



”Global Earthing and bonding”
Global jording og udligning er den nye jordingsfilosofi!

Indlæg EL & TEKNIK 2024 onsdag d. 14. maj Kl. 11.30
Ernst Boye Nielsen; ERNEL.dk

© ERNEL.dk

ERNEL

© ERNEL.dk

Dejlig er jorden, og som elektrisk leder og reference, kan vi ikke komme uden om den!

I forhold til metalliske ledere er jorden dog ca. 10^6 x dårligere

**Med global jording opnår man
den højeste person- og
anlægssikkerhed under alle
fejlforhold, uafhængigt af jordens
resistivitet og målt
overgangsmodstand til neutral
jord!**

Global jording er defineret i de nye standarder for forsyningsanlæg med spændinger over 1 kV ac, DS/EN 50522 og DS/EN 61936-1 med ikrafttrædelse 1. juli 2017.

Der udlignes mellem alle udsatte og fremmed ledende dele samt til alle naturligt jordforbundne dele så som armering i betonfundamenter (fundamentsjord) og til andre ledende konstruktioner i jorden (stålprofiler), der tilhører anlægget både på høj- og lavspændingssiden.

Udligningen mellem anlæggene, der er omfattet af den globale jording, skal udføres på en sådan måde, at der ikke kan opstå farlige potentialstigninger, og dermed farlige berøringsspændinger!

Anvendelse af kabler med jordkontakt (søkabler) eller af en gennemgående jordløber (uisoleret sammen med kabler i jorden) sikrer at strømmen over neutral jord bliver ubetydelig!

Risikosenarier:

Fare for personer, husdyr og ejendom:

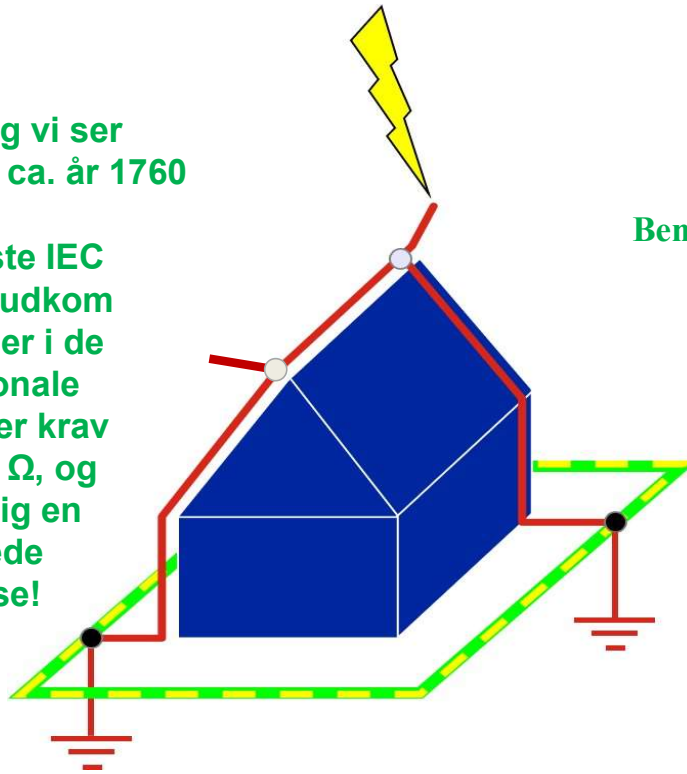
Lynnedslag kan være fatale for personer og dyr samt forårsage brand og omfattende skader på elektriske installationer og udstyr!

Isolationsfejl i forsyninger og elektriske installationer, der forårsager jordfejlstrømme og farlige berørings-spændinger!

Første gang vi ser
jordingsanlæg ca. år 1760

Før den første IEC
lynstandard udkom
i 1991, var der i de
fleste nationale
lynstandarder krav
om max. 10Ω , og
det er stadig en
overvejede
opfattelse!

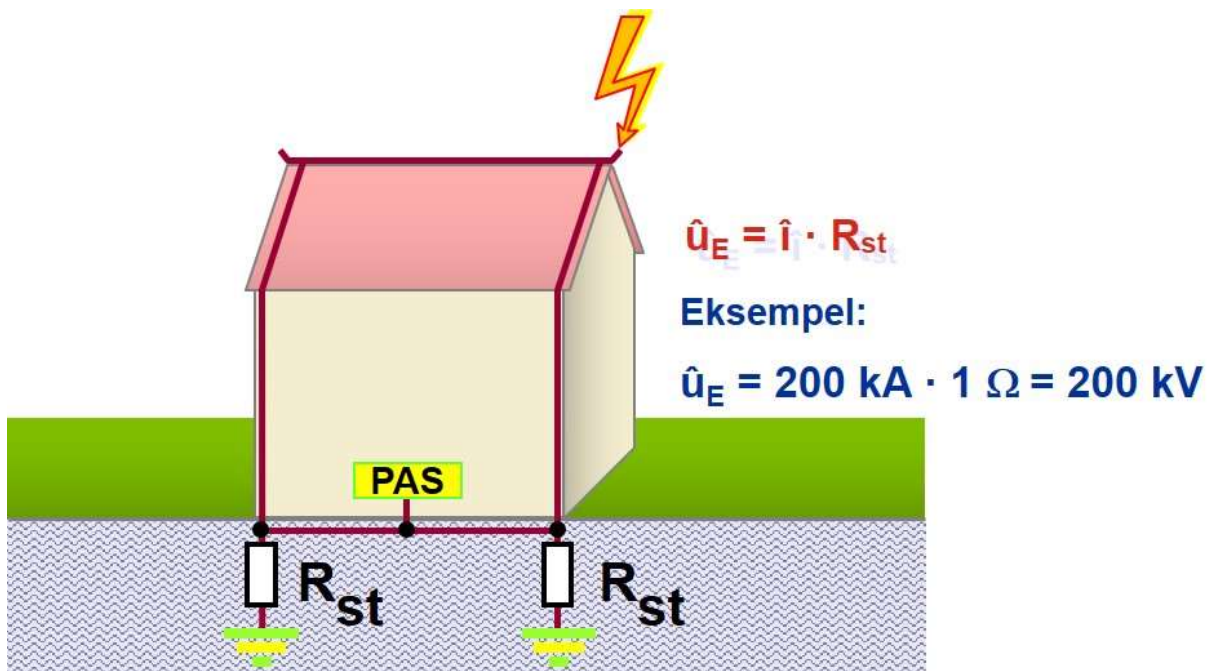
Benjamin Franklin



I den gældende standard for lynbeskyttelse DS/EN 62303-3 er der en anbefaling om 10Ω i overgangsmodstand, forstået på den måde, at i områder, hvor resistiviteten er $> 500 \Omega \times m$ skal udstrækningen af jordingsanlægget øges, hvis beskyttelsesklasse I eller II ønskes. Hvis 10Ω opnås inden den angivne udstrækning er opnået, er det ok!

Jord potentialestigning EPR: (Earth Potential Rise)
ved lynstrøm:

ERNEL



**Effektiv jordspjedsdybde for lynstrøm er kun
ca. 5 m ved resistivitet < 500 $\Omega \times m$!**

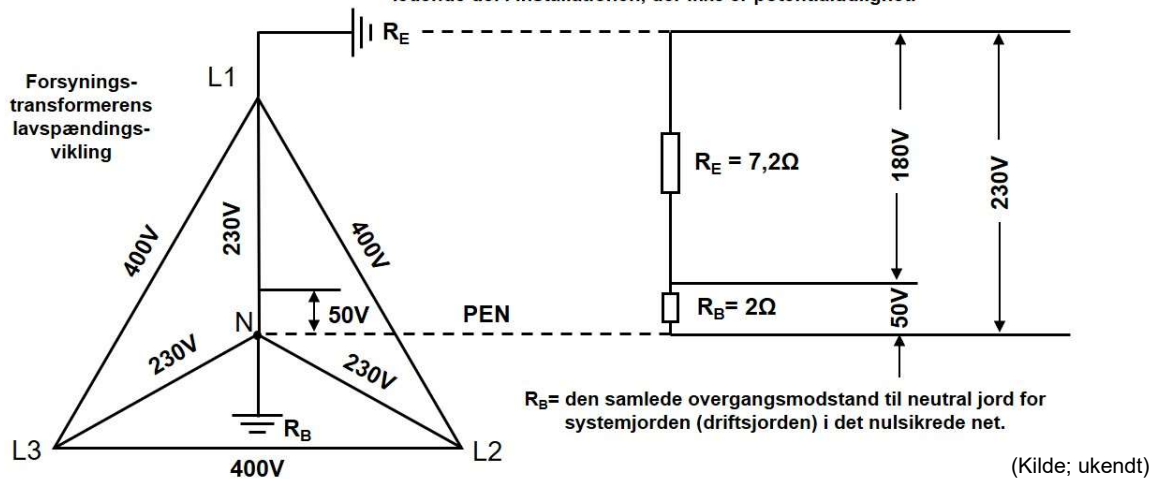
Lynnedslag er impulsstrøm til jord, som lader jorden op, negativt eller positivt!

Jordfejlstrømme i forsyninger eller installationer er strømme, som løber fra fejlstedet tilbage til systemjorden.

*Kun strømme over neutral jord forårsager jordpotentialstigninger **EPR** (Earth Potential Rise) og farlige berøringsspændinger!*

Potentialforskydning ved jordfejl til fremmed ledende dele der ikke er potentialudlignet i TN – net.

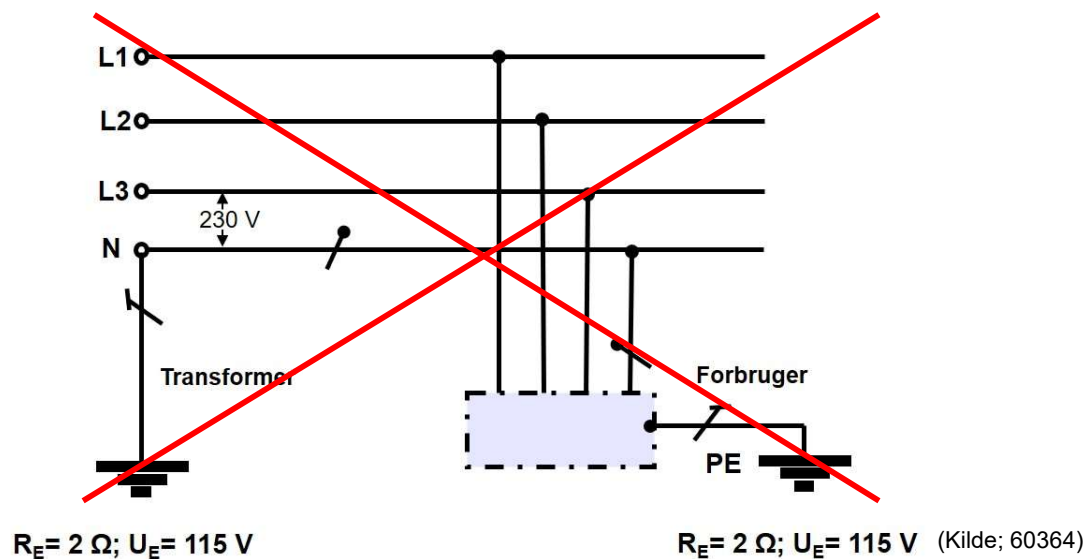
R_E = modstanden til neutral jord i fejlen fra L1, over den fremmed ledende del i installationen, der ikke er potentialudlignet.



$R_B \leq R_E \times 50 / 230 + 50 \leq R_E \times 1 / 3,6$, hvilket betyder at der *skal* potentialudlignes til alle fremmed ledende dele, hvis overgangsmodstand måtte være $\leq 3,6$ x systemets overgangsmodstand til neutral jord.

Der har i forbindelse med "Ekstrabekyttelse" ved "Nulling" altid været krav på potentialudligning.

Det er vigtigt at slå fast, at ved en jordfejl i et direkte TT-jordet net, vil driftspændingen dele sig over de modstande, der indgår i fejlstrømsvejen



Historien om de 2 Ω; Berøringsspændingen var maks. 48 V (dengang) og R_E skulle opfylde kravene ved den 5 sek. udløsetid for sikringen. Ved en 6 A sikring var strømmen ved 5 s $\leq 24 A$.

Ved 115 V og 2 Ω kan man føre en strøm på maks. 57,5 A, det kan en 20 A sikring føre i flere timer!

I dag, i de nye "Bekendtgørelser" og standarder for elektriske anlæg og installationer, herunder elektriske baner, inden for det europæiske område, er der ingen krav på en fikseret maksimal overgangsmodstand til neutral jord. Der er specifikke krav på maks. berøringsspændinger og jordpotentiale stigninger (EPR) ("Earth Potential Rise") med reference til fejltiden. Derfor skal fejlstrøm og tid for afbrydelse kendes i projekteringsfasen således, at kravet til jordingsanlægget, overgangsmodstand, potentialudligning og evt. potentialstyringen fastlægges fra start!

PE-ledere skal fremføres i alle nye elektriske installationer og der skal anvendes fejlstrøms afbrydere, i dag kaldet (RCD'er) eller maksimalafbrydere (RCCB'er) uanset systemjordingen, ("driftjordingen"). Det er udløsestrømmen og den tilladelige berøringsspænding og tiden for afbrydelse, der er dimensionerende.

Hvis en blank jordleder fremføres sammen med højspændingskablet, får man samme effekt som ved oliepapir blykabler eller søkabler, og det definerer man i standarder i dag som "global jording", hvilket betyder at der går så lidt strøm gennem neutral jord at det er ufarligt for mennesker og dyr!

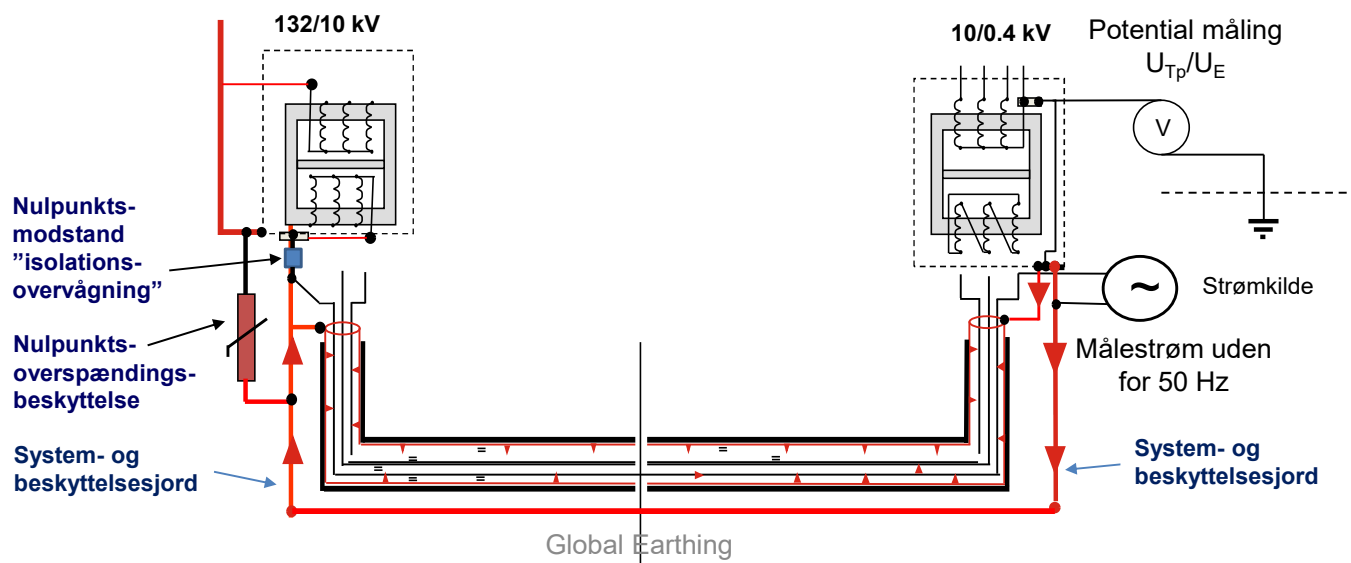
Den blanke jordleder er en effektiv jordelektrode for lynbeskyttelse og samtidig beskytter den HSP-kablets kappe mod perforering ved lynpåvirkning!

Alle krav til beskyttelse mod indirekte berøring eller fejlbeskyttelse, som det hedder i dag, er dermed opfyldt!

Ingen krav til måling af overgangsmodstand eller jordresistivitet, kun et krav om kontinuitetsmåling (modstand) samt beregning af maksimalt spændingsfald og EPR ved højeste fejlstrøm!

Forsyningsanlæg

Måling af jordpotentialstigning EPR



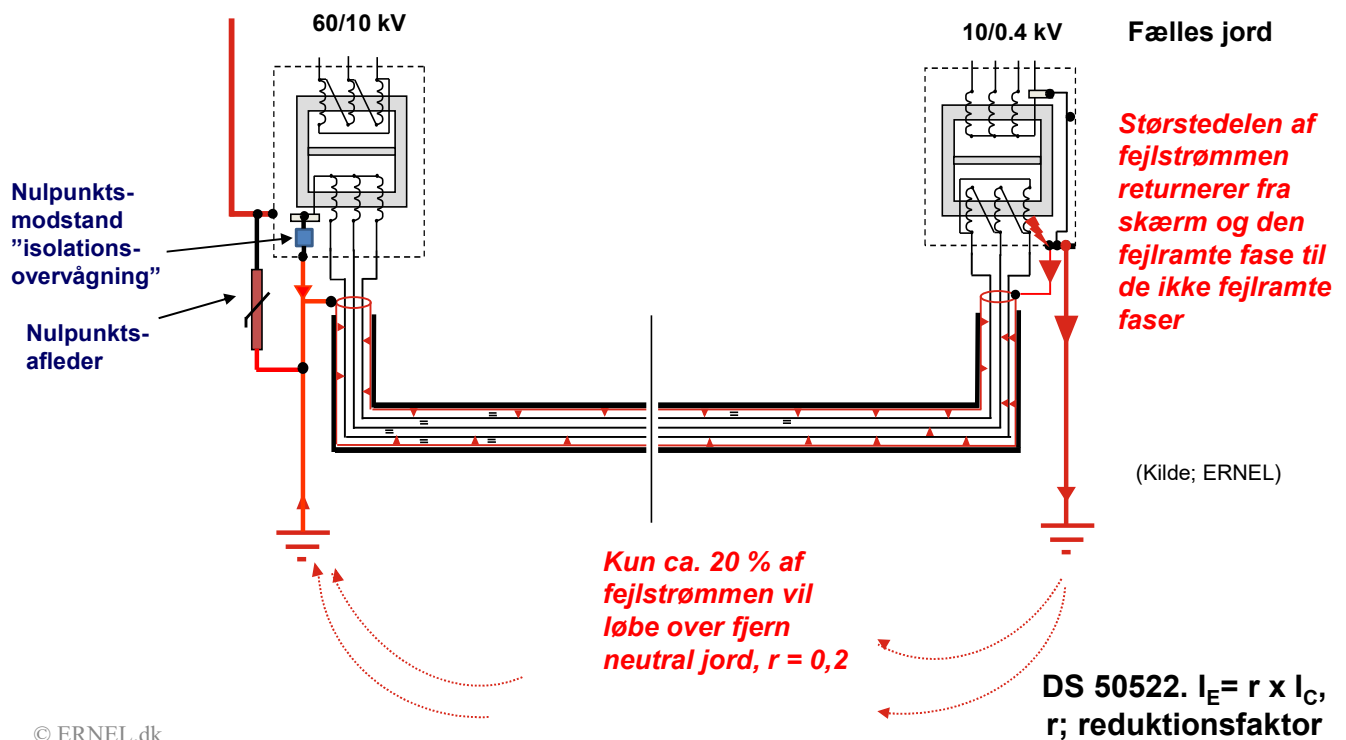
(Kilde; ERNEL)

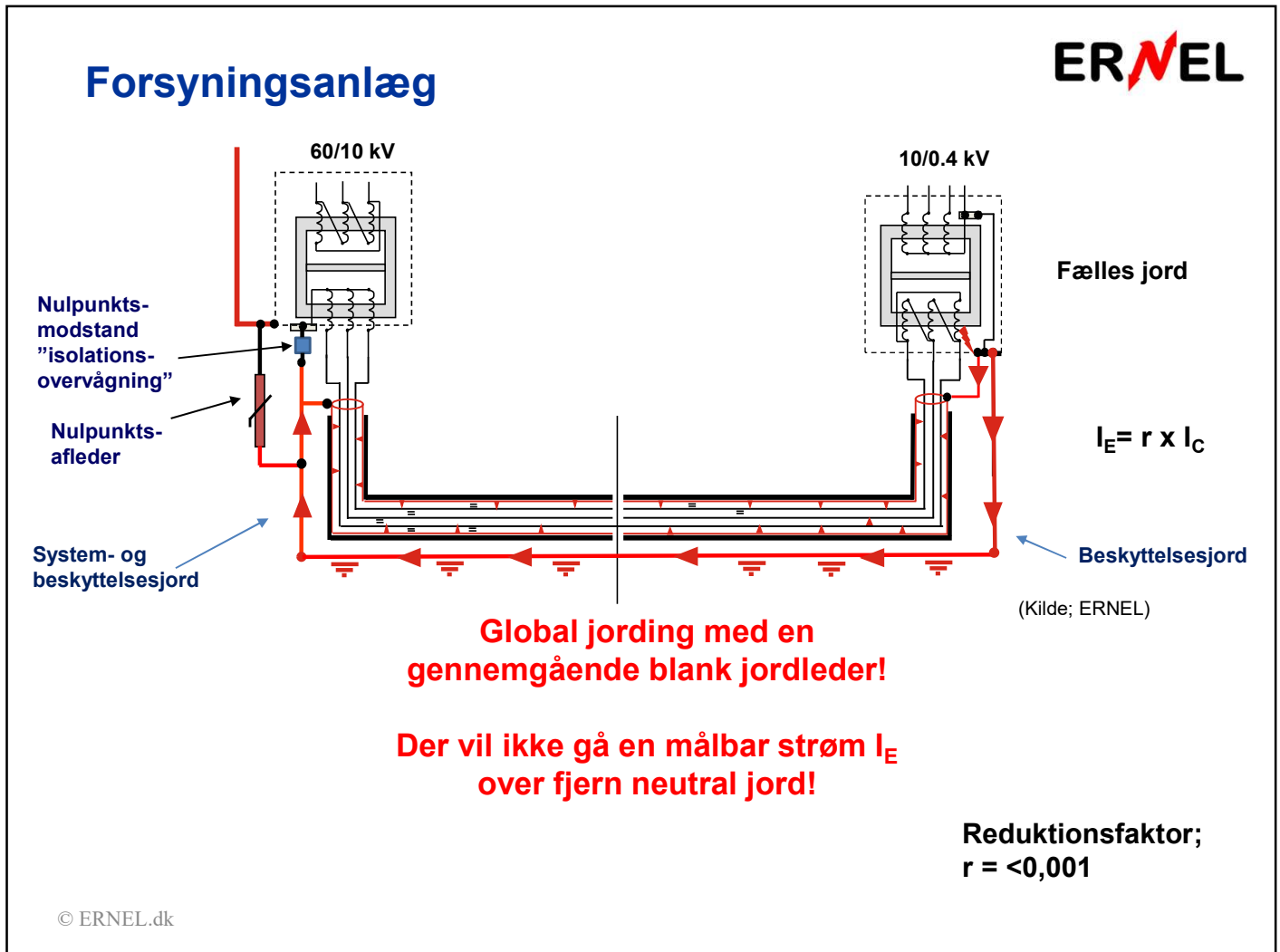
© ERNEL.dk

Forsyningsanlæg

ERNEL

Isoleret net, anvendes i en del større byer i DK

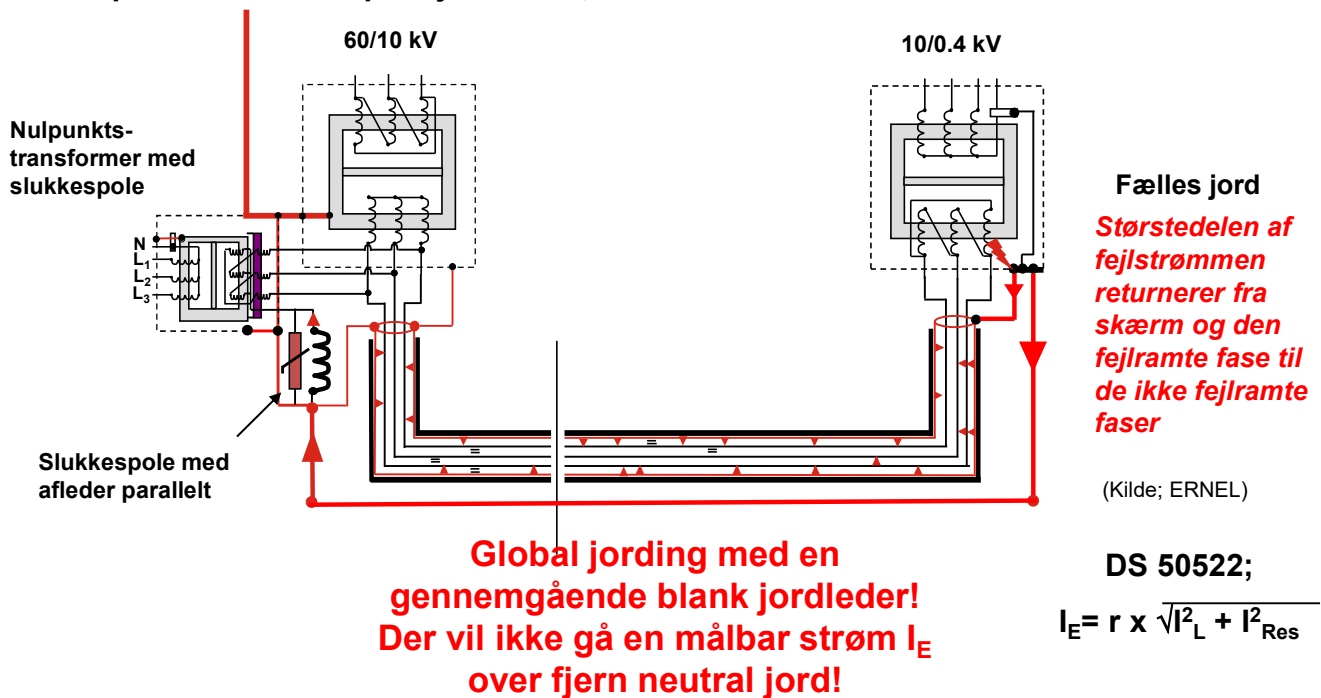




Forsyningsanlæg

ERNEL

Kompenseret/slukkespole-jordet net, mest anvendt i DK

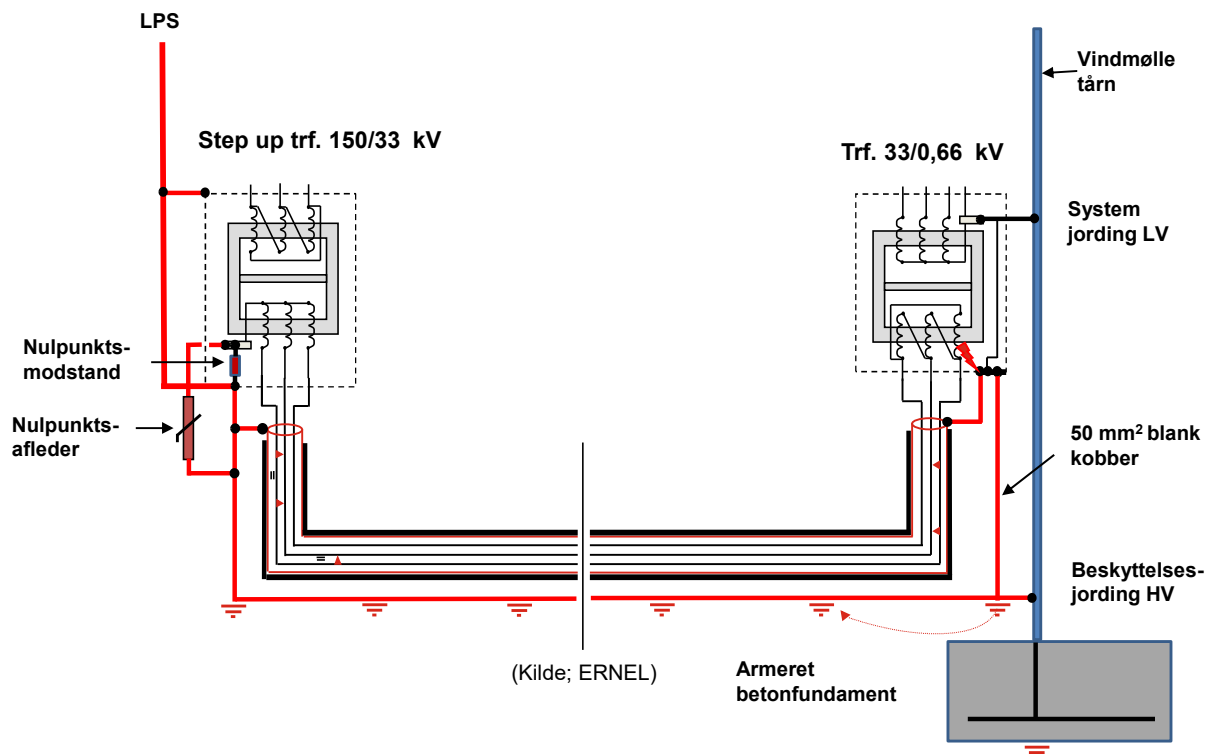


© ERNEL.dk

I_L = Summen af mærkestrømme i de parallelle slukkespoler i den relevante transformerstation
 I_{RES} = Jordfejls reststrøm, r 0 reduktionsfaktor

Fordele ved "GLOBAL" jordings-/bondingsystem.

ERNEL



- Fejlstrømmen bliver begrænset til max. 2000 A af nulpunktsmodstanden 10-15 Ω , udkobling max. 0,5 s
- Ved 50 Hz er modstanden i 50 mm² kobber ca. 350 m Ω pr Km
- Hvis al fejlstrømmen løber i den 50 mm² kobber, giver det et spændingsfald på < 1 V pr/ m
- "EPR" U_T vil ikke være målebar

© ERNEL.dk

Green Power! Vind og sol!



Global jording den optimale løsning!

”Green Power”! Vind og sol!

ERNEL



Global jording den optimale løsning!

© ERNEL.dk

Et par simple beregninger til slut:

Vi har fra et VE anlæg 2 km 150 kV 3x 1 leder kabler,
630 mm²/95 mm²

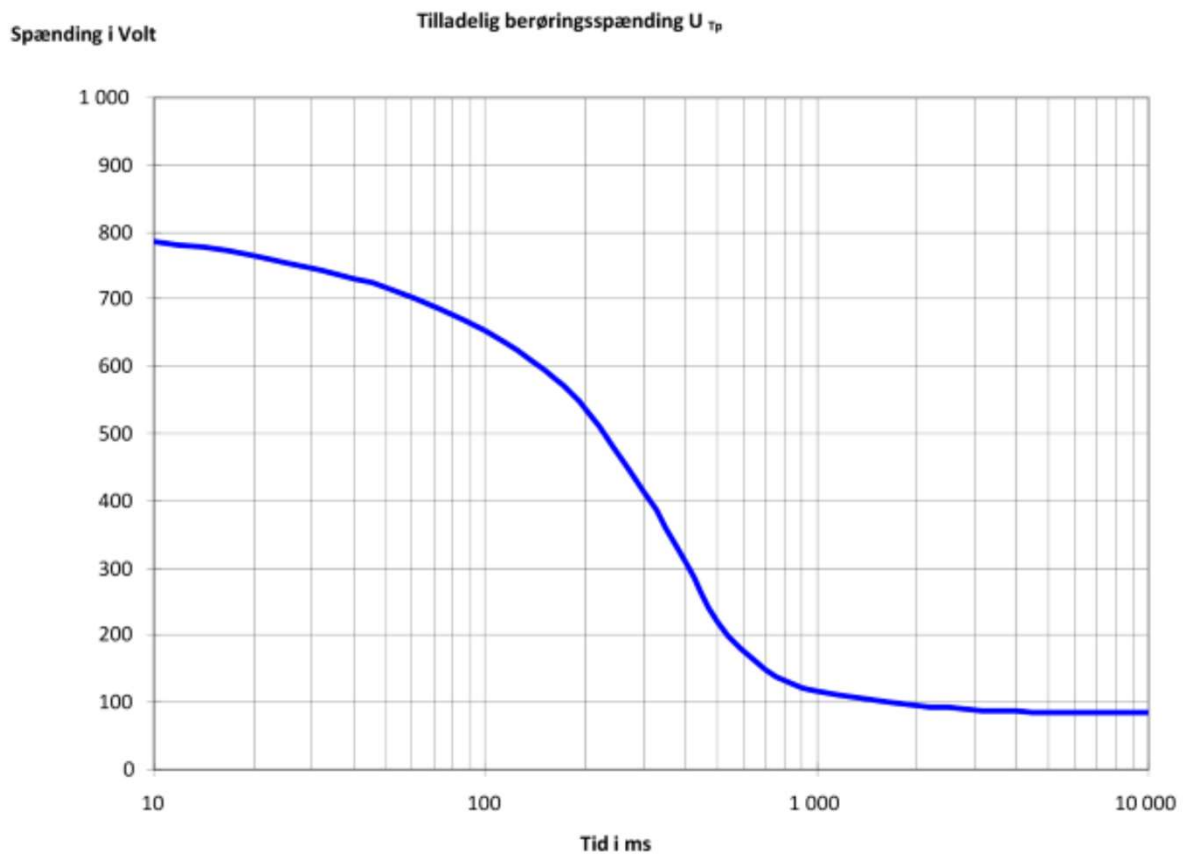
Vi har placeret en 1 x 95 mm² kobber i kabeltraceen. Det er et direkte systemjordet net med en udkoblingstid på 0,3 s.

Ik maks. er 20 kA. 95 mm² kobber har en modstand på 200 mΩ pr. 1000 m, så den samlede modstand er 400 mΩ.

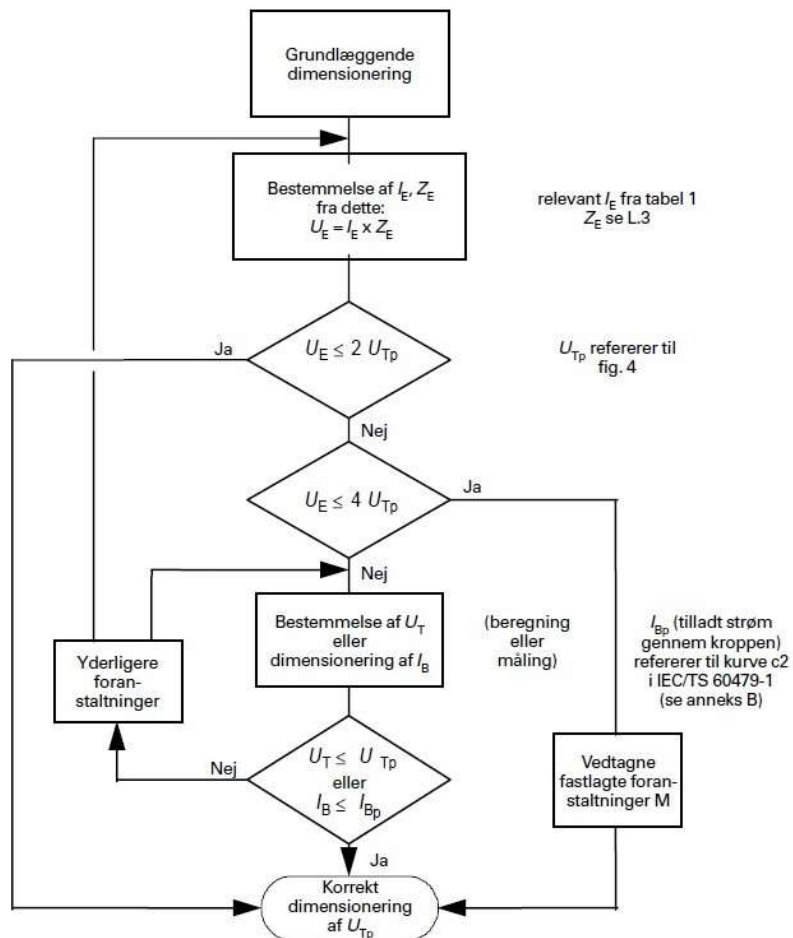
Ved de 20.000 A giver det et spændingsfald på 8000 V, dvs. 4 V pr. m. Da strømmen deles af i alt 4 stk. 95 mm², giver det maks. 1 V pr. m!

Fig 4 i 50522

ERNEL



© ERNEL.dk



Flowdiagram for basis- dimensionering DS 50522

Figur 5 – Dimensionering af jordingsanlæg, hvis det ikke er del af et globalt jordingsanlæg (C1 i 5.4.2 med hensyn til tilladelig berøringsspænding, U_{Tp} , ved kontrol af jordforbindelsen potentialstigninger U_E eller berøringsspændingen U_T

Nye termer for anlæg og elektriske installationer i stedet for; “jording og udligning”?

**Udligning og global
jording!
Ingen PEN-ledere!**

ERNEL



Tak for i dag!

Grounding!

Det er reference- og dermed potentialudligning, der er det vigtigste og som sikrer opnåelse af EMC og en optimal personbeskyttelse!

© ERNEL.dk