



# Elektrostatiche persoonsoplading

## Algemeen

Iedereen heeft wel eens een schok gekregen bij het vastpakken van een deurknop of een ander metalen voorwerp. Op zich is zo'n schok volkomen ongevaarlijk, maar menigeen zal het toch als (zeer) onprettig ervaren. Een dergelijke ontlading is het gevolg van een elektrostatiche persoonsoplading.

Alleen al uit het oogpunt van comfort dient men aan elektrostatiche persoonsoplading de nodige aandacht te schenken. Vooral als binnenshuis de luchtvochtigheid laag is, neemt de mate waarin personen zich opladen toe. Een snelle ontlading van een persoon kan, voor de persoon in kwestie, een hinderlijk prikkend gevoel opleveren.

Een dergelijke snelle ontlading kan echter ook een storende invloed hebben op de werking van elektronische apparatuur. Intermitterende storingen van uiteenlopende aard kunnen het gevolg zijn. Voorkomende storingen zijn onder andere storingsmeldingen tijdens het intoetsen van gegevens of instructies, het ongewenst veranderen van data in het geheugen, verkeerde instructies uitvoeren zoals het spontaan gaan werken van een printer, of het verschijnen van letters op het beeldscherm, het foutief wegschrijven of verminken van disk-informatie, het trillen van de tekst op het scherm en zelfs het geheel wegvallen van tekst.

Met een zorgvuldig gekozen vloerbedekking en een juiste luchtvochtigheidsgraad is de kans dat elektrostatiche ladingen boven het niveau komen waarop zij elektronische informatie verwerkende systemen kunnen beïnvloeden vrijwel nihil. Ook ladingen opgebouwd door kleding en meubilair zullen dan veelal beperkt blijken.

Aan de hand van metingen kunnen uitspraken gedaan worden over de elektrostatiche eigenschappen van vloerbedekkingen. Voor wat de laboratorium metingen betreft is het waarin het VEZELINSTITUUT TNO dat zich in Nederland hier al vele jaren mee bezighoudt. Inmiddels bestaan er een aantal normen waarin zowel laboratorium metingen als praktijkmetingen zijn beschreven. Aan de hand van deze normen is het mogelijk om over de bijdrage welke vloerbedekking aan elektrostatiche persoonsoplading levert, of kan geen leveren, eenduidige uitspraken te doen. Zelfs zijn uitspraken te doen over de toepasbaarheid van vloerbedekking in relatie tot elektronische apparatuur.

Verwarrend is, dat in het verleden tal van vloerbedekkingen alleen al op basis van de comfortcriteria het kenmerk 'antistatisch' hebben gekregen, terwijl zij door hun hoge weerstand toch voor het gebruik van elektronische apparatuur als niet of minder geschikt beoordeeld moeten worden.

Als een geschikte antistatische vloerbedekking uit technisch, praktisch of financieel oogpunt niet of moeilijk te verwezenlijken is en een goede luchtbevochtiging te wensen overlaat, ontbreekt of eveneens niet te realiseren is, dan *kan men soms* uitwijken naar alternatieve oplossingen of verbeteringen. Het is dan belangrijk om te weten, in hoeverre een alternatief een bevredigend resultaat zal gaan opleveren.

De hiervoor aangehaalde facetten van elektrostatiche persoonsoplading komen in de navolgende hoofdstukken uitgebreider aan bod. Het moge duidelijk zijn dat veel factoren een invloed uitoefenen op de grootte en de gevolgen van elektrostatiche opladingen en ontladingen. Daardoor is men *gauw* geneigd om aspecten over het hoofd te zien. Een goed inzicht is zowel bij het bepalen van probleemvoorkomende (preventieve) als bij probleemoplossende (correcties) maatregelen van essentieel belang. Alleen dan kunnen de kosten en de effectiviteit van maatregelen tegen elkaar worden afgewogen en dienaangaande gefundeerde beslissingen worden genomen. Schaap EMC Engineering kan u daarbij van dienst zijn.

## Elektrostatiche ladingen

### Hot ontstaan van elektrostatiche lading

Als twee materialen goed met elkaar in contact worden gebracht en daarna weer van elkaar worden gescheiden, kunnen er elektronen van het ene materiaal in het andere materiaal achterblijven, met als resultaat dat het natuurlijk evenwicht in de 'ladingdragers' is verstoord. Het materiaal dat er elektronen bij heeft bijgekregen draagt in feite een negatieve lading, het andere materiaal zal door een tekort aan elektronen positief geladen zijn.

### Het ontstaan van persoonsoplading

Een elektrostatiche persoonsoplading ontstaat op gelijke wijze. De ladingen worden dan bijvoorbeeld opgebouwd door het contact (veelal de wrijving) tussen kledingstukken onderling of tussen de kleding en het meubilair. Een andere belangrijke bijdrage tot persoonsoplading wordt vaak geleverd door

de wrijving tussen de schoenzolen en het vloeroppervlak tijdens het lopen dooreen ruimte. Het menselijk lichaam heeft de capaciteit om de ladingen die daardoor steeds ontstaan, op te slaan en aldus een steeds grotere lading op te *bouwen*. In de praktijk worden persoonsopladingen dikwijls veroorzaakt door gecompliceerde combinaties van factoren.

### Het ontstaan van persoonsontlading

Door het aanraken van een elektrische geleidend voorwerp zal de opgebouwde lading weer uit het lichaam wegvloeien. Naar mate de geleiding beter is, zal de lading sneller wegvloeien. Naast een plotselinge ontlading door het vastpakken van bijvoorbeeld een metalen voorwerp zal ook via de omringende lucht en via het contact met de vloer steeds een langzame ontlading plaats vinden. De uiteindelijke lading van een persoon wordt dus voortdurend bepaald door de mate waarin hij zich oplaadt en de mate waan de lading weer afvloeit.

### De gevoeligheid van mensen

In bepaalde situaties kan de elektrostatiche persoonsoplading een zodanig niveau bereiken dat een snelle ontlading, veelal dis via een metalen voorwerp, een hinderlijk prikkelend gevoel veroorzaakt. Meestal gaat zo'n ontlading gepaard met een klein vonkje.

Niet iedereen is even gevoelig voor deze ontaardingsverschijnselen. Sommige mensen voelen al iets bij een sparring van 1000 Volt, anderen daarentegen kunnen een ontlading 6000 Volt ondergaan zonder er iets van te merken. Thans houdt men wij algemeen 2000 Volt als karakteristieke schokdrempel aan. Bij deze waarde beginnen de meeste mensen iets te voelen. Verder wordt aangenomen dat een ontlading bij een potentiaal van meer dan 8000 Volt door iedereen wordt gevoeld.

De mate waarin een ontlading als *hinderlijk* wordt ervaren is immens persoonsgebonden. Daarbij speelt naast de grootte en de snelheid van de ontlading, ook de frequentie waarin de ontladingen voorkomen een rol. Op basis van ervaring hanteren wij de volgende classificatie;

ontlading bij non oplading	Mate van hinderlijkheid
minder dan 2000 Volt	voor vrijwel niemand hinderlijk
2000 tot 4000 Volt	voor veel mensen hinderlijk
4000 tot 8000 Volt	voor da meeste mensen hinderlijk tot zeer hinderlijk
meer dan 8000 Volt	voor vrijwel iedereen zeer hinderlijk tot onwerkbaar

Voor een goed begrip zij opgemerkt, dat het opbouwen en meedragen van een elektrostatiche lading geen hinderlijk gevoel geeft. Alleen een plotselinge ontlading, van een lading boven een bepaalde waarde, veroorzaakt een hinderlijk prikkend gevoel.

### De gevoeligheid van apparatuur

Ook de werking van elektronische apparatuur kan van een plotselinge elektrostatiche (persoons)ontlading hinder ondervinden. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren als men zich via een metaal deel de apparatuur of een metalen rand van een bureau of stoel ontaadt. Intermitterende storingen van uiteenlopende aard kunnen het gevolg zijn.

Bij welk niveau de werking van elektronische apparatuur hinder ondervindt is niet eenvoudig aan te geven. Er zijn veel factoren die daarbij een rol spelen. Zo is het van belang op welke plaats de ontlading plaatsvindt, dus via welk onderdeel van de apparatuur of via welk zich In de buurt bevindend voorwerp (bureau, tafel, kast).

Maar ook de route die de elektrische stroom na de ontlading volgt is bepalend. Verder is de snelheid waarmee de voorwerpen, of de persoon en het voorwerp waartussen de ladingsoverdracht plaatsvindt, elkaar naderen en de vochtigheid van de omringende lucht mede bepalend voor het uiteindelijk effect van de ontlading.



## Belangrijke factoren

### De luchtvochtigheid

Hoe lager de vochtigheid van de omringende lucht is, des te langzamer zal een elektrostatische lading afnemen.

Het gevolg daarvan is dat men bij een lage luchtvochtigheid eerder een elektrostatische lading van betekenis opbouwt dan bij een hoge luchtvochtigheid.

Vooraf tijdens de winterperiode, als het buiten erg koud is en binnen de temperatuur toch op een aangenaam peil wordt gehouden, kan binnenshuis de luchtvochtigheid erg laag worden. Dit is dan ook over het algemeen de periode waarin men de meeste hinder van statische elektriciteit ondervindt. Bij een relatieve luchtvochtigheid van 55% en hoger, zal *In de regel geen* oplading van betekenis meer plaatsvinden.

### De weerstand van vloerbedekking

Naast de luchtvochtigheid is er een andere belangrijke factor die bepalend is voor de mate waarin men zich elektrostatisch kan opladen. Deze factor is de elektrische weerstand van de vloer en de vloerbedekking. Men maakt daarbij onderscheid tussen de oppervlakte weerstand en de doorgangsweerstand van de vloer c.q. vloerbedekking. Des te lager de weerstand van de vloer en de vloerbedekking zijn, des te gemakkelijker kan een elektrostatische lading van personen afvloeien.

De oppervlakte weerstand is de weerstand tussen twee plaatsen op de vloerbedekking. De doorgangsweerstand is de weerstand tussen de bovenzijde en de onderzijde van een vloerbedekking. Een geringe oppervlakte weerstand zorgt in de regel voor het langs de oppervlakte van de vloerbedekking wegvloeien van een lading. Een geringe doorgangsweerstand kan bewerkstelligen dat een lading via de ondervloer (bijvoorbeeld het beton) afvloeit.

Bij het afnemen van de relatieve luchtvochtigheid neemt de elektrische weerstand van de vloer en de vloerbedekking meestal toe. De mate waarin is sterk afhankelijk van het materiaal en is dus niet voor alle soorten hetzelfde.

### Andere factoren

Ook het materiaal van de schoenzolen (ten opzichte van het materiaal van de vloerbedekking) bepaalt de grootte van de persoonsoplading. Zo veroorzaken PVC-zolen vaak een hogere oplading dan zolen van BAM-rubber. Dit komt onder andere door de aard van het materiaal, maar ook door de specifieke elektrische weerstand van het zoolmateriaal. Onderzoek heeft aangetoond dat schoenen meestal niet die belemmering voor een

persoonsontlading opleveren, dan men op grond van een normale weerstandsmetingen zou verwachten.

Een andere factor welke een rol kan spelen is het aanwezige meubilair. Tafels en bureaus met isolerende doppen aan de poten en stoelen met isolerende wielen of wiellagers (bijvoorbeeld van nylon) kunnen een lading betrekkelijk lang vast houden en aldus een bijdrage leveren tot persoonsoplading.

## Beoordelen van vloerbedekking

### Algemeen

Het blijkt mogelijk te zijn op basis van de persoonsoplading, de weerstand van de vloer c.q. vloerbedekking en eventueel de ontladingssnelheid, uitspraken te doen over de bijdrage die een vloer kan leveren bij het opbouwen en doen afvloeien van elektrostatische ladingen. Voor het meten van deze parameters zijn verscheidene methoden in omloop.

De metingen zoals deze door Schaap EMC Engineering worden uitgevoerd geschieden op basis van een aantal normen, zoals deze zijn voorgesteld door de werkgroep 'Computergevoeligheid', welke op initiatief van het Vezelinstituut TNO in het leven is geroepen. Onze technisch adviseur de heer den den Bergh is als lid van deze werkgroep nauw betrokken geweest bij het tot stand komen van deze normen. In de werkgroep hadden verder zitting de Vereniging van Nederlandse Tapijfabrikanten (VMF), verscheidene computerleveranciers, een aantal gebruikers van computerapparatuur en diverse TNO- Instituten.

Het is met name NEN6169 welke een methode beschrijft om het elektrostatische gedrag van gelegde vloerbedekking te onderzoeken en te beoordelen. Dit geschiedt echter in relatie tot de op dat moment heersende luchtvochtigheid, dit in tegenstelling tot metingen van vloerbedekkingen in een laboratorium. In een laboratorium kunnen strikt de eigenschappen van de vloerbedekking worden bepaald. Deze metingen kunnen leiden tot een toepasbaarheidsadvies. De praktijkmetingen leiden tot inzicht in de eigenschappen na verwerking en bij de op dat moment heersende omstandigheden (in de meest ruime zin des woord). Door een individueel aspect als het soort ondervloer, kan het voorkomen dat vloerbedekkingen van eenzelfde soort in verschillende situaties (bij praktijkmetingen) toch andere meetresultaten opleveren.



## Schaap Ontstoringstechniek

Hanzeweg 50 7418 AT Deventer  
Postbus 148 7400 AC Deventer  
Telefoon: 0570-62.25.07

Mandenmakerstraat 30  
3194 DG Rotterdam  
Telefoon: 010-43.83.033

Internet: [www.SchaapBliksem.nl](http://www.SchaapBliksem.nl)  
E-mail: [info@SchaapBliksem.nl](mailto:info@SchaapBliksem.nl)  
Fax: 0570-63.24.59



### **De criteria (comfortcriteria)**

In feite zou alleen al uit het oogpunt van comfort eigenlijk niemand zich hoger op moeten kunnen laden dan de gevoeligheidsdrempel van 2000 Volt. Maar zeker in ruimten waarin elektronische apparatuur is of wordt geplaatst, dienen elektrostatische persoonsopladingen beperkt te blijven. Een oplading van 5000 Volt of hoger dient zeker vermeden te worden.

### **Criteria bij laboratorium metingen volgens NEN6167**

Bij het opstellen van de criteria voor de laboratoriummetingen is primair uitgegaan van de gevoeligheidsdrempel van personen.

De vloerbedekking dient primair geen hogere persoonsoplading te veroorzaken dan 2000 Volt. De oppervlakte weerstand dient lager te zijn dan  $10^{10}$  Ohm (10 GOhm). Hierbij worden ook eventuele elders opgedane elektrostatische ladingen in enkele seconden over de oppervlakte van de vloerbedekking verspreid. Als de oppervlakte weerstand hoger is, maar de doorgangswaarde is daarentegen lager dan  $10^{10}$  Ohm (10 GOhm) dan is de vloerbedekking toepasbaar mits ook de ondervloer geleidend is.

Een goed elektrische contact tussen beiden moet dan uiteraard gewaarborgd zijn. Dergelijke vloerbedekkingen behoeven een duidelijk legadvies en dienen dus ook met zorg gelegd te worden. Bij een verkeerde wijze van leggen zijn problemen niet uitgesloten.

### **Criteria bij praktijkmetingen volgens NIEN6169**

De beoordeling naar aanleiding van praktijkmetingen wijkt enigszins af ten de laboratoriummethode omdat bij ogenschijnlijk soortgelijke metingen ook de invloed van de ondervloer in de meting wordt betrokken. In plaats van de doorgangswaarde van de vloerbedekking wordt daarom van enkele punten op de vloerbedekking de effectieve weerstand naar aarde bepaald. Men dient zich tevens te realiseren dat de beoordeling in de praktijk geschiedt bij de op dat moment heersende atmosferische omstandigheden.

De persoonsoplading moet ook bij de praktijkmetingen beneden de 2000 Volt blijven. Ook moet de effectieve weerstand naar aarde of de oppervlakte weerstand lager dan  $10^{10}$  Ohm (10 GOhm) zijn. Voldoet de vloerbedekking niet aan deze criteria dan is er een zeker risico bij het gebruik van elektronische apparatuur aanwezig.

De ervaring heeft geleerd dat bij een effectieve weerstand naar aarde die lager dan 10e Ohm (0,1 GOhm) is, er in felle nooit een oplading van betekenis optreedt. Ook eventueel elders opgedane ladingen worden dan tijdig afgevoerd.

### **Alternatieve oplossingen Antistatische vloeistof**

De elektrostatische eigenschappen van reeds gelegde vloerbedekkingen kunnen verbeterd worden met behulp van speciaal daarvoor ontwikkelde vloeistoffen. Het resultaat is meestal wel bevredigend, maar men dient zich te realiseren dat een dergelijke behandeling regelmatig herhaald moet worden. De vloeistof wordt over het algemeen door middel van spuiten op de vloerbedekking aangebracht. Apparatuur (zoals een computersysteem) moet op dat moment uitgeschakeld zijn. De ventilatoren die voor de inwendige koeling van de apparatuur zorgen, kunnen namelijk heel gemakkelijk een gedeelte van de nevel mee naar binnen zuigen. Men dient verder na te gaan of het regelmatig gebruik van dergelijke vloeistoffen de vloerbedekking niet aantast.

### **Geleidende matten**

Als tweede alternatief noemen we de geleidende matten. Een geleidende mat, oftewel een antistatische mat, kan worden toegepast als men op een bepaalde werkplek wil voorkomen dat elektrostatisch opgeladen personen zich via de daar geplaatste apparatuur of het meubilair ontladen. De mat moet dus zo geplaatst worden, dat een persoon die de werkplek nadert, door op de mat de stappen ontladen wordt. De mat is vervaardigd van een geleidend materiaal en werkt dus in feite op de zelfde wijze als een vloerbedekking met een lage weerstand, met dien verstande dat de oppervlakte van de mat wel kleiner is. En de ontlading via de mat dient uiteraard plaats te vinden voordat de betredende persoon de apparatuur of het meubilair aanraakt.

### **Opmerking**

Men dient zich te realiseren dat met een juiste vloerbedekking en een juiste luchtvochtigheid hoge statische ladingen worden voorkomen. Een geleidende vloermat dient reeds opgedane persoonsopladingen af te voeren voordat men de apparatuur aanraakt. Het zal duidelijk zijn dat het voorkomen of beperken van statische ladingen verreweg de voorkeur verdient boven het steeds weer (hopelijk) tijdig afvoeren van ladingen die toch voortdurend weer worden opgebouwd

