

Jordingsystemer...

Systemjording...

TT-, TN og IT-systemer...

Beskyttende potentialudligning...

Hovedudligningsforbindelse...



En af de vigtigste sikkerhedselementer i de elektriske systemer er vores jordingsystemer.

Jordingsystemer er til for at sikre brugerne af installation mod stød, hvis der skulle opstå en fejl.

Derved er det en del af beskyttelsen mod indirekte berøring.

Der findes forskellige jordingsystemer, der har hver deres egenskaber.

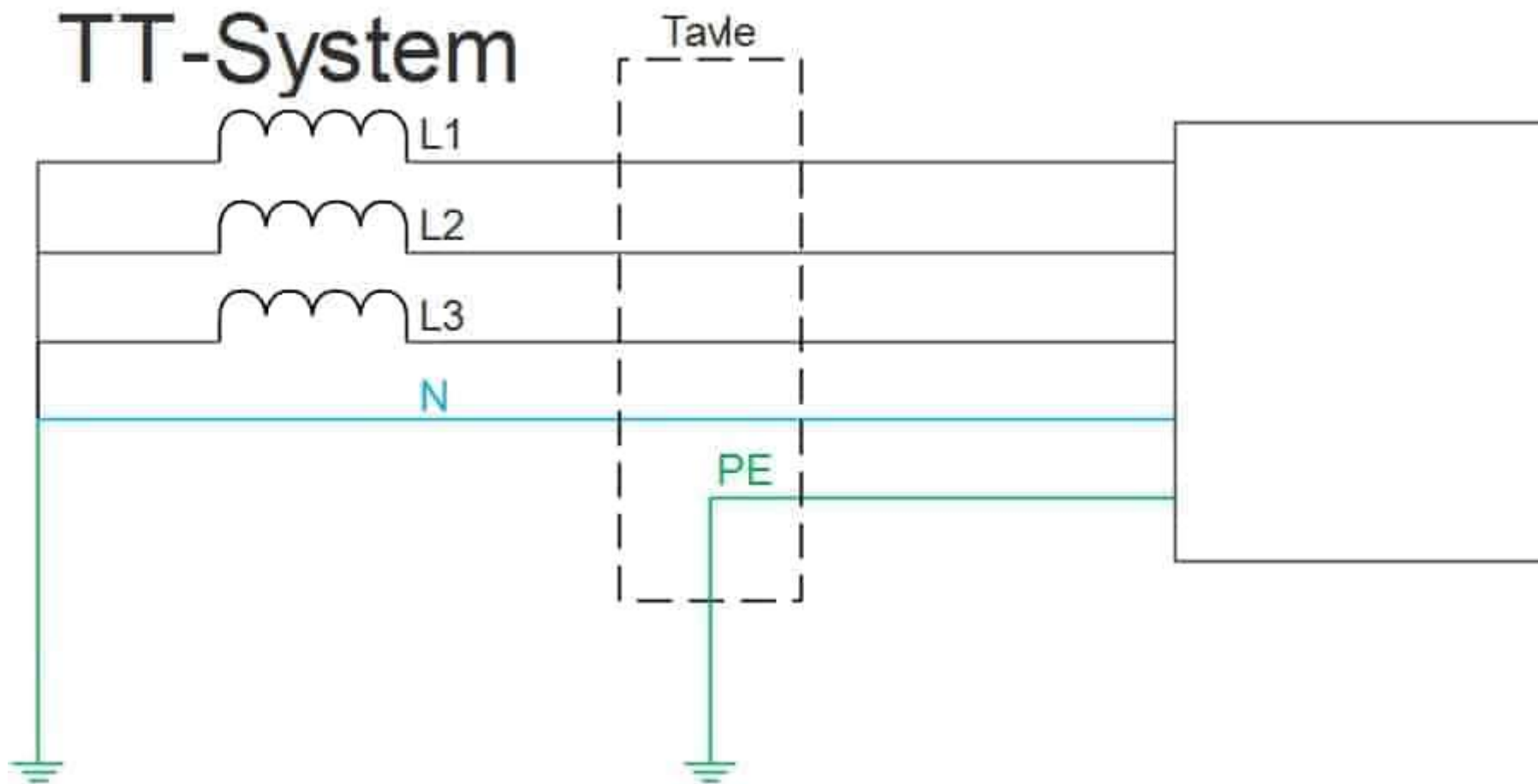
De anvendes i hver deres situation afhængig af opgaven.

Vi prøver her at se på opbygning og virkemåde af de forskellige systemer.

TT-system er det mest anvendte jordingsystem, og anvendes i det fleste husinstallationer og små industrielle installationer.

Det er opbygget således at installation har et jordspyd, der er koblet til alle beskyttelsesleder i din installation.

Samtidig er der i transformeren etableret et jordspyd, der har forbindelse til transformerens nulpunkt.



Det betyder at installationens nul og PE leder stort set har samme potentiale. Under normal drift, bør der ikke ledes en strøm igennem PE lederen, og derfor er summen af den strøm der går til installationen lig med den strøm der forlader installation.

For at der kan løbe en strøm, skal der være et lukket kredsløb. Dette opnås igennem jorden på følgende måde:

Sker der en fejl på en brugsgenstand så der opstår en afledning, vil strømmen ledes igennem beskyttelseslederen videre til tavlen, og igen videre via jordlederen til jordspydnet og igen videre gennem jorden til transformerens jordspyd for derfra at ende i dens transformerens nulpunkt.

Da modstanden i jorden ofte vil være høj, ville dette ikke medføre en udkobling af installationen inden for den maksimale tid som er angivet i DS/HD 60364 tabel 41.1 (*0,2 sekunder ved 230VAC fase-nul spænding*), med almindelige sikringer.

Derfor er det nødvendigt ved TT-systemet, at der installeres et fejlstrømsrelæ (RCD)

Er der en afvigelse, skal den koble systemet ud.

TN-System er et jordingsystem, der anvendes mest i industrien.

Her etableres ikke et jordspyd i installationen, men man anvender en leder, til fejlstrømme.

Alt efter typen af TN-system, anvendes enten nullederen eller en beskyttelsesleder (PE-lederen).

Et TN-system har samme formål som et TT-system – nemlig at lede fejlstrømme væk, så brugeren af installationen ikke udsættes for fare.

TN-System findes i forskellige kombinationer, og er opbygget på forskellige måder.

Der er overordnet to forskellige TN-systemer, som så kan kombineres. Et TN-S og et TN-C som så kan kombineres til et TN-C-S.

TN-S er et TN-system hvor nul og PE lederen er separeret.

Det betyder, at der er en PE og nul leder med helt fra transformeren frem til forbrugsgenstanden. Fordelen ved dette system, er at du har adskilt beskyttelses fra din nul leder. Ulempen kan være at det er dyrere at etablere et 5-leder frem for et 4-leder kabel.

Det har ikke den store betydning ved små kabler,

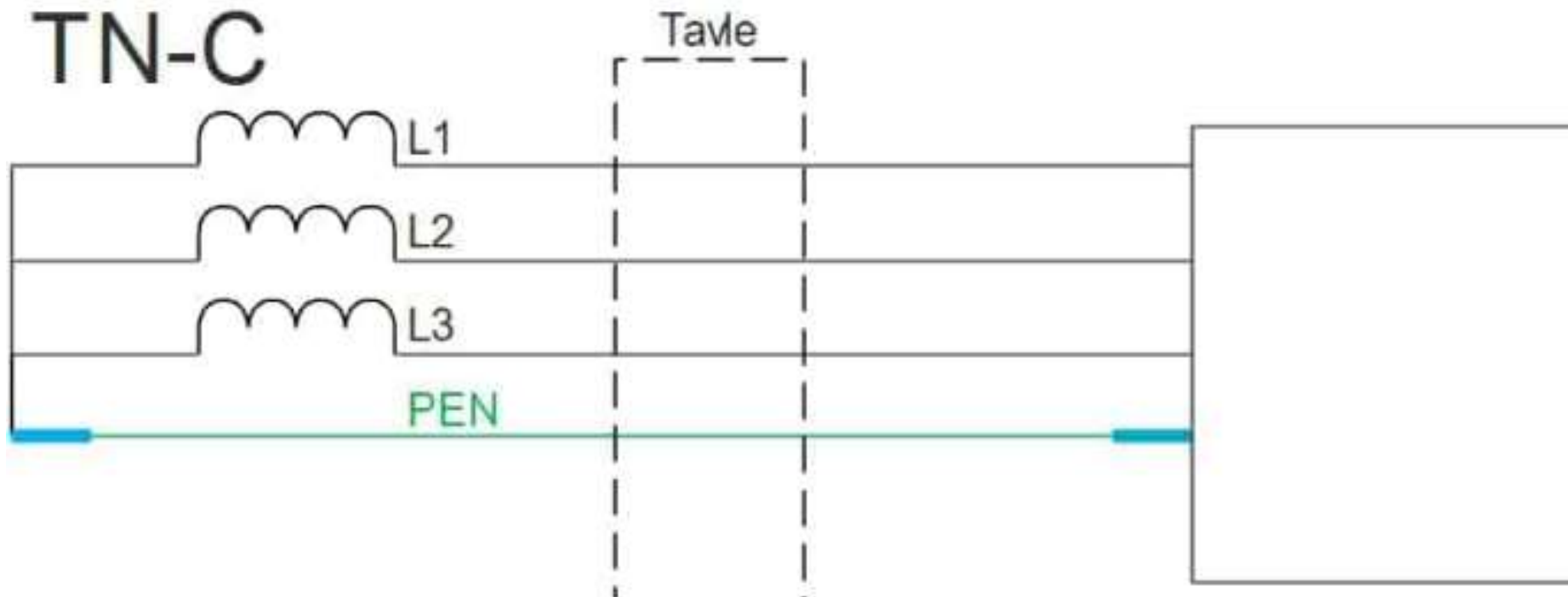
men kommer vi op i de støre kvadrater, har det en anden pris.



TN-C er et TN-system, hvor nul og PE lederen er kombineret hele vejen igennem installationen.

Lederen kaldes i dette tilfælde en PEN-leder Dette ses ikke så ofte, da vi gerne vil have en separat beskyttelsesleder.

I SB6, var det et krav, at nul og PE lederen blev opdelt ved første tavle, og derfor er denne type af TN-installation ikke anvendt meget i Danmark.

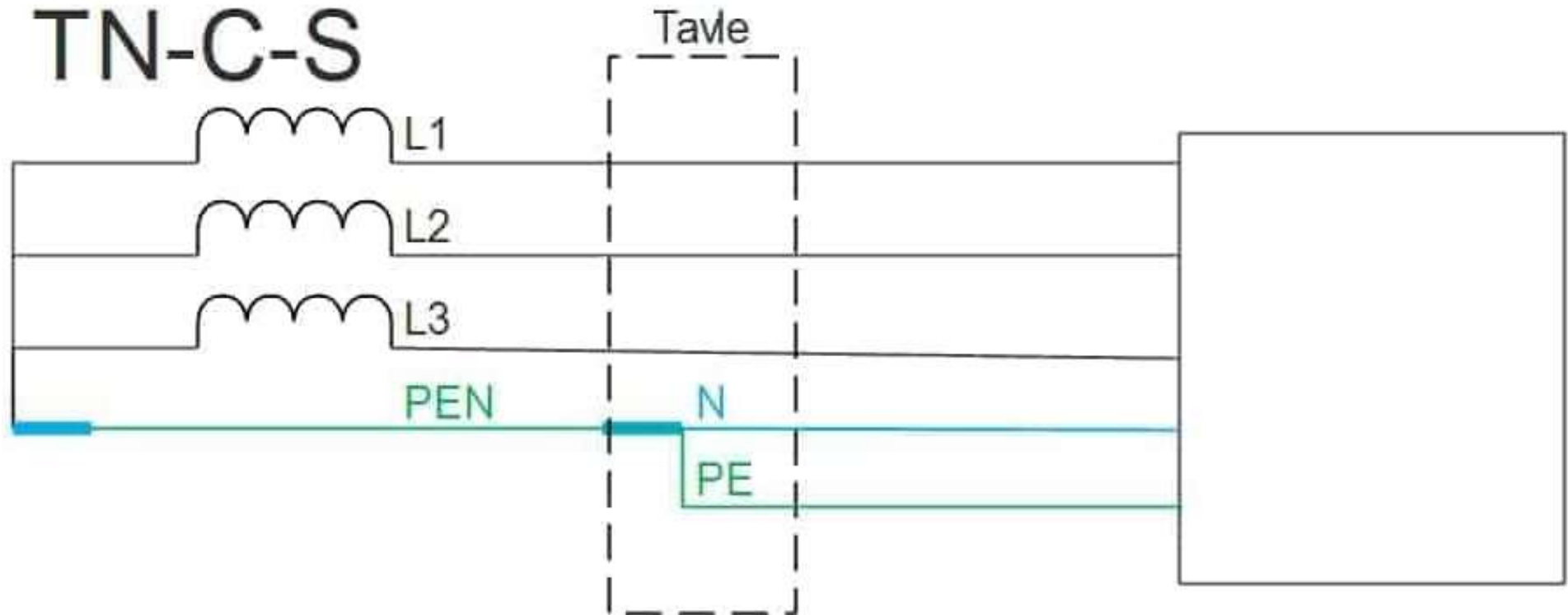


TN-C-S er så en kombination af de overstående TN-C og TN-S.

Her er en del af installationen med en PEN-leder der er en kombineret PE og nul leder.

Den bliver splittet, hvilket ofte sker ved den første fordelingstavle. Herefter har PE og nul lederen hver deres leder.

Normalt føres PEN lederen op i jordklemmen, hvor efter den føres til nul lederen. Dette gøres for at sikre sikkerheden, at hvis den mister forbindelsen i nulklemmen, så ville hele beskyttelsesdelen ryge.



Det sidste system er IT-System, der er et lidt anderledes jordingsystem.

Fordelen ved et IT-jordingsystem er, at installationen accepterer en fejl, og først vil koble ud ved fejl nummer to.

Derfor er IT-system anvendt på kritiske steder hvor der kræves stor forsyningsikkerhed, som på sygehuse og skibe hvor det ved en fejl, kan have konsekvens for driften.

Opstår der en fejl på en IT-system, skal et overvågningssystem advare om fejlen, og fejlen skal udbedres hurtigst muligt.

Ofte er IT-systemer opbygget med en impedans i transformerens jordspyd, der skal sikre, at fejlstrømme er så lave, at de ikke udkobler beskyttelsesudstyret.

Impedansen har det formål at dæmpe evt. støj.

IT-systemet kan også være opbygget uden denne impedans.

Sker der en fejl i et IT-system, afledes fejlen til PE-lederen i installationen. Da impedansen har en høj værdi, vil fejlstrømmen være lille grundet Ohms lov.

Derfor vil beskyttelsesudstyret ikke koble ud.

Sker der endnu en fejl på en anden fase, vil der dannes et lukket kredsløb mellem to faser, og en

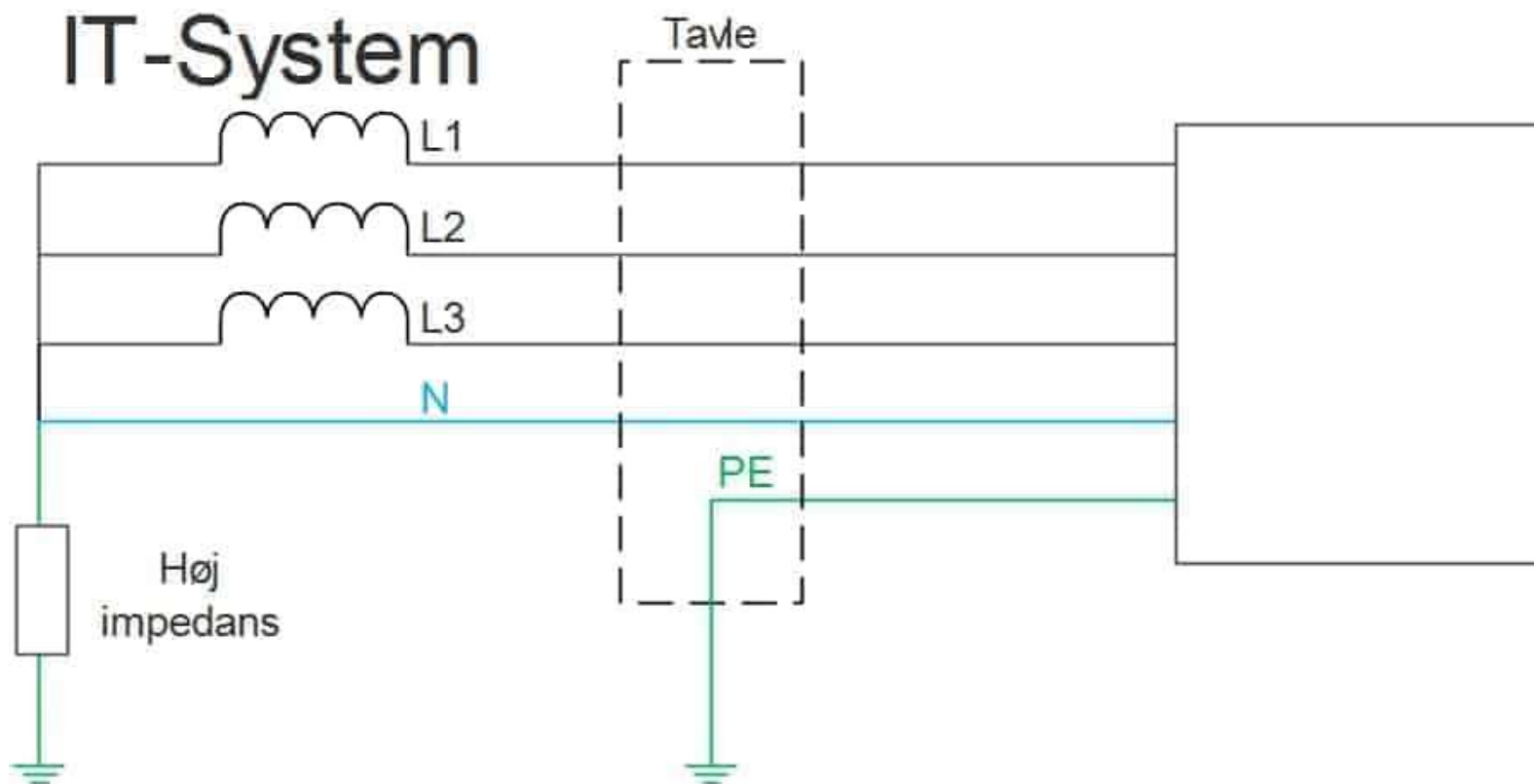
kortslutning vil finde sted.

Derved udkobler beskyttelsesudstyret.

Ved den første fejl vil beskyttelseslederen og de andre metalliske dele af installationen have samme potentiale som en af faserne.

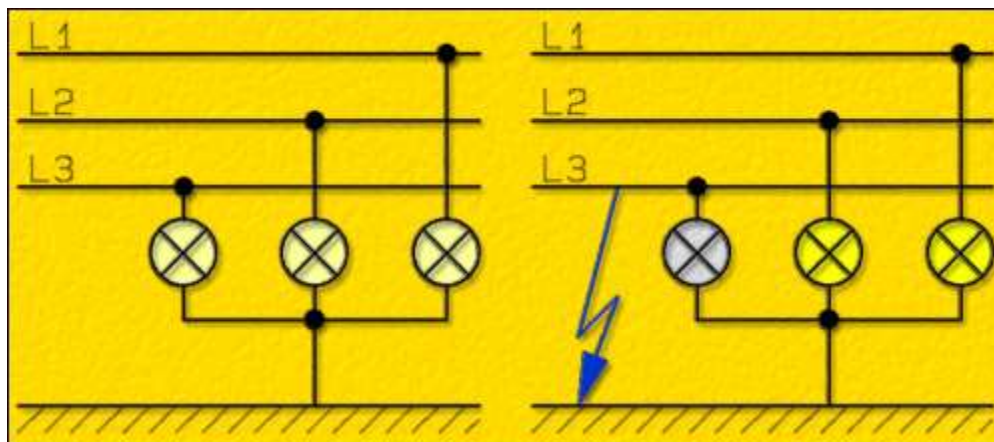
Derfor er det vigtig, at et IT-system er udlignet korrekt, da vi ellers vil risikere en spændingsforskel

mellem brugsgenstandene og metalliske / ledende dele, hvilket kan resultere i elektriske stød.



Som nævnt tidligere skal der ved IT-systemjording etableres et isolationsovervågningsudstyr, jf SB-A6 § 413.1.5.4. Herved gives der melding om en første afledningsfejl, der så kan udbedres inden en eventuelt fejl nummer to vil opstå, og derved få systemet til at koble ud.

Fejlindikationen kunne i princippet udføres med 3 glødelamper koblet i stjerne med en fase til hver lampe.



Yderligere information om IT-systemjording kan

findes på [https://cubus-](https://cubus-ads1.dk/elteknik/installationer/it_systemjording.php)

[ads1.dk/elteknik/installationer/it_systemjording.php](https://cubus-ads1.dk/elteknik/installationer/it_systemjording.php)

<https://youtu.be/OsslY4fnjzs> (link til TT-film youtube)

<https://youtu.be/ntgk9JuvvQI> (link til TN-film youtube)

<https://youtu.be/Mc-4aZwHQFE> (link til IT-film youtube)

Beskyttende potentialudligning.

Beskyttende potentialudligning blev tidligere betegnet som hovedudligningsforbindelse.

Hvad kan vi bruge det til?

Automatisk afbrydelse af forsyningen er en beskyttelsesforanstaltning, hvorved fejlbeskyttelse opnås ved hjælp af beskyttende potentialudligning og automatisk afbrydelse i tilfælde af fejl.

Formålet med beskyttende potentialudligning er at bringe ledende dele på omtrent samme elektriske potentiale. Når der er udført en

korrekt beskyttende potentialudligning , vil en person, der rører ved to forskellige potentialer, fx fremmede og udsatte ledende dele, ikke opleve spændingsforskel, hvilket sikrer, at man ikke får elektrisk stød. Man reducerer ligeledes berøringsspændingen, når der er fejl på brugsgenstande, ligesom den beskyttende potentialudligning beskytter både personer og det tilsluttede materiel i forbindelse med en udefrakommende spændingsstigning.

I hver bygning skal jordingslederen , hovedjordklemmen og følgende ledende dele være forbundet til den beskyttende potentialudligning:

- **metalrør til forsyning inde i bygningen, fx gas, vand**

- **fremmede ledende dele i konstruktionen, hvis de er tilgængelige under normal brug, metalliske fjernvarme- og ventilationssystemer**
- **metalarmering i armeret konstruktionsbeton, hvor armeringen er tilgængelig og pålideligt indbyrdes forbundet.**

Hvor sådanne ledende dele går ind i bygningen udefra, skal de forbindes til den beskyttende potentialudligning så tæt som praktisk muligt ved det sted, hvor de går ind i bygningen.

Alle metalliske kapper på telekommunikationskabler skal være forbundet til den beskyttende potentialudligning, idet der tages højde for krav fra ejerne eller operatørerne af kablerne.

Ledertværsnit til beskyttende potentialudligning

Ledere til beskyttende udligning til tilslutning til hovedjordklemmen skal have et tværsnit, der mindst svarer til halvdelen af tværsnittet af den største beskyttelsesjordingsleder i installationen og mindst 6 mm² kobber (Cu), 16 mm² aluminium (Al) eller 50 mm² stål.

Tværsnittet af ledere til beskyttende udligning til tilslutning til hovedjordklemmen behøver ikke at være større end 25 mm² Cu

eller et tilsvarende tværsnit for andre materialer. I TN-systemer vil det som regel være stikledningens tværsnit, som er bestemmende, når man anvender TN-system til beskyttelse.

Supplerende beskyttende potentialudligning (tidligere supplerende udligningsforbindelser)

Supplerende beskyttende potentialudligning betragtes som et tillæg til fejlbeskyttelse og skal omfatte alle udsatte ledende dele på fastmonteret materiel, som kan berøres samtidigt, og fremmede ledende dele , herunder metallisk metalarmering i betonkonstruktioner, hvor det er praktisk muligt.

Potentialudligningen skal forbindes til beskyttelseslederne for alt materiel, herunder også til beskyttelsesledere til stikkontakter.

I de særlige områder, som findes i del 7 i 60364-serien, er der yderligere krav til supplerende beskyttende potentialudligning på eksempelvis følgende områder:

Del 7-701: Områder med bad eller bruser

Del 7-702: Svømmebassiner og springvand

Del 7-705: Landbrug og gartneri

Del 7-710: Medicinske områder

Del 7-711: Udstillinger, shows og stande

I disse områder er der en særlig risiko for personer og dyr, og derfor er det vigtigt, at potentialet på udsatte ledende dele og fremmed ledende dele holdes på samme niveau i tilfælde af fejl indtil beskyttelsesudstyret udkobler.

Ledere til beskyttende udligning til supplerende udligning.

En leder til beskyttende udligning, der forbinder to udsatte ledende dele , skal have en ledningsevne, der mindst svarer til den mindste beskyttelsesleder, der er forbundet til de udsatte ledende dele.

En leder til beskyttende udligning, der forbinder udsatte ledende dele til fremmede ledende dele skal have en ledningsevne, der mindst svarer til halvdelen af tværsnittet for den tilsvarende beskyttelsesleder.

Tværsnittet af alle beskyttelsesledere, der ikke er del af et kabel, eller som ikke er i en fælles kapsling med faselederen, skal mindst være

– 2,5 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der er beskyttelse mod mekanisk beskadigelse

– 4 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der ikke er beskyttelse mod mekanisk skade.

En beskyttelsesleder, der ikke er del af et kabel, betragtes som mekanisk beskyttet, hvis den er installeret i et rør eller en kanal eller er beskyttet på en tilsvarende måde.

Jordingsledere.

En jordingsleder kan enten dimensioneres ud fra Tabel 54.2 eller beregnes efter pkt. 543.1.2 i DS/HD 60364-5-54:2011

Hvis du vælger jordingslederen ud fra tabel 54.2, skal du være opmærksom på, at det er stikledningens faseledertværsnit, som er bestemmende for jordingslederen.

Faseledertværsnit til og med 16mm² Cu medfører samme tværsnit som faselederen.

Faseledertværsnit større end 16mm² Cu og til og med 35 mm² Cu medfører mindst 16mm² Cu jordingsleder.

Faseledertværsnit større end 35mm² Cu medfører at du kan anvende en jordingsleder med et tværsnit på halvdelen af faseledertværsnittet.

Uanset hvilken metode man anvender, så skal tværsnittet være mindst 6 mm² for kobber og 50 mm² for stål.

Aluminiumledere må ikke anvendes som jordingsledere.

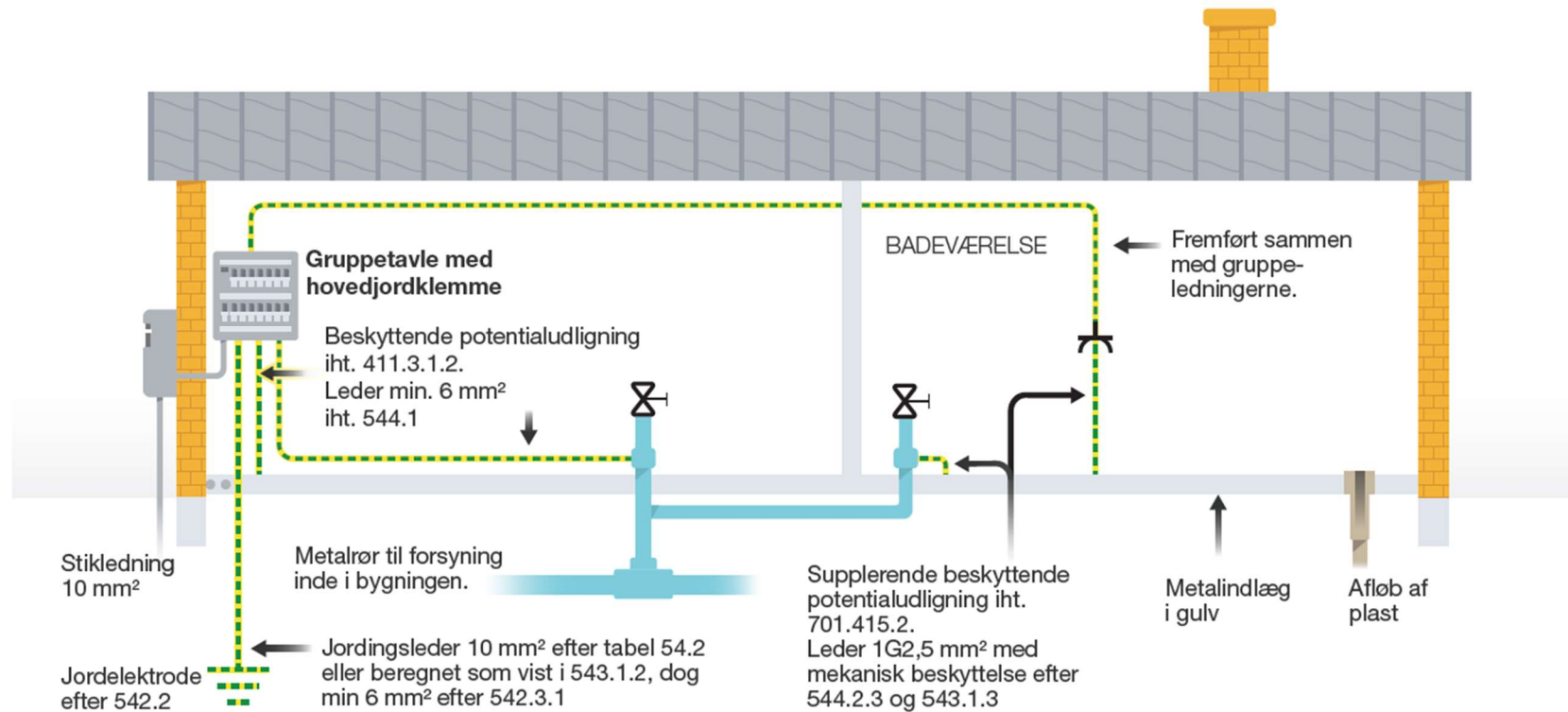
Principskitser

For at lette forståelsen for bestemmelserne i Standardsamling til installationsbekendtgørelsen DS/EN 60364-serien vedrørende beskyttelsesjording (411.3.1.1), beskyttende potentialudligning (411.3.1.2) og supplerende beskyttende potentialudligning (415.2), er der lavet nogle skitser, som viser, hvordan minimumskravene kan opfyldes.

Bolig:

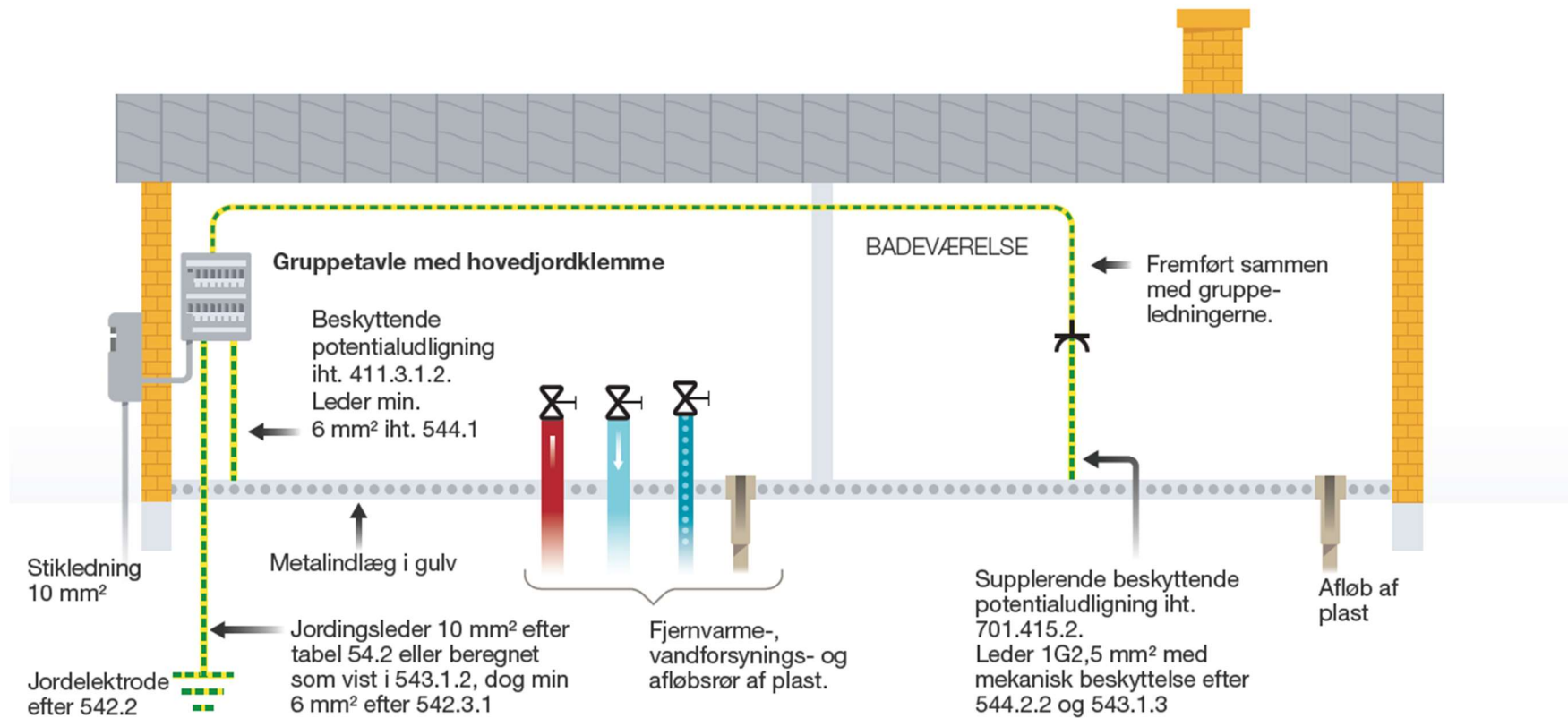
Nyt enfamiliehus med metalindlæg i hele gulvet

Figur 1



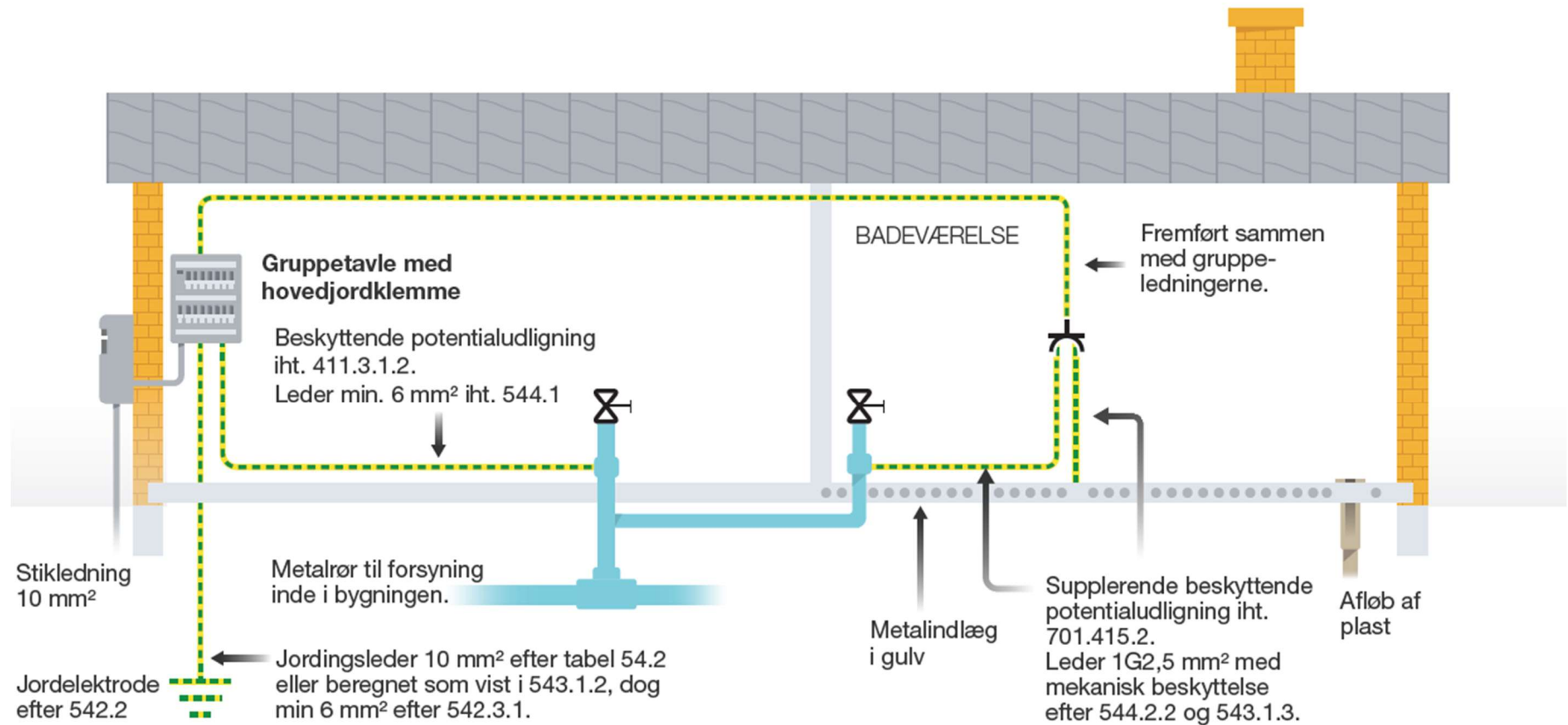
Nyt enfamiliehus anno 2017

Figur 2



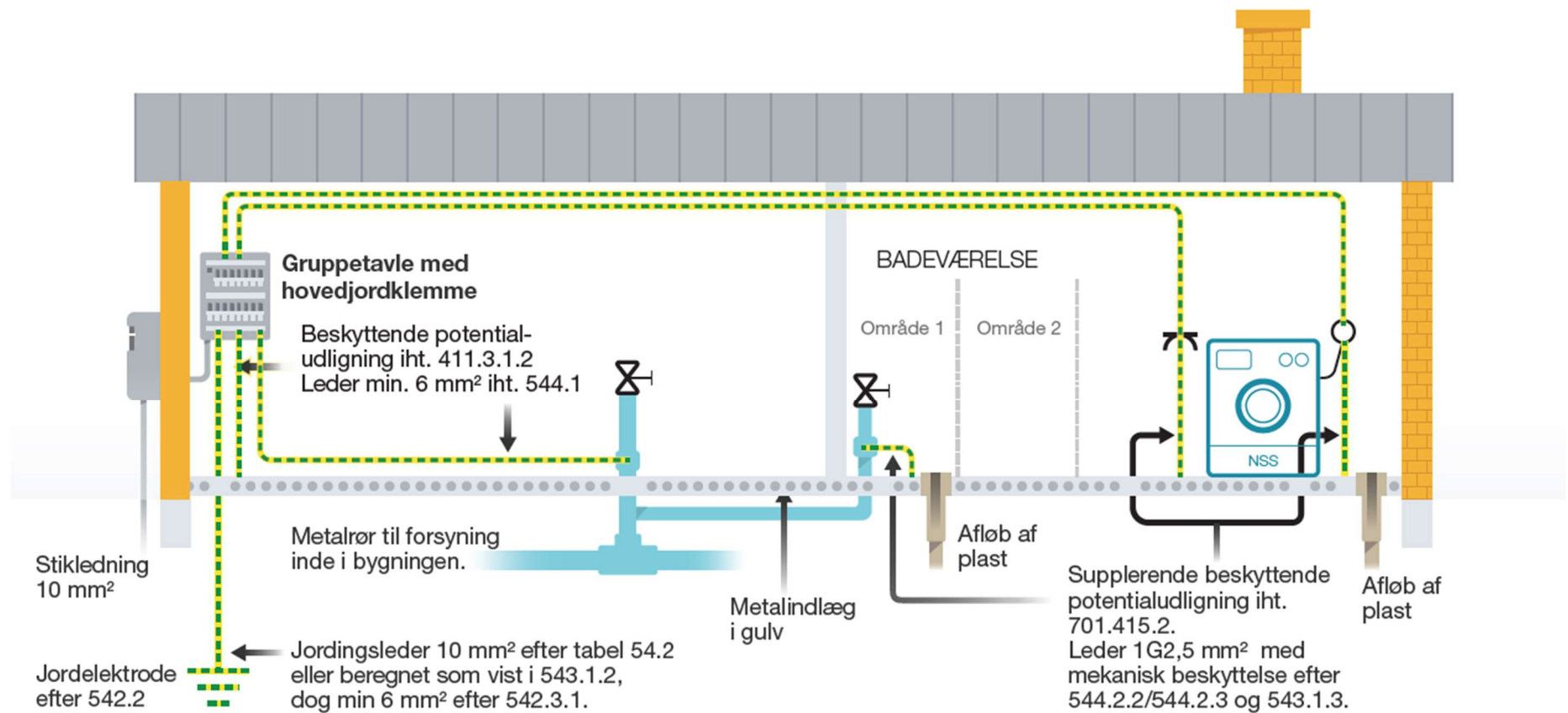
Nyt enfamiliehus hvor der kun er metalindlæg i gulvet i badeværelset

Figur 3



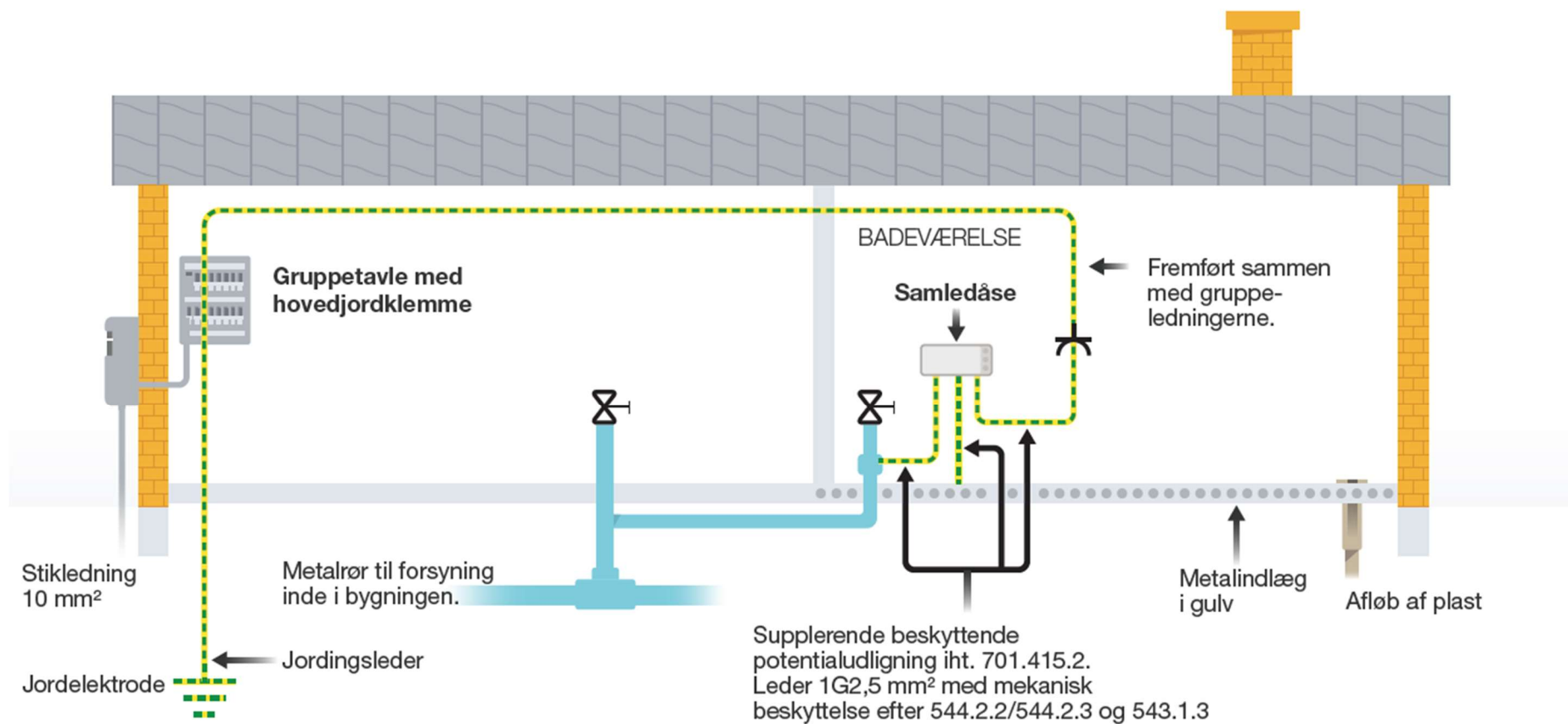
Nyt enfamiliehus med to beskyttelsesledere fremfør til badeværelset

Figur 4



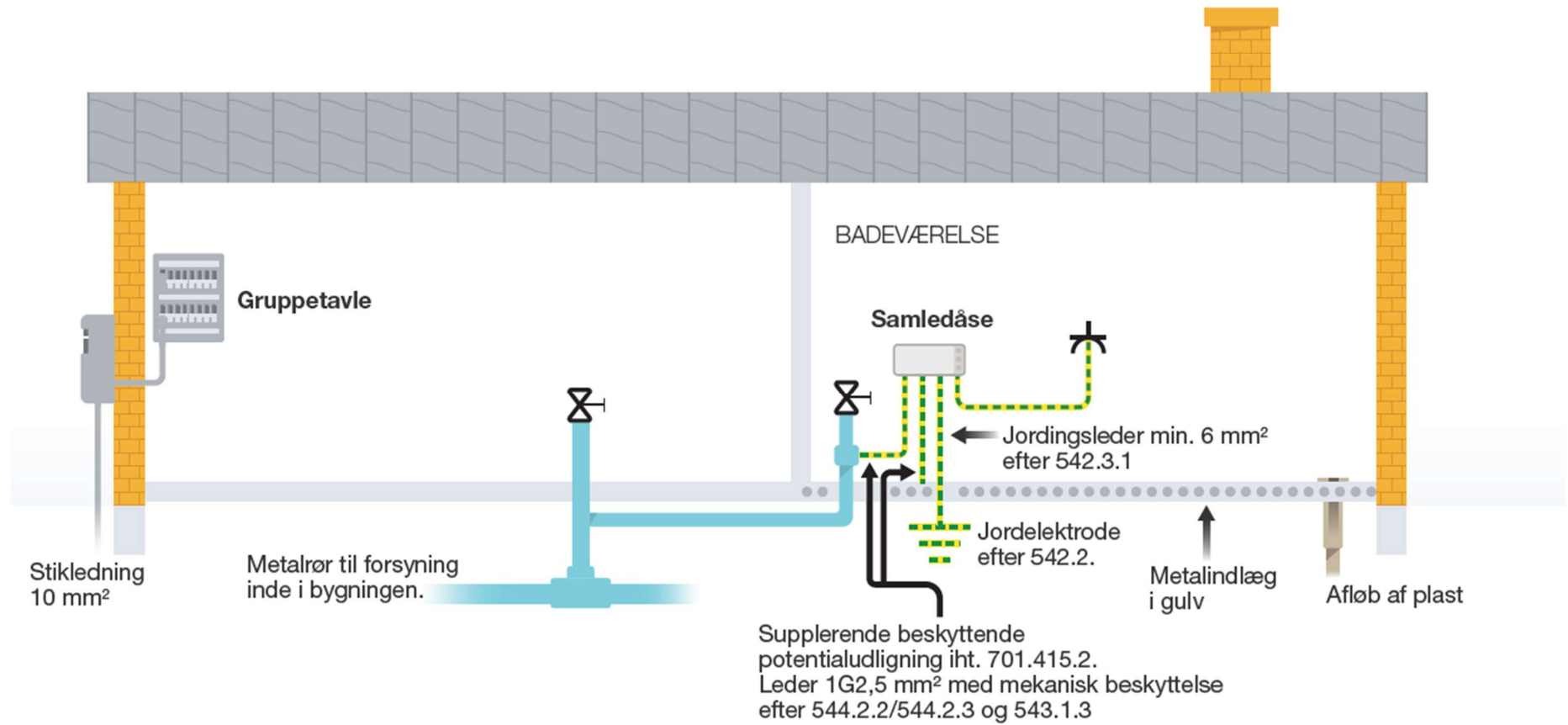
Renovering af badeværelse i bolig fra før 1994

Figur 5



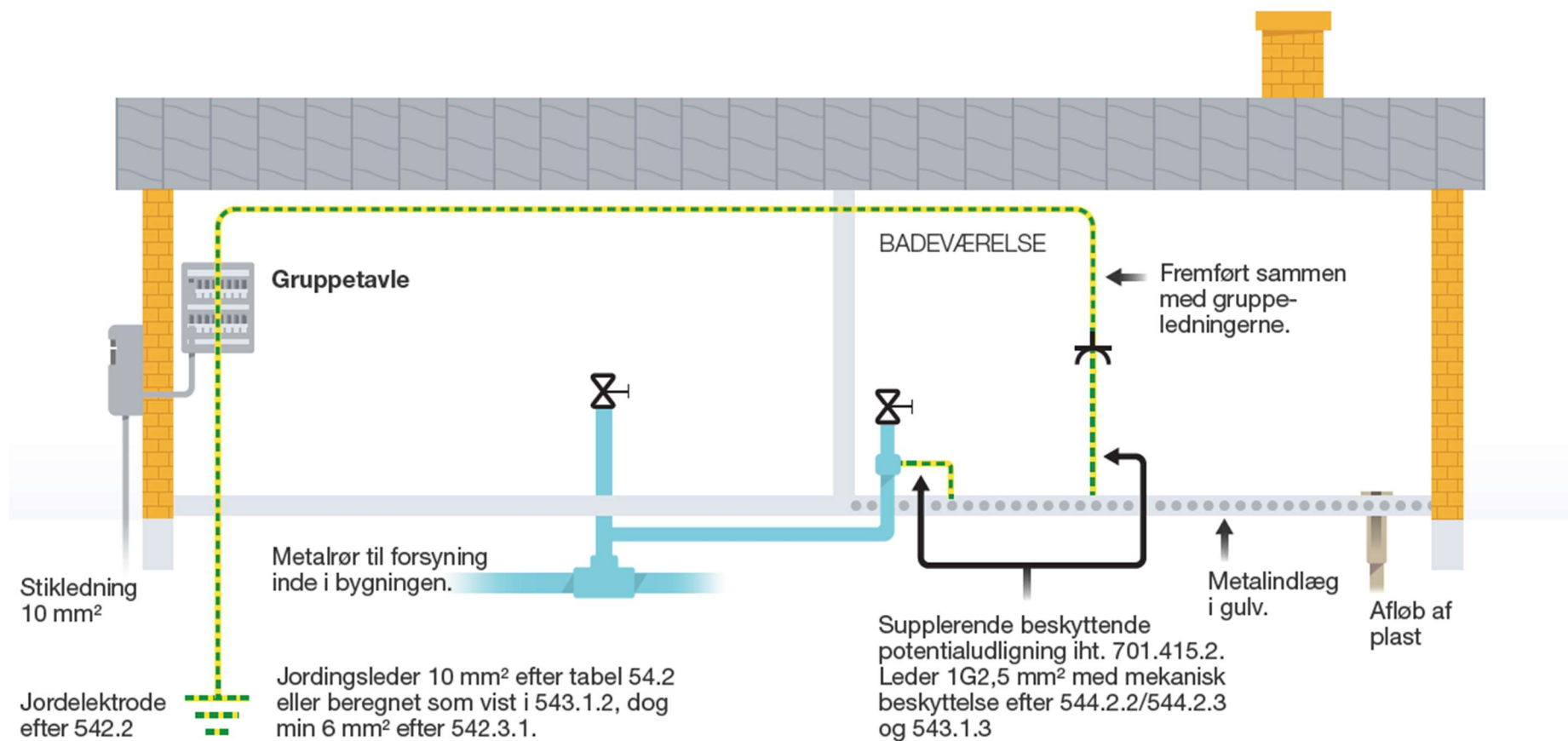
Renovering af badeværelse i en ældre bolig

Figur 6



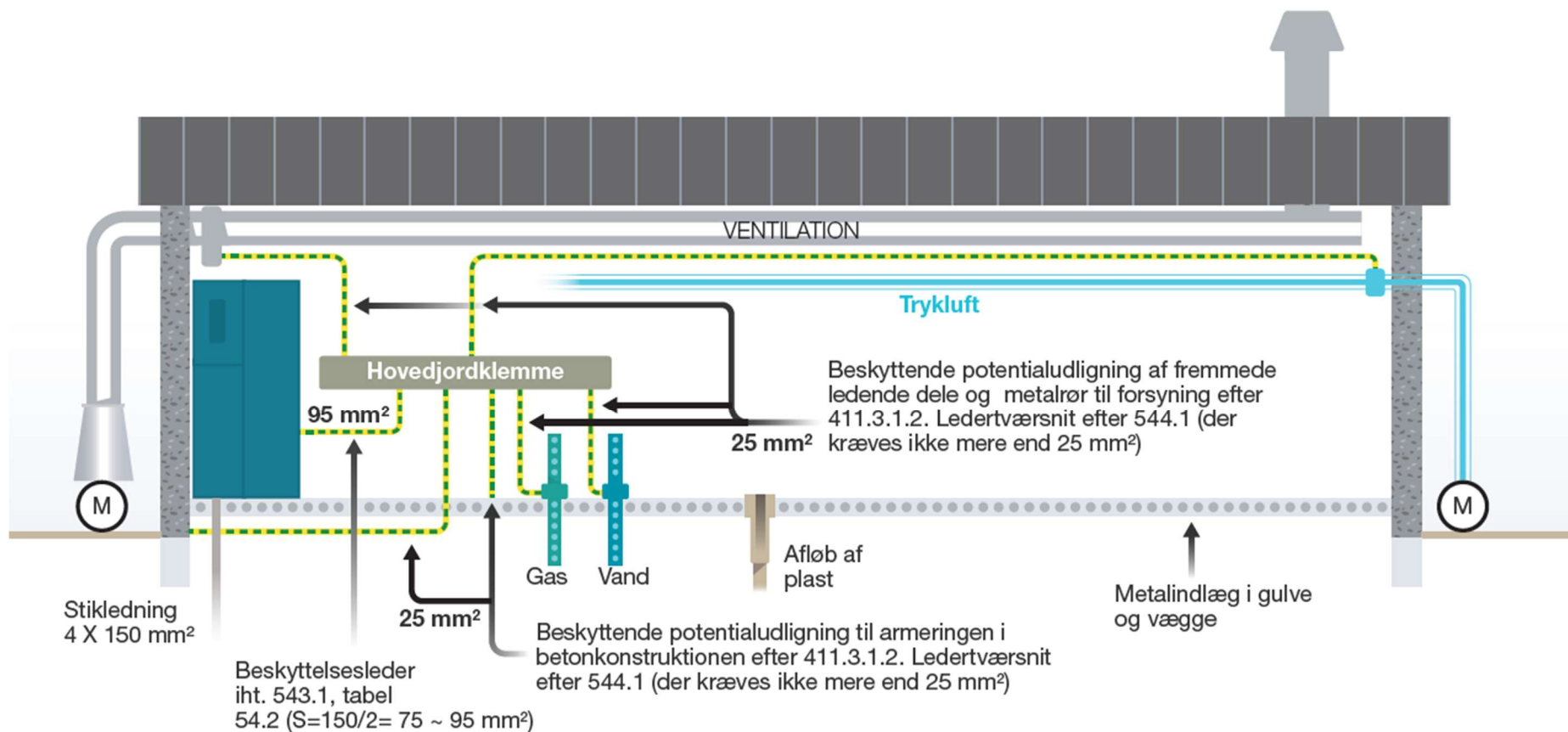
Renovering af badeværelse i bolig uden beskyttende potentialudligning

Figur 7



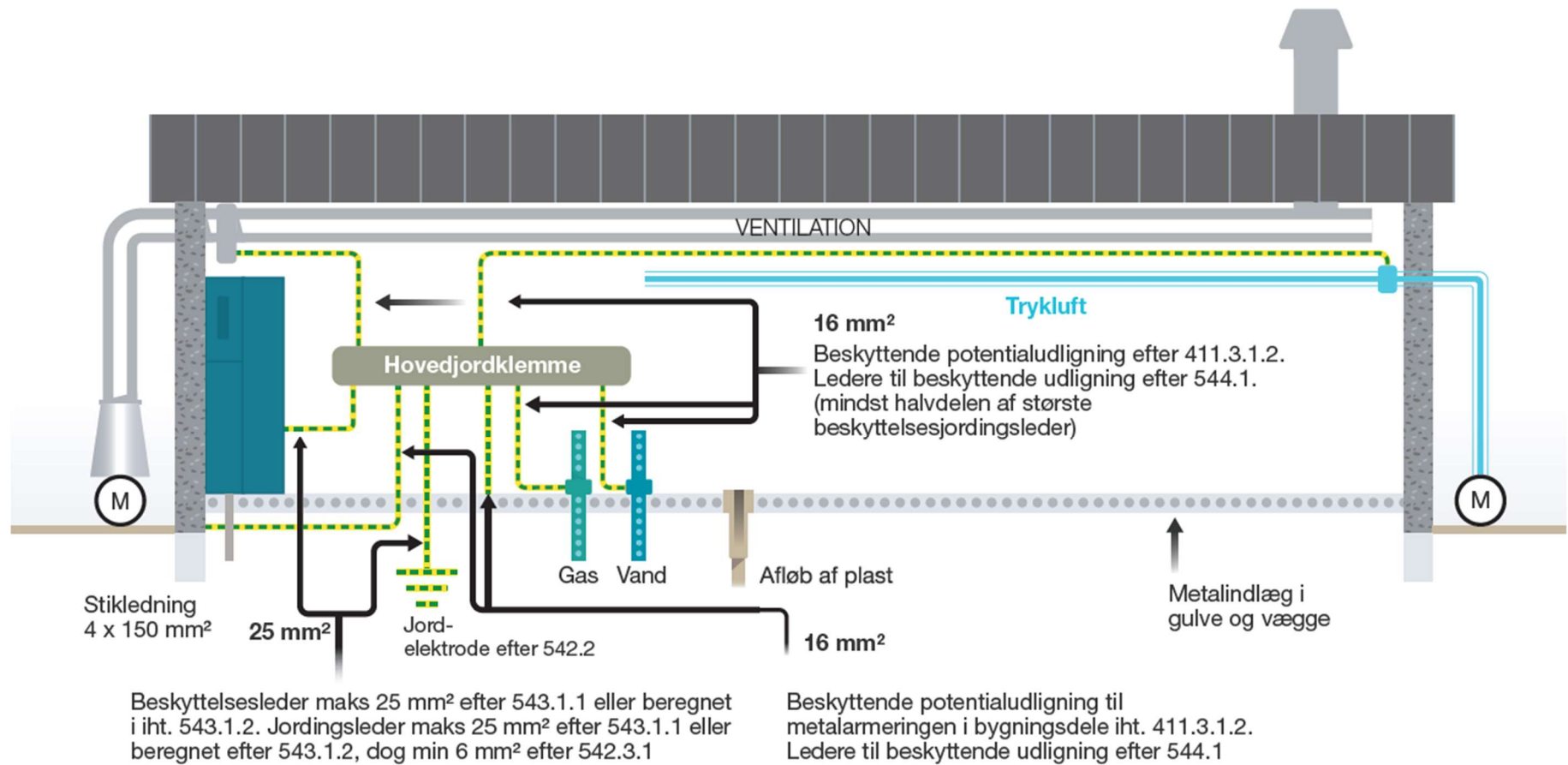
Industri med TN-system

Figur 8



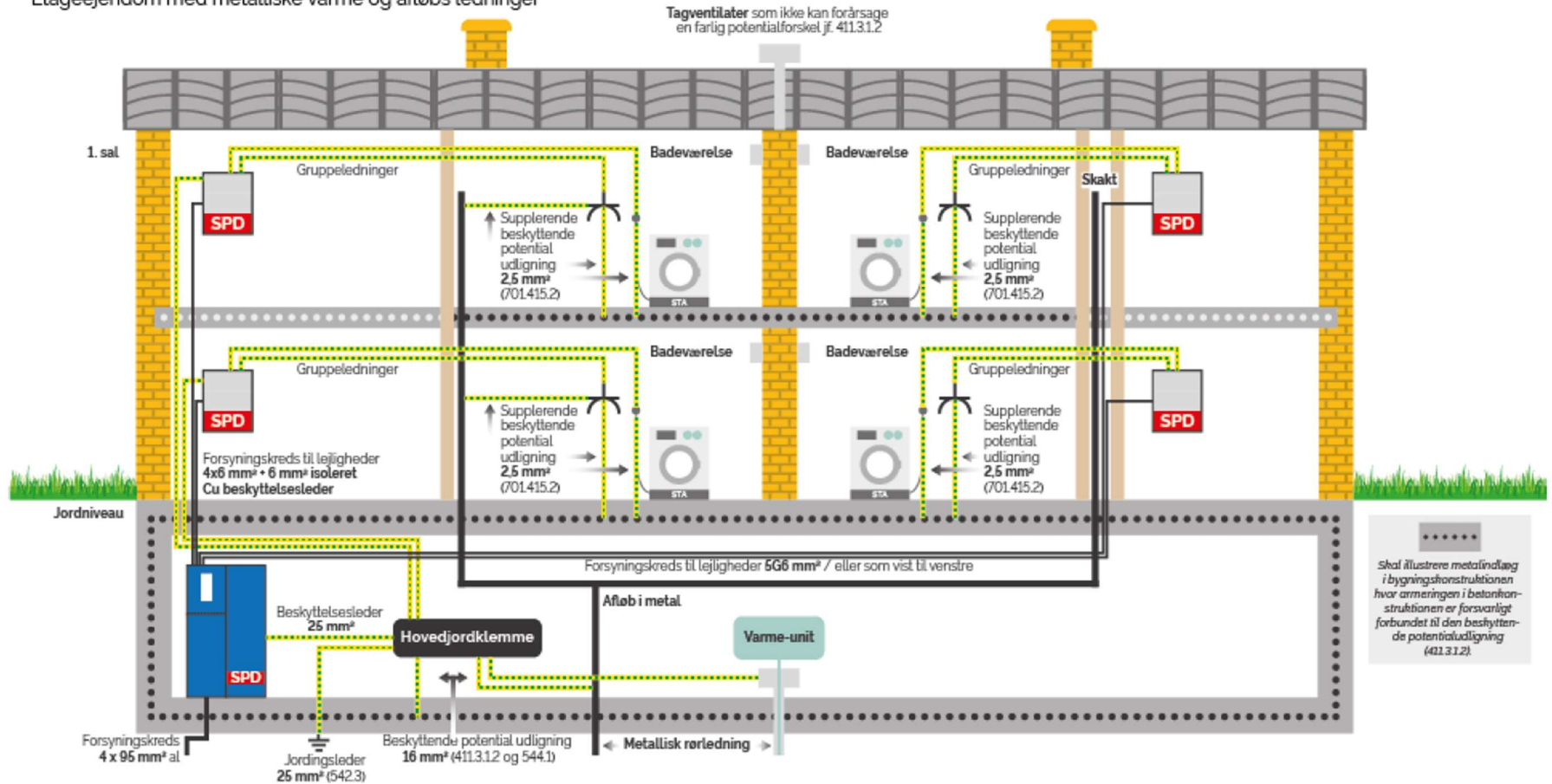
Industri med TT-system

Figur 9



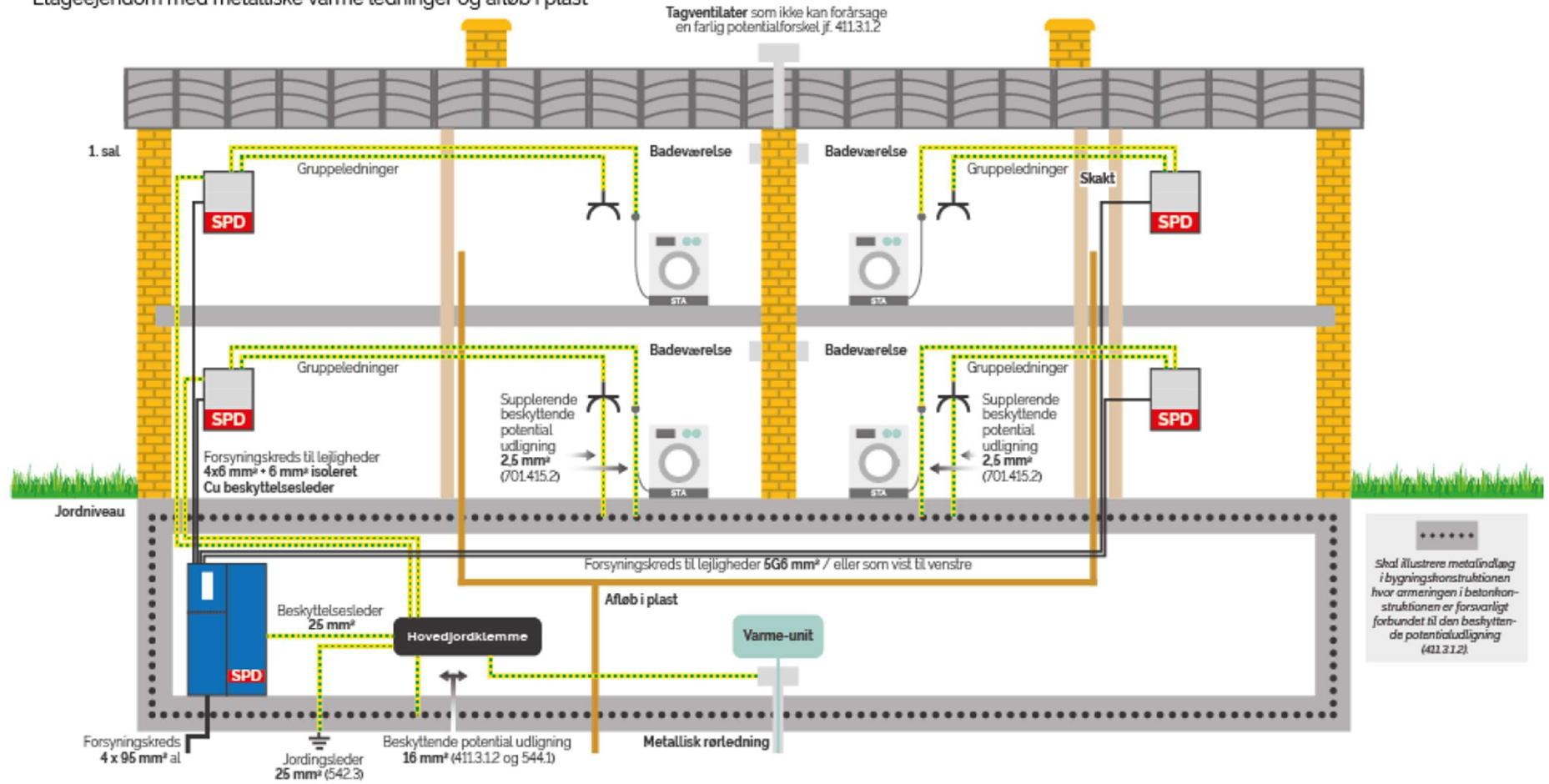
TT-system

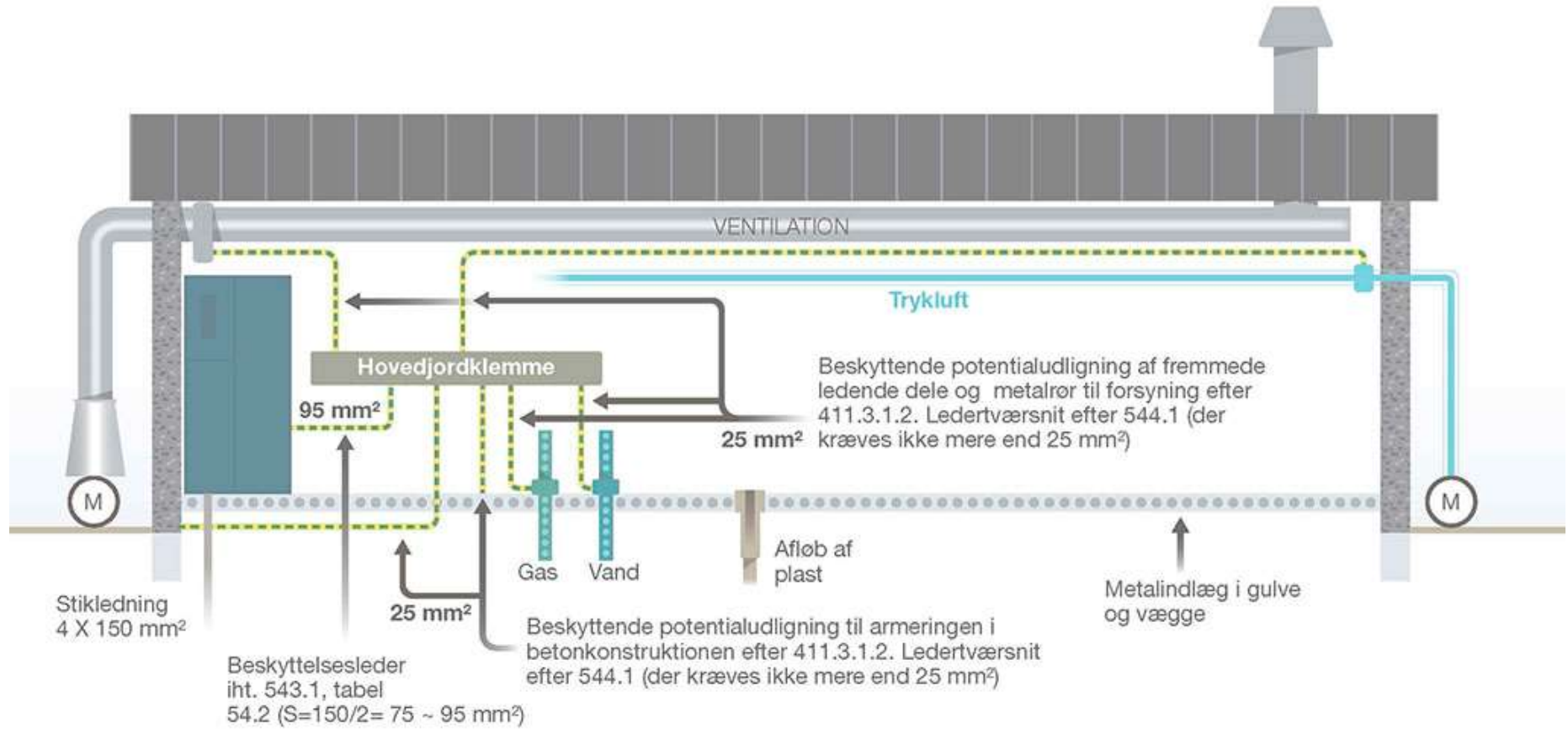
Etageejendom med metalliske varme og afløbs ledninger

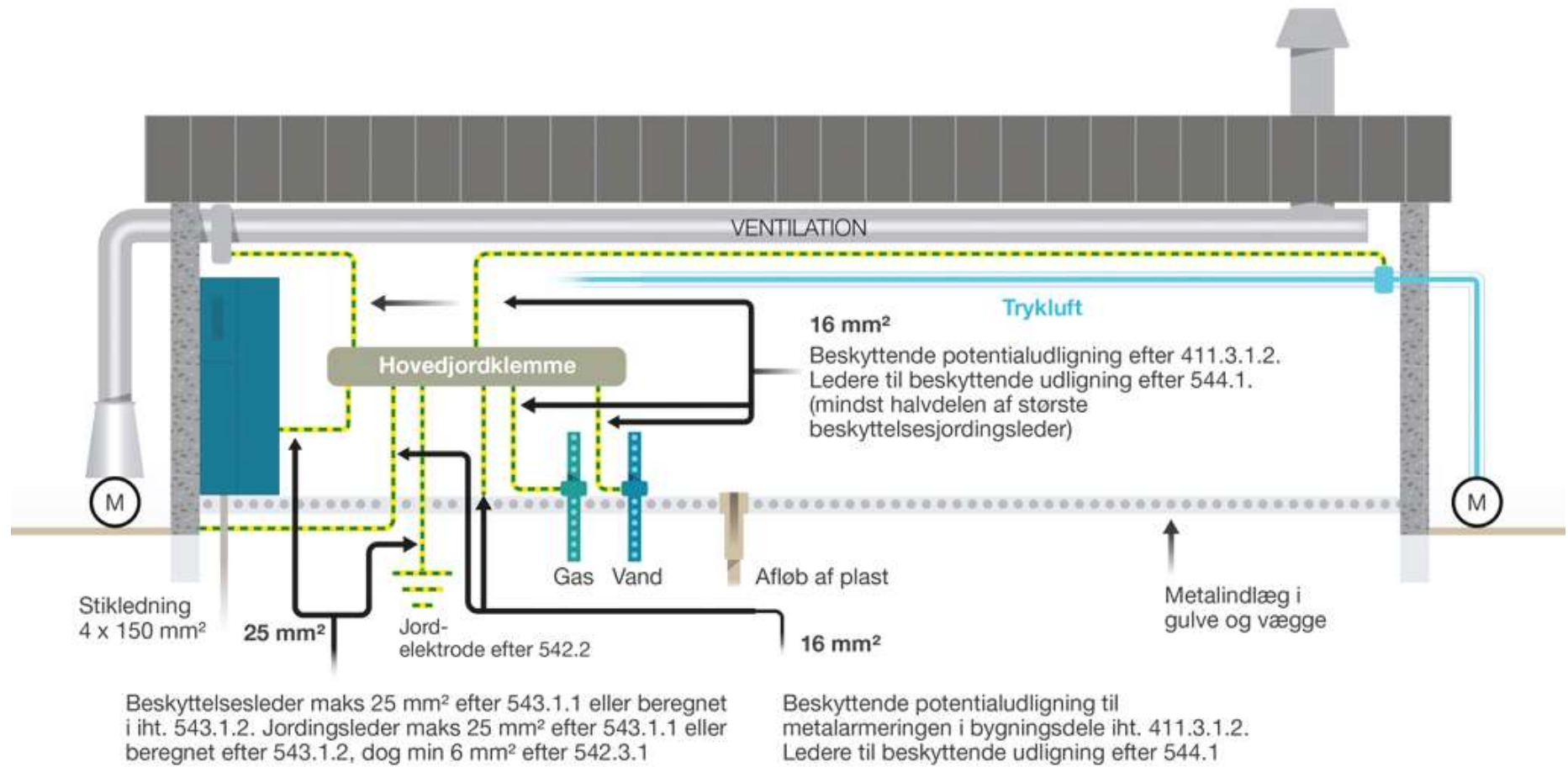


TT-system

Etageejendom med metalliske varme ledninger og afløb i plast







<https://www.sik.dk/erhverv/elinstallationer-og-elanlaeg/vejledninger/elinstallationer/boliger/beskyttende-potentialudligning#table-of-contents-7>