

ELEKTRISCHE MATERIEEL IN GEBRUIK BIJ DE BRANDWEER



ELEKTRISCHE MATERIEEL IN GEBRUIK BIJ DE BRANDWEER

Ing. R.E.M. Groenewegen

Uitgeverij Vertoog
Jaap Edenlaan 15
2807 BP Gouda
Tel: 0182-551900
Fax: 0182-523034
www.vertoog.nl

UitgeVerij
Vertoog

Eerste druk 2015
ISBN:

Auteur: Ing. R.E.M. Groenewegen
© Vertoog, Gouda, Nederland



Dit werk en al zijn delen inbegrepen, is auteursrechtelijk beschermd. Ieder gebruik buiten de beperkte mogelijkheden die de auteurswet toelaat, is zonder toestemming van de uitgever ontoelaatbaar, illegaal en dus strafbaar.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 het besluit van 20 juni 1974, Stb. 351, zoals gewijzigd bij besluit van 23 augustus 1985, Stb. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de stichting Reprorecht (Postbus 882, 1180 AW Amstelveen). Voor het opnemen van gedeelte(n) uit deze uitgaven in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

1. Inhoudsopgave

1.	Doel	5
2.	Elektrisch materieel in gebruik bij de brandweer	7
3.	Risico's van elektriciteit	9
3.1	Stroom door het lichaam	9
3.2	Effect van elektrische stroom op het menselijk lichaam	11
3.3	Vlambogen	12
4.	Wetgeving	13
4.1	Produceren en in de handel brengen	13
4.2	Gebruik en onderhoud	14
5.	Normen	15
5.1	Niveaus in normen	15
5.2	NEN 3140	15
5.3	DIN-VDE 0701/0702	15
5.4	PAT	15
5.5	Brandweersituatie	16
6.	De voeding van elektrische apparatuur	17
6.1	Elektrische installatie	17
6.2	De 'gewone' installatie: een geaard net	17
6.3	Beveiligingen bij een TT- of TN-stelsel	18
6.4	Kortsluiting in een zwevend net	18
6.5	Isolatiebewaking	19
6.6	Brandweersituatie: meestal voeding vanaf generator	19
6.7	Brandweersituatie: soms voeding vanaf een onbekende gebouwinstallatie	20
6.8	Brandweersituatie: inverter ingebouwd in brandweervoertuig	20
6.9	Brandweersituatie: resumerend	20
7.	Elektrische apparatuur	21
7.1	Apparatuur	21
7.2	Wat maakt een elektrische apparaat veilig?	21
7.3	Beschermingsklassen	22
7.4	Uitvoeringen van apparaten	22
7.4.1	Apparaten van klasse I	22
7.5	Stekker of contactstop?	25
7.6	Afwijken van de norm	26
7.7	Waterdichtheid	26
8.	Veilig gebruik van elektriciteit	27
8.1	Verlengsnoeren op haspels	27
8.2	Controle door gebruiker	27
8.3	Specifieke eisen aan lengte voedingskabels	27
8.4	Walvoeding	28
9.	Aanschaf van elektrische apparatuur	29
9.1	Algemene eisen	29
9.2	Specifieke eisen per soort apparaat	29

10.	Periodieke keuring van elektrische apparatuur	33
10.1	Risicoverlaging	33
10.2	Elektrische arbeidsmiddelen	33
10.3	Vorbereiding van keuringen	34
10.4	Welke apparatuur keuren?	34
10.5	Wie mag keuren	34
10.6	Registratie van keuring	35
10.7	Hoe vaak keuren?	36
10.8	Omgaan met afgekeurde apparatuur	36
11.	Opzet van een keuring	37
12.	Standaard metingen	39
12.1	Metten van de beschermingsleiding	39
12.2	Isolati weerstand	41
12.3	Lekstroom	42
13.	Overige metingen	45
13.1	Driefasenapparaten	45
13.2	Verloopsnoer	45
13.3	Metingen aan mobiele aardlekschakelaars	46
13.4	Metingen aan stroomaggregaten en inverters	46
Bijlagen		47
Bijlage A:	Wettekst	49
Bijlage B:	Het bepalen van de tijd tussen twee opeenvolgende inspecties	51

1. Doel

De geschiedenis laat zien dat er met elektrische apparaten behoorlijk veel ongelukken gebeuren. En uit die ongevallen blijkt dat de ongevalsoorzaken vaak hetzelfde zijn:

- het gebruik van apparatuur die door een beschadiging gevaarlijk geworden is en
- het gebruik van apparatuur onder verkeerde omstandigheden.

Vreemd genoeg is bij een aantal ongevallen zelfs te zien dat beide ongevalsoorzaken zich tegelijk voordoen. En dat maakt het extra triest, omdat er op twee punten gewerkt had kunnen worden aan het voorkomen van het ongeval.

Een elektrisch apparaat dat beschadigd is of ruw wordt gebruikt kan voor gevaar zorgen. Het gevaar en de kans op beschadiging hangen vooral af van de situatie waarin de apparatuur wordt gebruikt. Bij het gebruik van elektrische apparatuur door de brandweer is er vaak sprake van een situatie waarin de kans op beschadiging relatief hoog is en een beschadiging een zeer gevaarlijke situatie oplevert. Daarom worden strenge eisen gesteld aan de soort apparatuur die mag worden gebruikt en de manier waarop die apparatuur wordt ingezet.



Om defecten vroegtijdig op te sporen, moet de apparatuur periodiek worden geïnspecteerd. Wordt die inspectie volgens de standaardnormen uitgevoerd, dan bestaat de kans dat er onterecht apparatuur wordt afgekeurd. Dit boek is dan ook bedoeld voor materieelbeheerders, inkopers en keurmeesters van elektrische apparatuur. Dit boek gaat specifiek over apparatuur die door de brandweer wordt ingezet bij de hulpverlening.

- Voor materieelbeheerders gelden de hoofdstukken 1 t/m 10.
- Voor inkopers is specifiek hoofdstuk 9 relevant.
- Voor keurmeesters van elektrische apparatuur zijn specifiek de hoofdstukken 10 t/m 13 bedoeld.

Het doel van dit boek is te komen tot een universele manier van omgaan met elektrische apparatuur en het daarmee bereiken van een hoog veiligheidsniveau. Om dat te bereiken is een onderzoek

gedaan door het Instituut voor Fysieke Veiligheid/Facilitair Dienstencentrum, in samenwerking met elektrotechnisch veiligheidsdeskundigen van Groenewegen b.v. uit Gouda. Namens het Facilitair Dienstencentrum was ing. G.J. Hoeksema de materiedeskundige. Namens Groenewegen b.v. was ing. R.E.M. Groenewegen de veiligheidsdeskundige. De resultaten van dat onderzoek staan op een toegankelijke wijze beschreven in dit boek.

2. Elektrisch materieel in gebruik bij de brandweer

Bij de brandweer wordt bij het operationeel optreden gebruik gemaakt van elektrische apparatuur en van verschillende manieren om de elektrische apparatuur te voeden.

Voor de elektrische apparatuur valt te denken aan:

- Verlichting
- Dompelpompen
- Rookgasventilator
- Zaagmachines
- Boormachines
- Slijpmachines
- Waterzuigers

Voor het aansluiten van de elektrische apparatuur kan het nodig zijn verlengsnoeren te gebruiken.

De elektrische voeding voor de apparaten kan komen van:

- Een verplaatsbaar stroomaggregaat.
- Een stroomaggregaat dat is ingebouwd in een brandweervoertuig.
- Een elektronische omvormer (inverter) die is ingebouwd in een brandweervoertuig.
- Een vaste elektrische installatie.



Elektrisch materieel wordt bij de brandweer in het algemeen niet bijzonder intensief gebruikt, maar wel in relatief gevaarlijke situaties. Het gevaar is aanwezig door:

- De behoefte snel op te treden en daarbij niet zachtzinnig te werk te gaan.
- Aanwezigheid van (blus-)water.
- Gebruik van zwaar materieel en zware materialen.
- Ruwe bebouwing (soms zelfs deels ingestort).
- Veel aanwezigen die elektrotechnisch niet deskundig zijn.

3. Risico's van elektriciteit

Elektriciteit zorgt jaarlijks voor een aantal ongevallen. Zo vallen er in Nederland jaarlijks gemiddeld circa 6 doden door elektriciteit, zijn er circa 100 gewonden en is de schadepost enorm. Maar wat is er nu zo gevaarlijk aan elektriciteit?

3.1 Stroom door het lichaam

De mens is niet in staat om een elektrische stroom door het lichaam te verdragen. Het lichaam werkt weliswaar zelf ook met elektrische stroompjes, maar die zijn zeer laag. Een stroom die van buiten af door het lichaam gaat kan een veel hogere waarde bereiken en daardoor onherstelbare schade aanrichten. Het letsel dat door een stroom kan ontstaan is onder andere:

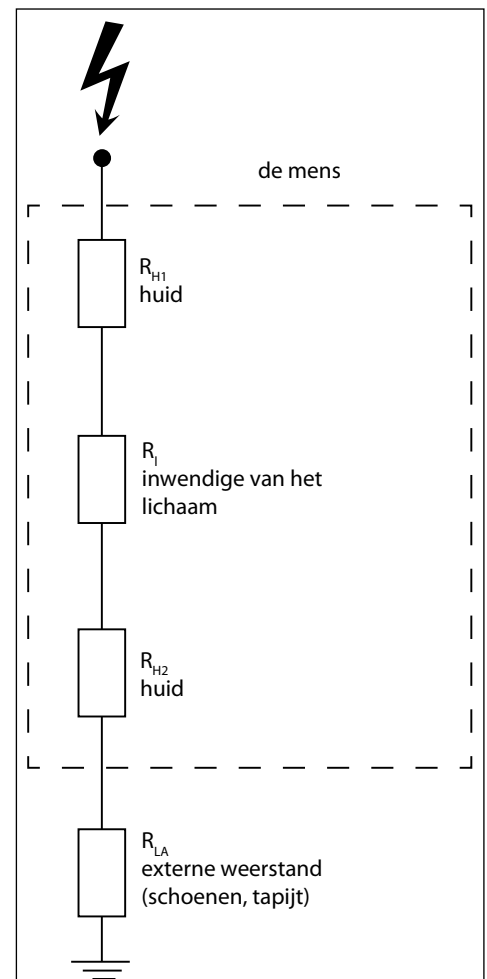


- Ontregeling van het hartritme met de dood tot gevolg
- Inwendige aantasting van zenuwen en bloedbanen, met als ergste gevolg amputatie van vingers of delen van de arm
- Valverwonding na de schrikreactie van een stroom door het lichaam

Het menselijk lichaam kan voor elektrische stroom worden voorgesteld met een eenvoudig vervangschema van vier weerstanden: R_{H1} , R_I , R_{H2} en R_{LA} . De huid (R_{H1} en R_{H2}) blijkt de meeste weerstand te bieden. Het inwendige van het lichaam is slechts een hoeveelheid 'vervuild' water. Vervuild water is een uitstekende stroomgeleider. Deze weerstand (R_I) in het vervangschema doet dus nauwelijks mee.

De weerstand naar aarde (R_{LA}) is een van de situatie afhankelijk weerstand. In het ene geval zal iemand die werkt met een defect elektrisch apparaat perfect geïsoleerd staan, in het andere geval is de weerstand naar aarde bijzonder laag. Een zeer lage weerstand is mogelijk bij het werken op een metalen constructie of in een nauwe geleidende ruimte.

De hoogte van de huidweerstand (R_{H1} en R_{H2}) is sterk afhankelijk van de situatie waarin de persoon zich bevindt en van de aanraakspanning. Om met het laatste te beginnen: uit onderzoek van de Oostenrijkse professor Gottfried Biegelmeier is gebleken dat de huid bij een spanning van tussen de 200 V en de 250 V 'doorslaat'. De huidweerstand loopt bij hogere spanningen steeds meer terug. Verder is de situatie waarin de persoon zich bevindt van sterke invloed op het effect van de elektrische stroom. Zo zijn de grootte van het aanrakingsoppervlak en de kracht waarmee het aanrakingsoppervlak in contact komt met de huid van invloed. Nog veel belangrijker is de fysiologische

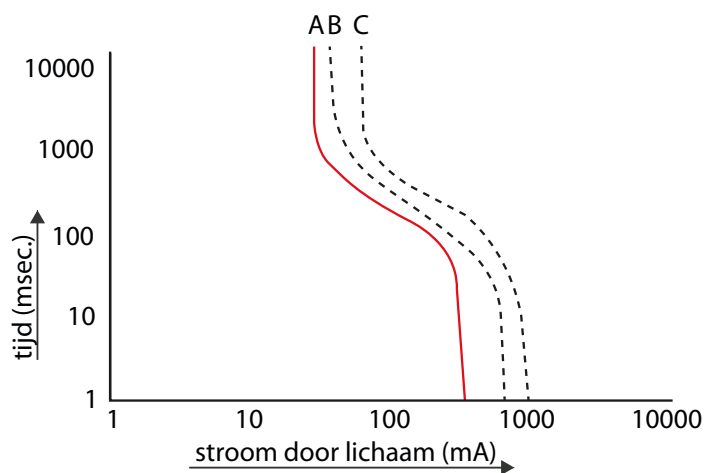


toestand van de huid. Een koude, samengetrokken huid heeft een veel hogere weerstand dan een warme, openstaande huid.

Ook de route die een stroom door het menselijk lichaam volgt (de stroomweg) is van belang. Een stroomweg van linkerhand naar rechterhand is veel minder gevaarlijk dan een stroom die van een van beide handen naar de voeten gaat. De gevaarlijkste situatie treedt op bij een stroom die van de borst naar de linkerhand gaat. In onderstaande tabel zijn de stroomwegfactoren aangegeven. Stroomwegfactoren die groter zijn dan 1 geven een hoger risico, terwijl factoren lager dan 1 een lager risico aangeven. Zo heeft een stroom van 70 mA die loopt van de borst naar de linkerhand (stroomwegfactor 1,5) een zelfde effect op het lichaam als een stroom van $1,5 \times 70 = 105$ mA die loopt van de linkerhand naar beide voeten. De grafiek is gebaseerd op een stroom die loopt van de linkerhand naar beide voeten.

Weg die de stroom aflegt	Stroomwegfactor
Linkerhand naar één of beide voeten	1,0
Rechterhand naar één of beide voeten	0,8
Linkerhand naar rechterhand	0,4
Rechterhand naar rug	0,3
Linkerhand naar rug	0,7
Rechterhand naar borst	1,3
Linkerhand naar borst	1,5

Hartstroomfactoren.



- A: dodelijk voor 5% van de populatie
- B: dodelijk voor 50% van de populatie
- C: dodelijk voor 95% van de populatie

De kans dat een stroom dodelijk is, hangt af van de stroomsterkte en de tijd.

Rekenvoorbeeld

Het is best mogelijk dat de totale huidweerstand van iemand in koude toestand $1 \text{ M}\Omega$ bedraagt.

Volgens de wet van Ohm geldt:

$$\text{stroom} = \frac{\text{spanning}}{\text{weerstand}}$$

Bij een aanrakingsspanning van 230 V zal de persoon in dit geval een stroom door het lichaam krijgen van 0,23 mA (nauwelijks voelbaar). Dezelfde persoon heeft even later na drukke werkzaamheden in een warme omgeving een totale huidweerstand van 2 k Ω . Nu is bij een aanraking van een spanning van 230 V de stroom door het lichaam 115 mA (direct dodelijk).

Uit onderzoek is verder gebleken dat een wisselstroom veel gevaarlijker is dan een gelijkstroom. Een wisselstroom blijkt veel eerder het hartritme te kunnen ontregelen dan een gelijkstroom.

Voor veiligheidsberekeningen wordt uitgegaan van een verwachte weerstand van het menselijk lichaam. Bij een weerstand van het menselijk lichaam van 2 k Ω (ongunstige omstandigheden) en een maximaal acceptabele stroom van 25 mA betekent dit dat een spanning van 50V als veilig mag worden beschouwd. Vandaar dat 50V ook in de elektrotechnische veiligheidsnormen is vermeld als grenswaarde van de aanrakingsspanning. Voor gelijkspanning mag een waarde van 120 V worden aangehouden.

3.2 Effect van elektrische stroom op het menselijk lichaam

Een elektrische stroom kan verschillende effecten hebben op het menselijk lichaam.

Het bekendste effect is wel 'de schok'. De elektrische stroom zorgt voor een vervelend tintelend gevoel en eventueel het verlies van controle over spieren. Het verlies van de controle over het lichaam kan leiden tot valletsel.

Bij grotere en/of langduriger stromen door het lichaam kan het hartritme ontregeld worden en kunnen celbeschadigingen ontstaan. Bij extreem grote stromen kunnen inwendige verbrandingen ontstaan.

Een elektrische stroom kan ertoe leiden dat het hart zijn vaste ritme kwijtraakt. Het hart zal dan gaan pompen op een veel hogere frequentie. Het nadeel hiervan is dat het hart door de korte periodetijd geen tijd krijgt om rustig in te knijpen en weer uit te veren. De frequentie is zo hoog dat de buitenwand van het hart ligt te trillen, maar dat het hart niet de kans krijgt daadwerkelijk bloed rond te pompen door het lichaam. Deze hartritmestoring doet zich overigens niet alleen voor bij een stroom door het lichaam, ook het dichtslibben van kransslagaderen (een hartinfarct) kan tot een hartfibrillatie leiden.

Volgens de huidige opvattingen helpt reanimeren (mond-op-mondbeademing met hartmassage) om het slachtoffer in leven te houden totdat er deskundige hulp komt. Een hartfibrillatie kan alleen worden gestopt door het hart te defibrilleren. Dat kan door het hart een gedoseerde elektrische schok toe te dienen, een soort 'reset-sigitaal'. Dit 'resetsigitaal' kan met een defibrillator (AED) worden gegeven. Een hartfibrillatie is zonder deskundige hulp zonder meer dodelijk!

Ook bij minder grote stromen door het lichaam, dus stromen die geen hartritmestoornis teweeg brengen, kan er schade aan het lichaam ontstaan. Mogelijkheden hierbij zijn:

- inwendig dichtschroeien van bloedvaten
- beschadiging van zenuwen en hersenen
- ontstaan van giftige afbraakprodukten
- verbranding van de huid

Het inwendig dichtschroeien van bloedvaten kan ertoe leiden dat weefsel langzaam afsterft, met in het extreme geval de noodzaak tot amputatie van een lichaamsdeel.

Zenuwen blijken goede stroomgeleiders te zijn. Een stroomdoorgang door het lichaam kan er dan ook toe leiden dat een deel van de stroom zijn weg door de hersenen zoekt. De relatief gevoelige zenuwcellen en hersencellen kunnen eenvoudig worden beschadigd. Dit kan resulteren in permanente afwijkingen, zoals plaatselijke verlammingen, capaciteitsverlies, stuipen en geestelijke afwijkingen. Deze verschijnselen hoeven zich niet direct na het ongeval te openbaren.

Door inwendige verbranding van weefsel kunnen er afbraakprodukten ontstaan die een schadelijke invloed hebben op de werking van de nieren.

Op de plaats waar de elektrische stroom het lichaam binnengaat, kan de huid verbranden. De kans daarop is het grootst bij een droge huid. De stroom moet dan door huid branden. Bij een vochtige huid en dan vooral bij een huid die vochtig is door transpiratievocht zal minder verbranding van de huid optreden.



3.3 Vlamboog

Bij het maken van kortsluiting kan een vlamboog ontstaan. Een vlamboog is een extreem heet vuurverschijnsel, dat ontstaat doordat de elektrische energie van de kortsluiting wordt gebruikt voor het verwarmen van de lucht. De lucht kan daarbij worden verwarmd tot boven de 10.000 °C. Sterke verbrandingen en zelfs een dodelijke afloop zijn daarbij mogelijk.

4. Wetgeving

Er zijn diverse wettelijke voorschriften van toepassing op elektrische arbeidsmiddelen. In grote lijnen zijn deze wettelijke voorschriften te verdelen in:

- wettelijke voorschriften voor het produceren en in de handel brengen van arbeidsmiddelen
- wettelijke voorschriften over het gebruik en onderhoud van arbeidsmiddelen

4.1 Produceren en in de handel brengen

De Europese Unie heeft regels uitgevaardigd voor het produceren en in de handel brengen van arbeidsmiddelen. Deze regels staan in Europese Richtlijnen. Een Europese richtlijn is een soort Europese wetgeving. Maar in plaats van het maken van een Europese wet hebben de aangesloten landen afgesproken de tekst letterlijk op te nemen in de nationale wetgeving. Voor de meeste arbeidsmiddelen zijn de van toepassing zijnde Europese richtlijnen:

- laagspanningsrichtlijn
- machinerichtlijn
- EMC-richtlijn
- CE-richtlijn



CE-markering op apparaat

Elektrische apparatuur moet voldoen aan de laagspanningsrichtlijn. Dat wil zeggen dat het arbeidsmiddel elektrisch aan behoorlijk strenge veiligheidseisen voldoet.

Machines moeten ook voldoen aan de machinerichtlijn. Deze richtlijn gaat voornamelijk over de machineveiligheid: afschermingen, stop- en noodstop-schakelaars en veiligheidsregels voor gebruik. Elke machine met een elektromotor moet aan deze richtlijn voldoen, dus ook zaagmachines, slijpmachines en rookgasventilatoren. Ook niet-elektrische machines moeten aan deze machinerichtlijn voldoen.

Elektrische apparatuur kan soms andere apparatuur storen. Zo kan een oude boormachine op de radio storen. Ook kan een apparaat door andere apparatuur gestoord worden. De EMC-richtlijn regelt in hoeverre apparatuur mag storen en in hoeverre apparatuur gestoord mag worden.

De CE-richtlijn regelt de CE-markering op een arbeidsmiddel. De CE-markering is door de fabrikant op het arbeidsmiddel aangebracht om aan te geven dat een onderzoek is uitgevoerd en dat het arbeidsmiddel aan alle van toepassing zijnde richtlijnen voldoet. Een elektrische machine moet dus aan de laagspanningsrichtlijn, de machinerichtlijn en de EMC-richtlijn voldoen. De markering moet deugdelijk zijn aangebracht. Een arbeidsmiddel dat is voorzien van een CE-markering is toegelaten in elk land van de EU. In feite dient de CE-markering hiermee als een soort douaneverklaring. De grote winst hiervan is dat de handelsbelemmeringen binnen Europa voor een groot deel zijn opgeheven.



4.2 Gebruik en onderhoud

De ARBO-wet, of voluit Arbeidsomstandighedenwet 1998, verplicht de werkgever tot het zorgen voor een veilige werksituatie. Een van de onderdelen daarvan is de zorg voor veilige installaties en veilige apparatuur. De ARBO-wet en het ARBO-besluit stellen verder geen eisen aan de manier waarop wordt gecontroleerd of de situatie veilig is.

Een norm is een document dat door een brede groep deskundigen vanuit belangenorganisaties is samengesteld. Daarmee worden normen beschouwd als een veiligheidsreferentie die 'de stand der wetenschap' aangeeft. Daarmee kan met een norm aan de wet worden voldaan.

In de ARBO-wet staan slechts algemene verplichtingen voor werkgevers en werknemers beschreven. Enkele verplichtingen van werkgevers zijn:

- het personeel instrueren over de gevaren die verbonden zijn aan hun werkzaamheden
- daar waar nodig veiligheidshulpmiddelen ter beschikking stellen
- machines en installaties zodanig onderhouden dat de veiligheid gewaarborgd is

Enkele specifieke verplichtingen van werknemers zijn:

- machines, toestellen, werktuigen, e.d. op de juiste wijze gebruiken
- persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) op de juiste wijze te gebruiken en na gebruik weer op de daartoe bestemde plaats op te bergen

Een van de plichten van de werkgever is het ter beschikking stellen van veilige arbeidsmiddelen aan zijn werknemers. Volgens hoofdstuk 7 van het ARBO-besluit moet de werkgever zich ervan overtuigen dat de arbeidsmiddelen geschikt zijn voor gebruik en dat ze niet voor ander gebruik worden ingezet. Ook moet de werkgever aanvullend beschermingsmiddelen ter beschikking stellen als dat nodig is. Volgens artikel 7.2 moet een arbeidsmiddel voldoende deugdelijk zijn voor gebruik.

Alleen maar het aanschaffen van de juiste arbeidsmiddelen is niet voldoende. De werkgever moet ook zorgen dat de arbeidsmiddelen zodanig worden onderhouden dat geen gevaar voor de veiligheid of gezondheid van werknemers kan ontstaan. De wettekst spreekt hierbij van 'toereikend onderhoud'. Een deel van de tekst van het ARBO-besluit, is in bijlage A van dit boek opgenomen. Ook moeten arbeidsmiddelen met enige regelmaat worden gekeurd.



5. Normen

5.1 Niveaus in normen

Normen worden op diverse niveaus gemaakt:

- Wereldwijd door ISO en IEC
- In Europa door CEN en CENELEC
- In Nederland door NEN en NEC

Hierbij zijn het IEC, CENELEC en NEC die de elektrotechnische normen maken. ISO, CEN en NEN maken normen over andere onderwerpen.



Opzet van normalisatie.

Een IEC-norm die in Europa en Nederland geaccepteerd is, krijgt de aanduiding NEN-EN-IEC. Een Europese norm die in Nederland is overgenomen krijgt de aanduiding NEN-EN. Als een norm geheel of gedeeltelijk Nederlands is, krijgt die de aanduiding NEN.

5.2 NEN 3140

Voor het veilig werken aan elektrische installaties en het onderhouden van elektrische installaties en elektrische apparatuur, heeft het Nederlands Normalisatie-instituut de norm NEN 3140:2011 uitgegeven. In deze norm staat onder andere over elektrische arbeidsmiddelen beschreven:

- wat gecontroleerd moet worden
- wie mag controleren
- welke controles uitgevoerd mogen worden
- hoe de registratie kan plaatsvinden

5.3 DIN-VDE 0701/0702

In Duitsland, het 'voorbeeldland' in de elektrotechniek, wordt voor het inspecteren van elektrische arbeidsmiddelen de combinatienorm DIN-VDE 0701/0702 gebruikt.



Het VDE-teken

Het werkgebied van de DIN-VDE-0701/0702 is 'Keuren na inbedrijfname en wijziging van elektrische apparatuur - Periodieke controle van elektrische apparatuur'. Omdat veel meetapparatuur op deze Duitse normen gebaseerd is, komen de aanduidingen 701 en/of 702 vaak voor in de typeaanduidingen.

5.4 PAT

In Engeland worden verplaatsbare elektrische apparaten 'Portable Appliances' genoemd. Een testapparaat voor verplaatsbare elektrische apparaten wordt dan ook een Portable Appliance Tester genoemd, of kortweg PAT. Ook die aanduiding komt op veel meetapparaten weer terug.

5.5 Brandweersituatie

De brandweersituatie is afwijkend van de meeste 'standaard' situaties:

- Apparatuur wordt de ene keer op een generator aangesloten en de volgende keer op een vaste installatie.
- Er is geen tijd om een installatie of werkplek rustig voor te bereiden en een installatie rustig op te bouwen. Bij een snelle inzet is er weinig tijd.
- De hectiek maakt dat apparatuur wel eens wordt gebruikt in ruwe, risicovolle situaties.

Deze situaties en risico's zijn zo divers dat ze niet met de algemene normen te vangen zijn. Vandaar een onderzoek naar elektrische apparatuur in gebruik bij de brandweer en het verschijnen van dit boek.



6. De voeding van elektrische apparatuur

Elektrische apparatuur is veilig en die elektrische apparatuur wordt ook aangesloten op een veilige elektrische installatie. Maar wat is nu eigenlijk veilige elektrische apparatuur en wat is een veilige elektrische installatie? En voor de brandweersituatie: is dat ook zo in de brandweersituatie?

6.1 Elektrische installatie

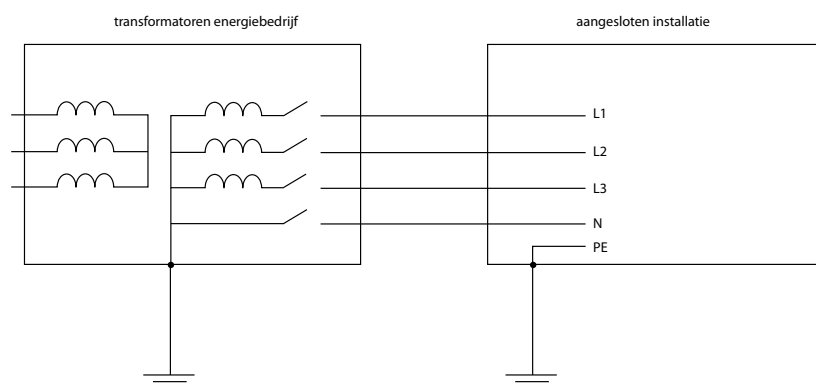
In een woonhuis of kantoor wordt elektrische apparatuur vrijwel altijd aangesloten op een vast elektriciteitsnet. Het elektriciteitsnet is geaard en ook veel apparatuur is geaard.

In de brandweersituatie komt de voeding in veel gevallen van een stroomaggregaat of elektronische voeding en maar soms van de installatie van een gebouw. De aarding is een veiligheidsvoorziening die ervoor zorgt dat de metalen buitenkant van elektrische apparatuur veilig blijft. Zelfs bij een kortsluiting is de buitenkant van een elektrische apparaat nog veilig. Tevens maakt de aarding het mogelijk om aardlekschakelaars als beveiligingen te gebruiken.

Om een aarding te kunnen maken moet een aardpen in de grond geslagen worden. Die pen moet meters diep de grond ingaan. In de brandweersituatie is het niet mogelijk om zomaar even een pen de grond in te slaan. De kans is dan aanwezig dat een kabel of gasleiding geraakt wordt. Bij het kortstondig gebruik van een stroomaggregaat is het maken van een goede aardverbinding daarom niet mogelijk. Dat maakt het al wat gevaarlijker om elektrische apparatuur te gebruiken. Er zal dus een andere manier moeten worden gevonden om de installatie veilig te maken.

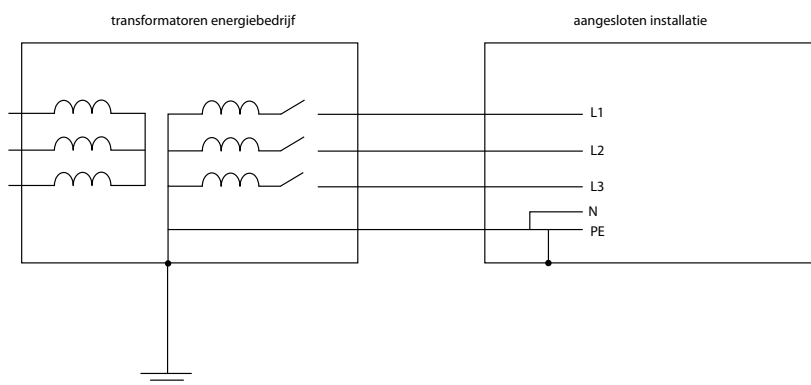
6.2 De 'gewone' installatie: een geaard net

Bij een gewone elektrische installatie heeft de transformator van het elektriciteitsbedrijf een geaarde aansluiting. In elk woonhuis dat op die transformator is aangesloten is ook een aardpen aanwezig. Dit voedingsstelsel wordt aangeduid met de term TT-stelsel. De eerste T geeft de aarding van de sterpuntsaansluiting van de transformator aan. De tweede T geeft aan dat het woonhuis een eigen aardpen heeft.



TT-stelsel

Er zijn ook situaties waarbij het woonhuis geen eigen aarding heeft, maar de aarding krijgt 'aangeleverd' van het energiebedrijf. Het stelsel wordt dan aangeduid met de term TN-stelsel. De T geeft de aarding van de sterpuntsaansluiting van de transformator aan. De N geeft aan dat de aarding via een neutrale ader wordt meegevoerd naar de gebruiker.



TN-stelsel

6.3 Beveiligingen bij een TT- of TN-stelsel

In een geaard net (TT- of TN-stelsel) zijn beveiligingen geplaatst die uitschakelen bij een te hoge stroom. Deze beveiligingen beschermen tegen overbelasting en kortsluiting. Een overbelasting (teveel apparaten ingeschakeld) kan leiden tot oververhitting van de installatie en uiteindelijk tot brand. Een kortsluiting zorgt voor een daling van de spanning en voor een extreem snelle temperatuurverhoging. Bovendien kan het zijn dat er tijdens de kortsluiting iemand onder spanning staat. Het is dan ook erg belangrijk dat een kortsluiting snel wordt afgeschakeld. In het algemeen wordt een kortsluiting binnen enkele tienden van een seconde afgeschakeld.

De overstroombeveiligingen reageren op een te hoge stroom. De meeste groepen in woonhuizen zijn beveiligd met zekeringen van ten hoogste 16 A. Wordt de stroom behoorlijk hoger dan die 16 A, dan zal de zekering de groep uitschakelen. Bij een overbelasting is er altijd een te hoge stroom. De zekering schakelt dan ook altijd uit.

Bij een kortsluiting is dat niet helemaal zeker. Er zijn twee soorten kortsluitingen:

- Een kortsluiting tussen een fasedraad en een nuldraad.
- Een kortsluiting tussen een fasedraad en een geaard deel.

Als er een kortsluiting plaatsvindt tussen een fasedraad en een nuldraad, dan is de stroom altijd erg hoog. De installatie is hiertegen te beschermen met een smeltzekering of een installatieautomaat (automatische zekering).

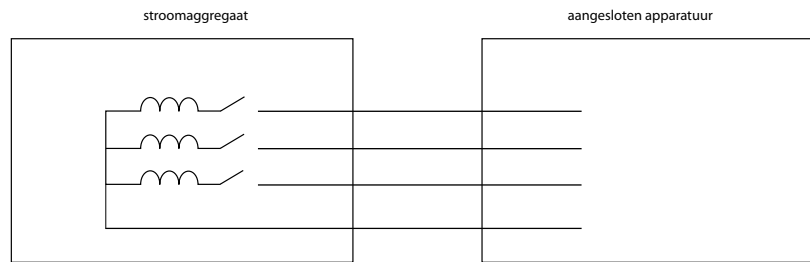
Bij een kortsluiting tussen een fasedraad en een geaard deel is niet altijd zeker of de stroom wel hoog genoeg wordt. Om die reden worden in veel installaties, o.a. in woonhuizen, aardlekschakelaars toegepast. Een aardlekschakelaar meet de heen en teruggaande stroom door de installatie. In een normale situatie zijn de heen en teruggaande stroom exact gelijk. Komt er door een kortsluiting een apparaat onder spanning en wordt dat apparaat door iemand aangeraakt, dan vloeit er door die persoon een stroom naar aarde. Die stroom loopt niet door de installatie terug. De aardlekschakelaar meet daardoor een verschil in de heen- en teruggaande stroom. Is het verschil van stroom zo hoog dat het voor een mens dodelijk kan zijn, dan schakelt de aardlekschakelaar de spanning uit.

De aardlekschakelaar is een uitstekende veiligheidsvoorziening. Er is wel één beperking: de aardlekschakelaar werkt alleen bij een geaard net!

6.4 Kortsluiting in een zwevend net

In een zwevend net (IU-stelsel) is het voedingspunt niet gekoppeld met aarde. Het voedingspunt kan een transformator of een generator zijn. Doordat het voedingspunt niet gekoppeld is, gaat er bij een kortsluiting naar aarde geen stroom lopen. Omdat er geen stroom gaat lopen is tegen deze kortsluiting met een aardlekschakelaar niet te beveiligen. Bij een tweede kortsluiting naar aarde, kan er een grote stroom gaan lopen. Als dat zo is, kan de overstroombeveiliging voor uitschakeling zorgen. Maar als er in plaats van een kortsluiting naar aarde een persoon is die een spanningvoerend

apparaat beetpakt, kunnen een aardlekschakelaar en een overstroombeveiliging hier niet tegen beveiligen. Een enkele fout in een zwevend net is nog niet meteen gevaarlijk, maar twee fouten leveren een zeer gevaarlijke situatie op.



IU-stelsel

6.5 Isolatiebewaking

Speciaal voor zwevende netten is de isolatiebewaking ontwikkeld. Een isolatiebewaking meet niet het verschil van stromen zoals een aardlekschakelaar. Een isolatiebewaking meet de weerstand tussen de actieve draden (fase en nul) en de geelgroene beschermingsleiding. Bij een kortsluiting tussen een actieve draad en de geelgroene draad gaat er nog geen stroom lopen naar de beschermingsleiding. De isolatiebewaking meet dan wel dat er tussen die twee draden een lage weerstand zit en zal de voeding uitschakelen.



6.6 Brandweersituatie: meestal voeding vanaf generator

In de brandweersituatie wordt elektrische apparatuur vaak gevoed vanuit een generator. Die generator kan in een brandweervoertuig staan of als verplaatsbaar apparaat ergens worden neergezet. In beide gevallen is het praktisch gezien onmogelijk om een aardpen in de grond te slaan en zo een geaard net te maken. Het in de grond slaan van een aardpen is bij een brandweerinzet praktisch onmogelijk om de volgende redenen:

- In stedelijke gebieden de grond vaak vol zit met elektriciteitskabels, TV-kabels, telefoonkabels, datakabels, waterleidingen en gasleidingen. De kans op het beschadigen van een kabel is erg groot en dit kan zelfs zeer gevaarlijk zijn.
- Per gebied is de grondsoort en waterstand verschillend. Dat betekent dat in het een gebied een korte aardpen (ca. 1 meter) in de grond al voldoende is, terwijl in een ander gebied een pen van mogelijk meer dan 15 meter geslagen moet worden voor een afdoende lage aardingsweerstand.
- De tijd en manuren die gemoeid gaan met het slaan, bemeten en aansluiten van de aardpen belemmert de inzet van de brandweer.
- Er is in een hectische situatie onvoldoende zicht op de kwaliteit van de aarding. Een aarding die losraakt doordat er tegenaan geschopt wordt of doordat een generator wordt verplaatst, wordt niet snel opgemerkt.

Om die redenen wordt voor brandweersituaties een ongeaard net gebruikt. Dat betekent dat de standaard beveiliging voor personen, de aardlekschakelaar, niet gebruikt kan worden. In plaats daarvan moet altijd een isolatiebewaking worden toegepast op de generatoren van de brandweer.

6.7 Brandweersituatie: soms voeding vanaf een onbekende gebouwinstallatie

Het kan zijn dat er apparatuur wordt aangesloten op de voeding van een onbekende gebouwinstallatie. In dat geval moet de veiligheid komen van de installatie. Die moet voorzien zijn van de juiste overstroombeveiligingen en aardlekschakelaars. Met de overstroombeveiligingen zit het in de regel wel goed, maar veel installaties zijn niet of niet volledig beschermd met aardlekschakelaars. De installatie voldoet daarmee wel aan de norm die voor die installatie geldt, maar is niet meteen veilig voor de extreme situaties van een brandweerinzet. Voor de brandweersituatie is het noodzakelijk dat er altijd een aardlekschakelaar is toegepast als beveiliging. Omdat er nooit de zekerheid is dat die aardlekschakelaar in de installatie zit, moet per aangesloten apparaat een mobiele aardlekschakelaar worden toegepast.



6.8 Brandweersituatie: inverter ingebouwd in brandweervoertuig

In veel brandweervoertuigen is een elektronische omvormer (inverter) ingebouwd. Een inverter wordt gevoed vanaf een 12V- of 24V-accu. Deze inverter moet een zwevende spanning afgeven. De inverters mogen alleen worden gebruikt voor het opladen van portofoons of vergelijkbare apparatuur. Een inverter met maximaal één contactdoos hoeft geen isolatiebewaking te hebben. Op een inverter zonder isolatiebewaking mag nooit apparatuur worden aangesloten die buiten het brandweervoertuig wordt gebruikt.

6.9 Brandweersituatie: resumerend

Wordt elektrische apparatuur aangesloten op een generator, dan moet die generator, ongeacht het vermogen, voorzien zijn van isolatiebewaking

Wordt elektrische apparatuur aangesloten op een gebouwinstallatie, dan moet een mobiele aardlekschakelaar worden toegepast.

Een elektronische omvormer in een brandweervoertuig is alleen bedoeld voor laders van portofoons en handlampen.



7. Elektrische apparatuur

7.1 Apparatuur

Apparatuur kan zijn uitgevoerd in drie verschillende beschermingsklassen:

- Klasse I
- Klasse II
- Klasse III

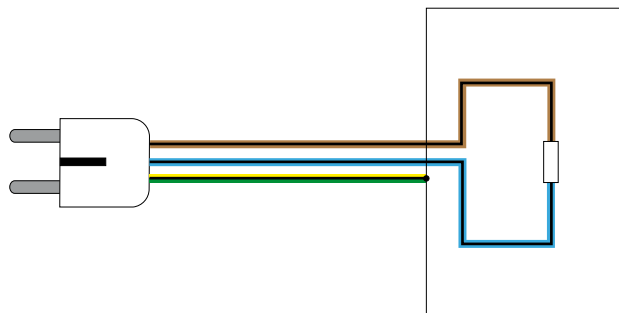
7.2 Wat maakt een elektrische apparaat veilig?

De eerste gedachte is vaak: "Een elektrische apparaat is veilig doordat tussen de spanningvoerende delen en de aanraakbare buitenkant een isolatielaag zit." Dat klinkt logisch en er is ook lange tijd naar die gedachte gehandeld. Totdat bleek dat een enkele isolatielaag wel eens faalt. En dan ontstaat er direct een gevaarlijke situatie.

Om die situatie te voorkomen, werden een paar manieren bedacht om een tweede beschermingsvoorziening in te bouwen in de elektrische apparatuur.

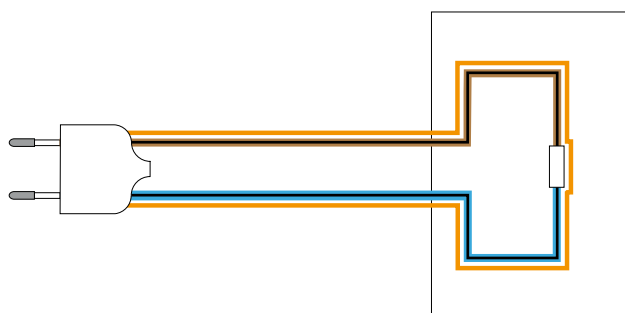
Als eerste werd de aarding bedacht. Als nu maar alle metalen delen die aanraakbaar zijn met een aarding zijn verbonden, dan kan een enkel defect niet zoveel kwaad. De aardendraad wordt niet alleen gebruikt bij geaarde netten om een meetbare foutstroom te maken, maar ook bij zwevende netten als meetdraad voor de isolatiebewaking. De aardendraad heet in elektrotechnische veiligheidsnormen 'beschermingsleiding'.

Deze manier van bescherming wordt als veiliger beschouwd dan alleen maar de isolatie, maar ideaal is het nog niet. De aarding blijkt niet altijd aanwezig of van de gewenste kwaliteit te zijn.




Een geaard apparaat

Een andere manier om de veiligheid te verhogen is het gebruik maken van een dubbele of versterkte isolatie. Het voordeel van de dubbele isolatie is dat de gebruiker niet meer afhankelijk is van het elektriciteitsnet op de plaats waar hij wil aansluiten. Er blijft ook aan deze situatie een nadeel zitten. Het apparaat werkt nog steeds op een gevaarlijke spanning. Een defect dat beide isolatielagen beschadigt leidt dus nog steeds tot een gevaarlijke situatie. Ook is een nadeel dat bij zwevende netten de meetdraad voor de isolatiebewaking ontbreekt.

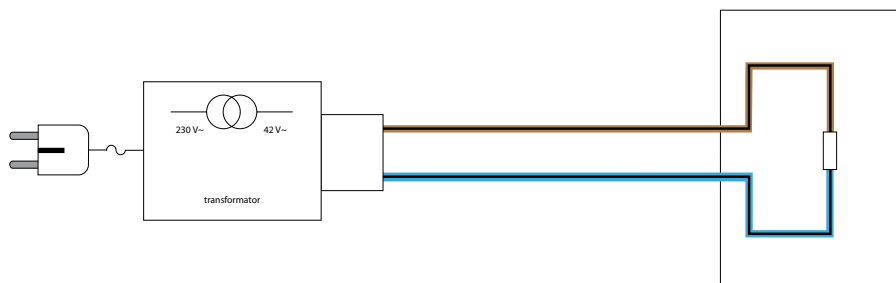


Een dubbel geïsoleerd apparaat

Op een dubbel-geïsoleerd apparaat is altijd het volgende symbool vermeld: 

De veiligste uitvoering is dan ook een apparaat dat netjes geïsoleerd is, maar dat ook op een veilige lage spanning werkt. Als de isolatie beschadigt, zorgt de relatief lage spanning dat er geen gevaarlijke situatie ontstaat. Een veilige lage spanning is onder normale omstandigheden niet hoger dan 50V AC (wisselspanning) of 120V DC (gelijkspanning). Voor de brandweersituatie is een veilige spanning niet hoger dan 25V AC of 60 V DC. Deze spanningen zijn de helft van die onder 'normale omstandigheden', omdat bij de brandweersituatie veel water aanwezig kan zijn. Dat verhoogt het risico van elektriciteit.

In de brandweersituatie wordt ook wel gebruik gemaakt van lampen die werken op 24V DC.



Een apparaat dat werkt op een veilige lage spanning

7.3 Beschermingsklassen

Elektrische apparatuur is volgens IEC 536 ingedeeld in vier beschermingsklassen. Deze beschermingsklassen geven de mate van bescherming tegen een elektrische schok weer.

Beschermingsklasse	Omschrijving	Voorbeelden
0	Bescherming alleen door fundamentele isolatie	<ul style="list-style-type: none"> Oude of zelfgemaakte schemerlampen
I	Apparatuur waarbij, naast de fundamentele isolatie, alle uitwendige metalen delen die bij een defect onder spanning kunnen komen met de beschermingsleiding (aarding) zijn verbonden	<ul style="list-style-type: none"> Soldeerbout, Drie-fasen-apparatuur.
II	Apparatuur waarbij aanvullende isolatie is gebruikt om te komen tot een tweevoudige zekerheid. Wordt ook wel dubbel-geïsoleerd genoemd	<ul style="list-style-type: none"> Handgereedschap (zoals boormachines en slijpmachines) Oplaadapparaten voor accugevoed gereedschap
III	Apparatuur voor aansluiting op een veilige lage spanning	<ul style="list-style-type: none"> 24V-mastverlichting Werkplekverlichting

Beschermingsklassen

7.4 Uitvoeringen van apparaten

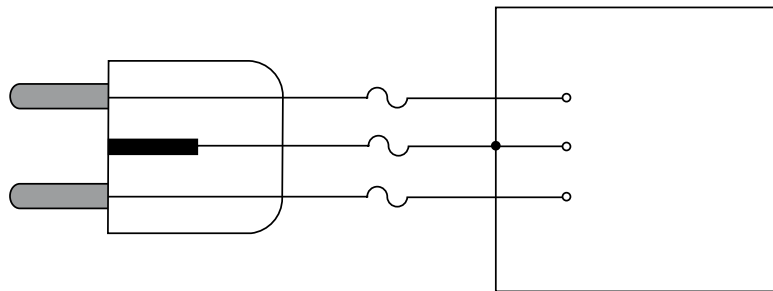
Aan elk van de beschermingsklassen zitten bepaalde uitvoeringen vast.

7.4.1 Apparaten van klasse I

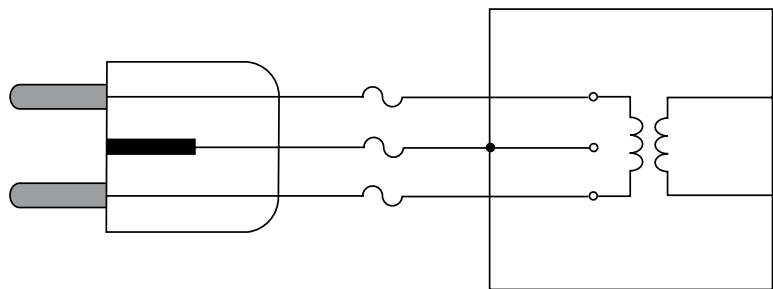
Apparatuur van klasse I moet zijn uitgevoerd met een stekker met beschermingscontact. Deze stekker kan zijn uitgevoerd als 'randaardestekker' of als 'CEE-form-stekker'. Een stekker voor een apparaat van klasse I hoeft niet aangegoten te zijn. Wel kan het zijn dat de waterdichtheid van een apparaat in bepaalde gevallen een aangegoten stekker vereist.



Gearde stekkers



Bij een gearde apparaat is elke metalen omhulling die bij een defect onder spanning kan komen met de beschermingsleiding verbonden.



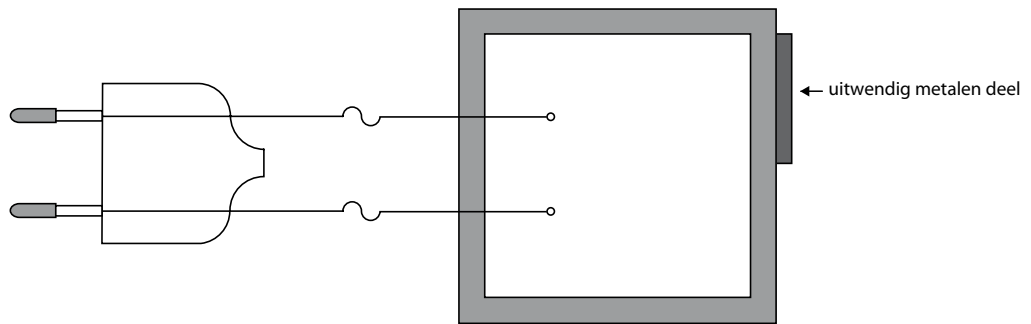
Ook klasse I: Bij een beschermingstransformator is de omhulling met de beschermingsleiding verbonden, maar de uitgang is een zwevende spanning.

7.4.2 Apparaten van klasse II

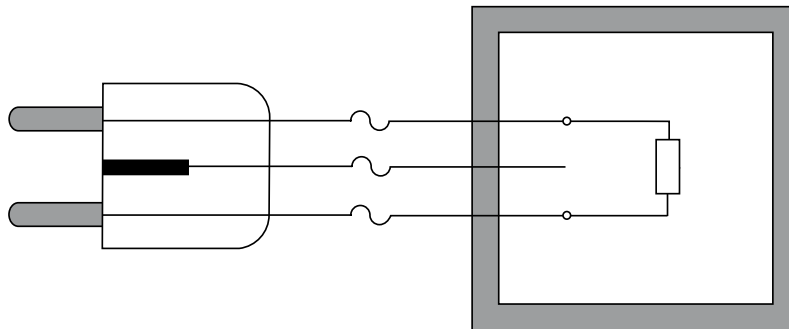
Bij apparaten van klasse II worden twee soorten stekkers gebruikt. Voor kleine apparaten wordt de zogenaamde 2,5A-stekker gebruikt. Deze stekker wordt gebruikt voor apparaten van gering vermogen, zoals bijvoorbeeld soldeerstations, looplampen, e.d. Voor grotere apparaten geldt de andere stekker. Er zijn ook dubbel geïsoleerde apparaten met gearde stekkers. Dat is in bepaalde situaties een toegestane variant.



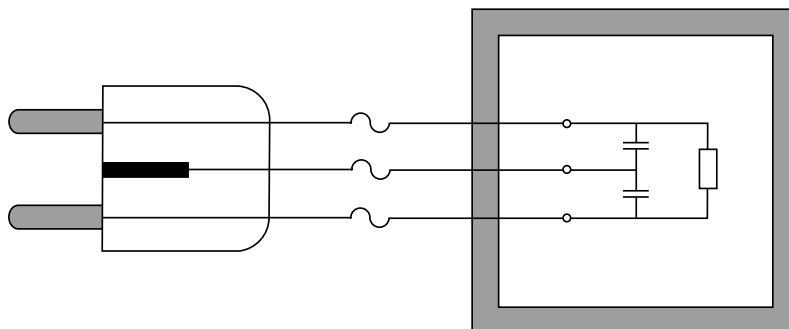
Klasse II apparatuur: snoer met aangegoten stekkers



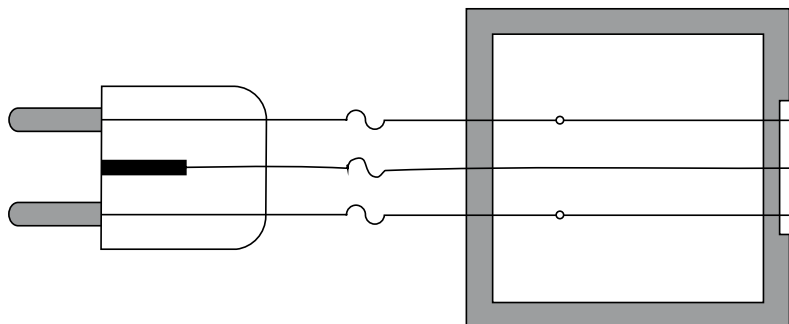
De meest gebruikte uitvoering van dubbel geïsoleerde apparatuur: een klasse-II-stekker met een tweedaderig snoer.



De stekker en het snoer zijn drieadrig. De aardedraad wordt in het dubbel geïsoleerde apparaat echter niet aangesloten. Deze oplossing wordt maar weinig toegepast. Heeft bij zwevende netten met isolatiebewaking het grote voordeel dat de kabels meebewaakt worden door de isolatiebewaking. Juist de kabels hebben het hoogste beschadigingsrisico van het gehele elektrische apparaat.



De stekker en het snoer zijn drieadrig. De aardedraad wordt in het dubbel geïsoleerde apparaat om puur functionele redenen gebruikt. Bijvoorbeeld om het apparaat te ontstoren.



De stekker en het snoer zijn drieadrig. De aardedraad wordt in het dubbel geïsoleerde apparaat doorgevoerd naar een contactdoos. Deze oplossing wordt toegepast bij onder andere waterzuigers en meetapparaten. De veel gebruikte apparaattesters zijn meestal van beschermingsklasse II en uitgevoerd met een drieadrig snoer.

Verlengsnoeren van klasse II worden wel gebruikt voor de aansluiting van tuingereedschappen. Wordt van een dergelijk verlengsnoer de contrastekker (het 'vrouwtje') afgeknipt, dan mag dit niet worden gerepareerd met een gearde contrastekker. Op dat moment wordt het immers mogelijk gearde apparaat aan te sluiten, terwijl er geen beschermingsleiding aanwezig is.

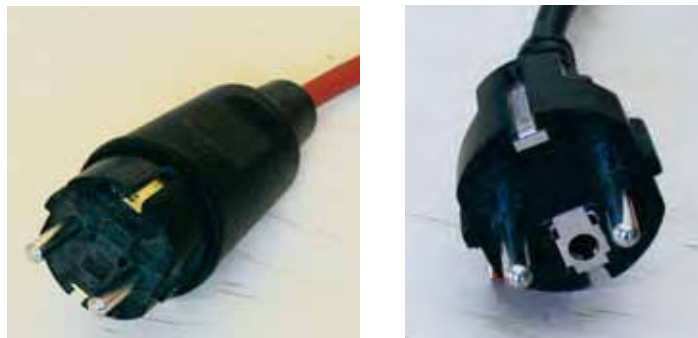


Contrastekkers klasse I en klasse II. Duidelijk verschillend.

7.5 Stekker of contactstop?

Het spraakgebruik en de normtekst lopen nogal eens uiteen. Zo wordt het 'ding' dat in de norm een contactstop heet, in de volksmond 'stekker' of 'steker' genoemd. In dit boek wordt voor de duidelijkheid gewoon het woord 'stekker' gebruikt.

Als variaties daarop hebben we dan nog de Schuko-stekker en de CEE-form-stekker. Schuko is de Duitse afkorting van 'Schutz Kontakt'. Hiermee wordt de 'gewone' gearde stekker aangeduid.



Gearde stekker, oftewel Schuko-stekker

De CEE-form-stekker, ook wel industriestekker of (de 230V-uitvoering) camping-stekker is een zwaar uitgevoerde stekker die veel in de industrie en voor 230V-toepassingen ook op campings wordt gebruikt. Deze stekker is er in diverse maten en kleuren. De CEE-form-stekker is vooral veel steviger en deugdelijker dan de Schuko-stekker.

De kleur geeft altijd de spanning aan. Zo is een blauwe stekker altijd voor 230V (één fase) en een rode stekker altijd voor 400V (drie fasen).



CEE-form stekker

7.6 Afwijken van de norm

Er is niemand die een bedrijf ertoe verplicht zijn eigen apparaten aan de productnormen te laten voldoen. Het is dus toegestaan om af te wijken, maar dan moet wel gewaarborgd zijn dat de aangepaste situatie even veilig is als met de productnormen het geval is. Strikt genomen moet u een nieuwe CE-markering aanbrengen en dus het daarvoor benodigde onderzoek uitvoeren. Industriële bedrijven maken bijvoorbeeld aan een klasse-II-apparaat een CEE-form stekker. Dat komt dan vooral voor bij bedrijven die in de fabriek overal CEE-form contactdozen gebruiken. Om in de fabriek standaard handgereedschap van klasse II te gebruiken zou dan overal een verloopsnoer moeten worden gebruikt. Het veiligheidsrisico neemt met al die extra verbindingen alleen maar toe. In die situaties is het veiliger om het apparaat te voorzien van een afwijkende stekker. En veiliger maken mag altijd! Dit wordt ook bij de brandweer toegepast.

7.7 Waterdichtheid

Naast een bepaalde beschermingsklasse heeft een apparaat ook een bepaalde waterdichtheid. Het is een misverstand dat een dubbel geïsoleerd apparaat ook waterdicht is.

De waterdichtheid van een apparaat wordt aangegeven met de IP-aanduiding. De afkorting IP staat voor Ingress Protection (ingress = binnendringing). De IP-aanduiding bestaat uit de letters IP, gevolgd door twee cijfers. Het eerste van de twee cijfers geeft de bescherming aan tegen aanraking en stof. Het tweede cijfer geeft de bescherming aan tegen water.

Tweede cijfer	Formele omschrijving	IP-code	Benaming
0	Niet beschermd	IP X0	
1	Beschermd tegen druppelend water	IP X1	druipwaterdicht
2	beschermd tegen druppelend water invallend onder een hoek van maximaal 15 graden	IP X2	
3	beschermd tegen sproeiend water	IP X3	regenwaterdicht
4	beschermd tegen opspattend water	IP X4	spatwaterdicht
5	beschermd tegen waterstralen	IP X5	sputwaterdicht
6	beschermd tegen golven	IP X6	
7	beschermd tegen onderdompeling tot 1 m diep en 30 minuten lang	IP 67	waterdicht
8	beschermd tegen verblijf onder water (diepte en tijd per geval gespecificeerd)	IP 68	drukwaterdicht

Aanduiding voor bescherming tegen binnendringing van water en vaste voorwerpen (waaronder stof). Op de plaats van de 'X' staat een getal tussen 0 en 6. Voor de waterdichtheid maakt het niet uit welk getal dat is.

Soms geldt een bepaalde mate van waterdichtheid alleen onder bepaalde omstandigheden. Zo zijn er bijvoorbeeld CEE-form stekkers die voldoen aan IP67. In de meeste gevallen voldoet de stekker daar alleen maar aan als deze is ingestoken in een bijbehorende contactdoos. Ligt de stekker van IP67 echter los in een plas water, dan zal deze vol water lopen.

8. Veilig gebruik van elektriciteit

8.1 Verlengsnoeren op haspels

Een verlengsnoer op een haspel moet altijd volledig worden afgerold voor gebruik. Een niet afgerolde haspel kan oververhit raken en dat kan tot kortsluiting leiden. Dat kan gevaarlijk zijn, levert schade op en het geeft op een mogelijk ongewenst moment een uitval van de spanning.



8.2 Controle door gebruiker

Elektrisch materieel moet bij elk gebruik door de gebruiker worden gecontroleerd op beschadigingen. Beschadigd materiaal mag niet worden gebruikt en moet zo snel mogelijk ter reparatie worden aangeboden. Daarnaast moet de isolatiebewaking voor ieder gebruik worden getest.



8.3 Specifieke eisen aan lengte voedingskabels

De spanning die vanuit een generator komt is een 'zwevende spanning'. Er is geen verbinding met een geaard punt. Dat maakt het zeer veilig om apparatuur te gebruiken, want bij een enkele fout in de installatie gaat er geen stroom naar aarde lopen. Die fout kan zijn dat een kabel is beschadigd en door een persoon wordt aangeraakt. Er gaat dan geen stroom lopen door die persoon.

Bij het gebruik van elektrische apparatuur is het van belang dat de kabels niet al te lang zijn. Bij lange kabels kan de kabel zich ten opzichte van de grond als condensator gaan gedragen. Het zwevende net wordt door die condensatorwerking een beetje een geaard net. Bij een enkele fout gaat er dan wel een kleine stroom lopen door de persoon. Die stroom hoeft niet perse te worden afgeschakeld door de isolatiebewaking.

Om dit gevaar te voorkomen mogen kabels niet al te lang zijn. Als standaard wordt aangehouden dat de totale kabellengte niet meer mag zijn dan 35 meter. Die kabellengte bestaat dan uit een aansluitsnoer van een apparaat van 10 meter en een kabelhaspel van 25 meter.

8.4 Walvoeding

Een brandweervoertuig wordt in de kazerne aangesloten op een walvoeding. Dat is een aansluiting op de vaste elektrische installatie van de brandweerkazerne.

Om het gevaar voor personen en de kans op brand te minimaliseren moet deze walaansluiting voorzien zijn van een aardlekschakelaar. Een aardlekschakelaar zorgt voor een snelle uitschakeling bij een lekstroom. Deze aardlekschakelaar moet in de groep van de gebouwinstallatie zijn opgenomen. Het kan zijn dat de aardlekschakelaar in de meterkast van de brandweerkazerne zit, maar de aardlekschakelaar kan ook geplaatst zijn nabij het brandweervoertuig.

De aardlekschakelaar moet een aanspreekstroom van 30 mA hebben.

In het brandweervoertuig moet het chassis van het voertuig met de aardaansluiting (beschermingsleiding) verbonden zijn.



9. Aanschaf van elektrische apparatuur

9.1 Algemene eisen

De wet schrijft voor dat elektrische apparatuur alleen mag worden verkocht als er op de apparatuur een CE-markering is aangebracht. Bij apparatuur die in de reguliere handel wordt verkocht is dat redelijk netjes geregeld. Wordt apparatuur in het buitenland gekocht via internet, dan is dat niet altijd geregeld. Wettelijk gezien is degene die de apparatuur importeert verantwoordelijk voor de CE-markering. Het gebruik van nieuwe apparatuur zonder CE is een wetsovertreding.

Naast de wettelijke eisen heeft elk bedrijf en elke organisatie de verplichting om nauwgezet te beoordelen welke elektrische apparatuur bij het risico van de werkzaamheden past. Voor de brandweer zijn die risico's zeer divers:

- De voedingsspanning komt in veel gevallen vanaf een ongeaard net
 - De gebruiksomstandigheden kunnen zeer ruw zijn
 - De hectiek rondom de inzet maakt dat er niet altijd zorgvuldig met de spullen wordt omgegaan
- Naast de verplichte CE-markering geldt dat er voor de brandweertoepassing een aanpassing op sommige apparatuur gemaakt moet worden. De apparatuur moet worden geleverd volgens opgave van de brandweer of worden aangepast aan de eisen van de brandweer.

Er is daarom een uitgebreide afweging gemaakt over de elektrische apparatuur die gebruikt wordt en de manier waarop die op een elektrische voeding wordt aangesloten.

De voorkeur gaat uit naar materieel dat dubbel geïsoleerd is. Dat biedt de hoogste bescherming voor personen tegen aanraking met actieve delen. Tegelijk gaat de voorkeur uit naar apparatuur met een beschermingsleiding (aardedraad), omdat die het mogelijk maakt een isolatiebewaking te gebruiken. Deze lastige tegenstrijdigheid van eisen heeft geleid tot de volgende oplossing:

Handgereedschap moet van klasse II zijn, maar de aansluitleiding moet wel drieadrig zijn en een geelgroene ader bevatten. Die geelgroene ader wordt in de stekker wel aangesloten, maar niet in het apparaat. Daarmee is de kwetsbare leiding wel mee beschermd, maar blijft het aangesloten apparaat dubbel geïsoleerd.

Om verwarring en zelfs onveilige situaties te voorkomen met de aansluiting krijgen alle brandweerapparaten een CEE-form-stekker. Deze kunnen probleemloos worden aangesloten op een CEE-form-contactdoos op een stroomaggregaat. Stroomaggregaten moeten voorzien zijn van isolatiebewaking. Dat is in de brandweersituatie de enige mogelijkheid om het personeel dat de apparatuur gebruikt, goed te beschermen tegen gevaarlijke defecten in die apparatuur.

Wordt een apparaat aangesloten op de installatie van een gebouw, dan kan dit via een mobiele aardlekschakelaar. Deze mobiele aardlekschakelaar vormt gelijk de overgang van de standaard 230V-contactdozen in een gebouw naar de CEE-form stekker aan de apparatuur. Ook in die situatie is het personeel dat de apparatuur gebruikt goed beschermd tegen gevaarlijke defecten in de apparatuur.

9.2 Specifieke eisen per soort apparaat

Elektrische handgereedschap

- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet van klasse II zijn
- Moet voorzien zijn van een blauwe 230V-CEE-form stekker 16 A, 6h min. IP44
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F, 3-aderig. De geel-groene ader moet in de stekker zijn aangesloten op het beschermingscontact, maar mag in het apparaat niet zijn aangesloten

- De aansluitleiding is maximaal 5 meter lang
- De beschermingsgraad moet minimaal IP44 zijn. Als dat niet haalbaar is, moet het handgereedschap zijn voorzien van een duidelijke sticker: niet gebruiken bij neerslag



Verlengsnoeren 230 V

- Uitgevoerd als haspels
- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet voorzien zijn van een blauwe 230V-CEE-form stekker 16 A, 6h en één of twee contactdozen, blauw 230V-CEE-form 16 A, 6h
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F, 3-aderig, of polyurethaan, 3 aderig
- Waterdichtheid moet voldoen aan min. IP44
- Kabellengte 25 meter

Verlengsnoeren 400 V

- Uitgevoerd als haspels
- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet voorzien zijn van een rode 400 V CEE-form stekker 5-polig, 16 A, 6h en één contactdoos rood 400 V, 5-polig, 6h.
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F of polyurethaan
- Waterdichtheid moet voldoen aan min. IP44
- Kabellengte 25 meter

Apparatuur 230 V van klasse I

- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet voorzien zijn van een blauwe 230 V CEE-form stekker 16 A, 6h min. IP44
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F, 3-aderig, of polyurethaan, 3 aderig.
- De aansluitleiding maximaal 5 meter lang. Voor onderwaterpompen mag de kabel maximaal 10 meter lang zijn.



Mobiele aardlekschakelaars

- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Aanspreekstroom maximaal 30mA.
- Moet voorzien zijn van een Schuko-stekker 230 V en een blauwe CEE-form contrastekker 16 A, 6h.
- Aansluitleidingen moeten voldoen aan H07RN-F, 3-aderig, of polyurethaan (QWPK), 3 aderig.
- Beschermingsgraad minimaal IP44

Verlichting, 230 V

- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet voorzien zijn van een blauwe 230V CEE-form stekker 16 A, 6h
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F, 3-aderig. De geel-groene ader moet in de stekker zijn aangesloten op het beschermingscontact, maar mag bij lampen van klasse II in het armatuur niet zijn aangesloten
- De beschermingsgraad moet minimaal IP44 zijn
- De aansluitleidingen mogen maximaal 5 meter lang zijn, werkplekverlichting 10 meter



Driefasenapparatuur

- Moet voorzien zijn van CE-markering
- Moet van klasse I zijn
- Moet voorzien zijn van een rode 400V CEE-form stekker 16 A, 6h
- Moet voorzien zijn van een aansluitleiding H07RN-F of polyurethaan.
- De aansluitleiding mag maximaal 5 meter lang.

Stroomaggregaten

- Sterpunt van generator moet losgekoppeld zijn van aardpunt
- Moet, ongeacht het vermogen, voorzien zijn van isolatiebewaking met uitschakelgrens tussen 20 k Ω en 100 k Ω .
- Moet voorzien zijn van CEE-formaansluitingen éénfase driepolig 230 V, 16 A, 6h en driefasen, 5-polig, 400 V, 16 A, 6h min. IP44
- Het koppelen van generatoren om te komen tot een hoger totaalvermogen is niet toegestaan. Hiervoor mogen ook geen hulpstukken en/of hulpmiddelen worden bijgeleverd.
- Bij een generator die vast is ingebouwd in een voertuig, moet de metalen behuizing van de generator deugdelijk zijn verbonden met de massa van het voertuig. De massa mag niet verbonden zijn met het sterpunt van de generator
- Generator-aggregaten vallen onder het 'Besluit machines' van de 'Wet op de gevaarlijke werktuigen'.



Elektronische voeding in brandweervoertuig

In brandweervoertuigen kan een elektronische voeding (inverter) worden geplaatst. Deze elektronische voeding maakt een 230V-voedingsspanning van de 12V- of 24V-accuspanning. Deze elektronische inverters hoeven niet te zijn voorzien van een isolatiebewaking als er maximaal één contactdoos op is aangesloten. De inverters mogen alleen worden gebruikt voor het opladen van portofoons of vergelijkbare apparatuur.



10. Periodieke keuring van elektrische apparatuur

Gevaarlijke situaties ontstaan dus niet alleen doordat de verkeerde apparatuur is gekocht, maar ook doordat apparatuur door gebruik of slijtage onveilig geworden is. Het is dan ook belangrijk om de juiste apparatuur aan te schaffen en om apparatuur regelmatig kritisch te controleren.

10.1 Risicoverlaging

Voor de gebruiker geldt vaak de regel dat een werkend apparaat dus ook een veilig apparaat is. En dat klopt niet. Het is te vergelijken met een auto: als de auto rijdt, wil dat niet zeggen dat de remmen ook goed zijn. Geen automobilist stapt in een auto met defecte remmen. En zo hoort het ook zo te zijn met elektrische gereedschappen: ongekeurd is vermoedelijk onveilig.

Het is niet zo dat alle arbeidsongevallen te voorkomen zijn met de keuringen, maar de kans op een arbeidsongeval wordt wel sterk verkleind. Ook wordt door de keuringen voorkomen dat gebreken lang aanwezig blijven en zo jarenlang voor gevaarlijke situaties kunnen blijven zorgen .



Het keuren van elektrische apparatuur lijkt een eenvoudig klusje, maar het vergt wel degelijk specifieke kennis en speciale meetapparatuur. Dit boek richt zich op degenen die de keuringen moeten uitvoeren en op degenen die de keuringen moeten organiseren. Daarbij gaat het specifiek om de elektrische apparatuur die in gebruik is bij de brandweer:

- Elektrische handgereedschappen
- Verlichting
- Dompelpompen
- Rookgasventilatoren
- Verlengsnoeren
- Driefasenapparaten (bijvoorbeeld grote ventilatoren)
- Generatoren.

10.2 Elektrische arbeidsmiddelen

De normen spreken niet over 'elektrische apparatuur' maar over 'elektrische arbeidsmiddelen'. Een elektrisch arbeidsmiddel is volgens NEN 3140:2011:

op de arbeidsplaats gebruikt arbeidsmiddel, hulpmiddel of persoonlijke beschermingsmiddel dat een elektrisch gevaar kan opleveren of verminderen

Elektrische arbeidsmiddelen kunnen ook andere dan elektrische defecten hebben. Dit boek behandelt de NEN-3140-aspecten en gaat daarom alleen maar over de elektrische veiligheid. Uiteraard mag een apparaat dat mechanische of andere gevaarlijke gebreken vertoont, niet worden goedgekeurd.

Er is op dit moment nog geen certificering van keurmeesters vereist. Dat maakt dat elke beunhaas met een meetapparaat zich kan presenteren als keurmeester voor elektrische apparatuur. De realiteit is dat dit ook voortkomt. Een keurmeester behoort voor het goed uitvoeren van de keuringen van elektrische gereedschappen minimaal op de hoogte te zijn van de kennis van dit boek. Het opleidingsbedrijf Ambitech b.v. in Gouda verzorgt de speciale ééndaagse opleiding 'keuren van elektrische materieel bij de brandweer'.

10.3 Voorbereiding van keuringen

Op het organisatorische vlak zijn de volgende vragen interessant:

- Welke apparatuur keuren?
- Wie mag controles uitvoeren?
- Hoe moeten controles worden geregistreerd?
- Hoe vaak keuren?
- Hoe omgaan met afgekeurde apparatuur?

10.4 Welke apparatuur keuren?

Alle apparatuur die een elektrisch risico oplevert moet worden gekeurd. Volgens NEN 3140 valt onder de te keuren apparatuur onder andere:

- elektrische handgereedschappen, zoals boormachine, slijpmachine
- elektrische werktuigen, zoals rookventilatoren en dompelpompen
- verlengsnoeren
- generatoren



10.5 Wie mag keuren

De vraag "wie mag de keuringen uitvoeren" is eenvoudig te beantwoorden: controles aan eenvoudige elektrische arbeidsmiddelen mogen volgens de wet worden uitgevoerd door 'deskundige personen'. Dit zijn personen die in staat zijn de controles kwalitatief goed uit te voeren en die ook in staat zijn de controles op een veilige manier uit te voeren. Volgens de Nederlandse normen moet de persoon die de controles uitvoert minimaal 'Voldoend onderricht persoon' zijn. Een technisch aangelegde medewerker heeft aan een korte cursus in het algemeen genoeg om de keuringen onder de knie te krijgen. En dan is het net als met andere vaardigheden: het voldoende zelf uitvoeren van de werkzaamheden bouwt een goede deskundigheid op.

10.6 Registratie van keuring

Voor het registreren van de controles zijn er twee manieren:

- Een register. Hierbij wordt een register bijgehouden waarin op basis van een serienummer of een door het (controle-)bedrijf zelf gegeven nummer te zien is of een apparaat gecontroleerd is en of deze keuring nog geldig is
- Aanduiding op het apparaat. Hierbij wordt op het apparaat met bijvoorbeeld een sticker de keuring aangegeven.



Keuringsstickers

Beide systemen hebben hun voor- en nadelen. Voor bedrijven die VCA-gecertificeerd zijn, is het verplicht om zowel centraal als decentraal te registreren. Ook bedrijven die niet VCA-gecertificeerd zijn neigen nogal eens naar een combinatie. In de praktijk blijkt dat vaak niet ingegeven door rationele argumenten. De kosten van het aanleggen en bijhouden van een register maken de controles iets duurder dan bij controles met decentrale registratie.



In de tabel zijn de voor- en nadelen nog eens naast elkaar gezet. Voor de duidelijkheid: het is uiteraard toegestaan om op het apparaat een sticker te plakken en daarnaast nog eens een bestand (database) bij te werken.

	Voordelen	Nadelen
Register	<ul style="list-style-type: none"> • Goed overzicht van de aanwezige elektrische apparatuur en de keuringsstatus • Is praktisch voor apparaten waarop een sticker of een label niet of moeilijk aangebracht kan worden (bijvoorbeeld pompapparaten) • Bij uitgebreidere meetapparatuur kan automatisch een register (computerbestand) worden aangemaakt. • Maakt het mogelijk om een langzame verslechtering waar te nemen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voor de persoon die een apparaat gebruikt is niet te zien of het apparaat gekeurd is • Centrale verantwoordelijkheid voor het ter keuring aanbieden van de apparatuur
Aanduiding op apparaat	<ul style="list-style-type: none"> • Voor de persoon die een apparaat gebruikt is direct te zien dat het apparaat gebruikt mag worden • Verantwoordelijkheid voor ter keuring aanbieden ligt bij de gebruiker • Maakt gebruik van goedkope meetapparatuur mogelijk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niet altijd toepasbaar op apparatuur (bijvoorbeeld onderwaterpompen).

Een moderne variant van een register wordt gevormd door een database op internet. De informatie van de keuringen wordt op de keuringslocatie met een handheld terminal (bijvoorbeeld een smartphone) ingevoerd in de database. Vanuit de database zijn bijvoorbeeld Excelsheets te trekken voor het aanmaken van keuringsverklaringen per apparaat of verzamellijsten van uitgevoerde keuringen.

GROENEWEGEN

Home | Administratie

Groenewegen B.V.

Aanvragen

Aanvraag	Nummer	Apparaat	Reuk	Keuringstermijn	Volgende keuring	Datum	Resultaat	Inspecteur
Standaard	10001	Accu's	Wier Cactus	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10001	Stroomkabel	Proxon	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10002	Snoeiapparaat	Wier	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10003	Verlengkabel 8 meter	Eaton	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10004	Adaptor	Redi	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10005	Adaptor	Hans	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10006	Chim. veldroom en zuiverevoorziening meter	Gascon / Nedewest / Caretto Baven	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10007	Defibrillator (Puffel)	Gascon / Nedewest / Caretto Baven	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10008	Chim. zuiveringsinstallatie	AVO / Hago	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10009	Adaptor	VE	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10010	Chim. veldroom en zuiverevoorziening meter	Hans	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10011	Lamp (lampenbak) met	Fuka	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10012	Lithiumaccu	Gascon / Nedewest / Caretto Baven	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10013	Armoestang / verlengkabel	Wier	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10014	LHTS container	?	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10015	Schermkast	Wier	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10016	Lamp	Accu	1 jaar	11-11-2013	11-11-2012	OK	J. van Heijst
Standaard	10018	Hydrantkabel 4	DN VGE 2701	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	G. Bessard
Standaard	10019	Gravenapparaat	Bemo	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	G. Bessard
Standaard	10020	Handzels 100V		1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	G. Bessard
Standaard	10021	Snoeiapparaat	Wier	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	G. Bessard
Standaard	10022	Re. installaties		1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	G. Bessard
Standaard	10025	Adaptor L.A. Hydrodamon PH	VE	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	A. Louwvliet
Standaard	10027	Gravenmachine	Proxon	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	A. Louwvliet
Standaard	10028	Hydrantkabel 4	Gascon / Nedewest / Caretto Baven	1 jaar	10-09-2013	10-09-2012	OK	A. Louwvliet

Keuringsdatabase op internet die via computers of smartphones wordt ingevuld.

10.7 Hoe vaak keuren?

In de veiligheidsnorm NEN 3140 is de tijd tussen twee inspecties afhankelijk van het risico.

De risicofactoren die de tijd tussen twee inspecties bepalen zijn:

- De frequentie van het gebruik
- De deskundigheid van de gebruikers
- De omgeving
- De kans op beschadiging

Aan de hand van een wegingsgetal per risicofactor kan een risico-inschatting worden gemaakt. Met het totaal van de wegingsgetallen kan uit een grafiek worden afgelezen hoe vaak een arbeidsmiddel moet worden gekeurd.

Voor de brandweersituatie is deze methode toegepast op de meest voorkomende apparatuur. Er is een verschil gemaakt in elektrische apparatuur in de reguliere eenheden en elektrische apparatuur die wordt gebruikt specifiek voor situaties met wateroverlast.

Elektrische apparatuur die wordt gebruikt in situaties met wateroverlast wordt eens per twee jaar gekeurd. Voor de overige elektrische apparatuur geldt een termijn van eens per drie jaar.

De bijlage uit de norm en de berekening voor de brandweersituatie is in dit boek te vinden in bijlage B.

10.8 Omgaan met afgekeurde apparatuur

Apparatuur die bij een keuring wordt afgekeurd, mag pas na reparatie worden ingezet. Gaat het om apparatuur met een relatief ongevaarlijke afwijking, die noodzakelijk is bij een inzet, dan kan de leidinggevende besluiten dit tijdelijk toe te staan. Dit moet dan wel worden vastgelegd.

11. Opzet van een keuring

Een keuring bestaat uit een visuele controle en een aantal metingen. Uitsluitend een visuele controle uitvoeren is voor elektrische apparatuur niet genoeg. Een uitzondering geldt voor adapters en opladers. Die krijgen meestal alleen een visuele controle.

De visuele controle moet altijd betrekking hebben op alle veiligheidsaspecten van een elektrische arbeidsmiddel. Er wordt dus niet alleen op de elektrische veiligheid ervan gelet, maar ook op bijvoorbeeld de mechanische veiligheid. Ook wordt gecontroleerd of de elektrische apparatuur wel voldoet aan de eisen in dit document. Zo moeten ook kleine stroomaggregaten voorzien zijn van een isolatiebewaking. Ook moet op de voorgeschreven waterdichtheid worden gecontroleerd.

Alle elektrische apparatuur met een netaansluiting moet ook worden onderworpen aan een aantal metingen. Welke metingen noodzakelijk zijn of wenselijk zijn, hangt af van het soort apparaat en beschermingsklasse van het apparaat. De volgende metingen moeten worden uitgevoerd:

Bij een apparaat van beschermingsklasse I:

- Meting weerstand beschermingsleiding
- Meting isolatieweerstand of meting reële lekstroom (ook toegestaan: meting isolatieweerstand en meting vervangende lekstroom)



Bij een apparaat van beschermingsklasse II:

- Meting isolatieweerstand of meting reële lekstroom (ook toegestaan: meting isolatieweerstand en meting vervangende lekstroom)



Bij aggregaten:

- Controleren of het beschermingscontact van de verschillende contactdozen goed is doorverbonden
- Het testen van de isolatiebewaking
- Controleren of zwevende spanning daadwerkelijk vrij is van aarde
- Controleren uitschakelen overbelastingsbeveiliging



Bij mobiele aardlekschakelaars:

- Meting weerstand beschermingsleiding
- Meting isolatieweerstand of reële lekstroom
- Meting aanspreektijd van de aardlekbeveiliging
- Meting aanspreekstroom van de aardlekbeveiliging



Het komt wel eens voor dat een apparaat van klasse I geheel van kunststof is gemaakt en geen uitwendige metalen delen heeft. Er kan dan geen meting van de beschermingsleiding worden uitgevoerd. Dat is geen probleem, want er kan bij dat apparaat ook geen gevaarlijke situatie ontstaan bij het onderbroken zijn van de beschermingsleiding. Deze meting mag dan worden overgeslagen. Het komt wel eens voor dat een apparaat van klasse II geheel van kunststof is gemaakt en geen uitwendige metalen delen heeft. Er kan dan geen meting van de isolatieweerstand of lekstroom worden uitgevoerd. Dat is geen probleem, want er kan bij dat apparaat ook geen gevaarlijke situatie ontstaan. Deze metingen mogen dan worden overgeslagen.

Visuele controle

De eerste controle die moet worden uitgevoerd is een visuele controle. Dit is tevens de belangrijkste controle, omdat de meeste defecten hun oorzaak vinden in geweld van buiten af, zoals het trekken aan aansluitleidingen, het laten vallen van apparatuur, e.d.

Bij de visuele controle wordt gekeken en gevoeld en daarbij worden de volgende punten gevolgd:


- is de aansluitleiding onbeschadigd en niet gerepareerd (kroonsteentjes en isolatieband)
- is de trekcontlasting aan beide zijden deugdelijk en zijn er indien nodig tules aanwezig
- zijn uitwendige onderdelen deugdelijk bevestigd
- zijn er andere gebreken aan het apparaat (bijvoorbeeld het huis en de bedieningsorganen) die het apparaat onveilig maken
- vormen stekker, snoer en apparaat een juiste combinatie

Om te zien of de aansluitleiding onbeschadigd is, moet een verlengsnoer (ook op een haspel) altijd volledig worden afgerold.

12. Standaard metingen

Bij een apparaat van klasse I moeten de volgende metingen worden uitgevoerd:

- Meting weerstand beschermingsleiding
- Meting isolatieweerstand of meting reële lekstroom (ook toegestaan: meting isolatieweerstand en meting vervangende lekstroom)

Een apparaat van klasse II werkt op 230V en is te herkennen aan het teken .

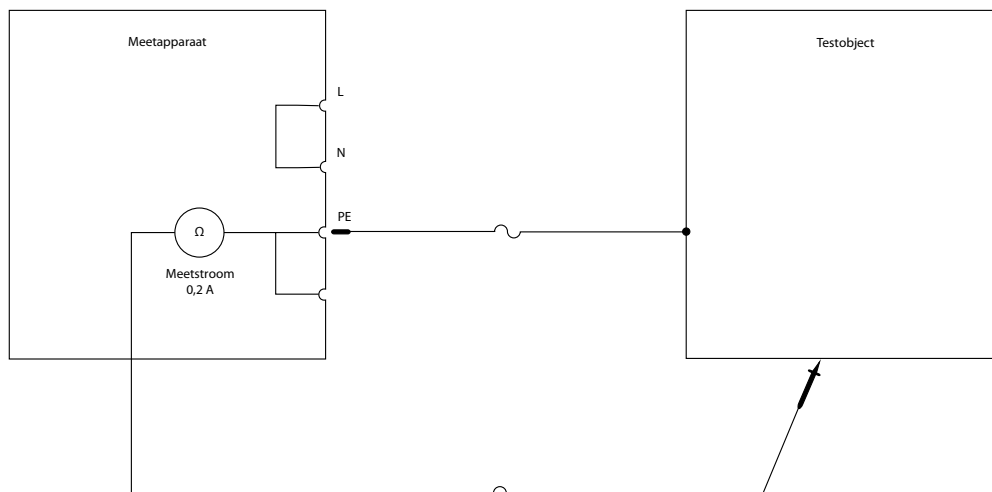
Bij een apparaat van klasse II moeten de volgende metingen worden uitgevoerd:

- Meting isolatieweerstand of meting reële lekstroom (ook toegestaan: meting isolatieweerstand en meting vervangende lekstroom)

12.1 Meten van de beschermingsleiding

De beschermingsleiding wordt meestal eenvoudig 'aardedraad' genoemd. Het is de geel-groene-ader in de aansluitleiding van een apparaat.

Bij een geaard apparaat moeten alle uitwendige metalen delen die bij een defect onder spanning kunnen komen, met de beschermingsleiding zijn verbonden. Dat betekent dat er best uitwendige metalen delen kunnen zijn die niet met de beschermingsleiding verbonden zijn. Een voorbeeld daarvan is een aluminium naamplaatje dat op een kunststof ondergrond bevestigd is.



Schema voor meting beschermingsleiding

Voor NEN 3140 moet nauwkeurig worden bepaald of de weerstand van de beschermingsleiding laag genoeg is. Is er sprake van een iets te hoge weerstand, dan zijn meestal de overgangsweerstanden in de stekker of het aangesloten apparaat de boosdoeners. Is de weerstand veel te hoog (of oneindig hoog), dan zit de beschermingsleiding meestal los.

De norm gaat uit van een formule om de weerstand van de beschermingsleiding te berekenen:

$$R = 0,2 + \frac{l \cdot \rho}{S}$$

De 0,2 Ω dient ter compensatie van de overgangsweerstand.

Verder geldt:

R = de weerstand van de beschermingsleiding (in Ω)

ℓ = de lengte van de beschermingsleiding (in m)

ρ = de soortelijke weerstand van het materiaal van de beschermingsleiding (0,0187 voor koper, vaak is 1/60 makkelijker voor hoofdrekken)

S = de kerndoorsnede van de beschermingsleiding (in mm²)

Ook kan in plaats van de formule de onderstaande tabel worden gebruikt. Uit de formule en de tabel blijkt dat als de weerstand lager is dan 0,2 Ω , het apparaat altijd goedgekeurd kan worden.

Lengte beschermingsleiding m	S mm ²				
	≤ 2,5	4	6	10	16
≤ 5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
> 5 en ≤ 10	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
> 10 en ≤ 15	0,5	0,25	0,2	0,2	0,2
> 15 en ≤ 20	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2
> 20 en ≤ 25	0,7	0,35	0,2	0,2	0,2
>25 en ≤ 30	0,8	0,4	0,25	0,2	0,2
> 30 en ≤ 35	0,9	0,45	0,3	0,2	0,2
> 35 en ≤ 40	1,0	0,5	0,35	0,2	0,2
> 40	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Toegestane weerstand van de beschermingsleiding in ohm (Ω).

12.2 Isolati weerstand

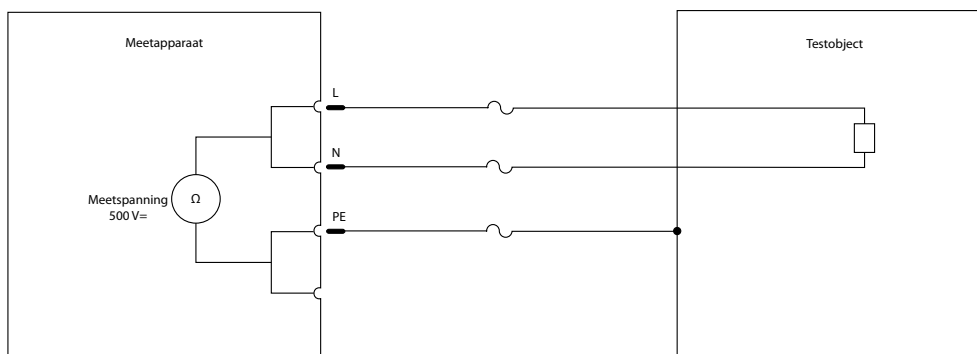
Voor deze meting moet het apparaat zijn ingeschakeld!

Het meten van de isolati weerstand wordt ook wel 'meggeren' genoemd. Dat komt omdat de eerste isolati weerstandsmeters van het fabriekaat 'Megger' waren. Bij het meten van de isolati weerstand wordt de isolati e beproefd met een gelijkspanning van 500 V. De weerstand van de isolati e moet voldoen aan de volgende tabel:

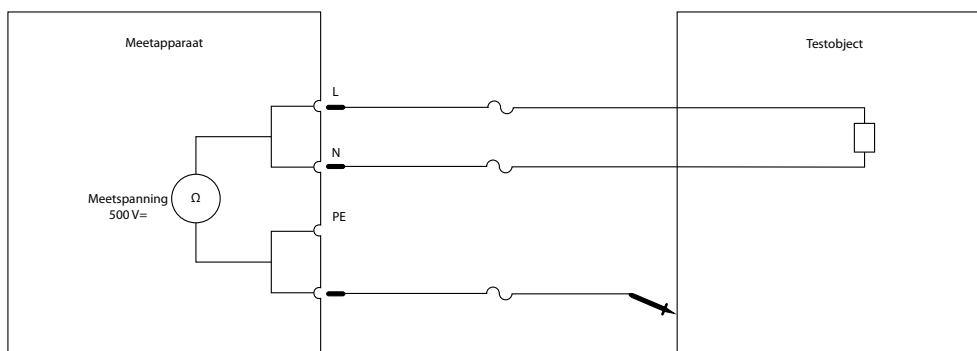
Bij deze meting worden de actieve delen (fase en nul) van een apparaat doorverbonden. De meetspanning wordt aangesloten tussen de aardaansluiting en deze doorverbinding.

Beschermingsklasse	Isolati weerstand
Klasse I	1 M Ω
Klasse II	2 M Ω
Klasse III	0,5 M Ω

Bij apparaten zonder beschermingsleiding moet met een meetsnoer tegen metalen delen de isolati weerstand worden gemeten.



Meting isolati weerstand bij apparaat van klasse I.



Meting isolati weerstand bij apparaat van klasse II of III.

Bij apparaten met een keramisch verwarmingselement slaat bij de meting van de isolati weerstand de isolati e door vocht wel eens door. Het keramische isolati emateriaal is een klein beetje poreus. Bij verhitting zet de lucht uit en wordt daardoor uit het isolati emateriaal geduwd. Bij het afkoelen trekt het isolati emateriaal lucht aan. Als er vocht zit in die lucht, dan condenseert het vocht in de smalle holtes van het isolati emateriaal. Wordt dit apparaat aangesloten op een normale netvoeding, dan zal de stroom even iets hoger zijn, maar het vocht verdampt snel uit het isolati emateriaal. Wordt dit apparaat aangesloten op een hoge meetspanning, dan zal de meting aangeven dat de isolati e niet goed is.

Daarom mag bij keramische verwarmingselementen deze meting worden overgeslagen en mag in plaats daarvan een lekstroommeting worden uitgevoerd.

Apparaten met keramische verwarmingselementen zijn bijvoorbeeld:

- koffiezetapparaat;
- kookplaat;
- bouwplaatsheater;
- soldeerbout;
- verfafbrander.

Daarnaast komen keramische verwarmingselementen ook voor in oude laboratoriumapparaten, zoals reageerbuiscentrifuges, als weerstand in de toerenregeling.

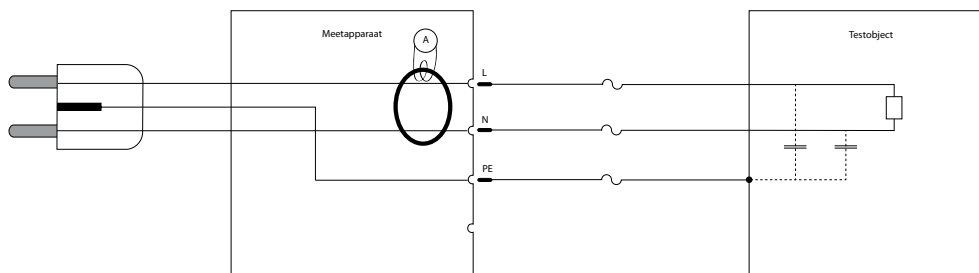
12.3 Lekstroom

Voor deze meting moet het apparaat zijn ingeschakeld!

Toch is alleen het meten van de isolatieweerstand niet voldoende om zeker te weten dat de kans op een elektrische schok is uitgesloten. Door het van kracht worden van de EMC-richtlijn mogen apparaten geen storingen bij andere apparaten veroorzaken. Een van de EMC-aspecten is netvervuiling. Apparaten met gelijkrichters of kleine borstelmotoren zijn beruchte netvervuilers. Om de netvervuiling binnen de gestelde grenzen te brengen, worden ontstoringfilters gebruikt. Deze ontstoringfilters bestaan uit een combinatie van spoelen en condensatoren. Naast de storingen die het apparaat kan veroorzaken kan het zelf ook worden getroffen door storingen van buitenaf. Deze storingen worden afgeleid naar de beschermingsleiding. Er kan door het ontstoringfilter dus een lek-wisselstroom lopen. Een lek-gelijkstroom is onmogelijk. De grootte van de lek-wisselstroom is niet met de isolatieweerstandsmeting te bepalen, omdat deze meting met een gelijkstroom werkt.

Omdat condensatoren door veroudering een grotere lekstroom krijgen, is het verstandig de lek-wisselstroom te meten. Een te grote lekstroom betekent een direct gevaarlijke situatie bij het onderbreken van de beschermingsleiding.

De lekstroom kan op twee manieren worden gemeten: als reële aardlekstroom of als vervangende aardlekstroom. Bij het meten van de reële aardlekstroom wordt het apparaat op de normale voedingsspanning aangesloten. Vervolgens wordt met een ampèremeter, die aan een zijde met aarde verbonden is, gecontroleerd hoe groot de aardlekstroom is. Bij deze wijze van meten moet het gehele apparaat geïsoleerd zijn opgesteld om zeker te weten dat er geen andere aardlekstroom aanwezig is. Een betere methode is het juist goed geaard opstellen van het apparaat en het doen van een verschilstroommeting in de voedingsaansluiting. Deze metingen zijn niet geheel ongevaarlijk. Bij een defect apparaat kan de buitenzijde van het apparaat onder een gevaarlijke spanning staan.

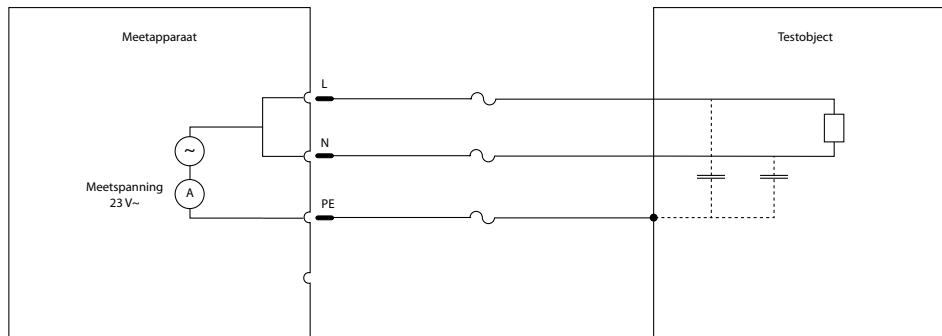


De meting van de reële lekstroom is een verschilstroommeting. Altijd nog een keer doen met omgekeerde stekker.

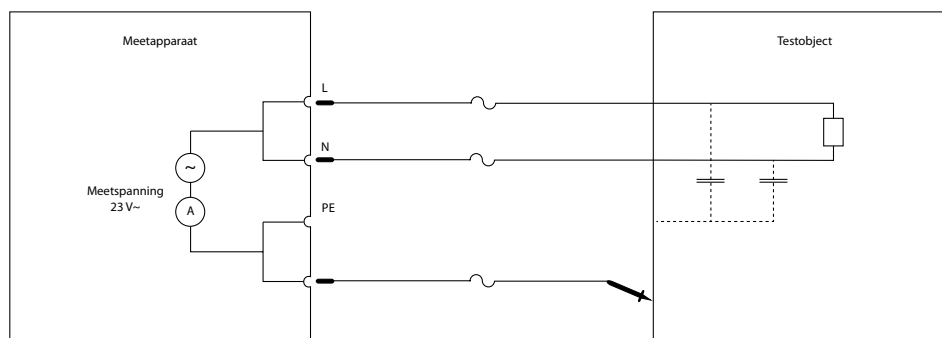
LET OP: Ongeacht de wijze waarop de reële aardlekstroom wordt gemeten, moet deze altijd worden herhaald met een omgedraaide contactstop. Dat voorkomt dat een eventueel defecte condensator die tussen de nul en aarde is aangesloten net tijdens de meting geen stroom voert en dus niet wordt opgemerkt.

Als de installatietester geen mogelijkheid heeft om de reële lekstroom te meten, dan kan de reële lekstroom ook worden gemeten met een lekstroommeettang en een zelfgemaakt meetsnoer.

Om gevaren te voorkomen en bij alle apparaten, ongeacht het vermogen, makkelijk te kunnen meten, wordt veel gebruik gemaakt van de vervangende aardlekstroom. Hierbij worden alle actieve delen doorverbonden en op een veilige lage spanning (23 tot 40V) ten opzichte van de beschermingsleiding gezet. De stroom die gaat lopen wordt gemeten.



Meting van de vervangende lekstroom bij apparaat van klasse I.



Meting van de vervangende lekstroom bij apparaat van klasse II of III.

Bij de meting van de vervangende lekstroom wordt de lekstroom door beide condensatoren tegelijk gemeten. Deze meting geeft dus een hogere lekstroom dan er in werkelijkheid loopt. Als de waarde van de vervangende lekstroom onder de toegestane waarden blijft is er niets aan de hand. Het wordt pas kritisch als de lekstroom iets hoger is dan de norm toestaat. Dan kan het best de reële lekstroom worden gemeten.

Het meten van de vervangende aardlekstroom is niet altijd mogelijk. Bij apparatuur met ingebouwde nulspanningsschakelaar heeft het meten van de vervangende aardlekstroom totaal geen zin. Hier kan alleen maar de reële lekstroom worden gemeten. Doe dit bij voorkeur in de diverse bedrijfssituaties van het apparaat. Dus bij een kolomboor: de nulspanningsschakelaar inschakelen en daarna de machine inschakelen en dit ook op verschillende standen en met en zonder ingeschakelde verlichting.

De maximale lekstroom is af te lezen in onderstaande tabel.

Klasse	Maximale lekstroom (mA)
I	1
II	0,5
III	0,5

Maximale lekstroom

Bij elektronische apparaten en apparaten met keramische verwarmingselementen kan een iets hogere waarde worden gemeten. Daarvoor gelden de onderstaande waarden.

Vermogen kW	Lekstroom mA
≤ 6	7
> 6	15

Maximale lekstroom verwarming

Verder kan van de tabellen voor de maximale aardlekstromen worden afgeweken als uit de fabrikantgegevens blijkt dat de aardlekstroom groter mag zijn. Als van een apparaat de toegestane lekstroom kan worden opgezocht in een productnorm of wordt opgegeven door de fabrikant, dan kan die worden gebruikt.

Een apparaat kan natuurlijk verslechteren, dus de lekstroom mag bij de NEN 3140-keuring twee keer zo hoog zijn. Pas als de lekstroom hoger is dan twee keer de waarde volgens productnorm of fabrikant, wordt het afgekeurd.

13. Overige metingen

13.1 Driefasenapparaten

Een driefasenapparaat is altijd een apparaat van klasse I. Maar dan wel een lastige, want de stekker past niet in het meetapparaat. Er kan een apparaattester met een verloopsnoer worden gebruikt voor het meten van de beschermingsleiding, de isolatieweerstand en de vervangende lekstroom. Voor het meten van de reële lekstroom is een speciaal driefasen meetsnoer nodig en een lekstroomtang (amperetang voor zeer lage stromen)

13.2 Verloopsnoer

Voor het aansluiten van een driefasenapparaat op een apparaattester kan een eenvoudig meetsnoer worden gemaakt. Hiermee kunnen worden gemeten:

- beschermingsleiding,
- isolatieweerstand en
- vervangende lekstroom

Het verloopsnoer ziet er als volgt uit:



Door het verloopsnoer is het driefasenapparaat voor de apparaattester een gewoon 230V-apparaat van klasse I geworden. Wel zijn de toegestane meetwaarden iets afwijkend. Zo mag de weerstand van de beschermingsleiding 0,05 Ω hoger zijn en de vervangende lekstroom 2 x zo hoog.

Voor het meten van de reële lekstroom moet het apparaat in gebruik worden genomen via een driefasen meetsnoer waarvan de aardedraad apart loopt. De lekstroomtang wordt geplaatst om de vier actieve geleiders (fasen en nul), maar niet om de aardedraad. De reële lekstroom mag voor de meeste apparaten maximaal 1 mA zijn. Voor elektronische apparaten en apparaten met verwarmingselementen mag de reële lekstroom maximaal 7 mA zijn.

Soort apparaat	Maximale lekstroom
Meeste apparaten	1 mA
Apparaten met ingebouwde elektronica of verwarmingselementen met vermogen ≤ 6 kW	7 mA

13.3 Metingen aan mobiele aardlekschakelaars

Een mobiel aardlekschakelaar is een combinatie van een verlengsnoer en een aardlekschakelaar. Van de mobiele aardlekschakelaar wordt gemeten:

- Weerstand beschermingsleiding
- Isolati weerstand of reële lekstroom
- Uitschakeltijd aardlekschakelaar
- Uitschakelstroom aardlekschakelaar

Daarnaast wordt ook getest of de testknop op de aardlekschakelaar functioneert.

Het meten van de weerstand beschermingsleiding, de isolati weerstand en de reële lekstroom wordt met een standaard apparatentester gedaan. Deze metingen worden uitgevoerd zoals in het hoofdstuk 'Metingen aan 230V-apparaat van klasse I' is toegelicht.

Voor het meten van de aanspreektijd en aanspreekstroom van de aardlekschakelaar is een aardlekschakelaartester nodig. De mobiele aardlekschakelaar wordt aangesloten op een 230V-contactdoos. Deze 230V-contactdoos is dan aangesloten op een vaste gebouwinstallatie en in die installatie kan een aardlekschakelaar aanwezig zijn. Die aardlekschakelaar kan de meting verstoren. Bovendien kan het ongewenst zijn dat de spanning in (een deel van) het pand uitvalt. Daarom moet de mobiele aardlekschakelaar zo worden getest dat een andere aardlekschakelaar in de voeding niet uitvalt.

13.4 Metingen aan stroomaggregaten en inverters

Testen doorverbinding wandcontactdozen

Met een meetinstrument met een meetstroom van minimaal 0,2 A moet worden gemeten of alle beschermingscontacten goed doorverbonden zijn

Testen isolati weerstand

Bij het inspecteren van stroomaggregaten is het belangrijk dat er nooit met een hoge spanning wordt gemeten. Het meten van de isolati waarde (meggeren) met een meetspanning van 500V DC kan de isolati bewaking vernielen.

Bij stroomaggregaten met de moderne isolati bewakingen is het veelal niet mogelijk om de isolati weerstand te meten. Deze meting mag dan ook achterwege blijven.

Bij inverters wordt de isolati weerstand niet gemeten.

Testen isolati bewaking

Het is van belang om de goede werking van de isolati bewaking te beproeven. De meeste isolati bewakingen hebben een zelftest die wordt uitgevoerd voordat de isolati bewaking de spanning op de contactdoos schakelt. Die zelftest wordt bij de periodieke inspectie beproefd met een externe meting. Dat kan met een weerstand van maximaal 1 k Ω tussen een actief deel en het aardcontact van de contactdoos of met een speciaal meetapparaat voor het testen van een isolati bewaking. Voor het testen van de isolati bewaking moet het stroomaggregaat gestart worden.

Lekstroommeting bij inverters

Bij inverters zonder isolati bewaking wordt de maximale lekstroom gemeten. Er wordt hiervoor via een weerstand van maximaal 100 Ω een verbinding gemaakt tussen een actief deel en het gestel. De lekstroom mag maximaal 1 mA zijn.

Testen overstroombeveiliging

Het is aan te raden de overstroombeveiliging periodiek te testen door er een forse belasting op aan te sluiten. De belasting moet hierbij 1,5 tot 2 maal de waarde van de overstroombeveiliging zijn. Na uitschakeling moet de beveiliging 5 minuten afkoelen. Daarna moet het aggregaat worden belast met de nominale belasting. Gedurende 10 minuten moet worden gecontroleerd dat deze belasting in bedrijf blijft.

Deze test wordt niet gedaan bij inverters.

Bijlagen

Bijlage A: Wettekst	49
Bijlage B: Het bepalen van de tijd tussen twee opeenvolgende inspecties	51

Bijlage A: Wettekst

In deze bijlage staan enkele relevante artikelen uit het Arbo-besluit.

ARTIKEL 7.2A DEFINITIE KEURING

In dit hoofdstuk wordt verstaan onder keuring: een onderzoek of een beproeving.

ARTIKEL 7.4A KEURINGEN

1. Een arbeidsmiddel waarvan de veiligheid afhangt van de wijze van installatie wordt na de installatie en voordat het voor de eerste maal in gebruik wordt genomen gekeurd op de juiste wijze van installatie en goed en veilig functioneren.
2. Een arbeidsmiddel als bedoeld in het eerste lid, wordt voorts na elke montage op een nieuwe locatie of een nieuwe plek gekeurd op de juiste wijze van installatie en goed en veilig functioneren.
3. Een arbeidsmiddel dat onderhevig is aan invloeden die leiden tot verslechtingen welke aanleiding kunnen geven tot het ontstaan van gevaarlijke situaties wordt, zo dikwijls dit ter waarborging van de goede staat noodzakelijk is, gekeurd, waarbij het zo nodig wordt beproefd.
4. Een arbeidsmiddel als bedoeld in het derde lid, wordt voorts gekeurd, waarbij het zo nodig wordt beproefd, telkens wanneer zich uitzonderlijke gebeurtenissen hebben voorgedaan die schadelijke gevolgen kunnen hebben voor de veiligheid van het arbeidsmiddel. Als uitzonderlijke gebeurtenissen worden in ieder geval aangemerkt: natuurverschijnselen, veranderingen aan het arbeidsmiddel, ongevallen met het arbeidsmiddel en langdurige buitengebruikstelling van het arbeidsmiddel.
5. Keuringen worden uitgevoerd door een deskundige natuurlijke persoon, rechtspersoon of instelling.
6. Schriftelijke bewijsstukken van de uitgevoerde keuringen zijn op de arbeidsplaats aanwezig en worden desgevraagd getoond aan een ambtenaar als bedoeld in artikel 24 van de wet.

Bijlage B: Het bepalen van de tijd tussen twee opeenvolgende inspecties

Deze bijlage is afkomstig uit NEN 3140:2011

K.1 De tijd tussen twee opeenvolgende inspecties

De tijd tussen twee opeenvolgende inspecties wordt bepaald door:

- a) de frequentie van gebruik;
- b) de deskundigheid van de gebruikers;
- c) de omgeving;
- d) de kans op beschadiging;

K.2 De factoren

K.2.1 **Factor A: de frequentie van gebruik**

Het elektrische arbeidsmiddel wordt:

A1 regelmatig of vaak gebruikt.

Wegingsfactor: 10;

A2 zelden gebruikt (minder dan 5 x per jaar).

Wegingsfactor: 0.

K.2.2 **Factor B: de deskundigheid van de gebruikers**

Het elektrische arbeidsmiddel wordt:

B1 uitsluitend door elektrotechnisch deskundigen gebruikt.

Wegingsfactor: 0;

B2 niet uitsluitend door elektrotechnisch deskundigen gebruikt.

Wegingsfactor: 10.

K.2.3 **Factor C: de omgeving**

C1 De omgeving waarin het elektrische arbeidsmiddel wordt gebruikt is een niet-industriële omgeving, schoon en droog, levert geen brand- of explosiegevaar op en is vrij van transportmiddelen of zware materialen.

Wegingsfactor: 0.

C2 De omgeving waarin het elektrische arbeidsmiddel wordt gebruikt is niet eenduidig vast te leggen, maar niet vergelijkbaar met een zware industriële omgeving of een omgeving waar wordt gewerkt met transportmiddelen of zware materialen.

Wegingsfactor: 10.

C3 De omgeving waarin het elektrische arbeidsmiddel wordt gebruikt kenmerkt zich als een zware industriële omgeving, een bouwplaats of als een omgeving waarin wordt gewerkt met transportmiddelen of zware materialen.

Wegingsfactor: 15.

K.2.4 **Factor D: de kans op beschadiging**

Tijdens het gebruik en in de perioden tussen het gebruik is de kans op beschadiging van het elektrische arbeidsmiddel:

D1 bijzonder klein, zoals bij een beschermd gelegd verlengsnoer of een PC in een kantooromgeving.

Wegingsfactor: 0;

D2 klein, maar reëel aanwezig, zoals bij elektrische arbeidsmiddelen in een kleine werkplaats of in de auto van een servicemonteur.

Wegingsfactor: 10;

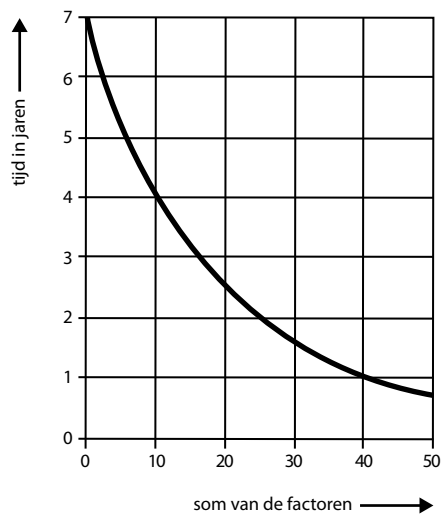
D3 groot, zoals bij elektrische arbeidsmiddelen op een scheepswerf.

Wegingsfactor: 15.

K.3 Het bepalen van de tijd tussen twee opeenvolgende inspecties

K.3.1 De tijd tussen twee opeenvolgende inspecties wordt bepaald aan de hand van de som van de factoren A tot en met D met tabel K.1 in samenhang met figuur K.1.

Factor	Code	Wegingsfactor	Resultaat
A	A1	10	
	A2	0	
B	B1	0	
	B2	10	
C	C1	0	
	C2	10	
	C3	15	
D	D1	0	
	D2	10	
	D3	15	
Totaal			



Figuur K1. De tijd tussen twee opeenvolgende inspecties

K.3.2

Lees de tijd tussen twee opeenvolgende inspecties af in figuur K.1

Tijd tussen twee inspecties

De tijd tussen twee inspecties wordt bepaald met bijlage K van NEN 3140:2011. Bij de beoordeling van de factoren is steeds een wegingsgetal gekozen, tussen op of tussen de gegeven wegingsfactoren, dat recht doet aan de situatie bij de brandweer. Het betreft hier een subjectieve risico-inschatting. Voor het materieel in gebruik bij de brandweer is een berekening gemaakt voor hulpverleningseenheden en een aparte berekening voor elektrische apparatuur in een brandweereenheid dat wordt ingezet bij wateroverlast. In het laatste geval wordt de apparatuur vaker gebruikt en in een situatie van hoger risico.

Berekening algemeen

Berekening voor het elektrisch materieel van hulpverleningseenheden.

Factor	Omschrijving	Beoordeling	Wegingsgetal
A	Frequentie van gebruik	10 tot 20 x per jaar bij oefeningen	3 - 5
B	Deskundigheid van gebruikers	mensen zijn goed bekend met elektrische risico's, maar geen elektrotechnici	3 - 5
C	Omgeving waarin het wordt gebruikt	niet-eenduidige omgeving	10
D	Kans op beschadiging	vrijwel altijd in nette opslag	0 - 3
Totaal			16 - 23

Bij een wegingstotaal van 16 is de tijd tussen twee inspecties 3 jaar.

Bij een wegingstotaal van 23 is de tijd tussen twee inspecties 2,3 jaar.

Gezien het gebruik en de toestand van het materieel adviseren wij inspecties eens per 3 jaar.

Berekening brandweereenheid voor wateroverlast

Berekening voor het elektrisch materieel van hulpverleningseenheden die typisch worden ingezet bij wateroverlast.

Factor	Omschrijving	Beoordeling	Wegingsgetal
A	Frequentie van gebruik	regelmatig	5 - 10
B	Deskundigheid van gebruikers	mensen zijn goed bekend met elektrische risico's, maar geen elektrotechnici	2 - 4
C	Omgeving waarin het wordt gebruikt	niet-eenduidige omgeving	10
D	Kans op beschadiging	klein maar reëel risico	8 - 10
Totaal			25 - 37

Bij een wegingstotaal van 25 is de tijd tussen twee inspecties 2 jaar.

Bij een wegingstotaal van 34 is de tijd tussen twee inspecties 1,3 jaar.

Gezien het gebruik en de toestand van het materieel adviseren wij inspecties eens per 2 jaar.

