

RENBLAD 4100

VER 4.3-HØRING | 03 / 2021

TILKNYTNING AV
LS-ANLEGG

REN

Copyright 2021 © REN AS

INNHold

1 Formål	4
2 Metoder for utforming av grensesnitt	4
2.1 Metode A - Tabell for tilknytningsløsninger	5
2.2 Metode B - Tabell for tilknytningsløsninger	6
2.3 Metode C - Tabell for tilknytningsløsninger	6
3 Definisjoner	7
4 Samhandling mellom nettselskap og registrert elektroforetak	7
5 Ansvar/eierskap i grensesnitt	8
6 Leveranse av nettsystem og spenning	9
7 Beskrivelse av metode A og løsninger	10
7.1 Ulike løsninger for kundetilknytning Metode A	11
7.2 Plassering av tilknytningsskap	12
7.3 Utførelse av jording	12
7.4 Forsyning fra luftnett	14
7.5 Overbelastningsvern $> 80 \text{ A} \leq 125 \text{ A}$	18
7.6 A1 Tilknytningsskap - Standard.....	19
7.7 A2 Tilknytningsskap – Avgreining.....	32
A3 Tilknytningsskap – Utvidet.....	34
7.8.....	34
8 Beskrivelse av metode B og løsninger	36
8.1 Utførelse av jording	37
8.2 Krav til målerplassering	37
8.3 Ekom	37
8.4 B1 Boligbygg.....	37
8.5 B2 Næringsvirksomhet	45
8.6 B3 Kombinerte næring- og boligbygg	55
9 Beskrivelse av metode C og løsninger	56
9.1 Krav til jordingssystem	56
9.2 Krav til målerplassering	56
9.3 Ekom	57
9.4 C1 Forsyning til næringskunder	57
9.5 C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg.....	72

10	Krav til målerinstallasjon	73
11	Plassering og tilgang til tilknytningsskap eller etasjefordeler	73
11.1	Generelt	73
11.2	Plassering og tilgang til tilknytningsskap	74
11.3	Plassering og tilgang til etasjefordeler	74
12	Bygningstekniske krav ved innføring av kabel i bygning	78
13	Kommunikasjon	79
13.1	Krav til kommunikasjon - boliger	79
13.2	Krav til kommunikasjon fra måler til nettselskap	80
14	Arbeid med stikkledning av type kabel forsynt fra luftnett	81
15	Krav til kabel, rør og grøft	84
15.1	Metode A:	84
15.2	Metode B:	90
15.3	Metode C:	92
16	Ved terminering av kabel	92
16.1	I kabelskap og tilknytningsskap	92
16.2	I nettstasjon	93
17	Montasje av skjøt/endeavslutning	93
17.1	Generelt	93
17.2	Avmantling av faseleder	94
17.3	Avmantling av PEX isolasjon	94
17.4	Hylse/kabelsko montasje	94
17.5	Etter montering	94
18	Driftsmerking	95
18.1	Kabelskap	95
18.2	Nettstasjon	96
19	Utøvelse av NEK 399 i eksisterende installasjon	97
20	Arbeid med hensyn på sikkerhet	98
21	Dokumentasjon - Innmåling av anlegg	98
22	Sluttkontroll	99
23	Samsvarserklæring	99
24	Vedlegg nr. 1 Montasje av rør i grøft	100
25	Referanser	102

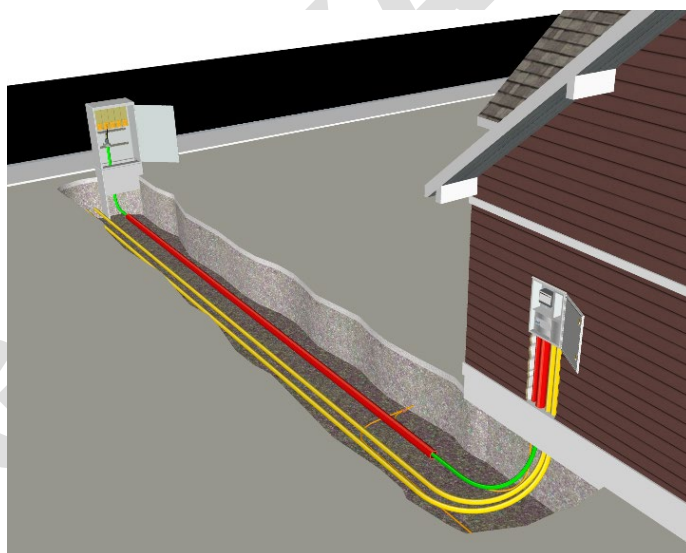
1 FORMÅL

Denne retningslinje beskriver krav til utførelse av arbeid ved kundetilnknytning for lavspenningsnett. RENbladet beskriver el-og ekomtilknytning for de fleste typer grensesnitt i henhold til NEK 399: 2018.

2 METODER FOR UTFORMING AV GRENSESNIITT

Normen 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.

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

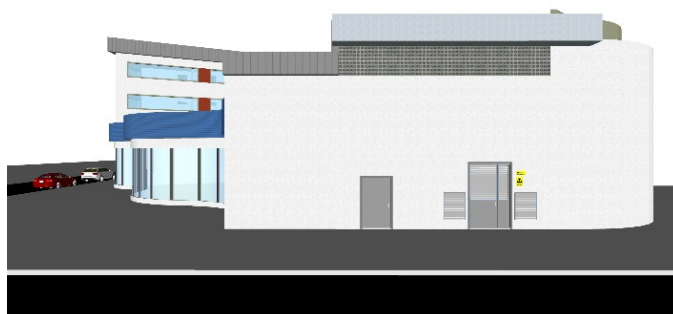


Eksempel på bruk av tilknytningsskap kan være ved tilknytning av enebolig, fritidsbolig, barnehage etc.

- B. Denne metoden gjelder forsyning til hovedfordeling fra kabelskap eller frittstående nettstasjon hvor overbelastningsvern > 80 A og ≤ 1250 A



- C. Denne metoden gjelder ved forsyning av hovedfordeling fra nettstasjon i bygg. Metoden gjelder for anlegg > 1250 A.



2.1 Metode A - Tabell for tilknytningsløsninger

Tabell som skal kunne fungere som oppslag og med kryssreferanse til de ulike løsningene.

METODE A Type anlegg	Betegnelse	Kap.
Plassering av tilknytningsskap		7.2
Leveranse av nettsystem og spenning		6
Utførelse av jording		7.3
Forsyning fra luftnett		7.4
Overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A		7.5
A1 Tilknytningsskap - Standard	A1	7.6
A1.1 Forsyning til enebolig	A1.1	7.6.1
A1.2 Forsyning til enebolig med utleieleilighet	A1.2	7.6.2
A1.3 Forsyning til rekkehus	A1.3	7.6.3
A1.4 Forsyning til flermannsbolig	A1.4	7.6.4
A1.5 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger	A1.5	7.6.5
A1.6 Forsyning av elektriske jernbaner	A1.6	7.6.6
A1.7 Forsyning til bygninger under oppføring	A1.7	7.6.7
A2 Tilknytningsskap – Avgreining	A2	7.7
A3 Tilknytningsskap – Utvidet	A3	7.8
A3.1 Forsyning til bolig med utvidet tilknytningsskap	A3.1	7.8.1
A3.2 Forsyning til veilys	A3.2	7.8.2

2.2 Metode B - Tabell for tilknytningsløsninger

Tabell som skal kunne fungere som oppslag og med kryssreferanse til de ulike løsningene.

METODE B		
Type anlegg	Betegnelse	Kap.
Leveranse av nettsystem og spenning		6
Utførelse av jording		8.1
B1 Boligbygg	B1	8.4
B1.1 Forsyning til boligblokk	B1.1	8.4.1
B1.2 Flermannsbolig	B1.2	8.4.2
B1.3 Forsyning til frittliggende boliger med garasje	B1.3	8.4.3
B1.4 Enebolig med utleie	B1.4	8.4.4
B2 Næringsvirksomhet	B2	8.5
B2.1 Forsyning til næringsbygg	B2.1	8.5.1
B2.2 Forsyning ladestasjon elbil	B2.2	8.5.2
B2.3 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip	B2.3	8.5.3
B2.4 Forsyning av elektriske jernbaner	B2.4	8.5.4
B2.5 Forsyning til oppdrettsanlegg	B2.5	8.5.5
B3 Kombinerte næring- og boligbygg	B3	8.6

2.3 Metode C - Tabell for tilknytningsløsninger

Tabell som skal kunne fungere som oppslag og med kryssreferanse til de ulike løsningene.

METODE C		
Type anlegg	Betegnelse	Kap.
Leveranse av nettsystem og spenning		9.1
Krav til jordingssystem		9.2
C1 Forsyning til næringskunder	C1	9.4
C1.1 Forsyning av ladestasjon for elbil	C1.1	9.4.1
C1.2 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip	C1.2	9.4.2
C1.3 Forsyning av elektriske jernbaner	C1.3	9.4.3
C1.4 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger	C1.4	9.4.4
C1.5 Forsyning til tunnel	C1.5	9.4.5
C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg	C7	9.5

3 DEFINISJONER

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

Følgende mener en er dekkende for de aller fleste boliger:

- 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.

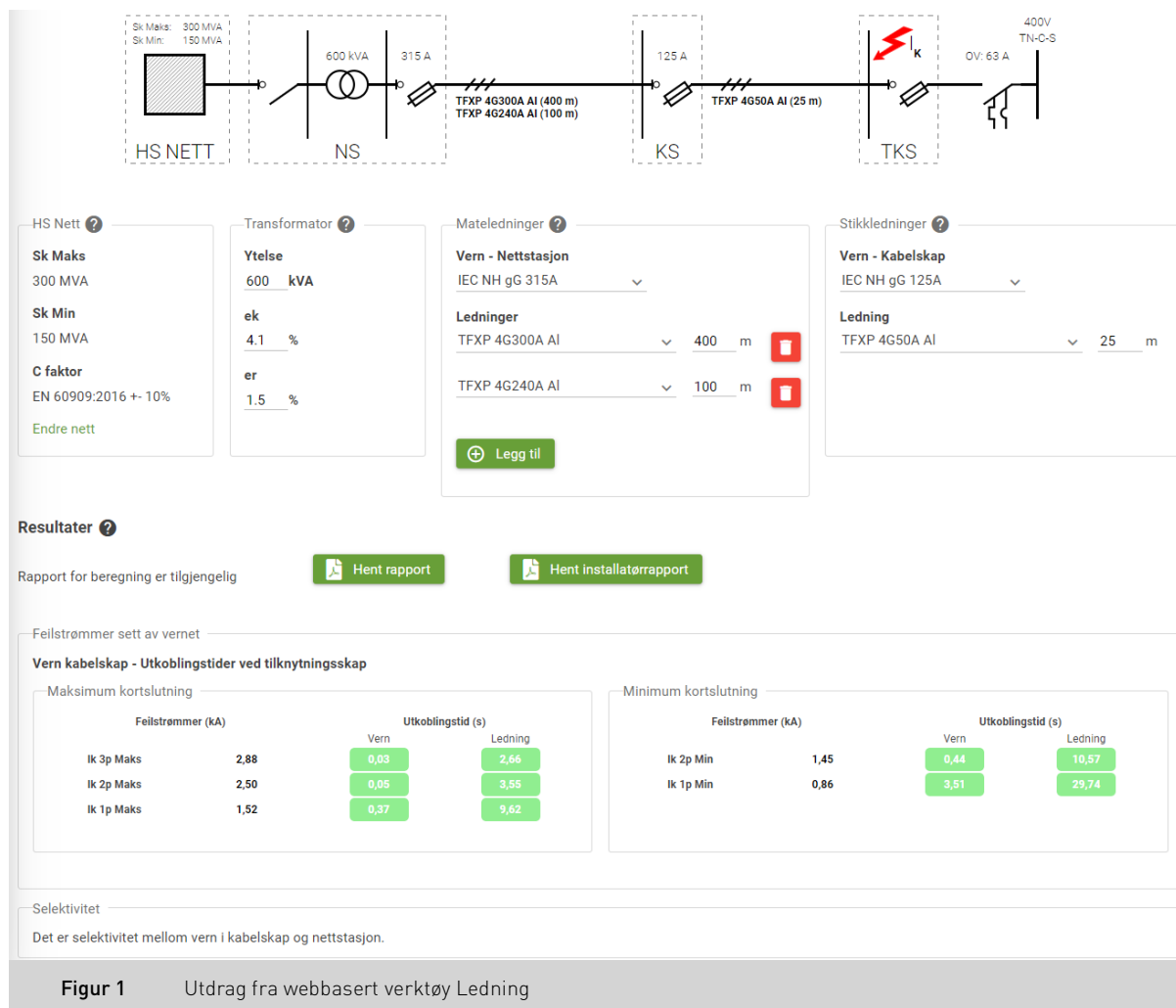
4 SAMHANDLING MELLOM NETTSELSKAP OG REGISTRERT ELEKTROFORETAK

For samhandling mellom nettselskap og registrert elektroforetak henvises det til [RENblad 4102](#).

Ledning – Dokumentasjon av tekniske data i tilknytningspunktet

I REN sitt prosjektsystem er det utviklet et verktøy for tilknytning av LS-anlegg som heter Ledning, i henhold til NEK 399 og [RENblad 4100](#).

- Verktøyet vil i hovedsak være et beregningsverktøy for å sikre at en velger riktig stikkledning, og kortslutningsvern, men det kan også brukes for å kvalitetssikre LS-anlegget oppstrøms. Verktøyet vil underveis, hvis aktuelt, gi feilmeldinger, advarsler, anbefalinger til prosjektert løsning.
- 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 dette [RENblad 4100](#). og [RENblad 4102](#).



5 ANSVAR/EIERSKAP I GRENSESNIITT

Ansvar og eierskap er beskrevet i NEK 399:2018, kapittel 10.

Ved valg av Metode A

Nettselskap har ansvaret for nettforsyning frem til og med termineringsklemmene i tilknytningsskapet. Nettselskap er videre ansvarlig for elmåler og tilkobling av denne. Krav til avsatt plass i feltene er beskrevet i NEK 399 kapittel 6.2.2.

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

Ved valg av Metode B og C

Ved forsyning for installasjoner > 125A 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 termineringsklemmer.

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. Et typisk eksempel på dette er ved forsyning til ladestasjoner beskrevet i kapittel 1.16.2.

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

Valg av løsning

Det må presiseres at normen 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 infrastruktureiere involvert. Se kapittel 2 i dette dokument for beskrivelse av ulike løsninger.

6 LEVERANSE AV NETTSYSTEM OG SPENNING

Standard leveranse for spenningsforsyning er TN-C-S 400V. 230V forsyning kan også benyttes der det er naturlig i forhold til tilgjengelig kapasitet i det eksisterende 230V nett.

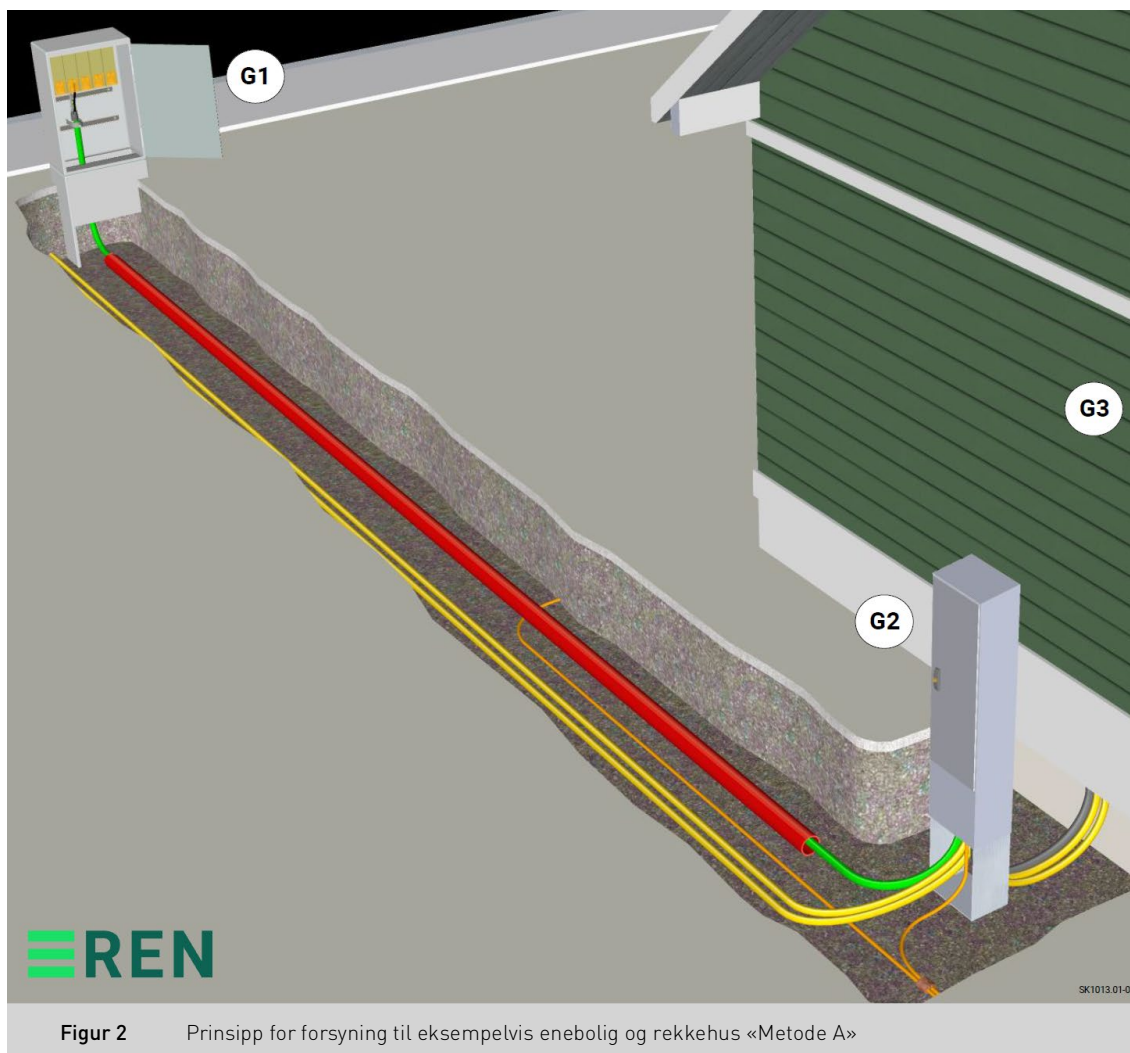
Nettselskapene plikter også å levere 690- og 1000 V dersom kunden forespør dette.

Overgang til andre spenningsnivå må utføres innenfor kunden/byggherres installasjon.

Standard leveranse for spenningsforsyning er TN-C-S 400V.

Oppbygging og beskrivelse av de ulike nettsystemene er beskrevet i [RENblad 4114](#).

7 BESKRIVELSE AV METODE A OG LØSNINGER



Figur 2 Prinsipp for forsyning til eksempelvis enebolig og rekkehus «Metode A»

Kabelskap til nettselskap.

Kortslutningsvern som skal beskytte stikkledning mot overstrømmer er plassert i G1.

- G1** 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.
- 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:

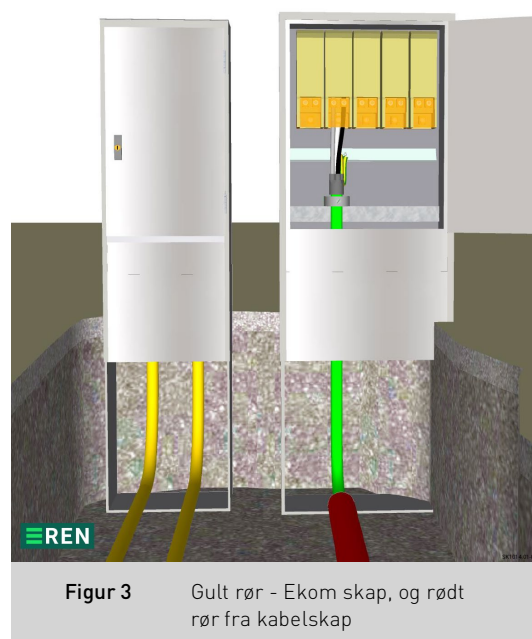
- Installasjonen er egnet til formålet
- Måler er beskyttet i forhold til overstrømmer.
- Vernets følsomhet for temperaturendringer
- Tilfredsstillende samtidighetsfaktor, ved forsyning av både utomhus og innvendig i bygning
- Vern kan benyttes til frakopling ved arbeid
- Ved knapphet på effekt bør regulering 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 syng 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.

7.1 Ulike løsninger for kundetilknytning Metode A

Dette kapitlet viser tre ulike løsninger som kan anvendes ved forsyning til kunde med grensesnitt «tilknytningsskap», innfelt i vegg, på vegg eller frittstående.

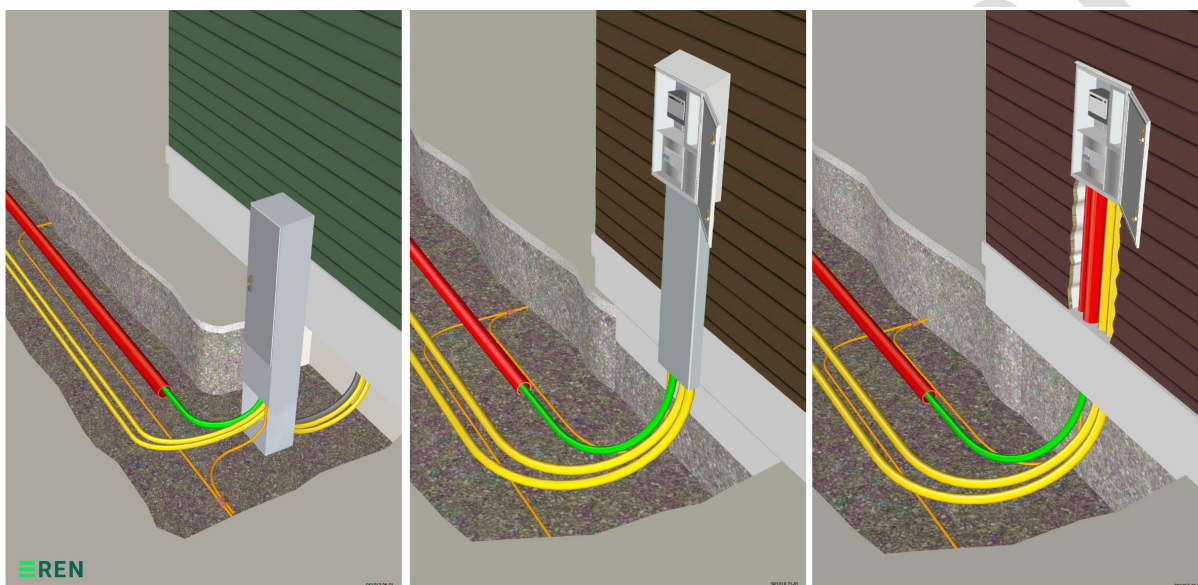
NB! På figuren er det også tegnet inn skap for begge typer infrastruktur. Ekom skap er av praktiske årsaker fjernet på alle etterfølgende tegninger i dette RENblad, men det er som standard ført opp to ekom rør i alle grøfter.



7.2 Plassering av tilknytningskap

Figur 4 viser tre varianter for plassering av tilknytningskap. Frittstående, på vegg eller innfelt i vegg. Jordelektrode til boligen skal føres inn i tilknytningskap og termineres der.

NB! Frittstående tilknytningskap skal plasseres innenfor dekningsområdet til bygningens jordelektrode, nær ved bygningsvegg. Annen plassering kan velges, etter skriftlig avtale mellom bygningseier og nettselskap.



Figur 4 RT11055 - Stikkledning til enebolig - frittstående, på vegg eller innfelt i vegg.

7.3 Utførelse av jording

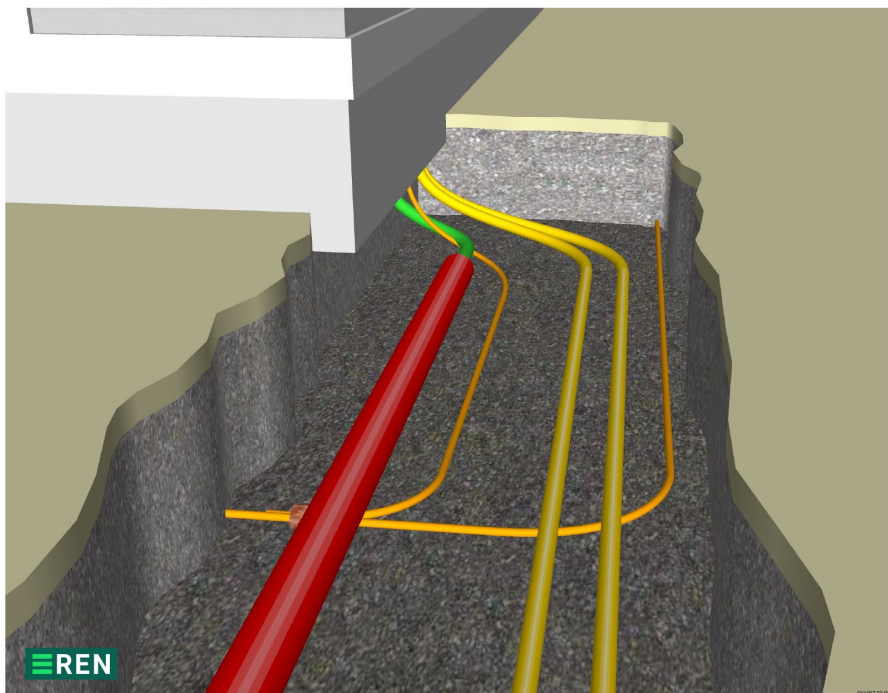
Ved rene kabelnett er det ikke behov for å legge uisolert jordledning i stikkledningsgrøft.

Unntaket er hvis nettselskapets kabelskap er forsynt fra luftnett, og retningslinjene for kapittel 7.6.5 installasjoner utsatt for overspenninger.

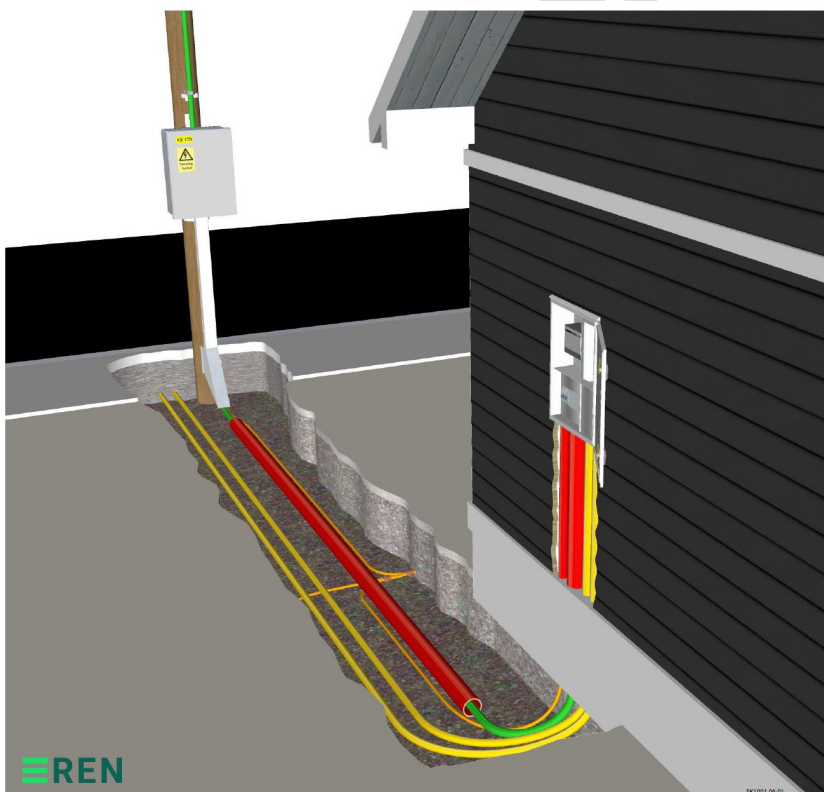
For å tilfredsstillere kravet til berøringsspenning under 75V i henhold til forskriften FEF, legges jordledning i stikkledningsgrøft som et kostnadseffektivt tiltak ved etablering av nye kabelskap.

Jordledningen skal termineres til kundens jordelektrode dersom det er mulig. Ansvar for terminering påligger nettselskap. 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.

Bygningens jordelektrode skal føres inn i tilknytningsskap som vist på **Figur 5**.



Figur 5 Jordelektrode til bygning skal føres inn i tilknytningsskap

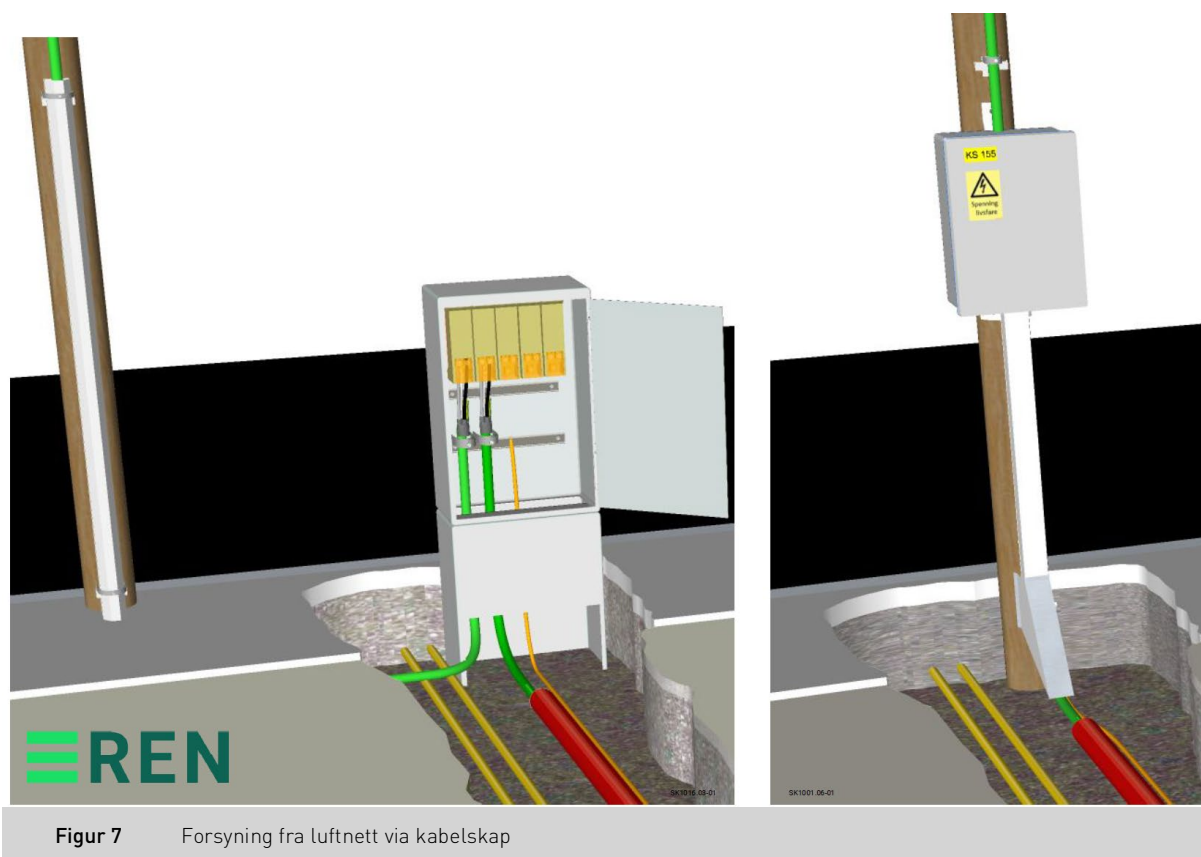


Figur 6 Jordledning fremført i kabelgrøft

7.4 Forsyning fra luftnett

7.4.1 Stikkledning i grøft, fra kabelskap

De samme prinsippene som ved forsyning fra kabelskap i et kabelnett gjelder. Med hensyn på jording skal det utføres i samsvar med kapittel 8.1. Det henvises til kapittel 14 for alt arbeid i luftnettet.



7.4.2 Stikkledning i grøft, fra stolpe

Ved forsyning fra luftnett, er løsning i 7.4.1, kabelskap en foretrukket løsning. Stikkledning med kabel direkte fra luftnett kan utføres på følgende måte:

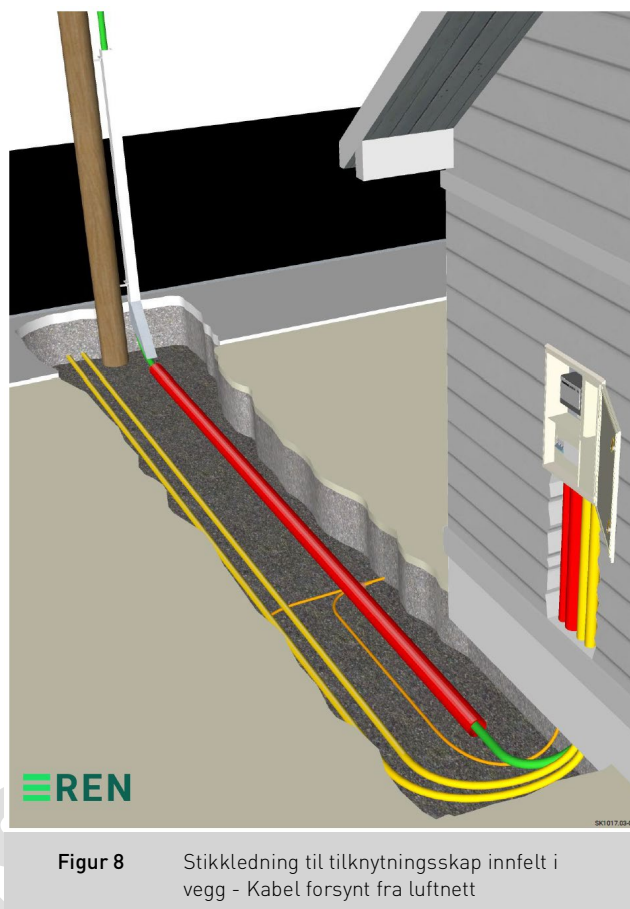
De samme prinsippene som ved forsyning fra kabelskap i et kabelnett gjelder. Det forlegges ikke uisolert jordledning i grøft, da TFXP kabelen har dobbelisolasjon til jord, slik at begge avslutninger på kabel, i mast og i tilknytningsskap, skal isoleres bort fra jordpotensiale.

Det henvises til kapittel 14 for alt arbeid i luftnettet.

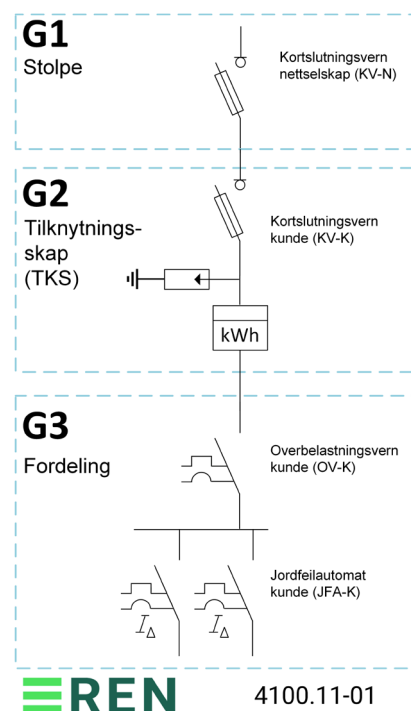
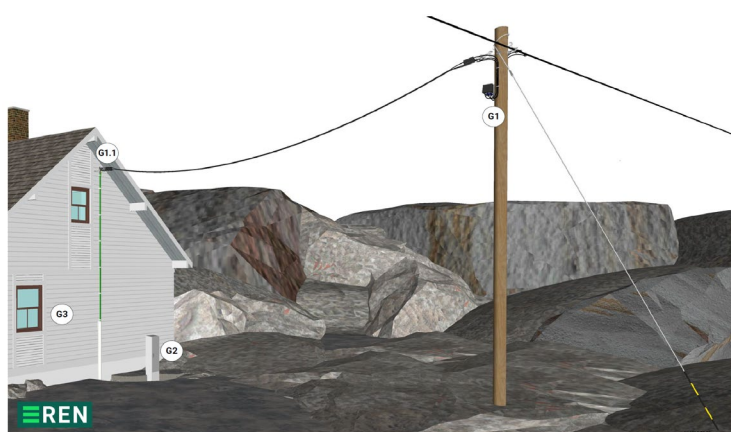
7.4.3 Stikkledning i luft, fra stolpe

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. Teknisk løsning er beskrevet i avsnitt 8.5.1.

Hvis dette ikke lar seg praktisk gjennomføre, kan det etter en konkret risikovurdering, og en nødvendig avklaring med øvrige involverte, også aksepteres tradisjonell luftledning. 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 8 Stikkledning til tilknytningsskap innfelt i vegg - Kabel forsynt fra luftnett



Figur 9 Metode for forsyning til tilknytnings-skap via luft og ikke grøft

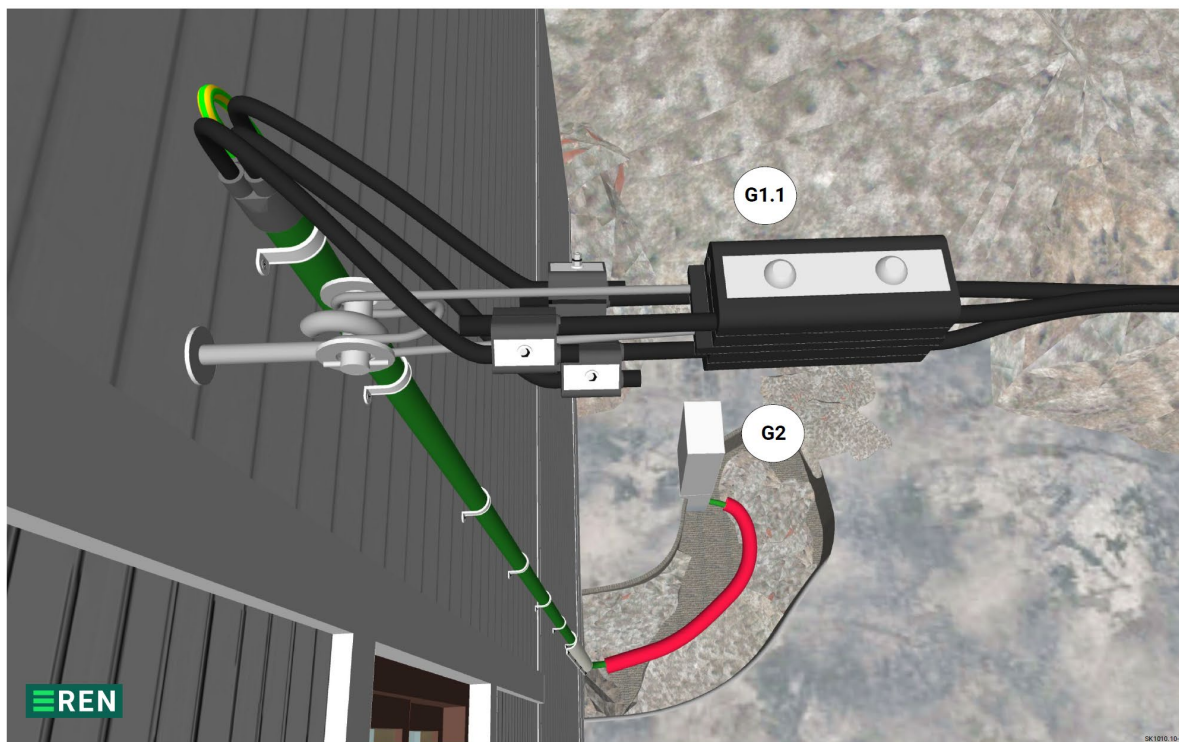
Det monteres kortslutningsvern, en sikringsskillebryter, i siste stolpe. Det skal foretas en vurdering om siste mast før bygning må barduneres.

Minste avstand til terreng ved innføring til bygningsvegg må være minimum 2,5 meter. Pilhøydetabell i **Figur 10** 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.

INNSTREKK PILHØYDETABELL FOR EX 25						
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER					
	15	20	25	30	35	40
-20	0,08	0,14	0,22	0,32	0,43	0,56
-10	0,1	0,17	0,27	0,39	0,53	0,69
0	0,12	0,21	0,32	0,46	0,63	0,82
10	0,13	0,24	0,37	0,53	0,72	0,94
20	0,16	0,26	0,41	0,59	0,80	1,05
30	0,16	0,29	0,45	0,64	0,87	1,14

Figur 10 Pilhøyde tabell



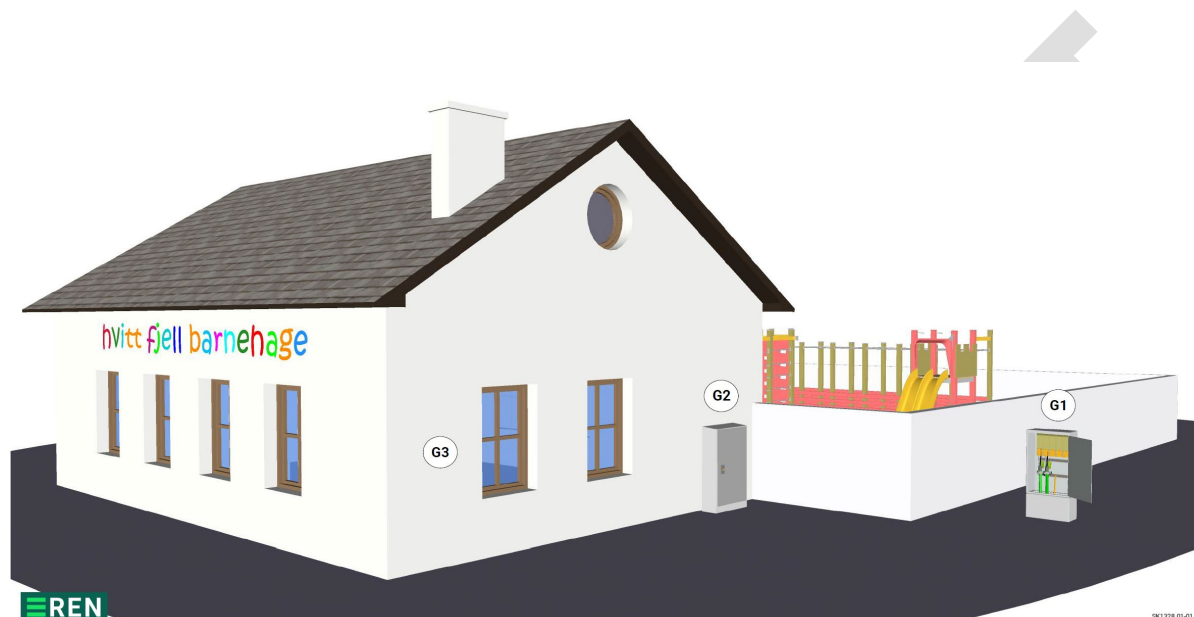
Figur 11 Kabelnedføring langs vegg

Det henvises til kapittel 14 for alt arbeid i luftnett.

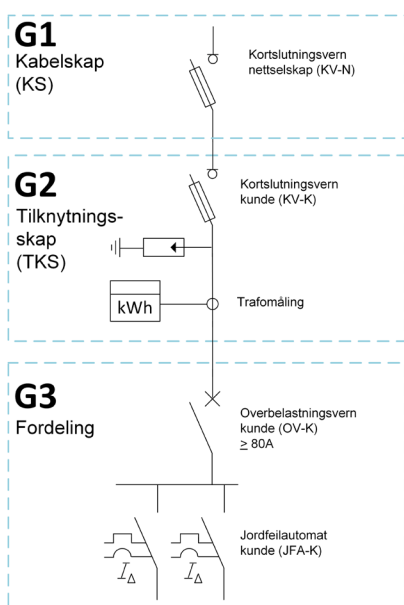
HØRING

7.5 Overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A

Ved forsyning til bygninger med overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A skal det benyttes tilknytningsskap og måling med strømtransformator. **Figur 12** viser illustrasjon på denne type løsning. Tilknytningsskap G2 forsynes fra kabelskap G1 (vises ikke på illustrasjon). I tilknytningsskapet må det være plass til strømtransformatorene på inntaksledning i Elnett-feltet, og plass til måleromkobler i Elmåler-feltet, som beskrevet i kapittel NEK 399 11.2 (HxBxD = 550x250x160) og [RENblad 4002](#).



Figur 12 Illustrasjon på barnehage



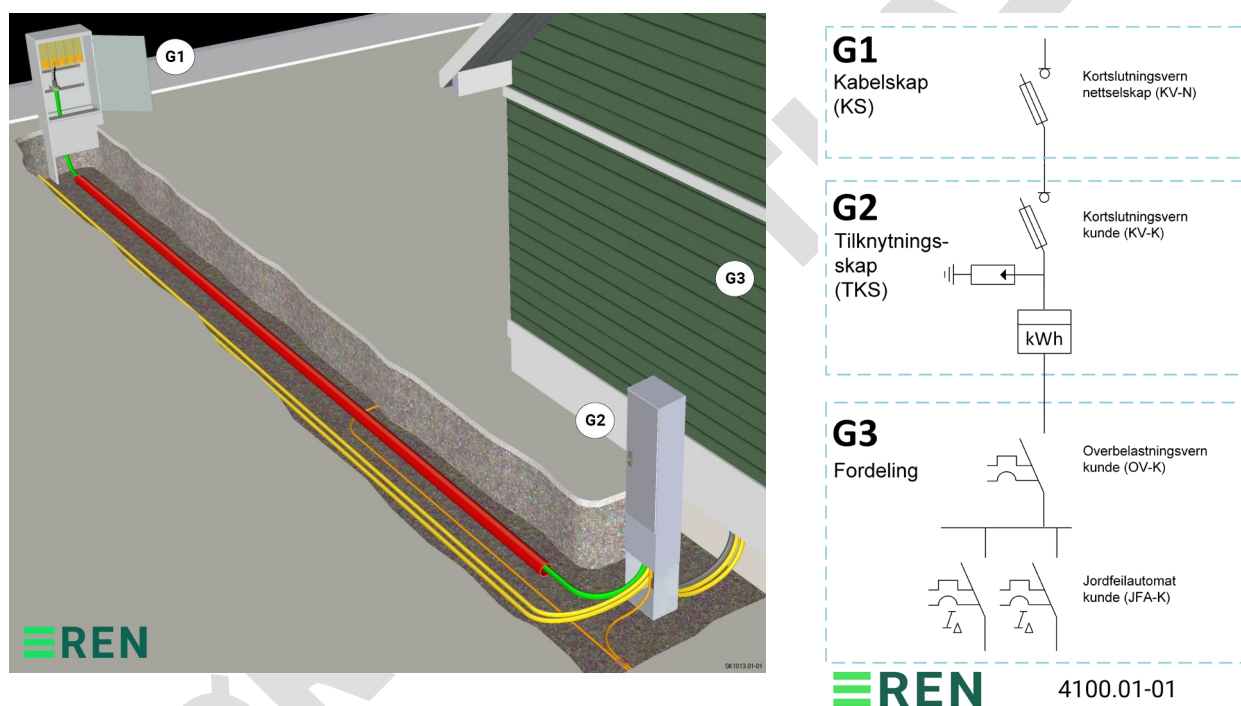
REN 4100.12-01

Figur 13 Enlinjeskjema for stikkledning til kunde med trafomålt anlegg i tilknytningsskap

7.6 A1 Tilknytningsskap - Standard

Tilknytningsskapet plasseres som vist i kapittel 7.2 enten frittstående, ved bygningsvegg eller innfelt i byggets yttervegg. Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i kundens fordeling G3 meldes inn til nettselskapet (OV-K) Referanseinstallasjon for stikkledningsgrøft er også beskrevet i kapittel 15.1. Grøftberegningene er gjennomført i programvaren [Grøft](#), som er del av RENs prosjektsystem.

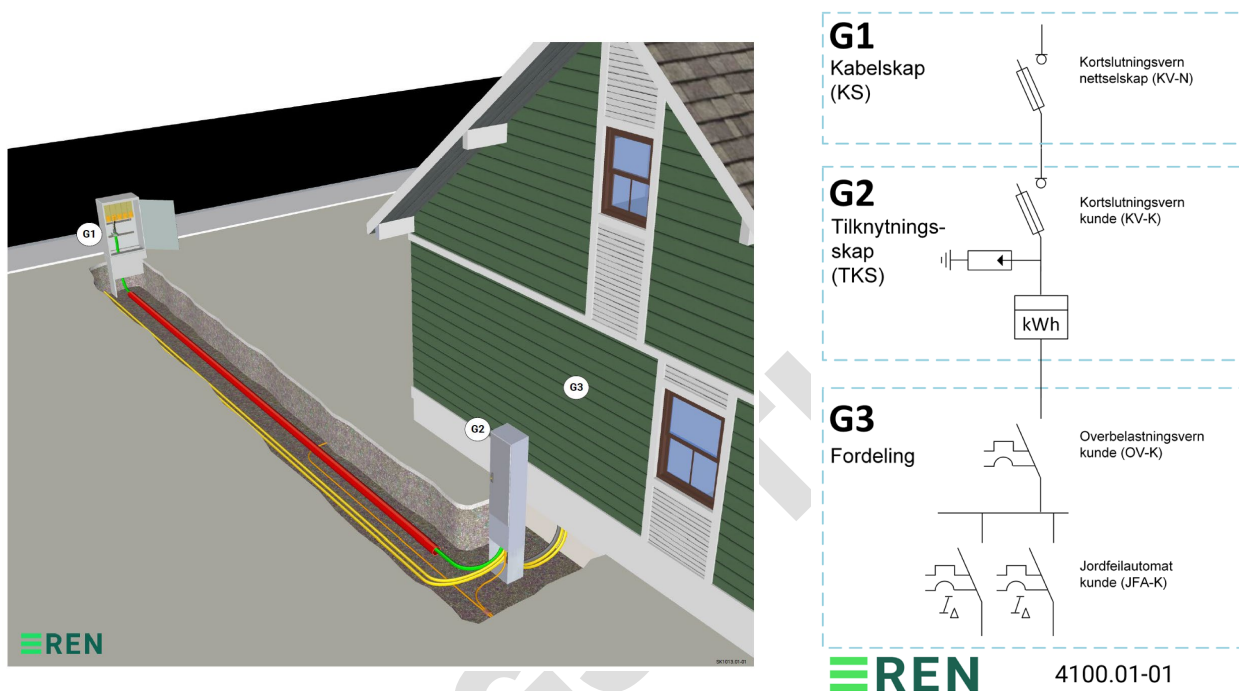
Merk! Ved overbelastningsvern > 80A henvises det til kapittel 7.5. Kapitlet beskriver krav til måling med strømtransformator.



Figur 14 Enlinjeskjema på standard tilknytning A1

7.6.1 A1.1 Forsyning til enebolig

Tilknytningsskapet plasseres som vist i kapittel 7.2 enten frittstående, ved husvegg eller innfelt i husets yttervegg. Referanseinstallasjon for stikkledningsgrøft er også beskrevet. Grøfteberegningene er gjennomført i programvaren [Grøft](#), som er del av RENs prosjektsystem.

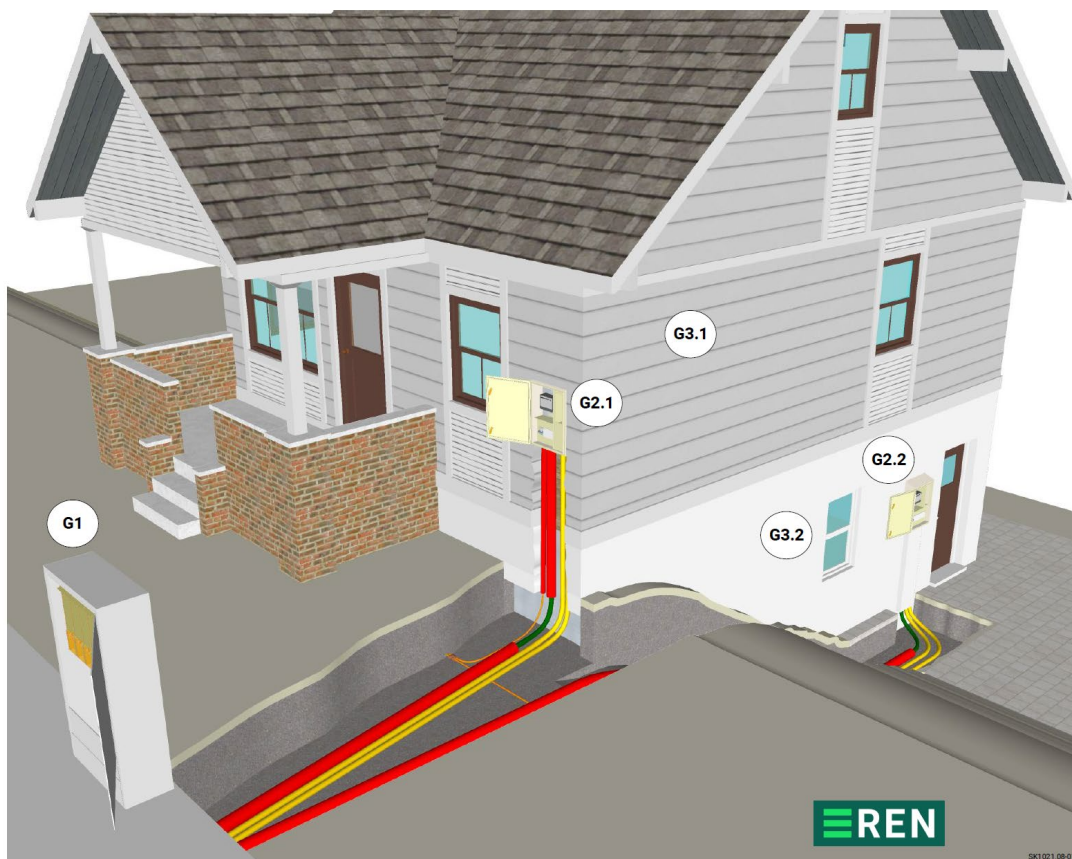


Figur 15 Illustrasjon på forsyning til enebolig og enlinjeskjema. Her med frittstående tilknytningsskap

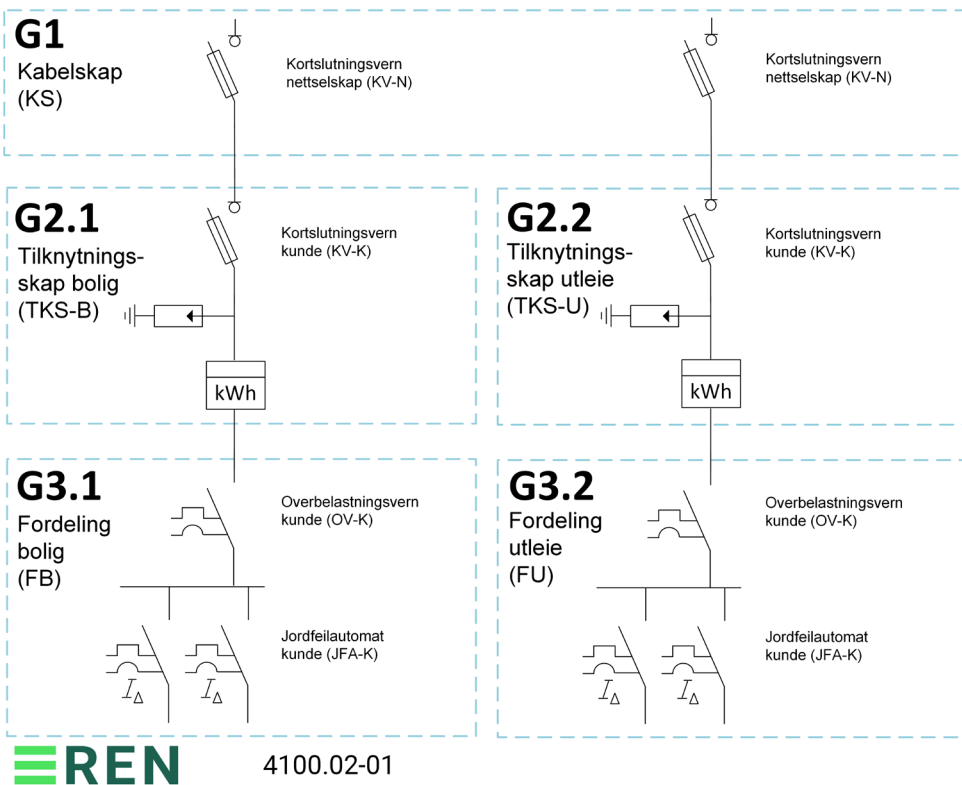
7.6.2 A1.2 Forsyning til enebolig med utleieleilighet

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.

Figur 16 og Figur 17 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 8.2.1). Dette krever at skapet er designet for dette formål. Nettselskapet avgjør bruk av eventuelt slik løsning.



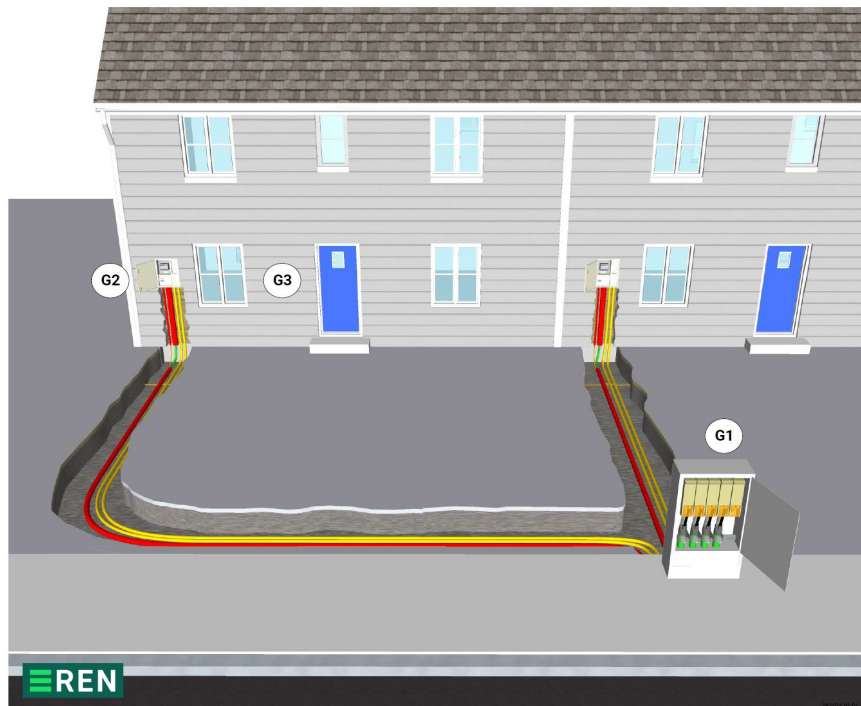
Figur 16 Stikkledning til enebolig med utleieleilighet



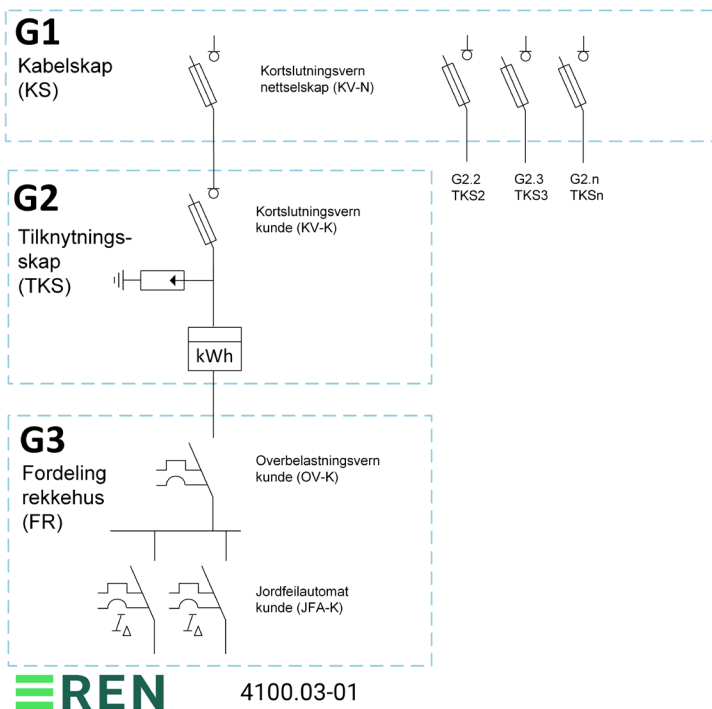
Figur 17 Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med utleieleilighet

7.6.3 A1.3 Forsyning til rekkehus

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



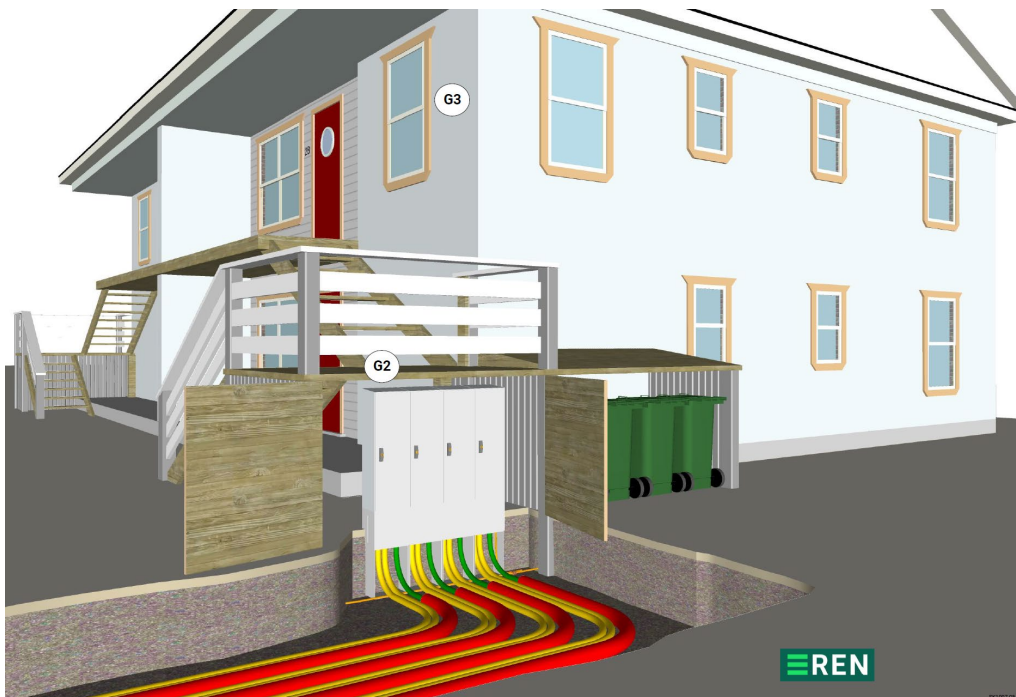
Figur 18 Stikkledning til tilknytningskap innfelt i vegg - rekkehus



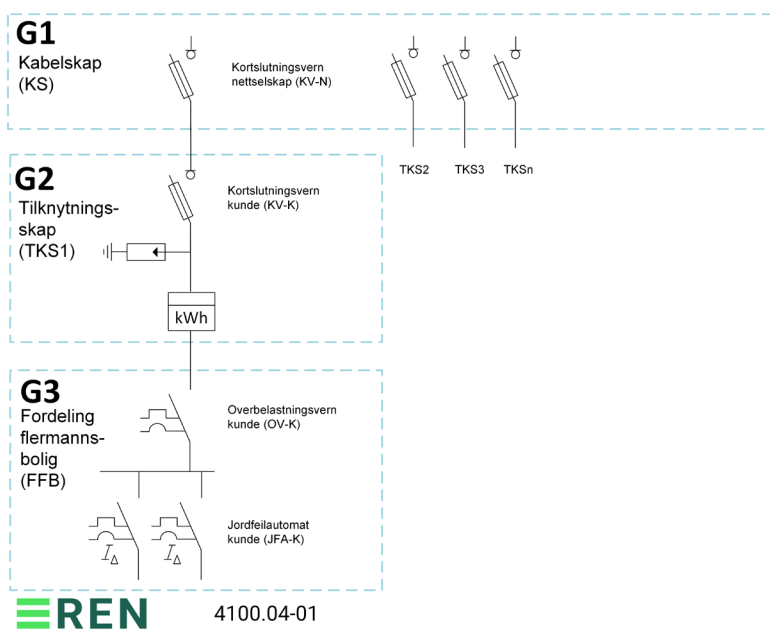
Figur 19 Enlinjeskjema - Stikkledning til tilknytningskap innfelt i vegg - rekkehus

7.6.4 A1.4 Forsyning til flermannsbolig

Figur 20 og **Figur 21** viser prinsippet for stikkledning til flermannsbolig og da i dette tilfellet firemannsbolig. Det anbefales her å anvende frittstående tilknytningsskap plassert på egnet plass som vist i **Figur 20**.



Figur 20 Stikkledning til firemannsbolig - alt 1 direkte



Figur 21 Enlinjeskjema for stikkledning til firemannsbolig

7.6.5 A1.5 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger

7.6.5.1 Beskrivelse

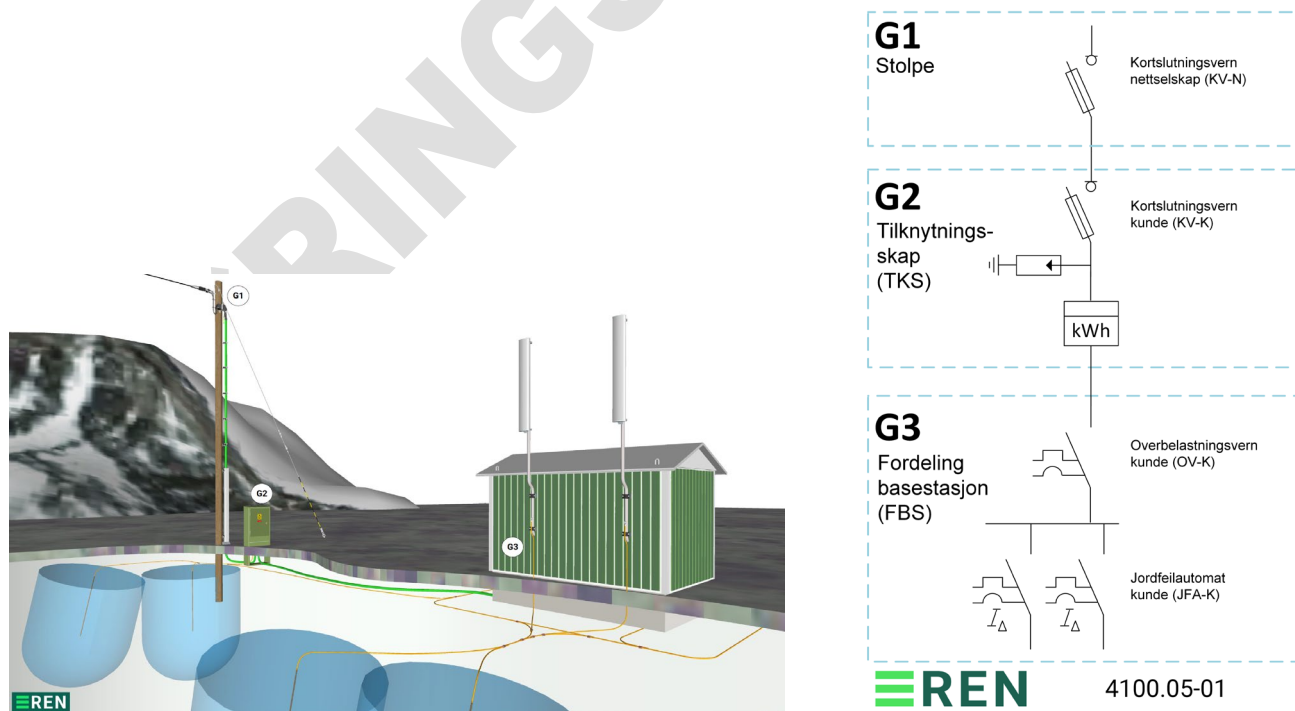
Dette er forsyning til installasjoner som er utsatt for overspenninger, typisk plassert på fjelltopper, som basestasjoner, og hvor jordsmonnet har høy jordresistivitet.

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

Effektbehov tilsvarer forsyning ved metode A i henhold til NEK 399. Kapittel 7.6.5.3 og 7.6.5.5 viser alternativer for forsyning avhengig av antennens størrelse. Ettersom dette er installasjoner som er spesielt utsatt for lyn-strømmer, 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.

7.6.5.2 Forsyning til mindre basestasjon ved hjelp av luftforsyning

I dette eksempelet er grensesnittet, tilknytningsskap (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 (G1) og beskyttet ved hjelp av sikringskillebryter i mastetopp. Nettselskap har ansvaret for terminering. Avstand mellom tilknytningsskap og bygning skal være ≥ 35 meter.



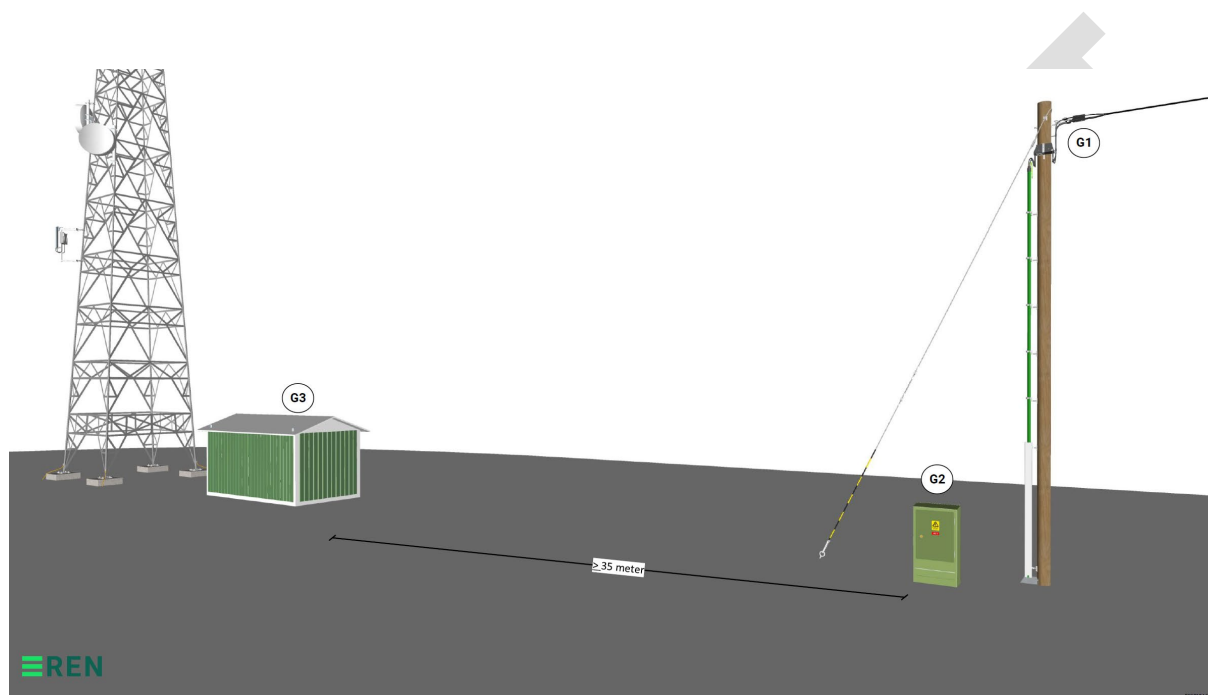
Figur 22 Grensesnitt til mindre antenne anlegg - metode A

7.6.5.3 Forsyning til større basestasjon

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.

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

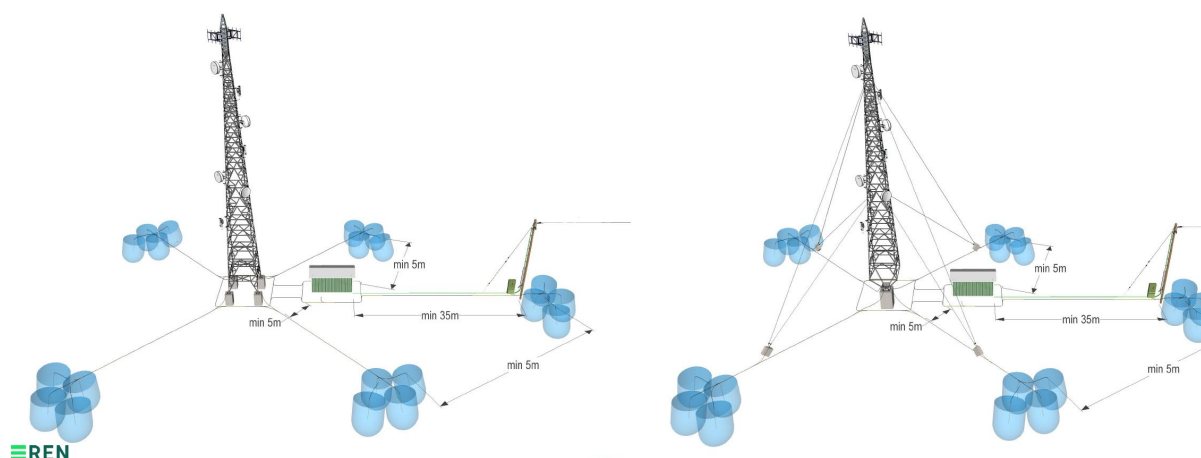


Figur 23 Oversiktsbilde ved forsyning til større basestasjon - metode A

De etterfølgende figurer viser to ulike prinsipper for antennemast. En med og en uten barduner.

Figur 24 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 jordingsystem og bygningens-jordingsystem, hvor utstyr er plassert.

Lyn-strømmer kan også komme fra forsyningsnett, og avstander må overholdes også her.



Figur 24 Oversiktsbilde ved forsyning til større antenneanlegg - med og uten barduner

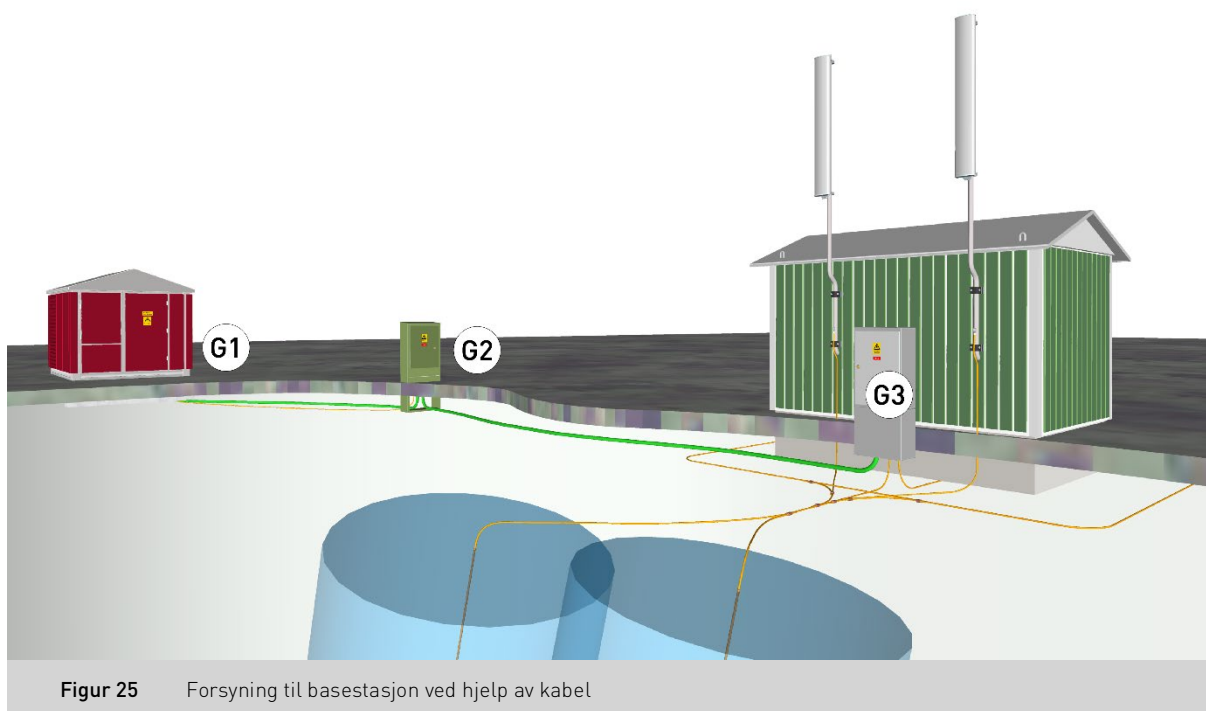
7.6.5.4 Krav til jordingsystem

Ved luft-forsyning til utsatte installasjoner ved metode A skal jordingsystemene sammenkobles. Det forlegges uisolert jordleder i forsyningsgrøft 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 jordingsystem for tilknytningsskap på endestolpe/avgreningsstolpe eller høyspenningmast. Minimumavstand er 5 meter som vist på de tilhørende figurer.

7.6.5.5 Forsyning til mindre basestasjon ved hjelp av kabel

I noen tilfeller er basestasjonen forsynt fra kabelnett. Eier-prinsippene er de samme som beskrevet i kapittel 7.6.5.1, men jordingsprinsippene endres. I dette tilfellet forlegges **ikke** uisolert jordledning i kabelgrøft fra kabelskap (G2) til tilknytningsskap (G3). Antenner plassert på bygning skal jordes der jordleder-fremføring ledes direkte til jord ved hjelp av impulsjording. Se **Figur 25**.



Figur 25 Forsyning til basestasjon ved hjelp av kabel

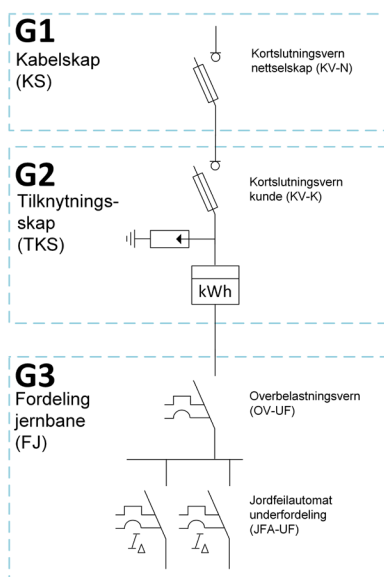
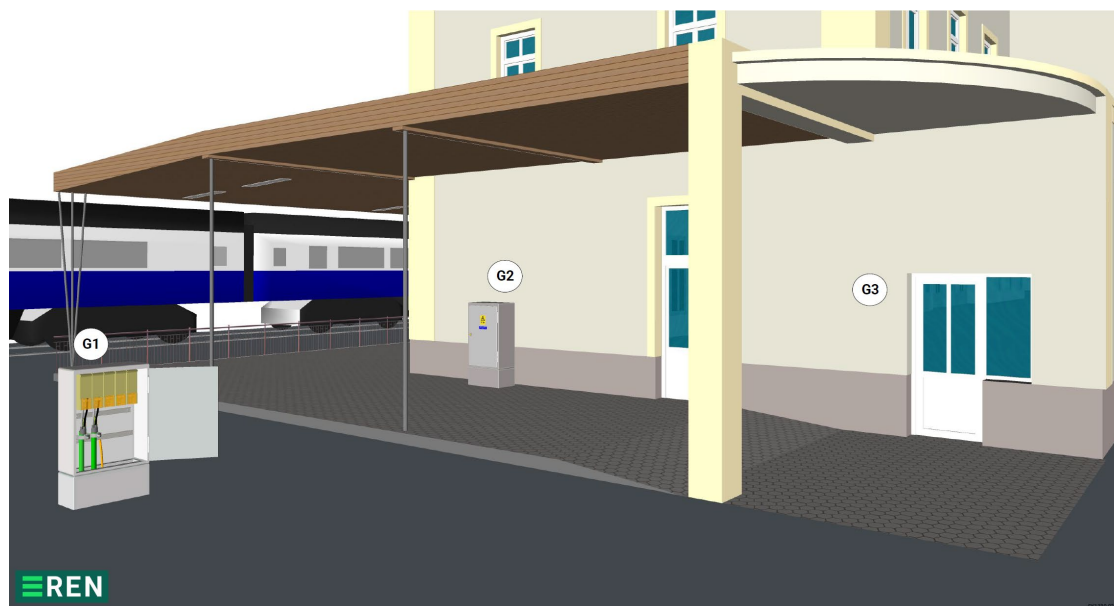
7.6.6 A1.6 Forsyning av elektriske jernbaner

7.6.6.1 Beskrivelse

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner i henhold til metode A skal utføres etter prinsippene i NEK 399 som er illustrert i kapittel 7.1.

Det etableres et tilknytningsskap G2, som forsynes fra nettselskapet kabelskap G1 (vises ikke på illustrasjonen). Tilknytningsskapet (G2) representerer grensesnittet mellom nettselskap og jernbanevirksomhetens installasjon (G3). Nettselskapet har ansvar for terminering i tilknytningsskapet. Se **Figur 26**.

For alle alternativene unntatt alternativ 1: Det bør tilstrebes en avstand på 20 meter mellom kabelskap og tilknytningsskap, og det skal ikke fremføres uisolert jordleder i kabelgrøft.



4100.06-01

Figur 26 Illustrasjon på forsyning av installasjon i jernbanevirksomhetens anlegg ved hjelp av et tilknytningsskap

7.6.6.2 Alt. 1: Forsyning med 400 V TN-C-S - sammenkoblet jordingsystem

Jordingsystem for nettselskap og jernbanevirksomhetens jordingsystem sammenkobles. Det legges ikke uisolert jordingsleder i kabelgrøft.

NB! I henhold til punkt 7.1 i NEK 900 skal det etableres en skriftlig avtale mellom nettselskap og jernbanevirksomheten ved sammenkobling av jordingsystem.

Det er viktig at det tas hensyn til overførte potensialer og termisk belastning av jordingsledere.

7.6.6.3 Alt. 2 Forsyning med IT 230V - Adskillelse av jordingsystem

Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

Det leveres IT 230V forsyning.

Jordingsssystem til nettselskap og jernbanevirksomheten skilles på følgende måte:

For å ivareta utfordringer med to jordingspotensial, nettselskapets jordingsystem og jernbanevirksomhetens installasjon, skal følgende utføres:

- Beskyttelsesleder i innkommende kabel, kabelskjerm eller den fjerde leder i kabel, fra-isoleres ved kabelterminering i skap. Se **Figur 27**.
- Fordelingen skal merkes på en passende plass «Inngående jordingsleder er fra-isolert - adskilt jordingsystem»

7.6.6.4 Alt. 3: Adskillelse av jordingsystem - nettsystem angis

Det etableres skilletransformator i innvendig bygningstavle for å hindre sirkulerende jordfeilstømmer fra oppstrømsnett, samt ha kontroll over egne feilstømmer ved jordfeil i egen installasjon.

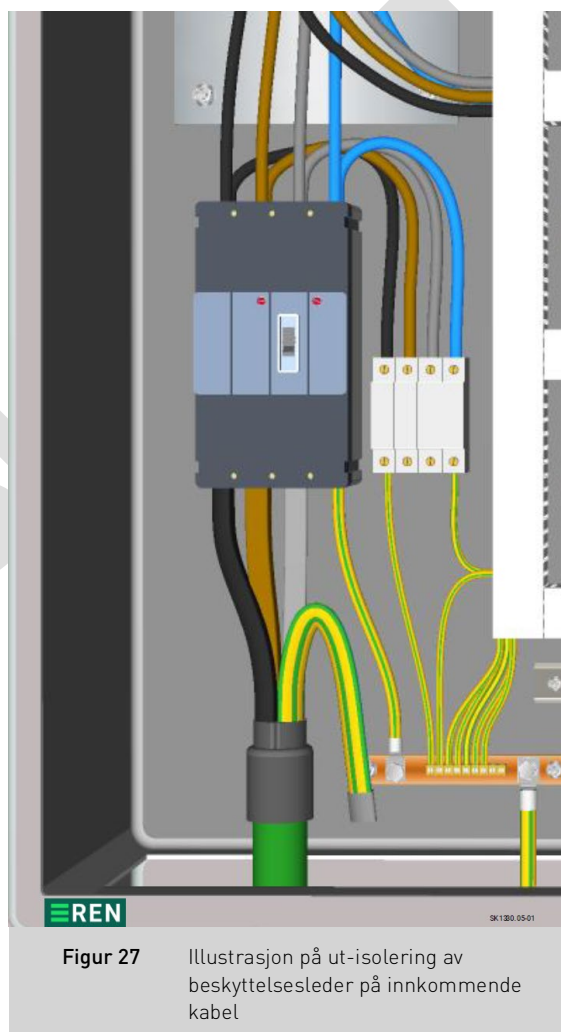
Denne metoden kan anvendes både ved TN-400V og IT230V.

Ved IT 230 V nett: Forsyningskabelens jordleder fra-isoleres som vist i **Figur 27**.

Ved TN 400V:

PEN - leder tilkobles nullpunkt på transformator, samt jordingsystem i nettstasjon.

PEN - leder tilkobles ikke til jordingsystem hos jernbaneverket og termineres direkte på effektbryter i hovedfordeling.



Figur 27 Illustrasjon på ut-isolering av beskyttelsesleder på innkommende kabel

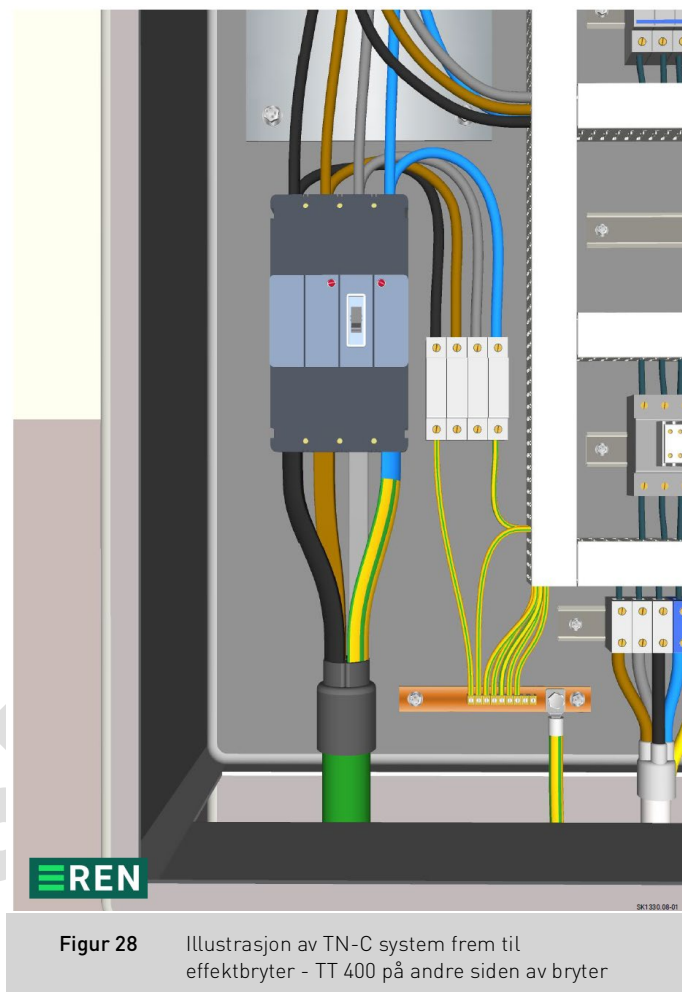
7.6.6.5 Alt. 4 Forsyning av TN400V - TT400V -Adskillelse av jordingsystem

Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

For å ivareta utfordringer med to jordingspotensial, nettselskapets jordingsystem og jernbanevirksomhetens installasjon, skal følgende utføres:

- Det leveres TN-C 400V forsyning til effektbryter i hovedfordeling. Inngående PEN leder termineres på effektbryter som normalt, og det fremføres N-leder fra utgang på effektbryter. Se **Figur 28**.
- Jernbanevirksomhetens jordingsystem tilkobles ikke inngående PEN leder, slik at det etableres et TT 400V system i installasjonen. Dette er beskrevet i NEK 900 punkt 7.4.4.1.
- Dette krever momentan utkobling ved jordfeil jamfør NEK400 tabell 41A, og da ved hjelp av egnede jordfeilbrytere.
- Bruk av TT nettsystem krever nettselskap og DSB sin godkjenning i henhold til FEL vedlegg 1 - «Tillatte spenningssystemer».

Fordelingen skal merkes med «TT-400V system - adskilt jordingsystem» på en egnet plassering.



Figur 28 Illustrasjon av TN-C system frem til effektbryter - TT 400 på andre siden av bryter

7.6.6.6 Ved forsyning fra luftinstallasjon som er utsatt for overspenninger

Ved forsyning fra luftinstallasjon i et område som er utsatt for overspenninger, kan prinsippene i kapittel 7.6.5.2 til 7.6.5.4 anvendes i samarbeid med eier av jernbaneinstallasjon.

Tilknytningsskapet, kan ved bruk av disse metodene, flyttes tilstrekkelig unna bygningens installasjon, fortrinnsvis ≤ 35 m for å hindre skadelige lynstrømmer. Det fremføres en uisolert jordledning i grøft som er tilkoblet i tilknytningsskapets jordingsystem, og jordingsystem for jernbaneinstallasjonen utformet som ringjord.

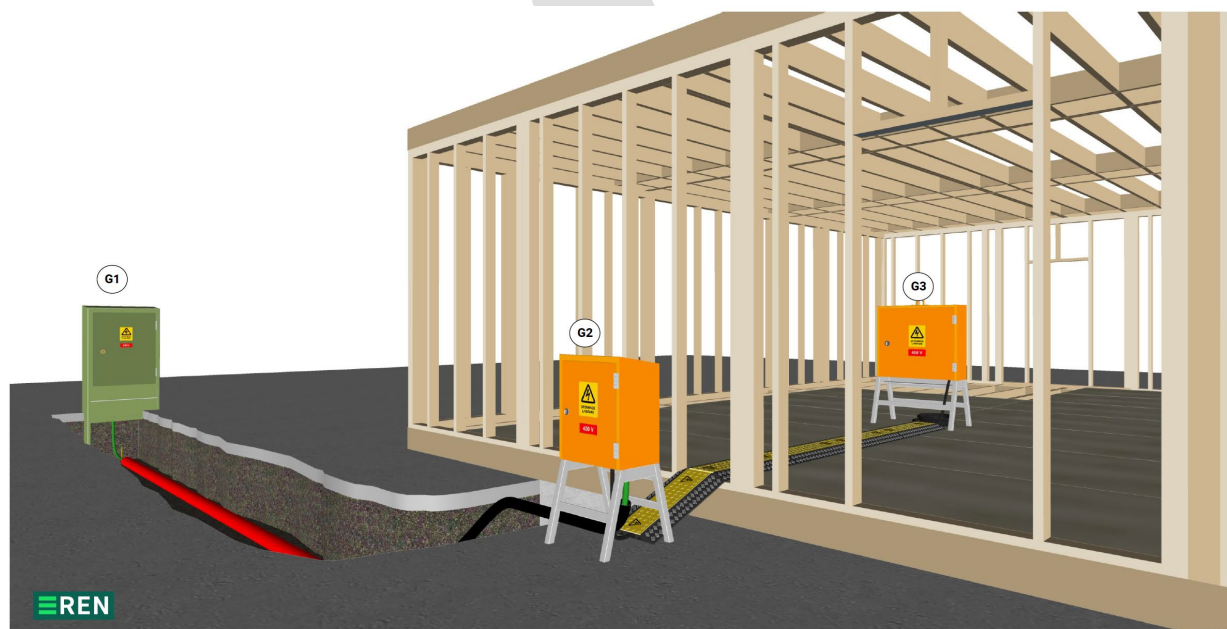
Overspenningsvern i tilknytningsskap skal tilkobles jernbanens jordingsystem.

7.6.7 A1.7 Forsyning til bygninger under oppføring

7.6.7.1 Beskrivelse

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

Nettselskaps kabelskap (G1) forsyner provisorisk skap (G2), som igjen kan forsyne underfordelinger (G3). Grensesnitt er i terminering til provisorisk skap, og nettselskap har ansvar for terminering.



Figur 29 Beskrivelse av grensesnitt for provisorisk forsyning til bygging av bolig

7.6.7.2 Detaljert beskrivelse

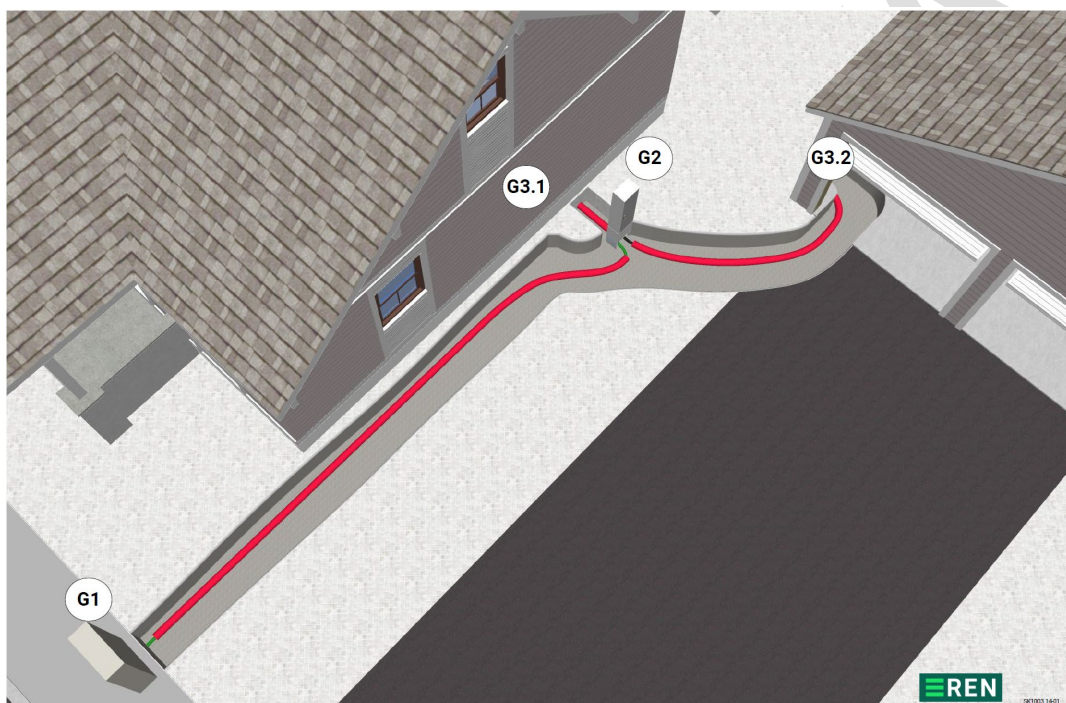
[RENblad 4113](#) beskriver alle tekniske detaljer, samt ulike enlinjeskjema for denne type grensesnitt.

7.7 A2 Tilknytningskap – Avgreining

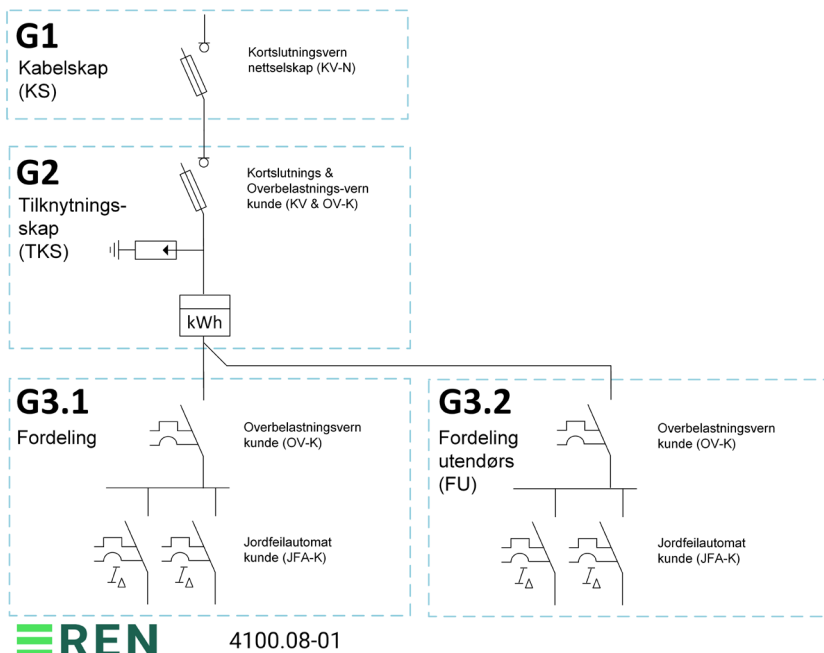
Fordeling utendørs kan være forsyning til en belastning som naturlig er knyttet til boligen. Dette kan være garasje, varmekabler, elbil, mv. Som nevnt i kapittel 7 må det gjøres en risikovurdering ved valg av overstrømsvern av type KV/OV i tilknytningskap ved forsyning til både utomhus og innvendig fordeling. **Figur 31** viser enlinjeskjema over installasjonen.

Merk! Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i tilknytningskap G2 meldes inn til nettselskapet.

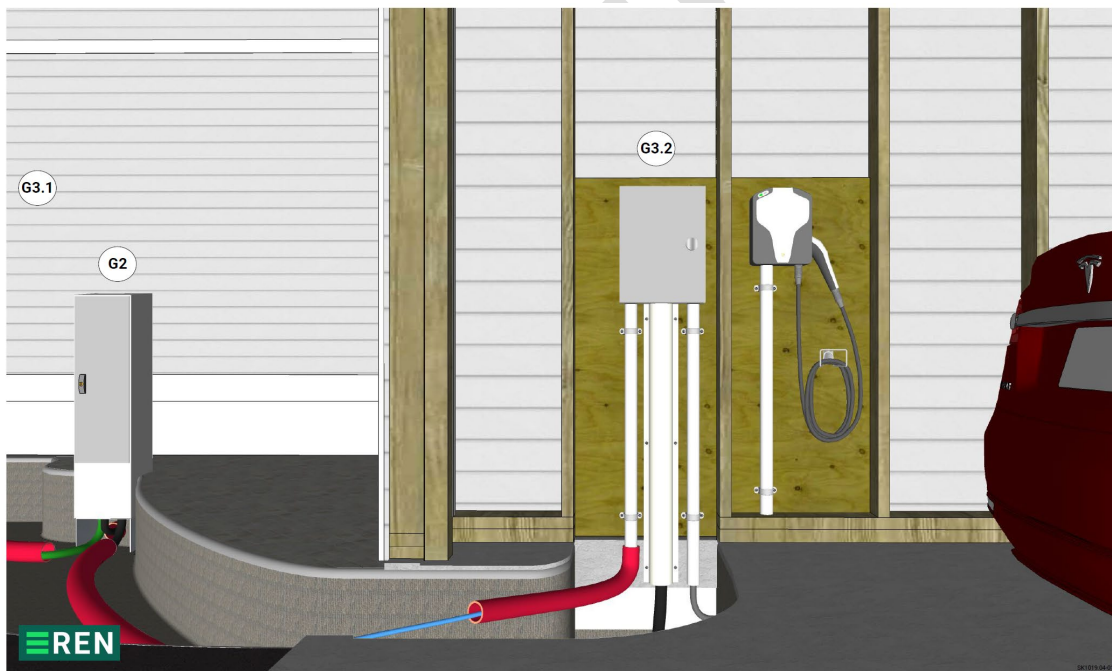
Ved overbelastningsvern > 80A henvises det til kapittel 7.5. Kapitlet beskriver krav til måling med strømtransformator.



Figur 30 Stikkledning til enebolig med utomhus installasjon - eksempelvis garasje - prinsippkisse



Figur 31 Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med fordeling utendørs

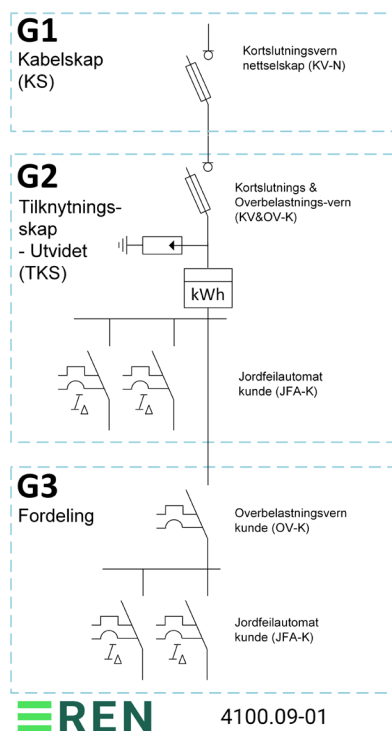


Figur 32 Detaljert bilde - Stikkledning til enebolig med fordeling utendørs - eksempelvis garasje

7.8 A3 Tilknytningsskap – Utvidet

Merk! Ved denne type løsning skal overbelastningsvernet i tilknytningskap G2 meldes inn til nettselskapet.

Ved overbelastningsvern > 80A henvises det til kapittel 7.5. Kapitlet beskriver krav til måling med strømtransformator.



Figur 33 Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med utvidet tilknytningskap

7.8.1 A3.1 Forsyning til bolig med utvidet tilknytningskap

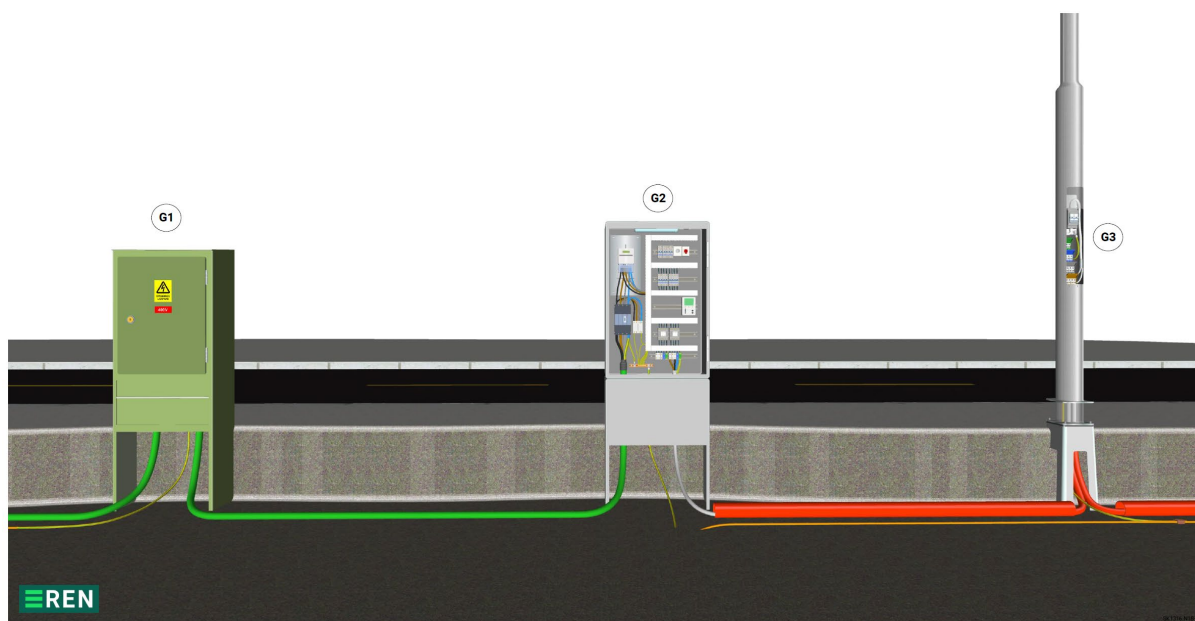
Ved bruk av utvidet tilknytningskap inneholder tilknytnings-skapet en integrert fordeling. Dette skal fremgå av merking. Denne type løsning kan benyttes til forsyning av effektkrevende laster. Dette kan være varmekabler, elbil, mv. **Figur 33** viser enlinjeskjema over installasjonen.



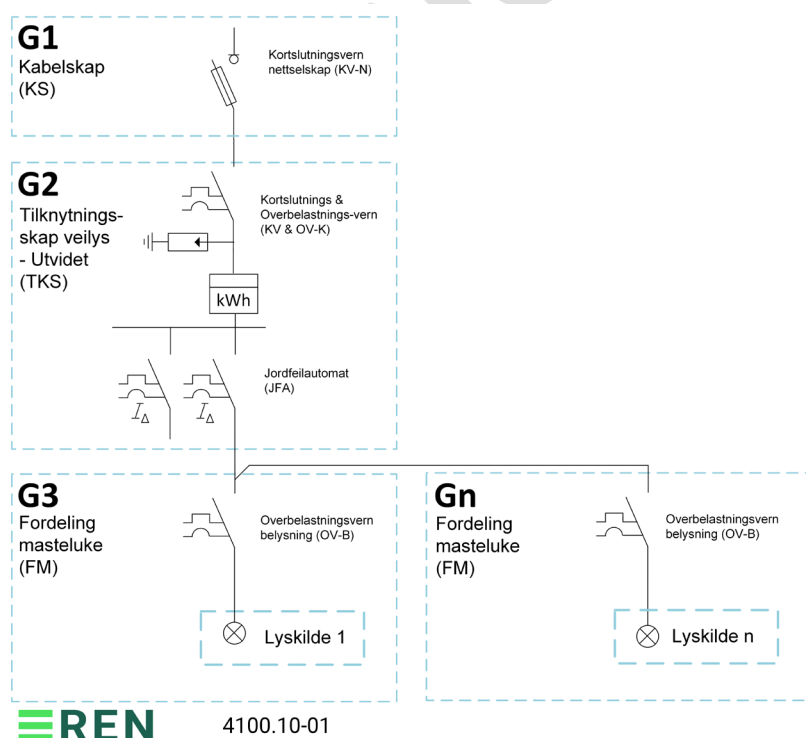
Figur 34 Illustrasjon på enebolig med utvidet tilknytningskap

7.8.2 A3.2 Forsyning til veilys

Figur 35 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 2 - utvidet tilknytningskap. Se også NEK 399 kapittel 11.3.



Figur 35 Illustrasjon for utvidet tilknytningskap forsynt fra kabelskap

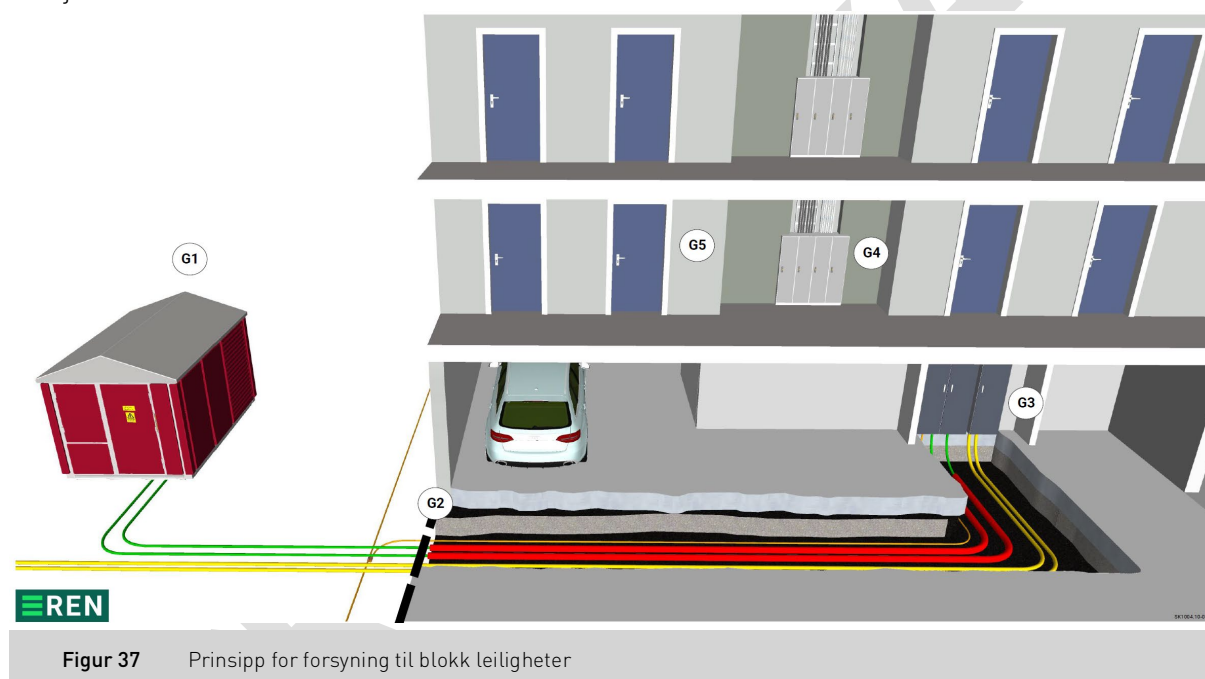


Figur 36 Eksempel på enlinjeskjema for utvidet tilknytningskap forsynt fra kabelskap

8 BESKRIVELSE AV METODE B OG LØSNINGER

Metode B benyttes ved forsyning til bygg med overbelastningsvern >80 A og ≤ 1250 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.



Figur 37 Prinsipp for forsyning til blokk leiligheter

- G1** Nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvernet (KV) som skal beskytte stikkledning mot termiske kortslutningsstrømmer plassert.
- G2** Grensesnitt for eierskap er plassert i bygningsvegg. Rør og ledningsfremføring frem til hovedfordeling er kundens ansvar.
- G3** 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.
- G4** Etasjefordeler. Består av kortslutningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), terminering og måler. Alt er kundens ansvar unntatt måler som er eid av nettselskap.
- G5** 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 Utførelse av jording

Det skal ikke forlegges uisolert jordledning i stikkledningsgrøft til kunden.

8.2 Krav til målerplassering

Målerplassering er avhengig av type bygning. Det henvises til kapittel 10.

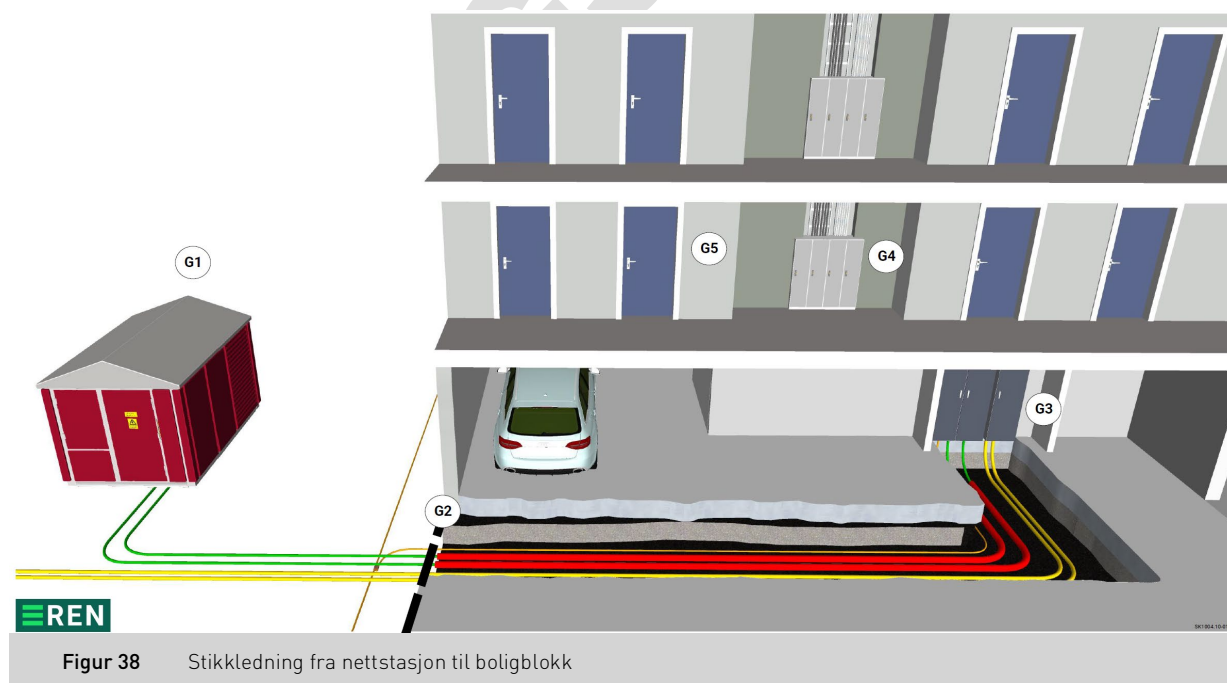
8.3 Ekom

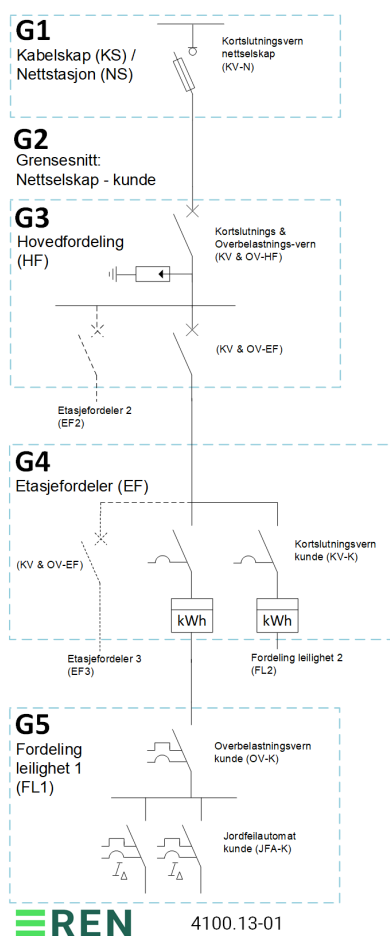
Ekom forsyning skal være av type fiber. Avstand til kraftkabel i grøft skal være minimum 10 cm.

8.4 B1 Boligbygg

8.4.1 B1.1 Forsyning til boligblokk

Figur 38 viser et eksempel med to stikkledningskabler, både for elkraft og ekom frem til hovedfordeling, samt fordeling videre til etasjefordelere.



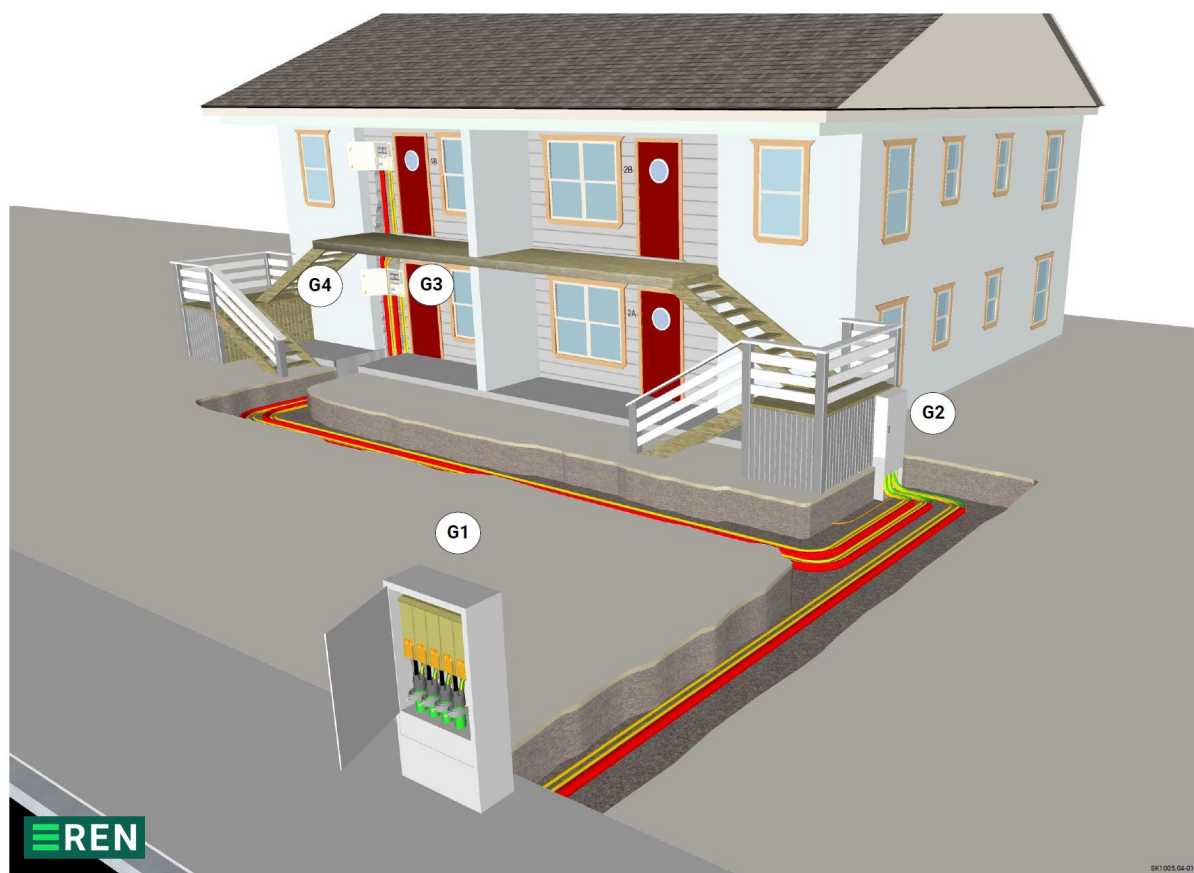


Figur 39 Enlinjeskjema for forsyning fra nettstasjon til boligblokk

8.4.2 B1.2 Flermannsbolig

Metode B kan også 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 som vist i **Figur 40**, eksempelvis større enebolig med flere utleieleiligheter.

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

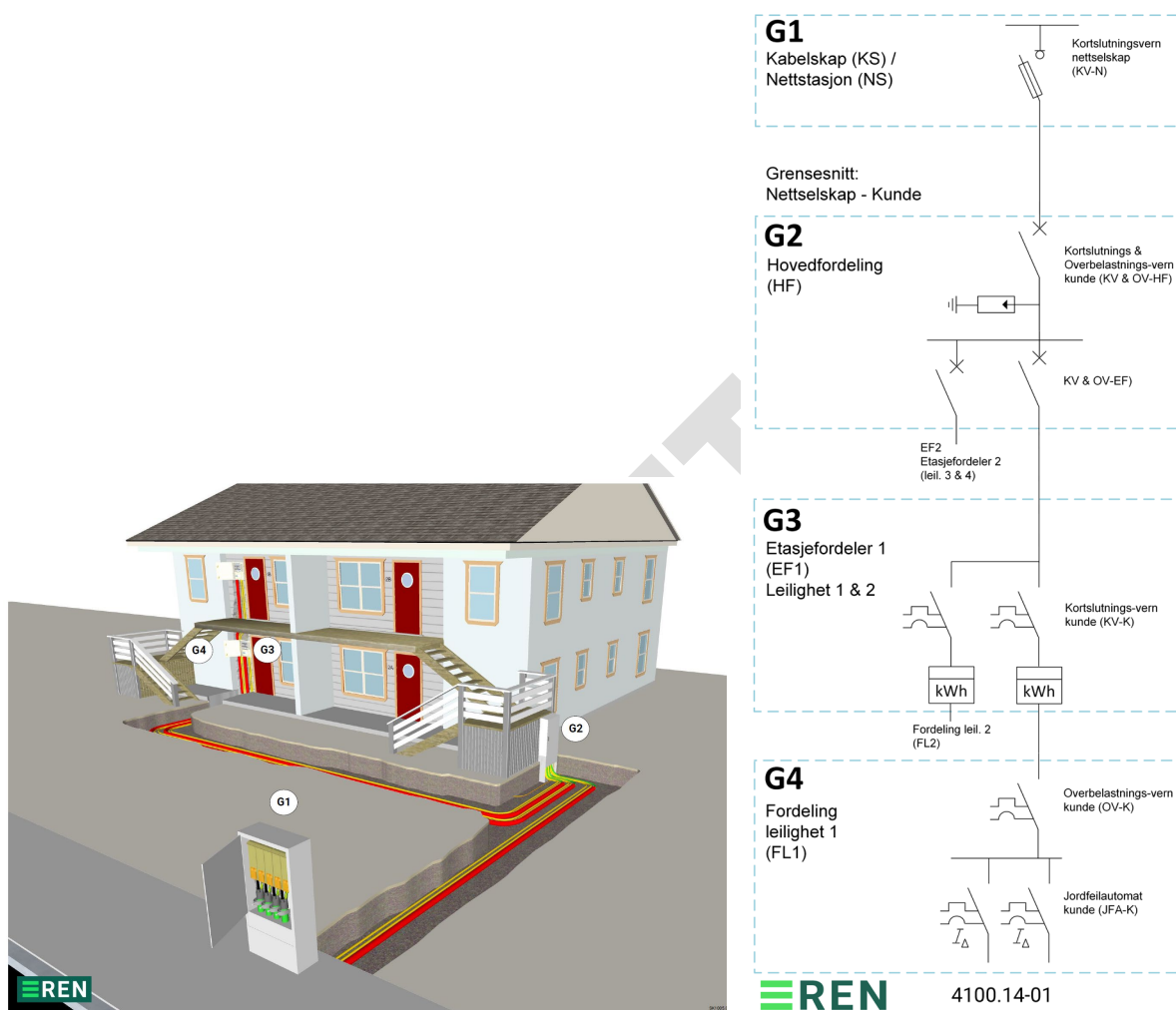


Figur 40 Metode B anvendt for flermannsbolig

- G1** Kabelskap/nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvern plassert som beskytter stikkledning termisk mot kortslutningsstrømmer.
- G2** 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.

8.4.2.1 B1.2.1 Flermannsbolig - eks. firemannsbolig

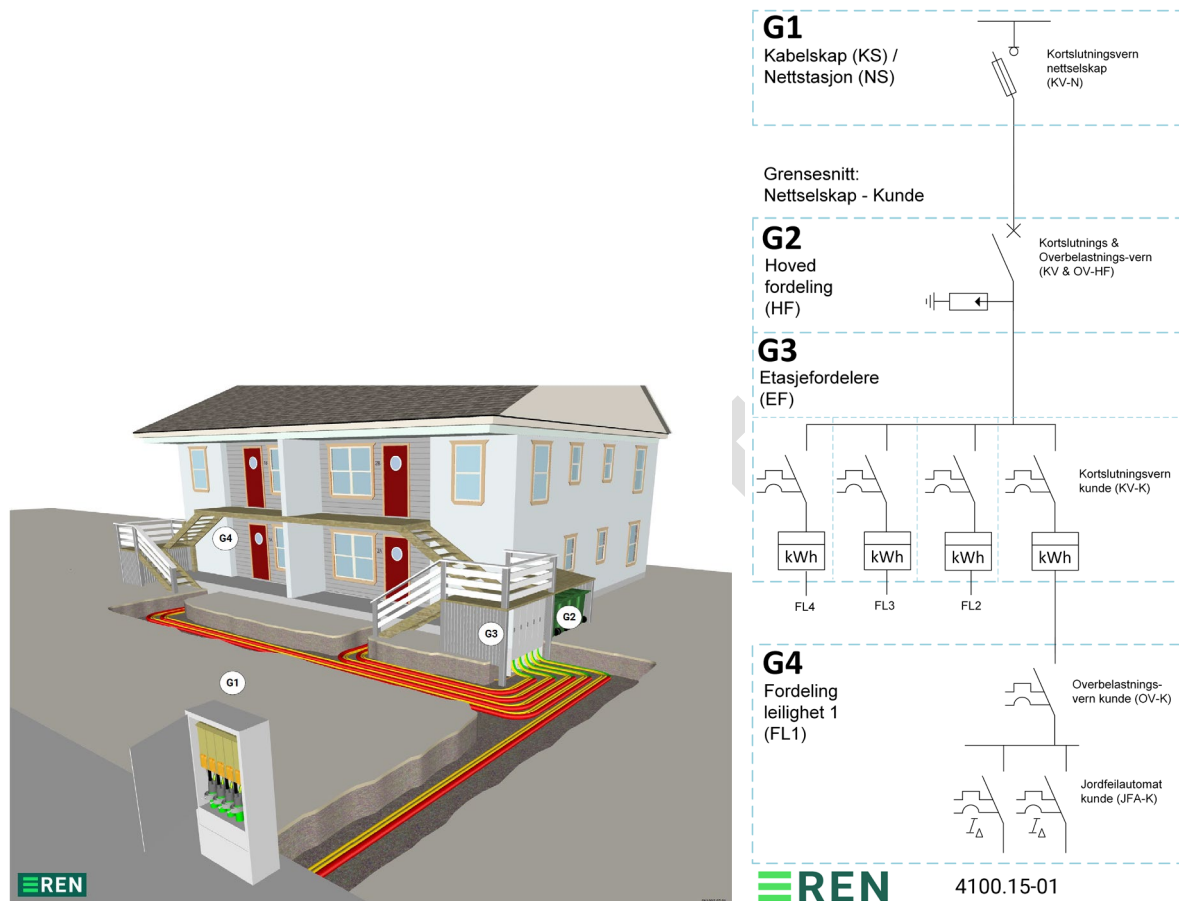
Forsyning til firemannsbolig ved bruk av metode B hvor hovedfordeling er plassert utendørs og etasjefordeler er i hver etasje. Nedenfor ser man enlinjeskjema for flermannsbolig med bruk av etasjefordeler.



Figur 41 Metode B for firemannsbolig - etasjefordeler på hus

8.4.2.2 B1.2.2 Flermannsbolig - eks. firemannsbolig med 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. Nedenfor ser man enlinjeskjema for metode B for firemannsbolig.



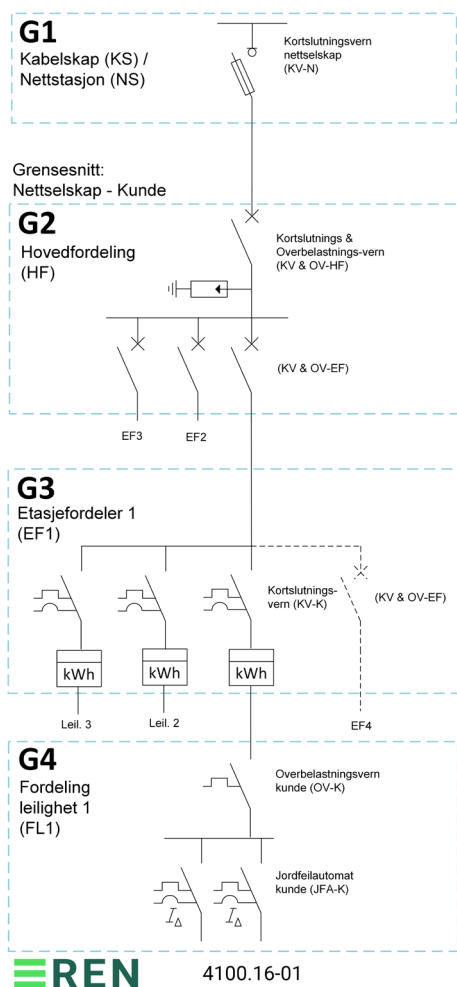
Figur 42 Metode B for firemannsbolig - etasjefordeler samlet

8.4.3 B1.3 Forsyning til frittliggende boliger med garasje

Figur 43 viser frittliggende boligenheter med felles garasje. Hovedfordeling er plassert i garasjeområdet (høyre vegg i garasje) og etasjefordeler, inkludert måler, er plassert på bygningsvegg. Grensesnitt G2 er i bygningsvegg i garasje.



Figur 43 Metode B - prinsippskisse for frittliggende boliger med felles garasje



Figur 44 Enlinjeskjema for Metode B - frittliggende boliger med felles garasje

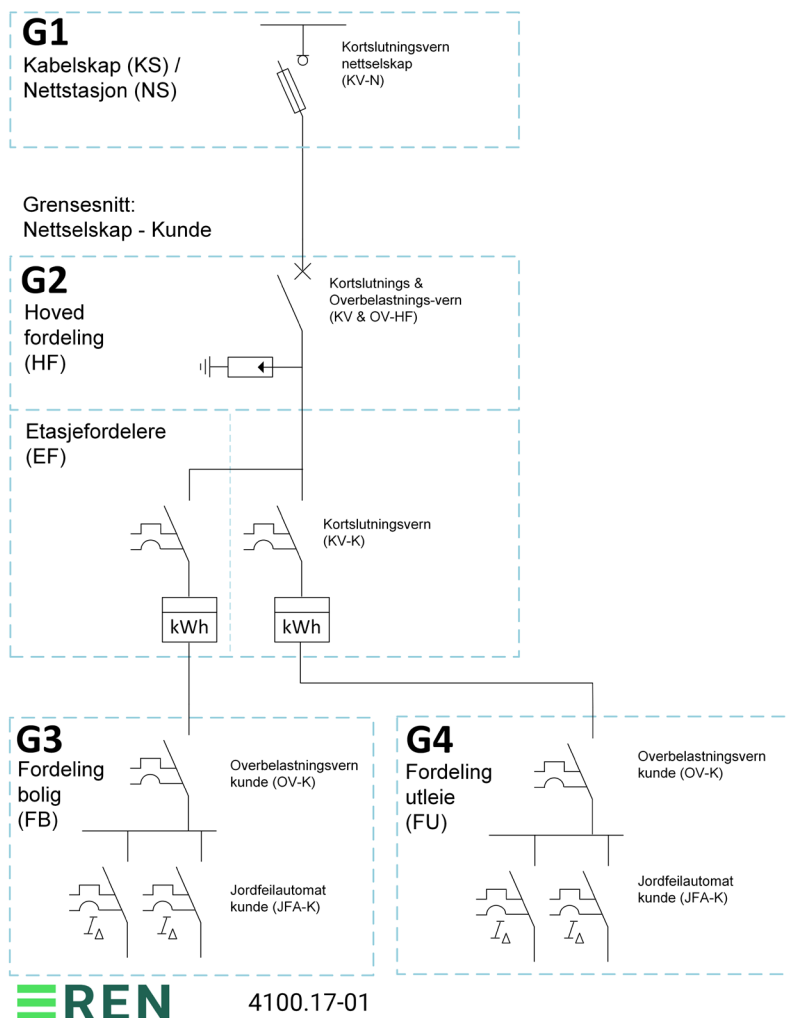
8.4.4 B1.4 Enebolig med utleie

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 45 Metode B for enebolig med utleie. Her enebolig med en utleieleilighet

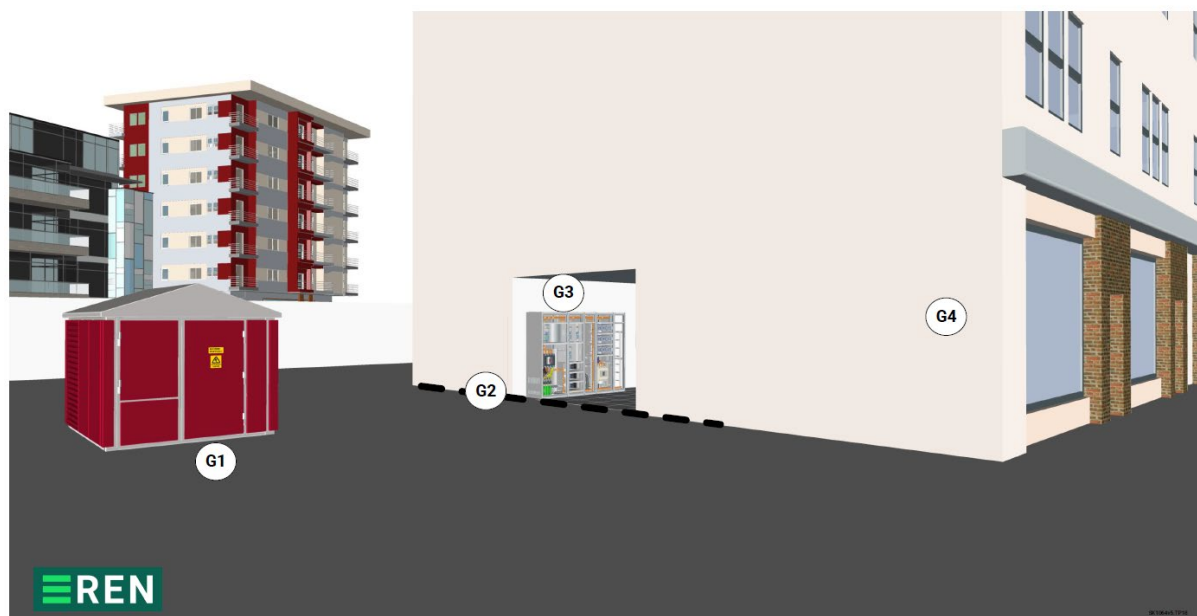


Figur 46 Enlinjeskjema for metode B for mindre boenheter. Her enebolig med utleieleilighet - samlet utførelse

8.5 B2 Næringsvirksomhet

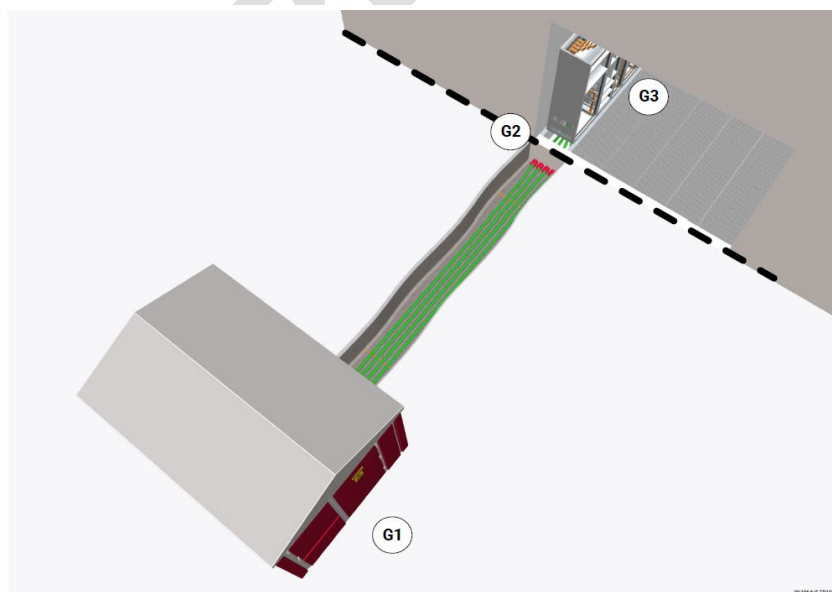
8.5.1 B2.1 Forsyning til næringsbygg

Figur 47 viser illustrasjon på forsyning fra frittstående nettstasjon G1 til næringsbygg. Nettselskapet er ansvarlig for fremføring av grøft og stikkledning frem til bygningsvegg G2 hvor grensesnittet for eierskap er. Videre er bygningseier ansvarlig for fremføring og terminering av stikkledning i hovedfordeling G3.



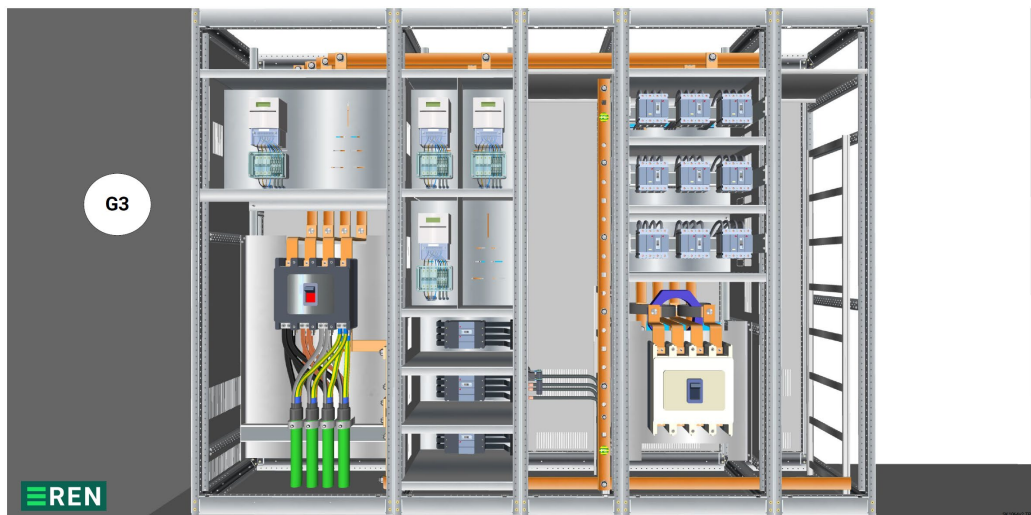
Figur 47 Illustrasjon på forsyning til næringsbygg - metode B

Figur 48 viser stikkledningsgrøften sett ovenfra. For utforming av grøft henvises det til [RENblad 9200](#) for prosjektering og [RENblad 9000](#) for utførelse.



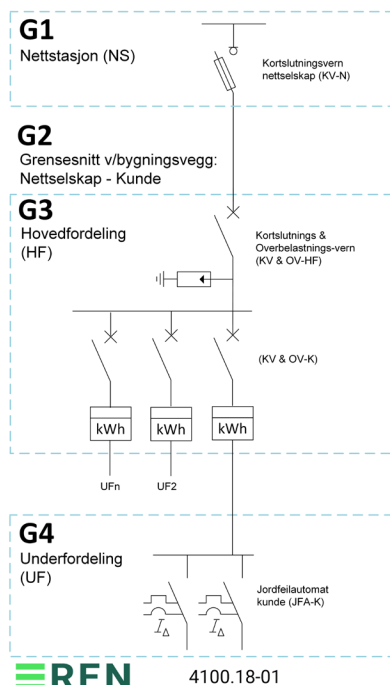
Figur 48 Stikkledning fra frittstående nettstasjon til næringsbygg

Figur 49 viser et eksempel på hovedfordeling med fremføring av stikkledningskabel fra kulvert og opp i hovedfordeling med terminering på effektbryter, hvor splitt av PEN-leder skal utføres.



Figur 49 Illustrasjon på hovedfordeling i næringsbygg

Figur 50 viser eksempel på enlinjeskjema for hovedfordeling i næringsbygg. Normen krever plassering av elmålere i hovedfordeling. Detaljer vedrørende elmåling er beskrevet i kapittel 11.



Figur 50 Eksempel enlinjeskjema for forsyning fra frittstående nettstasjon til næringsbygg

8.5.2 B2.2 Forsyning ladestasjon elbil

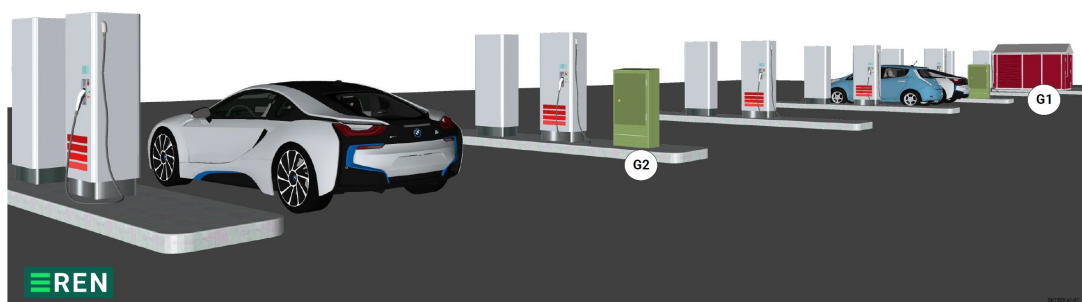
8.5.2.1 Beskrivelse

Ladestasjon kan være en krevende belastning i form av effektnivå, strøm kvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter prinsippene i NEK 399 som er illustrert i kapittel 2.

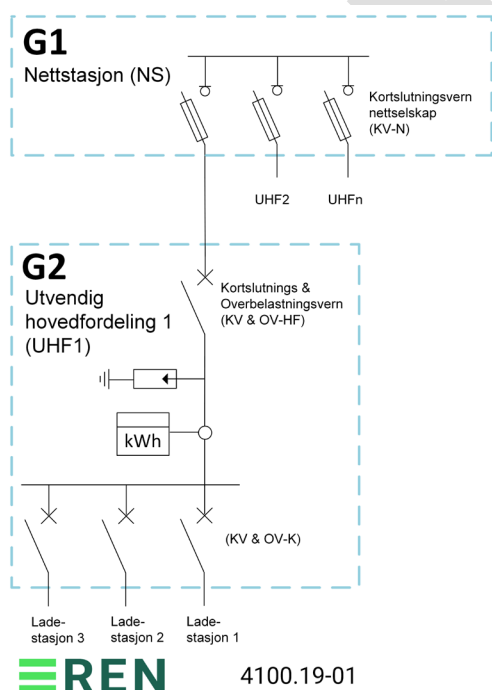
8.5.2.2 Ved strømleveranse ≤ 1250 A

Det forsynes fra en frittstående nettstasjon (G1) til utvendig plassert fordeling (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 51 Grensesnitt ladestasjon - Metode B



Figur 52 Enlinjeskjema for ladestasjon- metode B

8.5.3 B2.3 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

8.5.3.1 Beskrivelse

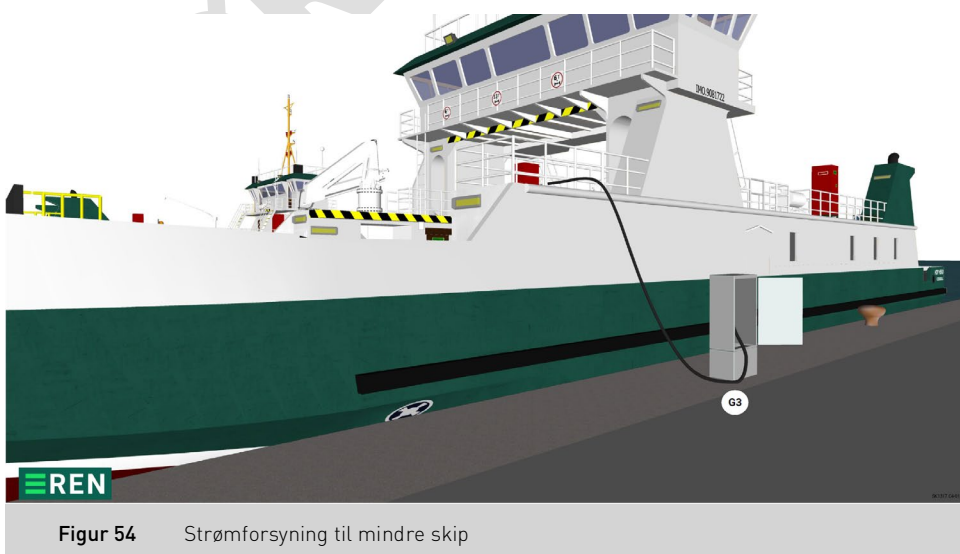
Forsyning til havn hvor det er behov for landstrøm og/eller lading av elektrifiserte skip som for eksempel ferger.

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.

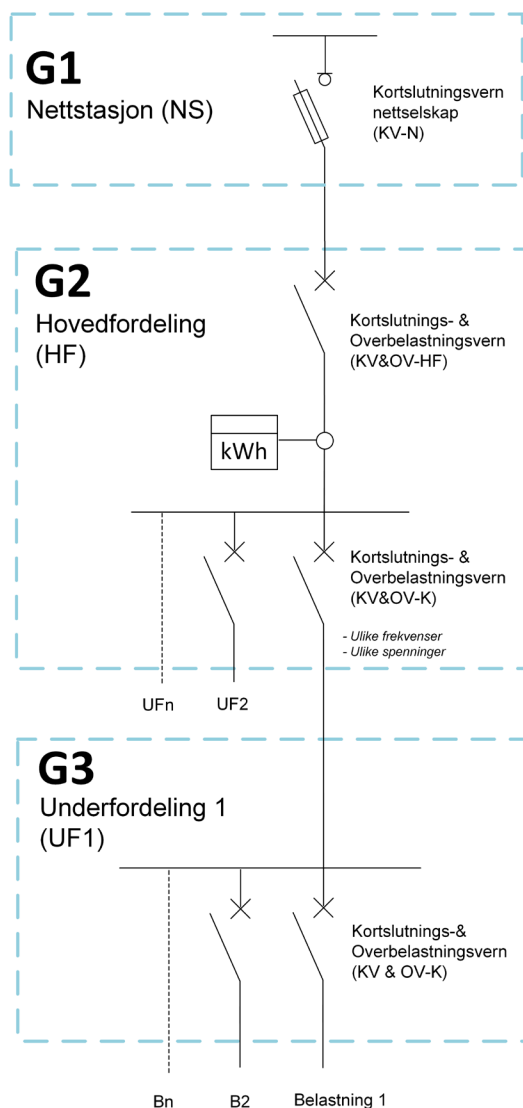
Kundens installasjon består av hovedfordeling, distribusjon av kraft, og ulike metoder for tilknytning fra land til fartøy (G3), samt frekvensomformere, transformatorer og tilhørende komponenter etter behov.



Figur 53 Grensesnitt landstrøm - metode B



Figur 54 Strømforsyning til mindre skip



REN

4100.20-01

Figur 55 Enlinjeskjema - landstrøm - metode B

8.5.4 B2.4 Forsyning av elektriske jernbaner

8.5.4.1 Beskrivelse

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner skal utføres etter prinsipp metode B i henhold til NEK 399 som er illustrert i kapittel 2.

Det forsynes fra en frittstående nettstasjon (merket G1) til hovedfordeling i jernbanevirksomhetens bygning (G2). Nettselskapet er ansvarlig for fremføring av grøft og stikkledning frem til bygningsvegg hvor grensesnittet for eierskap er. Videre er bygningseier ansvarlig for fremføring og terminering av stikkledning i hovedfordeling.



Figur 56 Illustrasjon på forsyning av hovedfordeling fra nettstasjon

Dersom forsyning er til et teknisk bygg, er grensesnitt i termineringspunkt i fordeling hvor nettselskap har ansvar for terminering av stikkledning.

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

For alle alternativene unntatt alternativ 1: Det bør tilstrebes en avstand på 20 meter mellom nettstasjon og hovedfordeling, og det skal ikke fremføres uisolert jordleder i kabelgrøft.

Følgende alternativer skal diskuteres med jernbanevirksomheten ved alle nye tilkoblinger:

8.5.4.2 Alt. 1: Forsyning med 400 V TN-C-S - sammenkoblet jordingsystem

Jordingsystem for nettselskap og jernbanevirksomhetens jordingsystem sammenkobles. Den generelle retningslinjen for metode B følges, inkludert prinsippet at det ikke fremføres uisolert jordingsleder i kabelgrøft.

NB! I henhold til punkt 7.1 i NEK 900 skal det etableres en skriftlig avtale mellom nettselskap og jernbaneselskap ved sammenkobling av jordingsystem.

Det er viktig at det tas hensyn til overførte potensialer og termisk belastning av jordingsledere.

8.5.4.3 Alt. 2: Forsyning med separat transformatorvikling - adskillelse av jordingsystem

Det etableres en separat vikling for distribusjonstransformator ved forsyning av jernbanens installasjon. Det forsynes TN-C inn til hovedfordeling, før oppsplitting til TN-S system.

Det skal kun utføres jording av PEN-leder i hovedfordeling til jernbanen.

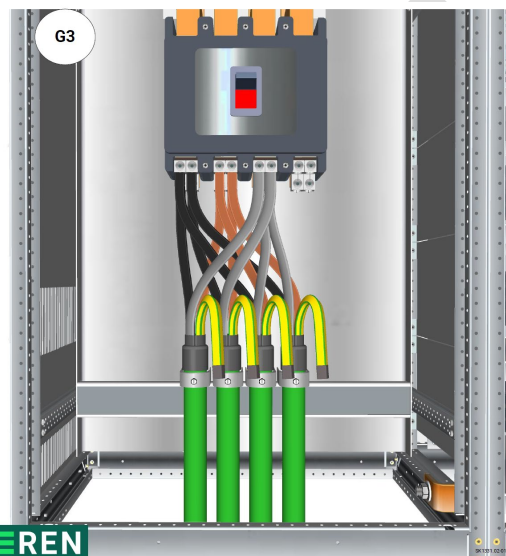
For IT system fra-isoleres jordingsleder ved jernbanens hovedfordeling som vist i **Figur 57**.

8.5.4.4 Alt. 3 Forsyning med IT 230V - Adskillelse av jordingsystem

Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

Det leveres IT 230V forsyning. For å ivareta utfordringer med to jordingspotensial, nettselskapets jordingsystem og jernbanens installasjon, skal følgende utføres:

- Beskyttelsesleder i innkommende kabel, kabelskjerm eller den fjerde leder i kabel, ut-isoleres ved kabelterminering i hovedfordeling. Se **Figur 57**.



Figur 57 Illustrasjon av ut-isolering av beskyttelsesleder i innkommende kabel

8.5.4.5 Alt. 4: Adskillelse av jordingsystem - Uavhengig av nettsystem

Det etableres skilletransformator i hovedfordeling for å hindre sirkulerende jordfeilstømmer fra oppstrømsnett, samt ha kontroll over egne strømmer ved jordfeil i egen installasjon.

Denne metoden kan anvendes både ved TN-400V og IT230V.

Ved IT 230 V nett: Forsyningskabel ut-isoleres som vist i **Figur 57**.

Ved TN 400V: PEN leder tilkobles jord i nettstasjon. Den termineres på effektbryter i hovedfordeling uten tilkobling til jord.

8.5.4.6 Alt. 5 Forsyning av TN400V - TT400V - Adskillelse av jordingsystem

Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

Jordingssystemet til nettselskapet og jernbanen skilles på følgende måte: Det legges ikke uisolert jordledning i kabelgrøft. Det bør tilstrebnes en avstand på 20 meter mellom nettstasjon og hovedfordeling.

For å ivareta utfordringer med to jordingspotensial, nettselskapets jordingsystem og jernbanens installasjon, skal følgende utføres:

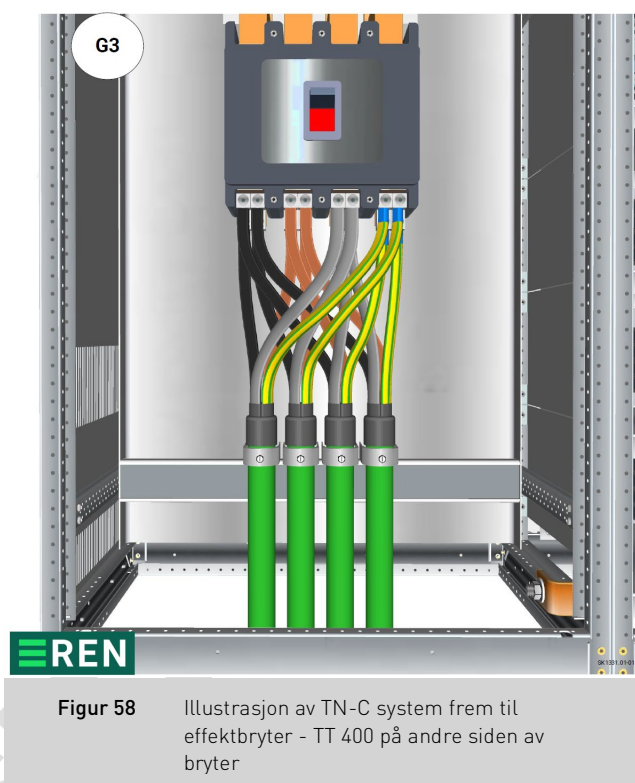
- Det leveres TN-C 400V forsyning til effektbryter på hovedfordeling. Inngående PEN leder termineres på effektbryter som normalt, og det fremføres N-leder fra utgang på effektbryter. Se **Figur 58**.
- Jernbanens jordingsystem tilkobles ikke inngående PEN leder, slik at det etableres et TT 400V system i jernbanens installasjon. Dette er beskrevet i NEK 900 punkt 7.4.4.1.
- Dette krever momentan utkobling ved jordfeil jmfør NEK400 tabell 41A, og da ved hjelp av egnede jordfeilbrytere.
- Bruk av TT 400V nettsystem krever nettselskap og DSB sin godkjenning i henhold til FEL vedlegg 1 - «Tillatte spenningsystemer», samt §5-4 i FEF.

Fordelingen skal merkes med «TT-400V system - adskilt jordingsystem» på en egnet plassering.

8.5.5 B2.5 Forsyning til oppdrettsanlegg

8.5.5.1 Leveringsplikt

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



Figur 58 Illustrasjon av TN-C system frem til effektbryter - TT 400 på andre siden av bryter

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.

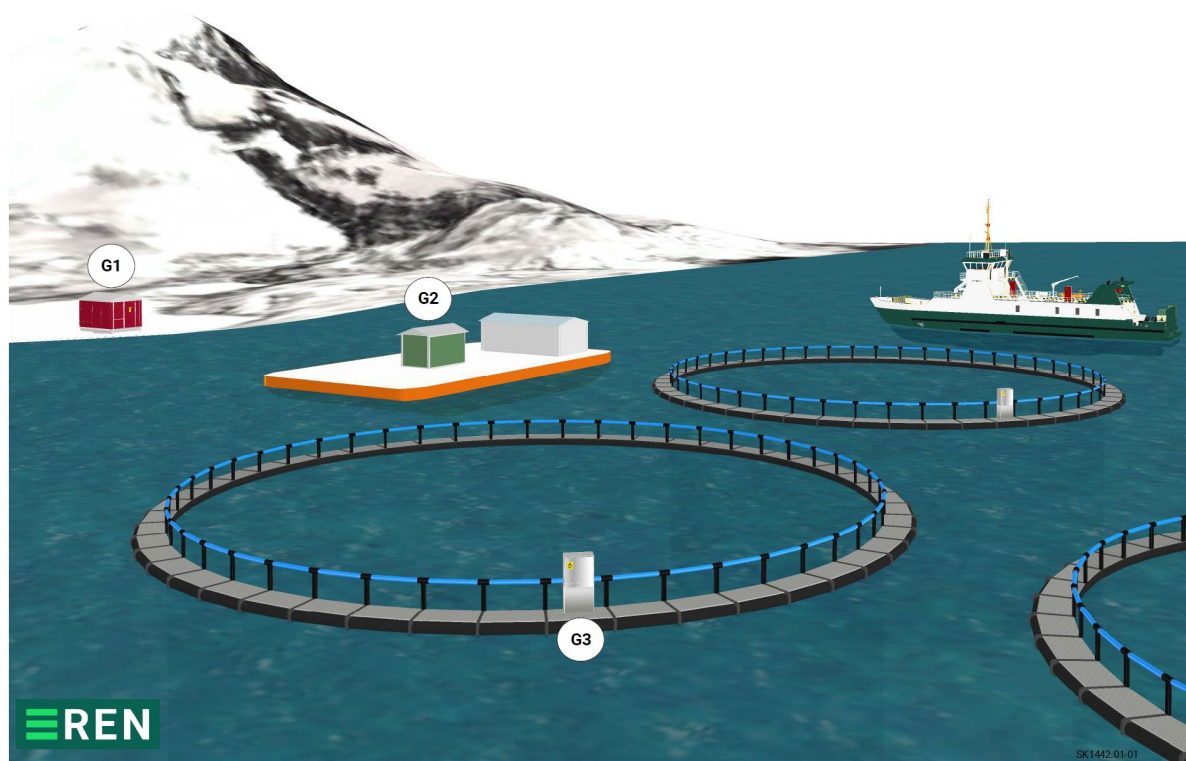
8.5.5.2 Levering av ulike spenningsnivå

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.

Det er også viktig å velge korrekt nettsystem for å hindre sirkulerende jordstrømmer mellom oppdrettsanlegg plassert på sjø og fordeling på land. Det henvises til [RENblad 4114](#).

8.5.5.3 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 59 Illustrasjon på forsyning av oppdrettsanlegg

8.5.5.4 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 installasjon(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.

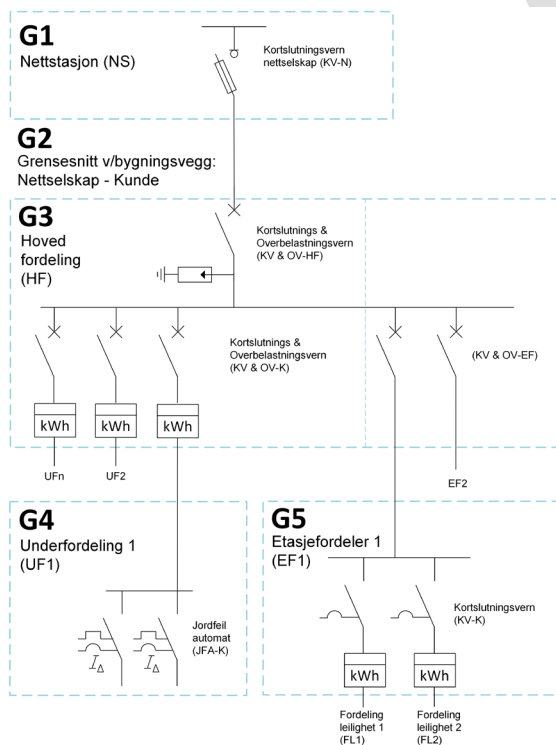
Hvis disse kravene oppfylles, vil den lavspente ledningen falle inn under unntaket fra konsesjonsplikt i energilovforskriften § 3-1 fjerde ledd bokstav a. Hvis ikke alle kravene er oppfylt, må tiltakshaver søke NVE om konsesjon.

8.6 B3 Kombinerte næring- og boligbygg

Figur 60 viser illustrasjon vedrørende forsyning til et kombinert bygg for både næring- og boligformål.



Figur 60 Illustrasjon på forsyning av kombinerte næring- og boligbygg



REN 4100.23-01

Figur 61 Enlinjeskjema på forsyning fra frittstående nettstasjon til kombinerte næring- og boligbygg

Figur 61 viser eksempel på enlinjeskjema for denne type inntak. Normen setter krav til separate avgangsfelt for målt og umålt kraft. Normen setter krav til at elmåler for nærings-formål skal plasseres i hovedfordeling. 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. Detaljer vedrørende måling er beskrevet i kapittel 10.

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 7.3.1, 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 normen 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](#).

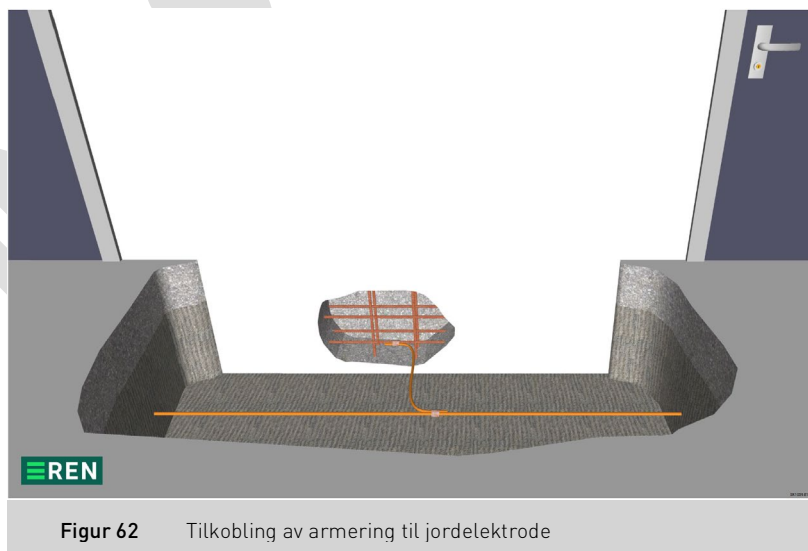
9.1 Krav til jordingsystem

Generelt skal jordingsystemer 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.

Jordingsystem i de ulike rom i teknisk bygg tilkobles ringjord, inkludert bygningens armering som vist i **Figur 62**. Alle tilkoblinger under bakkenivå skal være av C-press eller H-press.



For jording av installasjoner som er utsatt for overspenninger, se kapittel 9.4.4.

9.2 Krav til målerplassering

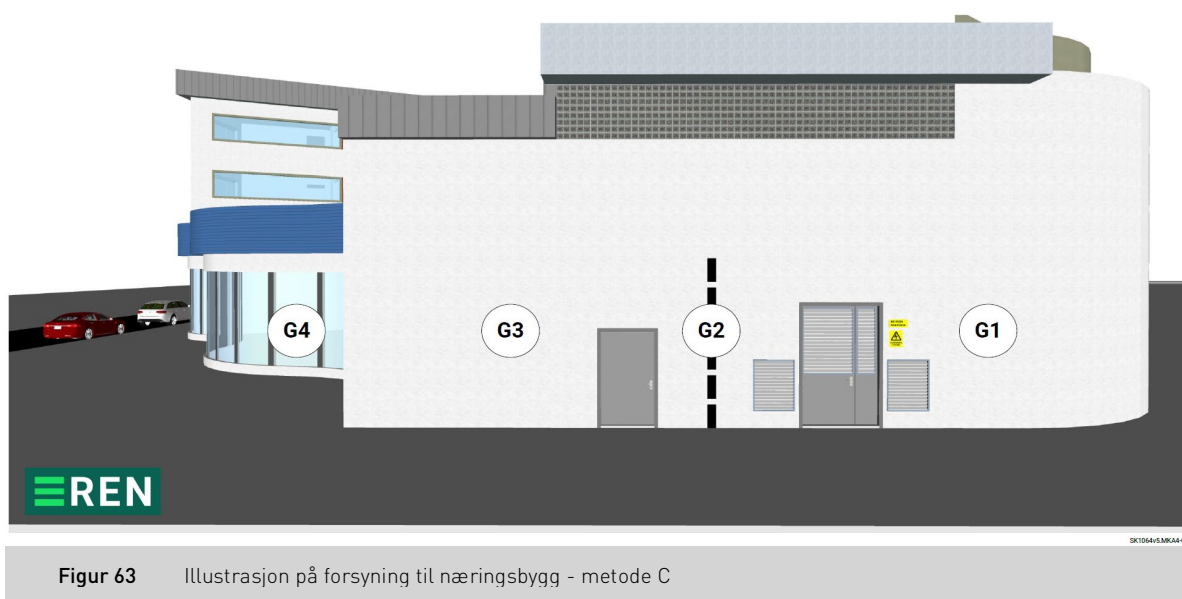
Målerplassering er avhengig av type bygg og formål. Det henvises til kapittel 11.

9.3 Ekom

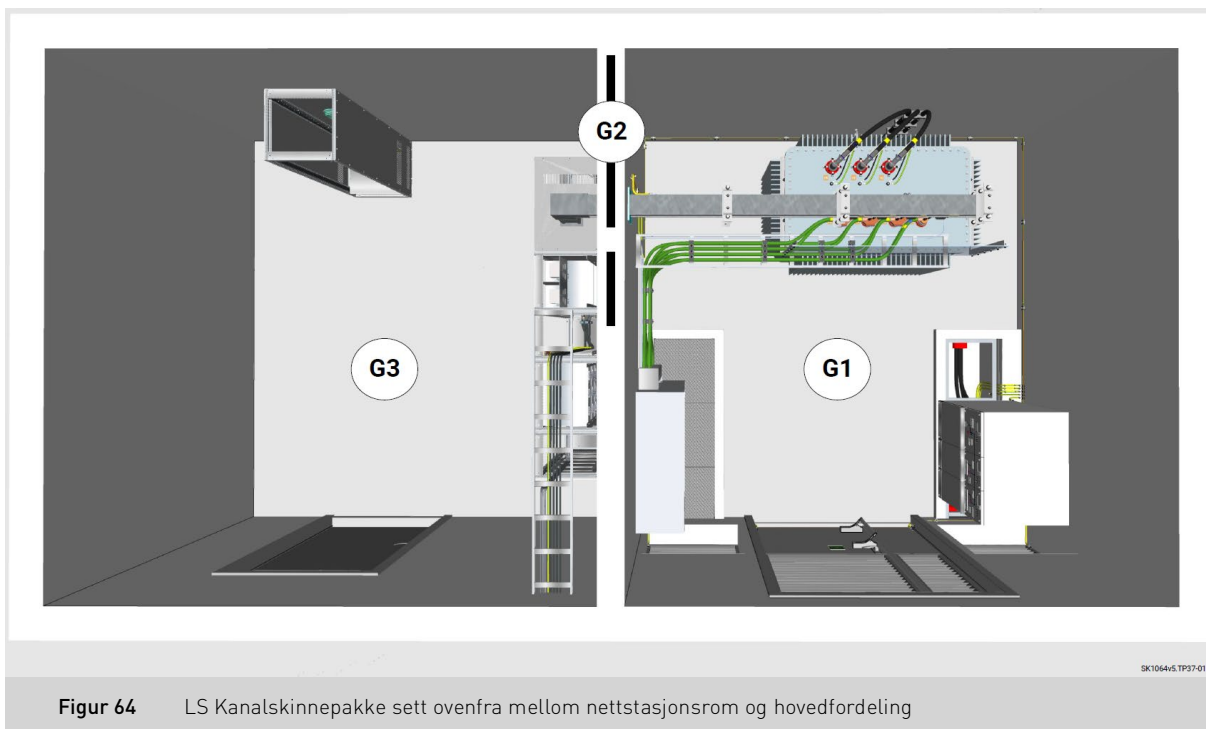
Ekom forsyning skal være av type fiber. Det kan leveres enten til byggets hovedfordeling eller til nettstasjon. Avstand til kraftkabel i grøft skal være minimum 10 cm.

9.4 C1 Forsyning til næringskunder

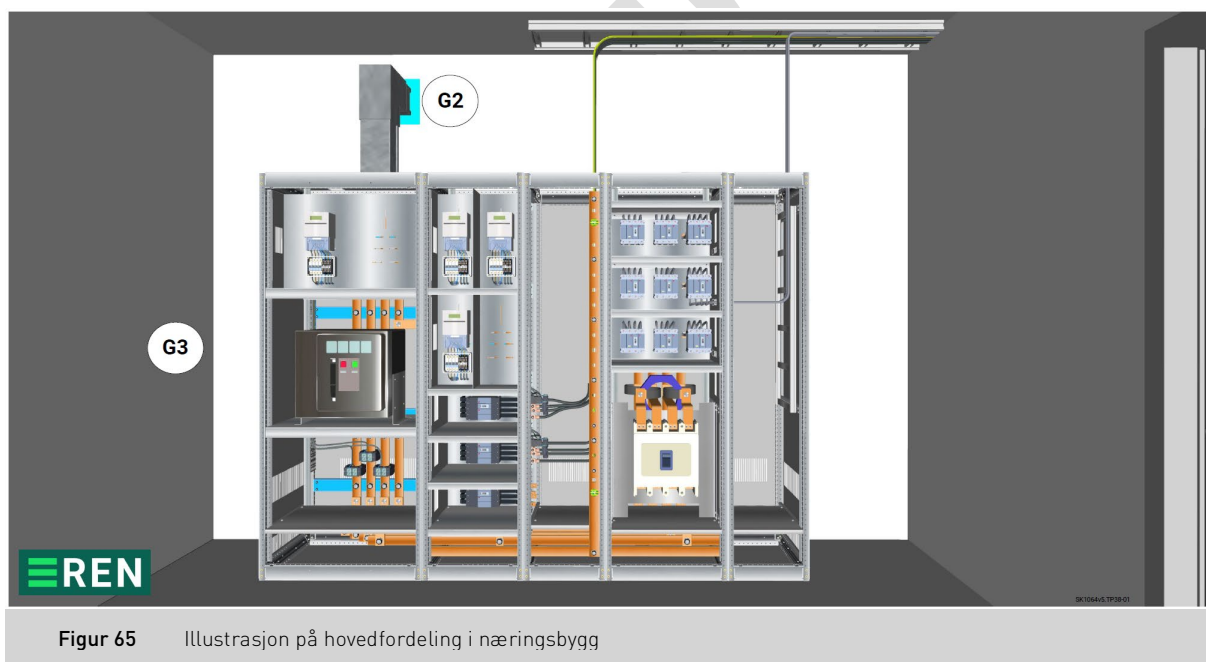
Figur 63 viser illustrasjon av metode C ved en typisk forsyning til næringsbygg. C. Nettstasjon er plassert i bygget på bakkeplan (G1) med direkte atkomst til friluft.



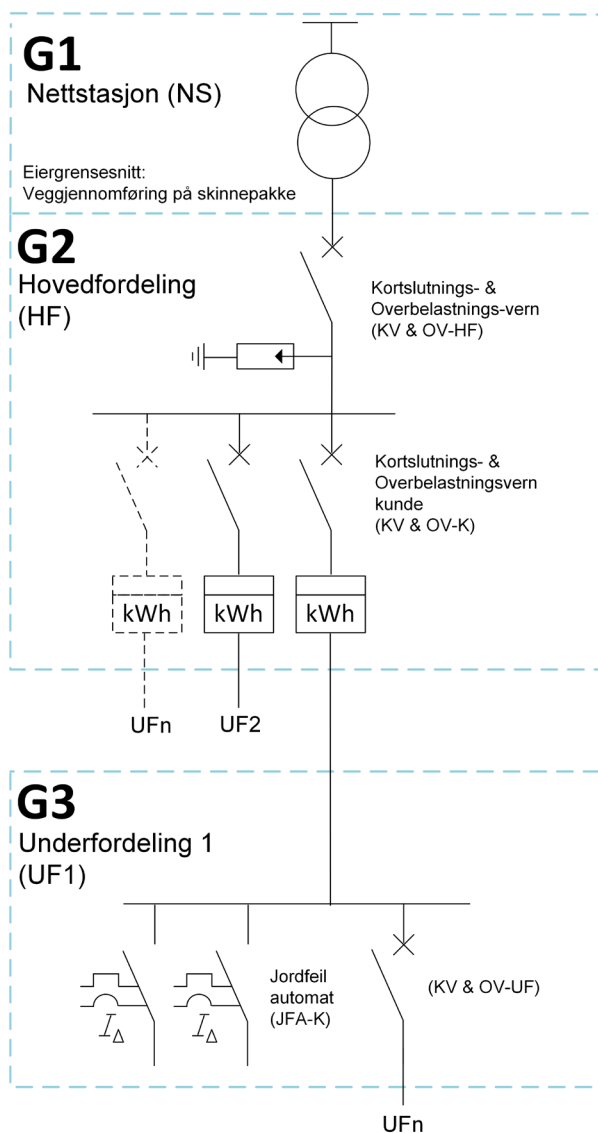
Rom for hovedfordeling som forsyner byggets installasjon (G2), bør plasseres vegg i vegg, slik at føringer blir så kort som mulig. Se **Figur 64**.



Figur 64 LS Kanalskinnepakke sett ovenfra mellom nettstasjonsrom og hovedfordeling



Figur 65 Illustrasjon på hovedfordeling i næringsbygg



REN

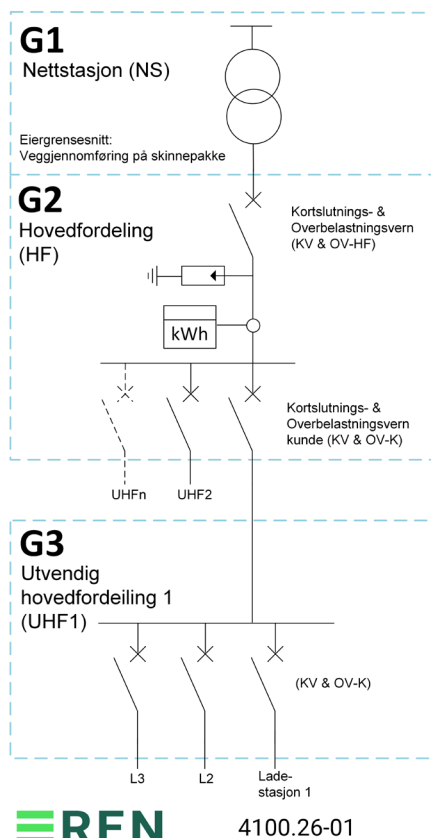
4100.25-01

Figur 66 Enlinjeskjema for forsyning fra nettstasjon i bygg til næringsbygg

9.4.1 C1.1 Forsyning av ladestasjon for elbil

9.4.1.1 Beskrivelse

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



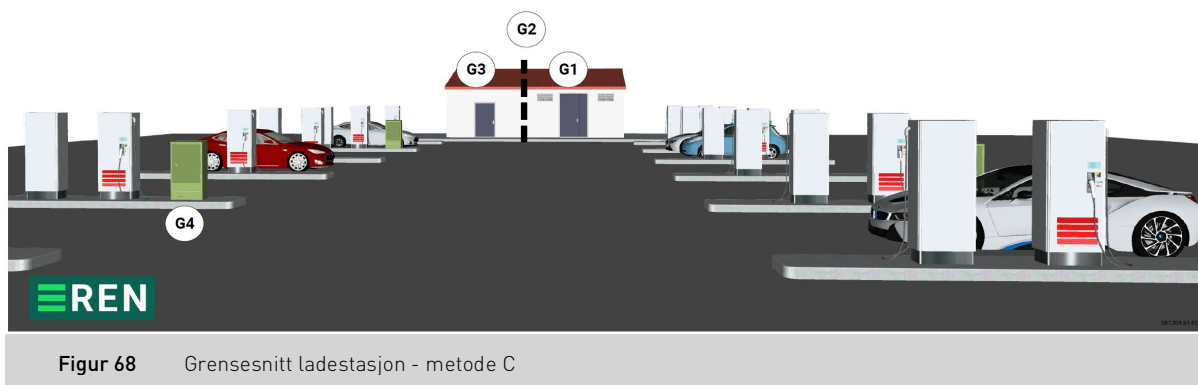
Figur 67 Enlinjeskjema for ladestasjon - metode C

9.4.1.2 Ved leveranse > 1250 A

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).

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

Hovedfordeling i bygg forsyner de ulike utvendige fordelinger (G3) som igjen forsyner elektriske uttak på ladestasjonen.



9.4.2 C1.2 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

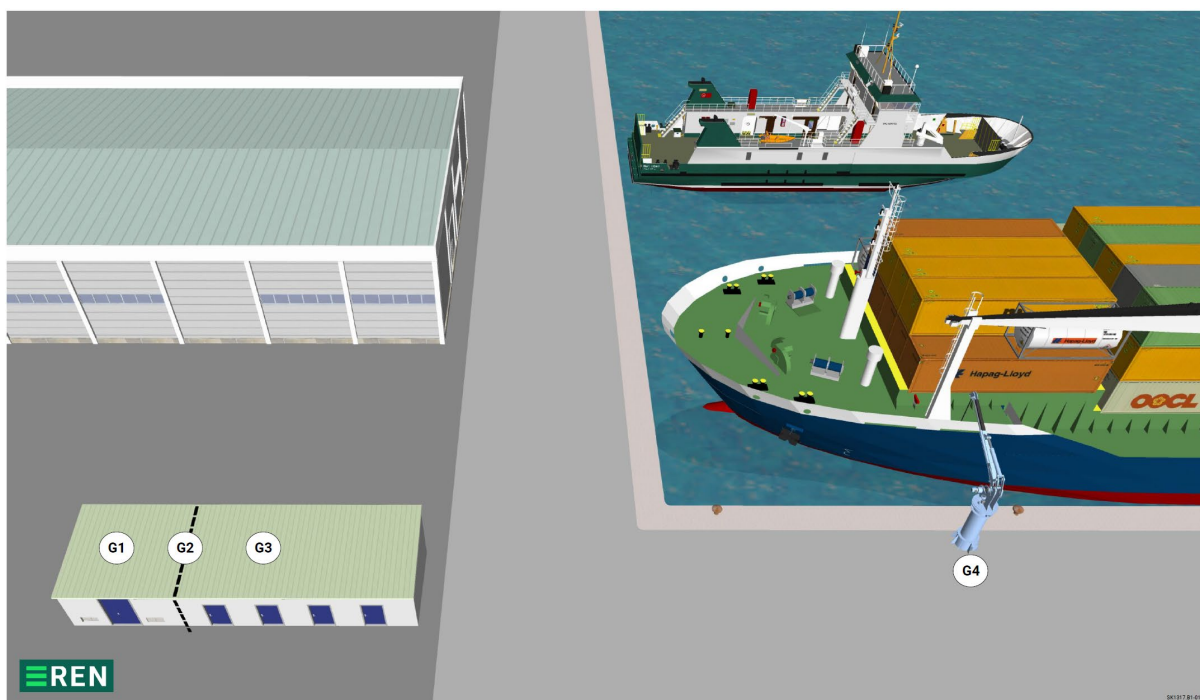
9.4.2.1 Beskrivelse for forsyning til landstrøm > 1250 A

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.

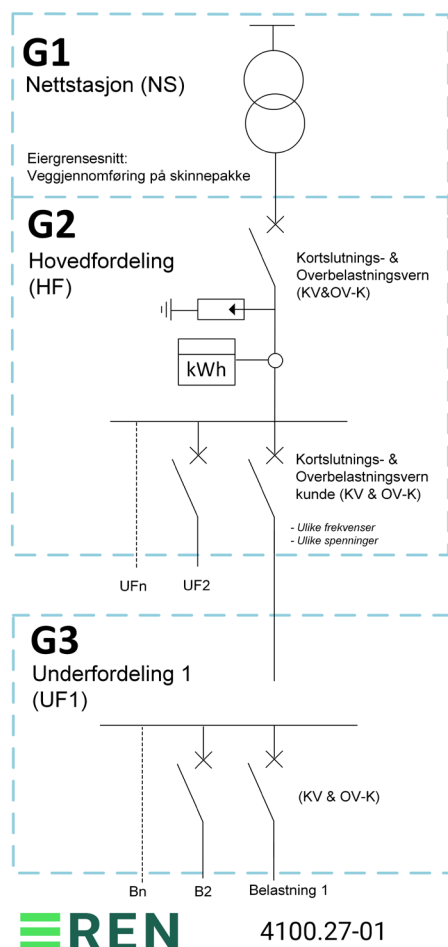
Beskrivelse av nettstasjonen for øvrig følger [RENblad 6010](#) og [RENblad 6017](#).



Figur 69 Grensesnitt landstrøm - metode C



Figur 70 Strømforsyning til skip



Figur 71 Enlinjeskjema - landstrøm - metode C

9.4.2.2 Forsyning til havn - Effekt til elektrifiserte skip og store landstrømtilknytninger

Dette er forsyning til havn hvor samlet effektbehovet kan være mye større enn 1250 A.

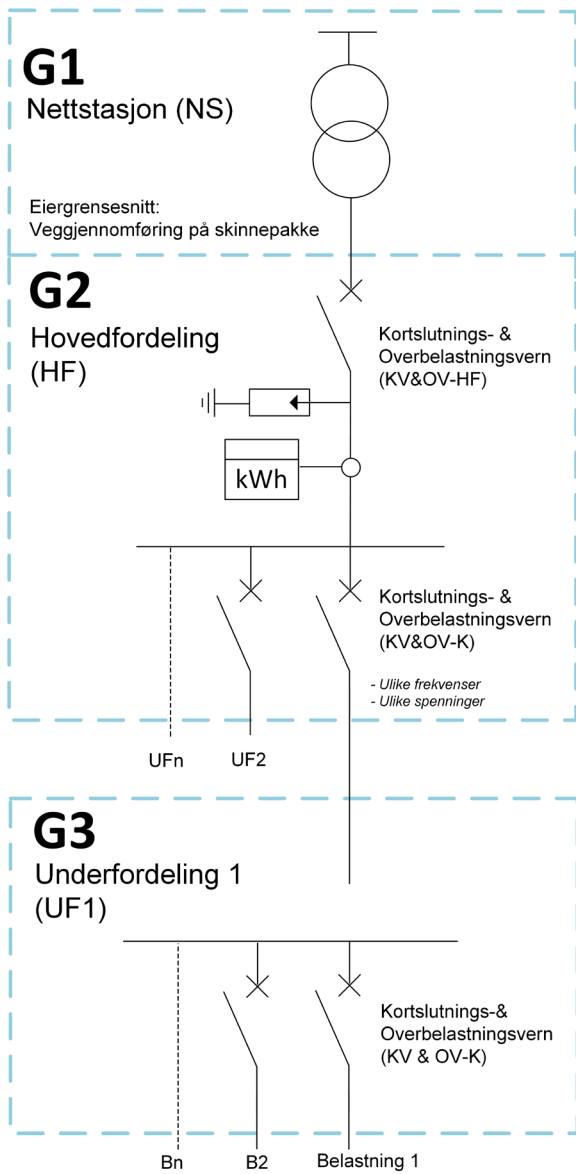
Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon (G1) plasseres på en av sidene, og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordelingen (G2) er plassert. Her kan typisk installasjonen bestå av hovedfordeling, frekvensomformere, transformatorer, batterianlegg og ulike metoder for tilknytning (G3).



Figur 72 Grensesnitt- elektrifiserte skip - metode C

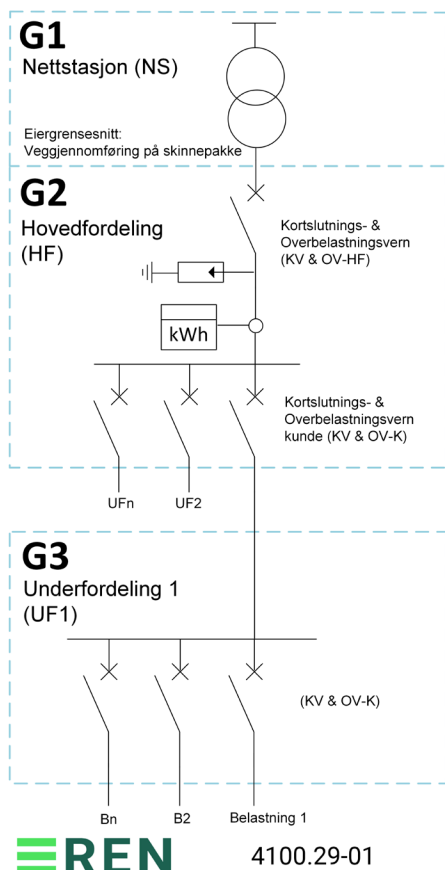


Figur 73 Lading av elektrisk ferge



4100.28-01

Figur 74 Enlinjeskjema - elektrifiserte skip - metode C



Figur 75 Enlinjeskjema for forsyning

9.4.3 C1.3 Forsyning av elektriske jernbaner

9.4.3.1 Beskrivelse

Det etableres et teknisk bygg, hvor nettselskapets nettstasjon plasseres på en av sidene (merket G1), og hvor grensesnitt mot jernbanens installasjon er vegg i vegg (merket G2).

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



Figur 76 Grensesnitt jernbane- sett utenfra

Følgende alternativer skal diskuteres med jernbaneeier ved alle nye tilkoblinger:

9.4.3.2 Alternativ 1 Sammenkobling av jordingsystem

Jordingsystem for nettselskapet og jernbanens jordingsystem sammenkobles.

Det etableres jordelektrode av type ringjord rundt teknisk bygg, som også fungerer som stedlig jord og potensialutjevning. Uisolert flertrådet jordleder minimum 50 mm² fremføres til stasjonsbygning og tilkobles jordelektrode og 50 mm² CU kobberskinne i stasjon.

Jordingsystemer for HS, LS og eventuelt ekom kobles sammen.

NB! I henhold til punkt 7.1 i NEK 900 skal det etableres en skriftlig avtale mellom nettselskap og jernbaneselskap ved sammenkobling av jordingsystem.

Det er viktig at det tas hensyn til overførte potensialer og termisk belastning av jordingsledere.

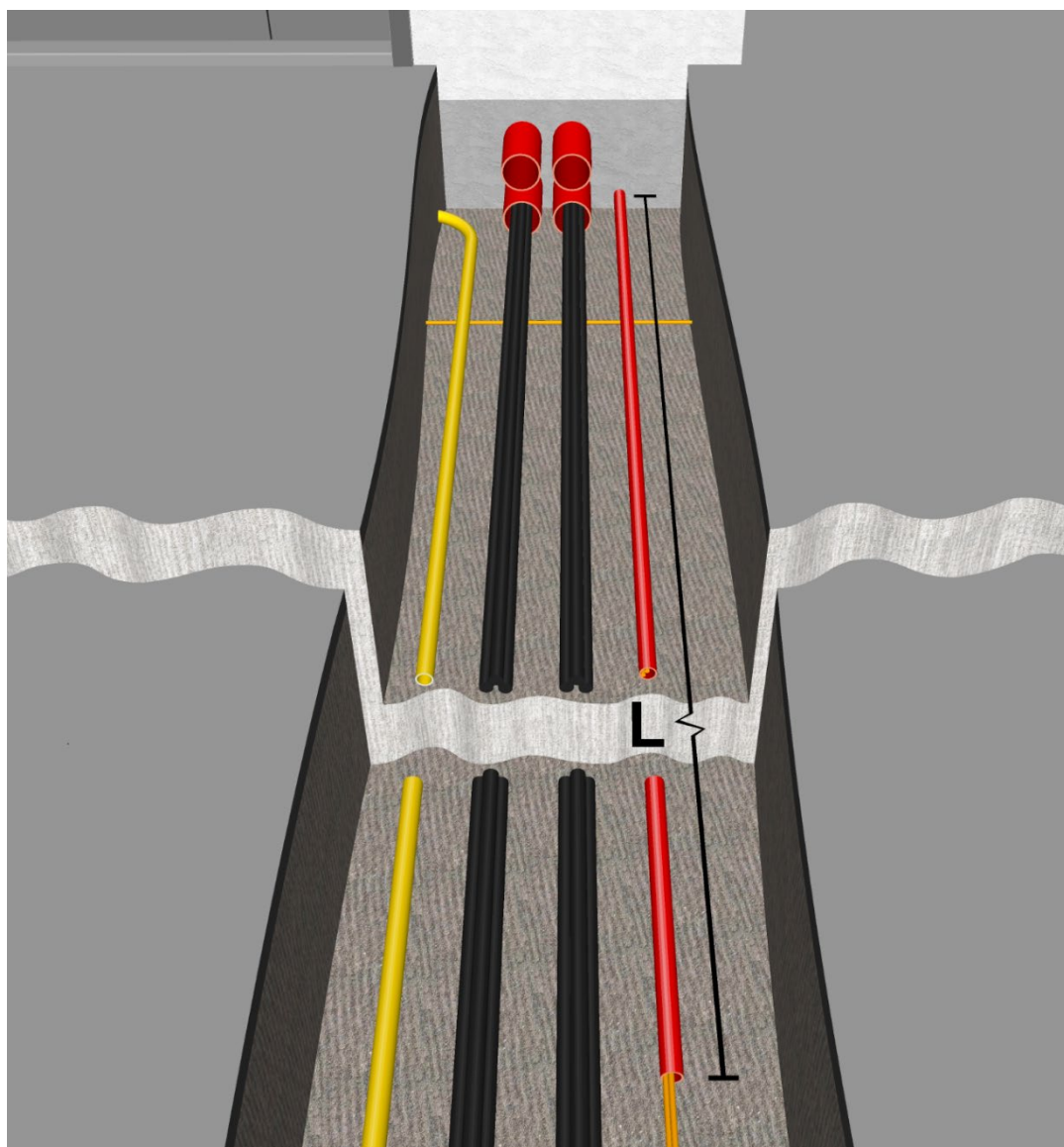
9.4.3.3 Alternativ 2 Adskillelse av jordingsystem

Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

Anlegget installeres som alternativ 1, men jordingsystem til nettselskapet og jernbanen skilles på følgende måte.

For å holde jordingsystemet til jernbanen og nettselskapet helt adskilt skal jordelektrode til nettselskap adskilles fra jernbanens jordelektrode med minimum $l=20$ meter som vist i **Figur 77**. Dette utføres ved bruk av isolerende rør. Dette avmerkes i grøft med lyttesonde slik at dette kan gjenfinnes eller måles inn på kart.

Det må brukes høyspenningskabler med type isolerende ytre kappe eller forlegning i rør med $l=20$ meter.

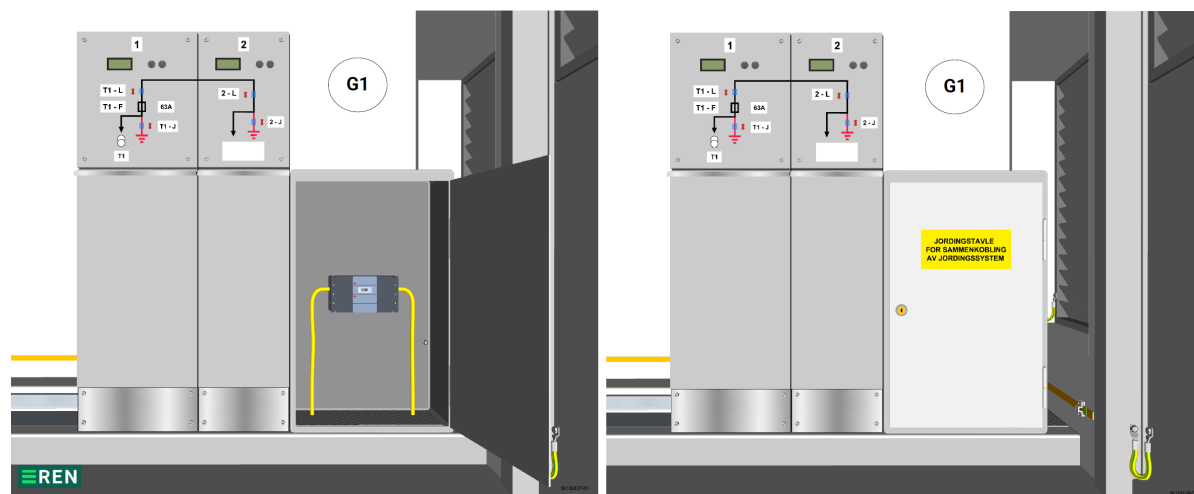


Figur 77 Jordingssystem skal adskilles ved hjelp av rør minimum $l=20\text{m}$

For å ivareta utfordringer med to jordingspotensialer mellom jordingsystem innvendig i nettstasjonen og jernbanens installasjon må følgende utføres:

1. Inngående jordingsleder og kabelskjermer må termineres i en jordingsskinne som er isolert fra høyspenningskapsling og dermed også jernbanens jordingsystem.
2. Det må etableres en jordingstavle, hvor sammenkobling av jordingssystemet til nettselskap og jernbanevirksomheten kan utføres, ved arbeid i nettselskap sitt høyspenningsbryter anlegg. Ved normal drift skal de to jordingsystem være adskilt.
3. Jordingstavle må merkes for å synliggjøre for arbeidspersonell at det er adskilt jordingsystem. Eksempelvis «Jordingstavle for sammenkobling av jordingsystem».
4. Det må sikres automatisk utkobling av jordfeil på høyspenningsradialen, siden en jordfeil som oppstår etter skille av jordingsystemene kan skape høye berøringsspenninger.

Figur 78 illustrerer en metodikk for å tilfredsstille kravet til adskillelse.



Figur 78 For å etablere adskilt jordingsystem må det etableres to adskilte HS-bryteranlegg. Til høyre ser man skilt for merking av adskilt jord.

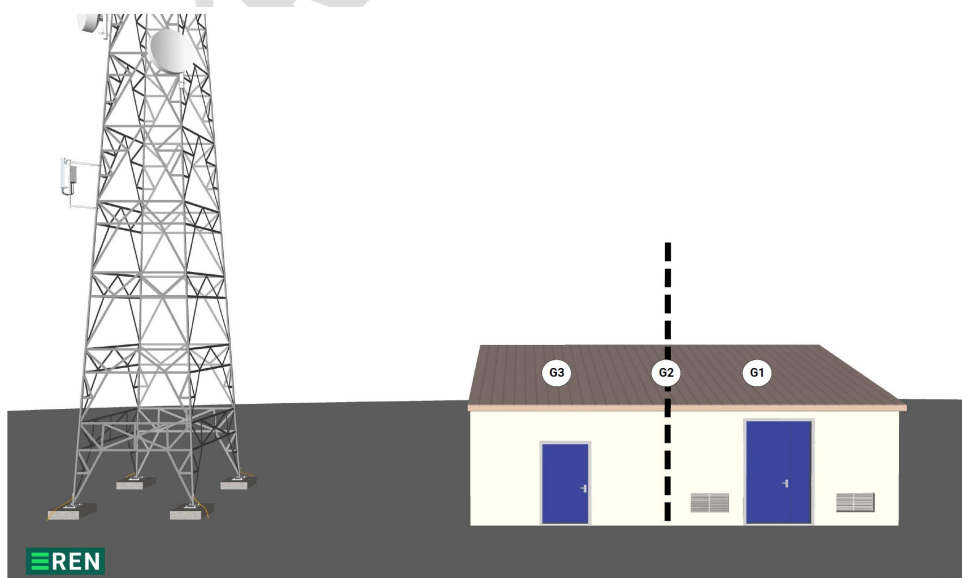
9.4.4 C1.4 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger

9.4.4.1 Beskrivelse

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.

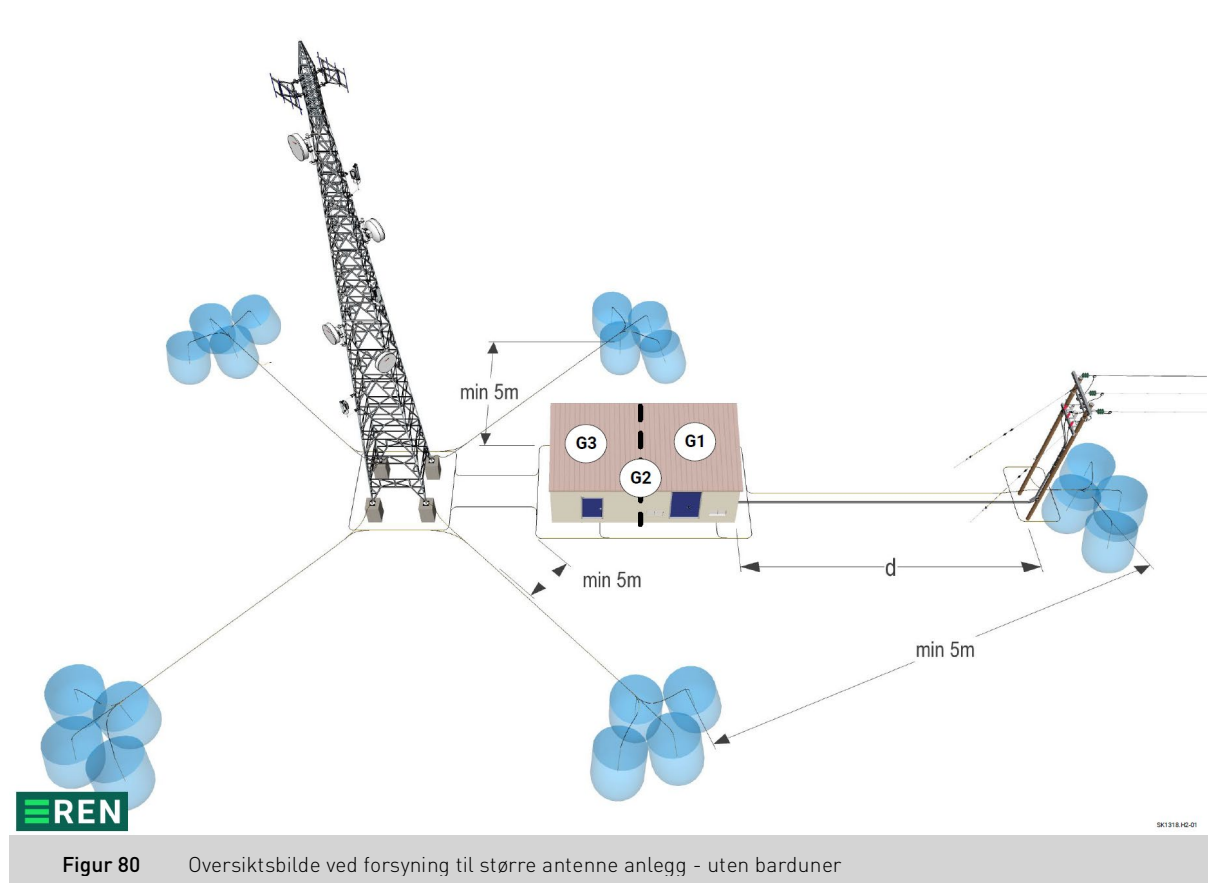
Effektbehov tilsvarer forsyning ved metode C i henhold til NEK 399. Det skal etableres et teknisk bygg hvor nettstasjon (merket G1) er i samme tekniske bygg som hovedfordeling (merket G2). Grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordeling er plassert.



Figur 79 Grensesnitt ved forsyning til antennestasjon - Metode C

Etterfølgende figur viser prinsipp for antennemast.

Det er antennemast som er mest utsatt for lynnedslag og det er derfor viktig å ha tilstrekkelig avstand mellom dette jordingsssystem og bygningens-jordingsssystem, hvor utstyr er plassert. Lyn-strømmer kan også komme fra nettselskap, og avstander må overholdes også her.



9.4.4.2 Krav til jordingsystem

For forsyning til større antenneanlegg skal jordingsystemene 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 jordingsystem 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.

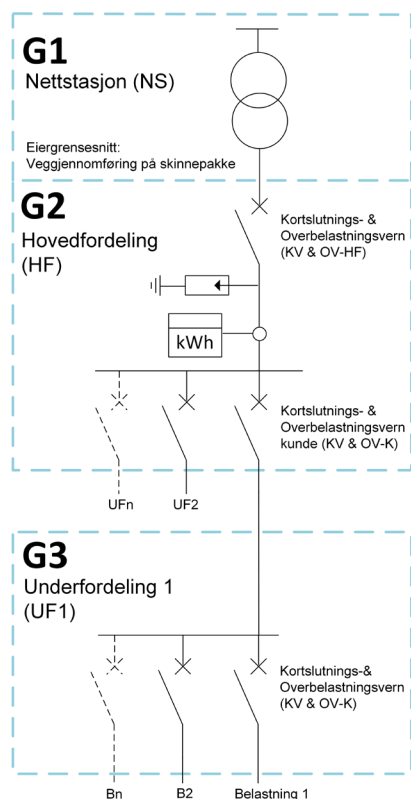
9.4.5 C1.5 Forsyning til tunnel

9.4.5.1 Beskrivelse

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.



Figur 81 Grensesnitt for kraftforsyning til tunnel



4100.31-01

Figur 82 Enlinjeskjema for kraftforsyning til tunnel

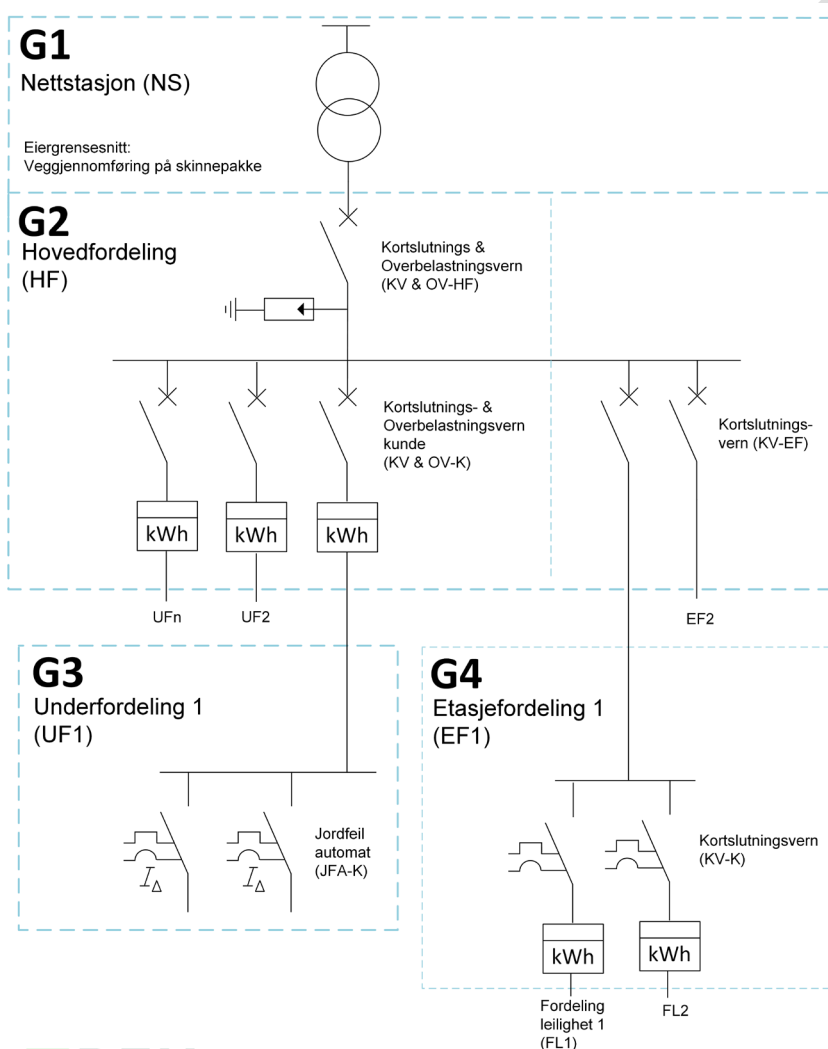
9.4.5.2 Detaljerte beskrivelser

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

9.5 C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg

Prinsippene er de samme som beskrevet i kapittel 9.4.

Normen setter krav til separate avgangsfelt for målt og umålt kraft. Normen 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.



REN

4100.30-01

Figur 83 Enlinjeskjema på forsyning fra nettstasjon i bygg til kombinerte næring- og boligbygg

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 lavspenningstallasjoner.
- [RENblad 4001](#) LS Nett - Måling - Krav til målepunkt i lavspenningstallasjoner - direktemåling
- [RENblad 4002](#) LS Nett - Måling Krav til målepunkt i lavspenningstallasjoner trafomåling
- [RENblad 4003](#) Lavspenningsnett - Måling - Krav til tilgang og plassering

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

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

Tekniske krav til tilknytningsskap:

- Med hensyn til krav til tilknytningsskap (metode A) og utstyr henvises det til NEK 399, kapittel 6.2. Det er dog viktig å presisere at tilknytningsskap skal designes med hensyn på usakkyndig betjening. Se også veiledning 3 under kapittel 6.2.4.5 i NEK 399.

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 frakobling av stikkledning.

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 399:2018 kapittel 9.

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 Trioiving og Ewa.

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 24.

11.2 Plassering og tilgang til tilknytningsskap

Tilknytningsskapet skal plasseres slik at det ligger innenfor dekningsområdet til bygningens jordelektrode. Tilknytningsskap kan etter avtale med elnetteier plasseres:

På, ved eller innfelt i bygningens yttervegg, eller etter **skriftlig avtale** mellom bygningseier og elnetteier, på et annet sted utendørs (NEK 399 6.2.7).

Frittstående tilknytningsskap skal stå i direkte nærhet av bygningens jordelektrode, og maksimalt 1 meter unna. Årsaken til denne REN-anbefalingen er overholdelse av krav til:

1. Grensesnitt spesifisert fra NVE til å være i bygningskropp.
2. Tilfredsstillende potensialutjevning mellom ekom og elkraft.
3. Tilfredsstillende håndtering av eventuelle lynoverspenninger.

For krav til plassering av måler henvises det til kapittel 10.

11.3 Plassering og tilgang til etasjefordeler

I henhold til normen 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 8.3.3 i NEK 399).

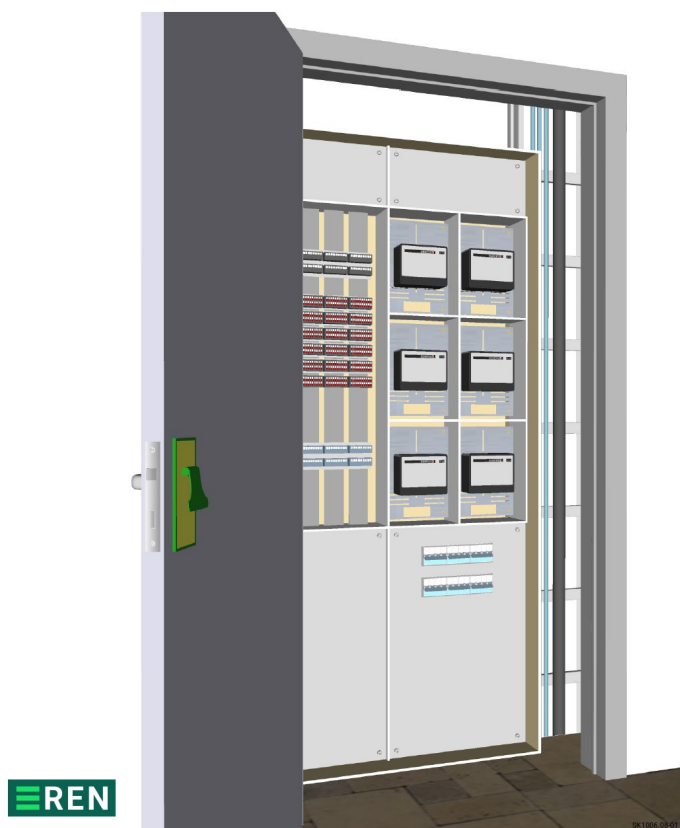
Figur 84, Figur 85, Figur 86 og **Figur 87** viser eksempler på utførelse. Det må presiseres at figurene er prinsipper og ikke krav.



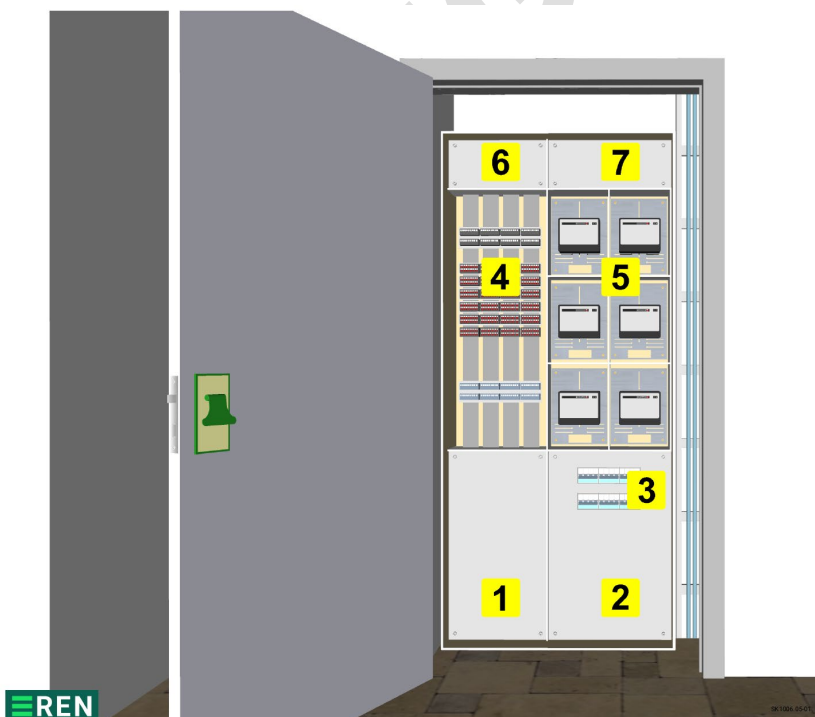
Figur 84 Eksempel på etasjefordeler i boligblokk - 6 målere



Figur 85 Eksempel på etasjefordeler i boligblokk - 12 målere



Figur 86 Etasjefordeler i boligblokk - i rømningsvei med brannør



Figur 87 Etasjefordeler i boligblokk - prinsippkisse

Generelle regler

Plass til ekom sone: Det skal settes av minimumsbredde på 60cm. 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 [RENblad 4003](#).
- 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 i **Figur 87**:

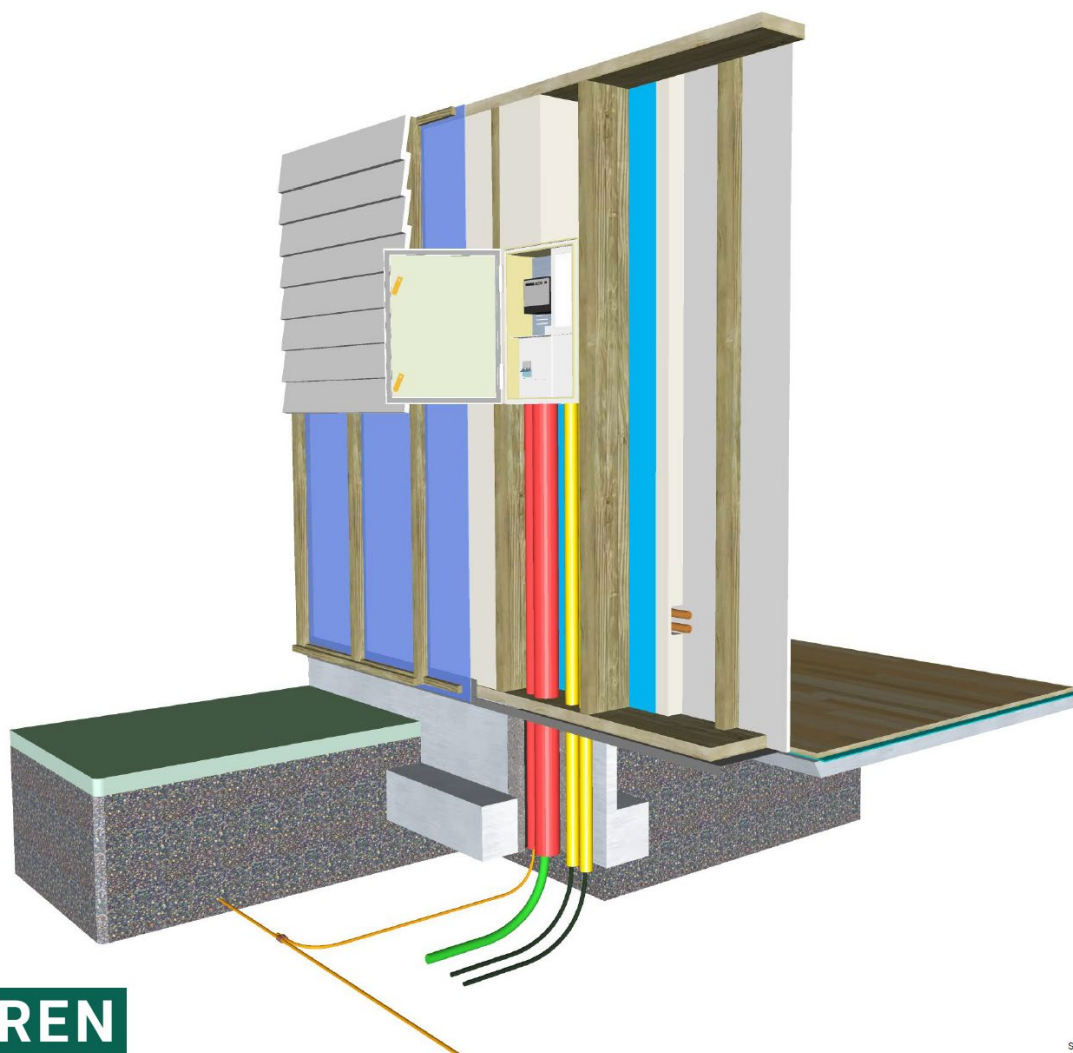
- Inngående kraftkabler kommer inn nede på skap, merket nr. 2, og utgående kraftkabler på toppen, merket nr. 7.
- Inngående ekomkabler kommer inn nede i skap, merket nr. 1, og utgående ekomkabler på toppen, merket nr. 6.
- Ekom sone, hvor det utføres terminering og fordeling, er vist med merke 4.
- Krav 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. Se **Figur 86**.

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).



SK1011.01-01

Figur 88 Kabel innføring i vegg til innfelt tilknytningsskap

13 KOMMUNIKASJON

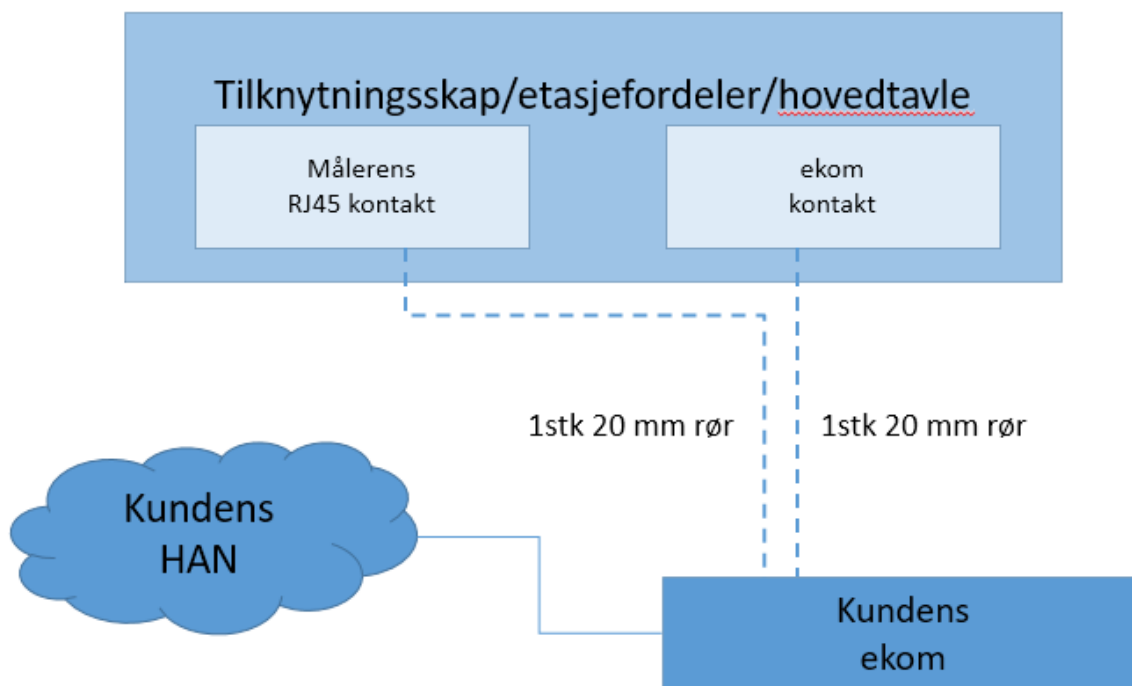
13.1 Krav til kommunikasjon - boliger

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 **Figur 89** og kapittel 8.2.2 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

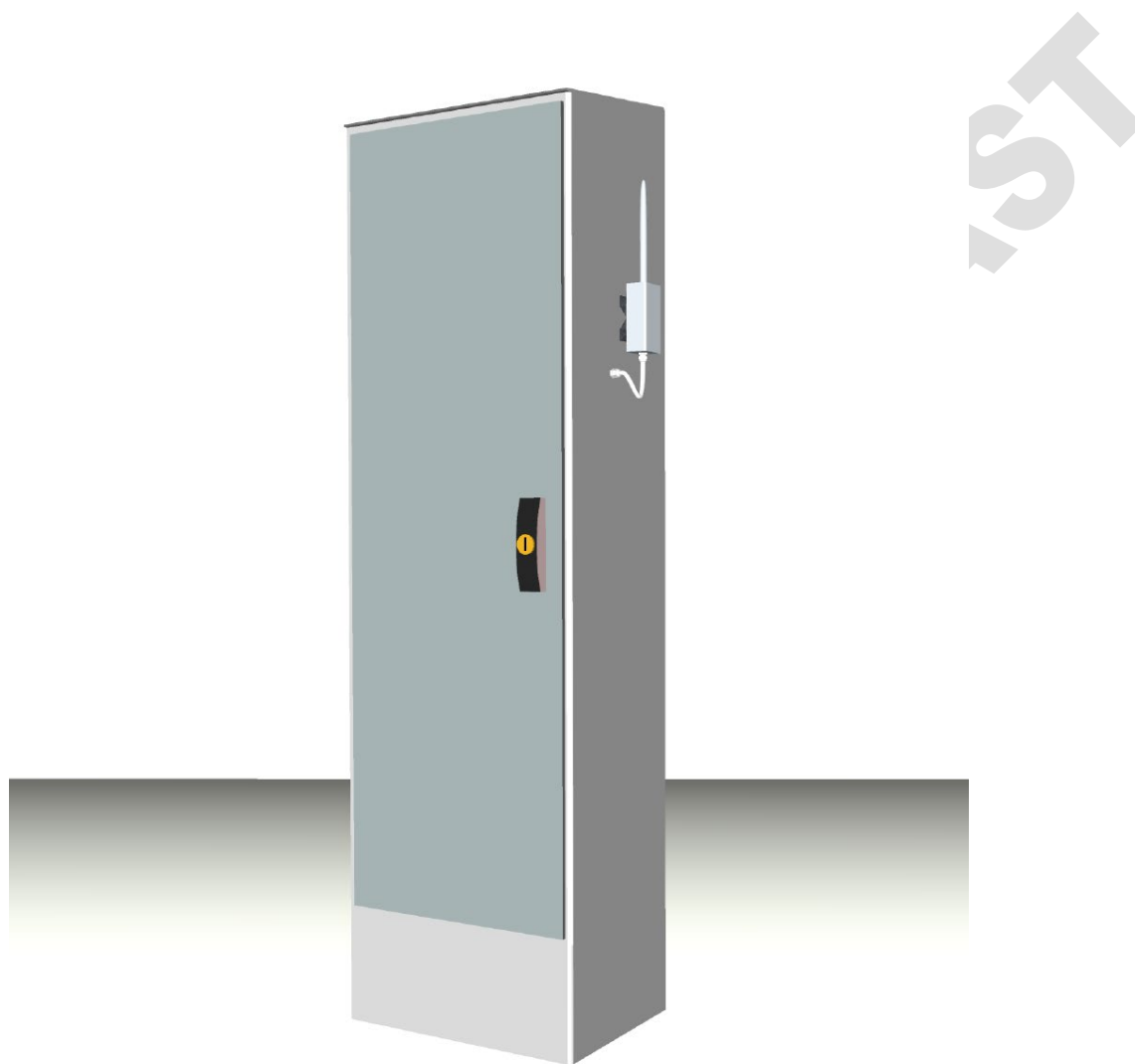
«Kundens ekom» representerer dagens og fremtidens muligheter for intern og ekstern kommunikasjon, overvåking, styring og regulering.



Figur 89 Viser prinsippkisse for ekom og HAN forsyning

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.

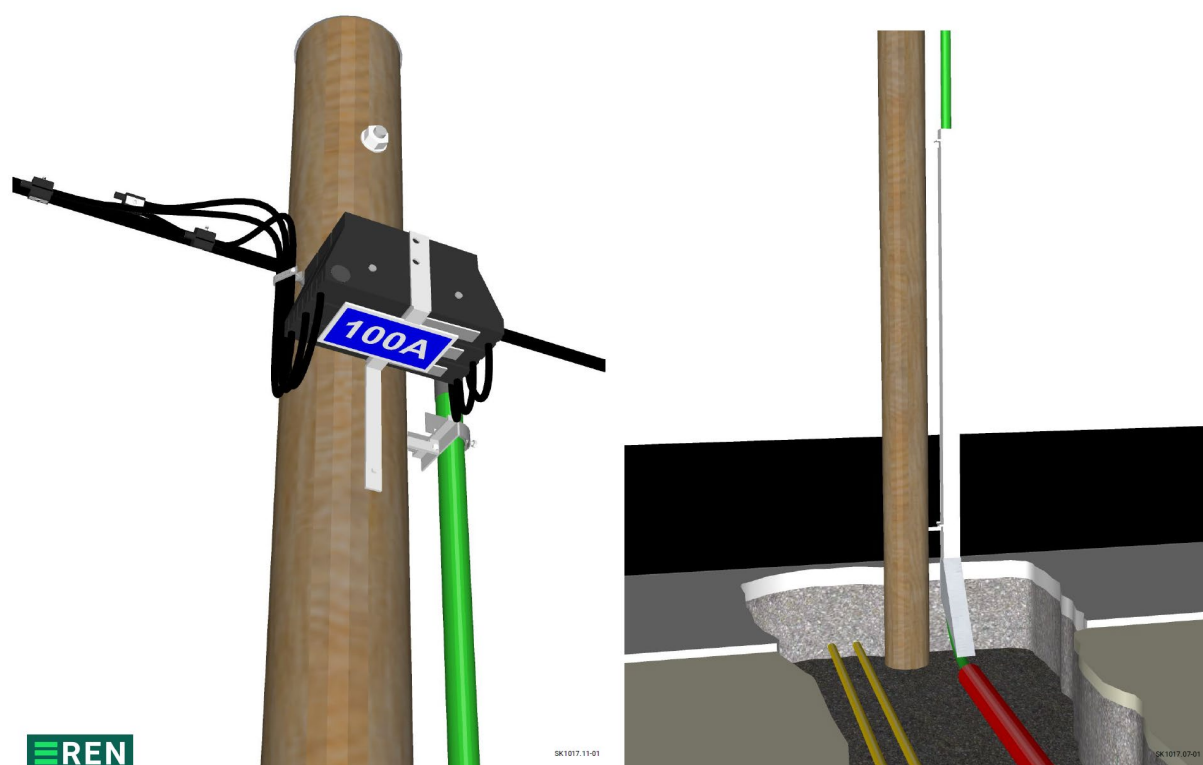


SK1020.01-01

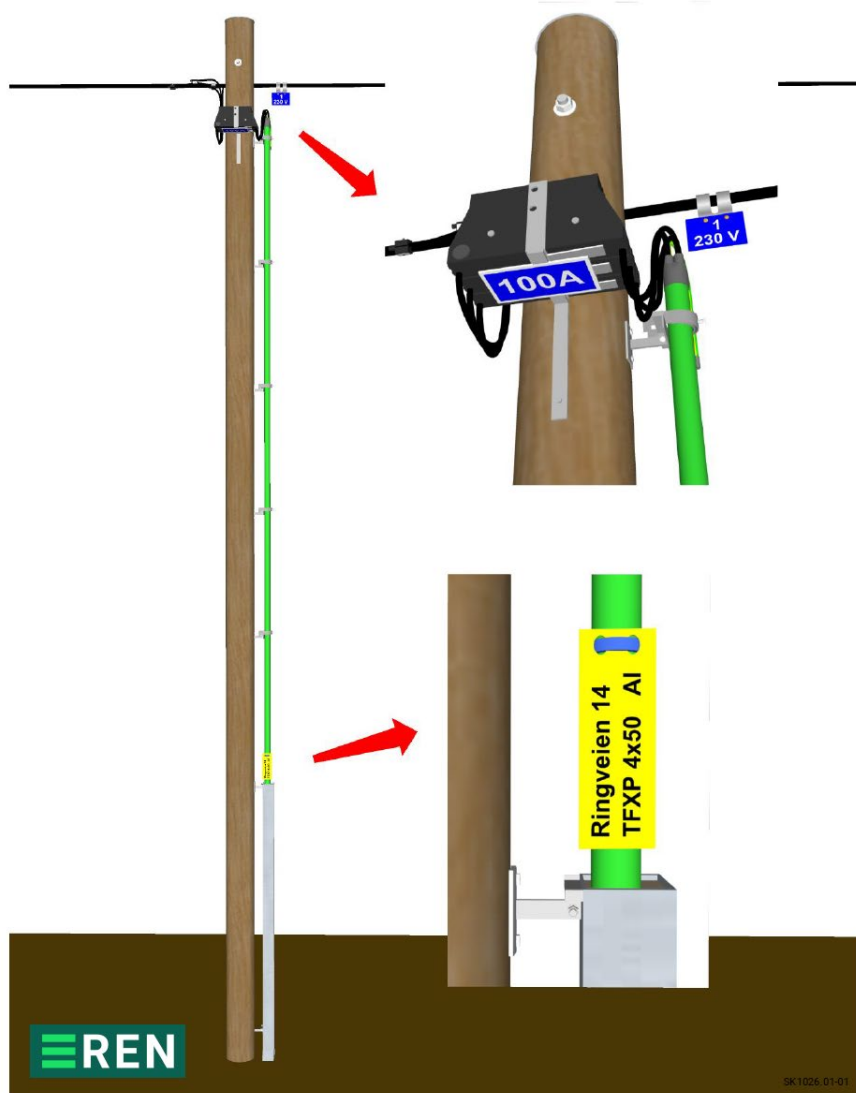
Figur 90 Viser prinsippkisse for etablering av antenne på tilknytningsskap

14 ARBEID MED STIKKLEDNING AV TYPE KABEL FORSYNT FRA LUFTNETT

Hvis luftnettet forsyner et tilknytningskap ved hjelp av kabel som blir ført ned langs stolpe må det monteres kortslutningsvern, en sikringskillebryter. For ledningsføring skal man lage dryppfall for å hindre vanninntrenging i sikringskillebryteren. Ved flere sikringskillebrytere skal man benytte dobbeltjern. 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 kabelskapnr eller Installasjon/anleggs ID. Det henvises til **Figur 91** og **Figur 92**.



Figur 91 RT11101 - ledningsføring fra EX ledning og frem til sikringskillebryter. Kabelnedføring fra mastetopp - utførelse av kabelkanal



Figur 92 RT8119 Kabelnedføring fra mastetopp - Driftsmerking

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:
 - Gulgrønn farge i hele sin lengde med blå markering i begge ender.
 - 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](#).

15 KRAV TIL KABEL, RØR OG GRØFT

Kabel:

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

Grøft:

Kabel i grøft skal forlegges i rør. Dersom rør i grøft ikke brukes, må det tas avvik fra norm 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

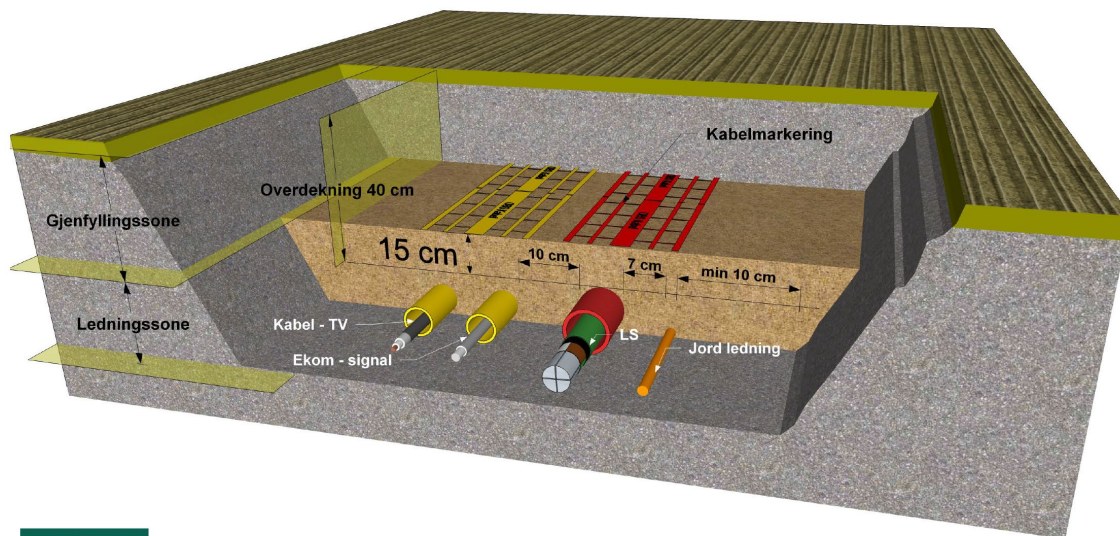
- Overdekning: 40 cm (dekkbord dersom det ikke benyttes rør).
- Avstand mellom kabler direkte forlagt i bakken på minimum 7 cm.
- Avstand mellom rør minimum 10 cm.
- Rør for kraftkabel skal ha ytre diameter på minimum 110 mm og bør ha trekkesnor. Røret avsluttes 50 cm fra tilknytningsskap eller bygningsvegg, 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.

15.1 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. **Figur 93** viser grøftesnitt og krav til avstander mellom de ulike kabeltyper. Der annet ikke er spesifisert skal disse anvendes.



Figur 93 Snitt av kabelgrøft

Figur 99 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.

Stedlige masser kan benyttes i både gjenfyllingssone og ledningssone. Steiner eller andre gjenstander som kan skade rør skal fjernes.

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.

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.

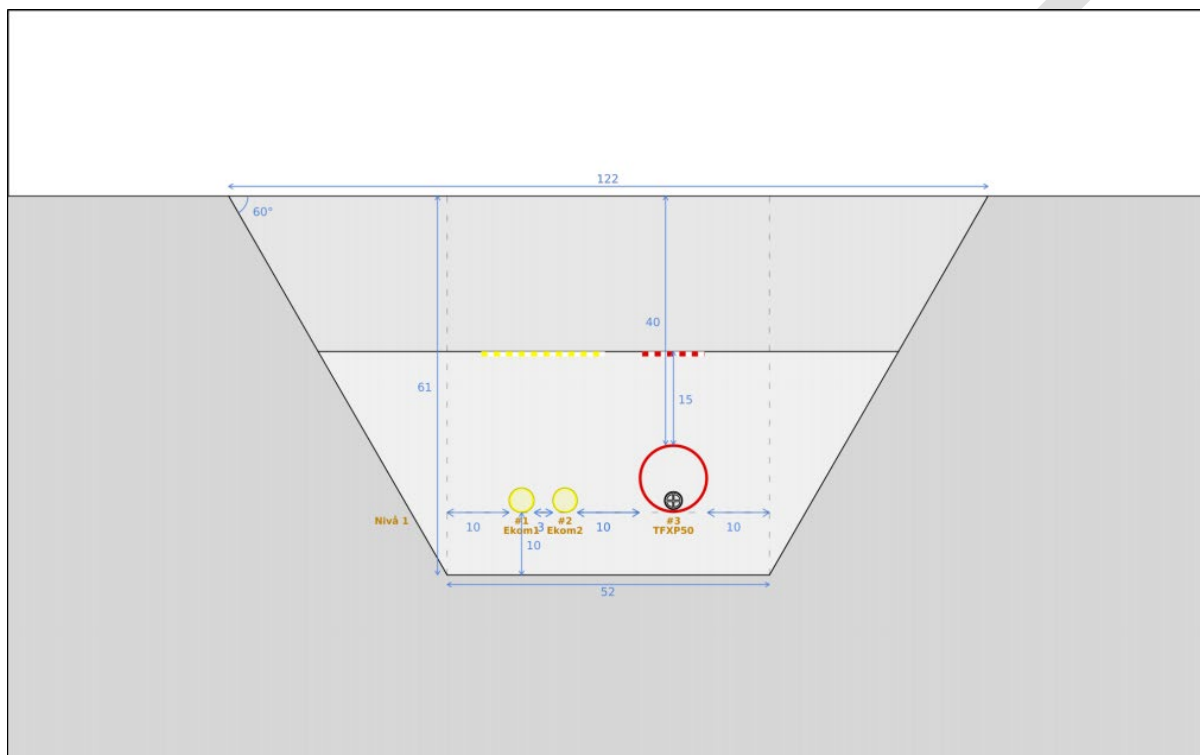
Dersom rør i grøft ikke brukes, må det tas avvik fra norm NEK 399 i samsvarserklæringen og likeverdig løsning må dokumenteres. Eksempel på alternativ løsning kan være grøft med 0-4 masser rundt kabel og bruk av kabeldekkbord som kabelbeskyttelse, eller overdekning for ledninger på min 0,60 m.

Rørender skal sikres med endelukk. Det henvises til Vedlegg nr. 1 Montasje av rør angir retningslinjer ved montasje.

Kvadrat [mm ²]	Total strøm	Rørdiameter ytre [cm]	Overdekning [cm]	Oppnådd temp [°C]
4G25 Al PEX	78A	110	40	90
4G50 Al PEX	116A	110	40	90
4G95 Al PEX	168A	110	40	90

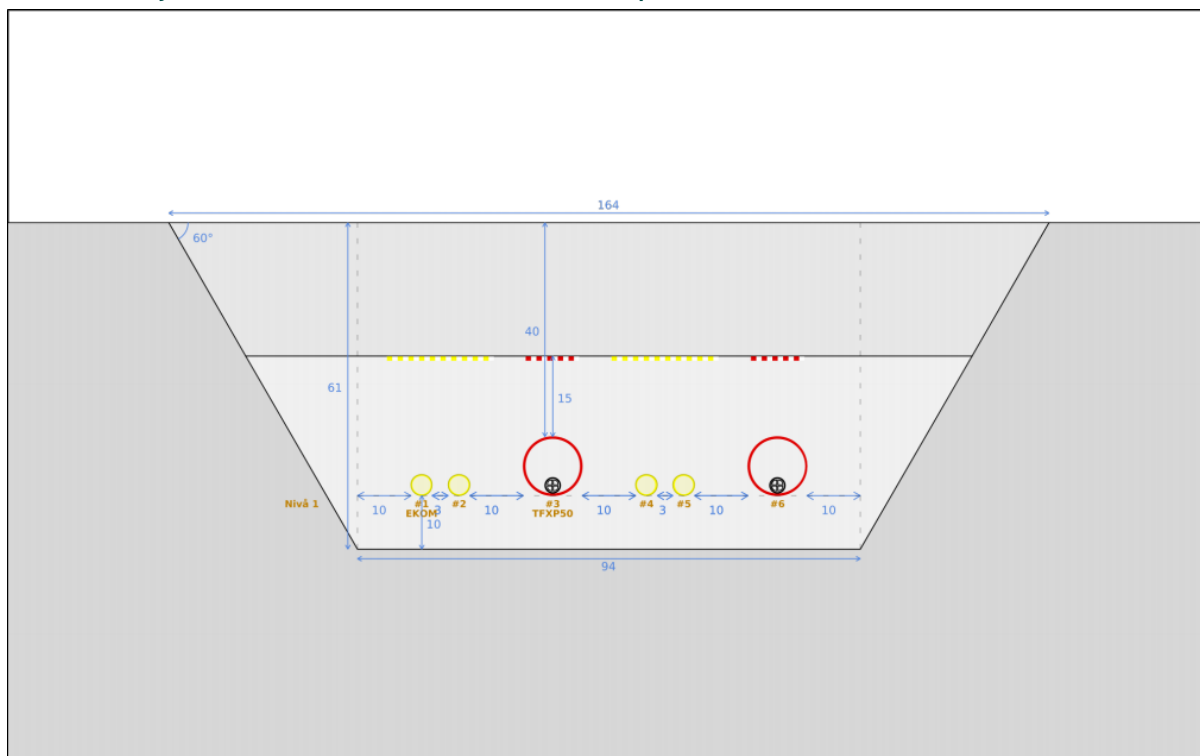
Tabell 1

15.1.1 TFXP 50 mm² Al i rør (maks 80A)



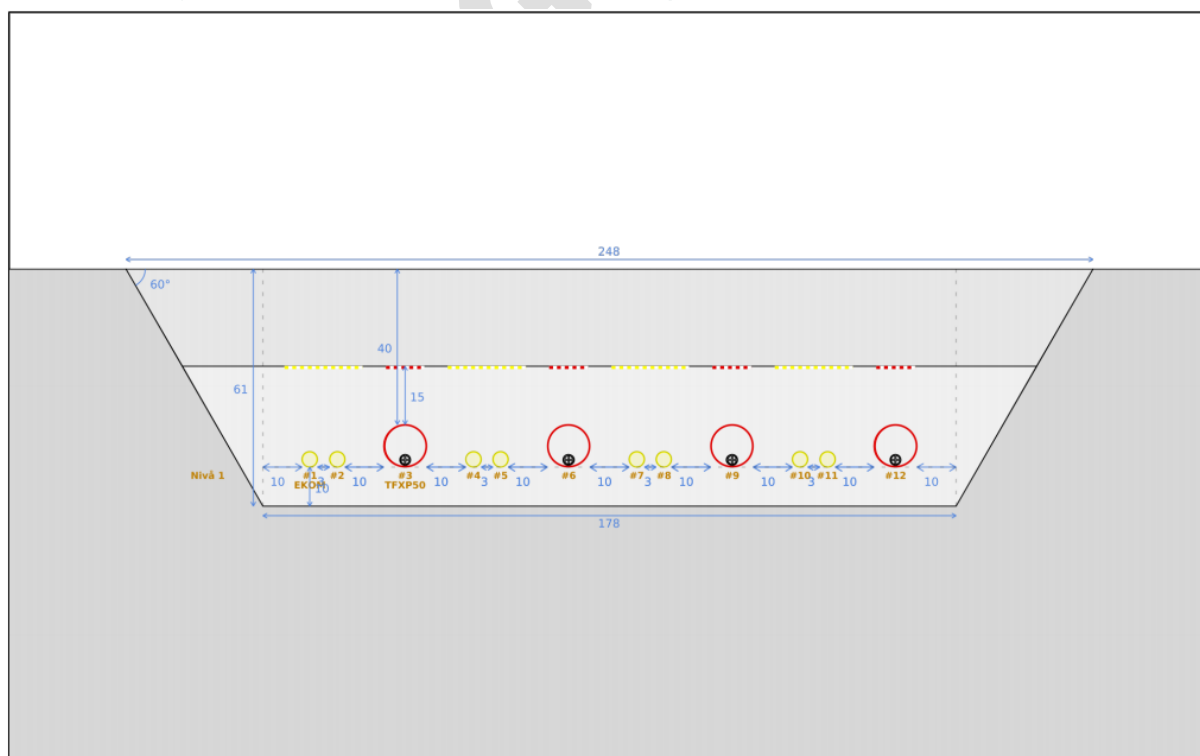
Figur 94

15.1.2 To stykk TFXP 50 mm² Al i rør (maks 80A per kabel)



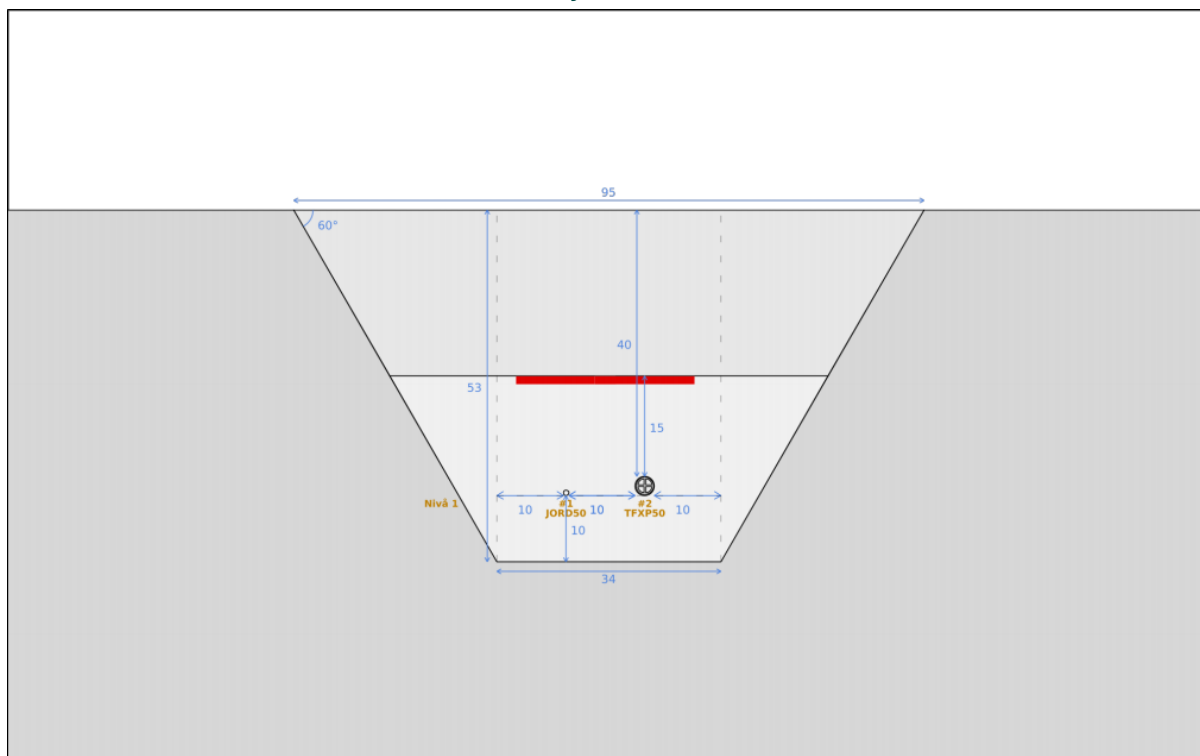
Figur 95

15.1.3 Fire stykk TFXP 50 mm² Al i rør (maks 80 A per kabel)



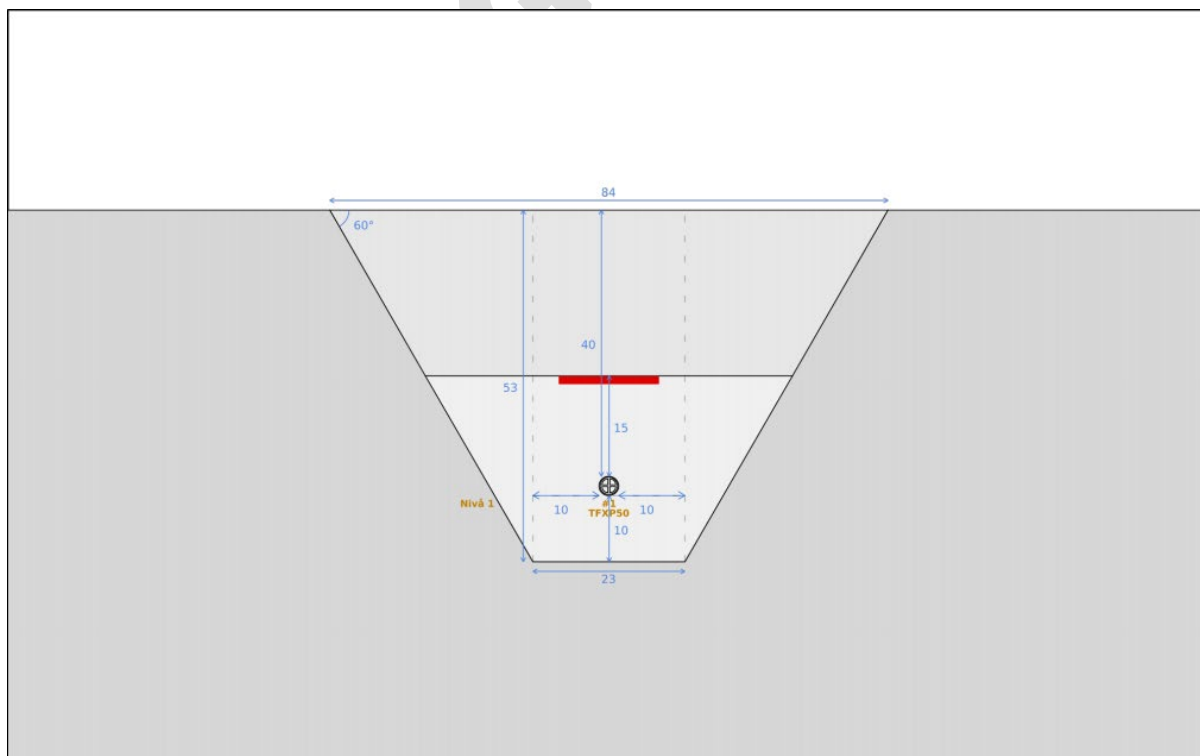
Figur 96

15.1.4 TFXP 50 mm² Al uten rør med blank jord (maks 80 A)



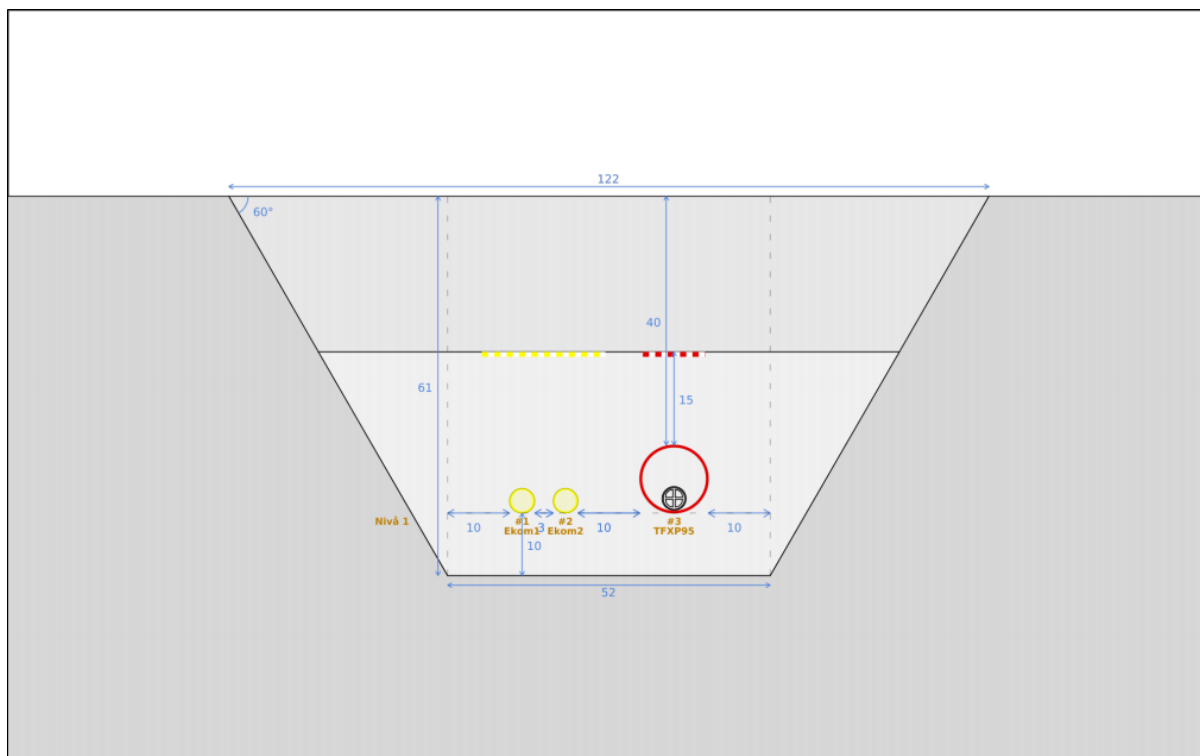
Figur 97

15.1.5 TFXP 50 mm² Al uten rør (maks 80 A)



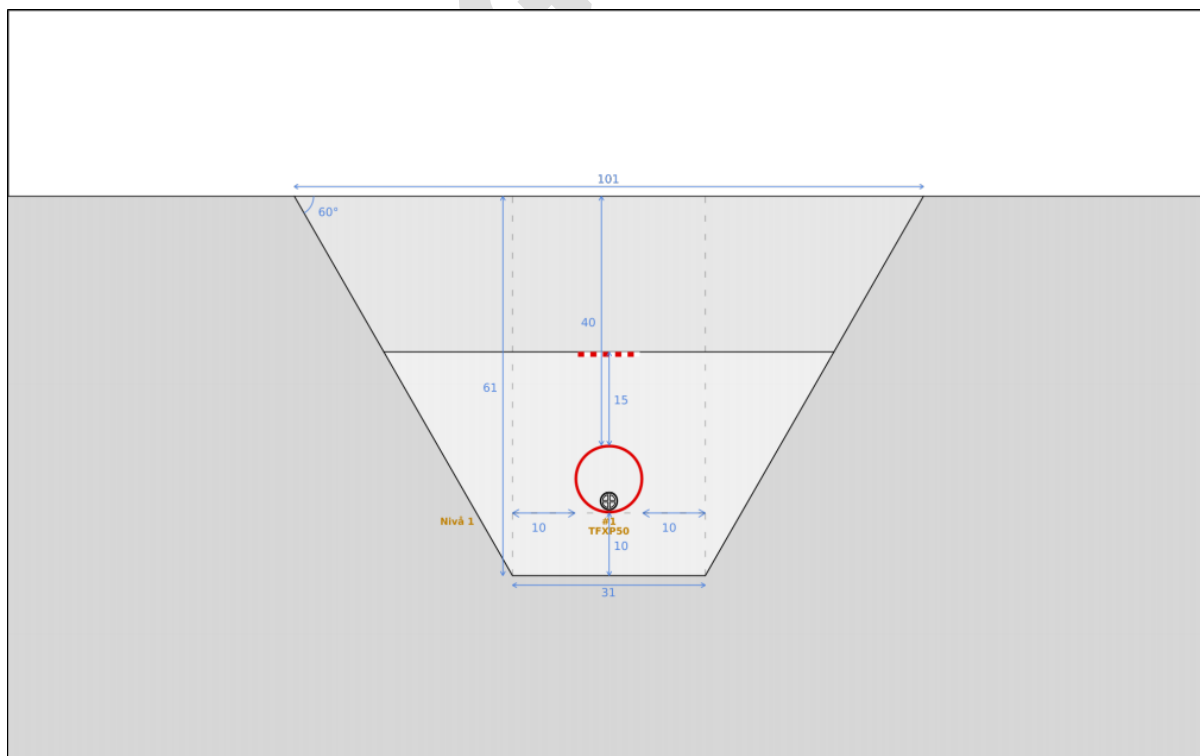
Figur 98

15.1.6 TFXP 95 mm² Al i rør (maks 125 A)



Figur 99

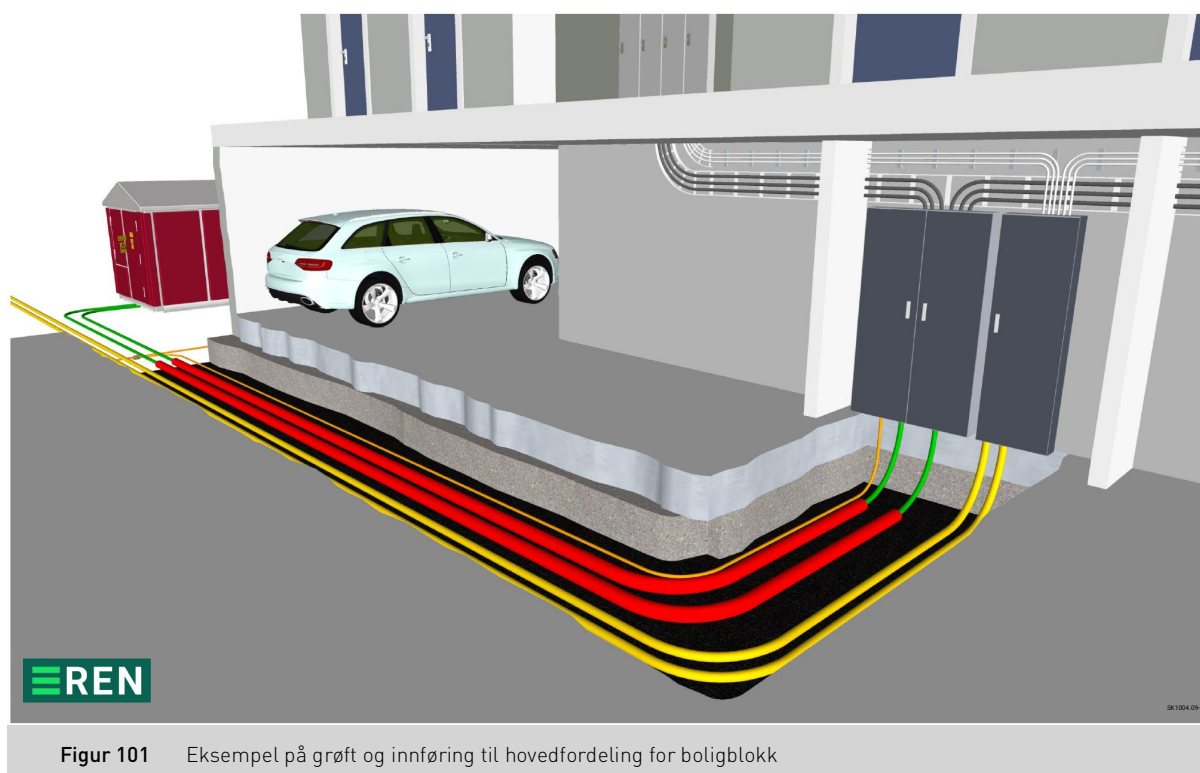
15.1.7 TFXP 50 mm² Al i rør (maks 80 A)



Figur 100

15.2 Metode B:

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



Figur 101 Eksempel på grøft og innføring til hovedfordeling for boligblokk

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

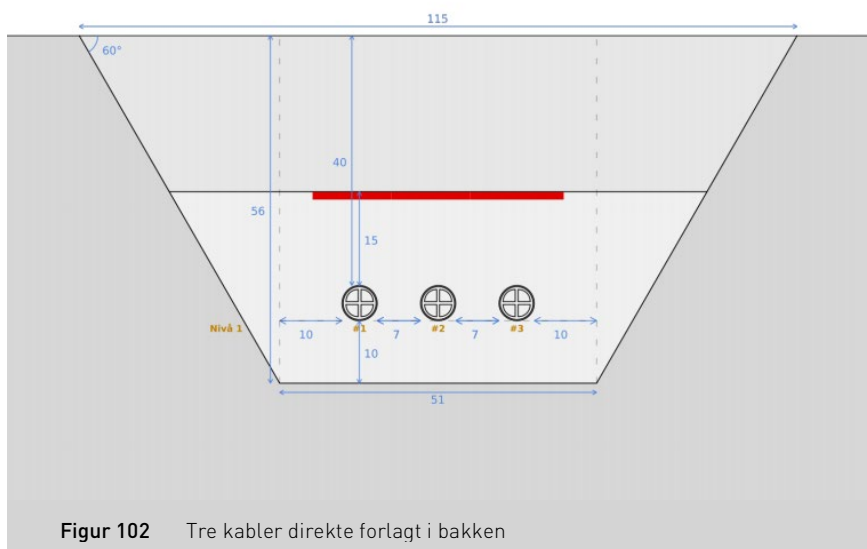
Antall kabler	Total strøm [A]	Strøm pr kabel [A]TF	Kvadrat (AL) [mm ²]	Rørdiameter ytre [cm]	Overdekning [cm]	Oppnådd temp [°C]
1	383	383	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	315	315	4x240	110	40	90
2	614	307	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	90
	550	275	4x240	110	40	90
3	801	267	4x240	Uten rør	40 (dekkbord)	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

Tabell 2

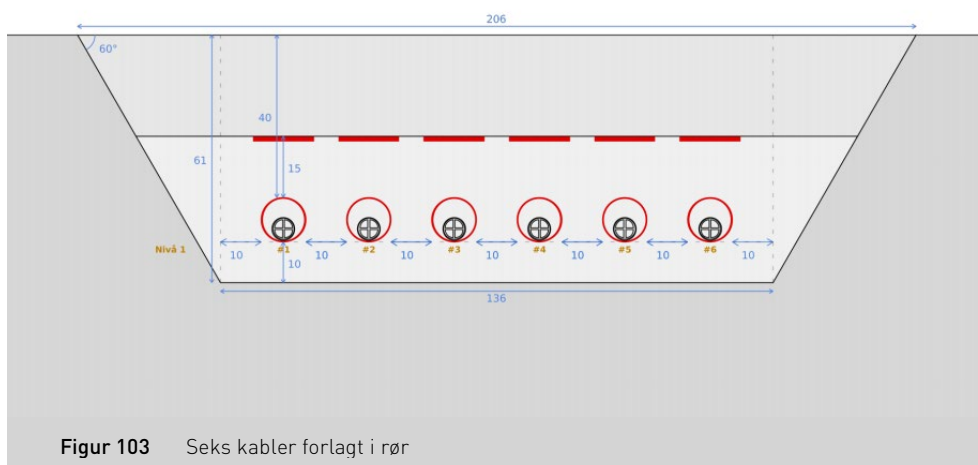
For å kunne benytte belastningsgrensene i tabell xxx er det viktig at forlegningen er gjort på samme måte som modellen:

- Overdekning: 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.

To eksempler som illustrerer forlegningen:



Figur 102 Tre kabler direkte forlagt i bakken



Figur 103 Seks kabler forlagt i rør

15.3 Metode C:

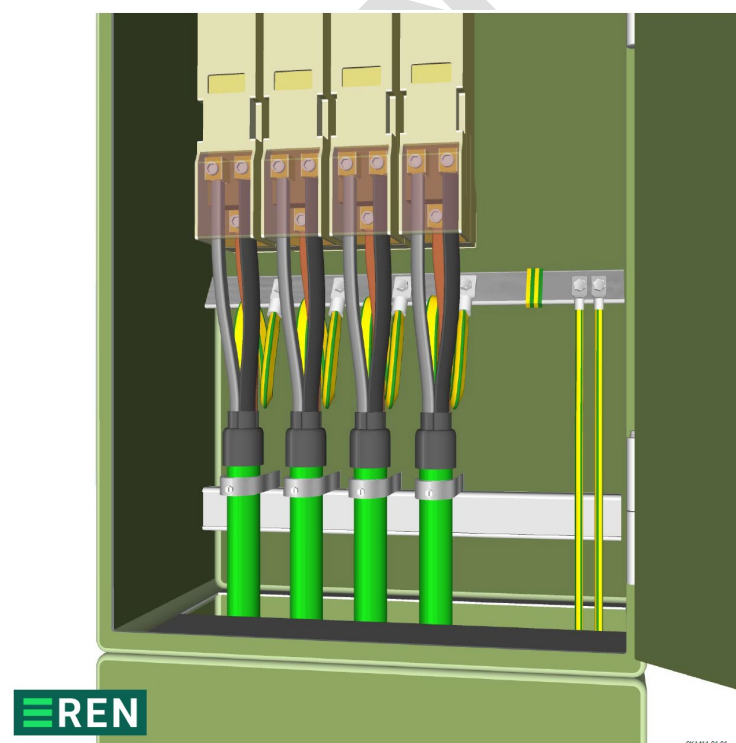
Det skal benyttes prefabrikkerte skinnepakker. Denne skal tilfredsstillere krav til jord- og kortslutningssikker forlegning.

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

16 VED TERMINERING AV KABEL

16.1 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 104 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.

16.2 I nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#).

17 MONTASJE AV SKJØT/ENDEAVSLUTNING

17.1 Generelt

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.

17.2 Avmantling av faseleder

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

17.3 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)

17.4 Hylse/kabelsko montasje

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

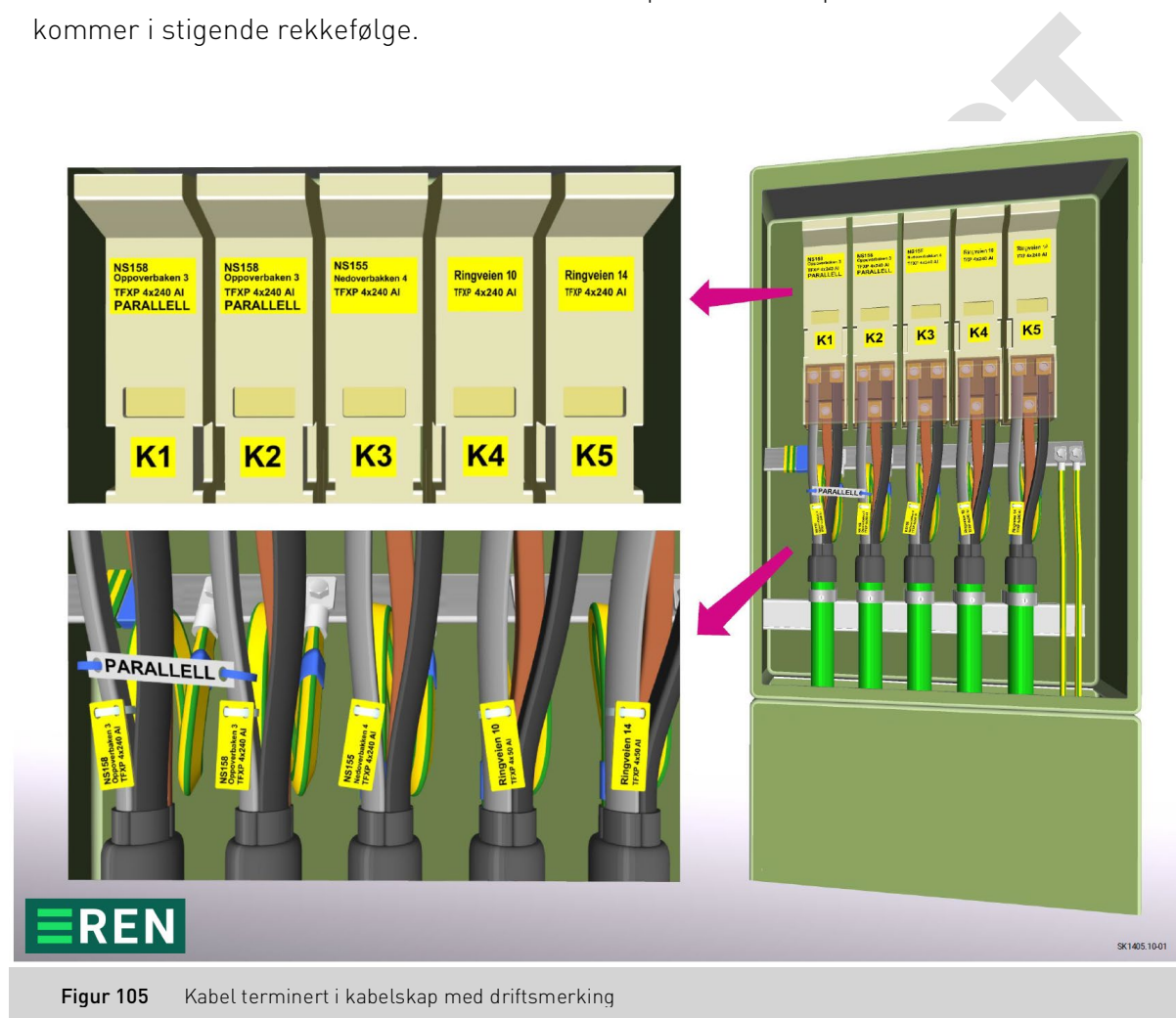
17.5 Etter montering

- 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

18 DRIFTSMERKING

18.1 Kabelskap

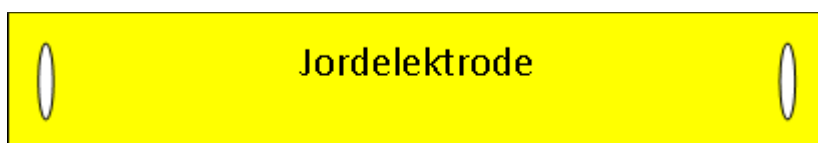
- Utgående kabler skal merkes. Merkingen skal plasseres på selve kabel over kabelskrittet. (gjørne rundt en av fasene). På avtakbare moduler merkes det også på selve modulen. Kursene i skapet skal nummereres, og listene skal merkes med kursnummer. Kursnummer skal være unike innenfor hvert skap. Det er 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 **Figur 106** og **Figur 107**, og i tilknytningsskap som vist i **Figur 105**.

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



Figur 106 Merkelapp som henges på jordledning i kabelskap



Figur 107 Merkelapp som henges på jordledning som er terminert i tilknytningsskap.

18.2 Nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#).

19 UTØVELSE AV NEK 399 I EKSISTERENDE INSTALLASJON

Elsikkerhet, nr. 86, omtaler hvordan NEK 399 skal utøves ved ombygging av eksisterende bolig.

[LINK: 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 normen 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.

Normen kan også benyttes ved ombygning eller utvidelse hvor følgende punkter bør vurderes samlet:

1. Er det mulig å koordinere elkraft og ekom?
2. Vil kostnader forbundet med oppsett av nytt tilknytningsskap eller etasjefordelere være urimelig høye?
3. Blir ombygningen eller utvidelsen såpass omfattende at den får konsekvenser for hele installasjonen?

Eksempelvis ved:

- Ombygning fra 1 fase til trefase
- Ombygning fra luftnett til jordkabel
- 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.

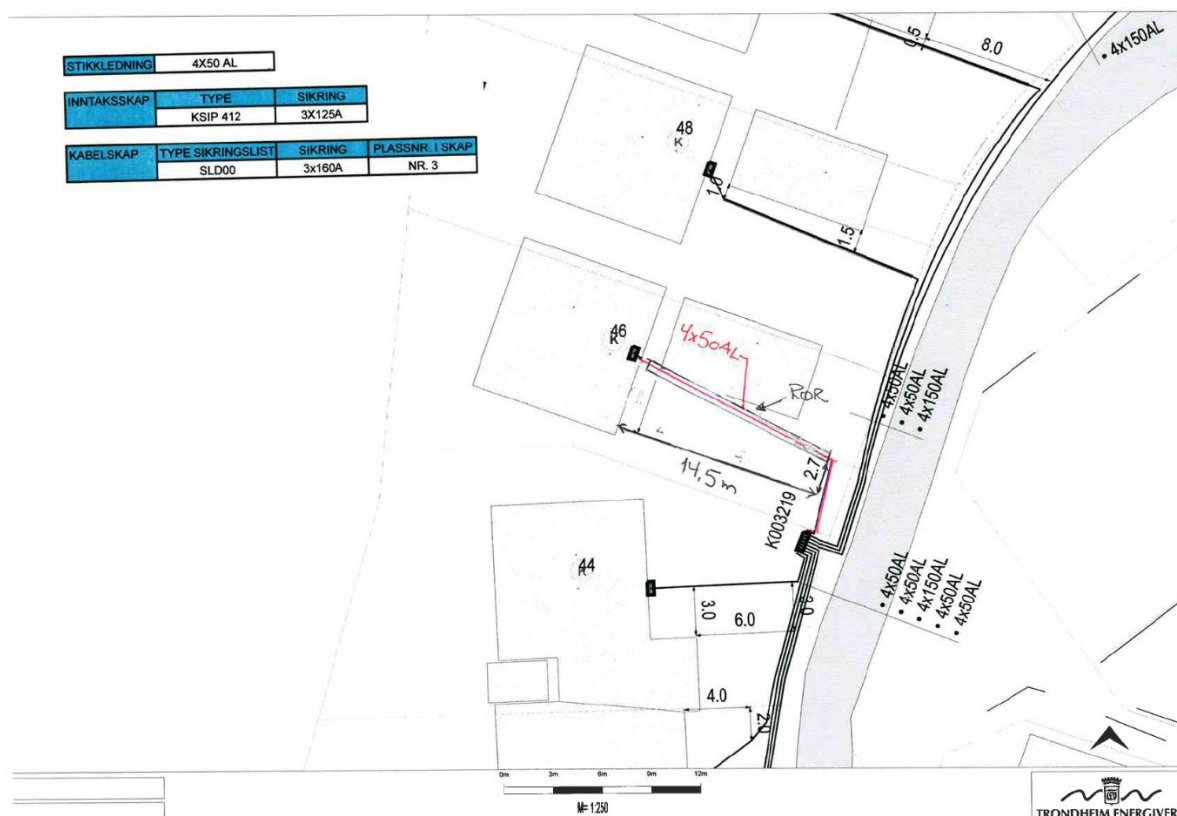
20 ARBEID MED HENSYN PÅ SIKKERHET

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.

21 DOKUMENTASJON - INNMÅLING AV ANLEGG

All innmåling skal utføres etter [RENblad 8042](#) eller etter nettselskaps retningslinjer. For enklere type innmåling, godkjent av nettselskap, kan følgende utføres:

1. Innmålingen skal tegnes på grunnkart som tilfredsstillende kartnormen.
2. Skissene må signeres og dateres.
3. Det skal tegnes så snart som mulig etter avsluttet arbeid. Innmålingen skal foretas mens kabelgrøften ligger åpen.
4. Det skal tas tilstrekkelig med mål slik at ledningsnettets beliggenhet er bestemt.
5. Alle kabler i grøften tegnes inn på skissen
6. Trekkerørets ender skal alltid kartlegges.
7. Ved flere kabler i grøft - få med rekkefølge (snittinformasjon)
8. Stikkledning tegnes med rød strek og påføres kabeltype og tverrsnitt.
9. Trekkør tegnes med blyant som vist på eksempelskisse, der rørendene skal målsettes.
10. Rør uten kabel skal også tegnes inn.
11. Alle kabelskjøter skal målsettes på skissegrunnet. Tverrsnitt oppgis på begge sider av skjøt.
12. 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.
13. 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).
14. Nye skap tegnes inn. Type skap påføres skissen med sikringsstørrelse for stikkledning.
15. Generelt: Tegn og skriv slik at også andre kan lese og forstå hva du mener.



Figur 108 Eksempel ved innmåling

22 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.

23 SAMSVARERKLÆRING

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

24 VEDLEGG NR. 1 MONTASJE AV RØR I GRØFT

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.

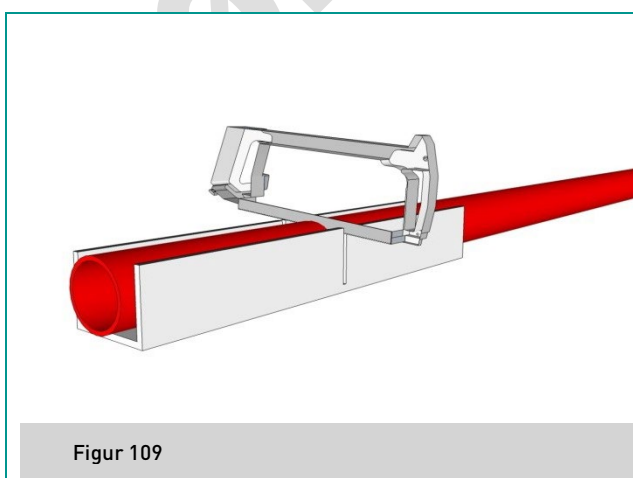
Ved legging av flere rør på ett nivå, skal avstand mellom rørene og mellom rørvegg og grøftevegg, være lik rørets utvendige diameter, dog ikke mindre enn 70 mm eller større enn 150 mm. SN64-rør kan legges uten avstand mellom rørene.

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.

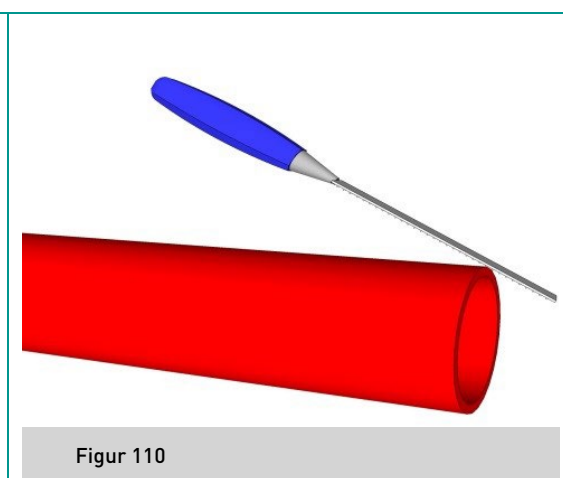
Det skal brukes bend med lang bøyeradius og det skal gjøres minst mulig retningsendringer i rørtraseen dette for å minimalisere trekkekrefter når man senere skal trekke inn kabel i røret. For rør som skal benyttes til kraftkabler skal det benyttes langbend med bøyeradius på min 2000 mm.

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 **Figur 109** og **Figur 110**



Figur 109



Figur 110

Vedlegg nr. 2 Låssystem ved montering av låssylinder

System anvendt av Ekom bransjen:

- Nøkkelsystem: Ewa med 100 tusen varianter under en masterkey
- Landsdekkende system
- Skapleverandør monterer sylinder og rekvirerer nøkkel til skap
- Masterkey kan rekvireres av følgende:
 - Nettselskap: ekom og elkraft
 - 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. [Link til tegning.](#)

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: kiell-arne@sogd.no.

Skapleverandører blir opprettet med kundenummer, og betingelser når det gjelder priser/ leveringstider blir sendt ut fortløpende.

25 REFERANSER

1. Forskrifter for forsyningsanlegg 2006 §
2. Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (FSE).
3. Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg med veiledning.
4. NEK 400:2018
5. NEK 399: 2018
6. Byggherreforskriften.
7. Forskrift om systematisk helse-, miljø- og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften).
8. NEK IEC 62052-31 Electricity metering equipment (AC) - General requirements, tests and test conditions - Part 31: Product safety requirements and tests.

HØRINGSUTKAST