



## ELRÅD MEDDELELSE

## Installationer nr. 11/94

ELEKTRICITETSRÅDET, Gothersgade 160, 1123 København K Tlf. 3311 65 82 Fax 3391 1950

21. juni 1994

**Udligningsforbindelser.****1. Indledning.**

Ifølge 413.1.2.1 i Stærkstrømsbekendtgørelsen "Elektriske installationer" skal der i enhver bygning udføres en **hovedudligningsforbindelse**. Der skal desuden udføres **lokale supplerende udligningsforbindelser** i badeområder (kap.705), ved svømmebassiner (kap.706), i rum for husdyr (kap.708) og i visse tilfælde i snævre ledende rum (kap.709).

I eksplosionsfarlige områder zone 1 og 10 (kap.704) og i sprængstofrum (kap.715) er der desuden krav om potentialudligning for at undgå gnistdannelse, men disse udligningsforbindelser er ikke omtalt i det følgende.

Herudover er der krav om **supplerende udligningsforbindelser**, hvis betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen ikke kan opfyldes, f.eks. fordi udløsetiden bliver for lang (413.1.2.2).

Formålet med disse udligningsforbindelser er at formindske de berøringsspændinger, der kan opstå ved en fejl i installationen (eller i forsyningen, hvis der er anvendt TN-system). Virkemåden er beskrevet i bilaget sidst i denne Elråd-meddelelse.

**2. Fortolkning af bestemmelsen om hovedudligningsforbindelse.**

2.1 Ifølge 413.1.2.1 skal følgende ledende dele forbindes til hovedudligningsforbindelsen:

- Beskyttelsesledere.
- Jordleder eller hovedjordklemme.
- Jordingsanlæg for lynbeskyttelse.
- Rørledninger, f.eks. for gas og vand.
- Varme- og ventilationssystemer.
- Gennemgående bygningsdele af metal (herunder armeringsjern i betonkonstruktioner, hvor det er praktisk gennemførligt).

2.2 Det sidste punkt om de gennemgående bygningsdele af metal har medført mange spørgsmål om, hvornår en bygningsdel skal betragtes som gennemgående. Gælder det f.eks. betonelementer ved elementbyggeri, trapper eller trappegelændere af metal, vinduespartier og facadebeklædninger af metal osv.

I mange tilfælde vil det være urimeligt at skulle tilslutte den slags bygningsdele til hovedudligningsforbindelsen.

*Elektricitetsrådet har derfor besluttet at fortolke bestemmelsen, så der fremover **ikke er krav** om, at de gennemgående bygningsdele af metal skal forbindes til hovedudligningsforbindelsen.*

Selv om det altså ikke er krævet, anbefales det dog at tilslutte gennemgående bygningsdele til hovedudligningsforbindelsen, hvis de kan forventes at antage et jordpotentiale, der er forskelligt fra det potentiale, som hovedudligningsforbindelsen kan antage under fejlforhold. F.eks. anbefales det at forbinde søjler af metal eller af armeret beton til hovedudligningsforbindelsen, hvis de er anbragt direkte i jord eller på et fundament, som ikke selv er forbundet til hovedudligningsforbindelsen. Er fundamentet derimod forbundet til hovedudligningsforbindelsen - f.eks. fordi det bliver brugt som jordelektrode - er det unødvendigt at tilslutte selve søjlerne.

### 3. Fortolkninger vedrørende supplerende udligningsforbindelser.

- 3.1 *Supplerende udligningsforbindelser* **skal** forbinde alle fremmede ledende dele og alle udsatte dele, som **kan** berøres samtidigt (se 413.1.6).

Udligningsforbindelserne skal normalt udføres i eller umiddelbart ved det pågældende område, og de skal forbindes til beskyttelseslederne for alt elektrisk materiel i området, herunder også til beskyttelsesledere til stikkontakter.

- 3.2 Hvis alt materiel forsynes fra den samme gruppetavle, og ingen gruppeledning er længere end 10 m, behøver de enkelte beskyttelsesledere dog ikke at blive forbundet til udligningsforbindelsen direkte i eller umiddelbart ved det pågældende område. I så fald anses sammenkoblingen af beskyttelseslederne i gruppetavlen for tilstrækkelig, og udligningsforbindelserne fra de fremmede ledende dele kan da tilsluttes til en eller flere beskyttelsesledere i det pågældende område eller til beskyttelseslederklemmen i gruppetavlen.

- 3.3 *I badeområder og i områder med svømmebassiner* er de ledende dele, der skal tilsluttes den lokale supplerende udligningsforbindelse, begrænset til metalliske gas-, vand-, varme- og afløbsrør samt ventilationskanaler og metalindlæg i ikke-isolerende gulve (se 705.413.1.6 og 706.413.1.6).

Om et gulv skal betragtes som ikke-isolerende, afhænger i praksis af, om der er metalindlæg i gulvet. Er der metalindlæg (f.eks. armering) i selve gulvet, eller er det udstøbt oven på f.eks. et armeret betondæk, skal det altid betragtes som ikke-isolerende, og armeringen eller et udlagt metalnet skal derfor forbindes til udligningsforbindelsen.

Er der derimod ikke metalindlæg i gulvet eller i den flade, gulvet er anbragt på, kan det betragtes som isolerende, og det behøver ikke tilsluttes udligningsforbindelsen.

- 3.3.1 *Specielt for badeområder i enfamiliehuse* gælder, at den lokale supplerende udligningsforbindelse kan udgøres af husets hovedudligningsforbindelse, forudsat denne omfatter de ledende dele i badeområdet, der er anført i 705.413.1.6, herunder metalindlæg i ikke-isolerende gulve.
- 3.3.2 *Ved renovering af badeværelser eller indretning af nye badeværelser* i eksisterende bygninger skal der udføres lokale supplerende udligningsforbindelser efter 705.413.1.6.

For boliger opført før 1. april 1975 gælder kravet om lokale supplerende udligningsforbindelser dog kun, hvis der er fremført beskyttelsesleder til installationen i badeværelset.

Ifølge 701.471.2 er det tilladt at udelade beskyttelsesleder i boliger opført før 1. april 1975, hvis installationen er beskyttet med HPFI-afbryder. Det gælder også ved renovering eller indretning af nye badeværelser i disse boliger.

I de tilfælde, hvor der derfor ikke er fremført beskyttelsesleder til installationen i badeværelset, bortfalder kravet i 705.413.1.6 om lokale supplerende udligningsforbindelser, idet der ikke findes nogen beskyttelsesleder at forbinde de ledende dele med. Det anbefales dog, at der alligevel udføres en udligningsforbindelse mellem de ledende dele, der er anført i 705.413.1.6.

#### **4. Udførelse og ansvar.**

Udligningsforbindelser skal normalt udføres af elinstallatøren, som også er ansvarlig for, at forbindelserne er rigtigt udført, og at der er gennemgående elektrisk forbindelse.

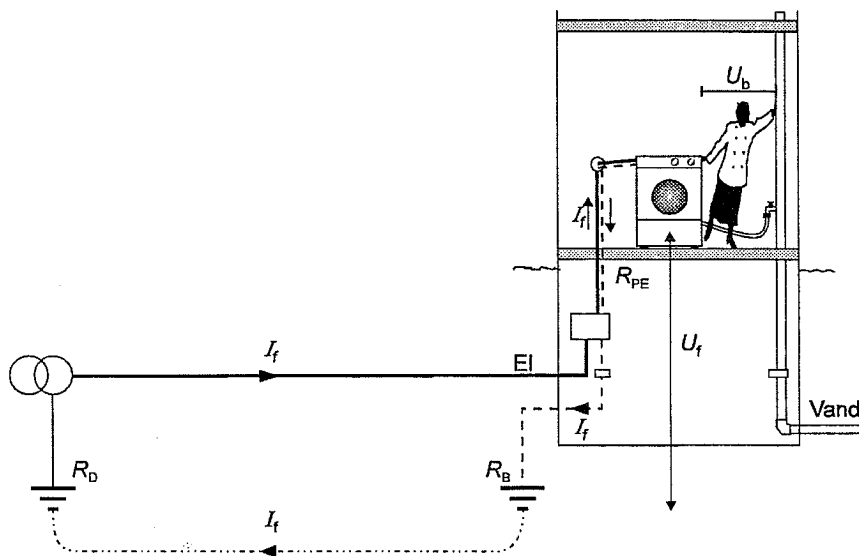
Der kan dog være tilfælde, hvor en del af udligningsforbindelsen udføres af andre entreprenører. Det gælder f.eks., hvor armeringsjern i betonkonstruktioner skal tilsluttes hovedudligningsforbindelsen, eller hvor metalindlægget i ikke-isolerende gulve udgøres af armeringsjern i dækket. I disse tilfælde må det sikres gennem en nøje beskrivelse af udførelseskravene under støbeentreprisen, at armeringsjernen er forbundet indbyrdes, og at der findes egnede tilslutningssteder for elinstallatørens tilslutning af udligningsforbindelserne. Elinstallatøren er her kun ansvarlig for tilslutningen i de anviste tilslutningssteder.

## BILAG

## Virkemåden af udligningsforbindelser.

Virkemåden af en udligningsforbindelse kan bedst illustreres med følgende eksempel.

I figur 1 er der vist en installation, hvor der ikke er udført udligningsforbindelse. Installationen indeholder en vaskemaskine, som er beskyttet mod indirekte berøring ved automatisk afbrydelse af forsyningen. Beskyttelseslederen er tilsluttet en lokal beskyttende jordelektrode, dvs. at der er anvendt TT-system. Ved en isolationsfejl i vaskemaskinen vil der løbe en fejlstrøm  $I_f$  til jord gennem den beskyttende jordelektrode. Fejlstrømmens størrelse vil afhænge af den samlede impedans i fejlsøjlen bestående af transformestationens jordelektrode, transformeren, den fejlramte faseleder, beskyttelseslederen og den beskyttende jordelektrode, samt en eventuel impedans i fejlstedet.



Figur 1

Her er  $R_B$  overgangsmodstanden til neutral jord for den beskyttende jordelektrode (typisk værdi fra 1  $\Omega$  ved god jordforbindelse til 1600  $\Omega$  ved HFI-beskyttelse)

$R_D$  overgangsmodstanden til neutral jord for transformeringens driftsmæssige jordelektrode (typisk værdi fra 1 til 10  $\Omega$ )

$R_{PE}$  modstanden i beskyttelseslederen mellem vaskemaskine og hovedjordklemme (typisk værdi 0,1  $\Omega$ )

- $I_f$  fejlstrømmen
- $U_f$  fejlspændingen, dvs. spændingen på vaskemaskinens stel i forhold til neutral jord indtil den automatiske afbrydelse af forsyningen har fundet sted.
- $U_b$  berøringsspændingen, dvs. spændingen mellem vaskemaskinens stel og fremmede ledende dele, som kan berøres samtidig med dette.

Der kan desuden optræde en modstand  $R_F$  i selve fejlstedet på typisk 0 til 5  $\Omega$ .

Ved beregning af fejlstrømmen kan man se bort fra impedansen i transformeren, i den fejlramte fase og i beskyttelseslederen, da disse impedanser er meget mindre end  $R_B$ ,  $R_D$  og  $R_F$ . Fejlstrømmens størrelse kan derfor tilnærmelsesvis bestemmes som

$$I_f = \frac{U_0}{R_B + R_D + R_F} = \frac{230}{R_B + R_D + R_F}$$

Afhængig af de aktuelle værdier for modstandene kan  $I_f$  variere mellem 0,14 A (for  $R_B = 1600$ ,  $R_D = 10$  og  $R_F = 5 \Omega$ ) og 115 A (for  $R_B = 1$ ,  $R_D = 1$  og  $R_F = 0 \Omega$ ).

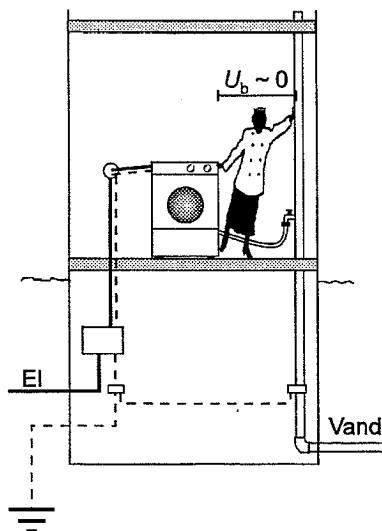
Når der ikke er udført udligningsforbindelse, vil man blive udsat for en berøringsspænding  $U_b$  svarende til fejlspændingen  $U_f$ , hvis man samtidig kan berøre vaskemaskinen og en fremmed ledende del med god forbindelse til jord, f.eks. et vandrør som vist i figur 1. Fejlspændingen  $U_f$  er lig med produktet af fejlstrømmen  $I_f$  og summen af den beskyttende jordelektrodes overgangsmodstand  $R_B$  og modstanden i beskyttelseslederen  $R_{PE}$ . Det vil sige, at

$$U_b = U_f = I_f \cdot (R_B + R_{PE}) = 230 \cdot \frac{R_B + R_{PE}}{R_B + R_D + R_F}$$

Berøringsspændingen  $U_b$  afhænger således af størrelsesforholdet mellem de forskellige modstande i fejlsløjfen. Hvis den beskyttende jordelektrodes overgangsmodstand  $R_B$  er stor i forhold til de øvrige modstande, kan berøringsspændingen blive helt op til 230 V. Er  $R_B$  lille i forhold til de øvrige modstande, vil berøringsspændingen blive væsentlig lavere.

F.eks. bliver  $U_b$  større end 200 V, hvis  $R_B$  overstiger 100  $\Omega$ , som det kan være tilfældet, hvor der bruges HFI-beskyttelse. Og selv ved lave værdier for  $R_B$  kan berøringsspændingen blive høj. F.eks. bliver  $U_b = 84$  V, hvis  $R_B = 1$ ,  $R_D = 1$ ,  $R_{PE} = 0,1$  og  $R_F = 1 \Omega$ .

Under normale forhold er de berøringsspændinger, der kan optræde i et TT-system uden udligningsforbindelser, ikke farlige, idet forsyningen til den fejlramte del automatisk vil blive afbrudt inden for en meget kort tid, hvis berøringsspændingen overstiger 50 V - det sikrer betingelsen i 413.1.4.2. De kan dog medføre nogle højst ubehagelige elektriske chok, og det er for at imødegå dette, at der kræves hovedudligningsforbindelse. Er der derimod tale om særlige forhold, som f.eks. i badeområder eller ved svømmebassiner, hvor personer er våde, kan selv en relativ lav berøringsspænding være farlig, og det er grunden til, at der kræves supplerende udligningsforbindelser.



Figur 2

Figur 2 viser den samme installation som figur 1, men der er nu lavet en udligningsforbindelse mellem hovedjordklemmen og vandrøret. Ser man bort fra, at fejlstrømmen kan stige, fordi  $R_B$  nu bliver parallelkoblet med vandrørets overgangsmodstand til neutral jord, så vil berøringsspændingen udelukkende blive bestemt ved spændingsfaldet i beskyttelseslederen mellem vaskemaskinen og hovedjordklemmen. Det vil sige, at

$$U_b = I_f \cdot R_{PE} = 230 \cdot \frac{R_{PE}}{R_B + R_D + R_F}$$

Herved bliver berøringsspændingen meget lav. Med  $R_{PE} = 0,1 \Omega$  vil  $U_b$  ligge mellem 11,5 V (for  $R_B = 1$ ,  $R_D = 1$  og  $R_F = 0 \Omega$ ) og 0,01 V (for  $R_B = 1600$ ,  $R_D = 10$  og  $R_F = 5 \Omega$ ).

Dette viser tydeligt formålet med at anvende udligningsforbindelser i et TT-system.

Hvis der i stedet for TT-system er anvendt TN-system (nulling), vil en udligningsforbindelse have samme virkning over for en fejl i installationen, som angivet foran for et TT-system. Samtidig sikrer den, at den fejlspænding, der kan optræde på forsyningsnettets beskyttelsesleder (eller PEN-leder) ved en fejl på forsyningsiden, ikke medfører en farlig berøringsspænding inde i installationen.