

CURSUSBOEK

VERDER
MET
NEN IOIO

- Galvanistraat 51
- 6716 AE Ede
- T 0318 - 631 670
- E info@elektroraad.nl
- www.elektroraad.nl

Verder met NEN 1010

Cursusboek bij de gelijknamige cursus

6^e druk mei 2018

© 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

VOORWOORD	7
DEEL 0	9
DEEL 1	17
HOOFDSTUK 11: TOEPASSINGSGEBIED	18
HOOFDSTUK 13: UITGANGSPUNTEN	21
<i>Rubriek 131: Veiligheidsmaatregelen</i>	22
<i>Rubriek 132: Ontwerp</i>	24
<i>Rubriek 133: Keuze van elektrisch materieel</i>	25
<i>Rubriek 134: Installatie en eerste inspectie van de installatie</i>	27
DEEL 2	33
DEEL 3	49
HOOFDSTUK 31: BEOOGD DOEL, VOEDINGSBRONNEN EN INDELINGEN	50
<i>Rubriek 311: Hoogst gevraagde vermogen en gelijktijdigheidsfactor</i>	50
<i>Rubriek 312: Indeling van stroomstelsels</i>	51
<i>Rubriek 314: Opdelen van installaties</i>	59
DEEL 4	63
HOOFDSTUK 41: BESCHERMING TEGEN ELEKTRISCHE SCHOK	64
<i>Rubriek 410: Inleiding</i>	64
<i>Rubriek 411: Automatische uitschakeling van de voeding</i>	74
<i>Rubriek 412: Dubbele of versterkte isolatie</i>	101
<i>Inleiding tot rubriek 413 en 414</i>	105
<i>Rubriek 413: Elektrische scheiding</i>	108
<i>Rubriek 414: Extra lage spanning: SELV en PELV</i>	110
<i>Rubriek 415: Aanvullende bescherming</i>	112
HOOFDSTUK 42: BESCHERMING TEGEN THERMISCHE INVLOEDEN	115
<i>Rubriek 421: Bescherming tegen brand veroorzaakt door elektrisch materieel</i>	115
<i>Rubriek 422: Voorzorgsmaatregelen op plaatsen met bijzondere risico's bij brand</i>	120
<i>Rubriek 423: Bescherming tegen brandwonden</i>	132
HOOFDSTUK 43: BEVEILIGING TEGEN OVERSTROOM	135
<i>Rubriek 430: Algemeen</i>	136
<i>Rubriek 431: Eisen afhankelijk van de eigenschappen van de stroomketens</i>	137
<i>Rubriek 432: Eigenschappen van beveiligingstoestellen</i>	142
<i>Rubriek 433: Beveiliging tegen overbelastingsstroom</i>	145

<i>Rubriek 434: Beveiliging tegen kortsluitstroom</i>	157
<i>Rubriek 436: Begrenzing van de overstroom door eigenschappen van de voedingsbron</i>	167
HOOFDSTUK 44: BEVEILIGING TEGEN OVERSPANNING	168
<i>Rubriek 443: Beveiliging tegen overspanningen van atmosferische oorsprong of als gevolg van schakelhandelingen</i>	169
<i>Rubriek 444</i>	186
<i>Rubriek 445: Beveiliging tegen onderspanning</i>	200
DEEL 5	203
HOOFDSTUK 51: ALGEMENE BEPALINGEN	204
<i>Rubriek 510: Algemene bepalingen</i>	204
<i>Rubriek 512: Bedrijfsomstandigheden en uitwendige invloeden</i>	205
<i>Rubriek 513: Bereikbaarheid</i>	213
<i>Rubriek 514: Aanduiding</i>	213
<i>Rubriek 515: Voorkomen van wederzijdse schadelijke beïnvloeding</i>	220
<i>Rubriek 516: stromen in beschermingsleidingen</i>	222
HOOFDSTUK 52: KEUZE EN INSTALLATIE VAN LEIDINGSYSTEMEN	224
<i>Rubriek 520: Inleiding</i>	224
<i>Rubriek 521: Soorten leidingsystemen</i>	225
<i>Rubriek 522: Keuze en installatie afhankelijk van uitwendige invloeden</i>	236
<i>Rubriek 523: Hoogste toelaatbare stromen</i>	253
<i>Rubriek 524: Kerndoorsnede van geleiders</i>	266
<i>Rubriek 525: Spanningsverlies in installaties van verbruikers</i>	272
<i>Rubriek 526: Elektrische verbindingen</i>	278
<i>Rubriek 527: Keuze en installatie van leidingsystemen ter beperking van brandverspreiding</i>	282
<i>Rubriek 528: Nabijheid van andere voorzieningen</i>	285
<i>Rubriek 529: Keuze en installatie van leidingsystemen met betrekking tot onderhoudswerkzaamheden, met inbegrip van reiniging</i>	290
KABELBEREKENEN	292
<i>Inleiding</i>	292
<i>Hoofdstuk 52 en bijlage 52</i>	292
<i>Handmatig of geautomatiseerd?</i>	293
<i>Handmatig kabelberekenen: een stappenplan</i>	293
HOOFDSTUK 53: BESTURINGS- EN BEVEILIGINGSTOESTELLEN, SCHAKELAARS EN SCHEIDERS	328
<i>Rubriek 530: Inleiding</i>	328
<i>Rubriek 531: Toestellen voor foutbescherming door automatische uitschakeling van de voeding</i>	329
<i>Rubriek 533: Beveiligingstoestellen tegen overstroom</i>	337
<i>Rubriek 534</i>	340
<i>Rubriek 535: Coördinatie van beveiligingstoestellen</i>	350
<i>Inleiding tot rubriek 536</i>	352
<i>Rubriek 536: Schakelen en scheiden</i>	356

HOOFDSTUK 54: AARDINGSVOORZIENINGEN, BESCHERMINGSLEIDINGEN EN BESCHERMENDE VEREFFENINGSLEIDINGEN	375
<i>Rubriek 542: Aardingsvoorzieningen</i>	376
<i>Rubriek 543: Beschermingsleidingen</i>	389
<i>Rubriek 544: Beschermende vereffeningleidingen</i>	408
HOOFDSTUK 55: OVERIG ELEKTRISCH MATERIEEL	415
<i>Rubriek 557</i>	415
<i>Rubriek 559</i>	420
HOOFDSTUK 56: VEILIGHEIDSVORZIENINGEN	425
<i>Rubriek 560</i>	425

Voorwoord

Voor je ligt het cursusboek dat hoort bij de cursus 'Verder met NEN 1010'. De cursus is opgezet voor ambitieuze elektrotechnici, die een goede kennis van NEN 1010 nodig hebben voor de volgende stap in hun carrière.

Het hiervoor beschreven uitgangspunt verraaft al dat we niet geprobeerd hebben om een zo makkelijk mogelijke cursus te ontwikkelen. Dat is het dan ook niet geworden. Er zal zowel tijdens de lessen als daarbuiten nogal wat van je gevraagd worden. En dat is niet erg, want je bent dus ambitieus.

kader

In de cursus komen alleen de delen 0 tot en met 5 aan bod. Dat is niet gedaan omdat de delen 6 en 7 niet belangrijk zouden zijn. Het was nodig omdat de cursus anders te zwaar zou worden voor het aantal beschikbare dagen.

Toch is het niet zo dat je noodzakelijk een vervolgcursus moet doen voor de laatste twee delen. In de cursus 'Verder met NEN 1010' leer je namelijk ook hoe je NEN 1010 moet lezen. Daarom gaan we soms ook in op de achtergronden die een rol hebben gespeeld bij het ontstaan van de normteksten. Bij veel bepalingen schenken we bovendien aandacht aan de onderliggende techniek.

Deze kennis zorgt voor een bredere kijk op de principes die NEN 1010 beschrijft. Die principes gelden uiteraard niet alleen voor de delen 0 t/m 5, maar ook voor deel 6 en 7. Het resultaat van het gemotiveerd volgen van de cursus zal zich dan ook zeker vertalen in een beter begrip van de hele NEN 1010.

gebruik

De docent geeft tijdens de lessen op welk deel van het cursusboek moet worden gelezen. Vaak is het doel ervan drieledig:

1. het geeft een noodzakelijke herhaling van de stof die al gedoceerd is;
2. het bereidt voor op de volgende les;
3. het bereidt voor op het examen.

Uiteraard is het belangrijk dat je de aanwijzingen van de docent hierbij opvolgt. Een achterstand in je huiswerk zal problemen op kunnen leveren bij het volgen van de stof tijdens de lessen.

De stof van de tweede lesdag start bijvoorbeeld op een bepaald kennisniveau. Dat kennisniveau is wat je op de eerste lesdag hebt geleerd PLUS wat je leert van het huiswerk dat je zou moeten doen. Als je je huiswerk niet gedaan hebt, is de stof op de tweede cursusdag te moeilijk.

verwijzingen In het cursusboek staan in de kantlijn verwijzingen. Vaak zijn dat verwijzingen naar NEN 1010. Aan de kleur van de verwijzingen kun je zien waar je de bepaling of verwijzing terug kunt vinden. We houden daarbij het volgende aan:

- 410.3.5 verwijst (**in volgorde**) naar een bepaling in NEN 1010
- 514.3.5.4 verwijst (**niet** in volgorde) naar een bepaling in NEN 1010
- 528.1.1 verwijst naar een bepaling uit een **correctieblad** op NEN 1010
- 411.3.2.3 geeft een **citaat** van NEN 1010
- NPR 5310 verwijst naar een beschrijving **buiten** NEN 1010

De lichtblauwe verwijzing komt het meest voor. Dat betekent dus dat dit cursusboek zoveel mogelijk de volgorde van de bepalingen in NEN 1010 volgt. Dat is handig omdat je veelal NEN 1010 naast het cursusboek zal gebruiken.

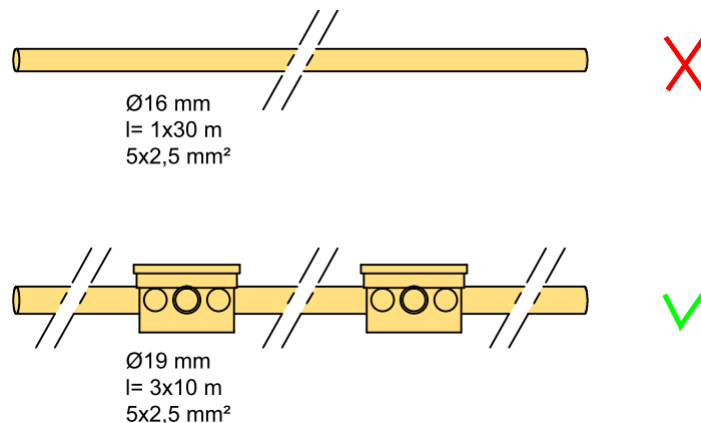
eigen norm Het is verstandig om voor je eigen exemplaar van NEN 1010 te zorgen. Dat mag een elektronisch exemplaar zijn. Maar tijdens het examen mag je alleen gebruik maken van een papieren versie. Indien gewenst kun je die van Elektroraad lenen. Tijdens deze cursus werken we met NEN 1010:2015 (evt. 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.

succes We wensen je veel succes met deze cursus. Hij is soms best wel pittig, maar in elk geval heel leerzaam.

134.1.2 Het elektrisch materieel mag niet beschadigen of aangetast worden tijdens het aanleggen van die installatie.

De isolatie van installatiedraad mag bijvoorbeeld niet beschadigen als je draad trekt. Dat betekent dat je daar al rekening mee moet houden bij het ontwerpen en het aanleggen van de buisleiding. Voldoende grote diameter van de buisleiding, bochten niet te krap, afstand tussen twee trekpunten niet te lang.



Je moet er dus over nadenken of de manier waarop de elektrische installatie wordt aangelegd wel geschikt is voor het elektrisch materieel dat je gebruikt.



Vraag 1.14

Stel dat een monteur op het idee is gekomen om een kabel in een sleuf te leggen door hem aan de trekhaak van zijn bus te binden. Hij rijdt vervolgens met zijn bus over de sleuf.

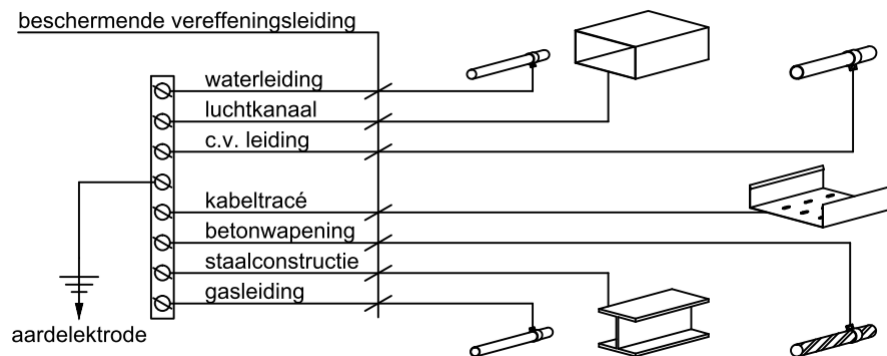
Is dat in strijd met bepaling 134.1.2 van NEN 1010?

134.1.8 *Wanneer bij een installatie gebruik wordt gemaakt van nieuwe materialen, uitvindingen of methoden die leiden tot afwijkingen van de bepalingen uit deze norm, mag het uiteindelijke veiligheidsniveau van de installatie niet lager zijn dan het niveau dat zou zijn verkregen door aan deze norm te voldoen.*

Deze bepaling mag je niet zien als vrijbrief om niet aan NEN 1010 te voldoen. Deel 1 van NEN 1010, en dus ook bepaling 134.1.8 is vooral bedoeld om de ontwerper duidelijk te maken wanneer hij NIET meer aan NEN 1010 heeft voldaan.



Beschermende vereffening is in de volgende figuur schematisch weergegeven.



Aanvullende bescherming

Hiervoor heb je kennisgemaakt met de basisbescherming en de foutbescherming die hoort bij de beschermingsmaatregel 'automatische uitschakeling van de voeding'.

Nu is het zo dat basisbescherming en foutbescherming niet altijd voldoende bescherming bieden. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer mensen die weinig of geen verstand hebben van elektriciteit de elektrische installatie gebruiken. Een leek zou bijvoorbeeld een haspel zonder beschermingsleiding kunnen gebruiken voor de voeding van een toestel dat 'eigenlijk' geaard zou moeten zijn.



Vraag 41.44

Wat is het gevaar daarvan?



Vraag 41.45

Hoe zou een leek ook de basisbescherming teniet kunnen doen?

Om leken extra bescherming te bieden eist NEN 1010 soms ook aanvullende bescherming. Deze bescherming wordt veelal geboden door het toepassen van een aardlekschakelaar.

De eisen vind je in bepaling 411.3.3. Hierna vind je een citaat van deze bepaling. Bedenk dat voordat je de bepaling leest, dat het hier niet gaat over **foutbescherming** door middel van aardlekschakelaars, maar over **aanvullende bescherming** door middel van aardlekschakelaars.

vlamboogdetectie Om installaties of delen daarvan te beschermen tegen de gevolgen van vlamboog, zou vlamboogdetectie toegepast kunnen worden. Een toestel voor vlamboogdetectie wordt vaak AFDD (Arc Flash Detection Device) genoemd.

Er bestaan verschillende typen AFDD's, namelijk:

1. toestellen die de vlamboog detecteren en afschakelen², en
2. toestellen die de vlamboog alleen detecteren.

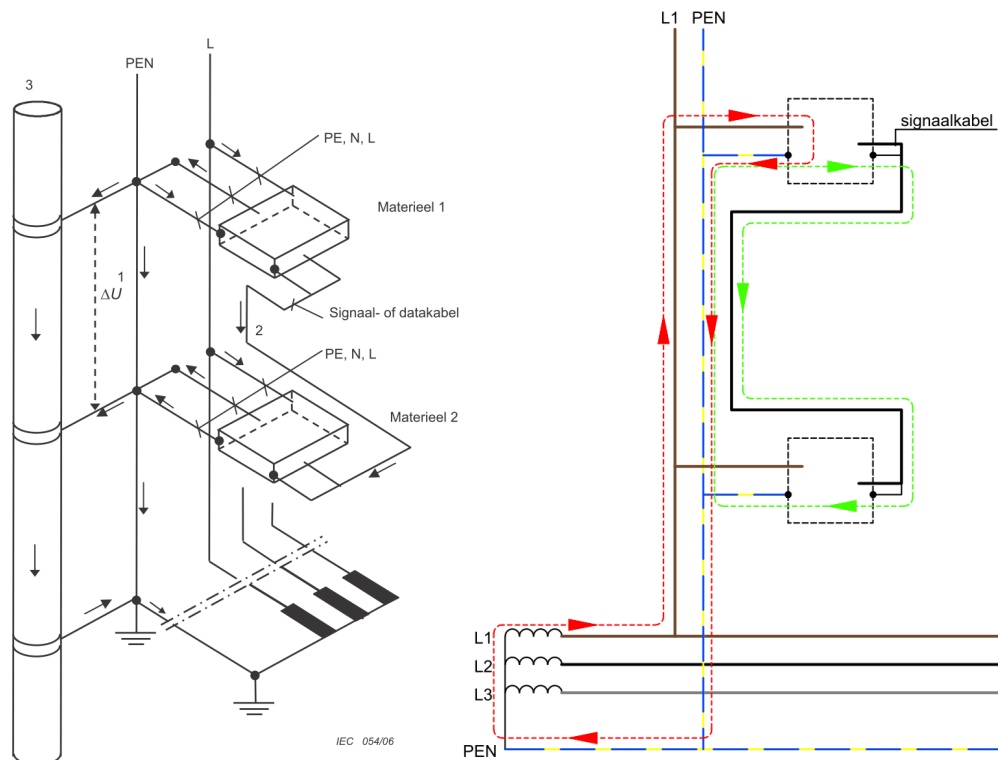
Voor deze laatste uitvoeringsvorm is dus een afzonderlijk afschakelmechanisme nodig.

Een vlamboogdetector lijkt een beetje op een aardlekschakelaar en worden meestal modulair geleverd. Hij kan gewoon op de DIN-rail van een verdeelinrichting worden geplaatst.



Een vlamboogdetector reageert anders dan een gewoon beveiligingstoestel tegen overstroom. Die reageren op overbelasting of kortsluiting. Een vlamboogdetector reageert alleen op een grillige vorm van de spanning. Hij controleert voortdurend de sinusvorm van de spanning. Als hij in de vorm een vonkontlading herkent schakelt hij af. Hierna zie je een afbeelding met de karakteristieke vorm van een spanning bij een boogontlading.

² in Amerika wordt dit AFCI (Arc Flash Circuit Interrupter) genoemd.



figuur 44.6

Rechts van de figuur uit de norm proberen we duidelijk te maken wat de normschrijver ons met figuur 44.6 probeert te vertellen. De 'regenpijp' aan de linkerkant van de normfiguur (eigenlijk is dat de staalconstructie van het gebouw) hebben we weggelaten omdat die geen rol van betekenis speelt voor de uitleg.

In de rechter tekening zie je dat de trafo twee toestellen (of verdeelinrichtingen) voedt. De stroom gaat uiteraard via fase L1 heen, en komt via de PEN-leiding retour (er is immers geen afzonderlijke nul).

Bovendien zie je in de rechter figuur dat er een (in groen aangegeven) paralleltak van de PEN-leiding ontstaat als er een afgeschermd signaalkabel wordt gebruikt. Een deel van de belastingstroom zal dus over de afscherming van de signaalkabel gaan lopen. Dat is uiteraard ongewenst zodat PEN-leidingen in de installatie afgeraden moeten worden.

De 'regenpijp' in de figuur van NEN 1010 laat nu zien dat - door te vereffenen - je nog een extra route voor de nulstroom kan maken. Hierdoor zal de stroom door de signaalleiding kleiner worden. Desalniettemin lijkt het ons toch een weinig voor de hand liggende keuze en moet in elk geval sterk worden afgeraden.

Kleine lussen

figuur 44.5 In figuur 44.5 van NEN 1010 is er geen sprake van samenvallende circuits. Toch moet je oppassen voor EMI omdat er sprake is van een lus.

Om een leiding tegen overbelastingsstroom te beveiligen moet je aan twee voorwaarden voldoen:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

en

$$I_2 \leq 1,45 \times I_Z$$

Waarin:

I_B is de ontwerpstroom van de stroomketen;

I_n is de nominale stroom van het beveiligingstoestel;

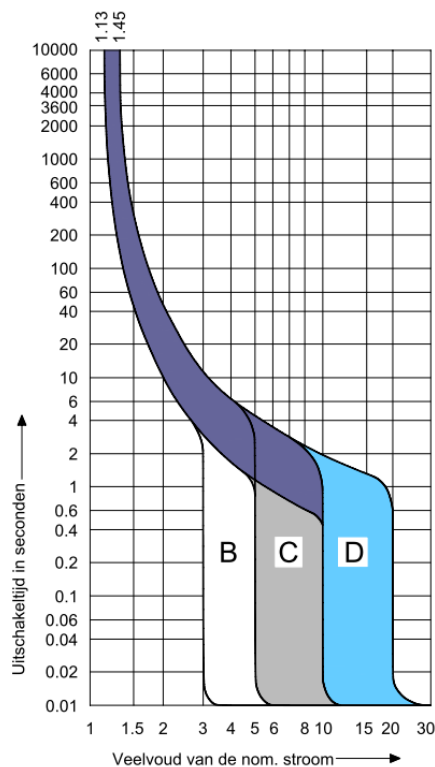
I_Z is de hoogste toelaatbare stroom van de leiding;

I_2 is de stroom die bij de afgesproken tijdsduur het beveiligingstoestel doet aanspreken.

In de eerste voorwaarde staat dat de leiding de door het beveiligingstoestel doorgelaten stroom moet kunnen voeren zonder beschadigd te raken. En dat het beveiligingstoestel de ontwerpstroom van de stroomketen moet kunnen voeren zonder aan te spreken.

In de tweede voorwaarde staat dat de stroom waarbij het beveiligingstoestel nog net binnen het uur aanspreekt, de leiding niet mag beschadigen.

Kijk hiervoor eens naar de volgende figuur.



Stel dat je de I_z moet bepalen en corrigeren voor de volgende situatie:

- Er liggen 5 identieke en volbelaste kabels op een ongeperforeerde kabelbaan.
- Alle kabels liggen binnen tweemaal de kabeldiameter van de te berekenen kabel.
- De kabels zijn van het type YMvK.
- De kabels zijn beveiligd met smeltpatronen met $I_n = 16$ A (gG-karakteristiek).
- De omgevingstemperatuur = 35° C.

Om de I_z te bepalen kijk je in tabel 53.H.1. Bij de I_n van 16 A gG hoort een I_z van ten minste 17,7 A.

Voor de correctiefactor voor de temperatuur kijk je in tabel 52.B.14. Een YMvK kabel heeft XLPE isolatie. Bij 35 °C hoort een correctiefactor c_T van 0,96.

Voor de correctiefactor voor de verzameling van kabels kijk je in tabel 52.B.17. Je hebt te maken met een enkele laag op een ongeperforeerde kabelbaan, en daarom moet je kijken in de rij 'item 2'. Bij een verzameling van vijf kabels hoort een correctiefactor c_v van 0,73.

Met deze correctiefactoren kan je nu de gecorrigeerde I_z als volgt uitrekenen:

$$I_{z \text{ corr}} = \frac{I_z}{c_T \times c_v} = \frac{17,7}{0,96 \times 0,73} = 25,3 \text{ A}$$



Vraag 52.81

Tot dusver hebben we de I_z steeds vermenigvuldigd met de correctiefactoren. In voorgaande berekening delen we I_z 'ineens' door die correctiefactoren. Waarom doen we dat?

Zoals je ziet bepaal je de gecorrigeerde I_z door de ongecorrigeerde I_z te delen door de correctiefactoren. Dat doe je als je van een groep de belastingsstroom weet, en je die stroom wil gebruiken om de kerndoorsnede te berekenen.

Maar het kan ook zijn dat je de kerndoorsnede al weet, en dat je wilt berekenen hoe zwaar je die kabel mag belasten. Dat komt voor bij renovatieprojecten waarbij je gebruik wilt maken van de bestaande bekabeling. In dat geval vermenigvuldig je de I_z van de kabel met de correctiefactor.

Om dat te demonstreren zullen we het vorige voorbeeld daarop aanpassen.

Stel dat je de maximaal toegelaten stroom moet berekenen van een bestaande kabel. Je beschikt over de volgende gegevens:

- kabels van het type YMvK naast elkaar in een ongeperforeerde kabelgoot;
- 5 identieke en gelijkbelaste kabels binnen tweemaal de kabeldiameter;

543.1.1 De hiervoor gegeven voorbeelden gaan over een TN-stelsel. Natuurlijk gelden de twee methodes ook voor een TT-stelsel. Maar in een TT-stelsel zal de Z_s doorgaans wat hoger zijn. Daardoor zullen de kortsluitstromen niet zo hoog worden hetgeen weer tot gevolg heeft dat de nominale aanspreekstroom van de beveiligingstoestellen niet al te groot zullen zijn.

Bij een relatief lage waarde van de voorbeveiliging, zal de kerndoorsnede van de beschermingsleiding klein zijn als je die berekent met de formule $S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{k}$.

Daarom bepaalt NEN 1010 in 543.1.1 dat de kerndoorsnede van de beschermingsleiding in een TT-stelsel, niet groter hoeft te zijn dan:

- 25 mm² bij koper;
- 35 mm² bij aluminium.

Er is wel een voorwaarde verbonden aan deze regel. Je mag geen koppeling maken tussen de aardelektrode van de netbeheerder (de bedrijfsaarde) en de aardelektrode van de installatie. Aan deze voorwaarde wordt in de praktijk vrijwel altijd voldaan.

543.1.3 In de meeste gevallen maakt de beschermingsleiding deel uit van dezelfde kabel waarin ook de fasen en de nul zijn ondergebracht. En bij installatiedraad in buis zit de beschermingsleiding meestal in dezelfde buis als de fasen en de nul.

Als de beschermingsleiding apart wordt aangelegd, bijvoorbeeld bij aanvullende beschermende vereffening, mag de kerndoorsnede van de beschermingsleiding niet kleiner zijn dan:

	koper mm ²	aluminium mm ²
wel beschermd tegen mechanische beschadiging	2,5	16
niet beschermd tegen mechanische beschadiging	4	

In deze bepaling staat ook:

Een beschermingsleiding die geen deel uitmaakt van een kabel wordt geacht mechanisch te zijn beschermd indien deze is aangelegd in een buis of kabelgoot of op vergelijkbare wijze is beschermd.

Een aardleiding die los op de grond in een kruipruimte ligt, is dus niet voldoende beschermd. Hij moet in een buis of in een kabelgoot liggen of iets dergelijks.



Elektroraad

Galvanistraat 51
6716 AE Ede

0318 - 631 670
info@elektroraad.nl

WWW.ELEKTORRAAD.NL

