

FLUKE®

Jordings- resistans



Prinsipper, testmetoder og bruksområder

DIAGNOSTISER

periodiske
elektroproblemer.

UNNGÅ

unødvendig
nedetid.

FLUKE

LÆR

sikkerhetsprinsipper
for jording.



Hvorfor jorde og hvorfor teste?

Hvorfor jorde?

Dårlig jording bidrar ikke bare til unødvendig nedetid, det er også farlig og øker risikoen for feil på utstyret.

Uten et effektivt jordingsanlegg kan vi utsettes for fare for elektrisk støt, for ikke å glemme instrumentfeil, harmonisk forvrengning, effektfaktorproblemer og en rekke potensielle periodiske dilemmaer. Hvis feilstrømmer ikke har en bane til jord gjennom et riktig utformet og vedlikeholdt jordingsanlegg, vil de finne utilsiktede baner som kan omfatte mennesker. Følgende organisasjoner har jordingsstandarder og/eller -anbefalinger med hensyn på sikkerhet:

- OSHA (Occupational Safety Health Administration)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- ANSI/ISA (American National Standards Institute and Instrument Society of America)
- TIA (Telecommunications Industry Association)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

I tillegg til å sørge for sikkerhet bidrar god jording til å forhindre skade på industriallegg og -utstyr. Et godt jordingsanlegg forbedrer påliteligheten til utstyr og reduserer sannsynligheten for skader som følge av lynnedslag eller feilstrømmer. Hvert år går det tapt milliarder på grunn av branner i elektrisk utstyr på arbeidsplasser. I tillegg kommer relaterte kostnader knyttet til søksmål og fall i produktivitet.

Hvorfor teste jordingsanlegg?

Over tid kan korroderende jord med høyt fuktinnhold, høyt saltinnhold og høye temperaturer forringe jordspyd og forbindelser. Selv om jordingsanlegget hadde lave resistansverdier da det ble installert første gang, kan resistansen øke hvis jordspydene korroderes bort.

Jordingstestere, som for eksempel jordtangen Fluke 1630-2 FC, er uunnværlige feilsøkningsverktøy som hjelper deg med å holde driften i gang. Frustrerende, periodiske elektroproblemer kan være knyttet til dårlig jording eller dårlig nettkvalitet.

Det anbefales derfor sterkt at alle jordinger og jordforbindelser kontrolleres minst én gang i året som en del av den ordinære planen for prediktivt vedlikehold. Dersom en slik periodisk kontroll viser en økning av resistansen på mer enn 20 %, må teknikeren finne årsaken og bytte ut / sette ned nye jordspyd for å korrigere feilen og minske resistansen.

Hva er jording og hvordan fungerer det?

Artikkel nummer 100 i NEC (National Electrical Code) definerer jording slik: «En ledende forbindelse som bevisst eller tilfeldig eksisterer mellom elektriske kretser eller utstyr og jord eller en ledende gjenstand som i seg selv har en god jordforbindelse.» Når vi snakker om jording, snakker vi egentlig om to forskjellige ting: systemjording og beskyttelsesjording. Systemjording er en bevisst kobling fra en kretsleder, som regel nøytrallederen, til en jordelektrode som er plassert i grunnen. Beskyttelsesjording sikrer at driftsutstyret i et anlegg er riktig jordet. Disse to jordingsanleggene må være atskilt, men det skal være en forbindelse mellom dem. Det forebygger potensialforskjell grunnet mulige overslag ved lynnedslag. Hensikten med jording, i tillegg til å beskytte mennesker, anlegg og utstyr, er å gi en trygg bane for bortledning av feilstrømmer, lynnedslag, statiske utløsninger, EMI- og RFI-signaler og interferens.

Hva er en god verdi for jordresistans?

Det råder en del forvirring rundt hva som utgjør en god jording og hva verdien for jordresistansen bør være. Ideelt sett bør en jording ha en resistans på null ohm.

Det finnes ikke én standardgrense for jordresistans som anerkjennes av alle institusjoner. NFPA og IEEE har imidlertid anbefalt en verdi for jordresistans på 5,0 ohm eller mindre.

NEC har fastslått at «systemimpedans til jord skal være mindre enn 25 ohm, spesifisert i NEC 250.56. I anlegg med sensitivt utstyr bør den være 5,0 ohm eller mindre.»

Telekommunikasjonsbransjen har ofte brukt 5,0 ohm eller mindre som verdi for jording og utjevningsforbindelser.

Målet for jordresistans er å oppnå den lavest mulige verdien som er fornuftig økonomisk og fysisk.



Hvorfor teste? Korroderende jord.



Hvorfor jorde? Lynnedslag.



Bruk Fluke 1625-2 for å fastslå tilstanden til jordingsanlegget.

Innholdsfortegnelse

Hvorfor jorde?
Hvorfor teste?

2

Grunnleggende
om jording

4

Metoder for
jordingstesting

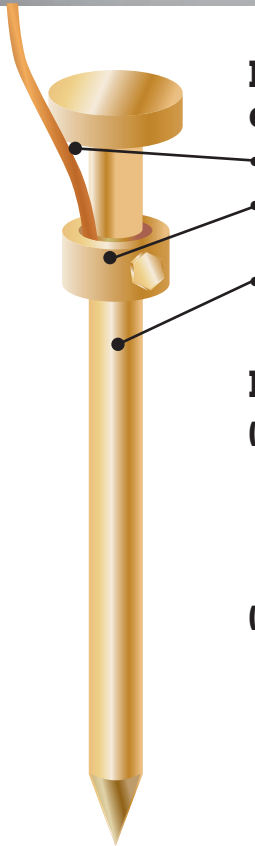
6

Måling av
jordresistans

12

Grunnleggende om jording

Komponenter i en jordelektrode

- 
- jordleder
 - forbindelse mellom jordlederen og jordelektroden
 - jordelektrode

Hvor finnes det resistans?

(a) Jordelektroden og dens forbindelse

Resistansen i jordelektroden og forbindelsen til den er vanligvis svært lav. Jordspyd er som oftest laget av svært ledende materiale med lav resistans, for eksempel stål eller kobber.

(b) Kontaktresistansen mellom den omkringliggende jorden og elektroden

The National Institute of Standards (en statlig etat innen det amerikanske handelsdepartementet) har vist at denne resistansen er nesten ubetydelig såfremt jordelektroden er fri for maling, fett osv. og jordelektroden har god kontakt med jord.

(c) Resistansen i den omkringliggende jorden

Jordelektroden er omgitt av jord som begrepsmessig består av konsentriske skall med lik tykkelse. Skallene nærmest jordelektroden har minst plass og dermed størst resistans. Hvert etterfølgende skall dekker et større område, dermed blir resistansen lavere. Til slutt kommer det til et punkt der nye skall tilfører lite resistans til grunnen rundt jordelektroden.

På bakgrunn av denne informasjonen bør vi altså fokusere på hvordan vi kan redusere jordresistansen når vi installerer nye jordingsanlegg.

Hva påvirker jordingsresistansen?

NEC-koden (1987, 250-83-3) krever at en jordelektrode med en minimumslengde på 2,5 meter er i kontakt med jord. Det er imidlertid fire variabler som påvirker jordresistansen til et jordingsanlegg:

1. Jordelektrodens lengde/dybde
2. Jordelektrodens diameter
3. Antall jordelektroder
4. Utforming av jordingsanlegg

Jordelektrodens lengde/dybde

En svært effektiv måte å redusere jordresistansen på er å drive jordelektroden dypere ned i bakken. Resistiviteten i jord er ikke konstant og kan være svært uforutsigbar. Det er fundamentalt at jordelektroden drives ned til frostsikker dybde når den installeres. Det må gjøres for at resistansen mot jord ikke skal påvirkes for mye av at den omkringliggende jorden fryser.

Ved å doble lengden på jordelektroden kan du vanligvis redusere resistansnivået med ytterligere 40 %. I visse områder er det fysisk umulig å drive jordspyd dypere ned – områder som består av stein, granitt osv. I slike tilfeller kan alternative metoder vurderes, for eksempel jordingssement.

Jordelektrodens diameter

Å øke diameteren på jordelektroden bidrar i svært liten grad til å redusere resistansen. Hvis du for eksempel doubler diameteren av en jordelektrode, reduseres resistansen bare med 10 %.

Antall jordelektroder

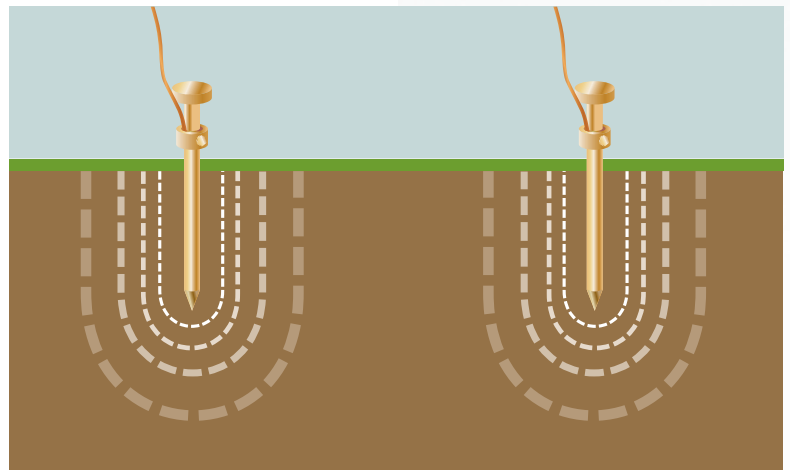
Det er også mulig å redusere jordmotstanden ved å bruke flere jordelektroder. To eller flere elektroder drives ned i jorden og kobles i parallell for å redusere resistansen. For at det skal være effektivt med tilleggselektroder, må avstanden til neste spyd være minst lik dybden på spydet. Hvis ikke avstanden mellom jordelektrodene er riktig, overlapper påvirkningsområdene hverandre og resistansen reduseres ikke.

Du kan bruke tabellen over jordiresistans nedenfor som hjelp til å installere et jordspyd som oppfyller dine spesifikke krav til motstand. Husk at tabellen bare bør brukes som en tommelfingerregel, siden jord er i lag og sjelden er homogen. Resistanssverdiene vil variere mye.

Utforming av jordingsanlegg

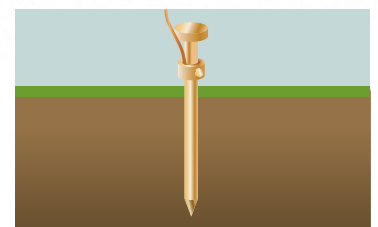
Enkle jordingsanlegg består av en enkelt jordelektrode som er drevet ned i bakken. Bruk av en enkelt jordelektrode er den vanligste formen for jording, slike anlegg finnes gjerne der du bor eller jobber. Kompliserte jordingsanlegg består av flere jordspyd og forbundne maske- eller gitternettverk, jordplater og jordsløyfer. Slike anlegg installeres vanligvis ved transformatorstasjoner, telefonsentraler og mobilmaster.

Kompliserte nettverk øker kontakten med omkringliggende jord dramatisk og reduserer jordresistansen.

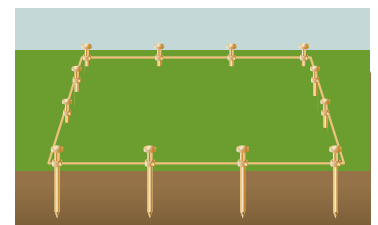


Hver jordelektrode har sitt eget «påvirkningsområde».

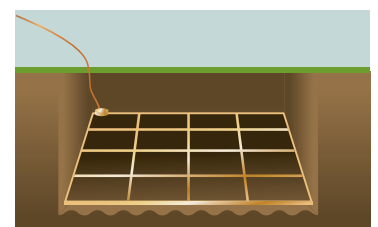
Jordings-systemer



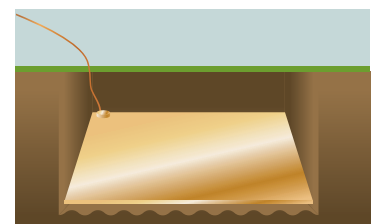
én jordelektrode



flere, sammenkoblede jordelektroder



maskenett



jordplate

jordtype	jordresistivitet R_E ΩM	jordingsresistans					
		jordelektrodens dybde (meter)			jordline (meter)		
		3	6	10	5	10	20
svært fuktig jord, myraktig	30	10	5	3	12	6	3
jordbruksjord, leirholdig jord og leire	100	33	17	10	40	20	10
leirjord med sand	150	50	25	15	60	30	15
fuktig sandjord	300	66	33	20	80	40	20
betong 1 : 5	400	–	–	–	160	80	40
fuktig grus	500	160	80	48	200	100	50
tørr sandjord	1000	330	165	100	400	200	100
tørr grus	1000	330	165	100	400	200	100
jord med stein	30 000	1000	500	300	1200	600	300
stein	10^7	–	–	–	–	–	–

Hvilke metoder brukes for å teste jordinger?

Det finnes fire ulike metoder for jordingstesting:

- **jordresistivitet** (med spyd)
- **potensialfalltest** (med spyd)
- **selektiv** (med én tang og spyd)
- **spydløs** (kun med tenger)

Måling av jordresistivitet

Hvorfor fastsette jordresistiviteten?

Jordresistivitet er høyst nødvendig ved utforming av jordingsanlegg for nye installasjoner (grønne anlegg) for å oppfylle dine krav til jordresistans. Det ideelle er å finne et sted med lavest mulig resistans. Men som vi har nevnt tidligere, kan dårlige jordforhold overvinnes med mer omfattende jordingsanlegg.

Både jordsammensetning, fuktinnhold og temperatur virker inn på jordresistiviteten. Jord er sjeldent homogen, og resistiviteten i jorden varierer geografisk og ved ulike jorddybder. Fuktinnholdet er forskjellig fra sesong til sesong og varierer etter karakteren til forskjellige jordskikt og dybden på grunnvannsspeilet. Siden jord og vann vanligvis er mer stabile i dypere lag, anbefales det at jordspydene plasseres så dypt som mulig i jorden, og helst ved grunnvannsspeilet. I tillegg bør jordspydene installeres der temperaturen er stabil, dvs. i frostfri dybde.

For at et jordingsanlegg skal være effektivt, må det utformes for å tåle de verst mulige forhold.

Hvordan beregner jeg jordresistivitet?

Måleprosedyren beskrevet nedenfor bruker den universelt aksepterte Wenner-metoden utviklet av dr. Frank Wenner ved det amerikanske standardiseringsbyrået i 1915. (F. Wenner, A Method of Measuring Earth Resistivity; Bull, National Bureau of Standards, Bull 12(4) 258, s. 478-496; 1915/16.)

Formelen er som følger:

$$\rho = 2 \pi A R$$

(ρ = gjennomsnittlig jordresistivitet til dybde A i Ωcm)

$$\pi = 3,1416$$

A = avstanden mellom elektrodene i cm

R = målt resistansverdi i Ω fra testinstrumentet

Merk: Divider Ωcm med 100 for å konvertere til Ωm . Pass på enhetene!

Eksempel: Du har bestemt deg for å installere tre meter lange jordspyd som en del av jordingsanlegget. For å måle jordresistiviteten på tre meters dyp antok vi en avstand mellom testelettene på ni meter.

Start Fluke 1625-2 og les av resistanssverdien i ohm. I dette tilfellet går vi ut fra at resistansavlesningen er 100 ohm. Dermed vet vi følgende:

$$A = 9 \text{ meter og}$$

$$R = 100 \text{ ohm}$$

Jordresistiviteten vil da være lik:

$$\rho = 2 \times \pi \times A \times R$$

$$\rho = 2 \times 3,1416 \times 9 \text{ meter} \times 100 \text{ ohm}$$

$$\rho = 5655 \Omega\text{m}$$

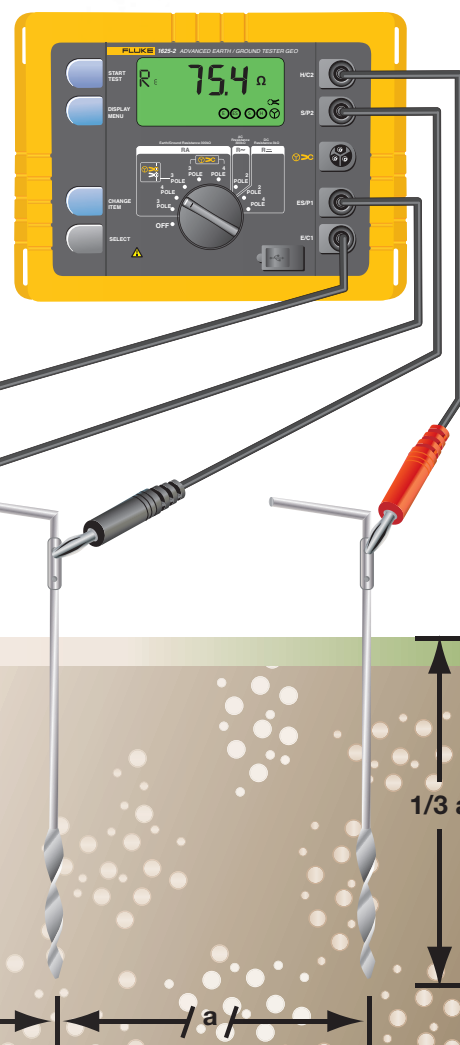
Hvordan måler jeg jordresistans?

For å teste jordresistiviteten kobler du til jordingstest-
teren som vist nedenfor.

Som du kan se, er fire jordspyd plassert i jorden i en rett linje, i samme avstand fra hverandre. Avstanden mellom jordspydene skal være minst tre ganger spyddybden. Hvis dybden til hvert jordspyd er 30 centimeter, må du altså passe på at avstanden mellom spydene er større enn 91 centimeter. Fluke 1625-2 genererer en kjent strøm gjennom de to ytre jordspydene, og potensialfallet måles mellom de to indre. Fluke-testeren beregner automatisk jordresistansen ved hjelp av Ohms lov ($V = IR$).

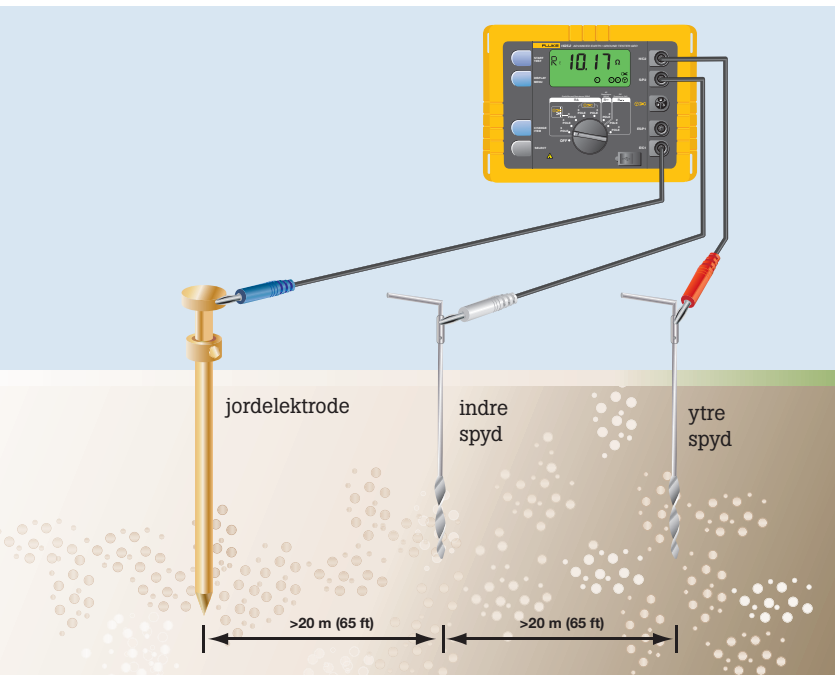
Metallbiter, vannførende bergarter m.m. i grunnen påvirker ofte målinger og fører til feil. Derfor anbefales det å snu spydet 90 grader og ta nye målinger. Når dybden og avstanden endres flere ganger, skapes det en profil som kan brukes til å finne et passende system for jordresistans.

Målinger av jordresistivitet blir ofte forvrengt på grunn av jordstrømmer og deres harmoniske over-svingninger. For å hindre dette i å skje bruker Fluke 1625-2 et system for automatisk frekvenskontroll (AFC). Systemet velger automatisk testfrekvensen med minst støy slik at du får tydelige avlesninger.



oppsett for måling av jordresis-
tivitet med Fluke 1623-2 eller
1625-2

Hvilke metoder brukes for å teste jordinger?



Potensialfallmåling

Potensialfalltesten brukes for å måle hvor godt et jordingsanlegg eller en individuell elektrode leder bort energi fra et anlegg.

Hvordan fungerer potensialfalltesen?

Først må den aktuelle jordelektroden kobles fra anlegget. Deretter kobles testerens til jordelektroden. Ved bruk av trepunktsmetoden plasseres så to jordspyd i grunnen, på en rett linje bort fra jordelektroden. En avstand på 20 meter er vanligvis tilstrekkelig. Se neste seksjon for mer informasjon angående plassering av spydene.

Fluke 1625-2 genererer en kjent strøm mellom ytre spyd (ekstra jordspyd) og jordelektroden, mens potensialfallet måles mellom indre spyd og jordelektroden. Testerens beregner resistansen i jordelektroden automatisk ved hjelp av Ohms lov ($V = IR$).

Koble til jordtesterens som vist på bildet. Trykk START og les av R_E -verdien (resistans). Dette er den faktiske verdien for jordelektroden som testes. Dersom jordelektroden er koblet i parallell eller serie med andre jordspyd, er R_E den samlede verdien for alle resistanser.

Hvordan plassere spydene?

For å oppnå størst mulig nøyaktighet ved trepunktsresistanstesting må proben plasseres utenfor påvirkningsområdet til jordelektroden som testes og ekstrajordingen.

Hvis den ikke plasseres utenfor påvirkningsområdet, vil de effektive resistansområdene overlappe hverandre så målingene blir feil. Denne tabellen er en veiledning for hvor omtrent du skal plassere proben (indre spyd) og ekstrajordingen (ytre spyd).

Flytt indre spyd (probe) en meter i hvilken som helst retning og foreta nye målinger for å sjekke hvor nøyaktige målingene er og at jordspydene er utenfor påvirkningsområdet. Dersom det er betydelig forskjell på avlesningene (30 %), må du øke avstanden mellom jordspydet som testes, det indre spydet (probe) og det ytre spydet (ekstrajording) inntil måleverdiene er noenlunde stabile når du flytter det indre spydet (probe).

jordelektrodens dybde	avstand til indre spyd	avstand til ytre spyd
2 m	15 m	25 m
3 m	20 m	30 m
6 m	25 m	40 m
10 m	30 m	50 m

Selektiv måling

Selektiv testing ligner mye på potensialfalltesting og gir de samme målingene, men på en mye tryggere og enklere måte. Det kommer av at jordelektroden ikke trenger å være frakoblet anlegget ved selektiv testing! Teknikeren trenger hverken å utsette seg selv for fare med å koble fra jordingen eller å utsette annet personell og elektroutstyr for fare i et ujordet bygg.

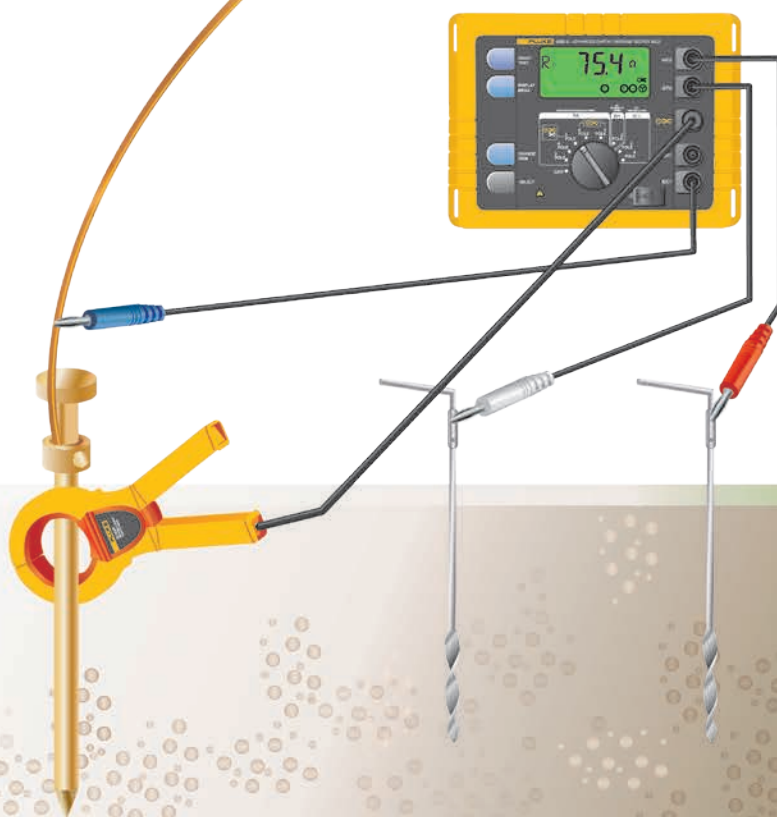
Som ved potensialfalltesten må to jordspyd plasseres i grunnen på en rett linje bort fra jordelektroden. En avstand på 20 meter er vanligvis tilstrekkelig. Testeren kobles så til den aktuelle jordelektroden uten at forbindelsen til anlegget trenger å brytes. I stedet plasseres en spesialtang rundt jordelektroden, som fjerner effektene av parallellresistanser i et jordet anlegg slik at bare ønsket jordelektrode måles.

Fluke 1625-2 genererer en kjent strøm mellom ytre spyd (ekstra jordspyd) og jordelektroden, mens potensialfallet måles mellom indre spyd og jordelektroden, akkurat som før. Ved hjelp av denne tangen måles kun strømmen i den aktuelle jordelektroden. Den genererte strømmen vil også flyte gjennom andre, parallelle motstander, men bare strømmen gjennom tangen (dvs. strømmen gjennom den aktuelle jordelektroden) brukes for å beregne motstanden ($V = IR$).

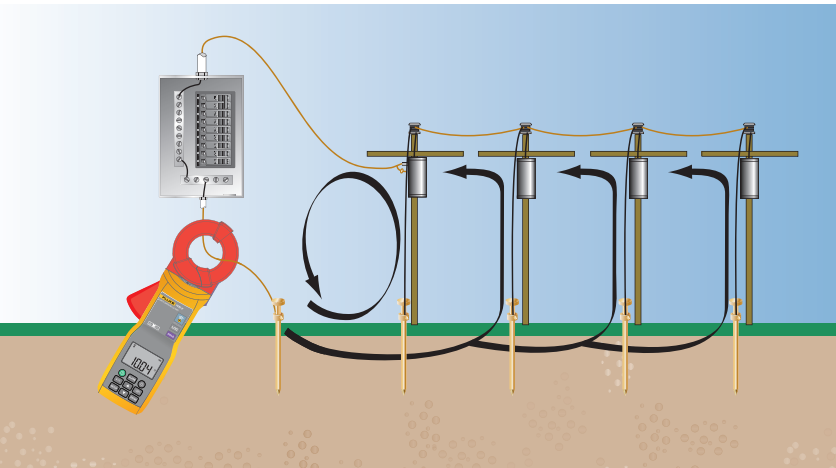
Hvis den totale resistansen i jordingsanlegget skal måles, må resistansen i hver jordelektrode måles for seg ved å plassere tangen rundt hver av dem. Deretter kan den samlede resistansen for jordingsanlegget beregnes.

Ved testing av resistansen i de enkelte jordelektroden til høyspentmaster med toppliner (jordleder/lynafleder), må disse lederne frakobles. Dersom det går mer enn en jording ut fra mastefundamentet, må også disse frakobles og testes en og en. Fluke 1625-2 har imidlertid et alternativt tilbehør, en strømomformer med diameter 320 mm, som kan klamres på hvert ben og måle den individuelle resistansen uten å koble fra andre jordledere eller toppliner.

Koble til jordtestereren som vist. Trykk START og les av R_E -verdien. Dette er den faktiske resistansverdien til jordelektroden som testes.



Hvilke metoder brukes for å teste jordinger?



teststrømbaner for spydløsmetoden ved bruk av jordtangen 1630-2 FC

Spydløs måling

Jordtangen Fluke 1630-2 FC bruker den spydløse testmetoden for å måle jordsløyferesistans i anlegg med flere jordinger. Denne testteknikken eliminerer den farlige og tidkrevende jobben ned å koble fra parallelle jordinger så vel som prosessen med å finne egnede steder for ekstra jordspyd. Du kan også utføre jordingstester på steder du ikke har vurdert før: inne i bygninger, på høyspentmaster eller andre steder der du ikke har tilgang til jord.

Med denne testmetoden plasseres jordtangen rundt jordspydet eller forbindelseskabelen. Jordspyd brukes ikke i det hele tatt. Den ene siden av tangkjeften inducerer en kjent spenning, den andre siden måler strømmen. Tangen beregner jordsløyferesistansen ved dette jordspydet automatisk. Denne teknikken er spesielt nyttig for multijordede systemer som gjerne finnes ved kommersielle anlegg og i industriområder. Hvis det kun er en forbindelse til jord, som det er i mange boligområder, vil ikke spydløsmetoden gi en akseptabel verdi, da må potensialfallmetoden benyttes.

Fluke 1630-2 FC fungerer etter prinsippet om at nettoresistansen for alle jordkretser i anlegg med flere/parallelle jordinger er ekstremt lav sammenlignet med en hvilken som helst enkeltforbindelse (den som testes). Så nettoresistansen for alle de parallelle returstrømbanene er i praksis lik null. Spydløs måling måler kun individuelle jordspydresistanser i parallell med jordingsanlegg. Dersom de ikke er parallelle, har du enten en åpen krets eller du måler jordsløyferesistans.



oppsett for spydløsmetoden ved bruk av 1630-2 FC

Måling av jordimpedansen

Ved beregninger av mulige kortslutningsstrømmer i kraftverk og andre steder med høy spenning/strøm er det viktig å finne den komplekse jordingsimpedansen, siden impedansen vil være satt sammen av induktive og kapasitive elementer. Fordi induktivitet og resistivitet er kjent i de fleste tilfeller, kan faktisk impedans bestemmes ved hjelp av komplekse beregninger.

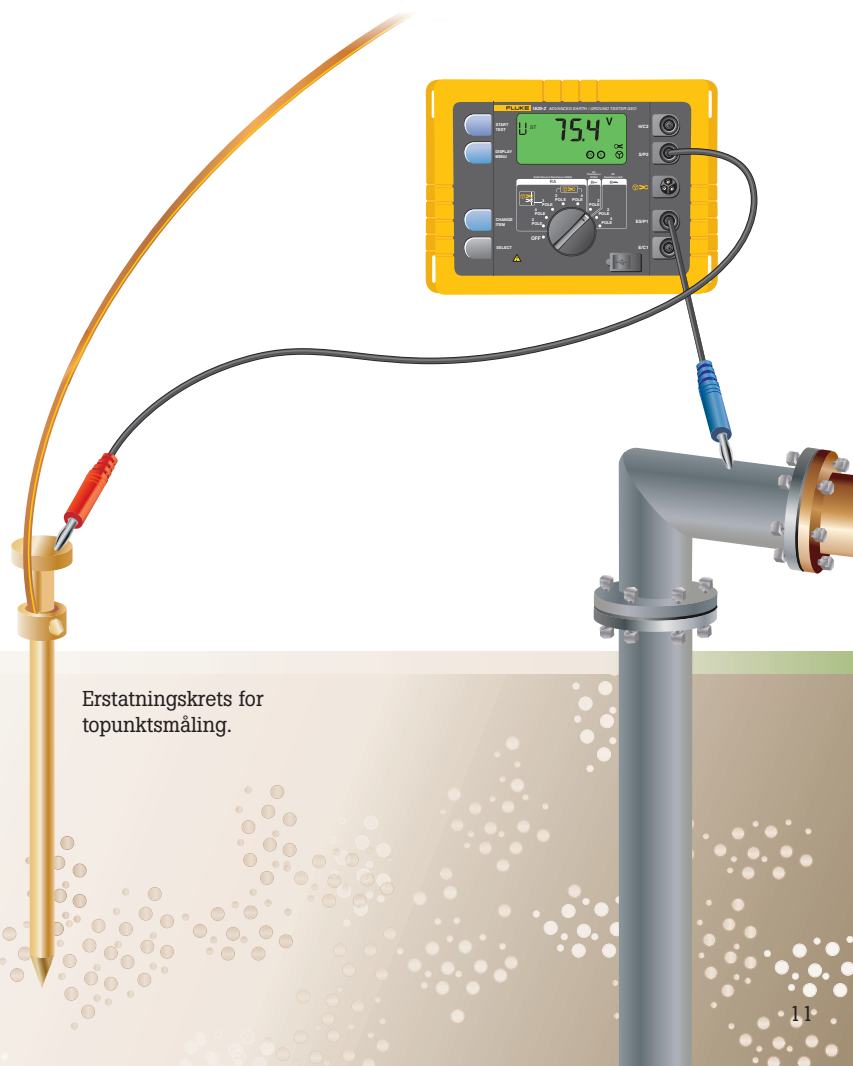
Ettersom impedans er frekvensavhengig, bruker Fluke 1625-2 et signal på 55 Hz i denne beregningen, for å komme så nært frekvensen til driftsspenningen som mulig. Det sørger for at målingen ligger nært verdien ved den faktiske driftsfrekvensen. Med denne egenskapen hos Fluke 1625-2 er det mulig å måle jordingsimpedans direkte og nøyaktig.

Energimontører som tester kraftlinjer er interessert i to ting: jordresistansen ved et eventuelt lynnedslag og impedansen i hele systemet ved en eventuell kortslutning et bestemt sted på linjen. Kortslutning betyr i dette tilfeller at en aktiv ledning berører metallnettet til en mast.

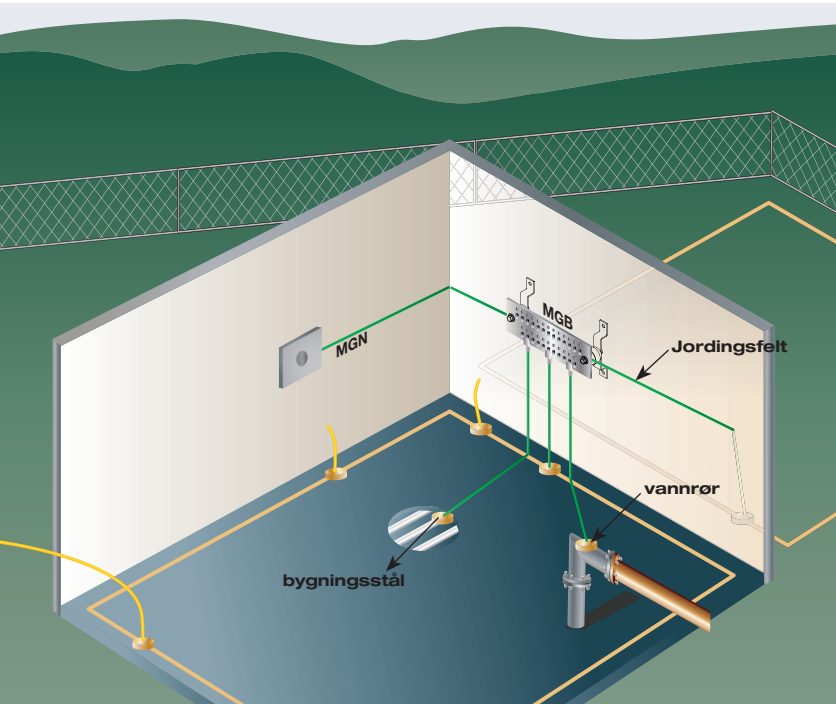
Topunktstesting av jordresistans

I situasjoner der det hverken er praktisk eller mulig å drive ned jordspyd, gir testerne Fluke 1623-2 og 1625-2 deg muligheten til å måle jordresistans/jordkontinuitet med to punkter som vist nedenfor.

For å utføre denne testen må teknikerens ha tilgang til god og kjent jording, som for eksempel et vannrør i metall. Vannrøret må være langt nok og være av rent metall uten isolerende koblinger eller flenser. I motsetning til mange andre testere utfører Fluke 1623-2 og 1625-2 testing med relativt høy strøm (kortslutningsstrøm > 250 mA) for å sikre stabile målinger.



Måling av jordresistans



typisk arrangement i telefonsentraler

Telefonsentraler

Ved utføring av jordingskontroll i en telefonsentral kreves det tre ulike målinger.

Lokaliser hovedjordskinnen i telefonsentralen før du utfører testen, for å se hvilken type jordingsanlegg det er der. Som vist på denne siden vil hovedjordskinnen ha jordledninger koblet til:

- MGN ("Multi-Grounded Neutral" - nøytral med flere jordinger) eller strømforsyningen,
- jordingsfelt,
- vannrør
- struktur- eller byggningsstål

Utfør først testen den spydløse testen på alle enkeltjordinger som går ut fra hovedjordskinnen. Hensikten er å sikre at alle jordinger er tilkoblet, særlig MGN. Det er viktig å merke seg at du ikke måler enkeltresistanser, men sløyferesistansen til komponenten du har klamret rundt. Som vist i figur 1 kobler du til Fluke 1625-2 eller 1623-2, og både den induserende tangen og avlesertangen plasseres rundt hver forbindelse for å måle sløyferesistansen i MGN, jordingsfeltet, vannrøret og byggningsstålet.

Så måler du potensialfallet over hele jordingsanlegget med trepunktstesten, ved å koble til hovedjordskinnen som vist i figur 2. For å komme til ekstern jord utnytter mange telefonselskaper ubrukte kabelpar som går så langt ut som en mile (1,6 km). Registrer målingen, og gjenta denne testen minst én gang i året.

Mål deretter hver enkelt resistans i jordingsanlegget med Fluke 1625-2 eller 1623-2 og den selektive testen. Koble til Fluke-testeren som vist i figur 3. Mål resistansen i MGN. Verdien er resistansen i den bestemte linjen i hovedjordskinnen. Mål deretter jordingsfeltet. Denne avlesningen er den faktiske resistansverdien til telefonsentralens jordingsfelt. Gå nå videre til vannrøret, og gjenta fremgangsmåten for å finne resistansen i byggningsstålet. Det er lett å bruke Ohms lov for å verifisere nøyaktigheten til disse målingene. Når resistansen i de enkelte linjene beregnes, skal den være lik resistansen i hele anlegget (ta høyde for rimelige feil siden alle jordingskomponentene kanskje ikke blir målt).

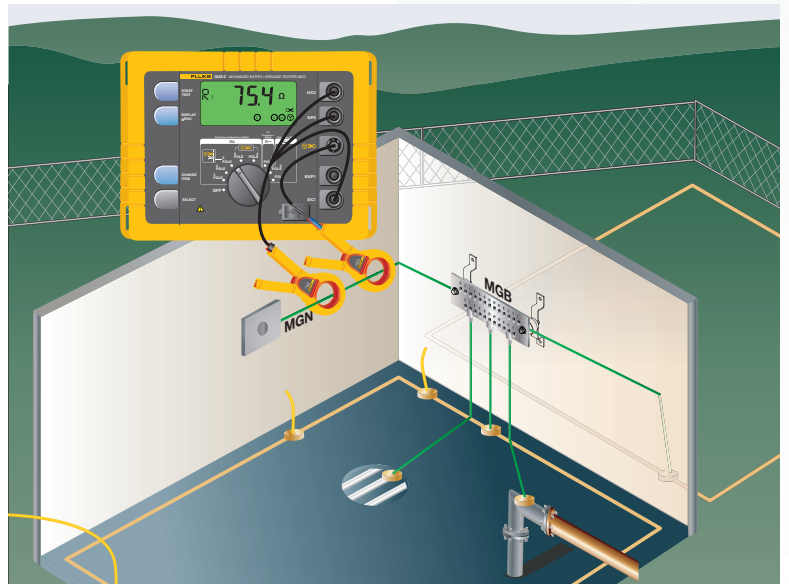
Disse testmetodene gir den mest nøyaktige målingen av en telefonsentral fordi de viser enkeltresistanser og den faktiske atferden i et jordingsanlegg. Selv om de er nøyaktige, vil ikke målingene vise hvordan systemet oppfører seg som et nettverk, for ved eventuelle lynnedslag eller feilstrømmer er alt forbundet.

For å undersøke dette må du utføre noen tilleggstester av enkeltresistanser.

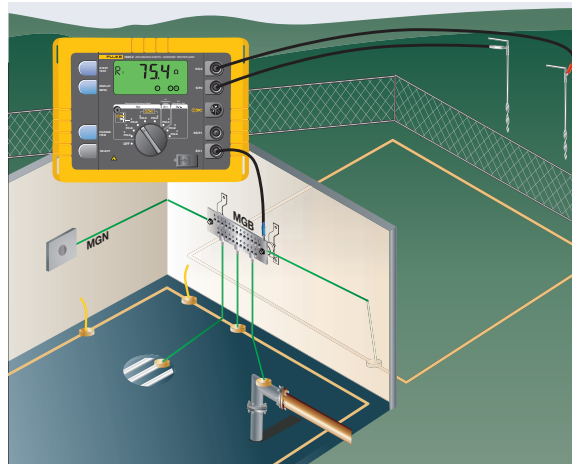
Mål først potensialfallet med trepunktsmetoden på hver linje ut fra hovedjordskinnen, og registrer hver måling. Igjen kan du bruke Ohms lov for å sjekke at målingene gir samme verdi som den totale resistansen for anlegget. Beregningene vil vise at det er et avik på 20 % til 30 % fra R_E -verdien.

Til slutt måler du resistansene i de ulike linjene i hovedjordskinnen med den selektive, spydløse metoden. Den fungerer på samme måte som den spydløse metoden, men vi bruker de to separate tengene forskjellig. Vi plasserer spenningsinduksjonstangen rundt kabelen som fører til hovedjordskinnen, og siden hovedjordskinnen er koblet til strømforsyningen som er parallell med jordingsanlegget, har vi oppfylt dette kravet. Ta avlesertangen og plasser den rundt jordkabelen som leder ut til jordingsfeltet. Når vi måler resistansen, er dette den faktiske resistansen i jordingsfeltet samt parallellbanen gjennom hovedjordskinnen. Og fordi den skal ha en svært lav ohmsk verdi, skal den ikke ha noen reell effekt på den målte avlesningen. Denne prosessen kan gjentas for de andre linjene i jordskinnen, dvs. vannrøret og strukturstålet.

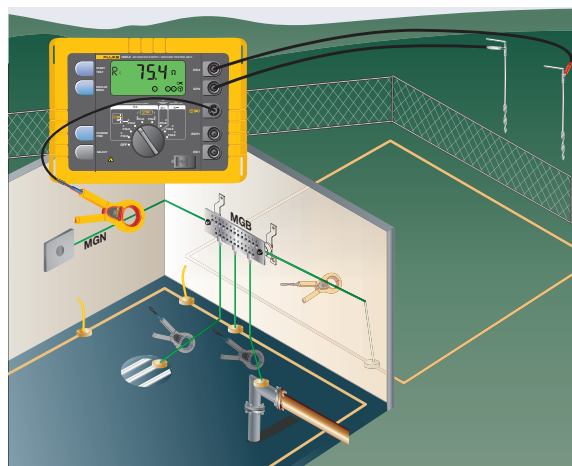
Når du måler hovedjordskinnen med den selektive, spydløse metoden, plasserer du spenningsinduksjonsstangen rundt linjen til vannrøret (siden kobbervannrøret skal ha svært lav motstand). Da vil avlesningen kun vise resistansen for MGN.



figur 1 : spydløs testing av telefonsentral

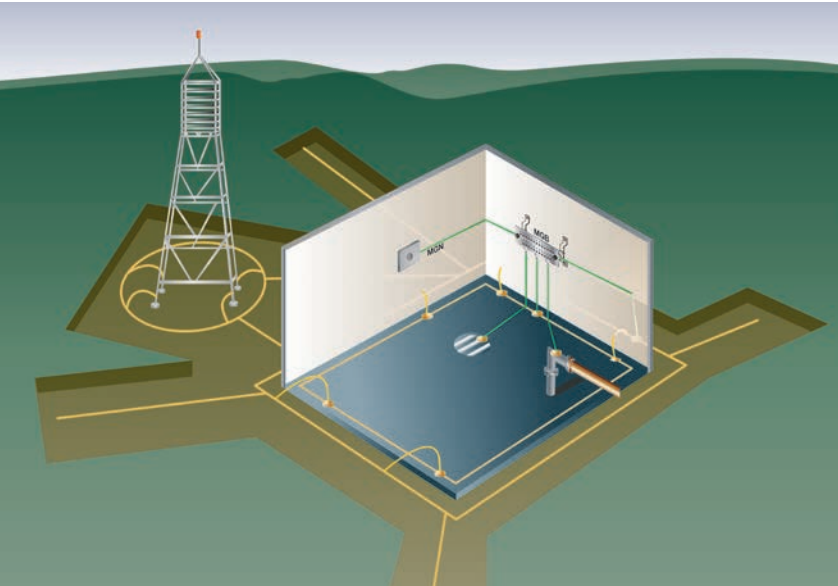


figur 2: Utfør trepunktstesten for potensialfall på hele jordingsanlegget.



figur 3: Mål de enkelte resistansene i jordingsanlegget med den selektive testen.

Flere bruksområder for jordresistans



typisk arrangement ved mobilmastinstallasjoner

Bruksområder

Det er fire andre typer installasjoner der du kan bruke Fluke 1625-2 til å måle hvor velegnet jordingsanlegget er.

Basestasjoner / mikrobølge- og radiomaster

De fleste anleggene har master med fire ben som er individuelt jordet. Disse jordingene er forbundet med en kobberkabel. Ved siden av masten er det en bygning som huser alt transmisjonsutstyr. Inne i bygningen er det en jordkrets og en hovedjordskinne, jordkretsen er forbundet med hovedjordskinnen. Alle de fire hjørnene på bygningen er jordet, de er forbundet med hovedjordskinnen via en kobberkabel. De fire hjørnene er i tillegg forbundet med hverandre via en kobberledning. Det er også en forbindelse mellom bygningens mastens ringjordinger.

Transformatorstasjoner

En transformatorstasjon er en understasjon i et overførings- og distribusjonssystem, der spenning normalt omformes fra en høy til en lav verdi. En typisk transformatorstasjon inneholder linjetermineringsutstyr, høyspennings bryterutstyr, én eller flere krafttransformatorer, lavspennings bryterutstyr, overspenningsvern, kontroller og måleinstrumenter.

Eksterne velgersentraler

Eksterne velgersentraler, også kalt fjernstasjoner, er koblingsanlegg der digitale abonnentvelgere og annet telekommunikasjonsutstyr er i bruk. Fjernstasjonen er vanligvis jordet i begge ender av skapet, den er også omgitt av en rekke jordspyd forbundet via kobberledning.

Lynavledning i nærings- og industriområder

De fleste lynavledeanlegg er utformet slik at alle fire hjørner av bygningen er jordet, og jordingene er vanligvis forbundet via en kobberledning. Avhengig av størrelsen på bygningen og ønsket resistansverdi vil antall jordspyd variere.

Anbefalte tester

Sluttbrukere er pålagt å utføre de samme tre målingene ved hver installasjon: spydløs måling, trepunkts potensialfallmåling og selektiv måling.

Spydløs måling

Utfør først en spydløs måling på:

- hvert enkelt masteben og de fire hjørnene på bygningen (**basestasjoner/mobilmaster**)
- alle jordingsforbindelser (**transformatorstasjoner**)
- linjene som går til fjernstasjonen (**eksterne velgersentraler**)
- bygningens jordspyd (**lynavledning**)

For alle installasjonene: På grunn av nettverk-sjordingen er ikke dette en sann måling av jordresistans. Det er først og fremst en kontinuitetstest for å verifisere at installasjonen er jordet, at det er en elektrisk forbindelse og at strømmen kan flyte gjennom anlegget.

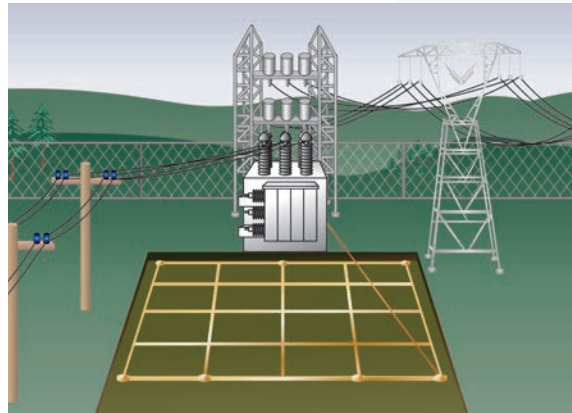
Trepunkts potensialfallmåling

Deretter måler vi resistansen i hele anlegget med trepunktmetoden for potensialfall. Husk reglene for nedsetting av jordspyd. Denne målingen bør registreres, og målinger bør foretas minst to ganger i året. Målingen gir resistansverdien for hele anlegget.

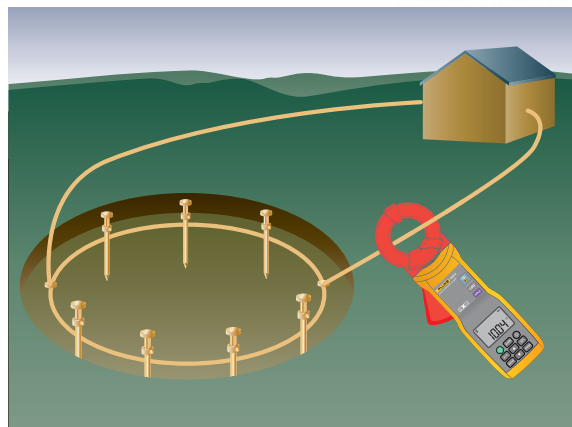
Selektiv måling

Til slutt måler vi hver enkelt jording med den selektive testen. Dette vil verifisere integriteten til de individuelle jordingene og forbindelsene dere og fastslå om jordingspotensialet er tilstrekkelig ensartet. Hvis noen av målingene viser en større grad av variasjon enn de andre, bør årsaken til dette fastslås. Resistansen skal måles ved:

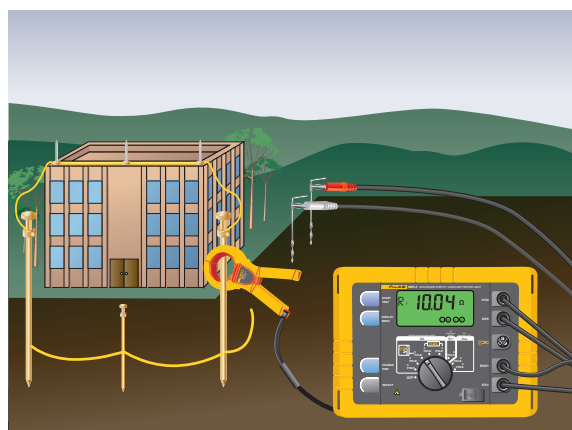
- hvert masteben og alle fire hjørner på bygningen (basestasjoner/mobilmaster)
- de enkelte jordspyd og forbindelsene deres (transformatorstasjoner)
- begge ender av fjernstasjonen (eksterne velgersentraler)
- alle fire hjørner på bygningen (lynafledning)



typisk arrangement ved transformatorstasjoner



bruk av spydløs testing ved fjernstasjon



bruk av selektiv testing på et lynaflederanlegg

Jordingsprodukter



Fluke 1625-2 avansert GEO jordingstester



Fluke 1623-2 standard GEO jordtester



Fluke 1630-2 FC jordtang

Et komplett utvalg av testere

Fluke 1623-2 og 1625-2 er pålitelige jordingstestere som kan utføre alle fire typer jordingsmålinger.

Blant de avanserte egenskapene til Fluke 1625-2 er:

- Automatisk frekvenskontroll (AFC) som finner eventuell interferens og velger en målefrekvens som minimerer effekten av den, så jordingsverdien blir mer nøyaktig.
- R*-måling som beregner jordingsimpedansen ved 55 Hz for å vise jordingsresistansen for en jordfeil mer nøyaktig
- Justerbare grenser gir raskere testing.

Blant de avanserte egenskapene til Fluke 1630-2 FC er:

- Spydløs testing med én tang.
- Logging av målinger – lagre inntil 32 760 målinger i minnet ved forhåndsinnstilte loggeintervall.
- Alarmterskel – brukerdefinerte grenser for høy-/lavalarm gir rask vurdering av målinger.
- Båndpassfilter – valgbar båndpassfilterfunksjon fjerner uønsket støy fra måling av AC-lekkasjestrøm.
- 1630-2 FC er en del av et voksende system av kommuniserende testverktøy og programvare for vedlikehold av utstyr. Gå til flukeconnect.com for å finne ut mer om Fluke Connect-systemet.



1625-2 komplett pakke



Fluke 1630-2 FC med standard for sløyfemotstand og koffert

Tilgjengelig ekstrautstyr

320 mm transformator med delt kjerne som kan utføre selektiv testing av individuelle mastebenen.

Sammenligning av jordingstestere

produkt	potensialfall		selektiv	spydløs	toppunktsmetoden
	tre punkter	fire punkter/jord	en tang	to tenger	topols
Fluke 1621					
Fluke 1623-2					
Fluke 1625-2					
Fluke 1630-2 FC					

Fluke. Keeping your world up and running.®

Fluke Norge AS
 Postboks 6054 Etterstad
 0601 Oslo
 Tlf: 800 18 227
 E-mail: cs.no@fluke.com
 Web: www.fluke.no

©2013, 2014, 2017 Fluke Corporation. Med enerett. Informasjonen kan endres uten varsel. Vi tar forbehold om trykkfeil.
 3/2017 4346628c-nor

Endring av dette dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig tillatelse fra Fluke Corporation.