

Technisch Bulletin 74A

datum
09 september 2014

TOELICHTING OP DE VOEDING VAN ELEKTRISCH AANGEDREVEN SPRINKLERPOMPEN

Technisch Bulletin 74B Toelichting op de voeding van elektrisch aangedreven sprinklerpompen is op 7 februari 2017 gepubliceerd en vervangt per 1 mei 2017 dit TB 74A.

INHOUD

1	Richtlijnen en ontwerp van leidingen en beveiliging ten behoeve van elektrisch aangedreven sprinklerpompen.	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Uitgangspunten ontwerptabellen	3
1.3	Ontwerpmethode 1 Sprinklerpomp zonder onderbeveiliging.	5
1.4	Ontwerpmethode 2 Sprinklerpomp met onderbeveiliging.	8
2	Richtlijnen en ontwerp van besturingskasten ten behoeve van elektrisch aangedreven sprinklerpompen.	12
2.1	Inleiding.	12
2.2	Uitvoering van de sprinklerschakelkast	12
2.3	Hoofdstroomcircuit ten behoeve van een sprinklerpomp	12
2.4	Stuurtoomcircuit ten behoeve van een sprinklerpomp	13
Bijlage 1	Beveiligingstoestellen tegen kortsluiting van leidingen	14
Bijlage 2	Stappenplan voor leidingberekeningen	16
Bijlage 3	Voorbeeld berekening ontwerpmethode 1	24
Bijlage 4	Voorbeeld berekening ontwerpmethode 2	26

Verantwoording

Dit Technisch Bulletin is opgesteld door de Werkgroep Watervoorziening:

- René Dirven
- Nico Kluwen
- Anton op den Dries
- Sjaak Blom
- André Sikkink
- Emiel Verbruggen
- Alex Zomer
- Dick van der Donk
- Gerben van Hal
- Dirk Jan de Jong

1 RICHTLIJNEN EN ONTWERP VAN LEIDINGEN EN BEVEILIGING TEN BEHOEVE VAN ELEKTRISCH AANGEDREVEN SPRINKLERPOMPEN.

1.1 INLEIDING

Om de benodigde uniformiteit te bereiken bij het ontwerpen van de elektrische installatie voor een door een elektromotor aangedreven sprinklerpomp, is het noodzakelijk de uitgangspunten die moeten leiden tot het uiteindelijke ontwerp, steeds op dezelfde wijze te hanteren.

Hiervoor zijn, afhankelijk van de wijze van beveiligen van de installatie en van de elektromotor van de sprinklerpomp, twee “stap voor stap” methoden aangegeven waarmee de noodzakelijke ontwerpgegevens kunnen worden vastgesteld.

Het verschil tussen beide methoden is, dat bij de eerste methode (zie hoofdstuk 1.3) in de sprinklerpomp besturingskast geen onderbeveiliging in de hoofdstroomketen van de pompmotor is toegepast, terwijl bij de tweede methode (zie hoofdstuk 1.4) deze onderbeveiliging wel aanwezig is.

Als onderdeel van deze praktijkrichtlijn zijn ontwerptabellen opgesteld waarin beide methoden zijn opgenomen op basis van de meest gangbare omstandigheden en gehanteerde uitgangspunten. Hiermee kunnen in de meeste situaties de ontwerpgegevens op eenvoudige wijze kunnen worden vastgesteld.

Uitdrukkelijk zij vermeld, dat de ontwerptabellen in deze praktijkrichtlijn uitsluitend mogen worden toegepast indien de uitgangspunten en de bij de ontwerptabellen vermelde criteria van toepassing zijn.

Indien een of meerdere criteria niet van toepassing zijn of niet aan de gehanteerde uitgangspunten wordt voldaan, dient men de installatie geheel in overeenstemming met de van toepassing zijnde situatie, toegepast materieel (fabricaat elektromotor, smeltpatronen etc.) en de van toepassing zijnde normen (NEN1010:2007 met aanvulling A1-2011, NEN-EN12845:2004+A2:2009+NEN1073:2010, NEN-EN-IEC60204-1:2007 met aanvulling C11: 2010) te ontwerpen. Wellicht ten overvloede moet worden opgemerkt dat men een dergelijk ontwerptraject altijd kan volgen en het resultaat van dit ontwerp significante afwijkingen kunnen vertonen van de ontwerptabellen in deze praktijkrichtlijn. In de bijlage 3 en 4 is van beide methoden een voorbeeld uitgewerkt.

De ontwerprichtlijn in dit hoofdstuk 1 heeft uitsluitend betrekking op de dimensionering van de leidingen tussen de (hoofd)verdeelinrichting en de sprinklerpomp besturingskast en tussen de sprinklerpomp besturingskast en de elektromotor van de sprinklerpomp alsmede de daarmee samenhangende smeltveiligheden. Alle bekabeling moet worden beschermd tegen mechanisch beschadiging. Dit kan onder andere worden bereikt door het toepassen van afgeschermd kabel (grondkabel). Kabels zonder bewapening mogen alleen zijn toegepast indien deze deugdelijk tegen mechanische beschadiging zijn beschermd door aanleg in daarvoor bestemde buizen, kokers, goten of kanalen, waarbij rekening moet worden gehouden met de aansluiting van de kabel in het aansluitcompartiment van de motor of aansluitkast. Dimensionering van de interne leidingen in de sprinklerpomp besturingskast is opgenomen in hoofdstuk 2.

Het toepassen van de in dit document genomen maatregelen neemt niet weg dat aan alle bepalingen in de NEN-EN12845 + A2 + NEN 1073 moet worden voldaan.

1.2 UITGANGSPUNTEN ONTWERPTABELLEN

Bij het ontwerp volgens deze richtlijn moeten de uitgangspunten worden gekozen conform de ontwerptabellen van deze praktijkrichtlijn. Hiertoe moet ondermeer de geblokkeerde stroom met een geblokkeerde rotor en de bijpassende smeltveiligheid worden geselecteerd.

Voor de bepaling van de nominaalstroom (I_{nom}) en de bijbehorende geblokkeerde rotorstroom (I_{lrc}) van de elektromotoren zijn van vijf regulier toegepaste fabrikanten elektromotoren (ABB, Rotor, Cantoni, EMK en Dutchi) aan de hand van de productdocumentatie en een bedrijfsspanning van 400 V de maximale waarden van de desbetreffende motorvermogens bepaald. De **hoogste** stroomwaarden uit deze selectie zijn opgenomen in tabel 1 “Maximale nominaal- en geblokkeerde rotorstroom” van de gehanteerde uitgangspunten.

Elektromotor sprinklerpomp		
P_{nom} (kW)	I_{nom} (A)	I_{lrc} (A)
4	8	58
5,5	11	86
7,5	15	116
11	20	146
15	27	221
18,5	33	272
22	40	309
30	52	418
37	64	514
45	78	606
55	95	741
75	128	973
90	152	1140
110	187	1409
132	221	1686
160	266	2025
200	333	2533

Tabel 1 - Maximale nominaal- en geblokkeerde rotorstromen

Voor de bepaling van de maximale stroomwaarde, waarbij de smeltpatroon met smeltkarakteristiek gG binnen 20 seconden niet aanspreekt ($I_{nf 20s}$), zijn van drie regulier toegepaste fabrikanten smeltpatronen (Holec, Siemens en Weber) aan de hand van de smeltkarakteristieken de maximale stroomwaarden bepaald. De laagste stroomwaarden zijn opgenomen in tabel 2 “Maximale stroomwaarde waarbij de smeltpatroon niet aanspreekt gedurende 20 sec.” van de gehanteerde uitgangspunten.

Smeltpatronen met gG karakteristiek volgens NEN-EN-IEC 60269-2	
I_{nom} (A)	$I_{non-fusing 20 sec}$ (A)
25	65
35	85
50	145
63	210
80	280
100	360
125	430
160	610
200	800
225	890
250	1000
315	1300
355	1500
400	1700
450	2000
500	2400
630	3100
800	3600

1000	4800
------	------

Tabel 2 - Maximale stroomwaarde waarbij de smeltpatroon niet aanspreekt gedurende 20 sec.

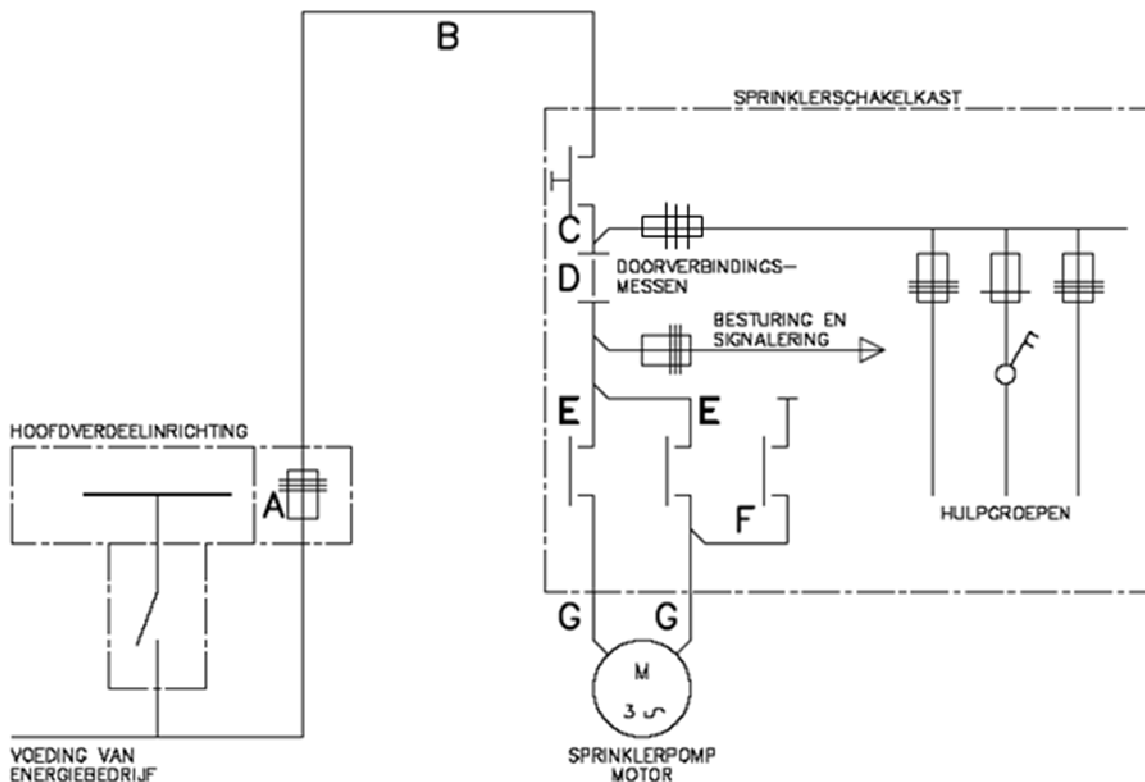
Bij het toepassen van deze fabricaten elektromotoren en bijpassende smeltpatronen wordt altijd aan de uitgangspunten van de ontwerptabel voldaan. Bij het toepassen van andere fabricaten moet eerst worden vastgesteld of het desbetreffende materieel voldoet aan de uitgangspunten zoals weergegeven in de tabellen 1 en 2.

Voor de hulpgroepen in de sprinklerpomp besturingskast is gerekend met een maximale nominale stroomwaarde van 10 A per fase, waarbij de stroomwaarde van de hulpgroepen is gebaseerd op het geïnstalleerde vermogen van de hulpgroepen en niet op de nominale waarde van de toegepaste beveiliging(en).

Indien bij het beveiligen van de hulpgroepen installatieautomaten worden toegepast, moet er aandacht worden besteed aan de te verwachten kortsluitstroom die ter plaatse van de installatieautomaten kunnen optreden. Elektrisch aangedreven sprinklerpompen worden voor de hoofdschakelaar van de hoofdverdeelinrichting aangesloten en veelal worden de sprinklerpompen ook in de nabijheid van de hoofdverdeelinrichting geplaatst. Hierdoor moet men rekening houden met hoge kortsluitstromen ter plaatse van de installatieautomaten. Dit is onder andere afhankelijk van de toegepaste distributietransformator, de lengte en leidingdoorsnede van de voedingsleiding en de toegepaste smeltpatroon in de hoofdverdeelinrichting.

Vaak worden installatieautomaten voorzien van een escortebeveiliging in de vorm van kortsluitvaste smeltpatronen. Bij het berekenen van de voedingsleiding volgens methode 2 (met onderbeveiliging) is gerekend met een escortebeveiliging voor de hulpgroepen door smeltpatronen met een nominale waarde van maximaal 25 A met gG karakteristiek.

1.3 ONTWERPMETHODE 1 SPRINKLERPOMP ZONDER ONDERBEVEILIGING.



Figuur 1 - Schema sprinklerpomp zonder onderbeveiliging.

Ontwerpstappen:

Stap 1: Bepaal de nominale motorstroom (I_{nom}) en de stroom bij geblokkeerde rotor (I_{irc}) van de toegepaste motor. Voor ontwerpmethod 1 zijn de gegevens uit tabel 1 gebruikt.

Stap 2: Bepaal de nominale waarde van de smeltpatroon (A) waarbij deze niet aanspreekt bij een stroomwaarde van de geblokkeerde rotorstroom vermeerderd met de nominale stroom van de hulpgroepen gedurende 20 seconden ($I_{non-fusing\ 20\ sec}$). Voor ontwerpmethod 1 zijn de gegevens uit tabel 2 gebruikt en voor de nominale stroom van de hulpgroepen is gerekend op 10 A per fase. Voor ontwerpmethod 1 is voor de escortebeveiliging van de hulpgroepen (H) smeltpatronen van 25 A met gG karakteristiek toegepast.

Stap 3: Bepaal de maximale stroomwaarde (I_z) voor de toe te passen voedingsleiding (B) volgens tabel 6 uit bijlage 2.

Stap 4: Bepaal volgens de beoogde installatiemethode, de basis installatiemethode en de maximaal bepaalde stroomwaarde (I_z) de toe te passen voedingsleiding (B) volgens de NEN 1010 uitgave 2007.

Stap 5: Bepaal de maximale stroomwaarde (I_z) voor de toe te passen motorleidingen (G) door de bepaalde stroomwaarde (I_z) van de voedingsleiding in stap 3 te vermenigvuldigen met de factor 0,58 (maximale stroom door de motorleidingen in driehoekschakeling).

Stap 6: Bepaal volgens de beoogde installatiemethode en de maximaal bepaalde stroomwaarde (I_z) de toe te passen motorleidingen (G) volgens de NEN1010 uitgave 2007. Voor tabel 3 zijn de uitgangspunten van de NEN1010 uitgave 2007 gebruikt. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan installatiemethode E of F tabel A52-13 van de NEN 1010: 2007
- In geval van 2 parallelkabels: correctiefactor 0,88 tabel A52-18 van de NEN 1010: 2007
- Omgevingstemperatuur 30 °C correctiefactor 1,00 tabel A52-15 van de NEN 1010: 2007
- Afstand vanaf het sprinklerpaneel naar de motor ca. 5 m.
- Maximaal spanningsverlies van 3%

Stap 7: Controleer of de maximaal toegestane lengte van de voedingsleiding niet wordt overschreden volgens tabel A.53-1 van de NEN1010:2007, zie hiervoor tabel 5 van bijlage 2. Kies zo nodig een voedingsleiding met een grotere geleiderdoorsnede. Bij ontwerpmethod 1 is rekening gehouden met motorleidingen met een lengte van maximaal 5 meter per leiding.

Basisgegevens		Beveiliging en externe leidingen			
P _{mot}	I _{tot} incl hulpstromen	I _{bev} HVI	Svoed.leid.	Smotorleid.	L _{max} voed.
kW	A	(A)	(B)	(G)	(B)
		A	mm ²	mm ²	m
4	68	35	4	2,5	45
5,5	96	50	10	4	79
7,5	126	50	10	4	79
11	156	63	10	4	63
15	231	80	16	6	79
18,5	282	100	25	10	99
22	319	100	25	10	99
30	428	125	35	16	112
37	524	160	50	25	125
45	616	200	70	35	139
55	751	200	70	35	139
75	983	250	95	50	151
90	1150	315	150/2x70	70	188/176
110	1419	355	185/2x70	95	206/156
132	1696	400	240/2x95	95	238/138
160	2035	500	2x120	150/2x70	168
200	2543	630	2x150	240/2x95	188

Tabel 3 - Maximale stroom in relatie met de doorsnede (zonder onderbeveiliging)

Toelichting:

- a) Nominale stroom hulpgroepen is maximaal 10 A. In kolom 2 is de nominale hulpstroom van 10 A reeds meegerekend in de totale stroom (geblokkeerde rotorstroom plus hulpstroom van 10 A).
- b) Motorleidingen bepaald volgens tabel A52-13 op basis van $0,58 \times I_{bev}$ van de hoofdverdeelinrichting
- c) Maximale lengte voedingsleiding in bepaald op basis van leidingtype XLPE volgens tabel A53-1 (5 s), hierbij is rekening gehouden met een maximaal spanningsverlies van 3 % vanaf de hoofdverdeelinrichting tot aan de motor
- d) De maximale lengte van de motorleidingen bedraagt 5 m.
- e) Meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan installatiemethode E of F van tabel A52-13 van de NEN 1010: 2007
- f) In geval van 2 parallelkabels: correctiefactor 0,88 tabel A52-18 van de NEN 1010: 2007
- g) Omgevingstemperatuur 30 °C correctiefactor 1,00 tabel A52-15 van de NEN 1010: 2007

1.4 ONTWERPMETHODE 2 SPRINKLERPOMP MET ONDERBEVEILIGING.

Volgens bepaling 433.3 van de NEN1010 uitgave 2007 mogen beveiligingstoestellen tegen overbelasting achterwege worden gelaten en behoeven de leidingen alleen tegen kortsluiting worden beveiligd onder de onderstaande voorwaarden. De in deze bepaling genoemde situaties mogen niet worden toegepast op installaties in ruimten met brandgevaar of ontploffingsgevaar en daar waar bijzondere voorschriften voor bepaalde ruimten afwijkende uitwendige invloeden vastleggen.

Beveiligingstoestellen tegen overbelasting hoeven niet te zijn aangebracht voor:

1. leidingen aan de belastingszijde van een overgang in nominale kerndoorsnede, in leidingsoort of -constructie, in installatiemethode of in uitwendige invloeden, en die aan de voedende zijde van die overgang op een passende wijze zijn beveiligd tegen overbelasting;
2. leidingen die waarschijnlijk geen overbelastingsstroom zullen voeren, op voorwaarde dat deze leidingen zijn beveiligd tegen kortsluitstroom overeenkomstig de eisen uit rubriek 434 en dat er geen aftakkingen of contactdozen zijn;
3. installaties voor telecommunicatie, besturing, signalering en soortgelijke toepassingen.

Het voorgaande impliceert dat in ontwerpmethode 2 de **beveiliging tegen overbelasting** achterwege kan worden gelaten aan het begin van de voedingsleiding. Het gestelde is van toepassing omdat de leiding aan het eind is beveiligd tegen overbelasting door motorbeveiligingsrelais, installatieautomaten of smeltpatronen. De leiding moet aan het begin worden beveiligd tegen kortsluiting. Hierbij moet volgens bepaling 533.3 rekening worden gehouden met zowel de laagste als de hoogste kortsluitstroom die kan optreden met een tijdsduur van ten hoogste 5 sec. In dit technisch bulletin moet in afwijking van de NEN 1010 rekening worden gehouden met 20 sec. Zie hiervoor de ontwerpstappen. Om hieraan te voldoen geldt een maximale lengte van de leiding. Zie hiervoor bijlage 1 Beveiligingstoestellen tegen kortsluiting van leidingen.

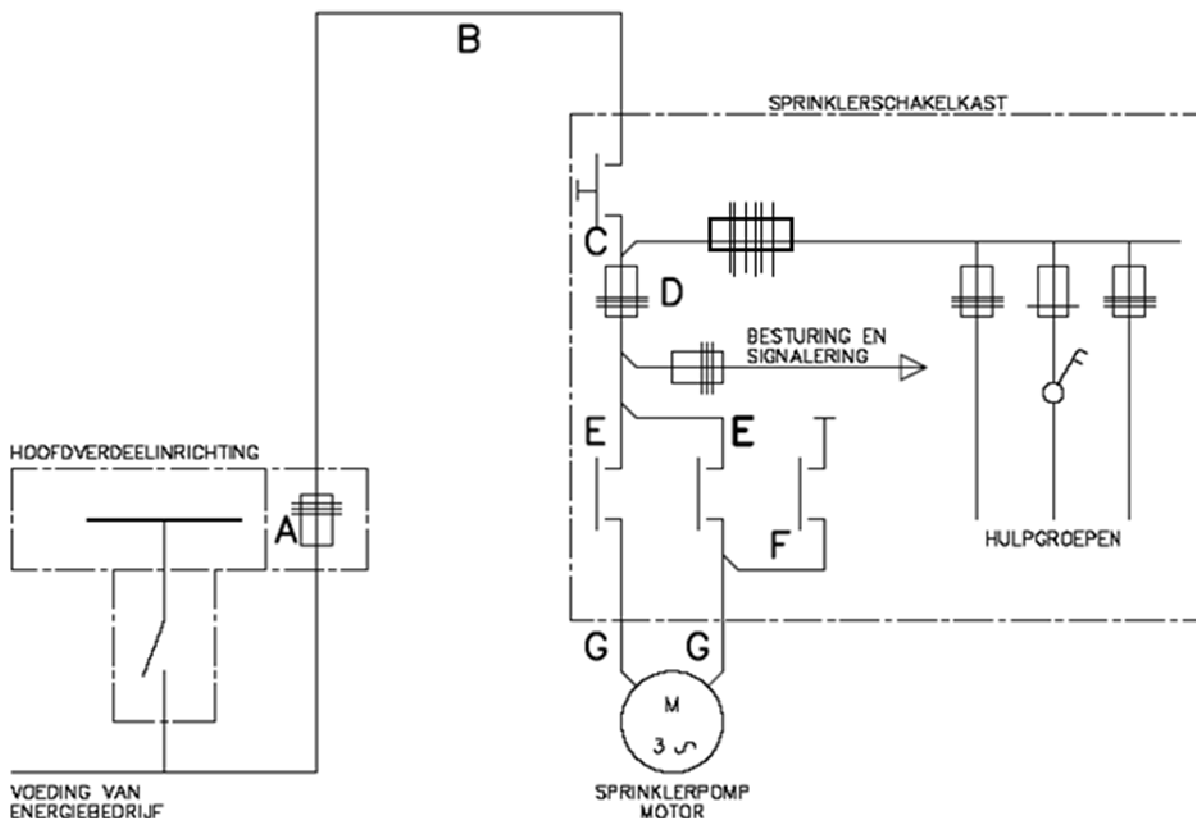
De maximaal toelaatbare stroom I_z van de toegepaste leiding moet dan groter zijn dan de ingestelde waarde van de motorbeveiligingsrelais, de nominale waarde van de installatieautomaat of de smeltpatroon of de som van deze waarden indien meerdere beveiligingen zijn toegepast.

Het beveiligingstoestel tegen kortsluitstroom moet voldoen aan bepaling 434.5 van de NEN1010 uitgave 2007, waarbij onder andere geldt dat $I^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2$.

Bij ontwerpmethode 2 (met onderbeveiliging) wordt van deze mogelijkheid gebruik gemaakt bij het bepalen van de geleiderdoorsnede van de voedingsleiding.

Voor het bepalen van de voedings- en motorleidingen is bijlage A52 van de NEN1010 uitgave 2007 toegepast. Hierbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- de voedings- en motorleidingen, een meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan, gebruikte installatiemethode E of F van tabel A52-13 van de NEN 1010 uitgave 2007
- In geval van 2 parallelkabels: correctiefactor 0,88 tabel A52-18 van de NEN 1010 uitgave 2007
- Omgevingstemperatuur 30 °C correctiefactor 1,00 tabel A52-15 van de NEN 1010 uitgave 2007.



Figuur 2 - Schema sprinklerpomp met onderbeveiliging.

Ontwerpstappen:

Stap 1: Bepaal de nominale motorstroom (I_{nom}) en de stroom bij geblokkeerde rotor (I_{lrc}) van de toegepaste motor. Voor ontwerpmethod 2 zijn de gegevens uit tabel 1 gebruikt. Hierbij moet de stroom van de hulpcircuits nog bij worden opgeteld.

Stap 2: Bepaal de nominale waarde van de smeltpatroon (D) waarbij deze niet aanspreekt bij een stroomwaarde van de geblokkeerde rotorstroom gedurende 20 seconden ($I_{non-fusing\ 20\ sec}$). Voor ontwerpmethod 2 zijn de gegevens uit tabel 2 gebruikt.

Stap 3: Bepaal de maximale stroomwaarde (I_z) voor de toe te passen voedingsleiding (B) door de maximale stroomwaarden (I_z) van de beveiligingen D en H volgens tabel 6 bijlage 2 bij elkaar op te tellen. Voor ontwerpmethod 2 is voor de escortebeveiliging van de hulpgroepen (H) smeltpatronen van 25 A met gG karakteristiek toegepast.

Stap 4: Bepaal volgens de beoogde installatiemethode en de maximaal bepaalde stroomwaarde (I_z) de toe te passen voedingsleiding (B). Voor tabel 4 zijn de uitgangspunten van de NEN1010 uitgave 2007 gebruikt.

Stap 5: Bepaal de nominale waarde van de smeltpatroon (A) in de hoofdverdeelinrichting, rekening houdend selectiviteit. In ontwerpmethod 2 is smeltpatroon A één of twee stappen hoger in de stroomreeks volgens de NEN-EN-IEC 60269 gekozen dan smeltpatroon D. Hierbij heeft men absolute selectiviteit.

Stap 6: Controleer of smeltpatroon A gedurende een kortsluiting tijdig doorsmelt voordat de kortsluitstroom de temperatuur van de geleiders boven de toelaatbare temperatuur doet stijgen met behulp van de formule $I^2 \cdot t \leq k^2 \cdot S^2$. Kies zo nodig een voedingsleiding met een grotere geleiderdoorsnede.

Stap 7: Bepaal de maximale stroomwaarde (I_z) voor de toe te passen motorleidingen (G) door de maximale stroomwaarde (I_z) van de motorbeveiliging (D) te vermenigvuldigen met de factor 0,58 (maximale stroom door de motorleidingen in driehoekschakeling).

Stap 8: Bepaal volgens de beoogde installatiemethode en de maximaal bepaalde stroomwaarde (I_z) de toe te passen motorleidingen (G) volgens de NEN1010 uitgave 2007. Voor tabel 4 zijn de uitgangspunten van de NEN1010 uitgave 2007 gebruikt.

Stap 9: Controleer of de maximaal toegestane lengte van de voedingsleiding niet wordt overschreden volgens de tabellen A.53-1 van de NEN1010 uitgave 2007, zie hiervoor zie tabel 5 bijlage 2, een en ander afhankelijk of de sprinklerpomp besturingskast ter plaatse met een potentiaalvereffeningsleiding is verbonden. Kies zo nodig een voedingsleiding met een grotere geleiderdoorsnede.

Basisgegevens		Beveiliging en externe leidingen				
P _{mot} kW	IIRC A	I _{bev} HVI (A) A	I _{bev} motor (D) A	Svoed.leid. (B) mm ²	Smotorleid. (G) mm ²	L _{max} voed. m
4	58	35	25	4	4	45
5,5	86	80	50	10	4	79
7,5	116	80	50	10	4	79
11	146	100	63	10	4	57
15	221	100	80	10	4	57
18,5	272	125	100	25	6	99
22	309	125	100	25	10	99
30	418	160	125	35	16	112
37	514	200	160	50	25	125
45	606	200	160	50	25	125
55	741	250	200	70	35	139
75	973	355	250	95	50	144
90	1140	400	315	150/2x70	70	175/174
110	1409	500	400	240/2x95	95	199/122
132	1686	500	400	240/2x95	95	199/122
160	2025	800	500	2x95	95	126
200	2533	1000	630	2x150	150	86

Tabel 4 - Maximale stroom in relatie met de doorsnede (met onderbeveiliging)

Toelichting:

- de voedings- en motorleidingen bestaan uit een meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan, gebruikte installatiemethode E of F van tabel A52-13 van de NEN 1010: 2007.
- Motorleidingen bestaan uit een meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan, gebruikte installatiemethode E of F van tabel A52-13 van de NEN 1010: 2007 en zijn bepaald op basis van $0,58 \times I_{bev}$ motor
- Maximale lengte voedingsleiding is bepaald op basis van leidingtype XLPE volgens tabel A53-1 (5 s), hierbij is rekening gehouden met een maximaal spanningsverlies van 3 % vanaf de hoofdverdeelinrichting tot aan de motor.

- d) De maximale lengte van de motorleidingen bedraagt 5 m.
- e) Meeraderige kabel aangebracht op een geperforeerde kabelbaan installatiemethode E of F van tabel A52-13 van de NEN 1010: 2007
- f) In geval van 2 parallelkabels: correctiefactor 0,88 tabel A52-18 van de NEN 1010: 2007
- g) Omgevingstemperatuur 30 °C correctiefactor 1,00 tabel A52-15 van de NEN 1010: 2007

2 RICHTLIJNEN EN ONTWERP VAN BESTURINGSKASTEN TEN BEHOEVE VAN ELEKTRISCH AANGEDREVEN SPRINKLERPOMPEN.

2.1 INLEIDING.

In dit hoofdstuk zijn de eisen opgenomen voor de schakel- en besturingsinrichtingen van een sprinklerpompmotor in de sprinklerschakelkast.

Er dient te worden voldaan aan de geldende Europese richtlijnen of voorschriften, waaronder de NEN 1010, de NEN-EN 60204-1, de Machine-Richtlijn 89/392/EG, de EMC-Richtlijn 89/336/EG en de Laagspannings-Richtlijn 73/23-EG en de NEN-EN-IEC 61439.

De cursiefweergegeven teksten in dit memorandum zijn bedoeld als toelichting.

2.2 UITVOERING VAN DE SPRINKLERSCHAKELKAST

2.2.1 De schakel- en beveiligingsinrichtingen ten behoeve van de sprinklerpompmotor moeten worden ondergebracht in een plaatstalen kast met een beschermingsgraad van ten minste IP44.

2.2.2 De externe bekabeling moet bij voorkeur aan de onderzijde van de kast worden ingevoerd. Deze aanbeveling wordt gedaan om een waterdichte invoer te bewerkstelligen.

2.2.3 Per sprinklerpompmotor moeten de schakel- en beveiligingsinrichtingen in een eigen sprinklerschakelkast worden ondergebracht. Hierin mogen in beginsel geen schakel- en beveiligingsinrichtingen van andere apparatuur worden ondergebracht.

2.3 HOOFDSTROOMCIRCUIT TEN BEHOEVE VAN EEN SPRINKLERPOMP

2.3.1 Gezien het vermogen van de sprinklerpompmotor zal in vrijwel alle gevallen een ster-driehoekschakelaar moeten worden toegepast. Hier wordt dan ook in dit memorandum van uitgegaan. Het toepassen van zogenoemde 'softstarters' in het hoofdstroomcircuit van de sprinklerpompmotor is niet toegestaan.

Deze bepaling houdt niet in, dat geen directe inschakeling mag worden toegepast. Integendeel, directe inschakeling verdient de voorkeur, indien de omstandigheden dit toelaten, zoals bijvoorbeeld het geval kan zijn bij motoren met een zeer gering vermogen of bij installaties met eigen transformatoren.

2.3.2 Het vereiste schakelvermogen van de ster-driehoekschakelaar moet worden gebaseerd op gebruiksklasse AC 3 volgens IEC 947. De fabrikant van de ster-driehoekschakelaar moet zelf kunnen verklaren, dat aan de geldende normen wordt voldaan. De schakelaars moeten de blokkeerstroombelasting van de motor gedurende minimaal 20 sec. kunnen voeren.

2.3.3 Hoofdschakelaars die, in samenhang met de deurvergrendeling van de sprinklerschakelkast, zodanig zijn uitgevoerd dat uitschakeling noodzakelijk is voordat de schakelkast kan worden geopend, zijn niet toegestaan indien in de kast tevens hulpgroepen zijn ondergebracht. Een en ander moet zodanig worden uitgevoerd, dat de schakelkast ook bij ingeschakelde hoofdschakelaar kan worden geopend. Dit betekent onder meer, dat niet aanrakingsveilige componenten moeten worden afgeschermd. Deze afscherming moet per component afzonderlijk geschieden en ten minste overeenkomstig beschermingsgraad IP2x worden uitgevoerd. De hoofdschakelaar kan eventueel in de kast worden ondergebracht met een zogenaamde "IN"-standvergrendeling.

Met deze bepaling wordt beoogd dat, bij werkzaamheden, installatiedelen (waaronder de sprinklerpompmotor) niet onnodig behoeven te worden uitgeschakeld.

2.4 STUURSTROOMCIRCUIT TEN BEHOEVE VAN EEN SPRINKLERPOMP

Het stuurstroomcircuit van de sprinklerpompmotor moet worden beveiligd met enkelvoudige beveiliging waarop geen enkel ander circuit mag zijn aangesloten, met uitzondering van de netwachter .

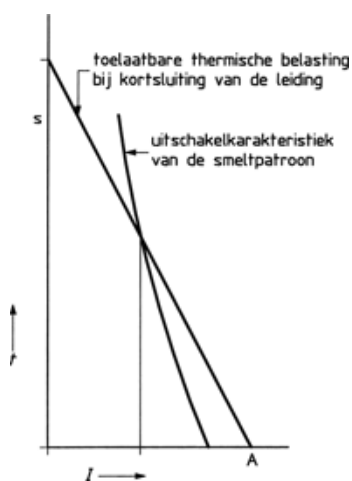
Dus mogen bijvoorbeeld magneetkleppen ten behoeve van de koeling van de sprinklerpomp of ten behoeve van de bacteriologische scheidingsinrichting, (neven)signaleringen, e. d. niet achter deze beveiliging worden aangesloten.

BIJLAGE 1 BEVEILIGINGSTOESTELLEN TEGEN KORTSLUITING VAN LEIDINGEN

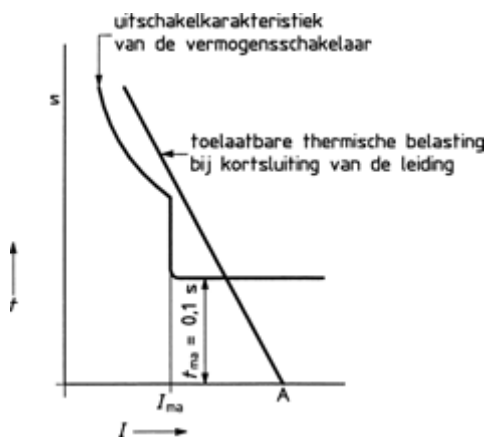
Aan het bepaalde in bepaling 533.3 van de NEN 1010 kan worden voldaan indien:

- a. smeltpatronen een zodanige uitschakelkarakteristiek hebben dat het snijpunt hiervan met de stroom-tijdkarakteristiek van de hoogste toelaatbare thermische belasting bij kortsluiting van de te beveiligen leiding een stroom oplevert die ten hoogste gelijk is aan de zwakste ideële kortsluitstroom of
- b.
 1. vermogenschakelaars een zodanige magnetische aanspreekstroom I_{ma} van de beveiliging tegen kortsluitstroom hebben dat deze ten hoogste gelijk is aan de zwakste ideële kortsluitstroom en.
 2. vermogenschakelaars een zodanige uitschakelkarakteristiek hebben dat het snijpunt hiervan met de stroom-tijdkarakteristiek van de hoogst toelaatbare thermische belasting bij kortsluiting van de te beveiligen leiding een stroom oplevert die ten minste gelijk is aan de sterkste ideële kortsluitstroom.

Zie figuur 3 en 4.



Figuur 3 - Het verband tussen de uitschakelkarakteristiek van de smeltpatroon en de toelaatbare thermische belasting bij kortsluiting van de leiding



I_{ma} is de magnetische aanspreekstroom
 t_{ma} is de magnetische afschakeltijd
 I_{ma} en t_{ma} zie NEN-EN 60898.

Figuur 4 - Het verband tussen de uitschakelkarakteristiek van de vermogenschakelaar en de toelaatbare thermische belasting bij kortsluiting van de leiding

De zwakste ideële kortsluitstroom is de stroom die optreedt bij een kortsluiting in het punt dat het verst van de voeding is verwijderd; de sterkste ideële kortsluitstroom is de stroom die optreedt bij een kortsluiting op de plaats waar het beveiligingstoestel zich bevindt.

De lengte van een leiding die is beveiligd tegen kortsluitstroom zal zo moeten zijn dat bij kortsluiting aan het einde van de leiding het beveiligingstoestel tegen kortsluitstroom aanspreekt een ander overeenkomstig het bepaalde in de NEN 1010. Deze lengte kan worden bepaald door berekening volgens IEC 61200-53 en IEC 61200-413 of worden ontleend aan de tabellen A.53-1 tot en met A.53-4 van de NEN 1010.

In afwijking van de gegeven formule in IEC 61200-53, waarbij voor de opwarming van de leiding met een factor $1,5 \times R_{20}$ wordt gerekend, is in de tabellen van de NEN 1010 met de werkelijk optredende gemiddelde temperatuur (θ_{gem}) na de kortsluiting gerekend.

De invloed van de reactantie is bij leidingen met een nominale kerndoorsnede tot en met 120 mm² verwaarloosd.

Bij leidingen met een nominale kerndoorsnede van:

- a. 150 mm² is de weerstand met 15 % verhoogd;
- b. 185 mm² is de weerstand met 20 % verhoogd;
- c. 240 mm² is de weerstand met 25 % verhoogd;
- d. 300 mm² is de weerstand met 30 % verhoogd.

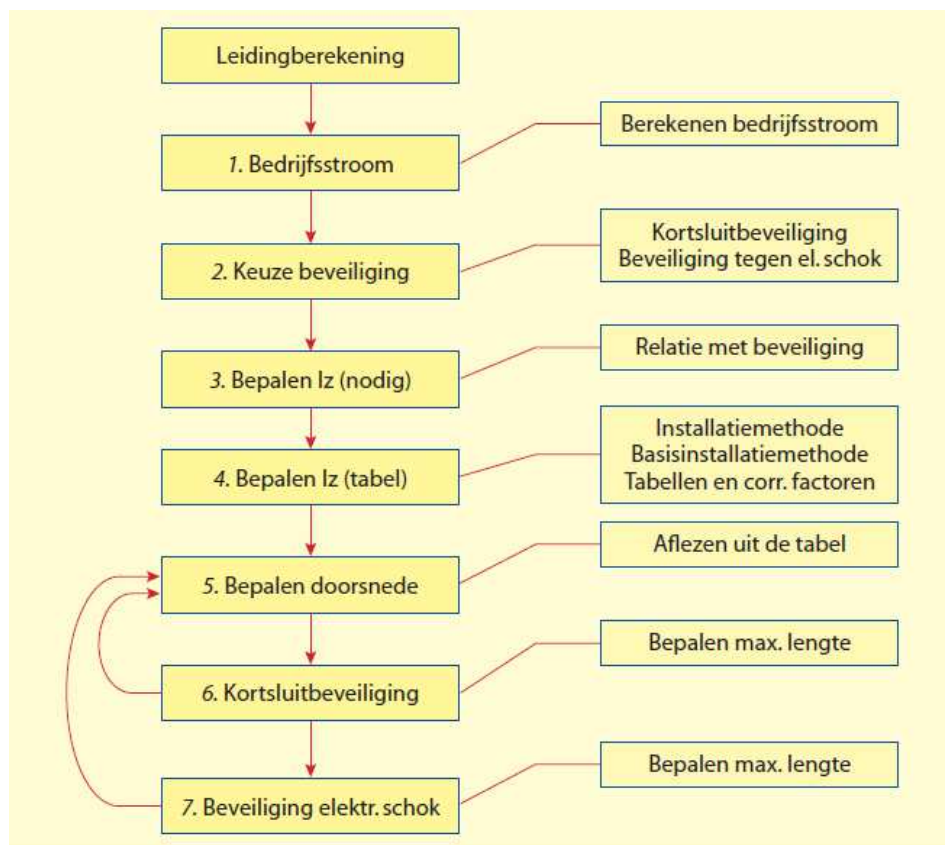
De bijbehorende tabel A.53-1 is afkomstig uit de NEN 1010 bijlage A.53-1 en geldt niet voor éénaderige kabels.

Bij het vervangen van beveiligingstoestellen tegen kortsluitstroom door beveiligingstoestellen van een ander fabricaat of type (dus ook bij vervanging van smeltpatronen door andere smeltpatronen) is het noodzakelijk om met behulp van de door de fabrikant opgegeven bovengrens van de uitschakelkarakteristiek te controleren of nog aan de bepaling wordt voldaan.

In het hoofdstroomcircuit mogen geen thermische of magnetische beveiligingen tegen overbelasting zijn opgenomen.

BIJLAGE 2 STAPPENPLAN VOOR LEIDINGBEREKENINGEN

In figuur 5 zijn de stappen weergegeven die moeten worden gezet voor het berekenen van de doorsnede van een leiding.



Figuur 5 - Stappenplan voor het berekenen van leidingdoorsneden

Voorbeelden van leidingberekening

Aan de hand van een stappenplan zal een aantal berekeningen aan leidingen worden uitgevoerd. Het stappenplan is bedoeld om stapsgewijs de benodigde keuzes en berekeningen te doen. Bij de bepaling van de leidingdoorsneden en de controle op de lengte van de leiding moeten de stappen worden genomen uit afbeelding B.1.

Stap 1 . Berekenen van bedrijfsstroom

De warmteontwikkeling in een leiding is evenredig met de stroom in het kwadraat. De stroom door de leiding is dus van essentieel belang voor de benodigde doorsnede. Voor het berekenen van de bedrijfsstroom is een aantal gegevens nodig zoals de nominale spanning, het geleidersysteem (een of meerdere fasen) en het benodigde schijnbare vermogen S . In tabel 5 zijn diverse formules aangegeven.

Nr.	Voorbeeld	Formule
1	Eénfasetoestel of verdeelinrichting	$IB = S(VA) / U(V)$
2	Driefasentoestel of verdeelinrichting	$IB = S(VA) / U(V) \cdot \sqrt{3}$

3	Driefasenmotor	ca. 2A/ kW(asvermogen)

Tabel 5 - Berekenen bedrijfsstroom

Stap 2 Bepalen van beveiligingstoestellen

Een leiding moet, uitzonderingssituaties daargelaten, worden beveiligd tegen overbelasting en kortsluiting. Dit kan met afzonderlijke beveiligingen gebeuren of worden gecombineerd in een beveiliging. Bij de keuze van de beveiligingstoestellen moet rekening zijn gehouden met mogelijk optredende inschakelstromen.

Stap 3 Bepalen van I_z (nodig)

Als de beveiligingstoestellen gekozen zijn, ligt de benodigde I_z in feite vast. De relatie tussen de I_z van de leiding en het beveiligingstoestel is vastgelegd in de volgende formules:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_n$$

Voor een smeltpatroon geldt dat de aanspreekstroom I_z ongeveer gelijk is aan $1,6 \cdot I_n$. Dit resulteert in een benodigde I_z van:

$$I_z \geq 1,6 / 1,45 \cdot I_n$$

Dit resulteert in een benodigde I_z van 1,1 maal de nominale waarde van de smeltpatroon. Deze waarden zijn opgenomen in tabel 6.

Voor automaten met een B-, C- of D-karakteristiek is de aanspreekstroom 1,45 maal de nominale waarde. De benodigde I_z wordt dan gelijk aan de nominale waarde van de automaat. Voor instelbare beveiligingen mag in de eerste formule I_n worden verwijderd. Voor instelbare beveiligingen geldt dan ook dat de benodigde I_z gelijk of groter moet zijn dan de bedrijfsstroom. Voorwaarde is dan wel dat de aanspreekstroom van de beveiliging niet hoger wordt ingesteld dan 1,45 maal de bedrijfsstroom (liefst lager).


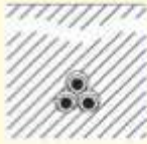

Tabel 6 - Verband tussen I_B , I_Z en I_n ¹⁾

I_n	als I_B kleiner dan of gelijk is aan de hieronder vermelde		moet I_Z groter dan of gelijk zijn aan	
			volgens NEN 3241	gG-patronen volgens NEN 10269
2			2,90	2,90
4			5,79	5,79
6			7,86	7,86
8			-	10,5
10			13,1	13,1
12			-	15,7
16			19,3	17,7
20			24,1	22,1
25			30,2	27,6
32			-	35,3
35			38,6	-
40			-	44,1
50			55,2	55,2
63			69,5	69,5
80			88,3	88,3
100			110	110
125			138	138
160			177	177
200			221	221
250			-	276
315			-	348
400			-	441
500			-	552
630			-	695
800			-	883
1000			-	1103
1250			-	1379





¹⁾ I_B is de ontwerpstroom van een stroomketen, in A.
 I_Z is de toelaatbare stroom van de leiding, in A.
 I_n is de nominale stroom van de smeltpatroon, in A.

Stap 4 Bepalen van IZ(tabel)

Nu de benodigde I_z bekend is, kan de leidingdoorsnede worden bepaald. In eerste instantie kan gekeken worden naar de installatiemethode. In de NEN 1010 zijn vele installatiemethoden opgenomen waaruit een keuze kan worden gemaakt. Bij deze installatiemethode is ook aangegeven welke basis installatiemethode van toepassing is. Door de verwijzing naar de basis installatiemethode kan worden afgelezen welke belastingstabel te gebruiken is. Dit is mede afhankelijk van het aantal belaste aders, het isolatiemateriaal en het kernmateriaal. Zie onderstaand voorbeeld. De installatiemethoden 61, 62 en 63 (kolom 1) verwijzen naar een basis installatiemethode D (kolom4).

Nr.	Installatiemethoden	Omschrijving	Verwijzing naar basisinstallatiemethoden (zie tabel 52-B1)
1	2	3	4
61		Meeraderige kabel in kabelkoker of buisaangebracht in de grond ³⁾	D
62		Eenaderige kabel in kabelkoker of buisaangebracht in de grond ³⁾	D
63		Een- of meeraderige kabel direct in de grondgelegd zonder aanvullende bescherming ¹⁾²⁾³⁾	D

Vanuit de tabel basis installatiemethode is te achterhalen welke tabellen moeten worden gebruikt. Zie in het onderstaande voorbeeld de kolommen 3, 4, 5, 6 en 7. De bijbehorende tabellen voor reductie factoren zijn in de kolommen 8 en 9 opgenomen.

<i>Basisinstallatiemethode</i>		<i>Tabel en kolom</i>							
		<i>Toelaatbare stroom in enkelvoudige stroomketens met isolatiemateriaal van:</i>						<i>Reductiefactor voor</i>	
		<i>PVC-isolatie</i>		<i>XLPE/EPR-isolatie</i>		<i>Minerale isolatie</i>	<i>Omgevings-temperatuur</i>	<i>Verzameling van leidingen</i>	
		<i>2 aders</i>	<i>3 aders</i>	<i>2 aders</i>	<i>3 aders</i>	<i>1, 2 en 3 aders</i>			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	
	Een- of meer-aderige kabel aangebracht tegen een houten wand	C	52-C1 Kol. 6	52-C3 Kol. 6	52-C2 Kol. 6	52-C4 Kol. 6	70 °C mantel 52-C5 105 °C mantel 52-C6	52-D1	52-E1
	Meeraderige kabel in kokers aangebracht in de grond	D ¹⁾²⁾	52-C1 Kol. 7	52-C3 Kol. 7	52-C2 Kol. 7	52-C4 Kol. 7	–	52-D2	52-E3
	Meeraderige kabel in de vrije lucht Afstand tot een wand niet kleiner dan 0,3 maal de kabelmiddellijn D_e	E	koper 52-C9	koper 52-C11		70 °C mantel 52-C7	52-D1	52-E1	
			aluminium 52-C10	aluminium 52-C12		105 °C mantel 52-C8			
	Tegen elkaar gelegde een-aderige kabels in de vrije lucht Afstand tot een wand niet kleiner dan 1 maal de kabelmiddellijn D_e	F	koper 52-C9	koper 52-C11		70 °C mantel 52-C7	52-D1	52-E1	
			aluminium 52-C10	aluminium 52-C12		105 °C mantel 52-C8			

Stel, dat voor een bepaalde situatie de benodigde I_z in relatie met de beveiliging is bepaald ($I_{z(\text{nodig})}$). Er moet bijvoorbeeld rekening worden gehouden met twee reductiefactoren in verband met een afwijkende omgevingstemperatuur en meerdere kabels bij elkaar. Dan kan de waarde, die gezocht moet worden in de belastingstabel, worden berekend met:

$$I_{z(\text{tabel})} = I_{z(\text{nodig})} / (f_{\text{temp.}} \times f_{\text{meerde}})$$

Stap 5 Bepalen van leidingdoorsnede

In de tabel kan dan de benodigde doorsnede worden opgezocht. Hiermee is dan het eerste probleem, namelijk de beveiliging tegen overbelasting, opgelost. Nu de doorsnede bekend is, kan gekeken worden naar de beveiliging tegen kortsluiting.

Stap 6 Kortsluitbeveiliging

Om een leiding goed te kunnen beveiligen tegen kortsluiting, moet de lengte van de leiding worden beperkt. De optredende kortsluitstroom moet namelijk nog groot genoeg zijn om de beveiliging op tijd te laten aanspreken. De benodigde uitschakeltijd voor de beveiliging van leidingen tegen kortsluitstromen is in de regel 5 s. De maximaal toegestane lengte van de leiding is opgenomen in tabel A.53-1, A.53-2 of A.53-3 van de NEN 1010. Zie hiervoor tabel 53-1 in bijlage A. Tabel A.53-1 is gebaseerd op de stroom die de betreffende smeltpatroon in 5 s laat aanspreken. De tabellen A.53-2 en A.53-3 (niet opgenomen) zijn gebaseerd op de stroom die een automaat elektromagnetisch laat aanspreken.

Stap 7 Beveiliging tegen elektrische schok

Een laatste probleem is dan de beveiliging tegen elektrische schok. Bij vrijwel alle leidingen moet ook worden gekeken of voldaan wordt aan uitschakeling binnen 0,4 s (TN-stelsel). Dit is voor smeltpatronen een zwaardere eis dan de '5 seconden'-uitschakeling ten behoeve van kortsluitbeveiliging van de leiding.

De maximale uitschakeltijd van 0,4s geldt alleen voor eindgroepen die contactdozen voeden en eindgroepen van ten hoogste 32A en is hier niet van toepassing.

Een factor die mogelijk ook nog bepalend kan zijn, maar waarmee nog niet is gerekend, is het toegestane spanningsverlies.

Tabel 7 - Maximale lengte, in m, van tegen kortsluiting beveiligde leidingen (zie eveneens bepaling 533.3)
 (De onderstaande tabel is gelijk aan tabel A.53-1 van de NEN 1010:2007)

Isolatiemateriaal : XLPE, EPR of PVC³⁾
 Kernmateriaal : koper⁶⁾
 Sluiting : tussen een fase en de nul (5 s)⁴⁾⁵⁾
 Spanning tussen fase en nul : 230 V
 (U₀) :

S	Nominale stroom van gG-smeltpatronen											
	A											
mm ²	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	647	320	209	122	76	59 ³⁾	2)	2)	2)	2)	2)	2)
2,5	1)	525	345	206	134	108	80	54 ³⁾	2)	2)	2)	2)
4	1)	845	557	334	220	180	137	97	73	51 ³⁾	2)	2)
6	1)	1)	835	502	332	273	209	151	117	86	63 ³⁾	2)
10	1)	1)	1)	847	562	462	356	260	204	153	117	85
16	1)	1)	1)	1)	895	737	569	416	328	248	192	142
25	1)	1)	1)	1)	1)	1)	901	660	521	395	308	230
35	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	917	723	549	428	322
50	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	980	745	581	437
70	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	840	632
95	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	878
S	Nominale stroom van gG-smeltpatronen											
mm ²	A											
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250
10	57 ³⁾	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
16	101	79	55 ³⁾	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
25	167	133	97	70	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)	2)
35	234	189	140	103	74	51 ³⁾	2)	2)	2)	2)	2)	2)
50	319	258	193	145	107	77	55 ³⁾	2)	2)	2)	2)	2)
70	462	374	281	212	159	116	87	61 ³⁾	2)	2)	2)	2)
95	643	521	391	296	223	165	126	91	63 ³⁾	2)	2)	2)
120	812	658	495	375	283	211	161	118	84	56 ³⁾	2)	2)
150	871	707	531	403	305	227	175	129	94	65	43 ³⁾	2)
185	1)	848	638	484	366	274	211	156	114	81	56	2)
240	1)	1)	805	611	463	346	268	199	147	105	74	50 ³⁾
300	1)	1)	971	738	559	418	324	241	178	128	92	65
400	1)	1)	1)	876	664	497	385	287	213	154	112	80
500	1)	1)	1)	1)	823	617	478	357	265	192	141	101
630	1)	1)	1)	1)	965	724	560	418	311	226	166	120
800	1)	1)	1)	1)	1)	847	656	490	365	265	195	142
1000	1)	1)	1)	1)	1)	1)	780	583	434	316	232	169
TOELICHTING												
De tabellen gelden niet voor éénaderige kabels.												
.												

1) De lengte is groter dan 1000 m, maar de waarde is niet opgenomen in deze tabel. Dit geldt ook voor grotere doorsneden die niet zijn opgenomen in de tabel.

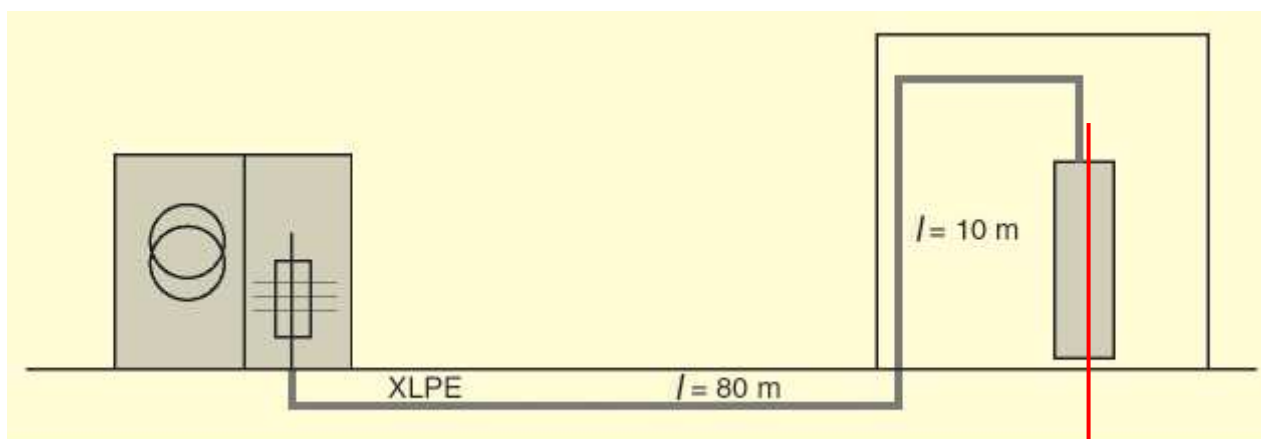
2) De leiding wordt overbelast omdat $i^2t > k^2S^2$.

- 3) De waarden in de tabel die zijn voorzien van noot ³⁾ zijn niet toepasbaar voor leidingen met isolatie van PVC omdat de leidingen worden overbelast.
- 4) Een vermenigvuldigingsfactor 1,73 mag worden toegepast bij het bepalen van de maximale lengte van tegen kortsluiting beveiligde leidingen van driefasenstroomketens zonder nul met een spanning van 400 V tussen de fasen indien kortsluiting tussen fase-beschermingsleiding of fase-aarde niet mogelijk is. Dit geldt voor stroomstelsels in ster- of in driehoekschakeling. Deze situatie kan voorkomen indien ter plaatste in de schakel- en besturingskast van de sprinklerpomp een transformator aanwezig is voor het maken van een spanning 400 V naar 230 V.
- 5) Voor de maximale lengte van tegen kortsluiting beveiligde leidingen van driefasenstroomketens met nul met een spanning van 230/400 V en een doorsnede van de nul die de helft is van de doorsnede van de fase geldt een vermenigvuldigingsfactor 0,67. Dit is van toepassing indien een kabel wordt gebruikt met een gereduceerde nul (de helft van de faseleidingen).
- 6) Voor leidingen met kernen van aluminium moet de in de tabel aangegeven lengte zijn vermenigvuldigd met een factor 0,40.

BIJLAGE 3 VOORBEELD BEREKENING

ONTWERPMETHODE 1

De pompbesturingskast waarop een sprinklermotor met een vermogen van 45 kW is aangesloten, wordt via een voedingsleiding aangesloten op de hoofdverdeelinrichting. De voeding is afkomstig vanuit de transformatorruimte waar de hoofdverdeelinrichting is opgesteld. In de pompbesturingskast zijn doorverbindingsmessen toegepast en is de beveiliging D niet aangebracht. De kabel ligt voor een groot deel in grond met een temperatuur van 20 °C (warmteweerstand 0,8 Km/W) en voor de laatste 10 m op een kabelladder met nog twee andere belaste kabels in dezelfde laag. De omgevingstemperatuur is 25 °C. Er wordt over de gehele lengte van 80 m gebruikgemaakt van een grondkabel met XLPE-isolatie. Zie afbeelding C.1 voor de situatieschets.



Afbeelding C.1 - Situatieschets

Stap 1

Het vermogen van de motor bedraagt 45 kW. De bijbehorende I_n bedraagt 78 A en I_{Irc} bedraagt 606 A. Zoals gesteld zal voor de hulpgroepen 10 A moeten worden gerekend.

Stap 2

Volgens tabel 2 uit hoofdstuk 1.2 moet van een I_{tot} worden uitgegaan van 616 A hetgeen resulteert in een gG-patroon van 200 A.

Stap 3

De bijbehorende I_z kan uit tabel 6 uit bijlage 2 worden afgelezen en bedraagt 221 A.

Stap 4

Aangezien er twee installatiemethoden zijn, moet bekeken worden welke situatie het ongunstigste is. In tabel C.2 zijn de diverse stappen te zien voor beide installatiemethoden.

Diverse stappen	Kabel in grond	Kabel op kabellader
Installatiemethode	63	18
Basisinstallatiemethode	D	E
Reductiefactoren	Warmteweerstand: 1,62 Tabel A.52-17 NEN 1010	Temperatuur: 1,04 Tabel A.52-15 Meerdere kabels: 0,82 Tabel A.52-18
$I_{z(tabel)}$ in A	$177 / 1,62 = 109,3$ A	$177 / (1,04 * 0,77) = 221,0$ A
Belastingstabel	A.52.6-6 kolom 7	A.52-13 kolom 3
Doorsnede	50 mm ²	95 mm ²

Tabel 8 - Berekening van een doorsnede in stappen

Stap 5

In de laatste rij van tabel 7 is de te kiezen doorsnede al aangegeven. Er moet worden gekozen voor een kabel over het gehele traject, kabels moeten uit één lengte bestaan en lassen zijn niet toegestaan, er moet dus voor een 95 mm² leiding worden gekozen.

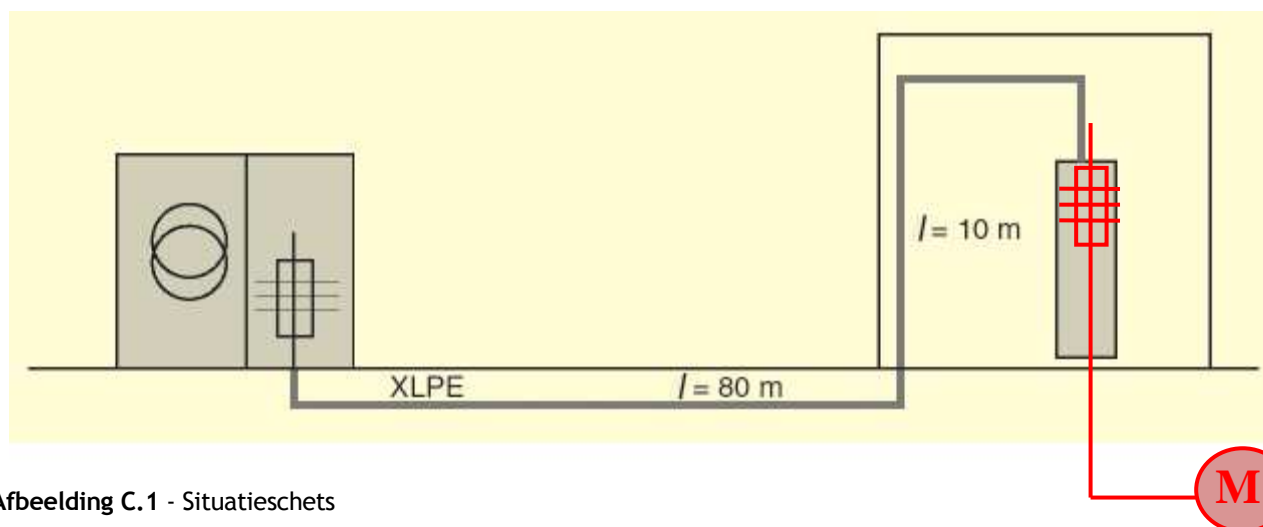
Stap 6

De maximale leidinglengte ten behoeve van kortsluitbeveiliging is conform tabel 5 bijlage 2 gelijk aan 296 m. In verband met het spanningsverlies wordt een maximale lengte van 139 m toegepast. Bij de grondkabel is de doorsnede van het aardscherm de helft van de doorsnede van de fasegeleider. Deze lengte moet dus worden vermenigvuldigd met 0,67. De maximaal toegestane lengte is dan 197 m echter geldt hier eveneens de 139 m.

BIJLAGE 4 VOORBEELD BEREKENING

ONTWERPMETHODE 2

De pompbesturingskast waarop een sprinklermotor met een vermogen van 45 kW is aangesloten, wordt via een voedingsleiding aangesloten op de hoofdverdeelinrichting. De voeding is afkomstig vanuit de transformatorruimte waar de hoofdverdeelinrichting is opgesteld. De kabel ligt voor een groot deel in grond met een temperatuur van 20 °C (warmteweerstand 0,8 Km/W) en voor de laatste 10 m op een kabelladder met nog twee andere belaste kabels in dezelfde laag. De omgevingstemperatuur is 25 °C. Er wordt over de gehele lengte van 80 m gebruikgemaakt van een grondkabel met XLPE-isolatie. Zie afbeelding C.1 voor de situatieschets.



Afbeelding C.1 - Situatieschets

Stap 1

Het vermogen van de motor bedraagt 45 kW. De bijbehorende I_n bedraagt 78 A en I_{lrc} bedraagt 606 A. Zoals gesteld zal voor de hulpgroepen 10 A moeten worden gerekend.

Stap 2

Volgens tabel 2 uit hoofdstuk 1.2 moeten van een I_{tot} worden uitgegaan van 616 A hetgeen resulteert in een gG-patroon van 200 A in D.

Stap 3

De bijbehorende I_z kan uit tabel 6 uit bijlage 2 worden afgelezen en bedraagt 221 A.

Stap 4

Aangezien er twee installatiemethoden zijn, moet bekeken worden welke situatie het ongunstigste is. In tabel 9 zijn de diverse stappen te zien voor beide installatiemethoden.

Diverse stappen	Kabel in grond	Kabel op kabelladder
Installatiemethode	63	18
Basisinstallatiemethode	D	E
Reductiefactoren	Warmteweerstand: 1,62 Tabel A.52-17 NEN 1010	Temperatuur: 1,04 Tabel A.52-15 Meerdere kabels: 0,82 Tabel A.52-18
$I_{z(tabel)}$ in A	$177 / 1,62 = 109,3$ A	$177 / (1,04 * 0,77) = 221,0$ A
Belastingstabel	A.52.6-6 kolom 7	A.52-13 kolom 3
Doorsnede	50 mm ²	95 mm ²

Tabel 9 - Berekening van een doorsnede in stappen

Stap 5

In de laatste rij van tabel 8 is de te kiezen doorsnede al aangegeven. Er moet worden gekozen voor een kabel over het gehele traject, kabels moeten uit één lengte bestaan en lassen zijn niet toegestaan, er moet dus voor een 95 mm² leiding worden gekozen. De leiding is afgestemd op de beveiliging toegepast in D.

Beveiliging A moet selectief zijn ten opzichte van de beveiliging in D. Hiervoor wordt een smeltpatroon gG van 315 A toegepast. Deze beveiliging dient alleen als kortsluitbeveiliging en de leidingdoorsnede wordt niet aangepast.

Stap 6

De maximale leidinglengte ten behoeve van kortsluitbeveiliging is conform tabel 5 bijlage 2 gelijk aan 165 m. In verband met het spanningsverlies wordt een maximale lengte van 139 m toegepast. Bij de grondkabel is de doorsnede van het aardscherm de helft van de doorsnede van de fasegeleider. Deze lengte moet dus worden vermenigvuldigd met 0,67. De maximaal toegestane lengte is dan 110 m.

Conclusie

Door het toepassen van deze methode zal de lengte van de leiding worden beperkt ten opzichte van ontwerpmethod 1 de doorsnede zal dezelfde blijven. In de geschetste situatie is de maximale lengte 90 m dus geeft dit geen beperking.