

Jordforbindelser? Potentialudligning! Fundamentsjord og "global jording" er fremtiden!

Artikel af; Ernst Boye Nielsen, ERNEL.dk, konsulent i elektrisk sikkerhed. Har arbejdet med området beskyttelse og sikkerhed i over 40 år, siddet i DS Normudvalg og deltaget i mange arbejdsgrupper omkring sikkerhed og beskyttelse.

Jordforbindelser, eller blot jording, i elektriske anlæg og installationer, har gennem tiden haft stor bevågenhed, og været årsag til mange lange akademiske diskussioner, ja nogle har endog påstået at det var en blanding af overtro og religion, men hvad er egentlig op og ned på dette udsagn?

Lad os starte med at slå fast, at jorden som klode, og som elektrisk "leder" og reference, **ikke** er til at komme uden om! Vi bevæger os rundt på jorden, bygger vores huse og elektriske anlæg, og på en eller anden måde har vi mere eller mindre elektrisk kontakt til jorden, så hvis vi får kontakt til et andet potentiale end det vi har naturligt via jorden, så kan det blive farligt og være af vital betydning for

mennesker eller dyr. Derfor har vi en lovgivning der stiller krav til sikkerheden i de elektriske anlæg og installationer og derfor burde vi sætte meget mere fokus på ledende konstruktioner der har naturlig kontakt med jorden og på potentialudligning, der sikrer samme potentiale i et område, end blot fokus på jordforbindelse!

Jorden som elektrisk leder:

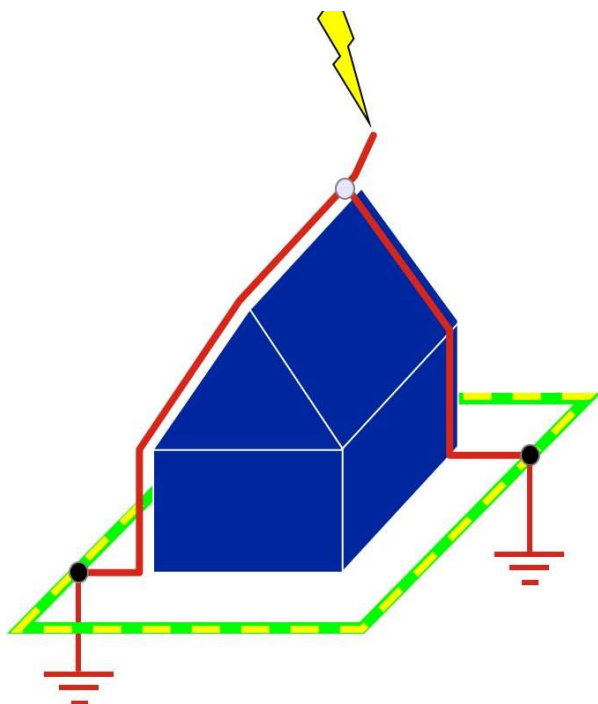
Som det fremgår senere i artiklen, kan vi slå fast at jorden, selv den bedst ledende del, er en dårlig elektrisk leder sammenlignet med de metalliske elektriske ledere! Faktisk har jorden over 1 million gange dårligere elektriske egenskaber end metalliske ledere. Det mest positive der kan siges, er at den har et enormt tværsnit!

Men af naturlige årsager har udviklingen været igennem mange faser!

Lidt historie:

I naturvidenskabens barndom, for 3-4 hundrede år siden, hvor bl.a. Benjamin Franklin begyndte at eksperimentere med elektricitet, blev man klar over at naturfænomenet lyn blot var gigantiske elektriske "gnister", mellem skyerne og jorden, hvor elektriciteten forsvandt ud i jorden. Med lynaflederens opfindelse ser vi første gang "jordingsanlæg"

Fig 1.

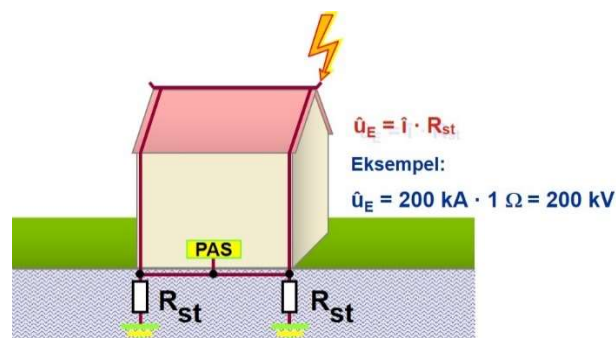


Ideen om, at lynbeskyttelsens effektivitet var afhængig af et "godt" jordingsanlæg blev almindelig, og det var opfattelsen at jordelektroderne skulle dybt ned i vandledende lag for at være effektive.

At et "godt" jordingsanlæg kunne påvirke lynstrømmen og mindske skaderne har desværre været en almindelig opfattelse, men det kan afvises!

Den virkende impedans har selvfølgelig betydning for det spændingspotentiale man får ved en lynstrøm i jorden, men da det selv ved lave impedanser alligevel bliver flere hundrede kilovolt, har det i praksis ikke den store betydning!

Fig 2.



Elektrisk sikkerhed i begyndelsen:

Da man begyndte at producere og anvende elektricitet samt distribuere det i begyndelsen af det 20. århundrede var sikkerheden og beskyttelsen mod farlige berøringsspændinger for personer og dyr meget simpel og, hvis den overhovedet blev udført, var den baseret på en "effektiv" jordforbindelse, hvor strømmen blev afbrudt af en smeltesikring. Det stillede krav til en lav overgangsmodstand, og sikringen måtte ikke være ret stor, hvis der skulle sikres afbrydelse. Ohms lov siger jo, at man ikke kan drive større strøm end modstanden og spændingen tillader! **Fig 3.**

$$\frac{U}{I \times R}$$

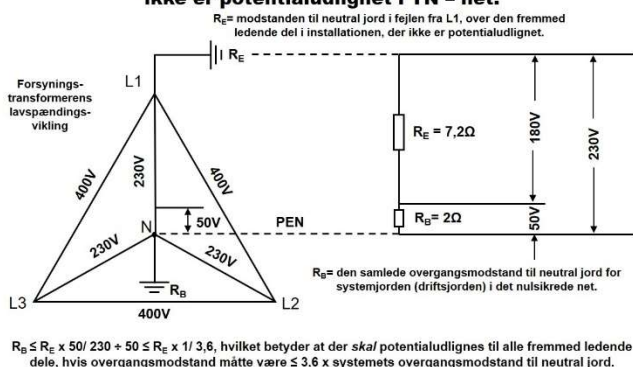
Ohms lov

Myndighederne kaldte beskyttelsen for "ekstrabeskyttelse", f.eks. ved direkte jording, og udarbejdede bestemmelser for, hvor der skulle "ekstrabeskyttes" og hvordan! Det var kun hjælpeapparater og brugsgenstande i særlige områder hos brugeren der skulle "ekstrabeskyttes". En anden måde at "ekstrabeskytte" på, var

ved "nulling". Det betød at man anvendte nullen gennem forsyningsnettet også som beskyttelses- og jordleder, en **PEN-leder**. Det sikrede en lavere fejlimpedans eller modstand i fejl kredsen, der gjorde det lettere at få sikringer til at udløse.

Der var specielle krav til udførelse af den kombinerede nul og beskyttelsesleder (**PEN**), og når der var tale om "nulsikre" forsyningsnet, skulle **PEN** jordforbindes regelmæssigt for luftledningsanlæg samt jordforbindes så mange steder som muligt, og ved hver forbruger skulle der udføres "potentialudligning", for at undgå potentialforskydning, der kunne give farlige berøringsspændinger hos andre forbrugere under fejl. **Fig 4.**

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



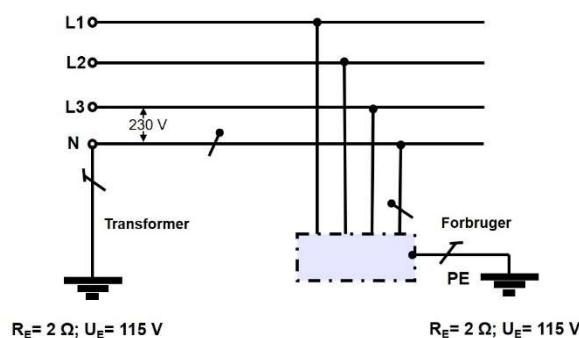
Da der var tvivl om, hvad "potentialudligningen" omfattede og mærkning af lederne, blev det stort set aldrig udført!

Det er vigtigt at slå fast at ved en jordfejl i et direkte jordet net, vil driftspændingen dele sig over de modstande der indgår i fejlstrømsvejen, ved forbrugeren samt over systemjorden ved forsyningstransformeren, uanset hvor lave disse modstande er, indtil afbrydelse finder sted.

Da man tillod en afbrydelsestid på 5 sek., var kravet til modstanden (overgangsmodstanden) ved en fejl ved forbrugeren relateret til en maks. berøringspænding på 48 V (den gang) og ved den strøm der fik sikringen til at bryde på 5 sek.. Det betød at ved en 6 A alm. sikring, hvor strømmen var 24 A ved en 5 sekunders udløsetid, måtte modstanden ikke være mere end **2 Ohm**. Det blev af ikke kendte årsager opfattet som den magiske grænse, og tillige som værende den "overgangsmodstand" der kunne accepteres og som opfyldte de fleste krav?

Men 2 Ohm kunne være én meget dyr løsning steder med meget høj specifik jordmodstand, og nogle steder kunne det slet ikke opnås, og inden for de tilladte 5 sekunder udløsetid kunne berøringspændingen blive langt over tilladte værdi!

Eksempel: Fig 5.



Hvis driftspændingen, hvor fejlen sker er 230 V og modstanden til jord er 2 Ohm ved forbrugeren og 2 Ohm ved transformeren, så vil spændingen dele sig og være 115 V begge steder. Dette ville være tilfældet selv om modstanden var endnu lavere. Ved 115 V og 2 Ohm kan man føre en strøm på 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 jordpotential stigninger (EPR) ("Earth Potential Rise") med reference til fejltiden. Man skal derfor kende fejlstrømmen og tiden for afbrydelse og ud fra de data, kan man så beregne og fastlægge kravet til "jordingen"; overgangsmodstanden, potentialudligningen og evt. potentialstyringen, herom senere.

PE-ledere skal fremføres i alle nye elektriske installationer, og der skal anvendes fejlstrøms afbrydere, i dag kaldet (RCD'er) eller maksimalafbrydere med fejlstrøms udkobling uanset systemjordingen, (driftjordingen). Det er udløsestrømmen og (Utp) den tilladelige berøringsspænding og tiden for afbrydelse, der er dimensionerende. Hvis udløsestrømmen er begrænset f.eks. 30 mA, (HPFI) eller (RDC) med maks. 70 ms udløsetid, er kravet til jordelektroden begrænset eks. 1666 Ohm.

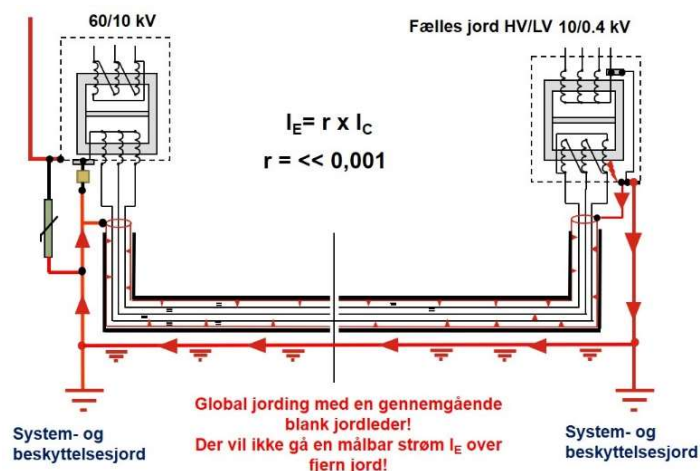
Før kabellægningen af højspændingsnettet var både 10 og 20 kV luftledninger fremført på landet uden jordtråde, og det betød at det udelukkende var jorden der var fejlstrømsvej, og derfor anvendte man såkaldte slukkespoler i stjernepunktet på systemjorden (driftsjorden), som begrænsede strømmen i den første jordfejl, så den i mange tilfælde slukkede af sig selv, deraf navnet "slukkespoler". Det farlige var, hvis man fik endnu en jordfejl i nettet samtidig og med geografisk afstand, så var det reelt en

kortslutningsstrøm gennem jorden, selvfølgelig begrænset af de modstande der var i fejlstederne. Der er eksempler på at det tog livet af husdyr i stalde der var placeret mellem fejlene, ligesom det kunne forårsage skader på elektriske installationer. I byerne anvendte man kabler, som var med blykappe og en båndarmering, de var meget sikre ved fejl og virkede som en udstrakt jordelektrode med lav modstand til jord.

I højspændings luftledningsnet er der i dag fremført skærmledere (jordtråde) og højspændingskabler har kabelskærme som er jordforbundet, og det betyder at kravet til jordforbindelsen er blevet væsentlig lempet, da det meste af fejlstrømmen ledes direkte tilbage til systemjordingspunktet, og ikke over neutral jord.

Global jording:

Hvis man fremfører en blank jordleder sammen med højspændingskablet, får man samme effekt som ved de såkaldte olie-papir blykabler, og det definerer man i standarder i dag som global jording, hvilket betyder at der går så lidt strøm gennem jorden at det er ufarligt for mennesker og dyr! Fig 6.

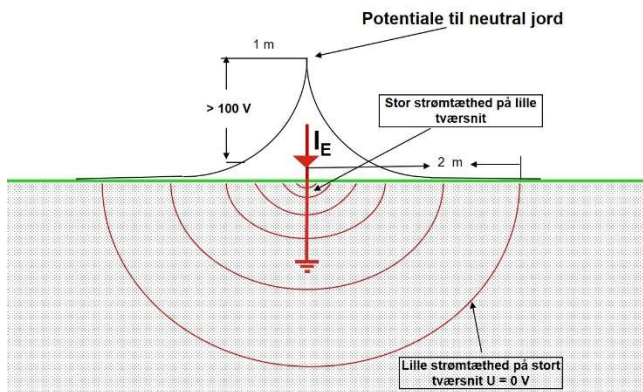


Den blanke jordleder beskytter også kablets kappe mod perforering ved lynpåvirkning!

Jording/udligning:

Tidligere, for bare 30 – 40 år siden anvendte man separate uafhængige jordforbindelser til forskellige elinstallationer og udstyr inden for samme installation. EDB-jord, elektronik-jord, funktions-jord og beskyttelses-jord, ja listen kunne blive lang. Formålet var at undgå interferens der kunne give, eller gav, forstyrrende elektrisk støj.

For mange år siden, havde man den opfattelse at der jo var udlignet gennem jorden, selv om jordelektroderne var fysisk adskilte. Ja, men jordens egenskaber som leder betyder, at lige så snart man er nogle få meter væk fra jordelektroden, er det ledende tværsnit så stort og strømtætheden så lille, at spændingen er tæt på nul! **Fig 7.**



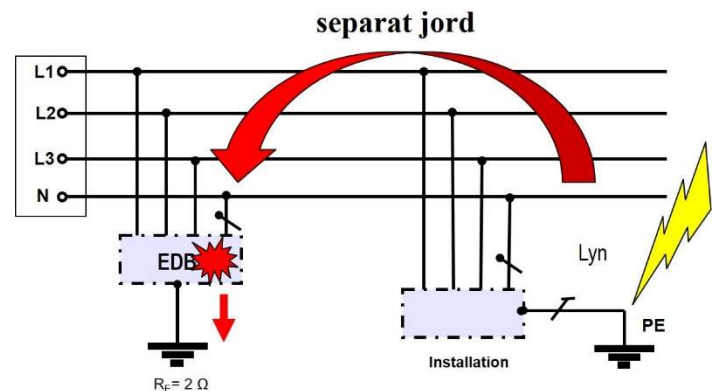
Jorden kan ikke anvendes som elektrisk potentialudligning!

EDB-jord!

I nogle tilfælde undgik man, eller undertrykte man elektrisk støj med en separat jordforbindelse, men man øgede dermed også risikoen for skader specielt ved jordfejl i

forsyningen og ved lynpåvirkninger. Ved lyn kunne det give meget store potentialforskelle mellem de systemer der var tilsluttet adskilte jordelektroder, og så blev de transiente strømme koblet gennem elektronikken over forsyningsnettet. Det tog livet af mange Edb-maskiner og små telefoncentraler!

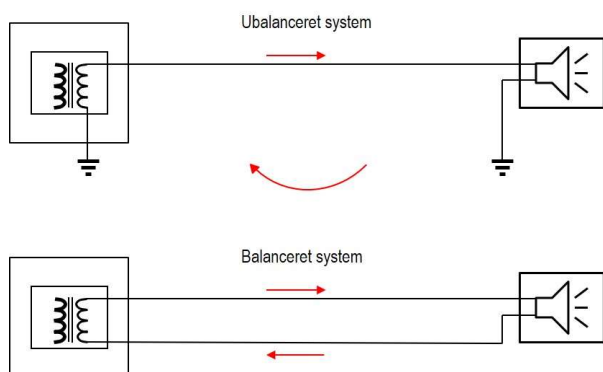
Kravet til en maks. 2 ohms separat jordelektrode for IBM's edb-anlæg var i øvrigt en misforstået oversættelse af de originale Amerikanske installationsanvisninger. I de originale anvisninger stod der at anlægget skulle tilsluttes en "separathed Earth lead with a maksimum resistans of 2 Ohm", hvilket kun betød at maskinen og anlægget skulle have en separat jordleder, som fra hovedjordskinnen og ud til anlægget ikke måtte forbindes til andet elektrisk udstyr, og at ledningsforbindelsen skulle have en modstand på maks. 2 Ohm. **Fig 8.**



Telefoni:

Telefonien var i starten et ubalanceret analogt system, hvilket betød at man brugte jorden som den ene strømvej. Det gav nogle store udfordringer omkring elektrisk støj, og systemet er da også med tiden og udviklingen blevet ændret til et balanceret 2-leader system, uafhængigt af jorden! Men af tradition blev man ved

at stille krav til separat jordelektrode til f.eks. små private telefoncentraler (PABC'er), så som 5 eller 10 Ohm? **Fig 9.**



I dag er de fleste analoge systemer udfaset til fordel for digitale systemer, som er lang mindre følsomme!

Forslag til nye installationsbestemmelser!

I 1989 blev et dansk forslag til nye bestemmelser for elektriske installationer udgivet, her blev potentialudligning i alle bygninger med installationer nævnt, samt krav til at; **hvis der var, eller kunne opstå samtidig berøring af udsatte ledende dele og fremmed ledende dele i en installation, så skulle disse af hensyn til personbeskyttelsen forbindes til samme jordingsanlæg.** Muligheden for at anvende armeringen i betonfundamenter blev også nævnt som noget forholdsvis nyt i Danmark!

IEC lynnorm!

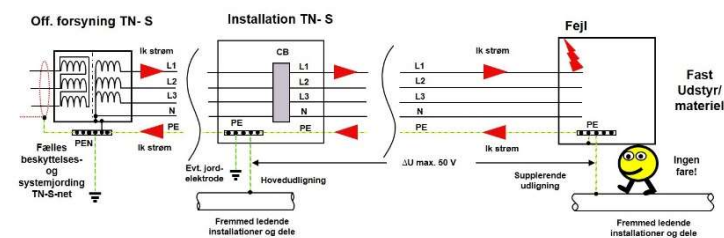
I 1990 blev den første IEC Standard for lynbeskyttelse publiceret, og selv om 10 ohm var nævnt som en anbefaling, så understreger normen, at udstrækningen og konfigurationen er vigtigere end modstanden! Som noget nyt nævnes fundamentsjorden som effektiv, man kunne alligevel ikke forhindre lynet i at benytte den!

I princippet vil en jordelektrode kun være effektiv over for lynstrøm i en vis dybde, ca. 5 m, lynstrømmen og det høje potentiale vil forårsage gennemslag i jorden og aldrig nå dybere jordlag.

Ny installationsbekendtgørelse!

I 1993 får vi nye

Installationsbestemmelser, og her er begrebet ekstrabeskyttelse erstattet med begrebet "beskyttelse mod indirekte berøring, og nu skulle alle forsyningsnet, installationer inklusive hoved-, gruppe-, og fordelingstavler være beskyttet mod indirekte berøring. Beskyttelsen kunne være forstærket eller dobbelt isolation eller jordforbindelse og anvendelse af fejlstrømsafbrydere (RCD'er). Kun for hovedstrømskredse tillod man en afbrydelsestid på op til 5 sekunder, forudsat at spændingsfaldet i beskyttelseslederen var maks. 50 V eller mindre. Hvis ikke, skulle der udføres supplerende potentialudligning. Fig 10.



Kun supplerende beskyttende udligning kan sikre mod farlig spænding indtil afbrydelse!

Bekendtgørelsen nævnte også for første gang muligheden for at anvende armering i betonfundamenter som jordelektrode, og det vakte et vist røre!

Fundamentsjord!

Der var rigtig mange diskussioner omkring fundamentsjord, der blev skrevet artikler der postulerede at dette ville føre til ødelagte betonfundamenter, men da

strømmen jo altid løber den nærmeste vej, blev konklusionen; **at tilsigtet forbindelse til og mellem armering i betonfundamenter, med sikkerhed gav mindre skader end de utilsigtede.**

Der findes i litteraturen eksempler på at lynstrøm har ødelagt et betonfundament eller betonkonstruktion, der var armeret, men det var netop, hvor der ikke var tilsigtet forbindelse til og mellem armeringen.

Potentialudligning!

Også kravet om potentialudligning, både hoved- og supplerende potentialudligning gav anledning til mange diskussioner, fordelene var indlysende, risikoen for stød under fejl blev reduceret, så mange virksomheder startede på at udføre potentialudligning, og det gik helt galt når der var ekstrabeskyttet ved "nulling". Et eksempel var en stor trykkerivirksomhed der fik rigtig mange problemer med nulstrømme der vagabonderede og gav problemer med elektronikken. De blev anbefalet at ændre til 5 leder med nul og PE-leader adskilt, og så forsvandt støjproblemerne som dug for solen!

Vindmøller!

I starten af vindmølleeventyret var der ingen krav til ekstrabeskyttelse eller jordforbindelse af de net-tilsluttede vindmøller, men da man begyndte at lynbeskytte, stillede man generelt et krav på maks. 10 Ohm. Det var dog på ingen måde nok til at sikre mod farlige berøringsspænding og afbrydelse ved fejl, så løsningen blev at man altid havde en beskyttelsesleder fremført sammen med kablet enten som en (PEN) eller som

en separat PE-leader, der også kunne ligge som en blank uisoleret leder sammen med kablet og dermed også virkede som jordelektrode og potentialstyring omkring kablet.

Da fundamenterne blev større og større, var det indlysende at anvende disse som jordelektrode, selv om der var en vis skepsis, men hvis man ser på størrelsen med op til 100 ton armering, så er det **vanvittigt** at bruge penge og resurser på supplerende jordelektroder. Fig 11.



Ved alle store vindmøller der tilsluttes højspændingsnettet i dag, fremfører man også en blank jordleder sammen med højspændingskablet, og denne virker parallelt med højspændingskablets skærm og sikrer en **"global"** jording. Ingen målbare fejlstrømme vil blive ført over neutral jord, men direkte tilbage til systemjordingen, uden at der vil være risiko for farlig berøringsspænding eller jordpotentialstigning (EPR)! Men lidt mere herom senere!

Store vindmøller har både højspænding lavspænding og elektronik inden for et begrænset område, så det er et glimrende bevis for at det sagtens kan fungere på

samme reference, og at man kan opnå EMC.

P&T/ Teledanmark/ Radio- og TV-transmission:

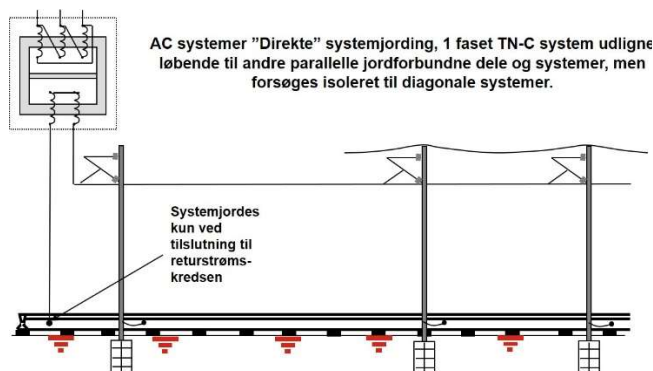
Radiokædetårne og TV sendemaster anvendte adskilte separate jordforbindelser, primært for at undgå uønsket støj, brum ved radiosignal modtagelse og striber som løb ned over TV-skærmen.

Det gav rigtig mange og omkostningstunge lynskader hvert år, så på et tidspunkt besluttede man at samle disse adskilte jordforbindelser i et stjernepunkt, og det viste sig at være uden de store problemer, når bare man holdt N-leder og PE-jordleder adskilt efter transformeren.

Sammen med overspændingsbeskyttelse betød det, at lyn skaderne faldt med over 80%!

Elektriske Baner!

Elektriske Baner er et specielt område, her er der tale om et rendyrket "NUL" sikret 1-faset system, forstået på den måde at man anvender skinnerne både som strøm returvej og som beskyttelsesleder. Fig 12.

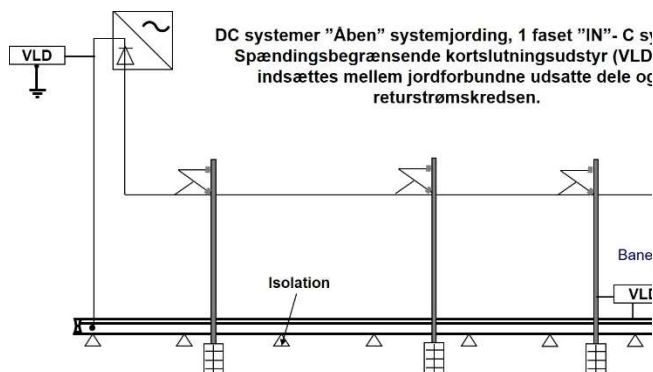


Dog er der forskel på baner der drives med vekselstrøm og baner der drives med jævnstrøm. Vekselstrøms

baneskiner jordforbinder man direkte, forstået på den måde at man forbinder skinner og returleder til masterne og parallelle nærførte fremmed ledende dele med passende afstand undervejs. Der er fastlagt krav til spændingsfald under drift i returstrømskredsen, og det spændingspotentiale skinnerne må antage under drift og ved fejl, derfor anvendes der kortslutningsbrydere der afbryder på millisekunder! Hovedreglen er at det er skinnerne der er system- og beskyttelsesjord. For at minimere vagabonderende returstrømme, må man ikke forbinde returstrømskredsen til jordingsanlæg for andre systemer uden for banen. Det skal sikre at skinnepotentialer er så tæt på jordpotentiale som muligt, og under de tilladte grænser! Der er flere parametre at skrue på for at reducere andelen af vagabonderende strømme; reducere modstanden i returkredsen (korte forsyningsstrækningen) anvende såkaldte "suge transformere", der tvinger en del af returstrømmen tilbage i returlederen.

Jævnstrømsbaner er ikke direkte jordet, men systemjordet som et åbent system, dvs. "isoleret" returstrømskreds (skinner).

Fig 13.



Man forsøger at holde skinnerne så isolerede som muligt, for at minimere andelen af vagabonderende returstrømme, som kan forårsage tæringsskader på parallelle metalliske konstruktioner. **Bemærk at skinnerne altid vil være resistivt forbundet til jordpotential.** Det betyder at skinnerne ikke må forbindes direkte til køreledningsmasterne eller til fremmed ledende dele med jordkontakt, der er parallelle og nærført til banen. Hvis der ikke løber strøm over neutral jord, vil skinnepotentialet antage jordpotential. Der er som for vekselstrømsbaner fastlagt krav til maks. spændingsfald i returstrømskredsen under drift og ved fejl. For at sikre hurtig afbrydelse ved fejl som f.eks. køreledningsbrud er der krav på at der indsættes specielle devises (VLD'er) der kortslutter, hvis spændingen mellem returstrømskredsen (skinnerne) og nærførte ledende dele bliver for høj. Ved køreledningsbrud skal det sikre at der er kortsluttet så der hurtigt kan afbrydes. Med jævnstrømsbaner kan man kun øge skinneisolationen eller reducere modstanden i returstrømskredsen, hvis man vil

reducere andelen af vagabonderende returstrøm!

For begge systemer kan man sige, at de er sikkerhedsuafhængige af overgangsmodstande til neutral jord. Alle ledende konstruktioner parallelt med banerne skal udlignes indbyrdes, uanset deres naturlige og ofte lave modstande til neutral jord. De konstruktioner og installationer der bringer et andet systems potentiale ind i de nærførte områder parallelt med banerne skal forsøges holdes isoleret fra de nærførte potentialer.

I henhold til den Europæiske normserie for elektriske baner DS/EN 50122-, skal personsikkerheden altid prioriteres før andre hensyn, ved projektering af sådanne baner. Især jævnstrømsbaner kan påføre tredje part betydelige tæringsskader og omkostninger, hvis vedligeholdelse og overvågning ikke er i top!

Afslutning og resume:

Vi skal fortsat have jordforbindelser, men fokus skal flyttes fra jordspyd med en lav overgangsmodstand til potentialudligning og anvendelse af fundamentsjord og ledende bygningskonstruktioner som jordingsanlæg! PEN- ledere bør undgås!

Boliger:

De fleste almindelige boliger, som enfamiliehuse skal have en aktiv jordforbindelse, men kravet om anvendelse af (RCD'er), stiller ikke det store krav til overgangsmodstand. Hvis man har armeret beton som er udlignet, eks. Betongulve, skal man ikke anvende et galvaniseret jordspyd

uden for bygningen, det vil hurtigt tære op, men man kunne bruge et stykke kobbertråd sammen med forsyningskablet eller et armeringsjern i stribefundamentet, så er man sikke på en virksom og korrosionsfast elektrode. Det vigtige er at jordforbindelsen bringes ud til de apparater der skal jordforbindes, dvs. at der anvendes de rigtige stik, der passer til de anvendte stikdåser.

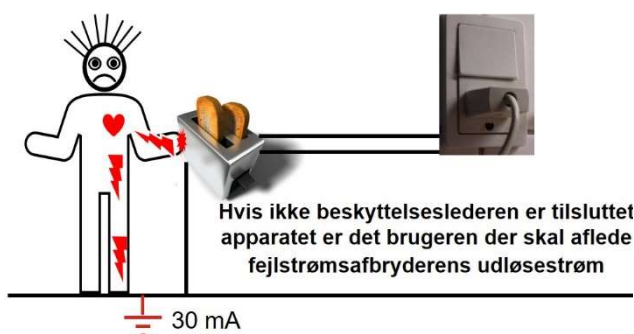
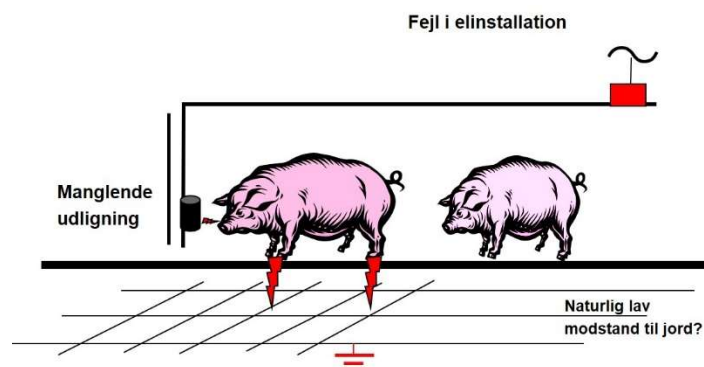


Fig 14. Ved større boliger i byer vil man ofte være forsynet direkte fra en transformer, og dermed tilsluttet transformers jord.

Forsyningselskabet kan ikke nægte dette, men de vi ofte kunne forlange at det skal være en 5 leder som jordforbindelse, og ikke en kombineret Nul og beskyttelsesleder; PEN-leder! I de nye standarder må man i øvrigt ikke anvende PEN-ledere efter første forsyningspunkt i installationer, ganske fornuftigt med henblik på at undgår elektrisk støj fra nulstrømme gennem konstruktioner m.v.! Det er anbefalet at man jordforbinder PE-leder så mange steder som muligt, og krav til potentialudligning sikrer at man får jordforbundet konstruktioner i bygningen.

Landbrug:

Mange Landbrug er i dag så store at de forsynes direkte fra egen eller offentlig transformer, og så er det nærliggende at anvende en jordingsleder som TN-S fra transformers systemjord. Det er dog meget vigtigt at man udfører en supplerende jord via bygnings-armering og konstruktioner. Specielt for landbrug med intensivt dyrehold er der i de nye standarder skærpede krav til potentialudligning, også omfattende armerings indstøbt i præfærdige betonelementer. Fig 15.



Ser man lidt logisk på det, så er det indlysende at anvende potentialudligning og fundamentsjord. Der bygges i dag ikke uden anvendelse armerede betonkonstruktioner, og disse er ofte i særdeles god kontakt med neutral jord. Det kan have stor betydning for dyrevelfærd og fejlfri funktion af følsomt udstyr i staldene. Hvis man også ønsker at beskytte følsomt udstyr mod overspændinger forårsaget af lynpåvirkning, er det af afgørende betydning at man har kort forbindelse til gennemgående potentialudligning og udført fundamentsjord, modstanden til neutral jord spiller i denne forbindelse ingen rolle!

Industri:

I industribyggeri er der ofte omfattende og udstrakte fremmed ledende konstruktioner og installationer samt fundamenter og betonkonstruktioner, hvor man kan opnå en naturlig lav impedans i forhold til neutral jord. Selv om det ikke er et krav at der skal udføres en jordelektrode, hvis man er tilsluttet transformerens jord, er det anbefalet at man forbinder PEN- eller PE-ledere til jord så mange steder som muligt, og det vil være naturligt at udføre fundamentsjord sammen med potentialudligning både til fremmed ledende dele og installationer samt til armering i betonkonstruktioner. Det kan have afgørende betydning for personsikkerheden og fejlfri funktion at det elektriske udstyr, som nævnt for Landbrug!

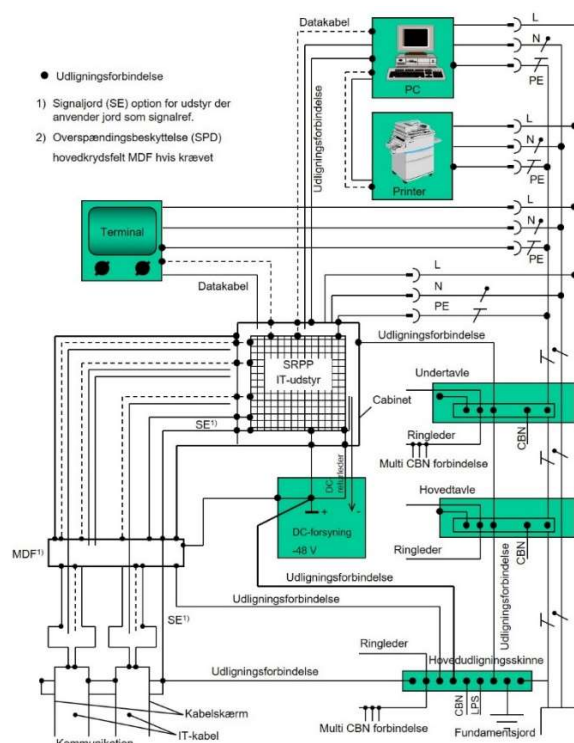
Elforsyning og distribution:

For anlæg, hvor spændingen er over 1000 V ac og 1500 V dc er der også bekendtgørelser og standarder der fastlægger kravene til personbeskyttelse (beskyttelse mod farlige berøringsspændinger) og her nævnes og defineres den tidligere nævnte "globale jord". Definitionen i standarden er lidt ulden, men i princippet er den meget enkel, man forbinder alle dele af anlægget med beskyttelsesledere på en sådan måde, at der ingen steder, fra den tilsluttede brugsgenstand og tilbage i forsyningsnettet, opstår berøringsspændinger eller jordpotentialestigninger der er farlige. Mange elselskaber har i forbindelse med kabellægningen af 10 og 20 kV brugt de nedtagne luftledninger og lagt dem parallelt med

højspændingskablet. De opfylder dermed betingelser for "global jord" og alle krav er opfyldt. En simpel beregning kan dokumentere at selv jordfejl nr. 2, som er en kortslutning kan håndteres uden personrisiko. I mange egne af verden, er det på grund af jordforholdene, den eneste metode der kan anvendes og der er mange penge at spare!

Potentialudligning! Fundamentsjord og global jording er fremtiden!

Det kan varmt anbefales at anskaffe standarden DS/EN 50310-2016, (*Potentialudligningsnetværk til telekommunikationssystemer i bygninger og andre konstruktioner*) som er udarbejdet af en organisation der udspringer fra tele og IT-branchen, den beskriver glimrende betydningen af **POTENTIALUDLIGNING!** Fig 16.



Ernst Boye Nielsen d. 21.02.2019