

**NATIONALE MAATSCHAPPIJ
DER BELGISCHE SPOORWEGEN**



TECHNISCHE BEPALING

496.010

OVERSPANNINGSAFLEIDERS

UITGAVE : 05/2004

Kenm.	Datum	Wijzigingen	Parafen
G	2004-05-13	§5.3: 84V ipv 90V/§5.4.2:1400V=>500V/ §6: verduidelijking van de tijden tussen 2 opeenvolgende testen. ir. Dobbelaere	Geparafeerd
F	2003-11-04	Schrappen van 'Kwalificatie Q3' in paragraaf 4 (verzoek AK.205) ir. Dobbelaere	Geparafeerd
E	2003-08-29	Kwalificatie Q3 i.p.v. Q1, bidirectioneel -> unidirectioneel, garantie 5 jaar, testen, en wijziging nr, oud nummer 2/0.496.501	Geparafeerd
D	2000-09-07	Aanpassing mogelijke permanente DC-stroom zonder beschadigingen	Geparafeerd
C	2000-02-28	Aanpassing technische voorwaarden: Q1	Geparafeerd
B	1999-10-22	Aanpassing naar EN50123-5:1997, hoofdstuk 5: "Low-voltage limiters for specific use in D.C. systems" + andere	Geparafeerd
A	1999-01-29	Aanpassing	Geparafeerd

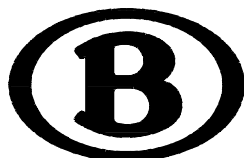
Bovenleiding 3 kV DC

OVERSPANNINGS-AFLEIDERS

Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Getekend: GEHANDTEKEND D. VERMANDEL	Nagezien: GEHANDTEKEND J-P. BAS	Opgemaakt: ir GEHANDTEKEND 1998-09-24 E. DOBBELAERE	Voorgesteld: e ir GEHANDTEKEND 1998-09-24 P. VAN HERZEELE	Goedgekeurd: hir GEHANDTEKEND 1998-09-24 J. LALLEMAND	
---	---	---	---	---	--

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 1/18

INHOUD

1.	ONDERWERP VAN DE SPECIFICATIE.....	3
2.	DOCUMENTEN VAN TOEPASSING.....	3
2.1	TECHNISCHE REFERENTIENORMEN	3
2.2	TECHNISCHE SPECIFICATIES VAN DE NMBS	3
3.	KWALIFICATIEPROCEDURE	3
3.1	GOEDKEURING VAN HET MATERIAAL.....	4
3.2	BELANGRIJKE OPMERKINGEN	4
3.3	TE LEVEREN AUTOCAD-DOCUMENTEN IN GEVAL VAN BESTELLING	5
4.	GUNNINGSCRITERIA VAN DE OPDRACHT	5
5.	TECHNISCHE VOORWAARDEN.....	5
5.1	PRIMAIRE DOELSTELLING	5
5.2	UNI-DIRECTIONELE, BI-DIRECTIONELE DOORSLAGVEILIGHEID	6
5.3	NORMAAL BEDRIJF - ZONDER KORTSLUITINGEN	7
5.4	KORTSLUITINGEN MET DE BOVENLEIDING (3 kV – DC)	10
5.4.1	<i>Stroomstoten in de stroomgeleidende zin van de doorslagveiligheid (voor de 2 richtingen voor het bi-directionele type - voor 1 richting voor het uni-directionele type).....</i>	10
5.4.2	<i>Spanningen over de gesperde uni-directionele doorslagveiligheid.....</i>	11
5.5	BLIKSEMSTROOMSTOTEN	12
6.	TESTEN	12
6.1	NORMALE PROEVEN UIT TE VOEREN BIJ DE CONSTRUCTEUR.....	12
6.2	OPLEVERINGSTESTEN BIJ DE CONSTRUCTEUR.....	12
6.3	GRONDIGE PROTOTYPE-PROEVEN BIJ DE CONSTRUCTEUR []	12
6.3.1	<i>Meting van de doorslagspanning U_w, U_s.....</i>	13
6.3.2	<i>Meting van de lekstroom I_L.....</i>	13
6.3.3	<i>Controle van de stroom I_{w-tp} (permanente DC-stroom zonder beschadiging)</i>	13
6.3.4	<i>Meting van de Joule-integraal J onder kortsluiting, zonder beschadiging - temperaturen electrodes - aansprektijd - restspanning</i>	13
6.3.5	<i>Controle van de inverse sperspanningen (bij het uni-directionele type).....</i>	14
6.3.6	<i>Gedrag onder bliksemstroomstoten.....</i>	14
6.3.7	<i>Controle van beschadiging van de doorslagveiligheid na veelvuldig aanspreken.....</i>	14
6.3.8	<i>Presentatie van de gegarandeerde eigenschappen.....</i>	15
6.4	GRONDIGE PROTOTYPE-TESTEN BIJ DE NMBS.....	17
7.	GARANTIE.....	18
8.	VERPAKKING EN “CE” LABEL	18
9.	OPSLAG IN DE BEWAARPLAATSEN VAN DE NMBS	18

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGS-AFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 2

1. ONDERWERP VAN DE SPECIFICATIE

Onderstaande voorschriften hebben tot doel de minimale voorwaarden te bepalen waaraan de doorslagveiligheid bovenleidingspaal - spoor voor 3 kV bovenleidingsinstallaties dient te voldoen (verder kortweg **doorslagveiligheid** genoemd). De doorslagveiligheid bovenleidingspaal – spoor is een toestel dat mogelijks optredende spanningsverschillen tussen bovenleidingsaarding, waartoe de paal behoort, en het spoor tot bepaalde waarden begrenst.

2. DOCUMENTEN VAN TOEPASSING

De levering van het materiaal moet overeenstemmen met de onderstaande voorschriften, gerangschikt volgens de volgorde van belangrijkheid:

- deze technische specificatie;
- de kwalificatie van leveranciers Q3;
- de Europese normen;
- de normen NBN;
- de IEC-normen;
- de normen DIN.

2.1 Technische referentienormen

Normen EN, NBN, CEI et DIN en in het bijzonder:

NBN-EN50123-5	Spoorwegtoepassingen - Gelijkstroomschakelinstallaties voor vaste opstellingen - deel 5 : Overspanningsafleiders en laagspanningsbegrenzers voor specifiek gebruik in gelijkstroominstallaties
NBN-EN50122-1	Railtoepassingen - Vaste opstellingen - deel 1 : beschermende maatregelen in verband met elektrische veiligheid en aarding

2.2 Technische specificaties van de NMBS

Beherende dienst	Nr plan	Titel
AK.01	Q3	Kwalificatie van leveranciers - vereenvoudigde procedure
I.405A	101.001	Opstellen van de plans

3. KWALIFICATIEPROCEDURE

Er wordt een voorafgaande kwalificatie gevraagd volgens de kwalificatieprocedure Q3.

De kwalificatieaanvragen moeten ingediend worden bij de NMBS, Directie Operaties, dienst Aankopen, afdeling AK.01, sectie 71, Frankrijkstraat 85, B-1060 Brussel.

Alleen de producten die vermeld zijn in de kennisgeving van de kwalificatie conform specificatie Q3, vóór het versturen van het bestek, kunnen worden voorgesteld.

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 3

3.1 Goedkeuring van het materiaal

De doorslagveiligheid moet vooraf goedgekeurd zijn bij de NMBS, Directie Infrastructuur, dienst I.4, sectie 74, Frankrijkstraat 85, B-1060 Brussel.

Naast hetgeen bepaald is in punt 3.3 van de specificatie Q3 moet de leverancier een technisch dossier indienen dat verplicht moet bevatten:

- een detailplan van de voorgestelde doorslagveiligheid, dat identiek moet zijn met het ter goedkeuring ingediende model. Op het definitieve plan moet het kenmerk van de goedkeuringsbrief staan;
- in het nederlands en het frans : een volledige technische beschrijving van het toestel, de gegarandeerde technische eigenschappen (in tabelvorm volgens § 6.3.8), de dimensies, de installatie- en montagevoorschriften;
- de resultaten van reeds uitgevoerde testen;
- vier exemplaren van de doorslagveiligheid;
- alle inlichtingen over het merk, het type en de karakteristieken van alle bestanddelen van de doorslagveiligheid;
- het gewicht van de doorslagveiligheid.

3.2 Belangrijke opmerkingen

De NMBS behoudt zich het recht voor om op de prototypes alle in dit document genoemde proeven, of gelijkaardige in de normen beschreven proeven, uit te voeren. De prototypes blijven eigendom van de NMBS.

Enkel gekwalificeerde firma's ontvangen de bestekken waarmee gevraagd wordt een offerte in te dienen; als alle proeven beschreven in §6.1, 6.2 en 6.3 (proeven bij de constructeur) en §6.4 (proeven bij de NMBS) van onderhavig document voldoen, dan zal de NMBS het materiaal goedkeuren. Die goedkeuring wordt schriftelijk aan de fabrikant meegedeeld als alle voorwaarden van punt 3.1 zijn vervuld.

Indien voor de proeven meer stuks nodig zijn dan de gratis ter beschikking gestelde, dan zal de NMBS een proefbestelling plaatsen. Als voor de proefbestelling de opgegeven prijs meer dan 15 % hoger ligt dan de marktprijzen, behoudt de NMBS zich het recht voor, om van de proefreeksbestelling af te zien.

De inschrijvers moeten zich houden aan de plannen die bij de kennisgeving van de kwalificatie zijn goedgekeurd.

Aan een beperkte offerteaanvraag of aan een aanbesteding mag alleen worden deelgenomen door inschrijvers die de kwalificatie Q3 gekregen hebben of van wie de kwalificatie voor de doorslagveiligheid aan de gang is.

Als een stuk dat een kwalificatieprocedure met succes heeft doorstaan, gewijzigd wordt, moet de fabrikant nieuwe prototypeproeven laten uitvoeren: er is dus een nieuwe kwalificatie vereist.

Als uit de controle van de conformiteit van een doorslagveiligheid blijkt dat het een wijziging heeft ondergaan, behoudt de NMBS zich het recht de kwalificatie Q3 onmiddellijk in te trekken en dit voor een maximumtermijn van 4 jaar, onverminderd de toepassing van de maatregelen van ambtswege die voorzien zijn in het bestek.

Voor iedere leverancier is de kwalificatie geldig per producttype en per fabricatieplaats.

Alle leveringen moeten conform de hierbijgevoegde technische voorwaarden gebeuren.

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 4

3.3 Te leveren Autocad-documenten in geval van bestelling

De constructeur moet uiterlijk bij de levering een volledig dossier met de verschillende mechanische plans en elektrische schema's leveren in elektronisch formaat. Die computerbestanden moeten compatibel zijn met het programma AutoCAD versie 2000 (versie te bevestigen bij het gunnen van de opdracht). Behalve wanneer speciale overeenkomsten gelden, worden alle door de leverancier opgestelde plans eigendom van de NMBS, die ze voor de interne behoeften van de maatschappij mag gebruiken.

4. GUNNINGSCRITEIA VAN DE OPDRACHT

Met de minimale voorwaarden, beschreven in deze technische specificatie, wordt de doelstelling van de doorslagveiligheid bereikt.

De technische eigenschappen betreffen:

- de lekstroom I_L onder de nominale spanning U_R ;
- de toegelaten tijdsduren voor de constante stromen $I = 100, 500, 1\ 000, 2\ 000$ en $3\ 000$ A zonder beschadiging;
- de maximaal toegelaten DC-stroom voor een tijdsduur van 5 seconden zonder beschadiging en de daaruit afgeleide maximale toegelaten Joule-integraal in kA^2s ;
- restspanning bij kortsluiting V_{R-3kV} volgens de "karakteristieke" kortsluitstroom van § 5.4;
- de restspanning bij de gevraagde bliksemstroomstoten;
- het bi-directioneel of uni-directioneel zijn van de doorslagveiligheid.

en algemeen:

- de eenvoud van montage langs een spoorlijn;
- de afmetingen.

5. TECHNISCHE VOORWAARDEN

5.1 Primaire doelstelling

De doorslagveiligheid, voor buitenopstelling, heeft als doel overspanningen op de bovenleidingsstructuur (waaronder de bovenleidingspalen) door contact met de 3 kV-DC bovenleiding af te leiden naar het spoor, en dit voor afstanden vanaf 1,5 km van het dichtste onderstation. Het functioneren van de doorslagveiligheid bij zo'n kortsluiting resulteert tegelijkertijd in:

- een verlaging van de genaakbare spanningen op de bovenleidingsconstructie tot onder de grens die toegelaten wordt door de norm EN 50122-1:1997, § 7.3 ;
- een verhoging van de kortsluitstroom met een zekerder afschakeling van de betrokken bovenleidingssectie door de feedervermogenschakelaar in het voedend onderstation.

Dit doel wordt bereikt als de doorslagveiligheid een beperkte aanspreektijd t_a heeft.

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	

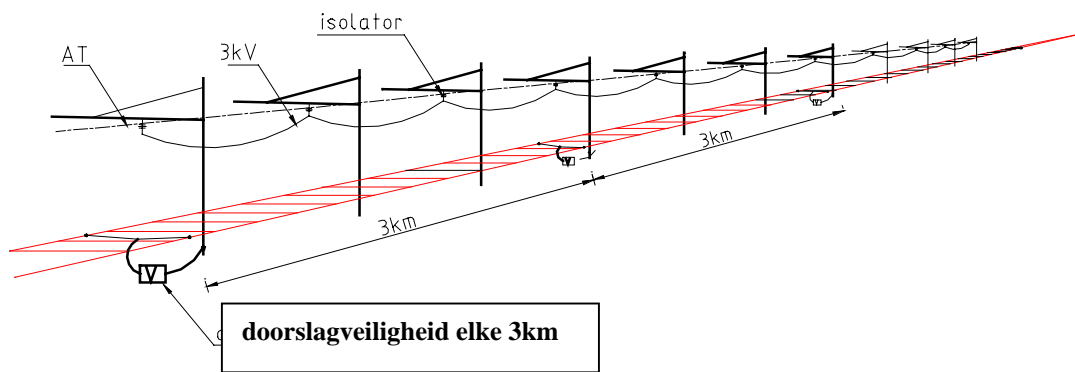


I.405

496.010

Blad 5

Een inplanting van een doorslagveiligheid iedere 3 km is nodig opdat de doorslagveiligheden functioneel zouden zijn voor kortsluitingen op gelijk welke plaats [1].



(AT=aardingskabel, deel uitmakend van de bovenleidingsaarding, zoals de bovenleidingspalen)

Het toestel heeft twee klemmen, die genaakbaar mogen zijn.

Eén ervan wordt verbonden met het spoor met een zwart geïsoleerde kabel uit koper 50 mm² (=klem spoor).

De andere klem (= klem AT) wordt verbonden met de bovenleidingspaal, door:

- ofwel directe mechanische bevestiging op de paal d.m.v. een bout door een gat in de paal. Deze klem is dan stevig genoeg voor de bevestiging van het ganze toestel, en garandeert een goede elektrisch geleidende verbinding tussen paal en klem ;
- ofwel via een geïsoleerde geel-groene kabel uit koper 50 mm². In dit geval dient er aan het toestel een ander stevig element te worden voorzien voor de bevestiging op de paal.

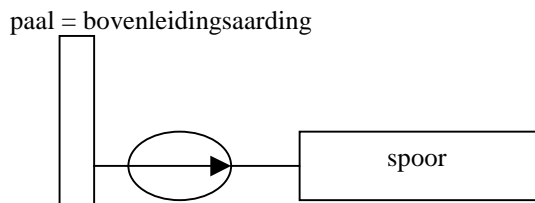
De doorslagveiligheid heeft geen externe voedingsbron nodig.

5.2 Uni-directionele, bi-directionele doorslagveiligheid

De offerte vermeldt of het handelt over de uni-directionele of bi-directionele doorslagveiligheid, die in alle omstandigheden zelfherstellend (def. zie §5.3) moet zijn, zonder beschadiging. "Geen beschadiging" wil zeggen : de oorspronkelijke eigenschappen blijven gegarandeerd.

De uni-directionele doorslagveiligheid vormt een geleidende weg bij :

- positieve overspanningen op de bovenleidingsaarding (§5.4) ;



- negatieve en positieve bliksemoverspanningen op de bovenleidingsaarding (§5.5) .

¹ Bij de NMBS zijn er ±2300 km geëlectrificeerde lijnen

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 6

De bi-directionele doorslagveiligheid vormt **bovendien** ook een geleidende weg bij:

- positieve overspanningen op de sporen (door tractie in normaal bedrijf §5.3, en bij kortsluiting met het spoor §5.4). In deze gevallen is de uni-directionele doorslagveiligheid gesperd en moet weerstaan aan de optredende spanningen.

Zowel de uni-directionele als bi-directionele doorslagveiligheid dient automatisch te doven (= een open kring vormen), na gelijk welk fenomeen dat hem doet aanspreken (hoge spoorspanning door tractie - enkel voor de bi-directionele doorslagveiligheid, kortsluiting, bliksem), hierbij veronderstellend dat dit gevolgd wordt **door een permanent positieve spoorspanning**.

De leverancier vermeldt bij zijn inschrijving of de aangeboden doorslagveiligheid bi-directioneel of uni-directioneel is.

5.3 Normaal bedrijf - zonder kortsluitingen

Afkortingen :

<i>Vereiste karakteristieken onder normaal spoorwegbedrijf zonder kortsluiting met de 3kV [2]:</i>	
U_R [3]	Nominale bedrijfspanning (DC) waaraan de doorslagveiligheid constant moet kunnen weerstaan
I_L [4]	Lekstroom I_{L-R} bij spanningen tot U_R
U_w [5] U_s [6]	Aanspreek-spanning (DC) 1) mag 100 % niet aanspreken beneden U_w 2) moet 100 % aangesproken zijn vanaf U_s Opmerking : $U_s > U_w$
I_{w-tp} [7]	Mogelijke permanente DC-stroom zonder beschadiging gedurende tijd t_p .
Δt_{max}	Maximale temperatuurstijging van de electrodes

² EN50123-5:1997 5.5 : de hier gevraagde eigenschappen komen nergens ongeveer overeen met een bepaalde LVL_a, noch met LVL_b. De 120V aanspreekspanning is afkomstig van de permanent toegelaten spanning die vermeld wordt in NBN-EN50122-1.


³ EN50123-5:1997 5.2.2 : "rated voltage"

⁴ EN50123-5:1997 5.2.6 : "leakage current"

⁵ EN50123-5:1997 5.2.3 : "maximum withstand voltage"

⁶ EN50123-5:1997 5.2.4 : "maximum sparkover voltage"

⁷ EN50123-5:1997 5.2.5 : "long term withstand current".

Bovenleiding 3 kV DC OVERSPANNINGS-AFLEIDERS Doorslagveiligheid Bovenleidingspaal - Spoor	Kenmerk				 I.405	496.010 Blad 7
	A	B	C	D		
	E	F	G			

Er wordt hier een onderscheid gemaakt tussen een uni-directionele of niet-bidirectionele doorslagveiligheid:

	eenheid	uni-directionele doorslagveiligheid		bi-directionele doorslagveiligheid	
		+ op spoor	+ op AT	+ op spoor	+ op AT
U_R	V	100	90	100	90
I_L	mA	50	50	50	50
U_w	V	250	84	115	90
U_s	V	n.v.t.	120	125	120
I_{w-tp}	A en min	n.v.t.	300A / 1 min	300A / 1 min 100A / 30 min	300A / 1 min
Δt_{max} bij I_{w-tp}	°C	n.v.t.	70	70	70

(n.v.t. = niet van toepassing)

In normaal bedrijf van de spoorweg staat er een (veranderlijke) spanning over de doorslagveiligheid, die beïnvloed wordt door de spoorpotentiala.

De spoorpotentiala wordt o.a. bepaald door:

- de bedrijfs-tractiestroom I die vanuit de elektrische trein via de spoorstaven naar het onderstation terugvloeit, en
- de langsweerstand en -inductantie van de spoorstaven die deze terugstroom ondervindt ($R \cdot I + L \cdot dI/dt$).

De spoorpotentiala fluctueert naar gelang de tractiestromen en kan positief of negatief zijn t.o.v. de bovenleidingspalen.

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	

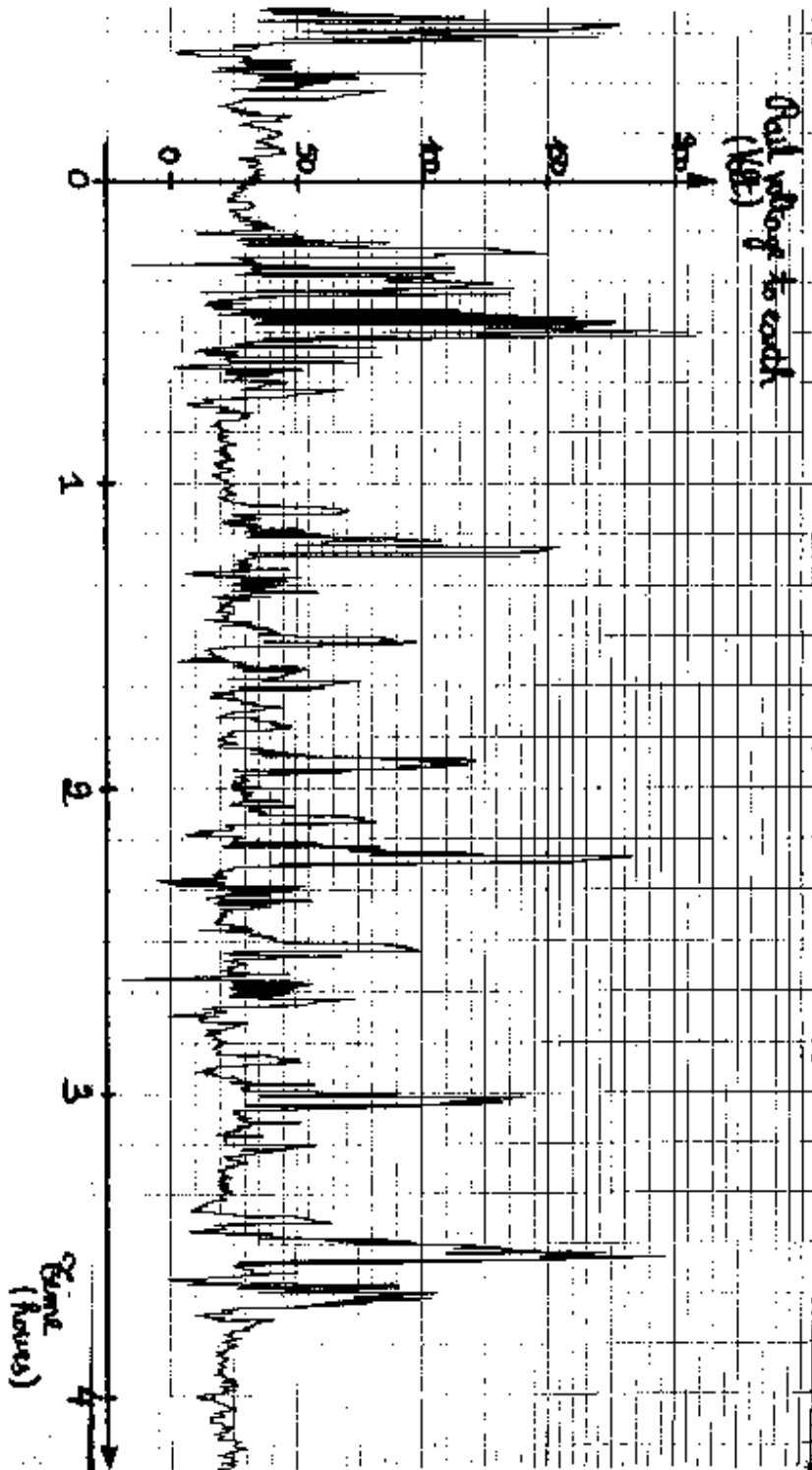


I.405

496.010

Blad 8

Volgende grafiek toont een mogelijk verloop van de spanning van de spoorstaven t.o.v. de aarde (Volt) in functie van de tijd (uur):



Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 9

Voor de bi-directionele doorslagveiligheid:

Zolang deze potentialen beperkt blijven tot de aanspreekspanning U_w van de doorslagveiligheid moet deze doorslagveiligheid een open kring vormen tussen de beide elektroden zodat geen tractiestroom vanuit het spoor, via de bovenleidingspalen en hun funderingen, naar de aarde vloeit. De eventuele lekstroom bij de nominale bedrijfsspanning U_R moet begrensd zijn tot een maximale waarde I_L .

Indien de doorslagveiligheid toch aangesproken zou worden door te hoge spoorspanning (door normaal bedrijf, zonder kortsluiting), zal de doorslagveiligheid zich pas in open kring kunnen plaatsen bij het dalen van de spoorspanning. Na het aanspreken mag de doorslagveiligheid niet beschadigd geraken door de volgroom. Deze volgroom is afhankelijk van de toegepaste technologie in de doorslagveiligheid. Eventueel wordt de minimale waarde van de DC-stroom I_w -tp en de tijdsduur t_p bepaald door een reële test met een (prototype-) exemplaar van de doorslagveiligheid op een spoorlijn bepaald door de NMBS, met de medewerking van de leverancier. Wanneer de spoorspanning tijdens deze test steeds lager is dan U_w , dan dient men de doorslagveiligheid te doen aanspreken door een externe spanningsgenerator die het aanspreken van de doorslagveiligheid veroorzaakt. De stroom door de doorslagveiligheid in functie van de tijd wordt gemeten. Uit de testresultaten worden, rekening houdende met een veiligheidsfactor en de andere gevraagde technische vereisten, de waarden van I_w -tp en t_p bepaald door de NMBS. De doorslagveiligheid moet onder deze situatie zelfherstellend zijn, d.w.z. hij moet terug een open kring vormen, met opnieuw dezelfde elektrische en mechanische karakteristieken als in de oorspronkelijke toestand, zonder degradatie [8]. De waardes gevraagd in de tabel zijn richtinggevend, bij afwezigheid van nieuw opgegeven waardes door de NMBS.

5.4 Kortsluitingen met de bovenleiding (3 kV – DC)


5.4.1 Stroomstoten in de stroomgeleidende zin van de doorslagveiligheid (voor de 2 richtingen voor het bi-directionele type - voor 1 richting voor het uni-directionele type)

<i>Vereiste karakteristieken onder kortsluiting met de bovenleiding 3kV:</i>			
I_{max}	Piekstroom tijdens kortsluiting	10	kA
t_1	tijdsduur één puls (één kortsluiting)	50	ms
J	totale Joule-integraal (3 pulsen)	7.5	(kA) ² s
V_{R-3kV}	rest-spanning tijdens kortsluiting	Max. 50	V
U_w, U_s	idem normaal bedrijf – § 5.3		
t_a	Aanspreektijd (vanaf het moment t met $V=U_s$)	max. 3	ms
Δt_{max}	Max. temperatuurstijging van de electrodes	70	°C

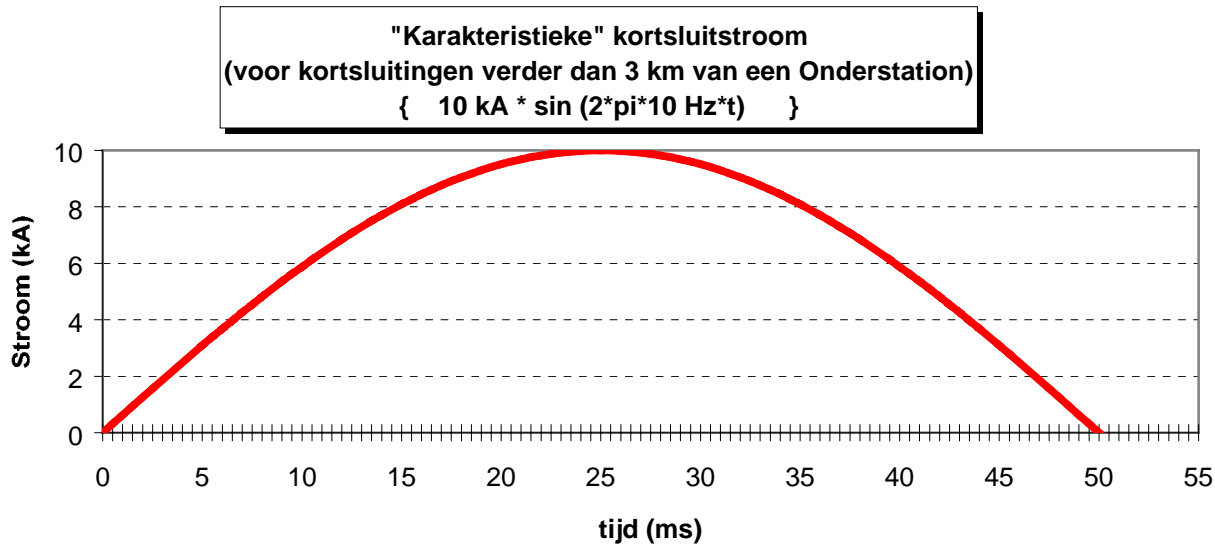
Om na een kortsluiting te vermijden dat het spoor langdurig geaard wordt, moet de doorslagveiligheid zelfherstellend zijn (definitie: zie §5.3). Er wordt verondersteld dat de feedervermogenschakelaar in het voedende onderstation afschakelt.

Door de automatische herinschakeling en een eventuele manuele herinschakeling van de feedervermogenschakelaar in het onderstation moet de doorslagveiligheid een 3-tal keer na elkaar op een

⁸ EN50123-5:1997 5.3.2 : recoverable = self restoring at the end of the operation

Bovenleiding 3 kV DC OVERSPANNINGSAFLEIDERS Doorslagveiligheid Bovenleidingspaal - Spoor	Kenmerk				 I.405	496.010 Blad 10
	A	B	C	D		
	E	F	G			

zeer korte tijdspanne (ordegrootte 15 s - minuten) de “karakteristieke” kortsluitstroomcurve zoals in de volgende figuur kunnen verwerken (tussen eerste en tweede golf: 15 s / tussen tweede en derde golf : 2 minuten).



Deze “karakteristieke” curve, die alle werkelijke kortsluitingen op meer dan 3 km vanaf een onderstation omhult, is te beschrijven volgens de formule $10 \text{ kA} * \sin(2 * \pi * 10 \text{ Hz} * t)$. ($I_{\text{max}} = 10 \text{ kA}$ / totale duur één puls $t_1 = 50 \text{ ms}$)

De Joule-integraal of impulsenergie van één puls bedraagt $10^2 * 0,050 / 2 = 2,5 \text{ kA}^2 * \text{s}$.

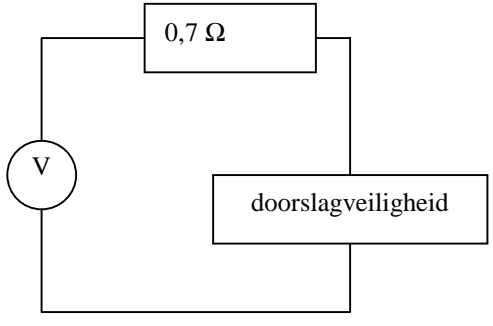
De doorslagveiligheid moet minimum 3 zo'n curven kunnen doorlopen (totaal $7,5 \text{ kA}^2 * \text{s}$) zonder beschadiging [9].

De restspanning V_{R-3kV} (d.i. de spanning over de elektroden van de doorslagveiligheid bij het geleiden van de kortsluitstroom) moet beperkt blijven tot 50 V.

De temperatuurstijging van de electrodes moet beperkt blijven tot 70°C .

5.4.2 Spanningen over de gesperde uni-directionele doorslagveiligheid

Indien de bovenleiding contact maakt met de terugstroomkring ontstaat er een spanning op het spoor en dus ook over de doorslagveiligheid. Deze spanning van de terugstroomkring (van een dubbelspoor) t.o.v. de aarde is maximaal $500 \text{ V} * \sin(2 * \pi * 10 \text{ Hz} * t)$. ($V_{\text{max}} = 500 \text{ V}$ / totale duur één puls $t_1 = 50 \text{ ms}$), in serie met een weerstand van $0,7 \Omega$, inclusief de interne weerstand van de generator. De doorslagveiligheid moet 3 kort opeenvolgende curven weerstaan zonder beschadiging (tussen eerste en tweede golf: 15 s / tussen tweede en derde golf : 2 minuten).



⁹ Dit komt ongeveer overeen met EN50123-5:1997 5.5 : $8 \text{ kA}_{\text{eff}}$ gedurende 100ms $\Rightarrow 6.4 \text{ kA}^2 * \text{s}$

Bovenleiding 3 kV DC OVERSPANNINGSAFLEIDERS Doorslagveiligheid Bovenleidingspaal - Spoor	<table border="1" style="border-collapse: collapse;"> <tr><th colspan="4">Kenmerk</th></tr> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr> <tr><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td></td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table>	Kenmerk				A	B	C	D	E	F	G										 I.405	496.010 Blad 11
Kenmerk																							
A	B	C	D																				
E	F	G																					

5.5 Bliksemstroomstoten

Naast het functioneren bij kortsluitingen, zal de doorslagveiligheid ook bliksemoverspanningen (+ of -) tussen paal en het spoor begrenzen tot de restspanning $V_{R\text{-bliksem}}$ van de doorslagveiligheid, zodat de apparatuur (bijvoorbeeld seininrichting) verbonden met het spoor en geaard aan de bovenleidingspalen, niet beschadigd wordt (primaire beveiliging in de beveiligingscascade). De doorslagveiligheid moet $I_{\text{max-bliksem}}$ weerstaan zonder beschadiging.

Bliksemstroomstoot: eigenschappen van de gehele doorslagveiligheid (in beide richtingen, ook voor de uni-directionele doorslagveiligheid ! Zie §5.2):

$I_{\text{max-bliksem}}$	Piekstroom onder stroomstoot (10/350 micro-sec)	25	kA
$t_{\text{a-bliksem}}$	Aanspreektijd	Max. 100	ns
$V_{R\text{-bliksem-5 kA}}$	Rest-spanning bij 5 kA (10/350 micro-sec)	Max. 2 000	V
$V_{R\text{-bliksem-25 kA}}$	Rest-spanning bij 25 kA (10/350 micro-sec)	Max. 4 000	V

6. TESTEN

Voor de testen bij de constructeur zal deze laatste de nodige materialen en middelen ter beschikking stellen.

6.1 Normale proeven uit te voeren bij de constructeur

Ieder toestel dient te worden onderworpen bij de constructeur - in beide richtingen [¹⁰] en in droge omstandigheden - ter controle van:

- de lekstroom I_L bij U_R (methode : zie §6.3.2).

6.2 Opleveringstesten bij de constructeur

De volgende testen zullen uitgevoerd worden bij de constructeur - in beide richtingen en in droge omstandigheden - op x doorslagveiligheden. Aantal x = het dichtst bij de kubiekswortel van het aantal te leveren doorslagveiligheden gelegen geheel getal:


- de aanspreekspanning (U_w , U_s) (methode : zie §6.3.1);
- de lekstroom I_L bij U_R (methode : zie §6.3.2).

6.3 Grondige prototype-proeven bij de constructeur [¹¹]

De volgende proeven zullen uitgevoerd worden op enkele toestellen, te leveren door de constructeur.

¹⁰ U_s niet voor de uni-directionele doorslagveiligheid met + op het spoor.

¹¹ EN50123-5:1997 5.6

Bovenleiding 3 kV DC OVERSPANNINGSAFLEIDERS Doorslagveiligheid Bovenleidingspaal - Spoor	Kenmerk				 I.405	496.010 Blad 12
	A	B	C	D		
	E	F	G			

6.3.1 Meting van de doorslagspanning U_w , U_s

Deze test wordt uitgevoerd door een stijgende DC-spanning aan te leggen. Bij het bereiken van de waarde U_w zal deze gedurende 600 s gehandhaafd blijven. Er mag geen doorslag optreden. Deze test wordt uitgevoerd in droge en natte omgeving (regen).

[12] De doorslagveiligheid zal verder getest worden in droge omgeving door het toepassen van een stijgende DC-spanning. De spanning zal verhoogd worden met een waarde van 10 V/s tot wanneer doorslag optreedt. Deze test zal minstens 10 maal na elkaar uitgevoerd worden, waarbij na elke cyclus de doorslagveiligheid naar zijn initiële toestand terugkeert.

De doorslag treedt op tussen de waarden U_w en U_s .

6.3.2 Meting van de lekstroom I_L

Deze lekstroom wordt gemeten bij de DC-spanning U_r .

6.3.3 Controle van de stroom I_{w-tp} (permanente DC-stroom zonder beschadiging)

Zie voetnoot 12.

Deze test is bedoeld om het thermisch gedrag van de doorslagveiligheid na te gaan onder invloed van een permanente stroom I_{w-tp} . Een DC-spanning, die doorslag veroorzaakt en een stroom I_{w-tp} kan opwekken wordt aangelegd gedurende tijd t_p (1x).

De doorslagveiligheid mag niet beschadigd zijn en de temperatuurstijging van de uitwendige verbindingselektroden mag maximaal 70°C bedragen [13].

Tevens wordt een test gedaan om de gegarandeerde eigenschappen na te gaan, d.w.z. (zie §4):

- de maximaal toegelaten tijdsduren voor de DC-stromen 100, 500, 1 000, 2 000 en 3 000 A zonder beschadiging;
- de maximaal toegelaten DC-stroom voor een tijdsduur van 5 seconden zonder beschadiging en de daaruit afgeleide I^2t .


6.3.4 Meting van de Joule-integraal J onder kortsluiting, zonder beschadiging - temperaturen electrodes - aanspreektijd - restspanning

Zie voetnoot 12.

Een DC-spanning, die doorslag veroorzaakt en een stroom kan opwekken volgens één van de waarden van de onderstaande tabel wordt aangelegd gedurende de aangegeven tijd, of andere waarden aanvaard door de NMBS.

¹² Niet voor de uni-directionele doorslagveiligheid met + spanning kant spoor

¹³ EN50123-1:1995 §6

Bovenleiding 3 kV DC OVERSPANNINGSAFLEIDERS Doorslagveiligheid Bovenleidingspaal - Spoor	Kenmerk				 I.405	496.010 Blad 13
	A	B	C	D		
	E	F	G			

Tijdsduur s	DC-stroom kA	I^2t (kA) ² s
0,1	5,00	2,5
1	1,58	2,5
5	0,71	2,5

Drie opéénvolgende testen. Tussen eerste en tweede test: 15 s. Tussen tweede en derde test: 2 minuten. De doorslagveiligheid mag niet beschadigd zijn. De temperatuurstijging van de uitwendige verbindingselektroden mag maximaal 70°C bedragen [14]. De aanspreektijd t_a wordt gemeten (max 3 ms).

De spanning over de klemmen wordt gemeten en bedraagt maximaal 50 V.

6.3.5 Controle van de inverse sperspanningen (bij het uni-directionele type)

Een DC-spanning volgens de waarden van de onderstaande tabel wordt aangelegd gedurende de aangegeven tijd, in serie met de weerstand 0,7 Ω (inclusief de inwendige weerstand van de generator).

Tijdsduur	DC-spanning V
30 min	250
3 x 50 ms (*)	500 V _{peak} ; 353 V _{eff}

(*) Tussen eerste en tweede test: 15 s. Tussen tweede en derde test: 2 minuten. De doorslagveiligheid mag niet beschadigd zijn.

6.3.6 Gedrag onder bliksemstroomstoten

De restspanning zal gemeten worden onder een bliksemstroomstoot van respectievelijk 25 kA en 5 kA. De doorslagveiligheid mag niet beschadigd zijn. Wordt een hogere bliksemstroomstoot > 25 kA gegarandeerd ($I_{\max\text{-bliksem}}$), dan dient tevens bij deze hogere waarde de restspanning gemeten te worden. De aanspreektijd $t_{a\text{-bliksem}}$ wordt tevens gecontroleerd.

6.3.7 Controle van beschadiging van de doorslagveiligheid na veelvuldig aanspreken

6.3.7.1 Geen beschadiging na veelvuldig langdurig permanent aanspreken

Zie voetnoot 12.

- De test van § 6.3.3 (met $I_{w\text{-tp}}$ gedurende t_p) zal 10 maal na elkaar uitgevoerd worden, met tussentijden die de afkoeling van de doorslagveiligheid toelaten.
- Daarna worden de testen van § 6.3.1 terug uitgevoerd (aanspreekspanning).
- Vervolgens worden de testen van § 6.3.2 terug uitgevoerd (lekstroom). De resultaten van de testen moeten voldoen aan de waarde I_L van § 5.3.

¹⁴ EN50123-1:1995 §6

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGS-AFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 14

6.3.7.2 Geen beschadiging na veelvuldige kortsluitstromen

Zie voetnoot 12.

De test van § 6.3.4 zal 10 maal na elkaar uitgevoerd worden, met tussentijden die de afkoeling van de doorslagveiligheid toelaten.

Vervolgens: idem § 6.3.7.1, vanaf punt b).

6.3.7.3 Geen beschadiging na veelvuldige inverse spanningen

De test van §6.3.5 zal X maal (zie tabel hieronder) na elkaar uitgevoerd worden, met tussentijden die de afkoeling van de doorslagveiligheid toelaten. Vervolgens: idem § 6.3.7.1, vanaf punt b).

spanningsgeval	X
250 V 30 min	3
500 V _{peak} ; 353 V _{eff} 50 ms	10

6.3.7.4 Geen beschadiging na veelvuldige bliksemstroomstoten

De test van § 6.3.6 zal 3 maal uitgevoerd worden voor 25 kA met tussentijden van 30 s [15] tussen twee opeenvolgende golven voor de ene polariteit. Na voldoende tijd voor afkoeling volgt dezelfde test voor de andere polariteit.

Vervolgens: idem § 6.3.7.1, vanaf punt b).

6.3.8 Presentatie van de gegarandeerde eigenschappen

Bijgaande tabel moet geleverd worden bij de offerte (waar "..." staat, in te vullen met O.K. of een waarde), ofwel in de kolom "uni-directioneel", ofwel in de kolom "bi-directioneel", naar gelang van het aangeboden type.

Dezelfde tabel dient ingevuld te worden voor de presentatie van de resultaten van de "grondige prototypeproeven bij de constructeur".

¹⁵ Om het heropladen van de generator toe te laten.

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 15

Grootheid	§	Test: §	uni-directioneel		bi-directioneel	
			+ op spoor	+ op AT	+ op spoor	+ op AT
U_w	5.3	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_f bij $U_R=100V$	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
I_{w-tp}	5.3	6.3.3	n.v.t.	> 300 A / 1min	> 300 A / 1min > 100 A / 30min	> 300 A / 1min
		
Δt_{max} elektrodes bij I_{w-tp}	5.3	6.3.3	n.v.t.	< 70°C	< 70°C	< 70°C
		
Tijdsduur $I_{DC}=100 A$	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
Tijdsduur $I_{DC}=500 A$	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
Tijdsduur $I_{DC}=1 000 A$	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
Tijdsduur $I_{DC}=2 000 A$	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
Tijdsduur $I_{DC}=3 000 A$	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
$I_{DC,MAX}$ gedurende 5 sec	4	6.3.3	n.v.t.	...	...	...
$\Rightarrow I^2t$	4 en 5.4.1	-	n.v.t.	> 7.5 kA ² s	> 7.5 kA ² s	> 7.5 kA ² s
		
Δt_{max} elektrodes bij $I^2t=7.5 kA^2s$	5.4.1	6.3.4	n.v.t.	< 70°C	< 70°C	< 70°C
		
t_a	5.4.1	6.3.4	n.v.t.	< 3 ms	< 3 ms	< 3 ms
		
V_{R-3kV}	5.4.1	6.3.4	n.v.t.	< 50 V	< 50 V	< 50 V
		
t_a -bliksem	5.5	6.3.6	< 100 ns	< 100 ns	< 100 ns	< 100 ns
		
$V_{R-bliksem-5kA}$	5.5	6.3.6	< 2 000 V	< 2 000 V	< 2 000 V	< 2 000 V
		
$V_{R-bliksem-25kA}$	5.5	6.3.6	< 4 000 V	< 4 000 V	< 4 000 V	< 4 000 V
		
I_{max} -bliksem	5.5	6.3.6	> 25 kA	> 25 kA	> 25 kA	> 25 kA
		
$V_{R-bliksem-I_{max}$ -bliksem	-	6.3.6	...	...	...	...
		

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 16

Grootheid	§	Test: §	uni-directioneel		bi-directioneel	
			+ op spoor	+ op AT	+ op spoor	+ op AT

Geen beschadiging na veelvuldig langdurig permanent aanspreken (zie §6.3.7.1) 10x test §6.3.3						
U_w	5.3	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
Geen beschadiging na veelvuldige kortsluitstromen (zie §6.3.7.2) 10x test §6.3.4						
U_w	5.3 en 5.4.1	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 90 V
		
U_s	5.3 en 5.4.1	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		
Geen beschadiging na veelvuldige inverse spanningen (250 V 30 min) (zie §6.3.7.3) 3x test §6.3.5						
U_w	5.3 en 5.4.2	6.3.1	250 V	> 90 V	n.v.t.	n.v.t.
		
U_s	5.3 en 5.4.2	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	n.v.t.	n.v.t.
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	n.v.t.	n.v.t.
		
Geen beschadiging na veelvuldige inverse spanningen (500 V _{max} 3 x 50 ms) (zie §6.3.7.3) 10x test §6.3.5						
U_w	5.3 en 5.4.2	6.3.1	250 V	> 90 V	n.v.t.	n.v.t.
		
U_s	5.3 en 5.4.2	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	n.v.t.	n.v.t.
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	n.v.t.	n.v.t.
		
Geen beschadiging na veelvuldige bliksemstroomstoten (zie §6.3.7.4) 3x test §6.3.6 voor elke polariteit						
U_w	5.3 en 5.5	6.3.1	250 V	> 90 V	> 115 V	> 905 V
		
U_s	5.3 en 5.5	6.3.1	n.v.t.	< 120 V	< 125 V	< 120 V
		
I_L	5.3	6.3.2	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA	< 50 mA
		

6.4 Grondige prototype-testen bij de NMBS

De NMBS zal minstens de volgende “field”-testen uitvoeren:

- nagaan van het gedrag onder de spoorspanning: meerdere doorslagveiligheden zullen geïnstalleerd worden gedurende lange tijd (12 maanden), mogelijks op een baanvak met relatief hoge spoorspanningen (pieken tot maximaal 250 V). Andere fenomenen kunnen ook optreden: kortsluitingen en blikseminslagen;
- nagaan van het gedrag onder kortsluitstroom: meting van de contactspanningen op de bovenleidingsaarding, meting van de restspanning, ...

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGS-AFLEIDERS
 Doorslagveiligheid
 Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 17

7. GARANTIE

De toestellen zijn door de leverancier gewaarborgd gedurende vijf jaar, te rekenen vanaf de datum van oplevering, tegen materiaal- en fabricatiefouten.

Deze waarborg bestaat uit het kosteloos herstellen of vervangen van ieder toestel dat tekens vertoont van gebreken, of bij het in dienst stellen defect blijkt te zijn. Het leveren en de kost voor het plaatsen is ten laste van de leverancier.

De leverancier zal zich niet beroepen op beschadiging door vervoer, het opslaan of het indienststellen, tenzij blijkt dat ze te wijten zijn aan de NMBS.

Deze waarborg slaat niet op toestellen die hersteld of gewijzigd zijn door andere personen dan de leverancier.

8. VERPAKKING EN "CE" LABEL

De leverancier moet alle nuttige schikkingen en voorzorgen nemen voor de individuele verpakking van de toestellen opdat ze in goede staat op de plaats van levering en vervolgens op de plaats van benutting zouden aankomen.

Al het door gebrekkige verpakking beschadigd materieel moet vervangen worden door de leverancier, tenzij blijkt dat de schade aan de NMBS te wijten is.

De verpakkingen moeten voorzien zijn van een etiket waarop vermeld is:

- «Overspanningsafleider voor bovenleiding 3kV DC. Doorslagveiligheid bovenleidingspaal-spoor – Limiteurs de surtension pour lignes de contact en 3kV DC. Intervalle de décharge poteau caténaire-voie»;
- het NMBS-naamlijstnummer «37227704»;
- de naam of embleem van de leverancier;
- het nummer van de bestelling;
- de hoeveelheid per verpakking.

Het toestel en de verpakking zijn voorzien van het CE-label.

Elke doorslagveiligheid zal geïdentificeerd worden d.m.v. een naamplaatje, dat minstens de volgende informatie bevat:

- « Uni/Bi-directional low-voltage limiter » [16];
- « Sparkover voltage »: $U_w - U_s$;
- de naam van de fabrikant of het merk en type;
- productiemaand en -jaar (MM/YYYY) ;
- een reeksnummer.

Voor de uni-directionele doorslagveiligheid:

Op de electrode kant spoor staat gegraveerd : —

Op de electrode kant AT staat gegraveerd : +

(na installatie moeten deze aanduidingen zichtbaar blijven).

9. OPSLAG IN DE BEWAARPLAATSEN VAN DE NMBS

De toestellen worden in de overdekte bewaarplaatsen van de NMBS opgeslagen. In deze bewaarplaatsen zijn de toestellen niet speciaal beschermd tegen vochtigheid en temperatuurschommelingen.

¹⁶ Uni or bi-directional

Bovenleiding 3 kV DC
OVERSPANNINGSAFLEIDERS
Doorslagveiligheid
Bovenleidingspaal - Spoor

Kenmerk			
A	B	C	D
E	F	G	



I.405

496.010

Blad 18