

Voorkom dat PV-solarkabels te heet worden

Vorig jaar berichtte RTL Nieuws over 21 branden in zonnepaneel (PV) installaties, waarvan het in ongeveer de helft van de gevallen grotere installaties op schuren, bedrijfspanden of zonneparken betrof. Zonder de precieze oorzaak van de branden te weten, besteedt dit artikel aandacht aan de kabels die de zonnepanelen verbinden met de omvormer. Deze kabels worden namelijk nogal eens te heet.



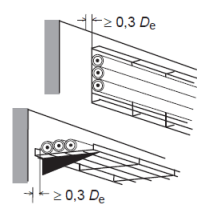
Onveilige situatie

Teveel strengkabels in één bundel

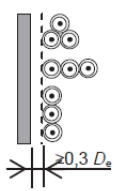
Dagelijks worden grote zonnepaneel-installaties aangelegd, hierbij zijn installaties van 100kW of meer geen uitzondering. In een PV-systeem worden de zonnepanelen met strengkabels aangesloten op de omvormer. Bij een groot PV-systeem komt het regelmatig voor dat 20 of meer plus- en min-kabels per omvormer worden aangesloten. Deze kabels worden vaak gebundeld aangelegd in een draadgoot, maar nu is de vraag: Worden al deze gelijk belaste kabels in een kabelbundel niet te heet?

PV-strengkabels en NEN1010

Wie in NEN1010 op zoek gaat naar de belastbaarheid van PV-kabels vindt het antwoord helaas niet. Een korte reis door NEN1010: Uitgaande van enkeladerige PV-strengkabels in een draadgoot komen in tabel 52.A.3 uit op installatiemethode 32 die verwijst naar basisinstallatiemethode F.

32		Een- of meeraderige kabel aangebracht op horizontaal of verticaal gemonteerde kabelsteunen of op een draadgoot ^{c, h}	E of F
----	---	--	--------

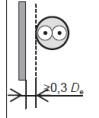
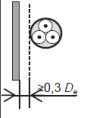
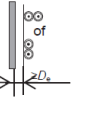
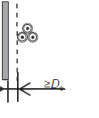
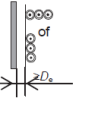
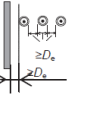
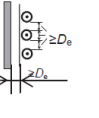
Tabel 52.A.3 (bron: NEN1010)

	Tegen elkaar gelegde eenaderige kabels in de vrije lucht	F	Koper 52.B.10	Koper 52.B.12	70 °C mantel 52.B.8	52.B.14	52.B.21
	Afstand tot een wand niet kleiner dan éénmaal de kabelmiddellijn D_e		Aluminium 52.B.11	Aluminium 52.B.13	105 °C mantel 52.B.9		

Tabel 52.B.1 (bron: NEN1010)

Vervolgens verwijst tabel 52.B.1 basisinstallatiemethode F naar tabel 52.B.12 kolom 4 voor koperen geleiders met EPR isolatie.

Hier ontstaat het probleem, want tabel 52.B.12 geeft pas voor kabels van 25mm² en hoger toelaatbare stroomwaarden. NEN1010 geeft dus niet altijd antwoord op alle vraagstukken.

Nominale kerdoorsnede mm ²	Installatiemethoden genoemd in tabel 52.B.1						
	Meeraderige kabel		Eenaderige kabel				
	Twee belaste aders	Drie belaste aders	Twee belaste aders tegen elkaar	Drie belaste aders in driehoek-configuratie	Drie belaste aders in één laag	Op afstand	
						Tegen elkaar	Horizontaal
E	E	F	F	F	G	G	
							
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	-	-	-	-	-
2,5	36	32	-	-	-	-	-
4	49	42	-	-	-	-	-
6	63	54	-	-	-	-	-
10	86	75	-	-	-	-	-
16	115	100	-	-	-	-	-
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201

Tabel 52.B.12 (bron: NEN1010)

Als alternatief kan nog gekeken worden in NEN1010 informatieve NL Bijlage 52.D. In deze bijlage kan de toelaatbare stroom berekend worden voor geleiders kleiner dan 25mm².

Deze berekening levert de volgende toelaatbare stroomwaarden op:

4mm² 50A

6mm² 65A

Het berekenen van de toelaatbare stroomwaarden kan dus met NEN1010. Echter blijkt er voor PV-kabels een specifieke norm te bestaan, dit is norm EN 50618 (Electric cables for photovoltaic systems).

Solarkabels conform norm EN 50618:2014 (Electric cables for photovoltaic systems)

De PV-kabels moeten voldoen aan norm EN 50618. De norm geeft eisen aan met betrekking tot de constructie van de kabels, maar biedt ook meer inzicht over het gebruik van de kabels. In de normatieve bijlage A (Guide to use) wordt in een aantal tabellen informatie gegeven over belastbaarheid, hogere omgevingstemperaturen en verzameling van leidingen. Hieronder een weergave van de informatie uit deze bijlage. Interessant is hierbij de tekst in de "scope" van de norm.

Scope

“The cables are designed to operate at a normal maximum conductor temperature of 90 °C, but for a maximum of 20 000 hours a max. conductor temperature of 120 °C at a max. ambient temperature of 90 °C is permitted”

Nominal cross sectional area (mm ²)	Current carrying capacity according to method of installation		
	Single cable free in air (A)	Single cable on a surface (A)	Two loaded cables touching, on a surface (A)
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57

Ambient temperature: 60 °C (see Table A.4 for other ambient temperatures) max. conductor temperature: 120 °C.

NOTE The expected period of use at a max. conductor temperature of 120 °C and at a max. ambient temperature of 90 °C is limited to 20 000 h.

Table A.3 – Current carrying capacity of PV cables

Groups

For installation in groups the reduction factors for current rating according to HD 60364-5-52, Table 52.B.17 shall apply.

Ambient temperature °C	Conversion factor
Up to 60	1,00
70	0,92
80	0,84
90	0,75

Table A.4 – Current rating conversion factors for different ambient temperatures

De informatie die nodig is om PV-kabels te berekenen mist dus grotendeels in NEN1010. We moeten uit de EN 50618 de stroom belastbaarheid (tabel A.3) en correctiefactor voor hogere temperaturen (tabel A.4) halen. De correctiefactor voor verzamelingen van leidingen moet juist weer uit NEN1010 worden gehaald. Nu zal de gemiddelde installateur niet in het bezit zijn van de EN 50618. Hierdoor is men in de praktijk afhankelijk van de PV-kabel fabrikanten.

PV-kabel informatie van verschillende fabrikanten

De juiste informatie vinden op het internet blijkt lastiger dan gedacht. De volgende informatie is van onderstaande fabrikanten te vinden over een 4mm² kabel:

Top Cable	PV ZZ-F (AS)	Iz = 55A bij 60°C en enkele ader in de vrije lucht
Batt Cable	FG21M21 PV20	Iz = 55A bij 60°C en enkele ader in de vrije lucht
Voiflex	H1Z2Z2-K	Iz = 55A bij 60°C en enkele ader in de vrije lucht
Nexans	PV H1Z2Z2-K	Iz = 55A bij 60°C en enkele ader in de vrije lucht

Wat opvalt is dat geen enkele kabelfabrikant in hun documentatie iets vermeldt over de belastbaarheid bij het bundelen van de kabels.

Correctiefactoren voor verzamelingen (Groups) van leidingen

In Nederland is de norm HD 60364-5-52 ondergebracht in NEN1010. Tabel 52.B.17 in NEN1010 geeft de correctiefactoren weer voor verzamelingen van leidingen. We kiezen item 1, omdat er sprake is van bundeling van kabels in plaats van een “nette” aanleg in een enkele laag van alle kabels naast elkaar.

Item	Configuratie (tegen elkaar gelegde leidingen)	Aantal stroomketens of meeraderige kabels												Te gebruiken met gegevens uit tabellen:
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Gebundeld in de lucht, op een oppervlak, verzonken of omsloten	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	52.B.2 t.m. 52.B.13 methoden A t.m. F

OPMERKING 1 Deze correctiefactoren gelden voor verzamelingen bestaand uit identieke en gelijk belaste kabels.

OPMERKING 5 Indien een verzameling bestaat uit n eenaderige kabels, mag deze worden behandeld als een verzameling van $n/2$ stroomketens met twee belaste aders of $n/3$ stroomketens met drie belaste aders.

Tabel 52.B.17 (deels weergegeven)

De tabel gaat helaas niet verder dan 20 stroomketens, in dit geval dus niet meer dan 40 draden (+ en -) bij elkaar gebundeld. In de praktijk liggen er vaak meer aders gebundeld in een draadgoot, het is dus van belang om hier goed naar te kijken.

Na een analyse van de tabel zou je deze kunnen extrapoleren naar grotere verzamelingen van leidingen. Hieruit komt dan een correctiefactor van 0,34 bij 30 stroomketens, of 0,31 bij 40 stroomketens. Deze factoren zouden aan de veilige kant zijn echter is de vraag of het correct is om de tabel te extrapoleren, werkelijke testen moeten aantonen of dit klopt.

Temperaturen volgens NEN1010

712.523 Hoogste toelaatbare stromen

Voeg toe:

712.523.10 Bij het ontwerp van kabels die worden blootgesteld aan directe opwarming aan de onderzijde van de PV-panelen, moet voor de dimensionering rekening worden gehouden met een omgevingstemperatuur die ten minste gelijk is aan 70 °C.

OPMERKING In bepaalde omstandigheden kunnen de temperaturen achter PV-panelen oplopen tot 85 °C of 90 °C.

Over de temperatuur van de kabels volgens de eerder geplaatste foto kan worden gediscussieerd. De draadgoot is vrij direct geplaatst onder de PV-panelen, de temperatuur kan dus wel degelijk hoger zijn dan de standaard PV-kabel specificatie temperatuur van 60°C.

Een voorbeeld

Zie de foto van de installatie hiernaast Het betreft hier 24 stroomketens (48 geleiders) van 4mm² aangelegd in een draadgoot. We nemen aan dat de I_{sc} van de panelen 9,9A is. Er zijn 2 omvormers aanwezig met per omvormer 12 strengen aangesloten welke zijn voorbeveiligd met een $I_n = 15A$ PV-smeltpatroon. Conform NEN1010 moet de I_z van de solarkabel groter of gelijk zijn aan de I_n van de smeltpatroon.



Onveilige situatie

De solarkabels hebben allemaal dezelfde specificatie (zie tabel A.3 uit EN 50618):

$I_z = 55A$ bij $60^\circ C$ en enkele ader in de vrije lucht

We gaan uit van deze specificatie (en niet van een stroom van 44A) gezien opmerking 1 en 5 en de overige informatie bij tabel 52.B.17. Ook de keuze van deze specificatie vanwege de berekende waarde conform NEN1010 bijlage 52.D.

Belastbaarheid: $I_z \times f_n = 55 \times 0,38 = 20,9A$

(uitgaande van 20 stroomketens volgens NEN1010, maar zijn er in werkelijkheid dus meer!)

Belastbaarheid: $I_z \times f_n = 55 \times 0,36 = 19,8A$

(uitgaande van 24 stroomketens, volgens een geëxtrapoleerde waarde)

Wanneer ook een correctie (0,92) voor de omgevingstemperatuur meegenomen zou worden van $70^\circ C$ direct achter de panelen dan zou de belastbaarheid worden:

Belastbaarheid $I_z = 19,8 \times 0,92 = 18A$

Deze waarde is hoger dan de smeltpatroonwaarde van 15A. De vraag is alleen of het resultaat van de berekening wel correct is. De correctheid van de geëxtrapoleerde waarde moet nog worden geverifieerd door testen.

Let op dat bij gebruik van een ongeperforeerde kabelbaan de ventilatie veel minder aanwezig is en de belastbaarheid nog verder afneemt.

Verkorte levensduur van de kabels

In de scope van de EN 50618 staat een belangrijke tekst: De kabels zijn ontworpen om te werken bij een normale maximale geleider temperatuur van $90^\circ C$, echter voor maximaal 20.000 uur is een maximale geleidertemperatuur van $120^\circ C$ toelaatbaar bij een maximale omgevingstemperatuur van $90^\circ C$.

Het is dus van belang dat een maximale geleidertemperatuur van $90^\circ C$ als uitgangspunt voor het ontwerp van een installatie wordt gebruikt. Hogere geleider temperaturen dan $90^\circ C$ geven een reductie van de levensduur van de kabel. De norm EN 50618 laat hogere temperaturen wel toe maar met een beperking in tijd. In een opmerking in de scope staat het volgende over de levensduur: De verwachte periode van gebruik onder normale gebruikscondities zoals gespecificeerd in deze norm is tenminste 25 jaar.

Laat overmatige bundeling geen probleem vormen

De belastbaarheid van solarkabels gaat snel omlaag wanneer deze gebundeld worden. De geleider temperaturen zullen bij bundeling oplopen en kan daarmee de levensduur van de kabels verlagen. Gezien de levensduurspecificatie van 20000 uur bij $120^\circ C$, kan het voorkomen dat de kabels de levensduur van de zonnepanelen (20-25 jaar) niet halen. Daarnaast bestaat een verhoogd risico op brand.

In de praktijk is de correctiefactor voor bundeling van een groot aantal stroomketens (meer dan 20) niet gedekt door NEN1010. Het lijkt erop dat ook de kabelfabrikanten ons hierin niet van informatie kunnen voorzien. De aanbeveling is dan ook om niet meer dan 20 stroomketens te bundelen (totaal 40 draden). Zijn er meer stroomketens? Maak dan een tweede bundel, en leg deze op een kleine afstand in de draadgoot.

Bij grote omvormers worden de strengen afzonderlijk beveiligd, maar wanneer de patroonwaarden in de streng groter worden dan 15A dan is de kans groot dat een 4mm² onvoldoende is.

Uiteraard kan de keuze van 6mm² ($I_z = 70A$) helpen om de geleider temperatuur naar beneden te brengen en zo het bovengenoemd risico te verlagen.

Overigens komen hoge geleidertemperaturen de kabelverliezen niet ten goede door een verhoogde weerstand. Een hoger rendement van de installatie is dus haalbaar door de keuze van een grotere kabeldiameter. Maar ook de aanleg in een plat vlak (niet bundelen) zal tot lagere geleider temperaturen leiden en daarmee minder verliezen.

Kortom, laat PV-kabels door overmatige bundeling geen bottleneck voor uw installatie vormen!

Mogelijke oplossing om oververhitting te voorkomen

In de Nederlandse Praktijk Richtlijn NPR5310 wordt uitgebreid aandacht gegeven aan PV-systemen. Zo is er een hoofdstuk over Bescherming tegen thermische invloeden (5.2), hier worden een aantal aandachtspunten gegeven rond brandveiligheid.

5.2.1 Brandveiligheid

Een PV-systeem mag de brandwerendheid van een gebouw niet negatief beïnvloeden, zie het Bouwbesluit. Hierbij moet worden gedacht aan de vereiste weerstand tegen branddoorslag en brandoverslag en het tegengaan van voortplanting van vlambogen.

5.2.2 Doorvoeren door brandwerende wanden

Als de DC-bekabeling van een PV-installatie door een brandwerende doorvoer loopt, behoort deze doorvoer DC-vlambogen te stoppen. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door voor de plus- en minkabels twee aparte doorvoeren te gebruiken met een onderlinge afstand van 10 cm.

5.2.3 Tegengaan van voortplanting van vlambogen

Hoewel de plus- en minkabel zo dicht mogelijk bij elkaar behoren te worden gelegd om inductielussen klein te houden (zie 6.1.2) is enige afstand tussen die kabels binnen de goot, liefst met een middenschot ertussen, verstandig om voortplanting van parallelle vlambogen tegen te gaan. Bij bundels kabel is dit extra belangrijk omdat vonkoverslag tussen één plus- en minpaar de isolatie van alle kabels zal aantasten en de volle array-energie in de vlamboog grote schade kan veroorzaken. Indien nodig kunnen twee naast elkaar gemonteerde kabelgoten worden gebruikt. Ook andere installatiemethoden zijn mogelijk om de voortplanting van vlambogen tegen te gaan.



Onveilige situatie



Veilige situatie

Voorbeeld oplossing

De combinatie van de Performa draadgoot van Schneider Electric met de PVX Multimount vormt een goede oplossing om de plus- en mindraden op een kleine afstand te kunnen aanleggen. Hierbij is het van belang dat er per bundel van plus- of mindraden niet meer dan 40 draden worden gebundeld om oververhitting te voorkomen. In het voorbeeld is een dubbele draadgoot te zien, maar uiteraard is het gebruik van een enkele draadgoot met de kabelbundels op afstand ook een prima oplossing. Het PVX Multimount montagesysteem zorgt voor een snelle en adequate installatie van buis en draadgoot op platte daken, bovendien voldoet het systeem aan de NEN1010 norm.

Mocht u naar aanleiding van dit artikel vragen hebben, neem dan contact met ons op via [e-mail](#) of per telefoon via +31 23 51 24 124. Vraag naar Joost de Koning.