



vormelek formelec LESPAKKET



AARDING EN EQUIPOTENTIALE VERBINDINGEN

IN EEN RESIDENTIËLE ELEKTRISCHE INSTALLATIE

INHOUD

1. Aarding	3
Waarom aarden?	4
Aardingslus	5
Aardelektrode	7
Horizontale aardelektrode	7
Verticale aardelektrode	8
Aardgeleider	10
Hoofdaardingsklem	11
Waarde van de aardingsweerstand	12
Hoofdbeschermingsgeleider	15
Beschermingsgeleider	17
2. Equipotentiale verbindingen	18
Waarom equipotentiale verbindingen?	18
Hoofdequipotentiale verbinding	19
Bijkomende equipotentiale verbinding	21
Hoe equipotentiale verbindingen aanleggen?	22
Hoe verbindingen maken?	23
3. Controle van de aardingsinstallatie	24
Hoe meet je de isolatieweerstand?	24
Hoe meet je de aardingsweerstand?	25
4. Beveiliging	26
Waarom een differentieelschakelaar?	26
De differentieelschakelaar	27
5. Bijlagen	29

1. AARDING

Waarom aarden?

Het hoofddoel van aarden is het beschermen van personen en zaken.

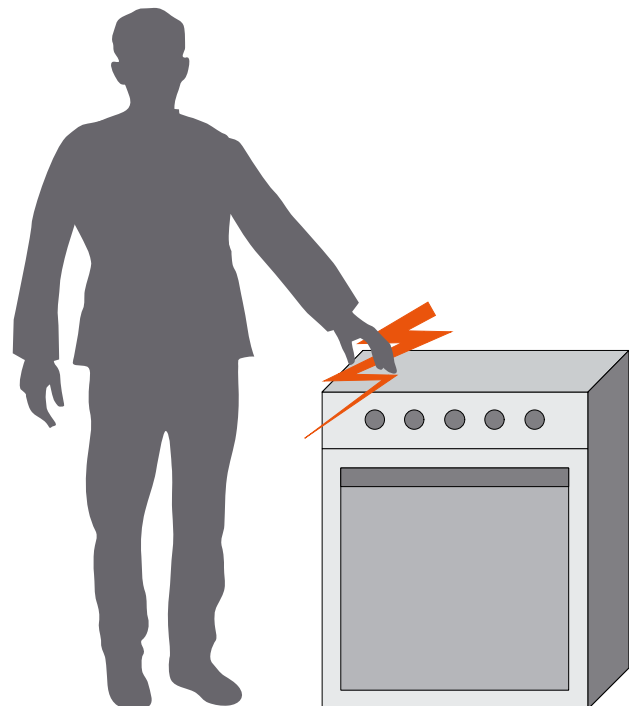
Aarden:

- Het onder spanning komen van een massa kan dodelijk zijn.
- De aarding maakt foutstroom mogelijk bij massafout.
- De foutstroom wordt gedetecteerd zodat de installatie uitgeschakeld wordt.
- Het uitschakelen van de foutstroom gebeurt in een elektrische huisinstallatie door de differentieelschakelaar.

Om te beschermen worden:

- alle metalen armaturen van lichtpunten en stopcontacten van een elektrische installatie met de aarding verbonden. (*)
- normaal niet onder spanning staande delen van elektrische uitrustingen met de aarding verbonden. Dat kunnen wasmachines, koelkasten en andere toestellen zijn, maar ook geleidende delen. (*)

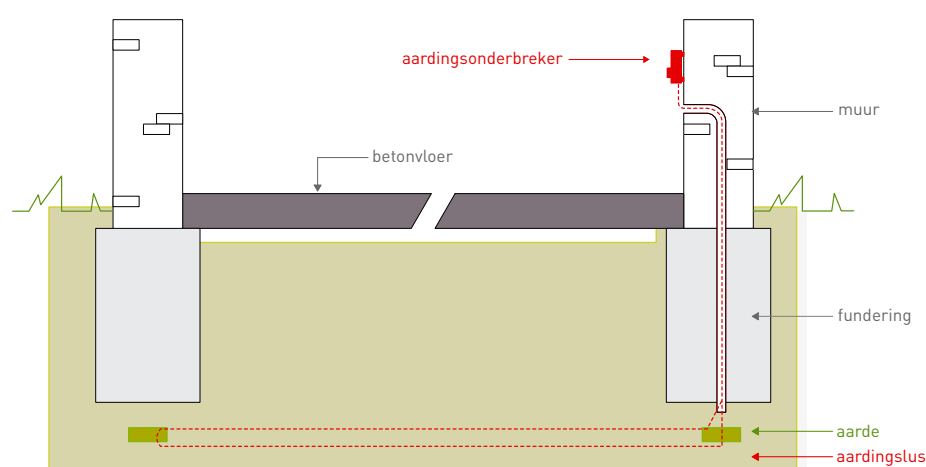
() Hierdoor vermijd je dat door een defect of door een andere oorzaak een gevaarlijke spanning ontstaat tegenover de aarde of tegenover een ander genaakbaar geleidend deel.*



Aardingslus

Algemeen

Voor elk nieuw gebouw waarvan de fundering minstens 60 centimeter diep is, moet de aarding verwezenlijkt worden met een aardingslus. Deze lus dient geplaatst te worden op de bodem van de funderingsleuf onder de buitenmuren van het gebouw. De aardingslus moet rechtstreeks in de grond worden aangebracht en met aarde bedekt worden, zodat ze in geen geval in aanraking komt met het materiaal van de funderingsmuren (mortel, beton, bewapeningsstaal, ...). Zo wordt corrosie van de aardingslus vermeden. De uiteinden van de aardingslus moeten bereikbaar blijven en worden verbonden aan de hoofdaardingsonderbreker. De hoofdaardingsonderbreker (scheidingstrips) zorgt ervoor dat de aardingsweerstand altijd kan gescheiden worden van de elektrische installatie. Zo kun je de aardingsweerstand altijd meten.



Samenstelling

De aardingslus bestaat uit een volle ronde geleider zonder lassen. Die geleider kan uit verschillende materialen bestaan, en er kunnen verschillende diktes worden gebruikt. De uiteinden van de aardingslus moeten, zoals gezegd, bereikbaar blijven voor onderzoek. De aardingslus bestaat in de mate van het mogelijke uit slechts één geleider. Het gebruik van verschillende in serie aan elkaar verbonden geleiders is toegelaten, maar dan moeten de uiteinden van elke geleider en hun verbindingen bereikbaar blijven voor onderzoek (bv. via een kijkgat).

De meest gebruikte soorten met verschillende secties zijn:

- 35 mm² blank (gehard elektrolytisch) koper
- 10 mm² (vertind) koper met loden mantel (*)

(*) Vooral gebruikt wanneer het terrein waarin de geleider zich bevindt vermoedelijk niet de nodige waarborgen biedt tegen schadelijke corrosieve inwerking op koper.

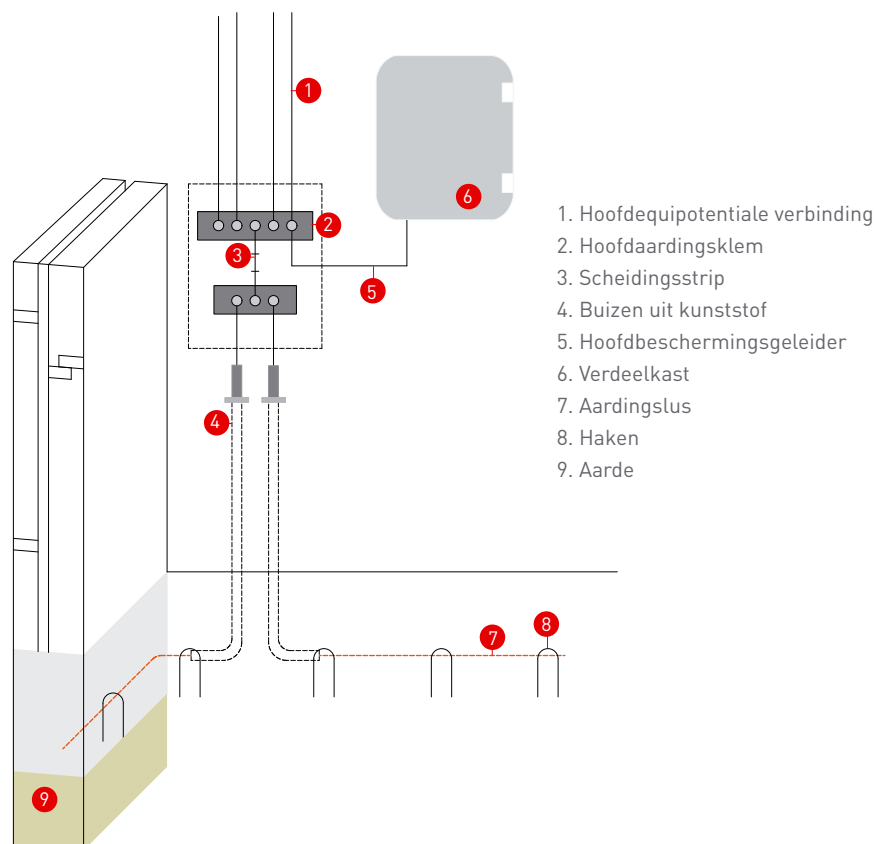
Vasthechten Om de aardingslus vast te hechten mag men enkel bevestigingsmiddelen (haken, ...) uit koper gebruiken of uit een materiaal dat geen corrosieve inwerking veroorzaakt op het koper van de geleider die de aardingslus vormt.

Opmerking Plaats de aardingslus nadat de funderings sleuf is uitgegraven. Voer de uiteinden van de aardingslus in kunststofbuizen (bv. pvc) naar boven.

Waarom kunststofbuizen?

- Om het koper te beschermen (tijdens bouwwerken).
- Om te vermijden dat het koper in aanraking komt met het materiaal van de funderingsmuren.
- Om te vermijden dat de twee uiteinden met elkaar in contact komen waardoor latere controlemetingen (bv. weerstand koperdraad) niet mogelijk zouden zijn.

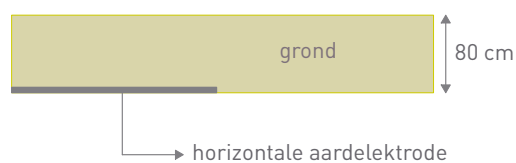
De uiteinden met de kunststofbuizen worden door de fundering naar boven geleid. Laat de kunststofbuizen hoog genoeg eindigen. Zo blijft de vloer voldoende vrij en is er minder gevaar voor beschadiging.



Aardelektrode

Horizontale aardelektrode

Algemeen De horizontale aardelektrode is een in de grond ingegraven geleider. Die kan worden gebruikt wanneer de diepere grondlagen een rotsachtige structuur hebben, waardoor een verticale aardelektrode moeilijk te plaatsen is. De horizontale aardelektrode moet op een diepte van minimaal 80 centimeter ingegraven worden.



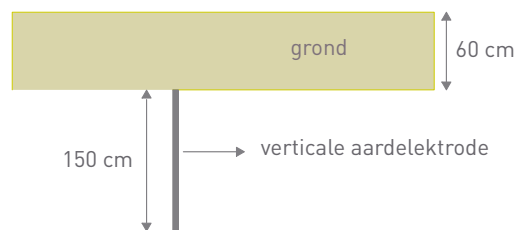
Samenstelling De horizontale aardelektrode bestaat uit een massieve cirkelvormige koperen geleider, al dan niet voorzien van een loden mantel. De doorsnede van de geleider bedraagt minimaal 35 mm².



Opmerking Indien geen aardingslus kan worden verwezenlijkt of wanneer de spreidingsweerstand onvoldoende klein is, moeten aardelektroden gebruikt worden.

Verticale aardelektrode

Algemeen De verticale aardelektrode is een in de grond gedreven pen, baar of geleider. Deze vorm van aardverbindingen is economisch gezien voordelig omdat er geen graafwerken moeten worden uitgevoerd. Ze hebben ook als voordeel dat de diep gelegen vochtige grondlagen worden bereikt. De verticale aardelektrode moet op een diepte van minimaal 60 centimeter onder het aardoppervlak worden ingedreven.



Samenstelling



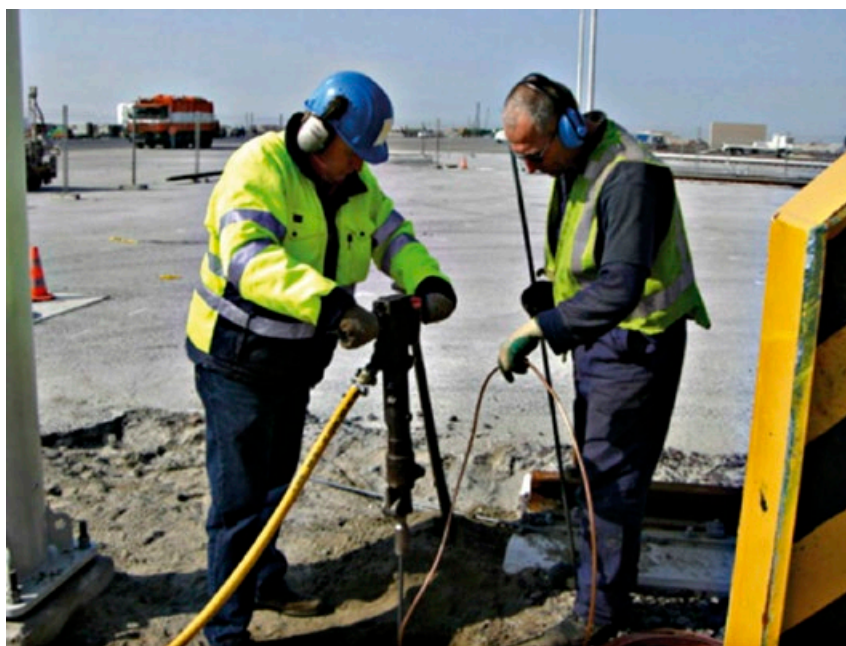
De aardingspen kan bestaan uit gegalvaniseerd staal of uit een koperlegering. Wanneer een aardingspen uit gegalvaniseerd staal gebruikt wordt, dan moet de vleugel- en kerndikte 4 millimeter bedragen. Opteert men voor een aardingspen uit een koperlegering, dan moet de vleugel- en kerndikte 3 mm bedragen. In beide gevallen is de minimale lengte 1,5 meter.

De aardingsbaar kan bestaan uit gegalvaniseerd staal of uit koper. Wanneer een aardingsbaar uit gegalvaniseerd staal gebruikt wordt, dan moet de diameter 19 millimeter bedragen. Opteert men voor een aardingsbaar uit koper, dan moet de diameter 14 millimeter bedragen. In beide gevallen is de minimale lengte 1,5 meter. Bij de types met schroefdraad kunnen verschillende baren aan elkaar gekoppeld worden met een mof. De uiteinden van beide baren moeten elkaar dan raken. Bij het inslaan wordt op de bovenkant een mof geschroefd waarin een stalen slagbout past. De aardgeleider wordt aangesloten met een passende verbindingsklem.

De in de grond gedreven geleider bestaat uit blank gehard elektrolytisch koper. De doorsnede bedraagt 50 mm². Tijdens het indrijven wordt op het uiteinde van de geleider, dat in de grond gedreven wordt, een stalen kop geplaatst om beschadiging te voorkomen. Belangrijk is dat de geleider uit één stuk bestaat.

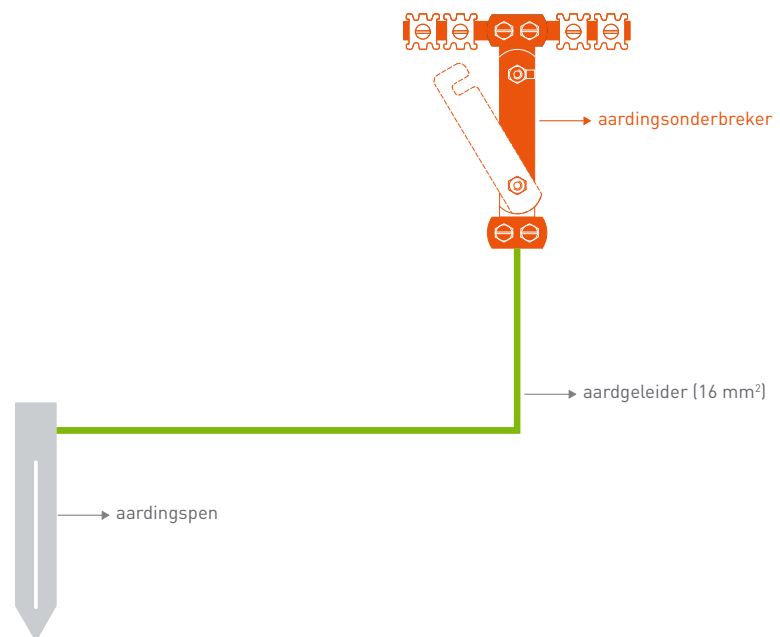
Opmerking

De aardelektrode (of: aardelektroden) kan handmatig of machinaal ingedreven worden. Meestal wordt daarbij gebruikgemaakt van een elektrische of pneumatische slaghamer. Tijdens het indrijven wordt de aardingsweerstand om de 3 meter gemeten. Wanneer de juiste waarde is bereikt, vindt er een referentiemeting plaats. De gemeten waarden worden zorgvuldig vastgelegd in een meetrapport.



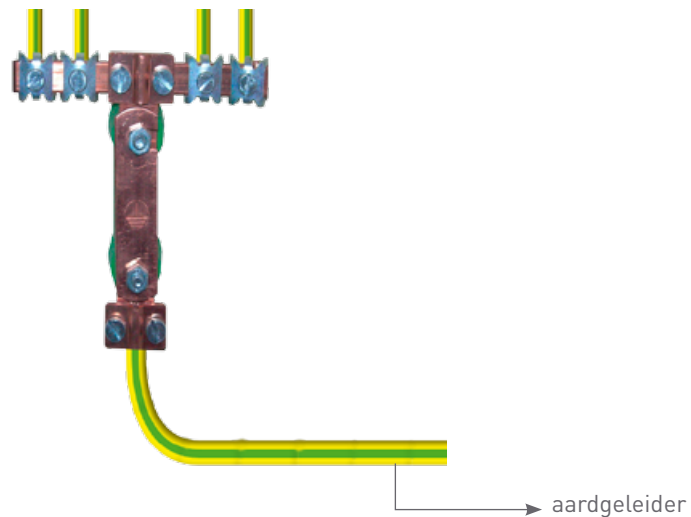
Aardgeleider

Algemeen De aardgeleider maakt de verbinding tussen de aardingspen en aardingsonderbreker mogelijk.



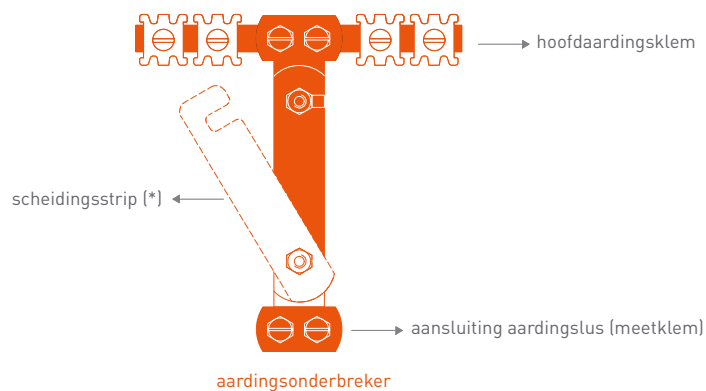
Samenstelling De aardgeleider is een koperen geleider en heeft een doorsnede (sectie) van 16 mm².

Kleurencode De aardgeleider heeft een geelgroene isolatie.



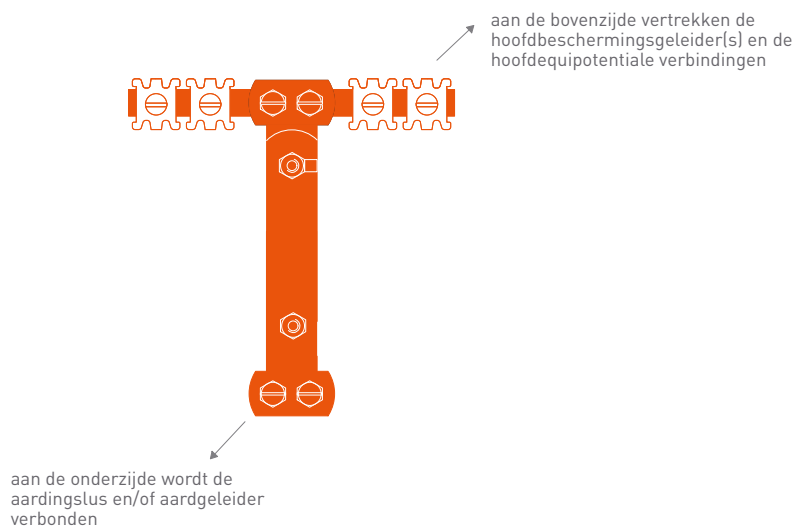
Hoofdaardingsklem

Algemeen De hoofdaardingsklem wordt meestal in de omgeving van het verdeelbord geplaatst. Het is de verbindingsklem tussen het ondergrondse en bovengrondse aardingsgedeelte.



() Om de spreidingsweerstand te kunnen meten is het nodig een onderbrekingsinrichting te voorzien die slechts met gereedschap kan geopend worden.*

Opmerking Voor huishoudelijke installaties wordt meestal een T-vormige aardingsonderbreker gebruikt.



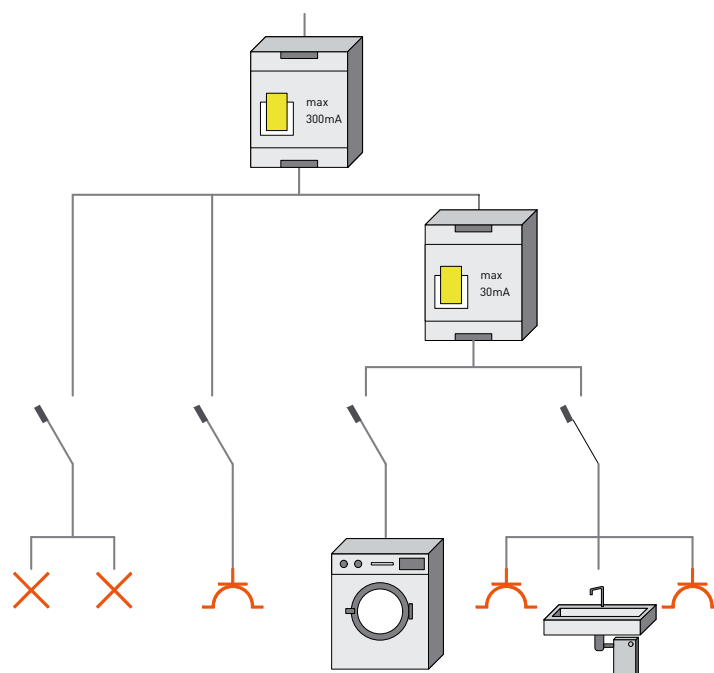
Waarde van de aardingsweerstand

Algemeen De aardingsweerstand, ook wel spreidingsweerstand genoemd, is de (contact) weerstand van de aardelektrode tegenover de omliggende aarde. De waarde wordt gemeten vanaf de scheidingsstrip. Om veiligheidsredenen moet de aardingsweerstand zo klein mogelijk zijn. In een huishoudelijke installatie mag de weerstandswaarde nooit groter zijn dan 100 Ω .

De aardingsweerstand is kleiner dan 30 Ω

De installatie is conform het AREI op voorwaarde dat de volgende differentieelschakelaars geplaatst worden.

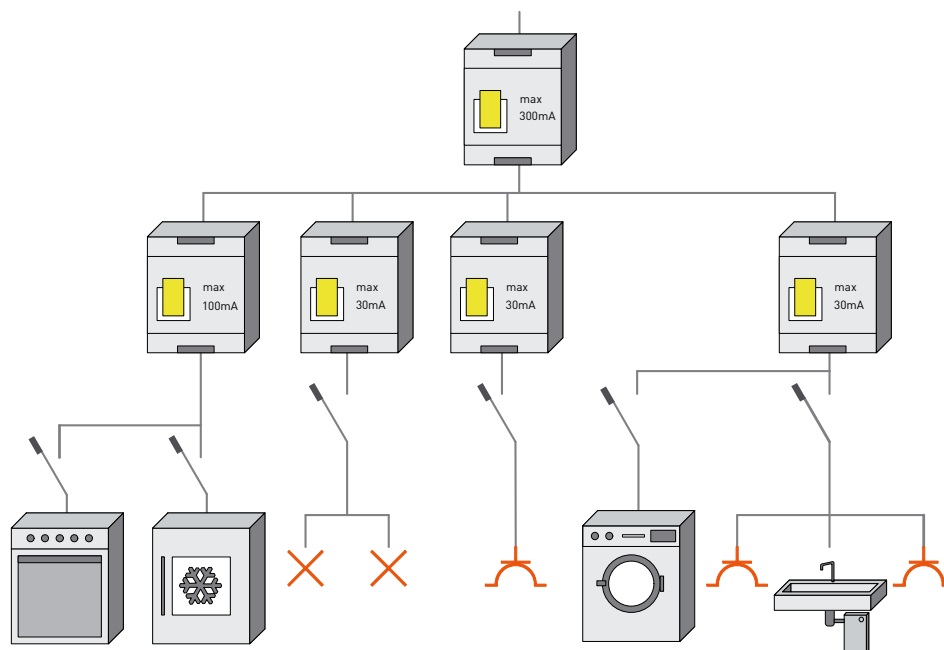
- Hoofddifferentieelschakelaar
De automatische differentieelstroominrichting in elektrische installaties van huishoudelijke lokalen moet:
 - van het type A zijn,
 - moet geplaatst worden aan het begin van de installatie,
 - moet een nominale stroomsterkte hebben van ten minste 40 A en een aanspreekstroom van ten hoogste 300 mA.
- Bijkomende differentieelschakelaar
 - Deze moet geplaatst worden op alle stroombanen (kringen) van de badkamer, maar ook op de stroombanen van de wasmachine, vaatwasmachine en/of droogkast.
 - De bijkomende differentieelschakelaar heeft een maximale gevoeligheid van 30 mA.
 - Van het type A.
 - De nominale stroomsterkte is aangepast aan de totale installatie.



De weerstand is groter dan 30 Ω maar kleiner dan 100 Ω

De installatie is conform het AREI op voorwaarde dat de volgende differentieelschakelaars geplaatst worden.

- Hoofddifferentieelschakelaar. Deze wordt geplaatst in het begin van de installatie en heeft een maximale gevoeligheid van 300 mA.
- Bijkomende differentieelschakelaar. Deze dient geplaatst te worden op alle stroombanen (kringen) van de badkamer en heeft een maximale gevoeligheid van 30 mA.
- Extra differentieelschakelaar: schakelaar met maximale gevoeligheid van 30 mA voor de stroombanen van de wasmachine, vaatwasmachine en/of droogkast. (Dit hoeven niet noodzakelijk twee differentieelschakelaars van maximaal 30 mA te zijn. Zie AREI, artikel 86).
- Extra differentieelschakelaar: schakelaar met maximale gevoeligheid van 30 mA voor de verlichtingsstroombanen.
- Extra differentieelschakelaar: schakelaar met maximale gevoeligheid van 30 mA per stroombaan of groep van stroombanen met maximaal 16 stopcontactpunten.
- Extra differentieelschakelaar: schakelaar met maximale gevoeligheid van 100 mA voor de stroombanen van kookfornuis, diepvriezer en/of koelkast.



() In beide gevallen is het toegelaten om een wandcontactdoos (stopcontact) te voorzien in volume 2 op voorwaarde dat deze beveiligd is door een differentieelschakelaar van 10 mA, aangesloten na de bijkomende differentieelschakelaar voor de badkamerkring (30 mA).*

Soortelijke weerstand van grond

De soortelijke weerstand van grond is afhankelijk van:

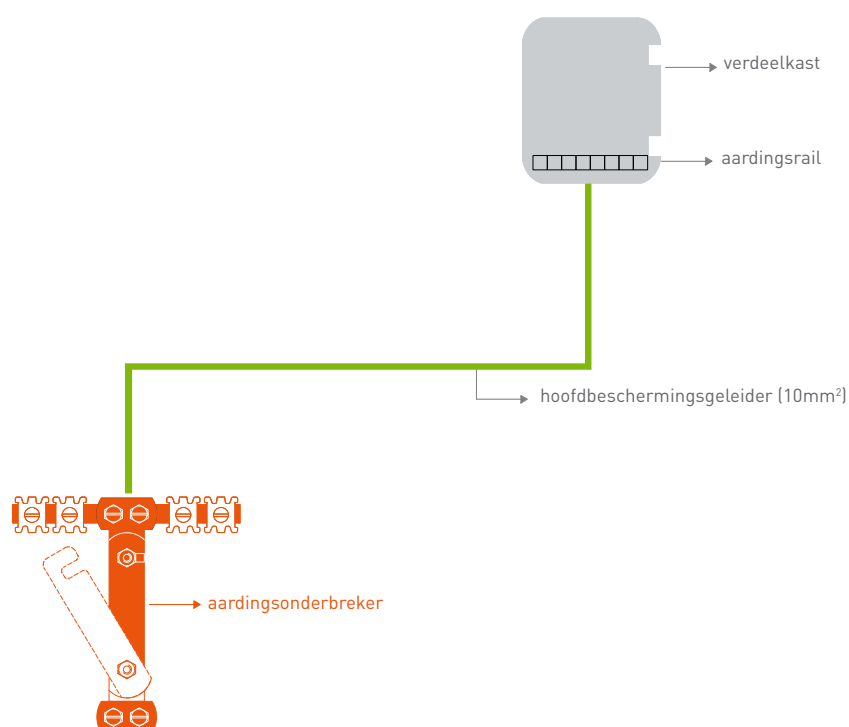
- aard en samenstelling van de grond (homogeniteit grond en dieptelagen),
- vochtigheid van de grond (afhankelijk van het jaargetijde),
- temperatuur van de grond (verschil tussen bevroren en niet-bevroren grond).

Opmerking

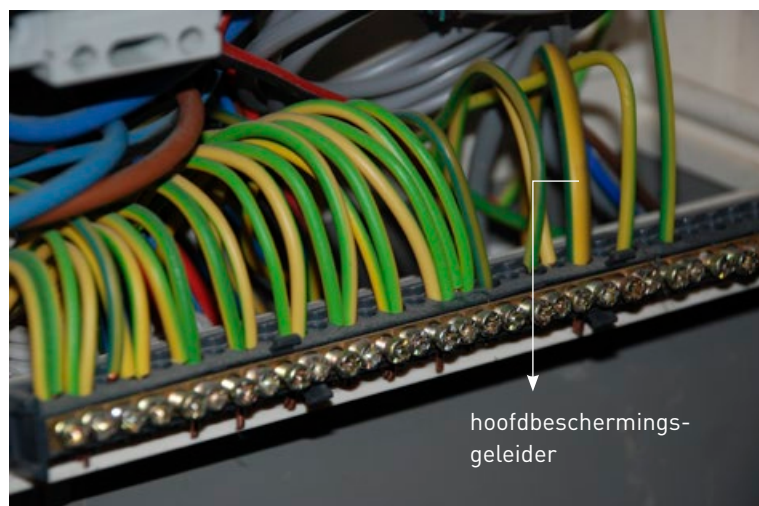
Is de aardingsweerstand groter dan 100Ω , dan moet je een extra aardingspen bijplaatsen. Als je dat niet doet, is de installatie niet conform het AREI en wordt de installatie afgekeurd. Probeer hierbij voor elke aardingsinstallatie een spreidingsweerstand onder de 30Ω te bekomen. Zo voorkom je dat de verdeelkast moet uitgebreid worden en kun je de kosten enigszins beperken.

Hoofdbeschermingsgeleider

Algemeen De hoofdbeschermingsgeleider maakt de verbinding tussen de hoofdaardingsklem en de aardingsrail van het verdeelbord mogelijk.



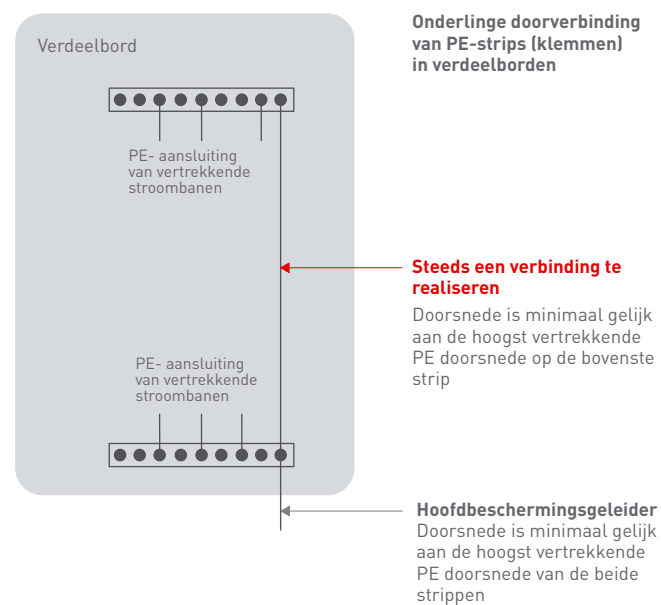
Kleurencode De hoofdbeschermingsgeleider heeft een geelgroene isolatie.



Samenstelling

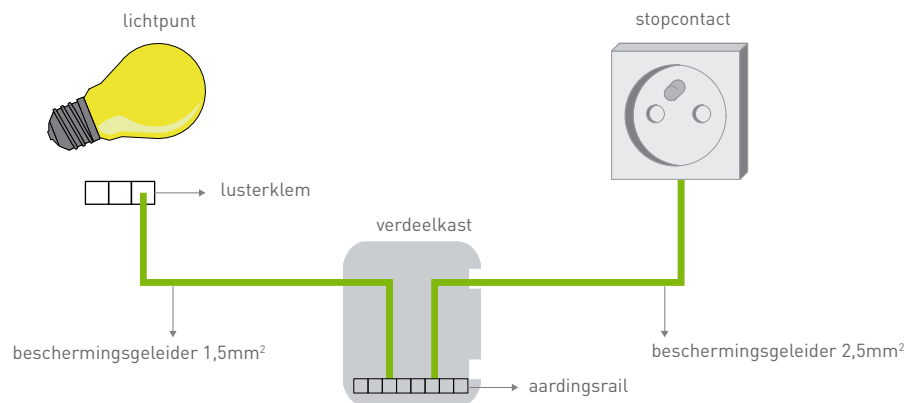
De hoofdbeschermingsgeleider is een koperen geleider met een doorsnede (sectie) van 10 mm².

() Deze doorsnede is gelijk aan de doorsnede van de actieve geleiders (de geleiders van de meterkast naar de verdeelkast).*



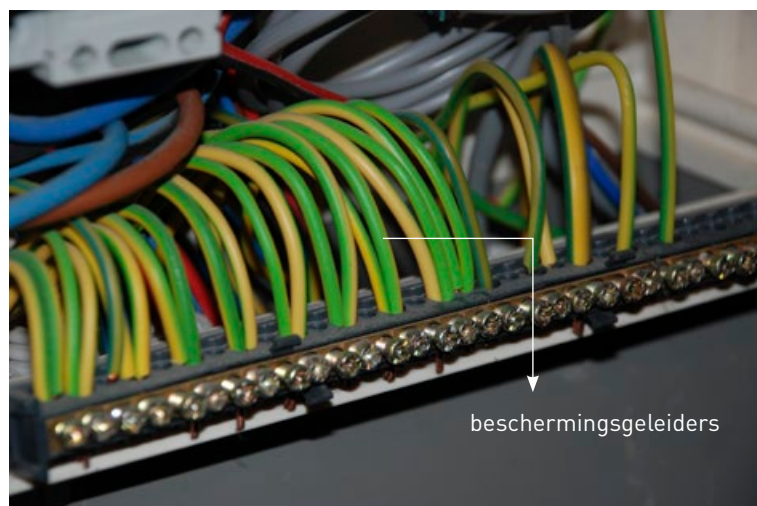
Beschermingsgeleider

Algemeen De beschermingsgeleider maakt de verbinding mogelijk tussen de aardingsrail van het verdeelbord en de lichtpunten en stopcontacten in de woning.



Samenstelling De beschermingsgeleider is een koperen geleider met een doorsnede (sectie) van 1,5 mm² (lichtpunten) of 2,5 mm² (gewone stopcontacten).

Kleurencode De beschermingsgeleiders hebben een geelgroene isolatie.

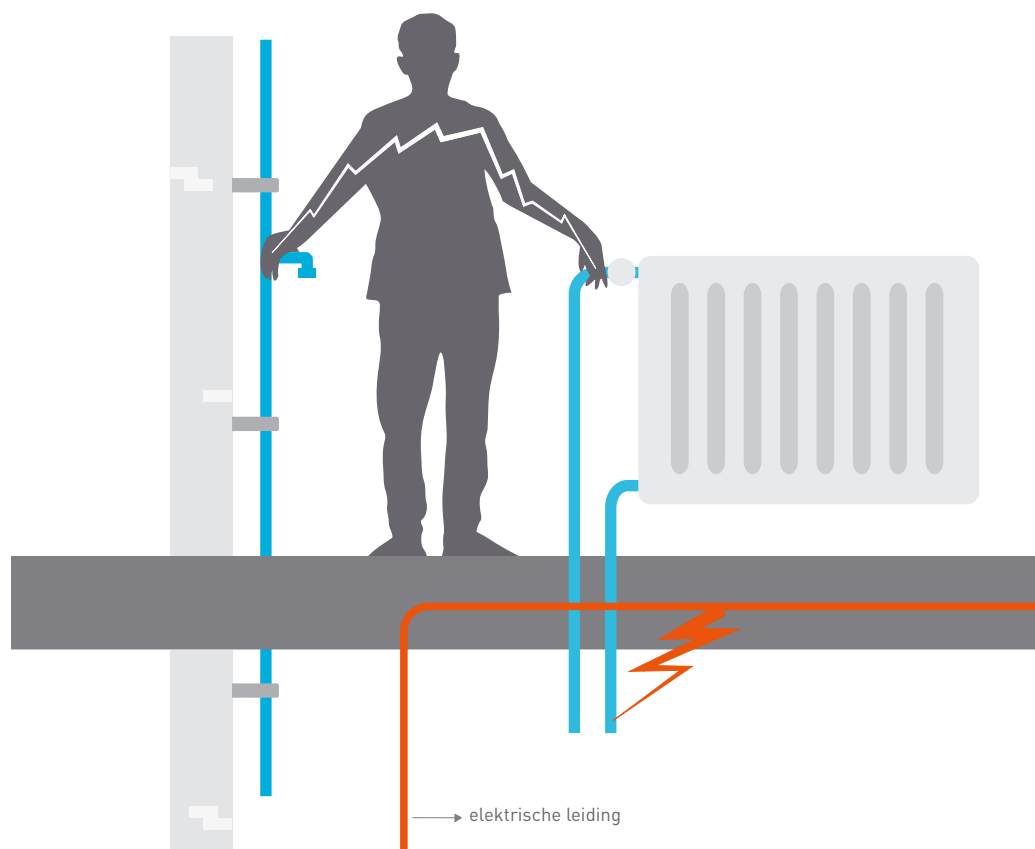


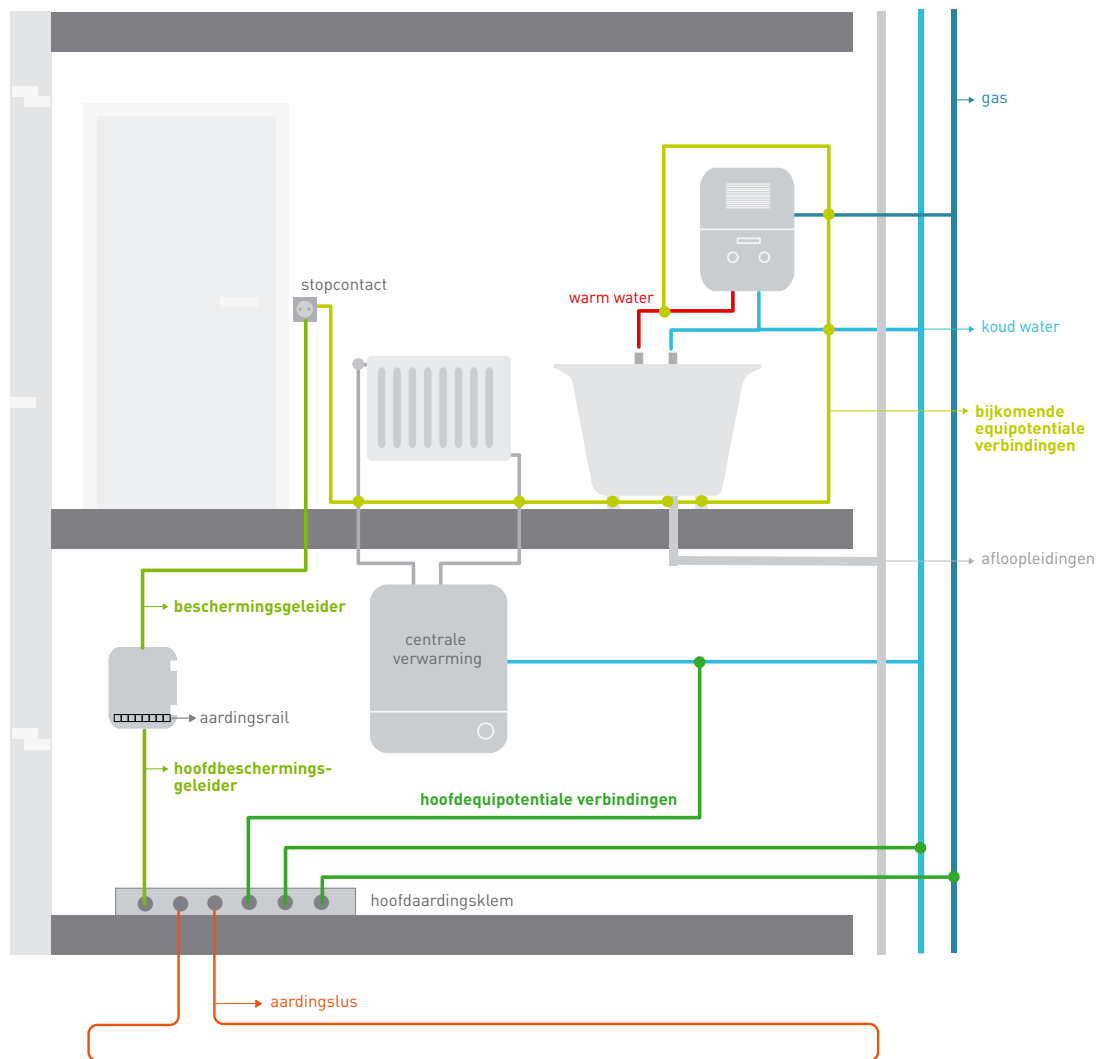
2. EQUIPOTENTIALE VERBINDING

Waarom equipotentiale verbindingen?

Het doel van equipotentiale verbindingen is om mensen te beschermen tegen elektrocutie.

Een aardingsaansluiting, differentieelstroominrichtingen of beschermingsgeleiders volstaan niet om het elektrocutiegevaar uit te schakelen. Het is mogelijk dat bv. een buis van een verwarmingsinstallatie ergens (rechtstreeks of onrechtstreeks) in contact komt met een elektrische geleider waardoor het hele buizenet en de radiatoren onder een gevaarlijke spanning komen. Equipotentiale verbindingen zorgen ervoor dat bij aanraking van een radiator de lekstroom niet door je lichaam maar via de verbinding naar de aarde vloeit.





Hoofdequipotential verbinding

Algemeen De hoofdequipotential verbindingen vertrekken vanop de hoofdaardingsklem. Omdat zelfs met een goede aarding het gevaar blijft bestaan dat er een spanning komt op de geleidende delen die niet tot de elektrische installatie behoren, moeten de volgende onderdelen met de aarde worden verbonden:

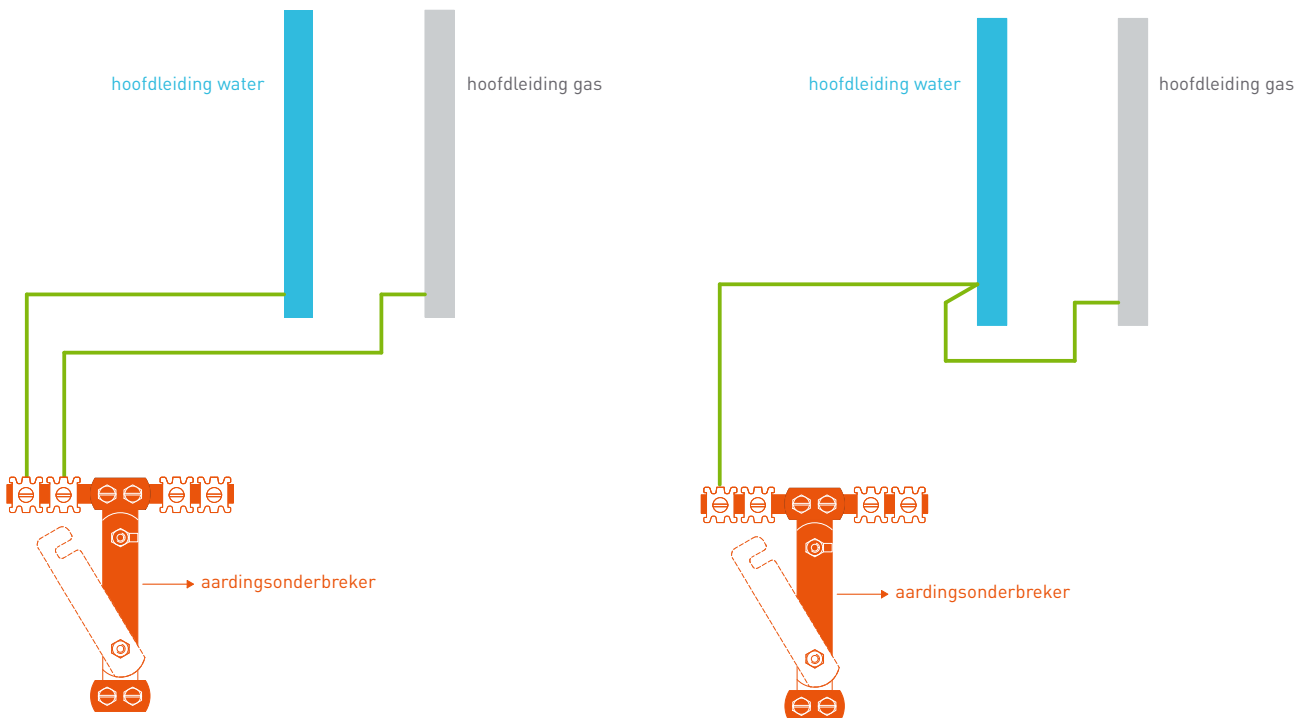
- hoofdleidingen van gas/water.
- hoofdleidingen van de centrale verwarming.
- genaakbare metalen delen van de constructie van het gebouw.

Samenstelling De hoofdequipotentiale verbinding bestaat uit een koperen geleider met een doorsnede (sectie) van 6 mm².

Kleurencode De hoofdequipotentiale verbindingen hebben een geelgroene isolatie.



Opmerking Equipotentiale verbindingen kan men op twee manieren aansluiten. Ofwel werkt men via een sterverbinding, ofwel kan men de equipotentiale verbindingen gewoon doorverbinden. De beschermingsgeleider mag nooit onderbroken worden.

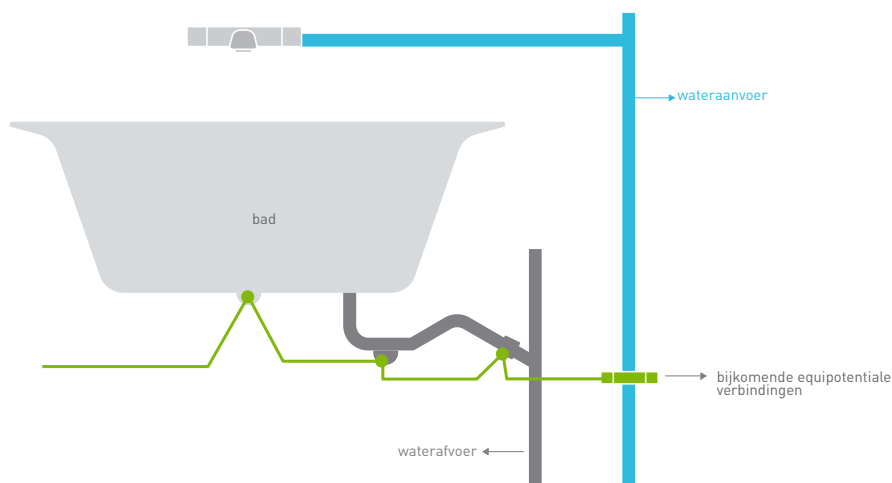


Bijkomende equipotentiale verbinding

Algemeen In de badkamer moeten bijkomende aardverbindingen voorzien worden, waarbij alle geleidende delen met elkaar verbonden worden via een beschermingsgeleider. Hierdoor is de badkamer extra beveiligd.

De bijkomende equipotentiale verbindingen zijn op de volgende elementen van toepassing:

- warm- en koudwaterleiding.
- toe- en afvoerleiding van een radiator.
- gasleiding.
- bad- en douchekuip (indien uit metaal).
- metalen net boven vloerverwarming.
- metalen deurlijsten (elektrische leidingen dienen daarachter te zitten).



Samenstelling De bijkomende equipotentiale verbinding bestaat uit een koperen geleider en heeft een doorsnede (sectie) van $2,5 \text{ mm}^2$ (indien beschermd) of 4 mm^2 (indien onbeschermd).

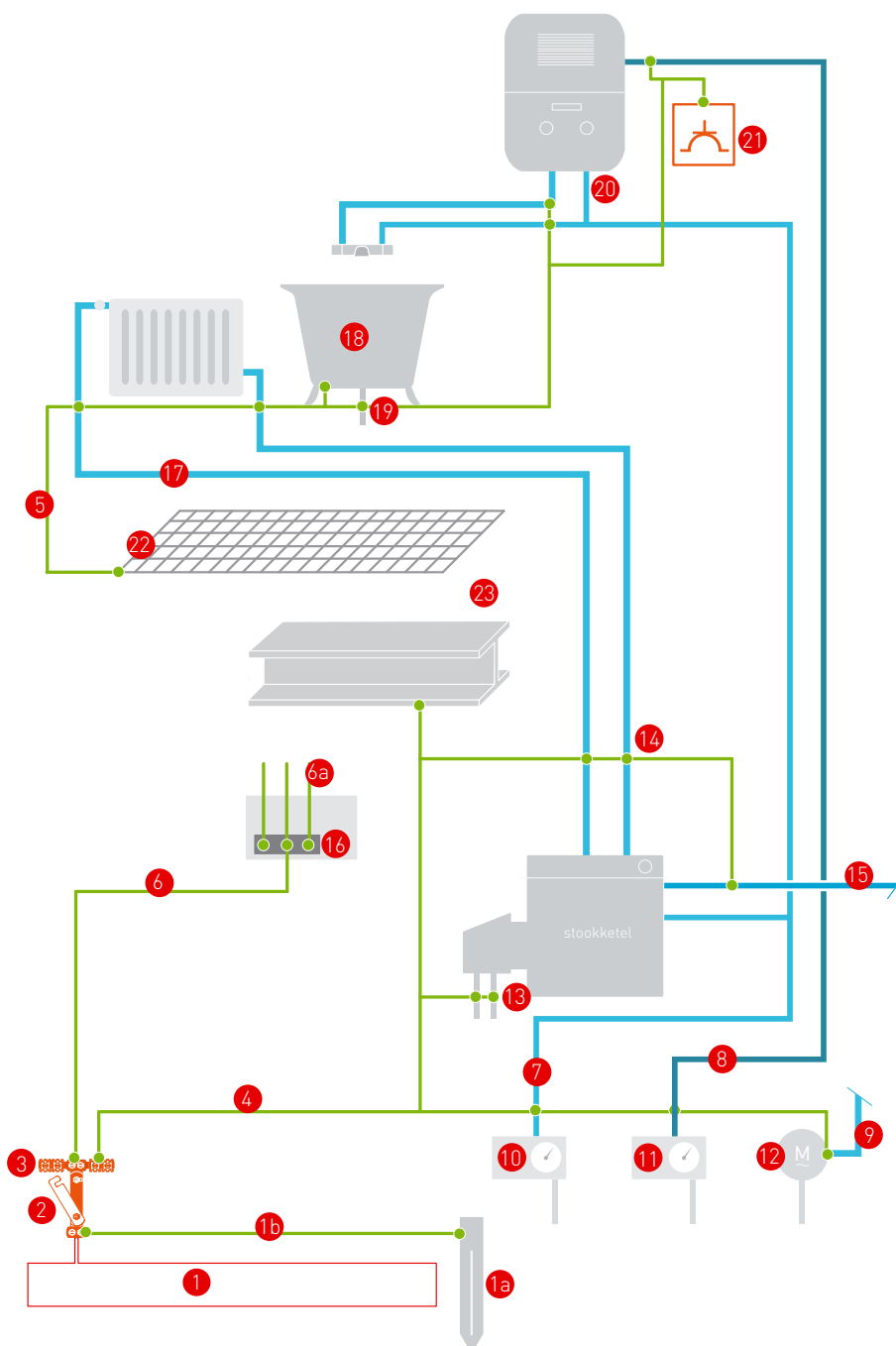
Kleurencode De bijkomende equipotentiale verbindingen hebben een geelgroene isolatie.



Opmerking Meestal vertrekken de bijkomende equipotentiale verbindingen vanuit de wandcontactdoos in de badkamer via een doorverbinding. Zorg ervoor dat je bij het doorverbinden de geleider in geen geval onderbreekt.

Hoe equipotentiale verbindingen aanleggen?

Algemeen Het onderstaande schema illustreert hoe de verscheidene equipotentiale verbindingen aangelegd moeten worden. De aftakkingen moeten bij een doorverbinding echter zo uitgevoerd worden dat de equipotentiale verbindingen niet onderbroken worden bij het losmaken van een aftakking. Men moet dus een toestel kunnen wegnemen zonder de equipotentiale verbinding te onderbreken. De hoofdaardingsklem dient bereikbaar opgesteld en tegen beschadiging en vocht beschermd te worden (bv. kast).



1. Aardingslus
 - 1a. Aardingspen
 - 1b. Aardgeleider
2. Aardingsonderbreker
3. Hoofdaardingsklem
4. Hoofdequipotentiale geleider
5. Bijkomende equipotentiale geleider
6. Hoofdbeschermingsgeleider
 - 6a. Beschermingsgeleiders
7. Hoofdleiding koud water
8. Hoofdleiding gas
9. Hoofdleiding regenwater
10. Watermeter
11. Gasmeter
12. Regenwaterpomp
13. Toe- en afvoerleiding stookolie
14. Koud- en warmwaterleiding stookketel
15. Hoofdleiding warm water stookketel
16. Aardingsrail (klem) verdeelkast
17. Toe- en afvoerleiding badkamerradiator
18. Badkuip
19. Waterafloop badkuip
20. Toe- en afvoerleiding waterverwarmer
21. Wandcontactdoos badkamer
22. Metalen netwerk boven vloerverwarmingsweerstand in badkamer
23. Genaakbare metalen constructie

Bron: Het installatiehandboek, GE Power Controls

Hoe verbindingen maken?

Algemeen Om geleiders aan buizen te bevestigen zijn er speciale klemmen beschikbaar. Sommige van deze klemmen zijn slechts voor één bepaalde buisdiameter geschikt, terwijl andere klemmen gebruikt kunnen worden bij verschillende buisdiameters.



Opmerking Maak de buizen vooraf goed zuiver op de plaats van de verbinding. Zo krijg je een optimale geleiding van de verbinding. De oxidatielagen, verflagen en onzuiverheden neem je weg met schuurpapier, staalwol



3. CONTROLE VAN DE AARDINGSINSTALLATIE

Hoe meet je de isolatieweerstand?

Algemeen De isolatieweerstand is de weerstand tussen de geleiders onderling en tussen elke actieve geleider en de aarding. Deze weerstand hangt vooral af van de vochtigheidsgraad in en rond de leidingen, de juiste keuze van de geleiders/buizen en van een eventuele beschadiging ervan. Voor deze meting wordt een isolatiemeter gebruikt die met een voldoende grote gelijkspanning de ohmse weerstand tussen de geleiders of tussen een geleider en de aarde meet. De gelijkspanning moet minstens 500 V bedragen.



Werkwijze Hoe meet je de totale isolatieweerstand t.o.v. de aarde?

1. Zet de hoofdschakelaar uit.
2. Verwijder de hoofdschakelaars, indien aanwezig.
3. Verbind de eerste meetstift van het meettoestel om beurt met de geleiders na de hoofdschakelaar.
4. Verbind de tweede meetstift met de hoofdaardingsklem.
5. De meting gebeurt met alle schakelaars ingeschakeld.
6. De stroombanen van vochtige lokalen mogen uitgeschakeld worden.

$$R \geq 25 \text{ k}\Omega$$

Hoe meet je de isolatieweerstand per kring t.o.v. de aarde?

1. Alle veiligheidsvoorzieningen zijn uitgeschakeld.
2. Verbind de eerste meetstift van het meettoestel met het begin van de te meten kring (na de veiligheidsvoorzieningen).
3. Verbind de tweede meetstift met de hoofdaardingsklem.
4. Alle schakelaars zijn ingeschakeld.

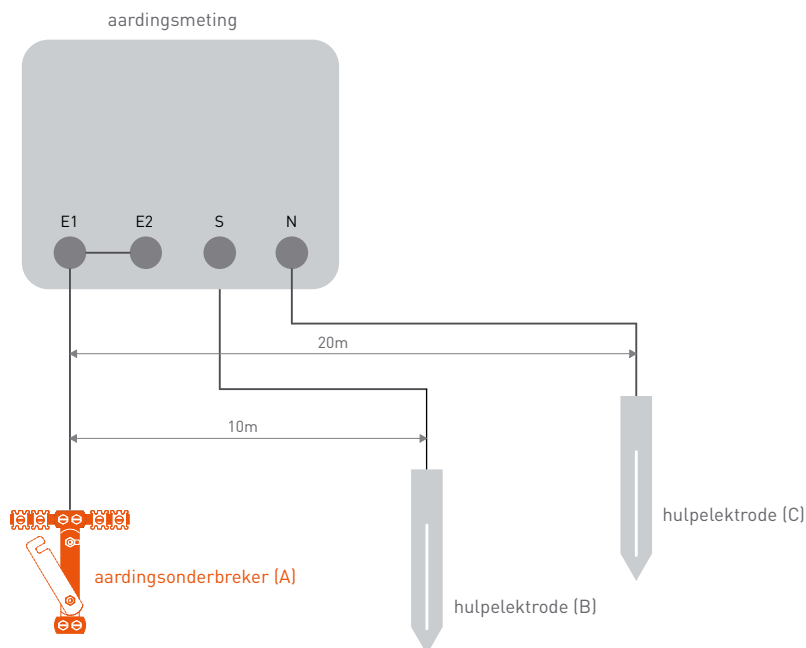
$$R \geq 230 \text{ k}\Omega \text{ (bij } U = 230 \text{ V)}$$

$$R \geq 400 \text{ k}\Omega \text{ (bij } U = 400 \text{ V)}$$

Hoe meet je de aardingsweerstand?

Algemeen De aardingsweerstand is de weerstand tussen de aardingslus en de omringende aarde. De aardingsweerstand wordt gemeten met de aardingsmeter. De meter stuurt bij het meten een wisselstroom van ongeveer 0,3 A de grond in.

- Werkwijze**
1. De hulpelektroden B en C worden in de omgeving van de woning in de grond geduwd. Is dit niet mogelijk, dan wordt een andere verbinding met de grond gebruikt (spoorstaaf, waterleiding, ...).
 2. De afstand AB en AC (zie tekening) moet liefst zo groot mogelijk zijn (minimaal 10 tot 20 meter).
 3. De gemeten waarde is de ohmse weerstand tussen de aardingslus en de omringende aarde door toedoen van hulpelektrode B en C.

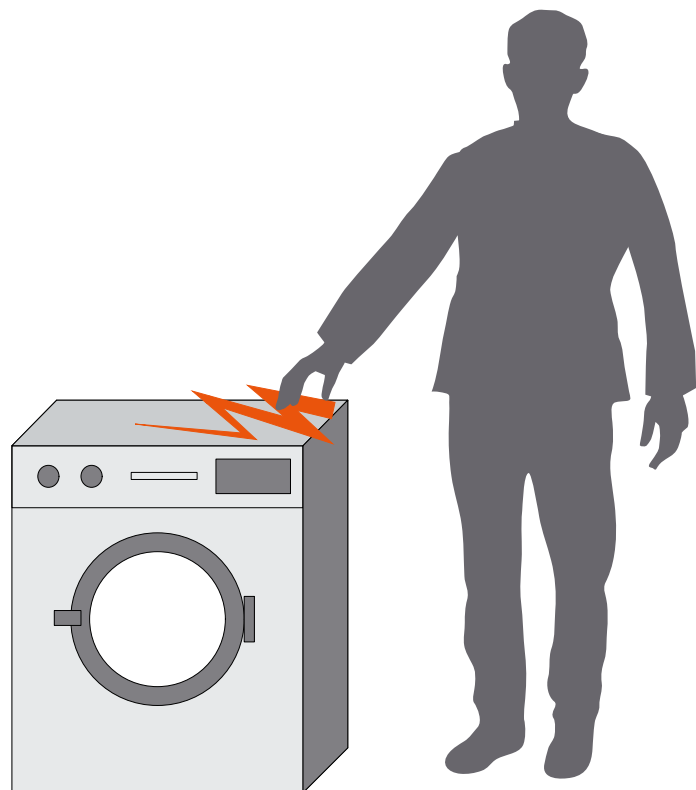


4. BEVEILIGING

Waarom een differentieelschakelaar?

Het doel van een differentieelschakelaar is bescherming te bieden tegen elektrische schokken bij onrechtstreekse aanraking. (*)

() We spreken van onrechtstreekse aanraking wanneer de persoon in aanraking komt met een toevallig onder spanning staande behuizing van een toestel (bv. door een isolatiefout). De persoon komt hierbij niet rechtstreeks in aanraking met actieve delen van een elektrische installatie.*



De differentieelschakelaar

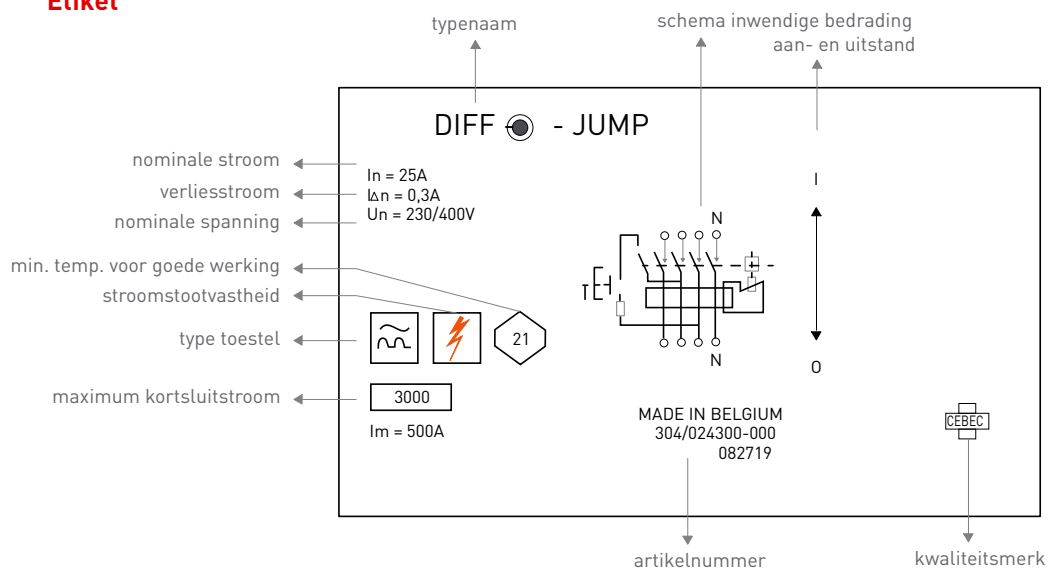
Algemeen Een aardlekschakelaar, ook wel verliesstroom-schakelaar of differentieelschakelaar genoemd, is een automatisch werkende schakelaar die een elektrische installatie of een kring ervan (zoals de 30 mA-kring) spanningsloos maakt zodra een lekstroom of verliesstroom van een bepaalde grootte optreedt.



Plaatsing Een differentieelschakelaar wordt geplaatst bij het begin van de installatie (hoofddifferentieelschakelaar 300 mA) of kring (bijkomende differentieelschakelaar voor vochtige ruimten 30 mA).

Werking Een differentieelschakelaar meet de stroom die de installatie opneemt (L1) en de hoeveelheid stroom die terugvloeit (N). Beide moeten even groot zijn. Als de hoeveelheid stroom die de elektrische installatie ingaat groter is dan de stroom die terugvloeit, dan spreken we van een lekstroom. Dit is de stroom die via de aarding wegvloeit. De schakelaar zal dit detecteren en de volledige installatie uitschakelen.

Etiket



Opmerkingen

De uitschakeltijd van een differentieelschakelaar mag maximaal 0,2 seconde bedragen. Differentieelschakelaars met grote (30 mA) en zeer grote gevoeligheid (10 mA) bieden een bijkomende bescherming bij rechtstreekse aanraking.

Een differentieelschakelaar beschermt niet tegen kortsluiting en overbelasting. Na de inschakel- en uitschakelknop is er frontaal ook een testknop om de goede werking van de differentieelschakelaar (maandelijks) te controleren.

Wanneer een 4-polige differentieelschakelaar 2-polig gebruikt wordt, moet die aangesloten worden op de klemmen waartussen de proefinrichting geschakeld is. Het is anders onmogelijk de goede werking van de schakelaar te controleren met de testknop.

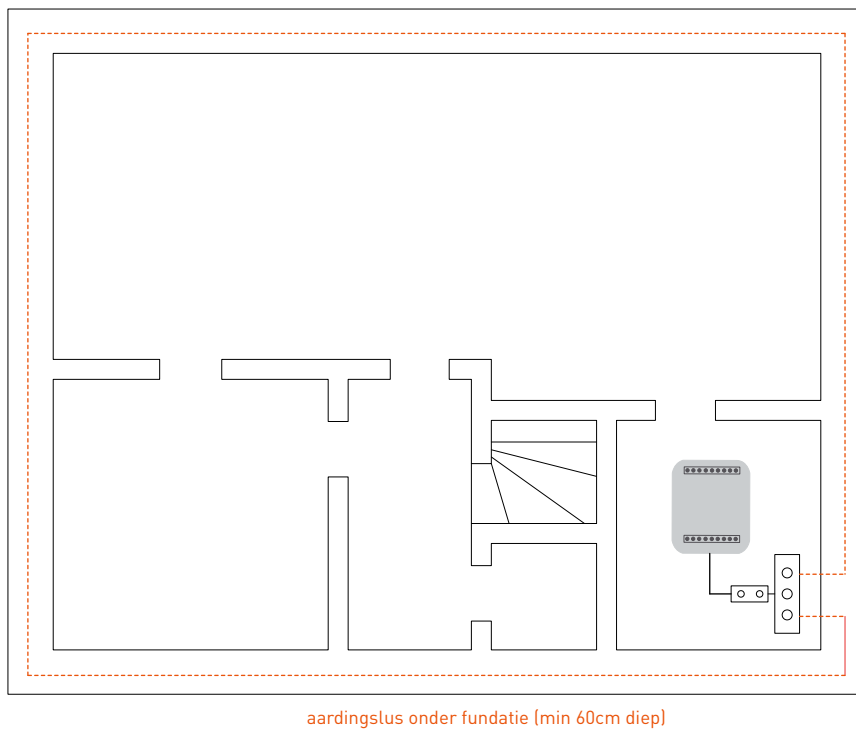
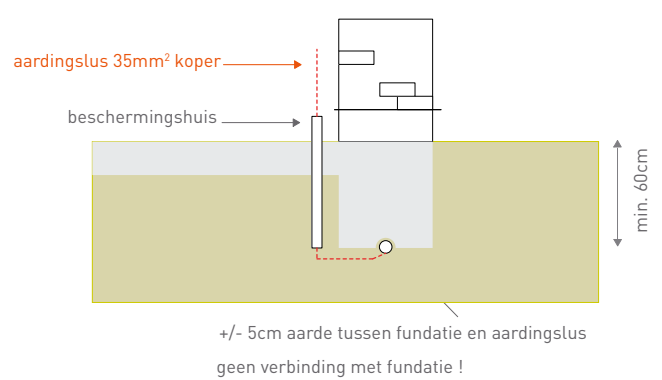
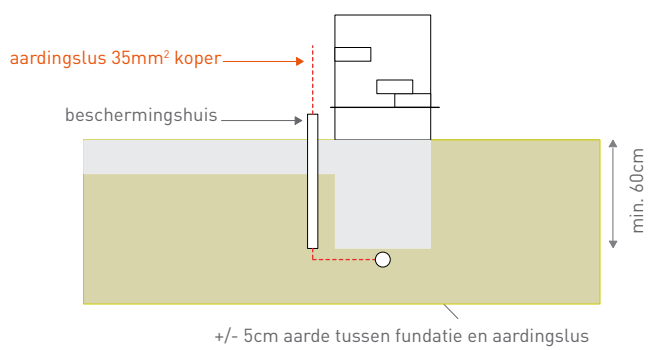
De groene kleur op de bedieningsknop geeft een zichtbare veiligheidsonderbreking van de differentieelschakelaar aan.

- Groen = 0-stand (alle contacten over voldoende afstand geopend)
- Rood = 1-stand (alle contacten gesloten)



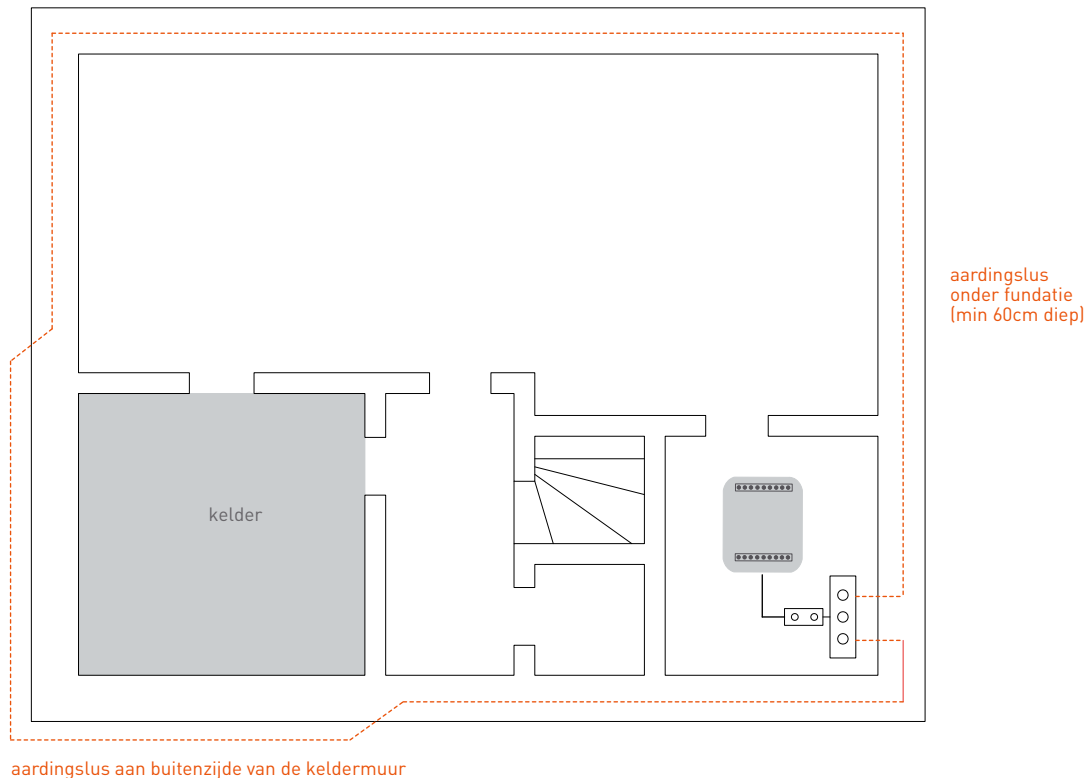
5. BIJLAGEN

Uitvoering

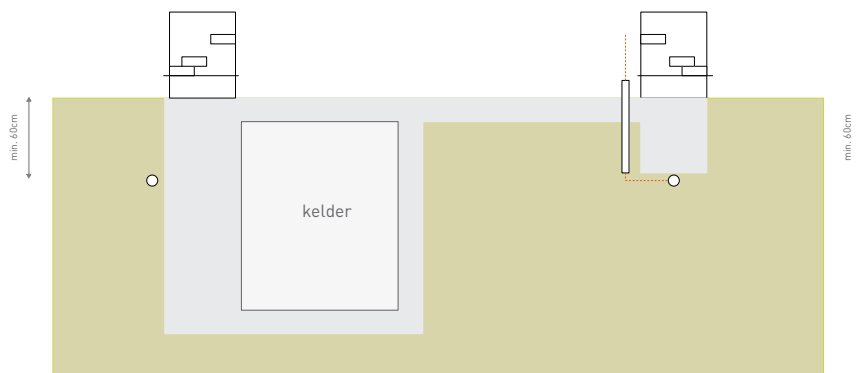


Afzonderlijke woning met kelder

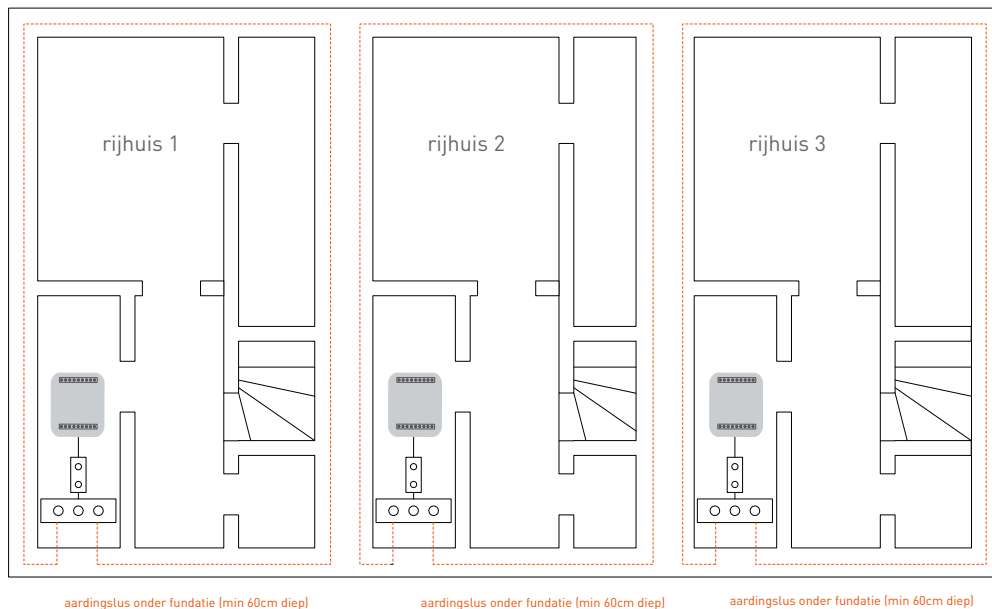
bij voorkeur omsluit de aardingslus de woning volledig



Detail fundering en aardingslus

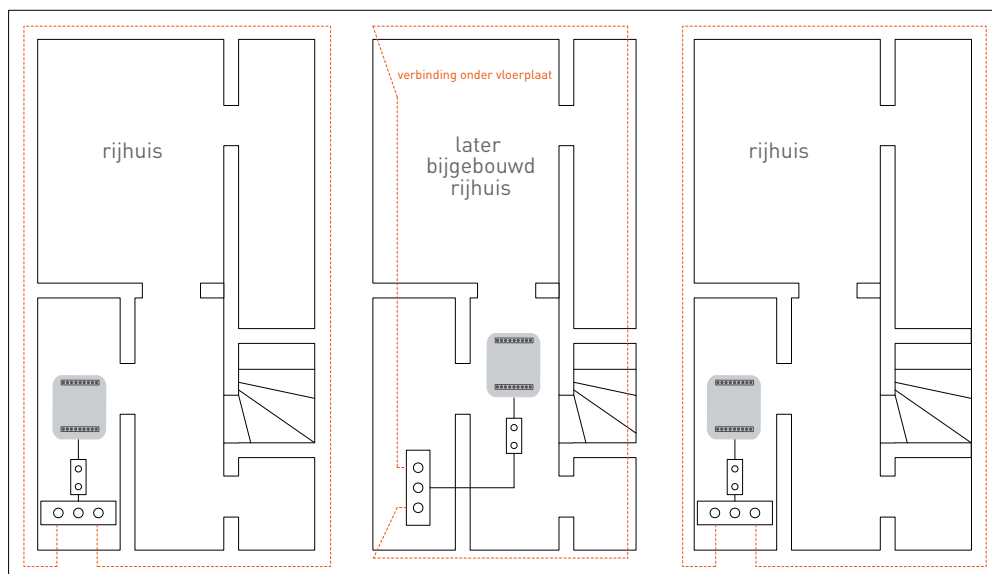


Rijwoningen (afzonderlijke aardingslussen)

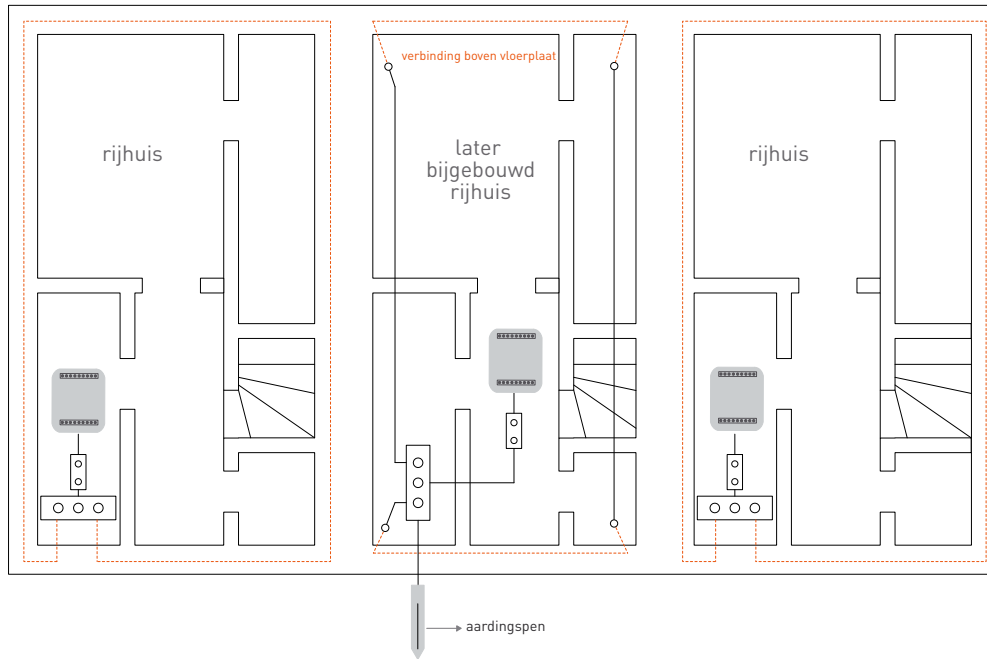


afzonderlijke aardingslussen
mogen elkaar niet raken!

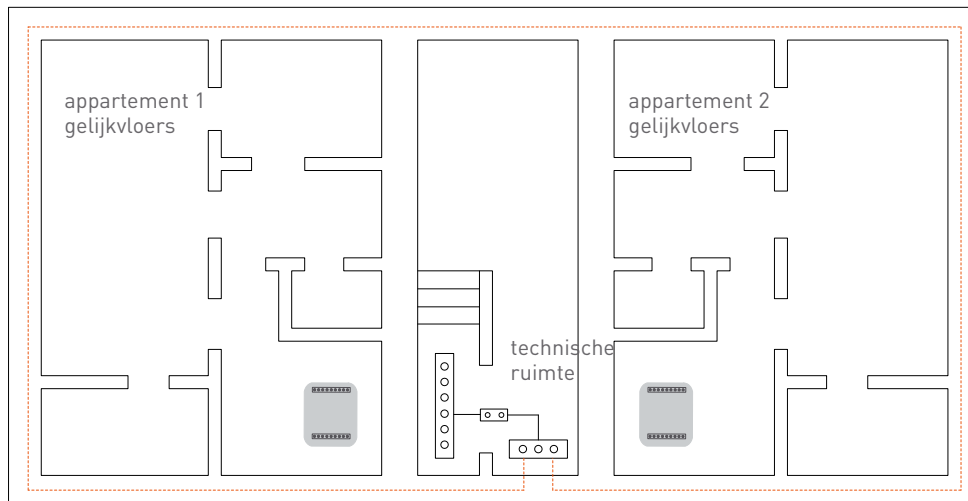
Later bijgebouwde woning tussen twee bestaande woningen

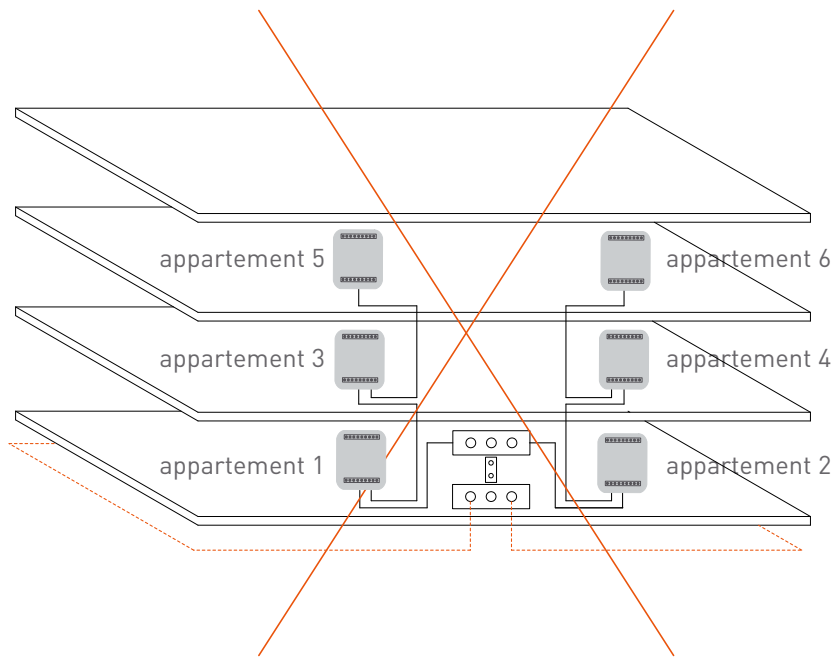
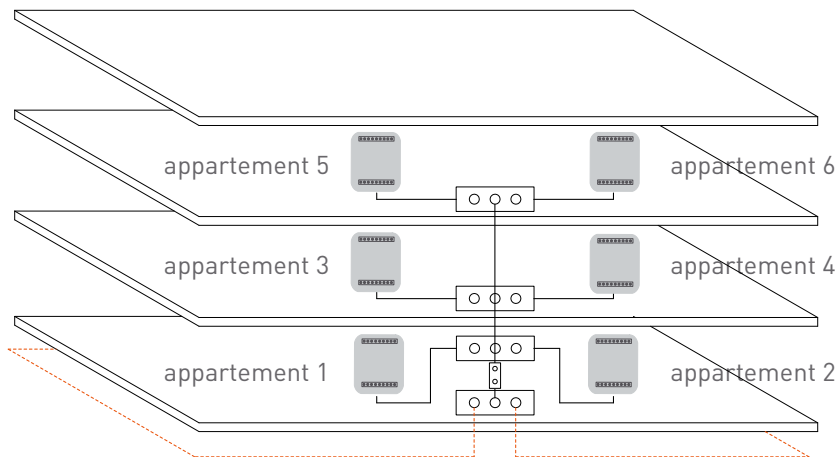


Later bijgebouwde rijwoning (afzonderlijke aardverbindingen)



Appartementen (gezamenlijke aardingslus)







Dit lespakket werd door de Artesis-hogeschool ontwikkeld voor de leerkrachten Elektrotechniek in het secundair onderwijs op vraag van Vormelek, het opleidingscentrum van de elektrotechnische sector.



vormelek formelec

vzw VORMELEK – FORMELEEC asbl
Marlylaan 15/8 b2 Avenue du Marly
BRUSSEL 1120 BRUXELLES
T 02 476 16 76
F 02 476 17 76
info@vormelek-formelec.be
www.vormelek-formelec.be

Het pakket is ook online beschikbaar op www.stroomopwaarts.be.
Alle scholen die een samenwerkingsovereenkomst gesloten hebben met Vormelek kunnen via de webshop een gedrukte versie bestellen.