

# RENBLAD 4100

VER 4.2 | 05 / 2020

TILKNYTNING AV  
LS-ANLEGG



Copyright 2020 © REN AS

## INNHold

<b>1 Formål</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Metoder for utforming av grensesnitt</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Metode A - Tabell for tilknytningsløsninger</b> .....	<b>6</b>
<b>4 Metode B - Tabell for tilknytningsløsninger</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Metode C - Tabell for tilknytningsløsninger</b> .....	<b>7</b>
<b>6 Definisjoner</b> .....	<b>8</b>
<b>7 Samhandling mellom nettselskap og installatør</b> .....	<b>8</b>
7.1 Tekniske verdier .....	8
7.2 Teknisk benevnning av vern.....	9
7.3 Ansvar/eierskap i grensesnitt.....	10
<b>8 Beskrivelse av metode A og løsninger</b> .....	<b>12</b>
8.1 Ulike løsninger for kundetilknytning Metode A .....	13
8.2 Plassering av tilknytningsskap .....	14
8.3 Leveranse av nettsystem og spenning .....	16
8.4 Utførelse av jording .....	16
8.5 A1 Stikkledning til enebolig .....	18
8.6 A2 Stikkledning til enebolig med utleieleilighet .....	18
8.7 A3 Stikkledning til bolig med fordeling utendørs .....	20
8.8 A4 Stikkledning til bolig med utvidet tilknytningsskap .....	21
8.9 A5 Stikkledning til rekkehus .....	22
8.10 A6 Stikkledning til flermannsbolig .....	23
8.11 A7 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger.....	24
8.12 A8 Forsyning til veilys.....	28
8.13 A9 Installasjon med overbelastningsvern $> 80 \text{ A} \leq 125 \text{ A}$ .....	29
8.14 Stikkledning fra kabelskap som er forsynt fra luftnett .....	30
8.15 Stikkledning med kabel som er forsynt fra luftnett .....	31

8.16 A10 Stikkledning av type luftledning .....	32
8.17 A11 Kraftforsyning til bygninger under oppføring .....	34
8.18 A12 Forsyning av elektriske jernbaner .....	35
<b>9 Beskrivelse av metode B og løsninger .....</b>	<b>38</b>
9.1 Leveranse av nettsystem og spenning .....	39
9.2 Utførelse av jording .....	40
9.3 Krav til målerplassering .....	40
9.4 Ekom .....	40
9.5 B1 Stikkledning til boligblokk .....	40
9.6 B2 Flermannsbolig med fellesareal .....	42
9.7 B3 Stikkledning til flermannsbolig .....	43
9.8 B4 Enebolig med utleie .....	47
9.9 B5 Næringsbygg .....	48
9.10 B6 Kombinerte næring- og boligbygg .....	50
9.11 B7 Forsyning ladestasjon elbil .....	51
9.12 B8 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip .....	52
9.13 B9 Forsyning av elektriske jernbaner .....	54
<b>10 Beskrivelse av metode C og ulike løsninger .....</b>	<b>57</b>
10.1 Leveranse av nettsystem og spenning .....	57
10.2 Krav til jordingssystem .....	57
10.3 Krav til målerplassering .....	58
10.4 Ekom .....	58
10.5 C1 Forsyning til næringsbygg .....	58
10.6 C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg .....	61
10.7 C3 Forsyning av elektriske jernbaner .....	62
10.8 C4 Forsyning av ladestasjon for elbil .....	66
10.9 C5 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger .....	67
10.10 C6 Forsyning til tunnel .....	69
10.11 C7 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip .....	71
<b>11 Krav til målerinstallasjon .....</b>	<b>75</b>
<b>12 Plassering og tilgang til tilknytningsskap eller etasjefordeler .....</b>	<b>75</b>
12.1 Generelt .....	75
12.2 Plassering og tilgang til tilknytningsskap .....	75
12.3 Plassering og tilgang til etasjefordeler .....	76
<b>13 Bygningstekniske krav ved innføring av kabel i bygning .....</b>	<b>79</b>
<b>14 Krav til kommunikasjon - boliger .....</b>	<b>80</b>
<b>15 Krav til kommunikasjon fra måler til nettselskap .....</b>	<b>81</b>
<b>16 Arbeid med stikkledning av type kabel forsynt fra luftnett .....</b>	<b>82</b>
<b>17 Krav til kabel, rør og grøft .....</b>	<b>85</b>

17.1 Metode A: .....	85
17.2 TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al i rør (maks 80A) .....	86
17.3 To stykk TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al i rør (maks 80A per kabel) .....	87
17.4 Fire stykk TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al i rør (maks 80 A per kabel) .....	87
17.5 TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al uten rør med blank jord (maks 80 A) .....	88
17.6 TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al uten rør (maks 80 A) .....	88
17.7 TFXP 95 mm <sup>2</sup> Al i rør (maks 125 A) .....	89
17.8 TFXP 50 mm <sup>2</sup> Al i rør (maks 80 A) .....	89
17.9 Metode B: .....	90
17.10 Metode C: .....	92
<b>18 Ved terminering av kabel.....</b>	<b>92</b>
18.1 I kabelskap og tilknytningsskap .....	92
18.2 I nettstasjon .....	93
<b>19 Montasje av skjõt/endeavslutning .....</b>	<b>93</b>
19.1 Generelt .....	93
19.2 Av mantling av faseleder.....	94
19.3 Av mantling av PEX isolasjon.....	94
19.4 Hylse/kabelsko montasje.....	94
19.5 Etter montering .....	94
<b>20 Driftsmerking .....</b>	<b>95</b>
20.1 Kabelskap .....	95
20.2 Nettstasjon.....	96
<b>21 Utøvelse av NEK 399 i eksisterende installasjon .....</b>	<b>97</b>
<b>22 Arbeid med hensyn på sikkerhet .....</b>	<b>98</b>
<b>23 Dokumentasjon - Innmåling av anlegg .....</b>	<b>98</b>
<b>24 Sluttkontroll .....</b>	<b>99</b>
<b>25 Samsvarserklæring .....</b>	<b>99</b>
<b>26 Vedlegg nr. 1 Montasje av rør i grøft.....</b>	<b>100</b>
<b>27 Referanser .....</b>	<b>102</b>



## 1 FORMÅL

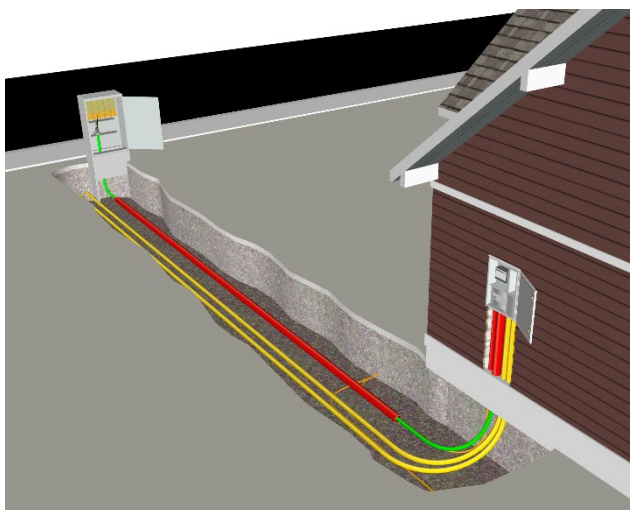
Denne retningslinje beskriver krav til utførelse av arbeid ved kundetilknytning for lavspenningsnett. RENbladet beskriver el-og ekomtilknytning for de fleste typer grensesnitt i henhold til NEK 399: 2018.

## 2 METODER FOR UTFORMING AV GRENSESNIITT

Normen NEK399 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 kundetilknytning 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 > 80A og ≤ 1250 A



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



### 3 METODE A - TABELL FOR TILKNYTNINGSLØSNINGER

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

METODE A Forsyning fra kabelnett via kabelskap			Forsyning fra luftnett		Grøftesnitt stikkledning
Type anlegg	Betegnelse	Kap.	Kap.	Kap.	Kap.
Plassering av tilknytningsskap		8.2			
Leveranse av nettsystem og spenning		8.3			
Utførelse av jording		8.4			
A1 Stikkledning til enebolig	A1 (- L ved luft)	8.5	8.14	8.15	17.2
A2 Stikkledning til enebolig med utleieleilighet	A2 (- L ved luft)	8.6	8.14	8.15	17.3
A3 Stikkledning til bolig med fordeling utendørs	A3 (- L ved luft)	8.7	8.14	8.15	17.2
A4 Stikkledning til bolig med utvidet tilknytningsskap	A4 (- L ved luft)	8.8	8.14	8.15	17.2
A5 Stikkledning til rekkehus	A5 (- L ved luft)	8.9	8.14	8.15	17.3
A6 Stikkledning til flermannsbolig	A6 (- L ved luft)	8.10	8.14	8.15	17.4
A7 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger	A7 (- L ved luft)	8.11	8.14	8.15	17.5
A8 Forsyning til veilys	A8 (- L ved luft)	8.12	8.14	8.15	17.6
A9 Installasjon med overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A	A9 (- L ved luft)	8.13	8.14	8.15	17.7

A10 Stikkledning av type luftledning	A10 (- L ved luft)	8.16	8.14	8.15	17.8
A11 Kraftforsyning til bygninger under oppføring	A11 (- L ved luft)	8.17	8.14	8.15	17.8
A12 Forsyning av elektriske jernbaner	A12 (- L ved luft)	8.18	8.14	8.15	17.8

#### 4 METODE B - TABELL FOR TILKNYTNINGSLØSNINGER

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

METODE B Typer	Betegnelser	Kap.
Leveranse av nettsystem og spenning		9.1
Utførelse av jording		9.2
B1 Stikkledning til boligblokk	B1	9.5
B2 Flermannsbolig med fellesareal	B2	9.6
B3 Stikkledning til flermannsbolig	B3	9.7
B4 Enebolig med utleie	B4	9.8
B5 Næringsbygg	B5	9.9
B6 Kombinerte næring- og boligbygg	B6	9.10
B7 Forsyning ladestasjon elbil	B7	9.11
B8 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip	B8	9.12
B9 Forsyning av elektriske jernbaner	B9	9.13

#### 5 METODE C - TABELL FOR TILKNYTNINGSLØSNINGER

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

METODE C Typer	Betegnelser	Kap.
Leveranse av nettsystem og spenning		10.1
Krav til jordingssystem		10.2
C1 Forsyning til næringsbygg	C1	10.5
C2 Forsyning til kombinerte næring- og boligbygg	C2	10.6
C3 Forsyning av elektriske jernbaner	C3	10.7
C4 Forsyning av ladestasjon for elbil	C4	10.8
C5 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger	C5	10.9
C6 Forsyning til tunnel	C6	10.10
C7 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip	C7	10.11

## 6 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.

## 7 SAMHANDLING MELLOM NETTSELSKAP OG INSTALLATØR

### 7.1 Tekniske verdier

For teknisk samhandling mellom nettselskap i installatør henvises det til [RENblad 4102](#)

Tekniske verdier som skal angis i termineringspunkt for tilknytningsskap og hovedfordeling:

Nettselskap skal oppgi:

- Leveringspunkt. Alle verdier nedenfor skal relateres til dette punktet
- Nettsystem. IT, TT eller TN
- $I_{kmax}$  og  $I_{kmin}$  i kA med tilhørende  $\cos \phi$
- Jordfeilstrom,  $I_d$ , for IT nett
- Type kortslutningsvern og merkeverdi for kortslutningsvern i kabelskap. Standard er høyeffektsikring
- Om det skal legges uisolert jordleder i grøft ved kabelnett



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

- Kortslutningsvern i tilknytningsskap skal begrense gjennomsluppet energi til under 90.000 A<sup>2</sup>S

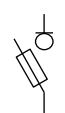


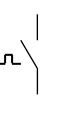
Tekniske krav til tilknytningsskap:







- 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 NEK399.

Ved arbeid i grensesnittet forutsettes det at det er tilfredsstillende samhandling mellom nettselskap og installatør slik at arbeid kan utføres i henhold til sikkerhetsforskriften, FSE. Dette gjelder spesielt tilkobling og frakopling av stikkledning.

## 7.2 Teknisk benevning av vern

Det skal benyttes følgende benevning:

Metode	Plassering	Funksjon	Betegnelsen	Forkortelse	Symbol
A	Kabelskap	Kortslutningsvern stikkledning	KV Nettselskap	KV-N	
A	Tilknytningsskap	Kortslutningsvern inntaksledning	KV TK-skap	KV-K	
A	Tilknytningsskap	Kortslutningsvern og overbelastningsvern	KV/OV TK-skap	KV/OV-K	
A	Fordeling bolig	Overbelastningsvern, hovedsikring bolig	OV Kunde	OV-K	
A	Utendørs fordeling	Overbelastningsvern	OV Utendørs	OV-U	

B, C	Kabelskap eller nettstasjon	Kortslutningsvern stikkledning	KV Nettselskap	KV-N	
B, C	Hovedfordeling	Kortslutningsvern og overlastvern for hovedfordelingen	KV/OV Hovedfordeling	KV/OV-HF	
B, C	Hovedfordeling	Kortslutningsvern og overlastvern for utgående stigeledninger til underfordeling eller etasjefordeler	KV/OV Kurs Nr.	KV/OV-K <sub>(in)</sub> Evt. KV-K <sub>(in)</sub> Avhengig av nettstruktur	
B, C	Underfordeling	Kortslutningsvern og/eller overlastvern for utgående stigeledninger til ny underfordeling eller forbrukskurs - Symbol etter effekt	KV/OV Kurs Nr.	KV/OV - FOR	
B, C	Etasjefordeler	Kortslutningsvern for inntaksledning til kundes fordeling	KV Kurs Nr.	KV-KU	
B, C	Hovedfordeling i bolig	Overbelastningsvern, hovedsikring bolig	OV Bolig	OV-K	

### 7.3 Ansvar/eierskap i grensesnitt

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

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.

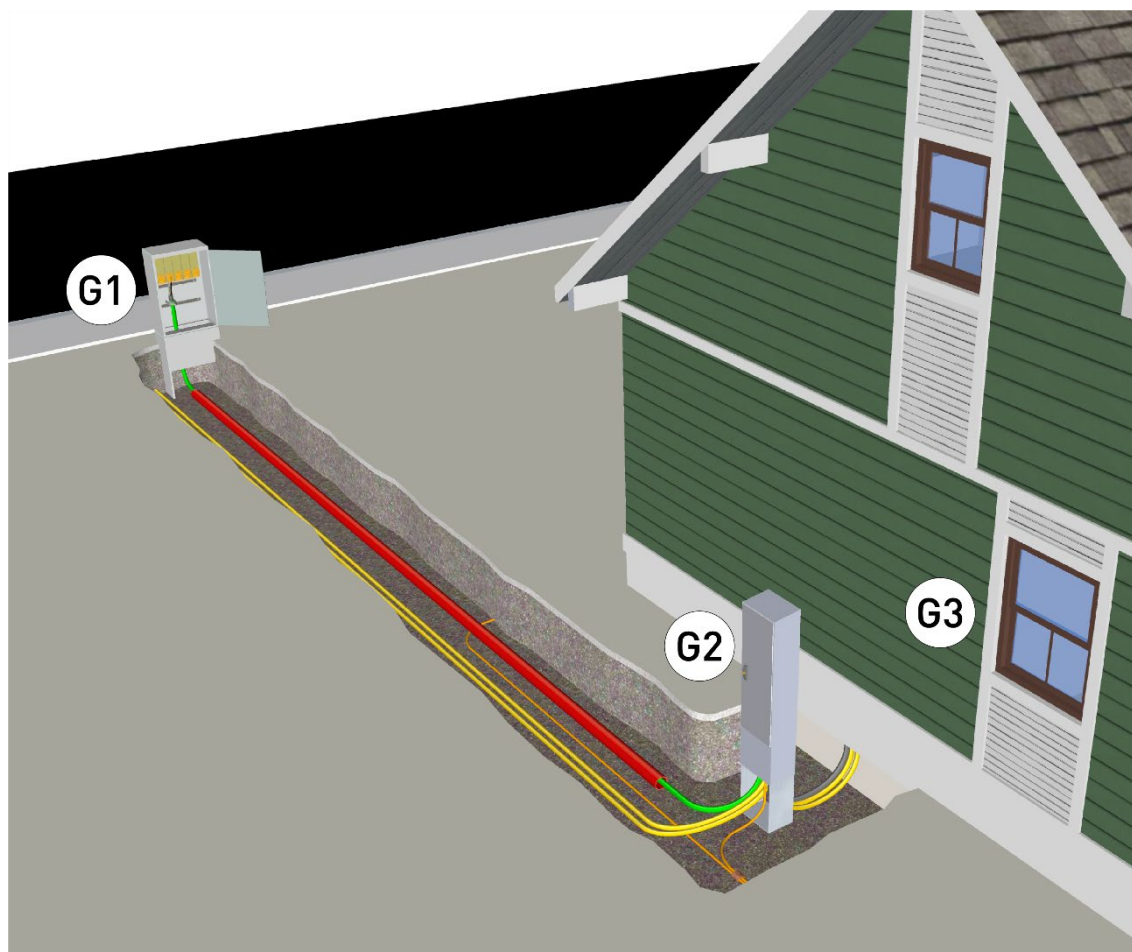
Hvis hovedfordelingen som tradisjonelt sett plasseres innvendig i bygning, plasseres utenfor bygningsvegg, som et teknisk bygg, vil det være nettselskap sitt ansvar å terminere. Et typisk eksempel på dette er ved forsyning til ladestasjoner beskrevet i kapittel 9.11.

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.

## 8 BESKRIVELSE AV METODE A OG LØSNINGER



Figur 1 RT11050 - Prinsipp for forsyning til eksempelvis enebolig og rekkehus «Metode A»

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

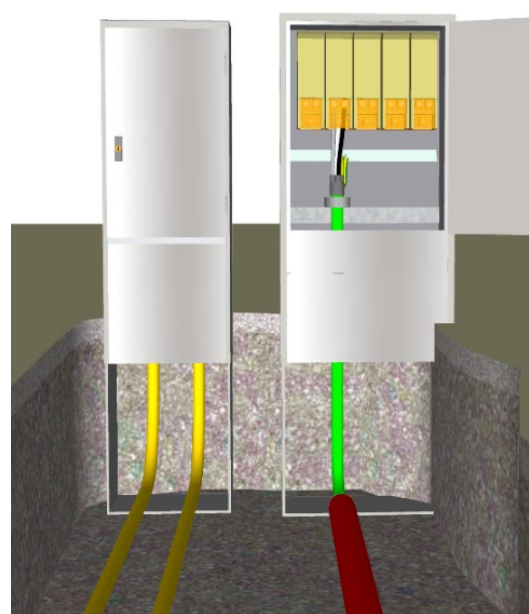
REN anbefaler at syng mellom flere tilknytningsskap unngås, da dette kan være en dårligere sikkerhetsmessig løsning. Dersom dette skal gjøres, må denne type tilkobling være integrert i tilknytningsskapet. For å ha et tydelig ansvar vedrørende vedlikehold bør denne type løsning kun benyttes dersom man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

### 8.1 Ulike løsninger for kundetilknytning Metode A

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

**Figur 2** viser kabeltrase hvor henholdsvis de gule rørene markerer ekom og det røde kraftkabel.

**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.

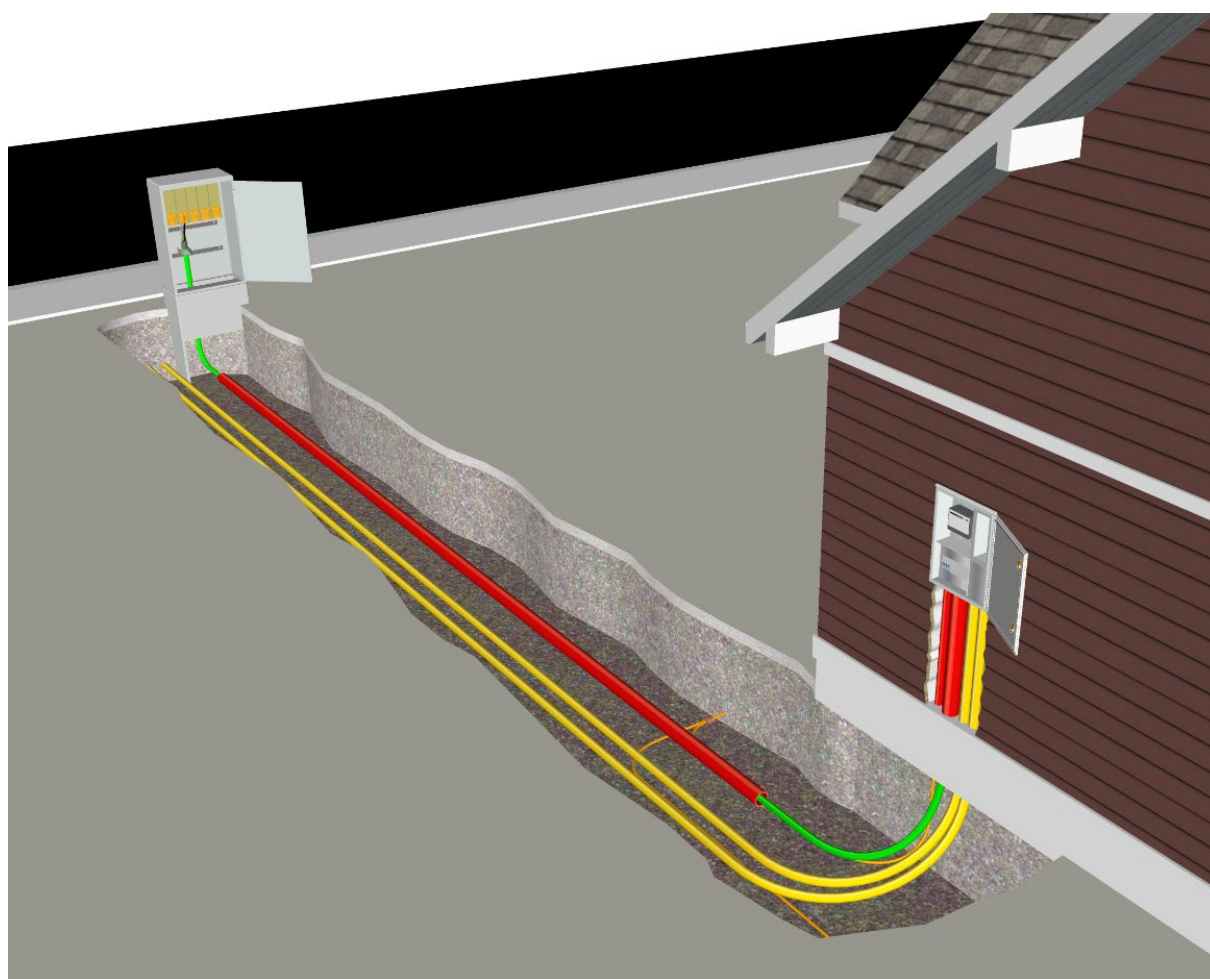


**Figur 2** RT11054 - Ekom skap, og kabelskap for kraftkabler

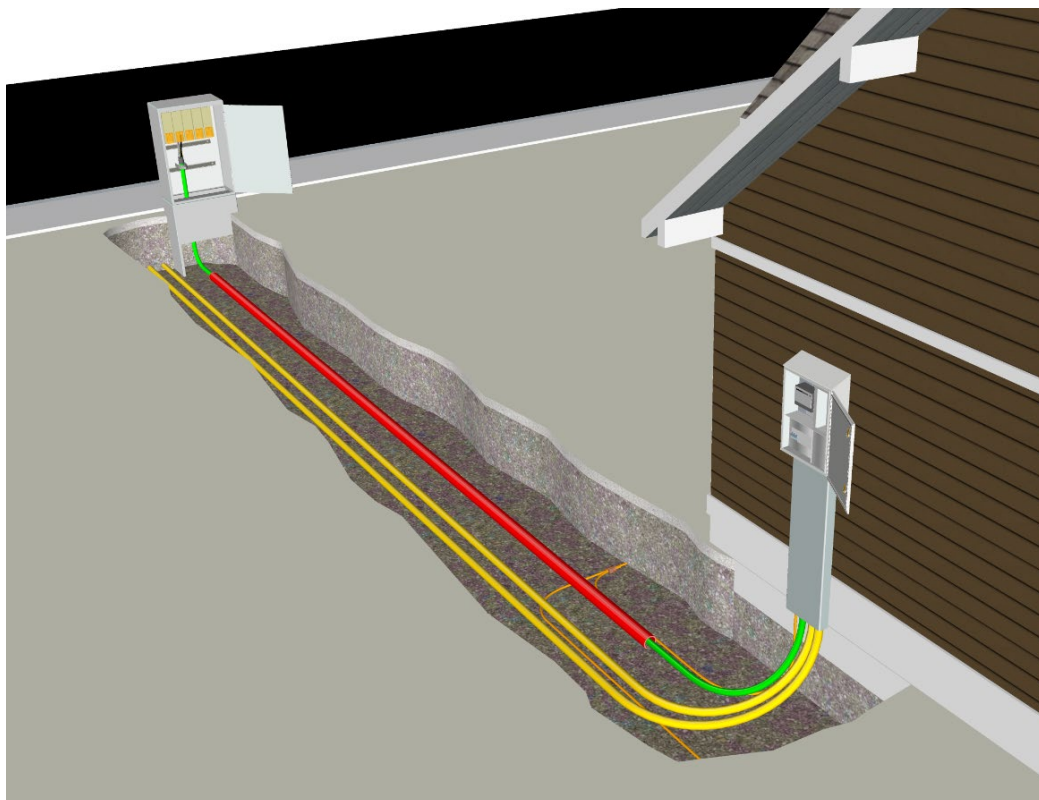
## 8.2 Plassering av tilknytningsskap

**Figur 3, Figur 4 og Figur 5,** viser tre varianter for plassering av tilknytningsskap. Innfelt i vegg, på vegg eller frittstående. Jordelektrode til boligen skal føres inn i tilknytningsskap og termineres der.

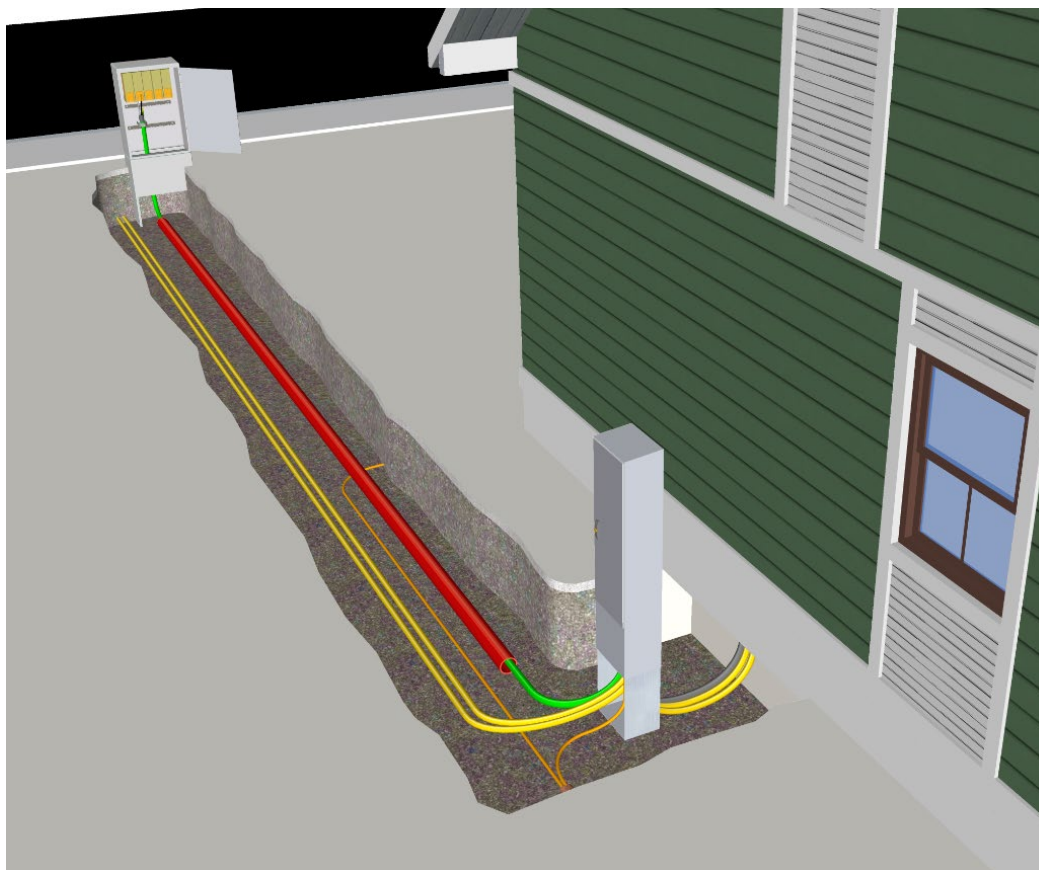
**NB!** Frittstående tilknytningsskap skal plasseres innenfor dekningsområdet til bygningens jordelektrode, nær ved bygningsvegg. Annen plassering kan velges, etter skriftlig avtale mellom bygningseier og nettselskap.



**Figur 3** RT11055 - Stikkledning til enebolig - tilknytningsskap innfelt i vegg



Figur 4 RT11057 - Stikkledning til enebolig - tilknytningsskap på vegg



Figur 5 RT11056 - Stikkledning til enebolig - frittstående tilknytningsskap

### 8.3 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.

### 8.4 Utførelse av jording

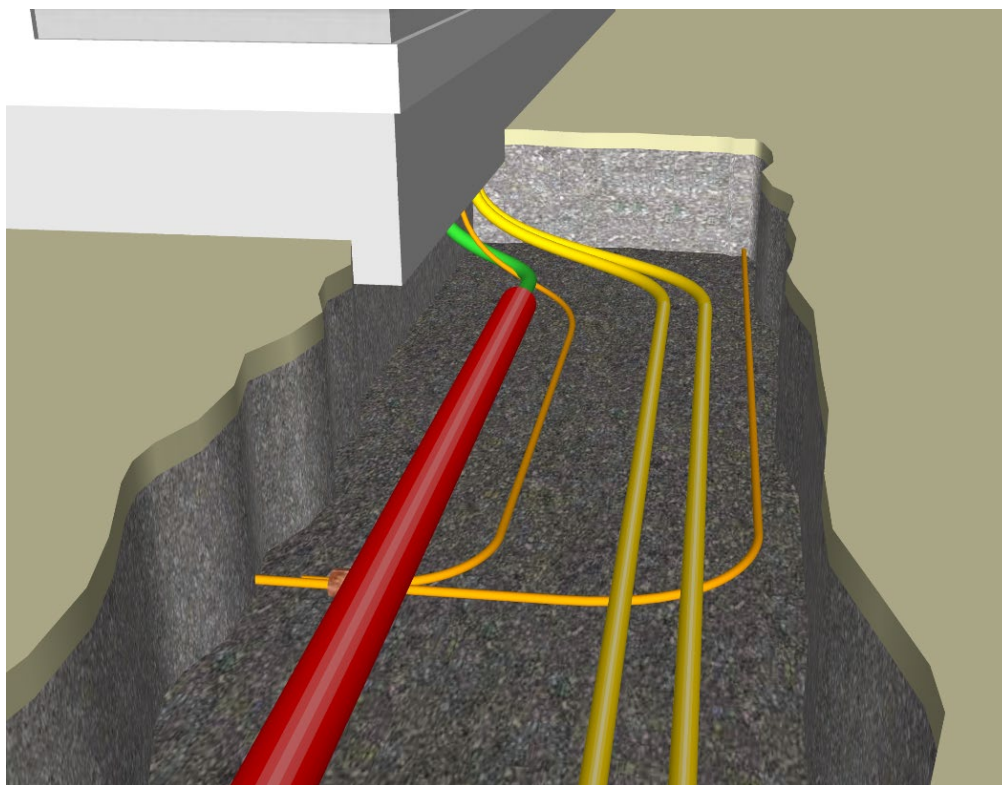
Ved rene kabelnett er det ikke behov for å legge uisolert jordledning i stikkledningsgrøft.

Unntaket er hvis nettselskapets kabelskap er forsynt fra luftnett, og retningslinjene for kapittel 8.11 installasjoner utsatt for overspenninger.

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

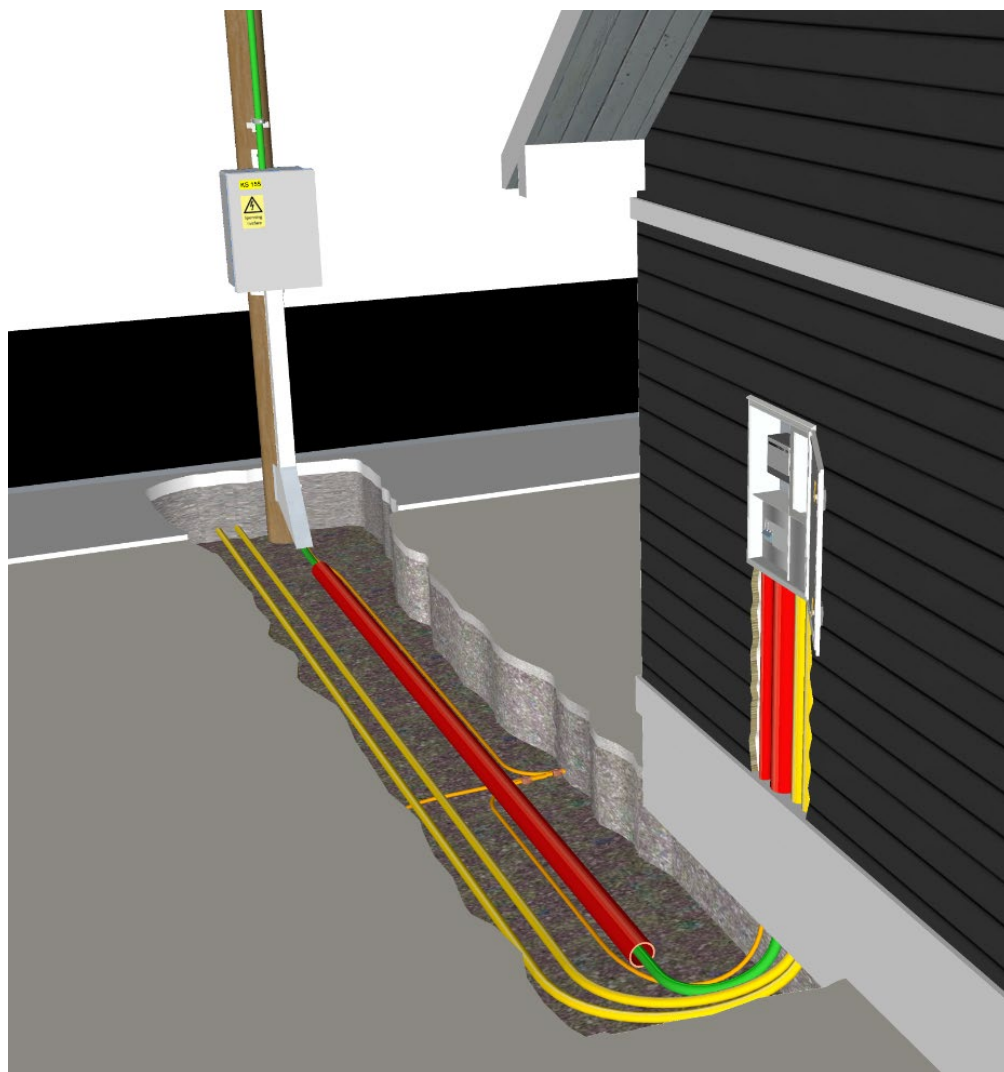
Jordledningen skal termineres til kundens jordelektrode dersom det er mulig. Ansvar for terminering påligger nettselskap. Den uisolerte jordtråden fra jordingsgrøft skal isoleres den siste meter horisontalt før kopsling til kabelskap for å forhindre korrosjon. Dette kan gjøres ved hjelp av rør, hvor ledning merkes med gul/grønt i hver ende. Merkingen må være varig.

Bygningens jordelektrode skal føres inn i tilknytningsskap som vist på **Figur 6**.



Figur 6 RT11098 - Jordelektrode til bygning skal føres inn i tilknytningsskap



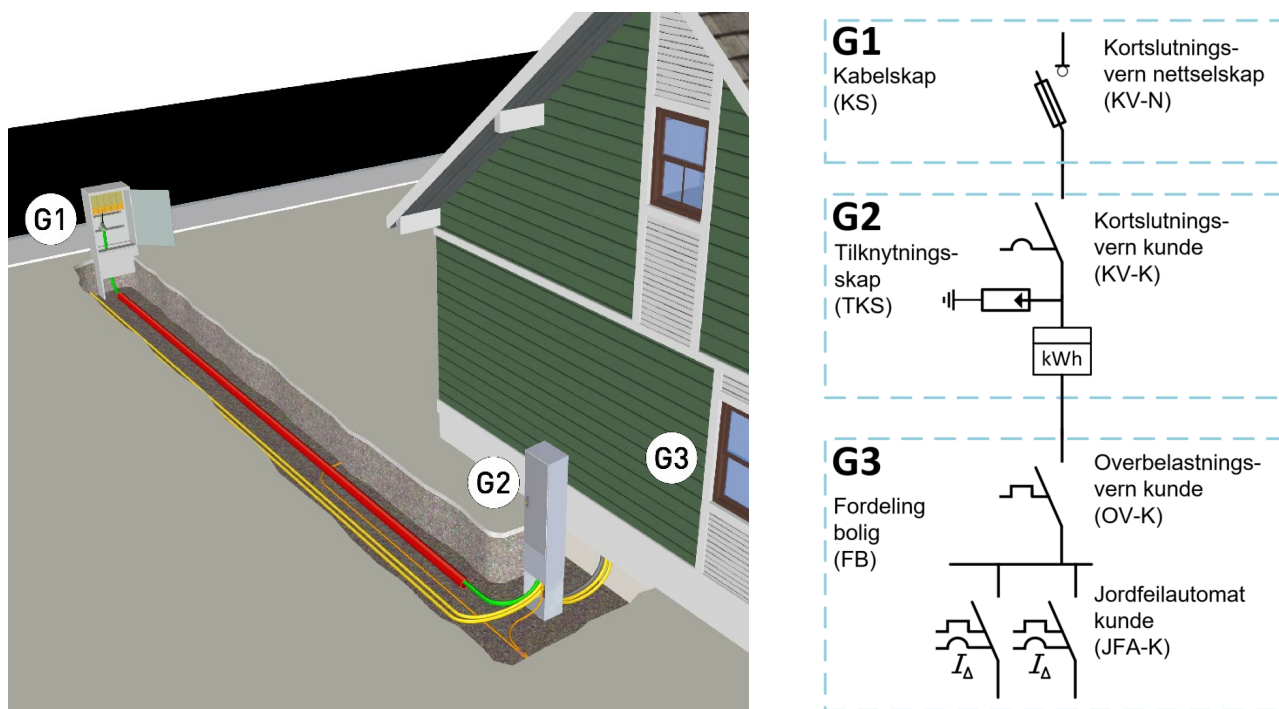


Figur 7 RT11090 - Jordledning fremført i kabelgrøft

## 8.5 A1 Stikkledning til enebolig

Denne metoden gjelder for boliger opp til og med 80 A. Tilknytningsskapet plasseres som vist i kapittel 8.2 enten frittstående, ved husvegg eller innfelt i husets yttervegg.

Referanseinstallasjon for stikkledningsgrøft er også beskrevet. Grøfteberegningene er gjennomført i programvaren [RENgrøft](#), som er del av RENs prosjektsystem.

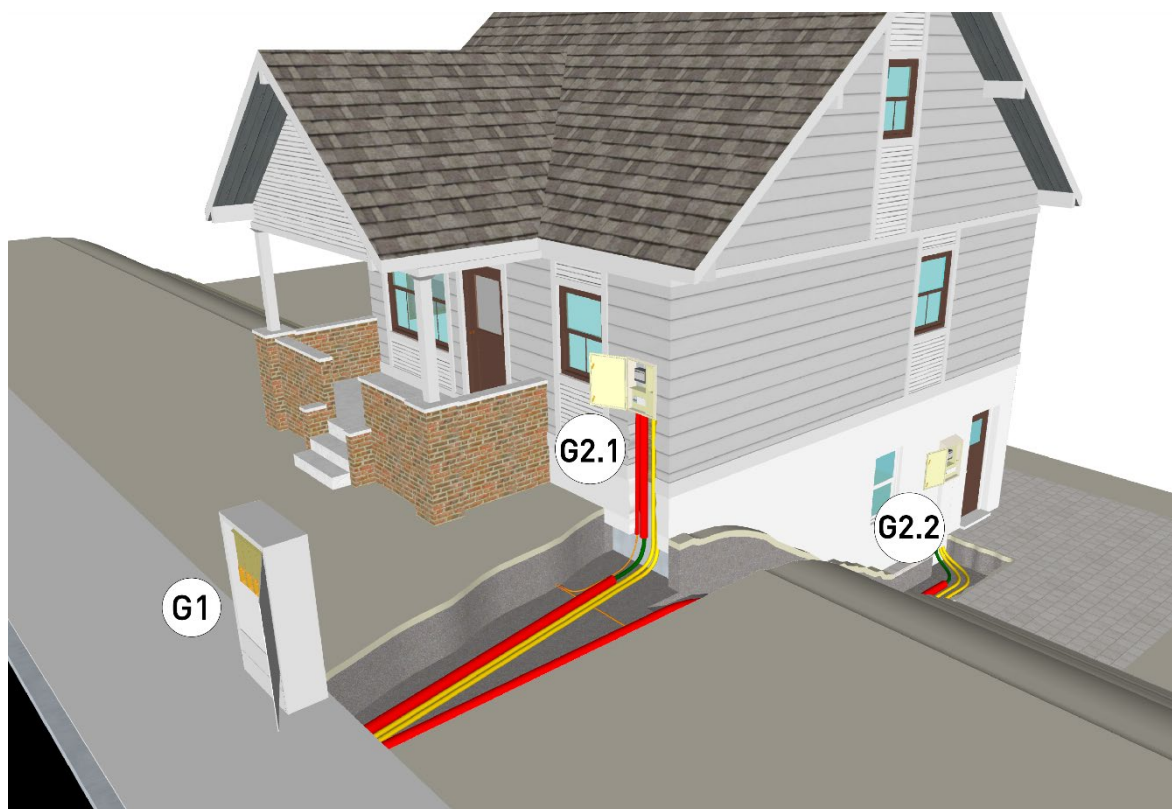


**Figur 8** Illustrasjon på forsyning til enebolig og enlinjeskjema. Her med frittstående tilknytningsskap

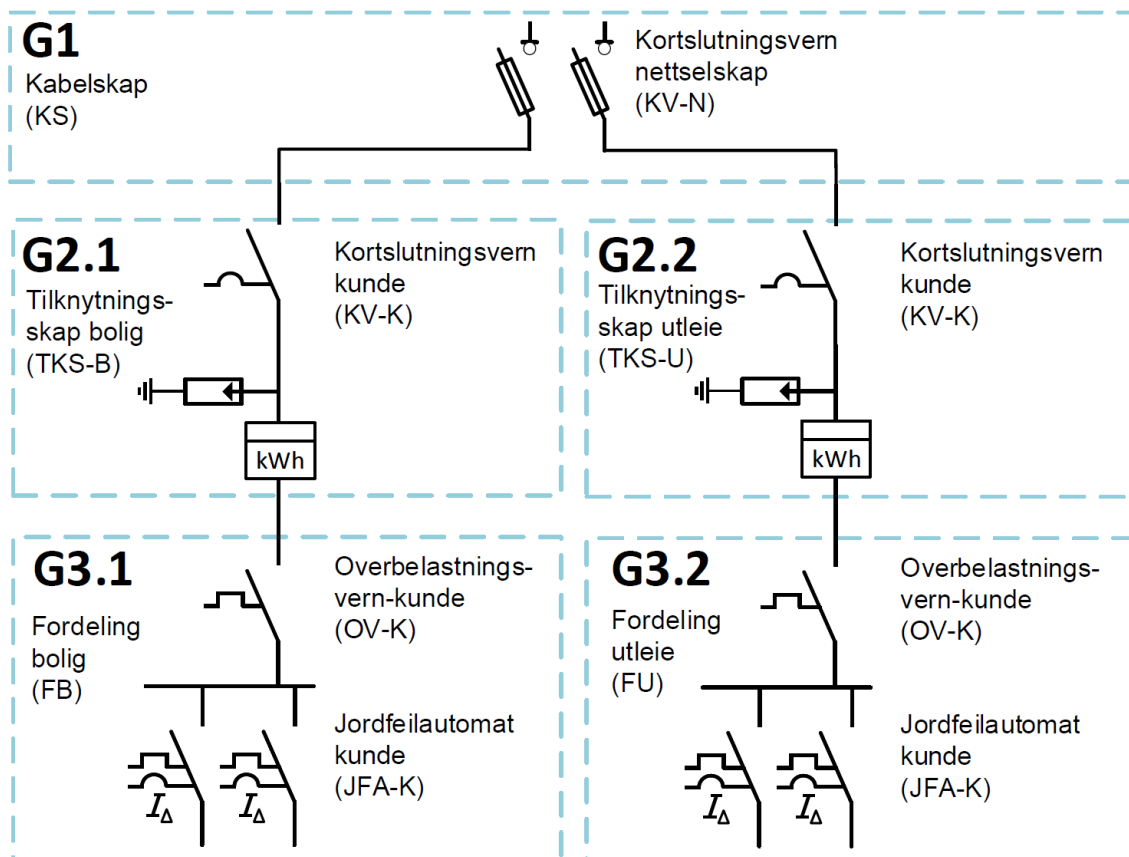
## 8.6 A2 Stikkledning til enebolig med utleieleilighet

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 9** og **Figur 10** 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.



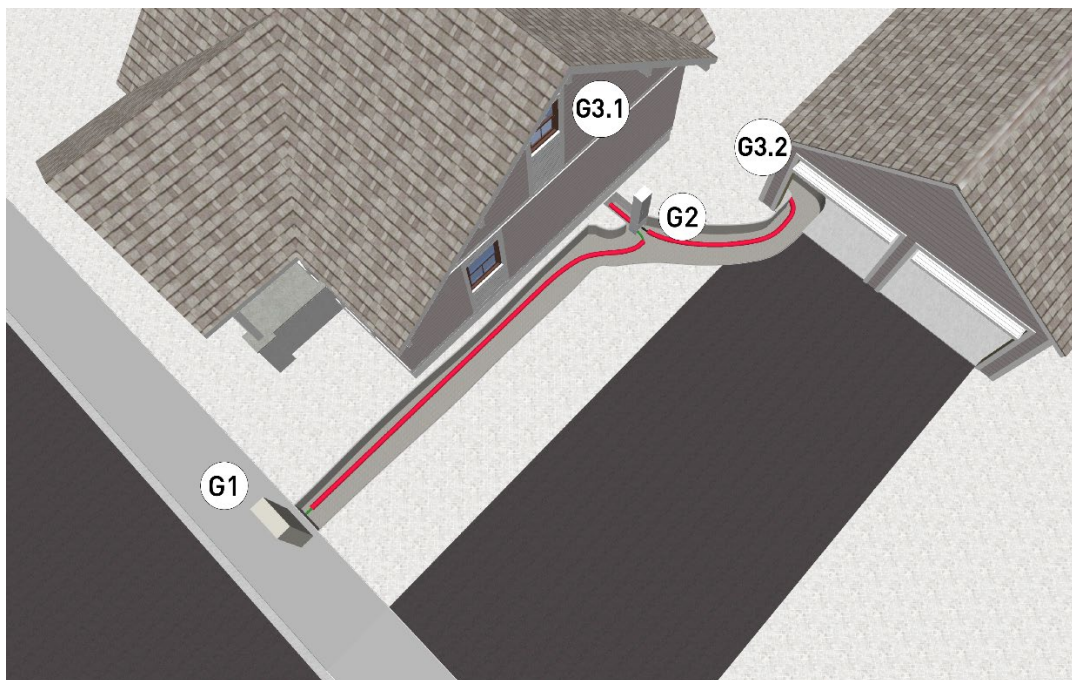
Figur 9 RT11058 - Stikkledning til enebolig med utleieleilighet



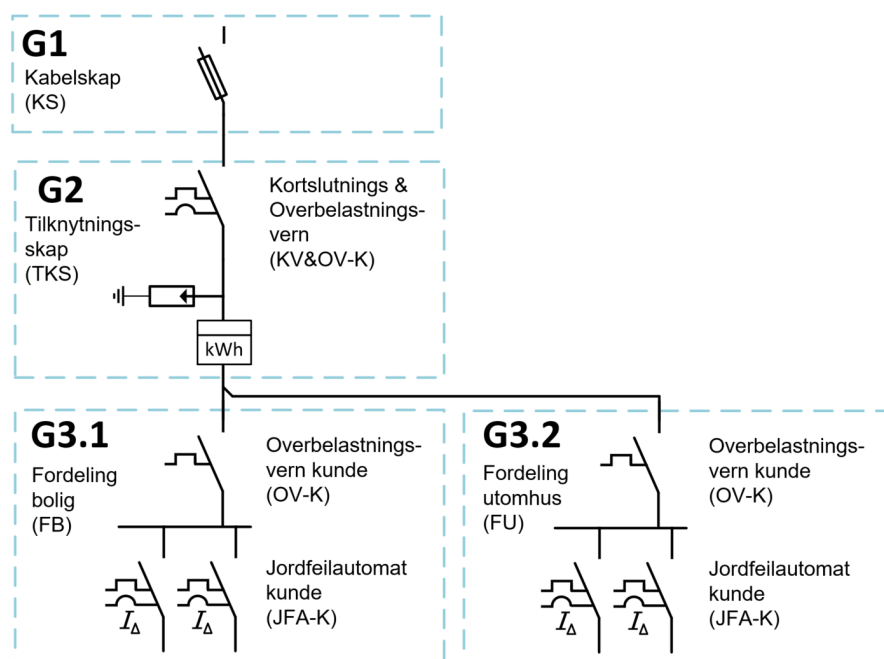
Figur 10 Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med utleieleilighet

## 8.7 A3 Stikkledning til bolig med fordeling utendørs

Fordeling utomhus kan være forsyning til en belastning som naturlig er knyttet til boligen. Dette kan være garasje, varmekabler, elbil, mv. Som nevnt i kapittel 8 må det gjøres en risikovurdering ved valg av overstrømsvern av type KV/OV i tilknytningsskap ved forsyning til både utomhus og innvendig fordeling. **Figur 12** viser enlinjeskjema over installasjonen.

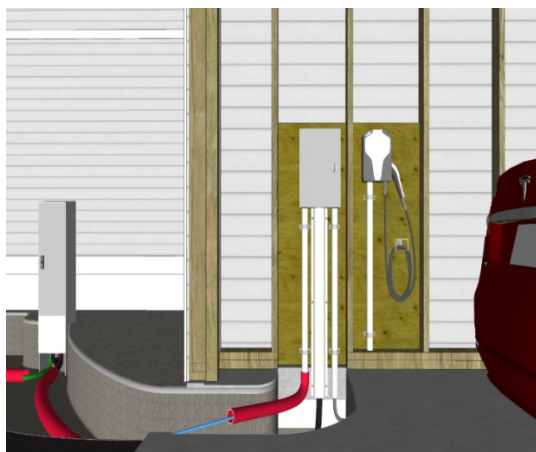


**Figur 11** RT11199 Stikkledning til enebolig med utomhus installasjon - eksempelvis garasje - prinsippkisse



**Figur 12** Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med fordeling utendørs

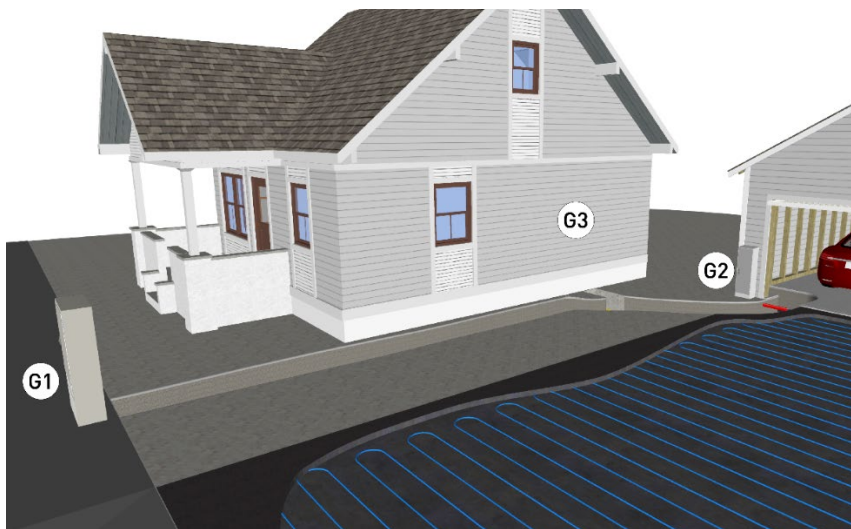




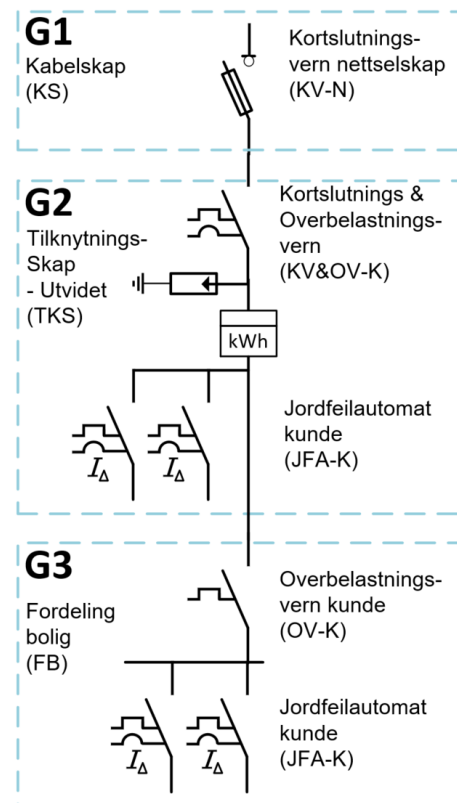
**Figur 13** RT11200 Stikkledning til enebolig med fordeling utendørs - eksempelvis garasje - Detaljert bilde

### 8.8 A4 Stikkledning til bolig med utvidet tilknytningskap

Ved bruk av utvidet tilknytningskap inneholder tilknytningskapet 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 14** viser enlinjeskjema over installasjonen.



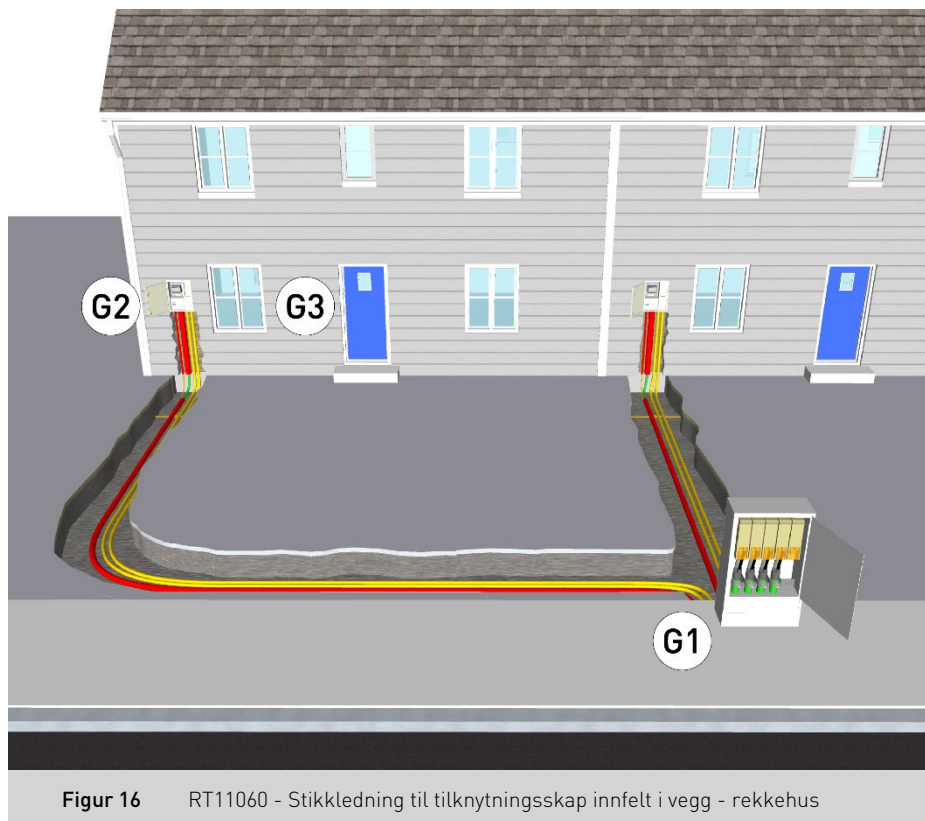
**Figur 15** Illustrasjon på enebolig med utvidet tilknytningskap



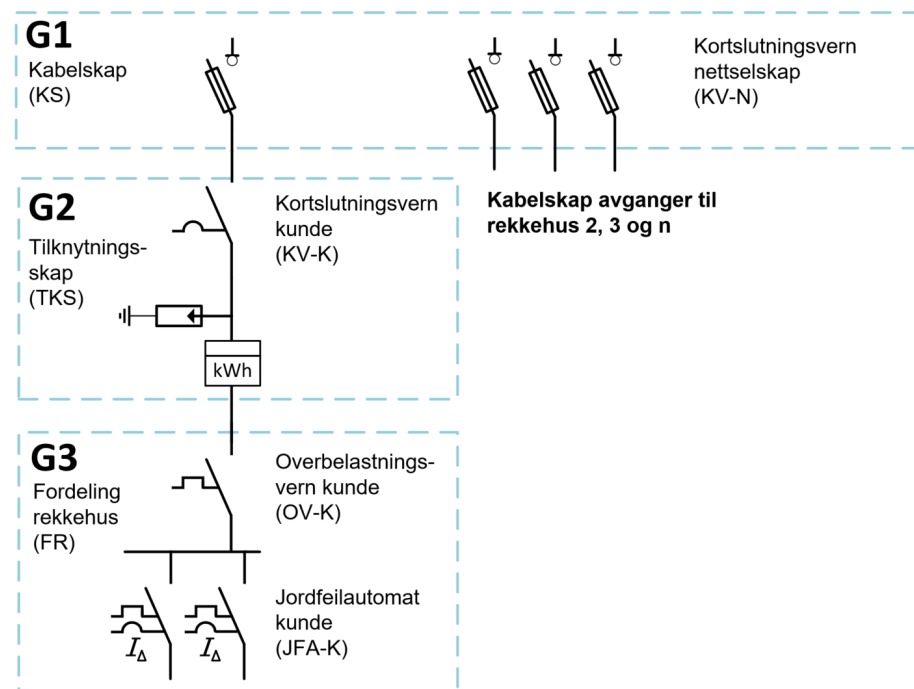
**Figur 14** Enlinjeskjema for stikkledning til enebolig med utvidet tilknytningskap

### 8.9 A5 Stikkledning til rekkehus

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



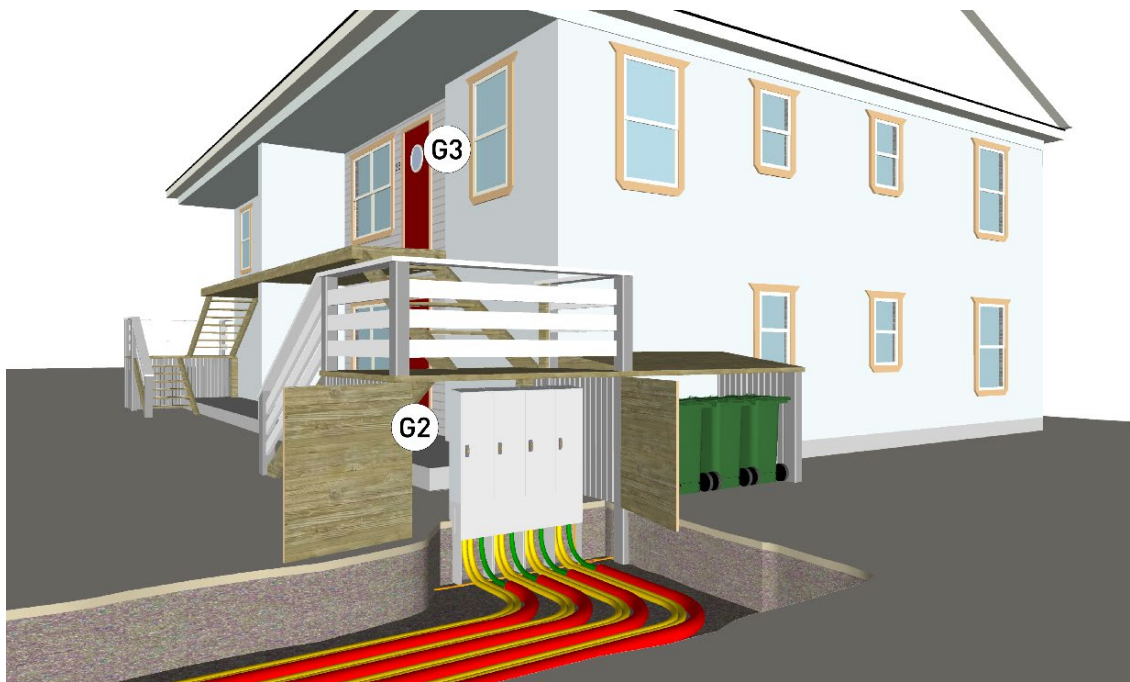
Figur 16 RT11060 - Stikkledning til tilknytningskap innfelt i vegg - rekkehus



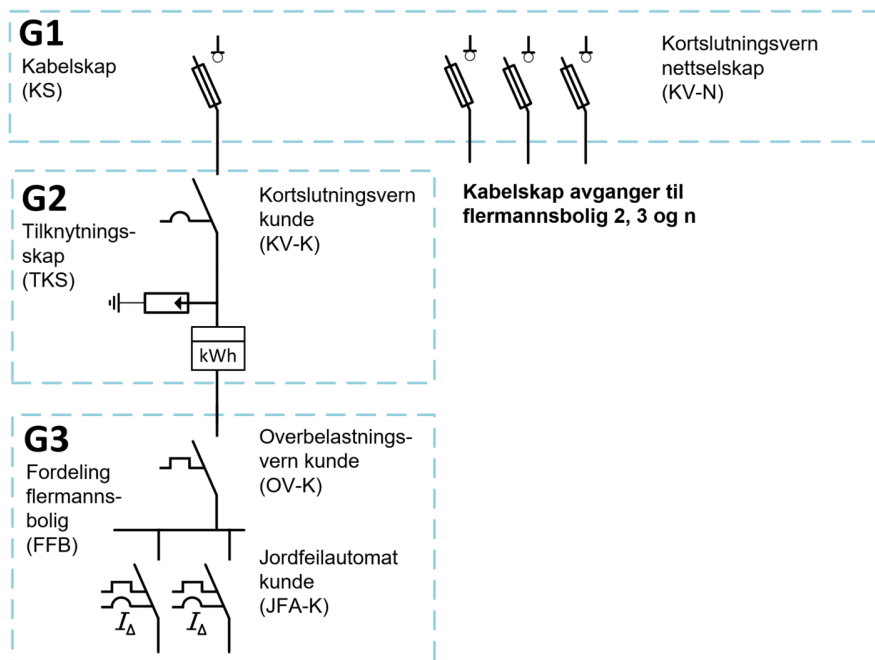
Figur 17 Enlinjeskjema - Stikkledning til tilknytningskap innfelt i vegg - rekkehus

### 8.10 A6 Stikkledning til flermannsbolig

Figur 18 og Figur 19 viser prinsippet for stikkledning til flermannsbolig og da i dette tilfellet firemannsbolig. Det anbefales her å anvende frittstående tilknytningsapparat plassert på egnet plass som vist i Figur 18.



Figur 18 RT11061 - Stikkledning til firemannsbolig - alt 1 direkte



Figur 19 Enlinjeskjema for stikkledning til firemannsbolig

## 8.11 A7 Forsyning til spesielle installasjoner utsatt for overspenninger

### 8.11.1 Beskrivelse

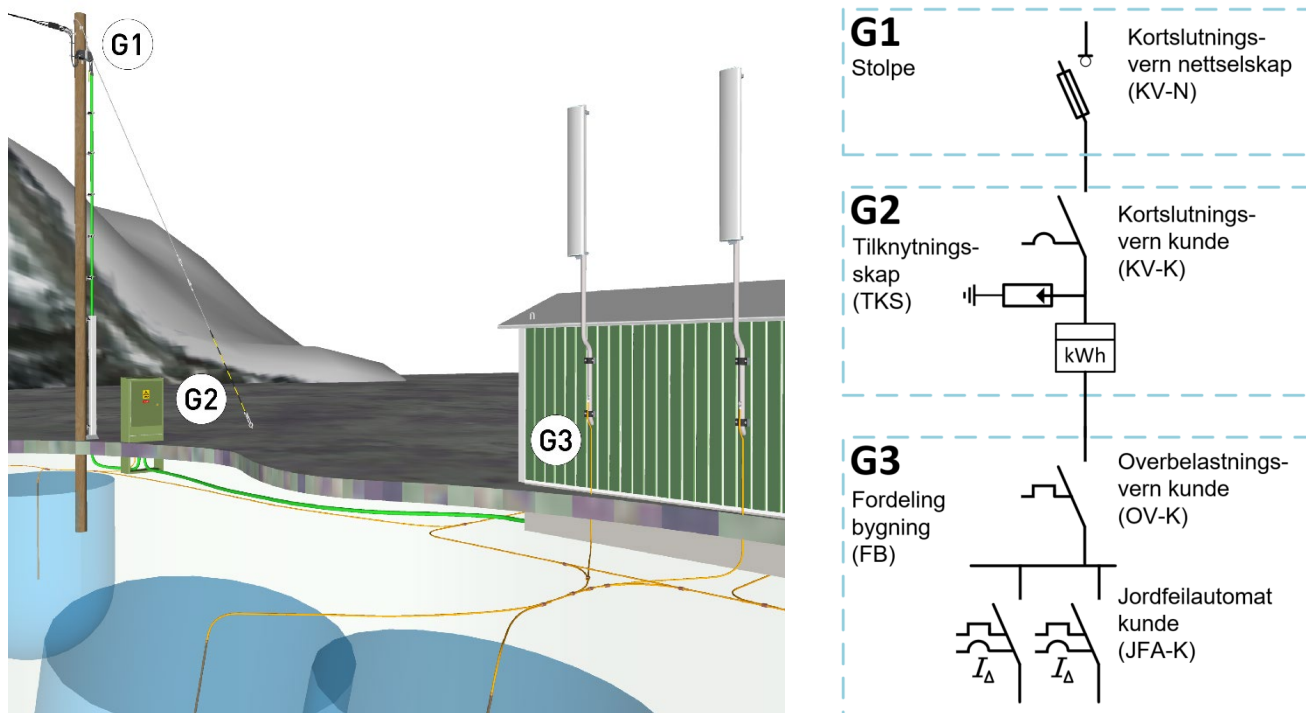
Dette er forsyning til installasjoner som er utsatt for overspenninger, typisk plassert på fjelltopper, som basestasjoner, og hvor jordsmonnet har høy jordresistivitet.

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 NEK399. Kapittel 8.11.3 og 8.11.5 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.

### 8.11.2 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  $\geq 35$  meter.



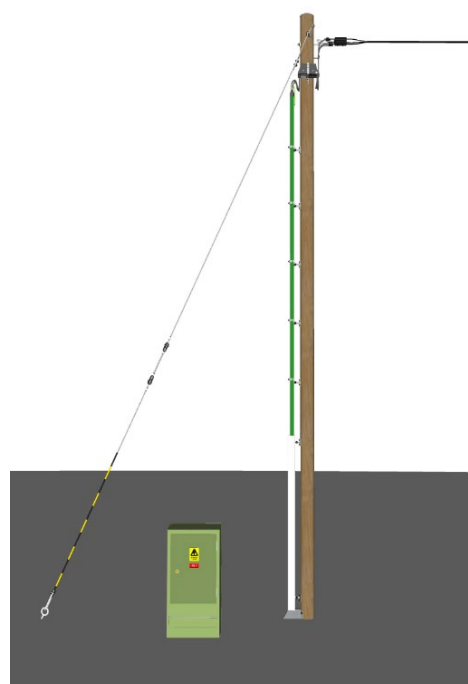
Figur 20 Grensesnitt til mindre antenne anlegg - metode A

### 8.11.3 Forsyning til større basestasjon

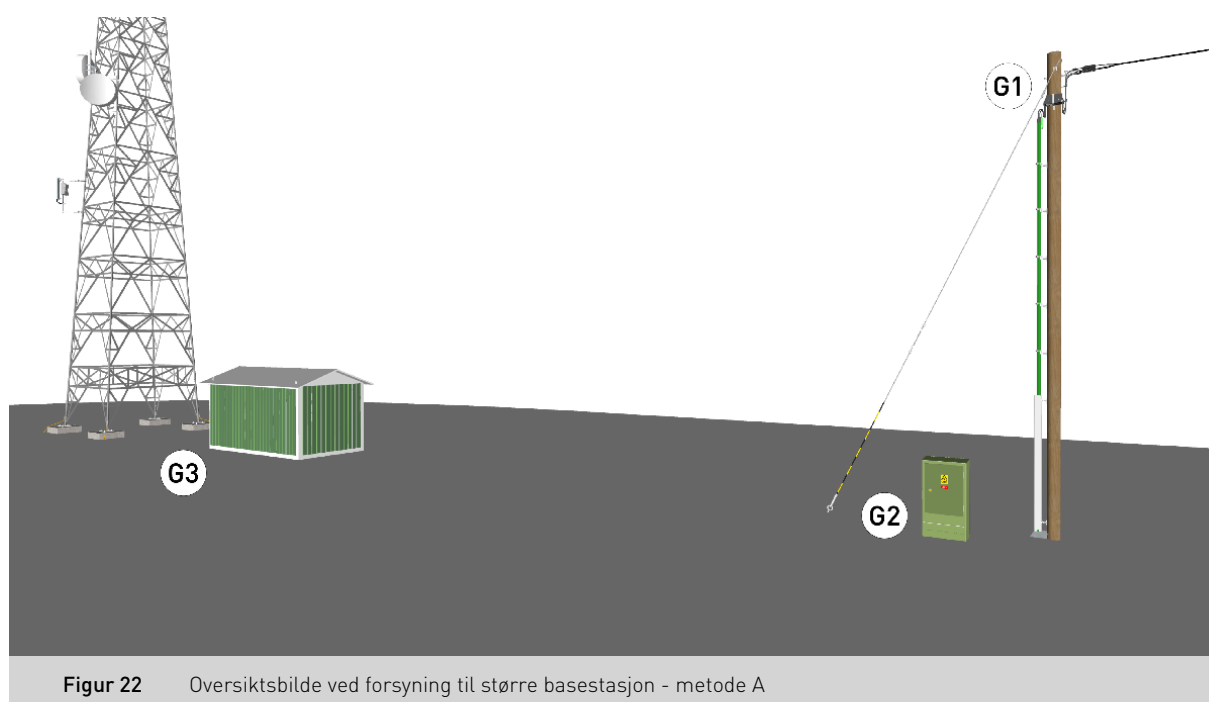
I dette eksempelet er det etablert en større mast hvor de ulike antennene er plassert.

Grensesnittet er i tilknytningsskap (G2), som forsyner teknisk bygg (G3). Tilknytningsskapet forsynt via kabel som er nedført fra stolpe og beskyttet av sikringskillebryter. (G1). Nettselskap har ansvaret for terminering.

Avstand mellom tilknytningsskap og teknisk bygg skal være  $\geq 35$  meter.



Figur 21 Tilknytningsskap og forsyning fra nettselskap

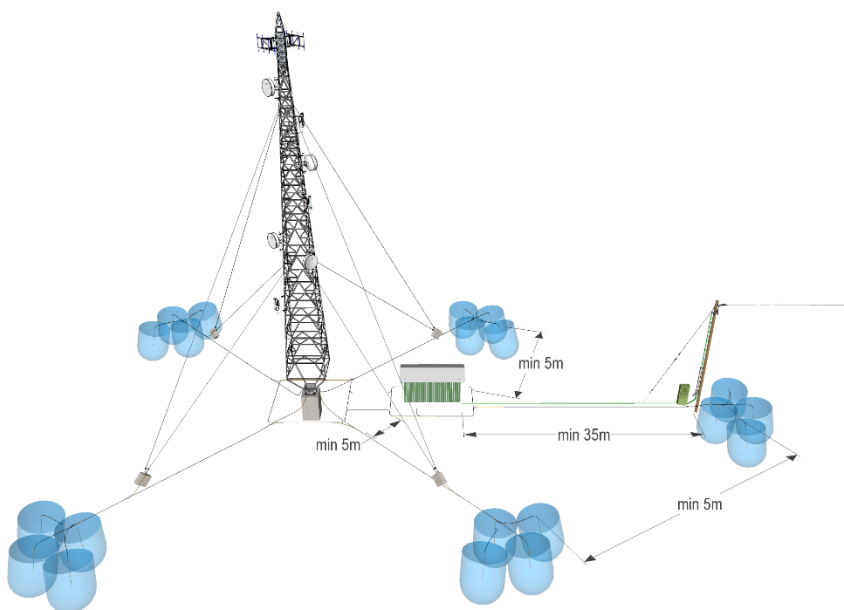


Figur 22 Oversiktsbilde ved forsyning til større basestasjon - metode A

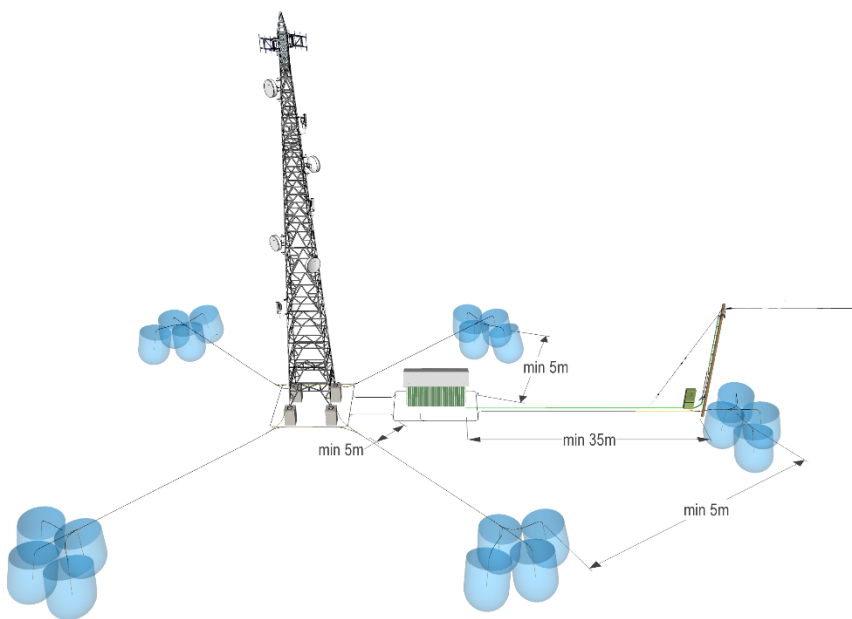
De etterfølgende figurer viser to ulike prinsipper for antennemast. En med og en uten barduner.

**Figur 23** 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 23** Oversiktsbilde ved forsyning til større antenne anlegg - med barduner - metode A



**Figur 24** Oversiktsbilde ved forsyning til større antenne anlegg - uten barduner - metode A



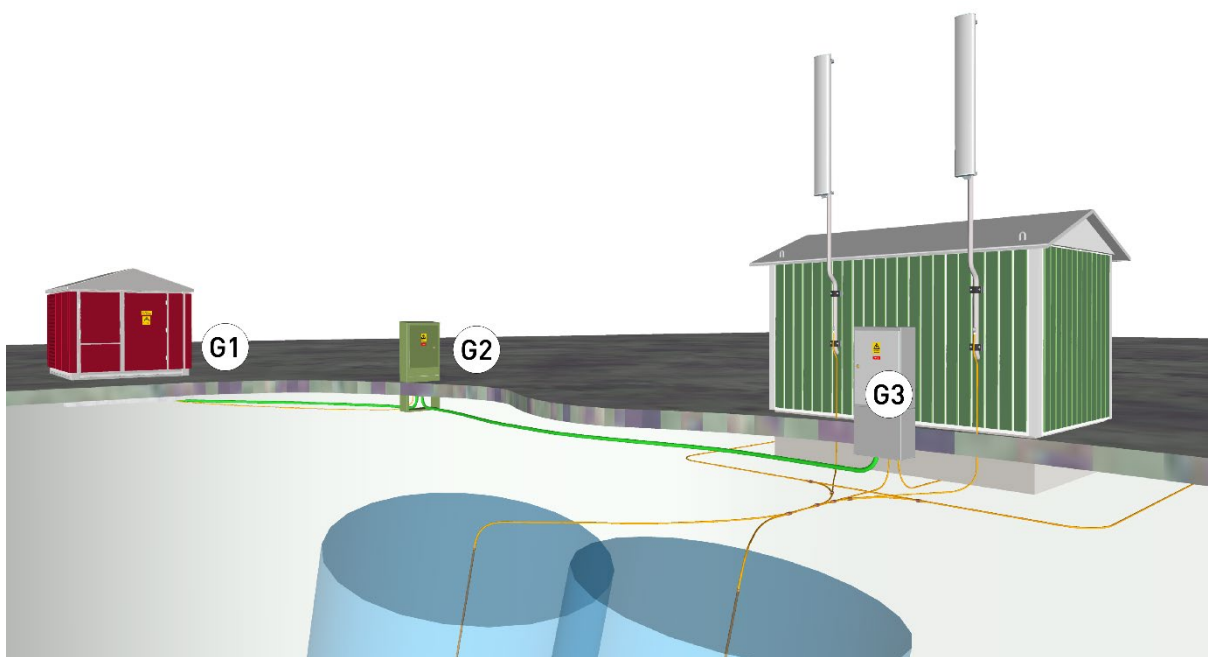
### 8.11.4 Krav til jordingssystem

Ved luft-forsyning til utsatte installasjoner ved metode A skal jordingssystemene 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 jordingssystem for tilknytningsskap på endestolpe/avgreningsstolpe eller høyspenningmast. Minimumavstand er 5 meter som vist på de tilhørende figurer.

### 8.11.5 Forsyning til mindre basestasjon ved hjelp av kabel

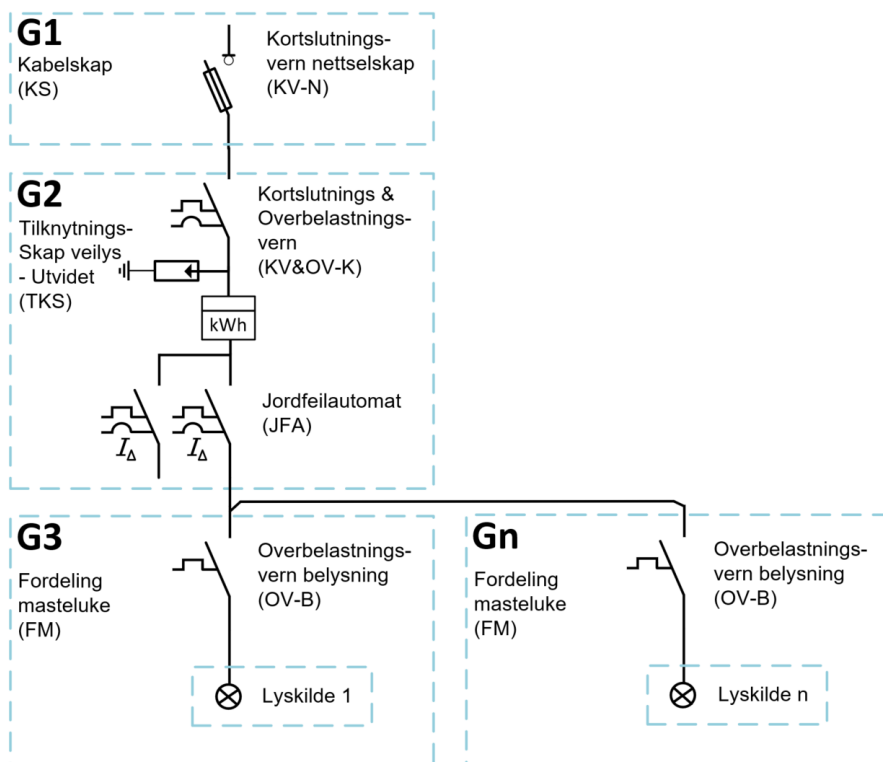
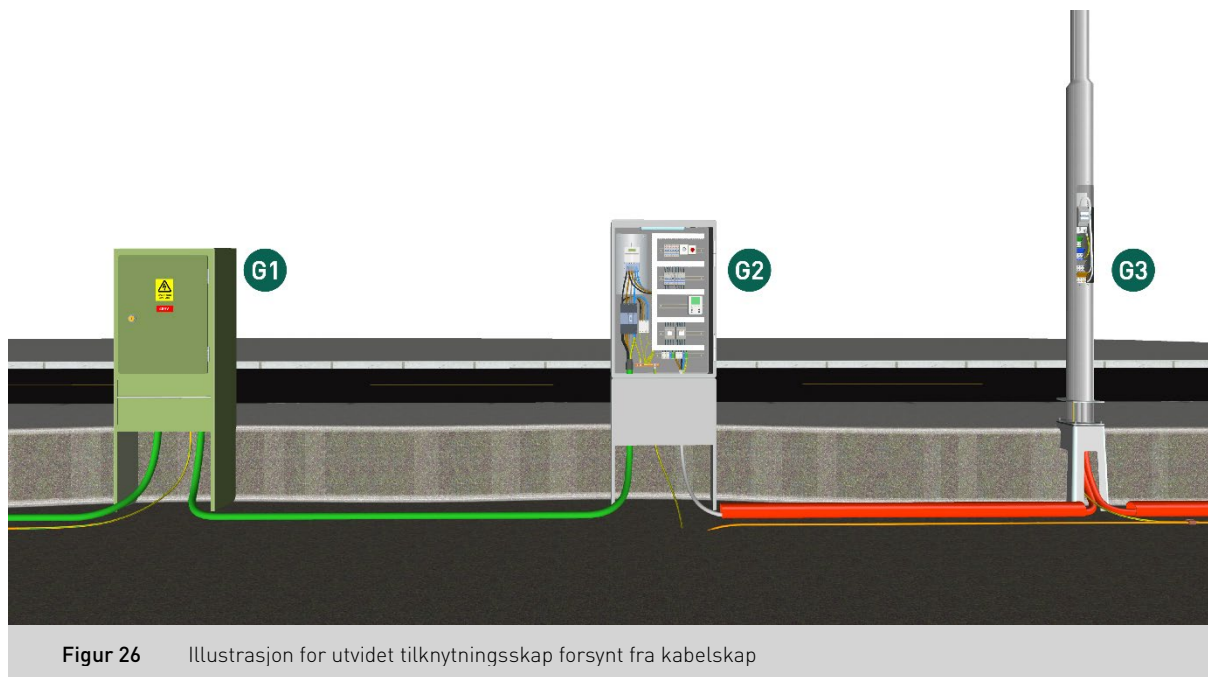
I noen tilfeller er basestasjonen forsynt fra kabelnett. Eier-prinsippene er de samme som beskrevet i kapittel 8.11.1, men jordingssystemene endres. I dette tilfellet forlegges **ikke** uisolert jordledning i kabelgrøft fra kabelskap (G2) til tilknytningsskap (G3). Antenner plassert på bygning skal jordes der jordleder-fremføring ledes direkte til jord ved hjelp av impulsjording. Se **Figur 25**.



Figur 25 Forsyning til basestasjon ved hjelp av kabel

## 8.12 A8 Forsyning til veilys

**Figur 26** 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 NEK399 kapittel 11.3.



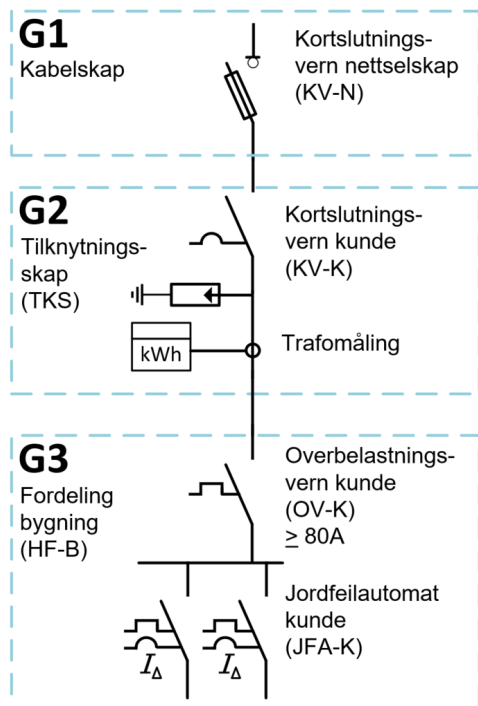
**Figur 27** Eksempel på enlinjeskjema for utvidet tilknytningskap forsynt fra kabelskap

### 8.13 A9 Installasjon med overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A

Ved forsyning til bygninger med overbelastningsvern > 80 A ≤ 125 A Kan det benyttes tilknytningsskap og måling med strømtransformatore. **Figur 28** 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 NEK399 11.2 (HxBxD = 550x250x160) og [RENblad 4002](#).



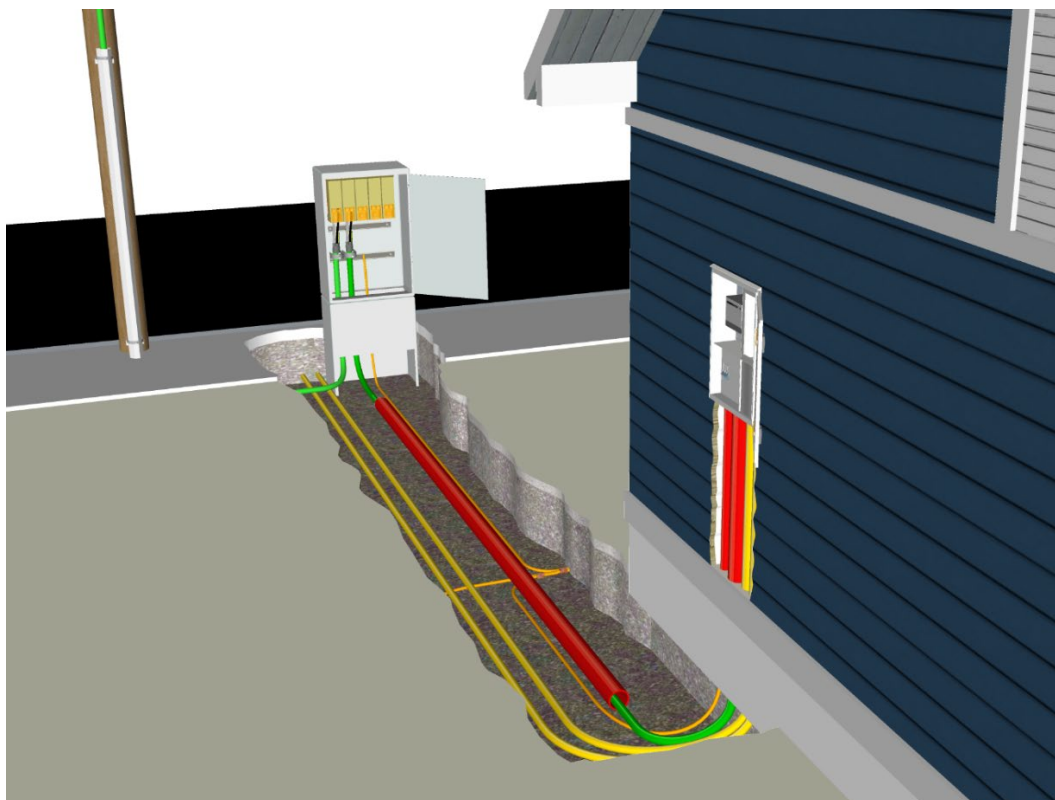
Figur 28 Illustrasjon på barnehage



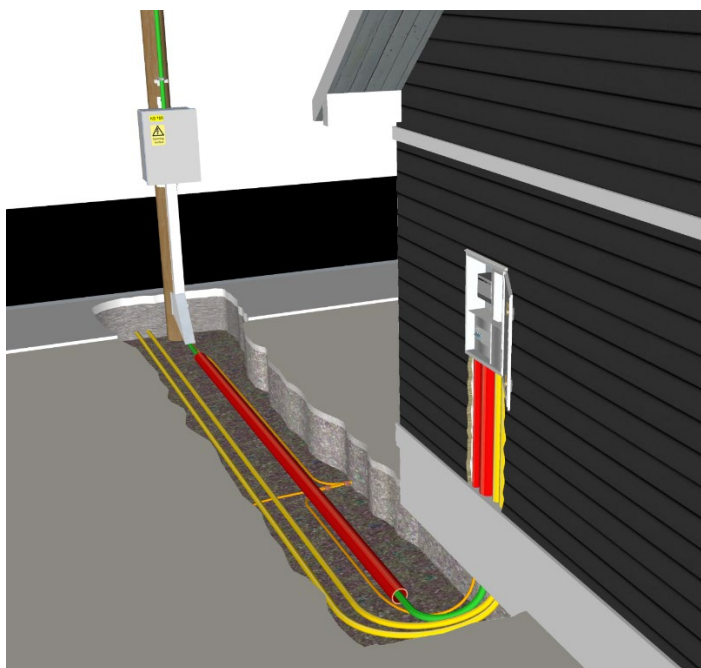
Figur 29 Enlinjeskjema for stikkledning til kunde med trafomålt anlegg i tilknytningsskap

### 8.14 Stikkledning fra kabelskap som er forsynt fra luftnett

De samme prinsippene som ved forsyning fra kabelskap i et kabelnett gjelder. Med hensyn på jording skal det utføres i samsvar med kapittel 8.4. Det henvises til kapittel 16 for alt arbeid i luftnettet.



**Figur 30** RT11089 - Stikkledning til tilknytningsskap innfelt i vegg - Kabelskap forsynt fra luftnett

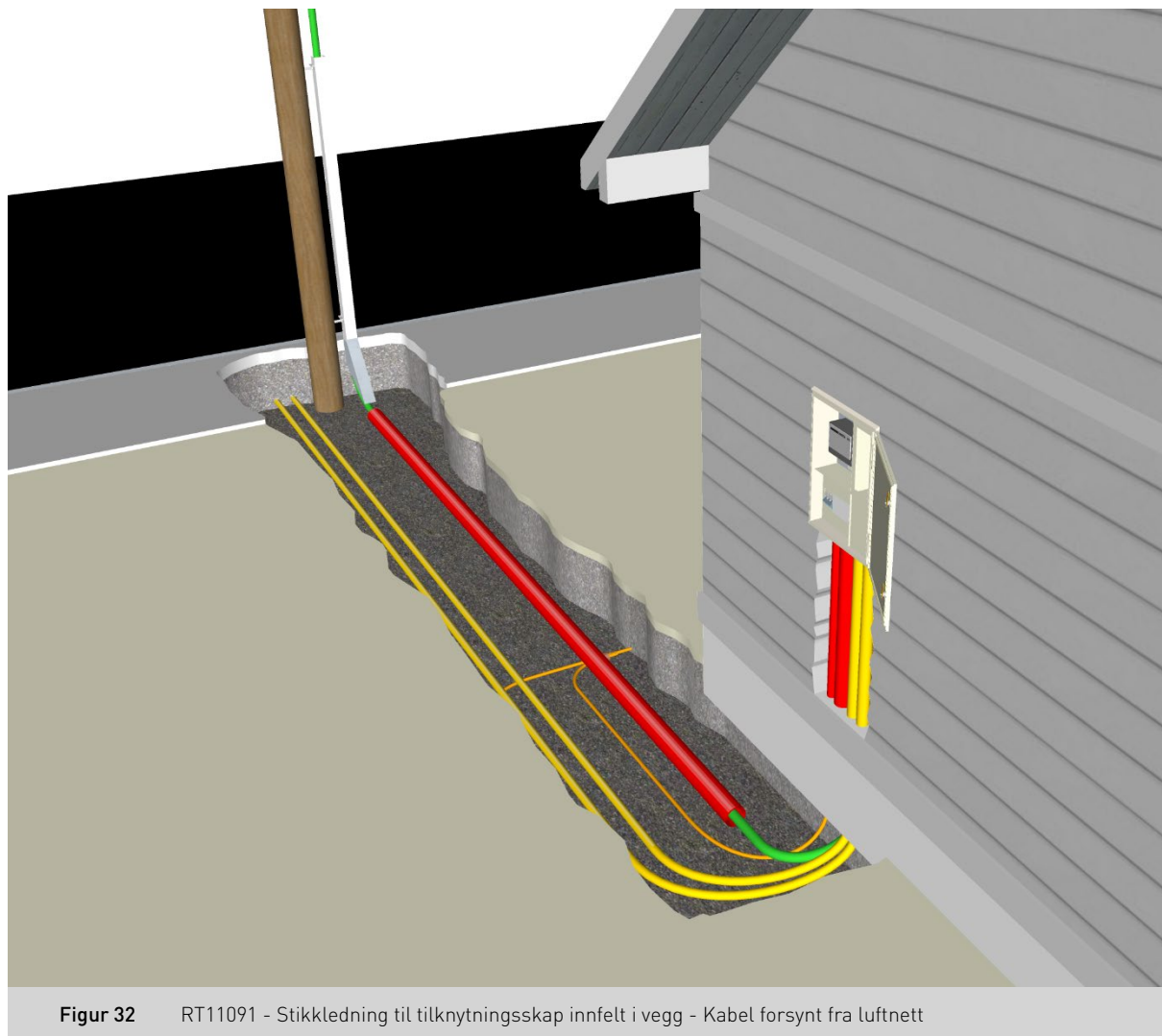


**Figur 31** RT11090 - Stikkledning til tilknytningsskap innfelt i vegg - Kabelskap på stolpe forsynt fra luftnett

### 8.15 Stikkledning med kabel som er forsynt fra luftnett

Ved forsyning fra luftnett, er løsning i 8.14, 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.

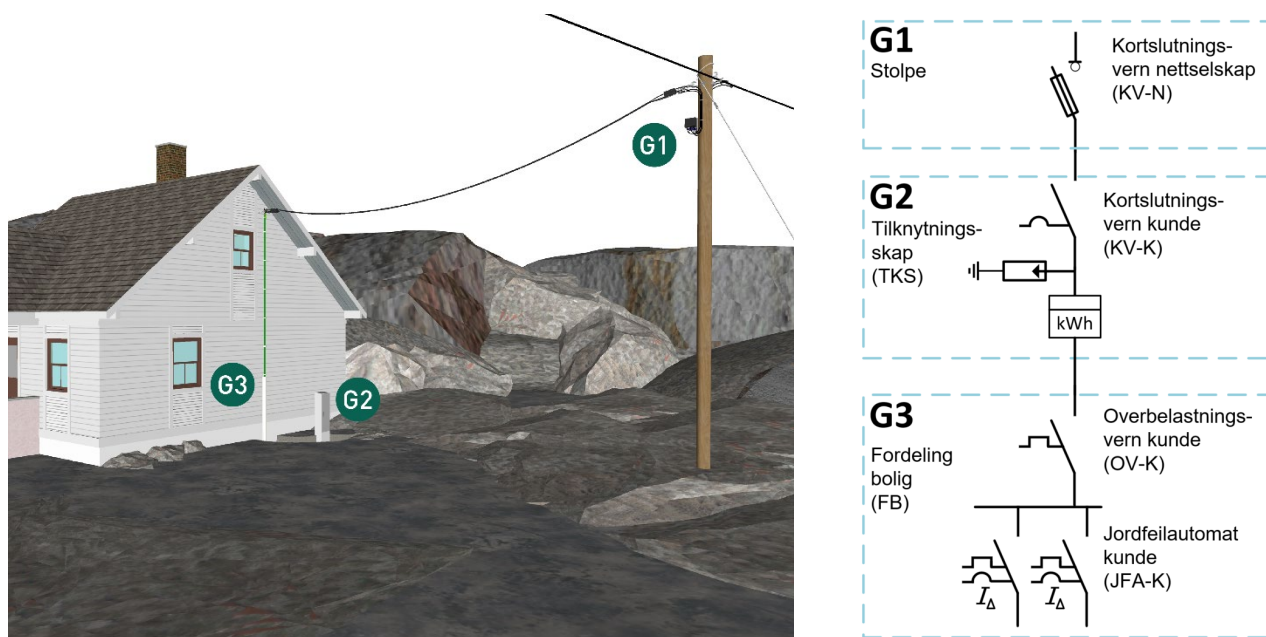


Det henvises til kapittel 16 for alt arbeid i luftnett.

## 8.16 A10 Stikkledning av type luftledning

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.

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 33** RT11211- Metode for forsyning til tilknytningsskap 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.

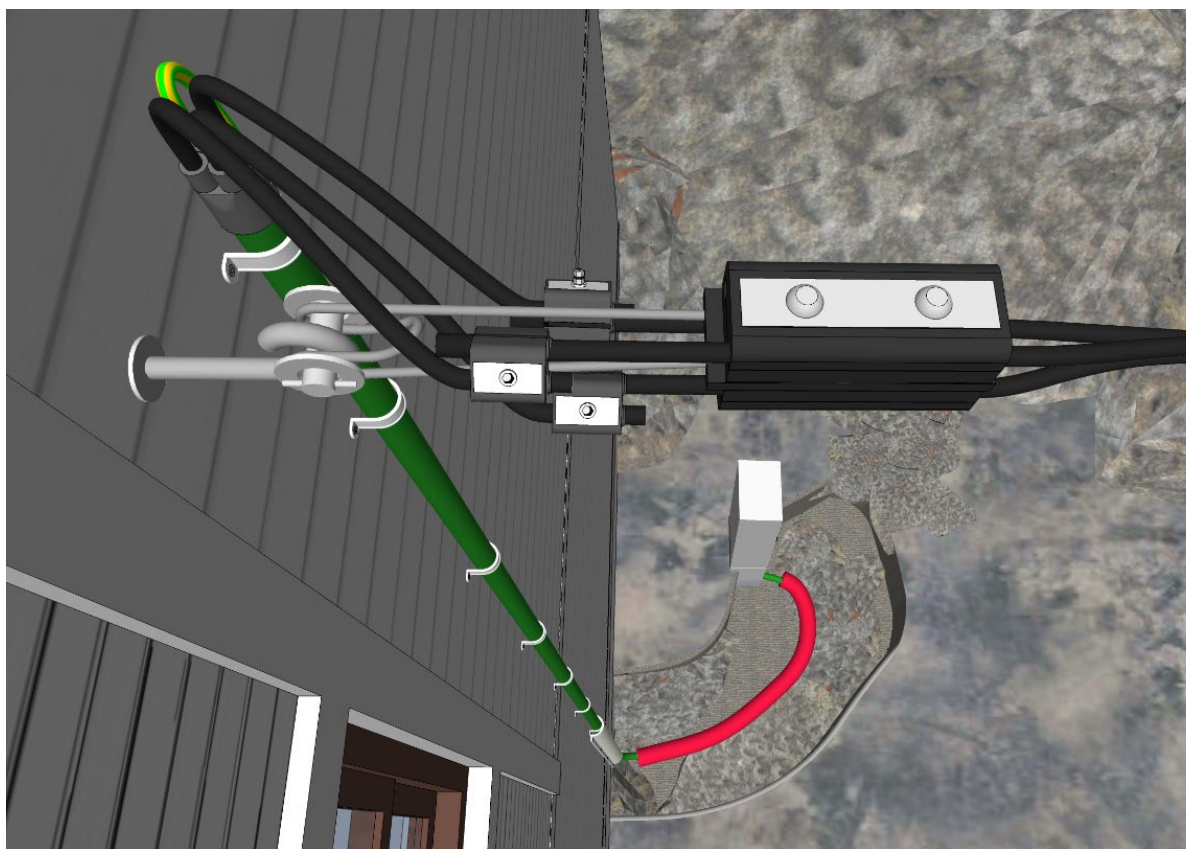
Minste avstand til terreng ved innføring til bygningsvegg må være minimum 2,5 meter. Pilhøydetabell i **Figur 34** skal anvendes.



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 34 Pilhøyde tabell



Figur 35 RT11212 - Kabelnedføring langs vegg

Det henvises til kapittel 16 for alt arbeid i luftnett.

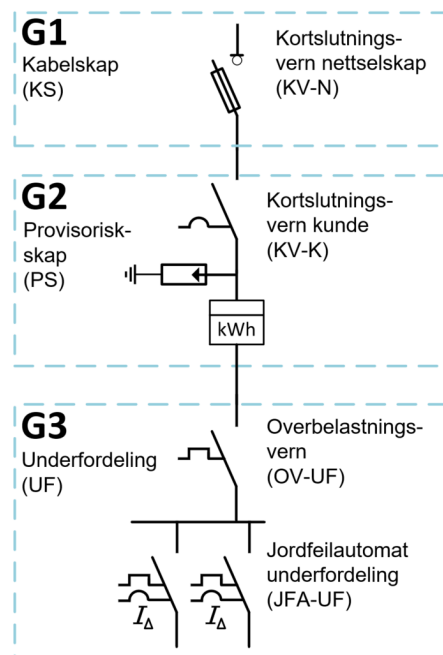


## 8.17 A11 Kraftforsyning til bygninger under oppføring

### 8.17.1 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 36** Eksempel på enlinjeskjema for provisorisk byggestrøm



**Figur 37** Beskrivelse av grensesnitt for provisorisk forsyning til bygging av bolig

### 8.17.2 Detaljert beskrivelse

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

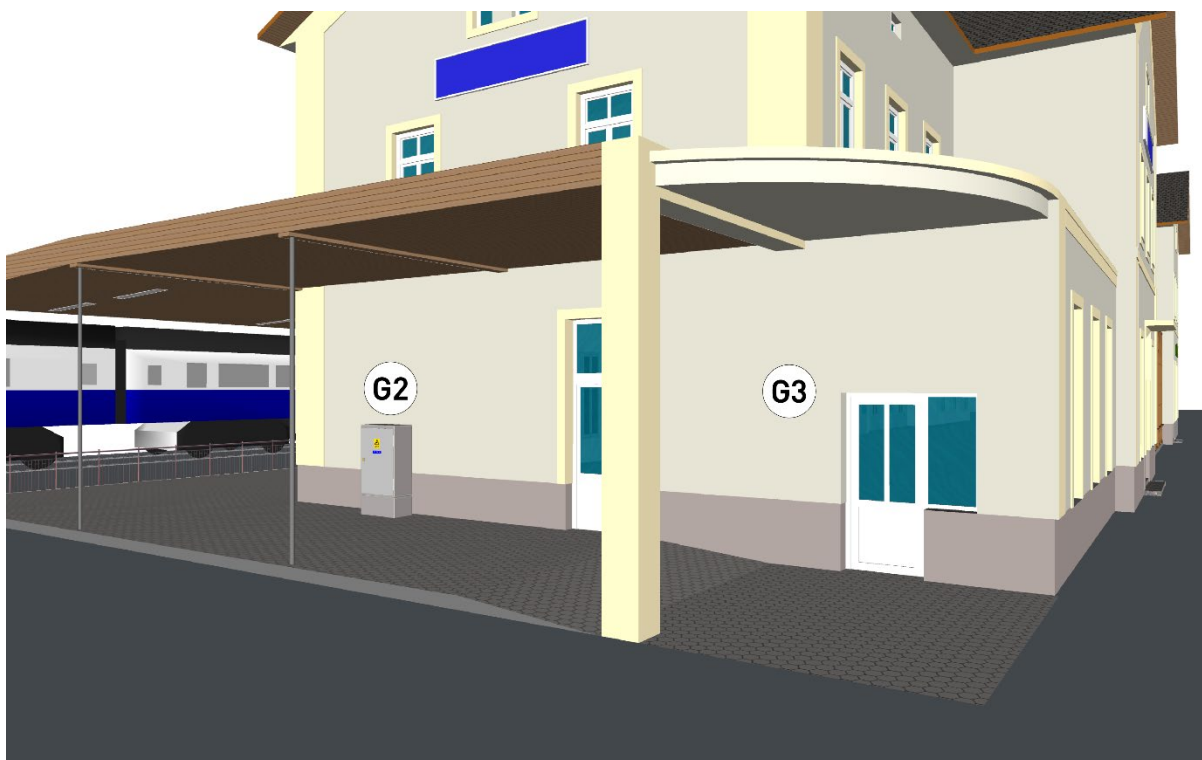
## 8.18 A12 Forsyning av elektriske jernbaner

### 8.18.1 Beskrivelse

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner i henhold til metode A skal utføres etter prinsippene i NEK399 som er illustrert i kapittel 8.1.

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 38**.

*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.*



**Figur 38** Illustrasjon på forsyning av installasjon i jernbanevirksomhetens anlegg ved hjelp av et tilknytningsskap

### 8.18.2 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.

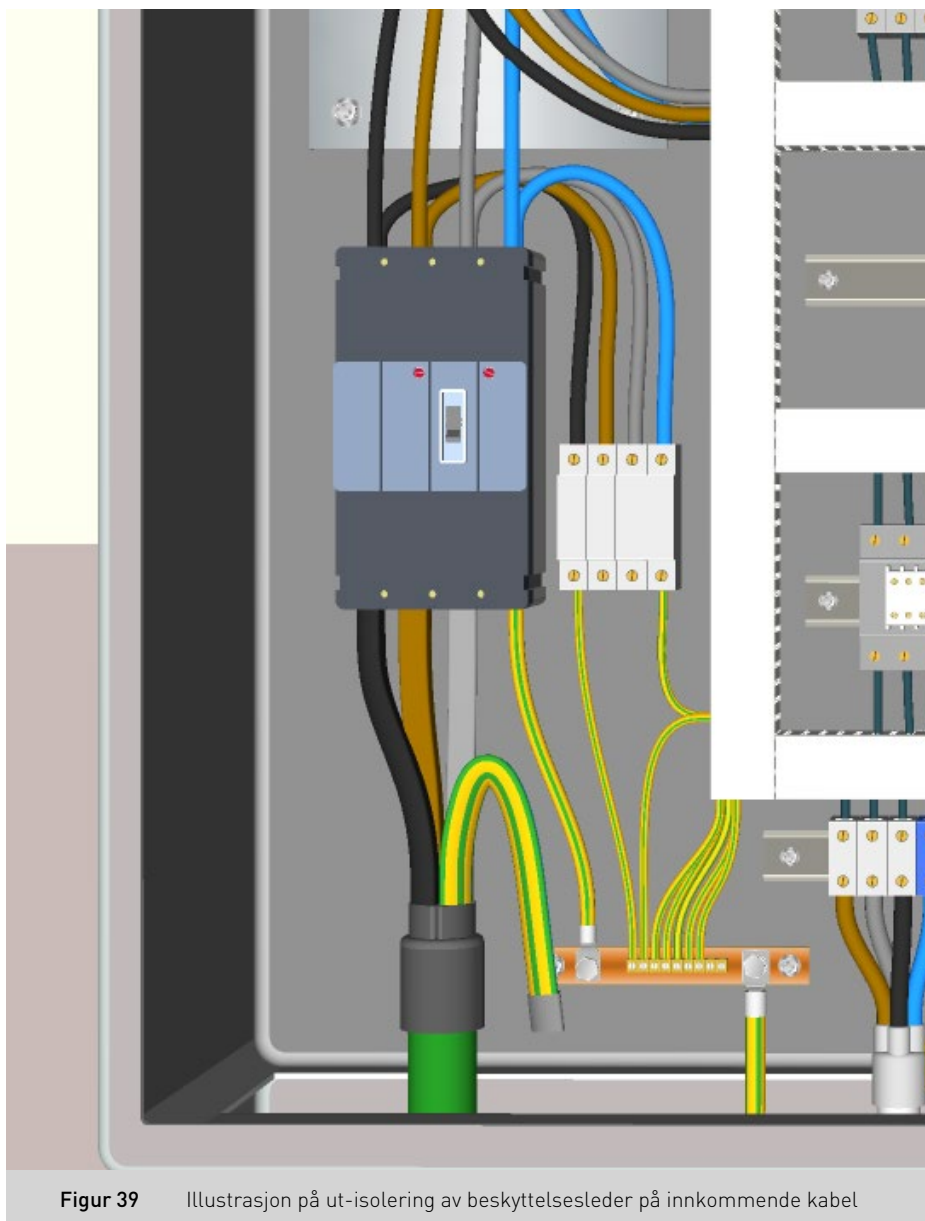
### 8.18.3 Alt. 2 Forsyning med IT 230V - Adskillelse av jordingsystem

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

Det leveres IT 230V forsyning.

Jordingsystem 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 39**.
- Fordelingen skal merkes på en passende plass «Inngående jordingsleder er fra-isolert - adskilt jordingsystem»



**Figur 39** Illustrasjon på ut-isolering av beskyttelsesleder på innkommende kabel

### 8.18.4 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 39**.

Ved TN 400V:

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

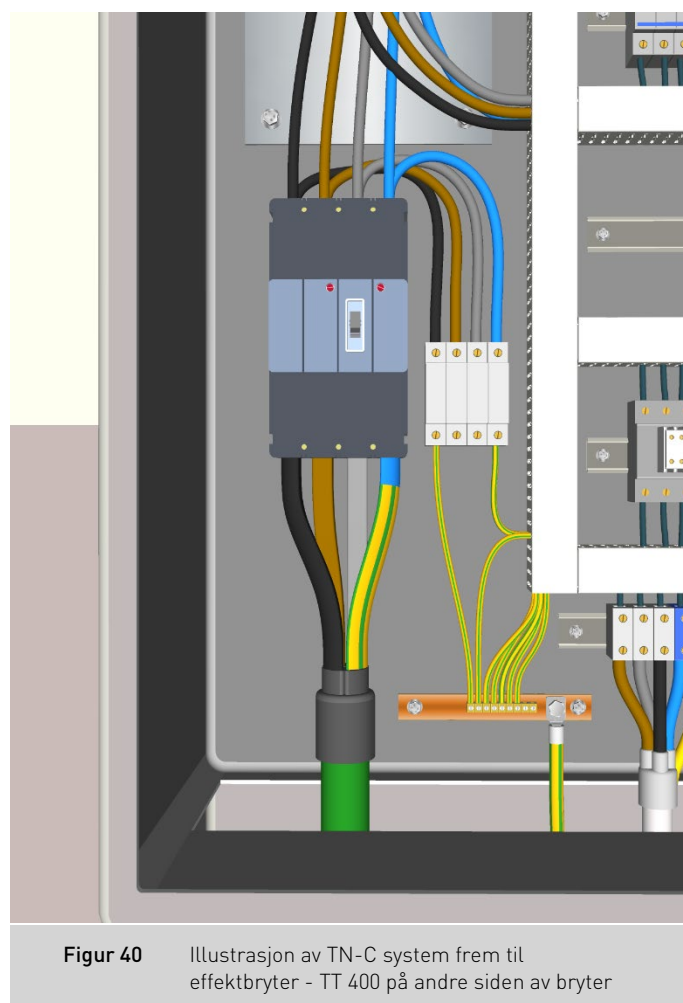
PEN - leder tilkobles ikke til jordingsystem hos jernbaneverket og termineres direkte på effektbryter i hovedfordeling.

### 8.18.5 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 40**.
- 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.



**Figur 40** Illustrasjon av TN-C system frem til effektbryter - TT 400 på andre siden av bryter

- Bruk av TT nettsystem krever nettselskap og DSB sin godkjenning i henhold til FEL vedlegg 1
  - «Tillatte spenningsystemer».

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

#### **8.18.6 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 8.11.2 til 8.10.4 anvendes i samarbeid med eier av jernbaneinstallasjon.

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

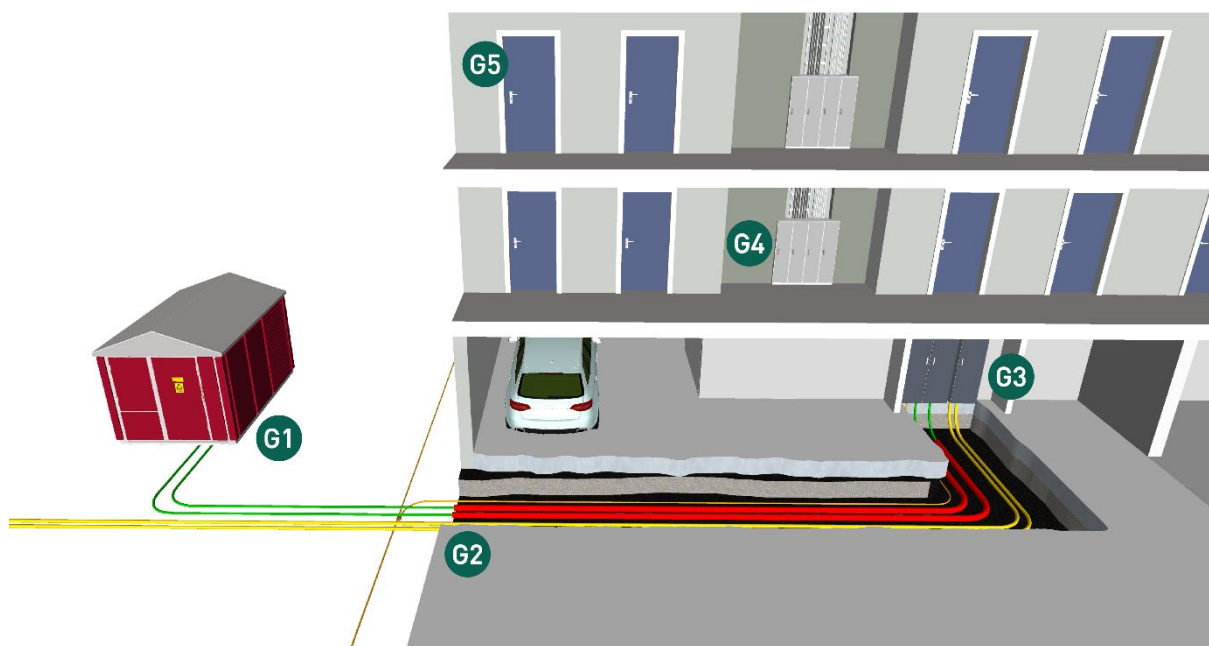
Overspenningsvern i tilknytningsskap skal tilkobles jernbanens jordingssystem.

## **9 BESKRIVELSE AV METODE B OG LØSNINGER**

Metode B benyttes ved forsyning til bygg med overbelastningsvern  $>80$  A og  $\leq 1250$  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 12.3 vedrørende krav til bruk av etasjefordelere.





Figur 41 RT11051 - 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.

### 9.1 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.

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

## 9.2 Utførelse av jording

Det skal ikke forlegges uisolert jordledning i stikkledningsgrøft til kunden.

## 9.3 Krav til målerplassering

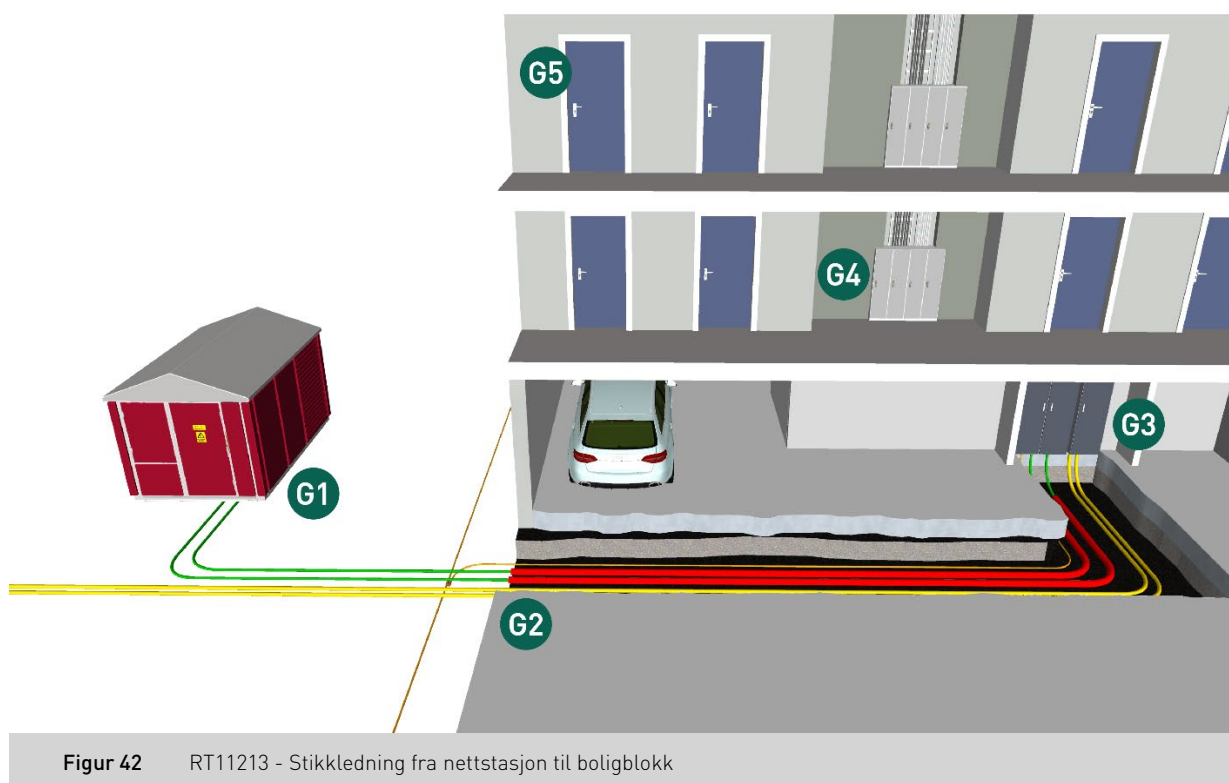
Målerplassering er avhengig av type bygning. Det henvises til kapittel 11.

## 9.4 Ekom

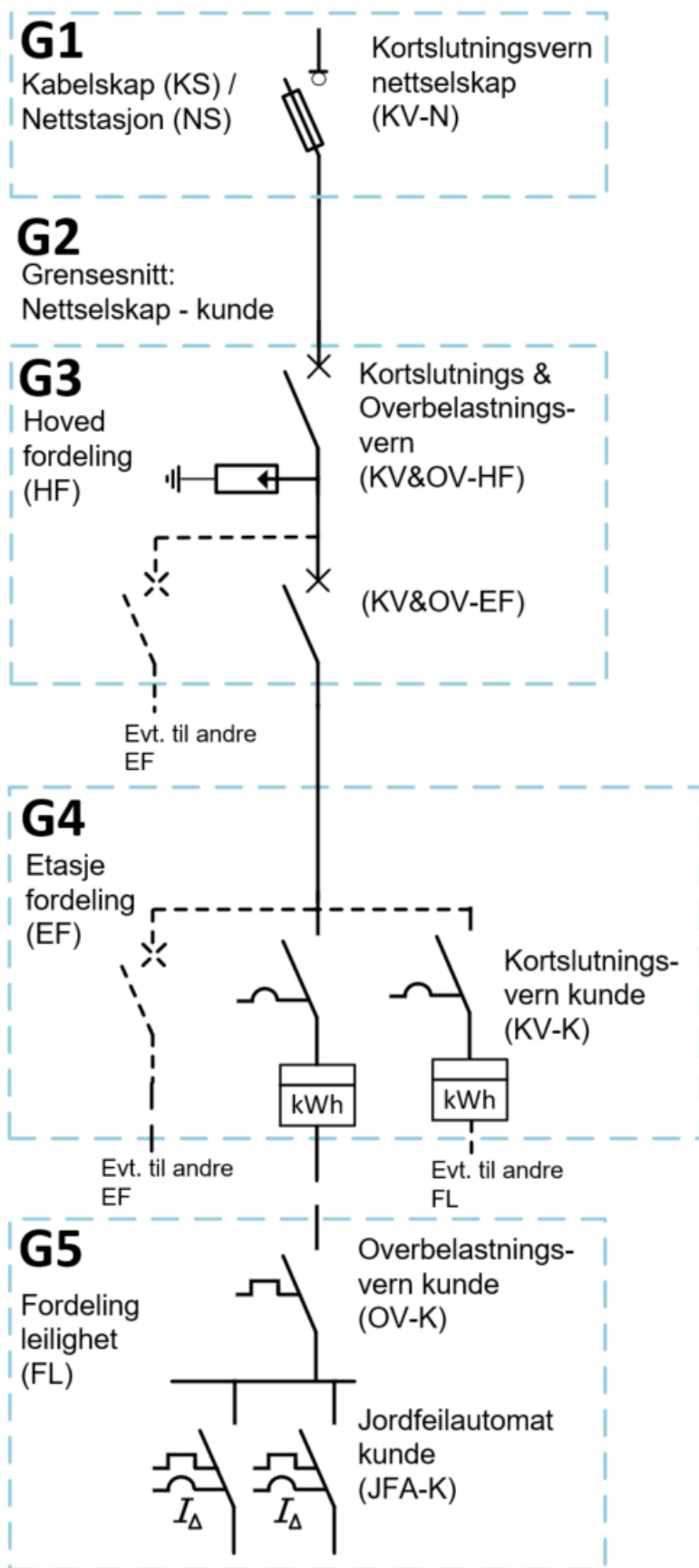
Ekom forsyning skal være av type fiber. Avstand til kraftkabel i grøft skal være minimum 10 cm.

## 9.5 B1 Stikkledning til boligblokk

**Figur 42** viser et eksempel med to stikkledningskabler, både for elkraft og ekom frem til hovedfordeling, samt fordeling videre til etasjefordelere.



Figur 42 RT11213 - Stikkledning fra nettstasjon til boligblokk

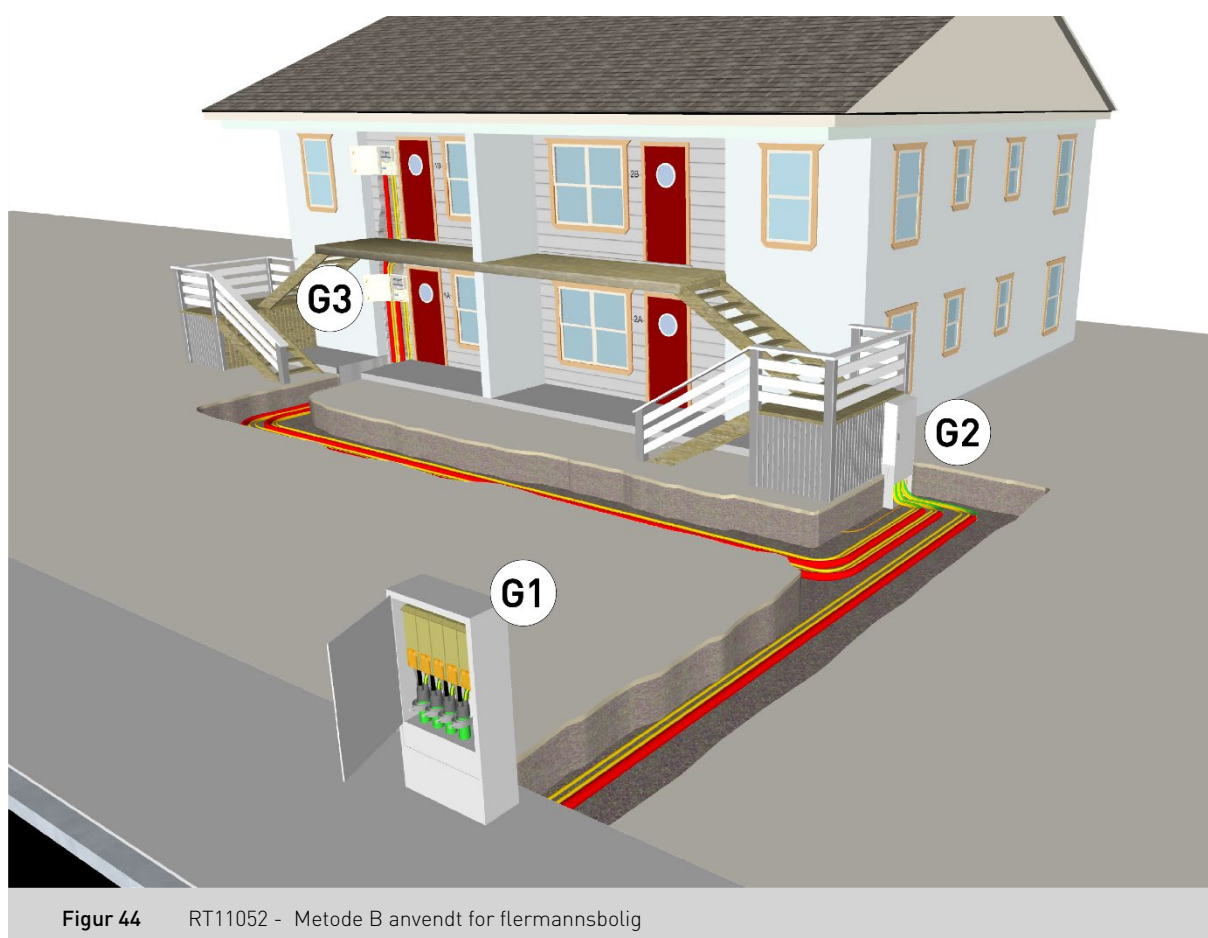


Figur 43 Enlinjeskjema for forsyning fra nettstasjon til boligblokk

## 9.6 B2 Flermannsbolig med fellesareal

Metode B kan også benyttet 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 44**, eksempelvis større enebolig med flere utleieleiligheter.

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



Figur 44 RT11052 - Metode B anvendt for flermannsbolig

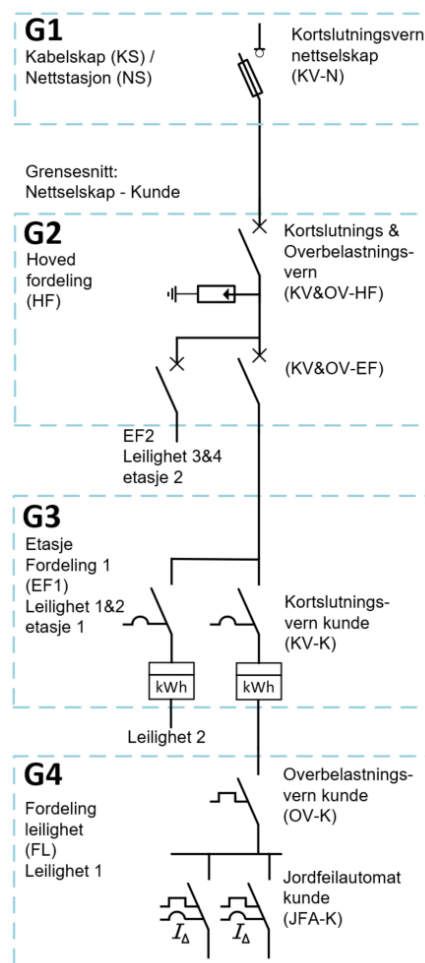
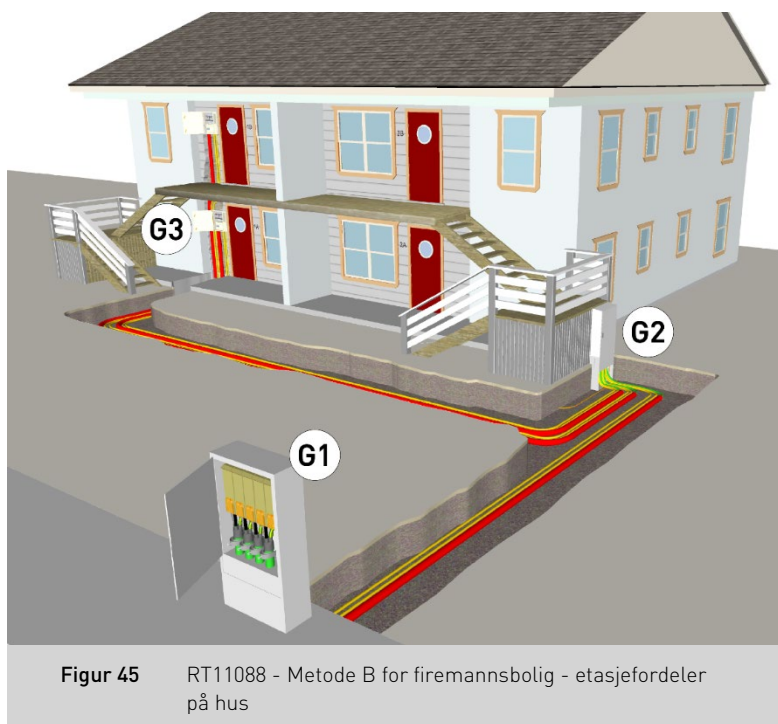
- G1** Kabelskap/nettstasjon eid av nettselskap. Her er kortslutningsvern plassert som beskytter stikkledning termisk mot kortslutningsstrømmer.
- G2** Består av kortslutningsvern og overbelastningsvern for bygningen som helhet, kortslutningsvern og overbelastningsvern for utgående kurser (minimum kortslutningsvern), 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.
- G5** Fordeling innvendig i bolig.  
Inntaksledning fra etasjefordeler forsyner fordeling plassert innvendig i bolig hvor en finner OV vern for den enkelte kurs i boligen.

## 9.7 B3 Stikkledning til flermannsbolig

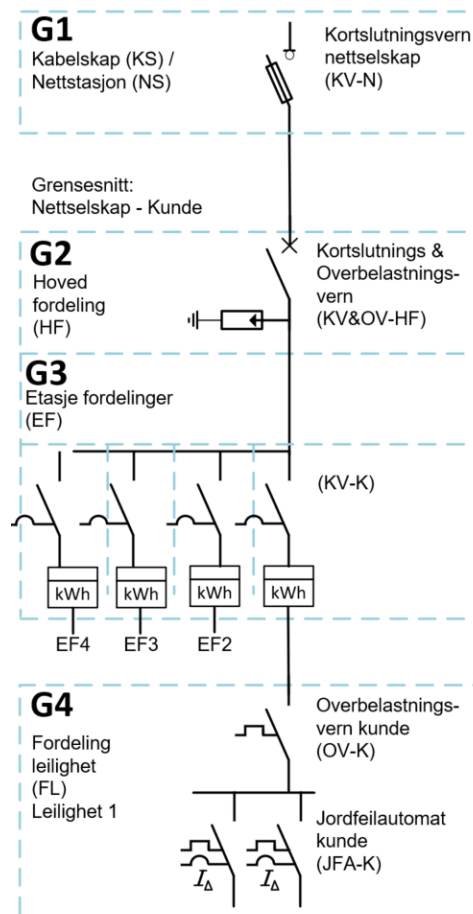
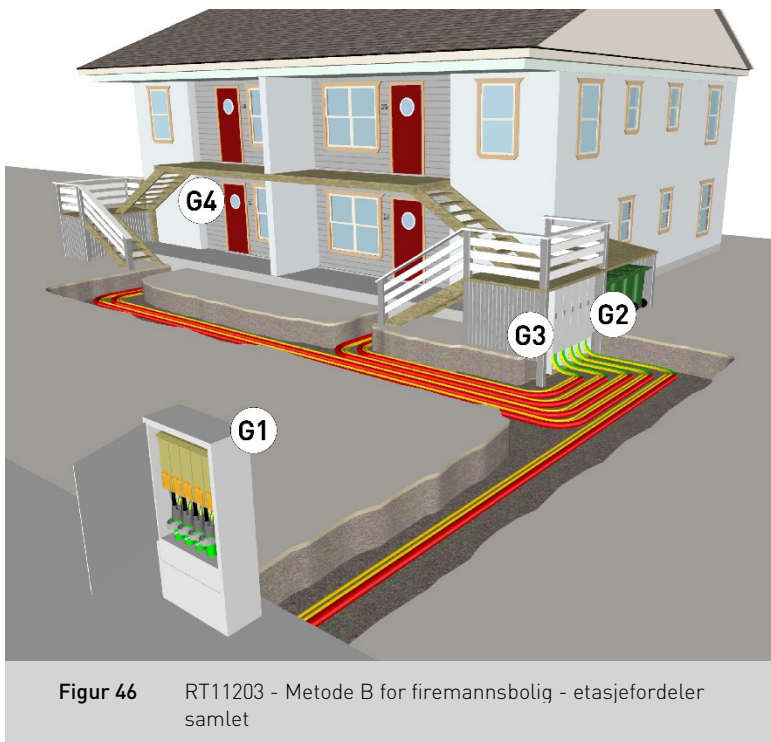
### 9.7.1 Flermannsbolig - eks. firemannsbolig

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.





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.



### 9.7.2 Frittliggende boliger med garasje

**Figur 47** viser frittliggende boligenheter med felles garasje. Hovedfordeling er plassert i garasjeområdet (høyre vegg i garasje) og etasjefordeler, inkludert måler, er plassert på bygningsvegg.

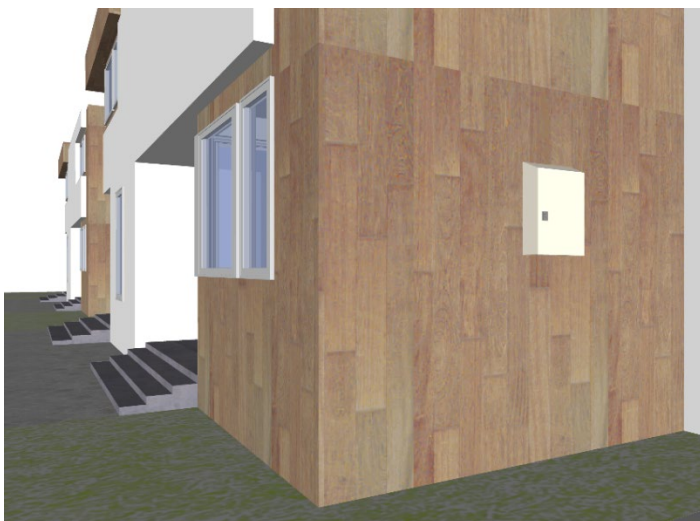


**Figur 47** RT11204 - Metode B - prinsippskisse for frittliggende boliger med felles garasje

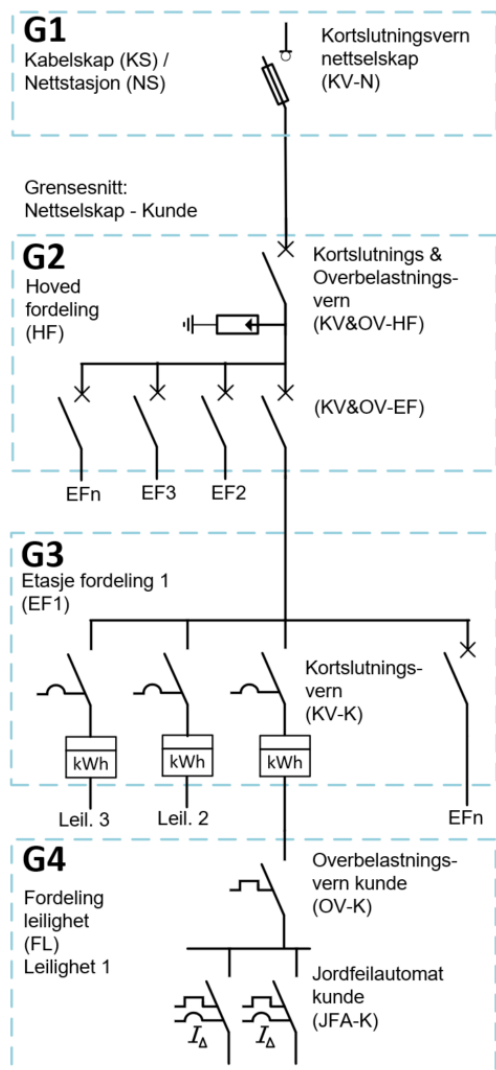
Grensesnitt er i bygningsvegg i garasje.



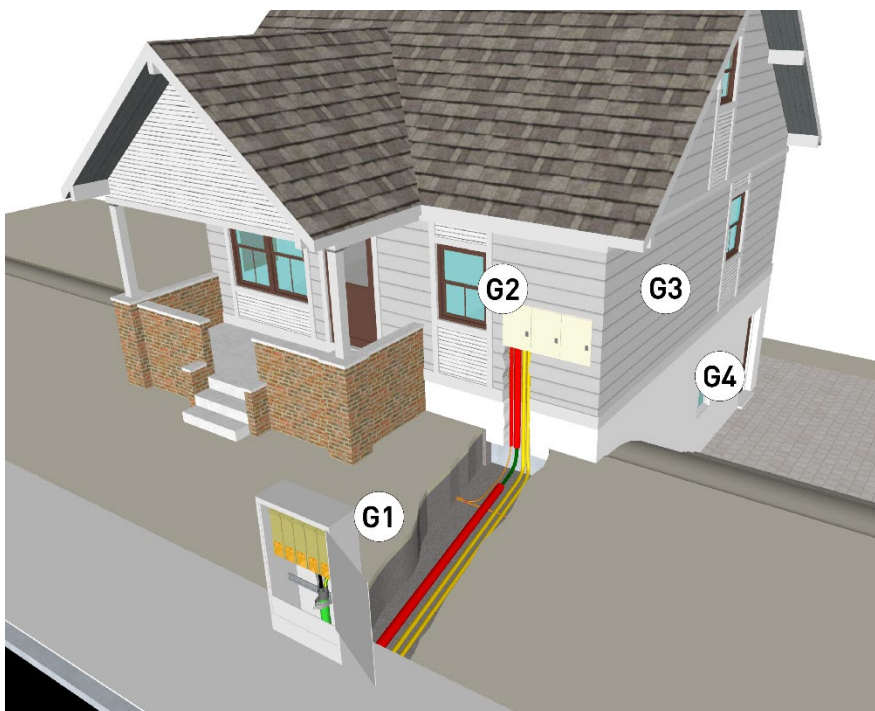
**Figur 48** RT11206 - Metode B - hovedfordeling i felles garasje som forsyner frittliggende boliger



**Figur 49** RT11205 - Metode B. Etasjefordeler - frittliggende boliger med felles garasje



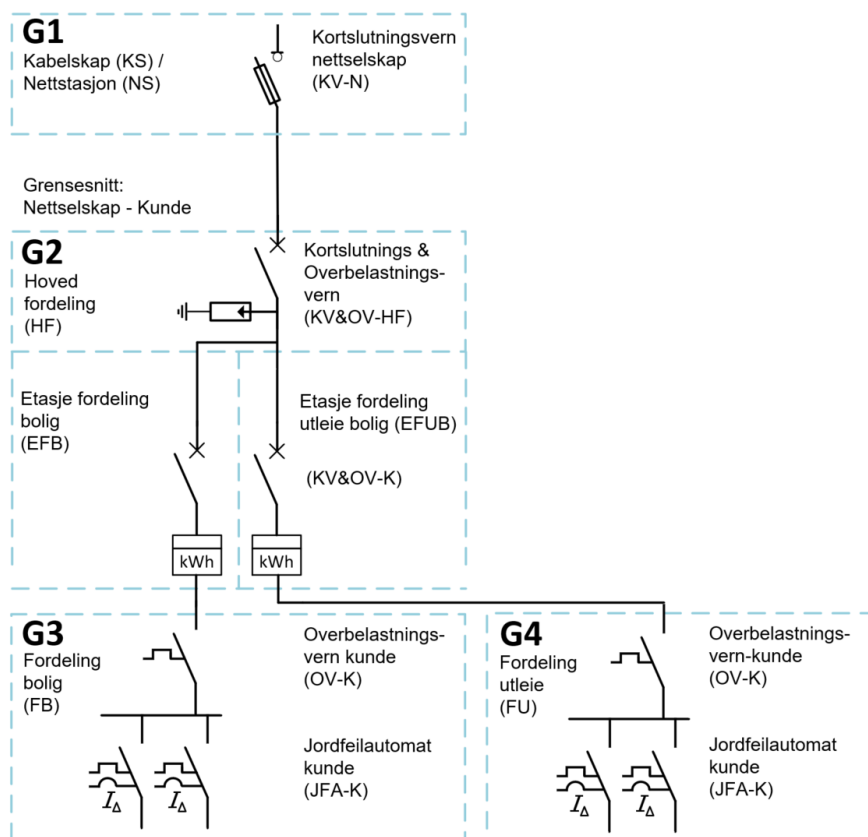
**Figur 50** Enlinjeskjema for Metode B - frittliggende boliger med felles garasje



**Figur 51** RT11210 - Metode B for enebolig med utleie. Her enebolig med en utleieleilighet

### 9.8 B4 Enebolig med utleie

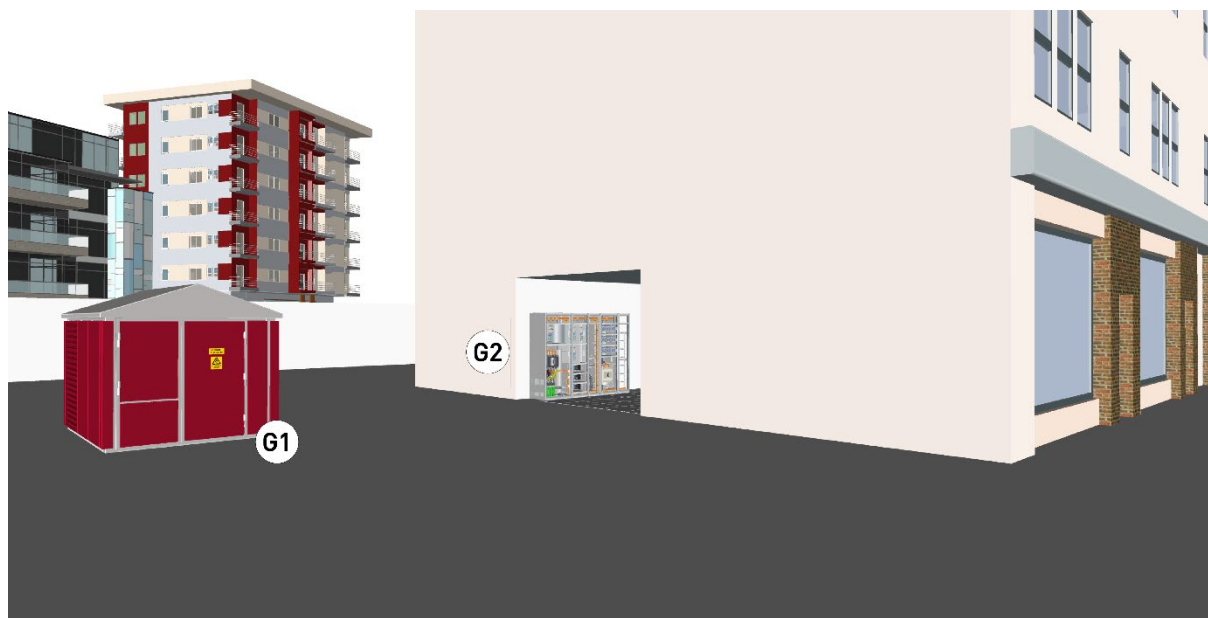
Blokkprinsippet kan også anvendes for eneboliger med flere utleieleiligheter og forsyning utomhus. Etasjefordeler er plassert ved siden av hovedfordeling. Ved denne type løsning må skapene være plassert nær jordelektrode for bygning og maks 1 meter unna.



**Figur 52** Enlinjeskjema for metode B for mindre boenheter. Her enebolig med utleieleilighet - samlet utførelse

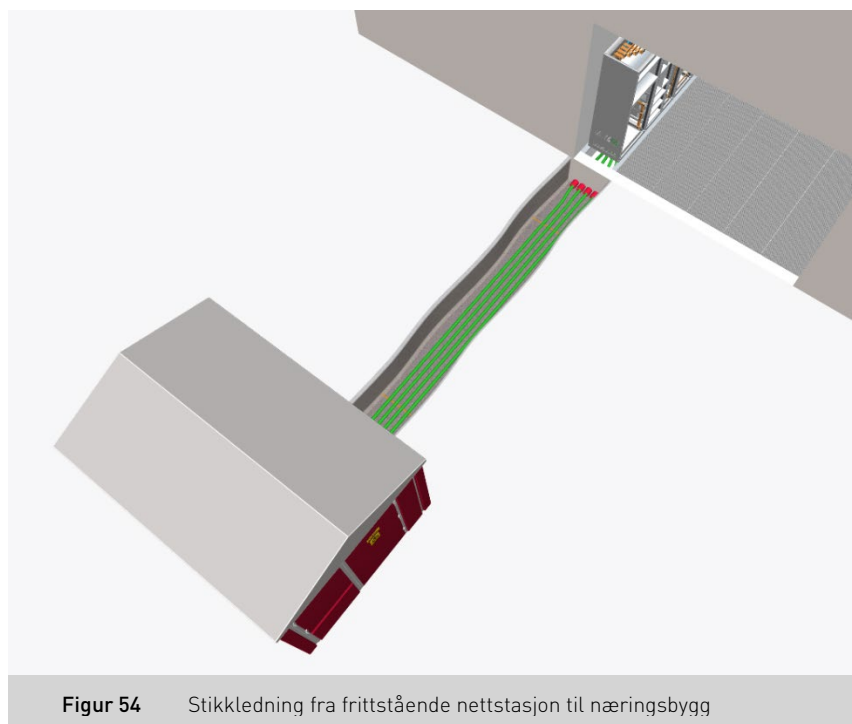
## 9.9 B5 Næringsbygg

**Figur 53** 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 53** Illustrasjon på forsyning til næringsbygg - metode B

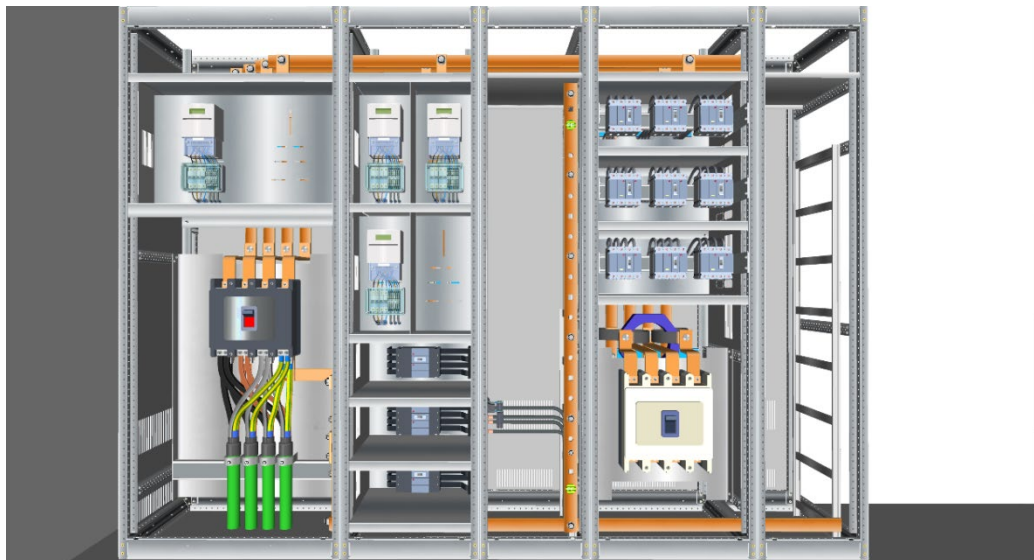
**Figur 54** viser stikkledningsgrøften sett ovenfra. For utforming av grøft henvises det til [RENblad 9200](#) for prosjektering og [9000](#) for utførelse.



**Figur 54** Stikkledning fra frittstående nettstasjon til næringsbygg

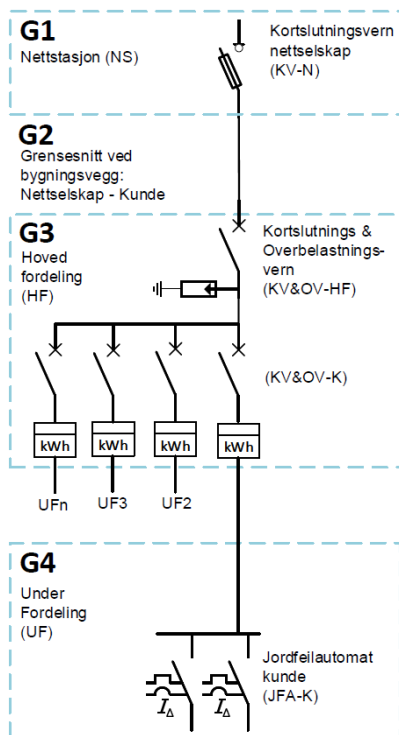


**Figur 55** viser et eksempel på hovedfordeling med fremføring av stikkledningskabel fra kulvert og opp i hovedfordeling med terminering på effektbryter, hvor splitt av PEN-leder skal utføres.



**Figur 55** Illustrasjon på hovedfordeling i næringsbygg

**Figur 56** viser eksempel på enlinjeskjema for hovedfordeling i næringsbygg. Normen krever plassering av elmålere i hovedfordeling. Detaljer vedrørende elmåling er beskrevet i kapittel 11.



**Figur 56** Eksempel enlinjeskjema for forsyning fra frittstående nettstasjon til næringsbygg

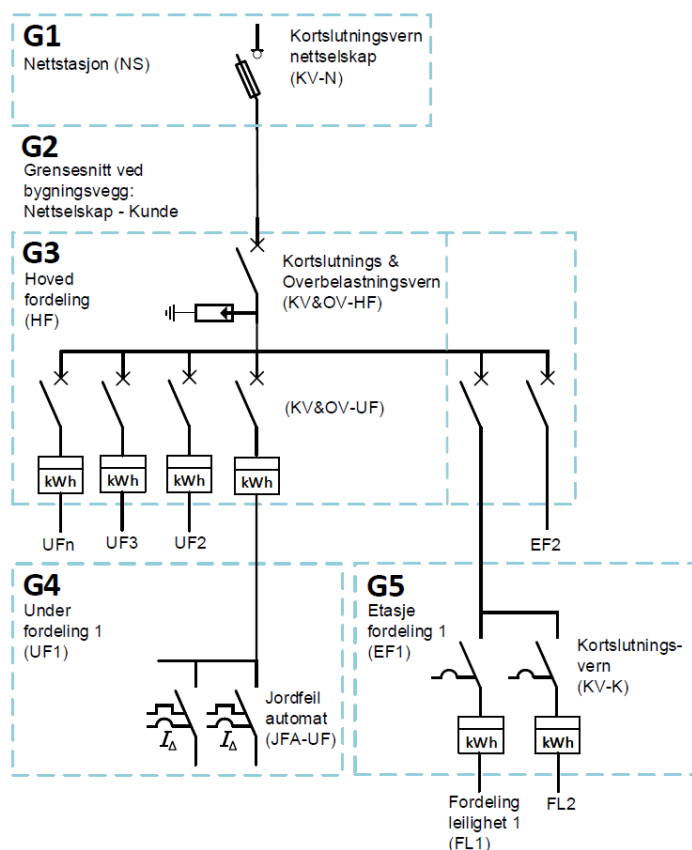


## 9.10 B6 Kombinerte næring- og boligbygg

Figur 57 viser illustrasjon vedrørende forsyning til et kombinert bygg for både næring- og boligformål.



Figur 57 Illustrasjon på forsyning av kombinerte næring- og boligbygg



Figur 58 Enlinjeskjema på forsyning fra frittstående nettskapsstasjon til kombinerte næring- og boligbygg

Figur 58 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 næringsformål 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 11.

## 9.11 B7 Forsyning ladestasjon elbil

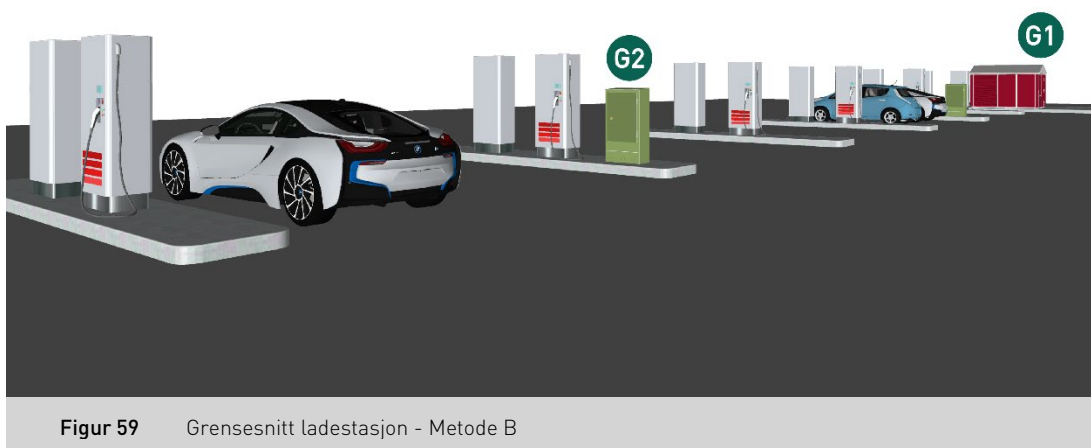
### 9.11.1 Beskrivelse

Ladebilstasjoner kan være en krevende belastning i form av effektnivå, strøm kvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter prinsippene i NEK399 som er illustrert i kapittel 2.

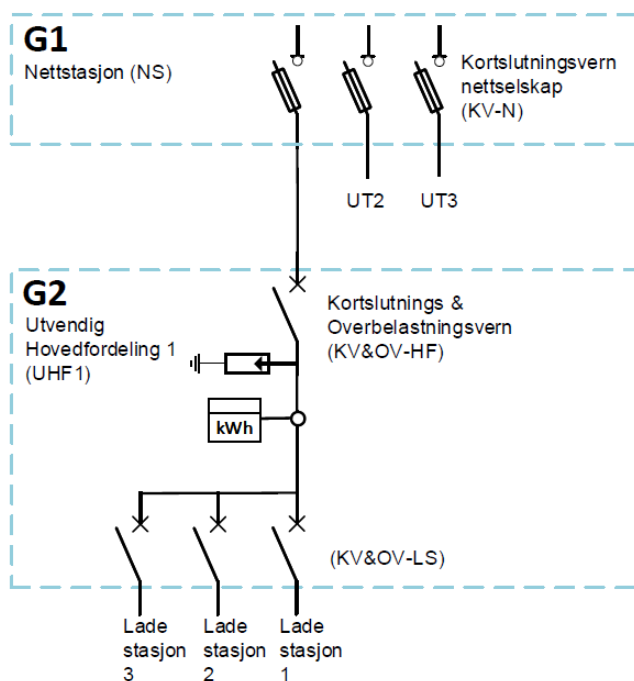
### 9.11.2 Ved strømleveranse $\leq 1250\text{ A}$

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 [6020](#).



Figur 59 Grensesnitt ladestasjon - Metode B



Figur 60 Enlinjeskjema for ladestasjon- metode B

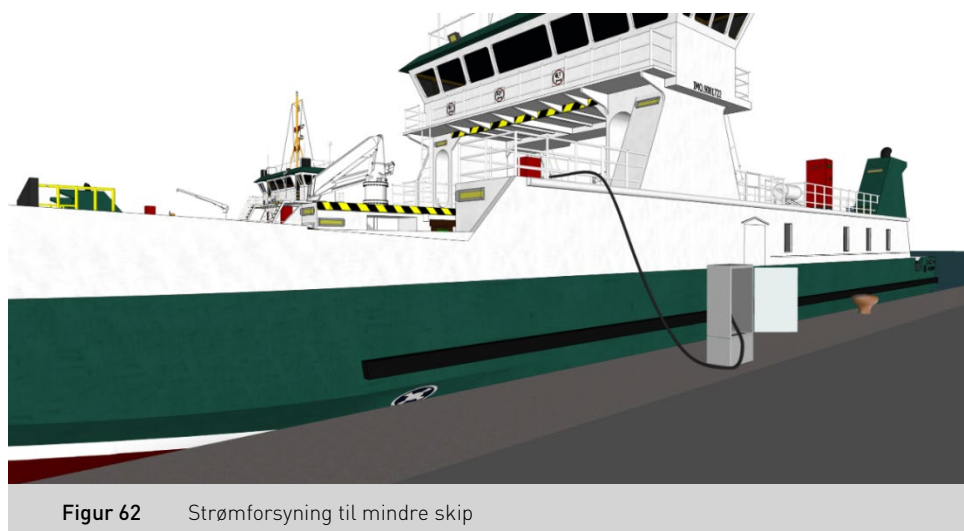
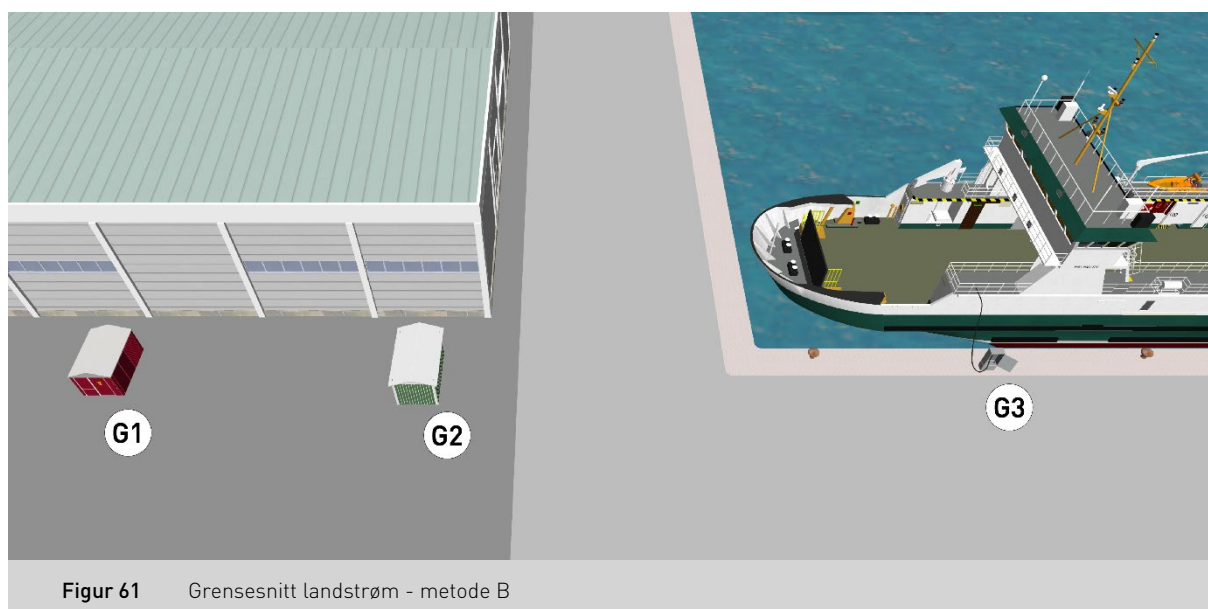
## 9.12 B8 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

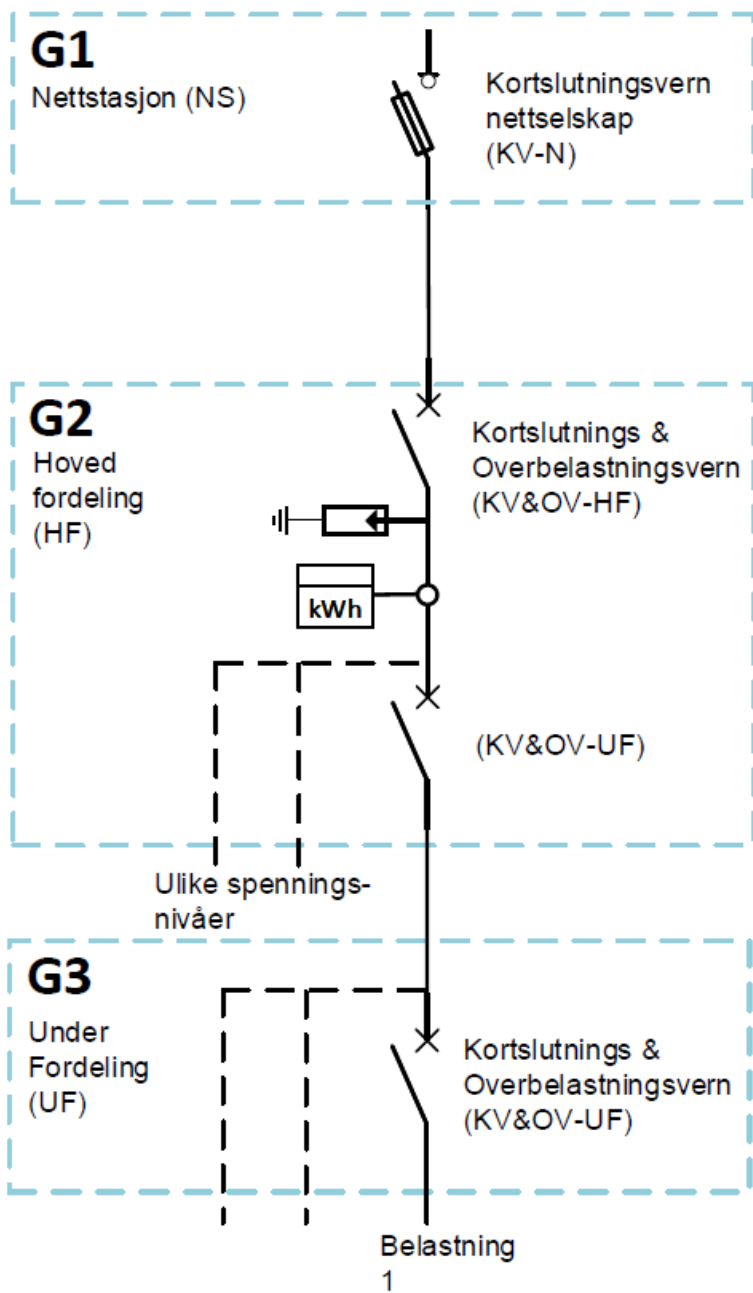
### 9.12.1 Beskrivelse

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, strøm kvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning skal utføres etter prinsipper i NEK399, 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 63 Enlinjeskjema - landstrøm - metode B

## 9.13 B9 Forsyning av elektriske jernbaner

### 9.13.1 Beskrivelse

Forsyning til jernbanevirksomhetens installasjoner skal utføres etter prinsipp metode B i henhold til NEK399 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 64 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 [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:

### 9.13.2 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.

### 9.13.3 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.

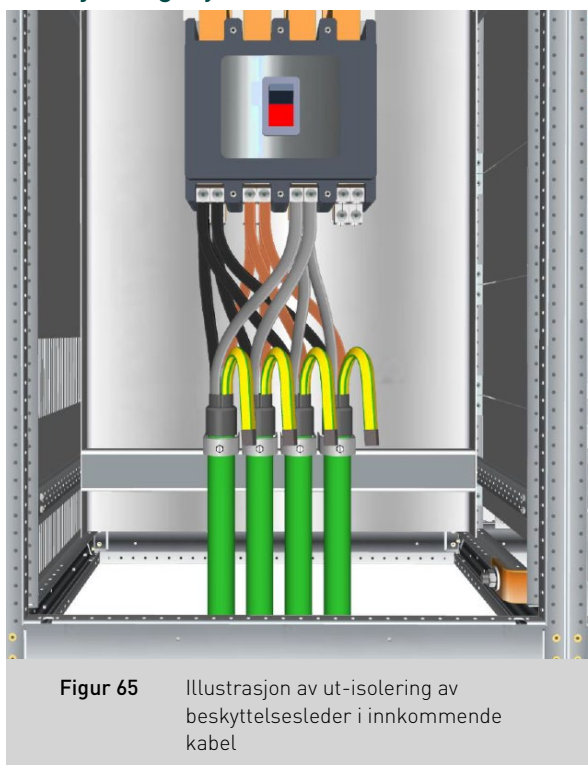
For IT system fra-isoleres jordingsleder ved jernbanens hovedfordeling som vist i **Figur 65**.

### 9.13.4 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 traksjonssystemet 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 65**.





### 9.13.5 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 65**.

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

### 9.13.6 Alt. 5 Forsyning av TN400V - TT400V - Adskillelse av jordingsystem

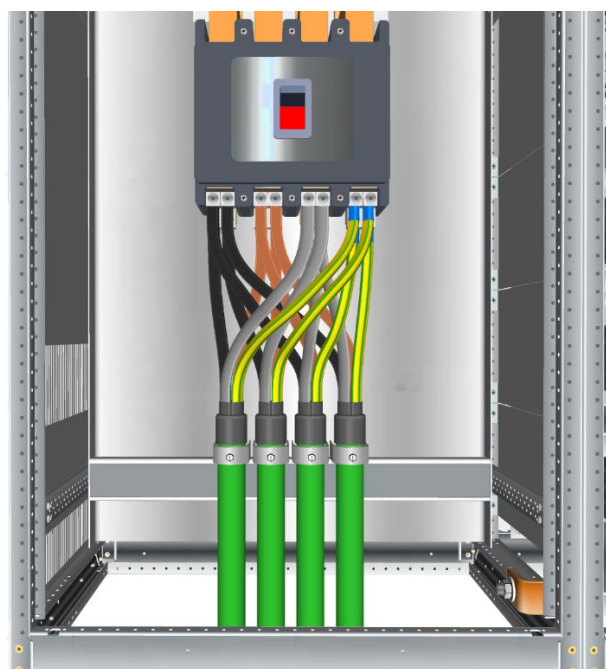
Det refereres til NEK 900 Elektriske jernbaneinstallasjoner punkt «7.4 Beskyttelsestiltak for installasjoner som er utsatt for traksjonsystemet energiforsyning i returkretsen».

Jordingsystemet til nettselskapet og jernbanen skilles på følgende måte: Det legges ikke uisolert jordledning i kabelgrøft. Det bør tilstrebtes 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 66**.
- 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 jamfør 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 spenningssystemer», samt §5-4 i FEF.

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



**Figur 66** Illustrasjon av TN-C system frem til effektbryter - TT 400 på andre siden av bryter

## 10 BESKRIVELSE AV METODE C OG ULIKE 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 12.3 vedrørende informasjon om etasjefordelere.

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

### 10.1 Leveranse av nettsystem og spenning

Standard leveranse for spenningsforsyning er TN-C-S 400V. Ved forespørsel kan det også leveres IT 690 V. Overgang til andre spenningsnivå må utføres innenfor kunden/byggherres installasjon.

### 10.2 Krav til jordingssystem

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

Uisolert flertrådet jordleder minimum 50 mm<sup>2</sup> CU fremføres til nettstasjon og tilkobles 50 mm<sup>2</sup> CU kobberskinne i stasjon og bygningens jordelektrode.

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

Jordingssystem i de ulike rom i teknisk bygg tilkobles ringjord, inkludert bygningens armering som vist i **Figur 67**. Alle tilkoblinger under bakkenivå skal være av C-press eller H-press.



Figur 67 Tilkobling av armering til jordelektrode

For jording av installasjoner som er utsatt for overspenninger, se kapittel 10.9.

### 10.3 Krav til målerplassering

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

### 10.4 Ekom

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

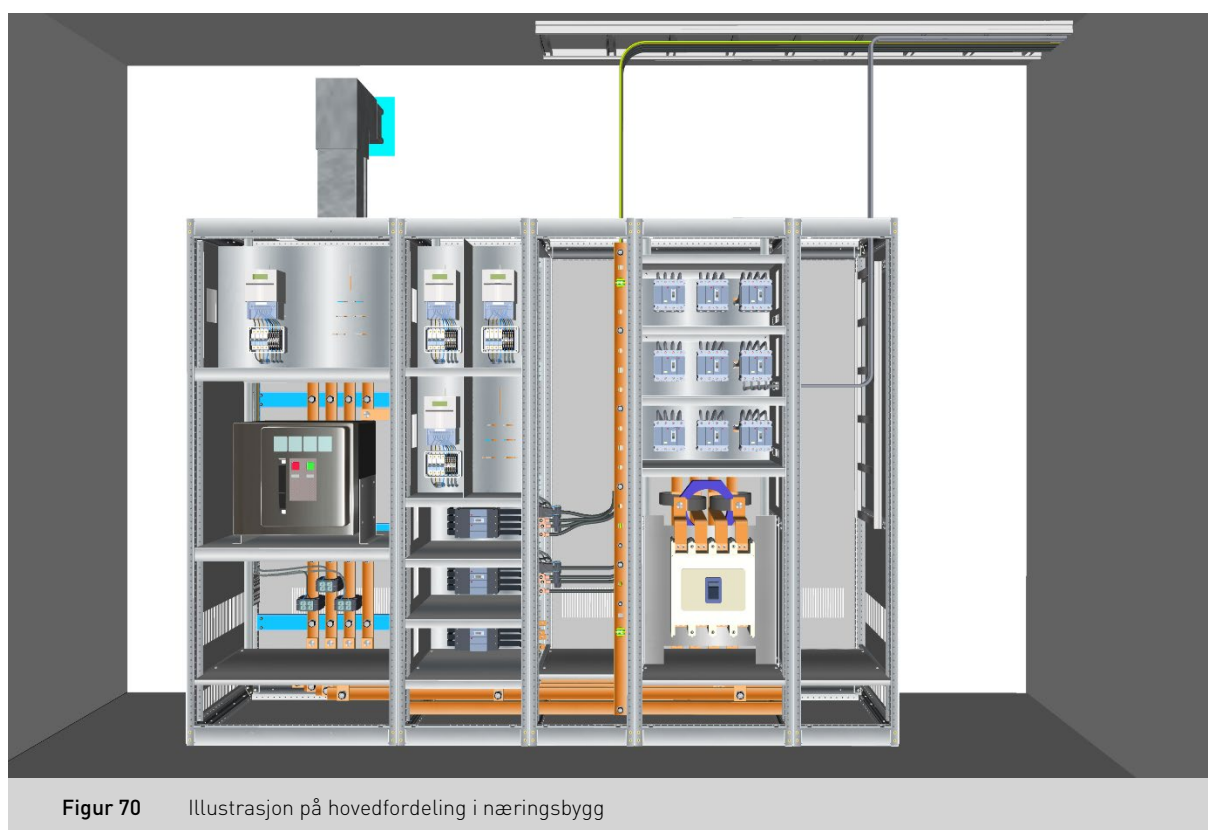
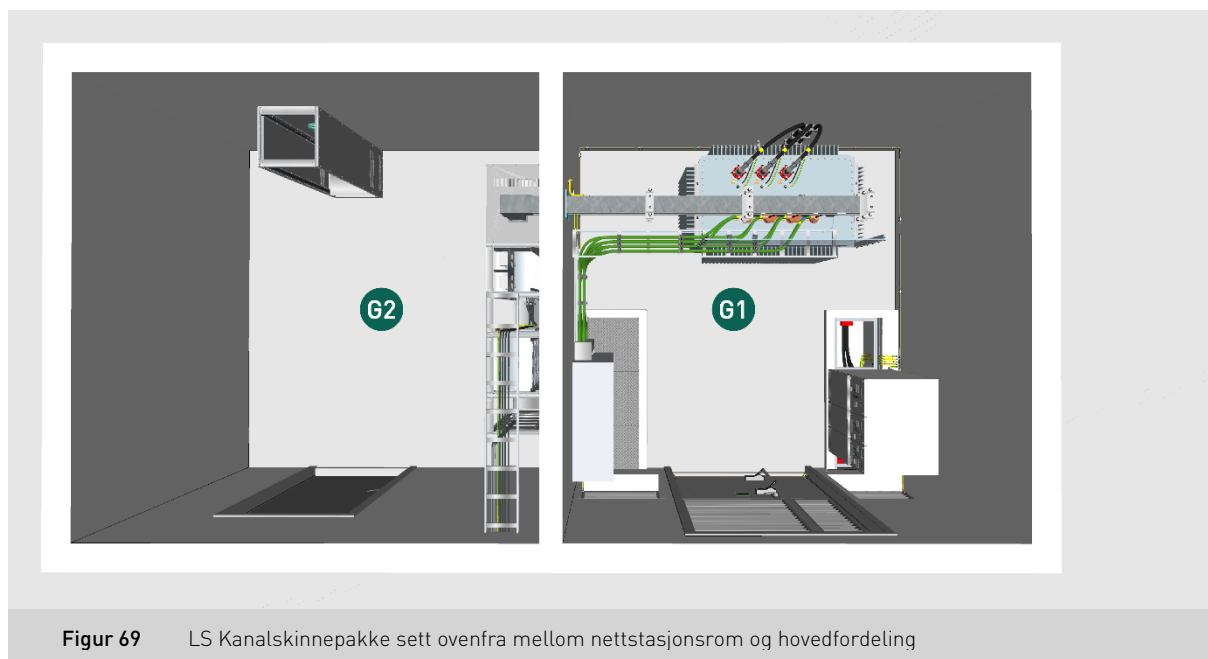
### 10.5 C1 Forsyning til næringsbygg

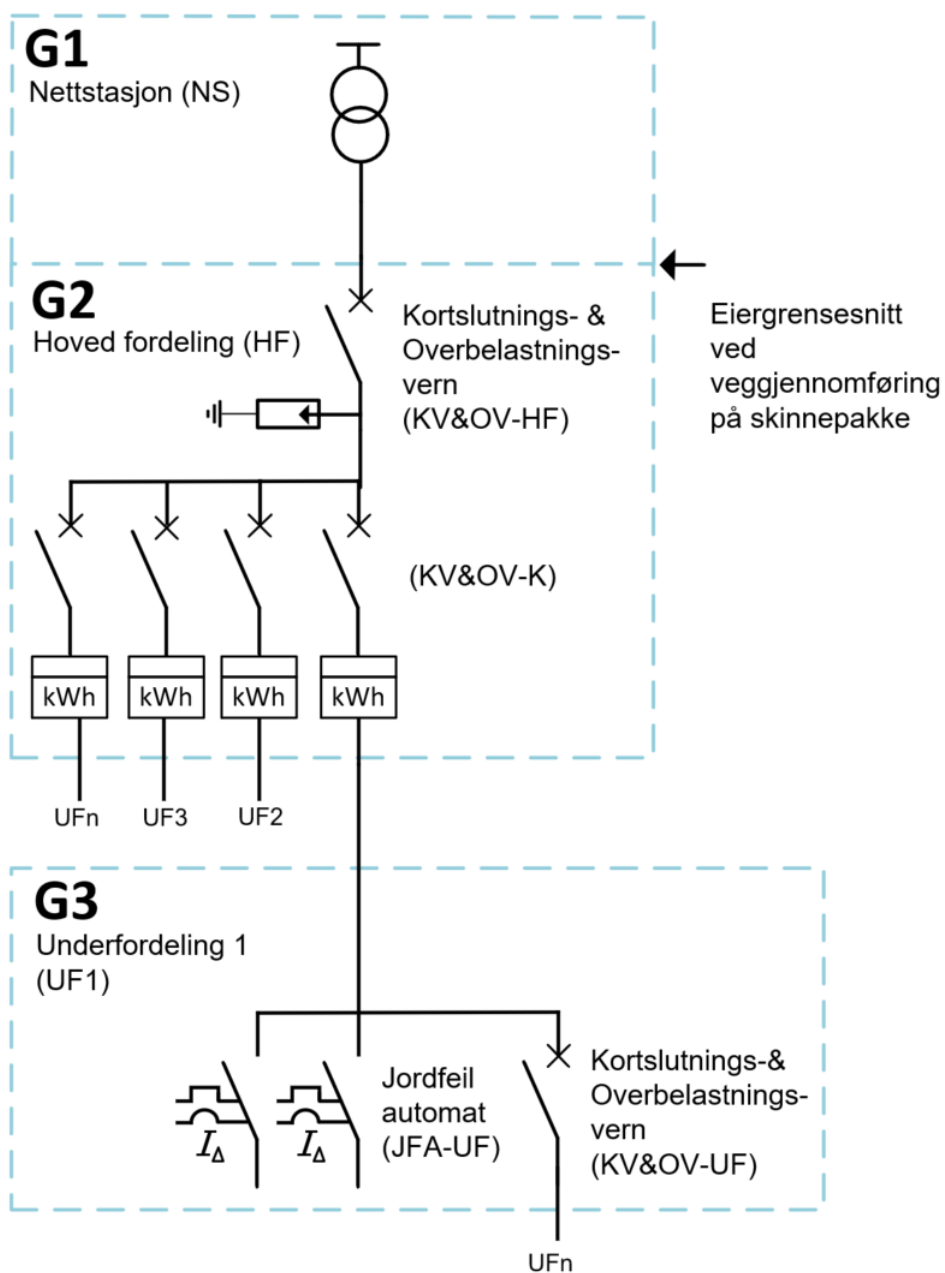
**Figur 68** viser illustrasjon av metode C ved en typisk forsyning til næringsbygg. C. Nettstasjon er plassert i bygget på bakkeplan (G1) med direkte atkomst til friluft.



**Figur 68** Illustrasjon på forsyning til næringsbygg - metode C

Rom for hovedfordeling som forsyner byggets installasjon (G2), bør plasseres vegg i vegg, slik at føringer blir så kort som mulig. Se **Figur 69**.



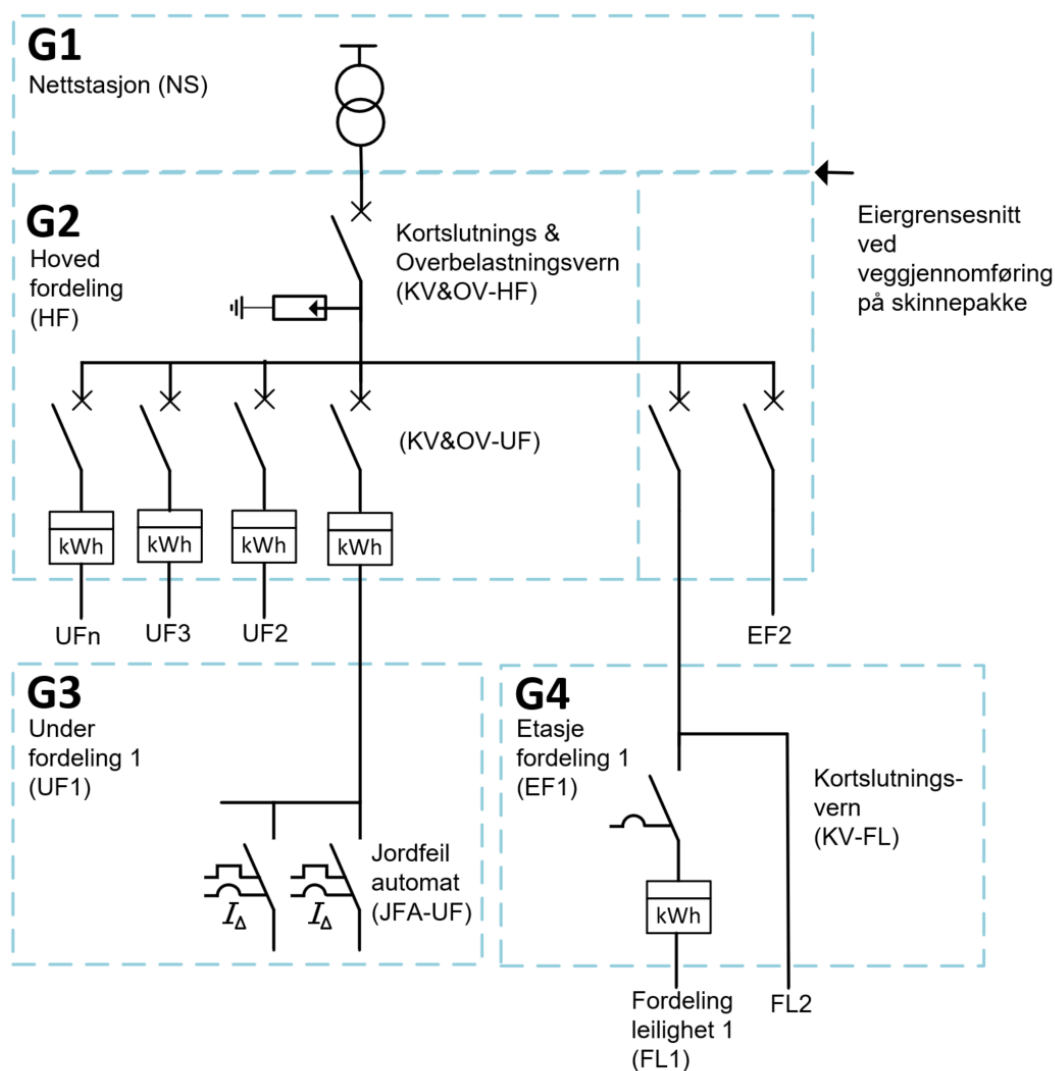


Figur 71 Enlinjeskjema for forsyning fra nettstasjon i bygg til næringsbygg

## 10.6 C2 Forsyning til kombinerte nærings- og boligbygg

Prinsippene er de samme som beskrevet i kapittel 10.5.

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.



Figur 72 Enlinjeskjema på forsyning fra nettstasjon i bygg til kombinerte nærings- og boligbygg

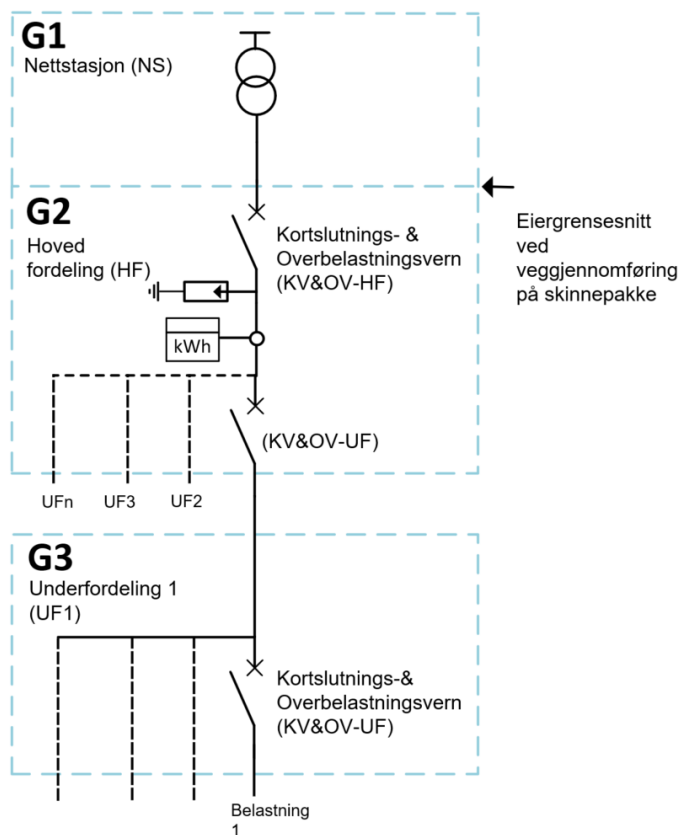


## 10.7 C3 Forsyning av elektriske jernbaner

### 10.7.1 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 [6017](#).



Figur 73 Enlinjeskjema for forsyning



Figur 74 Grensesnitt jernbane- sett utenfra

Følgende alternativer skal diskuteres med jernbaneeier ved alle nye tilkoblinger:

### 10.7.2 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 mm<sup>2</sup> fremføres til stasjonsbygning og tilkobles jordelektrode og 50 mm<sup>2</sup> 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.

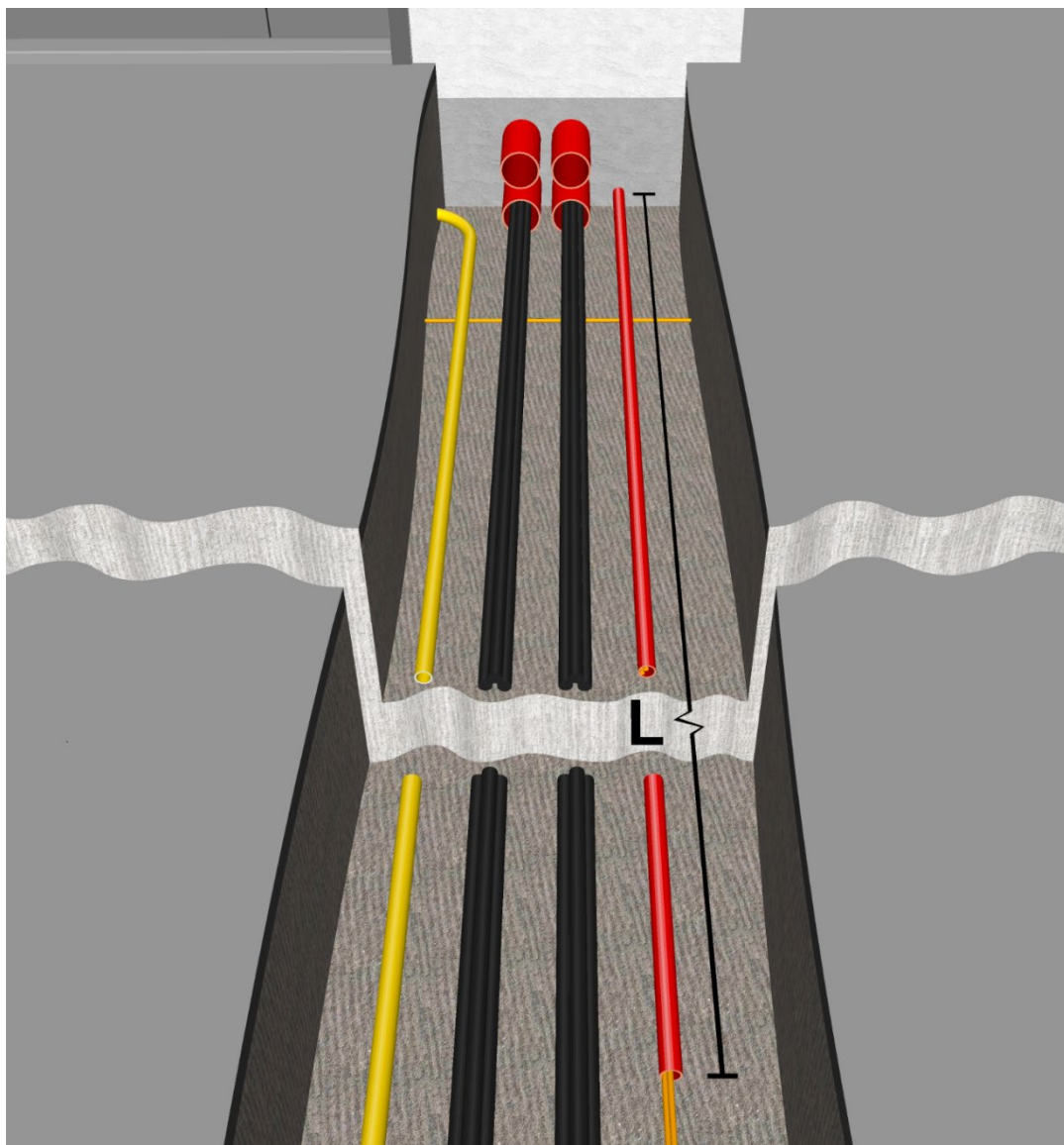
### 10.7.3 Alternativ 2 Adskillelse av jordingsystem

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 75**. 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.

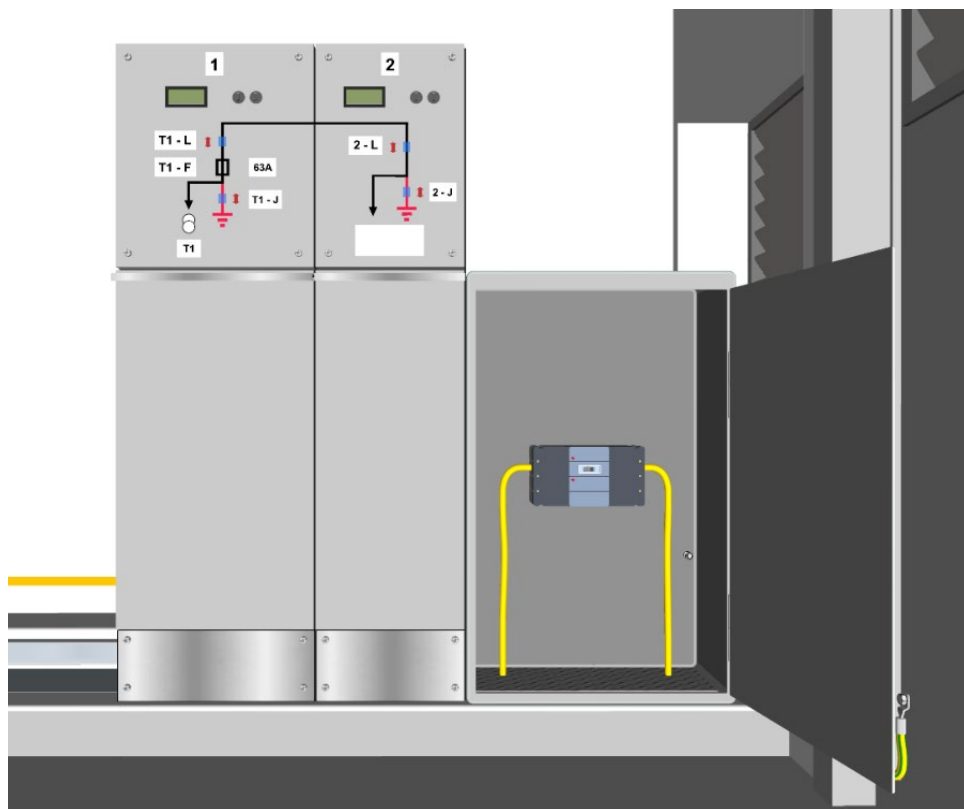


**Figur 75** Jordingssystem skal adskilles ved hjelp av rør minimum  $l=20\text{m}$

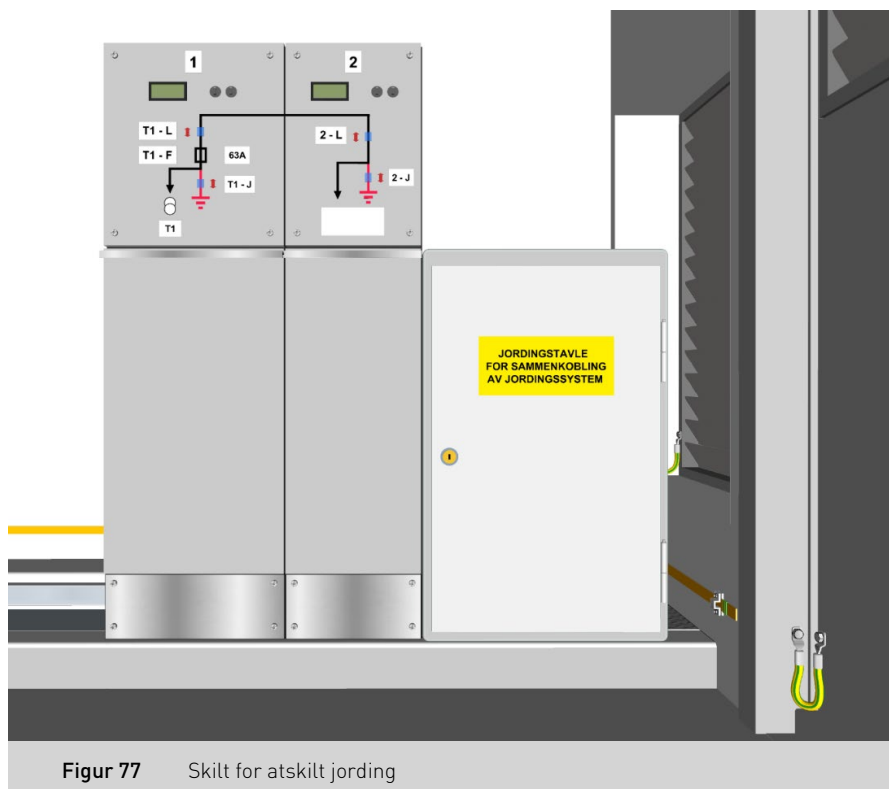
For å ivareta utfordringer med to jordingspotensialer mellom jordingsystem innvendig i nettstasjonen og jernbanens installasjon må følgende utføres:

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 76 og Figur 77 illustrerer en metodikk for å tilfredsstille kravet til adskillelse.



Figur 76 For å etablere atskilt jordingsystem må det etableres to atskilte HS-bryter anlegg

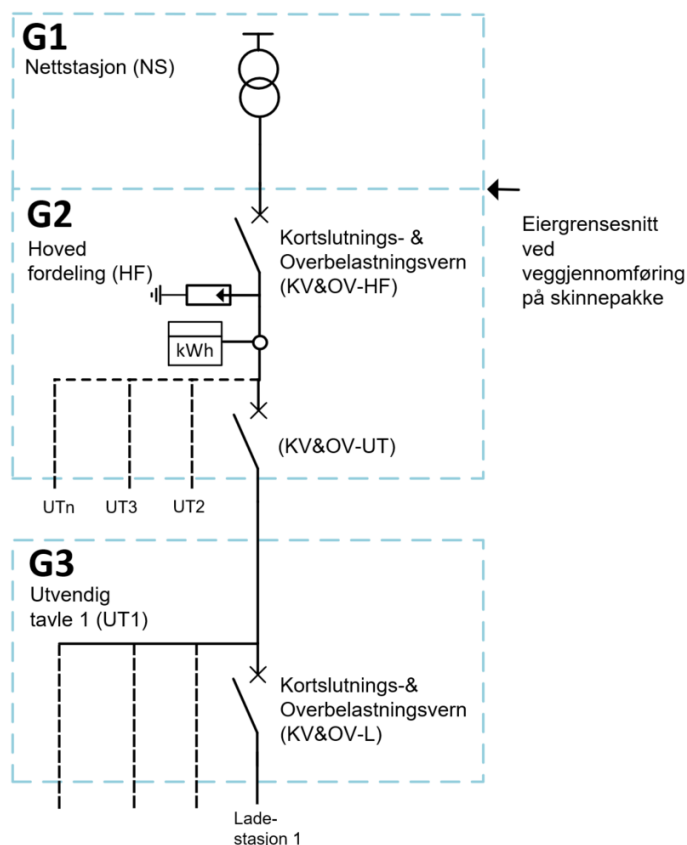


Figur 77 Skilt for atskilt jording

## 10.8 C4 Forsyning av ladestasjon for elbil

### 10.8.1 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 NEK399.



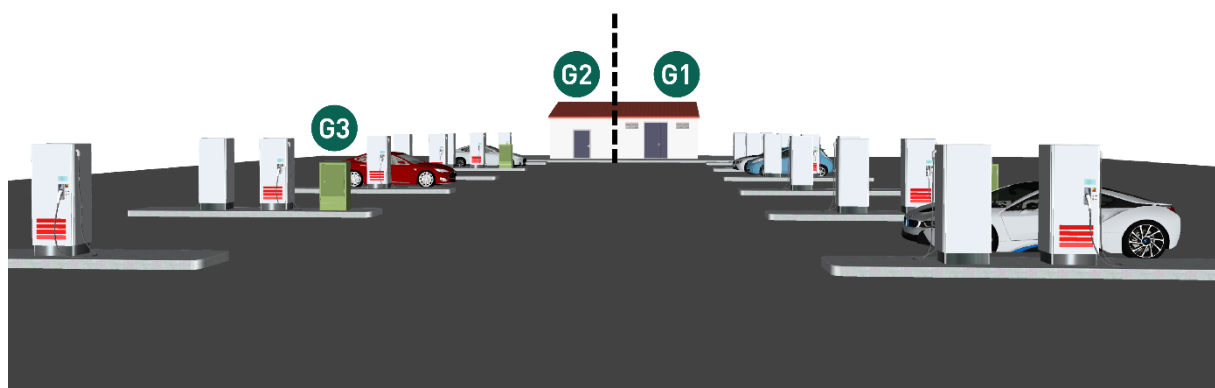
Figur 78 Enlinjeskjema for ladestasjon - metode C

### 10.8.2 Ved leveranse > 1250 A

Det etableres et teknisk bygg, hvor netstasjon plasseres på en av sidene (G1), og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordeling er plassert (G2).

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

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



Figur 79 Grensesnitt ladestasjon - metode C

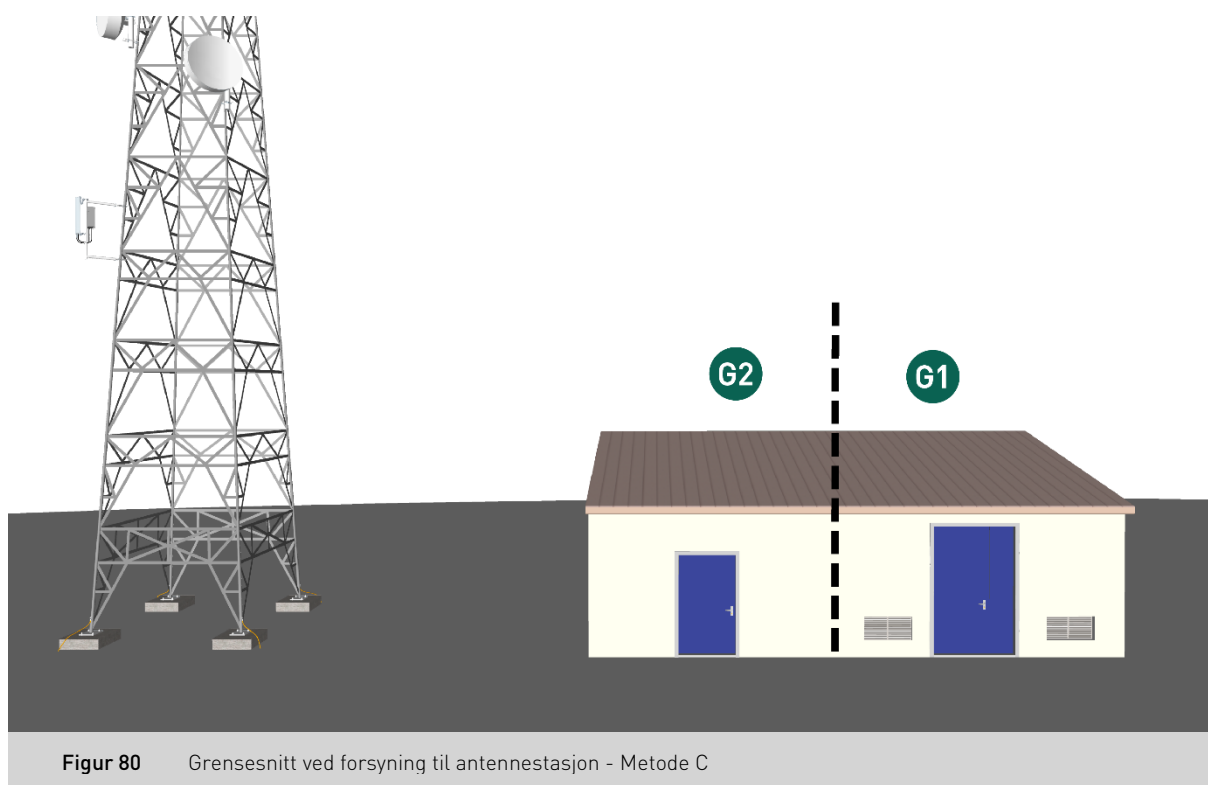
## 10.9 C5 Forsyning til installasjoner utsatt for overspenninger

### 10.9.1 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.

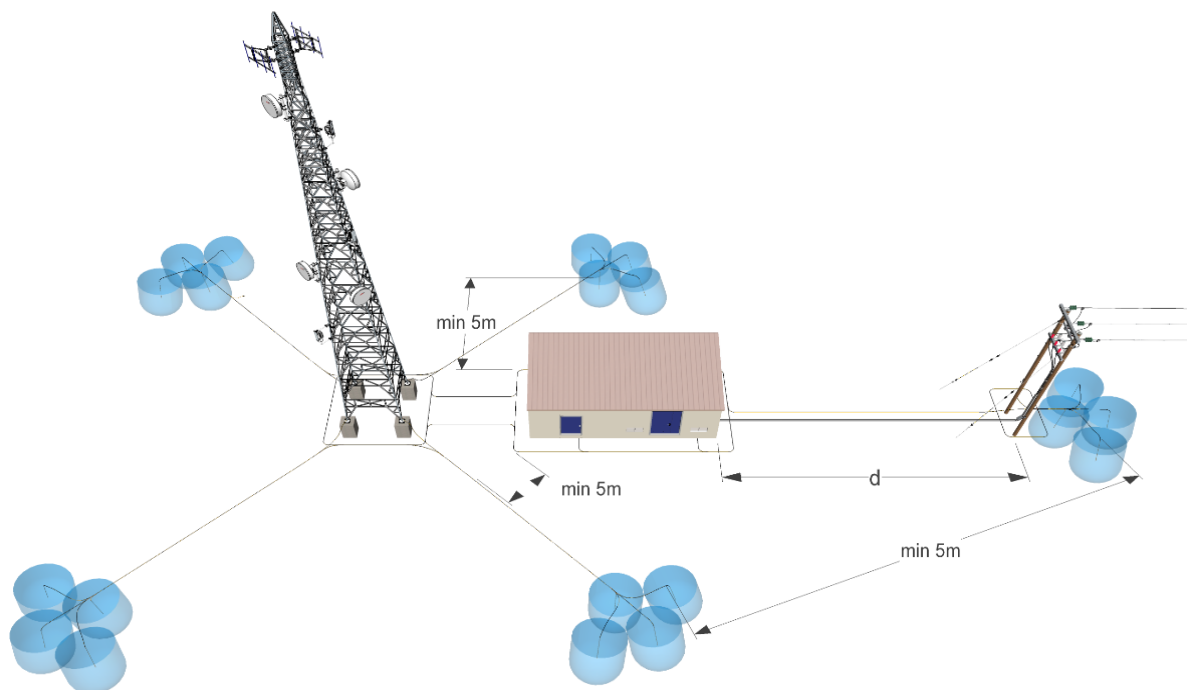
Effektbehov tilsvarer forsyning ved metode C i henhold til NEK399. Det skal etableres et teknisk bygg hvor nettstasjon (merket G1) er i samme tekniske bygg som hovedfordeling (merket G2). Grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordeling er plassert.



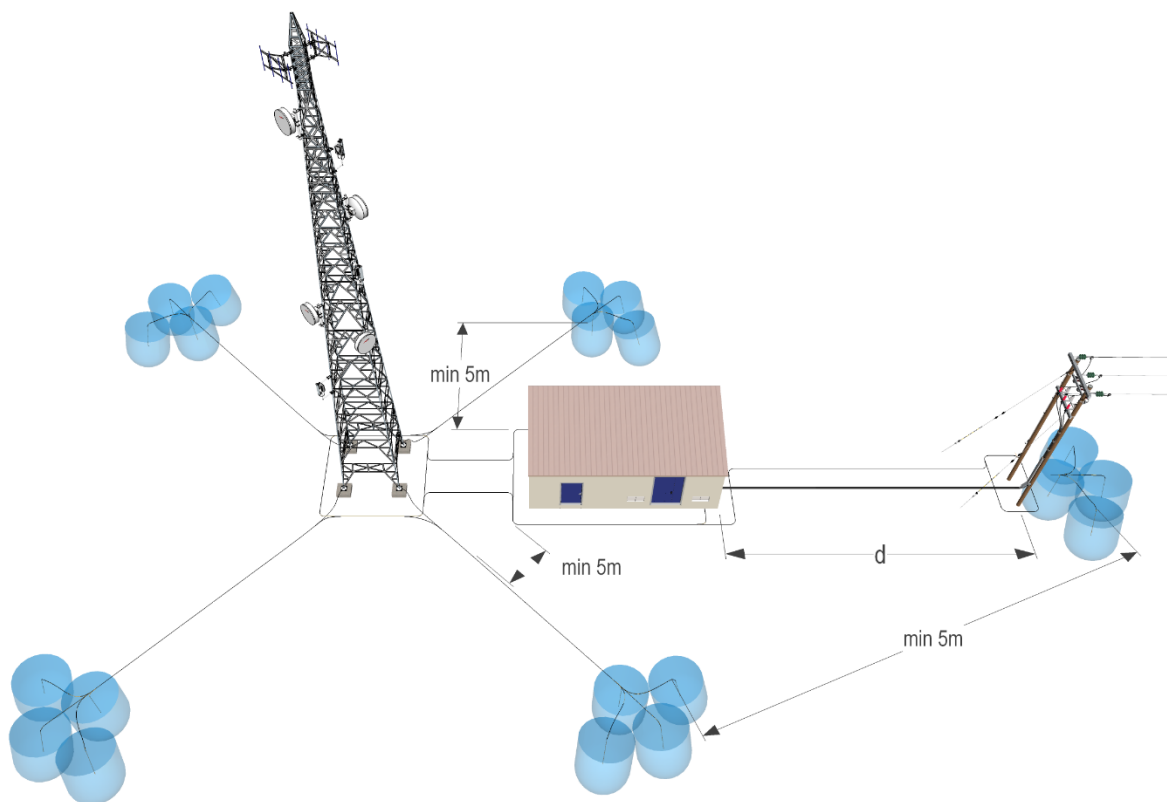
De etterfølgende figurer viser to ulike prinsipper for antennemast. En uten og en med barduner.

I **Figur 81** 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 dette jordingssystem og bygningens-jordingssystem, hvor utstyr er plassert. Lyn-strømmer kan også komme fra nettselskap, og avstander må overholdes også her.





**Figur 81** Oversiktsbilde ved forsyning til større antenne anlegg - uten barduner



**Figur 82** Prinsippskisse ved forsyning til antennestasjon - metode C

### 10.9.2 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.

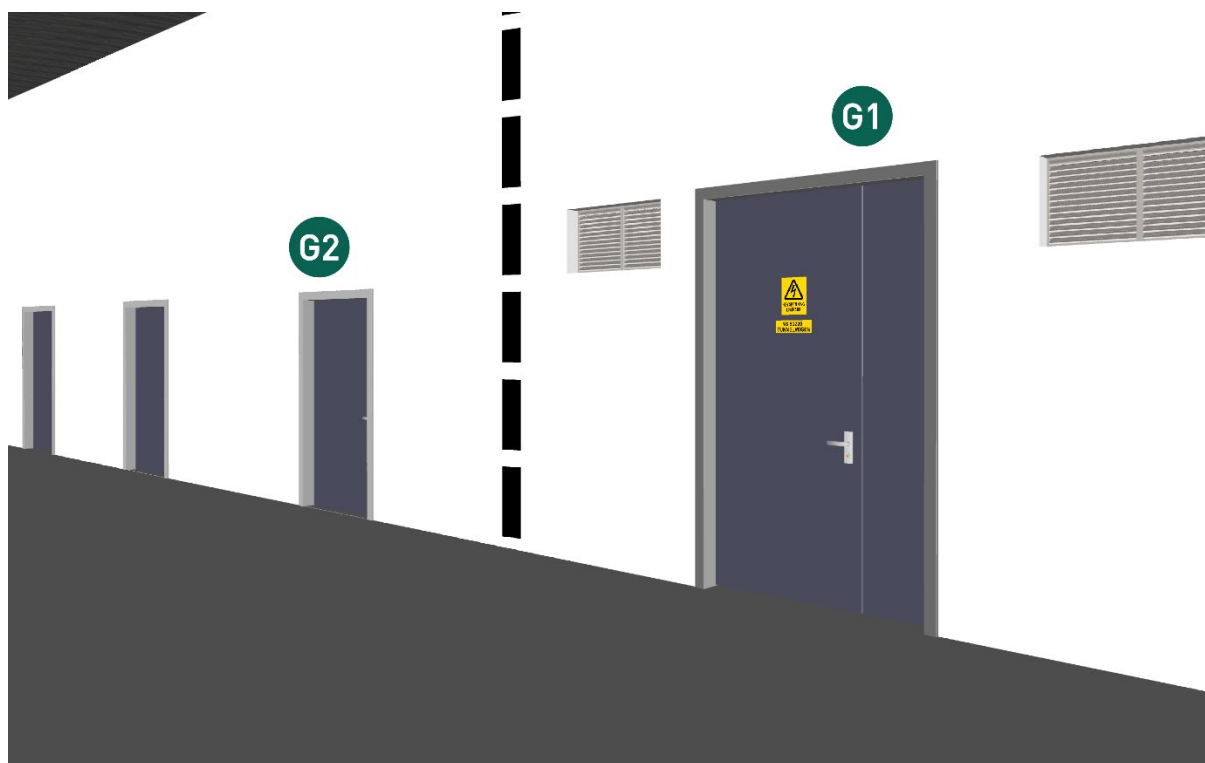
Det er viktig med tilstrekkelig avstand mellom jordledere og jordelektroder som kommer direkte fra mast/tårn og jordingsystem for høyspenningsmast. Minimumavstand er 5 meter som vist på de tilhørende figurer.

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

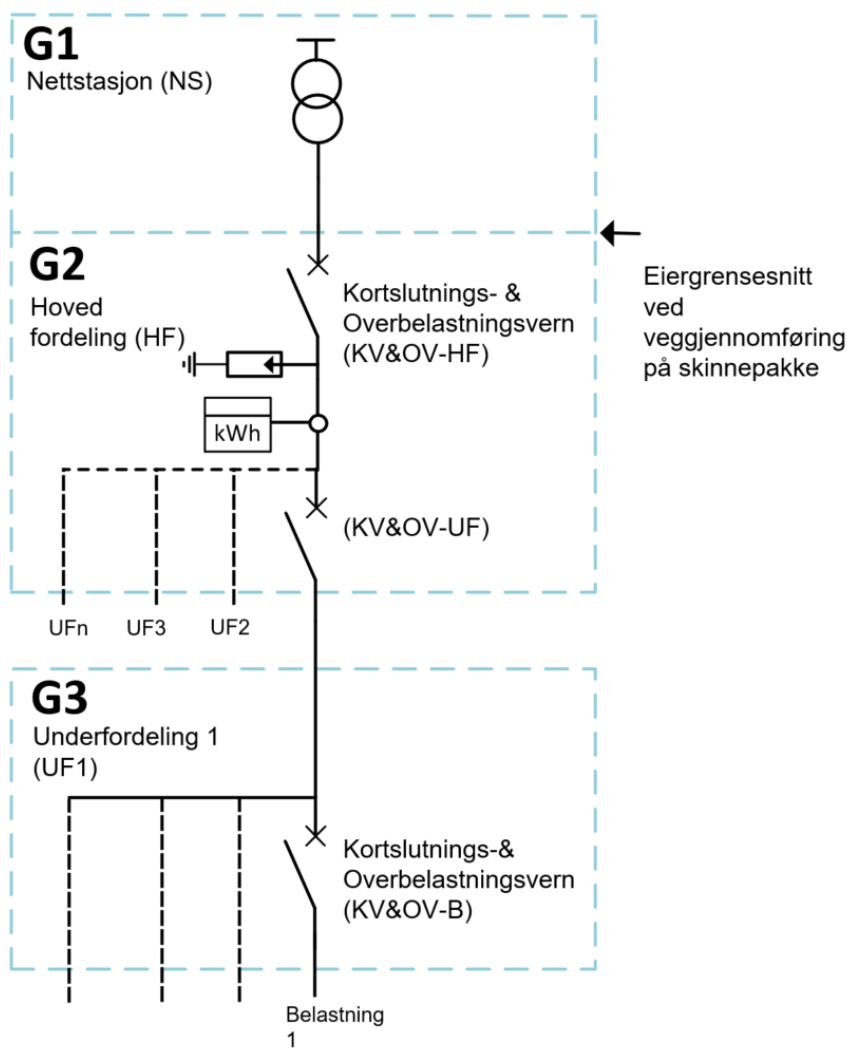
## 10.10 C6 Forsyning til tunnel

### 10.10.1 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 83 Grensesnitt for kraftforsyning til tunnel



Figur 84 Enlinjeskjema for kraftforsyning til tunnel

### 10.10.2 Detaljerte beskrivelser

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

## 10.11 C7 Forsyning til landstrøm og elektrifiserte skip

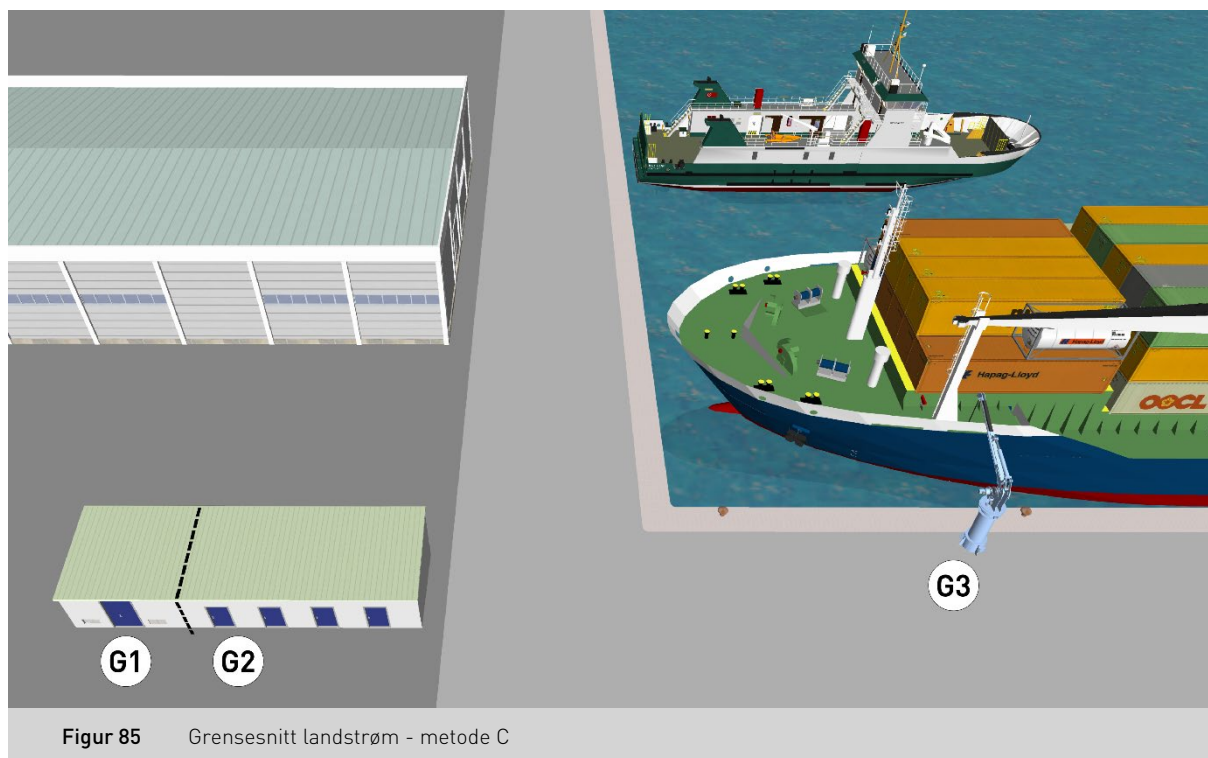
### 10.11.1 Beskrivelse for forsyning til landstrøm > 1250 A

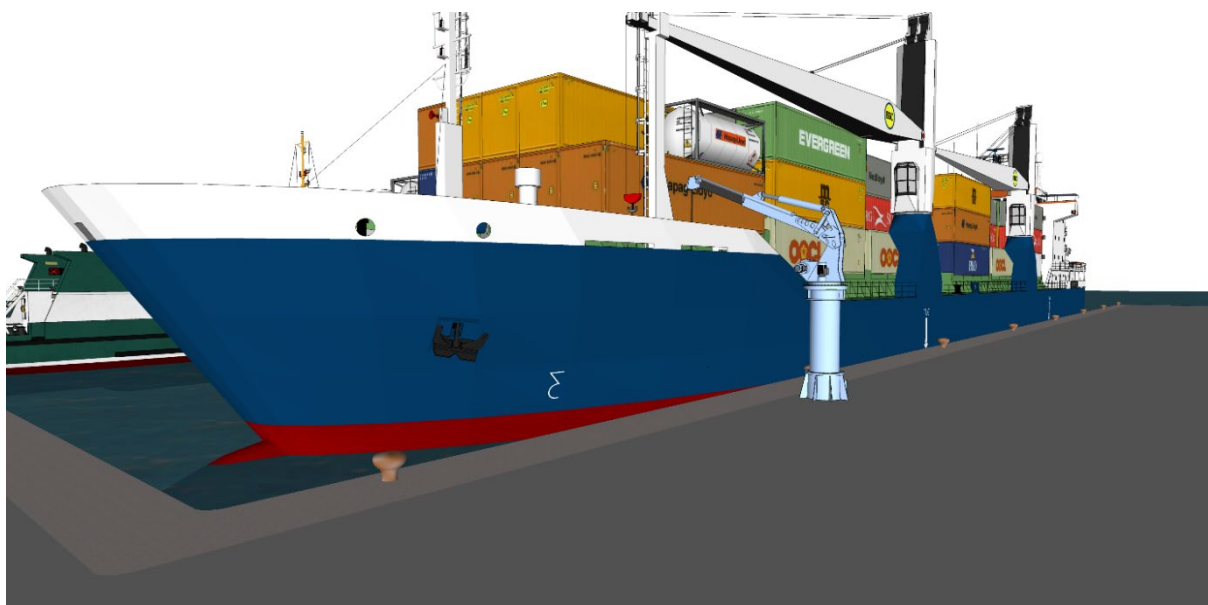
Forsyning til havn hvor det er behov for landstrøm med større effektbehov.

Dette kan være en krevende belastning i form av effektnivå, brukstid, strømkvalitet, og samtidighetsfaktor. Forsyning utføres etter prinsipper i NEK399, og for metode C skal det etableres en ny nettstasjon.

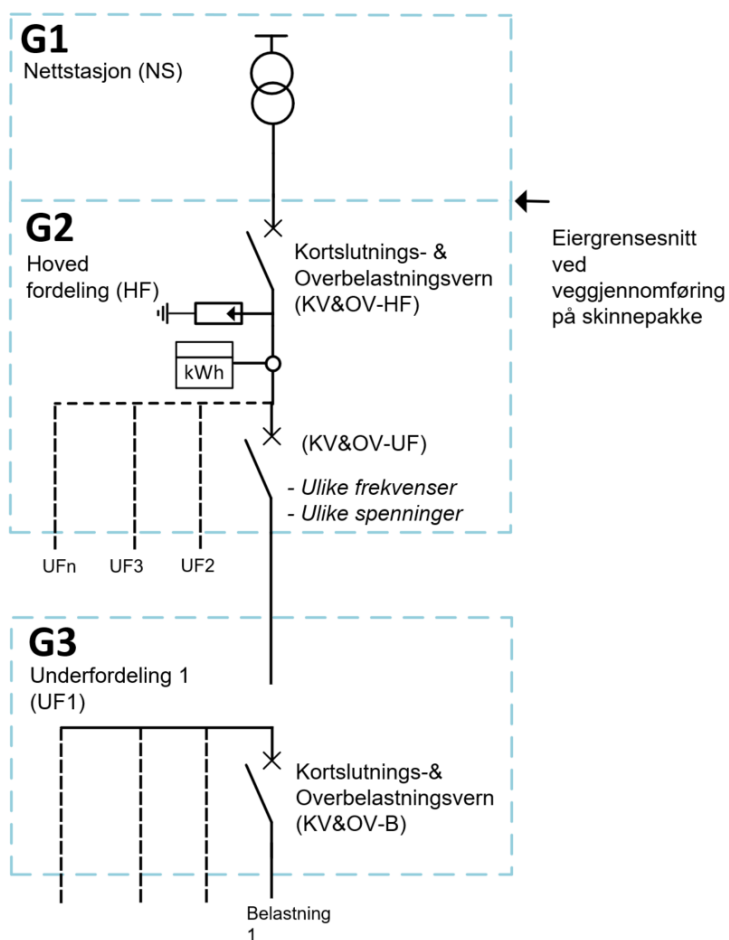
Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon (G1) plasseres på en av sidene, og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordelingen (G2) er plassert. Hovedfordelingen forsynes med kanalskinner direkte fra transformator. Kundens installasjon består av hovedfordeling, distribusjon av kraft, og 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 [6017](#).





Figur 86 Strømforsyning til skip



Figur 87 Enlinjeskjema - landstrøm - metode C

### 10.11.2 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.

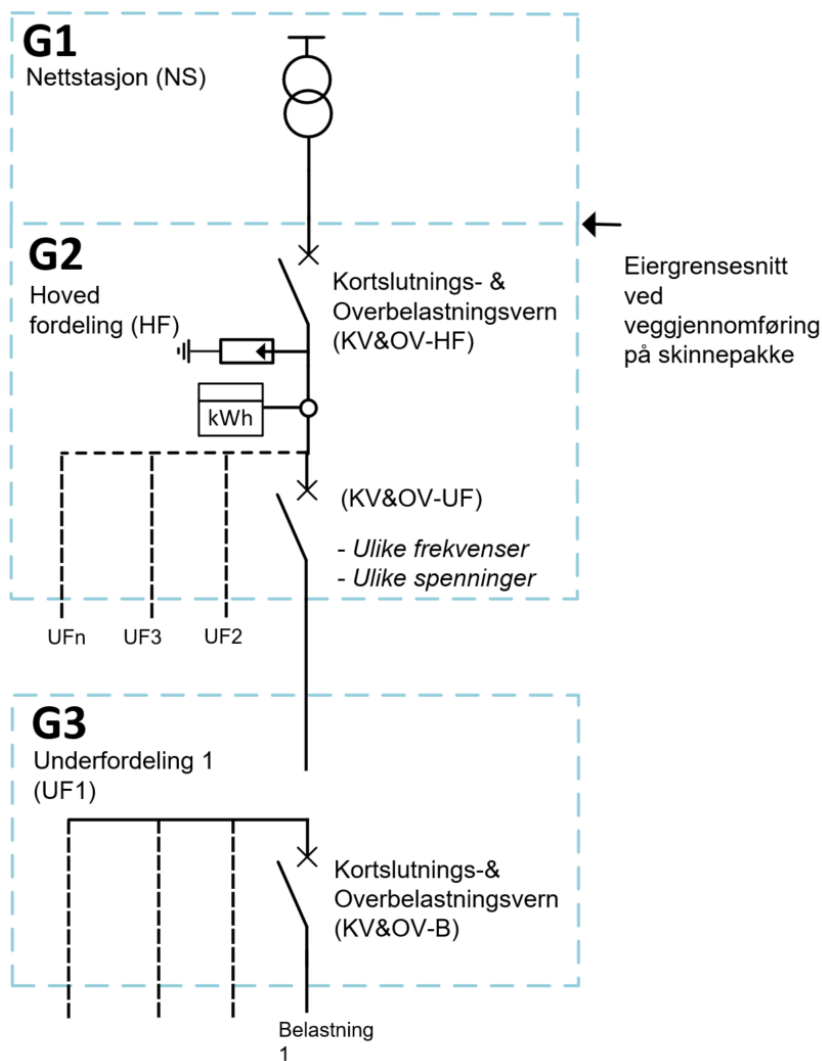
Det etableres et teknisk bygg, hvor nettstasjon (G1) plasseres på en av sidene, og hvor grensesnitt er i vegg mot rom hvor hovedfordelingen (G2) er plassert. Her kan typisk installasjonen bestå av hovedfordeling, frekvensomformere, transformatorer, batterianlegg og ulike metoder for tilknytning (G3).







Figur 90 Lading av ferge og landstrømstårn for større fartøy



Figur 91 Enlinjeskjema - elektrifiserte skip - metode C

## 11 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

## 12 PLASSERING OG TILGANG TIL TILKNYTNINGSSKAP ELLER ETASJEFORDELER

### 12.1 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 26.

### 12.2 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 11.

### 12.3 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 NEK399).

**Figur 92, Figur 93, Figur 94** og **Figur 95** viser eksempler på utførelse. Det må presiseres at figurene er prinsipper og ikke krav.



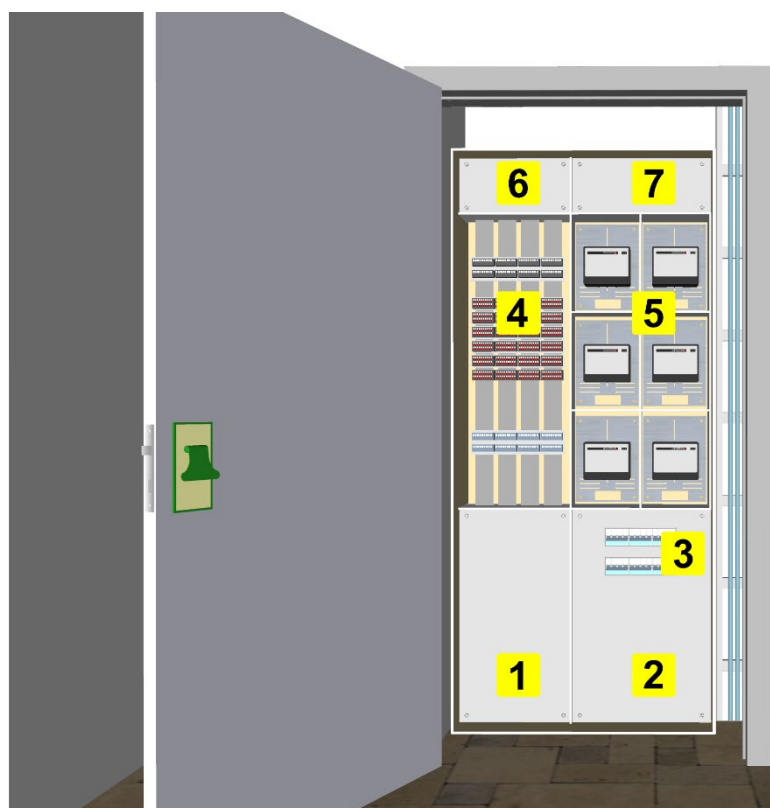
**Figur 92** Eksempel på etasjefordeler i boligblokk - 6 målere



**Figur 93** RT11192 - Eksempel på etasjefordeler i boligblokk - 12 målere



**Figur 94** RT11093 - Etasjefordeler i boligblokk - i rømningsvei med branddør



**Figur 95** RT11194 - 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 95**:

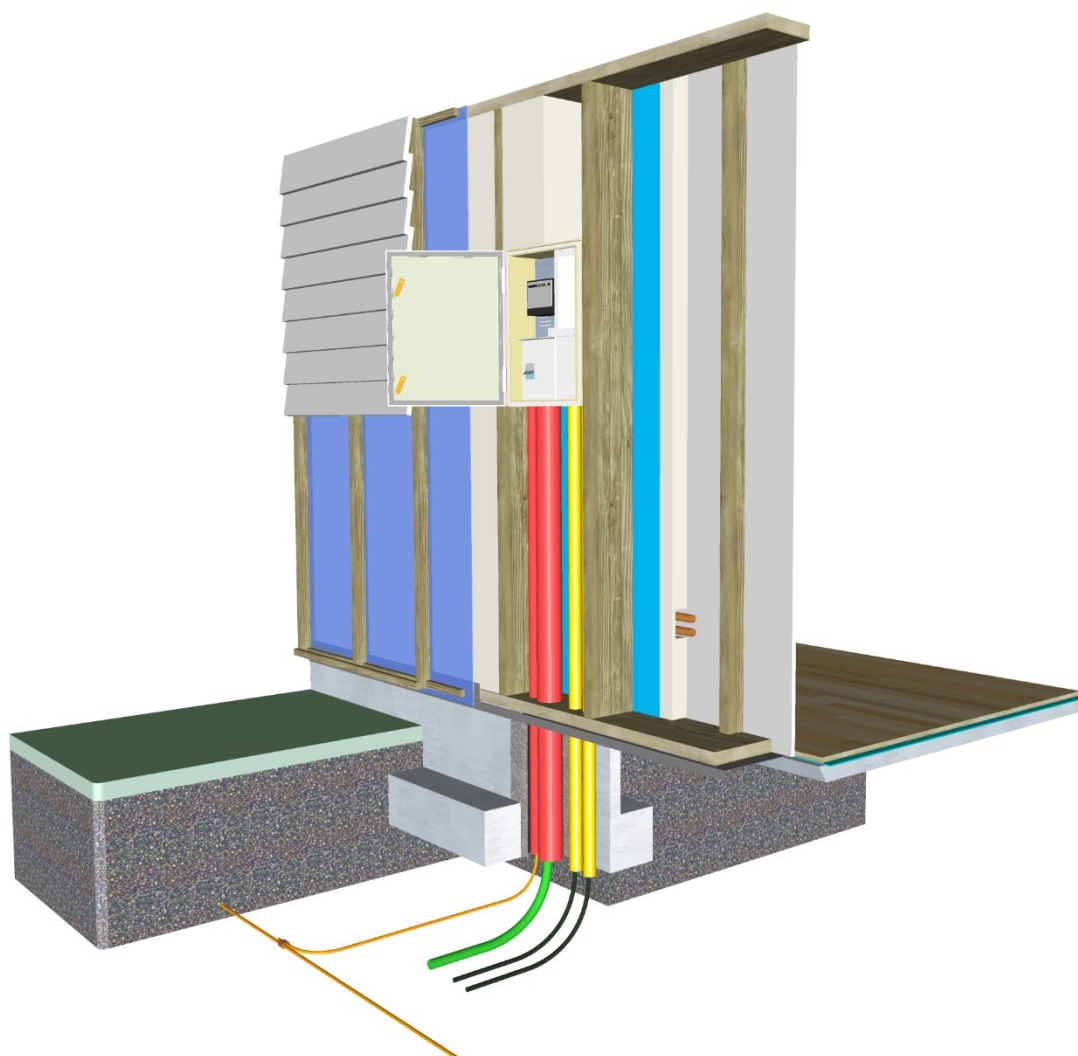
- Inngående kraftkabler kommer inn nede på skap, merket nr. 2, og utgående kraftkabler på toppen, merket nr. 7.
- Inngående ekomkabler kommer inn nede i skap, merket nr. 1, og utgående ekomkabler på toppen, merket nr. 6.
- Ekom sone, hvor det utføres terminering og fordeling, er vist med merke 4.
- Krav 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 94**.

### 13 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).



**Figur 96** RT11094 - Kabel innføring i vegg til innfelt tilknytningsskap



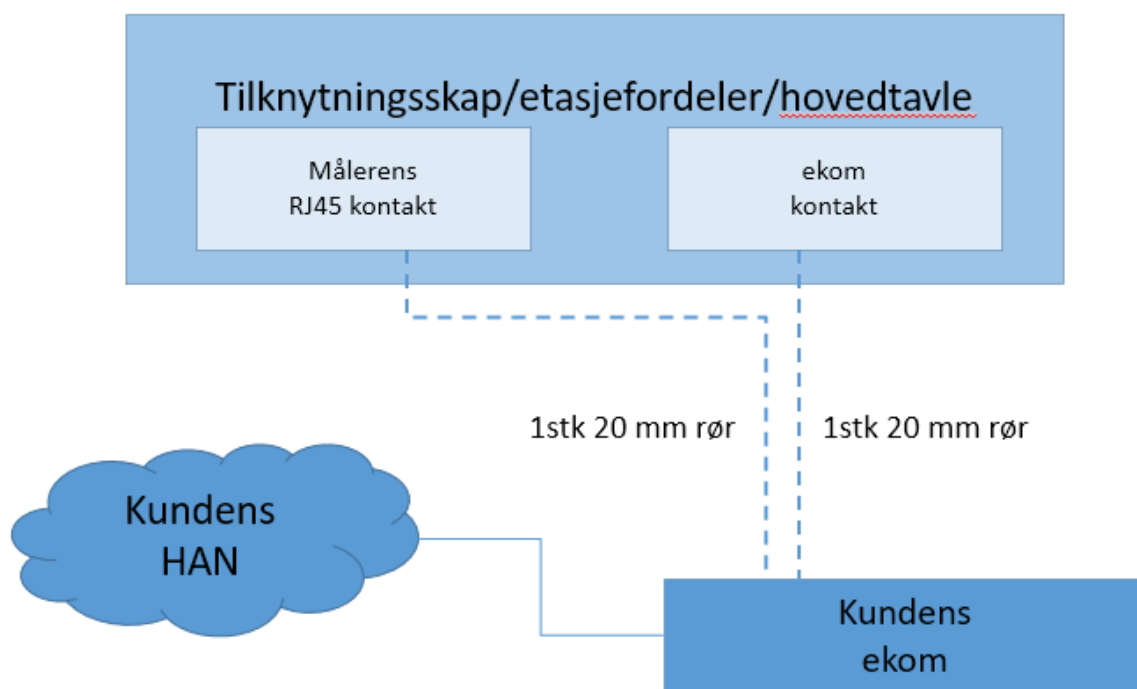
## 14 KRAV TIL KOMMUNIKASJON - BOLIGER

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 97** 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 97** Viser prinsippkisse for ekom og HAN forsyning

## 15 KRAV TIL KOMMUNIKASJON FRA MÅLER TIL NETTSELSKAP

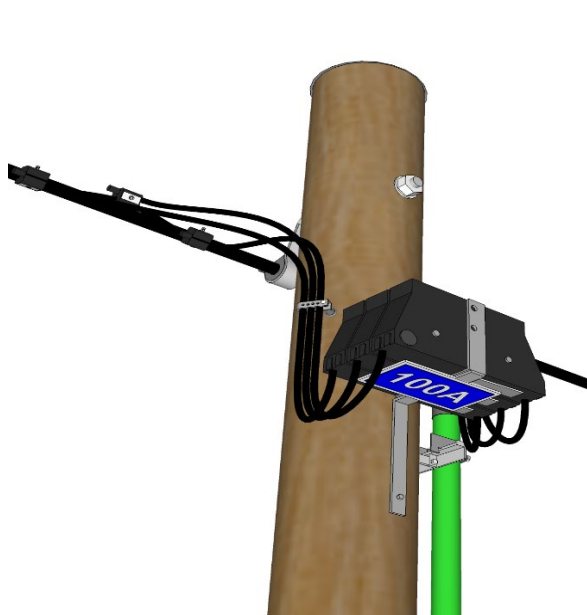
Det skal også tilrettelegges for kommunikasjon mellom måler og AMS konsentrator i henhold til den enkelte nettselskaps retningslinjer. Det inkluderer montasje av antenne på skap uten at kapslingsgrad og levetid blir forringet. Krav til antenne gjelder både ved plassering av måler i tilknytningsskap,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



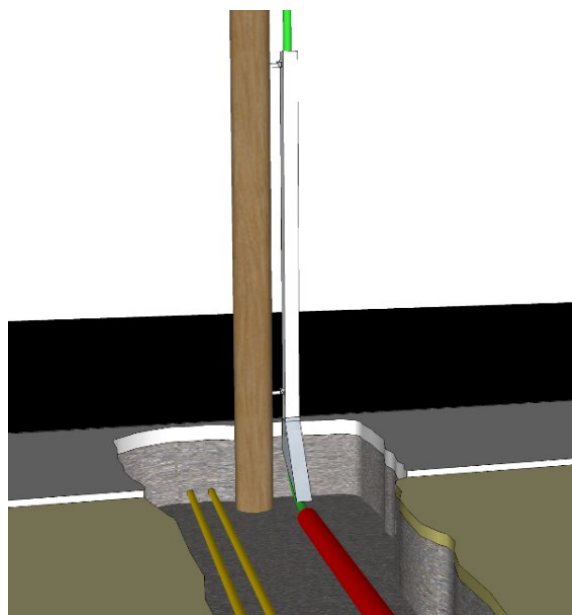
**Figur 98** RT11202 - Viser prinsippkisse for etablering av antenne på tilknytningsskap

## 16 ARBEID MED STIKKLEDNING AV TYPE KABEL FORSYNT FRA LUFTNETT

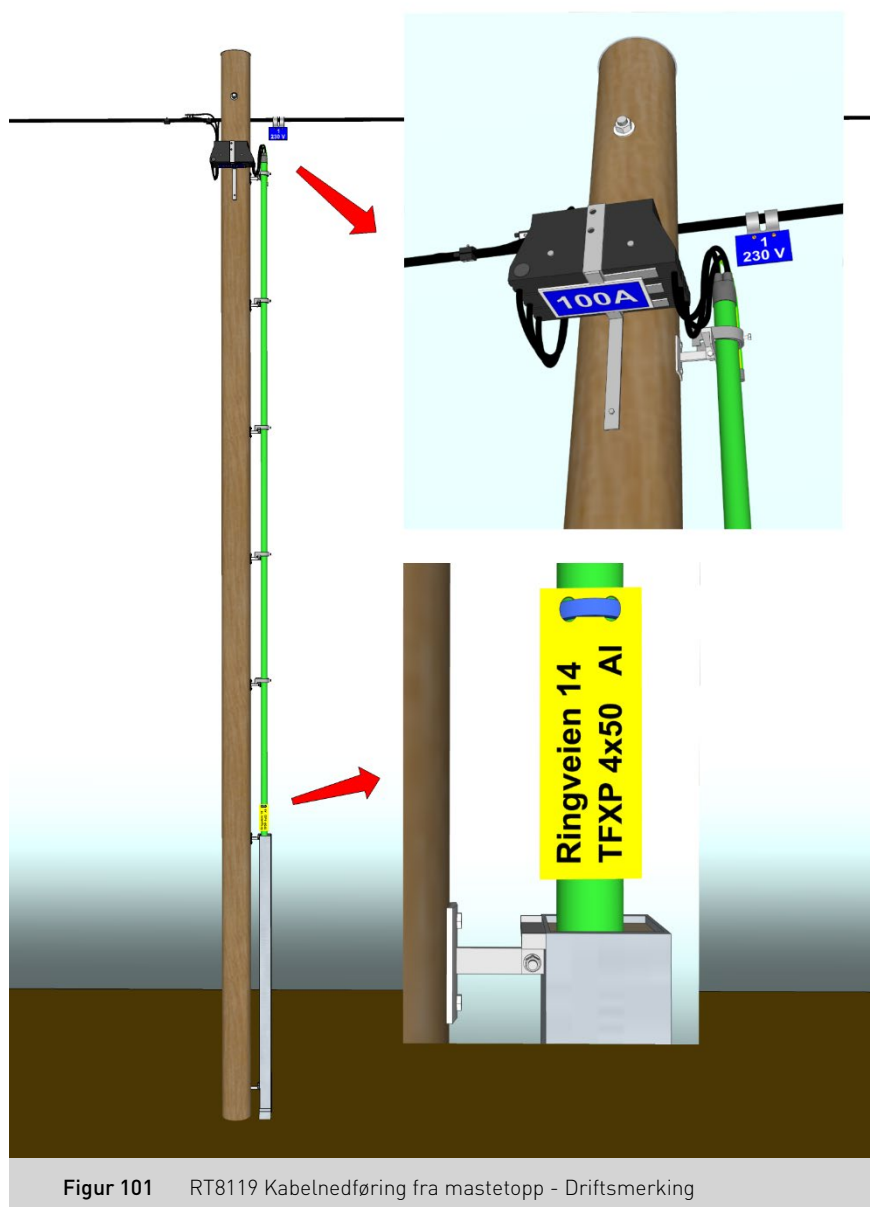
Hvis luftnettet forsyner et tilknytningskap ved hjelp av kabel som blir ført ned langs stolpe må det monteres kortslutningsvern, en sikringskillebryter. For ledningsføring skal man lage dryppfall for å hindre vanninntrenging i sikringskillebryteren. Ved flere sikringskillebrytere skal man benytte dobbeltjern. 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 99**, **Figur 100** og **Figur 101**.



**Figur 99** RT11101 - ledningsføring fra EX ledning og frem til sikringskillebryter



**Figur 100** RT11103 - Kabelnedføring fra mastetopp - utførelse av kabelkanal



Figur 101 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](#).

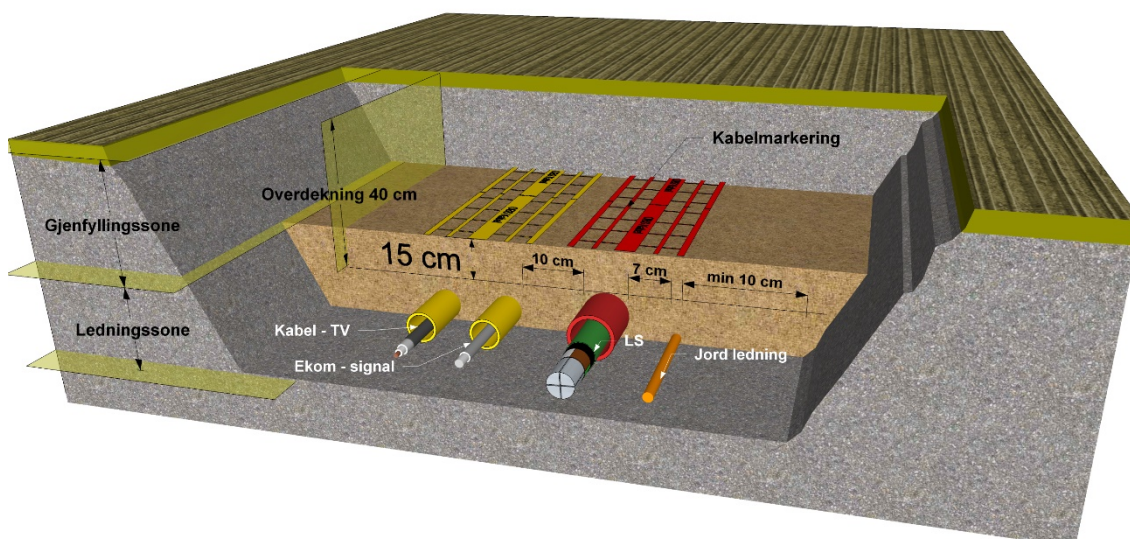
## 17 KRAV TIL KABEL, RØR OG GRØFT

### 17.1 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 102** viser grøftesnitt og krav til avstander mellom de ulike kabeltyper. Der annet ikke er spesifisert skal disse anvendes.



**Figur 102** RT11095 - Snitt av kabelgrøft

**Figur 102** 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.

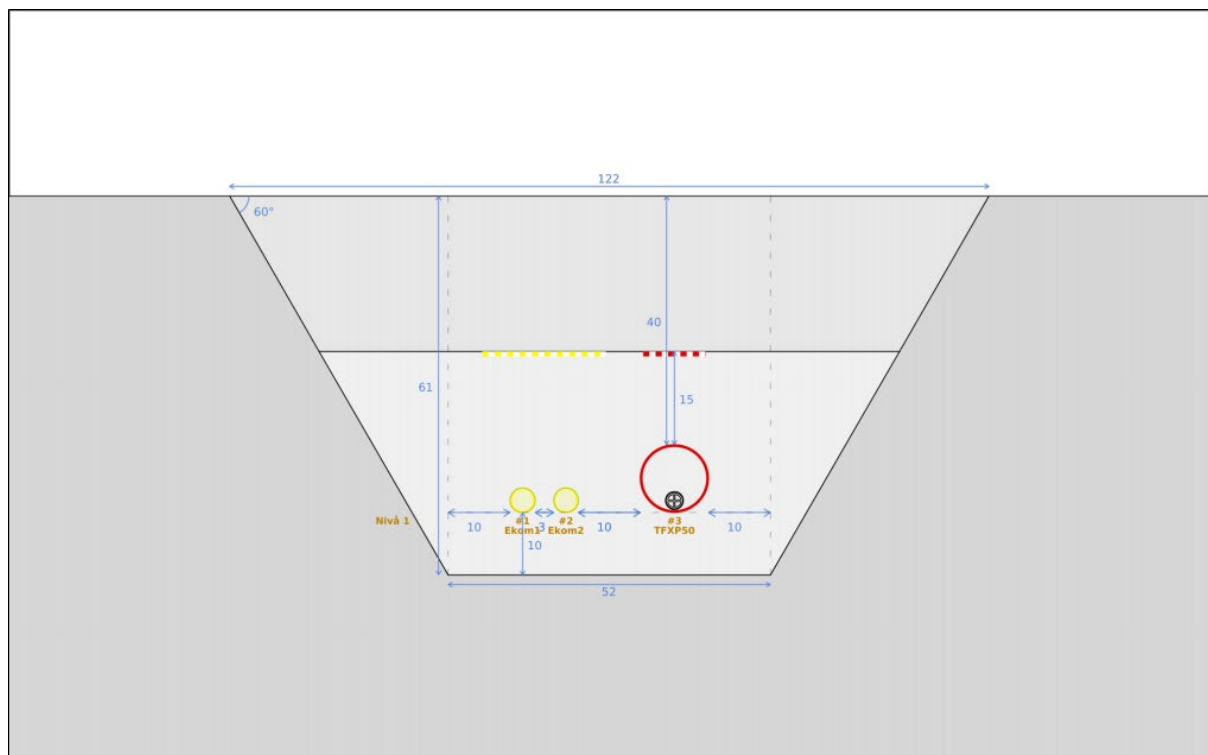


Rør for ekomkabel skal være minimum 40 mm, og skal føres inn i tilknyttingsskapet. Tomt rør plugges, rør med kabel sikres med WBC (Water Block Connector) slik at det ikke kommer vann inn i skapet.

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.

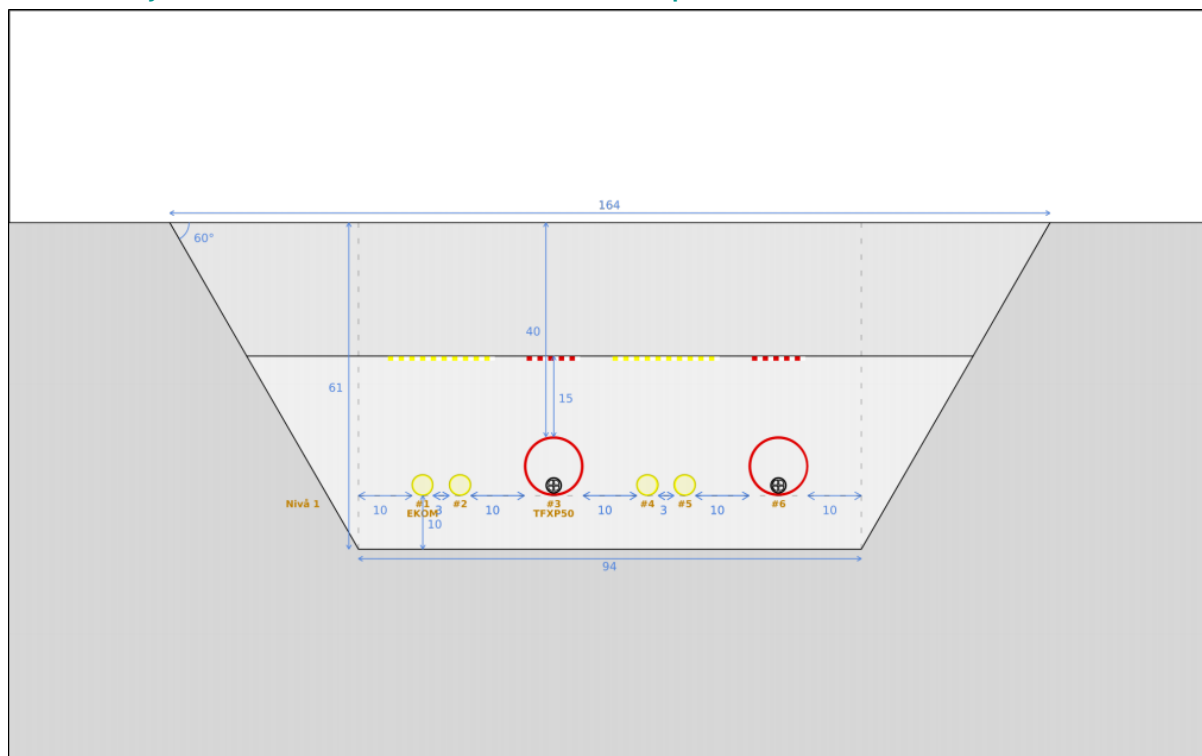
Rørender skal sikres med endelokk. Det henvises til Vedlegg nr. 1 Montasje av rør angir retningslinjer ved montasje.

### 17.2 TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al i rør (maks 80A)



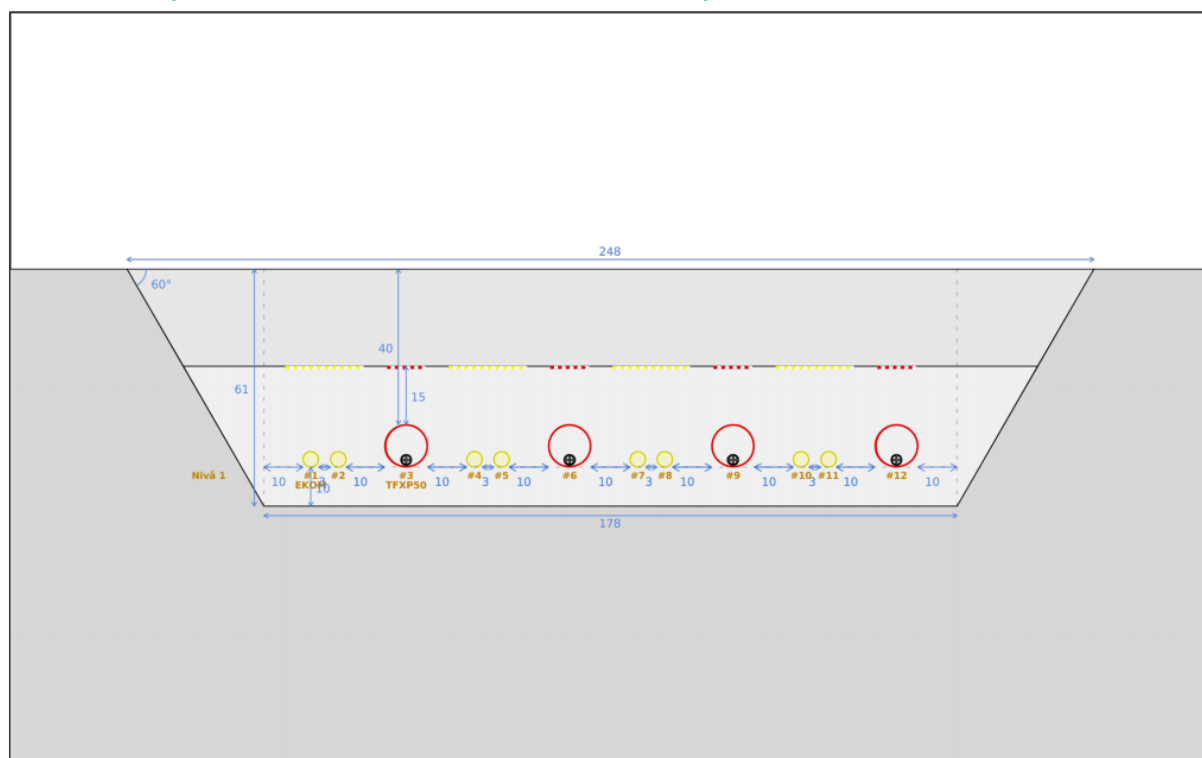
Figur 103

### 17.3 To stykk TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al i rør (maks 80A per kabel)



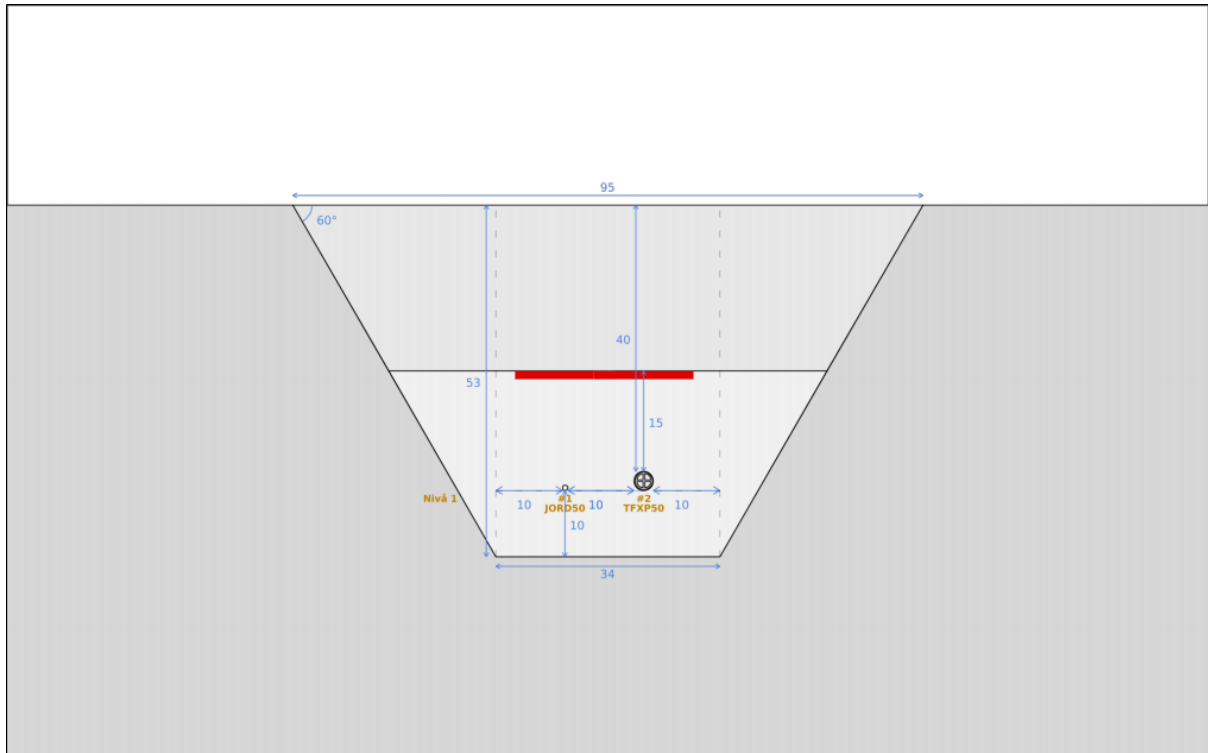
Figur 104

### 17.4 Fire stykk TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al i rør (maks 80 A per kabel)



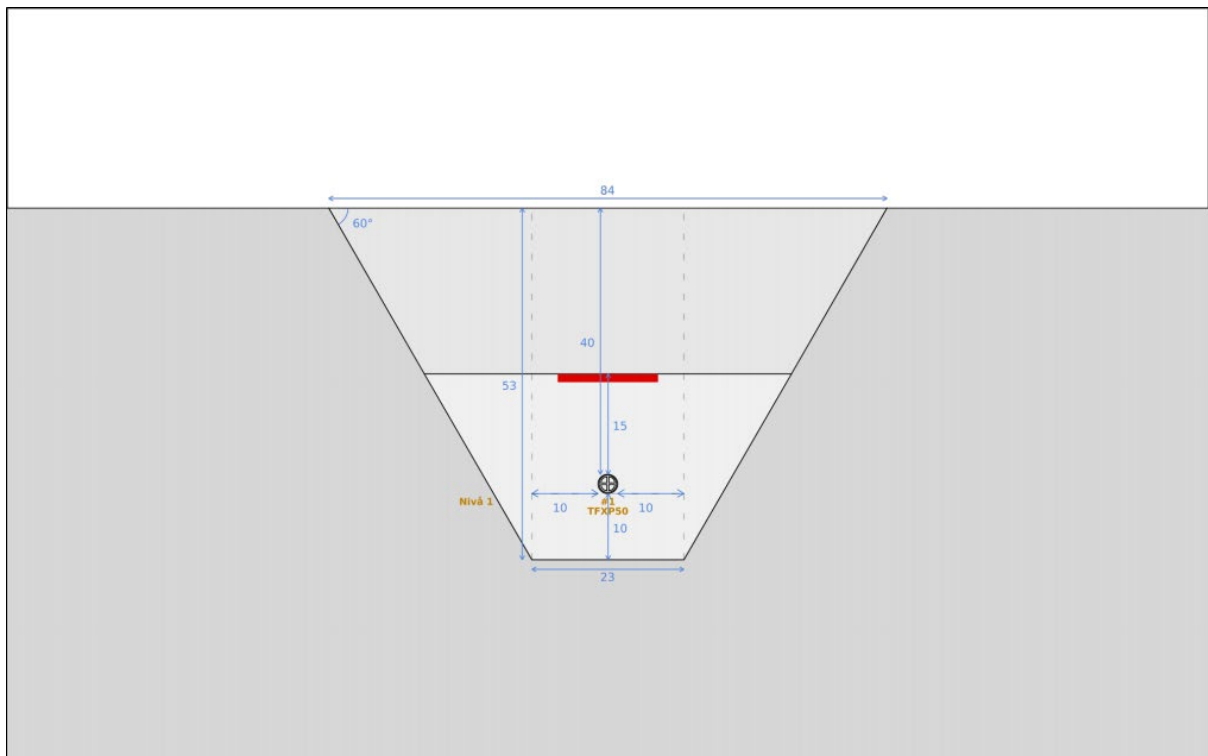
Figur 105

### 17.5 TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al uten rør med blank jord (maks 80 A)



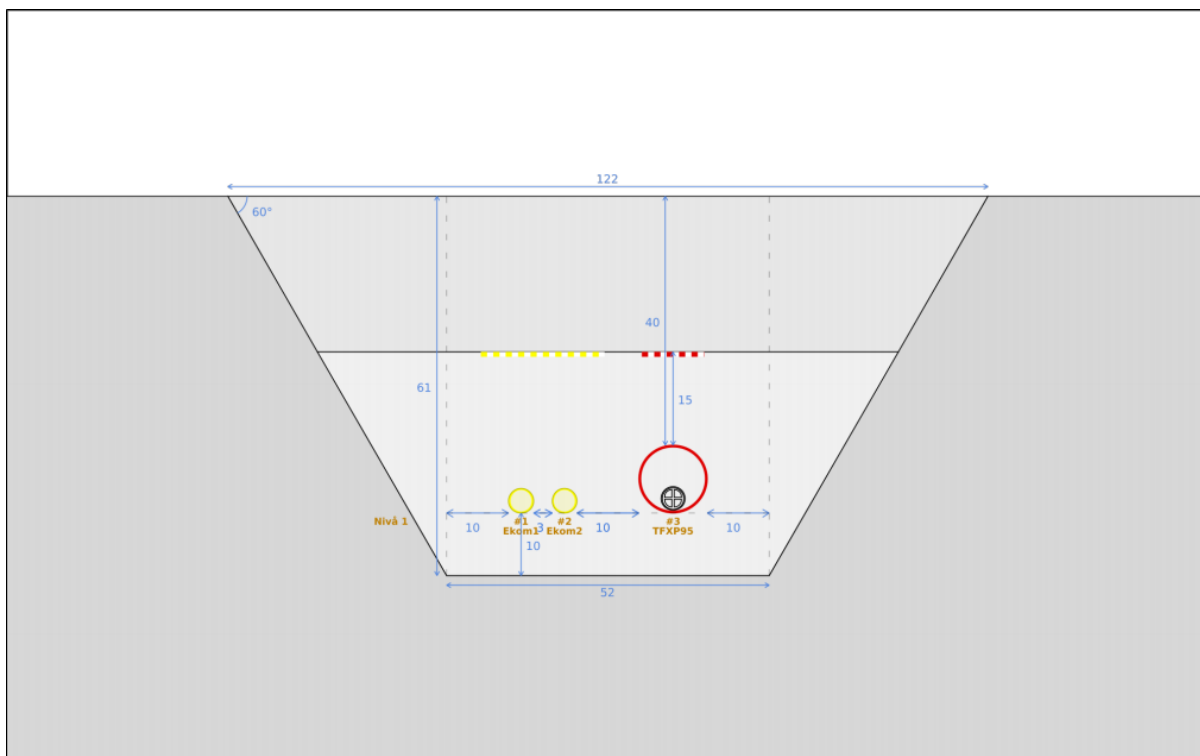
Figur 106

### 17.6 TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al uten rør (maks 80 A)



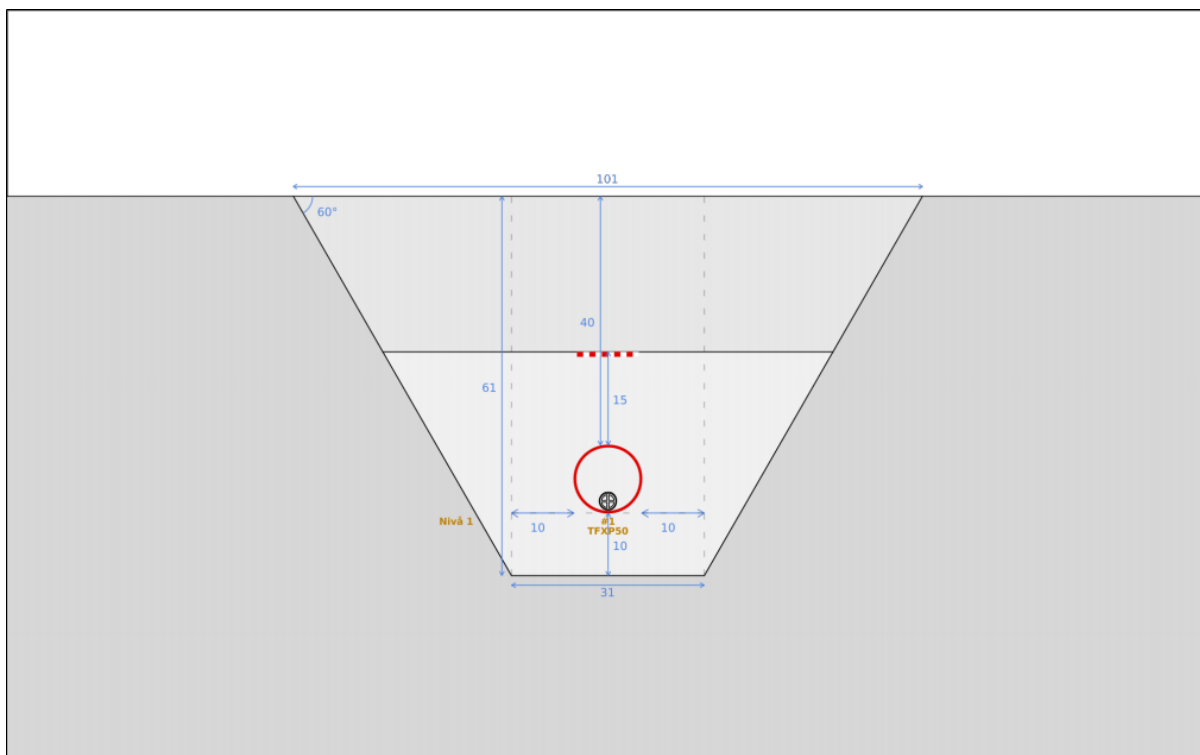
Figur 107

### 17.7 TFXP 95 mm<sup>2</sup> Al i rør (maks 125 A)



Figur 108

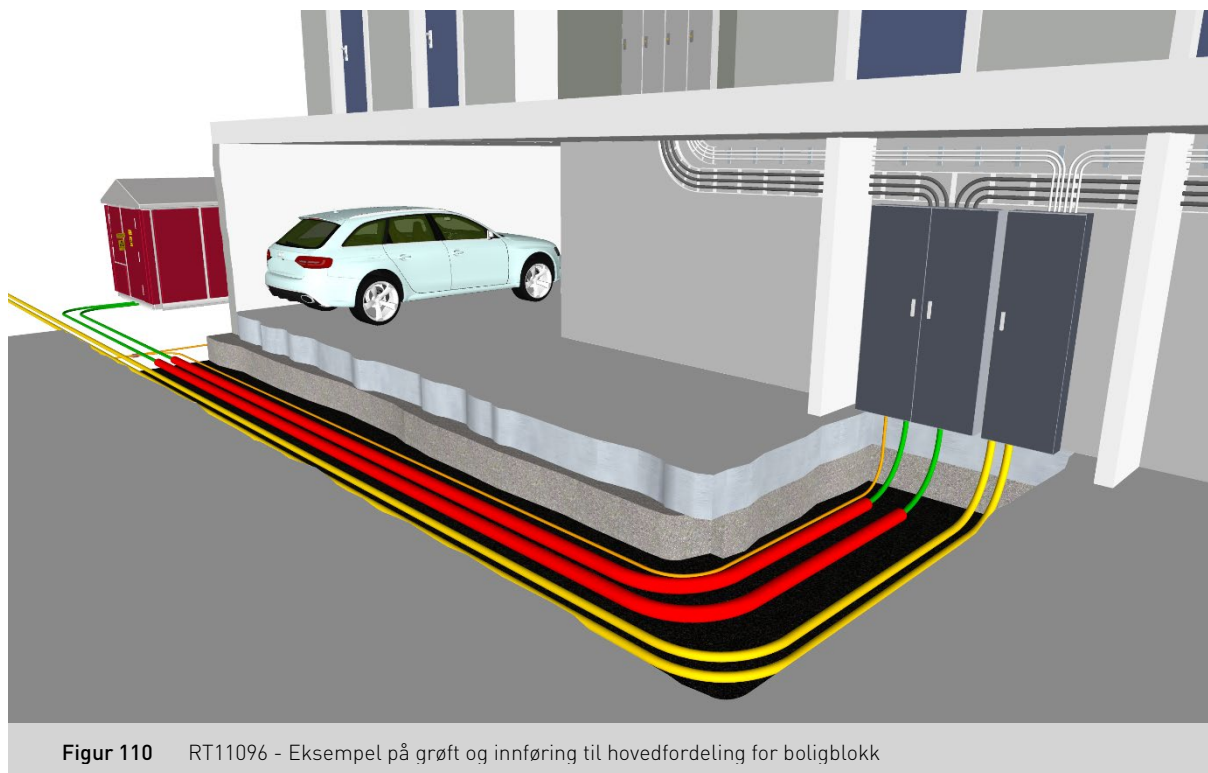
### 17.8 TFXP 50 mm<sup>2</sup> Al i rør (maks 80 A)



Figur 109

### 17.9 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 [RENGrøft](#), som er del av RENs prosjektsystem. Masser for ledningszone og gjenfyllingssone skal oppgis.



Figur 110 RT11096 - Eksempel på grøft og innføring til hovedfordeling for boligblokk

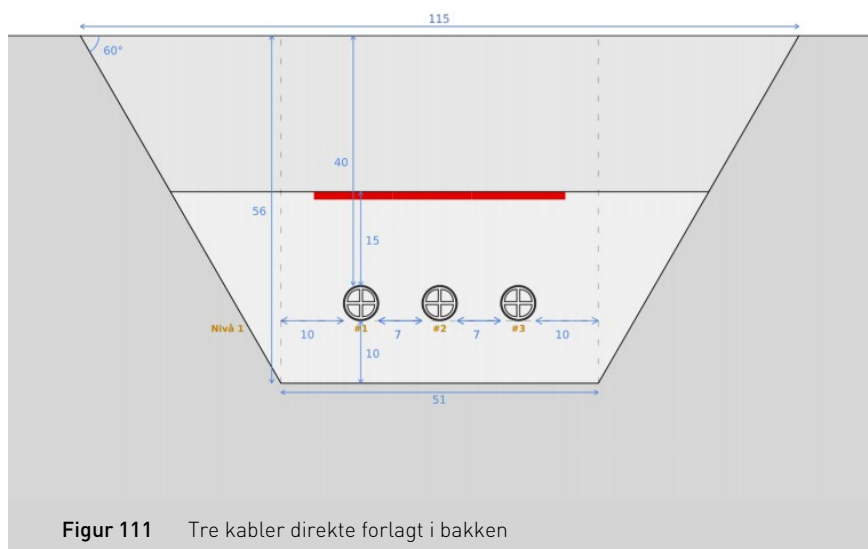
Antall kabler velges i henhold til ønsket belastning, som guide kan tabellen under benyttes:

Antall kabler	Total strøm [A]	Strøm pr kabel [A]	Kvadrat (AL) [mm <sup>2</sup> ]	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

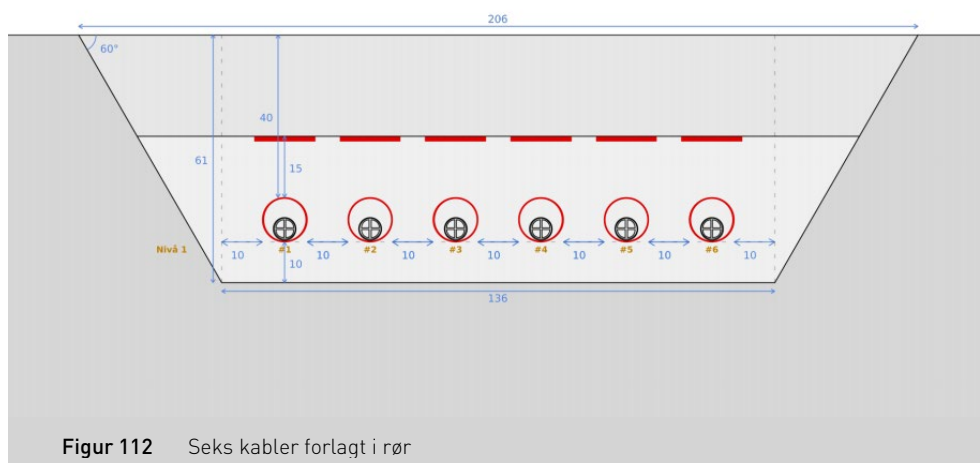
For å kunne benytte belastningsgrensene i tabell xxx er det viktig at forlegningen er gjort på samme måte som modellen:

- Overdekning: 40 cm (dekkbord dersom det ikke benyttes rør).
- Kabelsand i ledningssonen med termisk motstand 1 [m·K/W], som eksempelvis RENs spesifisering 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 111 Tre kabler direkte forlagt i bakken



Figur 112 Seks kabler forlagt i rør



### 17.10 Metode C:

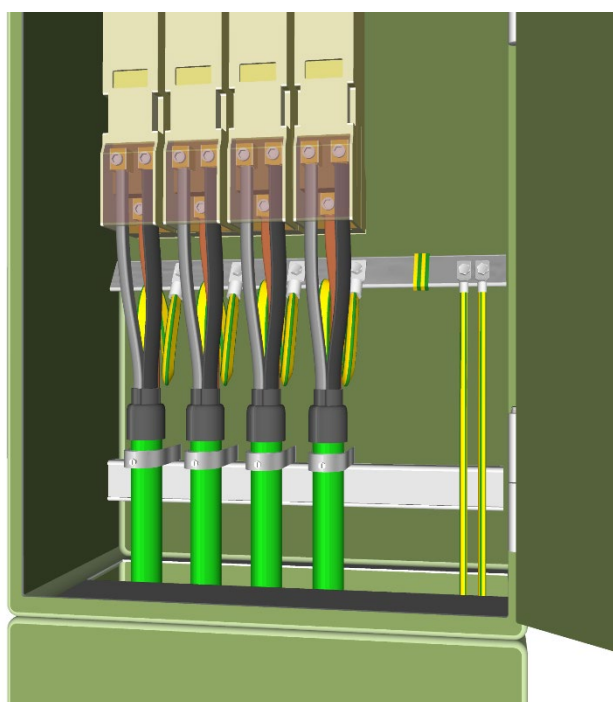
Det skal benyttes prefabrikkerte skinnepakker. Denne skal tilfredsstillere krav til jord- og kortslutningssikker forlegning.

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

## 18 VED TERMINERING AV KABEL

### 18.1 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 113 RT11097 - 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 løsnes/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.

## 18.2 I nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#).

# 19 MONTASJE AV SKJØT/ENDEAVSLUTNING

## 19.1 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.

## 19.2 Av mantling av faseleder

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

## 19.3 Av mantling 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)

## 19.4 Hylse/kabelsko montasje

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

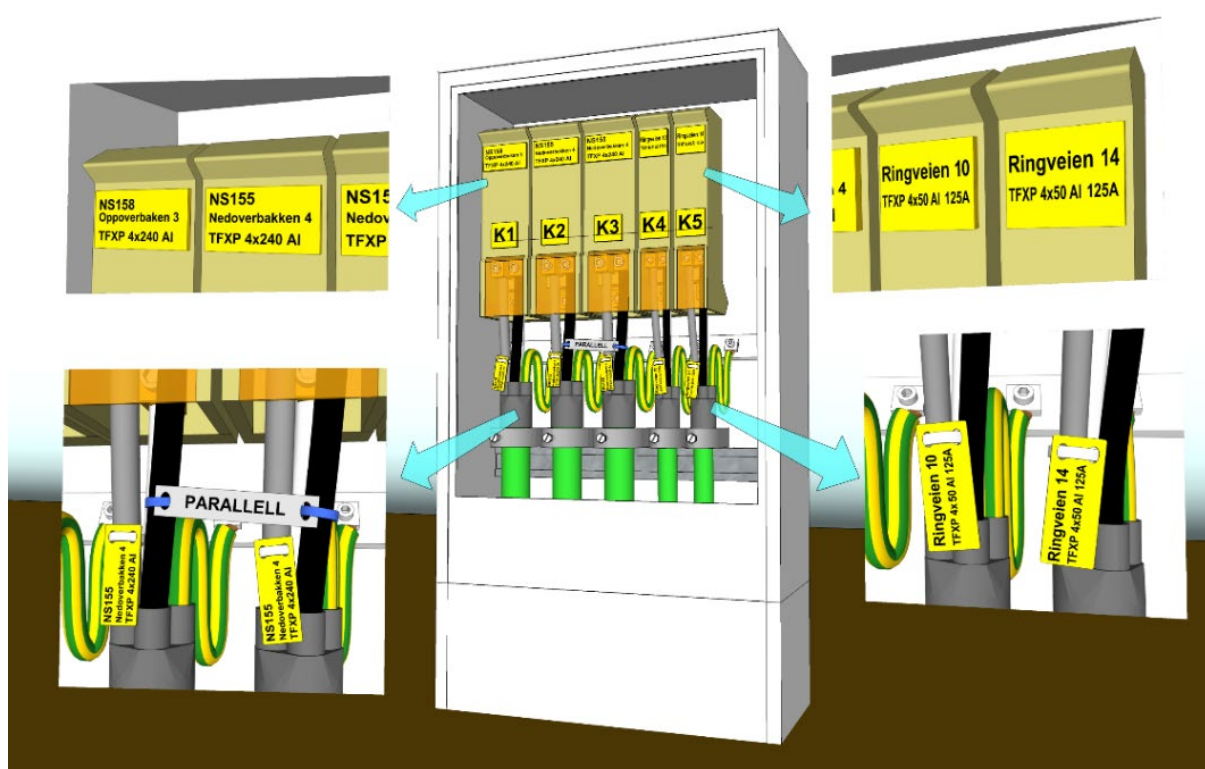
## 19.5 Etter montering

- 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

## 20 DRIFTSMERKING

### 20.1 Kabelskap

- Utgående kabler skal merkes. Merkingen skal plasseres på selve kabel over kabelskrittet. ( gjerne 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.

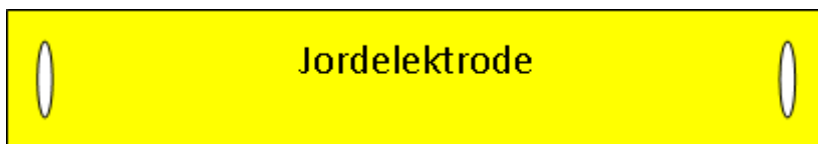


Figur 114 RT11104 - Kabel terminert i kabelskap med driftsmerking

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 114** og **Figur 115**, og i tilknytningsskap som vist i **Figur 116**.

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



Figur 115 RT11105 - Merkelapp som henges på jordledning i kabelskap



Figur 116 RT11106 - Merkelapp som henges på jordledning som er terminert i tilknytningsskap.

## 20.2 Nettstasjon

Det henvises til [RENblad 6010](#).

## 21 UTØVELSE AV NEK 399 I EKSISTERENDE INSTALLASJON

Elsikkerhet, nr. 86, omtaler hvordan NEK399 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 NEK399 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.



## **22 ARBEID MED HENSYN PÅ SIKKERHET**

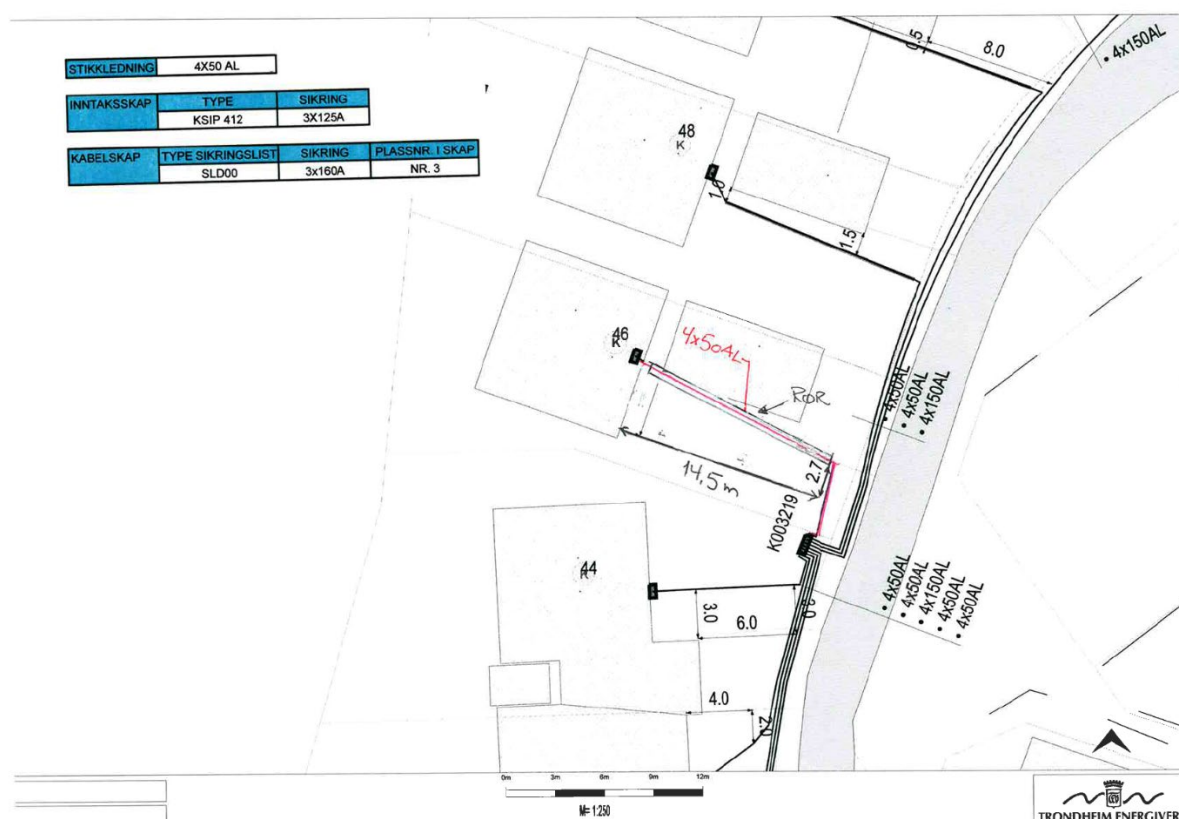
Minimumskrav er å følge retningslinjene angitt i [RENblad 4107](#) Kundetilknytning - Prosedyre - risikovurdering. Det er ikke krav til at rutinen skal dokumenteres skriftlig for hver enkelt jobb, men avvik skal dokumenteres. Rutinen skal være beskrevet i selskapets internkontrollsystem.

## **23 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 117 110-RT11107 - Eksempel ved innmåling

## 24 SLUTTKONTROLL

Det henvises til følgende RENblad:

For metode A:

- [RENblad 4103](#) - Kundetilnytning - Sluttkontroll - Sjekkliste
- [RENblad 4104](#) - Kundetilnytning - Sluttkontroll - veiledning

For metode B og C:

- Retningslinjer angitt for nettstasjoner i REN-skjema.

## 25 SAMSVARERKLÆRING

Det henvises til [RENblad 4105](#) kundetilnytning - Samsvarserklæring som et minimumskrav.

## 26 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.

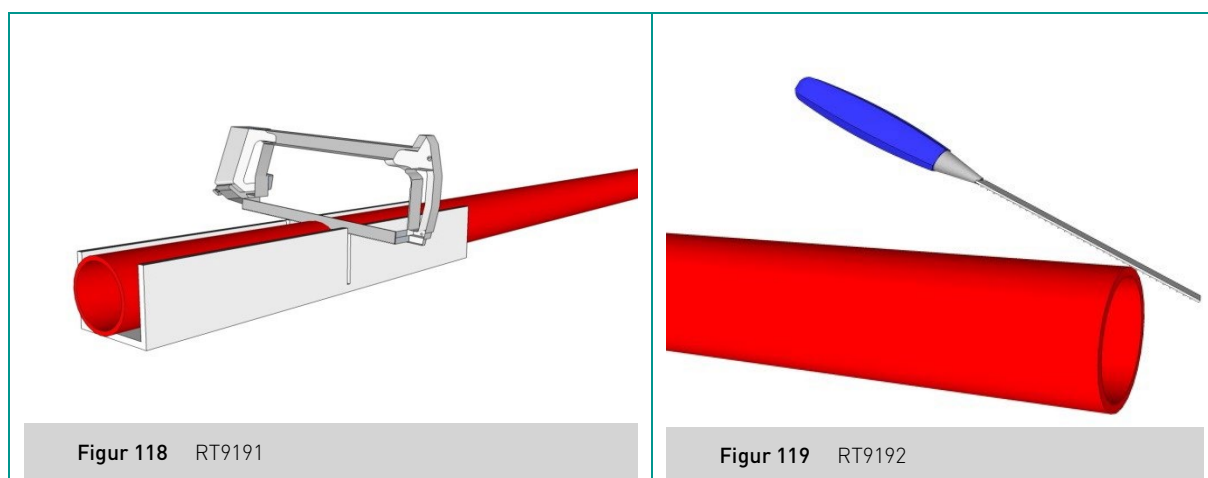
Ved legging av flere rør på ett nivå, skal avstand mellom rørene og mellom rørvegg og grøftevegg, være lik rørets utvendige diameter, dog ikke mindre enn 70 mm eller større enn 150 mm. SN64-rør kan legges uten avstand mellom rørene.

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 118** og **Figur 119**.



## Vedlegg nr. 2 Låssystem ved montering av låssylinder

System anvendt av Ekom bransjen:

- Nøkkelsystem: Evna 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](mailto: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](mailto:system@sogd.no).

Kontaktperson for ordningen er Kjell Arne Jensen på tlf: 90712018 eller epost: [kjell-arne@sogd.no](mailto:kjell-arne@sogd.no).

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

## 27 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.