

- **C.02 Elektriciteit en straling.**

Elektriciteit.

Inleiding.

Elektriciteit is onzichtbaar, maar er zijn grote gevaren aan verbonden. Stroom door het lichaam kan ernstige gevolgen hebben. Bovendien kunnen vonken en vlambogen leiden tot brandwonden, brand of explosies. Kennis van de gevaren en de te nemen veiligheidsmaatregelen is nodig om op de werkplek veilig met elektriciteit om te kunnen gaan. Ioniserende en niet-ioniserende straling hebben hun onzichtbaarheid met elektriciteit gemeen. Niet elke werknemer zal dagelijks met grote hoeveelheden straling in aanraking komen, maar onwetendheid kan voor ongewenste blootstelling zorgen, met mogelijk drastische gevolgen.

Inhoud.

- C.02 – 01 Gevaren van elektriciteit.
- C.02 - 02 De invloed van elektrische stroom door het lichaam
- C.02 – 03 Vuurverschijnselen, vonken en vlambogen.
- C.02 - 04 Veiligheidsmaatregelen bij het werken met elektriciteit.
- C.02 - 05 Tijdelijk elektrisch materieel.
- C.02 - 06 Werken aan elektrische installaties
- C.02 - 07 Statische elektriciteit
- C.02 - 08 ioniserende straling

• C.02 – 01 Gevaren van elektriciteit

Aan het gebruik van elektriciteit zijn gevaren verbonden. Er gebeuren helaas met enige regelmaat ongevallen mee. Dat kan komen door defecte of ondeugdelijke machines, toestellen en leidingen, slechte of ontbrekende aardverbindingen of een foutieve aanleg of montage.

Andere boosdoeners zijn onoordeelkundig gebruik van elektrische installaties of materialen, onoplettendheid, onachtzaamheid en onwetendheid.

Ongevallen kunnen ook gebeuren door directe of indirecte aanraking van onder spanning staande delen.

Het met de hand aanraken van bijvoorbeeld de bovenleiding van de tram is bijna onmogelijk. Als er echter een metaal ding zoals een ladder of een hijskraan tegenaan komt, kan de stroom (dat heet indirect) via dat object door een persoon heen naar aarde vloeien.

De gevaren die verbonden zijn aan het gebruik van elektriciteit zijn:

- elektrocutie (dood door stroomdoorgang door het lichaam);
- verwondingen door vonk en vlambogen;
- letsel door elektrische schok of reactie op een elektrische schok (secundair letsel, bijvoorbeeld vallen);
- brand- en explosiegevaar.



• C.02 - 02 De invloed van elektrische stroom door het lichaam

Aanraking van een spanningvoerende elektrische geleider of een defect apparaat waar aan de buitenzijde spanning op staat, kan ervoor zorgen dat er een stroom door (een deel van) het lichaam gaat lopen. De stroomsterkte (en daarmee de ernst van het effect) is van een aantal factoren afhankelijk.

- De spanning uitgedrukt in Volt. Hoe hoger de spanning hoe groter ook de stroom (in Ampère) door het lichaam.
- De vochtigheidsgraad van de huid. Zweeten zorgt voor een goede geleiding en zal ook voor een grote stroomsterkte zorgen.
- De dikte van de huid.
- Het aanrakingsoppervlak. Hoe groter het oppervlak hoe hoger de stroom.
- De weerstand van de standplaats. Linoleum en een rubbermat hebben een zeer hoge weerstand. Een aarden, met klinkers bedekte bodem of een betonnen vloer zijn goed geleidend en hebben dus een lagere weerstand.

GEVOLGEN STROOMDOORGANG

5-10 mA	— 'Veilig', loslaten mogelijk
10-25 mA	— Verkramping spieren, loslaten niet meer mogelijk
25-30 mA	— Mogelijk ademnood, ademhaling kan zelf herstellen
30-100 mA	— Ademnood, beademing noodzakelijk
>100 mA	— Meestal dodelijk

Een elektrische schok leidt niet altijd tot verwondingen of elektrocutie. Als de stroom beperkt blijft, kan er echter wel secundair letsel ontstaan. Secundair letsel ontstaat doordat de 'elektriciën' schrikt van de schok en daardoor bijvoorbeeld van een trapje valt, of in een reflex zijn arm terugtrekt en daarbij zijn elleboog hard stoot. Het letsel komt dan niet direct door de stroom, maar is een soort 'afgeleid gevolg'. Ook het geraakt worden door rondvliegend materiaal of het bij een zware kortsluiting weggeslingerd worden door de drukgolf zijn voorbeelden van secundaire ongevallen.

Het letsel dat een slachtoffer oploopt door stroomdoorgang door het lichaam is afhankelijk van de volgende factoren:

- de weg die de stroom door het lichaam aflegt;
- de hoogte van de spanning en de stroomsterkte die daarmee gepaard gaat;
- de tijdsduur van de stroomdoorgang;
- de lichamelijke conditie van het slachtoffer.

Er is verschil tussen wisselspanning en gelijkspanning. Gelijkspanning betekent dat er een plus en een min zijn, en dat er dus ook een gelijkstroom zal gaan vloeien. Een gelijkstroom loopt altijd in dezelfde richting, van plus naar min. Bij een wisselspanning wisselen plus en min zeer snel, en vloeit er ook een wisselstroom (zeer snel heen en weer). Dat laatste is over het algemeen gevaarlijker voor het menselijk lichaam. Gelijkspanningen veroorzaken bij een kortsluiting echter grotere vlambogen. Dat komt omdat wisselspanningen tijdens het wisselen van de spanning eventjes nul zijn, en dan kan een vlamboog weer doven, terwijl bij een gelijkspanning de vlamboog hardnekkig in stand blijft. Als een mens spanningvoerende delen aanraakt, kan er een stroom door het lichaam gaan lopen. Als die stroom een waarde van 30 milliampère (mA) bereikt treden al de volgende effecten op:

- stijging van de bloeddruk;
- moeilijke, onregelmatige hartslag;
- bewusteloosheid;
- kans op hartkamerfibrillatie (hart pompt niet meer maar 'fladdert');
- verkramping van de spieren.

Veilige spanning



Om de gevaren tot een minimum te beperken wordt soms het werken met veilige spanning voorgeschreven (bijvoorbeeld bij werken in geleidende besloten ruimten zoals metalen tanks). Wisselspanningen noemen we ongevaarlijk tot 50 Volt en gelijkspanningen tot 120 Volt. Dat geldt echter alleen onder droge omstandigheden: een batterijtje van 9 Volt levert in contact met de tong al een heel goed voelbare stroomsterkte op (Beter niet proberen). De grens voor veilige spanning is dus slechts een richtlijn.

• C.02 – 03 Vuurverschijnselen, vonken en vlambogen

Vonken en vlambogen zijn zogenaamde vuurverschijnselen die kunnen ontstaan. Als er twee delen onder verschillende spanning met elkaar in contact komen, dan is dat een zogenaamde kortsluiting. Dat is bijvoorbeeld zo als de plus- en de minpool van een accu of twee draden van een elektrische installatie elkaar raken. Een kortsluiting veroorzaakt een zeer hoge piekstroom, waardoor een flinke vonk ontstaat. Deze vonk kan een brand of explosie doen ontstaan. In een elektrische installatie in

een huis of bedrijf zal er bij een kortsluiting een zekering in de meterkast 'springen', waardoor het stroomcircuit direct wordt onderbroken. Dat is niet altijd het geval. Als een kortsluiting maar heel kort duurt en de vonk heeft ervoor gezorgd dat de spanningvoerende delen niet meer contact maken, dan kan de stroom als het ware een stukje 'door de lucht' lopen, net als bij het elektrisch lassen. Dat is een vlamboog.

Een vlamboog is een soort 'voortdurende vonk', die zeer veel hitte en licht produceert. In aanraking komen met een vlamboog kan brandwonden veroorzaken. Bij hoogspanningsleidingen kunnen zelfs zeer grote vlambogen ontstaan. Het ontstaan en de grootte van een elektrische vlamboog zijn afhankelijk van de hoogte van de spanning tussen de delen en van de stroomsterkte. Branden en explosies worden nogal eens veroorzaakt door elektriciteit: door vonken of vlambogen, maar het kan ook komen doordat er buitensporige temperatuurverhogingen van bepaalde onderdelen van elektrische installaties ontstaan. In ruimten met stof of explosieve gasmengsels kan elektriciteit op deze wijze voor een explosie zorgen.

- **C.02 - 04 Veiligheidsmaatregelen bij het werken met elektriciteit**

Alles wat gevaar oplevert, moet worden beveiligd. Ook elektriciteit. Dat beveiligen kan op verschillende manieren worden gedaan.

Fysieke afscherming.

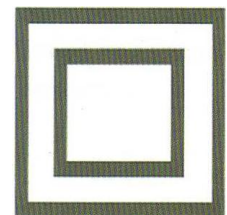
Door het aanbrengen van een afscherming of omhulsel worden de onder spanning staande delen onbereikbaar gemaakt. Een voorbeeld hiervan is een schakelkast of de omkasting van een wasmachine.

- **Isolatie.**

Het onbereikbaar maken van spanningvoerende delen door ze te omgeven met niet-geleidend materiaal dat alleen kan worden verwijderd door het kapot te maken. Isolatiematerialen zijn bijvoorbeeld rubber, keramiek of kunststof.

- **Dubbele isolatie.**

Me niet-geaarde elektrische apparaten die op een onveilige spanning werken moeten dubbel geïsoleerd zijn. Dat is bijvoorbeeld verplicht voor elektrische handgereedschappen. Er zijn dan twee afzonderlijke isolerende lagen in het apparaat aangebracht. In een elektrische handboormachine is de bedrading in de motor geïsoleerd, maar er is ook een kunststof as of tandwiel tussen de motor en de metalen kop aangebracht. Dubbele isolatie wordt aangegeven met een pictogram op het machinelabel.



- **De aardlekschakelaar.**

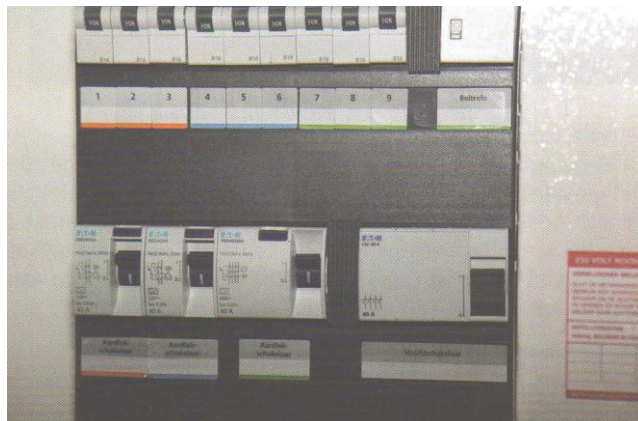
Een aardlekschakelaar is een slim apparaat in de meterkast van een elektrische installatie. Het signaleert aardlekken. Zodra er een stroom naar aarde boven een bepaalde waarde optreedt, schakelt de aardlekschakelaar de spanning af. Die 'beveiligingswaarde' is meestal 30 mA voor een uitgaande voeding. Soms worden aardlekschakelaars met een beveiligingswaarde van 300 mA gebruikt, als algemene aardlek beveiliging in hoofd verdeelkasten. Een aardlekschakelaar biedt geen absolute veiligheid. Als de stroom naar aarde niet boven de kritische waarde komt, zal deze niet afschakelen. Bovendien reageert de aardlekschakelaar niet als de stroom niet naar aarde vloeit, maar

gewoon via de installatiedraden. Als de elektricien met de ene hand de 'fasedraad' en de andere de 'nut' aanraakt, constateert de aardlekschakelaar niets bijzonders.

Een aardlekschakelaar moet regelmatig worden getest. Er zit een speciaal testknopje op. Een aardlekschakelaar biedt geen bescherming tegen

- overstroom (stroomsterkte hoger dan de installatie aankan);
- opwarming (door langdurige zware belasting en 'slechte verbindingen');
- kortsluiting.

Aardlekschakelaar



- Veiligheidsaarding.

Uitwendige metalen delen van elektrische toestellen worden met aarde verbonden om te voorkomen dat er bij een defect in de isolatie spanning op komt te staan. Aarden kan door het metalen omhulsel met een lange, in de grond gedreven koperen aardpen te verbinden. Dat wordt niet bij ieder apparaat afzonderlijk gedaan. In de bestaande elektrische installatie is ook een aardnet (de geelgroene draad) opgenomen, die zoveel mogelijk wordt gebruikt voor het aarden van alle aangesloten apparaten. In de meterkast zal het aardnet verbonden zijn met de aardpuls of met een dikke geleider die elders met de aarde is verbonden. Niet alleen apparaten, maar bijvoorbeeld ook steigers moeten worden geaard, wanneer zich op en/of aan die steiger of stelling elektrische kabels, leidingen en/ of elektrisch materieel (zoals handgereedschap) bevinden die onder een niet-veilige spanning staan. Ook (werk)containers moeten volgens de voorschriften worden aangesloten, dus ook worden geaard.

- Gebruik van zeer lage spanningen.

Batterijgevoede handgereedschappen of speciale elektrische handgereedschappen voor gebruik in geleidende besloten ruimten werken op een veilige spanning. Dat is een spanning die in principe niet levensgevaarlijk kan zijn. De transformator die de onveilige spanning omzet naar een veilige spanning moet buiten de ruimte blijven.

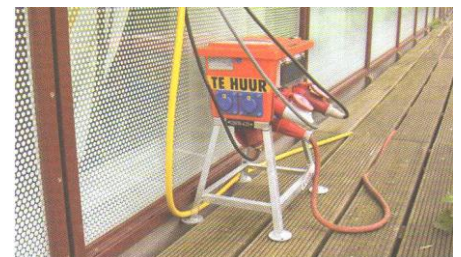


- **C.02 - 05 Tijdelijk elektrisch materieel**

Met name op bouwplaatsen en in nieuwe bouwwerken is nog geen permanente elektrische installatie aanwezig. Er wordt dan gebruik gemaakt van een bouw stroom aansluit kast waar alle kabels, zwerfkasten en verdeelinrichtingen op zijn aangesloten. In het centrale punt, de bouw stroom aansluit kast, moeten een of meer aardlekschakelaars zijn ondergebracht. Tijdelijk elektrisch materieel heeft het net als elektrisch handgereedschap zwaar te verduren. Voordat ermee gewerkt wordt, moet het visueel gecontroleerd worden op beschadigingen of andere afwijkingen. Als er beschadigingen worden waargenomen, mag het materieel niet worden gebruikt en moet het worden gemeld. Precies hetzelfde geldt voor de elektrische gereedschappen.

Voeding en verlengkabels die worden toegepast moeten geschikt zijn voor het totale aangesloten vermogen en mogen nooit worden overbelast. Dat moet worden gecontroleerd.

Kabelhaspels krijgen bijzondere aandacht: als een haspel niet geheel is afgerold tijdens het gebruik, kan deze door opwarming door de stroom zeer heet worden en brand veroorzaken. Op een kabelhaspel staat altijd aangegeven wat het maximale toelaatbare vermogen is in opgerolde en in afgerolde toestand. Deze waarden moeten worden gerespecteerd. Afgerold mag een haspel vaak drie keer zoveel stroom leveren (het totale vermogen van de aangesloten apparaten mag drie keer zo groot zijn). Als veiligheidsmaatregel zal een haspel dus het beste geheel kunnen worden afgerold. Let daarbij wel op het voorkomen van struikelgevaar.



Omkastingen van (tijdelijk) elektrisch materieel kunnen op verschillende manieren zijn beveiligd:

- dubbele isolatie (net als de elektrische handgereedschappen). Dubbele isolatie beveiligt NIET tegen het indringen van vocht en stof;
- beveiliging tegen het indringen van vocht (bijvoorbeeld regen);
- beveiliging tegen indringen van stof;
- beveiliging tegen stoten en vallende voorwerpen.

Bekijk de film: [Gevaren elektriciteit](#)



- **C.02 - 06 Werken aan elektrische installaties**

Aanleg en onderhoud van elektrotechnische installaties brengt specifieke elektrische risico's met zich mee. Werken aan of omgang met onder spanning staande elektrische installaties is dus werk voor vakbekwame personen. Een zogenaamde 'leek' is iemand die niet elektrotechnisch deskundig is. Een leek heeft GEEN bevoegdheden voor het werken aan of omgang met onder spanning staande elektrische installaties. Een leek kan echter wel worden geïnstrueerd door vakbekwame personen, waardoor hij in staat is om gevaren te voorkomen die door elektriciteit veroorzaakt kunnen worden. Een dergelijke werknemer wordt dan 'voldoende onderricht persoon' (VOP) genoemd. Deze mag dan nog steeds niet alles, maar hij mag slechts zorgvuldig omschreven werkzaamheden uitvoeren waarvoor aantoonbaar voldoende instructie is gegeven (bijvoorbeeld het aanzetten van een nieuwe netstekker aan een kabel).

Bovendien moet er regelmatig toezicht zijn. Voor elektrotechnische werkzaamheden met meer diepgang zijn verdergaande bevoegdheden vereist. Een vakbekwaam persoon (bijvoorbeeld een elektricien) heeft de vereiste bevoegdheden.

- **C.02 - 07 Statische elektriciteit**

Elektrische spanning kan ook buiten reguliere elektrische installaties worden opgebouwd. Dit noemen we statische elektrische lading. Als statische lading zich opbouwt, zal er op zeker moment een ontlading plaatsvinden in de vorm van een vonkoverslag. Dat vormt een gevaar, omdat de vonk een ontstekingsbron kan zijn in explosieve of brandbare omgevingen. Ook kan gevoelige elektronische apparatuur door statische ontladingen defect raken.

Situaties waarin statische elektriciteit kan optreden zijn:

- opstijgende gas- of dampbellen die turbulentie (in een vloeistof) veroorzaken;
- verfspuiten of andere vergelijkbare werkzaamheden waar wrijving optreedt;
- wrijven over kunststof (zelfs haar kammen);
- pneumatisch transport (voortstuwing door perslucht in leidingen te pompen) van poeders en korrels in mengers of doseersluizen van weegbunkers en tankauto's;
- wrijving door kleding over de huid;
- drijfriemen;
- bij sommige vloeistoffen, bij stroming door een kunststofleiding of bij het roeren;
- lopen over een kunststoffen vloerbedekking.

Het ontstaan van statische elektriciteit moet vooral in explosiegevaarlijke omgevingen worden voorkomen. Dat kan door het nemen van de volgende maatregelen:

- aarden van pijpleidingen, apparatuur en tanks;
- beperken van de valhoogte van het product in een opslagtank of -vat;
- beperken van de stroomsnelheid;
- bij het aarden zoveel mogelijk aansluiten op het bestaande aardleidingnet;
- het dragen van antistatisch schoeisel en kleding.



- **C.02 - 08 ioniserende straling**

Radioactieve stoffen zenden zogenaamde 'ioniserende straling' uit. Dat is straling met een grote energie, die in staat is om van een atoom een 'ion' te maken, te 'ioniseren' dus. Een ion is een geladen deeltje, en materialen (of menselijke weefsels) die worden bestraald zullen daardoor van structuur veranderen. In de natuur zijn radioactieve stoffen te vinden, die spontaan zowel ioniserende als niet-ioniserende straling uitzenden. Dat heet natuurlijke radioactiviteit. Het stralingsniveau van natuurlijke stoffen is meestal vrij laag en niet erg gevaarlijk. Dat wordt anders als de mens dergelijke stoffen gaat bewerken of concentreren, of op een andere wijze straling gaat opwekken. Ioniserende straling is aan te treffen bij de volgende activiteiten en situaties:

- aardgaswinning en ertsverwerking (delfstoffen; natuurlijke straling);
- in de geneeskunde en bij verpleging;
- in kerncentrales;
- in detectieapparaten;
- bij materiaalcontrole (bijvoorbeeld bij doorstralen van tasnaden);
- in meetapparatuur in de procesindustrie.

Ioniserende straling is gevaarlijk, omdat het weefsels en materialen beschadigt. De mate van blootstelling van een mens is afhankelijk van de afstand tot de stralingsbron, van de soort radioactieve stof en van de duur van de blootstelling. Als er blootstelling aan ioniserende straling op kan treden zijn de volgende veiligheidsmaatregelen van belang:

- blijf zo ver mogelijk verwijderd van de stralingsbron;
- vermijd besmetting met een radioactieve stof door goede hygiëne en door verpakkingen met dergelijke stoffen heel te laten;
- zet het gebied rond de bron af;
- draag de juiste PBM;
- plaats waarschuwborden;
- voer (permanente) metingen uit.

Werknemers die werken met apparaten of stoffen die een bron zijn van ioniserende straling moeten een persoonlijke detector dragen om de door hun lichaam opgenomen hoeveelheid straling te meten en op te volgen. Bovendien moeten zij periodiek een medische keuring ondergaan. Iedere onderneming die werkt met radioactieve stoffen of straling moet een beroep doen op een stralingsdeskundige. De taken van deze stralingsdeskundige zijn:

- toezicht houden op stralingsveiligheid en -hygiëne;
- controleren of werknemers, gereedschap, materiaal of werkplek besmet zijn;
- zo nodig extra maatregelen voorschrijven of werkzaamheden stilleggen.

Overige straling die niet sterk genoeg is om ionen te laten ontstaan, wordt niet-ioniserende straling genoemd. Voorbeelden van deze soort straling zijn:

- microgolven (voor bijvoorbeeld straalverbindingen);
- ultraviolet straling (UV, elektrisch Lassen);
- zonlicht;
- laserstralen;
- infraroodstraling;
- radiogolven.

Blootstelling aan niet-ioniserende straling kan ook gezondheidsschade veroorzaken.

Veiligheidsmaatregelen zijn:

- aandacht besteden aan instructies en informatie op toestellen;
- respecteren van de instructies met betrekking tot de duur van het gebruik;
- aanhouden van de voorgeschreven veiligheidsafstanden.

Samenvatting

Defecte machines, ondeugdelijke toestellen en leidingen, fout aangelegde of gemonteerde installaties, aanraking van onder spanning staande delen, onoordeelkundig gebruik, onoplettendheid, onachtzaamheid en onwetendheid zijn mogelijke oorzaken van ongevallen met elektriciteit.

Elektrocucie, brand of explosie, letsel van vonken en vlambogen of zogenaamd secundair letsel (door schrikreactie) kan het gevolg zijn. Contact tussen delen met verschillende spanning geeft vonken en eventueel vlambogen. Deze kunnen net als buitensporige temperatuurverhoging zorgen voor het ontstaan van branden of explosies. Veiligheidsmaatregelen zijn fysieke afscherming, (dubbele) isolatie, aardlek beveiliging (30 of 300 mA), aarding (ook steigers en containers) en gebruik van zeer lage spanningen. (max. 50 Volt wisselspanning of 120 Volt gelijkspanning). Een stroom van 30 mA door het lichaam geeft al letsel.

Tijdelijk elektrisch materieel moet worden gecontroleerd, net als de belasting van verlengkabels en haspels (uitrollen!).

Werk aan onder spanning staande elektrische installaties is voorbehouden aan een vakbekwaam persoon. Een leek heeft geen bevoegdheden, een voldoende opgeleid persoon (VOP) mag slechts zorgvuldig omschreven werk onder regelmatig toezicht uitvoeren.

Statische elektriciteit ontstaat door wrijving en moet worden beperkt ter voorkoming van vonkoverslag, mogelijke brand en explosies en defect raken van gevoelige elektronica.

Ioniserende straling doet geladen deeltjes ontstaan in materialen en tast de structuur daarvan aan.

Dat geldt dus ook voor het menselijk lichaam. Werknemers moeten continu de persoonlijke blootstelling (dosis) meten en er is een stralingsdeskundige betrokken bij het werk. Niet-ioniserende straling is minder sterk, maar kan toch schade[lijk zijn en vereist daarom instructie en informatie.

Houd altijd voldoende veilige afstand van stralingsbronnen.