

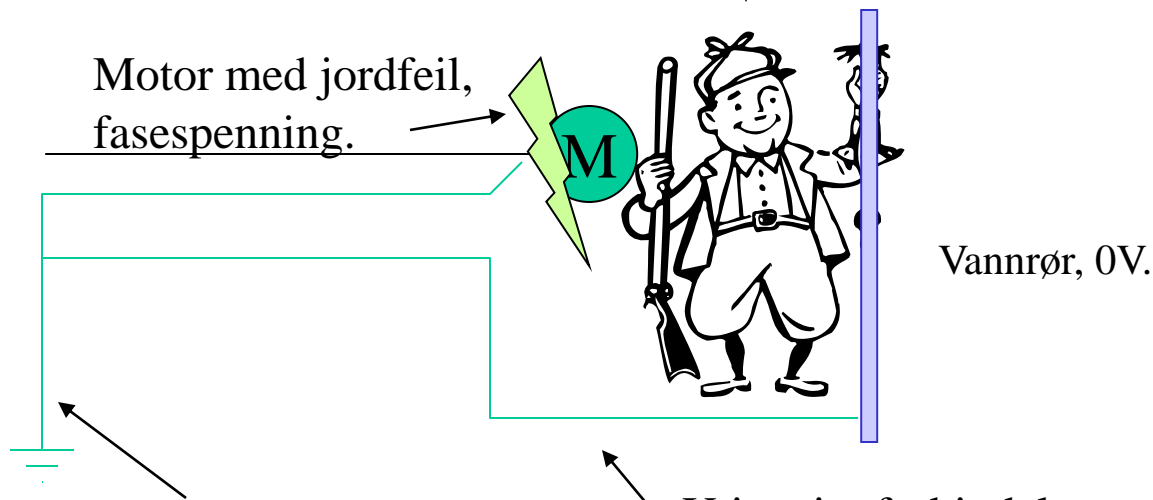


Jord og beskyttelsesledere

Jord og beskyttelsesledere.

Generelt

Naiv tufs som tror at alt er i den skjønneste orden og tar på motoren samtidig som han berører en gjenstand med 0V Potensiale.



Motor med jordfeil, fasespenning.

Vannrør, 0V.

PE leder, gir motoren Jordforbindelse, via jordingsleder og jordelektrode. Dette gir en viss beskyttelse.

Utjevningforbindelse, dette gir en enda bedre potensialutjevning

Jord og utjevningsforbindelsene har til oppgave å sørge for at alle samtidig tilgjengelige deler har mest mulig likt potensiale (spenning) ved jordfeil og sikre automatisk utkopling av anlegget.

Definisjoner og begreper

- Jordingsystem 200.126
- Utsatt ledende del 200.289
- Annen ledende del 200.4
- Jordelektrode 200.121
- Jordingsleder 200.125
- Hovedjordskinne 200.96
- Beskyttelses(jord)leder (PE-leder) 200.22
- PEN-leder 200.204
- Utjevningsleder for beskyttelsesformål 200.284

Jordelektrodens oppgave

Jordelektroden kan ha to forskjellige oppgaver i det elektriske anlegget:

- **Beskyttelsesjord**

- ✓ Beskytte mennesker, husdyr og eiendom mot skade ved jordfeil.

- **Funksjonsjord** (driftsjord)

- ✓ Sørge for pålitelig drift av elektrisk utstyr (SRJ- signal referanse jord)

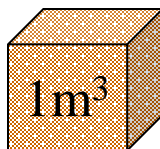
Jordresistivitet

- Vi kjenner begrepet resistivitet i forbindelse med beregning av spenningsfall, $\rho = 0,018$ for Cu og $0,029$ for Al.

$0,018$ er motstanden i ohm for 1m Cu, med 1mm^2 tverrsnitt ved 20 grader.

- På samme måte angir man jordsmonnets resistivitet, men her benytter man en terning hvor alle sider er 1m , som referanse.

- Resistiviteten kan måles, eller finnes i tabeller.



Jordresistivitet

Typiske verdier for jordresistivitet:

- Saltvann, $2\Omega\text{m}$.
- Ferskvann, $250\Omega\text{m}$.
- Matjord/Leire, $100\Omega\text{m}$.
- Sandjord, $200\Omega\text{m}$.
- Fuktig sand, $300\Omega\text{m}$.
- Fuktig grus, $500\Omega\text{m}$.
- Tørr sand, $1000\Omega\text{m}$.
- Is, $100000\Omega\text{m}$.

Disse verdiene brukes for å beregne jordelektrodens overgangsmotstand til jord.

Beregning av overgangsmotstand til jord.

Jordspyd:

- Formel (forenklet): $R = \rho / l$
 - ✓ R er elektrodens overgangsmotstand til jord.
 - ✓ ρ er jordresistiviteten.
 - ✓ l er elektrodens lengde

Eksempel:

- Et spyd med effektiv lengde 3m er drevet ned i leirgrunn, resistivitet $\rho = 40\Omega\text{m}$.
- Hva blir overgangsmotstanden til jord?
- $R = \rho / l = 40 / 3 = \underline{13,3 \Omega}$

Beregning av overgangsmotstand til jord.



Parallellkopling av jordspyd:

•Vi finner ut at vi må benytte flere spyd i parallell, avstand minimum $1,5 \times$ lengden på spydet. Resulterende motstand for disse, R_p , finner vi ved å benytte en korreksjonsfaktor:

- 2 spyd, $k = 0,6$
- 4 spyd, $k = 0,35$
- 6 spyd, $k = 0,25$

•Formel:

- $R_p = R \times k$

Eksempel:

•Ett spyd har overgangsmotstand til jord, $R_a = 200 \Omega$, hva blir resulterende R_a ved 4 parallelle spyd?

- $R_p = R_a \times k = 200 \times 0,35 = \underline{70 \Omega}$.

Jordelektroder

Omtrentlig overgangsresistans



OMTRENTLIG JORDOVERGANGSRESISTANS (Ω)										Jordens resitivitet ($\Omega \cdot m$)
Jordsmonn	Spyd $\varnothing \frac{1}{2}$ " (12,5mm)			Line 25mm ² Cu			Plate		Funda- mentjord	
	(Lengde i m)			(Lengde i m)			(areal i mm ²)			
	1,5	3	4,5	10	50	100	0,5	1	10x5x0,5 m	
Myrjord	19	10	7	4	1	0,6	30	16	2	30
Matjord/leire	60	35	25	14	4	2	100	50	7	100
Sandjord	130	70	50	30	8	4	200	100	14	200
Fuktig sand	190	100	70	45	12	6	290	160	21	300
Fuktig grus	310	170	120	70	20	11	490	260	35	500
Tørr sand	600	350	250	140	40	22	1000	520	70	1000
Stengrunn	1900	1000	740	430	120	65	3000	1600	210	3000

Krav til beskyttelsestiltak ved feil

IT, TT, TN nett.

NEK 400-411.3

411.3.1.1: ”Utsatte ledende deler skal være forbundet til en beskyttelsesleder i samsvar med de krav som er spesifisert for de enkelte fordelingssystem i avsnittene 411.4 til 411.6”

411.3.1.2:

”I hver bygning skal innkommende metalliske deler som med sannsynlighet vil introdusere en farlig spenningsforskjell og som ikke er en del av den elektriske installasjonen, være koblet til hovedutjevningsforbindelsen for beskyttelsesformål»:

- Metalliske tilførselsrør i bygningen (gass, vann, fjernvarme)
- Andre ledende deler som tilhører bygningskonstruksjonen
- tilgjengelig armering av bygningskonstruksjon av armert betong

Dimensjonering av beskyttelsesjordledere

Beskyttelsesledere er en samlebetegnelse for alle ledere i installasjonen som har til formål å øke sikkerheten ved feil. Se definisjon i NEK 400, del 2.

Beskyttelsesledere som er en del av jordingsanlegget kalles beskyttelsesjordleder.

Følgende beskyttelsesledere finnes i en alminnelig elektrisk installasjon:

1. Kursenes beskyttelsesjordledere, som følger kursen fra hovedjordskinne til alle utsatte deler. For eksempel til: motor, stikkontakter, komfyr. Se NEK 400. 411.3.1.1.
2. Jordingsleder, som legges fra jordskinne til jordelektrode. For eksempel til: ringjord, jordspyd, fundamentjord.
3. Utjevningsledere for beskyttelsesformål som legges fra hovedjordskinne til alle andre ledende deler. For eksempel til: vannrør, kabelbro, avløpsrør, armering. Se NEK 400. 411.3.1.2.
4. Tilleggsutjevningsledere, som noen steder legges lokalt mellom to utsatte deler eller mellom utsatt del og annen ledende del brukes for å tilfredsstille kravet til automatisk utkopling og for å øke sikkerheten. Se generelt krav i NEK 400-544.2 og NEK 400-701.

Dimensjonering av beskyttelsesjordledere

Generelle krav:

- **Separat opplagte ledere skal ikke ha tverrsnitt mindre enn $2,5\text{mm}^2$ hvis de er mekanisk beskyttet eller 4mm^2 hvis de ikke er mekanisk beskyttet. NEK 400-543.1.3.**
- Hvis det er benyttet felles beskyttelsesleder for en gruppe kurser, for eksempel flere kurser i samme rør, skal beskyttelseslederen dimensjoneres i henhold til kursen med høyest tverrsnitt. NEK 400-543.1.4.
- Flere typer beskyttelsesledere som skal føres fra hovedjordskinne til samme punkt, kan kombineres til en leder. Tverrsnitt velges i henhold til lederen som har høyest tverrsnitt. Se NEK 400-543.1.4.

Krav til dimensjonering av de forskjellige typene beskyttelsesledere:

1. **Kursens beskyttelsesleder** dimensjoneres i henhold til: NEK 400-543.1.1 tabell 54B.

Eksempel:

Kursleders tverrsnitt (mm ²)	Kursens beskyttelsesleder tverrsnitt (mm ²)
1,5	1,5
16	16
35	16
50	25

Krav til dimensjonering av de forskjellige typene beskyttelsesledere:

2. **Jordingsleder** ledertverrsnitt skal være i samsvar med med avsnitt 542.3.1 eller 542.3.2. Ledertverrsnittet skal være $\geq 6\text{mm}^2$ for kopper eller 50mm^2 for stål. Når en blank jordingsleder er nedgravd i jorden skal dens dimensjoner og egenskaper også være i samsvar med tabell 54A. I jord skal den være minimum 25mm^2 Cu eller 50mm^2 korrosjonsbeskyttet Fe.

Hvor det ikke er forventet at det skal flyte feilstrømmer av noe størrelse, kan jordingslederen dimensjoneres iht. 544.1

Eksempel:

Kursledere tverrsnitt (mm^2)	Beskyttelsesleder tverrsnitt (mm^2)	Jordingsleder tverrsnitt (mm^2)
1,5	1,5	6 mm^2 .
2,5	2,5	Andre forhold kan kreve høyere tverrsnitt, for eksempel krever leverandører av overspenningsvern en jordingsleder på 6 mm^2 eller høyere.
4	4 (største)	

Krav til dimensjonering av de forskjellige typene beskyttelsesledere:

Utjevningsleder for beskyttelsesformål dimensjoneres i henhold til: NEK 400-544.1.

«Ledertverrsnittet skal være \geq halvparten av største ledertverrsnitt som er benyttet for beskyttelsesledere i installasjonen og skal være»:

$\geq 6\text{mm}^2$ Cu, eller
 $\geq 16\text{mm}^2$ Al

Det velges normalt 6mm^2 Cu i mindre anlegg, i større vil det være fornuftig å øke tverrsnittet til 25mm^2 .

Krav til dimensjonering av de forskjellige typene beskyttelsesledere:

Tilleggsutjevningsforbindelse dimensjoneres i henhold til: NEK 400-544.2 med følgende to forskjellige krav til dimensjonering:

- a) **Mellom to utsatte deler**, for eksempel mellom to motorer som er tilgjengelig for samtidig berøring, skal den ha ledningsevne minimum tilsvarende minste kurs sin beskyttelsesleder NEK 400-544.2.1.

Eksempel:

Kursledere tverrsnitt (mm ²)	Kursens beskyttelsesleder tverrsnitt (mm ²)	Tilleggsutjevningsforbindelse tverrsnitt (mm ²)
1,5	1,5	Minste kurs er 1,5mm ² , men husk kravet om minimum 2,5mm² hvis den er mekanisk beskyttet og 4mm² hvis den ikke er mekanisk beskyttet.
2,5	2,5	

Krav til dimensjonering av de forskjellige typene beskyttelsesledere:



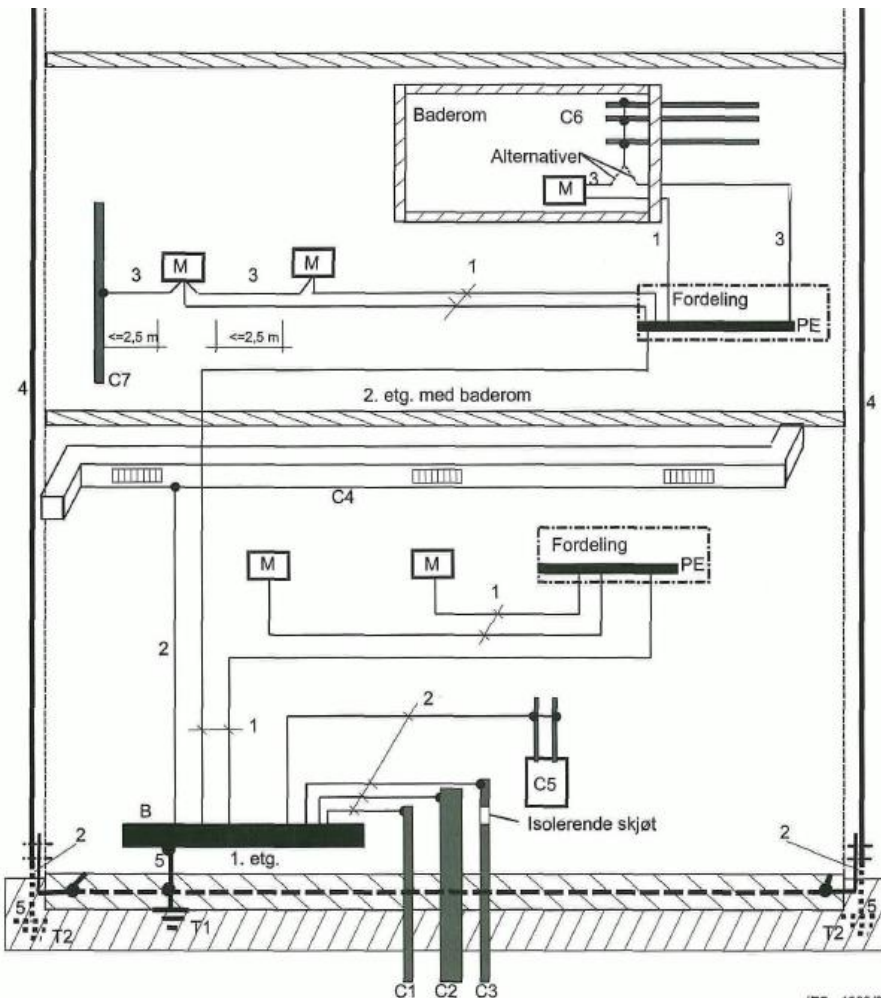
Tilleggsutjevningsforbindelse dimensjoneres i henhold til: NEK 400-544.2 med følgende to forskjellige krav til dimensjonering:

- b) Mellom utsatt del og annen ledende del**, for eksempel mellom armatur og til annen ledende del, skal den ha minimum halvparten av ledningsevnen til kursens beskyttelsesleder.
- Halve tverrsnittet, rundet av oppover vil tilfredsstillere dette kravet, ved bruk av samme ledermateriale. Ved annet ledermateriale må det velges ekvivalent ledertverrsnitt NEK 400-544.2.2.

Eksempel:

Kursledere tverrsnitt (mm ²)	Kursens beskyttelsesleder tverrsnitt (mm ²)	Tilleggsutjevningsforbindelse tverrsnitt (mm ²)
2,5	2,5	Kursens beskyttelsesleder er 2,5mm ² , $2,5 / 2 = 1,25\text{mm}^2$, det vil si 1,5mm ² , men husk kravet om minimum 2,5mm² hvis den er mekanisk beskyttet og 4mm² hvis den ikke er mekanisk beskyttet.

Tillegg 54B Illustrasjon av opplegg for jording, beskyttelsesledere og utjevningsledere for beskyttelsesformål



Forklaring

- M Utsatt ledende del (se NEK 400-2, avsnitt 203.10)
- C Annen ledende del (se NEK 400-2, avsnitt 203.11)
- C1 Vannrør, metall fra utsiden
- C2 Avløpsrør, metall fra utsiden
- C3 Gassrør med isolerende innsats (skjøt) - metall fra utsiden
- C4 Luftkondisjonering
- C5 Varmesystem (annet enn elektrisk)
- C6 Vannrør i metall i baderom
- C7 Andre ledende deler utenfor rekkevidde av utsatte ledende deler
- B Hovedjordklemme (hovedjordskinne) (se NEK 400-2, avsnitt 204.15)).
- T Jordelektrode (se NEK 400-2, avsnitt 204.5)
- T1 Fundamentjordelektrode (se NEK 400-2, avsnitt 204.8)
- T2 Jordelektrode for lynveranlegg (LPS) hvis nødvendig
- 1 Beskyttelsesleder (se NEK 400-2, avsnitt 204.22)
- 2 Utjevningsleder for beskyttelsesformål (se NEK 400-2, avsnitt 204.24)
- 3 Utjevningsleder for beskyttelsesformål og tilleggsutjevning
- 4 Jordingsleder for lynveranlegg (LPS)
- 5 Jordingsleder (se NEK 400-2, avsnitt 204.12)

MERKNAD - I denne normen er en jordingsleder lederen som forbinder jordelektroden til et punkt i ekvipotensialiseringsystemet for beskyttelsesformål, vanligvis hovedjordklemmen (hovedjordskinnen).

Oppgave: Dimensjonering av beskyttelsesledere



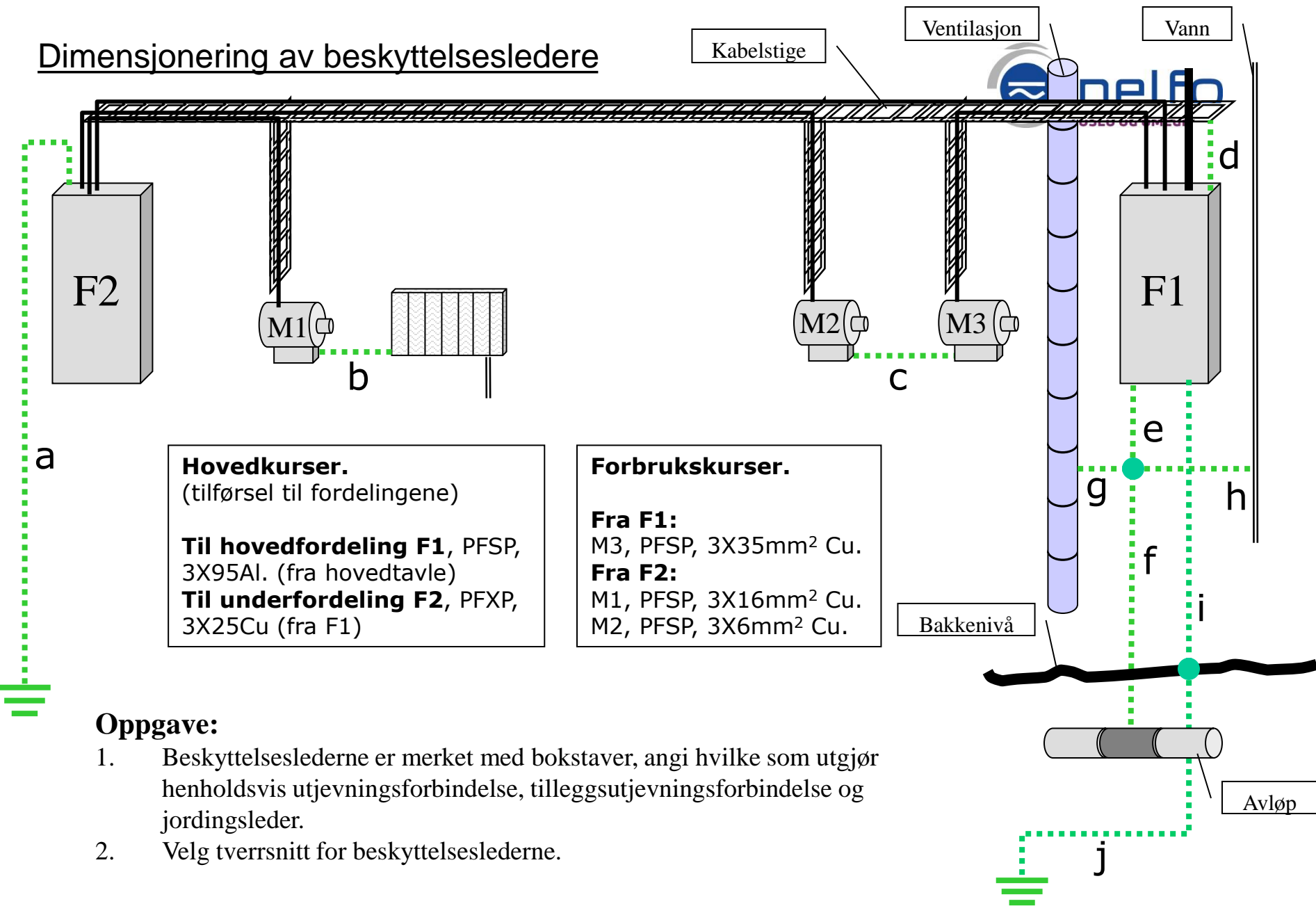
Et elektrisk anlegg har følgende kurser.
Netttype er 230V IT.

Beskyttelse mot kortslutning og overbelastning er dokumentert og tverrsnitt for faseledere er valgt. Du skal velge tverrsnitt på anleggets beskyttelsesledere og skrive verdiene inn i tabellene.

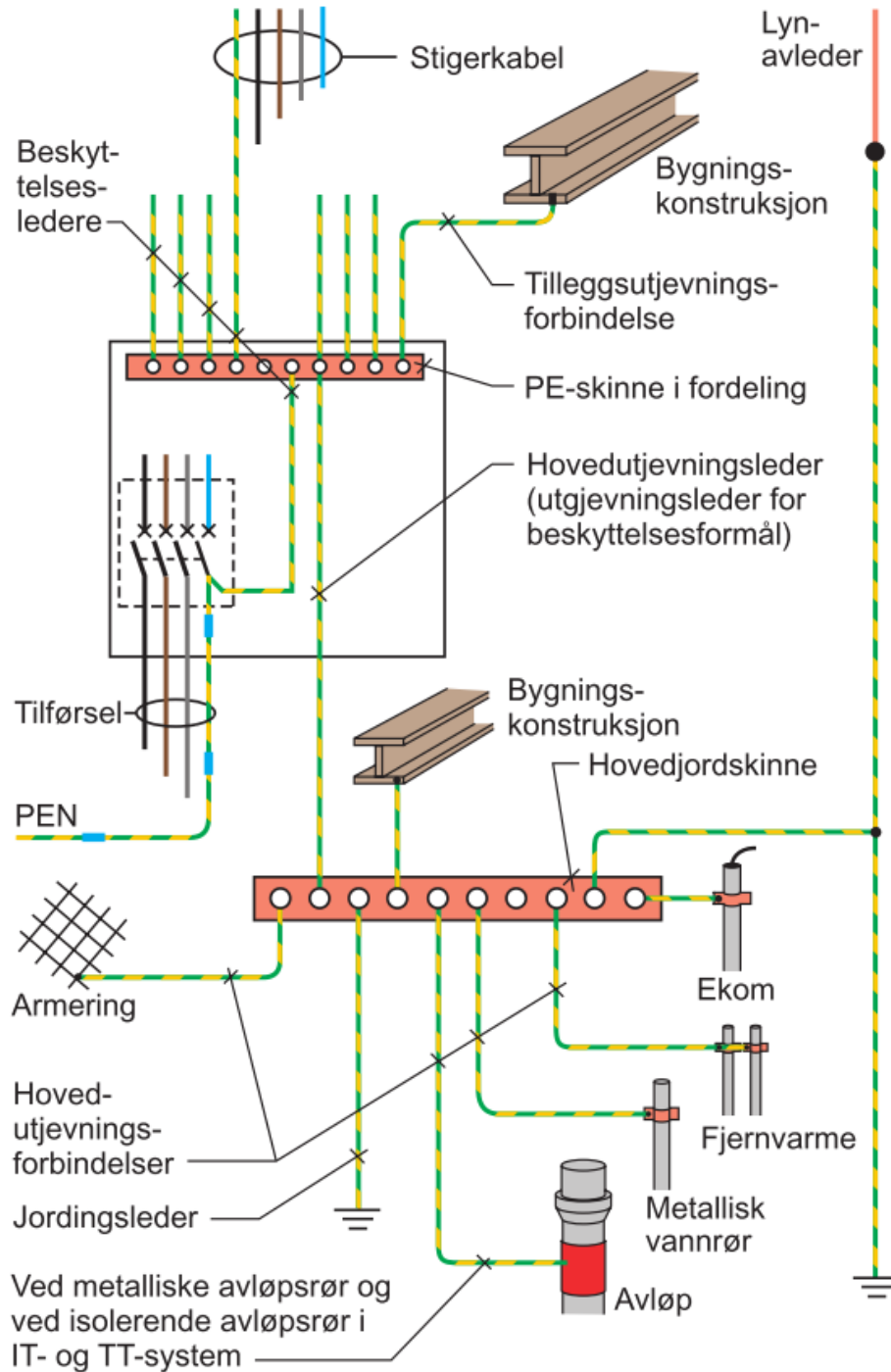
1. Velg tverrsnitt for kursenes beskyttelsesledere.
2. Velg tverrsnitt for jordingsleder, denne er forlagt i rør i vegg og i jord.
3. Velg tverrsnitt for utjevningsforbindelser.
4. Velg tverrsnitt for tilleggsutjevningsforbindelser på badet: mellom stikkontaktene (usatte deler), og til andre ledende deler (slukrist, og badekar, hvis dette er tilkopleet rør av metall og lignende).
5. Tenk deg at kursene 3 og 5 ikke finnes i anlegget, hva ville da blitt svaret på oppgave 2, 3 og 4?

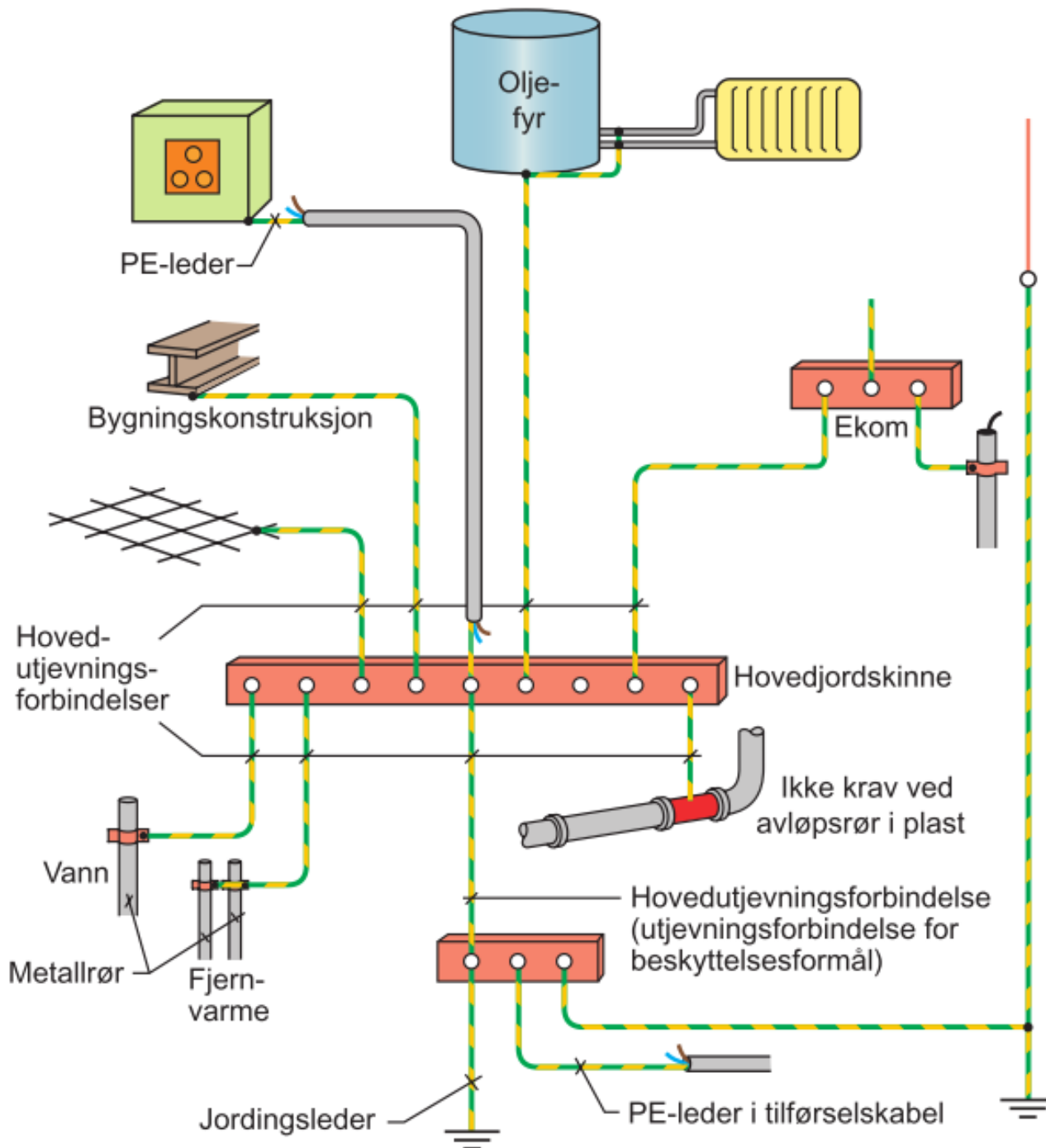
Kurs	Last	Vern		S. fase (mm ²)	S PE (mm ²)
KV	Fordeling	NH00 125A/3 GI/Gg	A2	25	
OV	Fordeling	Moeller PLSM OV 63A/3			
1	Vaskemaskin, bad.	OV / KV. PLSM. 16A-c. 2fase	A1	2,5	
2	Stikkontakt og varmekabel, bad.	OV / KV. PLSM. 10A-b. 2fase	A1	1,5	
3	Kompressor	OV 17A Bimetall relle Z00. KV. PLSM. 32A-c. 3fase	C	4	
4	Varmekabel, stue	OV / KV. PLSM. 13A-c. 2fase	A1	2,5	
5	Fyrkjele	KV. PLSM. 32A-b. 3fase	C	6	
6	Lys / stikk, stue	OV / KV. PLSM. 10A-b. 2fase	A1	1,5	
7	Komfyr	OV / KV. PLSM. 20A-b. 2fase	A1	4	
8	Stekeovn	OV / KV. PLSM. 16A-b. 2fase	A1	2,5	
Andre beskyttelsesledere, type.			Tverrsnitt (mm²)		
Jordingsleder.					
Utjevningsforbindelse.					
Tilleggsutjevningsforbindelse. Plassering:					

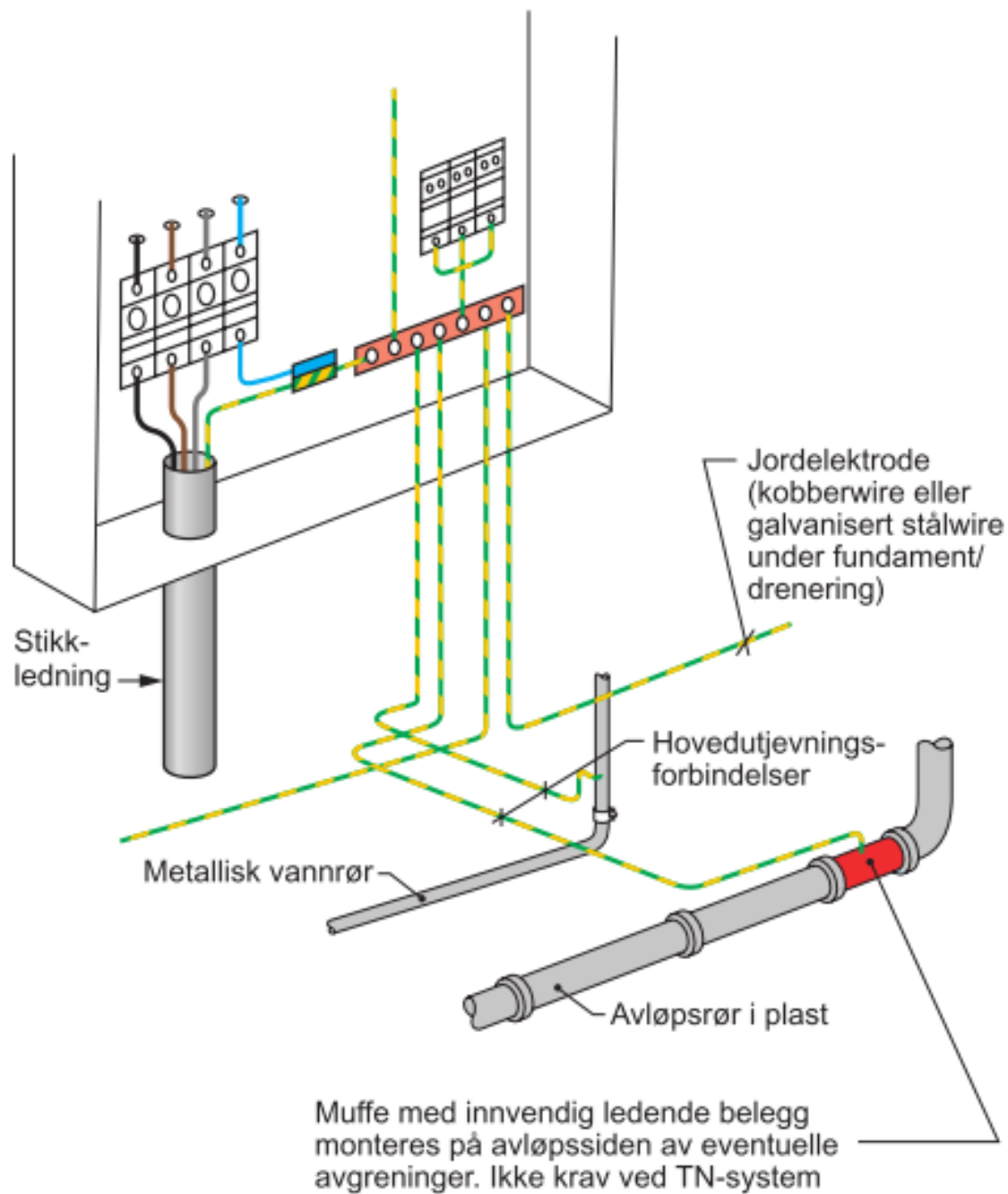
Dimensjonering av beskyttelsesledere

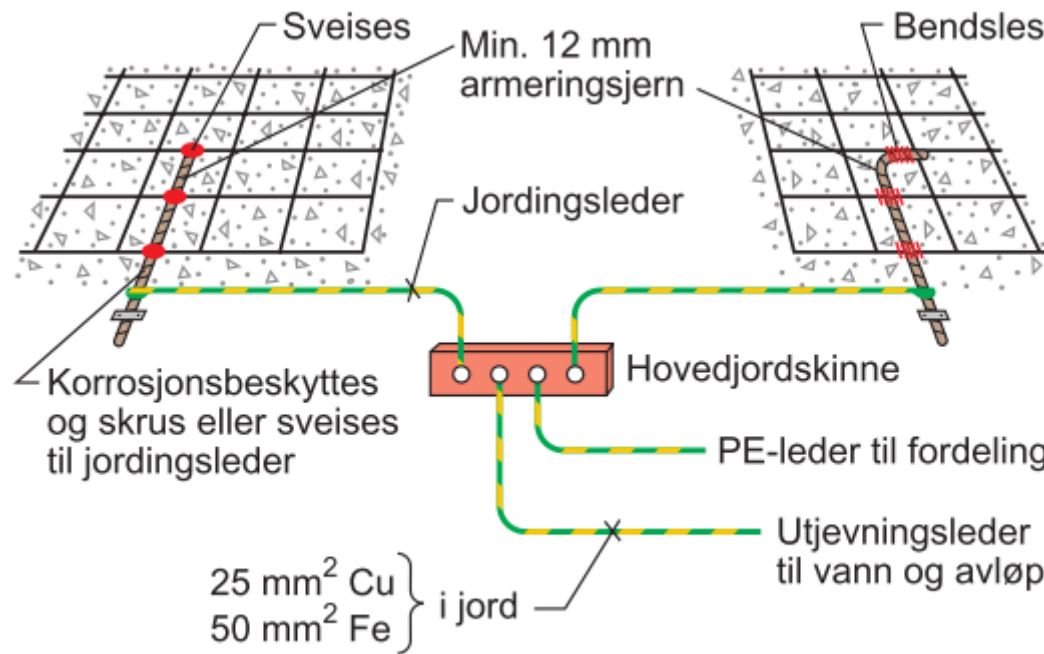


Vedlegg, sider Montørhåndbok

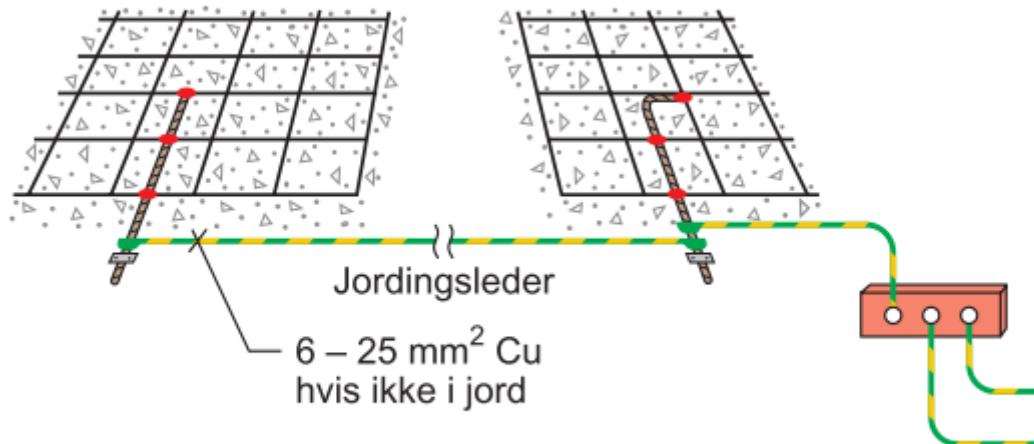






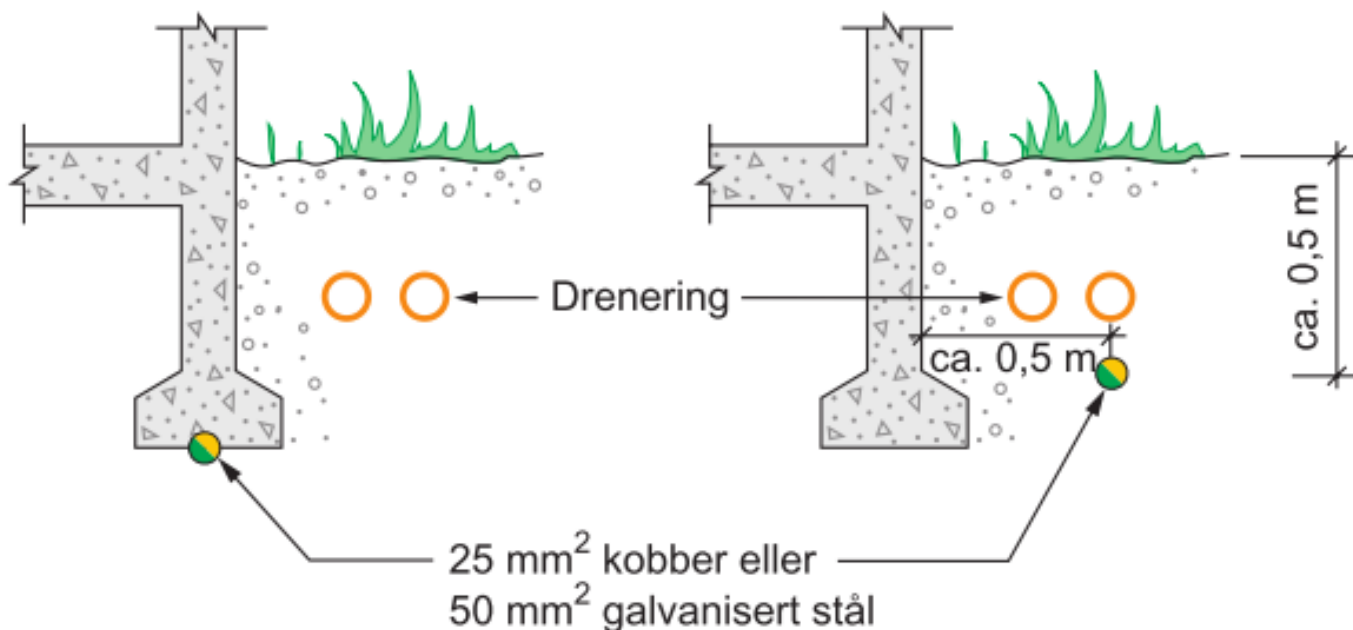


Figur 3.1d Armering brukt som jordelektrode/utjevning og med separate jordingsledere

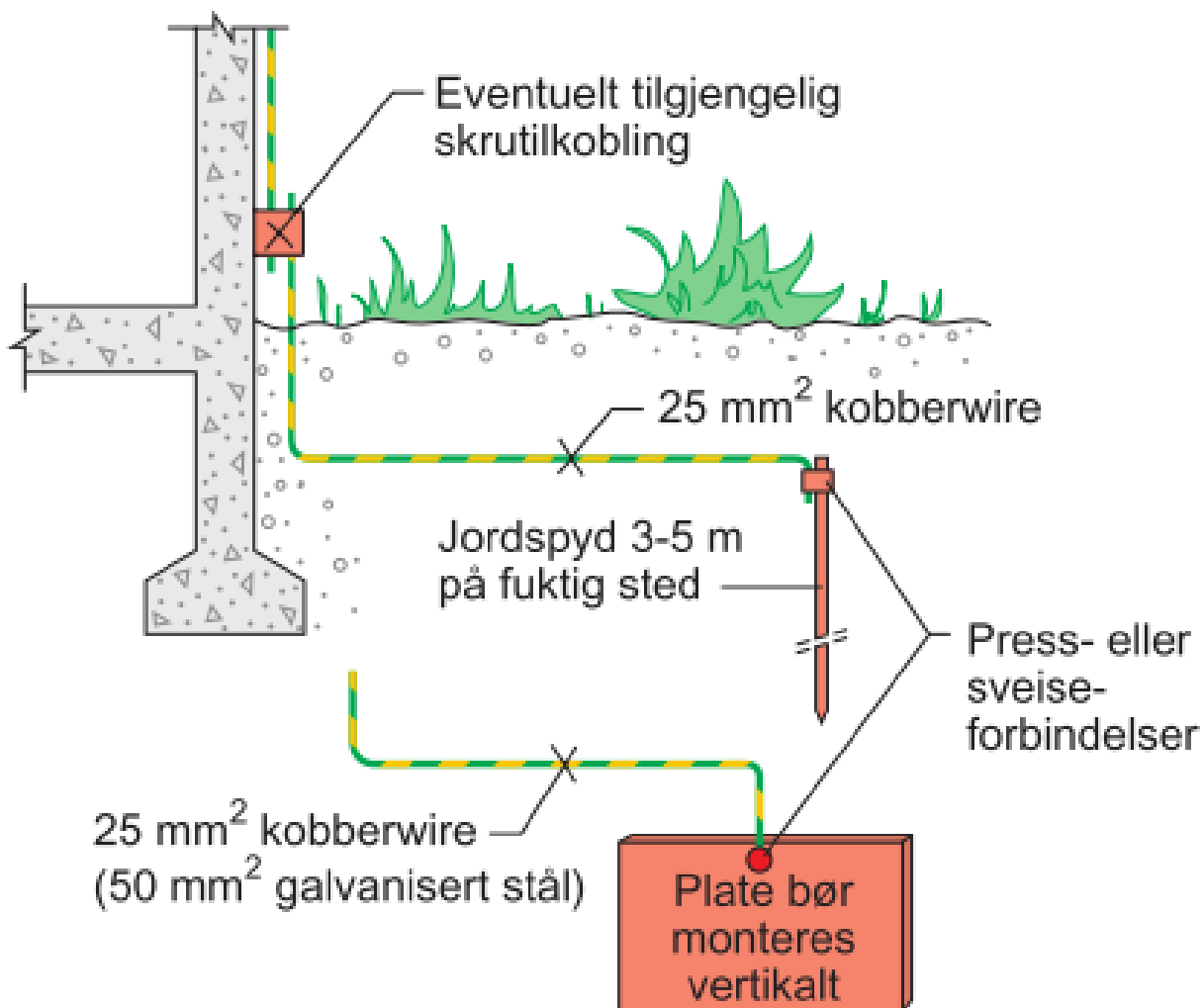


Figur 3.1e Armering brukt som jordelektrode og med felles jordingsleder

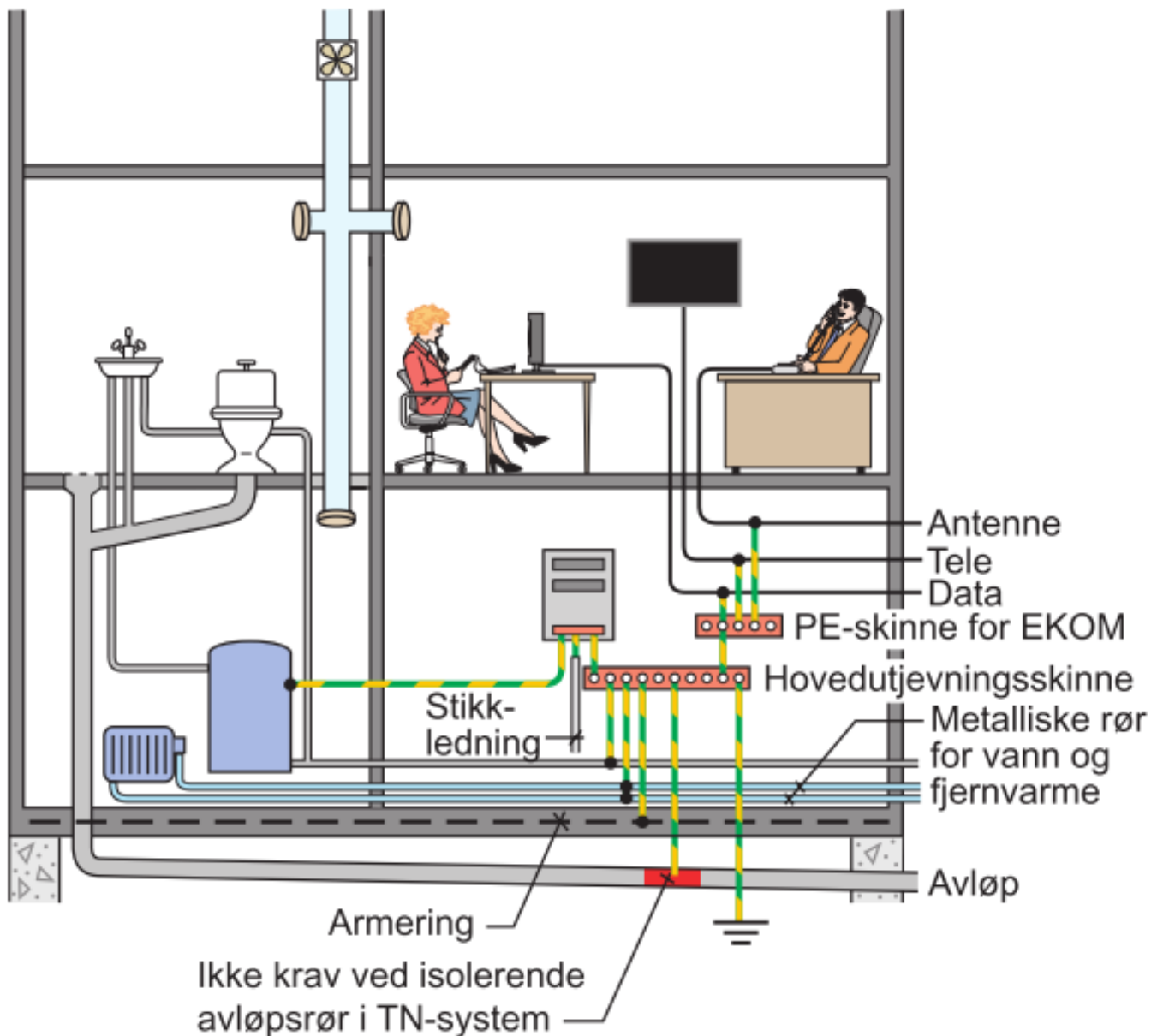
Forhold som uttørking, frost, korrosjon og lignende er avgjørende for at jordingen skal fungere tilfredsstillende over lang tid, og det er viktig å velge en løsning som gir en varig og god jordforbindelse. Dette er faglig ansvarlig (installatøren) og montøren sitt ansvar.



Figur 3.1c Jordelektrode under fundament eller drenering



Figur 3.1a Jording ved hjelp av spyd og/eller plate



Figur 3.2c Jordingsanlegg i lite kontorbygg