

*Genormeerde beschermende kleding*

# Schijnveiligheid in ATEX-gebieden

Een persoon die met schoenen met rubberen zolen die niet antistatisch zijn in een ruimte over een vloerbedekking loopt, kan in een droge omgeving gemakkelijk electrostatisch opgeladen worden tot een spanning van 15.000 volt. Dat klinkt gevaarlijker dan het meestal is, maar je kunt wel een behoorlijke schrikreactie krijgen als je in zo'n situatie een geaard metalen voorwerp beetpakt, zoals een metalen trapleuning.

| TEKST WILBERT VAN DEN EIJNDE, WULF VAN DEN ESHOF EN JAAP ZIJP

**E**en metalen trapleuning is in het algemeen verbonden met aarde. Bij nadering vindt via je hand in één keer een ontlading plaats, een korte stroomstoot is het gevolg en je voelt een elektrische schok. Soms kun je zelfs een vonk zien overspringen. In een ATEX-zone kan zo'n vonk een ontstekingbron zijn van de daar heersende explosieve atmosfeer. Daarom moeten er in die zones maatregelen worden genomen. Ten eerste moet worden voorkomen dat personen electrostatisch worden opgeladen. Ten tweede moet worden voorkomen dat een eenmaal opgeladen persoon plotseling kan worden ontladen, waarbij een vonk kan ontstaan.

### Elektronica

Statische ontladingen zijn niet uitsluitend in ATEX-zones een probleem. In de elektronica-industrie speelt dit probleem ook. Het is daar bekend onder de term *electro static discharge*, kortweg ESD. Elektronica kan beschadigd worden door ESD-problemen. De miniaturisering van elektronische componenten heeft de gevoeligheid van die componenten voor ESD de laatste veertig jaar steeds groter gemaakt. Beschadigde elektronica kan zich voordoen als goed functionerend en toch zo nu en dan storend. Dat zorgt voor moeilijk traceerbare problemen, omdat die elektronica vaak ook nog deel uitmaakt van complexe apparaten, zoals een simpele telefoon. ESD-problemen kunnen daardoor leiden tot enorme economische schade. Om deze problemen te voorkomen, zijn in de elektronica-in-

dustrie ESD-zones ingericht. Deze zones zijn uitgerust met speciale vloeren. Deze zones mogen alleen betreden worden met speciale kleding en speciaal schoeisel. Aan de ingang van de zone moet de medewerker zichzelf via een ladingsmonitor laten controleren op statische lading. Werknemers die elektronica hanteren, dragen vaak een polsbandje dat via een draad met de aarde is verbonden. In de ESD-wereld wordt ervan uitgegaan dat ontladingen met een spanning van 100 volt al problemen kunnen veroorzaken.

### Explosiegevaar

Als veiligheidskundige kunnen we iets van de elektronica-industrie leren. Voor de keuze van geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM's) voor explosiegevaarlijke omgevingen, beschikken we sinds 2015 over de NPR-CEN/TR 16832:2015 'Keuze, gebruik, verzorging en onderhoud van persoonlijke beschermingsmiddelen voor het voorkomen van electrostatische risico's in gevaarlijke gebieden (explosiegevaar)'. Deze NPR biedt een overzicht van de specifieke onderliggende productnormen van PBM's zoals handschoenen, kleding en veiligheidsschoenen. Een overzicht van de specifieke productnormen voor PBM's is samengevat in tabel 1.

Met het dragen van geschikte PBM's hebben we echter het risico op een statische ontlading niet geheel weggenomen. Ten eerste beschrijven de delen 1, 2, 3 en 5 van NEN-EN 1149 respectievelijk de testmethoden en eisen voor de electrostatische eigenschappen van de materialen die ge-

PBM	Aanduiding	Titel
Handschoenen	NEN-EN 16350:2014	Beschermende handschoenen voor elektrostatische risico's
Kleding	NEN-EN 1149-1:2006	Beschermende kleding - Elektrostatische eigenschappen - Deel 1: Beproevingmethode voor het meten van oppervlakteweerstand
Kleding	NEN-EN 1149-2:1997	Beschermende kleding - Elektrostatische eigenschappen - Deel 2: Beproevingmethoden voor de meting van de elektrische weerstand door een materiaal (verticale weerstand)
Kleding	NEN-EN 1149-3:2004	Beschermende kleding - Elektrostatische eigenschappen - Deel 3: Beproevingmethoden voor de meting van het ladingverval
Kleding	NEN-EN 1149-5:2008	Beschermende kleding - Elektrostatische eigenschappen - Deel 5: Materiaalprestatie en ontwerpisen
Veiligheids-schoenen	EN-ISO 20345:2011	Persoonlijke beschermingsmiddelen - Veiligheidsschoenen

Tabel 1: Relevante productspecifieke PBM-normen.

bruikt moeten worden voor het maken van de beschermende kleding. Een geharmoniseerde norm om een geheel kledingstuk te testen op zijn elektrostatische eigenschappen ontbreekt.

### Ignition-test

Op dit moment geldt de Ignition-test als benchmark om het complete kledingstuk op explosierisico te testen. Nadat het kledingstuk statisch is geladen, wordt een mondstuk met explosief gasmengsel in contact gebracht met het kledingstuk. Wanneer minimaal drie van de vijf pogingen tot een explosie hebben geleid, wordt het kledingstuk afgewezen. De eisen voor de elektrostatische eigenschappen zoals ontladingstijd (decay-time < 4 s) en afscherming (shieldingfactor > 0.2), die nu worden gehanteerd in deel 5, zijn tot stand gekomen op basis van empirisch onderzoek met behulp van de Ignition-test. Hoewel deze methode een directe methode is om explosierisico aan te tonen, is het een relatief complexe methode en ethisch niet verantwoord, omdat het direct op mensen wordt uitgevoerd. In Europees verband wordt daarom gewerkt aan de ontwikkeling van een gevalideerde laboratoriummethode voor het meten van de elektrostatische eigenschappen van kledingstukken.

Een bijkomend probleem is dat niet iedere fabrikant duidelijke aanwijzingen geeft over hoe de kleding moet worden gedragen (figuur 1). Verder kunnen door het gebruik en het wassen van kleding de antistatische eigenschappen veranderen.

Statische oplading is een complex fenomeen, dat van meerdere factoren afhankelijk is. Hierbij zijn de interactie tussen de materialen (onder andere wrijving, ruwheid en druk), omgevingsfactoren (onder andere luchtvochtigheid en temperatuur) en de drager (onder andere pasvorm, transpiratie, beharing) van belang. Om uitval van gevoelige elektronische componenten ten gevolge van elektrostatische ontlading te voorkomen, is het in de ESD-wereld gebruikelijk om medewerkers in situ te meten. De elektrostatische lading wordt door middel van een aardingsmeting met behulp van een zogenaamde *grounding test plate* uitgevoerd.

Naar analogie hiervan is door NSC een quick-scan ontwikkeld om in-situ-metingen uit te voeren. Hierdoor kunnen risico's door elektrostatische ontlading in potentie worden uitgesloten. Om ervaring op te doen en de meerwaarde van een in-situ-meting aan te tonen, hebben we quick-scans uitgevoerd bij een bedrijf dat ATEX-zones heeft. Dit bedrijf schrijft de medewerkers voor in die zones ATEX-genormeerde kleding te dragen.

### Materialen en methoden

Met behulp van een ontwikkelde elleboogtester (figuur 2) worden in situ tegelijkertijd twee metingen uitgevoerd, namelijk een weerstandsmeting van de proefpersoon naar aarde en een ontladingsmeting (decay-time) van de kleding.

#### Weerstandsmeting (Rg)

De proefpersoon staat met zijn antistatische schoenen op een metalen aardplaat en drukt op een metalen probe. Met een weerstandsmeter (Simco, M2, wrist strap checker) wordt de weerstand Rg tussen de persoon en de aardplaat gemeten.

#### Ontladingsmeting kleding (decay-time)

Bij deze meting wordt de ontlading van de kleding gemeten met behulp van een metalen probe (Trek, model 157, charged plate monitor). Dit instrument laadt een metalen probe elektrostatisch op tot een spanning van 1024 volt. De probe is ingebouwd in de elleboogtester. De proefpersoon is gekleed in zijn antistatische kleding en staat met zijn antistatische schoenen op een metalen aardplaat. Hij legt zijn onderarm op de elleboogtester, waardoor de probe zal ontladen. De decay-time is de tijd waarin het geladen plaatje ontladt tot een spanning van 500 volt.

#### Omgevingsomstandigheden en kleding

De metingen zijn uitgevoerd bij een temperatuur van  $20 \pm 2$  °C en  $50 \pm 5\%$  luchtvochtigheid. In totaal zijn 24 medewerkers (2 vrouwen en 22 mannen) doorgemeten met de kleding en schoenen zoals men deze normaal draagt. Twee soorten kledingstukken worden gedragen, een jas en een overall die verschillen in samenstelling. Alle kledingstukken zijn gecertificeerd volgens EN 1149-3:2004. De schoenen zijn gecertificeerd volgens EN-ISO 20345:2011 S3.

### Eisen

De weerstand van de proefpersoon naar aarde  $R_g$  moet voldoen aan  $10 \text{ k}\Omega < R_g < 100 \text{ M}\Omega$ . Voor elektrostatische lading aangebracht op de stof waarvan de kleding is gemaakt, moet de decay-time kleiner zijn dan 4 s., dit is de tijd waarin de spanning van de aangebrachte lading daalt tot de helft van de initiële waarde.

De quick-scan is een pass/fail-test voor beide eisen.

### Resultaten

In tabel 2 zijn de resultaten van de in-situ-metingen met de elleboogtesten samengevat. Uit tabel 2 blijkt dat er twee proefpersonen waren die niet goed geaard waren. Dit had te maken met het dragen van niet-antistatisch schoeisel of onjuiste aanpassing van het schoeisel.

Uit de ontladingsmetingen blijkt een aanzienlijk verschil in ontladings-eigenschappen tussen jas en overall. De ontladingstijd van de overall lag aanzienlijk hoger ( $> 20 \text{ s}$ ) dan de jas (gemiddeld  $0.9 \text{ s}$ ).

### Discussie

De uitgevoerde in-situ-metingen met behulp van de elleboogtester laten direct de toegevoegde waarde van de scan voor de praktijk zien. Hierbij worden tegelijkertijd twee aspecten gecontroleerd, namelijk de aarding van de proefpersoon en de elektrostatische ontladings-eigenschappen van de kleding.

Met behulp van de weerstandsmeting wordt gecontroleerd of proefpersonen op de correcte manier geaard zijn door het dragen van het juiste schoeisel. Zelfs in deze, relatief kleine pilot, waren er twee proefpersonen die niet op de juiste wijze geaard waren. Dit is een relatief hoog aantal (8%). Eén proefpersoon droeg niet-antistatische inlegzolen. Dit is aan de buitenkant moeilijk te zien, daardoor is handhaving lastig. Concrete cijfers ontbreken maar de schatting is dat 20 tot 30% van de beroepsbevolking op aangepaste inlegzolen loopt. Het niet goed geaard zijn, betekent in een ATEX-omgeving een ernstig risico. Dit risico komt voort uit het niet naleven van de voorschriften; dit vergt discipline. Door het opstellen en voorschrijven van kledingvoorschriften en het toezicht hierop, kan de werkgever een betere waarborg trachten te realiseren, maar naleving ervan door de werknemer is nog steeds een zwakke schakel.

De ontladingsmeting geeft een maat voor de ontladings-karakteristiek van de kleding in combinatie met de drager in zijn omgeving. Uit de metingen blijkt dat niet alleen binnen kledingstukken en proefpersonen, maar ook tussen gecertificeerde kledingstukken verschillen in ontladings-tijd bestaan.

Als uitgangspunt werd een ontladingstijd van 4 seconden genomen, in analogie met de eis die aan een lapje stof

	Jas (n=8)		Overall (n=15)		Eis
	Pass	Fail	Pass	Fail	
Weerstand naar de aarde ( $R_g$ )	8	0	13	2	$10 \text{ k}\Omega < R_g < 100 \text{ M}\Omega$
Decay-time	7	1	0	15	$< 4 \text{ s}$

Tabel 2: Resultaten van de in-situ-meting met behulp van de elleboogtester: het aantal proefpersonen dat wel of niet voldeed aan de gestelde eisen.

## Samenvatting

Medewerkers die door elektrostatische ontlading een schrikreactie krijgen of schade en letsel kunnen veroorzaken, behoren dissipatief schoeisel en kleding te dragen in een omgeving die voorzien is van een goed geaarde vloer, om deze ontladingen te voorkomen. Dit geldt met name, maar niet uitsluitend voor ATEX-zones. De producten die daarvoor nodig zijn, moeten voldoen aan geharmoniseerde normen zoals EN-ISO 20345:2011 en EN-1149-3 voor respectievelijk veiligheidsschoenen en kleding. De NPR-CEN/TR 16832:2015 'Keuze, gebruik, verzorging en onderhoud van persoonlijke beschermingsmiddelen voor het voorkomen van elektrostatische risico's in gevaarlijke gebieden [explosiegevaar]' verwijst naar deze normen. Hiermee wordt aangenomen dat het gebruik van afzonderlijk gecertificeerde kleding, schoeisel en vloeren voldoende bescherming biedt tegen statische ontlading. In de praktijk blijkt echter dat het totaal niet altijd gelijk is aan de som der delen. Dit leidt tot onacceptabele elektrostatische risico's. Een ontwikkelde quick-scan op de werkplek blijkt een effectief controlemiddel.

wordt gesteld. Of een gemeten decay-time groter dan 4 seconden daadwerkelijk tot een verhoogd explosierisico leidt, zou in vervolgonderzoek met behulp van een Ignition-test kunnen worden aangetoond. Voor het vaststellen en onderbouwen van een grenswaarde van de decay-time is meer onderzoek nodig.

Met grote zekerheid kan in ieder geval worden gezegd dat een gemeten ontladingstijd lager dan 4 seconden niet tot een verhoogd explosierisico leidt.

### Conclusie

Bij de risicobeoordeling van mensgeïnduceerde elektrostatische risico's in ATEX-omgevingen is het toepassen van een in-situ-meetprotocol de missing link. De door ons ontwikkelde elleboogtester kan hiervoor gebruikt worden. De quick-scan is gemakkelijk implementeerbaar en snel uitvoerbaar. ■

### Referentie

1 Bijlage G in NPR-IEC/TS 60079-32-1 (en) Explosieve atmosferen - Deel 32-1: Richtlijnen voor elektrostatische risico's (IEC/TS 60079-32-1:2013, IDT).

*Wilbert van den Eijnde is deskundige voet- en beenbescherming, Wulf van den Eshof is veiligheidsdeskundige en deskundige PBM's en Jaap Zijp is hoger veiligheidskundige en stagiair. Allen zijn werkzaam bij NSC-Consultancy.*