

Elektrische infrastructuur in gebouwen

Voor de aanleg van de elektrische infrastructuur in gebouwen zijn verschillende oplossingen mogelijk. Over het algemeen zijn er drie soorten structuren in gebouwen te onderscheiden. De ontwerper van de gebouwinstallaties bepaalt vaak de keuze van aanleg. Zijn ervaring en bekendheid met het systeem spelen daarbij een belangrijke rol. Er is echter weinig bekend over de gevolgen van de materiaalkeuze voor de verschillende structuren. Dit artikel richt zich met name op de kortsluitcondities van de installatie en gaat in op de selectiviteiten tussen beveiligingsorganen.

Ing. F.W. (Erik) Stam Msc, Royal Haskoning, vestiging Rotterdam

De meest voorkomende infrastructuren zijn weergegeven in figuur 1. Het zijn:

- sternetbekabeling (A). Vanaf de hoofdverdeelinrichting worden alle eindverdeelinrichtingen in het gebouw met een aparte kabel aangesloten;
- cascadeschakeling (B). Eindverdeelkasten worden om en om via dezelfde voedingskabel aangesloten op de hoofdverdeelinrichting;
- railkokersystemen (C). Alle eindverdeelkasten worden aangesloten op het railkokersysteem. Het railkokersysteem is aangesloten op de hoofdverdeelinrichting.

Om inzicht te verkrijgen in de verschillen in kortsluitconditie tussen structuur A, B en C wordt uitgegaan van een fictief gebouw van 24 verdiepingen. De standaard verdiepingshoogte bedraagt 3,9 meter. Op elke verdieping wordt één eindverdeelinrichting geplaatst. De aangesloten verbruikers vragen een gelijktijdig vermogen van 15 kVA. De infrastructuur is uitgelegd met 20% overcapaciteit om toekomstige uitbreidingen te kunnen opvangen. De afstand tussen de hoofdverdeler en de

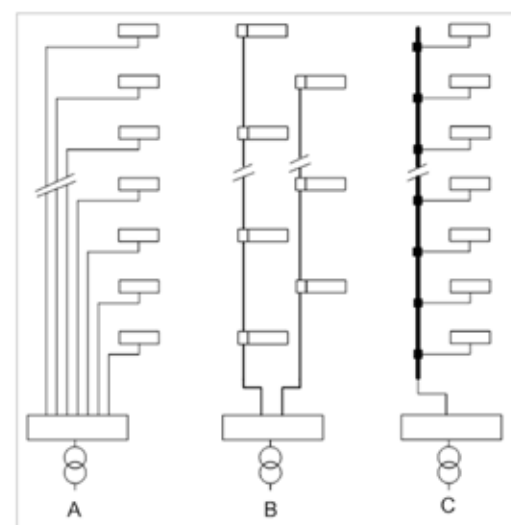
verticale schacht bedraagt 50 meter. Het spanningsniveau van het openbare elektriciteitsnet is 10,2 kV en het kortsluitvermogen (Pk³net) bedraagt 190 MVA. Er is een transformator geplaatst van 1.000 kVA met een kortsluitspanning van 6%. De verdeelkasten op de verdieping worden in de schacht geplaatst, naast de kabeltracés.

Voor het maken van de berekeningen is gebruik gemaakt van een zelf ontwikkeld netberekeningsprogramma dat is opgebouwd conform de eisen van NEN1010 en de theorie voor het bepalen van kortsluitcondities en spanningsverliezen.

■ VERSCHIL IN KORTSLUITSTROMEN

In tabel 1 is alleen de symmetrische kortsluitstroom ($I_{k}^{(3)}$) opgenomen, die volgt uit de berekeningen. Wat direct opvalt, is het enorme verschil in kortsluitstromen tussen de verschillende netwerkstructuren. Bij een sternetstructuur (A) bedraagt de gemiddelde kortsluitstroom 1,58 kA en bij toepassing van een railkokersysteem (C) 16,93 kA.

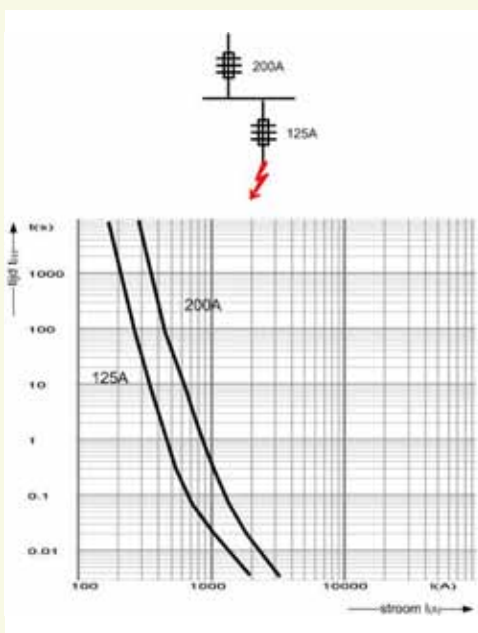
In het ontwerptraject van een project wordt nog al eens voorbij gegaan aan de optredende kortsluitstromen. Vaak gaat men uit van standaard verdeelinrichtingen die zijn uitgelegd op een kortsluitvastheid van 6 kA. Voor een cascade- (B) en railkokerstructuur (C) op



-Figuur 1- De drie meest voorkomende infrastructuren

24	1,33	5,16	14,95
23	1,37	5,29	15,11
22	1,41	5,42	15,26
21	1,45	5,56	15,42
20	1,49	5,71	15,58
19	1,54	5,86	15,74
18	1,59	6,02	15,91
17	1,65	6,19	16,08
16	1,70	6,37	16,25
15	1,75	6,56	16,42
14	1,82	6,77	16,60
13	1,19	6,98	16,78
12	1,24	7,21	16,96
11	1,29	7,45	17,14
10	1,35	7,71	17,33
9	1,41	7,98	17,52
8	1,48	8,28	17,71
7	1,56	8,59	17,91
6	1,62	8,93	18,10
5	1,71	9,30	18,30
4	1,81	9,69	18,50
3	1,93	10,11	18,71
2	2,06	10,57	18,91
1	2,21	11,07	19,12
Verdieping	Ik3" (kA)	Ik3" (kA)	Ik3" (kA)
	Sternet (A)	Cascade (B)	Railkoker (C)

-Tabel 1- De symmetrische kortsluitstroom (I_{k3}) per infrastructuur en verdieping



-Figuur 2- Stroom/tijd karakteristiek van een installatie met smeltveiligheden

basis van dit fictieve gebouw, is een standaard verdeelinrichting met een kortsluitvastheid van 6 kA onvoldoende. Een sluiting in de verdeelinrichting of direct achter de beveiligingscomponenten in de verdeelinrichting kan verstrekende gevolgen hebben. Het railsysteem en de componenten zijn hiertegen niet bestand.

Het is dus van belang voorafgaand aan de structuurkeuze, de gevolgen van de kortsluitcondities te berekenen zodat je de installatie hierop kan uitleggen. Even zo belangrijk is het ontwerpen van een selectieve installatie. Voor het vaststellen van selectiviteit moeten de optredende kortsluitstromen bekend zijn.

FOUTSTROOM

Selectiviteit betreft het gestaffeld uitschakelen van beveiligingen als gevolg van een foutstroom. In het ontwerp stadium, maar ook tijdens inspecties, komen situaties voor waarbij op voorhand geen selectiviteit mogelijk is. Vaak gaat het om een combinatie van smeltveiligheden met automaattechnieken.

Ook bij installaties waarin volledige automaattechnieken zijn toegepast, gaat het vaak mis. Voor het selectief ontwerpen van een installatie is er onderscheid mogelijk tussen twee soorten foutstromen:

- door overbelasting;
- door kortsluiting.

Met name bij een foutstroom door kortsluiting, gaat het nog weleens mis. Bij elektrische installaties, waarin tussen de voeding en de foutplaats twee of meer beveiligingstoestellen aanwezig zijn, is onderlinge selectiviteit van wezenlijk belang. Om de gevolgen van een kortsluiting zoveel mogelijk te beperken, moet een zo klein mogelijk gedeelte van de installatie afschakelen. Alleen de installatie waarin de kortsluiting plaatsvindt, moet worden uitgeschakeld. De overige installatieonderdelen moeten in bedrijf blijven.

Het selectief maken van een installatie wordt nogal eens verkeerd benaderd. Met name bij het gebruik van automaattechnieken blijken dezelfde regels te worden aangehouden als bij het toepassen van smeltveiligheden. Dit is absoluut onjuist. Het werkingsprincipe van automaattechnieken is gebaseerd op een mechanisch schakelende component, terwijl dat van smeltveiligheden volledig berust op een thermische component.

VOORBEELDEN

Met voorbeelden wordt nu de werking van beveiligingen toegelicht en de wijze waarop selectiviteit kan worden verkregen. Daarbij wordt een kortsluitstroom aangehouden van $I_{k3} = 5 \text{ kA}$ (5.000 A). Achtereenvolgens zal

worden in gegaan op een installatie uitgevoerd met smeltveiligheden, met automaattechnieken en een combinatie van automaten en smeltveiligheden.

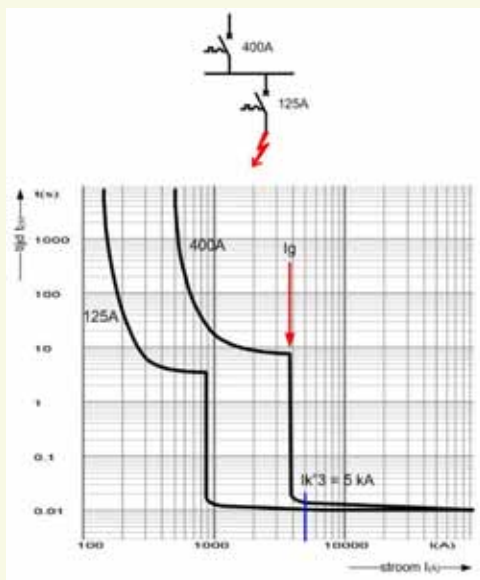
Installatie met smeltveiligheden

Bij een fout achter de tweede smeltveiligheid voeren beide smeltveiligheden dezelfde stroom. Daarbij wordt aangenomen dat de belastingstroom van de eerste smeltveiligheid verwaarloosbaar is ten opzichte van de foutstroom. Om na te gaan of de smeltveiligheden ten opzichte van elkaar selectief zijn, wordt de stroom/tijd karakteristiek beschouwd (figuur 2). Selectiviteit in het overbelastingsgebied is verzekerd als de curven van de desbetreffende smeltveiligheden, op voldoende afstand (in smelttijd [I^2t]) van elkaar liggen en elkaar niet raken. In het algemeen kan worden gesteld, dat er tussen twee smeltveiligheden selectiviteit bestaat als hun nominale stroomverhouding groter is dan 1,6:1, onafhankelijk van het fabrikaat.

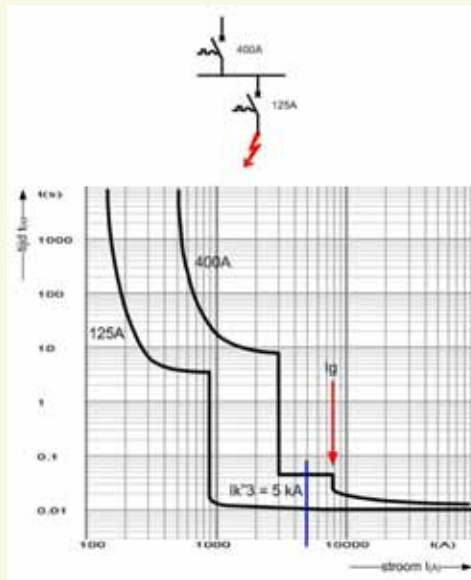
Installatie met automaattechnieken

Bij automaattechnieken wordt gesproken van stroomselectiviteit en van tijdselectiviteit. Uit de stroom-tijd karakteristiek (figuur 3, volgende pagina) blijkt dat, indien twee onvertraagd gestaffelde automaten in serie worden geplaatst, deze ten opzichte van elkaar selectief zijn tot een grensstroom I_g . Men noemt dit wel stroomselectiviteit. Indien de kortsluitstroom de grensstroom I_g niet overschrijdt, wordt volledige selectiviteit bereikt. Is de kortsluitstroom groter dan de grensstroom I_g , dan is er geen selectiviteit en zal één van de twee of zullen beide schakelaars gelijktijdig aanspreken en uitschakelen. Door een vermogensschakelaar met tijdvertraging toe te passen (figuur 4, volgende pagina) kan bij eenzelfde grensstroom als in de vorige situatie volledige selectiviteit worden verkregen. Dit wordt wel tijd-selectiviteit genoemd.

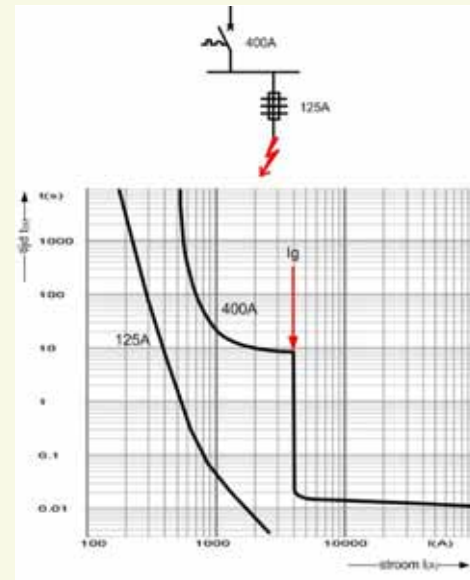
Bij de keuze van de vertraging dient men uit te gaan van de leveranciersinformatie. De leverancier heeft tabellen samengesteld waar de onderlinge selectiviteit tussen vermogensschakelaars is aangegeven bij een bepaalde kortsluitstroom (I_g). Instelling van de tijdvertraging bij de vermogensschakelaar wordt gerealiseerd door een elektronisch beveiligingsblok. De consequentie van het vertragen van het uitschakelen van een overstroom kan zijn dat de foutstroom bij een sluiting op de hoofd rail langer aanwezig zal blijven. Dit laatste is zeker van belang, indien drie of meer vermogensschakelaars in serie staan, waarbij vertragingstijden van meer dan 100 ms kunnen optreden. Bij het dimensioneren van de installatie dient derhalve rekening gehouden



-Figuur 3- Stroom/tijd karakteristiek van een installatie met automaattechniek



-Figuur 4- Stroom/tijd karakteristiek van een installatie met automaattechniek, voorzien van vermogenschakelaar met tijdvertraging



-Figuur 5- Stroom/tijd karakteristiek van een installatie met automaattechniek en nageschakelde smeltveiligheid

te worden met de standtijd van de kortsluitstroom. We hebben hier te maken met de thermische en dynamische kortsluitvastheid van de installatie.

Installatieautomaat en smeltveiligheden

Figuur 5 laat een installatieautomaat zien met nageschakelde smeltveiligheid. Selectiviteit wordt bereikt als de patroon de stroom heeft afgeschakeld vóórdat de vermogenschakelaar aanspreekt. Bij vergelijking van de karakteristieken van de vermogenschakelaar en de smeltveiligheid in het gebied van kleinere overstroom tot de grensstroom I_g , ontstaan er geen selectiviteitsproblemen.

Figuur 6 laat een smeltveiligheid met nageschakelde installatieautomaat zien. Bij een kortsluitstroom kleiner dan I_g na het aanspreken van de vermogenschakelaar, zal afschakeling relatief zeer snel volgen. Met andere woorden: aanspreektijd en afschakeltijd zijn nagenoeg aan elkaar gelijk. Selectiviteit kan hier worden bereikt tot de grensstroom I_g . Echter, voor te verwachten kortsluitstromen groter dan I_g is dit niet meer het geval en kan de aanspreektijd veel korter zijn dan de afschakeltijd. De selectiviteit zal in dit geval steeds een bovengrens hebben, omdat de smeltveiligheid voor grotere kortsluitstromen altijd sneller zal zijn dan de vermogenschakelaar. Let wel: aanspreken van de installatieautomaat wordt, net als doorsmelten van een smeltveiligheid, onherroepelijk gevolgd door afschakelen als gevolg van de energiedoorlaatwaarde tijdens de kortsluiting.

CONCLUSIE

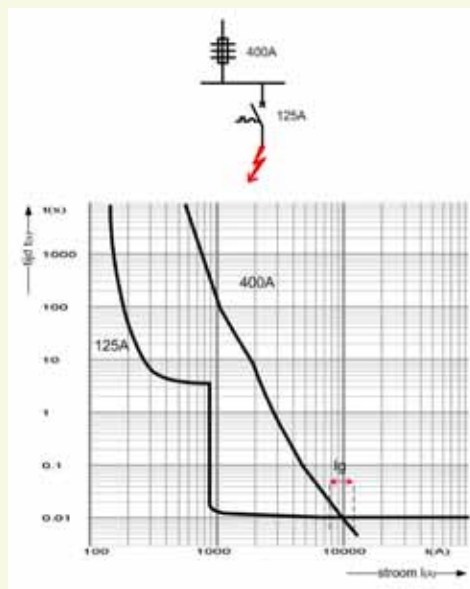
De ontwerper bepaalt vaak de keuze van opzet

van de infrastructuur. Systeembekendheid speelt hierbij een belangrijke rol. De behandelende infrastructures hebben alle voor- en nadelen. Dit zijn onder andere de verschillen in bedrijfszekerheid (spreiding of 'single point of failure'), de gevolgen van veranderende capaciteitsvraag, de kortsluitcondities, verliezen ten gevolge van impedantie en investering. Het is van belang dat bij de keuze van de aanleg van een infrastructuur in een gebouw rekening wordt gehouden met de invloed van de kortsluitstromen. Het maken van een netwerk-berekening is onvermijdelijk. Hierop kunnen verdeelinrichtingen worden geselecteerd en de onderlinge selectiviteiten van beveiligingscomponenten worden vastgesteld.

Tussen smeltveiligheden onderling is een goede selectiviteit te waarborgen als een nominale stroomverhouding van 1,6:1 wordt aangehouden. Hierbij is men niet afhankelijk van een bepaald fabricaat, omdat de karakteristieken in normen zijn vastgelegd. In het ontwerp stadium is selectiviteit tussen patronen eenvoudig te realiseren.

Voor het verkrijgen van selectiviteit tussen automaattechnieken is men afhankelijk van de informatie van de fabrikant. Betrouwbare tijdvertraging is alleen mogelijk bij installatieautomaten die zijn voorzien van elektronisch beveiligingsrelais.

Het ontwerp van selectieve ketens is minder eenvoudig. Het maken van netwerkberekeningen is noodzakelijk om kortsluitstromen te kunnen vaststellen. Aan de hand van de berekende kortsluitstromen kan de selectiviteit worden bepaald. De fabrikaat/leverancier van automaattechnieken hebben standaard tabellen en/of grafieken samengesteld waarin



-Figuur 6- Stroom/tijd karakteristiek van een installatie met smeltveiligheid met nageschakelde installatieautomaat

valt af te lezen tot welke kortsluitwaarde een combinatie van beveiligingen selectief zijn ten op zichte van elkaar.

Selectiviteit tussen patroon en installatieautomaten is alleen realiseerbaar als de nominale stromen van de beveiligingscomponenten voldoende ver uit elkaar liggen en de te verwachten kortsluitstroom binnen de uitschakeltijd valt van de eerste beveiliging.

BRONNEN

ABB: Electrical installation handbook – 4th edition

Schneider Electric: Complementary technical information guide 2010