

Dimensioneren elektrische installaties

Inleiding

Bij het dimensioneren van een elektrische installatie dient in België het AREI gerespecteerd te worden. Het AREI of Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties is een verzameling van wetteksten met bepalingen waaraan een elektrische installatie moet voldoen.

Het AREI verwijst regelmatig naar “regels van goed vakmanschap”. Dit zal aanleiding geven tot situaties waarbij elke installateur zijn eigen regels gaat toepassen, vaak gebaseerd op de professionele ervaring van de installateur. Er zal bijgevolg geen uniformiteit ontstaan bij het dimensioneren van elektrische installaties.

Door de technologische vooruitgang kunnen berekeningen nodig zijn die in het AREI niet voorkomen. Denk hierbij voornamelijk aan de implementatie van vermogen-elektronica zoals gestuurde aandrijvingen, PV-systemen, UPS systemen of gelijkrichtvoedingen. Het AREI zal hierbij slechts vermelden dat opnieuw gebruik gemaakt moet worden van “regels van goed vakmanschap”, of vermeldt de problematiek gewoon niet.

Een elektrische installatie dient altijd eerst gekeurd te worden vooraleer deze in dienst gesteld mag worden. Voordat een installatie gekeurd wordt, moet deze voldoen aan de Belgische wetgeving omtrent elektrische installaties, namelijk het AREI. Er kunnen zich nu echter problemen voordoen bij het keuren van een installatie omdat bepaalde berekeningen niet concreet gespecificeerd zijn.



Figuur 1 Voorbeeld van een elektrische installatie met 8 parallelle kabels

Wetten versus normen

Het AREI is een regelgeving, gegoten in een wettekst. Bijgevolg dient iedere aanpassing aan deze wettekst goedgekeurd te worden. Onze buurlanden maken meestal geen gebruik van wetten, maar eerder van normen om hun installaties te dimensioneren. Het verschil tussen wetten en normen is dat een wet een verplichting is, terwijl een norm een technisch document is zonder direct bindend karakter.

Op internationaal niveau is de norm IEC60364 geldig voor de bepaling van elektrische laagspannings-installaties. Op Europees niveau bestaat het harmonisatiedocument HD384, maar de Europese lidstaten kunnen ook zelf normen opstellen die steeds veeleisender zijn dan de bovenliggende Europese norm. Voorbeelden van normen in onze buurlanden zijn voor Frankrijk de NF C15-100, voor Nederland de NEN1010, voor Duitsland VDE-0100.

Door het AREI te vergelijken met de normen, kan gekeken worden hoe deze “regels van goed vakmanschap” ingevuld worden in onze buurlanden.

In steeds meer wetteksten wordt verwezen naar normen, waardoor tussen wetten en normen een hecht verband bestaat. Het AREI blijft echter een log instrument daar dit steeds in een wet dient goedgekeurd te worden. De buurlanden kunnen sneller interageren omdat deze werken vanuit normen.

Toelaatbare stroom in kabels

De levensduur van een leiding wordt in hoofdzaak bepaald door de temperatuur van de isolatie. Daarom wordt een maximale stroom gedefinieerd die een geleider permanent kan voeren zonder dat een vooropgestelde temperatuur overschreden wordt. Deze wordt de toelaatbare stroom van een elektrische leiding genoemd.

De toelaatbare stroom is afhankelijk van de temperatuur, de weerstand van de geleider (sectie, materiaal) en de globale warmteweerstand van de omgeving. Er dient bijgevolg uitgegaan te worden van bepaalde standaardcondities voor het berekenen van deze stroom. Wordt er van deze standaardcondities afgeweken, dan dient een correctiefactor toegepast te worden.

Praktisch kan gesteld worden dat de toelaatbare stroom afhankelijk is van:

- de plaatsingswijze,
- de omgevingstemperatuur (lucht of grond),
- de nabijheid van andere leidingen,
- de warmteweerstand van de grond (enkel voor ondergrondse kabels).

Voor elk van bovenstaande parameters is bijgevolg een correctiefactor voorhanden. De correctiefactoren zijn weergegeven in de verschillende normen.

Beveiligen van de installatie

Aan elektriciteit zijn heel wat gevaren verbonden. Om het elektrocutiegevaar te beperken, wordt meestal gebruik gemaakt van vermogensschakelaars in industriële omgeving en automatische differentieelstroomschakelaars op residentieel niveau.

Naast het elektrocutiegevaar voor personen kunnen in een elektrische installatie ook fouten optreden die schadelijk zijn voor de installatie zelf. Het betreft het optreden van kortsluiting en overbelasting. Het grootste gevaar bestaat dat door een te hoge stroom de kabel te veel opwarmt, en hierdoor brand ontstaat.

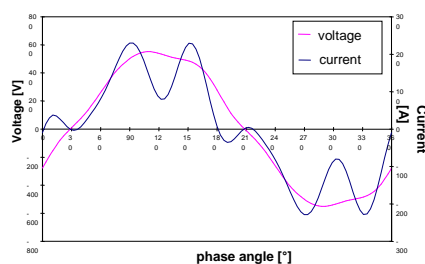
Elke lijndraad moet bijgevolg beveiligd zijn met behulp van een overstroombeveiliging. Deze moet de onderbreking veroorzaken van de geleider waar de overstroom gedetecteerd werd. De meest gekende beveiligingstoestellen tegen kortsluiting en overbelasting zijn zekeringen en vermogenschakelaars. Om de beveiligingen correct te kunnen dimensioneren, moeten de gebruiksstroom I_b van de kring, de toelaatbare stroom I_z van de leiding en de kortsluitstromen op het punt van de plaatsing van het toestel gekend zijn. Indien een fout optreedt in de installatie moet de beveiliging tijdig en veilig kunnen reageren. Daarom moet een beveiligingstoestel gekozen worden waarvan de nominale stroom I_n groter is dan de gebruiksstroom I_b , maar kleiner dan de toelaatbare stroom I_z van de leiding, of in formulevorm geschreven: $I_b \leq I_n < I_z$. Het onderbrekingsvermogen moet groot genoeg zijn om de maximale kortsluitstroom die kan optreden op het punt van de plaatsing te onderbreken.

Bij de keuze van de beveiligingen kan het nodig zijn om de selectiviteit van de toestellen onderling te controleren. Selectiviteit betekent dat bij het optreden van een fout in een installatie, het toestel dat zich het dichtst bij de fout bevindt hierop zal reageren. Om de kostprijs te drukken kan gebruik gemaakt worden van de filiatietechniek. Dit betekent dat een toestel met een kleiner onderbrekingsvermogen gekozen mag worden indien het toestel stroomopwaarts wel in staat is de kortsluitstroom te onderbreken. Filatie zal echter wel een negatief effect hebben op de selectiviteit van de installatie.

Selectiviteit en filatie blijken nagenoeg niet behandeld te worden in het AREI. Vaak worden dan richtlijnen van constructeurs gevolgd. Het gedrag van bepaalde beveiligingen blijkt bovendien moeilijk voorspelbaar bij beduidend vervormde spanning.

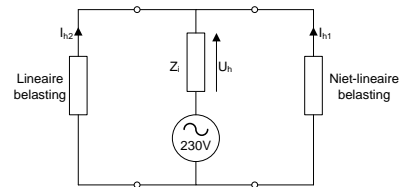
Harmonische stromen

Het wordt steeds moeilijker om een elektrische installatie op een correcte manier te dimensioneren. De invloed van harmonische stromen speelt hierin een belangrijke rol. Vermogenelektronica is vandaag doorgedrongen in alle lagen van de industrie. In zowel KMO's als in grote industriële bedrijven wordt gebruik gemaakt van drives, gelijkrichters, sturingen, PLC's,... Deze vermogenelektronica stelt de gebruiker in staat om zijn productieproces veel gedetailleerder te regelen en energiewinsten te boeken. Verbruikers die vermogenelektronische componenten bevatten, onttrekken naast de grondgolf van 50Hz ook stromen met hogere frequentiecomponenten. Een samenstelling van deze componenten geeft een niet-sinusvormige stroom. Belastingen die harmonische stromen onttrekken worden niet-lineaire verbruikers genoemd. Door de aanwezige netimpedantie zal bijgevolg ook de netspanning vervormd zijn, waardoor lineaire verbruikers eveneens harmonische stromen zullen onttrekken. Lineaire verbruikers zijn namelijk verbruikers die een stroom onttrekken die de vorm van de aangelegde spanning volgt.



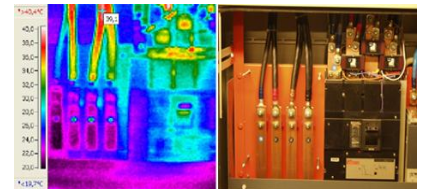
Figuur 2 Vervormde spanning en stroom door de invloed van harmonischen

Het probleem stelt zich echter dat zowel oude als nieuwe installaties nog steeds gedimensioneerd worden onder lineaire condities. Toestellen met vermogenelektronische componenten vormen echter geen lineaire belasting. Integendeel, deze belastingen zijn een bron van harmonischen.



Figuur 3 Voortplanting van harmonischen

Wanneer harmonische stromen vloeien, ontstaat een grotere rms-stroom dan voorzien. De hogere frequentiecomponenten zorgen voor extra stromen met als gevolg een grotere opwarming van de kabel waardoor ze vloeien. Hiermee wordt bij de dimensionering geen rekening gehouden. Het AREI en de meeste normen behandelen de problematiek van harmonische stromen niet, waardoor voor de benodigde kabel een te kleine sectie wordt gevonden.

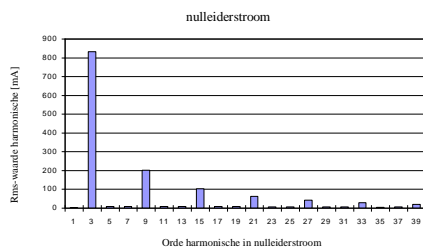
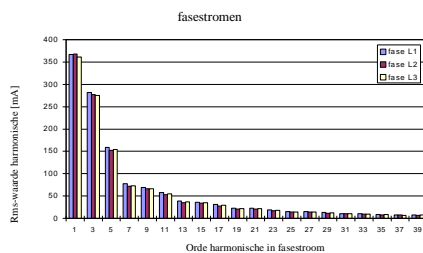


Figuur 4 Extra opwarming geleidende delen door harmonische invloed

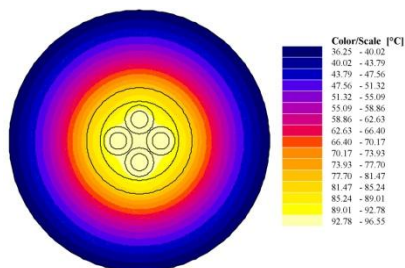
Naast een verhoging van de rms-stroom, kunnen harmonische stromen ook een overbelasting van de nulleider veroorzaken. De nulleider in een driefasig systeem wordt verondersteld weinig belast te zijn. Daarom is het onder bepaalde omstandigheden toegelaten om de nulleidersectie kleiner te kiezen dan de sectie van de fasegeleiders.

Echter, de nulleider zal enkel onbelast zijn indien de belasting symmetrisch en evenwichtig is. Bovendien moet dit ook een lineaire belasting zijn. Zoals reeds vermeld zijn veel belastingen tegenwoordig niet-lineair, onder andere door de veelal aanwezige vermogenelektronische componenten. De 3^e orde harmonischen sluiten zich via de nulleider, waardoor deze bij een gelijkmatige belasting tot 173% van de nominale stroom kan voeren. Indien de nulleider een gelijke of kleinere sectie heeft dan de fasegeleiders, dan kan dit nefaste

gevolgen hebben voor deze kabel en bijgevolg voor de installatie.



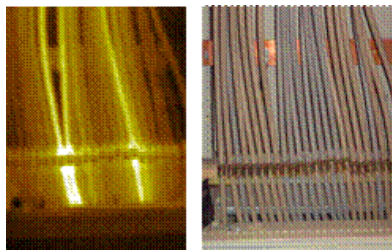
Figuur 5 Harmonisch spectrum fasegeleiders en nulleider



Figuur 6 Gesimuleerde temperatuursdistributie over kabelsectie voor een symmetrische en evenwichtige niet-lineaire belasting van 20A per fase

Parallele kabels

Veel installateurs houden, veelal uit economische overwegingen, slechts een beperkt aantal kabelsecties in voorraad. Bovendien zijn hogere kabelsecties (vanaf 240mm²) niet echt meer gemakkelijk handelbaar bij plaatsing. Dit betekent dat voor hogere kabelsecties meestal overgegaan wordt tot een aantal parallelle kabels, zodat voldaan wordt aan de maximale stroombelasting per kabel. Echter de stroomverdeling door deze parallelle kabels is niet steeds evenredig met het aantal parallelle kabels. Hoe hoger het aantal parallelle kabels en hoe korter de afstand tussen de verschillende aansluitpunten, hoe slechter de stroomverdeling tussen de verschillende parallelle kabels kan worden.



Figuur 7 Thermisch beeld opwarming parallelle kabels uit Figuur 1

Tabel 1 Stroomverdeling parallelle kabels

Fasen	L1	L2	L3
aders	[A]	[A]	[A]
1	330	206	72,2
2	145	147	141
3	109	166	136
4	109	173	236
5	153	128	135
6	104	119	33
7	115	205	289
8	181	307	170
som	1246	1451	1212
schaalfactor	8,59	8,39	8,60

Het gebeurt regelmatig dat in een installatie kabels parallel naast elkaar gelegd worden. Meestal is dit wanneer zeer grote kabelsecties benodigd zijn. Dan worden twee of meer kabels met een kleinere sectie gebruikt. Het kan echter ook zijn dat een bestaande installatie uitgebreid wordt, waardoor de kabel die er ligt niet meer voldoet. Dan zal al gauw een extra leiding naast de bestaande kabel gelegd worden in plaats van de kabel te vervangen door een andere, met grotere sectie.

Ook deze problematiek wordt zelden besproken in normen en wetten. Er is nood aan een richtwaarde die het maximum aantal parallelle kabels weergeeft.

Berekeningspakketten

Het dimensioneren van een elektrische installatie blijkt niet altijd een gemakkelijke zaak. In de praktijk wordt hiervoor dan ook veelal gebruik gemaakt van berekeningspakketten.

Bepaalde berekeningspakketten zijn constructeurgebonden waardoor dus enkel materiaal van de betreffende constructeur gebruikt kan worden. In andere berekeningspakketten kan

gekozen worden tussen verschillende fabrikanten. In dit geval kan van de gekozen fabrikant een bepaalde catalogus geselecteerd worden waaruit het materiaal gekozen wordt. De berekeningspakketten die tegenwoordig op de markt verkrijgbaar zijn, houden reeds met heel wat problematieken rekening, zoals harmonische vervuiling, selectiviteit, filiatie... Vergelijking van verschillende pakketten toont echter aan dat deze niet altijd dezelfde resultaten opleveren.

Besluit

Het is duidelijk dat het dimensioneren van een elektrische installatie heel wat rekenwerk met zich meebrengt. Naast de basisberekeningen voor het bepalen van de kabelsectie en de keuze van de beveiliging, moet rekening gehouden worden met een aantal zaken die te wijten zijn aan de veranderingen in de huidige samenleving die een invloed hebben op de installatie. Voorbeelden van dergelijke veranderingen zijn het steeds meer integreren van vermogenelektronica, waardoor harmonische stromen in de kring vloeien, en het gebruik van parallelle kabels die niet altijd een uniforme stroomverdeling met zich meebrengen.

Het AREI biedt vaak geen antwoord op de huidige vragen van een elektro-installateur.

Moderne berekeningspakketten houden rekening met de heersende regelgeving. Bijgevolg zal een installatie die berekend werd met behulp van een berekeningspakket en zo is uitgevoerd, voldoen aan de regels.

Lien Hespel, Colin Debruyne, Jan Desmet

Hogeschool West-Vlaanderen
 lemcko@howest.be
 www.lemcko.be

Christine Van Laere, Yves Thomas
 KaHo St-Lieven
 cvl@kahosl.be

met de steun van het IWT