



CURSUSBOEK  
VERDER  
MET  
NEN 4010

Elektro**o**raad



- Galvanistraat 51
- 6716 AE Ede
- 0318 - 631 670
- [info@elektroraad.nl](mailto:info@elektroraad.nl)
- [www.elektroraad.nl](http://www.elektroraad.nl)

# Verder met NEN 4010

Cursusboek bij de gelijknamige cursus

Versie 2.0 2022

© copyright Elektroraad Opleidingen B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgaven mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of op enige andere manier, zonder voorgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.



# Inhoudsopgave

<b>VOORWOORD</b>	<b>5</b>
<b>INLEIDING</b>	<b>7</b>
<b>DEEL 1</b>	<b>8</b>
ONDERWERP EN TOEPASSINGSGBIED	8
<i>Onderwerp</i>	8
<i>Toepassingsgebied</i>	12
<b>DEEL 2</b>	<b>15</b>
NORMATIEVE VERWIJZINGEN	15
<b>DEEL 3</b>	<b>16</b>
TERMEN, DEFINITIES EN KENMERKEN	16
<i>Termen en definities (3.2)</i>	17
<i>Kenmerken van een stroomstelsel (3.3)</i>	29
<i>Kenmerken van zones in natte ruimten (3.4)</i>	36
<b>DEEL 4</b>	<b>42</b>
4.1: BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOK	43
<i>Algemene eisen (4.1.1)</i>	43
<i>Basisbescherming (4.1.2)</i>	44
<i>Foutbescherming (4.1.3)</i>	48
<i>Aanvullende bescherming (4.1.4)</i>	78
<i>Combinaties van vormen van bescherming (4.1.5)</i>	83
<i>Bijzondere ruimten (4.1.6)</i>	85
4.2: BESCHERMING TEGEN BRAND	93
<i>Algemene eisen (4.2.1)</i>	93
<i>Bescherming tegen brand of brandvoortplanting (4.2.2)</i>	93
<i>Vorzorgsmaatregelen op plaatsen met bijzondere risico's bij brand (4.2.3)</i>	101
4.3: BEVEILIGING TEGEN OVERBELASTINGSSTROOM EN KORTSLUITSTROOM	103
<i>Algemene eisen (4.3.1)</i>	105
<i>Beveiliging tegen overbelastingsstroom (4.3.2)</i>	113
<i>Beveiliging tegen kortsluitstroom (4.3.3)</i>	121
4.4: BESCHERMING TEGEN OVERSPANNING EN ONDERSPANNING	131
<i>Bescherming tegen overspanning (4.4.1)</i>	131
<i>Bescherming tegen onderspanning (4.4.2)</i>	136
4.5: BESCHERMING TEGEN ELEKTROMAGNETISCHE INVLOEDEN	140

<i>Keuze van het stroomstelsel (4.5.1)</i>	141
<i>Meervoudig gevoede TN-stelsels (4.5.2)</i>	146
<i>Vermindering van elektromagnetische interferentie (EMI) (4.5.3)</i>	146
4.6: SCHAKELLEN EN SCHEIDEN	149
<i>Verskil tussen schakelen en scheiden</i>	149
<i>Algemene eisen (4.6.1)</i>	154
<i>Schakelen (4.6.2)</i>	156
<i>Scheiden (4.6.3)</i>	160
<b>DEEL 5</b>	<b>164</b>
5.1: ALGEMENE EISEN	165
<i>Bedrijfsomstandigheden (5.1.2)</i>	165
<i>Wederzijdse beïnvloeding (5.1.3)</i>	170
<i>Uitwendige invloeden (5.1.4)</i>	173
<i>Aanduiding (5.1.5)</i>	177
<i>Bereikbaarheid (5.1.6)</i>	185
<i>Bijzondere ruimten (5.1.7)</i>	186
5.2: INSTALLATIE VAN LEIDINGSYSTEMEN	191
<i>Uitgangspunten (5.2.1)</i>	191
<i>Stappenplan voor het bepalen van de kerndoorsnede van de leidingen (5.2.2)</i>	204
<i>Bijzondere ruimten (5.2.3)</i>	267
5.3: BEVEILIGINGSTOESTELLEN, SCHAKELAARS EN SCHEIDERS	270
<i>Algemene eisen (5.3.1)</i>	270
<i>Beveiligingstoestellen (5.3.2)</i>	270
<i>Schakelaars (5.3.3)</i>	283
<i>Scheiders (5.3.4)</i>	291
<i>Afstemming van elektrisch materieel (5.3.5)</i>	292
<i>Bijzondere ruimten (5.3.6)</i>	300
5.4: AARDING EN VEREFFENING	302
<i>Aarding en vereffening algemeen (5.4.1)</i>	302
<i>Aardelektroden (5.4.2)</i>	302
<i>Hoofdaardrail (5.4.3)</i>	307
<i>Aardleidingen (5.4.4)</i>	309
<i>Leiding die de HAR verbindt met de hoofdschakel- en verdeelinrichting (5.4.5)</i>	312
<i>Beschermingsleidingen (5.4.6)</i>	314
<i>PEN-leidingen (5.4.7)</i>	320
<i>Vereffeningleidingen (5.4.8)</i>	324
<i>Aanvullende vereffeningleidingen (5.4.9)</i>	325
5.5: OVERIG ELEKTRISCH MATERIEEL	330
<i>Bijzondere ruimten (5.5.2)</i>	330
5.6: VEILIGHEIDSVORZIENINGEN	339

<i>Veiligheidsvoorzieningen algemeen (5.6.1)</i>	340
<i>Voedingsbronnen voor veiligheidsvoorzieningen (5.6.2)</i>	341
<i>Stroomketens voor veiligheidsvoorzieningen (5.6.3)</i>	347
<i>Elektrisch materieel voor veiligheidsvoorzieningen (5.6.4)</i>	350

# Voorwoord

**ambitieuze** Voor je ligt het cursusboek dat hoort bij de cursus 'Verder met NEN 4010'. De cursus is opgezet voor ambitieuze elektrotechnici, die een goede kennis van NEN 4010 nodig hebben voor de volgende stap in hun carrière.

**eigen norm** Bij het lezen van dit cursusboek is het verstandig om een NEN 4010 bij de hand te hebben. Het is daarom handig om voor je eigen exemplaar van NEN 4010 te zorgen. Dat mag een elektronisch exemplaar zijn. Maar tijdens het examen mag je alleen gebruik maken van een papieren versie. Indien gewenst kun je die van Elektroraad lenen. Tijdens deze cursus werken we met NEN 4010:2020 (evt. elektronisch exemplaar).



**fouten** Dit cursusboek is met zeer veel zorg samengesteld. Toch kan het zijn dat er fouten in staan (bijvoorbeeld taalfouten). We stellen het erg op prijs als je ons die fouten door zou willen geven. Dat komt de kwaliteit van ons materiaal natuurlijk ten goede. Geef ze dus gerust door. Ook als je niet zeker weet of het wel echt fout is. Bij voorbaat dank voor je medewerking.

**inspectie** In de cursus komen de delen 1 tot en met 5 aan bod. NEN 4010 bevat ook nog een deel 6, maar die is buiten beschouwing gelaten. Deel 6 beschrijft namelijk de inspectie van een elektrische installatie. De focus van deze cursus ligt niet op het inspecteren, maar op het ontwerpen van een elektrische installatie. Als het toch je ambitie is om te gaan inspecteren dan raden we je aan om (ook) een inspectiecursus te volgen.

**bijzondere ruimten** In NEN 4010 vind je na de algemene eisen een uitwerking van de eisen die gesteld worden aan bijzondere ruimten. De algemene eisen gelden voor elke laagspanningsinstallatie (uiteraard binnen het toepassingsgebied van NEN 4010). Er

# Inleiding

**behoefte** NEN 4010 is ontwikkeld omdat NEN 1010 soms erg moeilijk te lezen is. Er was een behoefte in de markt voor een 'leesbare' NEN 1010. Zo is er ongeveer tien jaar geleden een subcommissie van de NEN 1010 commissie (NEC 64) ontstaan die NEN 4010 ging schrijven. Die subcommissie heet de implementatiecommissie.

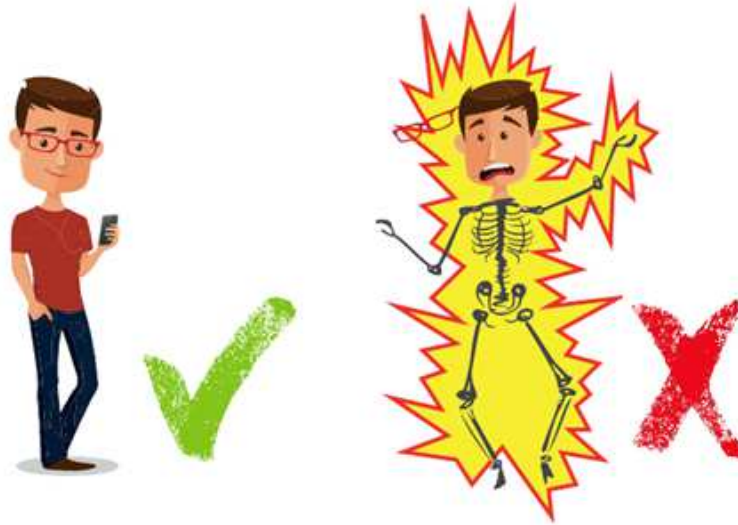


**gewoon** De implementatiecommissie had een doel, namelijk om in 'gewone' taal een norm te schrijven die geldt voor elektrische installaties in de gewone Nederlandse praktijk. Dat duurde wat langer dan gedacht maar in 2019 was het dan zover. De eerste editie van NEN 4010 was een feit.

**nieuw** In 2020 is er een nieuwe editie uitgebracht. In die editie zijn onder andere de fouten uit de editie van 2019 verbeterd en zijn er wat relevante items toegevoegd aan de norm. Ook zijn de wijzigingen van NEN 1010:2020 meegenomen in NEN 4010:2020.

NEN 4010:2020 is gebaseerd op NEN 1010:2020, de Nederlandse norm voor laagspanningsinstallaties.





Kortom: in alle omstandigheden is veiligheid van de elektrische installatie het doel van NEN 4010. Hier moet je bij het lezen van de rest van NEN 4010 heel goed rekening mee houden.



**Vraag 1.4**

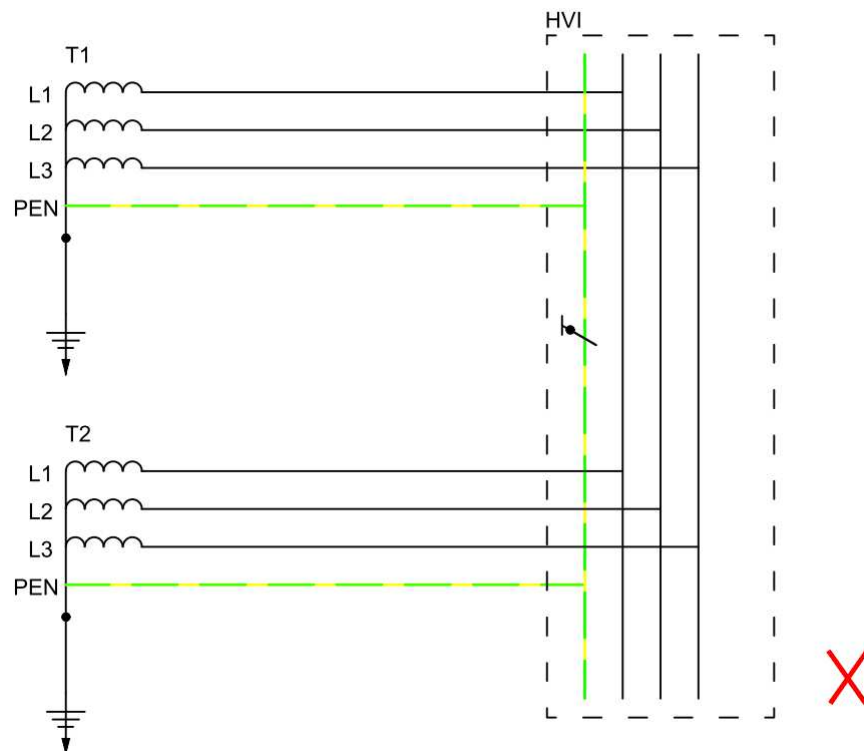
Is NEN 4010 ook bedoeld om de veiligheid van dieren te waarborgen?

*fabrikant* Voor elektrisch materieel geldt dat altijd de montagevoorschriften van de fabrikant moeten worden gevolgd. Daarnaast moet al het elektrisch materieel worden gebruikt voor de functie waarvoor het is bedoeld.

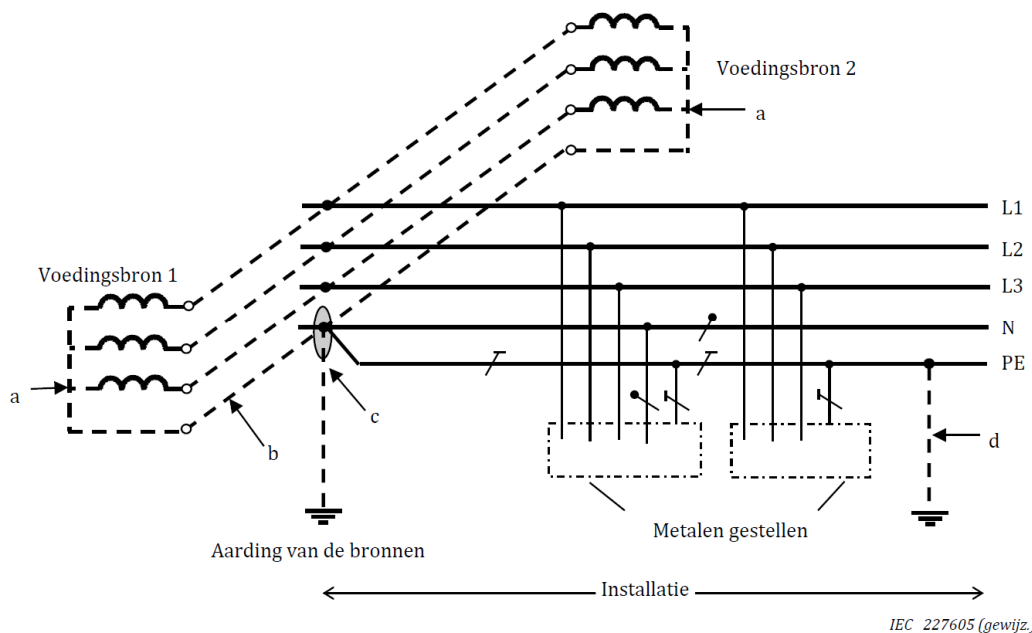
*vakman* Bij het ontwerpen en het installeren van de elektrische installatie moet worden gezorgd voor goed vakmanschap, geleverd door vakkundig personeel.

Uit het citaat hiervoor blijkt dat de fabrikantsvoorschriften gevolgd moeten worden. Je leest bijvoorbeeld eerst de installatiehandleiding voordat je iets gaat installeren wat je nog nooit eerder hebt gedaan. Dit doe je echt niet elke keer, maar je hebt het op z'n minst al een keer doorgenomen. Hierdoor weet je hoe de fabrikant de installatie bedoeld heeft. Wijk je hiervan af? Dan is dat in strijd met NEN 4010.

**bedoeld** Elektrisch materieel moet worden gebruikt waarvoor het bedoeld is. Stel je eens een kledingwinkel voor. Voorin de kledingwinkel hangt de verdeelinrichting. Als de winkelmedewerker de winkel opent, loopt ze naar de verdeelinrichting en schakelt een aantal beveiligingstoestellen in. Hierdoor springt de verlichting in de winkel aan. De beveiligingstoestellen worden hier gebruikt als bedieningsschakelaars en daar zijn ze niet voor bedoeld. Het werkt misschien wel, maar het is niet de bedoeling.



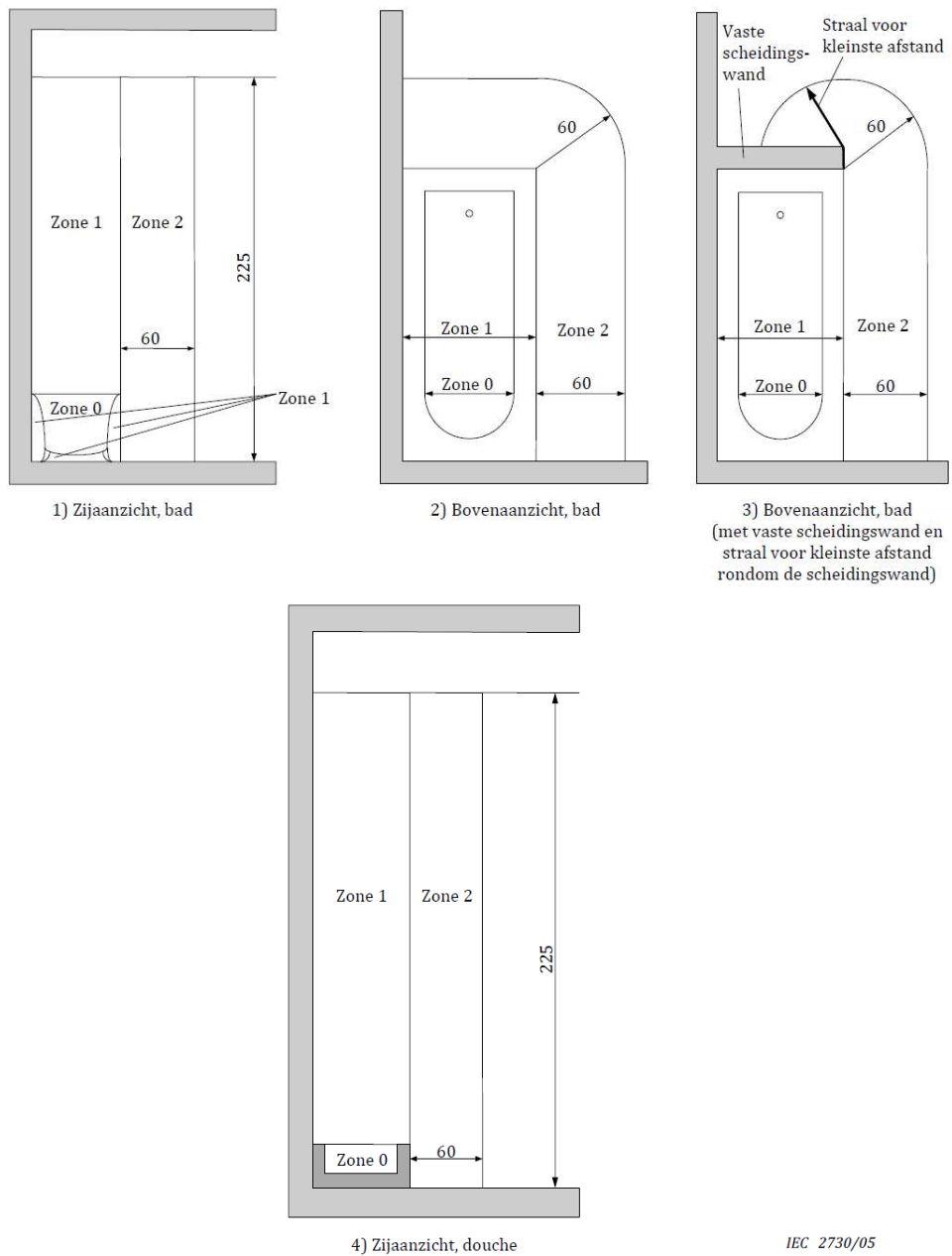
**essentieel** Om ervoor te zorgen dat er geen of weinig bedrijfsstromen door de installaties gaan dwalen, heeft NEN 4010 een figuur opgenomen met een aantal essentiële ontwerpregels. De figuur en de ontwerpregels zijn hierna overgenomen.



**Legenda**

a Een directe verbinding naar aarde met een sterpunt van een transformator of een sterpunt van een generator is niet toegelaten.

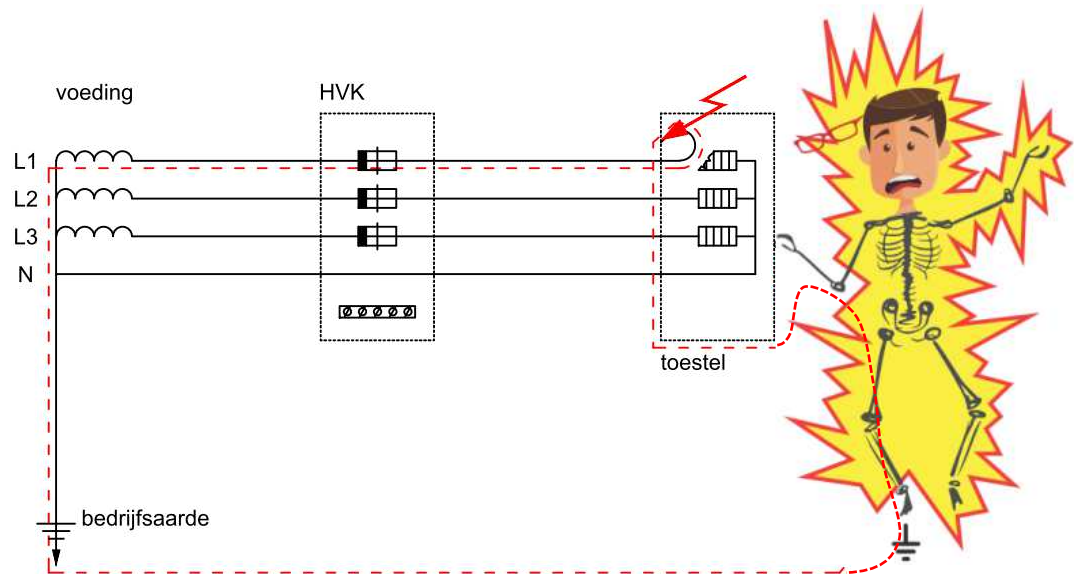
Afmetingen in centimeters



IEC 2730/05

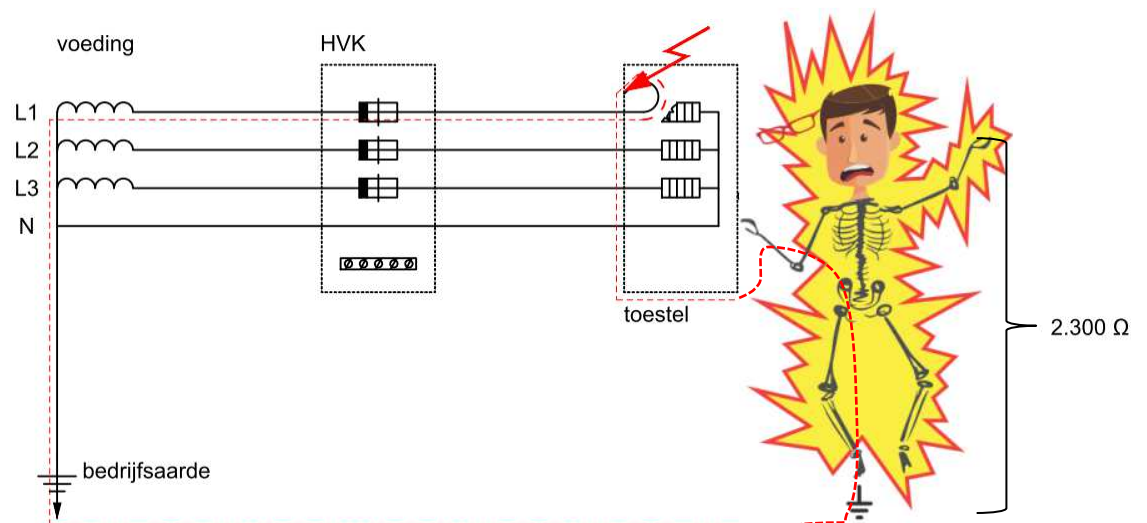
De zone-indeling is als volgt:

- Zone 0 is de ruimte in een badkuip of douchebak.
- Zone 1 is de ruimte boven de badkuip of douchebak tot:
  - het wateraanvoerpunt of de hoogste vaste douchekep of,
  - tot een hoogte van 225 cm vanaf de afgewerkte vloer.
- Zone 2 is de ruimte naast de badkuip of douchebak tot een afstand van 60 cm. Voor de hoogte geldt hetzelfde als in zone 1.



**foutstroom** Hoe groot deze foutstroom is, kan je niet zomaar zeggen. De grootte van de foutstroom is afhankelijk van de impedantie van de stroomketen. De impedantie van de stroomketen wordt voor een groot deel bepaald door de weerstand van Norman.

Kijk nu eens naar de volgende figuur.



**2.300 Ω** Je ziet in deze figuur dat de weerstand van Norman en van zijn schoenen 2.300 Ω is. Door nu de wet van Ohm te gebruiken, kun je uitrekenen hoe groot de foutstroom is die door hem zal gaan lopen.

de kerndoorsnede van afzonderlijk gelegde beschermingsleidingen doorgaans dunner mogen zijn dan de erbij behorende fase- en nulleidingen.

### Handmatig of geautomatiseerd?

In de praktijk zullen de berekeningen van de kerndoorsnede van leidingen vaak gemaakt worden met een speciaal daarvoor ontwikkeld kabelberekeningsprogramma (bijvoorbeeld Intelec of Ecodial). Het kabelberekeningsprogramma zorgt dan zelf voor de juiste volgorde van de berekening.

**ingewikkeld** Vooral als je ingewikkelde kabelberekeningen moet maken kun je dat beter met een kabelberekeningsprogramma doen. Maar houd er wel rekening mee dat als je onjuiste informatie in een kabelberekeningsprogramma geeft, de kans op een onjuiste uitkomst bijzonder groot is. Dus zelfs als je de berekeningen met een computerprogramma maakt, moet je verstand van kabelberekenen hebben.

Voor het maken van kabelberekeningen, geeft NEN 4010 een stappenplan. Het stappenplan helpt je te voorkomen dat je dingen vergeet bij het maken van een kabelberekening. Als je je aan dit stappenplan houdt, loop je bij het maken van kabelberekeningen geen risico dat je cruciale zaken vergeet.

### Het stappenplan

NEN 4010 kent een stappenplan om een kerndoorsnede van een leiding te berekenen. Dit stappenplan heeft zes stappen, zoals je kunt zien in de tabel hierna. We zullen hierna elke stap afzonderlijk bespreken.

Stap	Handeling
1	Bepaal de hoogste toelaatbare stroom $I_z$
2	Bepaal de categorie van de installatiemethode en de soort leiding
3	Bepaal de volgende correctiefactoren: a) de correctiefactor $f_T$ voor de omgevingstemperatuur b) de correctiefactor $f_w$ voor de warmteweerstand van de grond c) de correctiefactor $f_n$ voor bij elkaar gelegde leidingen
4	Bepaal de kerndoorsnede van de leidingen
5	Bepaal de maximale lengte $L_K$ van de leidingen in verband met kortsluitstroom
6	Bepaal de maximale lengte $L_S$ van de leidingen in verband met spanningsverlies

Voorbeeld

Je moet de kerndoorsnede van een vijfaderige YMvK kabel berekenen. De kabel komt in een leidingbaan te liggen. Dan is dat installatiemethode nummer 30 (zie evt. tabel 29). Daarbij hoort categorie C (dat staat ook in tabel 29). De  $I_z$  is berekend op 102 A.

In tabel 38 zoek je nu op welke belastingstabel je moet gebruiken om de kerndoorsnede te kunnen bepalen.



**Vraag 5.2.44**

Welke belastingstabel is dat?

XLPE

Je gaat een YMvK kabel berekenen. Die heeft een isolatie van XLPE, dus je moet kiezen voor kolom 4 of 5. De kabel heeft drie belaste aders. Je moet dus in kolom 5 van tabel 38 kijken welke belastingstabel je moet gebruiken. Dat blijkt belastingstabel 43 te zijn.

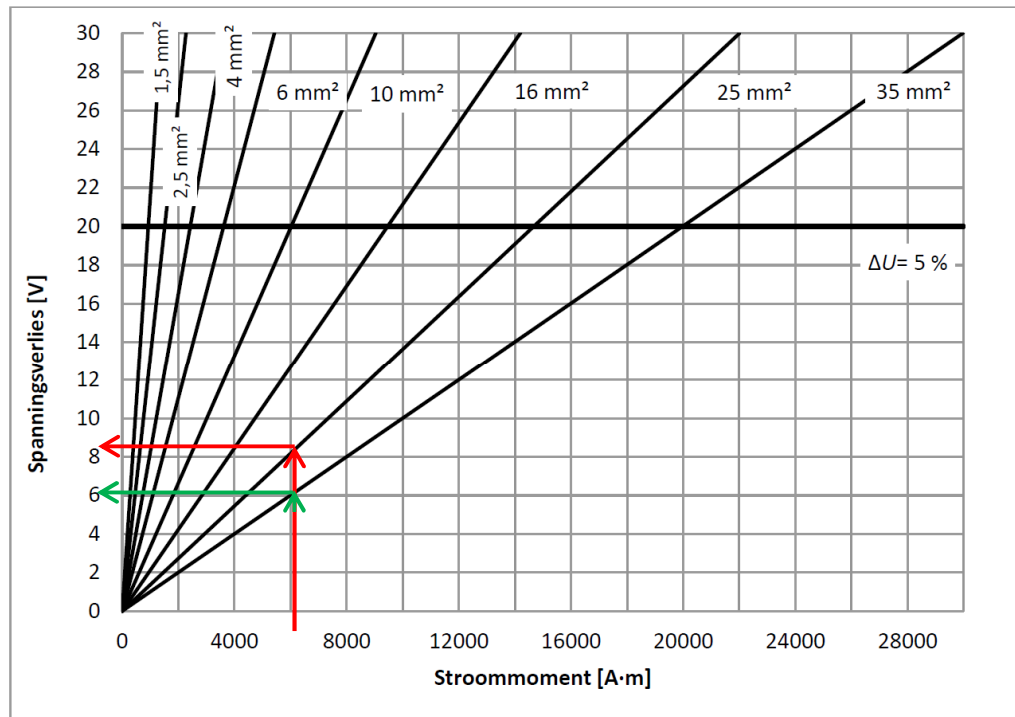
Van deze belastingstabel is hierna een fragment weergegeven.

**Tabel 43 — Toelaatbare stroom ( $I_{z\text{tabel}}$ ) in A voor categorieën genoemd in tabel 29**

Isolatiemateriaal: XLPE of EPR                      Hoogste toelaatbare kerntemperatuur: 90 °C  
 Aantal belaste geleiders 3                              Omgevingstemperatuur: 30 °C in lucht  
 Kernmateriaal: koper of aluminium                      20 °C in grond

Nominale kern-doorsnede mm <sup>2</sup>	Categorieën genoemd in tabel 29						
	A1	A2	B1	B2	C	D1	D2
1	2	3	4	5	6	7	8
Koper							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153

In deze tabel, kolom 6, zoek je nu de toelaatbare stroom ( $I_{z\text{tabel}}$ ) op van de kerndoorsnede die de stroom kan verdragen waar je rekening mee moet houden. Die stroom is dus de  $I_z$  van 102 A. De eerstvolgende waarde in de tabel is 119 A ( $I_{z\text{tabel}}$ ).



8,5 V

Het spanningsverlies is, zoals je kunt aflezen, 8,5 V. Dit is in ieder geval onder de 5% zoals je kunt zien. Maar in de opgave stond dat het maximale spanningsverlies voor deze groep 2% mocht zijn. We rekenen dus uit wat het relatieve spanningsverlies hier is.

$$U_v = \frac{8,5 \text{ V}}{400 \text{ V}} \times 100\% = 2,1\%$$

Conclusie: dit is te veel spanningsverlies op basis van de voorwaarde in de opgave. Oplossing: we maken de kerndoorsnede een maatje groter. We gaan nu naar een 35 mm². Vervolgens bekijken en berekenen we of dit wel voldoende is.

In de figuur hiervoor is dat aangegeven met de groene lijn. Deze lijn geeft het spanningsverlies weer bij een kerndoorsnede van 35 mm². Dat is 6,1 V. Relatief gezien is dat dan:

$$U_v = \frac{6,1 \text{ V}}{400 \text{ V}} \times 100\% = 1,5\%$$

Dit is wel minder dan 2% en voldoet daarmee aan de voorwaarde in de opgave.

Conclusie

De kabelberekening is na stap 6 pas klaar, alhoewel je na stap 4 al een kerndoorsnede had. In ons voorbeeld zie je goed hoe die kerndoorsnede uit stap 4 voldoende was voor beveiliging tegen overbelasting (stap 4) en beveiliging tegen

2. We lezen vervolgens in tabel 60 af wat de minimale kerndoorsnede is.

**stap 1** In stap 1 moeten we weer de kerndoorsnede van de faseleiding kiezen waarin de grootste foutstroom kan gaan lopen. We nemen aan dat de grootste kerndoorsnede van de faseleiding 50 mm<sup>2</sup> is.

**stap 2** In stap 2 gaan we naar tabel 60. Die is hierna overgenomen.

**Tabel 60 — Minimale kerndoorsnede van de leiding die de HAR verbindt met de hoofdschakel- en verdeelinrichting**

Kerndoorsnede van faseleiding <i>S</i>	Minimale kerndoorsnede
mm <sup>2</sup> koper	
$S \leq 2,5$	2,5 <sup>a</sup> of 4 <sup>b</sup>
$S = 4$	4
$S = 6$	6
$S = 10$	10
$16 \leq S \leq 35$	16
$S > 35$	25
<sup>a</sup> Beschermd tegen stootbelasting.	
<sup>b</sup> Niet beschermd tegen stootbelasting.	

In de eerste kolom zoek je de kerndoorsnede op van de faseleiding om vervolgens in de tweede kolom de minimale kerndoorsnede af te lezen. Bij een kerndoorsnede van 50 mm<sup>2</sup> voor de faseleiding lezen we een minimale kerndoorsnede van 25 mm<sup>2</sup> af voor de leiding tussen HAR en HVK.



**Vraag 5.4.8**

Bij voetnoot <sup>a</sup> en <sup>b</sup> lees je ‘Beschermd tegen stootbelasting’ respectievelijk ‘Niet beschermd tegen stootbelasting’. Hoe beschermen we in de praktijk een leiding tegen stootbelasting?

**stootbelasting**

Mocht de faseleiding een kerndoorsnede hebben van 2,5 mm<sup>2</sup> of kleiner, dan mag de kerndoorsnede van de leiding tussen HAR en HVK 2,5 mm<sup>2</sup> of 4 mm<sup>2</sup> zijn. Dit hangt af van de bescherming tegen stootbelasting. Is die bescherming er wel, dan volstaat een 2,5 mm<sup>2</sup> en is die er niet dan moet de kerndoorsnede minimaal 4 mm<sup>2</sup> zijn.

Je kunt dit ook naar de praktijk vertalen door te stellen dat als de leiding tussen HAR en HVK in een buis is aangebracht de kerndoorsnede minimaal 2,5 mm<sup>2</sup> moet zijn. En als je die leiding los legt, dus zonder buis of een andere vorm van bescherming tegen stootbelasting, de kerndoorsnede minimaal 4 mm<sup>2</sup> moet zijn.





Elektro**o**raad

Galvanistraat 51  
6716 AE Ede

0318 - 631 670  
info@elektroraad.nl

[WWW.ELEKTORRAAD.NL](http://WWW.ELEKTORRAAD.NL)

