

Kennisdocument

BRANDWEER- OPTREDEN NABIJ ELEKTRICITEIT



INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	
Inleiding	1
1 Risicogerichte aanpak met drie categorieën	3
2 Gevaren voor de gezondheid	4
3 Handvatten en veiligheidsafstanden	5
Bijlage I: Definities en basisbegrippen	10
Bijlage II: Toelichting op de risicocategorieën	12
Bijlage III: Bevoegdheden	14
Bijlage IV: Verzorgingsgebieden	15
Bijlage V: Personele eisen	16
Bijlage VI: Gezondheid	17
Bijlage VII: Indirecte geleiding	19
Bijlage VIII: Gevaarlijke stoffen	22
Bijlage IX: Zonering	23
Bijlage X: Veiligheids-afstanden bij het gebruik van blusmiddelen	24

VOORWOORD

“Innovaties lopen sneller dan veiligheidsregio’s bijbenen” was een van de kernboodschappen in mijn lectorale rede van 2013, met daaraan gekoppeld de oproep om “gebruik te maken van kennis, kunde en ervaring van andere partijen”. Dit geldt des te meer voor hetgeen zich thans afspeelt in de energietransitie. Tal van ontwikkelingen en innovaties verschijnen in razend tempo in onze maatschappij, enerzijds vanuit, of gestimuleerd door, Rijksbeleid, maar anderzijds vanuit burger- of buurtinitiatieven, en alles wat daartussen zit. De spreekwoordelijke rode draad in al dit soort ontwikkelingen is dat gewerkt wordt aan systemen voor transport, distributie, opslag en gebruik van energie. De elektrificatie van de Nederlandse samenleving is in volle gang. Dit betekent veel op het gebied van risicobeheersing om incidenten te voorkomen. Helemaal voorkomen zal niet bij een dermate grote beweging echter niet lukken, zodat incidenten en de gevolgen daarvan bestreden zullen moeten worden. En daar staat de brandweer voor aan de lat. Maar niet alleen: ook de netbeheerder heeft hierin een belangrijke rol. En beiden hebben de taak gebruik te maken van elkaars kennis, kunde en ervaring. Een behoorlijk deel van de kennis, kunde en ervaring ten behoeve van het brandweeroptreden is in deze handleiding samengevat en vertaald in eenduidige defensieve en offensieve incidentbestrijdingstactieken.

Veiligheidsafstanden en straalpijvoering zijn gespecificeerd voor typische onderdelen van het elektriciteitssysteem: transport (>25000V), distributie (400V-25.000V) en gebruik (tot 400V).

Grote dank gaat uit naar Michaël Bertels (Brandweer Brabant Noord), die met zijn kennis en ervaring, alsook door zijn netwerk, een aanzienlijk deel van de inhoud voor deze publicatie heeft geleverd. Aangevuld met de kennis van Henk Steens en Marko Broeders (VRR) en van deskundigen van TenneT en Alliander ligt hiermee een goede basis voor de repressie, en voor de samenwerking tussen brandweer en netbeheerders bij de incidentbestrijding.

Deze publicatie is een weergave van de huidige stand van zaken op het gebied kennis over brandweeroptreden nabij elektriciteit. Zij kan indien nodig worden aangepast, bijvoorbeeld omdat wet- en regelgeving is veranderd of inzichten in het werkveld zijn gewijzigd. Om de publicatie te kunnen blijven ontwikkelen en verbeteren, ontvangen de Brandweeracademie en Brandweer Nederland graag commentaar en suggesties ter verbetering. Wij nodigen u dan ook uit om uw opmerkingen of suggesties ter verbetering op te sturen naar onderwijscontent@ifv.nl, onder vermelding van de titel van de publicatie.

INLEIDING

In Nederland is de energietransitie volop gaande. Elektriciteit speelt daarin nu en in de toekomst een grote rol. Daarom zien we, naast de reeds bekende hoogspanningslijnen, elektriciteit in steeds meer toepassingen terug in onze samenleving. Denk hierbij aan elektrische auto's, bussen en schepen, zonnepanelen en thuisopslag van elektriciteit, buurtbatterijen en windturbines. Incidenten met elektriciteit zijn helaas onvermijdelijk in een zo sterk geëlektrificeerde samenleving. Daarom is de voorliggende handleiding opgesteld.

Gevaren

De aanwezigheid van elektriciteit nabij incidentlocaties brengt gevaren met zich mee voor hulpverleners. Er kan elektrocutie plaatsvinden door directe aanraking van een onbeschermde geleider onder spanning of door indirecte aanraking waarbij er sprake is van geleiding via bijvoorbeeld een blusstraal of de ondergrond. In het geval een installatie zelf bij een incident betrokken is, kan er sprake zijn van een drukgolf, van rondvliegende scherven en hitte. Daarnaast kunnen er gevaarlijke stoffen vrijkomen; dit is met name het geval bij grote batterij-opstellingen.

Drie risicocategorieën

Deze gevaren van elektriciteit hangen samen met de gevoerde spanning en het vermogen. Om hulpverleners te helpen met het herkennen van de mate van het gevaar worden drie risicocategorieën gehanteerd, die mede gebaseerd zijn op de brancherichtlijn van Netbeheer Nederland. Het gaat om de onderstaande categorieën met bijbehorende kenmerkende elementen.

1. Transport: internationaal transport, het landelijk hoogspanningsnet in beheer bij de nationale netbeheerder en transport door de regionale netbeheerder. > 25.000 Volt, hoogspanningslijnen en -kabels en installaties.
2. Distributie: distributie van elektriciteit door de regionale netbeheerder tot aan de kWh-meter bij de gebruiker. 400 tot 25.000 Volt, kabels, leidingen, installaties, trafohuisjes. De bovenleidingen van spoor, tram en bus worden ook ingedeeld in deze categorie omdat zij een vergelijkbare spanning en vermogen hebben.
3. Gebruik: 50 tot 400 Volt, in woningen en gebouwen, achter de kWh-meter.

In lesstof en procedures voor de brandweer wordt rekening gehouden met het herkennen van deze drie categorieën. De drie categorieën stemmen overeen met de werkwijze van de netbeheerders en de wijze waarop verantwoordelijkheid voor de veiligheid van voorzieningen voor elektriciteit is verdeeld. De drie categorieën komen niet volledig overeen met de begrippen "laagspanning", "middenspanning" en "hoogspanning" (zie Bijlage I). Vanwege de eenvoud worden de begrippen transport, distributie en gebruik gehanteerd in procedures en lesstof voor de

brandweer. Ze spelen wel een rol bij het analyseren van risico's van elektriciteit (Bijlagen VII - IX).

Doel

Het doel van deze handleiding is om de werkwijze van brandweer en netbeheerders op elkaar af te stemmen zodat:

1. Hulpverleners en netbeheerders dezelfde taal spreken en veilig en effectief kunnen samenwerken bij een incident.
2. Hulpverleners krijgen inzicht in de veiligheidsmaatregelen die de netbeheerders kunnen treffen en passen dezelfde veiligheidsafstanden toe.
3. Netbeheerders inzicht krijgen in de mogelijkheden en onmogelijkheden van de hulpverleners bij het optreden bij een incident in of nabij infrastructuur voor transport of distributie van elektriciteit. In het bijzonder zijn hier de beperkingen voor de brandweer bij het redden personen en bestrijden van brand van belang.
4. Hulpverleners inzicht krijgen in de mogelijkheden en onmogelijkheden van netbeheerders.

Handvatten en passende veiligheidsafstanden

In deze handreiking worden voor elke risicocategorie handvatten en passende veiligheidsafstanden beschreven ten behoeve van een veilig operationeel optreden van de brandweer nabij elektriciteit. De uitgangspunten en veiligheidsafstanden sluiten zoveel mogelijke aan bij de procedures die al bekend zijn bij zowel brandweer als netbeheerders.

Afbakening

Er kunnen inrichtingen zijn waar andere specifieke gevaren van elektriciteit bestaan, zoals:

- De galvanische industrie; deze is niet alleen een grootverbruiker, maar werkt ook met zeer hoge stromen.
- Zendinstallaties of medische apparatuur met een sterk elektromagnetisch veld.
- Risico op blikseminslag.

Deze handreiking gaat niet in op dergelijke bedrijfsspecifieke situaties.

Leeswijzer

Dit kennisdocument is als volgt opgebouwd:

- Categorisering van elektriciteitstoepassing naar veiligheidsrisico (hoofdstuk 1)
- Veiligheidsafstanden per categorie (hoofdstuk 2)
- Handvatten voor brandweeroptreden (hoofdstuk 3).

1 RISICOGERICICHTE AANPAK MET DRIE CATEGORIEËN

De gevaren van elektriciteit voor hulpverleners – door (in)directe aanraking, een drukgolf, rondvliegende scherven en hitte – hangen sterk samen met de elektrische spanning (Volt) en het vermogen (Watt of VA (Voltampères)). Hoe hoger de elektrische spanning en het vermogen, hoe groter de veiligheidsrisico's.

Netbeheer Nederland hanteert de beheersgebieden 'Transport' en 'Distributie' van elektriciteit, zie Bijlage II. Daarnaast is er 'Gebruik' van elektriciteit door de afnemer. Deze drie begrippen worden gebruikt voor afbakening van drie risicocategorieën; zie onderstaande tabel 1.1.

Categorie	Voltage (Wisselspanning)	Toepassing	Beheer
Transport	> 25.000 Volt	Hoogspanningsnet en -kabels	Nationale en regionale netbeheerder
Distributie	400 tot 25.000 Volt	Regionaal distributienet tot aan woningen, trafohuisjes, geëlektrificeerd spoor (inclusief hogesnelheidslijn (HSL) en Betuweroute (BR))	Regionale netbeheerder en ProRail
Gebruik	50 tot 400 Volt	In woningen en gebouwen van particulieren en bedrijven	Eigenaar van de inrichting

Tabel 1.1 Risicocategorieën.

1.1 Transport

Met name bij het transport van elektriciteit zijn zowel de spanning als het vermogen zeer hoog. In deze handreiking wordt transport daarom ingedeeld in de hoogste risicocategorie. Het netwerk voor transport van elektriciteit in Nederland is beperkt tot een honderdtal hoofdverbindingen en ongeveer 700 locaties.

1.2 Distributie

Bij de distributie van elektriciteit naar de gebruikers is een lagere spanning betrokken dan bij transport. Ook het vermogen is lager. De risico's zijn echter nog significant; in deze handreiking wordt distributie daarom ingedeeld in de middelste risicocategorie. In elke wijk

kan een inrichting aangetroffen worden voor de distributie van elektriciteit. Door de bovenleiding van het spoor worden een vergelijkbare spanning en vermogen gevoerd.

1.3 Gebruik

Bij regulier gebruik van elektriciteit in woningen en gebouwen (dat is dus achter de kWh meter) is er sprake van laagspanning en een beperkt vermogen. In deze handreiking wordt dit ingedeeld in de laagste risicocategorie. De risico's van zonnepanelen, elektrische auto's, buurtbatterijen, illegale hennepkwekerijen et cetera, vallen ook in deze categorie. Toepassingen in deze categorie zijn alom aanwezig.

2 GEVAREN VOOR DE GEZONDHEID

Elektriciteit brengt twee gevaren voor de gezondheid met zich mee, namelijk 1) elektrocutie en 2) letsel door een drukgolf, rondvliegende scherven of hitte. Daarnaast zijn er in sommige gevallen gevaarlijke stoffen aanwezig in de installaties voor elektriciteit; zie Bijlage VIII.

2.1 Elektrocutie

Als elektriciteit door het menselijk lichaam loopt, kan dat schadelijk zijn voor de gezondheid; zie Bijlage VI. Het risico op elektrocutie hangt samen met de spanning. Er zijn vier verschillende omstandigheden die kunnen leiden tot elektrocutie, onder te verdelen in twee groepen.

A) Elektrocutie door directe aanraking

1. Aanraken geleider: een persoon komt in direct contact met een geleider door vastpakken. Dit treedt op bij alle drie risicocategorieën.
2. Vonkdoorslag of vonkoverslag bij het benaderen van een geleider. Dit treedt alleen op in de risicocategorieën 1. transport en 2. distributie

B) Elektrocutie door indirecte aanraking

3. Via een medium: de elektrische stroom loopt eerst via een medium, bijvoorbeeld een gebonden blusstraal, een bouwdeel, een boom of iets

dergelijks naar het menselijk lichaam. Dit treedt met name op in de risicocategorieën 1. transport en 2. distributie.

4. Via de ondergrond/bodem: er is een stapspanning in de ondergrond. Als een defecte geleider de grond of het oppervlaktewater raakt, kan zich een gevaarlijk gebied vormen in de ondergrond of het oppervlaktewater. Dit is met name relevant bij de risicocategorie 1. transport. Bij de risicocategorie 2. distributie zijn maatregelen genomen om dit risico te beheersen.

2.2 Druk golf, scherfwerking en hitte

Bij elektrische installaties kan een explosie met een drukgolf ontstaan, die gepaard gaat met een sterke hitte-ontwikkeling en eventueel rondvliegende stukken/scherven. De kracht van de drukgolf hangt samen met het elektrisch vermogen en de aard van de installatie.

De drukgolf kan ontstaan door:

- Een krachtige elektrische ontlading met een vlamboog, vaak gepaard gaande met de vorming van zeer hete en giftige metaaldampen (elektrische explosie).
- Een fysische explosie vanwege drukopbouw in een installatie die gevuld is met inert gas of olie.
- Het vernevelen van olie gevolgd door een deflagratie (plotselinge verbranding van een stof over een groot volume).

3 HANDVATTEN EN VEILIGHEIDS-AFSTANDEN

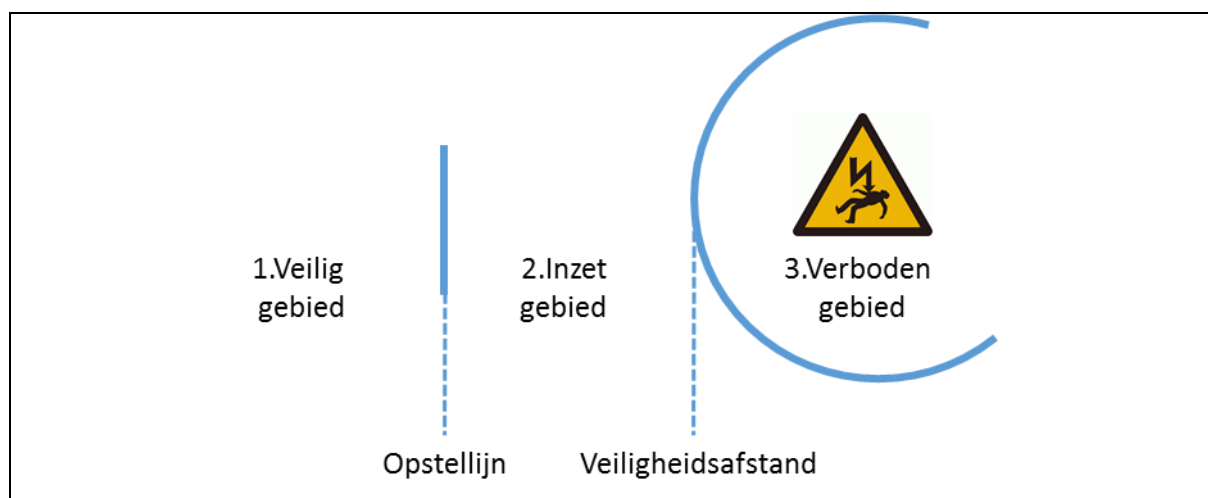
In dit hoofdstuk wordt allereerst op algemeen niveau besproken hoe er opgetreden dient te worden bij incidenten nabij elektriciteit (paragraaf 3.1). Vervolgens is er aandacht voor veiligheidsafstanden (paragraaf 3.2) en tot slot wordt er stilgestaan bij het brandweeroptreden specifiek per risicocategorie (paragraaf 3.3). De voornaamste stappen van de incidentbestrijdingsprocedure worden in deze laatste paragraaf op een rij gezet. Onderdelen die in die procedure en in onderstaande paragrafen aan bod komen zijn:

- maatregelen die elektrocutie kunnen voorkomen
- veiligheidsafstanden
- de opstellijn en opstelplaats van het voertuig

- persoonlijke beschermingsmiddelen
- incidentbestrijdingstactiek.

3.1 Handvatten voor brandweeroptreden

Voor het veilig optreden nabij elektriciteit wordt een minimale veiligheidsafstand gehanteerd. Deze afstand is met name afhankelijk van de risicocategorie en deels ook van de aard van de betrokken elektrische onderdelen (kabel/lijn, installatie) en de omstandigheden (of er al dan niet slachtoffers betrokken zijn bij het incident). In hoofdlijnen kan de plaats incident geschematiseerd worden zoals weergegeven in Figuur 3.1.



Figuur 3.1 Schema voor brandweeroptreden nabij elektriciteit. Een inzet nabij elektriciteit kent drie gebieden:

1. Een veilig gebied voor publiek en onbeschermde hulpverleners achter de opstellijn.
2. Een inzetgebied voorbij de opstellijn, maar niet dichterbij dan de minimale veiligheidsafstand. Dit gebied wordt alleen betreden:
 - als dat noodzakelijk is voor het vervullen van een dringende taak
 - met uitrakkleding en ook met adembescherming.Zoals gebruikelijk wordt het gebied voorbij de opstellijn alleen door de brandweer betreden en niet door andere hulpverleners.
3. Een verboden gebied. Er is een risico op elektrocutie en explosie en daarom is optreden te gevaarlijk, zelfs voor een grijpredding.

3.2 De veiligheidsafstand

De omvang van het gevaar is afhankelijk van de risicocategorie. Operationeel brandweeroptreden nabij elektriciteit is voor een belangrijk deel ook de beheersing van elektriciteitsrisico's. Dit kan gebeuren door:

- Het niet betreden van een terrein of ruimte voor transport of distributie van elektriciteit. Dit is niet toegestaan volgens de Arbowet waarvan hulpverleners niet zijn uitgezonderd (Bijlage III) en kan bovendien levensgevaarlijk zijn.
- Het niet verrichten van handelingen aan installaties voor transport of distributie van elektriciteit door de brandweer. Het doorhakken of knippen van kabels in de risicocategorieën transport en distributie is levensgevaarlijk¹ en daarom verboden.
- Het nemen van een passende veiligheidsafstand.

De veiligheidsafstand is de minimale aan te houden afstand tussen de spanningsbron en het brandweerpersoneel dat persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) draagt, zodat directe gezondheidsschade vermeden wordt. Deze minimale aan te houden afstand hangt niet alleen af van de aard van het risico en de risicocategorie, maar ook van het spanningsniveau en de PBM. Daarnaast is het van belang of de spanningvoerende delen (bijvoorbeeld de elektriciteitsinstallatie, kabels of bovenleiding bij het spoor) al dan niet zelf betrokken zijn bij het incident. In afwachting van de komst van de netbeheerder zijn voor de brandweer verschillende veiligheidsafstanden en afstanden voor de opstellijn relevant.

3.3 Transport

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- 1) maatregelen die elektrocutie kunnen voorkomen;
- 2) maatregelen die de gevolgen van een drukgolf of hitte in een installatie kunnen voorkomen;
- 3) de opstellijn en veiligheidsafstand en
- 4) de procedures die de brandweer moet volgen bij een incident waarbij het transport van elektriciteit is betrokken.

3.3.1 Maatregelen om elektrocutie te voorkomen

De volgende vier maatregelen kan de brandweer nemen om elektrocutie te voorkomen bij een incident waarbij elektriciteitsgeleiders betrokken zijn:

- Houd voldoende afstand tot geleiders, dat wil zeggen: 5 meter. De veilige afstand wordt met name bepaald door de zogenaamde nabijheidszone te respecteren, zie Bijlage IX.
- Houd voldoende afstand tot voorwerpen die zelf in contact staan met een geleider. De bovenstaande veiligheidsafstand van 5 meter blijft van toepassing, maar dan gerekend vanaf dat

voorwerp. De samenstelling van dat voorwerp (hout, metaal, et cetera) doet niet ter zake.

- Houd voldoende afstand indien een geleider de grond raakt. Als een lijn voor transport de grond raakt of in het oppervlaktewater valt, geldt een veiligheidsafstand van 25 meter vanaf het punt waar de lijn de grond raakt.
- Gebruik blusmiddelen uitsluitend na het raadplegen van Bijlage X.

3.3.2 Maatregelen om de gevolgen van een drukgolf/hitte in een installatie te beperken

Deze maatregelen liggen met name bij de netbeheerder en zijn getroffen in het gebouw of op het terrein waar deze installaties zich bevinden. Het is daarom van belang dat de hulpverleners een gebouw of terrein voor transport van elektriciteit niet betreden, tenzij onder direct toezicht van de netbeheerder.

- Als de installatie zelf betrokken is bij het incident wordt bovendien een veiligheidsafstand van 25 meter gehanteerd gerekend vanaf de buitenzijde van dat terrein of gebouw.
- Bij bovengrondse lijnen (zoals bij hoogspanningsmasten) is alleen de vlamboog maatgevend.
- Bij oliegevulde (ondergrondse) kabels kan een drukgolf ook ontstaan door aanwezigheid van olie of gas. Een veiligheidsafstand van 25 meter is voldoende.
- Er wordt géén blusmiddel gespoten in de richting van een installatie voor transport die nog in gebruik is:
 - o Het blusmiddel kan de installatie vervuilen en daardoor een explosie inleiden
 - o Het blusmiddel kan de opvangvoorziening voor olie tenietdoen.
- Het spuiten van blusmiddel in de richting van een kabel of een lijn uitsluitend na het raadplegen van Bijlage X.

3.3.3 Opstellijn en veiligheidsafstand

In onderstaande tabel 3.1 staan de opstellijn en veiligheidsafstand die gehanteerd moeten worden bij de categorie 'transport' weergegeven.

¹ In de risicocategorie "gebruik" worden kabels ook niet geknipt of gehakt, tenzij daar in een procedure specifieke afspraken over zijn gemaakt, zie ook paragraaf 3.5.5 Specifieke situaties.

Lijn of installatie is zelf betrokken bij incident?	Opstellijn ²	Veiligheidsafstand ³
Ja	Installatie: 25 m vanaf de buitenzijde van het terrein of gebouw vanwege het gevaar van voor een drukgolf. Kabels/lijn: 25 m vanaf het punt waar de lijn de grond raakt, in verband met stapspanning.	25 m. De veiligheidsafstand is gelijk aan de opstellijn. Niemand moet voorbij de opstellijn gaan.
Nee	25 m, om rekening te houden met mogelijke escalatie.	5m om nabijheid te voorkomen ⁴ .

Tabel 3.1 Opstellijn en veiligheidsafstand bij transport.

3.3.4 Procedure brandweeroptreden

- De meldkamer van de brandweer en de meldkamer van de netbeheerder zoeken contact.
- De Incidentcoördinator Netbeheer wordt gealarmeerd en komt ter plaatse.
- De eerste bevelvoerder ter plaatse verifieert de locatie; de meldkamers verifiëren onderling of het werkelijk om de risicocategorie transport gaat. Als de OvD-Netbeheer al ter plaatse is, gebeurt deze afstemming ter plaatse.

Onderstaande richtlijnen zijn van toepassing totdat de OvD-Netbeheer ter plaatse is:

- De opstellijn ligt op 25 meter vanaf alles (mast, wrak, boom, bouwdeel, et cetera) wat in contact staat, betrokken is of dreigt te raken.
- De opstelplaats van het redvoertuig is minimaal de eigen hoogte plus 25 meter.
- Het terrein of gebouw voor transport van elektriciteit wordt niet betreden.
- Indien de installatie of de lijn zelf betrokken is bij een incident of betrokken dreigt te raken, gaat niemand voorbij de opstellijn.
- CO₂ mag gebruikt worden, maar overige blusstoffen uitsluitend na het raadplegen van bijlage X.

Alleen indien de installatie of lijn zelf niet betrokken is bij het incident EN er sprake is van een dringende taak mag:

- De installatie of lijn tot op 5 meter benaderd worden, maar het terrein of gebouw voor transport van elektriciteit wordt niet betreden.
- De opstelplaats van het redvoertuig gereduceerd worden tot eigen hoogte plus 5 meter.

3.4 Distributie

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- 1) maatregelen die elektrocutie kunnen voorkomen;
- 2) maatregelen die de gevolgen van een drukgolf kunnen beperken;
- 3) de opstellijn en veiligheidsafstand en
- 4) de procedures die de brandweer moet volgen bij een incident op het gebied van distributie van elektriciteit.

3.4.1 Passende maatregelen om elektrocutie te voorkomen

- Houd voldoende afstand tot geleiders, in dit geval 2,5 meter. De veilige afstand wordt met name bepaald door de afstand om nabijheid te voorkomen, zie Bijlage IX.
- Houd voldoende afstand tot voorwerpen die zelf in contact staan met een geleider. De bovenstaande veiligheidsafstanden blijven van toepassing, maar dan gerekend vanaf dat voorwerp. De samenstelling van dat voorwerp (hout, metaal et cetera) doet niet ter zake.
- Houd voldoende afstand indien een geleider de grond raakt. Als een lijn voor distributie de grond raakt of in het oppervlaktewater valt, geldt een veiligheidsafstand van 2,5 meter.
- CO₂ mag gebruikt worden, maar overige blusstoffen uitsluitend na het raadplegen van bijlage X.

3.4.2 Maatregelen om de gevolgen van een drukgolf te beperken

Sommige oudere installaties voor de distributie van elektriciteit hebben een risico op een drukgolf dat vergelijkbaar is als dat bij installaties voor transport. De netbeheerder heeft deze installaties in kaart gebracht, die door de hulpverleners gerekend worden tot de risicocategorie transport, zie Bijlage II.

Bij alle overige installaties voor distributie zijn de mogelijke effecten van de drukgolf beperkt, mede vanwege de veiligheidsvoorzieningen (de installatie is kortsluitvast en voorzien van explosieluiken).

- Een veiligheidsafstand van 2,5 meter is voldoende, mits de brandweer uitrustkleding met ademlucht gebruikt. Voor onbeschermd hulpverleners geldt een veiligheidsafstand van 25 meter; op die afstand wordt dan ook de opstellijn gelegd.
- Het effect van de drukgolf in een gebouw is groter dan in de buitenlucht. Een gebouw voor de distributie van elektriciteit wordt daarom alleen betreden onder toezicht van de netbeheerder, omdat alleen de netbeheerder kan inschatten wat het risico is van de drukgolf onder de specifieke omstandigheden van het incident.

² Voor redvoertuigen wordt daarbij nog de eigen valschaduw opgeteld.

³ Een terrein voor transport van elektriciteit en een gebouw voor transport of distributie van elektriciteit worden niet betreden.

⁴ Zie Bijlage IX. De veiligheidsafstand is met name gebaseerd op de ergonomische afstand om gevaarlijke nabijheid te voorkomen.

- De mogelijke effecten van een drukgolf bij lijnen en kabels voor distributie van elektriciteit zijn beperkt. De opstellijn kan op 10 meter geplaatst worden en een veiligheidsafstand van 2,5 meter is voldoende. Bij het passeren van de opstellijn moeten volledige PBM gedragen worden.
- Een blusmiddel spuiten in de richting van een kabel of lijn kan geen kwaad, mits een sproeistraal gebruikt wordt of de minimale veiligheidsafstand voor de gebonden straal in acht genomen wordt, zie Bijlage X.

Er wordt géén blusmiddel gespoten in de richting van een installatie voor distributie die nog in gebruik is, omdat:

- Het blusmiddel de installatie kan vervuilen en daardoor een explosie inleiden.
- Het blusmiddel de opvangvoorziening voor olie teniet kan doen.

3.4.3 Opstellijn en veiligheidsafstand

In onderstaande tabel 3.2 staan de opstellijn en veiligheidsafstand die gehanteerd moeten worden bij de categorie 'distributie' weergegeven.

Lijn of installatie is zelf betrokken bij incident?	Opstellijn ⁵	Veiligheidsafstand ⁶
Ja	Installatie/kabels: 25 m vanaf de buitenzijde van het gebouw vanwege het gevaar voor een drukgolf. Bovenleiding spoor: 10 m.	2,5 m vanwege het gevaar voor indirecte geleiding door de blusstraal en om nabijheid te voorkomen.
Nee	Installatie/kabels en bovenleiding spoor: 10 m.	2,5 m om nabijheid te voorkomen.

Tabel 3.2 Opstellijn en veiligheidsafstand bij distributie.

3.4.4 Procedure brandweeroptreden

- De meldkamer van de brandweer en de meldkamer van de regionale netbeheerder zoeken contact.
- De OvD-Netbeheer wordt gealarmeerd en komt ter plaatse.
- De eerste bevelvoerder ter plaatse verifieert de locatie; de meldkamers verifiëren onderling of het werkelijk om de risicocategorie distributie gaat. Als de OvD-Netbeheer al ter plaatse is, gebeurt deze afstemming ter plaatse.

Onderstaande richtlijnen zijn van toepassing totdat de OvD-Netbeheer ter plaatse is:

- De opstellijn ligt op 25 meter vanaf de kabel, lijn en installatie en alle metalen delen die daarmee in verbinding staan.
- De opstelplaats van het redvoertuig is minimaal eigen hoogte vanaf de opstellijn.

Indien de installatie zelf is betrokken bij het incident, moeten de volgende maatregelen in acht worden genomen:

- Houd een minimale veiligheidsafstand aan van 2,5 meter vanaf alle delen die in contact staan met de installatie, kabel of lijn.
- De ruimte voor distributie van elektriciteit wordt niet betreden.
- Ga alleen met ademlucht voorbij de opstellijn.
- CO₂ mag gebruikt worden, maar overige blusstoffen uitsluitend na het raadplegen van bijlage X.

Indien de installatie niet is betrokken bij het incident, moeten de volgende regels worden nagevolgd:

- De opstellijn mag gereduceerd worden tot 10 meter.

- De opstelplaats van het redvoertuig mag gereduceerd worden tot de eigen hoogte plus 2,5 meter.
- De minimale veiligheidsafstand is 2,5 meter.
- De ruimte voor de distributie van elektriciteit wordt niet betreden.

Er is een uitgebreide procedure beschikbaar voor veilig optreden nabij het **spoor**. Dit is de "Werkwijze eigen veiligheid hulpverleners bij spoorincidenten". Deze is gebaseerd op de onderstaande richtlijnen ten aanzien van elektriciteit.

- De meldkamer van de brandweer en de meldkamer van ProRail zoeken contact.
- De OvD-Rail en het bovenleiding-aardingsteam komen ter plaatse.
- De eerste bevelvoerder ter plaatse verifieert de locatie; de meldkamers verifiëren onderling de locatie. Als de OvD-Rail ter plaatse is, stemmen zij ter plaatse af.

Onderstaande richtlijnen zijn van toepassing totdat de OvD-Rail ter plaatse is:

- De opstellijn is 10 meter.
- De opstelplaats redvoertuig is minimaal de eigen hoogte plus 2,5 meter.
- De opstellijn mag niet voorbijgegaan worden totdat ProRail heeft bevestigd dat het treinverkeer stilligt.
- De brandweer betreedt allen het spoor zonder de aanwezigheid van de OvD-Rail als er sprake is van een redding.
- Houd 2,5 meter afstand tot de bovenleiding en alle delen die daarmee in contact staan.
- 2,5 meter is ook voldoende afstand voor het veilig werken met een sproeistraal.
- Een treinstel dat met één draaistel op de spoorstaaf staat, mag betreden worden.

⁵ Voor redvoertuigen wordt daarbij nog de eigen valschaduw opgeteld.

⁶ Een terrein voor transport van elektriciteit en een gebouw voor transport of distributie van elektriciteit wordt niet betreden.

- Gebruik een gebonden straal uitsluitend na het raadplegen van Bijlage X.

3.5 Gebruik

In deze paragraaf wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- 1) maatregelen die elektrocutie kunnen voorkomen;
- 2) maatregelen om een drukgolf/hitte te voorkomen;
- 3) de opstellijn en veiligheidsafstand en
- 4) de procedures die de brandweer moet volgen bij een incident op het gebied van het gebruik van elektriciteit. Ten slotte komen nog enkele specifieke situaties aan bod.

3.5.1 Passende maatregelen om elektrocutie te voorkomen

- Raak de geleiders niet aan.
- Stel, als er geen dringende andere taak is, alles in het werk om elektrocutie door indirecte aanraking te vermijden, bijvoorbeeld door een spoeistraal te gebruiken.

- Indien een slachtoffer in aanraking komt met elektriciteit, mag de brandweer een grijpredding uitvoeren, mits aan twee voorwaarden is voldaan:
1. Er is geen twijfel over het feit dat het gaat over de risicocategorie 'gebruik'.
 2. De PBM van de brandweer zijn heel, compleet en droog.

3.5.2 Passende maatregelen om de drukgolf/hitte te voorkomen

In de risicocategorie 'gebruik' is alleen de vlamboog maatgevend, en de effecten daarvan zijn beperkt tot de directe omgeving. De reguliere PBM⁷ van de brandweer bieden voldoende bescherming.

- Hulpverleners zonder de reguliere PBM van de brandweer mogen niet voorbij de opstellijn.
- Een gebonden straal wordt alleen gebruikt na het raadplegen van Bijlage X.

3.5.3 Opstellijn en veiligheidsafstand

In onderstaande tabel 3.3 staan de opstellijn en veiligheidsafstand die gehanteerd moeten worden bij de categorie 'gebruik' weergegeven.

Lijn of installatie is zelf betrokken bij incident?	Opstellijn ⁸	Veiligheidsafstand ⁹
Niet van toepassing	Niet van toepassing	Voorom aanraking en geleiding via een medium.

Tabel 3.3 Opstellijn en veiligheidsafstand bij gebruik.

3.5.4 Procedure brandweeroptreden

De brandweer treedt op als normaal, met inachtneming van onderstaande aandachtspunten. Indien daar aanleiding voor is, kan de regionale netbeheerder in kennis worden gesteld en iemand ter plaatse sturen, bijvoorbeeld om de stroom naar een pand af te sluiten.

- Raak de geleiders niet aan.
- Alle blusmiddelen zijn toegestaan, maar gebruik een gebonden straal lage druk alleen bij het uitvoeren van een dringende taak én met droge en complete PBM, of na het raadplegen van Bijlage X.
- Een grijpredding van persoon die (mogelijk) onder spanning staat, is alleen toegestaan met het gebruik van droge en complete PBM.

3.5.5 Specifieke situaties

- Bij een elektrische auto bestaat er onder specifieke omstandigheden een gevaar voor elektrocutie, indien met natte PBM twee verschillende beschadigde kabels aangeraakt worden (dit is niet maatgevend voor een reddend optreden bij een auto-ongeval door de brandweer). Het grootste gevaar schuilt in de batterijen die, zeker bij een incident, spontaan kunnen ontbranden en giftige en corrosieve gassen of vloeistoffen kunnen uitstoten. Lithiumbranden zijn moeilijk te blussen en ontbranden vaak steeds opnieuw. Er zijn specifieke

voorschriften om een elektrische auto veilig te stellen, daar gaat deze handleiding niet op in.

- Bij sommige installaties en scenario's in deze categorie 'gebruik' kan het zinvol en geoorloofd zijn om af te wijken van deze handleiding. Voor deze situaties worden aparte procedures opgesteld in overleg met de betreffende branche. De brandweer moet deze procedures kunnen oefenen alvorens ze kunnen worden toegepast.

In onderstaande situaties wordt er niet opgetreden totdat er advies ingewonnen is van een deskundig persoon.

- Een aparte, afgesloten ruimte specifiek bedoeld voor een elektrische installatie (bijvoorbeeld een hoofdschakelaar, batterijopstelling of buurtbatterij) wordt niet betreden. Deze installatie is complex en staat niet voor niets in een aparte ruimte. Bovendien kan de bewegingsvrijheid in de ruimte erg beperkt zijn en kunnen er gevaarlijks stoffen betrokken zijn.
- Als er zonnepanelen of batterijopstellingen aanwezig zijn, worden deze, inclusief de bekabeling niet aangeraakt (zoals bij het slopen voor nablussen). Deze installaties zijn namelijk niet zomaar uit te schakelen.

⁷ Dit zijn: lichaamsbedekkende en hittebestendige uitrukkleding, gelaats- en adembescherming.

⁸ Voor redvoertuigen wordt daarbij nog de eigen valschaduw opgeteld.

⁹ Een terrein voor transport van elektriciteit en een gebouw voor transport of distributie van elektriciteit worden niet betreden.

BIJLAGE I: DEFINITIES EN BASISBEGRIPPEN

(I in ampères) = Spanning (U in volt) / Weerstand (R in ohm).

Basisbegrippen voor hulpverleners

Blusstraal

De brandweer gebruikt over het algemeen een niet-gebonden straal. Alleen als er een grote worplengte gehaald moet worden, wordt er een gebonden straal gebruikt. Tegen de tijd dat het water het object raakt is deze straal al in druppels uiteengevallen. Losse druppels geleiden geen elektriciteit richting de straalsoort.

Opstellijn

Het brandweervoertuig parkeert altijd op enige afstand van het incident. Daarnaast wordt er vaak een opstellijn gemarkeerd. Alleen personen met een taak gaan deze opstellijn voorbij, zodat er zo min mogelijk mensen aan een potentieel gevaar blootgesteld worden en men elkaar niet in de weg loopt.

De personen die de opstellijn overschrijden, treffen passende veiligheidsmaatregelen, zoals het dragen van PBM.

Basisbegrippen elektriciteit met water als metafoor

Spanning en stroom

Elektrische spanning is vergelijkbaar met waterdruk. Druk zorgt er voor dat water kan stromen. Het debiet of de hoeveelheid water die stroomt door een slang (liter per seconde) is vergelijkbaar met de elektrische stroom die loopt door een geleider (coulomb per seconde).

Vermogen

Een krachtige waterpomp kan bij een hoge druk een groot debiet leveren. Het vermogen van de pomp is druk x debiet. Elektrisch vermogen is spanning x stroom.

Weerstand

Stroom ondervindt weerstand als het door een geleider heen stroomt. Vergelijk dit met een vernauwing waar water door heen stroomt: des te hoger de druk, des te meer water er door de vernauwing heen stroomt, maar hoe nauwer het gat (hoge weerstand), hoe minder water er doorheen past. Dit is de wet van Ohm: Stroom

Laagspanning en hoogspanning

Binnen Europa heeft het European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC) de Europese norm EN 50110 vastgesteld. Voor Nederland is deze vertaald in de NEN-EN 50110-1. Hier zijn twee aanvullingen aan toegevoegd: de NEN 3140 voor laagspanning en de NEN 3840 voor hoogspanning (en middenspanning). Deze normen zijn destijds uitgegeven door het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI) onder de naam Bedrijfsvoering van Elektrische Installaties (BEI):

- voor laagspanning de combinatie van NEN-EN-50110-1 met de NEN 3140: de BEI-LS.
- voor hoogspanning (en middenspanning) de combinatie van NEN-EN 50110-1 met de NEN 3840: de BEI-HS.

Aanraakveilig

Een veilige spanning is wisselspanning tot en met 50 V of gelijkspanning tot en met 120 V. Let wel: dit is onder gunstige, droge omstandigheden. Wanneer een persoon nat is gelden de volgende waarden: wisselspanning tot en met 25 V of gelijkspanning tot en met 36 V.

De International Electrotechnical Commission (IEC) verstaat onder hoogspanning een elektrische spanning boven de 1000 volt wisselspanning (effectief) of 1500 volt gelijkspanning (zie: NEN.nl). Alles daaronder is laagspanning. Dit stemt overeen met de definities uit het bouwbesluit en de Arboreggeving.

Bouwbesluit 2012 Artikel 1.1. Begripsbepalingen:

Hoge spanning: nominale wisselspanning van meer dan 1.000 volt, hetzij een nominale gelijkspanning van meer dan 1.500 volt.

Lage spanning: nominale wisselspanning van niet meer dan 1.000 volt, hetzij nominale gelijkspanning van niet meer dan 1.500 volt.

In de **regeling Bouwbesluit 2012** Bijlage I, behorende bij artikel 1.2 wordt bovendien verwezen naar een aantal normen die gaan over laagspanning, laagspanningsinstallaties (NEN1010) en "Hoge spanning" (V 1041 1942, deze is vervangen door

NEN 1041:1982 nl). De definitie van hoogspanning in de NEN 1041 komt overeen met de definitie in het Arbeidsomstandighedenbesluit.

In de praktijk wordt ook het begrip *middenspanning* gebruikt. Middenspanning is hoger dan 1kV en lager dan 25kV (BEI BHS 2.1.1). Het Vlaamse "Algemeen Reglement op Elektrische Installaties" heeft als definitie voor middenspanning; 1 – 50kV.

Arbeidsomstandighedenbesluit Artikel 3.1.

Begrippen onder e): "hoogspanning: een spanning waarvan de waarde bij wisselspanning hoger is dan 1000 volt effectief tussen de fasen of 600 volt effectief tussen een fase en aarde en bij gelijkspanning hoger is dan 1500 volt tussen de polen of 900 volt tussen een van de polen en aarde" Onder f) staat: "laagspanning: een spanning met een waarde lager dan hoogspanning".

Voorzieningen voor elektriciteit

Elektriciteitsvoorzieningsysteem

Dit omvat alle installaties en geleiders die gebruikt worden om elektriciteit te transporteren, te transformeren, te distribueren en te leveren aan

installaties die op het systeem zijn aangesloten. Hieronder vallen ook laagspannings- en bedrijfsinstallaties (accu's, secundaire installaties en tertiaire installaties).

Onderdelen van het elektriciteitsvoorzieningsysteem die uitsluitend bedoeld zijn voor transport over enige afstand bestaan uit:

- Lijnen: voorzieningen voor het bovengrondse transport van elektriciteit, niet voorzien van isolatie aan de buitenzijde.
- Kabels: voorzieningen voor het transport van elektriciteit onder de grond of in een gebouw, wél voorzien van isolatie aan de buitenzijde.

Installatie

Alle overige onderdelen die niet genoemd zijn onder Elektriciteitsvoorzieningsysteem.

Inrichting

Een ruimte of terrein voor installaties voor transport of distributie van elektriciteit.

Voorziening

Hiermee wordt bedoeld: kabel, lijn of installatie.

BIJLAGE II: TOELICHTING OP DE RISICOCATEGORIEËN

De risico's van optreden nabij elektriciteit hangen sterk samen met de bedrijfsspanning (Volt) en het maximale vermogen (Voltampère / Watt) van een installatie. De bedrijfsspanning en het vermogen hangen samen met de toepassing van elektriciteit. De toepassingen kunnen

in drie categorieën worden gedeeld, die ieder een duidelijk handelingsperspectief hebben. Met voorbeelden en afbeeldingen kan de hulpverlener leren herkennen met welke categorie hij te maken heeft.

Wisselspanning (V)	Categorie en voorbeelden
380.0000-25.000	<p>Transport</p> <p>Transport van hoogspanning door het landelijke hoogspanningsnet¹⁰ door TenneT. Hoogspanningsmast, schakeltuin. Transport door de regionale netbeheerder.</p> <p>In de praktijk is het lastig voor een ongetraind persoon om het verschil te zien tussen de infrastructuur van TenneT en de infrastructuur van de regionale Netbeheerder. Daarom zijn beide ingedeeld in dezelfde categorie.</p> <p>Bij sommige verouderde installaties voor distributie van elektriciteit bestaat een grote kans op het ontstaan van een drukgolf. Deze installaties worden ook tot de categorie 'transport' gerekend.</p>
< 25.000-400	<p>Distributie</p> <p>Regionale distributie van midden- en laagspanning door de netbeheerder. Trafohuisje, energiecentrale, verdelers en kabels tot aan de kWh-meter in de meterkast. Lokale opwek in warmtekrachtkoppeling (WKK), of biogascentrale. Windmolens op zee zijn onderling verbonden met middenspanning, grote windmolens op land vaak ook. De middenspanning is beperkt tot de voet van de molen.</p> <p>Grootverbruikers zoals smelterijen of de petrochemische industrie hebben soms hun eigen voorziening / aansluiting (en gebruiksmeter) voor hoog- of middenspanning. Daarnaast kan bijvoorbeeld een groot veld met zonnepanelen een eigen aansluiting hebben op middenspanning. Deze aansluiting is dan als zodanig herkenbaar.</p> <p>Spoorwegen: tractie is ook ingedeeld in de risicocategorie 'distributie'. Bij de HSL en de Betuweroute wordt 25.000 volt toegepast. Bij regulier spoor, metro, tram en bus is dat minder dan 2000 Volt.</p>
400-50	<p>Gebruik</p> <p>Gebruik van laagspanning ná de kWh-meter bij particulier of bedrijf. PV-systeem, particuliere windmolen, accu- of batterijpakketten, noodstroomvoorziening, elektrische auto, (snel)laadstation voor heftruck of auto.</p> <p>Laagspanning is voor de kWh-meter gezekerd op een maximaal vermogen (hoofdzekering). De risico's van laagspanning na de kWh-meter zijn daarom aanzienlijk lager dan de risico's bij transport of distributie van laagspanning. Er is daarom een derde risicocategorie 'gebruik'</p>

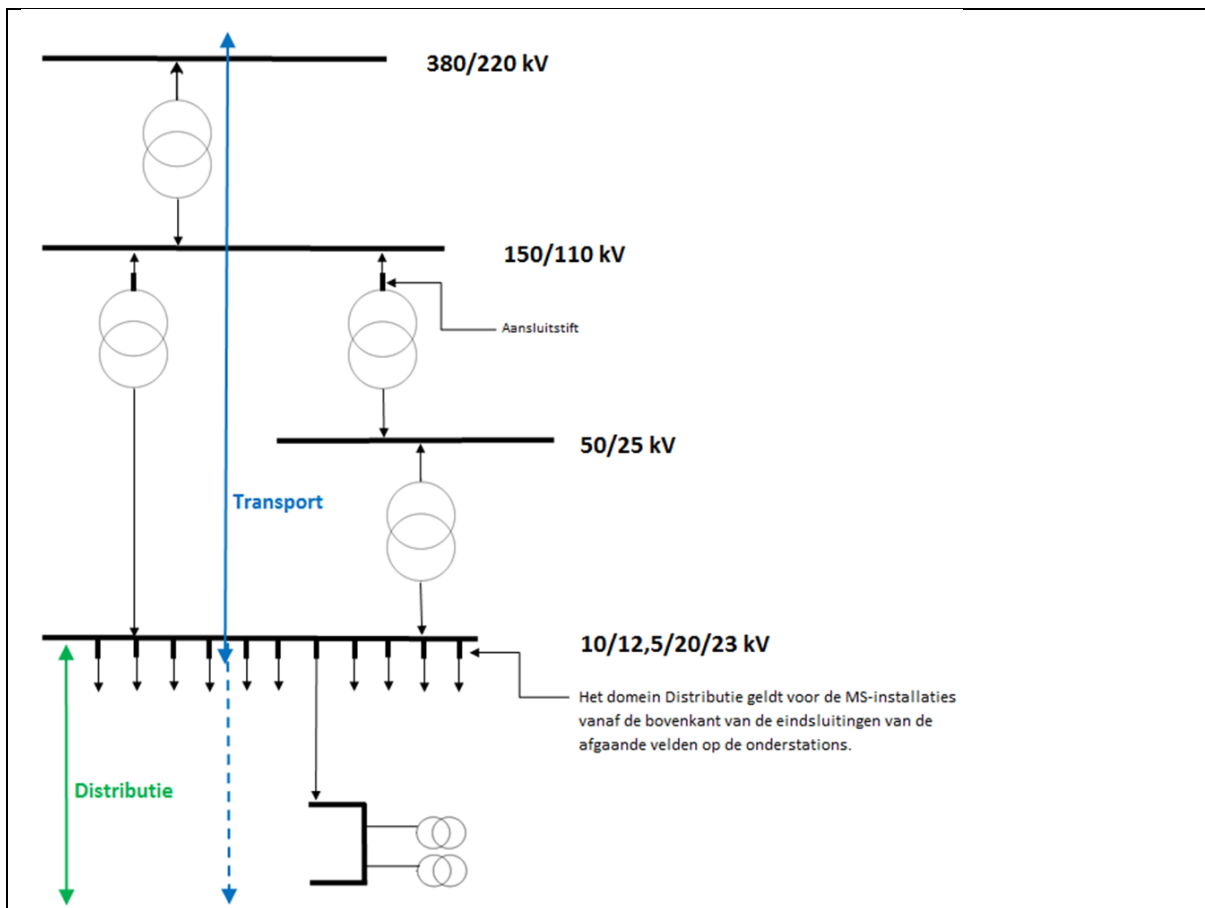
¹⁰ Elektriciteitswet artikel 10, lid 1 "Het landelijk hoogspanningsnet omvat de netten die bestemd zijn voor transport van elektriciteit op een spanningsniveau van 110.000 Volt (= 110 kV) of hoger en die als zodanig worden bedreven en landsgrensoverschrijdende netten met wisselstroom."

gemaakt. In sommige illegale situaties (zoals in een hennepkwekerij) is de hoofdzekering overbrugd. De bekabeling in een pand is echter niet in staat zóveel vermogen over te dragen dat het passend is om deze situatie in te delen in de categorie 'distributie'.

Schrikdraad en elektrisch beveiligde hekwerken gebruiken weliswaar een hoge spanning, maar het geleverde vermogen is zeer beperkt; daarom passen zij toch in deze categorie 'gebruik'.

Tabel II.1 De drie risicocategorieën.

De indeling in risicocategorieën komt overeen met de werkwijze van de netbeheerders, zie onderstaande figuur.



Figuur II.2 Beheergebieden volgens BEI BHS, bijlage 1 (Netbeheer Nederland). De dubbele cirkel staat voor de transformator die de spanning omzet.

Buiten de scope van de risico-indeling

Er bestaan ook risico's die niet in de bovenstaande indeling te vatten zijn, zoals bijvoorbeeld blikseminslag. Daarnaast zijn er inrichtingen waar andere, specifieke gevaren van elektriciteit bestaan, bijvoorbeeld:

- de galvanische industrie. Dit is een grootverbruiker van elektriciteit en de stromen die er lopen, zijn van een hoog voltage.
- Een zendinstallatie of medische apparatuur met een sterk elektromagnetisch veld. Een elektromagnetisch veld nabij voorzieningen voor transport en distributie vormt geen gevaar tijdens een inzet van hulpverleners.¹¹

Dit document gaat niet in op dergelijke uitzonderlijke situaties.

¹¹ zie factsheet EMV van NVS-NIS.

BIJLAGE III: BEVOEGDHEDEN

Hulpverleners

Bij brand of ander ongeval kan, op basis van de Wet veiligheidsregio's, de burgemeester een bevel geven (artikel 4 lid 2) en kan de brandweer een plaats betreden of hulpmiddel plaatsen (artikel 62). Tegelijkertijd moeten de hulpverleners voorschriften voor arbeidsveiligheid respecteren. Zelfs bij het

bestrijden van een incident zijn zij niet uitgezonderd van het Arbeidsomstandighedenbesluit. Op grond daarvan (artikel 3.5) zijn leken, en dus ook hulpverleners, niet bevoegd om installaties te bedienen of een ruimte voor hoogspanning te betreden.

“Elektrotechnische werkzaamheden en bedieningswerkzaamheden . . . worden door . . . daartoe bevoegde werknemers uitgevoerd” (Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Hoogspanning BEI-BHS).

“Een ruimte waarin zich een elektrische installatie voor hoogspanning bevindt . . . wordt slechts betreden in aanwezigheid van een tweede daartoe bevoegd persoon” (BEI-BHS).

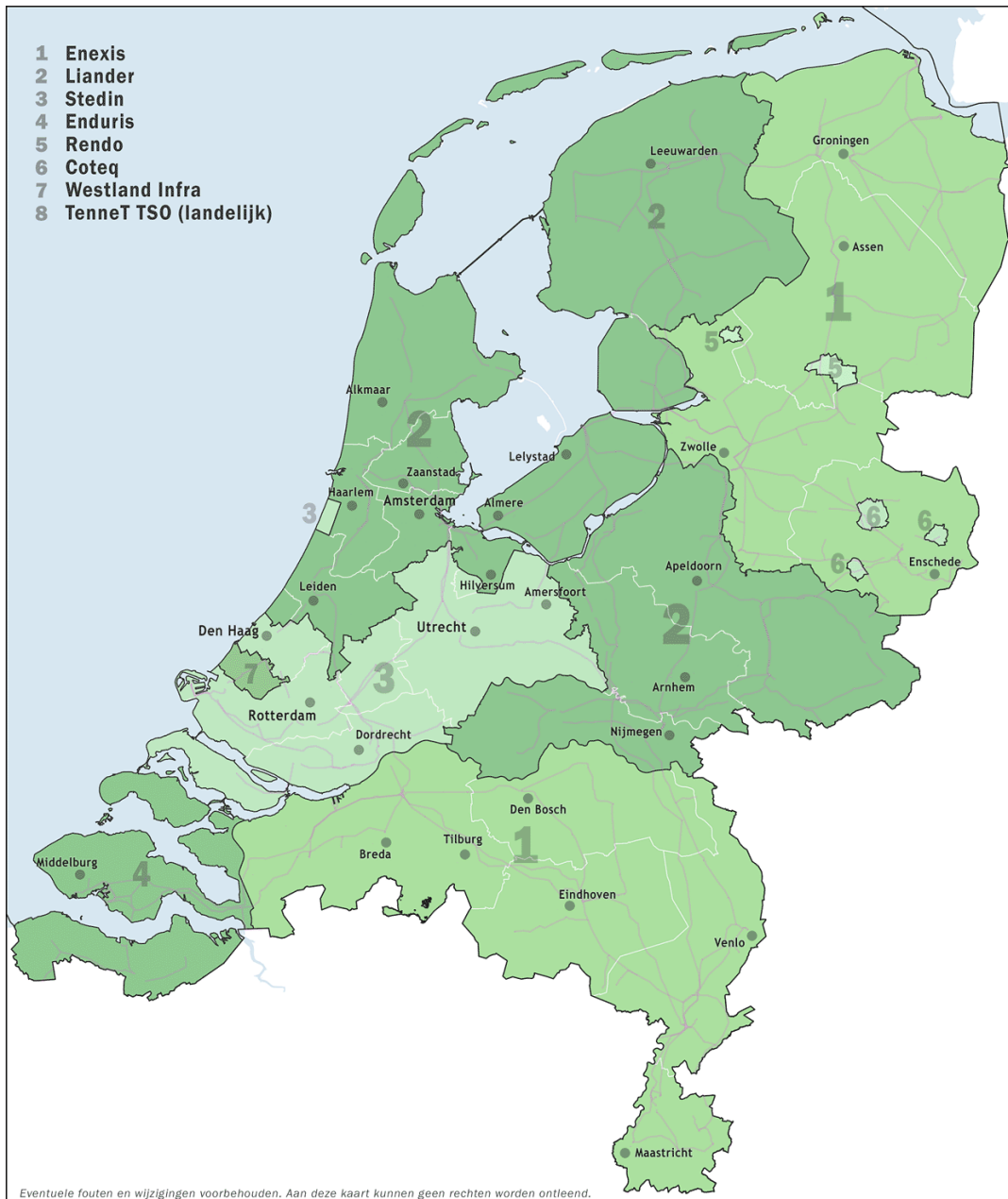
Incidentcoördinator Netbeheer

Een elektrische installatie moet als onveilig worden beschouwd totdat de Incidentcoördinator-Netbeheer of de OVD-Rail heeft verklaard dat de installatie 'veiliggesteld' is. Met veiliggesteld wordt bedoeld: voldoende elektrisch veilig. Het veiligstellen bestaat uit vijf stappen, beschreven in paragraaf 6.2 van *Bedrijfsvoering van elektrische installaties branche*

hoogspanning (en middenspanning) (de BEI-BHS), uitgegeven door Netbeheer Nederland. Er is dan geen restspanning meer aanwezig en er is geen risico op herinschakeling.

Om misverstanden te voorkomen worden geen andere termen gebruikt en wordt geen van de vijf stappen overgeslagen. Hulpverleners verrichten geen handelingen aan elektrische installaties, tenzij ze daarvoor expliciet zijn aangewezen.

BIJLAGE IV: VERZORGINGS- GEBIEDEN



Figuur IV.1 Verzorgingsgebieden. Groen: netbeheerders, paars: Nationaal elektriciteitsnet in beheer bij TenneT, wit: grenzen veiligheidsregio's. Bron: Jan Willem van Aalst, Emergis. 25 januari 2019.

BIJLAGE V: PERSONELE EISEN

Bevoegdheid en herkenbaarheid

Als er coördinatie ter plaatse noodzakelijk is, zijn alle hulpverleningsdiensten ter plaatse vertegenwoordigd door een officier van dienst (OvD). De netbeheerder kan de leidinggevendenden van de diverse hulpverleningsdiensten herkennen aan de afkorting OVD op de rug van hun jas of hesje (zie onderstaande afbeelding V.1).



Afbeelding V.1 Aanduiding van de verschillende OvD's.

Incidentcoördinator Netbeheer

Van de netbeheerders wordt verwacht dat zij beschikken over noodplannen en dat in geval van incident een deskundig persoon ter plaatse komt. Deze persoon identificeert zichzelf als Incidentcoördinator-Netbeheer en is herkenbaar aan een hesje met het opschrift 'incidentcoördinator Netbeheer'. Dit hesje wordt maar door één persoon ter plaatse gedragen.

Van de incidentcoördinator Netbeheer wordt verwacht dat hij/zij:

- kan aangeven welke installaties onder spanning staan of zijn veilig gesteld
- de term 'veiliggesteld' uitsluitend gebruikt voor installaties waarvan is uitgesloten dat er spanning op staat (zie Bijlage II)
- bevoegd is om de opdracht te geven een installatie buiten gebruik te stellen.

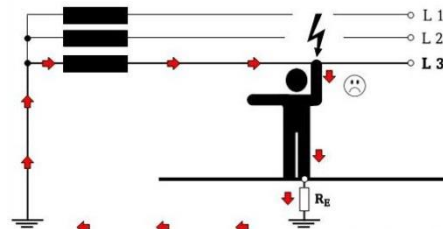
BIJLAGE VI: GEZONDHEID

Elektrocitie

Een schadelijke elektrische stroomdoorgang zonder dodelijke afloop heet elektrisering, eenzelfde stroomdoorgang met dodelijke afloop heet elektrocutie. Omwille van herkenbaarheid wordt in dit document steeds het woord elektrocutie gebruikt.

Een lichaam moet deel uitmaken van een elektrisch circuit, voordat er elektriciteit doorheen kan stromen. Dat wil zeggen dat de elektriciteit vanaf de bron intreedt in het menselijk lichaam en op een andere plaats vanaf het lichaam uittreedt en terugstroomt naar de bron, zie Figuur VI.1.

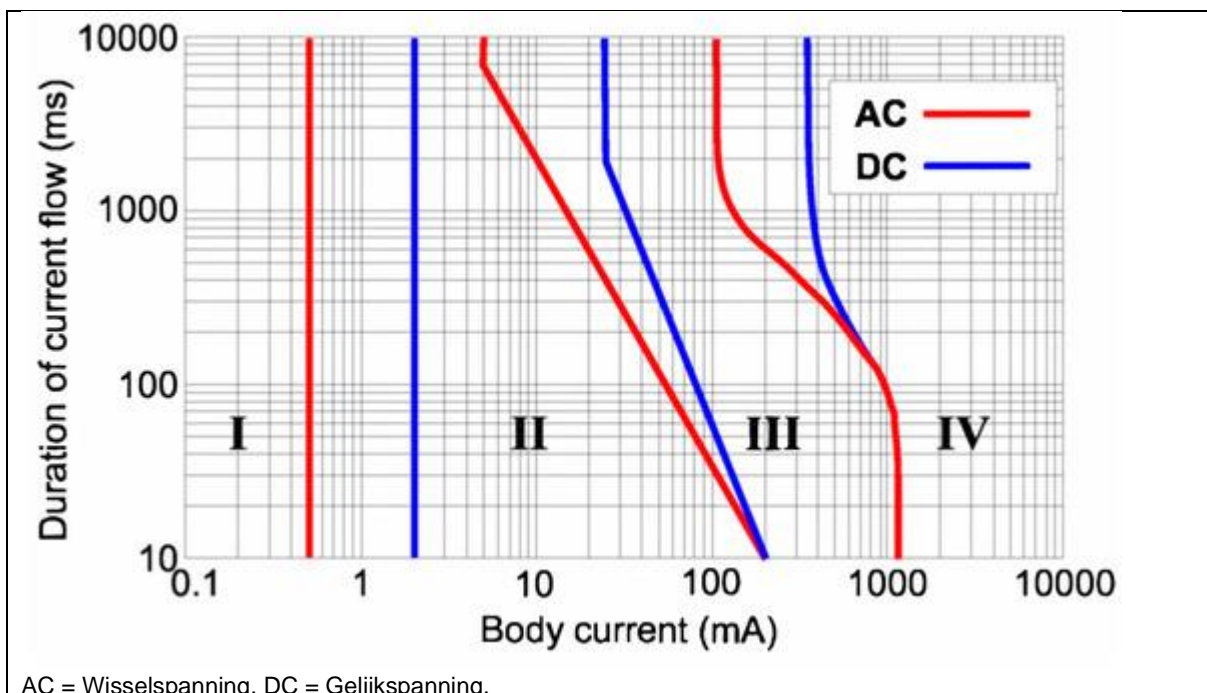
Bij een Risico-Inventarisatie & Evaluatie of incidentonderzoek is daarom de eerste vraag: Hoe kan een circuit tot stand komen en welke barrières (isolatiemiddelen zoals PBM) verhinderen dat?



Figuur VI.1 Elektriciteit stroomt door een circuit.

L1, L2, L3: fasen wisselspanning. RE: de weerstand naar de aarde. Bron: "Gefahren der Elektrizität" W. Freynik.

Het gezondheidsrisico van blootstelling aan elektriciteit hangt samen met de tijdsduur en de hoeveelheid stroom die door het lichaam vloeit.



AC = Wisselspanning, DC = Gelijkspanning.

Figuur VI.2 IEC/TR 60479-5. Effect van stroom op het menselijk lichaam.

De grafiek heeft vier zones: I. Geen effect / niet voelbaar (tot 0,5mA); II. Pijnlijk maar geen gevolgen; III. Samentrekken van spieren, moeilijk ademen, reversibele effecten; IV. Kritische effecten zoals fibrillatie van het hart.

Omdat het menselijk lichaam weerstand heeft, is er spanning nodig om stroom door het lichaam te kunnen

laten lopen. Des te hoger de spanning, des te hoger de stroom en dus het gevaar voor de gezondheid.

Droge PBM van de brandweer hebben een hoge weerstand en bieden in de praktijk een goede bescherming tegen laagspanning. De PBM zijn echter niet goedgekeurd voor het werken met laagspanning.

Er is een klein verschil tussen de gevaren van wisselspanning en van gelijkspanning (respectievelijk

rood en blauw in bovenstaande figuur VI.2). Deze handreiking gaat uit van maatregelen die zoveel mogelijk voorkomen dat een stroom door het menselijk lichaam gaat lopen, of zorgen dat de stroom in ieder geval lager is dan 0,5mA. Deze waarde is veilig voor brandweermensen bij zowel wissel- als gelijkspanning, zodat het verschil niet meer ter zake doet.

BIJLAGE VII: INDIRECTE GELEIDING

Naast elektrocutie door directe aanraking van een geleider kan er een gevaarlijke stroom vloeien langs een andere weg.

Doorslag

Bij middenspanning kan sprake zijn van doorslag. Dit wil zeggen dat een materiaal kan bezwijken onder de elektrische spanning en plotseling stroom door laat. De PBM van de brandweer zijn niet bestand tegen doorslag en bieden daarom geen bescherming tegen middenspanning.

Overslag

Hoogspanning brengt, naast doorslag, het gevaar van vonkoverslag met zich mee. Bij benadering van een geleider kan een vonk plotseling overslaan (in lucht minder dan 1 mm per 1000 Volt). Een vlam kan overslag inleiden. De invloed van vervuiling of vocht in lucht is verwaarloosbaar klein.

Vlamboog

Onder een aantal omstandigheden kan er een vlamboog ontstaan:

- als geleiders die onder spanning staan elkaar te dicht benaderen,
- als isolatoren sterk vervuild raken
- als er vlammen tussen geleiders komen
- bij het verbreken van een contact voor wisselspanning bij midden- of hoogspanning
- bij het verbreken van een contact voor gelijkspanning.

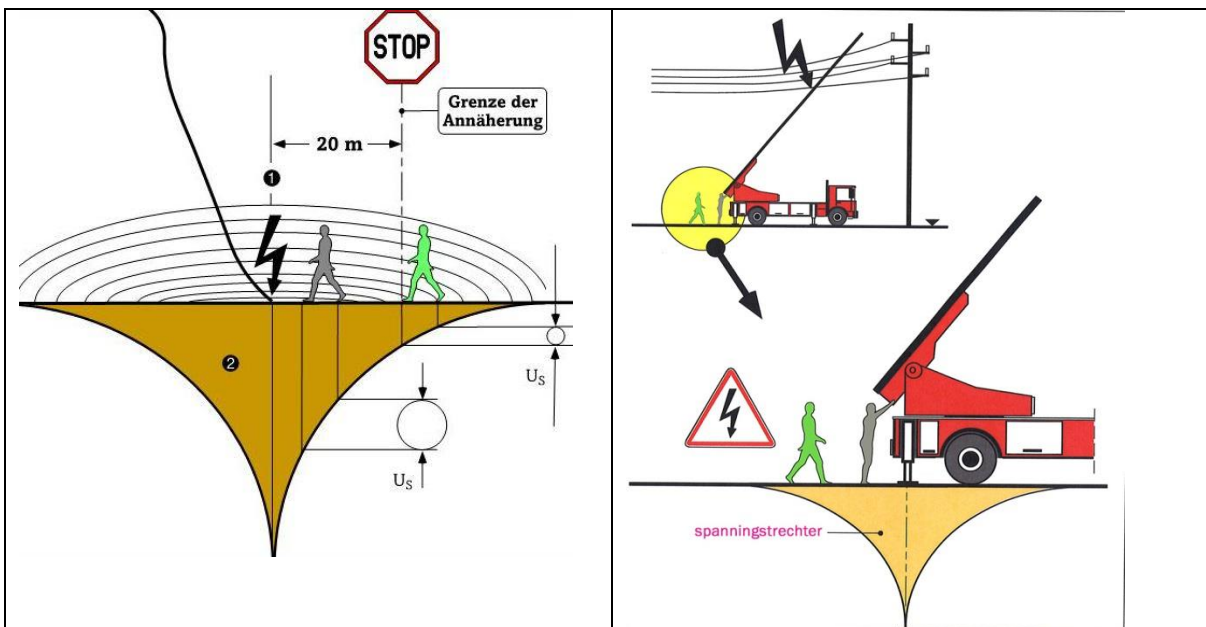
In deze vlamboog kan een groot elektrisch vermogen vrijkomen, dat een extreem hoge hitte afgeeft en mogelijk giftige metaaldampen.

Bij het verbreken van een contact voor gelijkspanning bij laagspanningstoepassingen zoals batterijen en zonnepanelen, kan een kleine vlamboog ontstaan. Daarom worden geleiders niet door de brandweer geknipt.

Stapspanning / spanningstrechter

Bij een storing of bij een incident kan er stroom met een grote sterkte lopen vanaf een geleider naar de aarde, waardoor een spanningstrechter kan ontstaan (Figuur VII.1). Binnen de spanningstrechter is sprake van een stapspanning met een gevaar voor elektrocutie door aanraking met de ondergrond.¹²

¹² Ook bij blikseminslag kan de stapspanning ervoor zorgen dat er op afstand van het inslagpunt een gevaarlijke situatie ontstaat.



Figuur VII.1 Spanningstrechter bij hoogspanning. Het groene mannetje loopt nog geen gevaar, het grijze mannetje wel.
Bron: "Gefahren der Elektrizität" W. Freynik.

De stapspanning wordt berekend door het oplossen van een differentiaalvergelijking. De vorm van de spanningstrechter is steeds gelijk, maar de omvang wordt bepaald door de spanning en de stroom. De stroom is afhankelijk van de specifieke weerstand van de ondergrond en de mate waarin contact gemaakt wordt met de ondergrond. De maximale levering bepaalt uiteindelijk de maximale omvang van spanningstrechter. In Nederland is dat bij transport van elektriciteit 20 meter voor een onbeschermd persoon, ongeacht de staat van de ondergrond.

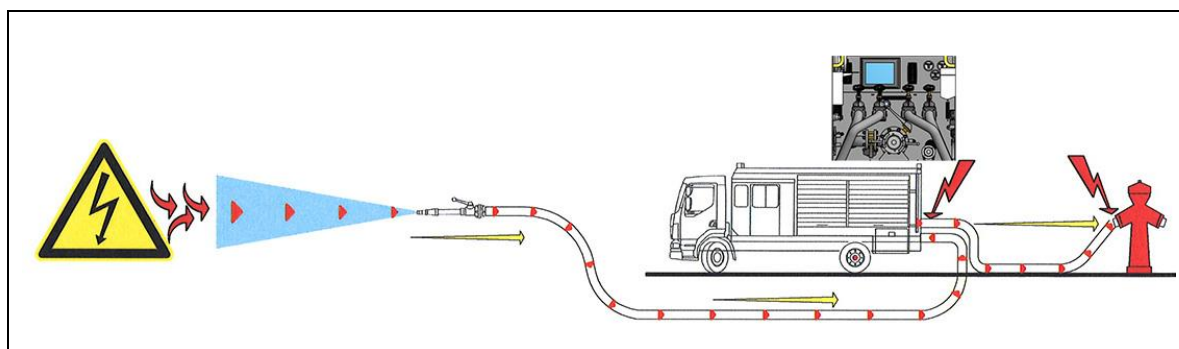
Deze waarde wordt afgerond naar 25 meter omdat:

- De brandweer bij de procedure incidentbestrijding gevaarlijke stoffen ook een veiligheidsafstand hanteert van 25 meter. Het is eenvoudiger om één waarde te onthouden.

- TenneT deze afstand ook hanteert¹³ bij calamiteiten.

Geleiding door een blusstraal

Alleen een gebonden straal lage druk kan stroom geleiden in de richting van de straalpijp en de pomp. In gevallen die te maken hebben met transport en distributie kan dit tot gevaarlijke situaties leiden. Daarom wordt verwezen naar een veilige afstand in Bijlage X. Op deze afstand is de straal niet langer gebonden en geleidt daardoor niet tot nauwelijks stroom.



Figuur VII.2 Indirect contact via een gebonden straal. Illustratie: Drazenko Babij, Brandweer Rotterdam Rijnmond.

Er zijn een aantal factoren die de inzet van een gebonden straal lage druk nabij hoog- of middenspanning bijzonder gevaarlijk kunnen maken:

- Gebruik van zeewater, omdat zeewater een goede geleider is.¹⁴

- Gebruik van groot watertransport. De stroom kan zich naar andere straalpijpoeders verspreiden via het gezamenlijke verdeelstuk.
- Gebruik van een straatwaterkanon. Een straatwaterkanon kan over een grote afstand een

¹³ Pagina 19. TenneT TSO B.V. Afdeling GSN-REM (februari 2017). Uw veiligheid en de ongestoorde werking van de bovengrondse hoogspanningsverbinding.

¹⁴ Uit een onderzoek bij de HSL blijkt het volgende: Straatwaterkanon, gebonden straal zeewater: veilige afstand 40 meter.

gebonden straal spuiten. KEMA¹⁵ heeft met proeven aangetoond dat een gebonden handstraal lage druk veilig ingezet kan worden op 7 meter bij 25.000 volt. De inzet van een straatwaterkanon met gebonden straal op 7 meter bij 25.000 volt is niet veilig.

Om elektrocutie door indirecte geleiding te voorkomen, wordt er nabij transport en distributie van elektriciteit geen gebonden straal lage druk toegepast. Bij oudere modellen straalpijp bestaat de kans dat de straalpijpvoerder per ongeluk een gebonden straal maakt tijdens het dichtdraaien. Dit is geen probleem, omdat er niet direct op de installatie wordt ingezet.

De hoeveelheid stroom bij gebruik van oppervlakte- of leidingwater is niet gevaarlijk bij inzet van een gebonden straal op laagspanning. Om onnodige blootstelling aan elektriciteit te vermijden, is echter het advies om een gebonden straal lage druk alleen te gebruiken:

- 1) op een veilige afstand, zie Bijlage X, óf
- 2) met gebruik van droge PBM.

Geen geleiding door sproeistraal

Een sproeistraal lage druk (hoek > 10°) kan geen stroom geleiden omdat de losse druppels geen contact

met elkaar hebben. Een hoge druk straal heeft zoveel snelheid dat de waterstraal binnen tientallen centimeters uit elkaar valt.

Er zijn diverse vermeldingen in de literatuur dat een sproeistraal géén elektriciteit geleidt.

- 1) 250kV op 6 ft (< 2 meter) of 33kV op 2ft (60cm)
Geen geleiding bij een sproeistraal met zout of zout water.
Bron: Factory Mutual Engineering Corporation (1967). *Handbook of Industrial Loss Prevention: Recommended Practices for the Protection of Property and Processes Against Damage by Fire, Explosion, Lightning, Wind, Earthquake*. New York: McGraw-Hill. Zie het hoofdstuk: 'Electrical conductivity of extinguishing agents'.
- 2) 4kV op 3ft (< 1 meter) geen geleiding bij een sproeistraal met zout of zoet water.
Bron: Bolander, E. H., Hughes, J. T., Toomey, T. A., Carhart, H. W. en Leonard, J. T. (1989). *Use of seawater for fighting electrical fires. Interim Report. August 1984-August 1986*, NRL-MR-6475.
- 3) 345kV op 10 ft (3 meter). Stroom < 0,5mA. Bron: Anthony Natal, persoonlijke communicatie, New York Electricity Board. Blusproeven op 19 oktober 2010.

¹⁵ Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (23 juli 2001). Blusafstanden bij spoorwegincidenten. *Brief met kenmerk EB2001/72497*.

BIJLAGE VIII: GEVAARLIJKE STOFFEN

In installaties en in kabels voor midden- of hoogspanning kan olie gebruikt worden om te koelen, te isoleren en als blusmedium bij schakelen. Deze olie is niet langer PCB houdend.¹⁶ Een installatie bevat vaak een voorziening om in geval van calamiteit de olie op te vangen.

De olie is de belangrijkste bron van brandbaar materiaal in een installatie. Bij een storing in een installatie kan de olie ontsnappen en vlamvatten. Gebruik van water kan als nadeel hebben dat de olie zich verspreidt buiten de opvang.

In installaties kan SF₆ isolatiegas zijn toegepast. Dit gas is inert maar kan verstikkend werken. Als het betrokken

raakt bij brand kan het uiterst giftige HF gevormd worden. Omdat het om een beperkte hoeveelheid gaat, zal de bijdrage aan de giftigheid van de rook niet significant zijn.

In een batterij-opstellingen kunnen zuur of zware metalen voorkomen. De elektrolyt van met name lithiumcellen kan brandbaar zijn. Bij de verbranding van dit elektrolyt komen fluorhoudende verbrandingsproducten vrij. Bij een verbranding van elektrisch isolatiemateriaal kunnen giftige en zure dampen vrijkomen.

¹⁶ VROM-Inspectie (februari 2005). De uitvoering van de PCB-regelgeving voor transformatoren. Handhavingsrapport over de

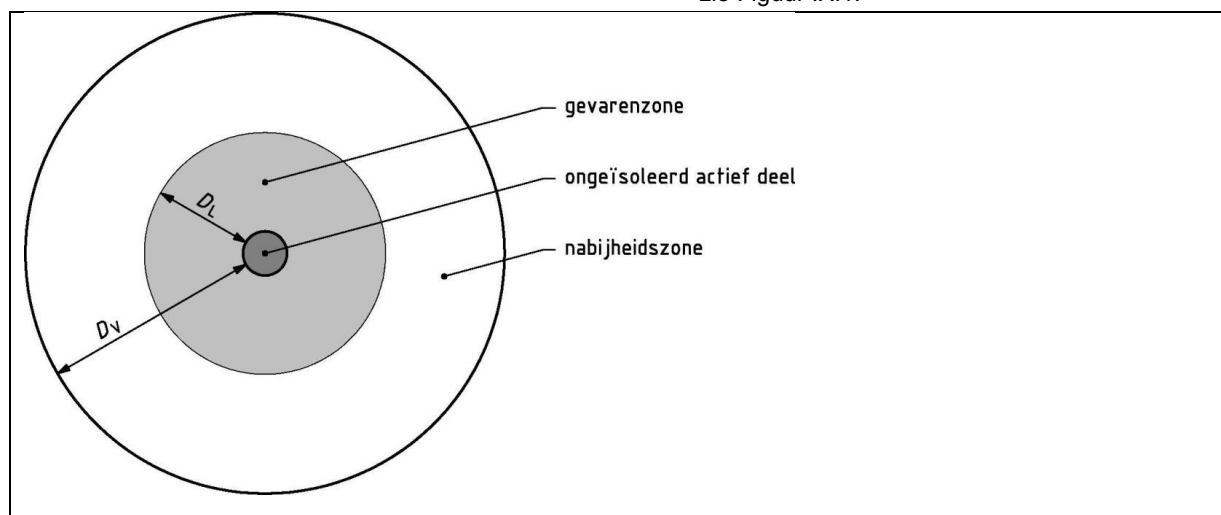
sanering van Pcb's bevattende transformatoren bij het netbeheer voor de distributie van elektriciteit.

BIJLAGE IX: ZONERING

Bij midden- en hoogspanning kan overslag door de lucht en doorslag door een isolerend materiaal plaatsvinden. De lucht of het isolerend materiaal 'bezwijken'¹⁷ onder het elektrische veld, zodat er stroom gaat lopen.

De isolerende waarde van de PBM gaat in dat geval verloren.

Bij midden- en hoogspanning spreekt men daarom van een 'gevaarzone' waar de overslag kan plaatsvinden, zie Figuur IX.1.



Figuur IX.1. Zones nabij spanningvoerende delen. Toelichting: Een ongeïsoleerd actief deel is een onbeschermde geleider onder spanning. In de gevaarzone is er kans op direct contact met de geleider of op vonkoverslag. Daarbij wordt ook rekening gehouden met pieken als gevolg van schakelen en blikseminslag elders in het systeem. In de nabijheidszone bestaat er een kans dat men ongemerkt in de gevaarzone terecht komt. D_L = Distance Limite of gevaarzone, D_V = Distance Voisinage of nabijheidszone. Bron: Bijlage 8 van de BEI BHS 2016.

De gevaarzone is veel groter dan de afstand waarbij een vonk kan overslaan. Er wordt bovendien een extra afstand gehouden om zeker te stellen dat de gevaarzone niet per ongeluk betreden of benaderd wordt (nabijheidszone of ergonomische afstand om

nabijheid te voorkomen). De netbeheerders in Nederland tellen daar bovendien nog 0,5 meter of 1 meter bovenop in geval van respectievelijk midden- of hoogspanning zie tabel IX.2.

	Middenspanning	Hoogspanning
Spanning	1 – 25kV	25 – 380 kV
Vonkoverslag	1 – 25mm	25 – 380 mm
Gevaarzone	20 – 270 mm	270 – 2500mm
Nabijheidszone	+ 1 m	+ 1 – 1,5m
Netbeheerder	+ 0,5m	+ 1,0m
Veiligheidsafstand totaal	2,5m	5m

Tabel IX.2. Afstanden.

De totale veiligheidsafstand is zeer groot ten opzichte van de afstand van vonkoverslag. De totale veiligheidsafstand wordt dus voor het grootste deel bepaald door de ergonomische component om nabijheid te voorkomen.

Bij middenspanning kan de veiligheidsafstand van 2,5 meter ook gebruikt worden voor het veilig hanteren van een sproeitraal. Indien hoogspanning betrokken is bij een incident, wordt altijd 25 meter afstand gehouden vanwege het gevaar voor stapspanning in de ondergrond. De 5 meter veiligheidsafstand wordt dus alleen ingesteld onder stabiele omstandigheden, en niet voor het gebruik van blusmiddelen.

In geval van midden- en hoogspanning volgt de hulpverlener de minimale afstanden die de netbeheerder ook gebruikt voor zijn personeel, conform de eigen brancherichtlijn (bijlage 8 van de BEI – BHS).

¹⁷ Dielectric breakdown.

BIJLAGE X: VEILIGHEIDS- AFSTANDEN BIJ HET GEBRUIK VAN BLUSMIDDELEN

Een blusmiddel wordt niet 'zomaar' ingezet bij een incident nabij elektriciteit, omdat het per ongeluk inzetten van een gebonden straal lage druk bij distributie of transport dodelijke gevolgen kan hebben.

De keuze van het blusmiddel

Bij voorkeur wordt er CO₂ of leidingwater gebruikt bij optreden nabij elektriciteit. Andere blusmiddelen, met name bluspoeder en zeewater, kunnen een grote nevenschade veroorzaken. Zeewater kan bovendien overbelasting van de elektrische installatie veroorzaken. SVM kan de olie aantasten die in sommige installaties gebruikt wordt.

Bij gebruik van CO₂ kan de expansiekoker statisch opladen, waardoor de gebruiker daardoor een flinke schok kan krijgen.¹⁸ Daarbij kan onterecht de indruk ontstaan dat de schok afkomstig is van de elektrische installatie.

Defensief gebruik van blusmiddelen

Alle blusmiddelen kunnen veilig *defensief* gebruikt worden, mits de betreffende veiligheidsafstand gehandhaafd blijft tussen het blusmiddel en de voorziening voor elektriciteit, zie de onderstaande tabel.

Defensief gebruik van blusmiddel	
Transport	5 meter
Distributie	2,5 meter
Gebruik	Geen aanraking

Als het bluswater in de richting van een transformator loopt, kan de olie-opvang onder de transformator vollopen met bluswater. Dit kan de olie-opvang tenietdoen.

Offensief gebruik van blusmiddelen

Gebruik

In de risicocategorie 'gebruik' kunnen alle blusstoffen onbepaald gebruikt worden bij offensief optreden.

Indien er een gebonden straal lage druk gebruikt wordt, mag dat alleen als de straalpijpvoerder kan vertrouwen op zijn PBM. Dat wil zeggen: hij mag niet knielen of ergens tegen aan leunen of tot over zijn enkels in bluswater staan.

Distributie en transport

Offensief optreden nabij voorzieningen voor distributie en transport is alleen van toepassing indien er sprake is van een 'dringende taak' zoals bedoeld in de brancherichtlijn voor optische- en geluidssignalen. Dat wil zeggen: bij reddend optreden of als er grote belangen op het spel staan. Als er geen dringende taak is, blijven de hulpverleners op 25m afstand en wordt er geen blusmiddel ingezet totdat de voorziening is veiliggesteld door de netbeheerder.

Er wordt niet offensief opgetreden in de richting van een installatie voor elektriciteit, totdat deze is veiliggesteld. De reden daarvoor is dat de blusstof het incident in de installatie kan verergeren.

¹⁸ *Butterworth, G.J. en Dowling, P.D. (1981). Electrostatic effects with portable CO2 fire extinguishers, Journal of Electrostatics 11/1, pp. 43-55.*

Bij het offensief optreden in de richting van kabels en lijnen (en bovenleidingen) worden in ieder geval ook de gebruikelijke veiligheidsafstanden gebruikt: 25 meter voor transport en 2,5 meter voor distributie.

Offensief optreden in de richting van kabels of lijnen is uitsluitend toegestaan indien de blusstraal is opgebroken¹⁹ tegen de tijd dat de kabel of lijn geraakt wordt:

- Een straalpijp met open boring²⁰ mag niet gebruikt worden.
- Voorbij circa 1/3 van de worplengte is de gebonden straal veilig, omdat deze dan in druppels

uiteengevallen is.²¹ Een straalpijpvoerder kan zelf goed inschatten vanaf welke afstand de straal in druppels uiteenvalt.

- Gebruik niet meer worplengte dan noodzakelijk, maar zorg er in ieder geval voor dat het gebonden gedeelte niet de lijn of kabel raakt.
- Hoge druk, poeder, druklucht en schuim kunnen veilig ingezet worden, omdat bij gebruik van die blusmiddelen op korte afstand geen sprake meer is van een aaneengesloten straal.

¹⁹ Als een gebonden straal lage druk een lijn (transport bovengronds of bovenleiding 25kV) raakt kan dat leiden tot de dood van de straalpijpvoerder en de pompbediende.

²⁰ Een spuitmond is een open verbinding zodat dat er een 'diffuser' wordt toegepast. Met een open boring kan een zeer lange gebonden straal gemaakt worden.

²¹ In overleg met Stefan Sårdqvist, Swedish Rescue Service Agency en op basis van praktijkproeven.

COLOFON

Kemperbergerweg 783
6861 RW Arnhem

Postbus 7010
6801 HA Arnhem

T 026 3552455
I www.brandweernederland.nl
E info@brandweernederland.nl

Opdrachtgever: Brandweer Nederland
Titel: Brandweeroptreden nabij elektriciteit
Datum: 10 april 2020
Status: definitief
Versie: 1.0
Auteur: Michaël Bertels
Projectleider: Jaap Molenaar (Instituut Fysieke Veiligheid)
Review: Nils Rosmuller, Jaap Molenaar (Instituut Fysieke Veiligheid)
Eindverantwoordelijk: Jaap Molenaar (Instituut Fysieke Veiligheid)

De handreiking is tot stand gekomen met medewerking van:
Johan Dirksen, Henri Klok, Sebastiaan van Barlagen (TenneT),
Maarten van het Riet, Simon van der Zee (Alliander)
Henk Steens, Marko Broeders (Veiligheidsregio Rotterdam Rijnmond)
Instituut Fysieke Veiligheid