arbokennisnet

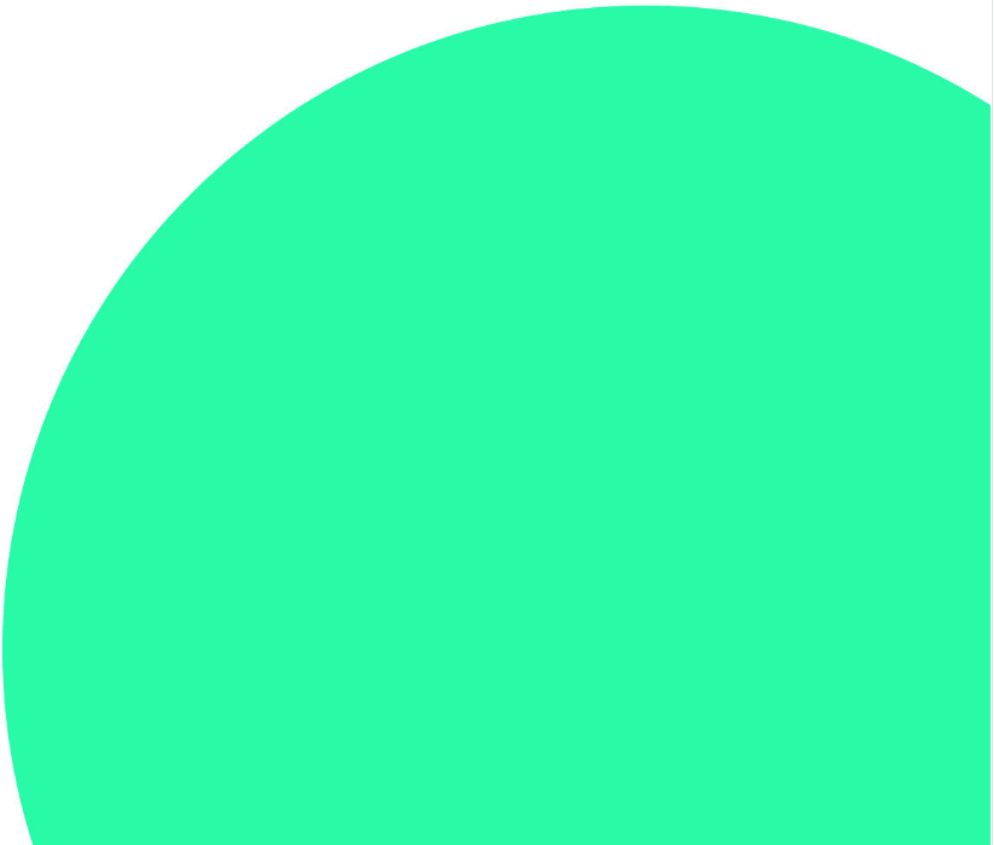
Elektrische veiligheid – laagspanning

Opgesteld door:
Richard Groenewegen
Huub Smeets
Chrit Leenders
Nico Koolmees

2 maart 2008

Update door
Richard Groenewegen

maart 2022



Inhoud

Inhoud 2
1. Risico's van elektriciteit 4
1.1 Algemeen 4
1.2 Stroomdoorgang 4
1.3 Vlamboog met kortsluiting 5
1.4 Historie 6
2. Praktijkverhalen ongevallen 7
Praktijkverhaal 1: aansluiten verdeelkast 7
Lessen 7
Praktijkverhaal 2: schakelaar en label 7
Lessen 8
Praktijkverhaal 3: langdurige gevolgen van stroom door lichaam 8
Lessen 8
3. Wet- en regelgeving 9
3.1 Wetgeving elektriciteit 9
3.2 Arbobesluit 9
3.3 Bouwbesluit 9
3.4 Elektriciteitswet 10
3.5 Brancheafspraken 10
3.6 Normen in de elektrotechniek 10
Mondiale normalisatie 10
Europese normalisatie 10
Nationale normalisatie 10
Elektrotechnische normen 10
NEN 1010 11
NEN 3140 11
3.7 Certificering 11
Elektrotechniek 11
4. Inventarisatie- en evaluatie 13
4.1 Risico-inventarisatie elektriciteit 13
4.2 Werkzaamheden met elektrisch gevaar 13
Elektrotechnische werkzaamheden 13
Gevaarlijke bedieningswerkzaamheden 13
Werkzaamheden aan of nabij kabels 14
Afwijkend werkrisico 14
4.3 De elektrische installatie 14
4.4 Arbeidsmiddelen 15
5. Beheersmaatregelen 16
5.1 Algemeen 16
5.2 Werken aan of nabij elektrische installaties 16
5.3 De elektrische installatie 16
5.4 Elektrische arbeidsmiddelen 16
6. Voorbeelden van toepassing van de RI&E op elektrische veiligheid 17
6.1 Loodgietersbedrijf 18

6.2 Administratiekantoor....19
6.3 Elektrotechnisch bedrijf....20
7. Referenties....22
8. Auteur....22

1. Risico's van elektriciteit

1.1 Algemeen

Een ongeval met elektriciteit kan leiden tot letsel, dood en/of schade. De doodsoorzaak, de aard van het letsel en/of de schade hangen af van de ongevalsoorzaak. Er zijn twee hoofdoorzaken van ongevallen met letsel:

- een stroom door het lichaam met als gevolg schok, inwendig letsel of elektrocutie
- kortsluiting met vlamboog met als gevolg uitwendig verbrandingsletsel of letsel door de drukgolf.

Daarnaast kan in een elektrische installatie door vonkvorming of oververhitting brand ontstaan. Dit leidt meestal vooral tot schade en het verlies van (pluim)vee.

Het elektrische veiligheidsrisico is een zuiver veiligheidsrisico. Er zijn tot nu toe nog geen gezondheidsrisico's van elektriciteit aangetoond. Wel zijn er veiligheidslimieten die voorkomen dat mensen aan te hoge elektromagnetische velden worden blootgesteld.

Laagspanning en hoogspanning
Dit Arbokennisnetdossier gaat over laagspanning. Er is een kenmerkend verschil tussen laag- en hoogspanning. Er zijn natuurkundige effecten die pas voorkomen boven een bepaalde spanning. In dat geval wordt gesproken van hoogspanning. In de definitie van hoogspanning ligt de grens op 1000 V wisselspanning en 1500 V gelijkspanning. De natuurkundige effecten waarom het draait worden in Arbokennisnetdossier Midden- en hoogspanning behandeld. Laat duidelijk zijn dat de meeste ongevallen en schades ontstaan bij laagspanning.

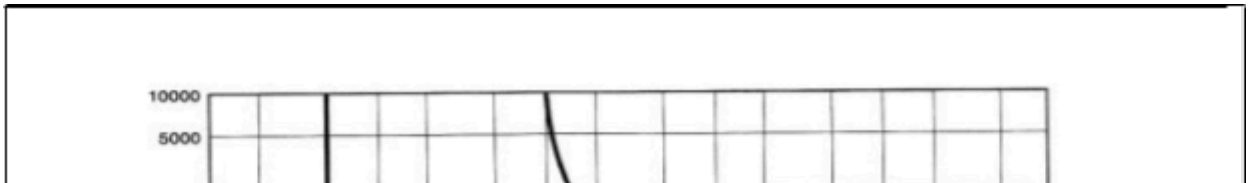
Gelijkspanning en wisselspanning
Elektriciteit kent verschillende verschijningsvormen. De meeste elektriciteitsnetten in ons land worden bedreven op wisselspanning. Er wordt gebruikgemaakt van gelijkspanning bij besturingssystemen maar ook bij sommige hoogvermogensystemen in de industrie. Voor de risico's zijn de verschillen klein. Voor het aanrakingsgevaar is een wisselspanning iets gevaarlijker en voor het kortsluitingsgevaar is een gelijkspanning lastiger af te schakelen.

Elektromagnetische straling
Elektromagnetische straling is een onderwerp dat nauw verwant is aan elektrische risico's. Er wordt veel gepubliceerd over straling van woninginstallaties en zendantennes.

1.2 Stroomdoorgang

Een stroom kan door een lichaam gaan lopen als het lichaam wordt blootgesteld aan een spanningsverschil. In de meeste gevallen staat de persoon die wordt getroffen op een geaarde ondergrond en raakt diegene een spanningvoerende aan. Voor laagspanning is alleen nadering van de installatie niet voldoende voor een stroom door het lichaam. De elektrotechnische normen verwijzen dan steeds naar het begrip 'aanraking'.

De stroom die door het lichaam vloeit, kan, mits tijd en stroomgrootte voldoende zijn, zorgen voor een direct levensbedreigende ontregeling van het hartritme, de ventrikelfibrillatie. Uitgebreid onderzoek van professor Biegelmeyer heeft aangetoond dat er niet zozeer een duidelijke waarde te bepalen is waarbij een dodelijk effect optreedt, maar dat die stroomwaarde en tijd per persoon en situatie verschillen. Op basis van een zeer grote groep testpersonen is statistische informatie ontwikkeld over de kans op een dodelijke afloop. Normen in de elektrotechniek voor laagspanning gaan uit van een kans op elektrocutie van 0 procent en baseren daar de veiligheidsmaatregelen op. In onderstaande grafiek zijn de stroom- en tijdswaarden aangeven voor het effect van stroom op het lichaam.



Een stroom door het lichaam die niet dodelijk is, kan wel letsel opleveren. Een kleine stroom (vanaf circa 0,5 mA) kan al leiden tot een oncontroleerbare spiersamentrekking. Die spiersamentrekking is gevaarlijk vanwege de kans op een valongeval. Een iets grotere stroom door het lichaam (vanaf circa 5 mA) is in staat spieren zodanig te laten samentrekken dat letsel ontstaat aan spierweefsel, pezen en zelfs botten.

De ontregeling van het hartritme is niet het enige mogelijke gevolg van een stroom door het lichaam. Een stroom die door het lichaam (of een deel daarvan) vloeit, kan zorgen voor inwendige opwarming. Bij een opwarming van slechts 8 tot 10 graden ontstaat al permanent letsel aan weke lichaamsdelen (zoals zenuwen).
Uit onderzoek van dr. H. Sno (2021) is gebleken dat een stroom door het lichaam ook langetermijngevolgen kan hebben. Ook lang na de stroomdoorgang kunnen medische problemen ontstaan zoals necrose van organen en botten.

Voor het aanrakingsgevaar geldt dat een spanning lager dan 50 V wisselspanning of 120 V gelijkspanning als veilige spanning wordt beschouwd onder normale omstandigheden.

In sommige gevallen wordt gebruikgemaakt van een stroom door het lichaam. Dit zijn dan vooral medische toepassingen, zoals een defibrillator, warmteapparatuur bij fysiotherapie of het gebruik van monopolaire elektrische messen. De stromen bij de laatste twee zijn ongevaarlijk. De stroom die een defibrillator oplevert beïnvloedt juist met opzet de werking van de zenuwknopen van de hartspier.

1.3 Vlamboog met kortsluiting

Bij het maken van een kortsluiting ontstaat een zeer hoge stroom (vele duizenden ampères). Deze hoge stroom verbrandt de contactvlakken van de plaats van de kortsluiting. Daardoor verdampt een deel van het contactmateriaal en vloeit de stroom deels door een wolk van metaalgas. Dit metaalgas wordt opgewarmd tot wel zo'n 10.000 °C. De uitzetting van de zeer hete lucht kan leiden tot brandwonden bij de uitvoerende.
Vooral bepalend voor de ernst van de verbranding zijn:

- de hoogte van de kortsluitstroom
- de tijd die de kortsluitstroom vloeit (uitschakeltijd van de beveiliging)
- en de afstand van de getroffen persoon tot de plaats van kortsluiting.

De vlamboogenergie kan brandwonden veroorzaken. Bij een blootstellingstijd van 1 seconde levert

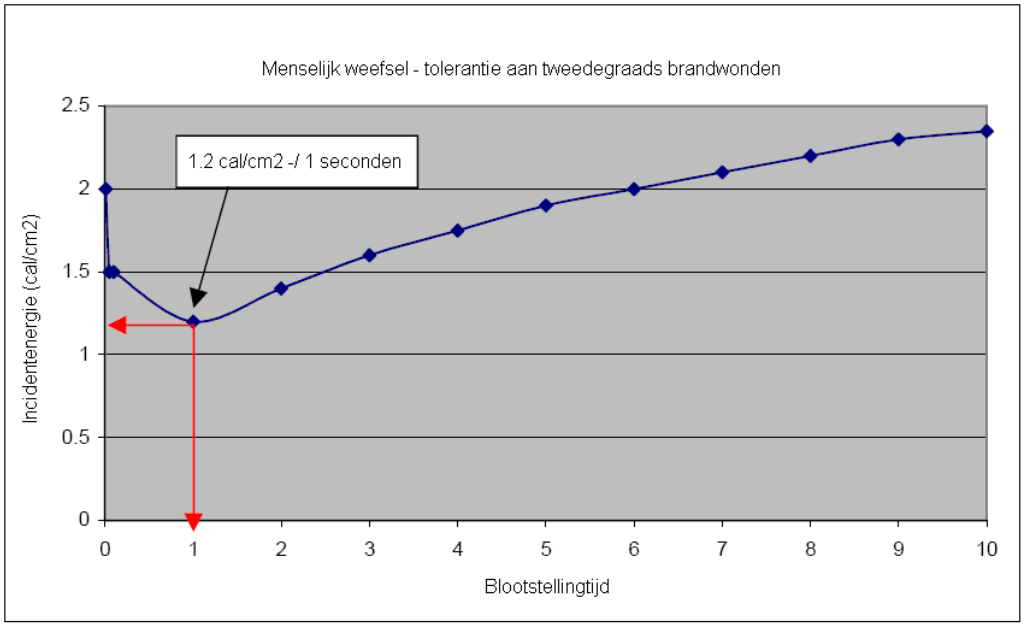
- 5 J/cm² een tweedegraadsbrandwond op
- 33 J/cm² een derdegraadsbrandwond op

Bij zeer korte blootstellingstijden kan de huid meer energie weerstaan. Dit kan oplopen tot

- 8 J/cm² voor een tweedegraadsbrandwond
- 55 J/cm² voor een derdegraadsbrandwond

Voor het berekenen van de energiehoeveelheden zijn binnen Europa nog geen methoden afgesproken. In Amerika worden hiervoor onder andere de NFPA70E en de IEEE 1584 gebruikt.

Voor kortsluitgevaar geldt in Nederland dat als de voorliggende beveiliging een smeltpatroon is van maximaal 25 A of een automaat van maximaal 16 A er geen gevaarlijke vlamboog kan ontstaan.



1,2 cal/cm² = 5 J/cm²

1.4 Historie

Er worden in Nederland en elders in Europa geen cijfers bijgehouden van de mate waarin ongevallen met elektriciteit voorkomen onder de beroepsbevolking. Tot 1993 hield de Arbeidsinspectie ongevallen met elektriciteit bij en publiceerde ze. Alleen het aantal ongevallen zegt echter niets over het risico dat een uitvoerende loopt.

Het verloop van het aantal ongevallen met elektriciteit van 1965 tot en met 1993 laat een behoorlijke verlaging zien. De verlaging is nog sterker bij de dodelijke ongevallen. Deze cijfers zeggen echter niets over de huidige situatie. Er zijn factoren die aanleiding geven te denken dat het veiliger geworden is, zoals nieuwe veilig-werk-normen (onder andere NEN 3140) en veiliger installaties. Anderzijds leveren toegenomen concurrentie, de aanwezigheid van buitenlandse partijen op de Nederlandse markt en de sterk toegenomen inzet van werknemers van buiten Nederland een beeld op van een verhoging van het risico.

2. Praktijkverhalen ongevallen

Praktijkverhaal 1: aansluiten verdeelkast

Een negentienjarige elektromonteur werkte aan een distributiekast langs de weg. De monteur was nog in opleiding. Door een communicatiestoornis verrichtte hij werkzaamheden waarvoor hij nog niet bevoegd was. Bij de werkzaamheden was het erg warm. Vlak voor de lunchpauze moest de man een spanningvoerende kabel aansluiten. Daar ging het mis; de jonge elektromonteur werd geëlektrocuteerd. Reanimatie door een collega en omstanders mocht niet baten. Uit het onderzoek bleek dat de jongeman geen persoonlijke beschermingsmiddelen had gebruikt en deels ook niet had (Rechtszaak LJN: AS8916).

Lessen

Uit dit ernstige ongeval zijn lessen te trekken op de volgende gebieden:

- personeel
- toezicht
- werkprocedures
- persoonlijke beschermingsmiddelen.

Het ging hier op diverse punten mis. Als maar een van deze punten goed was gegaan, dan zou het ongeval zeer waarschijnlijk niet hebben plaatsgevonden.

Personeel

De jonge werknemer had geen aanwijzing. Dit was logisch, want hij was nog niet klaar met zijn monteursopleiding en binnen het aannemersbedrijf was dit een vereiste om voor een aanwijzing in aanmerking te komen. Degene die de mensen op pad stuurde, ging ervan uit dat de mensen die hij kon inplannen ook allemaal deskundig en aangewezen waren. Het systeem kende hiervoor geen controlemechanisme.

Toezicht

De Arbowet vereist enige mate van toezicht. De mate van toezicht moet verband houden met de heersende risico's. Bij elektrotechnische werkzaamheden aan laagspanningsinstallaties is normaliter een lage mate van toezicht passend. In dit geval waren de risico's echter sterk verhoogd. Ten eerste werd onder spanning gewerkt. Ten tweede maakten de werkomstandigheden – het erg warme weer – dat de bereidheid om veiligheidsmaatregelen op te volgen beperkt is. Als er dan ook nog eens een zeer jonge elektromonteur aan het werk is, is een hogere mate van toezicht gerechtvaardigd.

Werkprocedures

Het Arbobesluit geeft aan dat het werken onder spanning slechts in uitzonderlijke gevallen toegestaan is. De voorkeur gaat altijd uit naar spanningsloos werken. In de ongevalssituatie bleek dat de aansluiting best spanningsloos gemaakt had kunnen worden. Er is ten onrechte gekozen voor het aangaan van een hoog risico.

Persoonlijke beschermingsmiddelen

De werkgever heeft de plicht de benodigde persoonlijke beschermingsmiddelen te verstrekken en toen te zien op het juiste gebruik ervan. In deze situatie beschikte de monteur niet over de juiste persoonlijke beschermingsmiddelen en was er geen toezicht op het gebruik daarvan. Concreet beschikte de monteur niet over een isolerende mat. Hij beschikte wel over isolerende handschoenen. Maar die werden naast hem aangetroffen. Hij droeg ze bij de werkzaamheden niet, waarschijnlijk omdat dat bij de hoge omgevingstemperatuur erg ongeriefelijk was

Praktijkverhaal 2: schakelaar en label

Bij een chemisch bedrijf moest een elektromonteur een elektromotor loskoppelen. In de elektrische bedrijfsruimte schakelde hij de schakelaar uit en wilde die voorzien van een label. De labels waren echter op. De elektromonteur wist echter dat er een collega zou

komen assisteren bij de werkzaamheden. Hij zou die collega wel vragen alsnog een label te gaan halen en op te hangen. Intussen ging hij vast aan het werk. De collega die kwam wist niet precies waar zijn collega aan het werk was. Hij zocht zijn collega en kwam daarbij in de elektrische bedrijfsruimte. Daar vond hij niet zijn collega, maar zag wel een schakelaar die in de uitstand stond zonder label. Dat hoorde niet, dus schakelde hij de schakelaar in. Hij hoefde zijn collega daarna niet te zoeken, want die kwam verhit de schakelruimte binnen rennen. Hij had bij de werkzaamheden gemerkt dat er ineens spanning op de kabel gezet was.

Lessen

Uit dit ongeval zijn lessen te trekken die betrekking op de gehanteerde werkprocedures:

- er werd aan de installatie gewerkt zonder dat de gehele veiligheidsprocedure was voltooid
- er was geen controle op de aanwezigheid van voldoende veiligheidslabels
- de procedure over de omgang met een schakelaar die ogenschijnlijk in een verkeerde stand stond was niet correct.

Praktijkverhaal 3: langdurige gevolgen van stroom door lichaam

Bij werkzaamheden aan een elektrische installatie kwam een medewerker in aanraking met een spanning voerende aansluiting. De stroom liep bij zijn linkerhand het lichaam in en kwam eruit via zijn rechterenkel die tegen een geaarde constructie aan lag. Het slachtoffer had last van direct letsel en kampte daarna met lichamelijke problemen. Hij had moeite zich te concentreren, kon moeilijk woorden vinden, had moeite hebben om oplossingen vinden voor eenvoudige problemen en de motoriek van de vingers aan zijn linkerhand was verstoord.

De rechtbank oordeelde dat dit gevolgen waren van het ongeval en veroordeelde de werkgever veroordeeld tot vergoeding van de schade die hieruit voortvloeide (Rechtszaak ECLI:NL:RBOVE:2016:5157).

Lessen

Het belang van het altijd spanningsloos werken is hierbij nogmaals benadrukt. Dus ook het belang van controle of een installatie op de juiste wijze geborgd is tegen inschakeling. Het is bij veel bedrijven, zeker in de utiliteit, nog gebruikelijk om kleine klusjes onder spanning te doen. Het gaat daarbij om het vervangen van schakelaars en wandcontactdozen, het maken van een kleine uitbreiding (het ‘bijprikken van draden in een insteeklasdop’) en het vervangen van verlichtingsarmaturen.

3. Wet- en regelgeving

3.1 Wetgeving elektriciteit

De maatschappij is verweven met het gebruik van elektriciteit, is zelfs economisch afhankelijk van elektriciteit. Er is dan ook een dubbel belang in het spel:
- de bescherming van personen en vee en
- de bescherming tegen economische schade.

Er zijn veel wettelijke regels die een verwijzing bevatten naar elektriciteit, maar de belangrijkste zijn:
- het Arbeidsomstandighedenbesluit (Arbobesluit)
- het Bouwbesluit
- de Elektriciteitswet.

3.2 Arbobesluit

In het Arbobesluit staan in hoofdstuk 3 de eisen aan arbeidsplaatsen. In hoofdstuk 7 staan de eisen aan de arbeidsmiddelen die op die arbeidsplaatsen worden gebruikt. Vrij vertaald:
- de arbeidsplaats is het pand waarin wordt gewerkt met alles wat aan dat pand vastzit
- arbeidsmiddelen zijn de spullen en apparaten die je het pand binnenbrengt om mee te gaan werken.

In hoofdstuk 3 staan de volgende relevante artikelen:
- 3.1a koppeling met het Bouwbesluit artikel 3.49 en 3.52
- 3.2 periodieke controle van de arbeidsplaats
- 3.4 de elektrische installatie op de arbeidsplaats
- 3.5 werkzaamheden aan of nabij de elektrische installatie.

De Arbowet verlangt dat bij het veiligheidsbeleid de stand van de wetenschap wordt gevolgd.

In artikel 3.1 van het Arbobesluit zijn de noodzakelijke begrippen gedefinieerd. Daar waar dit artikel tekortschiet, kunnen de definities van begrippen worden gehaald uit normen.
Een belangrijk verschil wordt gemaakt tussen laagspanning en hoogspanning. Laagspanning is een spanning van maximaal 1000 V wisselspanning of 1500 V gelijkspanning. Daarbij is geen ondergrens aangegeven. Elke lage spanning, dus zelfs een spanning van bijvoorbeeld 24 V, valt onder het begrip laagspanning. Dat wil niet zeggen dat altijd maatregelen nodig zijn. De Arbowet verwacht pas maatregelen als het risico dat nodig maakt. Het kan echter best zo zijn, dat bij een zeer lage spanning een grote stroom kan gaan lopen (bijvoorbeeld bij accu's). In dat geval zijn bij die veilige lage spanning toch risico's aanwezig, die maatregelen vereisen.

3.3 Bouwbesluit

Het Bouwbesluit is van oorsprong opgezet om de kans op brand en de schade en omvang van brand te beperken.
In het Bouwbesluit staat voor de elektrische installatie de eis dat deze voldoet aan NEN 1010. Voor nieuwe installaties is dat de op het moment van bouw geldende versie van NEN 1010. Meestal is dat de laatste versie. Voor bestaande installaties is dat de versie van NEN 1010 die van toepassing was toen de installatie gebouwd of gerenoveerd werd. Voor oude panden is de ondergrens NEN 1010 uit 1962. Ook in panden van voor 1962 moet de installatie aan NEN 1010 uit 1962 voldoen, tenzij de installatie later gerenoveerd is.
Het Bouwbesluit geeft ook aan dat nieuwe kabels die in een pand worden geïnstalleerd, voorzien moeten zijn van een brandklasse-aanduiding. Alleen kabels met de voor die situatie passende brandklasse mogen worden toegepast.

3.4 Elektriciteitswet

De Elektriciteitswet regelt de relatie tussen de producenten, transporteur, distributeur en gebruikers van elektriciteit, met daarin ook een rol voor de meetbedrijven en de elektriciteitsverkopers.
Een gebruiker van elektriciteit mag geen hinder veroorzaken aan andere aangeslotenen. Daarom worden er technische eisen aan de aangesloten installaties gesteld en moet er bij een grote installaties een contactpersoon voor het distributiebedrijf zijn.

3.5 Brancheafspraken

In de elektrotechniek wordt veel gewerkte met mondiale, Europese of nationale normen. Toch zijn er bedrijven en branches waarin de risico's of werkzaamheden zo specifiek zijn, dat ze eigen bedrijfs- of branchenormen ontwikkelen. Een voorbeeld daarvan zijn de energiebedrijven. Het O&O-fonds van de energie- en nutsbedrijven heeft de branchenorm Bedrijfsvoering elektrische installaties"(BEI) ontwikkeld. Deze branchenorm geldt voor laagspanning en hoogspanning. De BEI bestaat uit de normen NEN 3140, NEN 3840 en een branche-aanvulling BS (branchesupplement).

Enkele specifieke punten in het branchesupplement zijn:

- toelichting op de verantwoordelijkheden en bevoegdheden behorende bij de verschillende aanwijzingen
- introductie van de operationeel Installatieverantwoordelijke
- communicatie en overdracht van verantwoordelijkheden
- gebruik van processchema's om aan te geven wie op welk punt van de werkzaamheden een taak heeft
- specifieke werkprocedures zoals energiebedrijven die toepassen
- het gebruik van vaste termen (UCTE-termen) voor bedieningshandelingen.

3.6 Normen in de elektrotechniek

Elektrotechniek is typisch een vakgebied waarin veel normen worden gebruikt. Van alle normen die wereldwijd in gebruik zijn, heeft globaal de helft een elektrotechnische achtergrond.
Normen zijn geen specifiek Nederlands fenomeen. Normen worden mondiaal (wereldwijd), Europees en nationaal vastgesteld. Globaal genomen bestaat een onderscheid tussen elektrotechnische normen en overige normen. Voor enkele specifieke onderwerpen, zoals telecommunicatie, geldt een afwijkende structuur.

Mondiale normalisatie

Op mondiaal niveau worden de overige normen gemaakt door de organisatie ISO. De elektrotechnische normen worden gemaakt door het IEC. Als voorbeeld van een veelgebruikte IEC- norm geldt de Nederlandse IEC 60364. Onze Nederlandse NEN 1010 is afgeleid van deze IEC-norm.

Europese normalisatie

Binnen Europa worden de overige normen opgesteld door het CEN. De elektrotechnische normen worden opgesteld door het CENELEC. Behalve normen stellen deze beide organisaties ook andere normalisatiedocumenten opgesteld, waaronder specificaties en harmonisatiedocumenten. Een bekend voorbeeld van een Europese norm is EN 50110 (Bedrijfsvoering van elektrische installaties). De Nederlandse NEN 3140 is afgeleid van deze Europese norm.

Nationale normalisatie

In Nederland stellen NEN en NEC nationale normen en normalisatiedocumenten op. Het NEC maakt de elektrotechnische normen (NEN-normen) en normalisatiedocumenten (zoals NPR, NTA). Verder participeren de NEC-normcommissies in de Europese werkgroepen en normcommissies.

Elektrotechnische normen

Voor de laagspanning (tot 1000 V wisselspanning of 1500 V gelijkspanning) zijn de

relevante elektrotechnische normen NEN 1010 en NEN 3140.

NEN 1010

De norm NEN 1010 stelt eisen aan elektrische installaties. Een installatie aangelegd volgens NEN 1010 is volgens het Bouwbesluit een veilige installatie. Normcommissie NEC 64 is belast met de uitwerking en aanpassingen van NEN 1010.

NEN 3140

De norm NEN 3140 gaat over bedrijfsvoering van elektrische installaties – laagspanning. De Europese norm NEN-EN 50110 is vanwege de afwijkende wetgeving en de afwijkende werkpraktijk niet zonder meer toepasbaar in Nederland. Om die reden is een Nederlandse norm gemaakt: NEN 3140 – Bedrijfsvoering van elektrische installaties, aanvullende bepalingen voor laagspanning.
Normcommissie NEC 623 is belast met de uitwerking en aanpassingen van NEN-EN 50110 en NEN 3140.

3.7 Certificering

De Arbowet kent diverse verplichte certificeringen. Daarnaast bestaan er vrijwillige certificeringen.
'Vrijwillig'' wil in dit geval zeggen dat de wet het niet verplicht. Het kan wel zijn dat opdrachtgevers tot certificeringen verplichten.

Elektrotechniek

Op het vakgebied van de elektrotechniek bestaan geen verplichte certificeringen. De volgende vrijwillige certificeringen en erkenningen spelen een rol op het vakgebied van de elektrotechniek:

- VCA
- Stipel
- Erkend installateur
- Scios.

VCA

VCA staat voor 'VGM Checklist Aannemers''. Een bedrijf kan een certificering verwerven door aan de punten in de checklist te voldoen. Een van die punten is dat alle uitvoerende medewerkers een examen VCA-basisveiligheid moeten hebben gehaald. Vanuit elektrotechnisch oogpunt is punt 10.2 van de checklist van belang. Hierin staat dat materieel en middelen periodiek gekeurd moeten worden. Dit wordt ook wel de verplichte NEN-3140-keuring van elektrisch gereedschap genoemd.

Stipel

Stichting Persoonscertificering in de Elektrotechniek beoogt door toetsing personen op een bepaald niveau of met een bepaalde kennis en vaardigheid te certificeren. Deze certificering gaat over personen en niet, zoals VCA, over bedrijven. De certificering richt zich voornamelijk op aannemers en andere dienstverleners. Die kunnen aan de hand van persoonscertificeringen aantonen over deskundig personeel te beschikken.

Erkend installateur

De aanduiding 'erkend installateur' is al erg oud. Voorheen voerden energiebedrijven de erkenning van installateurs uit. Tegenwoordig doet InstalQ dat. De erkenning wordt verstrekt als een installateur heeft aangetoond dat hij over voldoende deskundigheid, de juiste normen en de juiste meetapparatuur beschikt. Een installateur hoeft niet per definitie 'erkend installateur' te zijn. De erkenningseisen gaan iets verder dan de wettelijke eisen in de vestigingswet. Een erkend installateur kan zegelrecht krijgen. Daarmee mag hij de zegels van de hoofdzekeringen van kleine aansluitingen (t/m 80 A verwijderen en aanbrengen.

Scios-scope 8, 9, 10 en 12

Verzekeraars willen graag dat de elektrische installaties van verzekerde panden regelmatig worden geïnspecteerd. Vanwege de wildgroei onder inspectiebedrijven hebben de gezamenlijke verzekeraars in samenwerking met Techniek Nederland een certificeringssysteem opgezet voor inspectiebedrijven. Dit certificeringssysteem wordt beheerd door een stichting die bekend was van het certificeren van onderhoud aan stookinstallaties. Dat is de stichting SCIOS (Stichting certificering inspectie en onderhoud stookinstallaties). Deze stichting beheert voor elektrotechnische inspecties verschillende certificeringssystemen. Deze worden scopes genoemd. Voor de elektrotechniek zijn er de volgende scopes:

- scope 8 - NEN-3140-inspecties van elektrische installaties
- scope 9 - NEN 3140-inspecties van elektrische arbeidsmiddelen (apparatuur)
- scope 10 - Elektrische brandveiligheidsinspectie voor verzekeraars
- scope 12 - Inspectie van PV-installaties (zonnepanelen).

Om een scope-inspectie te mogen uitvoeren moet de inspecteur gediplomeerd zijn en het bedrijf gecertificeerd. Het diploma en het bedrijfscertificaat moeten bij elkaar passen. Zo mag een inspecteur met alleen een scope 8-diploma niet voor een scope 10-inspectie worden ingezet.

4. Inventarisatie- en evaluatie

4.1 Risico-inventarisatie elektriciteit

De Arbowet (artikel 5) verplicht werkgevers een risico-inventarisatie en -evaluatie (RI&E) uit te voeren. In dit document moeten de risico's van een bedrijf zijn vermeld. Voor diverse risico's is de regelgeving beschreven waaraan moet worden voldaan. Voor niet-beschreven risico's mag het risico worden gewogen. Hiervoor zijn diverse methoden beschikbaar.
Voor het elektrische risico is regelgeving beschikbaar die als referentie wordt aangehouden: diverse normen. Daar waar de normen open einden laten, kan een risicoweging worden toegepast.

Het elektrisch risico is te verdelen in de volgende deelrisico's:
- werkzaamheden met elektrisch gevaar
- de elektrische installatie
- de gebruikte arbeidsmiddelen.

4.2 Werkzaamheden met elektrisch gevaar

Het werkrisico is het risico dat personen lopen bij werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie. Het werkrisico heeft betrekking op:
- elektrotechnische werkzaamheden aan een elektrische installatie
- bedieningswerkzaamheden in een elektrische installatie
- werkzaamheden aan of nabij kabels
- overige werkzaamheden.

Elektrotechnische werkzaamheden

Bij elektrotechnische werkzaamheden gaat het om alle werkzaamheden aan of nabij een elektrische installatie of elektrische apparatuur waarbij het risico van aanraking van spanning of van kortsluiting bestaat. De werkzaamheden kunnen onder andere betrekking hebben op:
- aanleg
- reparatie
- storingzoeken
- uitbreiding
- controle of inspectie.

Het hoeven geen werkzaamheden aan de installatie zelf te zijn, maar het kan ook zijn dat personen die in de buurt komen van de installatie de risico's ervan ondervinden.

Gevaarlijke bedieningswerkzaamheden

Bij het bedienen van een schakelaar in een situatie zonder gevaar voor aanraking van spanning of van kortsluiting bestaat er voor de persoon geen veiligheidsrisico. Dat betekent dat veiligheidsmaatregelen niet nodig zijn. Wel kan er een bedrijfsrisico zijn, doordat bijvoorbeeld een proces wordt stilgelegd of doordat computers ongewenst worden uitgeschakeld. Bestaat er bij de werkzaamheden gevaar voor aanraking of kortsluiting, dan vallen deze werkzaamheden onder de 'gevaarlijke bedieningswerkzaamheden' en mogen ze alleen worden verricht door daarvoor aangewezen en geïnstrueerd personeel.

Er zijn bedieningswerkzaamheden die een dusdanig risico inhouden dat aanvullende maatregelen vereist zijn om het risico voldoende te beperken.
- Voor het herstellen (resetten) van een beveiliging kan het noodzakelijk zijn om in een schakelkast een handeling uit te voeren. De installatie in die schakelkast is mogelijk niet geheel veilig (aanrakingsgevaar) of het verkeerd uitvoeren van die handeling levert gevaar of schade op.
- Bij het vervangen van smeltpatronen kan de handeling een risico inhouden, maar ook het plaatsen van een verkeerde waarde of verkeerd type smeltpatroon kan gevaar of schade opleveren. De handeling kan gevaarlijk zijn als deze plaatsvindt nabij aanraakbare delen die onder spanning staan, of als bij het trekken of plaatsen van een mespatroon kortsluiting kan ontstaan.

Werkzaamheden aan of nabij kabels

Werkzaamheden nabij kabels kunnen betrekking hebben op ondergrondse kabels, maar ook op kabels in panden.

Bij ondergrondse kabels moet het gevaar worden beperkt door het maken van een KLIC-melding. Het KLIC (Kabel en Leidingen Informatie Centrum) beheert voor het kadaster de ligging van ondergrondse kabels en leidingen. Deze informatie moet de kans op beschadiging verkleinen, maar ook aannemers tegen onredelijke schades beschermen. Daar waar de ligging van een kabel bekend is, mag een aannemer niet zomaar mechanisch graven, maar moet de grond door voorsteken voorzichtig worden opengewerkt.

Bij kabels in panden moet een kabel spanningsloos worden gemaakt voordat eraan mag worden gewerkt.

Per situatie, bedrijf of branche kan worden bepaald of er sprake is van een werkrisico en hoe groot dat risico is. Ook de werksituaties zijn van invloed op het werkrisico. Dat geldt bijvoorbeeld in de volgende situaties:

- met veel vocht (regen, vijver, waterlekkage, hogedrukreiniging, badruimte)
- met hoge temperatuur ('s zomers buiten, nabij gasketels, bij stoomleidingen, bij industriële verbrandingsprocessen, machinekamer)
- met weinig bewegingsruimte (in kruipruimte, op kabelladder, op leidingenbrug)
- waarin dikke beschermende kleding wordt gedragen (vriescel, vlamboogbestendig pak).

Bij deze werkzaamheden wordt vaak in eerste instantie gedacht aan elektromonteurs en elektrotechnici, maar er zijn veel meer medewerkers die met dit risico worden geconfronteerd:

- niet-elektrotechnische medewerkers (klusjesman in verzorgingstehuis, schoonmaker, portier, conciërge, behanger)
- monteurs voor specifieke installaties of apparatuur (liften, koffieapparatuur, luchtbehandelingsinstallaties, hijskranen)
- personen die toegang hebben tot ruimten met gevaarlijke installaties (onderzoekers en ontwikkelaars bij proefopstellingen, bewakings- en brandweerpersoneel dat ruimte met oude open installatie mag betreden)
- personeel dat werkt op een elektrolyse-installatie.

Afwijkend werkrisico

In deze situaties leveren de combinatie van de kans op een ongeval en het effect ervan, een verhoging van het risico op. In de elektrotechniek wordt rekening gehouden met een voor leken acceptabel risico. Dit zeer lage risico bestaat bij het bedienen van een lichtschakelaar, het insteken van een contactstop (stekker), het bedienen van een installatieautomaat of het vervangen van een schroef-smeltpatroon in een woonhuisinstallatie. Voor personen die werken aan installaties en apparatuur en die een hoger risico lopen dan wat voor leken acceptabel is, moeten passende maatregelen worden getroffen.

4.3 De elektrische installatie

Het installatierisico is het risico dat personen lopen bij het gebruik of de aanwezigheid van een installatie. In elke situatie, bedrijf of branche komen elektrische installaties voor en is er dus sprake van een installatierisico. Het installatierisico is sterk afhankelijk van de situatie en het gebruik:

- permanente installaties (kantoren, werkplaatsen) of tijdelijke installaties (kermis, bouwplaats, markt)
- vochtige omgeving (buiten, zwembad)
- ruw gebruikte installatie (bouwplaats)
- gebruik van een installatie in een omgeving waarin kinderen aanwezig zijn (kinderdagverblijf, jeugdhonk, school)
- verkeer of transportmiddelen (lichtmasten, verkeersregelinstallatie).

Een elektrische installatie wordt aangelegd volgens de installatienorm NEN 1010. Daarnaast moet een installatie periodiek worden geïnspecteerd volgens NEN 3140.

4.4 Arbeidsmiddelen

Elektrische apparatuur die wordt aangeschaft of gemaakt moet aan standaardveiligheidseisen voldoen. Die veiligheidseisen komen uit de laagspanningsrichtlijn en de machinerichtlijn. Een product dat voldoet aan de eisen uit deze richtlijnen krijgt hiervoor een CE-markering. Alleen apparatuur die aan de richtlijnen voldoet en een CE-markering heeft, mag worden gebruikt. Dat geldt dus ook voor zelfgemaakte apparatuur.

Dat een elektrisch apparaat veilig is, wil niet zeggen dat het apparaat in elke situatie zomaar mag worden gebruikt. Ook is het niet logisch dat een apparaat altijd veilig blijft. Een apparaat kan door slijtage of veroudering gevaarlijk worden. Voor arbeidsmiddelen moet dan ook worden beoordeeld of:

- ze veilig kunnen worden gebruikt in de specifieke werksituatie
- welke termijn van regelmatige inspectie nodig is om ervoor te zorgen dat er geen onveilige apparatuur gebruikt wordt.

Tussen twee inspecties kan een apparaat gevaarlijk worden. Het is niet wenselijk dat een apparaat dan toch wordt gebruikt tot de volgende inspectie. Daarom is het zinnig om de uitvoerende medewerkers te informeren, bijvoorbeeld bij een toolboxmeeting, dat beschadigde apparatuur direct gerepareerd of vervangen moet worden.

5. Beheersmaatregelen

5.1 Algemeen

Bij het reduceren van het risico worden in het algemeen de volgende stappen doorlopen:

- zorgen dat wordt voldaan aan wettelijke eisen
- voor het resterende risico de arbeidshygiënische strategie volgen en maatregelen nemen op basis van risicoweging en normen die gelden als 'stand van de wetenschap'.

5.2 Werken aan of nabij elektrische installaties

Voordat medewerkers van een bedrijf aan de slag gaan, moet worden beoordeeld:

- wat de aard van de werkzaamheden is
- welke deskundigheid er bij die werkzaamheden past
- of de medewerkers passend geïnstrueerd zijn voor de werkzaamheden
- of de medewerkers bevoegd zijn voor de werkzaamheden die ze uitvoeren
- of de installaties een veilige werkplek zijn voor de uitvoerenden
- of de gewenste werkprocedures mogelijk zijn zonder pbm
- of pbm nodig zijn en of die aan de juiste eisen voldoen

In de RI&E moet met die punten rekening worden gehouden.

5.3 De elektrische installatie

Een elektrische installatie moet worden aangelegd door een deskundige partij. Er zijn geen wettelijke eisen voor, maar het is duidelijk dat een klusjesbedrijf er niet specifiek voor is opgeleid en een elektrotechnisch installateur wel. Het is volgens het Bouwbesluit verplicht om een installatie volgens NEN 1010 aan te leggen.

Na de montage, maar voor de ingebruikname moet de elektrische installatie zijn geïnspecteerd. Dit is de inspectie voor ingebruikname volgens NEN 1010. De inspectie voor ingebruikname is niet aangewezen in het Bouwbesluit en daarmee niet rechtstreeks wettelijk verplicht. Wel is het een veiligheidsreferentie die valt onder de 'stand van de wetenschap' zoals genoemd in artikel 3 van de Arbowet.

Zodra de installatie in gebruik is genomen wordt moet elke wijziging en uitbreiding worden beschouwd als een nieuwe installatie en dus ook voor ingebruikname worden geïnspecteerd. De gehele installatie wordt periodiek geïnspecteerd volgens NEN 3140. Als eis van de verzekering kan dat worden uitgebreid met een scope 10-inspectie.

Het is raadzaam een installatieverantwoordelijke voor de gehele installatie aan te wijzen die kan adviseren over het gebruik en uitbreidingen.

5.4 Elektrische arbeidsmiddelen

Bij de aanschaf van arbeidsmiddelen moet worden beoordeeld of ze veilig gebruikt kunnen worden in de werksituatie. Zo is een standaard 230 V-hamerboormachine veilig voor gebruik in de bouw, maar niet zomaar in een kruipruimte. De specifieke werksituatie (vocht, temperatuur, nauwe geleidende of besloten ruimte) moet onderdeel zijn van de beoordeling.
Stap 2 is dat bij het gebruik van een arbeidsmiddel mogelijk pbm nodig zijn. Die moeten geschikt zijn voor het restrisico dat het arbeidsmiddel oplevert. Bij gebruik van een haakse slijpmachine is bijvoorbeeld een gelaatsscherm nodig.
Stap 3 is de periodieke inspectie regelen van de arbeidsmiddelen. Hoe vaak moeten arbeidsmiddelen worden geïnspecteerd en hoe moet dat worden geregistreerd?

Personeel moet worden geïnstrueerd over het gebruik van het arbeidsmiddel en het melden van afwijkende situaties.

6. Voorbeelden van toepassing van de RI&E op elektrische veiligheid

In dit hoofdstuk zijn enkele voorbeelden gegeven van het onderdeel elektriciteit in de RI&E. De RI&E is vormvrij, dus de gekozen vorm is slechts een van de vele mogelijkheden.

In deze vorm zijn aan elk risico twee risicoklassen toegevoegd. De eerste risicoklasse is bepaald zonder maatregelen. In de tweede is het effect van de beheersmaatregelen meegenomen. Voor de risicoklassen geldt de weging volgens Kinney & Wiruth.

Het risico is hierin het product van E, B en W

E: Effect (1 t/m 40)
B: Blootstellingfrequentie (0,5 t/m 10)
W: Waarschijnlijkheid dat het effect optreedt (0,1 t/m 10)

Dit leidt tot de volgende risicoklassen:

Risicoklasse	Omschrijving risico	E x B x W	Maatregelen
I	Risico aanvaardbaar	< 20	Aandacht vereist
II	Mogelijk risico	20 tot 70	Maatregelen op lange termijn
III	Belangrijk risico	70 tot 200	Maatregelen op korte termijn
IV	Hoog risico	≥ 200	Directe maatregelen of stoppen
W	Wettelijke verplichting		Direct uitvoeren

6.1 Loodgietersbedrijf

De medewerkers van een loodgietersbedrijf werken niet aan elektrische installaties. Ze werken voornamelijk aan waterleidingen en waterafvoeren (riolering). Het elektrisch risico bestaat dan ook uit de volgende delen:

- het gebruik van elektrisch gereedschap in gewone situaties en in nauwe geleidende ruimten
- het werken in kruipruimten waarin ook elektriciteitskabels liggen.

In de RI&E is dit als volgt verwerkt.

Hoofdonderwerp: elektriciteit	Risicoklasse zonder maatregelen	Beheersmaatregelen	Risicoklasse na maatregelen
Werken aan elektrische installaties	n.v.t.	Komt niet voor	n.v.t.
Werken nabij elektrische installaties: elektrocutiegevaar door werken nabij beschadigde kabels in kruipruimten (W: art. 3.5 lid 3 en 4)	W	Instructie (tweejaarlijkse toolboxmeeting) over herkennen van kabels en mogelijkheid die uit te schakelen	I
Het doorzagen van PVC-leidingen, waardoor elektriciteitskabels lopen	II	Instructie (tweejaarlijkse toolboxmeeting) over herkennen van kabels en zo nodig gebruik van spanningsdetectie	I
Elektrische installatie	n.v.t.	Bedrijf heeft geen elektrische installatie in beheer of eigendom	n.v.t.
Elektrische arbeidsmiddelen: a. aan apparatuur die wordt gebruikt in kruipruimten gelden strenge eisen (zie NEN 3140) b. apparatuur kan door slijtage verslechteren c. Medewerkers kunnen onwetend verkeerde of gevaarlijke apparatuur gebruiken	a. IV b. II c. II	a. Aanschaf: gebruik in kruipruimten alleen accugevoede apparatuur b. Elektrische apparatuur jaarlijks keuren volgens NEN 3140. c. Instructie over gebruik elektrische apparatuur tweejaarlijks in toolboxmeeting	a. I b. I c. I

6.2 Administratiekantoor

Bij een administratiekantoor werken tien administratieve krachten. Werkzaamheden aan de elektrische installatie worden uitbesteed aan een installatiebedrijf. De kantoorapparatuur wordt steeds na circa vier jaar vervangen. Uitzondering zijn de keukenapparatuur en de stofzuiger. De elektrische installatie dateert van 2010.

Hoofdonderwerp: elektriciteit	Risicoklasse zonder maatregelen	Beheersmaatregelen	Risicoklasse na maatregelen
Werken aan elektrische installaties	n.v.t.	Werkzaamheden aan de elektrische installatie worden uitbesteed aan een installatiebureau. Hooguit wordt een enkele keer een zekering of aardlekschakelaar gereset. Dit zijn gevaarloze lekenhandelingen	n.v.t.
Elektrische installatie (W: art. 3.2, tevens verzekeringseis scope 10-inspectie)	W	Bedrijf heeft eigen elektrische installatie, deze Moet elke 3 jaar worden geïnspecteerd (scope 8 en 10). Hierbij tevens verbeteringsadvies vragen	I
Elektrische arbeidsmiddelen: de keukenapparatuur en de stofzuiger kunnen door gebruik of slijtage gevaarlijk worden	II	Bij de installatie-inspectie deze apparatuur laten controleren	I

6.3 Elektrotechnisch bedrijf

Hoofdonderwerp: elektriciteit	Risicoklasse zonder maatregelen	Beheersmaatregelen	Risicoklasse na maatregelen
Werken aan elektrische installaties. Hierbij is de kans op aanrakingsgevaar en kortsluitgevaar (vlambogen). De wet (AB, 3.5A) en NEN 3140 vereisen: a. medewerkers moeten deskundig en aangewezen zijn b. medewerkers moeten zijn geïnstrueerd over de omgang met elektrisch gevaar c. medewerkers moeten LOTO-materiaal hebben d. medewerkers moeten juiste PBM's hebben e. medewerkers moeten de juiste meetapparatuur hebben	a. W b. W c. NEN3140 d. W e. NEN3140	a. Na weging deskundigheid wordt een aanwijzing verstrekt. Deze wordt tweejaarlijks vernieuwd b. Medewerkers krijgen tweejaarlijks een NEN 3140-training c. Medewerkers kunnen naar behoefte LOTO-materiaal krijgen. Ligt in magazijn d. Medewerkers beschikken zelf over isolerende handschoenen. Als vlamboog-PBM's nodig zijn, dan eerst overleg met WV e. Medewerkers beschikken over meetapparatuur conform de goedgekeurde lijst	a. I b. I c. I d. I e. I
Elektrische installatie (W: art. 3.2)	W	Bedrijf heeft eigen elektrische installatie, deze moet elke 5 jaar worden geïnspecteerd (NEN 3140)	I
Elektrische apparatuur die gevaar voor elektrocutie kan opleveren, moet worden gekeurd	W	De volgende elektrische arbeidsmiddelen worden als keuringsplichtig gezien conform AB 7.4A, lid 3: • elektrische apparatuur in gebruik bij uitvoerenden • elektrische apparatuur in de werkplaats • keuken- en schoonmaakapparatuur	I

7. Referenties

Bij het samenstellen van dit Arbokennisnetdossier is gebruikgemaakt van de volgende bronnen.

- NEN 3140: Nederlandse norm 'Bedrijfsvoering van elektrische installaties – laagspanning, NEN Delft
- NFPA70E: Amerikaanse norm voor bedrijfsvoering van elektrische installaties
- IEEE 1584 Arc flash calculations
- Ongevallen met elektriciteit V15-1 en V15-2: statische informatie van de Arbeidsinspectie over ongevallen met elektriciteit in de jaren 1969 t/m 1993
- Fehlerspannungen, Beruehrungsspannungen en Ausschaltzeiten, wetenschappelijk artikel van G. Biegelmeyer in het *Östereichischer Zeitschrift für Elektrizitätswirtschaft*
- *Langetermijngevolgen elektrische schok*, Dr. Herman Sno, TBV, 9 november 2021

Daarnaast wordt verwezen naar de volgende websites:
www.wetten.nl
www.nen.nl
www.rechtspraak.nl

8. Auteur

Opgesteld door:
Richard Groenewegen
Huub Smeets
Chrit Leenders
Nico Koolmees

Maart 2008

Update door:
Ing. R.E.M. (Richard) Groenewegen
(specialist elektrische veiligheid)
Docent bij Ambitech b.v. te Moordrecht
Lid normcommissie NEC 623 (o.a. NEN 3140)

Maart 2022