

Technical Standard

General specification earthing substation

Document ID: [SDOK-47-51](#), revision: 11.0

Confidentiality: K1 For Statnett's internal use or subject to agreement with Statnett

This copy was downloaded 30.04.2026 by [Atle Ove Kleiveland](#).

The original document may have been published in a new revision or revoked since this copy was downloaded.

The current revision of this document can be downloaded here:

<https://samhandling.statnett.no/styrendedok/Dok.aspx?id=SDOK-47-51&language=1033>

Team: [Stasjonsanlegg AIS](#)

Responsible: [Bengt Peder Øvrebø Otterås](#)

Document owner: [Guilhem Blanchet](#)

Verified: 05.02.2026 by [Bengt Peder Øvrebø Otterås](#)

Approved: 05.02.2026 by [Guilhem Blanchet](#)

Planned review by: 05.02.2029

Keywords: Stasjonsutforming

FORORD / PREFACE

Teknisk spesifikasjon for Jording stasjon består av to deler:

Del 1: Generell spesifikasjon (dette dokument)

Del 2: Spesiell teknisk spesifikasjon [1]

Inneholder de tekniske spesifikasjoner krav som strider mot hverandre, skal dokumentene gjelde i denne rekkefølgen:

Del 2: Spesiell teknisk spesifikasjon

Del 1: Generell spesifikasjon

Dokumentet er utarbeidet på norsk og engelsk. Ved ulikheter i de to versjonene, er det den norske versjonen som gjelder.

Technical Specifications for Earthing in substations consists of two parts:

Part 1: General specification (this document)

Part 2: Special Technical specification [1]

Contains the technical specifications requirements that contradict each other, the documents apply in this order:

Part 2: Special Technical specification

Part 1: General specification (this document)

The document consists of a Norwegian and English version. In case of discrepancies, the Norwegian version shall prevail

.

INNHold

1	Innledning.....	6
2	Forskrifter og normer	6
3	Generelt	6
3.1	Potensialutjevning	6
4	Jording av luftisolert (AIS) koblingsanlegg	7
4.1	Maskenett.....	7
4.1.1	Materiell	7
4.1.2	Kobberline	8
4.1.3	C–pressklemme	8
4.1.4	Utførelse maskenett	8
4.1.5	Utførelse av C–press og pressing av kabelsko	11
4.1.6	Krav til bolter, skiver og mutre	12
4.1.7	Krav til kabelsko på isolert / uisolert CU leder	12
4.2	Bruk av jordspyd	12
4.3	Jording ved fundamenter	12
4.4	Kortslutningsbro	14
4.5	Jording av innstrekkestativ og master inne på stasjonsområdet	15
4.6	Jording av lynavledermast	16
4.7	Jording av apparatsøyle / apparatstativ.....	16
4.7.1	Jording av måletransformatorer og avledere.....	16
4.7.2	Føringsvei jord på apparatsøyler	17
4.8	Jording av skap i utendørs koblingsanlegg	17
5	Jording av metalleder innenfor stasjonsområdet eller kontrollhus.....	18
6	Jording av høyspenningskabler og stasjonsforsyningskabler	19
6.1	Jording av høyspenningskabler inn/ut fra stasjon	19
6.2	Jordspyd kabelendemaster.....	19
7	Jording av kontrollhus og kontrollanlegg.....	19
7.1	Ringjord	20
7.2	Jording i kontrollhus	21
7.3	EMP–sikring	21
7.4	Jording av styre- og signalkabler	22
7.5	Innendørs høyspentanlegg	22
7.6	Jording av nødaggregat	23
7.7	Jording av stasjonstransformator.....	23
7.8	Jording i batterirom	23
7.9	Jording lavspenfordeling teknisk rom kontrollhus (lys, varme, stikk og ventilasjon)	23

8	Jording av lokal nettstasjon og potensialer utenfor stasjonsområdet.....	23
8.1	Jording av lokal nettstasjon	23
8.2	Jordingsanlegg i nærliggende høyspenningsinstallasjoner	26
8.3	Eksterne metalliske forbindelser inn til stasjonen	26
9	Jording av store komponenter (transformator, reaktor, kondensatorbatteri etc.).....	26
10	Jording av sjakt.....	27
10.1	Jordingsnett under sjakt og tilknytning til stasjonens maskenett	27
10.2	Jording av transportskinner.....	29
10.3	Jording av flammerister.....	29
11	Jording av gjerder og port.....	30
12	Jording av GIS	31
12.1	Jording av GIS-bygget	31
12.2	Jording av stativ og bæresøyler.....	32
12.3	Jording i overgang mellom GIS og luftlinje.....	33
12.4	Jording i overgang mellom GIS og kabel	33
12.5	Jording av kabler for kontrollanlegg.....	34
13	Midlertidig jording.....	34
13.1	Definisjoner	35
13.2	Jordingslisser	35
13.3	Lansejord.....	37
13.4	Tilrettelegging for markeringsjord i transformersjakt.....	38
14	Merking av jordledere	39
15	Jordingsanlegg i eksisterende stasjoner ved utvidelse eller rehabilitering.....	41
16	Dokumentasjon og kontroll av jordingsanlegget i anleggsperioden	41
17	Sluttkontroll av jording	41
17.1	Krav til dokumentasjon.....	42
	English Version	1
1	Introduction	1
2	Regulations and standards.....	1
3	General	1
3.1	Bonding	2
4	Earthing of air-insulated switchgear (AIS).....	2
4.1	Meshed grid.....	2
4.1.1	Materials	2
4.1.2	Copper wire	2
4.1.3	C-type crimp connectors	3
4.1.4	Meshed grid design	3

4.1.5	Use of C-type crimp connectors and crimping of cable lugs	6
4.1.6	Steel quality of bolts, washer, and nuts	7
4.1.7	Requirements of lugs crimped to earthing wires	7
4.2	Use of earthing rods	7
4.3	Earthing around foundations	7
4.4	Short circuit interconnection	9
4.5	Earthing of gantries and towers inside the substation area	10
4.6	Earthing of lightning arrester towers	11
4.7	Earthing of switchgear column / switchgear steel supports	11
4.7.1	Earthing of instrument transformers and surge arresters	11
4.7.2	Earthing route on apparatus steel support	12
4.8	Earthing of cabinets in outdoor switchgear	12
5	Earthing of metal parts within the substation area or control building	13
6	Earthing of high-voltage cables and substation supply cables	14
6.1	Earthing in cable trenches for HV cables	14
6.2	Earthing rod at cable towers	14
7	Earthing of control buildings and control systems	14
7.1	Foundation earth electrodes	15
7.2	Earthing in control buildings	16
7.3	EMP-protection	17
7.4	Earthing of control and signal cables	17
7.5	Indoor high-voltage systems	18
7.6	Earthing of emergency generator	18
7.7	Earthing of substation transformers	18
7.8	Earthing in battery compartments	19
7.9	Earthing of low voltage distribution panel for light, sockets, heating and ventilation	19
8	Earthing of local grid substation and potentials outside the substation area	19
8.1	Earthing of local substation	19
8.2	Earthing system in nearby high-voltage installations	21
8.3	External metallic connections to the substation	21
9	Earthing of large components (transformers, reactors, capacitor batteries etc.)	21
10	Earthing of shafts	21
10.1	Earthing grid under shafts and connection to the substation's meshed grid	22
10.2	Earthing of transport rails	24
10.3	Earthing of flame grates	24
11	Earthing of fences and gates	25
12	Earthing of GIS	26

12.1	Earthing of the GIS building	26
12.2	Earthing of racks and support columns	27
12.3	Earthing in transition between GIS installations and overhead power conductors ..	28
12.4	Earthing in transition between GIS installations and cables	29
12.5	Earthing of cables for control systems.....	30
13	Temporary earthing	30
13.1	Definitions.....	31
13.2	Earthing straps	31
13.3	Lance earthing	32
13.4	Facilitation of temporary earthing transformer shaft.....	34
14	Marking of earth conductors	35
15	Earthing systems in existing substations when expanding or renovating	37
16	Documentation and control of the earthing system during the construction period	37
17	Final inspection of earthing.....	37
17.1	Documentation requirements.....	38
18	Referanser / <i>References</i>	39
18.1	Statnett tekniske standarder, installasjonsinstrukser og prosedyrer referert til i dette dokumentet / <i>Statnett technical standards, installation instructions and procedures referred to in this document</i>	39
19	Revisjonslogg / <i>Revision log</i>	40

1 INNLEDNING

Dette dokumentet beskriver tekniske krav til jordingsanlegg i Statnett. Dette inkluderer blant annet jording i luftisolert koblingsanlegg (AIS) og gassisolert koblingsanlegg (GIS), jording av kontrollhus, gjerder, porter og transformatorer.

2 FORSKRIFTER OG NORMER

Myndighet - Dok. ID	Tittel
NVE / kbf.	Forskrift om forebyggende sikkerhet og beredskap i energiforsyningen (Kraftberedskapsforskriften / kbf.)
NEK 440:2022	Norske elektrotekniske normer Stasjonsanlegg over 1 kV
DSB / FEF 2006	Forskrift om elektriske forsyningsanlegg med veiledning
DSB / FSE	Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg
IEC 60228	Conductors of insulated cables
IEC 61238-1-1:2018	Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_{m} = 1,2 \text{ kV}$) tested on non-insulated conductors
EN 50522:2010	Earthing of power installations exceeding 1 kV a. c.

Tabell 1: De mest relevante forskrifter og normer

3 GENERELT

Installasjonen av et komplett jordingsanlegg på en stasjon foregår gjennom hele byggeprosessen, fra grovplanering av arealet til ferdigstilt elektrisk installasjon.

For jordledere og jordelektroder skal det benyttes kobberline.

Jordelektroder rundt fundamenter legges før maskenettet.

Maskenettet legges etter at støping / plassering av fundamenter og grovplanering er foretatt. Videre monteres jordingen etter hvert som det faller naturlig i anleggsfasen.

Alle jordforbindelser skal være riktig dimensjonert i forhold til den delen av anleggets kortslutningsstrøm som de kan bli utsatt for. Kortslutningsbroer skal være dimensjonert for anleggets kortslutningsstrøm.

Apparatstativ og rammeverk av stål kan brukes som jordingsleder forutsatt at det er stort nok tverrsnitt i forhold til forventede kortslutningsstrømmer.

Jordingspunkt for lansejord og jordsluttere skal ha egen CU jordleder til maskenettet.

Uisolerte jordledere som går i eller gjennom betongvegg og gulv skal ligge i plastrør evt. som jordleder med isolasjon.

3.1 Potensialutjevning

Potensialutjevningsforbindelser skal være minimum $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

4 JORDING AV LUFTISOLERT (AIS) KOBLINGSANLEGG

Dette kapittelet tar i hovedsak for seg jording i utendørs luftisolerte koblingsanlegg (AIS). Deler av innholdet er også relevant for innendørs anlegg og gassisolerte anlegg (GIS).

4.1 Maskenett

4.1.1 Materiell

I Tabell 2 er en oversikt over hvordan ulike metaller og metallegeringer kan brukes i kombinasjon. Kombinasjoner av metaller som ikke anbefales er markert i rødt.

Materiale på stort areal									
Materiale på lite areal		Gal- vanisert stål	Stål	Stål i betong	Galvanisert stål i betong	Kobber	For- tinnet kobber	Gal- vanisert kobber	Bly- belagt kobber
	Gal- vanisert stål	+	+ Sinktap	-	+ Sinktap	-	-	+	+ Sinktap
	Stål	+	+	-	+	-	-	+	+
	Stål i betong	+	+	+	+	+	+	+	+
	Bly- belagt stål	+	+	o Blytap	+	-	+	+	+
	Kobber- belagt stål	+	+	+	+	+	+	+	+
	Kobber	+	+	+	+	+	+	+	+
	For- tinnet kobber	+	+	+	+	+	+	+	+
	Gal- vanisert kobber	+	+ Sinktap	+ Sinktap	+ Sinktap	+ Sinktap	+ Sinktap	+	+ Sinktap
	Bly- dekket kobber	+	+	o Blytap	+	o Blytap	+	+	+

+: Velegnet for bruk

o: Kan bli brukt

–: Må ikke brukes

Tabell 2: Oversikt over metaller og kombinasjoner av disse for jordingsanlegg

4.1.2 Kobberline

Krav til nedgravde og isolerte kobberliner er gjengitt i Tabell 3. Kobberlinene skal være iht. IEC 60228.

	Krav
Tverrsnitt	Min. 120 mm ²
Klasse	2 (flertrådet, maks. ved 20°C 0,153 ohm/km).
Renhet til kobber	EN 13602:2013 (maks. 0,0065% av andre grunnstoffer)

Tabell 3: Krav til kobberliner

Det kan benyttes kobberline av type KGF eller KHF. Det må angis i Spesiell del [1] hvilken type som ligger til grunn i tilbudet.

Isolert kobberline for bruk innendørs skal være i halogen fri utførelse og med gul og grønn farge.

4.1.3 C–pressklemme

C–pressklemme skal være iht. IEC 61238, elektriske krav iht. klasse A, og mekaniske krav iht. klasse 1.

C–pressklemmene skal tilpasses aktuelle tverrsnitt på kobberlinene.

Pressebakker skal være tilpasset aktuell C–pressklemme.

Leverandøren skal bekrefte at C–pressklemme er iht. IEC 61238.

Det skal framgå i tilbudet hvilken leverandør og hvilken type pressverktøy som skal benyttes til C–pressklemme, dette angis i spesiell spesifikasjon.

C–pressklemme, pressebakker og pressverktøy skal være fra samme leverandør.

4.1.4 Utførelse maskenett

Maskenettet legges ned etter grovplanering av masse og plassering av fundamenter er foretatt. Et eksempel på utførelse av maskenett er vist i figur 1.

Det henvises til [SDOK-119-14](#) med prinsipp for oppbygging av stasjonstomt [13].

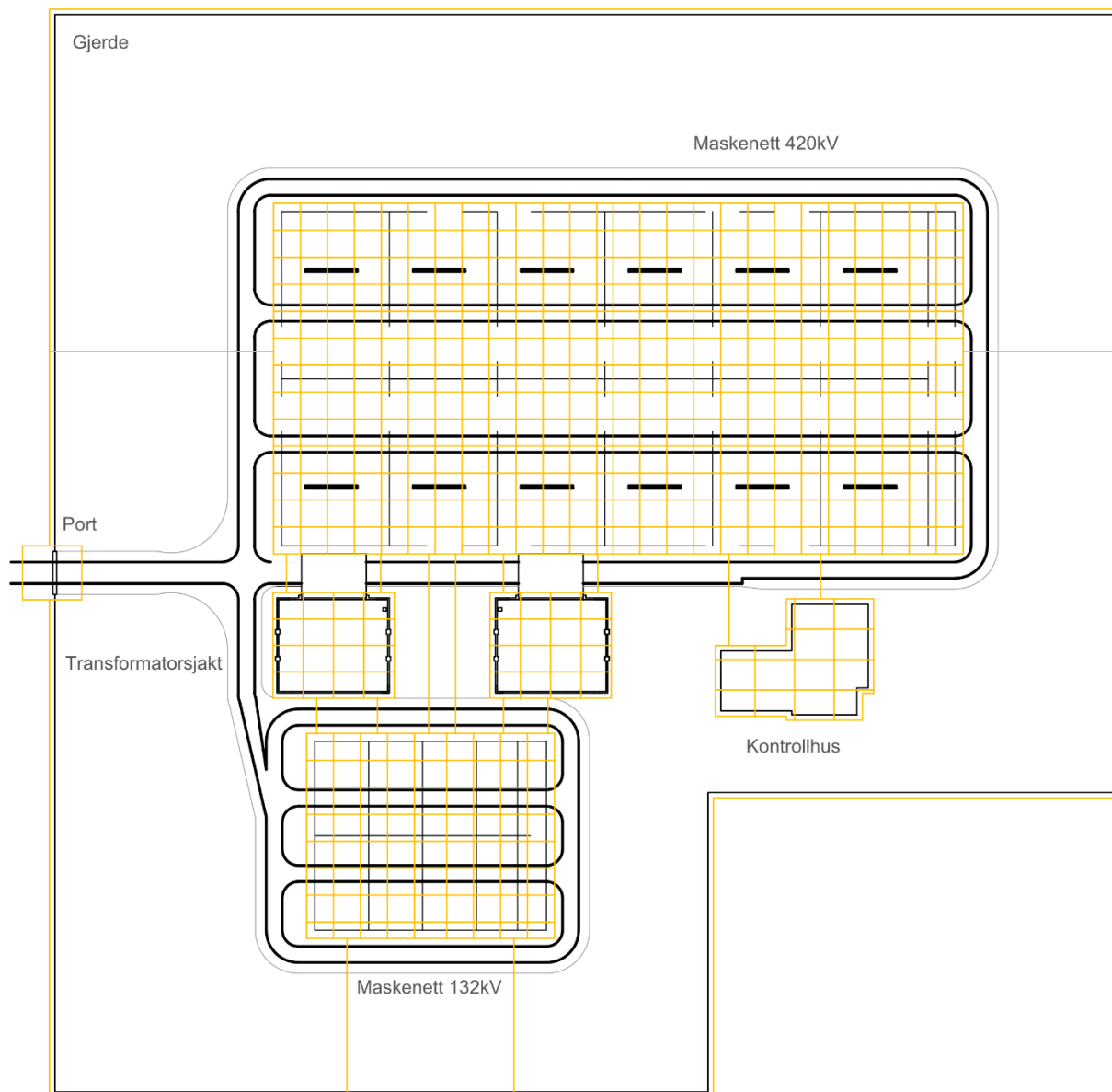
Nedgravningsdybde for maskenett skal være mellom 0,5–1 m.

Det skal ikke være noen løse ender i maskenettet eller andre deler av jordingsanlegget.

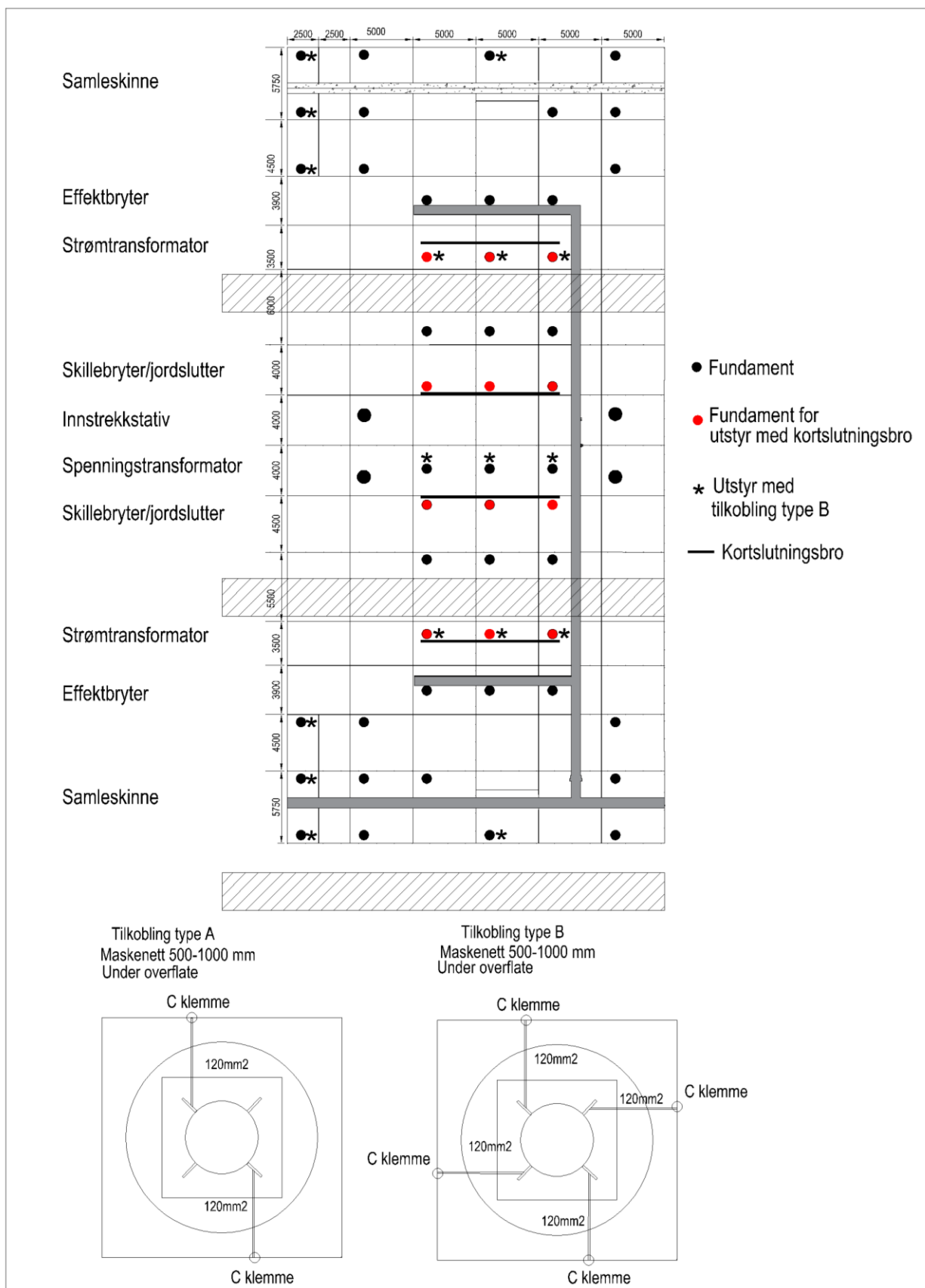
Alle forbindelser med 2x120 mm² ut fra maskenettet skal etableres med en avstand på minimum 5 meter mellom lederne.

Eksempel på utførelse av maskenett i et felt er vist i figur 2.

Størrelsene på maskene må tilpasses stedlige forhold, de kan være alt fra 3x3 m til 5x5 m.



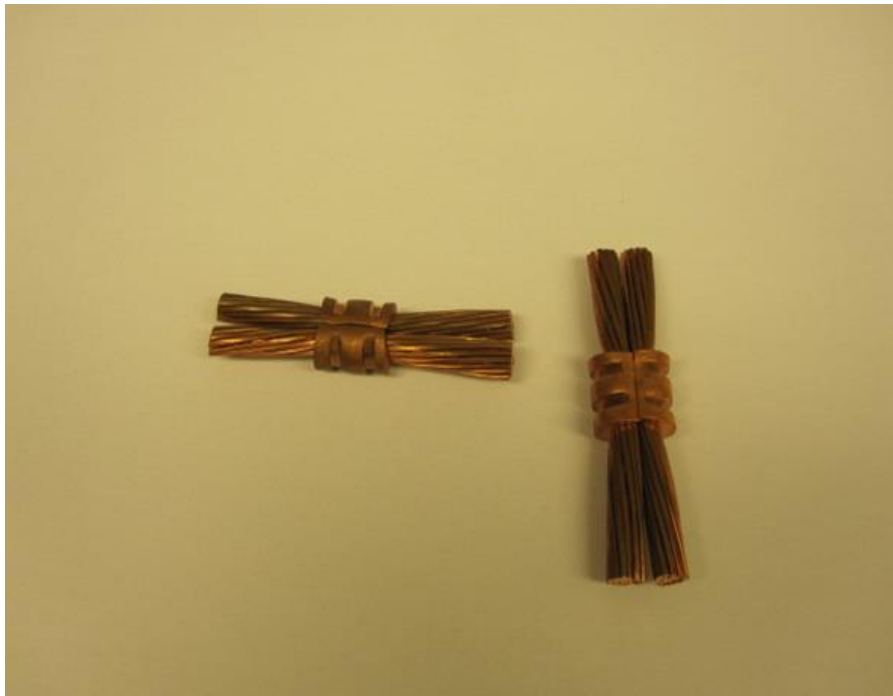
Figur 1: Eksempel på utførelse av maskenett i en 420/132 kV stasjon



Figur 2: Jording i 420 kV felt, eksempel på utførelse

4.1.5 Utførelse av C–press og pressing av kabelsko

Kobberliner i maskenettet og innfesting av tamper skal bindes sammen med C–pressklemme. Se eksempel på utførelse i figur 3.



Figur 3: Utførelse av C–press

Det skal benyttes verktøy som er anbefalt av leverandør av C–klemme. Hver klemme skal presses iht. anbefaling av leverandør av pressverktøy

Pressing av kabelsko skal utføres iht. anbefaling fra leverandør. Kabelskoene skal være tilpasset aktuelt ledertverrsnitt og ledertype. Eksempel på utførelse er vist i figur 4.



Figur 4: Utførelse av feste av kabelsko på avstiver

4.1.6 Krav til bolter, skiver og mutre

Ved tilkobling av Cu jordleder med kabelsko av fortinnet Cu eller Cu på varmgalvanisert konstruksjon skal bolter, skiver og mutre være av varmgalvanisert stål.

Ved tilkobling av Cu jordleder med kabelsko av fortinnet Cu eller Cu på materiale av Cu eller fortinnet Cu, skal bolter, skiver og mutre være av syrefast A4 materiale.

4.1.7 Krav til kabelsko på isolert / uisolert CU leder

Kabelsko skal være i Cu med fortinning eller Cu.

4.2 Bruk av jordspyd

For 420kV anlegg anses det ikke nødvendig med jordspyd.

For overspenningsavledere i 132kV anlegg skal det være minst ett jordspyd pr. avleder.

Jordspyd benyttes iht. følgende prinsipper:

- Plasser spydet så nært som mulig fundamentet til avleder.
- I fjell må det benyttes elektrodemasse
- Jordspydet tilkobles jordleder fra avleder. (Jordleder fra avleder skal også være tilkoblet maskenettet.)
- Det skal være slakke bøyer på avgreininger i den retningen impulsen går

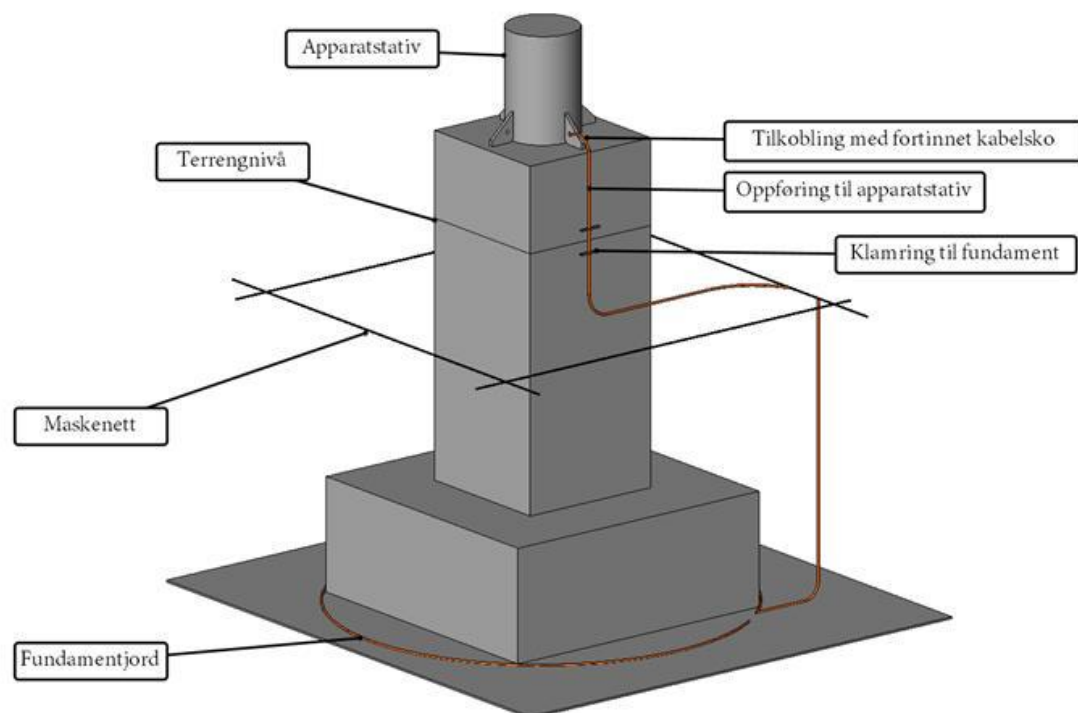
4.3 Jording ved fundamenter

Jording ved fundamenter i apparatanlegg utføres som vist i figur 6. Det legges en sløyfe kobberline rundt fundamentsålen som skal tilknyttes maskenettet. Dersom fundamentene er plasstøpt kan det være mest praktisk å legge jordingen under fundamentet. Kobberline søkes lagt så dypt som mulig og helst der det er fuktig. Slik oppnås best mulig jordforbindelse. I hvert bryterfelt skal fundamentjordingene ligge frostfritt, dersom dette ikke lar seg gjøre skal det benyttes jordspyd.

For jordingslag under fundament, se [SDOK-119-14](#) [13].

Alle oppstikkende tamper fra maskenettet skal festes til fundamentene, se i figur 6 og 7. Tampene festes med minimum to syrefaste sadler per tamp. For innfesting av sadler benyttes syrefast A4 betongskruer eller ekspansjonsbolt i fundament. Det henvises til jordingsplanen for anlegget for plassering av oppstikk i forhold til fundament.

Lengden på oppstikkende tamper må minimum være 0,4 m over fundamententopp for senere utførelse av jordforbindelser til apparatsøyle / apparatstativ.



Figur 6: Illustrerer jording av fundamenter i praksis



Figur 7: Eksempel på utførelse av fundamentjording

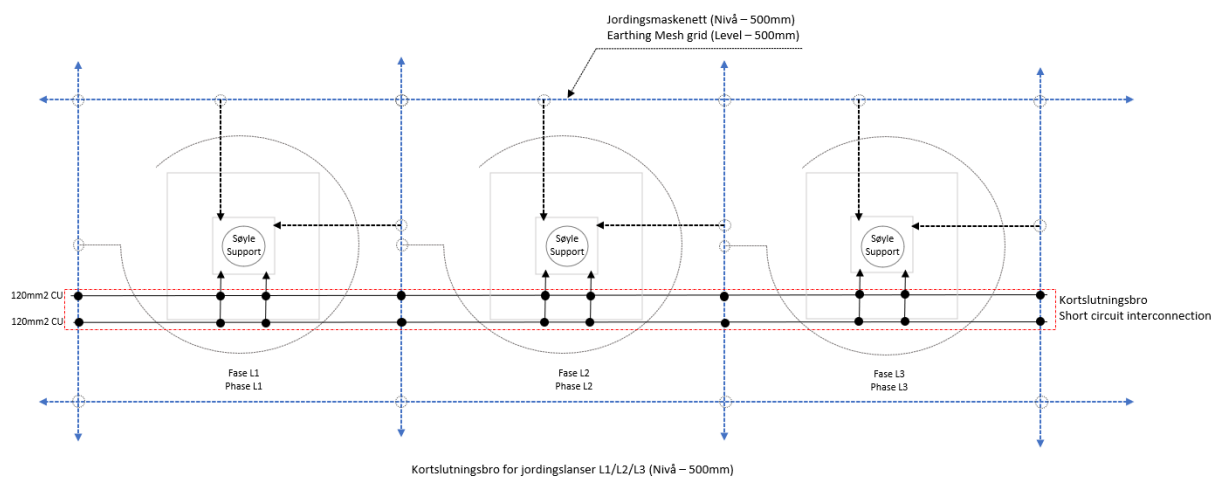
4.4 Kortslutningsbro

Jording av hver lansejord og hver jordslutter krever en sammenkobling av alle tre faser (**kortslutningsbro**) på samme høydenivå som jordingsmaskenett.

Kortslutningsbro legges direkte ved siden av fundament og kobles bare ved plasseringsside av jordingslanse og jordslutter som vist i figur 8.

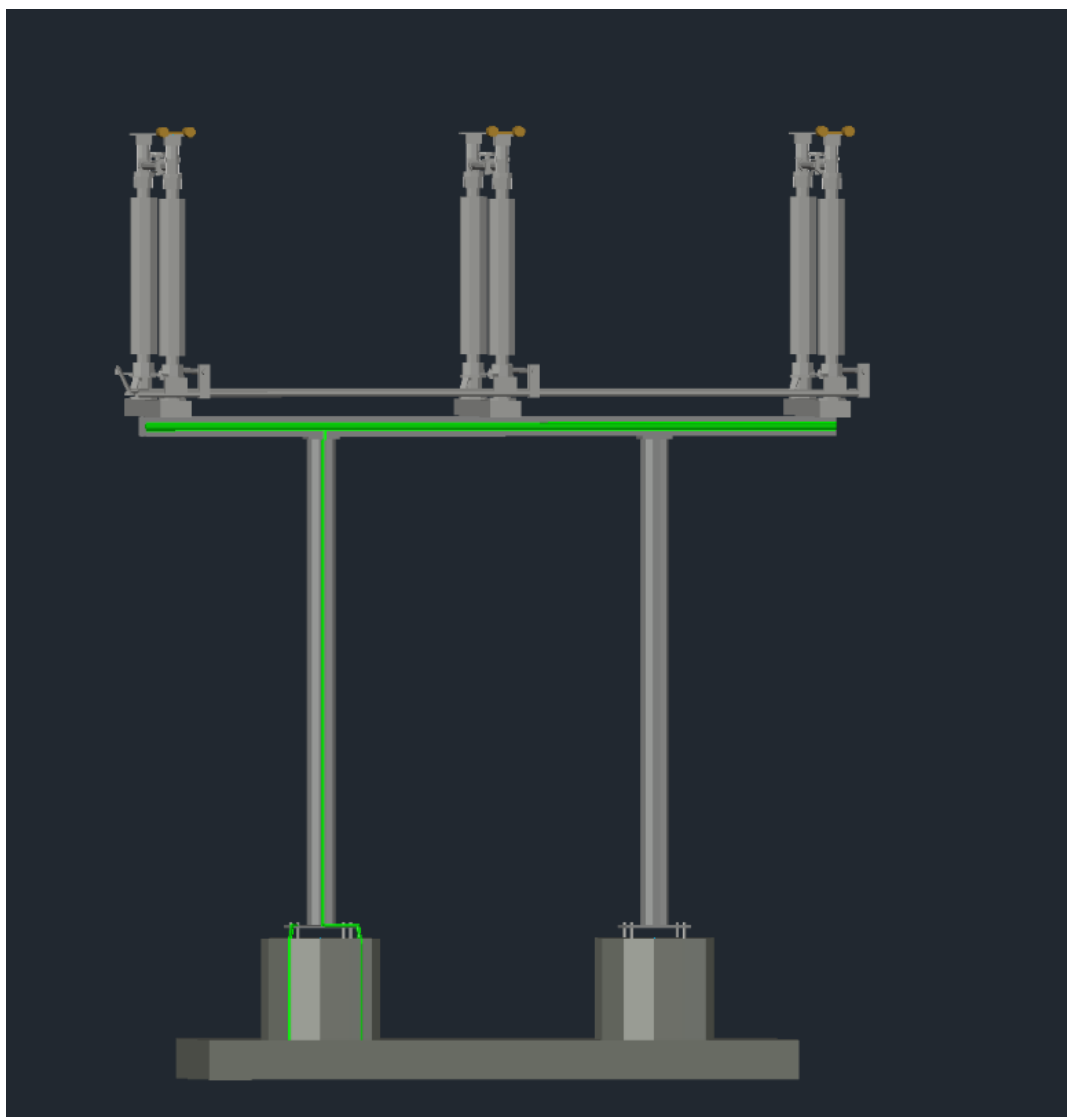
Tilkoblingen fra kortslutningsbroa føres opp til jordingspunkt på hver fase av jordslutter / lansejord.

Tverrsnittet skal være tilpasset dimensjonerende 3-fase kortslutningsstrøm.



Figur 8: Kortslutningsbro for jordingslanse og jordslutter L1 / L2 / L3 (nivå 500 mm)

For 3-fase jordsluttere med spenningsnivå 145 kV eller lavere kan kortslutningsbro være integrert i tverrbjelke mellom fasene. Dette er vist prinsipielt i figur 9.



Figur 9: Prinsippskisse kortslutningsbro 145 kV skillebryter med jordslutter / lansejord.

(NB Avstivere søylefot ikke inntegnet)

Kortslutningsbro kan kombineres med maskenettet. Da legges dobbel 120 mm² Cu.

4.5 Jording av innstrekkestativ og master inne på stasjonsområdet

Toppliner festes og tilkobles i spiret av innstrekkestativet. Det vil da være selve innstrekkestativet som fungerer som jordleder mellom toppline og fundamentjording. Toppline må ha en egen avgreining som festes til topplata for god elektrisk kontakt mellom toppline og innstrekkestativ.

Master inne på stasjonsområdet skal ha jording som er koblet til maskenettet.

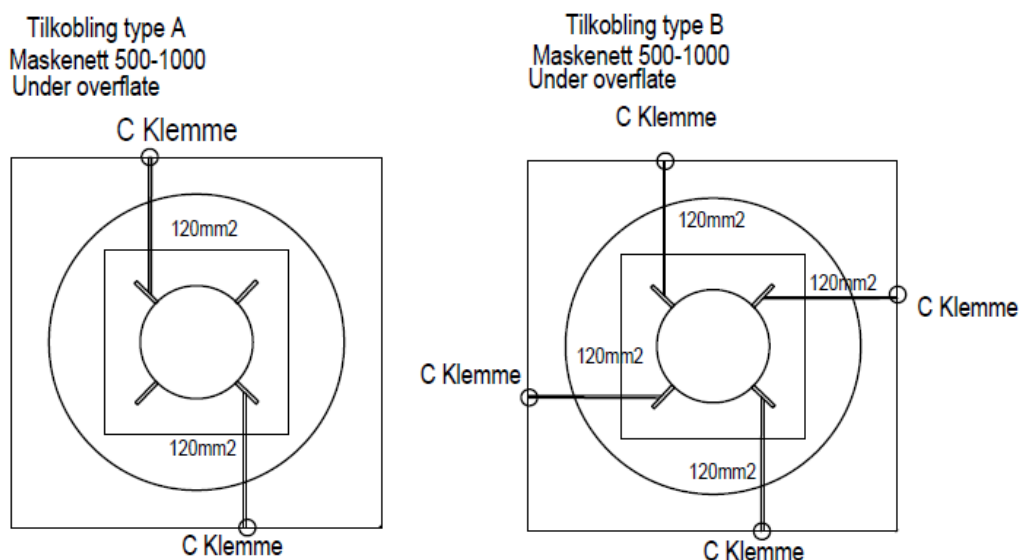
Det skal være to oppstikk fra maskenettet til hvert fundament for innstrekkestativ og mastefot. For innstrekkestativ på transformatorsjakt skal oppstikk føres opp på utsiden av sjakt.

4.6 Jording av lynavledermast

Jording av egne master / stolper for lynvern skal ha jordelektroder i form av jordspyd, min 2 stk. I tillegg bør de kobles sammen med maskenettet hvis de er plassert nærmere enn 15 meter fra maskenettet.

4.7 Jording av apparatsøyle / apparatstativ

Apparatsøylene skal jordes til maskenettet. To alternative utførelser er vist i figur 10. Antall ledere skal være som beskrevet på jordingstegning for vedkommende anleggsdel.



Figur 10: Jording av apparatsøyle og tilkobling mot maskenett

Mellom bunnplate og rørsøyle, og toppplate og rørsøyle skal det alltid være plassert 4 stk. avstivere. På hver av disse 4 avstiverne skal det være 1 stk. hull Ø14 for tilkobling av jordleder med kabelsko.

Presskabelskoene må være tilpasset ledertverrsnitt på jordlederen.

Søylefoten tilkobles maskenettet med fortinnet presskabelsko med 2 eller 4 forbindelser. Det skal føres jordledere til jordingstilkobling på apparatet. Se figur 4 for fester av presskabelsko på en avstiver.

For brytere med spenningsnivå 145 kV eller lavere, der det er felles stållamme for fasene, skal det være 2 jordingstamper opp fra maskenettet for hver søyle.

4.7.1 Jording av måletransformatorer og avledere

Jording av stativer for måletransformatorer og avledere utføres som vist i figur 10, tilkoblingstype B. Det skal være 4 tamper fra maskenettet opp til fundamentet, disse kobles til stativet i fire punkter. Det skal være kun en tamp til hvert punkt.

For måletransformatorer og overspenningsavledere installeres det minimum 120 mm² gul og grønn Cu-line fra søylefot til jordingspunkt på strøm- / spenningstransformator og avleder. Alternativt kan stålsøyle brukes som jordleder. I begge tilfeller skal det være dimensjonert for 1-fase jordfeilstrom.

Ellers skal man påse at forbindelsene til avlederne har kortest mulig vei til objektet den skal beskytte.

For jording av 132kV avledere i linjefelt og kabelfelt skal det benyttes jordspyd i tillegg til tilkobling til maskenettet.

4.7.2 Føringsvei jord på apparatsøyler

Fra søylefot til jordingspunkt på apparater og utstyr, monteres en kabelbane med bredde tilpasset antall isolerte jordledere som føres opp. Lengde og plassering i hht. kravet om kortest mulig vei til objektet jordingen skal beskytte. Et eksempel er vist på bildet under for lansejord.



Bilde løsning for lansejord



Kabelbane



Brakett og festebånd

Bildet viserføring av 2 stk. jordledere på perforert kabelbane. Innfesting mot søyle er utført med Band-It bånd som fester braketter tilpasset kabelbanen som velges. Materiell i rustfri utførelse. Antall kabelbane-braketter er anslagsvis 2 stk. pr. løpemeter. Kabelbanen skal jordes da det er en utsatt ledende del.

Jordingsledere festes med rustfrie stålstrips med avstand 30 cm.

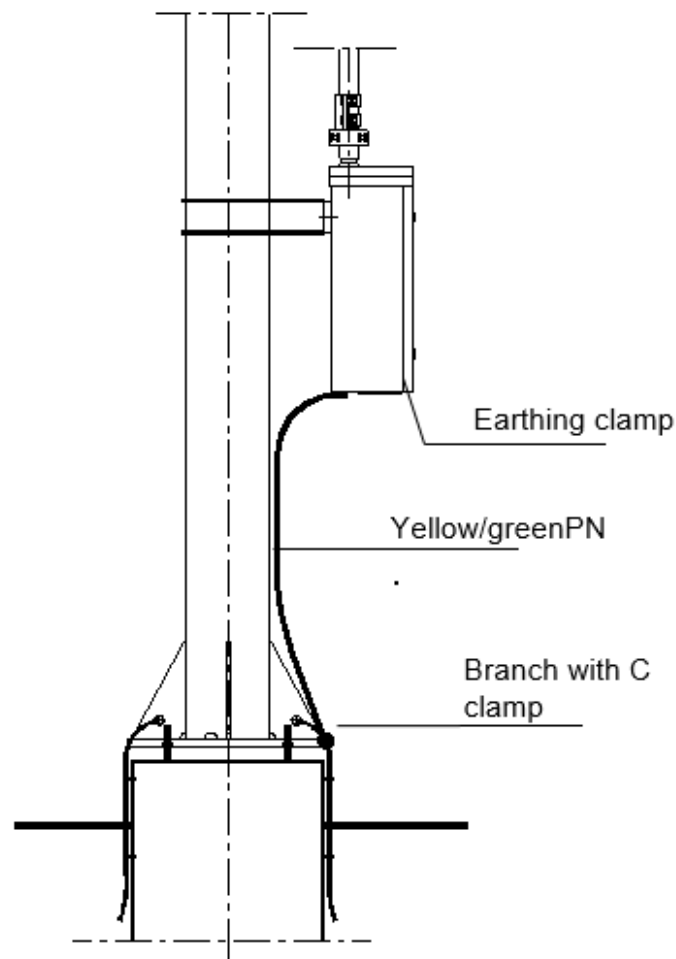
4.8 Jording av skap i utendørs koblingsanlegg

Alle skap skal ha egen jordforbindelse med 25 mm² Cu gul og grønn isolert kobberline som legges fra rørsøylens fot, og fortrinnsvis presskobles til en av Cu-linene fra maskenettet. Jording tilkobles forberedt jordingspunkt på skapet.

For jording av feltskap benyttes 70mm² Cu som kobles til jordleder i kabelkanal. (Se også SDOK-83-20.)

Figur 11 viser motorskap for skillebryter montert på apparatstativ som eksempel.

Jordforbindelse fra skap kan også festes direkte på søyle dersom det er tilkoblingsmulighet.



Figur 11: Utførelse av jording av skap

Selvgjengende plateskruer eller gjennomgående "løse" bolter festet i dør eller skap er ikke tillatt.

5 JORDING AV METALLDELER INNENFOR STASJONSOMRÅDET ELLER KONTROLLHUS

Metalldele, som har lengde over 2 meter og / eller areal over 1 m² f.eks. takrenner / nedløp, vannledninger, ventilasjonsrør, gelender, gjerder, store kumlokk etc. innenfor stasjonsområdet eller kontrollhus, skal jordes dersom ett eller flere av forutsetningene i listen nedenfor er oppfylt.

Metalldele innenfor stasjonsområdet eller i kontrollhuset:

- Metalldelen befinner seg innenfor et område som gjør at den er utsatt for kapazitiv kobling (nærmere enn 30 meter fra høyspentanlegg eller høyspentlinje for 420 kV og 11 meter for 132 kV)

- Metaldelen kan utilsiktet bli spenningsatt, eksempelvis hvis gjenstanden er plassert slik at den kan bli truffet dersom et innstrekk / loop faller ned eller at den er i kontakt med spenningsførende kabler.
- Metaldelen kan få spenning indusert fra høyspentkomponenter, eksempelvis autovern som går langs med høyspentlinje.

Ventilasjonsrør må kobles til jording, så lenge en av forutsetningene i listen ovenfor er oppfylt.

Takkonstruksjoner og metaldeler i konstruksjonen må kobles til jording, så lenge en av forutsetningene i listen ovenfor er oppfylt.

Vannrør innen stasjonsområdet skal være av et materiale som ikke er elektrisk ledende.

Ved utvidelser av eksisterende anlegg skal det alltid gjøres en ny vurdering om noen av forutsetningene i listen ovenfor oppfylles.

Dørkarmer og dørblad jordes. Fra tilkobling jording på karm monteres en fleksibel 25mm² Cu lisse til dørbladet i øvre del.

Alle master og stativer må jordes.

Lysmaster og kameramaster jordes enten via lavspent forsyningskabel eller egen jordleder fra maskenettet.

Metaldeler som omfattes av listen ovenfor kan også være ikke fastmonterte gjenstander som lifter og stiger. Jording av disse må også vurderes.

6 JORDING AV HØYSPENNINGSKABLER OG STASJONSFORSYNINGSKABLER

Det skal legges en separat jordleder (120mm² CU) i alle kabelkanaler / kabelgrøfter i stasjonen.

For jording av kabler fra ≥ 52 kV skal det gjøres spesifikke vurderinger av jording.

6.1 Jording av høyspenningskabler inn/ut fra stasjon

Det skal legges følgejord (120 mm² CU) i alle kabelgrøfter inn og ut fra stasjonen.

6.2 Jordspyd kabelendemaster

Kabelendemaster med overspenningsavledere skal ha jordelektroder utført med jordspyd, for utførelse se kap. 4.2.

7 JORDING AV KONTROLLHUS OG KONTROLLANLEGG

Kapittelet omhandler jording av kontrollhuset, kontrollanlegg, styre- og signalkabler, EMP-sikring, nødaggregat, stasjonstransformator og innendørs høyspentanlegg.

Generelle tiltak for kontrollanlegg vil være:

- System av hovedjordskinner i kontroll- og apparatrom og systematisk jording av anleggsdeler
- Separering av kabeltyper (signalnivå og typer)

- Skjerming av apparater, skap og kabler
- Jording av kabelskjermer og kabelstiger
- Bruk av skillekoblinger og filter i signalkretser
- EMP-sikring av kontrollrom

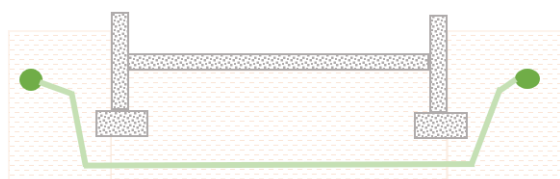
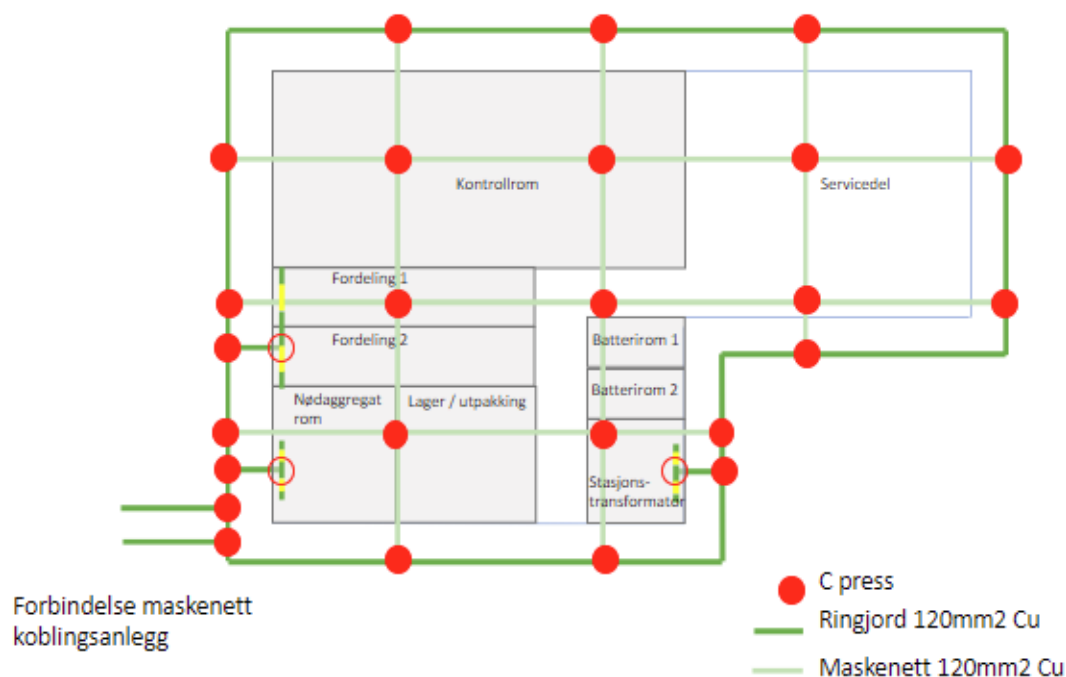
7.1 Ringjord

I forbindelse med kontrollhuset og andre bygninger legges det 1 x 120 mm² kobberline i en ring rundt grunnmur, i en avstand inntil 1 m. Denne skal ligge på dybde 500–1000 mm.

Nedgravde jordledere skal sikres god kontakt mot jord ved at de legges i lag av knuste masser (0–16 mm) i minimum 50 mm lag under og i minimum 50 mm lag over. Den finere massen må sikres mot utvasking.

Denne ringjordingen legges som en sluttet krets og tilknyttes stasjonens jordingsanlegg / maskenett i minst to punkter. Ringjord skal tilknyttes hovedjordskinne i fordelingsrom med 120mm² CU leder.

Under grunnmur / støpt såle legges det 3 liner (120 mm² kobber) i hver retning, linene kobles sammen med C-press i et maskenett, som illustrert i figur 13. Dette maskenettet vil normalt ligge dypere enn ringjordingen rundt kontrollhuset.



Snitt grunn/fundament med ringjord og maskenett

Figur 13: Prinsipp for utførelse av ringjord rundt kontrollhus og maskenett under grunnmur / såle

7.2 Jording i kontrollhus

Jording i kontrollrom, AC-fordelingsrom og andre tekniske rom skal utføres som radialer og forbindes til hovedjord på ett punkt.

Det skal etableres hovedjordskinne i fordelingsrom under apparatgulv, se figur 14. Hovedjordskinne skal gå hel og ubrutt gjennom vegg fra fordelingsrom 1 til fordelingsrom 2. Den skal festes til vegg med 1 kV isolatorer i overkant av innkommende kabelkanaler 1 og 2, se figur 15. Hovedjordskinne skal leveres ferdig boret med festehull for jordkabel. Disse skal leveres med totalt 40 hull, 10 hull på Ø14 mm og 10 hull på Ø10 mm i hvert fordelingsrom, ledertverrsnitt skal være minimum 5x100 mm². Det skal være minimum 40 mm senter-senter-avstand mellom hullene. Alle tilkoblinger skal merkes.



Figur 14: Hovedjordskinne under apparatgulv i fordelingsrom



Figur 15: Bilde av isolator

7.3 EMP-sikring

EMP-sikring utføres som beskrevet i [SDOK-119-19](#) som spesifiserer EMP-sikring i Statnetts anlegg [10].

7.4 Jording av styre- og signalkabler

Jording av styre- og signalkabler skal utføres som vist i [SDOK-83-20](#) Kabelføring og jording i kontrollanlegg [9].

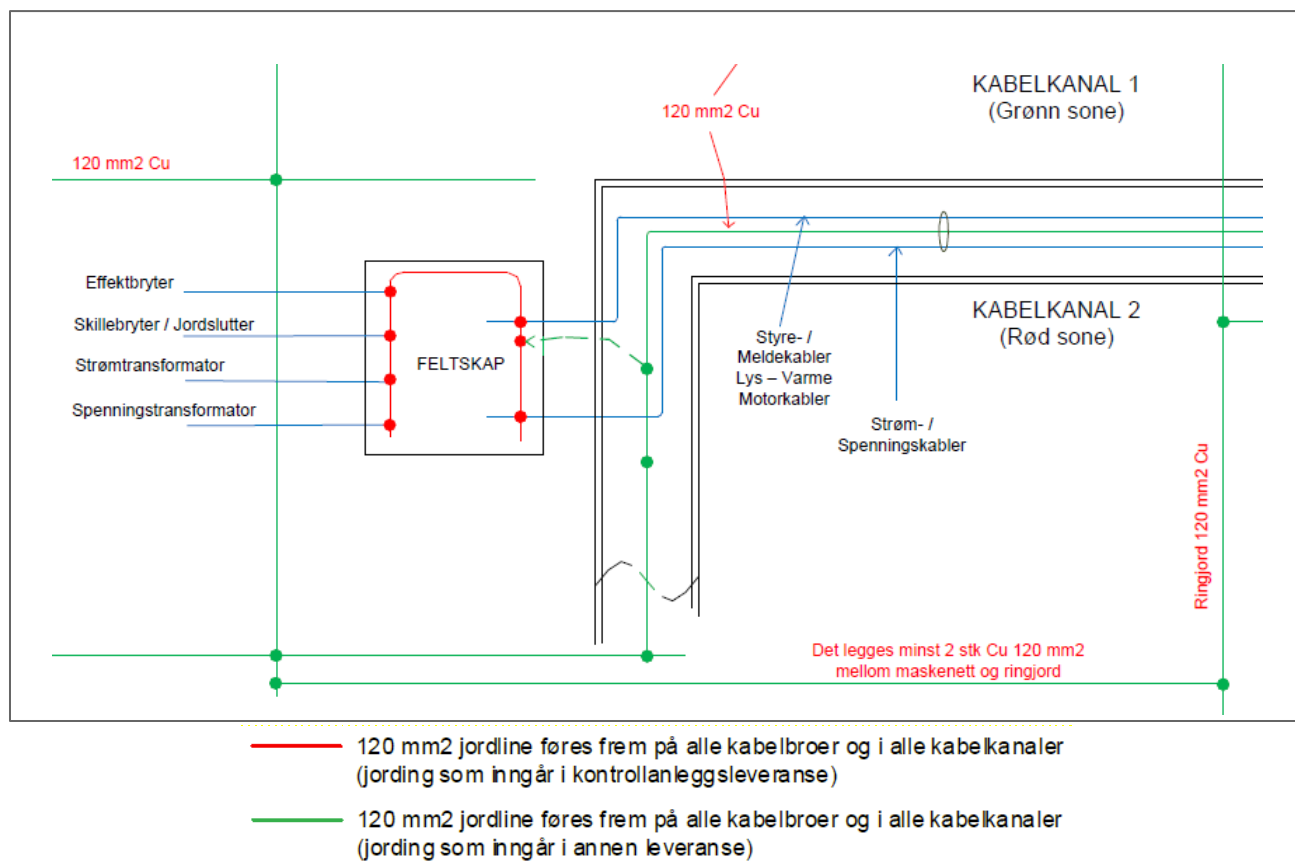
Det skal legges uisolert jordleder 120mm² Cu i hovedkanaler og feltkanaler, med oppføringstamper for tilkobling til feltskap, se figur 16. Alle endepunkter for hovedjord i kanaler tilkobles maskenettet.

I polkanal for effektbrytere er det ikke behov for jordleder.

Det er ikke nødvendig med egen jordleder i eller under trekkerør internt i hvert felt.

Kontrollhus skal tilknyttes maskenett med to uisolerte Cu-jordledere. Disse kan eksempelvis legges under kabelkanaler.

Det skal legges uisolert Cu-jordledning i kabeltraseer mellom hovedtransformator og kontrollhus, som for eksempel for kabel fra hjelpevikling.



Figur 16 Skisse jording av feltskap (utsnitt fra [SDOK-83-20](#) [9])

7.5 Innendørs høyspentanlegg

Apparatstativ som monteres langs veggen jordes direkte til hovedjordskinnen. Langs apparatstativ inne i rommet legges det jordskinner av samme dimensjon fra vegg til vegg med tilknytning til hovedringen i begge ender. Jordskinnene legges normalt nær gulvhøyde med avgreininger oppover i de enkelte stativ.

Under bygg for innendørs høyspentanlegg skal det legges eget maskenett.

7.6 Jording av nødaggregat

I rom for nødaggregat skal det være ett oppstikk fra ringjord. Det skal etableres en jordskinne på isolert fot på et passende sted i rommet. Denne jordskinnen forbindes til oppstikk. Utfra denne jordskinnen går så alle jordforbindelser (isolert gul og grønn Cu-ledning) til ramme på nødaggregat, drivstofftank, skap, stativer, dør og andre metalliske deler i rommet. Alle forbindelser skal merkes.

Kravene beskrevet ovenfor vil også være gjeldende for nødaggregat plassert andre steder enn i kontrollhus.

7.7 Jording av stasjonstransformator

I rom for stasjonstransformator skal det være ett oppstikk fra ringjord. Det skal etableres en jordskinne på isolert fot på et passende sted i rommet. Denne jordskinnen forbindes til oppstikk. Utfra denne jordskinnen går så alle jordforbindelser (isolert gul og grønn Cu-ledning) til stasjonstransformator, stativer, dør og andre metalliske deler i rommet. Det skal etableres mulighet for tilkobling av arbeidsjord både på ledende faser og jordskinner. Alle forbindelser skal merkes.

Kravene beskrevet ovenfor vil også være gjeldende i for stasjonstransformator plassert andre steder enn i kontrollhus.

7.8 Jording i batterirom

Høyspentjording føres ikke inn i batterirommet.

Stativet til batteriet og ventilasjonsrør skal ikke jordes.

Ventilasjonsrør må være av ikke-ledende materiale.

7.9 Jording lavspenfordeling teknisk rom kontrollhus (lys, varme, stikk og ventilasjon)

Lavspenningsfordeling tilknyttes jording for høyspenningsanlegget.

8 JORDING AV LOKAL NETTSTASJON OG POTENSIALER UTENFOR STASJONSOMRÅDET

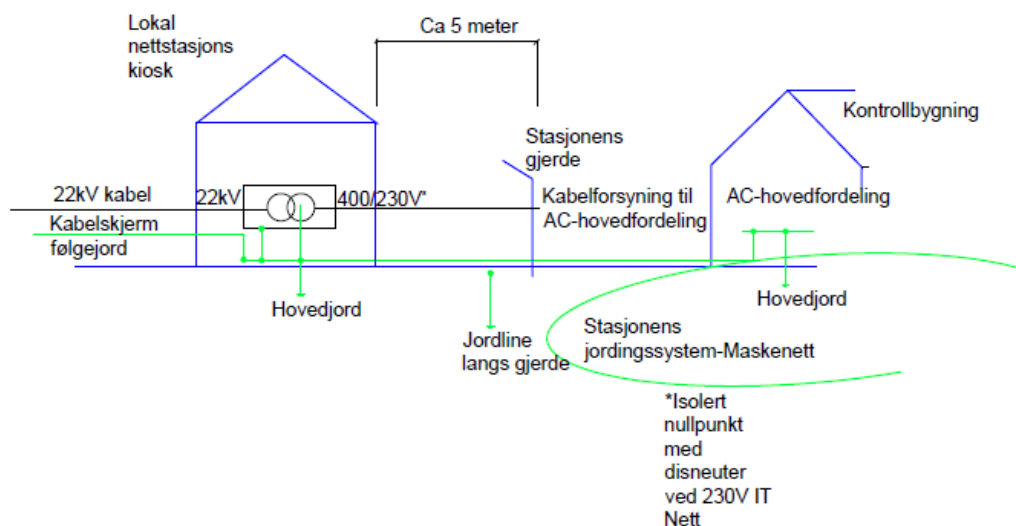
Dersom det utenfor stasjonsgjerdet finnes en metallisk forbindelse til hovedjordingsanlegget i stasjonen, kan omgivelsene utsettes for farlige jordpotensialer.

8.1 Jording av lokal nettstasjon

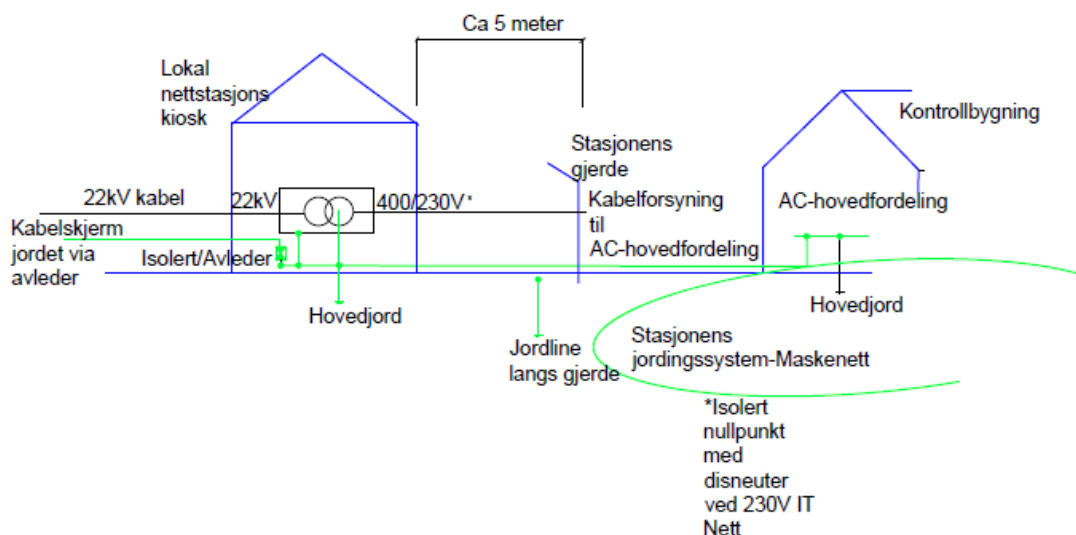
Lokal nettforsyning (LT1) forsynes vanligvis fra nettstasjon på utsiden av gjerde. Foretrukket løsning er at forsyning fra lokalt nettselskap kommer inn mot nettstasjon med luftlinje minst 50 meter før nettstasjon. Da kan luftlinje isoleres fra stasjonens jord, og nettstasjon vil være på samme potensial som stasjonsjord. Dette gjelder enten forsyningen er 230 V IT eller 400 V TN. Eksempel på denne løsningen er vist i figur 17.



Leveransen skal inkludere legging av uisolert Cu-jordledning i kabelgrøft / trekkerør mellom lokal nettstasjon og Statnetts kontrollhus.



Figur 18: Eksempel med 22 kV kabelskjerm sammenkoblet med stasjonens jording, og følgejord



Figur 19: Eksempel med 22 kV kabelskjerm isolert fra stasjonens jording via avleder

I et 230V IT-system vil transformator i nettstasjon være koblet via en Disneuter til jord. Dette er et gjennomslagsvern som sørger for at transformatorens nøytralpunkt er isolert fra jord i en normalsituasjon.

8.2 Jordingsanlegg i nærliggende høyspenningsinstallasjoner

Prinsipielt ønsker Statnett å ha felles jordingsanlegg for høyspenningsanlegg som ligger i nærheten av hverandre.

Når Statnett har en transformatorstasjon som ligger ved siden av eller veldig nært en annen netteiers stasjon (avstand < 150 m), vil det som regel være en utfordring å ha adskilte jordingsanlegg.

Nærliggende stasjoner kan være omformerstasjoner for jernbane eller stasjoner til regional- / distribusjonsnett. I de fleste tilfeller vil en løsning med sammenkoblede jordingsanlegg være det beste.

Lokale forhold vil ofte være avgjørende for endelig løsning, derfor er det vanskelig å beskrive en generell løsning for nærliggende anlegg. Det må utarbeides en løsning for hvert enkelt tilfelle.

8.3 Eksterne metalliske forbindelser inn til stasjonen

Alle metalliske forbindelser inn til stasjonen vil kunne få samme potensialheving som jordingsanlegget under en jordfeil i stasjonen. Det er derfor viktig å gjøre nødvendige tiltak for å unngå at farlige potensialer blir ført ut fra stasjonsområdet.

Tiltak kan være skilletransformatorer, plastrør, fiberkabler etc.

9 JORDING AV STORE KOMPONENTER (TRANSFORMATOR, REAKTOR, KONDENSATORBATTERI etc.)

Jording av de store komponentene behandles i tilhørende spesifikasjoner:

Komponent	Spesifikasjon
Transformator	SDOK-41-13 [15]
Autotransformator	SDOK-41-16 [7]
Shunt Reaktor	SDOK-41-5 [6]
Kondensatorbatterier	SDOK-41-36 [8]
P-spole	SDOK-41-58 [16]

Tabell 4: Jording av store komponenter

Komponentene spesifiseres med egen jordtilkobling / jordskinne for tilkobling til maskenett.

Det skal kun være en linetilkobling per skrue på jordskinnen.

Tilkoblingspunktet dokumenteres på jordingstegningen. Hver lineavgang fra tilkoblingspunkt nummereres som på tegning, eller gis bestemmelsessted i klartekst.

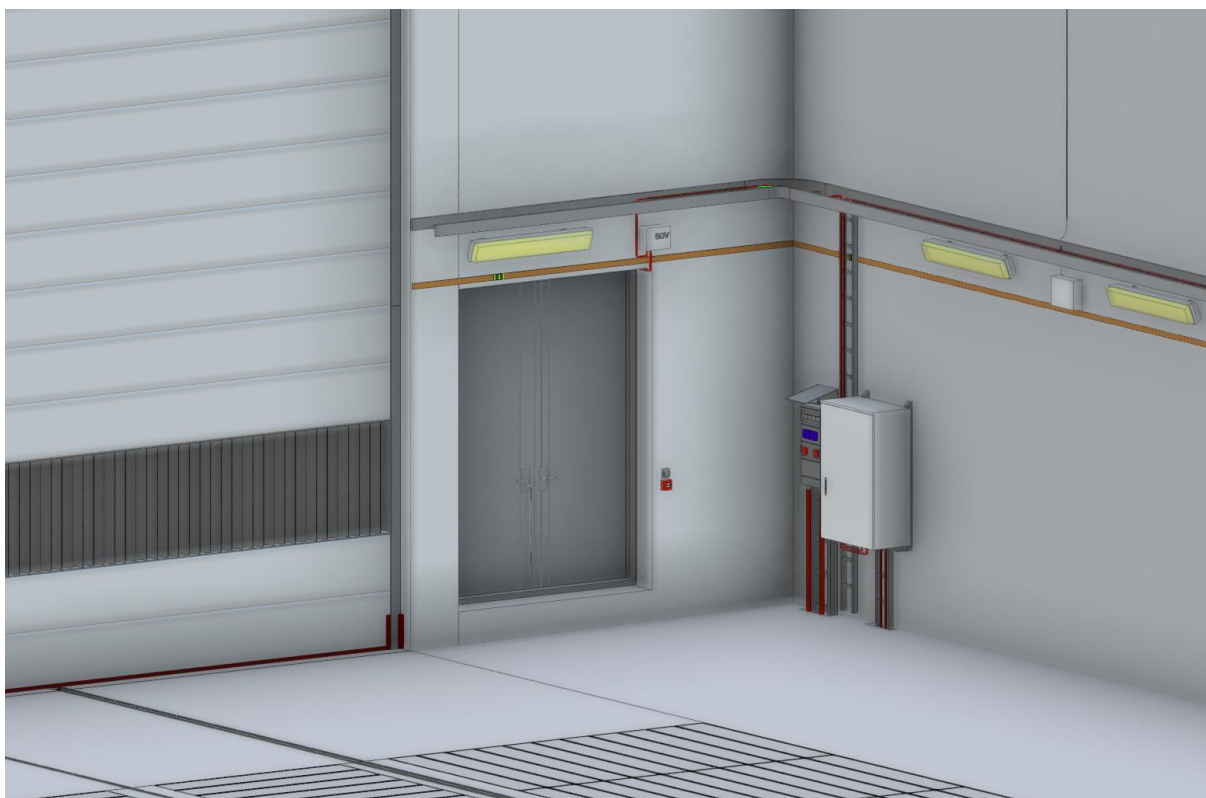
10 JORDING AV SJAKT

I sjakter for transformatorer, reaktorer og P-spoler så skal alle større metalleder som stativer, braketter, flammerister i stål, ledere etc. ha potensialutjevning og jordforbindelse. Metalledene må være utstyrt med hull eller festepunkt for tilkobling av jordleder.

Armering i sjakten skal ikke jordes. Det har liten konsekvens dersom armeringen utilsiktet kommer i kontakt med jordingsnettet.

Større metalleder betyr lengde > 2 m eller areal > 1 m².

På sjaktveggene festes en kobberskinne med tverrsnitt minimum 4 x 50 mm². Kobberskinnen plasseres på veggen i en høyde rett over utgangsdør som gir færrest mulig vinkler, se figur 20. Kobberskinnen skal være tilkoblet hovedjordskinne sjakt på veggen, se figur 22.



Figur 20: Jordskinne for utjevning av metalleder i sjakt

Hovedjordskinnens størrelse bør være 1100x100x10mm. Hull Ø12mm forbores med 50mm mellomrom. Eksempel på hovedjordskinne i sjakt, se kapittel 14 figur 31.

Feste til kobberskinner utføres i rustfritt materiale, A4.

Potensialutjevning og jording på transformator / reaktor er ivaretatt i tilhørende tekniske spesifikasjoner.

Dersom det er mye metall i oljeutskiller, skal denne også jordes.

10.1 Jordingsnett under sjakt og tilknytning til stasjonens maskenett

I bunnen av byggegropen legges et grovmasket jordingsnett (3–5 ledere i begge retninger) med 120 mm² Cu-line og en ring utenfor olje grubens vegg. Ringens avstand til grubens vegg skal være ca 1 m som vist i figur 21.

Fra maskenett føres opp 4 stk. tapper kobbertråd 120 mm² (A) i plastrør eller alternativt isolerte kobbertråd i vangearmeringen og videre opp til sjaktgulvet som vist i snittegning, se figur 21.

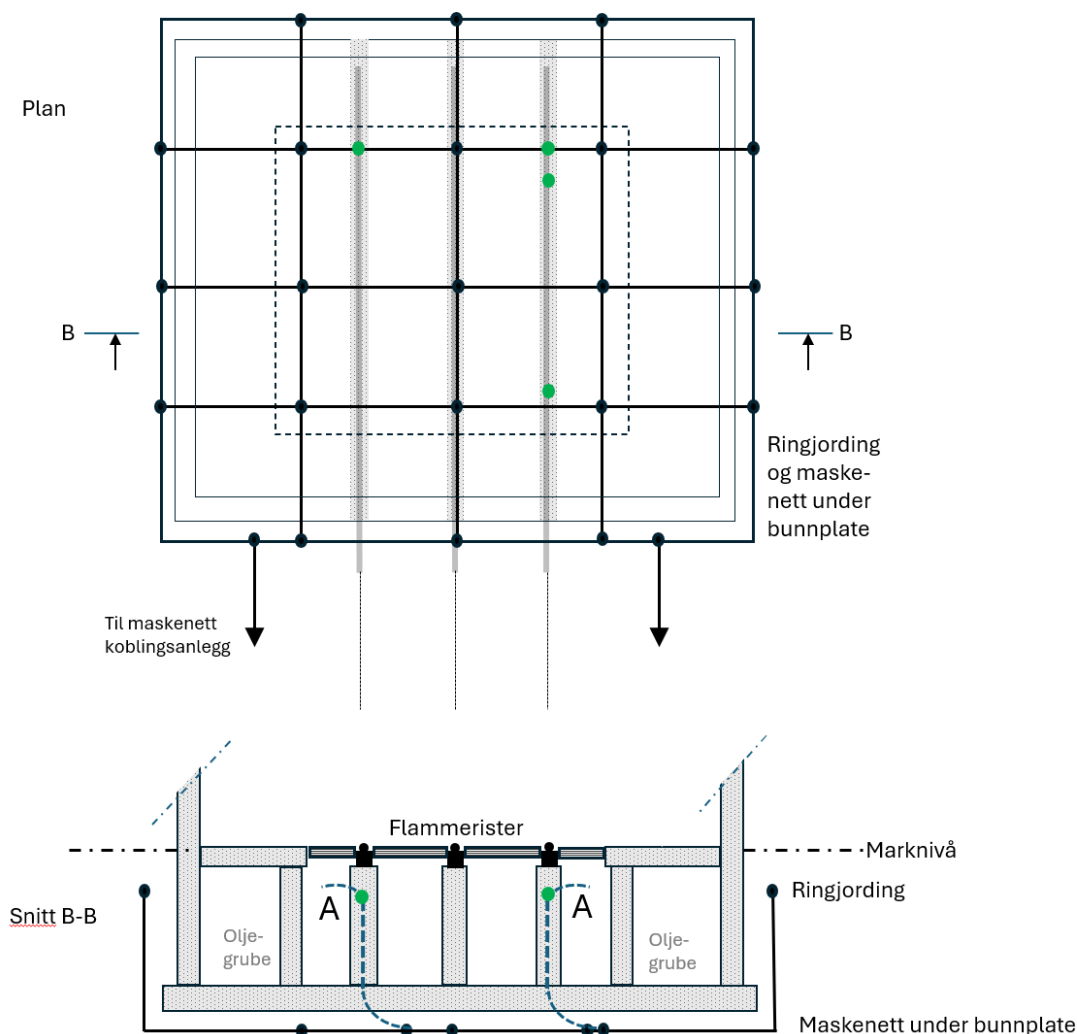
Lengden av tappene over vangene skal være minst 10 m.

Høydenivå for maskenett bestemmes av utbyggingsprosjekt. Høydenivå for ytre ring er det samme som anleggets jordingsmaskenett.

De 4 tappene benyttes slik:

- 2 tapper skal tilkobles jordingsskinne på transformator / reaktor
- 1 tapp skal tilkobles hovedjordingsskinne på vegg i sjakt og halvparten av stål- / flammerister
- 1 tapp skal benyttes for jording av resten av stål / flammerister

Jordingsnettet under sjakt skal være tilknyttet til koblingsanleggets jordingsmaskenett med minst to Cu-line 120 mm², se figur 1.



Hovedjordskinne sjakt

Jordskinne transformator

- Oppstikk fra maskenett
- Kobberleder 120mm²
- Kobberskinne

10.2 Jording av transportskiner

10.3 Jording av flammerister

Stålrister og vinkeljern skal ha forberedte tilkoblingspunkter for jording.

Jordforbindelsene skal være 120 mm² Cu.

Det skal være radiell tilknytning fra jordleder tilknyttet jordskinne og til hver enkelt flammerist som vist på bilde.



Det henvises til [SDOK-119-25](#), kapittel 4.6, flammerister av stål, profilplank [11].

11 JORDING AV GJERDER OG PORT

Utenfor gjerdet legges det minst 120 mm² Cu i en avstand på 0,5–1 meter og nedgravd til ca. 30 cm dybde. Annenhver gjerdestolpe (se figur 23) tilknyttes jordingen lavest mulig over ferdig terreng, og på innsiden av gjerdet, se bildet. Det skal være mulig å inspisere tilkoblingen visuelt. Jordingen på utsiden må tildekkes med masser.



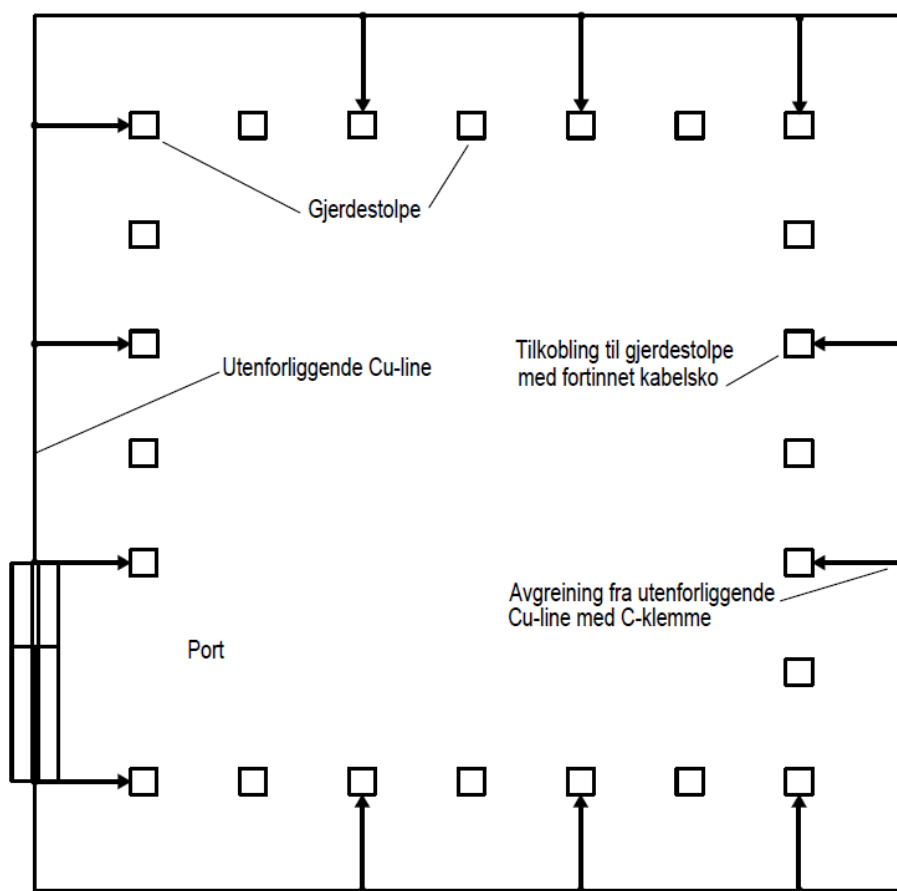
Ved gjerdeplassering på fjell, legges kobberline på innsiden av gjerde og klamres regelmessig mot underlaget.

Kobberlinen rundt gjerdet tilkobles stasjonens maskenett på minst 2 steder, gjerne diagonalt eller på hver sin side av stasjonsområdet, se kap. 4.1.4 figur 1.

For å begrense potensialforskjeller i områder utenfor porter skal det graves ned en ekstra sløyfe med kobberline i port området. Avstand og lengde tilpasses til størrelsen på porten. Sløyfen skal tilkobles kobberlinen rundt gjerdet.

Portstolper jordes, selve portbladet tilknyttes portstolpene med en bevegelig 25 mm² Cu–forbindelse dersom det er slagport. For motoriserte porter er det kun portstolpene som jordes, portbladet har en metallisk forbindelse til portstolpene som vurderes som tilstrekkelig god kontakt mot jord.

Portoverbygg i ledende materiale skal jordes.



Figur 23: Utførelse av jording av gjerde og port

12 JORDING AV GIS

GIS setter helt spesielle krav til prosjektering og utførelse av jordingsanlegget.

Utførelse og legging av jordingsanlegget må nøye følges opp under byggeperioden. Det er spesielt veldig steile og til dels kraftige koblingstransienter som setter spesielle krav til utførelsen av jordingsanlegget.

For mer informasjon om beskrivelse og krav til utførelse av jordingsanlegg for GIS henvises det til [SDOK-41-38](#) med generell teknisk spesifikasjon av gassisolerte koblingsanlegg [12].

12.1 Jording av GIS-bygget

For gassisolerte anlegg gjelder de samme sikkerhetsmessige forskriftskrav til jording som for andre høyspenningsanlegg. I tillegg må det stilles spesielle krav til EMC-jording pga. de høyfrekvente elektromagnetiske felt og transiente jordpotensial som oppstår ved bryterkoblinger i anlegget. Stigetiden for disse transientene kan være ned til noen få nanosekunder. De inneholder derfor vesentlig høyere frekvenser enn koblingstransienter i vanlige friluftsanlegg.

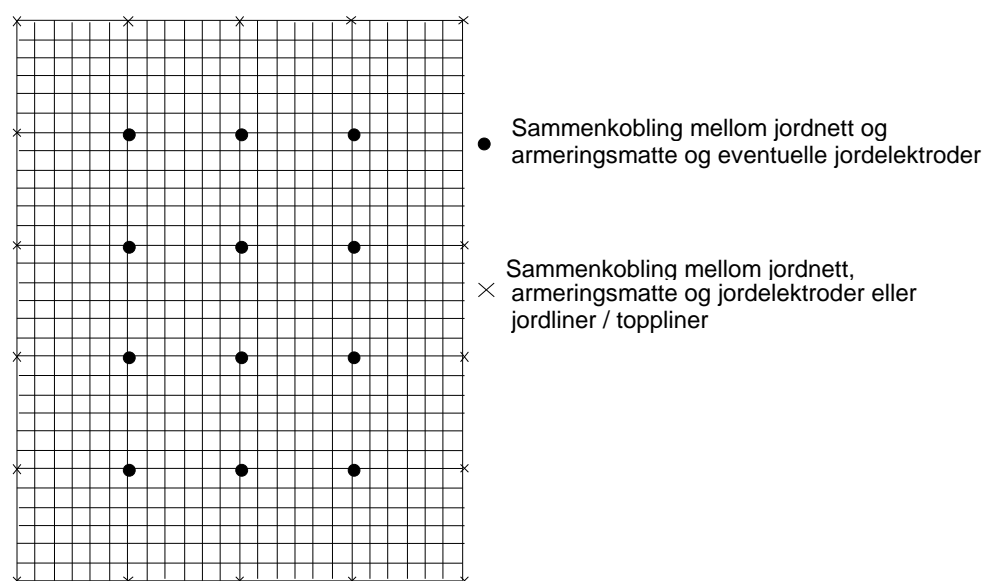
Det kreves derfor følgende jordingsmessige tiltak:

- Ekstra finmasket jordnett eller metallplater til potensialutjevning
- Korte og rette jordforbindelser til anleggsdeler
- Utnyttelse av kapsling, bæresøyler etc. som en viktig del av jordforbindelser
- Spesielle tiltak ved overgang fra GIS til andre anleggsdeler

- Ekstra god skjerming og jordingsteknikk for kontrollkabler

Jordelektroderne kan som ved andre stasjonsanlegg, bestå av jordnett, fundamentjording, spyd og kobberliner på / ved tilknyttede kraftledninger eller jordkabler. Kobberliner utgjør også her en viktig del av jordingsanlegget fordi det lokale jordingsanlegget i et gassisolert anlegg normalt er vesentlig mindre enn i et friluftsanlegg.

Jordelektroder som plasseres i nærheten av overgang gassisolert anlegg til luftlinje eller kabel, vil være mest effektive til begrensnig av transiente jordpotensial. For å få en effektiv fundamentjording legges det et finmasket jordnett som dekker hele gulvet f.eks. armeringsmatte med maskevidde 10–15 cm. Dette tilknyttes alle knutepunkt i et sentralt kobbernett med en maskevidde på ca. 5 m, men tilpasset GIS som vist i figur 24.



Figur 24: Jordnett og armeringsmatter for GIS

Forbindelser til fundamentjord og andre elektroder skal om mulig sveises direkte til det sammensveisede armeringsnettet i betonggulvet.

For vegger i betong, anvendes også sammensveiset armeringsnett med sammensveising langs tilstøtende kanter.

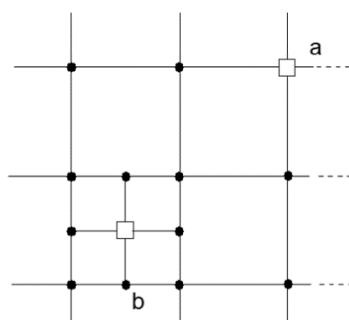
Utførelsen av forbindelser mellom det gassisolerte anlegget og jordnett er vist i figur 25. Metalliske gjenstander / installasjoner som befinner seg inne i GIS-hallen skal tilkobles jord dersom de har en lengde over 2 meter og / eller areal over 1 m².

Gul og grønn merking av jordingsskinner i GIS må tilpasses det enkelte anlegget, i dialog med Statnett.

12.2 Jording av stativ og bæresøyler

Stativ og bæresøyler skal være en del av jordforbindelsen. Det legges bare korte jordledninger av kobber mellom jordnett og bæresøyle / stativ ved fotpunktene, se figur 25.

Det anbefales minst 4 slike forbindelser (b). Alternativ (a) med tilknytning i et knutepunkt for jordingsnettet er å foretrekke.



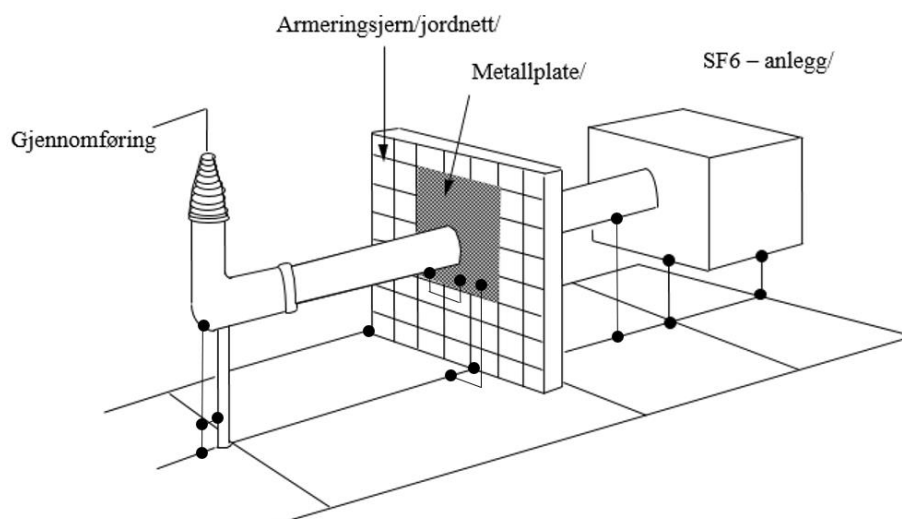
Figur 25: Forbindelse mellom GIS og jordnett. Alternativ(a) med apparat ved knutepunkt i jordnett

12.3 Jording i overgang mellom GIS og luftlinje

Det er nødvendig å oppnå en lav impedans mellom kapsling og jord i eller nær overgangspunktet. Dette oppnår man med å montere en plate som er tilknyttet gulvarmering og jordingsnett i mange punkter. Platen kan være av stål eller aluminium 1 x 1 m og tykkelse 5 mm (min. 1 mm) av mekaniske grunner. For å få god kontakt med kapslingen kan platen skrues til eventuell flens eller man må montere en kontaktring på kapslingen med tilkoblingsmulighet for 8 jordingslisser. Ved eventuelt stativ for endemuffene må det også monteres en god jording med 6–8 korte jordlister mellom kapsling og stativ.

Ellers legges det et relativt finmasket jordnett under gass-rørføringen og avledere utendørs. Maskene i nettet skal være maks. 1,5 x 1,5 m og må ha en god tilknytning til anlegget innendørs og armering / plater i vegg. Kobberlinene på luftlinjene knyttes også til dette nettet.

I figur 26 er skjerming av GIS mot transiente bølger fra overgang GIS til luftlinje illustrert.

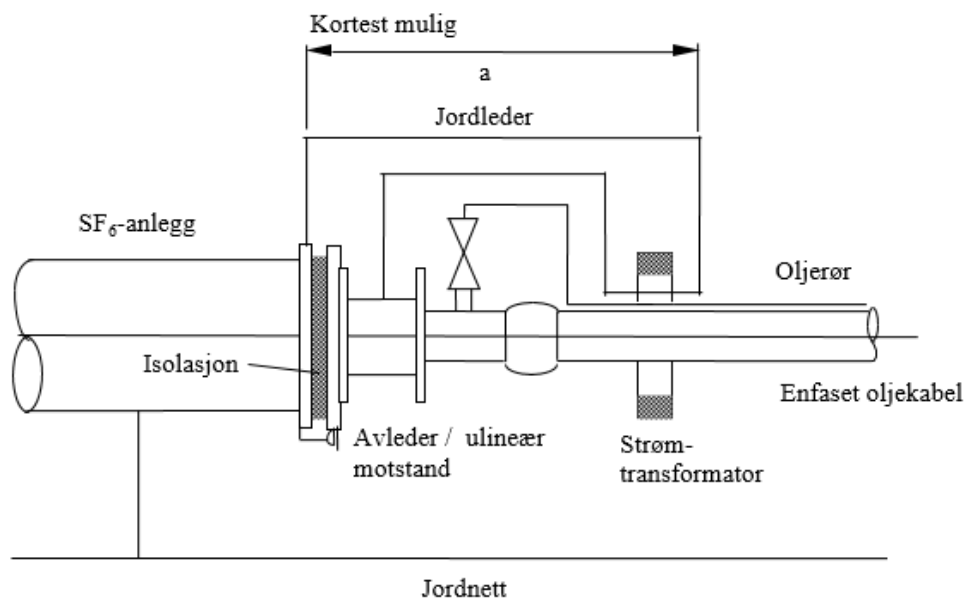


Figur 26: Skjerming i overgang mellom GIS og luftlinje

12.4 Jording i overgang mellom GIS og kabel

Ved bruk av kabelstrømtransformator må kabelskjermen jordes utenfor strømtransformatoren for at jordstrømmen ikke skal påvirke målingen.

Ved den isolerte overgangen mellom GIS og kabel oppstår det en jordbølge som kan gi overslag over isolasjonen mellom kabel og det gassisolerte koblingsanlegget. Til å ta hånd om dette monteres 6 metalloksidavledere symmetrisk rundt omkretsen av kapslingen. Til-ledningene til avlederne må være så korte som mulig. I figur 27 er bruk av metalloksidavledere ved overgang fra GIS til kabel illustrert.



Figur 27: Bruk av metalloksidavledere ved overgang fra GIS til kabel

12.5 Jording av kabler for kontrollanlegg

For alle kabelføringer til det gassisolerte anlegget skal det velges godt skjermede kabler. Alternativt kan kablene (en eller flere) legges i metallrør eller lukkede metalliske kanaler. Skjerm, rør og kanaler må forbindes effektivt til apparatgods eller kabinett; dvs. med korte forbindelser og størst mulig kontaktflate. Også i kontrolltavle / skap må skjermen jordes mest mulig direkte til jordskinner med god forbindelse til platekapsling ved innføringen.

13 MIDLERTIDIG JORDING

Midlertidig jording er arbeidsjord eller markeringsjord som etableres midlertidig pga. arbeid eller at jordbrytere er midlertidig ute av drift.

Utdrag fra Instruks for til- og frakobling av jordingsanlegg [4]:

1. Før utpeking melde fra til Leder for kobling (LFK) om antall stykk flyttbare jordingsapparater som er planlagt brukt
2. Etter utpeking melde fra til LFK dersom antall stykk flyttbare jordingsapparater som benyttes avviker fra det planlagte

Se også Brukerguide for FSE og NEK EN 50110-1.

13.1 Definisjoner

Kortslutningssikker jord:	Jording som er dimensjonert for den 3-fase kortslutningsstrøm i det punktet.
Arbeidsjording:	Fra FSE: Fullt dimensjonert jording og kortslutning av anleggsdeler på det stedet hvor arbeid pågår. Jordlisser kan benyttes som arbeidsjord gitt at denne er kortslutningssikker.
Jording med lanse:	Utstyr for jording som kan brukes til endepunkts jord / arbeidsjord. (jording med lanser ble tidligere også benevnt som stavjord).
Jordlisser / Jordingsapparat:	Brukes vanligvis som markeringsjording, dersom disse skal benyttes som arbeidsjording eller endepunktsjording må disse være kortslutningssikre. Det benyttes en isolerstang for å henge opp jordingsapparatet.
Isolerstang:	Stang som benyttes for å henge opp jordingsapparat.
Endepunktsjording:	Fra FSE: Fullt dimensjonert jording og kortslutning ved alle frakoblingssteder hvorfra anlegg kan settes under spenning. Denne er som regel fjernstyrt og er LFK sitt ansvar.
Markeringsjord:	Ikke fullt ut dimensjonert jording og kortslutning av anleggsdeler på eller i umiddelbar nærhet av det stedet hvor arbeid pågår. Markeringsjord er der for å sørge for synlig jording. Markeringsjord må ha et tverrsnitt tilsvarende minimum 25 mm ² kobber. Denne er Leder for sikkerhet (LFS) sitt ansvar. Markeringsjord kan kun benyttes dersom det er etablert endepunktsjord.
Utjevningsforbindelse:	Anordning av elektriske forbindelser mellom ledende deler for å oppnå ekvipotensial med sikkerhet som formål.

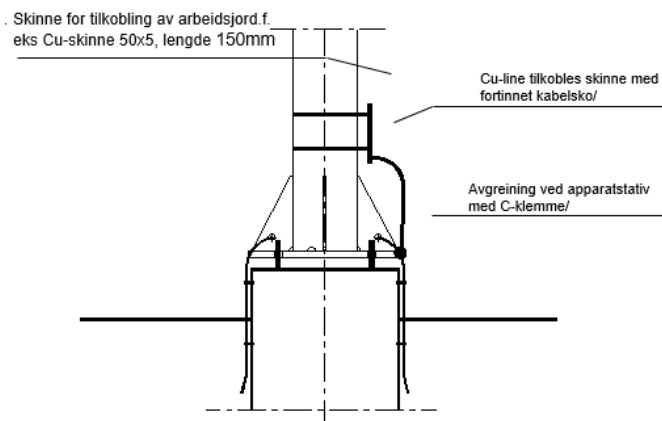
Tabell 5: Ulike typer jording

13.2 Jordingslisser

Det må bestemmes i hvert enkelt prosjekt om jordingslisser skal benyttes som arbeidsjord eller markeringsjord. Dersom jordlisser skal benyttes som arbeidsjord skal de være dimensjonert for minimum stasjonens kortslutningsstrøm.

Jordingslisser må merkes med dimensjonerende strøm og varighet.

På utvalgte steder skal det gjøres enkle arrangementer for å lette tilkobling av arbeidsjord i utendørsanlegget. Dette kan gjøres ved å klamre et stykke Cu-skinne som vist på figur 28.



Figur 28: Skinne for arbeidsjord

13.3 Lansejord

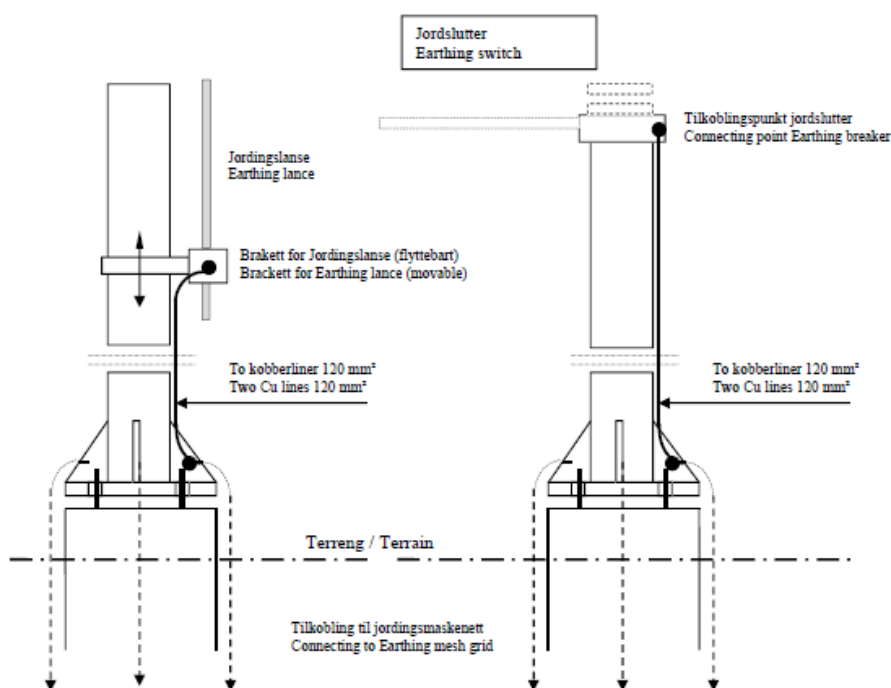
Utstyr for lansejording skal være komplett og inkludere:

- Fasefastpunkt
- Jordfastpunkt
- Transportabel lansejordstang

Lansejording skal fungere både som jordings- og kortslutningsapparat. De tre bestanddelene som nevnes over, danner til sammen et lansejordsystem og skal leveres som et samlet sett med typetestsertifikat som garanterer overenskomst med den tiltenkte bruk. Hvis de tre delene ikke leveres fra samme leverandør med tilhørende typetestsertifikat må det fremlegges tilsvarende dokumentasjon som beviser at de tre delene samlet oppfyller tilsvarende funksjon. Lansejordstang skal ha tydelig merking med serienummer, spenningsnivå og kortslutningsstrøm den er testet for, og hvor den er ment brukt i anlegget. Hvor lansejording skal plasseres i koblingsanlegget, vil komme frem på enlinjeskjemaet, med et eget symbol, samt på prinsipptegninger over høyspenningsarrangement. Opphengsbraketter for lansejordstenger i lanserommet inngår ikke i denne spesifikasjonen.

Lansejording krever en brakett for lanseføring på hvert tilkoblingspunkt, og på høyspenningsline en tilsvarende høyspenningsklemme. Prosjektets enlinjeskjema og prinsipptegninger viser plasseringen for hver jordingslanse. Tilkoblingspunkt for hver jordingslanse er braketten som skal monteres på apparatsøyle. Tilkoblingen til anleggets jordingsmaskenett skjer over minst to kobberledere på 120 mm². Samme tilkoblingsprinsipp gjelder for jordslutter-tilkoblingen.

Figur 29 viser prinsipiell løsning.



Figur 29: Eksempel for jordingslanse på strømtransformator

Fasefastpunkt

Fasefastpunktet skal nøyaktig tilpasses den leder som det skal festes på. Fasefastpunktene skal være av aluminium i en anerkjent legering. De skal være tilpasset det aktuelle spenningsnivået.

Jordfastpunkt

Jordfastpunktet skal være tilpasset lansejordstangen og monteres på et dertil egnet feste. Dette kan f.eks. være på en festebøyle av galvanisert stål som monteres på apparatsøylen. For festebøylen henvises til [SDOK-47-24](#) for stativer og ståldetaljer i utendørs apparatanlegg [5].

Hvis jordledere ikke kan tilkobles direkte på jordfastpunktet, jordes den galvaniserte festebøylen som jordfastpunktet er festet på. Eksempler vist på bilder nedenfor



Lanser

Lansejordstangens lengde må være tilpasset anleggets høyde utfra plassering av fasefastpunkt og jordfastpunktet. Innenfor samme spenningsnivå skal anlegget bygges slik at en lansejordstang skal kunne benyttes på alle aktuelle steder.

Ved flere spenningsnivåer i et koblingsanlegg og dermed høydeforskjell, må det inngå flere lansejordstenger med forskjellige lengder.

Etter at lanser er plassert i sine festepunkter skal lansens betjeningsdel være i normal betjeningshøyde, dvs. enden på lanser ca. 1–1,2 m over bakkenivå.

13.4 Tilrettelegging for markeringsjord i transformatorsjakt

Dette kapittelet beskriver markeringsjord på transformatorer og reaktorer i sjakt eller lignende oppstilling som må etableres når transformator eller reaktor defineres som arbeidssted.

I hvert stasjonsprosjekt skal det etableres apparattekniske forutsetninger for enkel tilkobling av markeringsjord på hver transformator, reaktor eller tilsvarende apparater. Markeringsjord forutsetter at tilhørende avgangsfelt er endepunktsjordet med jordingsbryter eller med lansejord.

Iht. FSE § 14 er markeringsjord en synlig, men ikke fulldimensjonert jording mht. kortslutning, på eller umiddelbar nærhet av det stedet hvor arbeid pågår.

Utstyret dimensjoneres iht. prosjektspesifikke krav.

Hver enkelt fase / nullpunkt på hvert spenningsnivå må kunne jordes.

Loop på begge sider av transformator forberedes med bøyler for innfesting av arbeidsjord, som vist i figur 30. Nye transformatorer og reaktorer er utstyrt med fastmontert jordingssskinne på lokk som skal brukes til å tilkoble markeringsjord. Dimensjon på jordledere skal være minimum 25 mm².

Tilkobling av markeringsjord krever løfteutstyr som sakselift eller lignende for sikkert arbeid i høyden med god fremkommelighet og stabilitet inne i sjakten.



Figur 30: Bøyler for tilkobling av markeringsjord på loop mot transformator

14 MERKING AV JORDLEDERE

Jordskinne skal merkes med gul og grønn farge. Et eksempel er vist i figur 31 og utførelse må tilpasses lokale klimaforhold.

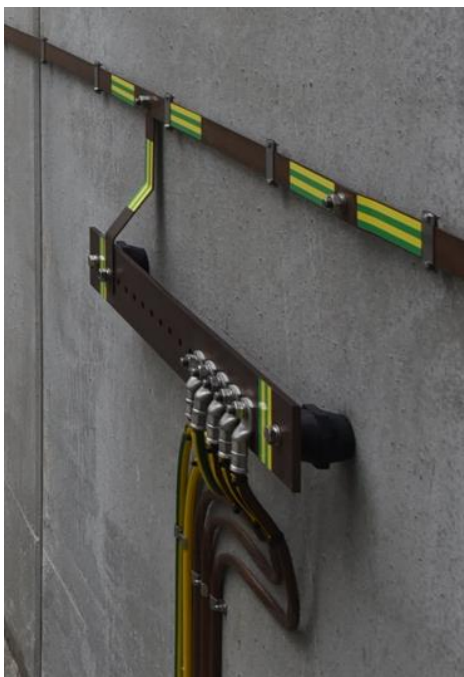
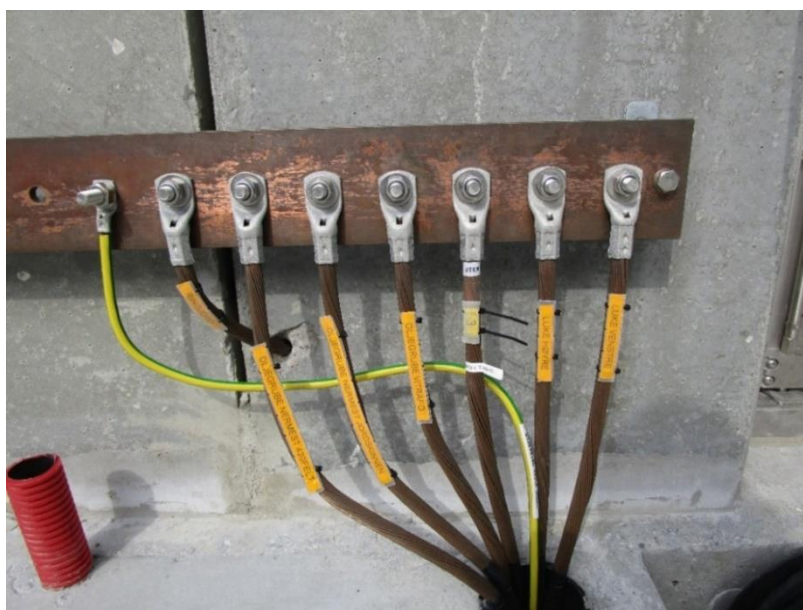


Figure 31: Eksempel på merking av jordingsskinne i sjakt

Inne i sjakter og kontrollhus må kabler være merket med hvor de kommer fra. Eksempel på dette er vist i figur 32.



Figur 32: Eksempel på merking av kabler for å vise hvor kablene kommer fra

Merking av jordskinner utføres med gul/grønn krympestrømpe, gul og grønn maling eller gul/grønt skilt. Gul/grønn tape aksepteres bare som midlertidig merking.

Merking av jordledere utføres med merkelapp, skilt, etikett med tekst som angir adresse, kan festes med strips.

15 JORDINGSANLEGG I EKSISTERENDE STASJONER VED UTVIDELSE ELLER REHABILITERING

Ved mindre prosjekter i eldre stasjoner, som har jordingsanlegg som ikke er iht. dagens standard må det utføres en visuell inspeksjon av jordingsanlegget og kontinuitetsmålinger for å sjekke om det er god kontakt i maskenettet. For at maskenettet skal benyttes videre bør tverrsnitt på kobberleder være minimum 70 mm².

Med mindre prosjekter menes eksempelvis en-til-en utskifting av måletransformatorer på inntil ett til to felter, eller bytte av effektbrytere inntil enn ett til to felter.

Et annet eksempel på mindre prosjekter er utvidelse med ett felt på hvert spenningsnivå, ved f.eks. ny transformator eller reaktor.

En aktuell løsning i eksisterende stasjoner med maskenett av ukjent eller dårlig tilstand er å legge et grovmasket nett som kobles til eksisterende maskenett.

Men dette må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Ved mindre utvidelser i stasjoner av nyere dato utføres det kontinuitetsmålinger for å sjekke at det nye maskenettet har god kontakt mot eksisterende maskenett.

16 DOKUMENTASJON OG KONTROLL AV JORDINGSANLEGGET I ANLEGGSPERIODEN

Kontroll av utført arbeid skal foretas kontinuerlig / daglig i de perioder det legges jordelektroder og maskenett. Slik sikres at alle elektroder blir plassert riktig og til riktig tidspunkt i anleggsarbeidet, og at alle planlagte tamper og elektrodeledninger blir lagt. Dette gjelder også utførelsen av maskenettet.

Kontrollen utføres av ansvarlig installatør / entreprenør / firma. Protokoll føres kontinuerlig i samsvar med tilhørende sjekklister for jordingsanlegget, se vedlegg 1 SDOK-47-53 [2] og vedlegg 2 SDOK-47-54 [3].

Under montasjetiden er det et krav om å dokumentere utført arbeid med et utvalg fotografier som entydig identifiserer jordforbindelser og C–press skjøter. Bildene nummereres med henvisning til plassering på jordingsplanen. For omfang vises det til SDOK-47-53 "Sjekkliste for jordingsanlegg under montasje" som angir minimumsantall av bilder på forskjellige anleggsdeler.

Bildene vil være en del av sluttdokumentasjonen av jordingsanlegget.

17 SLUTTKONTROLL AV JORDING

Når et nytt anlegg, eller et anlegg der det er foretatt store utvidelser / ombygginger er satt i drift skal det så snart som mulig foretas målinger av jordingsforholdene på anlegget.

Dette skal gjøres for å verifisere om forutsetninger for prosjekteringen stemmer med virkeligheten.

Følgende målinger skal foretas:

- Måling av jordingsanleggets overgangsmotstand til fjern jord
- Måling av skrittspenninger innenfor og i nærheten av stasjonsområdet. Fokus er på normalt trafikkerte steder
- Måling av berøringsspenninger innenfor og i nærheten av stasjonsområdet. Fokus er på naturlige berøringspunkter som for eksempel port, gjerde, betjeningshåndtak og lignende. Metoder for målingene er beskrevet i påfølgende kapittel
- Kontinuitetsmåling / motstandsmåling av forbindelser i jordingsanlegget

- Generell visuell kontroll av utførelse
- Kontroll av merking - sjekke utførelse med gul og grønn merking av skinner og jordledere

For mindre utvidelser, for eksempel utvidelser med 1–2 felter holder det å utføre kontinuitetsmåling mellom det nye anlegget og det gamle.

17.1 Krav til dokumentasjon

Det skal utarbeides tegninger som viser jordingsanlegget for hele stasjonen i grove trekk. Disse tegningene betegnes "Hovedjordingsplan" og "Oversiktsplan for hovedjording", og skal være ferdig ila. tilbudsfasen. I hovedjordingsplanen skal det angis eventuelle jordelektroder under fylling (evt. jordingsspyd).

Det skal utarbeides tegninger som viser jordingsplanen for de enkelte anleggsdeler i detalj med anføring av kobberversnitt i god tid før anlegget skal påbegynnes. Disse tegningene betegnes "Jordingsplan for _____ jordingsanlegg".

Dokumentasjon som entreprenør leverer i tilbud:

- Utfylt Spesiell spesifikasjon
- Hovedjordingsplan, se eksempel i figur 1
- Budsjettpris på jordingsanlegg i entreprenørs budsjett

Dokumentasjon fra prosjektering:

- Jording inkludert i 3D-modell eller i BIM der dette brukes.
- Detaljerte jordingsplaner (inkludert materiell-liste)
- Hovedjordingsplan (ref. figur 1)

Dokumentasjon anleggsperioden:

- Bilder av utførelse før påfylling med masse. Se SDOK-47-53 og SDOK-47-54 (Kap.18 ref. 3 og 4)
- Dokumentasjon av utstyr og bilde av utført C–press

Sluttdokumentasjon - Tegninger som leveres til sluttdokumentasjon skal gjenspeile ferdigstilt anlegg, as-built:

- Hovedjordingsplan (ref. figur 1)
- Detaljerte jordingsplaner
- Målerapporter

ENGLISH VERSION

1 INTRODUCTION

This document describes technical requirements for earthing systems in Statnett. This includes, among other things, earthing for air-insulated installations (AIS) and gas-insulated installations (GIS), earthing of control buildings, fences, gates and transformers.

2 REGULATIONS AND STANDARDS

Authority - Doc. ID	Title
The Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE) / kbf.	<i>Regulations relating to Preventive Safety and Emergency Preparedness in the Energy Supply (Emergency Preparedness Regulations) - kbf.</i>
Norwegian Electrotechnical Committee (NEK) 440:2022	<i>Norwegian electrotechnical standards for substation installations over 1 kV.</i>
The Norwegian Directorate for Civil Protection (DBB) / FEF 2006	<i>Regulations relating to Electrical Supply Installations, with Guidance (FEF)</i>
The Norwegian Directorate for Civil Protection (DSB) / FSE	<i>Safety Regulations relating to the Maintenance and Operation of Electrical Installations (FSE)</i>
IEC 60228	<i>Conductors of insulated cables</i>
IEC 61238-1-1:2018	<i>Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_{m} = 1.2 \text{ kV}$) tested on non-insulated conductors</i>
EN 50522:2010	<i>Earthing of power installations exceeding 1 kV a. c.</i>

Table 1: The most relevant regulations and standards

3 GENERAL

The installation of a complete earthing system at a station is ongoing throughout the construction process, from rough planning of the area to completed electrical installation.

Copper wire shall be used for all earth conductors and electrodes.

Earth electrodes for foundations are laid before the meshed grid.

The meshed grid is laid after casting / placement of foundations and rough levelling. From here on, the earthing is installed as a natural part of the construction phase.

All earth connections shall be dimensioned according to the actual earth fault current that can occur. All short circuit interconnections shall be dimensioned according to the designed 3-phase short circuit current.

Steel support and steel framework can be used as earth conductor given that steel cross section is capable to handle expected short circuit currents.

Earthing points of earthing -lance, -switch and -knife shall be directly connected to the meshed grid with separate earthing conductors.

Uninsulated earth conductors going through concrete walls or floors shall be in plastic tube or as insulated conductors

3.1 Bonding

Bonding (potential equalisation connections) shall be a minimum of 25 mm² Cu.

4 EARTHING OF AIR-INSULATED SWITCHGEAR (AIS)

This chapter deals with earthing that is relevant for air-insulated switchgear (AIS); common features of both air-insulated and gas-insulated switchgear (GIS) are described in separate chapters.

4.1 Meshed grid

4.1.1 Materials

Table 2 provides an overview of how different metals and metal alloys can be used in combination. Not recommended combinations of metals are highlighted in red.

Materials for large areas									
	Galvanised steel	Steel	Steel in concrete	Galvanised steel in concrete	Copper	Tin-coated copper	Galvanised copper	Lead-coated copper	
Materials for small areas	Galvanised steel	+	+ Zinc loss	-	+ Zinc loss	-	-	+	+ Zinc loss
	Steel	+	+	-	+	-	-	+	+
	Steel in concrete	+	+	+	+	+	+	+	+
	Lead-coated steel	+	+	o Lead loss	+	-	+	+	+
	Copper-coated steel	+	+	+	+	+	+	+	+
	Copper	+	+	+	+	+	+	+	+
	Tin-coated copper	+	+	+	+	+	+	+	+
	Galvanised copper	+	+ Zinc loss	+ Zinc loss	+ Zinc loss	+ Zinc loss	+ Zinc loss	+	+ Zinc loss
	Lead-coated copper	+	+	o Lead loss	+	o Lead loss	+	+	+

+: Suitable for use
o: Can be used
-: Do not use

Table 2: Overview of metals and combinations of these for earthing systems

4.1.2 Copper wire

Requirements for buried and insulated copper wires are given in Table 3. Copper wires shall be in accordance with IEC 60228.

	Requirements
Cross-section	Min. 120 mm ²
Class	2 (stranded, max. at 20°C 0,153 ohm/km).
Purity of copper	EN 13602:2013 (max. 0.0065% of other elements)

Table 3: Requirements for copper wires

Copper wire of type KGF or KHF can be used. The chosen type shall be stated in the special part.

Insulated copper wire indoors shall be of halogen free type.

4.1.3 C-type crimp connectors

C-type crimp connectors shall be in accordance with IEC 61238, electrical requirements according to class A, and mechanical requirements according to class 1.

C-type crimp connectors shall be adapted to the given cross-sections of the copper wires.

Crimping tool inserts shall be adapted to the given C-type crimp connector.

The supplier shall confirm that the C-type crimp connectors are in accordance with IEC 61238.

It shall be stated in the tender which supplier and which type of crimping tool is to be used for the C-type crimp connector; this shall be stated in the special part.

C-type crimp connectors, crimping tool inserts and crimping tools shall be from the same supplier.

4.1.4 Meshed grid design

The meshed grid will be laid down after rough levelling of the aggregate and casting of the foundations.

An example of a meshed grid design is shown in Figure 1.

Please refer to SDOK 119-14 with principles for substation site construction [13].

Burial depth for meshed grid shall be between 0.5–1 m.

There shall be no loose ends in the meshed grid or other parts of the earthing system.

All connections that are 2 x 120 mm² from the meshed grid shall be established with a distance of at least 5 metres between the conductors.

An example of a meshed grid design for a switchyard bay is shown in Figure 2.

Mesh sizes shall be adapted to local conditions, they can be anything from 3x3 m to 5x5 m.

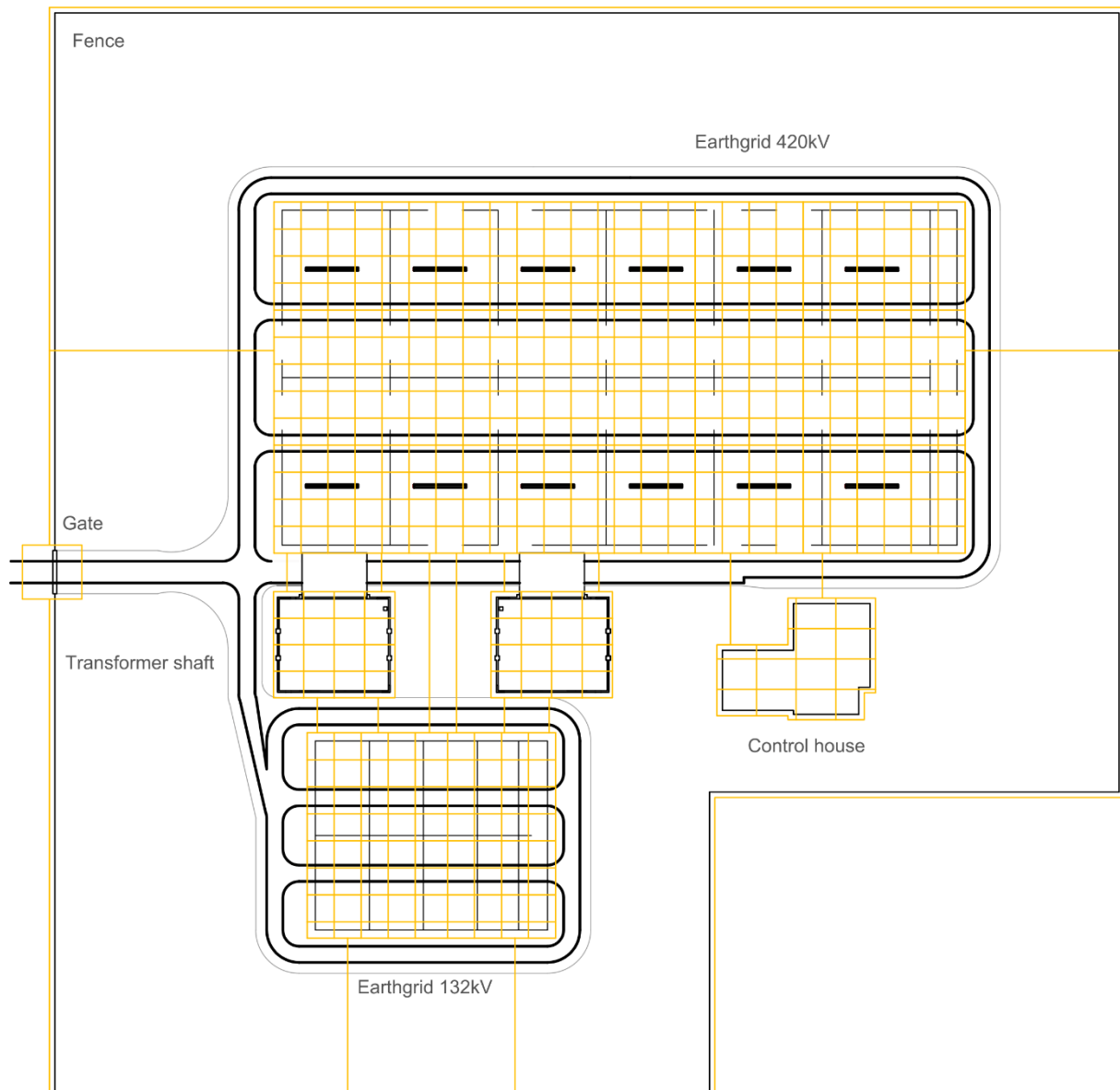


Figure 1: Example of a meshed grid design in a 420/132 kV substation

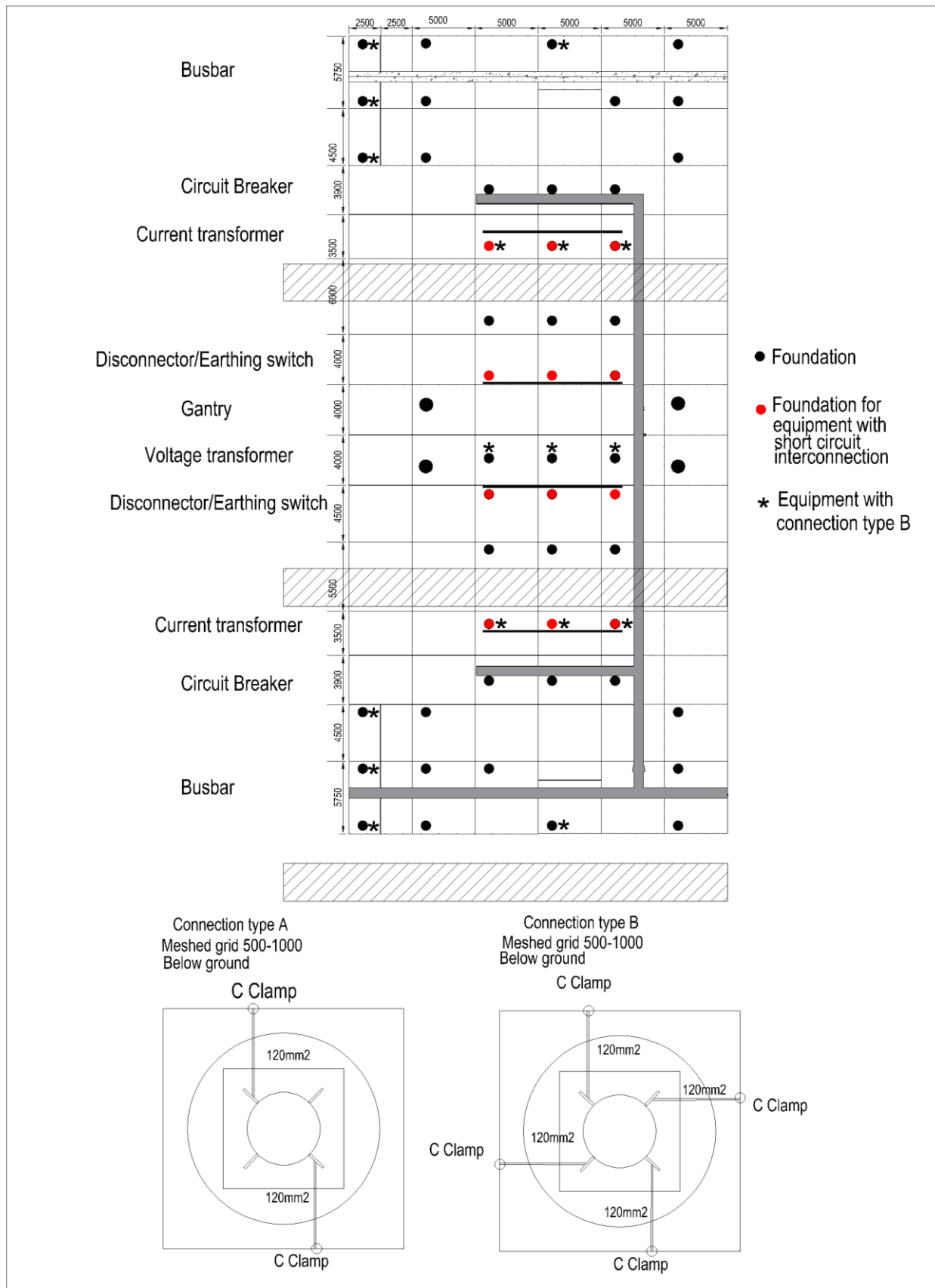


Figure 2: Earthing in 420 kV switchyard bay, example of design

4.1.5 Use of C-type crimp connectors and crimping of cable lugs

Copper wires in the meshed grid itself, as well as connected cable ends, shall be crimped together with C-type crimp connectors. See example in Figure 3.



Figure 3: Use of C-type crimp

Tools recommended by the supplier of the C-type crimp connectors shall be used. Each connector shall be crimped in accordance with tool manufacturer's recommendations.

Crimping of cable lugs shall be done in accordance with the supplier's recommendations. The cable lugs shall be designed for the given conductor cross-section and conductor type. An example of an installed cable lug is shown in Figure 4.



Figure 4: How to fasten cable lugs on braces

4.1.6 Steel quality of bolts, washer, and nuts

Connection of Cu wire crimped with lug of tinned Cu or Cu on hot-dip galvanized steel construction - bolts, washers and nuts shall be of hot-dip galvanized steel quality.

Connection of Cu wire crimped with lug of tinned Cu or Cu on ground rail of Cu or tinned Cu - bolts, washers and nuts shall be of stainless steel quality A4.

4.1.7 Requirements of lugs crimped to earthing wires

Lugs shall be of tinned Cu or Cu. Requirements to bolts, washers and nuts, see chapter 4.1.6

4.2 Use of earthing rods

For 420kV it is not considered necessary with earthing rods.

For surge arresters in 132kV it shall be minimum one earthing rod at each arrester.

Earthing rods are used according to the following principles:

- Place the first rod as close as possible to surge arrester foundation
- The distance between the rods shall be at least 1.5 times the rod length
- In rock, the rods shall be embedded in a specific conductive medium (concrete, coke or similar)
- Connect the earthing rod to the surge arrester. (The surge arrester shall also be connected to the meshed grid.)
- The branches shall have soft bends in the direction of the impulse.

4.3 Earthing around foundations

Earthing around foundations of switchgear installations shall be carried out as shown in Figure 6. A loop of copper wire to be connected to the meshed grid shall be laid around the footing. If the foundations are cast at site, it may be most practical to lay the earthing under the foundation. Copper wire shall be laid as deep as possible and preferably where it is damp. This is how the best possible earth connection is achieved. In each switchyard bay, the foundation earth electrodes shall be frost-free, if this is not possible, earthing rods shall be used.

For earthing layer under foundations, see SDOK-119-14 [13].

All protruding risers (leads) from the meshed grid shall be attached to the foundations, as shown in Figure 6 and 7. The risers are fastened with a minimum of two acid-resistant saddles per connection. Use acid resistant A4 concrete screws or expansion bolts in the foundation for attaching saddles. Please refer to the earthing plan for the installation for placement of risers in relation to the foundation.

Length of protruding risers must be at least 0.4m above foundation top to make connections to steel support at a later stage.

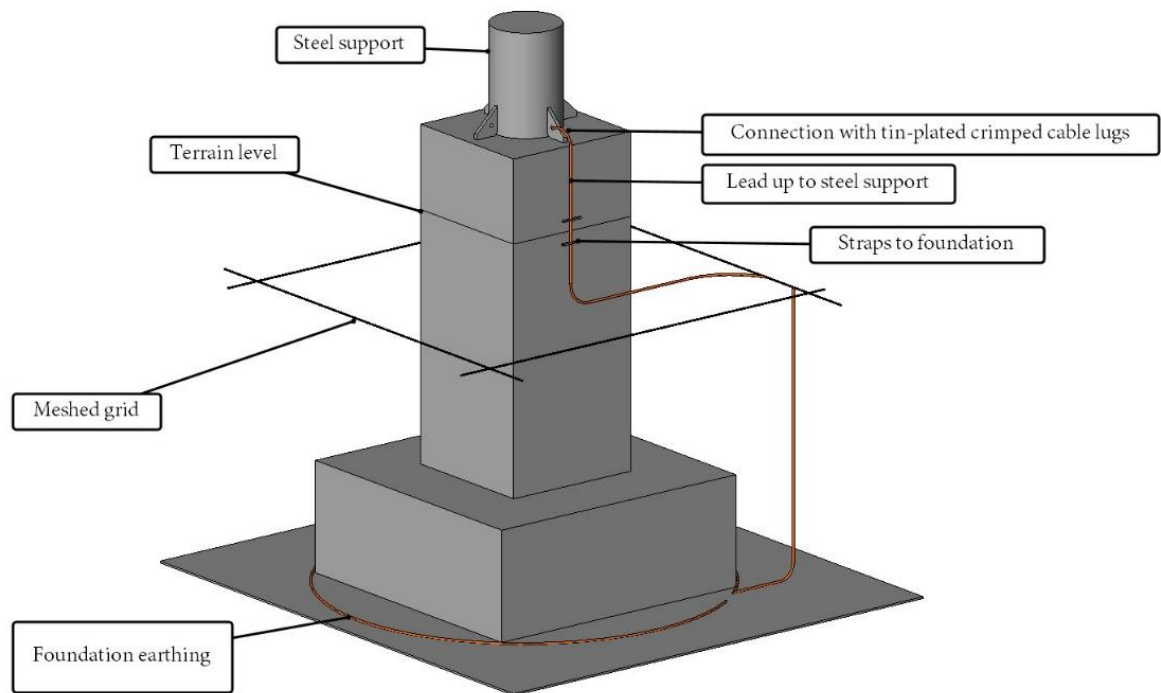


Figure 6: Illustrates earthing of foundations in practice



Figure 7: Example of foundation earthing

4.4 Short circuit interconnection

Earthing of each lance earthing and each earthing switch requires interconnection of all three phases at the same level as the earthing grid. The short circuit interconnection shall be laid directly next to the foundation and on the same side as the earthing rod and earthing switch as shown in Figure 8.

The short circuit interconnection shall be connected to the designated earthing points for each phase on the earthing switch / lance.

The cross-section shall be dimensioned for the design 3-phase short-circuit current.

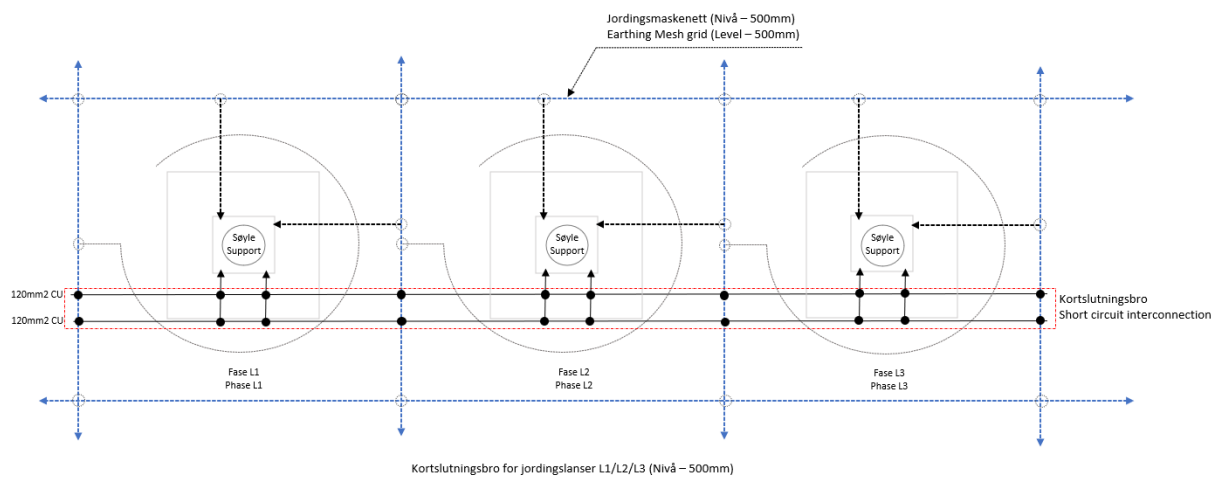


Figure 8: Short circuit interconnection for earthing lances L1 / L2 / L3 (level 500 mm)

For 3-phase earthing switches with a voltage level of 145 kV or lower, a short circuit interconnection can be integrated in the steel structure crossbeam between the phases. The principal for this is shown in Figure 9.

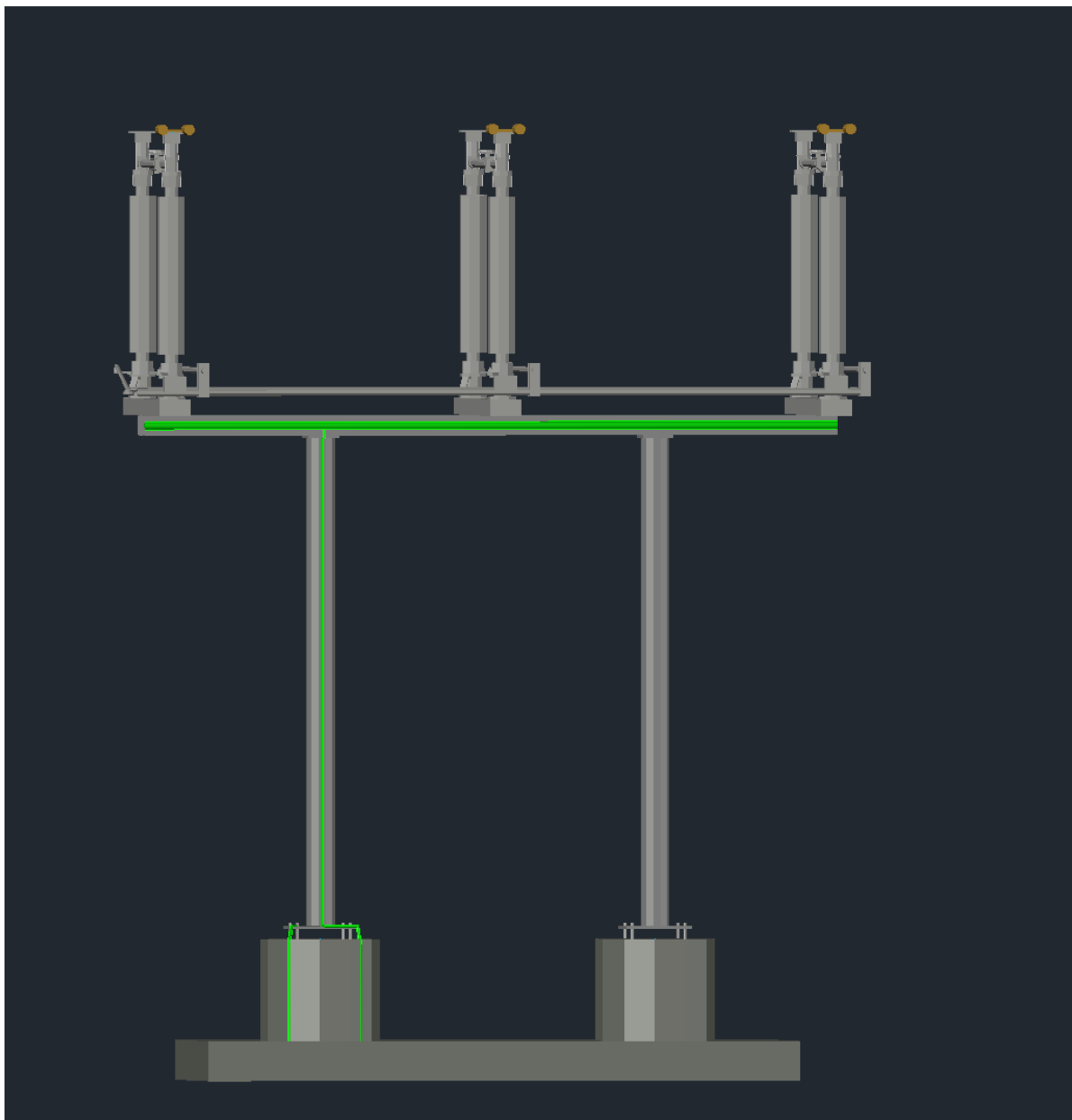


Figure 9: Short circuit interconnection for 145 kV disconnectors with earthing switch / earthing lance. Principal solution (Brace bars steel support not in the drawing)

A short circuit interconnection can be combined with the meshed grid. Then double 120 mm² Cu shall be used.

4.5 Earthing of gantries and towers inside the substation area

The overhead earth wires shall be attached and connected to the spire of the gantry. It will then be the gantry itself that acts as the earth conductor between the overhead earth wire and the foundation earthing. Attachment of overhead earth wires to top spires shall be carried out as shown in SDOK-39-46 String drawings substation [14].

Towers inside the substation fence shall have earthing connected to the meshed grid.

There shall be two risers from the meshed grid to each foundation for the base of the gantry and tower base. For gantries on transformer shafts, the risers shall be routed on the outside of the shaft.

4.6 Earthing of lightning arrester towers

Towers/poles for lightning protection shall be equipped with earthing electrodes in the form of earthing rods, min. 2 pieces. In addition, they should be connected to the meshed grid if they are closer than 15 metres from the meshed grid.

4.7 Earthing of switchgear column / switchgear steel supports

The switchgear columns shall be earthed to the meshed grid. Two alternative methods are shown in Figure 10. The number of conductors shall be as described on the earthing drawing for the given system component.

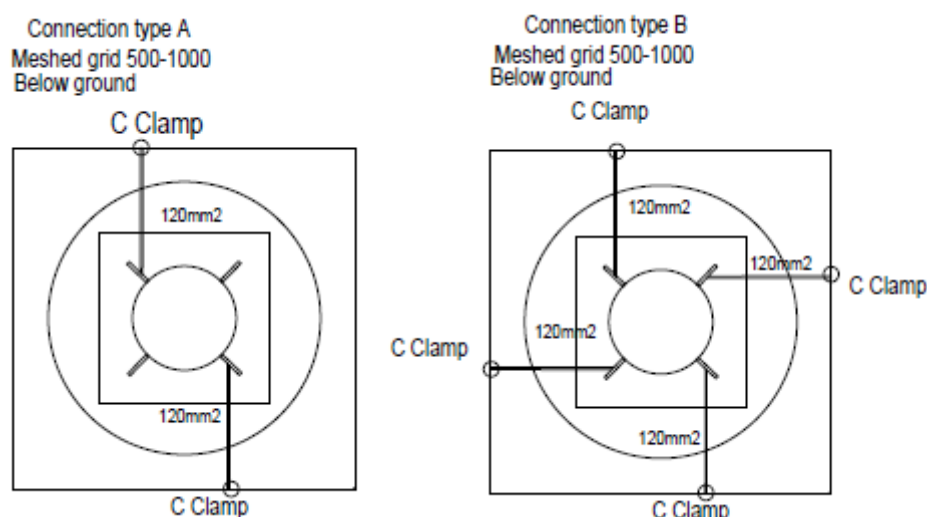


Figure 10: Grounding of switchgear column and connection to meshed grid

Between the foundation slab and the pipe column, and the top slab and pipe column, there shall always be four brace bars. On each of these four brace bars there shall be one Ø14 hole to connect an earth conductor with a cable lug.

The crimped cable lug shall be adapted to the cross-section of the earth conductor.

The column base shall be connected to the meshed grid with tin-plated crimped cable lugs with two or four connections. These are fastened with stainless steel bolts (A2). Earth conductors shall be routed to the earth connection on the switchgear. See Figure 4 for how to connect crimp cable lugs to the brace bar.

For switches with a voltage level of 145 kV or lower where there is a common steel frame for all the phases, there shall be two earthing connections up from the meshed grid for each column.

4.7.1 Earthing of instrument transformers and surge arresters

Earthing of steel columns for instrument transformers and arresters shall be performed as shown in Figure 10, connection type B. There shall be four connections from the meshed grid up to the foundation, which are connected to the rack at four points. There shall be only one connection to each point.

For instrument transformers and surge arresters, a minimum of 120 mm² of yellow and green Cu wire shall be installed from the column base to a designated earthing point on the current / voltage transformer and arrester. As an option the steel support can be used as earth connector. Both options shall be dimensioned for single-phase earth fault current.

Otherwise, make sure that the connections to the arresters have the shortest possible path to the object they are to protect.

For earthing of arresters in switchyard bays and cable bays, earthing rods shall be used in addition to connections to the meshed grid.

4.7.2 Earthing route on apparatus steel support

From bottom of the steel support to the earthingpoint, fit the cable tray with length and width suited to number of insulated earthwires. Routing of protective earthing should take into account the demand of shortest distance to the object. An example is shown below for earthing lance.



Example solution earthing lance



SS Cable tray



SS band and bracket

Picture above shows routing of two insulated earthing wires on the cable tray. Cable tray is fixed to the steel support with steel band and suited brackets. All material in stainless steel. Number of steel brackes to support cable tray are 2 pcs. pr/m of cable tray. The cable tray shall me earthed as it is an exposed conductive part.

Earthing wire are fixed with stainless steel bands with distance 30 cm.

4.8 Earthing of cabinets in outdoor switchgear

All cabinets shall have their own earth connection with minimum 25 mm² Cu yellow and green insulated copper wire, laid from the base of the pipe column and preferably crimped to one of the Cu wires on the meshed grid. Cabinets shall have prepared outside earthing point.

Bay control cabinet shall be connected to the earth conductor in the cable duct with a 70mm² Cu. (as described in SDOK-83-20)

Figure 11 shows motor cabinet for a disconnector mounted on a switchgear steel column as an example.

Earthing from cabinets can also be attached directly to the column if there is such an option.

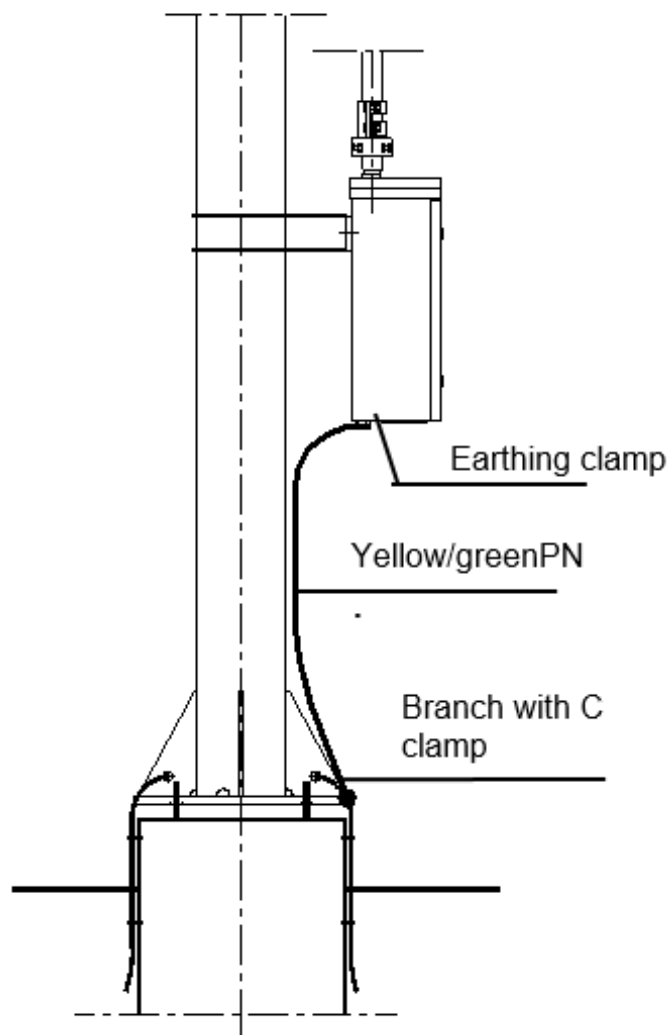


Figure 11: Example of earthing of cabinets

Self-tapping sheet metal screws or continuous “loose” bolts attached to a door or cabinet are not permitted.

5 EARTHING OF METAL PARTS WITHIN THE SUBSTATION AREA OR CONTROL BUILDING

Metal parts with a length of more than two metres and / or an area of more than 1 m², such as gutters / downspouts, water pipes, ventilation pipes, railings, fences, large manhole covers etc. within the substation area or control building shall be earthed if one or more of the conditions in the list below are met.

Metal parts within the substation area or in the control building:

- The metal part is located within an area which entails that it is exposed to capacitive coupling (closer than 30 metres from a high-voltage system or high-voltage power conductor for 420 kV and 11 meters for 132 kV)

- The metal part may be inadvertently electrified. For example, if the object is positioned so that it can be hit if a live conductor/object falls down or that it is in contact with live cables.
- Voltage can be induced in the metal part from high-voltage components, for example guardrails that run along a high-voltage power conductor.

Ventilation pipes shall be connected to earth, if one of the conditions in the list above is met.

Roof constructions and belonging metal parts shall be connected to earth, if one of the conditions in the list above is met.

Water pipes within the substation area shall be of non-conducting material.

In the event of extensions of existing installations, a new assessment shall always be made in relation to whether any of the conditions in the list above are met.

Steel door frame and door leaf shall be connected to earth. Doorleaf earthing shall be connected to doorframe earthingpoint with a flexible 25mm² Cu wire at upper part of the door.

All towers and racks shall be earthed.

Lighting poles and camera poles shall be earthed either via a low-voltage supply cable or a separate earth conductor from the meshed grid.

Metal parts included in the list above may also be moveable objects such as lifts and ladders. Earthing of these shall also be considered.

6 EARTHING OF HIGH-VOLTAGE CABLES AND SUBSTATION SUPPLY CABLES

A separate earth conductor shall be laid in all cable ducts / trenches in the station.

For earthing cables ≥ 52 kV, specific assessments of earthing must be made.

6.1 Earthing in cable trenches for HV cables

In all cable trenches in and out from the station area, a 120mm² Cu wire shall be laid.

6.2 Earthing rod at cable towers

At cable towers with surge arresters, earth electrode shall be performed with earthing rods, see chapter 4.2.

7 EARTHING OF CONTROL BUILDINGS AND CONTROL SYSTEMS

This chapter describes earthing of control building, control system, control and signal cables, EMP-fuses, emergency generators, substation transformers and indoor high-voltage system.

General measures for control systems will be:

- System of main earthing bars in control and switchgear rooms and systematic earthing of system parts.
- Separation of cable types (signal level and types)
- Shielding of switchgear, cabinets and cables.
- Earthing of cable shields and cable ladders.
- Use of disconnectors and filters in signal circuits.

- EMP-protection of control room

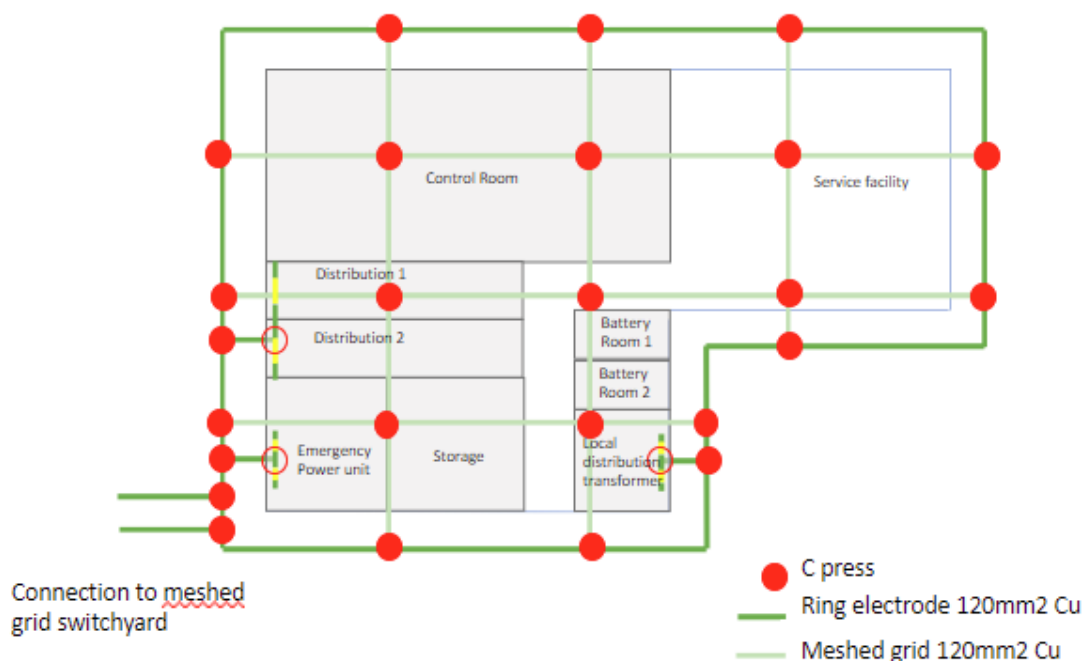
7.1 Foundation earth electrodes

In connection with the control building and other buildings, 1 x 120 mm² copper wire shall be laid in a ring around the foundation wall, at a distance up to 1 m. This shall be at a depth of 500–1000 mm.

To ensure that buried earth conductors have good contact with earth, they shall be laid in layers of crushed aggregate (0–16 mm) with a min. 50 mm layer below and a min. 50 mm layer above. The layers must be secured from being washed out.

This foundation earthing shall be laid as a ring electrode and connected to the earthing system / meshed grid at min. two points.

Under the foundation wall / footing 3 copper wires 120 mm² shall be laid in each direction connected in a meshed grid as illustrated in Figure 13.





Side view Foundation earth electrode

Figure 13: Foundation earth electrodes around the control building and meshed grid under the foundation wall / footing

7.2 Earthing in control buildings

Earthing in control rooms, AC distribution rooms and other technical rooms shall be made as radials and connected to main earth at one point.

A main earthing bar shall be established in the distribution room under the switchgear floor, see Figure 14. The main earthing bar shall run intact and unbroken through the wall from distribution room 1 to distribution room 2. It shall be attached to a wall with 1 kV insulators at the top of incoming cable ducts 1 and 2, see Figure 15. Main earthing bars shall be delivered drilled with mounting holes for earth cables. These shall be delivered with a total of 40 holes, 10 holes of Ø14 mm and 10 holes of Ø10 mm in each distribution room, conductor cross-section shall be a minimum of 5 x 100 mm². There shall be a minimum of 40 mm centre-to-centre distance between the holes. All connections shall be marked.



Figure 14: Main earthing bar under switchgear floor in distribution room



Figure 15: Photo of insulator

7.3 EMP-protection

EMP-protection shall be performed as described in [SDOK-119-19](#) (technical specification for EMP-protection in Statnett's installations) [10].

7.4 Earthing of control and signal cables

Earthing of control and signal cables shall be carried out as shown in [SDOK-83-20](#) for cable routing and earthing in control systems [9].

Main earth shall be laid in cable ducts outside, with connections for field cabinets. Connections for earthing shall be connected to field cabinets, see Figure 16.

It is not necessary with specific earth wires inside or under the pulling tubes internally in each bay.

The control building shall be connected to the meshed grid with two Cu earthing conductors. These can for example be laid under the cable duct between the high-voltage system and the control building.

An uninsulated Cu earth wire shall be laid in cable routes between the main transformer and the control building, such as for cable from auxiliary winding.

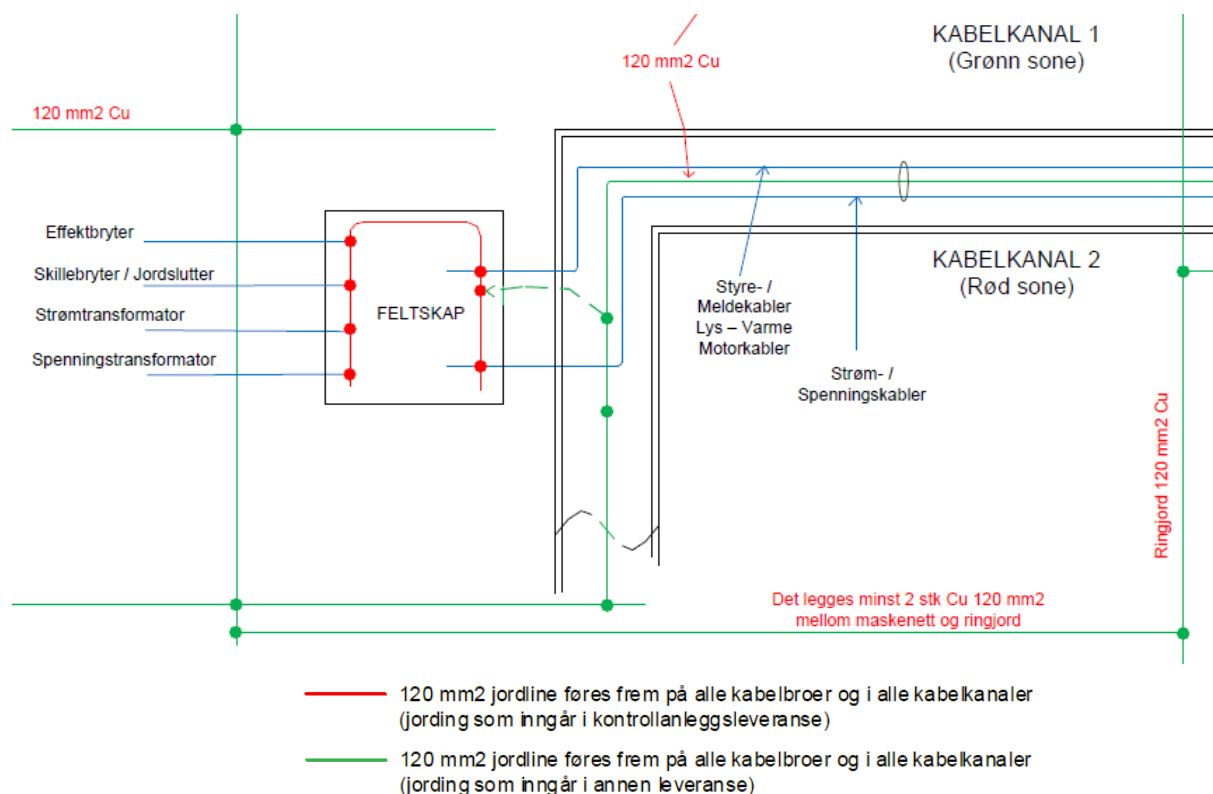


Figure 16: Diagram of earthing of field cabinets
(except from SDOK-83-20 Cable routing and earthing in control systems [9])

7.5 Indoor high-voltage systems

Switchgear rack that is mounted along the wall is earthed directly to the main earthing bar. Along the switchgear rack inside the room, earthing bars of the same dimension shall be laid from wall to wall and connected to the main ring at both ends. The earthing bars are normally laid close to floor level with branches upwards in the individual racks.

A separate meshed grid shall be laid under buildings for indoor high-voltage installations.

7.6 Earthing of emergency generator

A riser from the earthing grid shall be installed in rooms for emergency generators. An earthing bar on an insulated base shall be established in a suitable place in the room. This earthing bar is connected to the riser. From this earthing bar, all earth connections (insulated yellow and green Cu wire) run to the frame of the emergency generator, fuel tank, cabinets, racks, doors, and other metallic parts in the room. All connections shall be marked.

The requirements described above will also apply to emergency generators located elsewhere than in control buildings.

7.7 Earthing of substation transformers

A riser from the earthing grid shall be installed in rooms for substation transformers. An earthing bar on an insulated base shall be established in a suitable place in the room. This earthing bar is connected to the riser. From this earthing bar, all earth connections (insulated yellow and green Cu wire) run to the substation transformer, racks, doors, and other metallic parts in the room. The possibility of connecting temporary earthing to both conductive phases and earthing bars shall be established. All connections shall be marked.

The requirements described above will also apply to substation transformers located elsewhere than in control buildings.

7.8 Earthing in battery compartments

High voltage earthing shall not enter det battery compartment.

Battery racks and ventilation pipes shall not be earthed.

Ventilation pipes shall be of non-conductive material.

7.9 Earthing of low voltage distribution panel for light, sockets, heating and ventilation

Low voltage distribution panel shall be connected to the earthing of the high voltage system.

8 EARTHING OF LOCAL GRID SUBSTATION AND POTENTIALS OUTSIDE THE SUBSTATION AREA

If there is a metallic connection to the main earthing system in the substation from outside the substation fence, the surroundings can be exposed to dangerous earth potentials.

8.1 Earthing of local substation

Local grid supply (LT1) is usually supplied from a local grid substation outside the fence. The preferred solution is that the power supply from a local grid company enters at the local grid substation via an overhead conductor at least 50 metres before the local grid substation. Then the overhead power conductor can be insulated from the substation's earth, and the local grid substation will be at the same potential as the substation earth. This applies whether the supply is 230 V IT or 400 V TN. An example is shown in Figure 17.

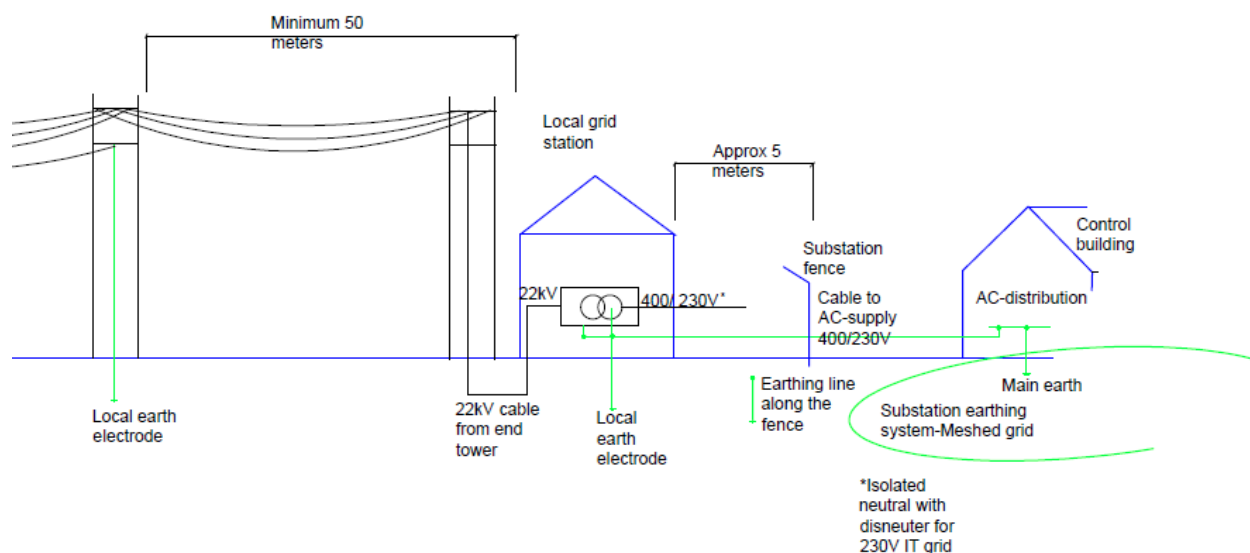


Figure 17: Example of a design where the substation power supply arrives via an overhead power conductor at least 50 metres before the grid substation

If the supply to the local grid substation is via a cable (22 kV), the local grid owner shall assess whether the shielding can be earthed in the grid substation or not. If the shielding is earthed in the grid substation, see Figure 18, the cable shielding will have the same increase in potential as the substation earth in the event of an earth fault in the high-voltage system. If the increase in potential is too high, the cable shielding shall be insulated from the substation earth and protected with an arrester between the shielding and earth, see Figure 19.

The delivery shall include the laying of an uninsulated Cu earth cable in a cable trench / conduit between the local substation and Statnett's control building.

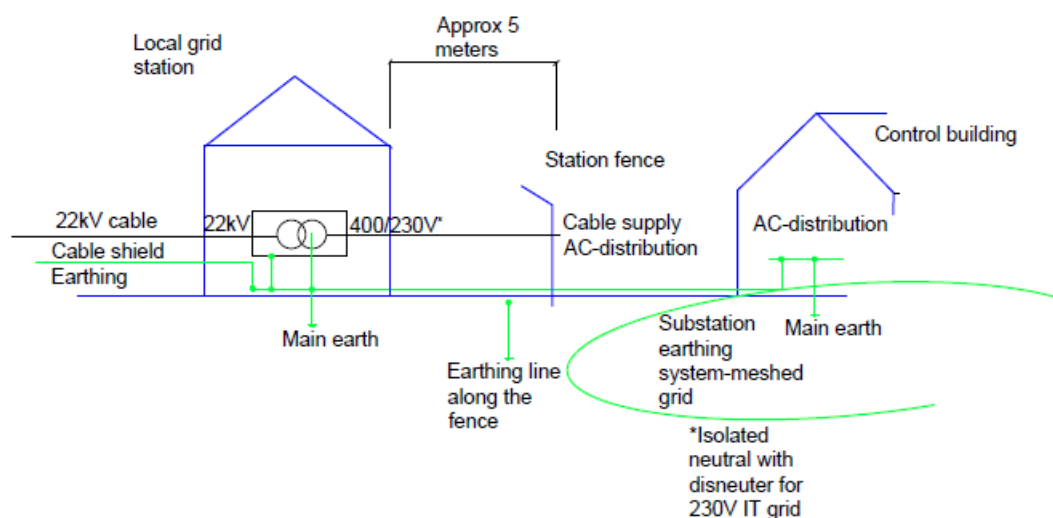


Figure 18: Example of 22 kV cable shielding connected to the substation's earthing and resulting earthing

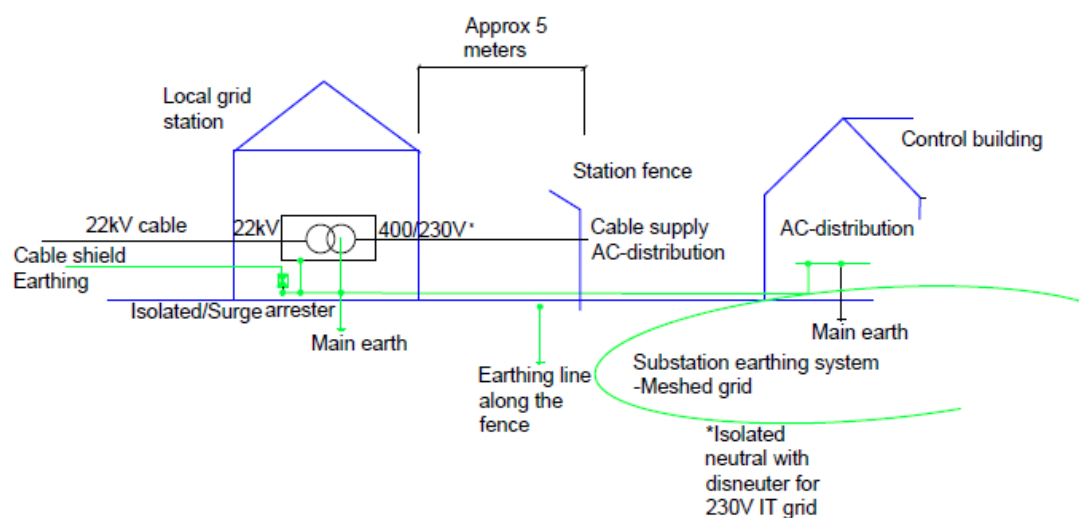


Figure 19: Example of 22 kV cable shielding insulated from the substation's earthing via an arrester

In a 230V IT system, the transformer in the local grid substation will be connected via a Disneuter to earth. This is a disruptive discharge protection that ensures that the transformer's neutral point is insulated from earth in a normal situation.

8.2 Earthing system in nearby high-voltage installations

In principle, Statnett wants to have common earthing systems for high-voltage systems that are located close to each other.

When a Statnett transformer station is located next to or very close to another grid owner's substation (distance < 150 m), it will usually be a challenge to have separate earthing systems.

Nearby substations can be converter stations for the railway or substations for the regional grid / distribution grid. In most cases, a solution with interconnected earthing systems will be the best.

Local conditions will often be decisive for the final solution, so it is difficult to describe a general solution for nearby installations. A solution shall be prepared for each case.

8.3 External metallic connections to the substation

All metallic connections to the substation could have the same potential increase as the earthing system in the event of an earth fault in the substation. It is therefore important to take the necessary measures to prevent dangerous potentials from being carried out of the substation area.

Measures can be isolating transformers, plastic pipes, fibre cables etc.

9 EARTHING OF LARGE COMPONENTS (TRANSFORMERS, REACTORS, CAPACITOR BATTERIES etc.)

Earthing of large components is described in the respective specifications:

Component	Specification
Transformer	SDOK-41-13 [15]
Autotransformer	SDOK-41-16 [7]
Shunt reactor	SDOK-41-5 [6]
Capacitor batteries	SDOK-41-36 [8]
Arc suppression reactor	SDOK-41-58 [16]

Table 4: Earthing of large components

The components are specified with a separate earth connection / earthing bar for connection to the meshed grid.

There shall only be one wire connection per screw on the earthing bar.

The connection point is documented on the earthing drawing. On the terminal, each outgoing cable shall be numbered according to the drawing or labelled with its destination in clear text.

10 EARTHING OF SHAFTS

In shafts for transformers, reactors and arc suppression reactors, all larger metal parts such as racks, brackets, flame-retardant steel grates, conductors etc. shall have potential equalisation and an earth connection. The metal parts shall be equipped with a hole or attachment point for connecting an earth conductor.

The armouring in the concrete of the shaft shall not be connected to earth. However, it has insignificant consequences if the armour is unintentionally connected to the earthing grid.

Larger metal parts are parts with a length > 2 m or area > 1 m².

A copper bar with a cross section of at least 4x50 mm² is attached to the shaft walls. The copper bar is placed on the wall at a height right above the exit door to minimize the amount of angles, see Figure 20. The copper bar must be connected to the shaft main earthing bar on the wall, see Figure 22.

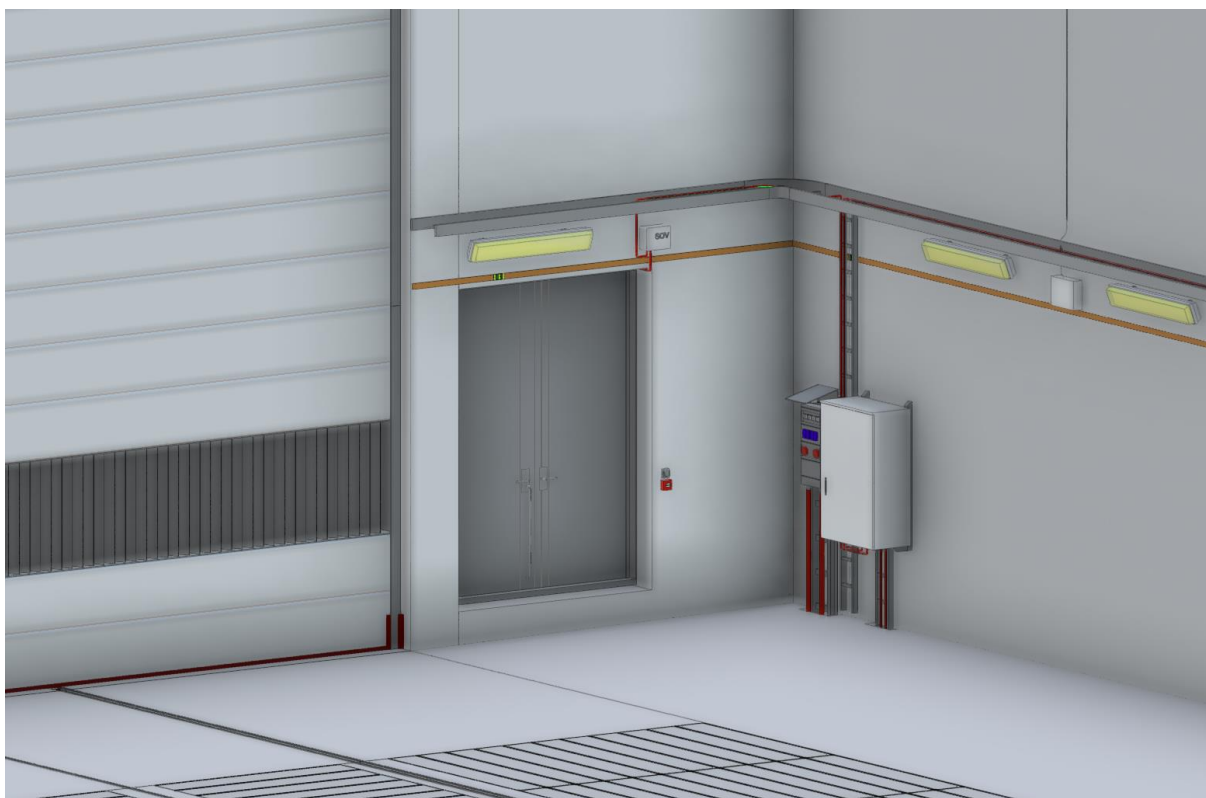


Figure 20: Earthing bar for equipotential bonding of metals in shaft

Main earthing bar's dimensions should be 1100x100x10mm with pre-drilled holes Ø12mm every 50mm. Example of main earthing bar in shaft shown in chapter 14 figure 31.

Attachments to copper bars shall be made of stainless material, A4.

Potential equalisation and earthing of the transformer / reactor are described in the respective technical specifications.

The oil separator shall be connected to earth if it contains larger metallic parts.

10.1 Earthing grid under shafts and connection to the substation's meshed grid

At the bottom of the construction pit, a coarse-mesh earthing grid (3–5 conductors in both directions) shall be laid with 120 mm² Cu wire and a ring outside the oil pit wall. The distance of the ring to the wall of the pit shall be about 1 m as shown in Figure 20.

From the meshed grid, four 120 mm² (A) connections in plastic pipes or as insulated wires inside the reinforcement of the side walls and further up to the shaft floor as shown in sectional drawing in Figure 21.

The length of the connections above the walls shall be at least 10 m.

The height level of the meshed grid is determined by the development project. The height level of the outer ring is the same as the installation's earthing grid.

The four connections are used as follows:

- Two shall be connected to the earthing bar on the transformer / reactor
- One shall be connected to the earthing bar on the wall in the shaft and earthing of half the steel / flame grates
- One shall be used for earthing the other half of the steel / flame grates

The earthing grid under the shaft shall be connected to the earthing grid of the switchgear installation itself with at least two Cu wires 120 mm², see Figure 1.

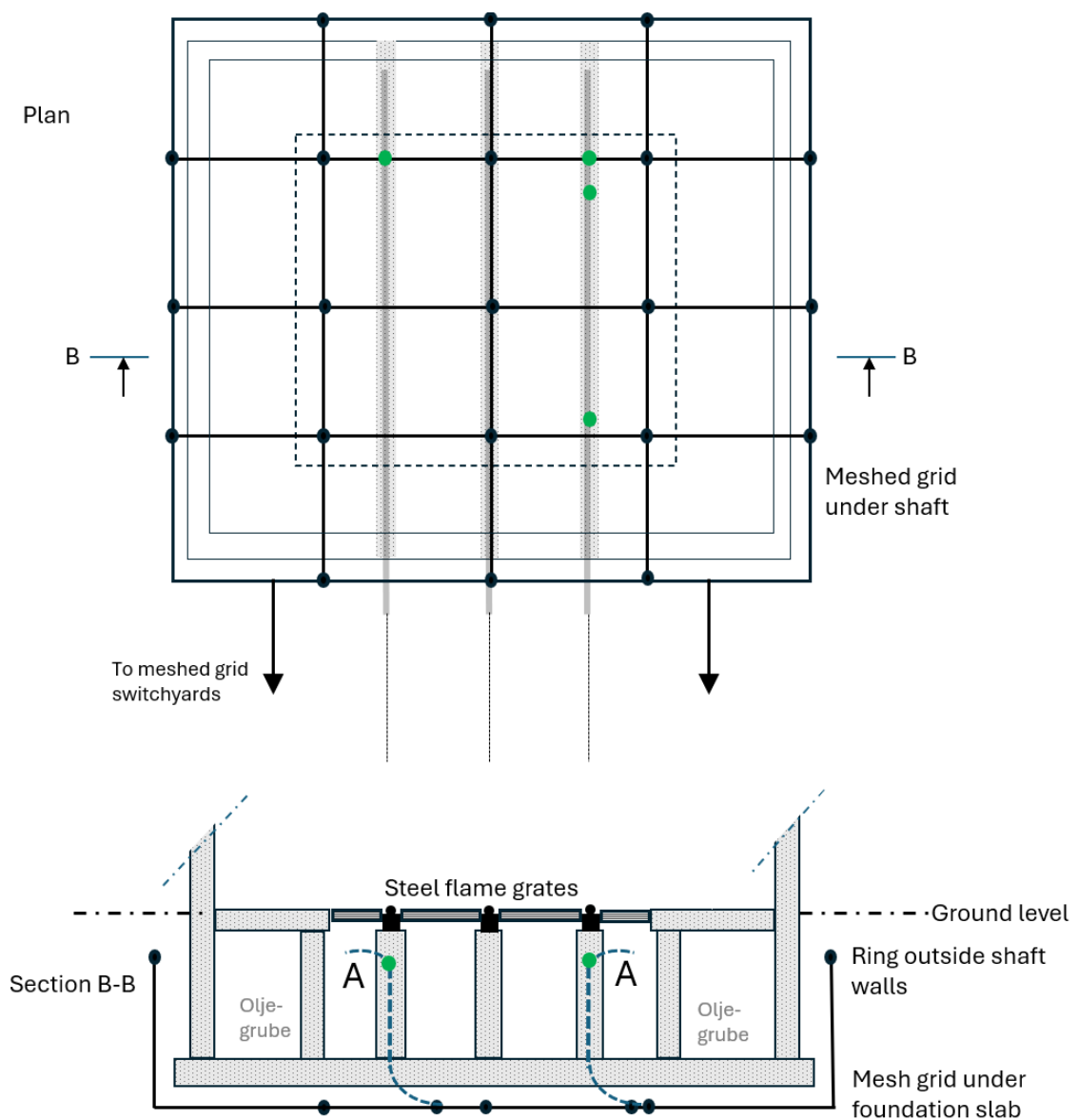


Figure 21: Example of earthing of transformer shaft and pit. Wire A as uninsulated in plastic pipe or as insulated wire

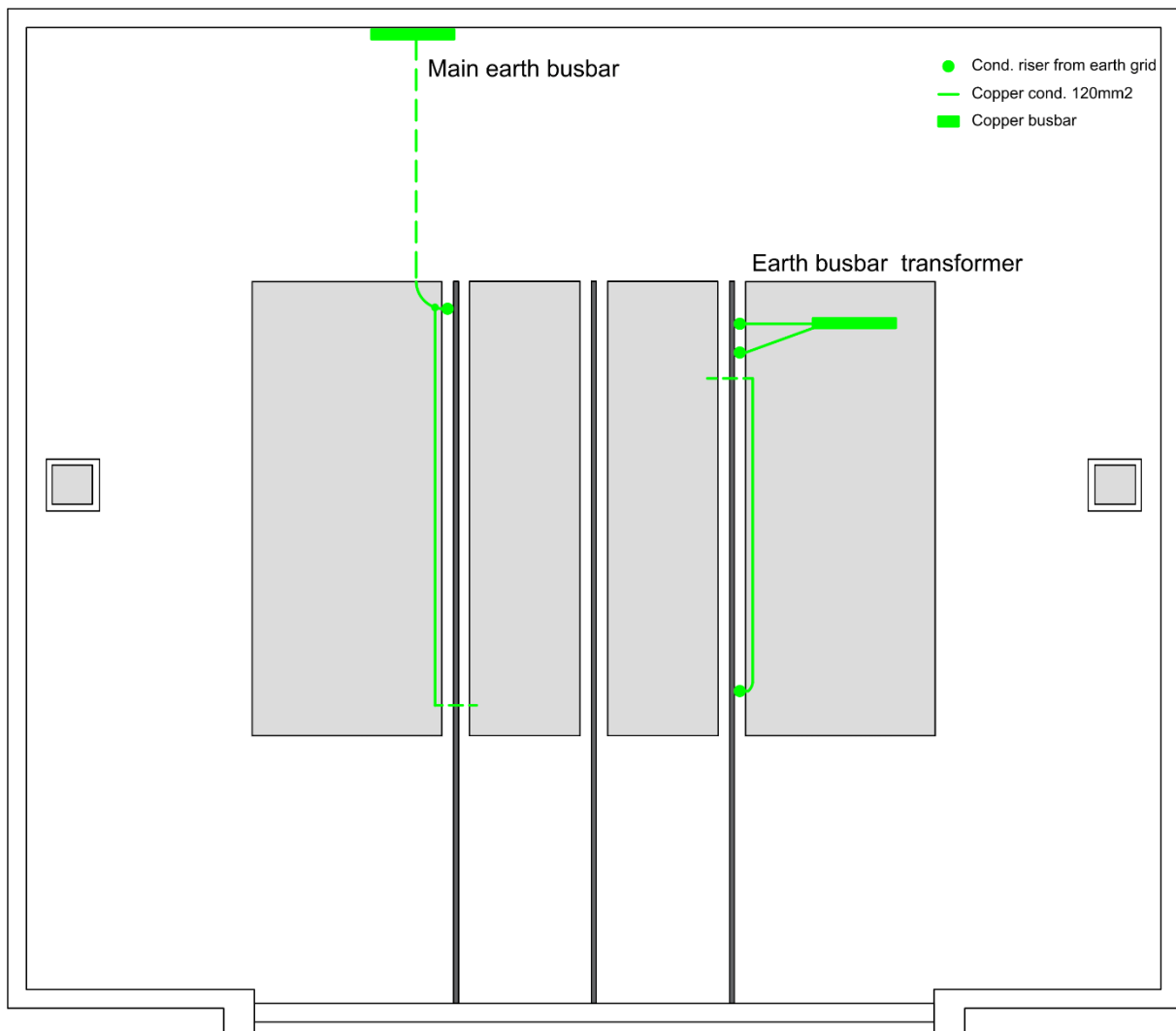


Figure 22: Earthing in shafts

10.2 Earthing of transport rails

Transport rails in connection with transformer shafts and reactor shafts shall be earthed and connected to the station's earthing system, see Figure 22.

10.3 Earthing of flame grates

In new shafts, flame-retardant steel grates shall be used with a fastening arrangement with angle steel, see Figure 23. Each individual steel grate and mounting rail shall have its own connection to earth.

Steel grates and angle steel shall have connection points ready for earthing.

The earth connections shall be 120 mm² Cu.

There shall be radial connections from the earthing conductor connected to the main flame grate earthing bar to each individual flame grate.



Please refer to [SDOK-119-25](#) and paragraph 4.6 for steel flame grates and profile plank [11].

11 EARTHING OF FENCES AND GATES

Outside the fence, at least 120 mm² Cu shall be laid at 0.5–1 metre and buried to a depth of approx. 30 cm. The fence shall be connected to this at every second fence post (see figure 23) and terminated as low as possible above final terrain and inside of the fence, see picture. Visual inspection of the connections must be possible. Outside of the fence the earthing must be covered with mass.

When placing a fence on rocky ground, the earth wire shall be laid on the inside of the fence with regular fastening to the rock.



The copper wire around the fence shall be connected to the substation's meshed grid in at least two places, preferably diagonally or on opposite sides of the substation area, see chapter 4.1.4 figure 1.

To limit potential differences in areas outside gates, an extra loop of copper wire shall be dug down in the gate area. Distance and length shall be adapted to the size of the gate. The loop shall be connected to the copper wire around the fence. This copper wire is normally connected to the rest of the earthing system.

Gateposts shall be earthed, the gate leaf itself shall be connected to the gateposts with a flexible 25 mm² Cu connection if it is a swing gate. For motorised gates, only the gateposts are earthed, the gate leaf has a metallic connection to the gate posts which is considered to provide sufficiently good contact with earth.

Gate canopy in conducting material shall be earthed.

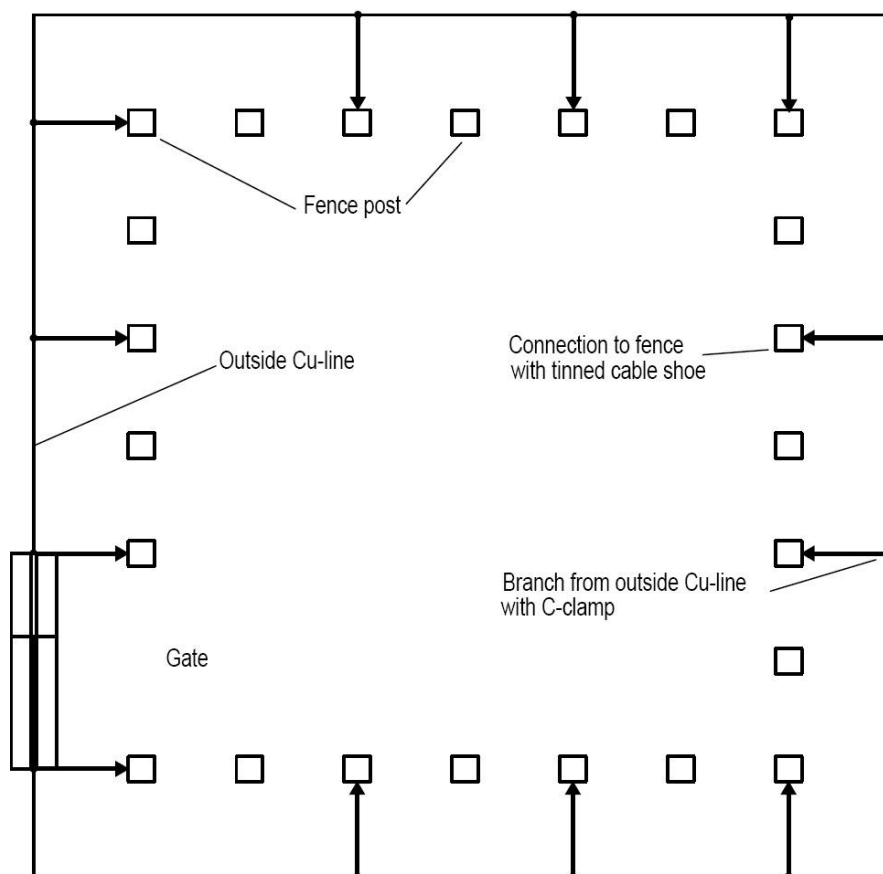


Figure 23: Earthing of fences and gates

12 EARTHING OF GIS

GIS installations comes with very special requirements for the design and construction of the earthing system.

The construction and laying of the earthing system shall be carefully monitored during the construction period. Very abrupt and potentially powerful coupling transients place special demands on the construction of the earthing system.

For more information on the description and requirements for the construction of earthing systems for GIS, see [SDOK-41-38](#) for general technical specification of gas-insulated switchgear [12].

12.1 Earthing of the GIS building

For gas-insulated installations, the same safety regulations apply to earthing as for other high-voltage installations. In addition, special requirements shall be set for EMC-earthing due to the high-frequency electromagnetic fields and transient earth potential that arise from switch operations in the installation. The rise time of these transients can be down to a few nanoseconds. They therefore contain significantly higher frequencies than coupling transients in ordinary outdoor installations.

The following earthing measures are therefore required:

- Extra fine-mesh earthing grid or metal plates for potential equalisation
- Short and straight earth connections to installation parts
- Utilisation of housing, support columns etc. as an important part of earth connections

- Special measures at transition from gas-insulated switchgear to other plant parts
- Extra good shielding and earthing technology for control cables

The earth electrodes can, as in other substation systems, consist of earthing grids, foundation earthing, rods and copper wires on / by connected power conductors or earth cables. Copper wires are also an important part of the earthing system here because the local earthing system in a gas-insulated installation is normally significantly smaller than in an outdoor installation.

Earth electrodes placed near the transition from the GIS to overhead power conductors or cable systems will be most effective in limiting transient earth potential. To achieve effective foundation earthing, a fine-meshed earthing grid shall be laid and shall cover the entire floor, e.g., a reinforcement mat with mesh size 10–15 cm. This is connected to all nodes in a central copper network with a mesh size of approx. 5 m but adapted to GIS as shown in Figure 24.

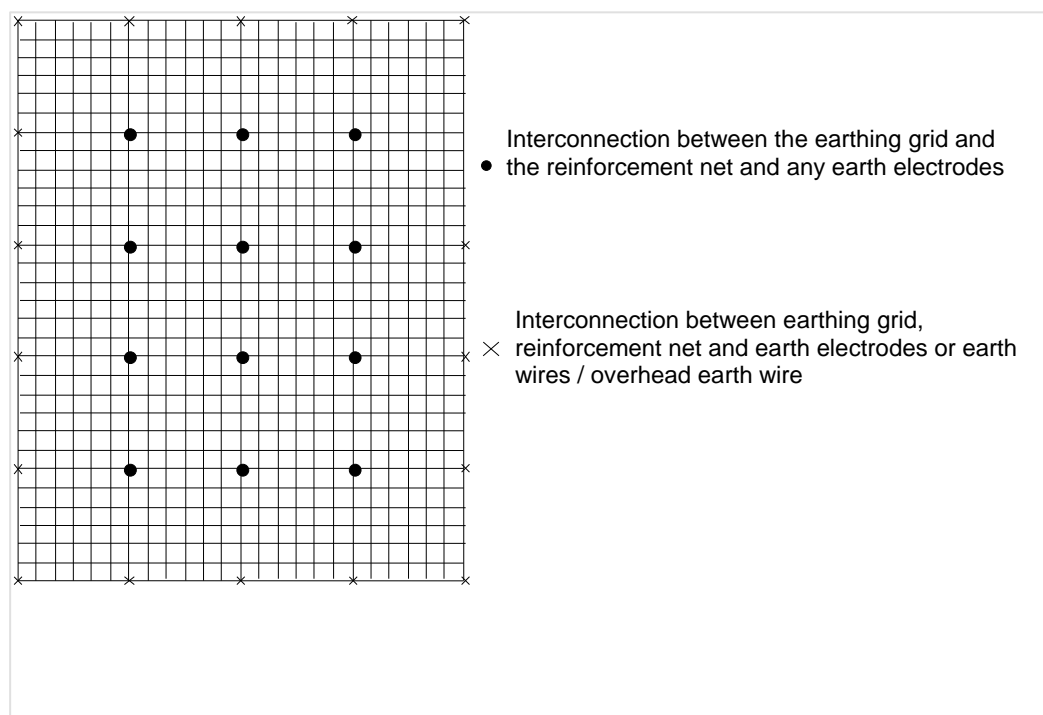


Figure 24: Earthing grid and reinforcement mats for GIS

Connections to foundation earth and other electrodes shall, if possible, be welded directly to the welded-together reinforcement mesh in the concrete floor.

If the walls are made of concrete, welded reinforcement mesh shall also be used in the wall, with adjacent edges to be welded together as well. Examples of connections between the GIS and earthing grid are shown in Figure 24.

Metallic objects / installations located inside the GIS hall shall be connected to earth if they have a length of more than two metres and / or an area of more than 1 m².

Yellow and green markings of earthing rails in GIS shall be adapted to the individual installation in dialogue with Statnett.

12.2 Earthing of racks and support columns

Racks and support columns shall be part of the earth connection as illustrated in Figure 25. Only lay short copper earth wires between the earthing grid and the support column / rack at the

base points. At least four such connections are recommended (b). Alternative (a) with connection at a node for the earthing grid is preferable.

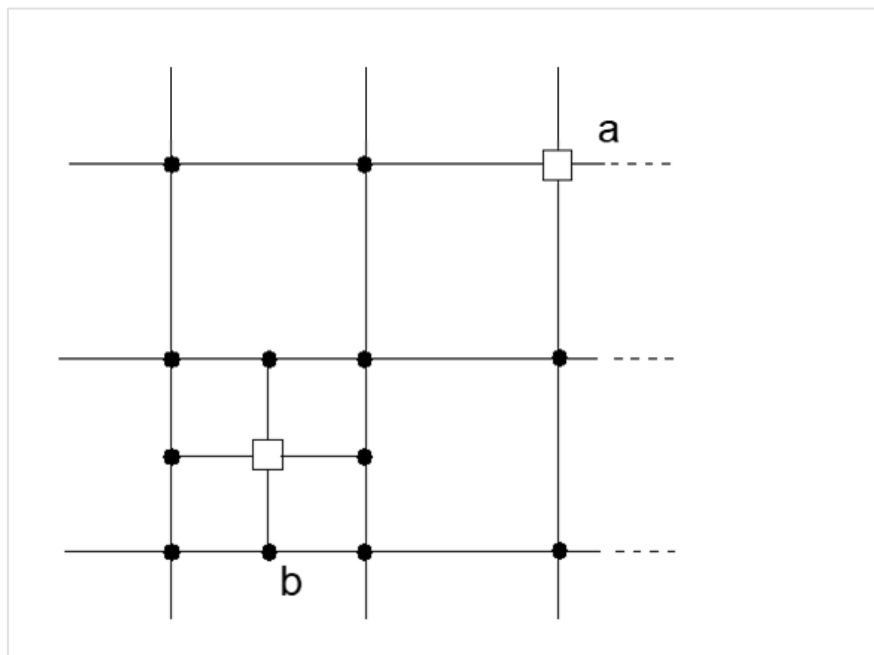


Figure 25: Connection between GIS and earthing grid

12.3 Earthing in transition between GIS installations and overhead power conductors

It is necessary to achieve low impedance between the housing and earth at or near the transition point. This is achieved by mounting a plate that is connected to the floor reinforcement and earthing grid at many points. The plate can be made of steel or aluminium 1 x 1 m and 5 mm thick (min. 1 mm) for mechanical reasons. To ensure good contact with the housing, the plate can be screwed to e.g., a flange, or you shall mount a contact ring on the housing with the possibility of connecting eight earthing straps. If there is a rack for the end sleeves, a good earthing shall also be fitted with 6–8 short earthing straps between the housing and the rack.

Otherwise, a relatively fine-meshed earthing grid shall be laid under the gas insulated piping and arresters outdoors. The mesh size shall be max. 1.5 x 1.5 m and shall have a good connection to the installation indoors and reinforcement / plates in the wall. The copper wires on the overhead power conductors shall also be connected to this network.

Figure 26 shows shielding of the GIS against transient waves from the transition from the GIS to overhead power conductors.

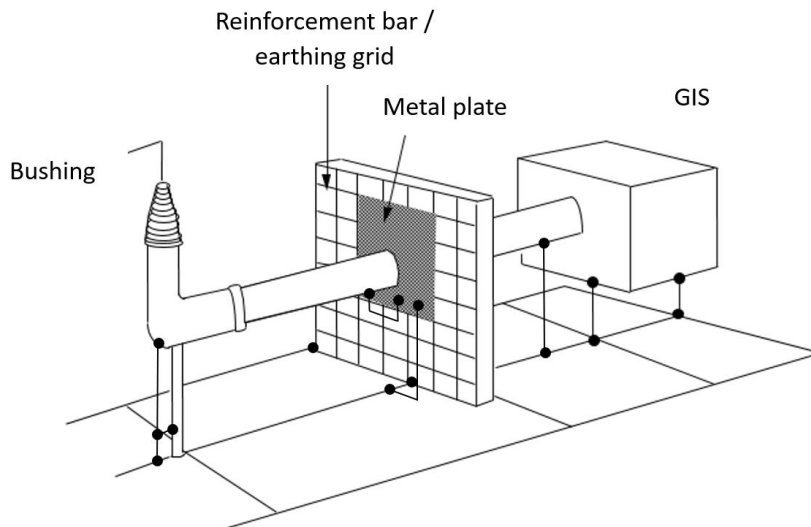


Figure 26: Shielding in transition between gas-insulated installations and overhead power conductors

12.4 Earthing in transition between GIS installations and cables

When using a cable current transformer, the cable shielding shall be earthed outside the current transformer so that the earth current does not affect measurements.

At the insulated transition between GIS and cables, an earth wave occurs which can produce a flashover across the insulation between the cable and the GIS. To counteract this, six metal oxide arresters shall be mounted symmetrically around the circumference of the housing. The wires that lead to the arresters shall be as short as possible. Figure 27 shows the use of metal oxide arresters at the transition from GIS to a cable.

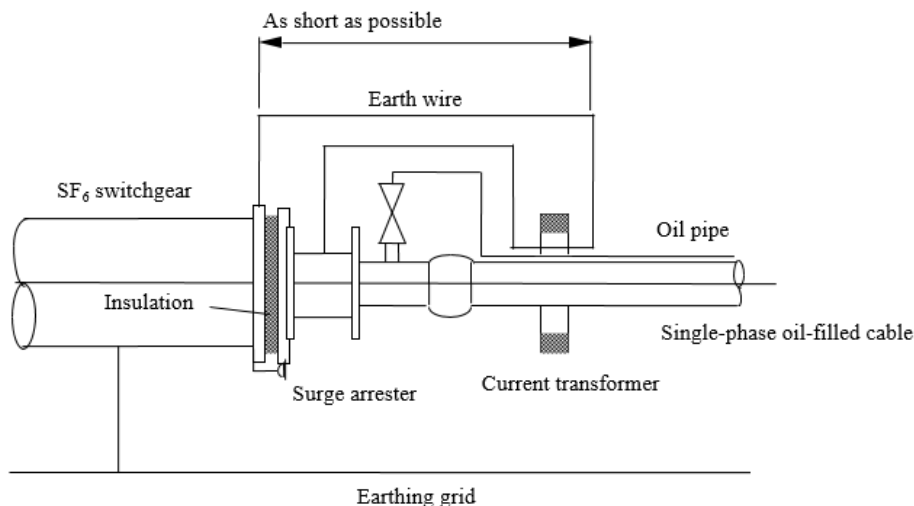


Figure 27: Use of metal oxide arresters at transition from GIS to a cable

12.5 Earthing of cables for control systems

For all cable ducts to a GIS, well-shielded cables shall be used. Alternatively, the cables (one or more) can be laid in metal pipes or closed metallic ducts. Shielding, pipes and ducts shall be efficiently connected to instruments or cabinets, i.e., with short connections and the largest possible contact surface. Also, in control panels / cabinets, the shielding shall be earthed as directly as possible to earthing bars with a good connection to the plate housing at the insertion point.

13 TEMPORARY EARTHING

Temporary earthing is earthing for work or less-than-fully-dimensioned earthing that is established temporarily due to work or because earth switches are temporarily out of service.

Except from instructions for connecting and disconnecting the earthing equipment [4]:

- Before appointment, notify the LFK (Switching Supervisor) of the number of movable earthing devices that are planned to be used.
- After appointment, notify the LFK if the number of movable earthing devices used deviates from what was planned.

See also User guide for FSE and NEK EN 50110-1.

13.1 Definitions

Short-circuit-proof earth:	Earthing dimensioned for the 3-phase short-circuit current at that point.
Temporary earthing for work:	From FSE fully-dimensioned earthing and short circuiting of installation parts where work is being conducted. Braided earthing straps can be used as temporary earthing for work, provided that they are short-circuit proof.
Earthing rods:	Earthing equipment that can be used for terminal earthing / temporary earthing for work.
Earthing straps / earthing device:	Usually used as visible earthing. If these are to be used as temporary earthing for work or terminal earthing, they shall be short-circuit-proof. An insulating bar is used to hang the earthing device.
Insulating bar:	Bar used to hang the earthing device.
Terminal earthing:	From FSE fully-dimensioned earthing and short-circuiting of all isolation points from which an installation may be energised. This is usually remotely controlled and is the LFK's responsibility.
Visible earthing:	Earthing and short-circuiting of installation parts with a less than fully-dimensioned earthing device on or in close proximity to the work location. Visible earthing is used to make sure earthing can be seen. Visible earthing shall have a cross section corresponding to a minimum of 25 mm ² copper. This is the LFS' responsibility. Visible earthing can only be used if terminal earthing has been established.
Equalising connection:	Arrangement of electrical connections between conductive parts to achieve equipotential for safety purposes.

Table 5: Different types of earthing

13.2 Earthing straps

A decision shall be made for each individual project whether earthing straps shall be used as temporary earthing for work or as visible earthing (less-than-fully-dimensioned earthing). If earthing straps are to be used as temporary earthing for work, they shall be dimensioned for the minimum substation short-circuit current.

Earthing straps shall be marked with normative current and duration.

In selected places, simple arrangements shall be made to facilitate the connection of temporary earthing for work in outdoor installations. This can be done by clamping on a piece of Cu-bar as shown in Figure 28.

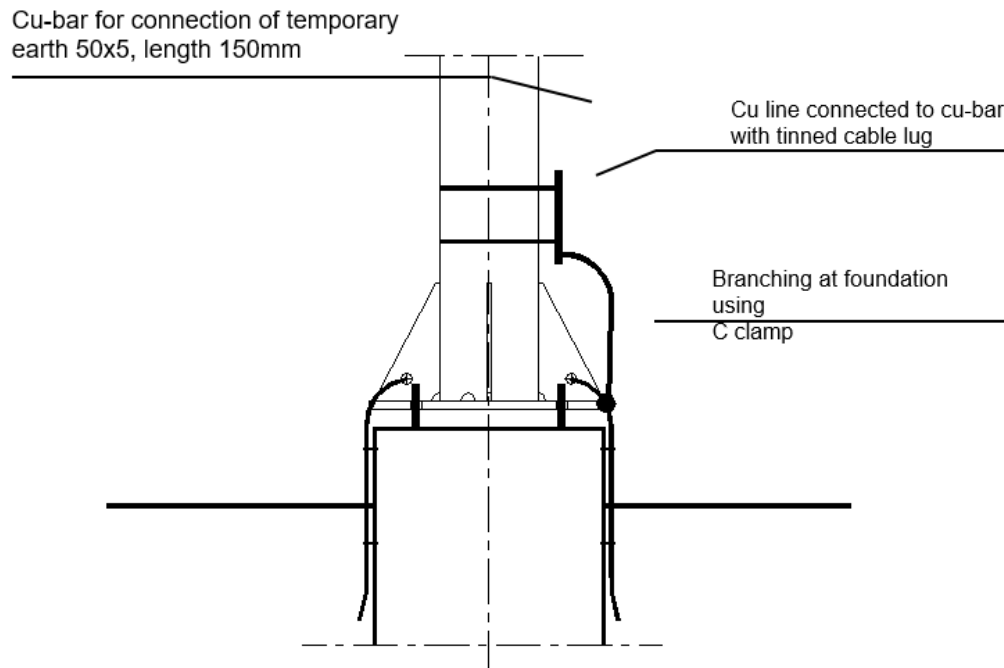


Figure 28: Bar for temporary earthing for work

13.3 Lance earthing

Lance earthing devices shall be complete and include:

- Fixed phase point
- Fixed earth point
- Portable rod earthing lance

Earthing lances shall function both as an earthing and short-circuit device. The three components mentioned above together form a lance earthing device and shall be delivered as a complete set with type test certificate that guarantees it will be appropriate for the intended use. If the three parts are not delivered from the same supplier with the associated type test certificate, corresponding documentation shall be submitted that proves that the three parts together fulfil the corresponding function. Earthing lances shall be clearly marked with serial number, voltage level and short-circuit current for which they have been tested and where it is intended to be used in the installation. Where earthing lances are to be placed in the switchgear will appear on the single-line diagram, with a separate symbol, as well as on principle drawings of high-voltage arrangements. Suspension brackets for earthing lances in the storage room are not included in this specification.

Earthing lances require each connection point to have a bracket for running the lance, and on high-voltage power conductors, a corresponding high-voltage clamp.

Single-line diagrams for the project and principle drawings show the location of each earthing lance. The connection point for each earthing lance is the bracket that is to be mounted on the switchgear column. The connection to the installation's earthing grid shall take place over at least two copper conductors of 120 mm². The same connection principle applies to the earthing switch connection.

The principal solution is illustrated in Figure 29.

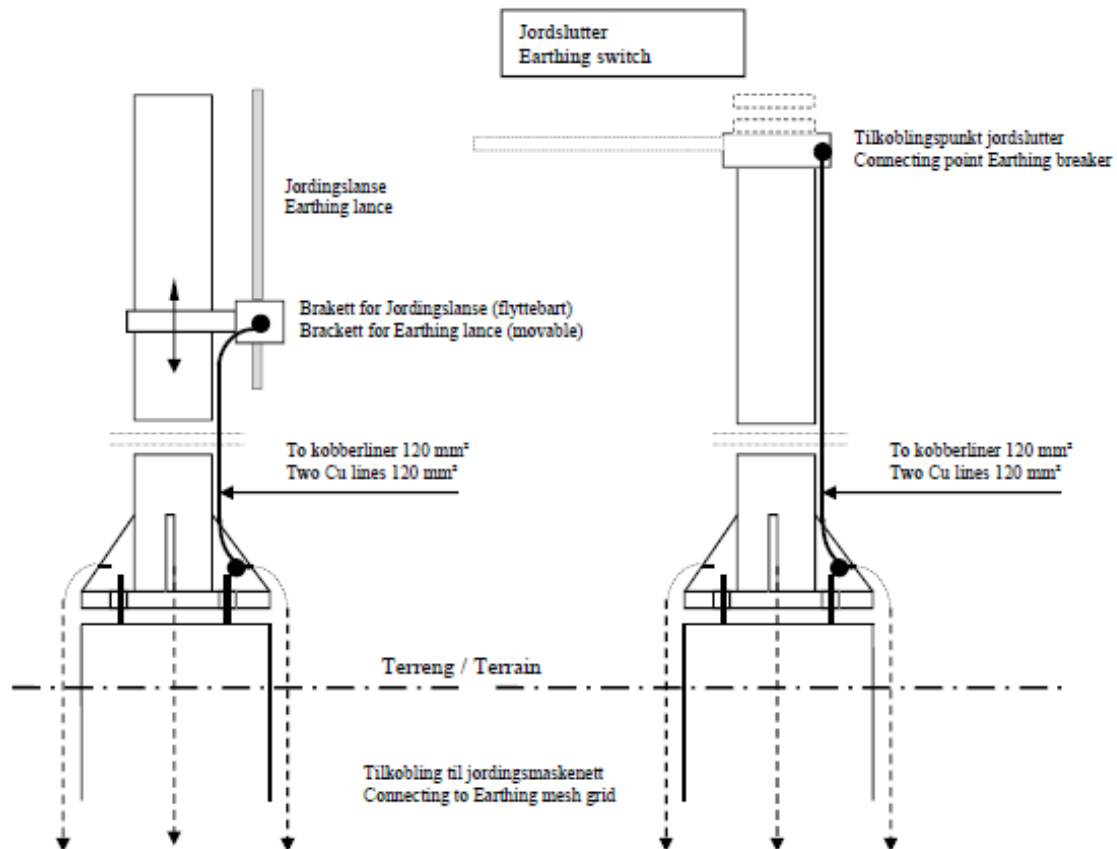


Figure 29: Example of earthing rod on current transformer

Fixed phase point

The fixed phase point shall be precisely adapted to the conductor to which it is to be fastened. The fixed phase points shall be of aluminium in a recognised alloy. They shall be adapted to the given voltage level.

Fixed earth point

The fixed earth point shall be adapted to the earthing lance and mounted on a suitable fastening. This can e.g., be on a steel type-D fitting that is mounted on a switchgear column. For the type-D fitting, please refer to [SDOK-47-24](#) with description of AIS steel details [5].

If earthing conductors cannot be connected directly to the fixed earth point, connect earthing conductors to the steel-D type fitting where fixed earth point is erected. See examples below;



Earthing lances

The length of the earthing lance shall be adapted to the height of the installation, based on the location of the fixed phase point and the fixed earth point. Within the same voltage level, the system shall be built so that an earthing lance can be used in all relevant places.

If there are multiple voltage levels in a switchgear system and thus a height difference, several earthing lances with different lengths shall be included.

After the earthing lance has been placed in its attachment points, the control part of the lance shall be at normal operating height, i.e., the end of the lance shall be approx. 1–1.2 m above ground level.

13.4 Facilitation of temporary earthing transformer shaft

This chapter describes visible earthing for transformers and reactors in shafts or similar installations that shall be established when a transformer or reactor is defined as a worksite.

For every substation project, technical requirements for equipment shall be established for equipment to ensure easy connection of visible earthing on each transformer, reactor, or equivalent devices. Visible earthing presupposes that the associated discharge field has terminal earthing with an earthing switch or earthing lance.

In accordance with Section 14 of FSE, visible earthing is temporary earthing or earthing with a less than fully-dimensioned earthing device that is visible from the worksite.

The equipment shall be dimensioned according to project-specific requirements. It shall be possible to earth each phase / zero-point on each voltage level.

Loops on both sides of the transformer shall have brackets for attaching temporary earthing for work, as shown in figure 30. New transformers and reactors are equipped with a fixed earthing bar on the lid which shall be used to connect the temporary earthing. Dimensions of earth conductors shall be 25 mm².

Connecting visible earthing requires lifting equipment such as scissor lifts or similar for safe work at height with good manoeuvrability and stability inside the shaft.



Figure 30: Brackets for attaching temporary earthing on loops towards transformers

14 MARKING OF EARTH CONDUCTORS

Earthing bars shall be marked in yellow and green. An example is shown in Figure 31. Local climate conditions must be considered.

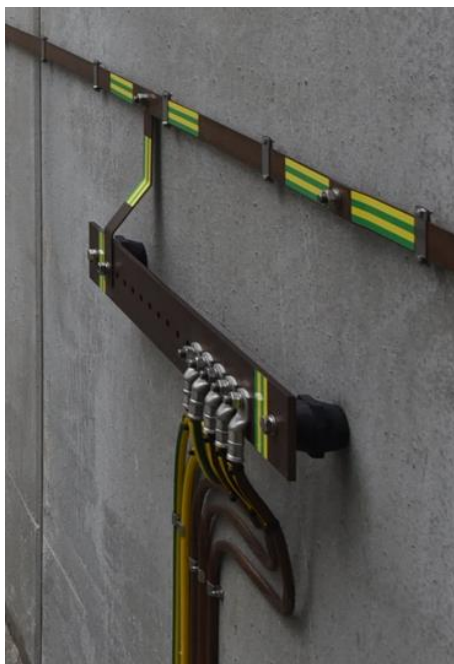


Figure 31: Example of marking of earthing bar in shaft

Inside shafts and control buildings, cables shall be marked with where they come from. An example of this is shown in Figure 32.

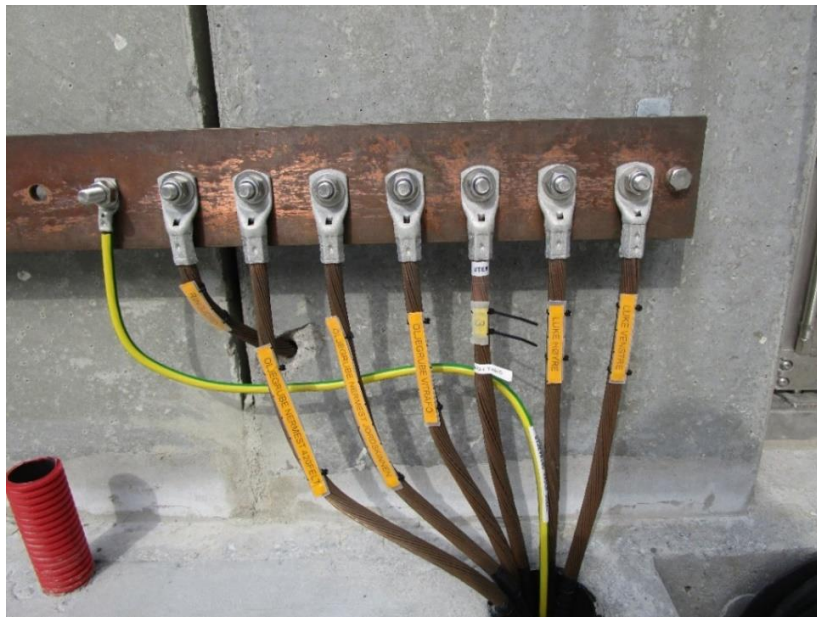


Figure 32: Example of marking cables to show where they come from

Marking of earthing bars shall be with yellow/green crimp tube, yellow and green paint or yellow/green plate. Yellow/green tape is only accepted temporary. Marking of earth conductors shall be with tags, labels, or plate with text indicating address, can be fastened with strips

15 EARTHING SYSTEMS IN EXISTING SUBSTATIONS WHEN EXPANDING OR RENOVATING

For smaller projects at older substations, which have earthing systems that do not follow current standards, a visual inspection of the earthing system and continuity measurements shall be performed to check whether there is good contact in the meshed grid. To continue using the meshed grid, the cross section of copper conductors shall be a minimum of 70 mm².

Smaller projects are, for example, one-to-one replacement of instrument transformers up to two bays, or replacement of circuit breakers up to two bays. Another example of smaller projects is an expansion of one bay at each voltage level, due to e.g., new transformer or reactor.

A possible solution in existing substations with meshed grids of unknown or poor condition is to lay a coarse-mesh grid and connect it to the existing meshed grid. However, this shall be considered in each individual case.

In the case of minor expansions in more modern substations, continuity measurements shall be performed to check that the new meshed grid has good contact with the existing meshed grid.

16 DOCUMENTATION AND CONTROL OF THE EARTHING SYSTEM DURING THE CONSTRUCTION PERIOD

Work shall be controlled continuously / daily during the periods when earth electrodes and meshed grids are laid. This ensures that all electrodes are placed correctly and at the right time during the construction work, and that all planned connections and electrode wires are laid. This also applies to the design of the meshed grid.

Controls shall be performed by the responsible electrician / contractor / company. Minutes from controls shall be kept on an ongoing basis. For checkpoints, see Appendix 1 SDOK-47-53 [2] and Appendix 2 SDOK-47-54 [3].

During the installation period, there is a requirement to document work performed with photographs that unambiguously identify earth connections and C-type crimp connectors with clearly visible markings and referenced into a corresponding earthing plan. Checklist SDOK-47-53 describes minimum no. of photo's to be taken during the work.

The images will be part of final documentation of the earthing system.

17 FINAL INSPECTION OF EARTHING

When a new installation or a comprehensive expansion / rebuild has been put into operation, measurements of the earthing conditions at the installation shall be made as soon as possible. This shall be done to verify whether the design assumptions correspond to reality.

The following measurements shall be taken:

- Measurement of the earthing system's transition resistance to distant earth
- Measurement of pace voltages within and near the substation area.
Focus on normally trafficked locations
- Measurement of contact voltages within and near the substation area.
Focus on natural points of contact such as gates, fences, control handles and the like.
Methods for taking measurements are described in the following chapter
- Continuity / resistance measurement of connections in the earthing system
- General visual inspection of execution
- Check marking - check that bars and earth conductors are marked in yellow and green.

For smaller expansions, for example expansions with 1–2 fields, it is sufficient to perform a continuity measurement between the new system and the old one.

17.1 Documentation requirements

Drawings shall be prepared showing a rough outline of the earthing system for the entire substation. These drawings are called “Main earthing plan” and “Overview plan for main earthing” and shall be completed at the tender stage. In the main earthing plan, any earth electrodes under infill shall be specified (possibly earthing rods).

Drawings shall be prepared showing the earthing plan for the individual parts of the installation in detail, with indication of the copper cross section, in good time before the installation is to begin. These drawings are called “Earthing plan for _____ installation”.

Documentation that the contractor shall include in the tender:

- Completed special specification
- Main earthing plan, see example in Figure 1
- Budget price for earthing systems in the contractor’s budget

Design documentation:

- Earthing shall be included in 3D models or in BIM, where used
- Detailed earthing plans (including material list)
- Main earthing plan (see Figure 1)

Documentation of the construction period:

- Photos of execution before filling with aggregate. See SDOK-47-53 and SDOK-47-54 (Chapter 18, ref 3 and 4)
- Documentation of equipment and photos of C–type crimp connectors

Final documentation - Drawings submitted for final documentation shall reflect the completed installation, as-built:

- Main earthing plan (see Figure 1)
- Detailed earthing plans
- Measurement reports

18 REFERANSER / REFERENCES

18.1 Statnett tekniske standarder, installasjonsinstrukser og prosedyrer referert til i dette dokumentet / *Statnett technical standards, installation instructions and procedures referred to in this document*

Ref.	Tittel / Title	ID.
1	Teknisk spesifikasjon Jording stasjon - Spesiell del / <i>Technical specification Earthing in substation - Special part</i>	SDOK-47-52
2	Vedlegg 1 Sjekkliste for jordingsanlegg under montasje / Appendix 1 Check list for earthing installations	SDOK-47-53
3	Vedlegg 2 Protokoll for montasje og sluttkontroll av jordingsanlegg / Appendix 2 Protocol for assembly and final control of earthing installations	SDOK-47-54
4	Instruks for til- og frakobling av jordingsanlegg / <i>'Instructions for connecting and disconnecting the earthing equipment' (Norwegian only)</i>	SDOK-515-20
5	Stativer og ståldetaljer i utendørs apparatanlegg / <i>Supports and steel details in outdoor switchgear</i>	SDOK-47-24
6	'Generell spesifikasjon shunt reaktor' kun engelsk versjon) / <i>General specification Variable Shunt Reactor (VSR)</i>	SDOK-41-5
7	'Generell spesifikasjon Autotransformator' (kun engelsk versjon) / <i>General Specification Autotransformer</i>	SDOK-41-16
8	'Generell spesifikasjon. HS Shunt kondensatorbatterier' (kun engelsk versjon) / <i>General specification. High Voltage a.c. capacitors</i>	SDOK-41-36
9	Kabelføring og jording i kontrollanlegg / <i>Cable and earthing in control and protection systems (Norwegian only)</i>	SDOK-83-20
10	Teknisk spesifikasjon for EMP-sikring i Statnetts anlegg / <i>Technical specification for EMP-protection</i>	SDOK-119-19
11	Teknisk spesifikasjon Flammerister av stål profilplank / <i>Technical specification for fire retarding steel grating (Norwegian only)</i>	SDOK-119-25
12	Generell spesifikasjon. Gassisolerte koblingsanlegg / <i>General specification. Gas-insulated switchgear installations</i>	SDOK-41-38
13	Prinsipp stasjonstomt-oppbygging med masser / <i>'Principle for substation site construction' (Norwegian only)</i>	SDOK-119-14
14	Teknisk spesifikasjon Kjedetegninger stasjon (kun engelsk versjon) / <i>Technical specification - String drawings for substations</i>	SDOK-39-46
15	'Generell spesifikasjon krafttransformator' (kun engelsk versjon) / <i>General specification power transformer</i>	SDOK-41-13
16	'Generell spesifikasjon P-spole' (kun engelsk versjon) / <i>General specification Arc suppression reactor (ASR)</i>	SDOK-41-58

19 REVISJONSLOGG / REVISION LOG

Revisjon 11 / Revision 11

- | | |
|---|---|
| • Kapittel 4.1.4, figur 1: Oppdatert figur | • Chapter 4.1.4, figure 1: Updated figure |
| • Kapittel 4.1.5: Tatt bort krav til 2 press av c-press. Presses etter verktøyleverandørens anbefaling | • Chapter 4.1.5: Removed requirement for 2 crimps for c-type crimps. They shall be crimped according to tool suppliers' recommendation |
| • Kapittel 4.4, figur 8: Oppdatert figur | • Chapter 4.4, figure 8: Updated figure |
| • Kapittel 4.5: Lagt til krav om oppføring av oppstikk til inntrekkstativ på utsiden av sjakt | • Chapter 4.5: Added requirement for routing of raisers to the gantry on a shaft |
| • Kapittel 4.7.2: Presisert at kabelbane skal jordes fordi det er utsatt ledende del | • Chapter 4.7.2: Clarified that the cable tray must be earthed as it is and exposed conductive part |
| • Kapittel 5: Lagt til eksempel på punkt to i forutsetninger om utsatt ledende del for å presisere at utsatte ledende deler skal jordes | • Chapter 5: Added an example to item two of the prerequisite about exposed conductive parts to specify that exposed conductive parts must be earthed |
| • Kapittel 6: Fjernet referanse til SDOK-141-4 og krever nå spesifikk vurdering av jording for kabel ≥ 52 kV | • Chapter 6: Removed reference to SDOK-141-4 and now require specific assessment of earthing for cables ≥ 52 kV |
| • Kapittel 10: Endret høyden på jordskinne fra 1,5-2,5 m til over utgangsdør. Byttet ut figur 20 fra bilde til utdrag fra sjaktemodell. | • Chapter 10: Changed height of earthing bar from 1.5-2.5 m to above the exit door. Switched figure 20 from a picture to an extract from shaft model. |
| • Kapittel 10.1: Justert bruk av oppstikk, og oppdatert figur 21 og 22 | • Chapter 10.1: Adjusted use of risers, and updated figure 21 and 22 |
| • Kapittel 14: Større endring | • Chapter 14: Substantial change |
| • Kapittel 17: Tatt bort krav til måling av jordresistivitet. Ikke relevant med så mye kobber i jorden. | • Chapter 17: Removed the requirement for measuring soil resistivity. Not relevant with so much copper in the ground. |

Revisjon 10 / Revision 10

- | | |
|---|---|
| • Kapittel 5: Jording av dørkarm og dørblad med fleksibel lisse i øvre del av dør | • Chapter 5: Earthing of steel door frame and door leaf at upper half of door. |
| • Kapittel 10: Størrelse hovedjordskinne på sjaktvegg beskrevet.

Ny figur 21 som viser oppføring av tamper fra maskenett opp i vanger og ut i oljegrube. | • Chapter 10: Dimension of main earthing bar at shaft wall.

New figure 21 showing earthing from meshed grid into shaft basement. |

- Kapittel 11: Spesifisert at jordingstilkobling for gjerdestolper må skje over ferdig terreng.
- *Chapter 11: Specified that the earthing connection for the fence must be completed above the final terrain.*

Revisjon 9 / Revision 9

- Kapittel 4.1.2: Krav om UV bestandig jordleder fjernet.
- *Chapter 4.1.2: Requirement on UV resistant earth conductor removed.*
- Kapittel 5: Avstandskrav endret; Metaldelen befinner seg innenfor et område som gjør at den er utsatt for kapasitiv kobling (nærmere enn **30 meter** fra høyspentanlegg eller høyspentlinje for 420 kV og **11 meter** for 132 kV)
- *Chapter 5: Distance requirement updated; The metal part is located within an area which entails that it is exposed to capacitive coupling (closer than **30 meters** from a high-voltage system or high-voltage power conductor for 420 kV and **11 meters** for 132 kV)*
- Kapittel 5: Presisering ang jording av takkonstruksjoner og metalleder i denne.
- *Chapter 5: Clarification regarding earthing of roof constructions and belonging parts.*

Revisjon 8 / Revision 8

- Kapittel 4.3: Minimumslengde på oppstikkende tamper til 0,4m
- *Chapter 4.3: Minimums length protruding risers 0.4m above foundation top*
- Kapittel 4.7.1: Stålsøyle kan brukes som jordleder på måletransformatorer og avledere.
- *Chapter 4.7.1: Steel support can be used as earth conductor at instrument transformers and surge arresters.*
- Kapittel 12.1: Jording av platekapslet hus tatt ut av teksten.
- *Chapter 12.1: Earthing of steel plated house removed from text.*
- Nytt kap 12.3: Jordspyd i tilknytning til understøttelser muffer fjernet. Figur 26 oppdatert
- *Chapter 12.3: Earth rod at in connection with sleeve support removed. Figure 26 updated*
- Kapittel 13.3: Kobberskinne mellom jordfastpunkt og festebøyle tatt ut. Beskrivelse av tilkobling av jordfastpunkt med eksempel bilder.
- *Chapter 13.3: Copper bar between fixed earth point and D-type fitting removed. Description of connection to fixed earth point with example pictures.*
- Kapittel 16: Tydeliggjøring av dokumentasjonskrav under montering av jordingsanlegg i stasjon.
- *Chapter 16: New description of documentation requirement substation earthing system during erection.*

Revisjon 7 / Revision 7

- Kapittel 3: Åpning for å bruke apparatstativ og rammeverk som jordleder
- *Chapter 3: Steel support can be used as earth conductor.*

- Kapittel 4.1.2: Krav til isolert kopperline innendørs.
- Kapittel 4.1.6: Krav til bolter, skiver og mutre.
- Nytt kap 4.1.7: Krav til kabelsko på Cu jordleder
- Kapittel 4.2: Endrede krav til bruk av jordspyd. Krav til avstand 1,5 ganger spydlengde fjernet.
- Kapittel 4.4: Ny figur 8 kortslutningsbro og utførelse jordingstamper fra maskenett
- Kapittel 4.8: Avsnitt om innvendig potensialutjevning apparatskapdører tatt ut. Tas inn i apparatspesifikasjoner
- Kapittel 6 : 120mm² som separat jordleder
- Kapittel 6.1: Følgejord i kabelgrøfter.
- Kapittel 6.2: Jordspyd kabelende-master
- Kapittel 7.1: Ny figur 13, Presiseringer ringjord kontroll hus.
- Kapittel 7.4: Hovedjord-ender i kabelkanaler tilknyttes maskenettet. I polkanal til effektbryter legges ikke hovedjord. Oppdatert figur 16.
- Kapittel 11: Omskrevet og tydeliggjort.
- Chapter 4.1.2: Requirement to insulated copper wire used indoors.
- Chapter 4.1.6: Quality of bolts, washer, and nuts
- Chapter 4.1.7: Requirement to connectors of grounding connector.
- Chapter 4.2: New requirement earthing rod. Requirement to distance 1.5m x rod length removed.
- Chapter 4.4: New figure 8 and connecting of earthing to mesh grid.
- Chapter 4.8: Potential grounding of cabinet doors moved out from this SDOK. Shall be implemented in HV apparatus SDOK.
- Chapter 6 : 120mm² CU wire as separate earth conductor
- Chapter 6.1: Earth wire in cable trench
- Chapter 6.2: Earthing rod at cable-end towers
- Chapter 7.1: New figure 13, Clarification earthing control room building.
- Chapter 7.4: All main earth-ends connected to mesh grid, No earth connector in circuit breaker canals. Updated Fig. 16
- Chapter 11: Clarification of requirements

Revisjon 6 / Revision 6

- Kapittel 2: referanse til NEK 440 oppdatert til siste versjon
- Kapittel 3: Tydeliggjøring av jordledere og jordelektroder skal være kobberline.
- Kapittel 3: Uisolert jordledere i betong skal ligge i plastrør, eller ligge som isolert jordleder
- Kapittel 4: Figur 2 oppdatert
- Kapittel 4.3: Betongskrue lagt til som alternativ til ekspansjonsbolt
- Kapittel 4.7.2: Nytt kapittel føringsvei jord på apparatsøyler
- Kapittel 7.1: Sikring av finere masser mot utvasking
- Chapter 2: New reference to updated NEK 440-2022
- Chapter 3: Clarification of earth conductors and electrodes shall be copper wire.
- Chapter 3: Uninsulated earth conductors in concrete shall be routed in plastic tubes, or as insulated conductors
- Chapter 4: Figure 2 updated
- Chapter 4.3: Concrete screw added as alternative to expansion bolt
- Chapter 4.7.2: New chapter. Routing of earth conductors on steel support
- Chapter 7.1: Securing of layers

- Kapittel 10: Tydeliggjøring av jordskinne dimensjon i sjakt
- Kapittel 10.1: Uisolert jordledere i vangen føres i plastrør, eller som isolerte ledere
- Kapittel 10.3: Tydeliggjøring av jording flammerister
- Kapittel 14: Tydeliggjøring krav til merking

- *Chapter 10: Clarification of earthing bar dimension*
- *Chapter 10.1: : Uninsulated earth conductors in reinforcement sidewalls shall be routed in plastic tubes, or as insulated conductors.*
- *Chapter 10.3: Clarification earthing of flame grates.*
- *Chapter 14: Clarification requirements of marking.*

Revisjon 5 / Revision 5

- Kapittel 10: Ny figur 20 for jording i sjakt
- Kapittel 12.1: Presisering av gul og grønn merking av jordingsskinne i GIS.

- *Chapter 10: New Figure 20 for earthing in shaft*
- *Chapter 12.1: Clarification of yellow and green marking of earthing rails in GIS.*

Revisjon 4 / Revision 4

- Delkapittel 4.6: Ny beskrivelse for jording av lynavledermast
- Delkapittel 7.8: Avgrensning omfang høyspenningsanlegg
- Kapittel 10.1: Figur 21 justert med Cu og spesifikasjon tverrsnitt for jordingsskinne
- Kapittel 14: Ny figur 31 med gul og grønn merking av jordingsskinne
- Kapittel 18 [4]: Endret fra IFS 1269617 til SDOK-515-20

- *Chapter 4.6: New description of earthing of lightning arrester towers*
- *Chapter 7.8: Scope of high voltage-installation clarified*
- *Chapter 10.1: Figure 21 adjusted with Cu and specification cross section of earthing bar*
- *Chapter 14: New Figure 31 with yellow and green marking of earthing bar*
- *Chapter 18 [4]: IFS 1269617 replaced with SDOK-515-20.*

Revisjon 3 / Revision 3

- Delkapittel 7.4: Tilpasset med hensyn til jording av kontrollhus.

- *Chapter 7.4: Adjusted regarding earthing of control building.*

Revisjon 2 / Revision 2

- Dokumenttittel er endret til Teknisk spesifikasjon Jording stasjon. Feilmeldinger i PDF er rettet opp.

- *Document Title changed to Technical specification Earthing in substation. Error messages in PDF have been corrected.*

Revisjon 1 / Revision 1

- Nye Tekniske spesifikasjoner er opprettet, Generell (dette dokument) og Spesiell del er opprettet samt 1 tilhørende protokoll og sjekkliste for dokumentasjon av jordingsskinne. Disse erstatter Statnetts 3 Jordingsveiledere. Beskrivelse av jording i andre SDOK er tatt inn i de nye spesifikasjonene.

- *New Technical specifications are created, General (this document) and Special part as well as 1 protocol and 1 checklist for documentation of the earthing installation which replaces Statnett's 3 Earthing guides. Description of earthing in other SDOK is included in the new specifications.*

Technical Standard

General specification earthing substation

Revision log SDOK-47-51:

Revision	Approved	Approved by	Description
11.0 Show changes	05.02.2026	Guilhem Blanchet	See document for complete revision log
10.0 Show changes	22.08.2025	Guilhem Blanchet	Chapt. 5 Position earth connections of doors Chapt. 10 Recommende size main earthbar i Transf. shaft Chapt 10 New figure 21, earth risers into Transf. shaft Chapt 11 Visible earthing
9.0 Show changes	26.09.2024	Guilhem Blanchet	Chap 4.1.2 Requirement removed regarding UV resistant insulation on Y/G earthing conductor Chap 5 Distance requirement regarding earthing of metalparts changed and clarification of earthing on roof
8.0 Show changes	14.04.2024	Anders Læg Reid	Small changes, minor adjustments and clarifications of chapters/text as described in Chapter 19
7.0 Show changes	08.11.2023	Anders Læg Reid	See revision log for rev. 7. Major revision with changes in several
6.0 Show changes	08.02.2023	Anders Læg Reid	Reference to revision log and revision 6 in the document.