



**BERICHT**  
**16 I-I / 2014**

**ARE 712**  
**Vaste Installaties voor Elektrische Tractie**  
**Inleidend document**

**Datum** Brussel, 13 juni 2014

---

**Uitgegeven door** Directie Infrastructuur  
Afdeling I-I.41  
Bureau I-I.401  
Sectie 53  
Tel: 911/53360  
Fax: 911/52785  
Ref RM/CD  
N° Ref. : 72.1.2.0 / 11002

---

**Verdeellijst** Typelijst : T41/373

---

## Dit Bericht

---

**Toepassings-  
domein** Dit Bericht is van toepassing op het ARE 712 (1<sup>e</sup> uitgave).

---

**Doel van het  
bericht** Vereenvoudigd technisch document als inleiding tot de Vaste Installaties voor de Elektrische Tractie.

---

**Datum van  
toepassing** 15/06/2014

---

**Motivering** Dit Bericht is bedoeld voor iedereen die een basisuitleg wenst over het ontwerp, de algemene werking en het beheer van de **Vaste Installaties voor de Elektrische Tractie**.

---

**MARIN** Het Bericht en het ARE bevinden zich integraal op MARIN.

---

**Handtekening** De directeur-generaal Infrastructuur



Luc Vansteenkiste

---

**Tabel van de van kracht zijnde bijvoegsels bij het bericht 16 I-I / 2014**

<b>Nummer van het bijvoegsel</b>	<b>Nummer en jaar van het bericht</b>	<b>Onderwerp</b>



*Algemeen Re-  
glement van de  
Exploitatie*

# **Bundel 712**

## **Vaste installaties voor elektrische tractie**

### **Inleidend document**

**Boek 7**

**Infrastructuur**

Dit document is eigendom van INFRABEL, Directie Infrastructuur, en bevat vertrouwelijke informatie. Dit document mag op geen enkele manier gereproduceerd of aan derden bezorgd worden, binnen of buiten INFRABEL, zonder schriftelijke toestemming van de eigenaar (dienst).

---

### Vertaling

Vertaald door	Nagezien door	Handtekening

---

### Document-beheer

Beheerder (naam)	Datum van onder-tekening	Handtekening

---

### Historiek

Versie	Auteur (Naam)	Datum van publicatie	Beschrijving

---

## Inhoudstabel

---

1. Dit document .....	5
2. Algemeen.....	6
3. Afkortingen en symbolen .....	8
4. De hoogspanningsposten voor de elektrische tractie voor het 3 kV-net.....	10
4.1. De tractieonderstations (TOS).....	11
4.1.1. Algemene beschrijving van een TOS .....	12
4.1.2. De onderbrekingstoestellen .....	14
4.1.3. De wisselhoogspanningsposten.....	16
4.1.4. De bijdiensten.....	17
4.1.5. De transformator-gelijkrichtergroepen.....	19
4.1.6. Het 3 kV-gelijkstroomgedeelte .....	21
4.2. De sectioneerposten.....	24
4.3. De P-posten .....	26
4.4. Bediening van de verschillende HS-posten.....	28
4.5.....	30
5. De 3kV DC bovenleiding .....	31
5.1. Inleiding en definitie .....	32
5.2. Voornaamste voorwaarden waaraan de bovenleiding moet voldoen.....	33
5.2.1. Elektrische aspecten .....	34
5.2.2. Mechanische aspecten .....	36
5.2.3. Andere in acht te nemen voorwaarden .....	37
5.3. Specifieke technische beschouwingen .....	38
5.3.1. Systeemhoogte van de bovenleiding .....	39
5.3.2. Spanwijdte en pijl van de bovenleiding .....	40
5.3.3. Temperatuurinvloed op de bovenleiding.....	41
5.3.4. Lijnsnelheid .....	46
5.3.5. Kenmerken van de bovenleiding.....	47
5.4. Voorstelling van de verschillende types van 3 kV-bovenleidingen.....	51
5.4.1. Tramway-bovenleiding .....	52
5.4.2. Enkelvoudige bovenleiding.....	53
5.4.3. Compoundbovenleiding (C).....	55
5.4.4. Volledige geregelde ophanging (R3-120) .....	57
5.4.5. Vergelijking bovenleidingtypes .....	59
5.4.6. Keuze van het bovenleidingstype .....	60
5.4.7. Identificatie bovenleidingpalen .....	61
5.4.8. Specifieke uitvoering.....	62
6. De terugstroomkring - Aardingen .....	66
6.1. De terugstroomkring .....	67
6.1.1. Algemeenheden over de terugstroomkring .....	68
6.1.2. Samenstelling van de terugstroomkring .....	69
6.1.3. Problemen en risico's bij 3kV DC .....	70
6.2. Aardingskringen in de HS-posten .....	76
6.2.1. Aardingskringen in de tractieonderstations.....	77
6.2.2. Aardingskringen in de andere HS-posten.....	78

6.3. Aarding van de structuren van en in de nabijheid van de bovenleiding.....	79
6.3.1. Aarding van de bovenleidingconstructies .....	80
6.3.2. Aarding van metalen kunstwerken .....	81
6.3.3. Aarding van diverse metalen structuren.....	82
6.3.4. Aarding van de 3 kV-kabelmassa's waarvan de twee uiteinden bevestigd zijn aan een structuur die met de bovenleidingsaarding verbonden is .....	84
7. De sectioneringen van de bovenleiding .....	85
7.1. Het bovenleidingsnet: sectionering .....	86
7.2. Verschillende types sectioneringen van de bovenleiding.....	88
7.2.1. Schakelaars.....	89
7.2.2. Scheiders .....	91
7.2.3. Sectioneringen met luchtstroken .....	92
7.2.4. Sectionering met klassieke sectie-isolator.....	93
7.2.5. Sectionering met compacte sectie-isolator .....	94
8. De verdeler ES en de exploitatie van de bovenleiding .....	95
8.1. De verdeler ES (VES) .....	96
8.2. Tussenkost bij anomalieën van de bovenleiding.....	97
8.3. Algemene maatregelen inzake de beveiliging van de bovenleiding .....	98
9. De elektrische gevaren .....	100
10. Voorziene werken aan of in de nabijheid van de bovenleiding .....	103

## 1. Dit document

---

**Doelstelling** Het doel van dit document is een beperkte beschrijving te geven van de vaste installaties voor elektrische tractie in 3 kV. De beschrijving van de 25kV-installaties vindt u in andere documenten.

---

**Doelgroep** Dit document is bedoeld voor een publiek dat niet technisch vertrouwd is met de vaste installaties van de elektrische tractie.

---

**Inhoud** Dit document behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Algemeen	6
Afkortingen en symbolen	8
De hoogspanningsposten voor de elektrische tractie voor het 3 kV-net	10
De 3kV DC bovenleiding	31
De terugstroomkring - Aardingen	66
De sectioneringen van de bovenleiding	85
De verdeler ES en de exploitatie van de bovenleiding	96
De elektrische gevaren	101
Voorziene werken aan of in de nabijheid van de bovenleiding	104

---

**Voor meer informatie** Alle behandelde onderwerpen zijn nader toegelicht in andere documenten (AREL, RTV ...)  
 U vindt meer informatie op

- Marin: reglementering
- SharePoint: Knowledge base – documentations
- Draw In: diverse plans
- Intraweb.

---



## 2. Algemeen

### Inleiding

Van de 3500 km spoor die Infrabel exploiteert, is er 3000 km geëlektrificeerd, wat van elektriciteit de belangrijkste energievorm voor het rollend materieel maakt. Naast de enorme voordelen heeft elektrische energie echter ook een groot nadeel: ze is moeilijk te transporteren. De energietoevoer moet langs de volledige lijn voorzien zijn.

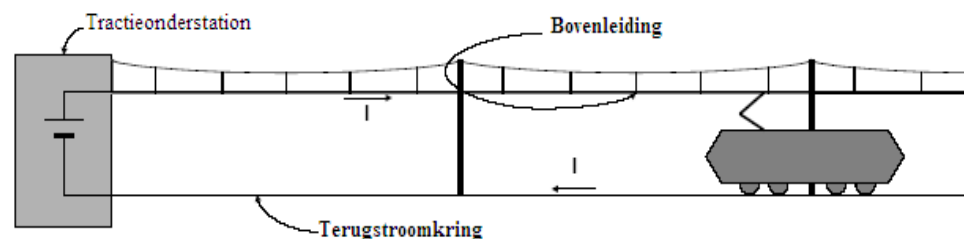
### De tractie: samenvatting

Onderstaande tabel geeft een beknopte beschrijving van de elementen die bij de elektrische tractie betrokken zijn.

Element	Functie
Tractieonderstation en andere posten	Staan in voor de levering van de nodige elektrische energie
Energietransportlijn of "bovenleiding" (rijdraad)	Brengt de stroom bij het tractievoertuig
Elektrisch tractievoertuig	Neemt de elektrische energie op van de volledige bovenleiding voor de voeding van de tractiemotoren en hulptoestellen (verwarming ...)
Spoorstaven	Leiden de terugstroom terug naar het tractieonderstation

### Schema van de elektrische tractie

Onderstaande afbeelding geeft een schematisch overzicht van de elektrische tractie:



### Voedingen

Op het Belgische spoornet zijn er verschillende spanningen:

- 3 kV gelijkstroom (DC) was in 1935 bij de eerste elektrificatie van het Belgische spoornet de meest geschikte spanning. Ze is dan ook het meest verbreid op ons net;
- 25 kV/50 Hz (wisselstroom of AC), met name gebruikt voor de hogesnelheidslijnen (L1, L2, L3 et L4) ;
- 15 kV/16,7 Hz wisselstroom wordt uitsluitend gebruikt op het baanvak Montzen-Grens van lijn 24 (Duitse grens).

*Vervolg op volgende pagina*

## Algemeen, Vervolg

---

**Verwijzingen  
naar de regle-  
mentaire docu-  
mentatie van de  
exploitatie**

Meer gedetailleerde beschrijvingen zijn te vinden in de ARE 713 "Vaste installaties voor elektrische tractie," en in de RTV, WIT, Montagehandleiding (MAN 401.002) ... van de dienst Onderstations en Bovenleidingen.

---

**Over dit docu-  
ment**

De vaste installaties van elektrische tractie kunnen worden onderverdeeld in:

- tractieonderstations, sectioneerposten, ...
- bovenleidingen (rijdraden)
- bovenleidingsconstructies
- terugstroomkring en aardingsnet
- sectioneringen
- telebedieningssysteem
- de VES en de exploitatie
- gevaren

Elk van die elementen komt aan bod in dit document.

---

### 3. Afkortingen en symbolen

#### Inleiding

In dit deel van het document vindt u de verschillende afkortingen en symbolen die we gebruiken.

#### Tabel van de afkortingen

Deze tabel geeft de verschillende afkortingen die in dit document gebruikt worden:




Afking	Definitie
AC	Wisselstroom
ARE	Algemeen Reglement van de Exploitatie
AT	Aarde bovenleiding
BSS	Buitenspanningstelling
CO	Consigne
DC	Gelijkstroom
EN	Normale Systeemhoogte
ER	Verminderde Systeemhoogte
HS	Hoogspanning
HMI	Human-Machine Interface (mens-machine-interface)
LS	Laagspanning
MAN	Handleiding
NZV	Noord-Zuid-Verbinding
OKB	Optisch Controlebord
Omz.	Omzendbrief
P	Speciale post
PLC	Programmable Logic Controller
RTV	Reglementair Technisch Voorschrift
SP	Sectioneerpost
SSV	SpoorStaafVerbinding
STS	Technische Bepaling
SU	Spanuitrusting
TLB	Telebediening
TS	Bijdienstentransformator
TOS	Tractieonderstation
VES	Verdeler ES
VIET	Vaste Installaties voor Elektrische Tractie
VP	Voedingspost
VVDK	Verlichting, verwarming en drijfkracht
WIT	Werkinstructie

*Vervolg op volgende pagina*

## Afkortingen en symbolen, Vervolg

### Symbolen

Deze tabel toont de verschillende symbolen die in dit document gebruikt worden:

Symbool	Betekenis
	Wijst op een mogelijk elektrisch gevaar
	Vestigt uw aandacht op dit punt
	Niet-essentiële informatie, zuiver ter informatie.

## 4. De hoogspanningsposten voor de elektrische tractie voor het 3 kV-net

### Definitie van de hoogspanningsposten van de elektrische tractie

Op basis van de specifieke eigenschappen van elke hoogspanningspost hebben we het over tractieonderstations, sectioneerposten, voedingsposten, transformatorposten, distributieposten of autotransformatorposten.

Voor meer details over die verschillen verwijzen we naar de RTV's TOS en Bovenleidingen.

### Compacte posten






Een compacte post is een recenter type van onderstation of sectioneerpost die minder ruimte inneemt.

De voornaamste kenmerken zijn:

- bediend door PLC of programmable logic controller;
- voorzien van signalisatie- en bedieningsschermen (HMI);
- voorzien van uitrijdbare vermogensschakelaars.

### Symbolisatie

Hieronder vindt u de toestellen gebruikt in TOS:

Symbool	Functie
	Scheider met manuele bediening
	Scheider met vonkhoorn
	Vermogensschakelaar
	Uitrijdbare vermogensschakelaar
	Telebediende T-schakelaar

### Inhoud

Dit deel handelt niet exhaustief over de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Blz.
De tractieonderstations (TOS)	11
De sectioneerposten	24
De P-posten	26
Bediening van de verschillende HS-posten	28

## 4.1. De tractieonderstations (TOS)

---

**Doelstelling** Dit hoofdstuk beschrijft de hoofdelementen van het tractieonderstation.

---

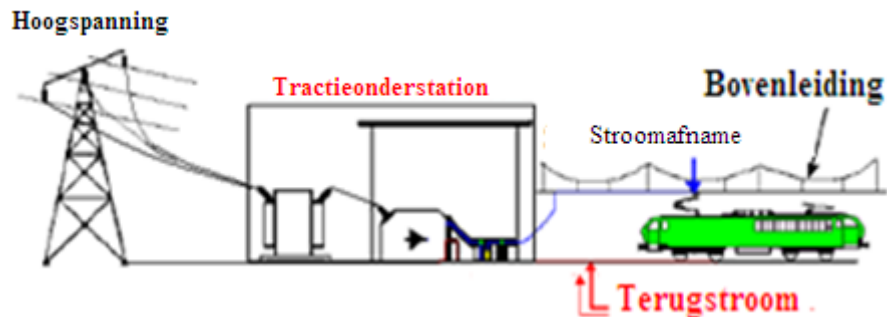
**Inhoud** Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Blz.
Algemene beschrijving van een TOS	12
De onderbrekingstoestellen	14
De wisselhoogspanningsposten	16
De bijdiensten	17
De transformator-gelijkrichtergroepen	19
Het 3 kV-gelijkstroomgedeelte	21

---

## 4.1.1. Algemene beschrijving van een TOS

**Schema van een TOS** Schema van een tractieonderstation:



**Plaatsing van de tractieonderstations**

De TOS zijn opgesteld langs de geëlektrificeerde lijnen volgens

- de belangrijke spoorwegknooppunten;
- de verkeersdichtheid op die lijnen en;
- het profiel van de lijn.

**Functies**

Een TOS is een vaste of mobiele post met de volgende functies:

- omzetten van de wisselhoogspanning in een spanning die geschikt is voor ons net:
  - 3 kV gelijkspanning op het klassieke net
  - 25 kV wisselspanning op de hogesnelheidslijnen en sommige andere lijnen.
- zorgen voor de voeding van de bovenleidingen via vermogensschakelaars en schakelaars;
- leveren van verschillende spanningen voor de bijdiensten van het tractieonderstation voor de verlichting, verwarming en de drijfkracht, de seininrichting;
- beschermen van de bovenleidingen bij kortsluiting, overbelasting en diverse storingen, door de snelle opening van de schakelaars.

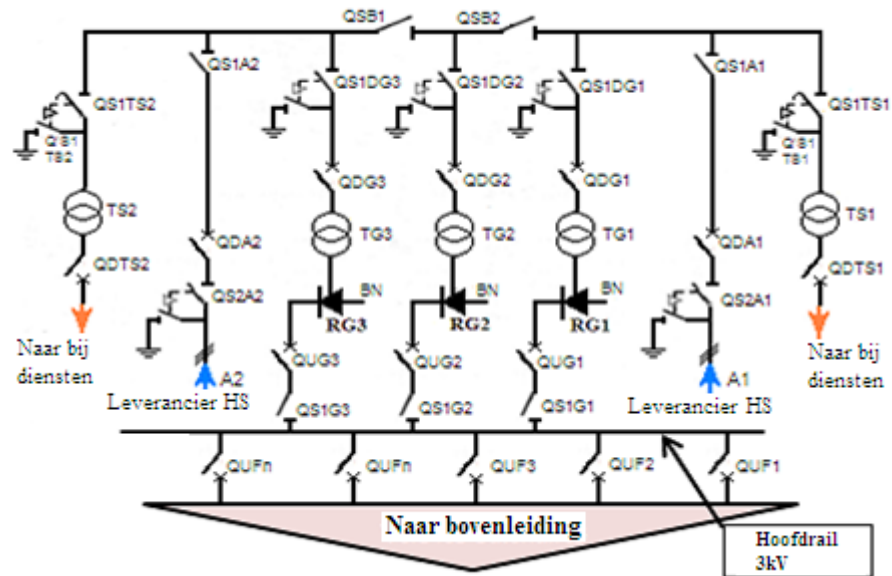
*Vervolg op volgende pagina*

## Algemene beschrijving van een TOS, Vervolg

### Eendraad- schema van een TOS



Dit schema geeft de voornaamste elementen van een tractieonderstation weer:



Voor meer details, zie : Plan 511.001

### Wat niet voor- komt op het schema

Op het schema van de vorige bladzijde zijn bepaalde belangrijke elementen niet weergegeven. Nochtans zijn die elementen noodzakelijk voor een goede werking van het onderstation. Het betreft:

- een laadgroep 110V met batterijen;
- een laadgroep 48 V met batterijen;
- het plaatselijke bedieningsbord om (vermogen)schakelaars te openen en te sluiten;
- de telebedieningssystemen voor bediening op afstand vanuit een gecentraliseerde bedieningspost (Verdeler ES).



## 4.1.2. De onderbrekingstoestellen

### Inleiding

Kortsluitingen en overbelastingen zijn potentieel gevaarlijk en schadelijk voor de VIET, en moeten zo snel mogelijk worden gedetecteerd en uitgeschakeld. Daartoe maken we voornamelijk gebruik van:

- vermogensschakelaars, die een beveiligingsfunctie vervullen. Dat betekent dat ze bij een defect (bijv. een kortsluiting) hun contacten kunnen openen onder belasting;
- scheiders = zichtbare onderbreking, om bijv. te werken aan de vermogensschakelaar (isolatie) .

### Elektrische boog: vorming en automatische blussing

Zodra een stroom onderbroken wordt, ontstaat er een elektrische boog tussen de polen van het scheidingsapparaat. Onderstaande tabel geeft enkele beschouwingen i.v.m. het blussen van de boog:

Stroom	Blussen
Wisselstroom	De elektrische boog wordt onderbroken bij de overgang van de elektrische stroom naar de nul van de halve periode in een zogenaamde "bluskamer".
Gelijkstroom	De elektrische boog wordt door magnetische blazing in een vlammenkamer gedwongen, die de boog opsplijst en op die manier uitdooft.

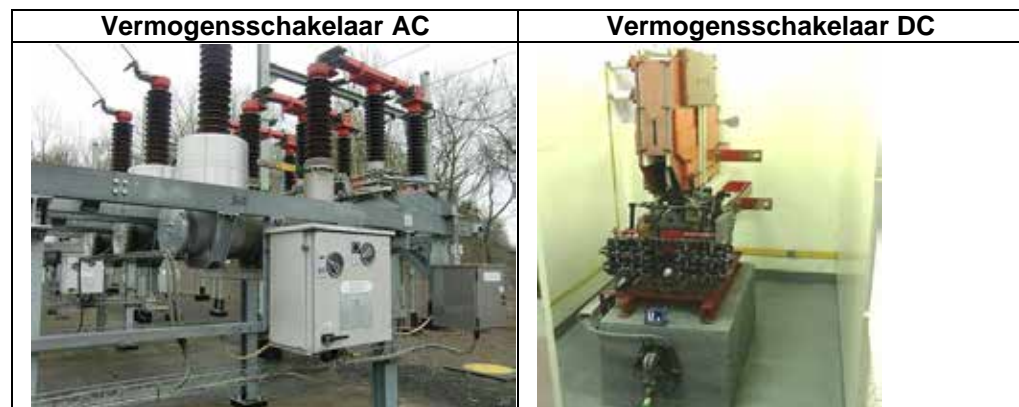
### De vermogensschakelaar

Hij is het orgaan bij uitstek

- om een kortsluitstroom te onderbreken;
- maar hij voert geen zichtbare onderbreking uit voor het onderhoudspersoneel;
- hij wordt dus altijd gekoppeld aan een of meer scheiders.

### Foto's van vermogensschakelaars

Hieronder ziet u enkele vermogensschakelaars



*Vervolg op volgende pagina*

## De onderbrekingstoestellen, Vervolg

---

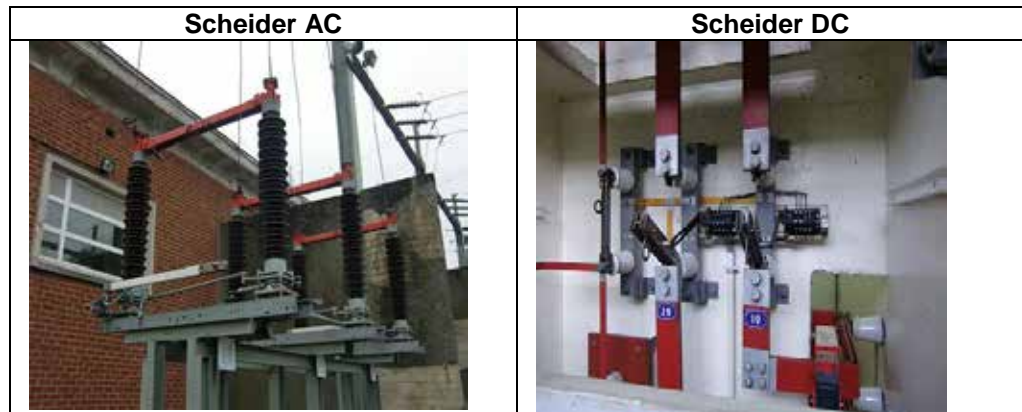
### De scheiders in de posten

Hij zorgt enkel voor een werkelijk zichtbare onderbreking van de stroomkring; in tegenstelling tot een lastschakelaar kan hij niet onder belasting worden geopend.

---

### Foto's van scheiders

Hieronder ziet u enkele scheiders:



### Scheiders en schakelaars van de bovenleiding

Verder in het document komen er andere scheiders en schakelaars aan bod. Meer informatie onder de volgende punten: [Schakelaars](#) en [Scheiders](#)  
Zie ook [ARE 713](#) voor het gebruik ervan.

---

### Opmerking

*Opgelet:* in de compacte posten vervult de vermogensschakelaar zowel een beveiligings- als een isolatiefunctie. De isolatiefunctie wordt vervuld door de vermogensschakelaar uit te rijden.

---

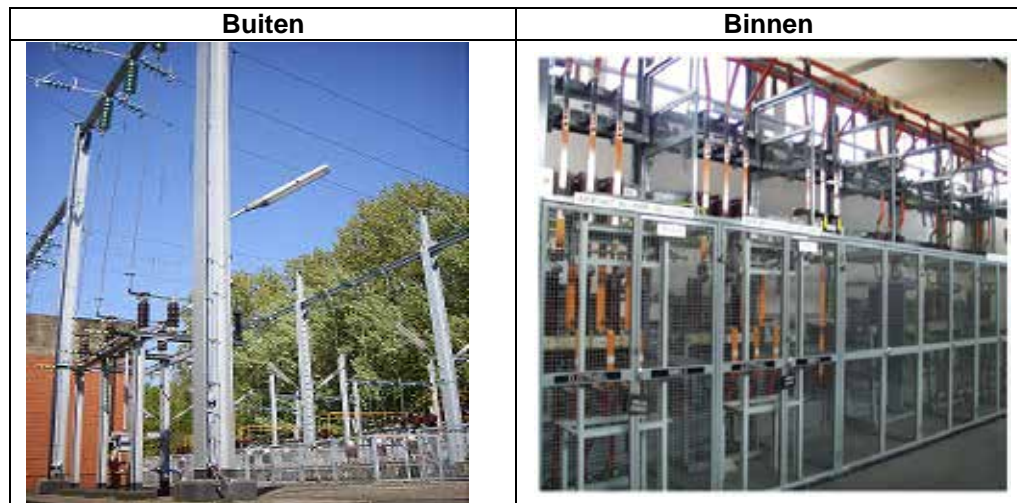
### 4.1.3. De wisselhoogspanningsposten

#### Voedingsspanning

Afhankelijk van de spanning van de leverancier wordt het hoogspanningsgedeelte "binnen" of "buiten" opgesteld. De spanningen gaan van 10 kV tot 70 kV (TOS 3kV DC).

#### Foto's van HS-posten

Hieronder ziet u 2 types van HS-posten:



#### Types van HS-posten AC

Zoals gezegd bestaan er verschillende types van hoogspanningsposten, waaronder:

Type	Gevoed met spanning ...	Inrichting
Buiten	> 36 kV	in open lucht
binnen	≤ 36 kV	in een afzonderlijk gebouw

#### Beveiliging van de HS-posten AC

De AC-delen van een TOS worden beschermd tegen kortsluitingen door verschillende types van vermogenschakelaars. Voor de veiligheid van het personeel zorgen scheidings bij onderhoud voor een zichtbare onderbreking.

## 4.1.4. De bijdiensten

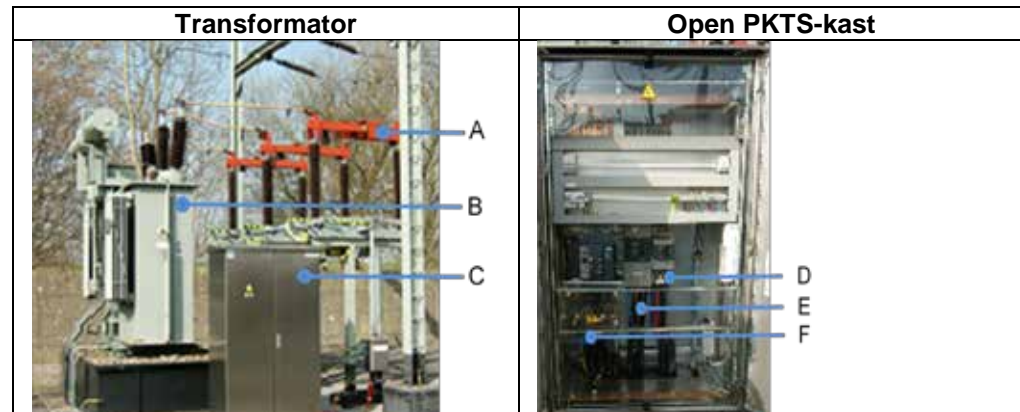
### Inleiding

Voor de goede werking van de HS-posten moet er ook laagspanning voorhanden zijn. De hoogspanning wordt omgezet in 400V. Ze wordt gebruikt voor verschillende doeleinden zoals:

- de bediening van de scheiders;
- het laden van de noodbatterijen;
- de verlichting, ...

### Foto's bijdiensten

Hieronder ziet u foto's van een deel van de bijdiensten:



### Benaming van de onderdelen

Deze onderdelen vindt u terug in bovenstaande foto's:

Letter	Onderdeel
A	Scheider (QS1TSn)
B	Bijdienstentransformator
C	Verdeelkast van de bijdiensten
D	Vertrekken naar de diensten VVDK en SI
E	Vertrekken naar de diensten Tractieonderstations
F	Aankomst van de bijdienstentransformator

### De bijdiensten

Onder de bijdiensten van het TOS vinden we voornamelijk:

- levering van 240/400 V AC van een post alsook voor andere diensten als VVDK, Seinrichting
- levering van 110 V DC en 48 V DC van de post via de laadgroepen.

*Vervolg op volgende pagina*

## De bijdiensten, Vervolg

### In het TOS

De spanning geleverd door de bijdiensten wordt voornamelijk gebruikt voor:

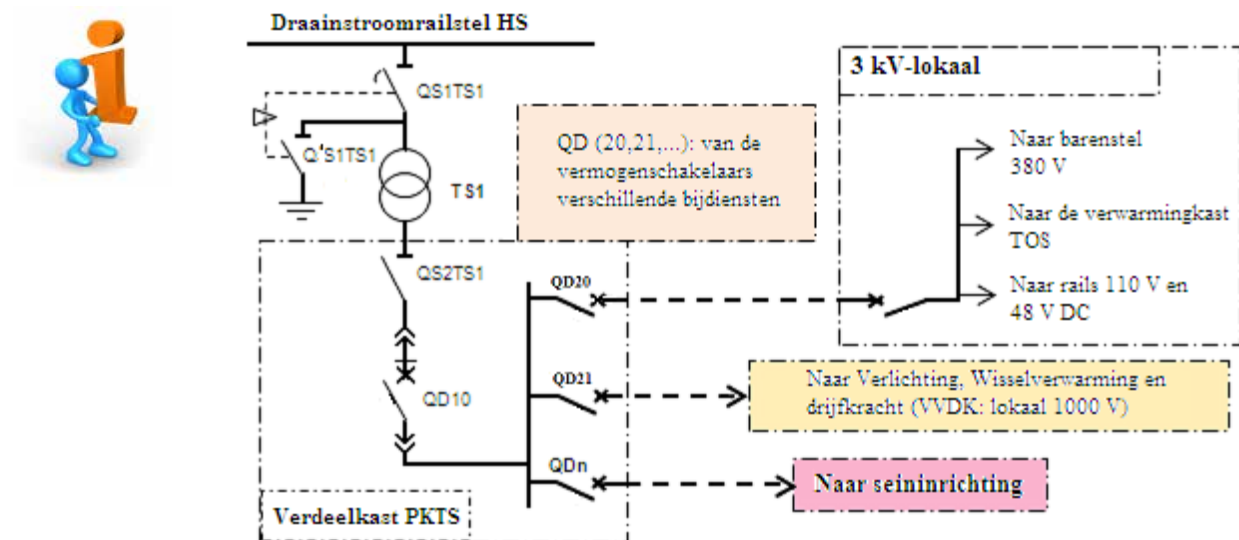
- de verlichting van de post met 240 V (binnen en buiten)
- de voeding van de werkplaats
- de voeding van de kringen die 400 V AC gebruiken, zoals de wisselverwarming
- de signalisatie en de bediening van de toestellen zoals de vermogensschakelaars enz.
- de voeding van de noodbatterijen.

### Belang van de 110V en de 48V DC

In lokale modus worden toestellen zoals feedervermogensschakelaars ingeschakeld dankzij een spanning van 110V DC. De telebediening van de toestellen (via de VES) verloopt dan weer onder 48V. De signalisatie verloopt eveneens onder 48V. Als de AC-spanning verdwijnt, zullen de noodbatterijen het kunnen overnemen. Tijdens enkele uren zullen zij dus ervoor zorgen dat de vermogensschakelaars en hun signalisaties operationeel kunnen blijven.

### Principeschema

Onderstaand schema toont de voornaamste bijdiensten van een TOS:



### Bediening van het TOS

De bedieningen van het TOS worden toegelicht in het hoofdstuk: [Bediening van de verschillende HS-posten](#), alsook in het [ARE 713](#).

## 4.1.5. De transformator-gelijkrichter groepen

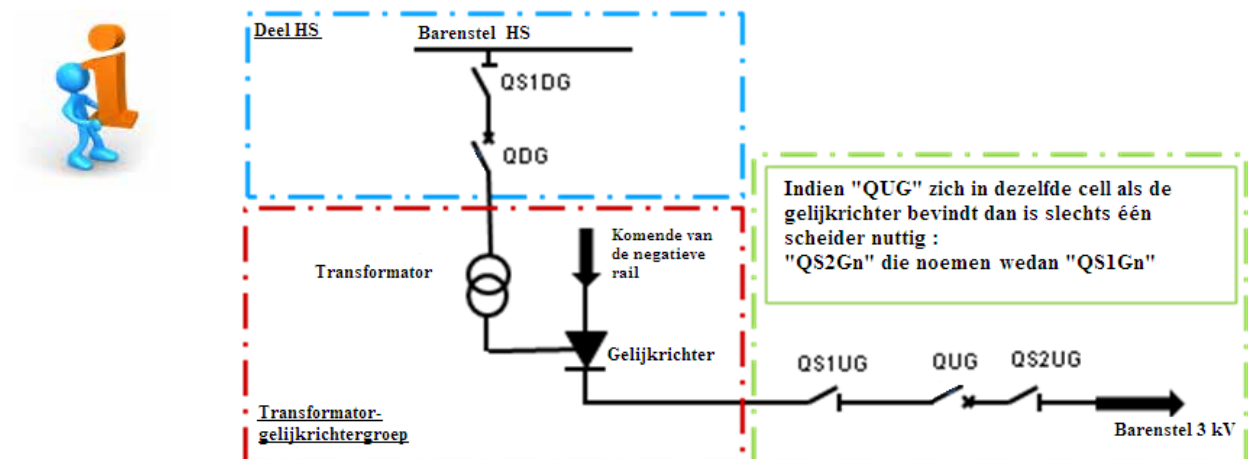
### Inleiding

In dit deel wordt elk onderdeel van de groep beschreven. De transformator-gelijkrichter groep is het scharnierelement tussen het wisselspanningsgedeelte (hoogspanning AC: HS) en het gelijkspanningsgedeelte (3 kV DC). De transformator-gelijkrichter groep wordt gevoed via het driefazige barenstel van de hoogspanningspost via een scheider en een vermogensschakelaar.

### Principe

- De transfo moet de wisselhoogspanning omzetten in een lagere spanning. Hij bevindt zich buiten.
- De gelijkrichter moet de wisselspanning omzetten in een gelijkspanning die nodig is voor de voeding van de bovenleiding. Hij staat binnen in de 3 kV DC-post.

**Principeschema** Dit schema toont de verschillende onderdelen van een groep :



### Foto van een transformator-gelijkrichter-groep

Deze foto's tonen de verschillende onderdelen van een groep:

Transformator	Gesloten halve gelijkrichter	Open halve gelijkrichter

*Vervolg op volgende pagina*

## De transformator-gelijkrichter groepen, Vervolg

---

### Verkrijgen van de gelijkgerichte spanning

De spanning 3 kV DC wordt als volgt verkregen:

Fase	Beschrijving
1	De primaire van de transfo wordt gevoed via kabels vanaf de HS AC-post.
2	De transfo van de groep verlaagt de AC-spanning.
3	De secundaire van de transfo voedt de gelijkrichter.
4	De gelijkrichter van de groep zet de AC-spanning om in een DC-spanning. Die spanning voedt het deel 3kV DC van het TOS.

---

### Beschikbaar vermogen

Als voorbeeld ligt het vermogen van een groep in de orde van 4,2 MW tot 7 MW. Een TOS omvat over het algemeen verscheidene transformator-gelijkrichter groepen (2 tot 4). In functie van het gewenste vermogen voor de voeding van de elektrische tractie kunnen ze parallel geschakeld worden.

---

### Beveiligingen in het algemeen

De groepen worden beschermd tegen kortsluitingen en overbelastingen door vermogensschakelaars:

- een vermogensschakelaar in het hoogspanningsgedeelte wordt aangeduid met: 'DG'
- aan de uitgang van de gelijkrichter wordt een vermogensschakelaar van het 3 kV-gedeelte aangeduid met 'UG'.

---

### Beveiliging HS-kant

De beveiliging aan de wisselspanningskant wordt verzekerd door een vermogensschakelaar van hetzelfde type als voor de Aankomsten. Hij schakelt uit in de volgende gevallen:

- overbelasting of kortsluiting van de groep (via de beveiligingsrelais)
- storing van de transfo (temperatuur of interne kortsluiting: Buchholz)
- storing gelijkrichter (dioden, ventilatiegebrek ...)
- openen van de gelijkrichter cel
- uitschakeling van de onderling vergrendelde kathodevermogensschakelaar

Opmerking: het merendeel van de uitschakelingen veroorzaakt de blokkering van de groep. Dat betekent dat de VES niet langer de overeenstemmende vermogensschakelaar(s) kan bedienen. In dat geval is een tussenkomst ter plaatse van het personeel van het TOS noodzakelijk.

---



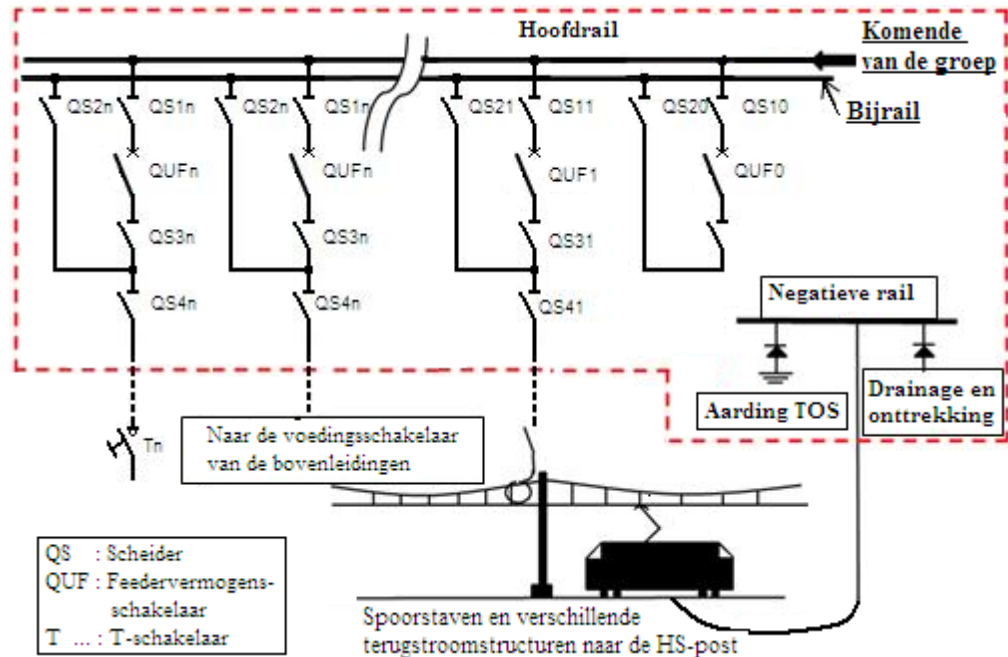
## 4.1.6. Het 3 kV-gelijkstroomgedeelte

### Principe

De gelijkrichter van elke groep wordt aangesloten op de hoofd rail via de kathodevermogenschakelaar en wel om de spanning te verdelen over alle feedervermogenschakelaars (QUF) die de bovenleidingen voeden.

### Schema

Dit schema toont het gedeelte 3 kV DC van een TOS met omheining:



### Uitrustingen

Het gedeelte 3 kV DC omvat:

- gelijkrichters (zie schema transformator-gelijkrichter-groep)
- de kathodevermogenschakelaar (zie schema transformator-gelijkrichter-groep)
- een of meer barenstellen (één enkele rail in de compacte posten)
- de feedervermogenschakelaars
- de scheiders
- een terugstroomkring (zie in dit document "[Algemeenheden over de terugstroomkring](#)" en het [ARE 713](#) voor de daarmee verbonden risico's).

### De kathodevermogenschakelaar

De kathodevermogenschakelaar voedt het barenstel 3 kV dat op zijn beurt de bovenleidingen voedt via de feedervermogenschakelaas. Hij moet de gelijkrichter van de groep beveiligen.

*Vervolg op volgende pagina*



## Het 3 kV-gelijkstroomgedeelte, Vervolg

### De feeder- vermogens- schakelaar

De feedervermogensschakelaar voedt in 3 kV DC een sector van de bovenleiding (zie hoofdstuk: [Het bovenleidingsnet: sectionering](#)). Hij moet de bovenleiding beveiligen tegen de overbelastingen en kortsluitingen. Meestal is er een tweede voedingspunt van de bovenleiding:

- hetzij een naburige sectioneerpost
- hetzij een ander naburig tractieonderstation.

*Opmerking:* er bestaan evenwel secties die slechts één enkel voedingspunt hebben, de zogenaamde voeding “in antenne” door een lokale vermogensschakelaar.

### Uitschakeling

De feedervermogensschakelaars (QUF) schakelen spontaan uit om volgende redenen:

- als gevolg van een overbelasting;
- als gevolg van een kortsluiting.

Als ... uitschakeling	Dan zal de feedervermogensschakelaar ...
eerste	automatisch opnieuw inschakelen
tweede na 3 s na inschakeling	automatisch opnieuw inschakelen
tweede binnen 3 s na inschakeling	uitschakelen en blokkeren. De interventie van de VES is dan vereist.

### Inschakeling

In de recente onderstations wordt voor sommige vermogensschakelaars bij de inschakeling van een feedervermogensschakelaar een lijntest uitgevoerd. Die test gaat na of de bovenleiding elektrisch “gezond” is (geen defecten). Als het defect blijft bestaan, zal de schakelaar niet inschakelen.

Bij schakelaars van de oude generatie bestaat er geen dergelijke test. Bij een hardnekkige storing in de bovenleiding, zal de schakelaar onmiddellijk uitschakelen.

*Opmerking:* in normale exploitatie-omstandigheden zijn de feedervermogensschakelaars altijd ingeschakeld.

### Types vermogensschakelaars

Bij 3 kV zijn er twee categorieën vermogensschakelaars:

Categorie	Kenmerken
DUR: “Ultrarapide” (ultrasnel)	· Schakelt uit in ongeveer 15 tot 30 ms
DHR: “Hyperrapide” (hypersnel)	· Schakelt uit in ongeveer 2 tot 4 ms

*Vervolg op volgende pagina*

## Het 3 kV-gelijkstroomgedeelte, Vervolg

---

### Uitrusting

De schakelaars bevinden zich:

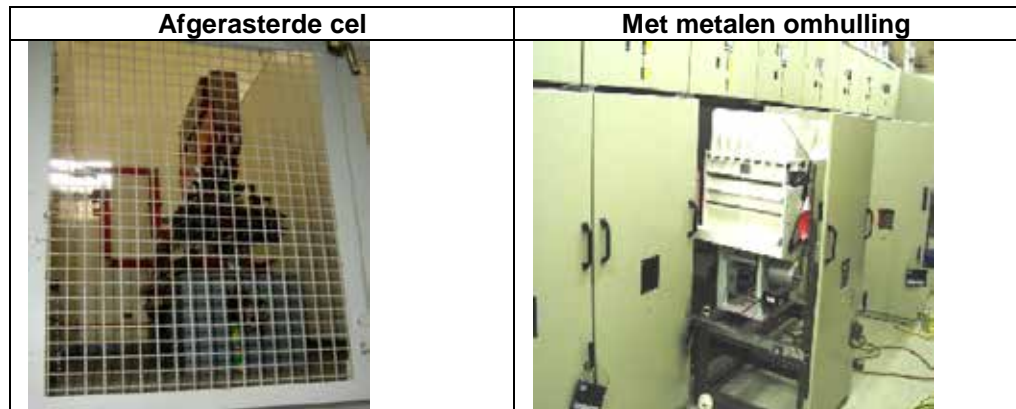
- hetzij in betonnen afgerasterde cellen;
- hetzij in posten met metalen omhulling (compacte posten).

In compacte posten zijn de hulprail en de scheiders overbodig. De cellen zijn beperkt qua afmetingen en worden met isolerend materiaal vervaardigd.

---

### Foto's vermogensschakelaars

Onderstaande foto's tonen verschillende types van 3 kV-vermogensschakelaars:



## 4.2. De sectioneerposten

### Plaats van een sectioneerpost

Wanneer de afstand tussen twee TOS te groot is, wordt ongeveer halverwege een SP geïnstalleerd, m.n. ter hoogte van een sectionering van de bovenleidingen in hoofdspoor. Hij kan echter worden geïnstalleerd op gelijk welke plek die noodzakelijk is voor de goede exploitatie van het net (vertakking).

### Rol van een SP

In een SP wordt de bovenleidingen parallel geschakeld via vermogenschakelaars (QUS) voor een herverdeling van de elektrische energie over de aanwezige bovenleiding.

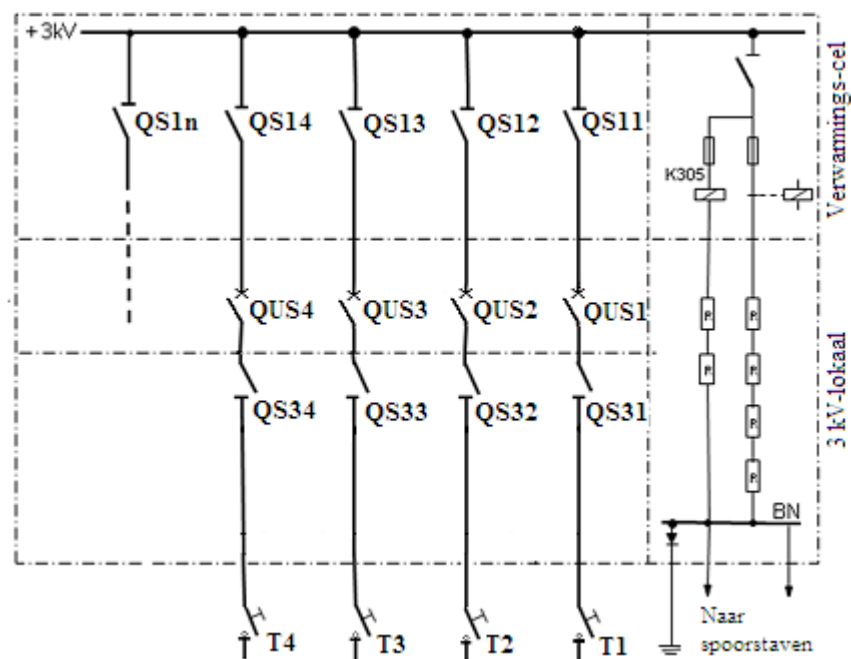
Dat heeft de volgende voordelen:

- de spanningsval vermindert op de bovenleiding
- de afstand van de bij kortsluiting spanningloze lijn vermindert
- en dus worden de storingen van het verkeer beperkt.

Eventueel kunnen de plaatselijke stationssporen of doodlopende sporen gevoed worden door een speciale zogenaamde lokale schakelaar "Lokaal" ( QUP).

### Schema

Dit schema geeft de voornaamste elementen van een type sectioneerpost met omheining:



*Vervolg op volgende pagina*

## De sectioneerposten, Vervolg

### Uitrustingen

De tabel toont de voornaamste onderdelen van een SP:



<b>Bij 3 kV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· de 3kV rail</li> <li>· de feedervermogenschakelaars</li> <li>· de negatieve rail (terugstroom)</li> </ul>
Bijdiensten	<ul style="list-style-type: none"> <li>· voeding bij 240/400 V door de energieleverancier: "lokale" LS-verbinding</li> <li>· een batterijlaadgroep 110 V DC</li> <li>· een batterijlaadgroep 48 V DC</li> </ul>

### Type schakelaars in SP



In een SP zijn er twee werkingsmodi voor een vermogenschakelaar. We zeggen dan dat het gaat om een vermogenschakelaar:

- Feeder (QUS) voedt de bovenleiding
- Primaire (QUP) voedt de bovenleiding (lokale sporen) in antenne, kopsporen of tussen twee SP's. Hij werkt als een vermogenschakelaar van een onderstation.

### Werking van de vermogenschakelaars in een SP



De TOS die de SP omgeven, voeden de bovenleiding. Eerst wordt de aanwezigheid van de 3kV op de bovenleiding getest. Als de aanwezigheid van de 3 kV wordt vastgesteld, verloopt de normale inschakeling van de feedervermogenschakelaar in de zogenaamde "in bovenleiding"-modus. Als er daarentegen geen spanning wordt vastgesteld, is de inschakeling in bovenleiding onmogelijk.

Wanneer de bovenleiding echter gezond is, is het mogelijk over te schakelen in een andere modus, de zogenaamde "in rail"-modus. In dat geval werkt de feedervermogenschakelaar als een primaire vermogenschakelaar (een vermogenschakelaar van een TOS).

De schakelaars kunnen uitschakelen:

- hetzij op bediening: de schakelaar wordt uitgeschakeld door de verdeler ES of door een bevoegd bediende in overleg met de verdeler ES.
- hetzij ten gevolge van een fout: wanneer een schakelaar van een TOS en van een SP uitschakelt, verdwijnt de spanning in de bovenleiding. Bijgevolg zal de SP-vermogenschakelaar, als hij ingeschakeld werd "in bovenleiding", bij gebrek aan spanning uitschakelen. In dat geval zal de vermogenschakelaar automatisch opnieuw inschakelen zodra de spanning in de bovenleiding terugkeert. Hij is dan afhankelijk van zijn tegenhanger in TOS. Bij inschakeling "in rail" vindt er geen automatische herinschakeling plaats.

### Bediening van de SP

De bediening van de SP wordt verder toegelicht in het punt: [Bediening van de verschillende HS-posten](#).

## 4.3. De P-posten

**Bijzondere voedingswijzen** In bijzondere omstandigheden bestaan er andere voedingswijzen van de bovenleiding, o.a. de speciale post (P-post).

Wat de beschrijving van de VP betreft, die beperkt in aantal zijn, verzoeken we u de documenten te raadplegen op het intranet.

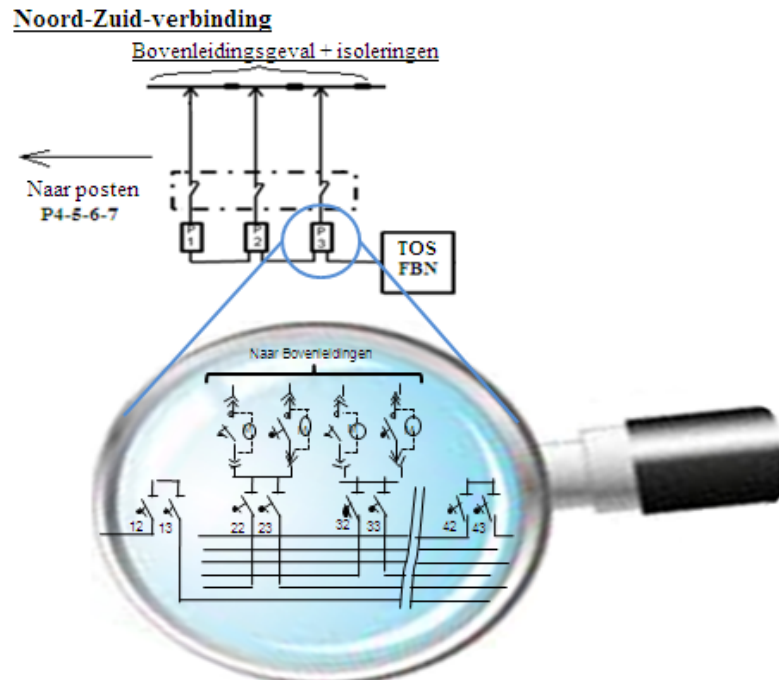
**Definitie** Een P-post is een aftakingspost tussen twee tractieonderstations die tot doel heeft de bovenleiding te voeden op plaatsen (NZV) waar het praktisch (technisch) onmogelijk is OM T-schakelaars te installeren.

**Beschrijving** De continuïteit tussen twee TOS wordt verzekerd via de bovenleiding door scheiders. Bij elke P-post wordt de spanning doorgegeven aan de verschillende bovenleidingen via uitrijdbare contactoren. Die uitrijdbare contactoren vervangen de voedings-T-schakelaars.

**Rol**

- Zorgen voor een betere selectiviteit in de grote stations die uitgerust zijn met P-posten.
- De exploitatiestoringen van de hoofdsporen verminderen in geval van storing van de bovenleidingen die door die post gevoed worden.

**Principeschema** Het schema toont het aansluitingsprincipe van de P-posten van de NZV:



*Vervolg op volgende pagina*

## De P-posten, Vervolg

---

### Binnenkant

Deze foto toont de binnenkant van de post:



### Bediening

De bediening van de P-posten wordt verder toegelicht in het punt: [Bediening van de verschillende HS-posten..](#)

---

## 4.4. Bediening van de verschillende HS-posten

### Inleiding

De toestellen in de tractieonderstations en in de verschillende HS-posten die de bovenleiding voeden, kunnen op drie verschillende manieren worden bediend:

- vanop afstand door de Verdeler ES (Telebediening), zie: [De verdeler ES en de exploitatie van de bovenleiding](#) ;
- bediening via het bedieningsbord in de post
- bediening aan het toestel zelf:
  - met drukknop
  - met hendel

### Bedienings-types

Er bestaan 3 types bediening: Telebediening, afstandbediening en bediening ter plaatse.

Wie	Wat	In welke gevallen
VES	<b><u>Toestellen in de posten en in de lijn:</u></b> · Telebediening via de hoofdpst	· Normale exploitatie; · Werken; · Schade.
Bedienden OST en Bovenleidingen	<b><u>Toestellen in de posten :</u></b> <b><u>In lokale modus:</u></b> · vanaf een lokaal bedieningsbord van de post of vanaf de HMI; · ter plaatse via de drukknoppen aan de voorzijde van de cel (re-centere installaties).	· Probleem telebediening · Toepassing Werkfiche
	<b><u>Toestellen in de lijn:</u></b> · bediening vanop afstand (HMI of drukknop); · manuele bediening ter plaatse.	
Bedienden van Infrabel die de noodzakelijke opleiding gekregen hebben	<b><u>Toestellen in de lijn:</u></b> · manuele bediening ter plaatse	· Probleem telebediening · Specifieke plaatselijke instructie
Bedienden van spoorwegondernemingen	<b><u>Manuele scheidings (bundel, werkplaats...):</u></b> · manuele bediening ter plaatse	· Bijzondere instructie

*Vervolg op volgende pagina*

## Bediening van de verschillende HS-posten, Vervolg

---

### Elektrische exploitatie

De normale exploitatie van alle HS-posten die de bovenleiding voeden, gebeurt op afstand door de verdeler ES via een telebedieningssysteem.

De aan de verdeler ES toegewezen taken zijn beschreven in het [ARE713](#) en de [RTV Organisatie van de posten Verdeler ES](#).

Opmerking: geen enkel toestel mag worden bediend zonder het akkoord van de VES.

---

### Schakelaar "Lokaal - Afstand" in de post

Wanneer de schakelaar in de modus 'lokaal' staat door de bevoegde agent:

- is bediening door de verdeler ES vanop afstand onmogelijk.
- blijven de meldingen bij de Verdeler ES behouden.




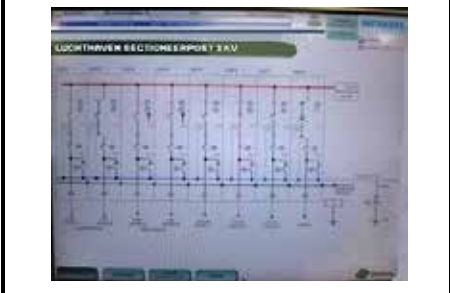


*Vervolg op volgende pagina*



## Bediening van de verschillende HS-posten, Vervolg

### Foto's van de bedieningsposten

Foto's van de bedieningspost volgens het type van bediening:

Bedieningstype	Foto
<p>Plaatselijk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Het bedieningsbord</li> <li>· HMI</li> <li>· Op het toestel zelf, in de cel</li> </ul>	   <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">Manueel</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px 5px;">Elektrisch</div> </div>
<p>Vanop afstand</p>	

## 5. De 3kV DC bovenleiding

---

**Doel** Bondige beschrijving van de bovenleiding, de algemene werkingsvoorwaarden, de verschillende types en montage van de bovenleidingen.

---

**Inhoud** Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

<b>Onderwerp</b>	<b>Blz.</b>
Inleiding en definitie	32
Voornaamste voorwaarden waaraan de bovenleiding moet voldoen	33
Specifieke technische beschouwingen	38
Voorstelling van de verschillende types van 3 kV-bovenleidingen	51

---

## 5.1. Inleiding en definitie

---

**Inleiding**

De functie van de bovenleiding bestaat erin de elektrische energie van het tractieonderstation te transporteren naar de tractievoertuigen op de sporen via de verschillende hoogspanningsposten van de elektrische tractie.

---

**Definitie van de bovenleiding**

Het geheel van draden en kabels die dienen voor het energietransport en het de stroomafnemers van de tractievoertuigen mogelijk maken om elektrische stroom af te nemen.

---

## 5.2. Voornaamste voorwaarden waaraan de bovenleiding moet voldoen

### Te vervullen voorwaarden

Elke bovenleiding moet beantwoorden aan de volgende hoofdvereisten:

- energie transporteren over grote afstand zonder grote spanningsvallen.
- een behoorlijke stroomafname.

### Elektro-mechanische kenmerken



Onderstaande tabel geeft de voornaamste elektromechanische kenmerken voor een optimale energieafname.

Kenmerken	Criteria
Elektrische	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Beperkte opwarming door Joule-effect</li> <li>· Aanvaardbare spanningsval</li> <li>· Goede geleidbaarheid</li> </ul>
Mechanische	<p>Vlot berijden door de stroomafnemers zonder stoten of ontklevingen, ongeacht</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· de plaatselijke toestand (bochten, spoortoestellen, kunstwerken, sectioneringen ...) en</li> <li>· de omstandigheden (snelheid, wind, temperatuur ...).</li> </ul>

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Blz.
Elektrische aspecten	34
Mechanische aspecten	36
Andere in acht te nemen voorwaarden	37

## 5.2.1. Elektrische aspecten

**Principe** Bij het transport van de elektrische energie via de bovenleiding moeten de spanningsvallen zo klein mogelijk zijn.

**Principeschema** Onderstaand schema schetst het transport van de elektrische energie vanaf het tractieonderstation tot het tractievoertuig:



**Verliezen die een spanningsval aan de stroomafnemer veroorzaken**

Dit is een niet-volledige lijst van de energieverliezen:

- verliezen in het tractieonderstation
- verliezen in de bovenleiding (weerstand van de bovenleiding)
- verliezen in de terugstroomkring.

**Rechtvaardiging** Een trein heeft een welbepaald vermogen nodig. De stroom die hij van de bovenleiding afneemt, hangt af van de elektrische spanning op die bovenleiding. De elektrische spanning op de stroomafnemer van de trein is niet dezelfde als die ter hoogte van het tractieonderstation in de bovenleiding. We moeten dus de beschikbare middelen aanwenden om die verliezen tot het maximum te beperken.

**Doeltreffende afname**

Er kunnen verschillende middelen overwogen en/of gebruikt worden om bij hoge snelheid een doeltreffende stroomafname te garanderen en de verliezen zo veel mogelijk te beperken:

- gebruik van dubbele rijdraden om een toereikend contactoppervlak te creëren ;
- verhoging van de spanning die - bij gelijk vermogen - een minder grote stroomafname meebrengt.

*Vervolg op volgende pagina*

## Elektrische aspecten, Vervolg

---

**Doeltreffende afname, vervolg**      Onderstaande tabel geeft een overzicht van wat moet worden gedaan om de verliezen in de bovenleiding zoveel mogelijk te beperken.

<b>We moeten</b>	<b>dankzij het gebruik van</b>
de weerstand verminderen van de stroomkring	bovenleiding en terugstroomkring met zeer goede geleidbaarheid
de afgenomen stroom verminderen	hogere spanning bij gelijk vermogen, wat leidt tot kleinere stroomafname.

---

**Voedingsspanningen op het bovenleidingsnet**

De tabel geeft de op ons net beschikbare elektrische spanningen weer:

<b>Spanning</b>	<b>Opmerkingen</b>
3 kV DC (gelijkstroom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· eerste elektrificaties op het Belgische net</li> <li>· de technologische mogelijkheden waren van dien aard dat 3 kV de beste oplossing bood.</li> </ul>
15 kV AC (wisselstroom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· biedt zowat dezelfde voordelen als 25 kV</li> </ul>
25 kV AC (wisselstroom)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· biedt vandaag meer voordelen, zowel technisch als financieel.</li> </ul>

---

**Lijnen en hun ligging**

<b>Lijnen met</b>	<b>Actie</b>
3 kV	Het grootste deel van het huidige Belgische spoornet
15 kV	Lijn 24: Montzen – Duitse grens
25 kV	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Lijn 1: Lembeek – Franse grens naar Rijsel (300km/h)</li> <li>· Lijn 2: Bierbeek – Ans (300 km/h)</li> <li>· Lijn 3: Chenée – Raeren</li> <li>· Lijn 4: Noorderdokken – Amsterdam.</li> </ul>

---

## 5.2.2. Mechanische aspecten

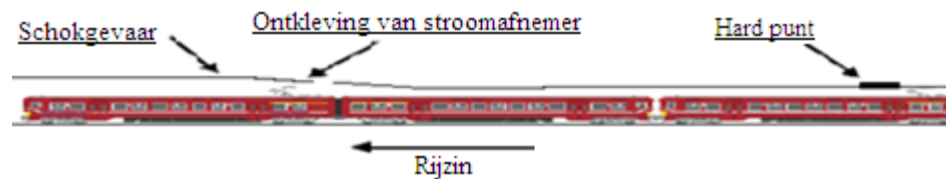
### Principe

Om aan de eisen van een goede stroomafname te voldoen en dus goede dynamische eigenschappen te hebben, moeten de rijdraden

- boven de stroomafnemer blijven;
- zoveel mogelijk zorgen voor een gelijkmatige slijtage van de stroomafnemer;
- een optimale pijl van de rijdraden hebben (Zie : [Spanwijdte en pijl van de bovenleiding](#));
- ingevolge de onvermijdelijke schommelingen van het contactvlak (behalve bij HSL) ervoor zorgen dat de stroomafnemers in contact blijven, ook bij hoge snelheid.

### Afbeelding

Onderstaande afbeelding verklaart de noties van het losklevan en het stoten van de stroomafnemer:



### Mogelijke problemen

De plotse opheffing of verlaging van het contactvlak kan leiden tot de ontkleving van de stroomafnemer en/of tot stoten tegen de stroomafnemer ten gevolge van een hard punt.

### Middelen voor een optimale stroomafname

Er wordt onder meer gebruik gemaakt van volgende middelen om een optimale stroomafname te garanderen:

- stroomafnemers met geschikte sleetstukken
- ophanging van de bovenleiding zodat de stroomafnemers zonder stoten of ontklevingen glijden;
- voldoende mechanische trekkracht.

Voor de punten betreffende de ophanging van de bovenleiding en de mechanische trekkracht verwijzen we naar Voorstelling van de verschillende types van 3 kV-bovenleidingen;

Elk verbinding en ophangpunt tussen de rijdra(a)d(en) en andere elementen van de bovenleiding, kan een hard punt vormen en bijgevolg stoten in zowel de bovenleiding als de stroomafnemer veroorzaken.

### 5.2.3. Andere in acht te nemen voorwaarden

#### Principe

De bovenleiding moet beantwoorden aan extra eisen:

- veiligheid van reizigers en personeel;
- voldoende zichtbaarheid van de seininrichting;
- verkeersintensiteit van de geëlektrificeerde lijnen;
- gemakkelijke montage en afregeling.

Die eisen komen gedeeltelijk aan bod in dit deel.

#### Hoe voldoen aan die eisen?

Om aan elke eis te voldoen moeten verschillende diensten instaan voor:

Eis	Actie
Veiligheid	Geschikt materiaal en uitrustingen gebruiken die de veiligheid van het personeel en de reizigers garanderen
Zichtbaarheid van de seininrichting	<ul style="list-style-type: none"> <li>· De afstanden tussen palen en sporen in acht nemen.</li> <li>· Bovenleidingsconstructie die ook als seinportiek dient voor bundelkoppen of uitritten van sommige stations.</li> </ul>
Verkeersintensiteit	<p>Elektrische sectionering van de bovenleiding in secties die afzonderlijk spanningloos kunnen worden gemaakt zonder</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· een hindernis te vormen voor de stroomafnemer</li> <li>· onderbreking in de stroomafname</li> </ul>
Gemakkelijke montage en afregeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mechanische sectionering van de bovenleiding</li> <li>· De mechanische verankeringen moeten niet per se overeenstemmen met de elektrische sectioneringen.</li> </ul>



## 5.3. Specifieke technische beschouwingen

---

### Inleiding

Naast de hoofdvereisten moet met bepaalde specifieke technische beschouwingen rekening worden gehouden bij de keuze van de te installeren bovenleiding. Die hoofdvereisten zijn:

- de systeemhoogte
  - de spanwijdte
  - de pijl
  - de temperatuurinvloeden
  - de lijnsnelheid.
- 

### Verskillende types bovenleiding

Er bestaan verschillende bovenleidingstypes. Een overzicht:

- met tramway-ophanging (T1, T2)
- met enkelvoudige bovenleiding ophanging (S1, S2 en S3)
- compound (C)
- volledige geregelde bovenleiding (R3)

*Opmerking:* voor de 25kV AC wordt de R1-bovenleiding gebruikt.

---

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Systeemhoogte van de bovenleiding	39
Spanwijdte en pijl van de bovenleiding	40
Temperatuurinvloed op de bovenleiding	41
Lijnsnelheid	46
Kenmerken van de bovenleiding	47

---

### 5.3.1. **Systeemhoogte van de bovenleiding**

**Definitie**

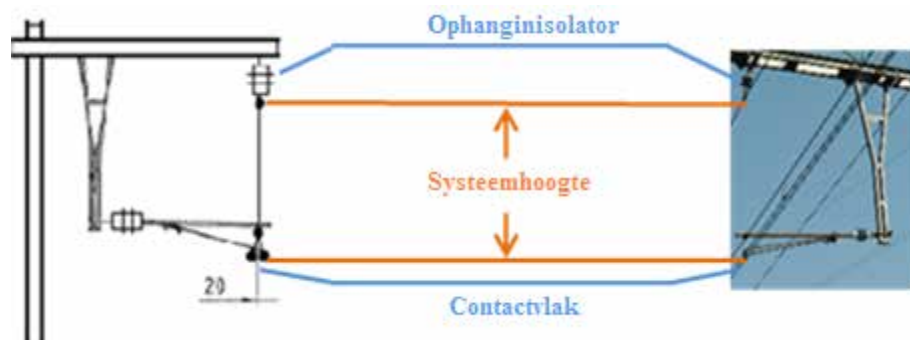
De systeemhoogte van een bovenleiding is de afstand tussen het ophangpunt van de bovenleiding en het contactvlak van die bovenleiding, m.a.w. de afstand tussen de hoofddrager en de rijdradenter hoogte van de ophanging.

De normale systeemhoogte (EN) van een compoundbovenleiding is: 1,65 m.

Zie : [Montagehandleiding](#)

**Schema**

Deze afbeelding geeft de systeemhoogte van een bovenleiding weer.



**Verschillende systeemhoogtes**

Op bepaalde plekken waar de EN niet kan worden toegepast, wordt een “beperkte” systeemhoogte (ER) aangewend.

### 5.3.2.Spanwijdte en pijl van de bovenleiding

---

**Spanwijdte**

De spanwijdte ( $a$ ) is de afstand tussen twee ophangingen. Ze hangt af van het type bovenleiding. Ze kan immers variëren volgens het type. Uiteraard is er een maximum voor elk type bovenleiding. Dat maakt het mogelijk goede voorwaarden voor de stroomafname te garanderen.

Zie: [Montagehandleiding](#)

---

**Pijl**

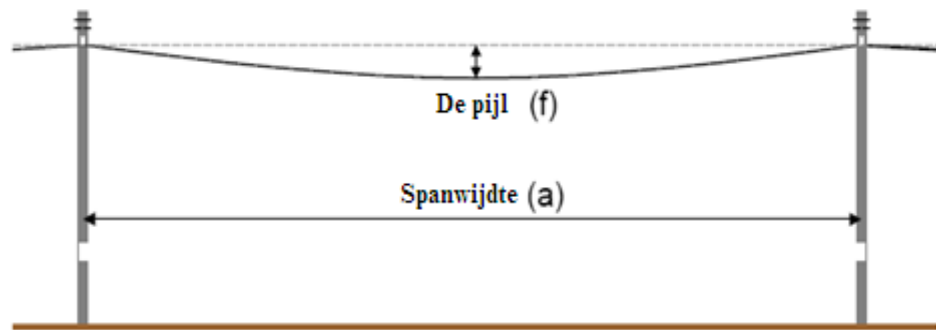
De pijl ( $f$ ) is de maximale verticale verplaatsing van een rijdraad in zijn midden door zijn eigen gewicht t.o.v. de horizontale verplaatsing.

Factoren die de pijl beïnvloeden:

- hoe groter de spanwijdte ( $a$ ), hoe groter de pijl ( $f$ )
  - de mechanische spanning in de kabel is eveneens van doorslaggevend belang
  - de weersomstandigheden (wind, temperatuur ...)
- 

**Schema**

Deze vereenvoudigde afbeelding toont de spanwijdte en de pijl.



### 5.3.3. Temperatuurinvloed op de bovenleiding

#### Verschillende invloeden

De temperatuur beïnvloedt de doorhang van de bovenleiding, behalve voor de R3, die volledig geregeld is.

Als de temperatuur ...	Dan zullen de rijdraden ...
Stijgt	Uitzetten <ul style="list-style-type: none"> <li>· en wordt de pijl groter</li> <li>· en gaat de bovenleiding golven</li> <li>· en zullen de hangers buigen (S-bovenleiding)</li> </ul>
Daalt	Krimpen <ul style="list-style-type: none"> <li>· en wordt de pijl kleiner</li> <li>· en stijgt het contactvlak</li> </ul>

#### Werkingsprincipe van de spanuitrusting

Om dat probleem in de enkelvoudige, geregelde en compoundbovenleidingen te verhelpen, gebruiken we een zogenaamde spanuitrusting.

#### Geregelde versus vaste verankering

Het spantoestel zorgt voor een geregelde verankering. Daardoor kan de rijdraad vrij uitzetten t.g.v. de temperatuurschommelingen en daarbij toch een constante mechanische spanning behouden. Dat in tegenstelling tot de vaste verankering, die een daling of stijging van de mechanische spanning zou teweegbrengen.

#### Types spantoestellen

Afhankelijk van het type van bovenleiding bestaan er verschillende types spantoestellen:



Type	Te gebruiken voor bovenleidingen
Klassiek spantoestel (1/4)	S en C
Katrol (1/5)	vooral voor R3
Met veer	Enkel waar de $\Delta t$ beperkt is, in tunnels voor alle types bovenleiding : S, C, R3, R1.

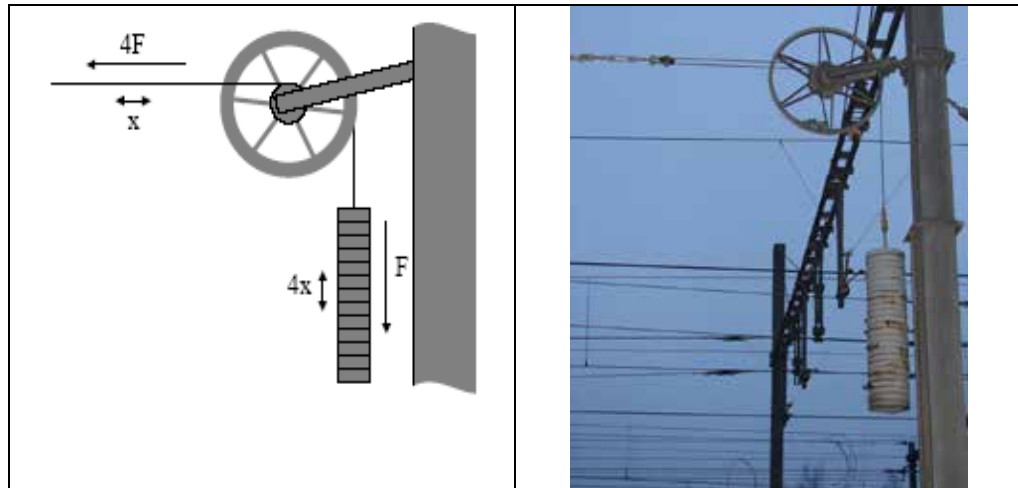
### 5.3.3.1. Klassiek spantoestel

#### Inleiding

Dit type wordt voornamelijk gebruikt voor S- en C-bovenleidingen. In het algemeen wordt er een toestel aan elke verankering van de rijdraad geplaatst. Met dat toestel kunnen temperatuurschommelingen van  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  tot  $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$  worden gecompenseerd, waarbij de mechanische spanning in de rijdraden temperatuurafhankelijk blijft.

#### Schema en foto

Onderstaande afbeelding toont de samenstelling van een klassiek spantoestel. De rechterfoto toont een toestel en het begin van de verankering.



*Opmerking:* de diameterverhouding is 1 op 4.

#### Vast punt in de bovenleiding

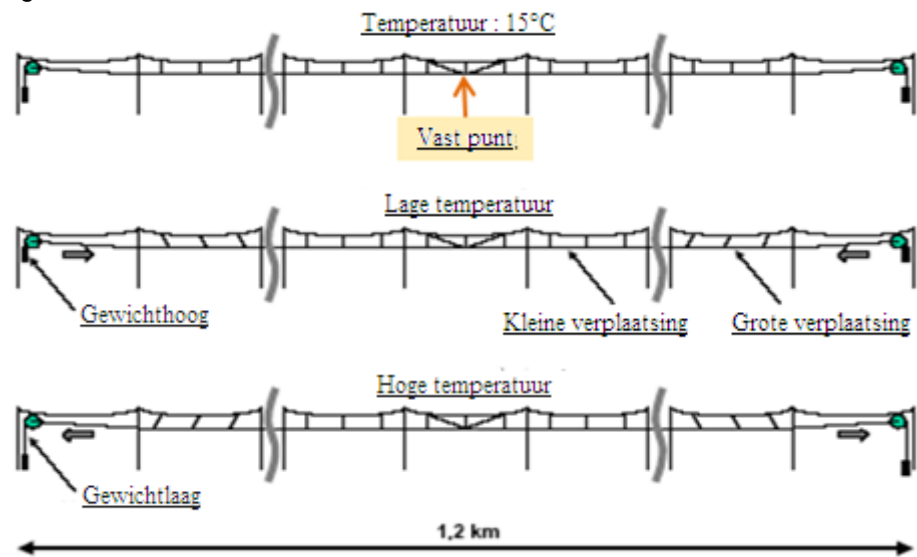
In het midden van de spanuitrusting van de bovenleiding zit een vast punt. Het vaste punt voorkomt dat de rijdraden volledig in de ene of de andere zin verschuiven. Het is vanuit dat vaste punt dat de kabels en dragers kunnen uitzetten of krimpen.

*Vervolg op volgende pagina*

## Klassiek spantoestel, Vervolg

Afbeelding van de verplaatsingen van de rijdraden

Onderstaande afbeelding toont het nut aan van het vaste punt bij temperatuurschommelingen.



*Opmerking:* de rijdraden kunnen zich onderling verplaatsen dankzij hun ophanging aan de draagkabel met onafhankelijke hangers (behalve T2 en S2).

### 5.3.3.2. Spantoestel type katrol

**Inleiding**

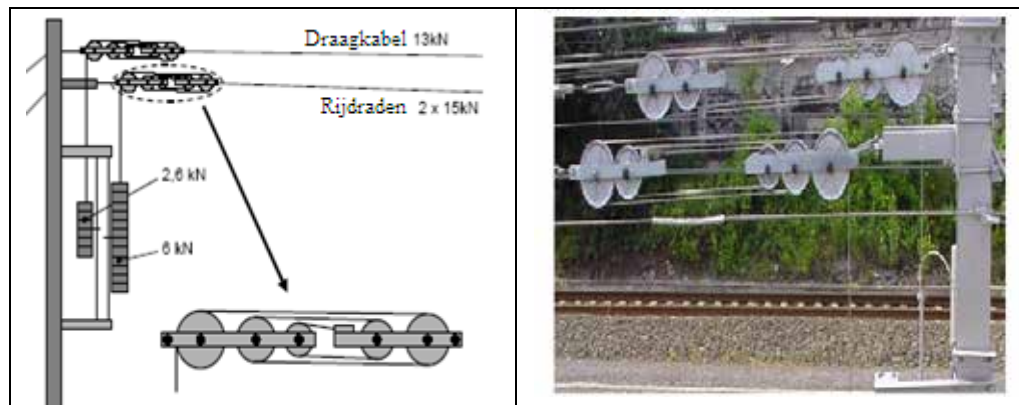
Deze inrichting wordt voornamelijk gebruikt bij de volledig geregelde bovenleiding.

**Temperatuursin  
vloeden**

In het geval van de R3-bovenleiding is de draagkabel eveneens geregeld. Op die manier is deze bovenleiding volledig temperatuurafhankelijk aangezien de ophangpunten meebewegen.

**Afbeelding  
en foto**

Onderstaande afbeelding toont de samenstelling van een spantoestel van het type katrol.



### 5.3.3.3. Spantoestel met veren

---

**Inleiding**

Deze inrichting wordt gebruikt in tunnels. Omdat dat systeem geen gebruik maakt van plaatsinnemende tegengewichten, kan het makkelijker worden geïnstalleerd dan een klassiek spantoestel of een spantoestel van het type katrol.

---

**Temperatuurs-  
invloeden**

In tunnels zijn er minder temperatuurschommelingen. De temperatuur is er immers vrijwel constant.

---

**Foto**

Afbeelding van het spantoestel met veer.





### 5.3.4.Lijnsnelheid

---

**Definitie**

De lijnsnelheid bepaalt het type van de te installeren bovenleiding. Het type van bovenleiding moet immers worden aangepast aan de snelheid die men aan de lijn wil toekennen, rekening houdend met de stroomafnameregelmaat en het vermogen dat nodig is om die snelheid te bereiken. De kenmerken van elk type maken het mogelijk om de geschiktste soort voor elk geval te bepalen.

---

### 5.3.5. Kenmerken van de bovenleiding

---

**Inleiding**

Om een bovenleiding te plaatsen is een mechanische constructie nodig en moeten bepaalde regels worden gerespecteerd.

---

**Inhoud**

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Bovenleidingsconstructie	48
Hoogte van de rijdraden	49
Afstand paal-spoorstaaf	50

---

### 5.3.5.1. Bovenleidingsconstructie

---

#### Definitie

De bovenleidingsconstructies kunnen bestaan uit:

- palen met console voor 1, 2 of 3 sporen
- portieken met dwarsbalken of soepele dwarskabels die verscheidene sporen overspannen
- verschillende soorten bevestigings- en verankeringsijzers
- steunarmen
- consoles
- stoelen.

Zie [Montagehandleiding](#)

---

#### Excentriciteit

De bovenleidingen worden zijwaarts bevestigd om:

- te grote verplaatsingen door de wind of voorbijrijdende stroomafnemers te voorkomen
  - een zigzagophanging te verkrijgen t.o.v. de as van het spoor in rechte lijn.
- 

#### Uitvoering van de zijwaartse bevestigingen

De zijwaartse bevestigingen (C-bovenleiding) worden als volgt uitgevoerd:

- de hoofd draagkabel wordt bevestigd op de ophangingsisolator;
  - de hulpdrager is bevestigd aan het uiteinde van een horizontale buis, de zogenaamde "zijwaartse bevestiging".
- 



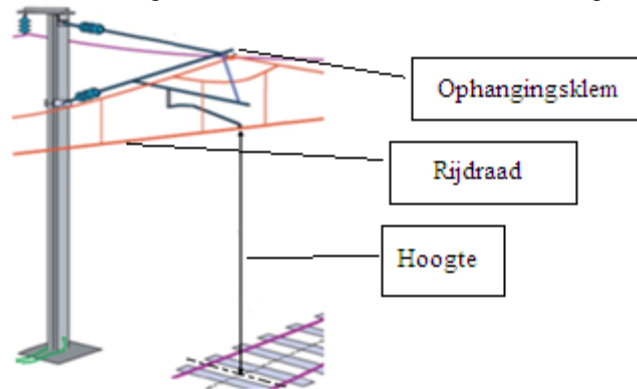
### 5.3.5.2. Hoogte van de rijdraden

#### Meting van de hoogte van de rijdraden

De hoogte van de rijdra(a)d(en) wordt loodrecht t.o.v. het spoor gemeten.  
Zie [Montagehandleiding Deel 1](#)

#### Schema

Hieronder ziet u hoe de hoogte van het contactvlak moet worden gemeten:



#### Normale hoogten

Hieronder ziet u de normale hoogten voor elk bovenleidingstype en hoogte van de constructies, bij een temperatuur van 15°C:

Plaats	Bovenleiding	Hoogte
Volle lijn	Enkelvoudige	5,30 m
	Compound	5,30 m
	R3	5,10 m
Overwegen en grote stations		5,55 m (min. 5m)
Bundels		5,55 m

#### Minimale hoogten in het midden van de spanwijdte (60°C)

Volgens de algemene regels bedraagt de **minimale hoogte 4,80 m** bij 60°C. Sinds er M6-rijtuigen en bepaalde CFL-rijtuigen (Groothertogdom Luxemburg) op het net worden gebruikt, bedragen de toegelaten minimumhoogten:

Type bovenleiding	Minimumhoogte
Enkelvoudige	4,74 m
Compound	4,74 m
R3	4,76 m

#### Opmerking

Er moet echter ook rekening worden gehouden met een maximale hoogte. Boven die hoogte zouden de stroomafnemers van de tractievoertuigen niet langer in contact zijn met de bovenleiding. Die hoogte bedraagt 6 m.

Elke afwijking moet het akkoord krijgen van de dienst Bovenleiding.

### 5.3.5.3. Afstand paal-spoorstaaf

#### Principe



Over het algemeen wordt de afstand paal-spoorstaaf berekend op basis van het vrijruimteprofiel. Die afstand wordt eveneens “inplantingsafstand” genoemd. Het betreft de horizontale afstand tussen de flens van de paal en de aslijn van de naburige spoorstaaf.

*Opmerking:* in een zone van 300 m rond de seinen moet de afstand paal-spoorstaaf eventueel worden aangepast voor een goede zichtbaarheid van de bewuste seinen.

Zie: [Montagehandleiding: Deel 1](#)

#### Normale afstanden in volle baan

Hieronder vindt u de normale afstanden:

Situatie		Afstand
Recht spoor en bocht met straal $R \geq 4500$ m		2,35 m
Bocht $R < 4500$ m	Binnenkant van de bocht	2,75 m
	Buitenkant van de bocht	2,90 m

#### Minimale afstand in volle baan

Uiteraard moet ook rekening worden gehouden met een minimumafstand. Zij bedraagt  $1,50 \text{ m} + 2,3 \cdot h$ , waarbij “h” slaat op de hoogte (m) van de verkanting van de sporen.

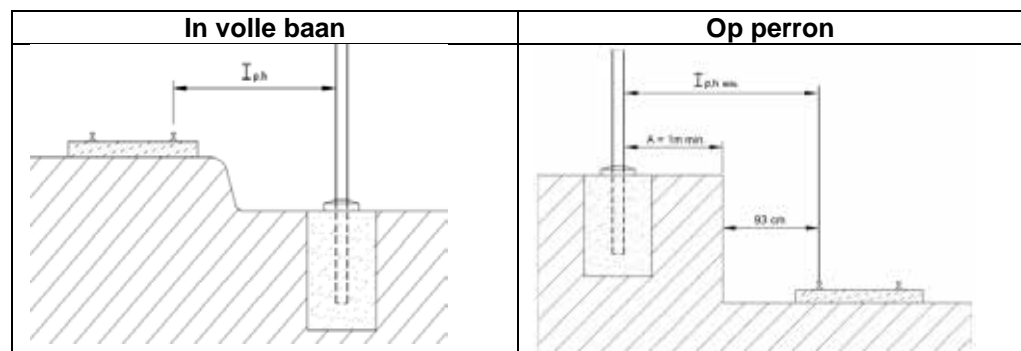
#### Normale afstanden voor palen op perrons

De afstand paal-spoorstaaf op perrons moet rekening houden met de uitstapzone van de reizigers. Die afstand moet ten minste 1,95 m bedragen en hangt af van het perron. De paal moet worden geplaatst op:

- als er slechts één spoor langs het perron loopt: 3,20 m;
- als het perron tussen twee sporen loopt: in de as van het perron.

#### Afbeeldingen

Hieronder ziet u hoe de minimumafstand paal-spoor moet worden gemeten:



## 5.4. Voorstelling van de verschillende types van 3 kV- bovenleidingen

### Inleiding

Bij de montage van de bovenleidingen moet rekening worden gehouden met elektro-mechanische en andere voorwaarden. Meer informatie vindt u in de [Montagehandleiding](#).

### Afkortingen

Deze tabel geeft de verschillende afkortingen die in de volgende delen aan bod komen.

Afkorting	Benaming
T (1 - 2)	Tramway-bovenleiding
S (1-2-3)	Enkelvoudige bovenleiding
C	Compound-bovenleiding
R3	Volledig geregelde bovenleiding

### Inhoud

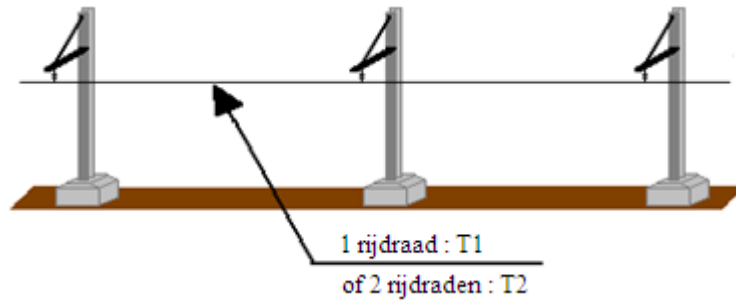
Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Blz.
Tramway-bovenleiding	52
Enkelvoudige bovenleiding	53
Compoundbovenleiding (C)	55
Volledige geregelde ophanging (R3-120)	57
Vergelijking bovenleidingtypes	59
Keuze van het bovenleidingstype	60
Identificatie bovenleidingpalen	61
Specifieke uitvoering	62

## 5.4.1. Tramway-bovenleiding

**Concept** De rijdra(a)d(en) is/zijn rechtstreeks opgehangen boven het spoor, hetzij via isolatoren aan de consoles of portieken, hetzij via klauwen aan de dwarskabels die geïsoleerd zijn t.o.v. de palen.

**Schema** Bovenleiding opgehangen met isolatoren:



**Types** Deze tabel toont de bovenleidingstypes met tramophanging:

Type	Aantal rijdraden
T1	1 rijdraad opgehangen aan de isolator
T2	2 rijdraden opgehangen aan dezelfde isolator

**Technische kenmerken** Wanneer bij dit type van bovenleiding de temperatuur stijgt, zal ook de pijl toenemen. Daardoor gaat het contactvlak zakken en ontstaat er golfing van de bovenleiding. Omgekeerd zal de bovenleiding krimpen wanneer de temperatuur daalt. Dat veroorzaakt tractiekrachten ter hoogte van de bevestigingspunten.

**Voordelen, nadelen**

Geen echt voordeel, alleen de installatiekosten.

Nadelen:

- het grootste nadeel schuilt in de pijl, die te groot is voor stroomafname bij hoge snelheid;
- rechtstreekse verbinding met de ophangpunten, wat harde punten veroorzaakt.

**Toepassingsgebied**

Maximumsnelheid bij tramophanging beperkt tot 40 km/h.

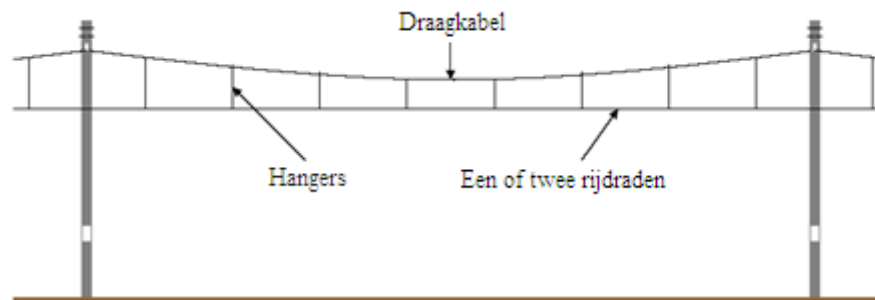
## 5.4.2. Enkelvoudige bovenleiding

### Concept

- Ze omvat een kabel die opgehangen is tussen elke constructie via de isolator. Ze is niet geregeld.
- Aan die drager worden met vaste hangers één (S1) of twee (S2 en S3) rijdraden gehangen.

### Schema

Algemene afbeelding van een enkelvoudige bovenleiding in profiel:



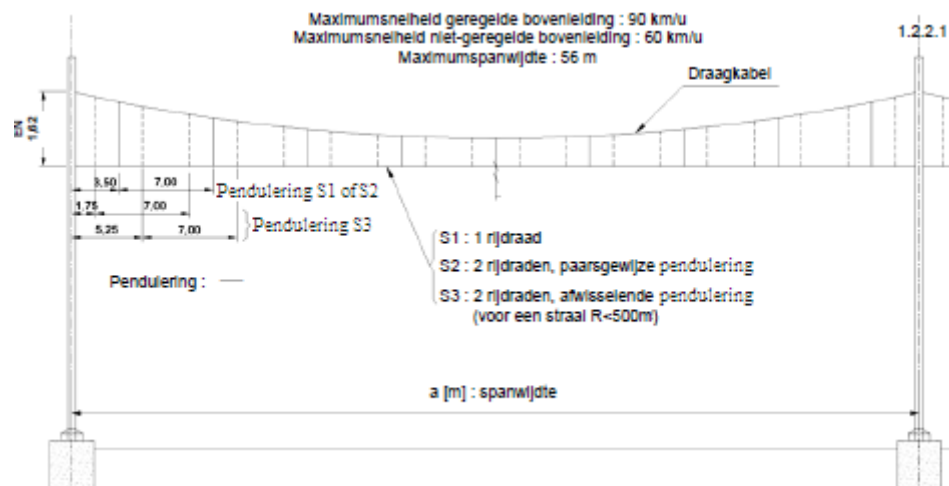
### De types

Deze tabel toont de types enkelvoudige bovenleidingen:

Types	Aantal rijdraden
S1	1 enkele opgehangen rijdraad
S2	2 rijdraden in paarsgewijze ophanging
S3	2 rijdraden in beurtelingsse hangers

### Overzicht van de verschillende hangers

Overzicht van de verschillende types van hangers:



Vervolg op volgende pagina



## Enkelvoudige bovenleiding, Vervolg

---

### Technische kenmerken

De maximale spanwijdte is 56 m en de pijl van de rijdraden is beperkt tot minder dan 10 cm. Momenteel worden spanwijdten van 56 m gebruik in volle baan. In bocht en worden er bijv. kleinere spanwijdten gebruikt.

---

### De temperatuurinvloed

In dit type van ophanging varieert het contactvlak volgens de temperatuur. Om dat probleem op te lossen gebruiken we spanuitrustingen die zorgen voor een regelmatig contactvlak.

Zie punt: [Klassiek spantoestel](#)

---

### Voordelen, nadelen

Voordelen t.o.v. de tramway-bovenleiding:

- verhoging van de snelheid op de lijn
- verhoging van de spanwijdte tot maximaal 56 m.

Nadeel:

- snelheid beperkt tot 90 km/h.
- 

### Toepassingsgebied

De enkelvoudige bovenleiding wordt gebruikt voor:

- de elektrificatie van de verbindingen tussen hoofdsporen
  - de bijsporen in stations, als vervanging van de T-bovenleiding
  - de perronsporen ;
  - de maximumsnelheid bedraagt: 60 km/h voor S1 en 90 km/h voor S2 en S3.
-

### 5.4.3. Compoundbovenleiding (C)

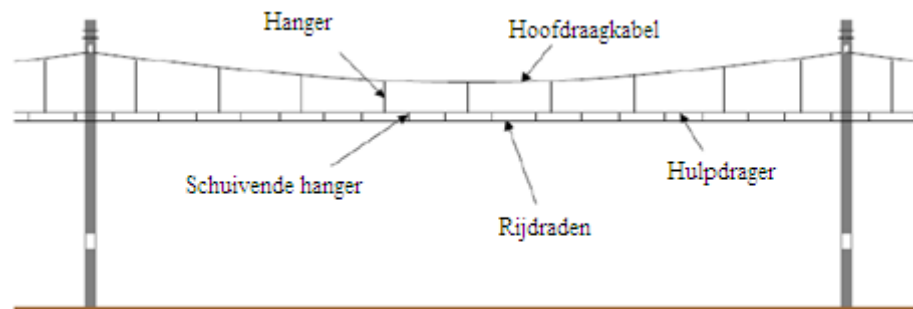
#### Concept

- De C-bovenleiding omvat een hoofddraagkabel die opgehangen is tussen elke dra-ger via de isolator. Ze is niet geregeld.
- Naast de elementen van de bovenleiding S omvat de compoundbovenleiding een hulpdrager. Die is opgehangen aan de hoofddraagkabel via vaste hangers. De hulpdrager is niet geregeld.
- De twee rijdraden zijn aan de hulpdrager opgehangen met schuivende hangers. Die hangers hebben een vaste lengte. Ze zijn afwisselend bevestigd tussen de hulp.drager en afwisselend een van de rijdraden. Die laatste zijn geregeld.

Zie punt: [Klassiek spantoestel](#)

#### Schema

Algemene afbeelding van een compound-bovenleiding in profiel.



#### In de praktijk

De spanwijdte gaat tot 63 m.

#### Gedrag bij tem- peratuur- schommelingen

Bij temperatuurschommelingen treden er ongewenste effecten op omdat hoofd- en hulpdrager niet geregeld zijn. Bijgevolg is de hoogte van de bovenleiding niet constant en wordt de snelheid beperkt tot 160 km/h.

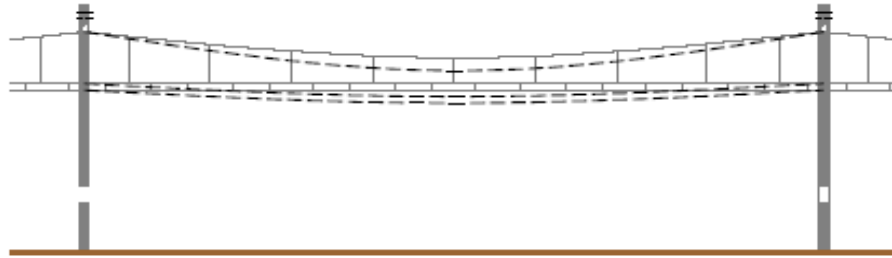
*Vervolg op volgende pagina*

## Compoundbovenleiding (C), Vervolg

---

### Doorhang bij temperatuurschommelingen

Onderstaand schema toont het gedrag van de bovenleiding bij temperatuurschommelingen:



### Voor-en nadelen

- Deze bovenleiding compenseert het golvingsprobleem van de rijdraden van de enkelvoudige bovenleiding zolang de snelheid beperkt blijft tot 160 km/h.
- Boven 160 km/h brengt de nog aanwezige lichte golving van de compoundbovenleiding stroomafnameproblemen mee.

### Toepassingsgebied

Maximumsnelheid bij een compoundbovenleiding beperkt tot 160 km/h. De compound-bovenleiding wordt voornamelijk gebruikt in volle baan.

---

## 5.4.4. Volledige geregelde ophanging (R3-120)

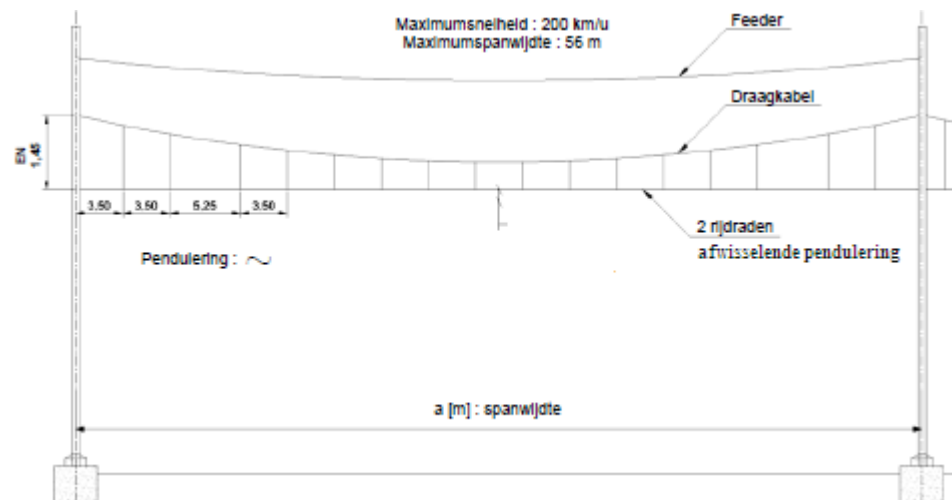
### Concept

- Eén enkele geregelde draagkabel, bevestigd op een beweegbare arm via een isolator.
- De twee rijdraden zijn rechtstreeks opgehangen aan de draagkabel via hangers, net als bij een enkelvoudige bovenleiding S3, vandaar de naam R3
- Er wordt gebruik gemaakt van beweegbare armen.

Zie [403.602](#) en [420.005](#).

### Schema

Onderstaande afbeelding toont een volledig geregelde bovenleiding (R3-120).



**Opmerking:** de afstand tussen de hangers is niet altijd dezelfde.

### Principe

Alle kabels zijn zo geregeld dat ze altijd dezelfde positie innemen ten opzichte van elkaar en dat de hangers altijd verticaal blijven omdat:

- de draagkabel en de rijdraden op dezelfde wijze uitzetten of krimpen bij temperatuurschommelingen;
- de goede dynamische eigenschappen altijd gewaarborgd zijn dankzij een constante mechanische spanning.

Zie voorgaand punt: [Spantoestel type](#)

### Invloed van de temperatuur

Alle draden en kabels zijn geregeld, deze bovenleiding is volledig temperatuurafhankelijk.

*Vervolg op volgende pagina*

## Volledige geregelde ophanging (R3-120), Vervolg

---

### Beweegbare bovenleiding en vast punt

- De bovenleiding is volledig geregeld dankzij beweegbare armen;
  - Net als de bovenleidingen S en C bevindt er zich in het midden van deze configuratie een arm die bevestigd is met twee kabels. Dit is het vaste punt van de draagkabel.
  - Vanaf dit vaste punt in het midden van de sectie kunnen de armen naar binnen of buiten bewegen naarmate de temperatuur resp. stijgt of daalt.
  - Die configuratie valt moeilijker te realiseren dan een compoundbovenleiding, vooral ter hoogte van wissels.
- 

### De beweegbare bovenleiding

Onderstaand schema toont het montageprincipe van de beweegbare armen:



Opmerking: dit schema toont de R3-bovenleiding bij een temperatuur lager dan de referentietemperatuur (20°C).

---

### Voordeel

In tegenstelling tot de andere types bovenleiding biedt de R3-bovenleiding een oplossing voor de pijl.

---

### Nadelen

- Enkele nadelen van de R3 die kunnen aanzetten tot de keuze voor een compoundbovenleiding:
- bij gelijke beschadiging is de impact voor de R3 groter vanwege de minder robuuste constructie dan de C-bovenleiding;
  - de overgangen tussen compound en R3 of S3 en R3 zijn kritieke zones bij extreme temperaturen;
  - de hangers van de R3 zijn meer onderhevig aan vermoeidheidsbreuken.
-

## 5.4.5. Vergelijking bovenleidingtypes

---

**Kenmerken van de verschillende bovenleidingtypes**

Zie : [Plan 420.008](#)



## 5.4.6.Keuze van het bovenleidingstype

### Inleiding

Voor elk type van bovenleiding zijn de maximumsnelheid en de plaats van die bovenleiding de beperkende factoren.

### Type bovenleiding

Onderstaande tabel geeft een overzicht van het type van bovenleiding dat gebruikt wordt volgens de rijsnelheid en de plaats waar de bovenleiding zich bevindt:



Bij een snelheid van...	en als de lijn zich ... bevindt	dan gebruiken we volgende bovenleiding:
< 40 km/h	in een bundel	enkelvoudige
< 90 km/h < 120 km/h	in een verbinding	enkelvoudige compound
< 160 km/h	in volle baan	compound
> 160 km/h	hoofdassen	volledig geregelde

### Enkelvoudige of tramway-opanging

Als in een bundel een nieuwe bovenleiding wordt geïnstalleerd, maken we niet langer gebruik van een bovenleiding met 1 rijdraad. Bijgevolg installeren we een enkelvoudige bovenleiding met twee draden.

### Compound-bovenleiding

De maximumsnelheid op de lijnen bedraagt 160 km/h. Daarom wordt de compound-bovenleiding het vaakst gebruikt.

### R3-bovenleiding

Bij nieuwe lijnen met snelheid vanaf 160 km/h wordt R3-bovenleiding gebruikt.

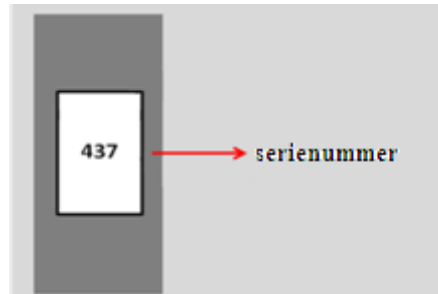
## 5.4.7. Identificatie bovenleidingspalen

### Inleiding

Om zich te kunnen oriënteren langs de lijnen (bijv. in geval van een averij), in de bundels of in de stations is het handig om de bovenleidingspalen te nummeren.

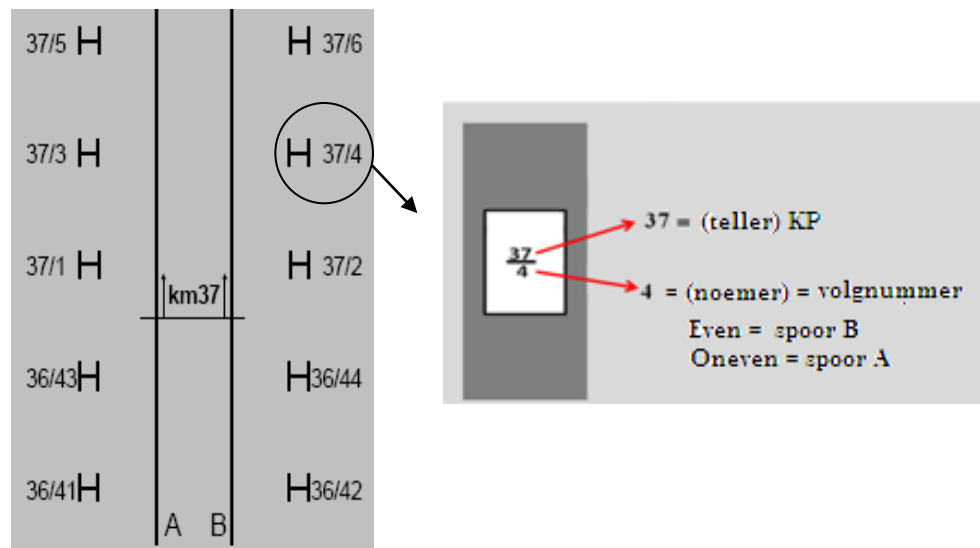
### Regels voor de nummering in de bundels en de grote stations

De palen zijn genummerd met een serienummer:



### Regels voor de nummering in volle baan

De palen zijn genummerd op basis van de KP (kilometerpalen) van de lijn.





## 5.4.8. Specifieke uitvoering

---

**Inhoud**

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

<b>Onderwerp</b>	<b>Blz.</b>
Excentriciteit van de bovenleiding	63
Verankering	64

---

### 5.4.8.1. Excentriciteit van de bovenleiding

**Inleiding**

Wanneer de stroomafnemers over de rijdraden wrijven, slijt het sleetstuk. Als de rijdraden altijd perfect in de as van het spoor zouden hangen, zou die slijtage altijd in de as van de stroomafnemer plaatsvinden. Zo zou er een groef ontstaan in het sleetstuk, waardoor de rijdraden in de stroomafnemer 'gevangen' zouden worden. Dat is vooral vervelend in verbindingen en ter hoogte van verankeringen.

**Voorgestelde oplossing**

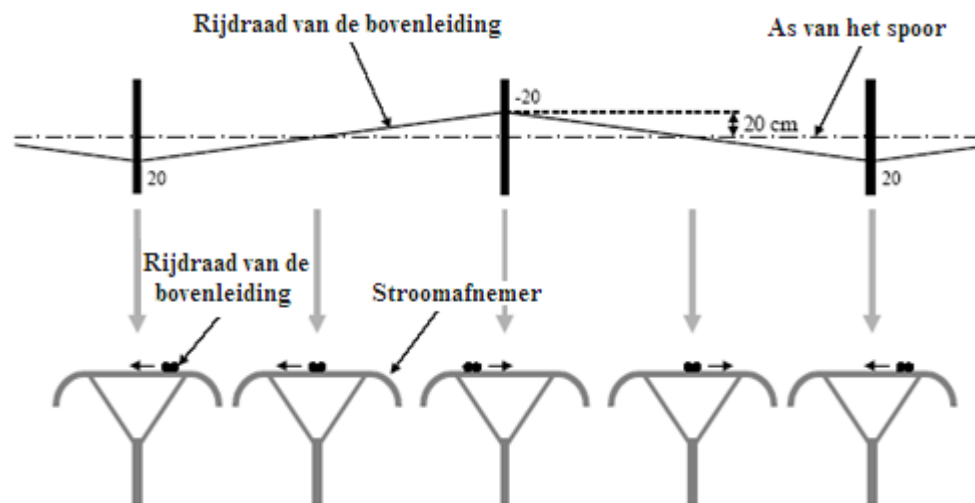
De rijdraden moeten zich heen en weer over de stroomafnemer kunnen verplaatsen om een eevormige slijtage teweeg te brengen. Daarom worden de rijdraden zigzag gemonteerd.

**Toepassing in rechtlopend spoor**

Op elke console of portiek worden de rijdraden afwisselend t.o.v. de as van het spoor met + of - 20 cm verschuiving opgehangen. Dit wordt verwezenlijkt aan de hand van de richtstangen van de rijdraden.

**Schema**

De afbeelding toont de excentriciteit van de rijdraden:



## 5.4.8.2. Verankering

### Inleiding

Op alle bovenleidingstypes moet de bovenleiding worden verankerd om de mechanische spanning ervan te garanderen en dus een optimaal stroomafnamevlak te verzekeren.

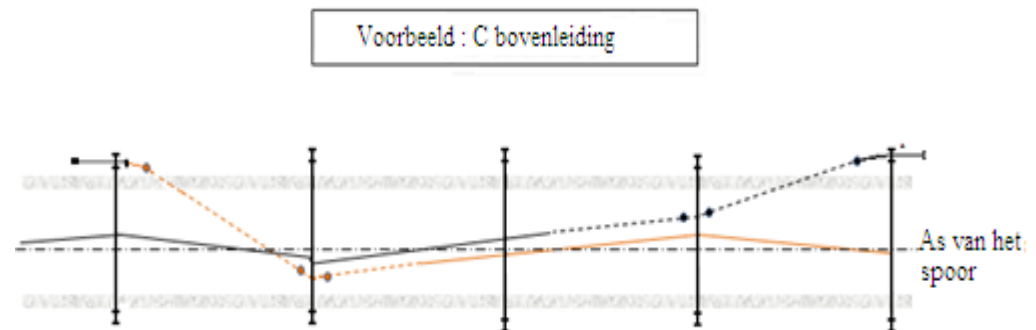
### Voorbeeld: compound- bovenleiding

Bij de C-bovenleiding zijn enkel de rijdraden geregeld. Deze worden meestal om de 1200 m verankerd. Twee andere rijdraden nemen hun plaats in. De rijdraden die moeten worden verankerd, worden geleidelijk opgetrokken. Ze worden vervolgens bevestigd op een klassiek spantoestel.

Zie: [Klassiek spantoestel](#)

### Schema

De afbeelding toont een verankering van bovenaf gezien:



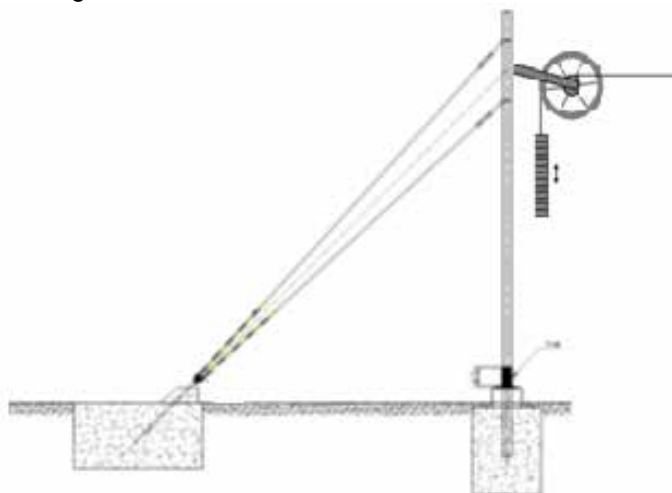
*Vervolg op volgende pagina*

## Verankering, Vervolg

---

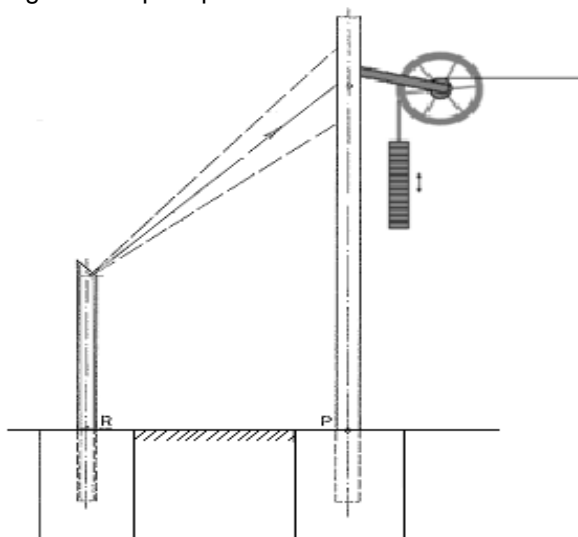
**Illustratie van een verankeringsspaal met massief**

Over het algemeen gebruikt in volle baan:



**Illustratie van verankering op paaltje**

Over het algemeen gebruikt op de perrons:



## 6. De terugstroomkring - Aardingen

---

**Doel** Dit deel van het document behandelt de begrippen i.v.m. de terugstroomkring van de elektrische tractiestromen. We hebben het bijgevolg over de verschillende mogelijkheden voor de stroom om terug naar het OST te vloeien. Meer informatie vindt u in de [ARE 713](#).

---

**Inhoud** Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
De terugstroomkring	67
Aardingskringen in de HS-posten	76
Aarding van de structuren van en in de nabijheid van de bovenleiding	79

---

## 6.1. De terugstroomkring

---

### Inleiding



Volgens de wetten van de elektriciteit moet de elektrische stroom die de treinen voedt via de bovenleidingen, terugkeren naar de bron, dus naar het onderstation. Daartoe wordt een geheel van structuren opgebouwd (kabels, spoorstaven, ...). Dat deel van de stroomkring wordt de terugstroomkring genoemd. Dat onderdeel van de tractiekring is even belangrijk als de bovenleiding op zich.

---

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Algemeenheden over de terugstroomkring	68
Samenstelling van de terugstroomkring	69
Problemen en risico's bij 3kV DC	70

---

## 6.1.1. Algemeenheden over de terugstroomkring

### Kenmerken van een degelijke terugstroomkring

De geleidbaarheid van de terugstroomkring moet aan de volgende specifieke criteria voldoen:

- de best mogelijke elektrische geleidbaarheid;
- een continuïteit die **steeds** langs twee verschillende wegen gewaarborgd is;
- rekening houden met de spoorkringen (SK) van de seininrichting.

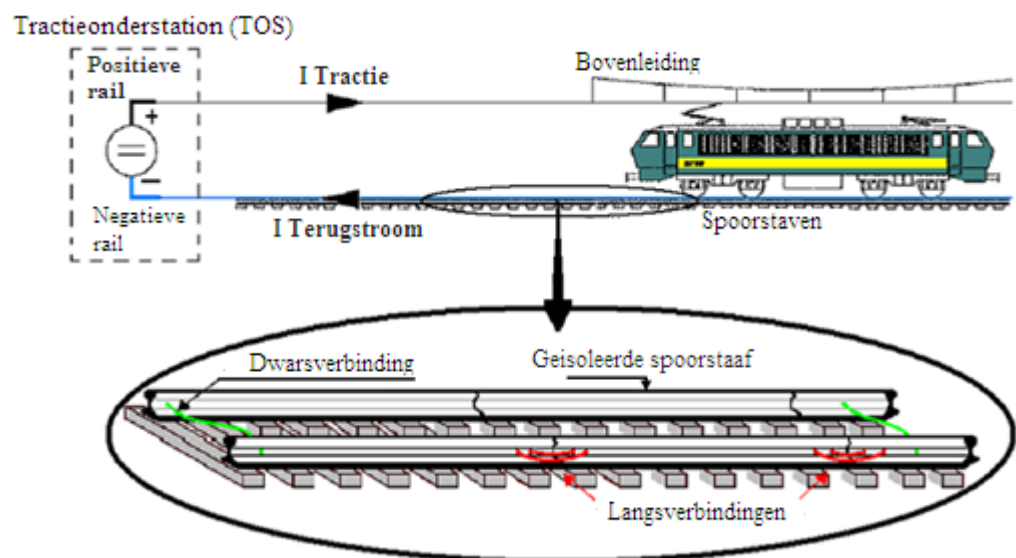
### Gevolgen en risico's van een slechte terugstroomkring

Wat de gevolgen van een slechte terugstroomkring betreft verwijzen we u naar "[Problemen en risico's bij 3kV DC](#)".

### Schema



Hieronder ziet u de onderdelen van de terugstroomkring:



## 6.1.2. Samenstelling van de terugstroomkring

### Samenstelling van de terugstroomkring

De terugstroomkring bestaat uit:

- de spoorstaven en –toestellen
- de langsverbindingen tussen de opeenvolgende spoorstaven en tussen de spoorstaven en de spoortoestellen
- de dwarsverbindingen tussen de spoorstaven van eenzelfde spoor en tussen de spoorstaven van naast elkaar liggende sporen
- de inductieve verbindingen
- de verbindingen tussen spoorstaven en posten

### In volle baan



In onderstaande tabel ziet u de minimumvereisten voor een terugstroomkring in volle baan:

Op een lijn ...	... moet de terugstroomkring samengesteld zijn uit ...
Met enkelspoor	Twee spoorstaven
Met dubbelspoor	Minstens drie spoorstaven
Met "n" sporen	Een aantal spoorstaven dat minstens gelijk is aan $2n - 2$ (met $n > 2$ ) Bijv.: als 4 sporen, dan $(2 \cdot 4) - 2 = 6$ spoorstaven

### In stations en bundels



De terugstroomkring moet zoveel mogelijk spoorstaven omvatten (ten minste één per spoor).

### Eindstations (met doodlopende sporen)



In dit geval worden alle spoorstaven die de terugstroomkring uitmaken met elkaar verbonden en eventueel ook in de middenaftakking van de inductieve verbindingen, in gavel van gebruik van spoorkringen.



## 6.1.3. Problemen en risico's bij 3kV DC

### Inleiding

Ondanks alle maatregelen om een goede terugstroomkring te creëren keert ongeveer 25 % van de stroom niet terug naar het onderstation via deze kring, maar langs andere structuren dan die welke hierboven werd beschreven.

### Niet-geëlektrificeerde sporen

Als die sporen uitgerust zijn met een voorverwarmingsinstallatie, moeten zij worden beschouwd als geëlektrificeerd en aldus als deel uitmakend van de terugstroomkring.

### Beperkingen inzake geïsoleerde zones

Om veiligheidsredenen is het verboden om beperkte of langs weerszijden van de terugstroomkring geïsoleerde zones te creëren.

### Gevaren van geïsoleerde zones



Als een elektrisch voertuig in deze zone binnendringt, injecteert hij het potentiaal van de spoorstaven immers in het potentiaal van de bovenleiding, m.n. 3kV. Als een voertuig zich binnen die zone moet verplaatsen, moet hij dat doen met:

- neergelaten EN
- vergrendelde stroomafnemers

vooraleer een agent de spoorstaven en/of het betrokken voertuig mag aanraken.

De dienst Tractieonderstations en/of Bovenleidingen van de area moet onmiddellijk op de hoogte worden gesteld van de situatie.

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Zwerfstromen en hun gevolgen	71
Beperken van zwerfstromen	73
Risico's verbonden aan de terugstroomkring	75

## 6.1.3.1.Zwerfstromen en hun gevolgen

---

### Inleiding

Idealiter zou de volledige stroom via de spoorstaven moeten terugkeren naar het onderstation. In de praktijk verlaat een deel van die stroom echter de spoorstaven en keert terug het via de grond en ingegraven metalen structuren. Dat verstaan we onder "zwerfstromen".

---

### Herkomst en verloop van de zwerfstromen

Die zwerfstromen vinden hun oorsprong in:

- een ontoereikende isolatie van de terugstroomkring t.o.v. de grond;
- een onderbreking in de terugstroomkring, wat een verbinding creëert met de grond;

Die stromen maken gebruik van elke geleidende structuren die zich in de grond of in de omgeving bevinden, zoals:

- metalen geleidingen voor gas, water en andere
  - metalen constructies (kunstwerken)
  - gewapend beton van kunstwerken zoals bruggen, ...
  - ...
- 

### Problemen bij gelijkstroom

Er ontstaan afgeweken stromen die, door corrosie, schade berokkenen op de plaatsen waar ze die structuren verlaten. Om die afgeleide stromen zo gering mogelijk te maken is het volgende vereist:

- een goede geleidbaarheid van de terugstroomkring
- een elektrische isolatie van de grond t.o.v. de terugstroomkring
- een rechtstreekse verbinding van de structuren met de terugstroomkring, of een onrechtstreekse verbinding via drainage. Die verbinding moet gemaakt worden op de aarde-rail of op het middenaftakingspunt van de inductieve verbinding.



#### **OPGELET!**

**Het is strikt verboden om die verbindingen te maken op enigerlei spoorstaaf die geïsoleerd is of deel uitmaakt van een spoorkring.**

---

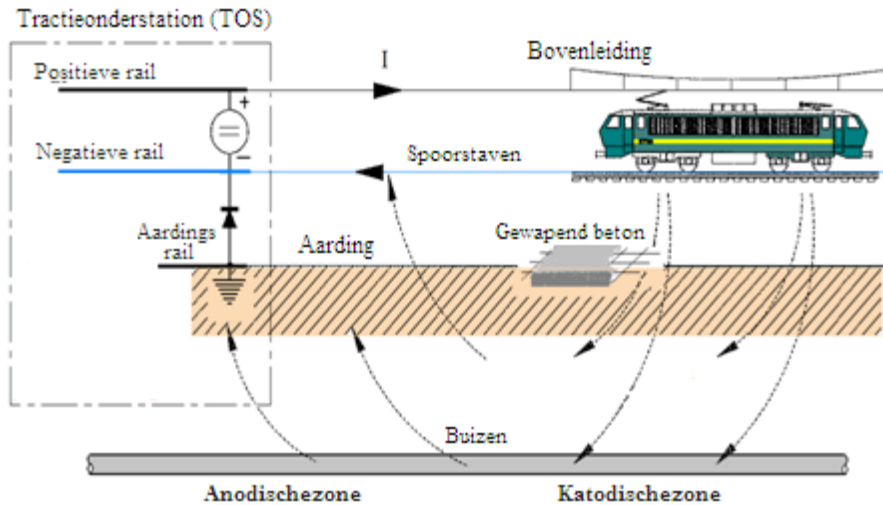
*Vervolg op volgende pagina*

## Zwerfstromen en hun gevolgen, Vervolg

### Illustratie



Hieronder ziet u de terugstroomkring en de zones waar de zwerfstromen vloeien:



### Problemen veroorzaakt door zwerfstromen

Aangezien de tractiestroom een gelijkstroom is, wordt een elektrolyse van de metalen onderdelen veroorzaakt op de plaatsen waar de stroom de sporen verlaat. Dat zal de ondergrondse geleidende onderdelen aantasten.

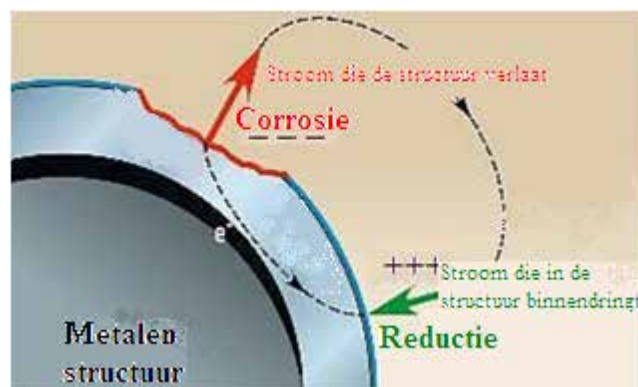
- Zoveel mogelijk verhinderen dat de stroom het spoor verlaat.

### Elektrolyse

Elektrolyse is een elektrochemische ontleding, waarbij het materiaal van de metalen onderdelen wordt losgemaakt door een elektrische gelijkstroom.

### Elektrolyse van een metalen structuur

Hieronder ziet u het elektrolyse-effect op een metalen leiding (bijv. een ondergrondse gasleiding).



## 6.1.3.2. Beperken van zwerfstromen

### Inleiding



Om de zwerfstromen te beperken is een terugstroomkring nodig die zoveel mogelijk geïsoleerd is van de grond. Daartoe:

- is een goede geleidbaarheid nodig van de terugstroomkring;
- moeten de spoorstaven zoveel mogelijk geïsoleerd worden van de grond;
- moet vaststaan dat er geen enkele verbinding bestaat tussen de grond en de spoorstaven;
- moet er een systeem worden opgezet dat de terugkeer van de stroom langs de gewenste weg zo vlot mogelijk maakt.

### Gebruikte methoden

Er zijn twee methoden mogelijk:

- drainage: passief systeem, dat we in de onderstations aantreffen;
- onttrekking: actief systeem, dat we in de onderstations of langs de sporen aantreffen.

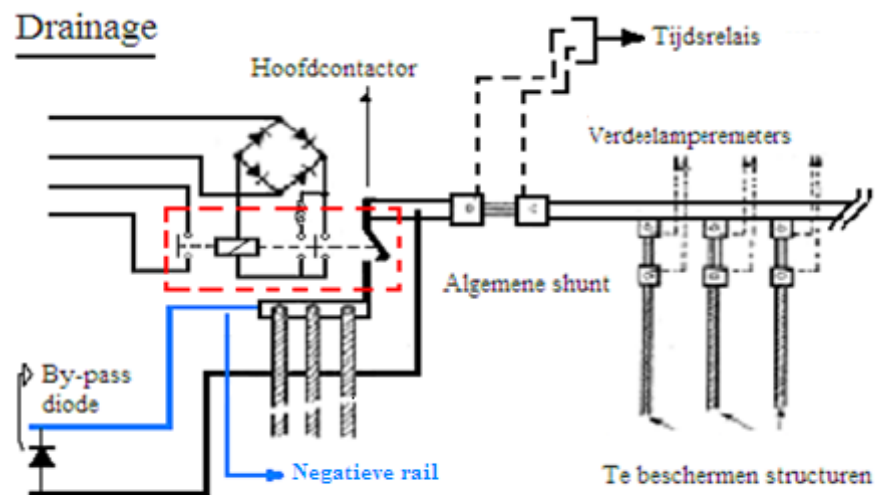
### Principe van drainage

Als het potentiaal tussen de drainagerail en de negatieve rail een bepaalde waarde overtreden, gaat een contactor aan en wordt er een contact gesloten. Dat gebeurt via een vertraagde relais. Daardoor wordt het geheel van drainagerail en negatieve rail teruggebracht tot hetzelfde potentiaal.

### Schema



Hieronder ziet u de plaatsing van de contactor voor de drainage:



Deel van plan 547.001

### Opmerkingen

Een drainagetoestel wordt in de posten geplaatst wanneer de zwerfstromen in structuren van derden verondersteld worden vanzelf terug te keren. De drainage vergemakkelijkt de terugkeer van de zwerfstromen naar hun bron.

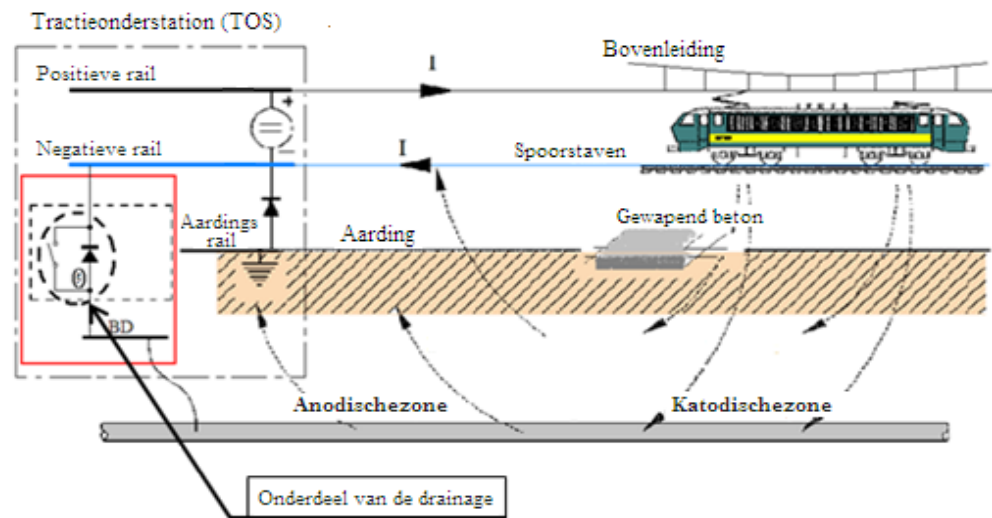
*Vervolg op volgende pagina*

## Beperken van zwerfstromen, Vervolg

### Illustratie drainage



Hieronder ziet u de drainage:



### Principe van onttrekking

Om zeker te zijn dat de zwerfstromen wel degelijk terugkeren naar hun bronnen worden ze verplicht om een welbepaalde weg te volgen. Daartoe worden de structuren negatiever gemaakt (enkele volts) dan de grond. Dat leidt ertoe dat de zwerfstromen de structuren niet langer op eender welke plaats verlaten. Er is bijgevolg niet langer een elektrolyse-effect van de ondergrondse structuren.

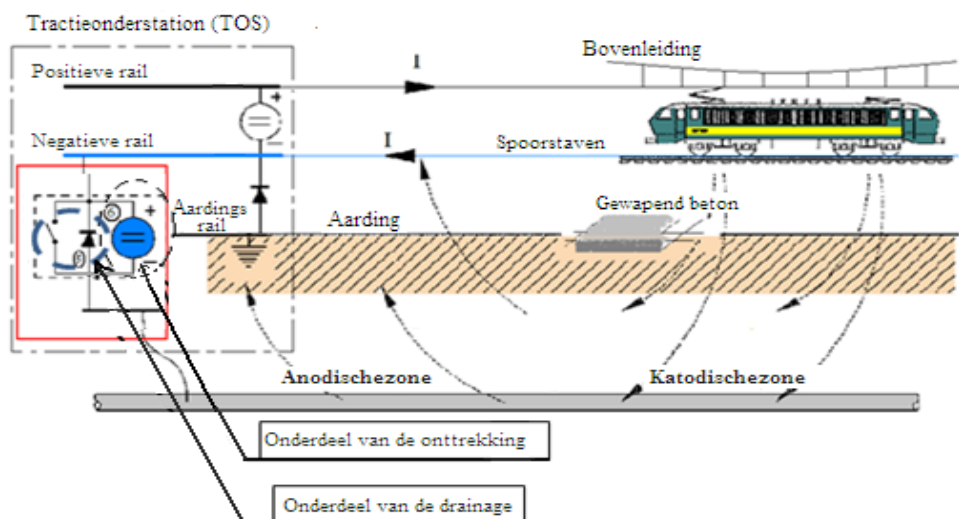
### Onttrekking in de praktijk

Een onttrekkingstoestel wordt tussen de negatieve rail van het onderstation et de ondergrondse metalen structuren.

### Illustratie onttrekking



Hieronder ziet u niet alleen de drainage maar ook de onttrekking:



### 6.1.3.3. Risico's verbonden aan de terugstroomkring

---

#### Opletten voor onderbreking van verbindingen

De verbindingen tussen de spoorstaven en de posten bestaan uit kabels die beschermd worden door sleuven. De simultane onderbreking van al die kabelverbindingen kan de spoorstaven tot een gevaarlijke spanning brengen. Om de aandacht van het personeel op dat gevaar te vestigen:

- worden de ziele van de spoorstaven op het aansluitingspunt en eventueel de mid-denafkappingen van de inductieve verbindingen rood geverfd;
- wordt in de nabijheid van het spoor een bord geplaatst met de volgende boodschap: "Deze verbinding mag niet onderbroken worden."  
Dat bord wordt gemaakt conform het [plan 515.001](#).



#### Voorlopige verbindingen

- De spoorstaven met rode markeringen en de sporen aangesloten op de roodgemerkte inductieve verbindingen zoals hierboven vermeld, mogen slechts weggenomen worden na het plaatsen van voorlopige verbindingen om de terugstroom mogelijk te maken.
  - Die voorlopige verbindingen moeten door de dienst Sporen gelegd worden onder leiding van een toegelaten agent in overleg met de dienst Onderstations en Bovenleiding van de betrokken Area.
-

## 6.2. Aardingskringen in de HS-posten

---

**Algemeen** Om veilig te kunnen werken in de posten en de nabijheid ervan, is er een aardingsnet geïnstalleerd. We hebben het dan over de “algemene aarding”.

---

**Metalen structuren** Alle genaakbare metalen structuren zoals afsluitingen, deuren, metalen onderdelen, klemmenstroken enz. zijn rechtstreeks met de algemene aarde verbonden.

---

**Kabelmassa** Onder kabelmassa verstaan we het scherm en eventueel de bewapening en de loodmantel van de kabels.

---

**Inhoud** Dit hoofdstuk behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Blz.
Aardingskringen in de tractieonderstations	77
Aardingskringen in de andere HS-posten	78

---

## 6.2.1. Aardingskringen in de tractie- onderstations

**Algemeenheden** Als de post tegen bliksem beschermd is, is hij, behalve de “algemene aarding”, ook, voorzien van een onafhankelijke aarding, de zogenaamde “aarding bliksemafleider”.

**Aansluiting van de kabelmassa** Onderstaande tabel toont de aansluitingen van de kabelmassa's in het TOS al naar gelang ze zich binnen dan wel buiten bevinden:

Wanneer de kabel zich ... bevindt	Dan moet(en de kabelmassa('s) ...
in het TOS	verbonden zijn met de algemene aarding aan een van de uiteinden
buiten + 3 kV	geïsoleerd zijn binnen het TOS, maar verbonden met de aarding bovenleiding via de kabelkop buiten
andere (telefonie, verlichting e.d.)	geïsoleerd zijn van de algemene aarding in het TOS, maar aangesloten op de draineerrail.

**Terugstroomrail** Ze is verbonden via dioden met de algemene aardingsrail. Waar de spanning op de negatieve rail abnormaal hoog wordt, wordt een korstsluittoestel parallel op de diode geïnstalleerd.

**Nulpunt van de secundaire van de transfo's van de bijdiensten** Er wordt een verbinding aangelegd tussen het nulpunt en de kuip van de transfo. De kuip is verbonden met de aarding van het TOS of via een aansluiting in de kast van de bijdiensten. Via die verbinding is het nulpunt aangesloten op de algemene aarding van het TOS.



## 6.2.2. Aardingskringen in de andere HS-posten

---

### **Verbinding tussen de algemene aarding en de spoorstaven**

De algemene aarding van de post is aangesloten op de spoorstaven via dioden die verbonden zijn met de

- aardingsrail via de anode
  - de negatieve rail via de kathode die op haar beurt verbonden is met de aardingsrail of de middelaftakking van een inductieve verbinding op ten hoogste 250 m van de post.
-

## 6.3. Aarding van de structuren van en in de nabijheid van de bovenleiding

---

### Inleiding



Bij toevallig contact met de bovenleiding (lijnbreuk, doorslag of overslag van een isolator e.d.) of bij blikseminslag kunnen de metalen delen (bovenleidingsconstructies, seinpalen, kunstwerken enz.) in de nabijheid van de bovenleidingen blootgesteld worden aan gevaarlijke elektrische spanningen.

---

### Beveiligingsprincipe



Die structuren worden bijgevolg beveiligd door ze te verbinden met een aardingskring met lage dispersieweerstand. Hoe kleiner de weerstand van de aardingskring hoe beter de dispersie.

Als de aardingskabel ontbreekt of beschadigd is, moeten de diensten ES en VVDK hier altijd over geïnformeerd worden.

Zie bericht 13I-I/2009, Aarding en beveiliging van gevoelige uitrustingen tegen bliksem en overspanningen te wijten aan de elektrische tractie.

---

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Aarding van de bovenleidingsconstructies	80
Aarding van metalen kunstwerken	81
Aarding van diverse metalen structuren	82
Aarding van de 3 kV-kabelmassa's waarvan de twee uiteinden bevestigd zijn aan een structuur die met de aarde verbonden is	84

---

## 6.3.1. Aarding van de bovenleidingconstructies

---

### De bovenleidingsaarding 3 kV

Alle bovenleidingconstructies (palen, portieken enz.) zijn onderling verbonden met een of twee bovengrondse aardingskabels. Dit geheel vormt de "bovenleidingsaarding". Om zwerfstromen te beperken, worden de palen geïsoleerd van de sporen.

---

### Hoe de bovenleiding-aarde aansluiten?



De bovenleidingsaarding is verbonden met de algemene aarding van het TOS, een SP of andere voedingsposten:

- door 2\*2 geïsoleerde kabels van 95 mm<sup>2</sup> doorsnede vertrekkende van de twee dichtstbijgelegen bovenleidingsconstructies en
- via een of meer spanningsbegrenzers.

**Opmerking:** ten gevolge van de vele diefstallen wordt het elektrolytisch koper met een doorsnede van 95 mm<sup>2</sup> vervangen door een almelec-legering.

---

### Portieken



Bij portieken met meerdere dwarsbalken of consoles volstaat het een van de structuren te verbinden met de aardingskabel.

---

### Voorzorgen bij het aarden!

Bij het aarden moet erover worden gewaakt dat

- er twee gelijktijdig genaakbare massa's aan dezelfde aarding worden gelegd (behalve indien technisch niet compatibel)
  - twee afzonderlijke aarding niet met elkaar in contact komen, noch toevallig via de metalen structuren, noch gewild via kabels.
-

## 6.3.2. Aarding van metalen kunstwerken

### Inleiding

De structuur van de metalen kunstwerken moet worden verbonden met:

- de bovengrondse aardingskabel ter hoogte van de installatie
- of de dichtstbijzijnde bovenleidingspaal.

### Welke palen voor de aarding?

Alle palen mogen dienen voor de aarding, behalve die voor de voedingskabels 3 kV of de bliksemafleiders.

**Opgelet:** de verboden palen zijn gemerkt met een identificatieplaatje. Op dat plaatje is er een zwarte streep aangebracht boven het paalnummer. (zie onderstaande tabel)

### Aansluiting van een specifiek kunstwerk



Aansluiting op de bovenleidingsaarding voor de kunstwerken:

- steunijzers van de onder- en overbruggingen
- metalen geraamten van de onder- en overbruggingen.

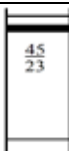

**Opgelet:** voor overbruggingen met geëlektrificeerde sporen die niet tot ons net behoren (metro ...)

- de luchtaardingkabel moet van die structuur geïsoleerd zijn
- het geraamte moet verbonden worden met onze terugstroomkring via een spanningsbegrenzer.

Het is verboden dat geraamte te gebruiken als aarding voor de andere installaties (voorzien van een verbodsteken).

### Borden die aarding verbieden

In onderstaande tabel zijn de verbodsborden voor de aardverbindingen de volgende:

Bord	Betekenis
	Deze paal mag niet worden gebruikt voor het aarden van metalen structuren
	Deze structuur mag niet worden gebruikt als aarding voor andere installaties

### 6.3.3.Aarding van diverse metalen structuren

---

#### Inleiding

De structuur van de metalen kunstwerken moet worden verbonden met:

- de luchtaardingskabel ter hoogte van de installatie
- of de dichtstbijzijnde bovenleidingpaal.

De verschillende betrokken diensten moeten hun installaties identificeren.

De informatie-uitwisseling en de controle worden uitgevoerd volgens een welbepaald schema (Zie 9 I-I/2014, 13 I-I/2009 en 36 I-I/2013).

---

#### Wat is het TRAM-plan?



Om een duidelijk beeld te hebben van alle aarding en terugstroomverbindingen die soms door verschillende diensten worden geplaatst, dient er een TRAM-plan te worden opgemaakt. Het ziet eruit als volgt:

- het TRAM-plan omvat alle gegevens over de Aarding, de Terugstroomkring en de Massa's
  - de naam komt van 'Terre/Terugstroom, Retour, Aarding, Masses/Massa's'
- 

#### Over welke structuren gaat het?



De volgende metalen structuren moeten altijd met de bovenleidingsaarding worden verbonden volgens het TRAM-plan (zie bijlage 1 van 13 I-I/2009):

- de kasten en keten met de elektrische uitrusting
  - de lichtseinen en mechanische seinen ( $h \geq 0,5$  m van de grond)
  - de steunen van de buitenverlichting (inclusief perronverlichting)
  - de bedieningsgestellen van de slagbomen van de overwegen
  - de verkeerslichten aan de overwegen.
- 

#### Aansluiting met de bovenleiding-aarde



De metalen structuren die tegelijk aan de volgende voorwaarden beantwoorden, moeten met de bovenleidingsaarding worden verbonden:

- afstand van de dichtstbijzijnde spoorstaaf van het geëlektrificeerde spoor kleiner dan 3,5 m.
  - hoogte boven de grond groter dan 0,5 m
  - horizontaal oppervlak groter dan 0,04 mm<sup>2</sup>.
- 

#### Structuren langs de geëlektrificeerde lijnen

De metalen structuren langs de geëlektrificeerde sporen (schuilplaatsen voor reizigers ...) moeten met de aardingskabel verbonden zijn. Wanneer dat niet mogelijk is, worden ze met het spoor verbonden via een spanningsbegrenzer.

---

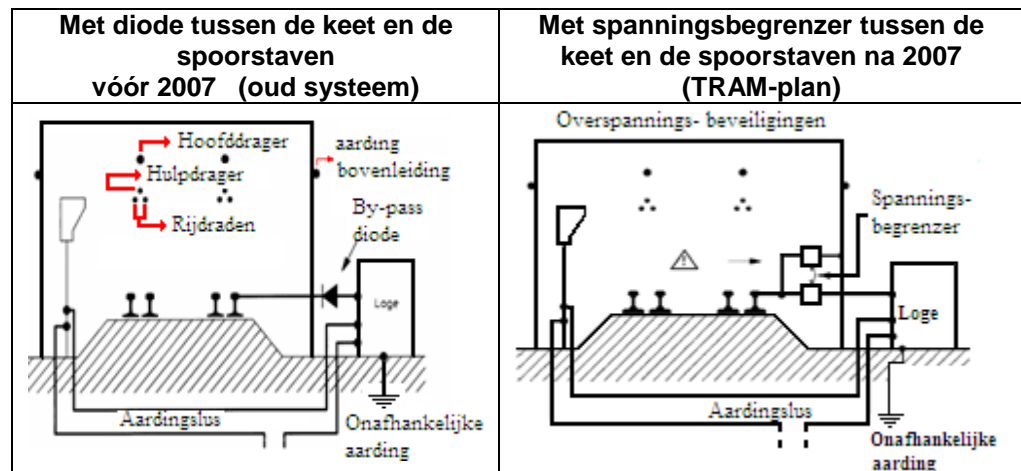
*Vervolg op volgende pagina*

## Aarding van diverse metalen structuren, Vervolg

### Schema



Hieronder ziet u de aarding van een metalen keet en een sein:



### Voorbeeld van TRAM-plan

Verbinding van de bovenleidingaarding met de terugstroomkring en de HS-begrenzer.

### Meer info

Meer informatie over de aarding van structuren vindt u in:

- bericht 9I-I/2014 : AT plan;
- bericht 13I-I/2009 : TRAM plan;
- plan 428.012.

### **6.3.4.Aarding van de 3 kV- kabelmassa's waarvan de twee uiteinden bevestigd zijn aan een structuur die met de bovenlei- dingsaarding verbonden is**

---

#### **Verbinding met de aarde van de kabel- massa's**

De kabelmassa's worden verbonden aan elk uiteinde met de aarde via de structuren die op hun beurt verbonden zijn met de bovenleidingsaarding.

---

## 7. De sectioneringen van de bovenleiding

---

**Doel** Dit deel van het document behandelt de onderdelen waaruit een elektrische lijn bestaat, op welke manier ze gevoed en geëxploiteerd wordt (normale situatie, abnormale situatie of situatie in geval van werken).

---

**Inhoud** Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Het bovenleidingsnet: sectioneringen	86
Verschillende types sectionering van de bovenleiding	88

---



## 7.1. Het bovenleidingsnet: sectionering

---

### Inleiding

In de praktijk stellen we vast dat een “niet-sectioneerbare” bovenleiding tussen twee hoogspanningsposten exploitatieproblemen oplevert. Bij averij of werken zou een te grote bovenleidingslengte buiten spanning moeten worden gesteld, wat het verkeer sterk zou belemmeren.

---

### Tussen theorie en praktijk

Om kleinere delen buiten spanning te kunnen stellen worden er elektrische isoleringen in de bovenleidingen geplaatst. De bovenleiding wordt aldus in secties gesplitst, die onderling elektrisch van elkaar worden gescheiden. Er worden schakelaars geplaatst voor de continuïteit van de elektrische spanning in de bovenleiding. Normaliter zijn die gesloten. Bij een buitenspanningstelling staan ze geopend.

---

### Sectoren en secties

- **SECTOR**: geheel van rijdraden dat normalerwijze uit meerdere secties bestaat, geïsoleerd van de naburige gehelen door sectioneringen en gevoed door een of meer **VERMOGENSSCHAKELAARS**. Sectoren kunnen verbonden worden door hulpschakelaars (Ts). Bij de toepassing van de beveiligingen van een sector spreken we van “*gevallen van Tabel I*”, bijv. 18412.
  - **SECTIE**: een geheel van rijdraden die een niet-scheidbare elektrische entiteit vormen, geïsoleerd door sectioneringen, en die onderling verbonden kunnen worden door **SCHAKELAARS** en/of **SCHIEDERS**. Bij de toepassing van de beveiligingen van een sectie spreken we van “*gevallen van Tabel II*”, bijv. 28481.
- 

*Vervolg op volgende pagina*

## Het bovenleidingsnet: sectionering, Vervolg

### Bovenleidingsgevallen en hun toepassing

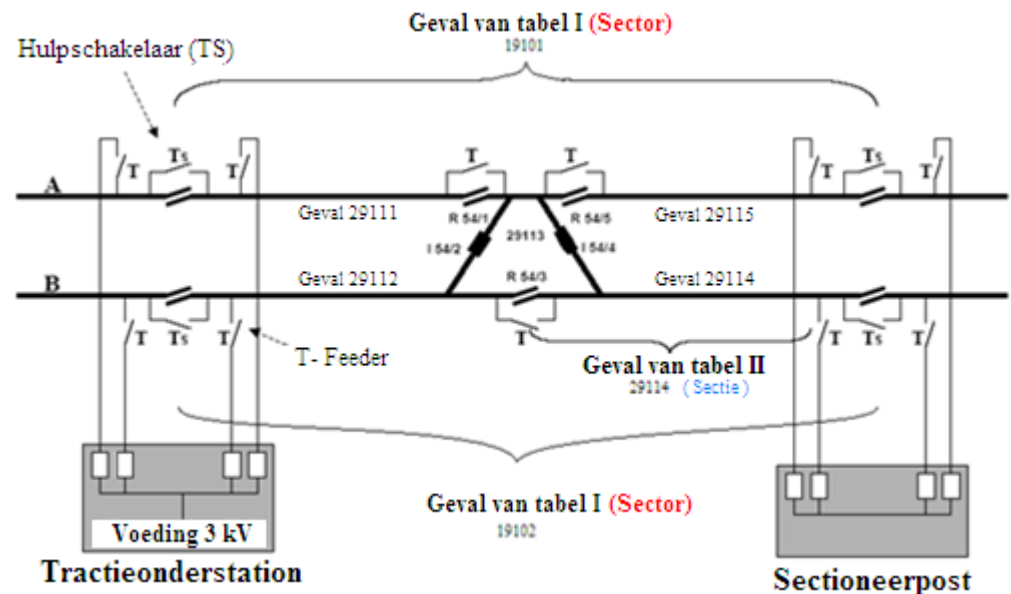
Dankzij bovenleidingsgevallen kunnen we elke bovenleidingssectie en -sector eenvoudig en ondubbelzinnig identificeren en worden ze op een logische en unieke manier genummerd:

- de toepassing van een geval van de bovenleiding omvat zowel de spanningsonderbreking als de toepassing van de beveiliging ervan;
- bovendien is een SSV noodzakelijk te plaatsen om aan of in de nabijheid van de bovenleiding te werken.

Type	Omschrijving
Geval van tabel I (SECTOR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tussen OST's en/of tussen een OST en een SP</li> <li>• Over het algemeen onderverdeeld in gevallen van Tabel II</li> <li>• Kan ± 20 km lang zijn</li> <li>• Wordt genummerd als bijv. 18412</li> <li>• Vermogensschakelaars moeten worden bediend</li> </ul>
Geval van tabel II (SECTIE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan niet onderverdeeld worden</li> <li>• Variabele lengte</li> <li>• Wordt genummerd als bijv. 28481</li> <li>• Schakelaars en/of scheiders moeten worden bediend</li> </ul>

### Schema

Hieronder ziet u een sector (19101) en een sectie (29114):



## 7.2. Verschillende types sectioneringen van de bovenleiding

**Inleiding** Om wijzigingen te kunnen aanbrengen of herstellingen te kunnen uitvoeren aan de bovenleidingen moeten de secties elektrisch kunnen worden geïsoleerd t.o.v. elkaar. Die isolering gebeurt dankzij elektrisch isolerende elementen. Die isoleringen noemen we sectioneringen.

**Wat moet een sectionering mogelijk maken?** De sectionering maakt het mogelijk dat de stroomafnemer wordt bereden:

- zonder onderbreking van de energieafname;
- zonder mechanische schokken;
- zonder daarbij een obstakel te vormen voor het normale treinverkeer.

**Rol van de elektrische sectionering** De elektrische sectionering maakt een betere exploitatie van de geëlektrificeerde lijnen mogelijk alsook lokale buitenspanningstellingen tijdens onderhouds-, herstellings- en andere werken.

**Plaatsing** De sectioneringen van de bovenleiding vinden we:

- in de hoofdsporen, recht tegenover de onderstations, de sectioneerposten en in de nabijheid van wisselverbindingen
- tussen hoofdsporen in het geval van wisselverbindingen
- in stations, om perronsporen te scheiden van delen van het rooster, van de bundel of van delen van de bundel en van de sporen waarop wordt gereden.

**Keuze van het type sectionering** De keuze van sectioneringstype hangt van minstens drie criteria af:

- of het spoor recht doorloopt dan wel afbuigt;
- profiel van het spoor en van de bovenleiding;
- snelheid waarmee op het spoor wordt gereden.

**Inhoud** Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
Schakelaars	89
Scheiders	91
Sectioneringen met luchtstroken	92
Sectionering met klassieke sectie-isolator	93
Sectionering met compacte sectie-isolator	94

## 7.2.1.Schakelaars

### Inleiding

Schakelaars zorgen voor een zichtbare onderbreking van de stroomkring ten behoeve van het onderhoudspersoneel. Schakelaars kunnen worden bediend:

- onder belasting
- ter plaatse, handmatig of per telebediening (VES).

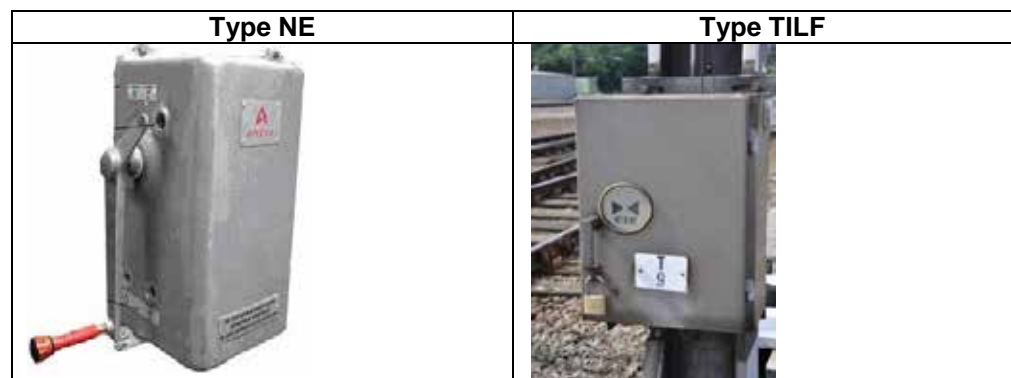
### Foto's van schakelaars

Hieronder ziet u verschillende types van T-schakelaars:



### Foto's van bedieningskoffers

Hieronder ziet u bedieningskoffers van T-schakelaars van het type:



### Plaatsing

De schakelaars worden bovenaan console- of portiepalen geplaatst. De polen worden verbonden:

- hetzij met de twee omliggende gevallen van Tabel II, met behulp van kabels;
- hetzij met één pool naar de HS-post toe, en de andere pool naar het bovenleidingsgeval toe.

*Vervolg op volgende pagina*

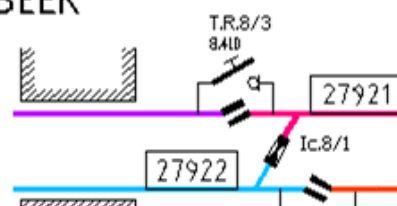
## Schakelaars, Vervolg

**Verschillende schakelaars en hun functies** Hieronder ziet u de vaakst gebruikte schakelaarstypes in de bovenleiding:

Type schakelaar	Benaming en functie	Schema
T (normaal gesloten)	T-schakelaar (T, T.R., T.I., ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• bedienbaar onder belasting;</li> <li>• verbindt de secties:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ met de vermogenschakelaars van de HS-posten</li> <li>○ onderling</li> </ul> </li> </ul>	
Ts (normaal open)	Hulpschakelaar (Ts.R., Ts.I., ...): <ul style="list-style-type: none"> <li>• laat toe om een elektrische sectionering te overbruggen;                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ in geval van nood of van werken</li> <li>○ om bepaalde bundelgevallen te voeden tijdens onderhoudswerken</li> </ul> </li> <li>• verbindt naast elkaar liggende sectoren of secties</li> </ul>	
Tx	Voedingsschakelaar van een portiek of verwarmingskeet	
Tv	Voedingsschakelaar van een stekker voor de 3kV-energievoorziening voor rijtuigen via de bovenleiding	

**Benaming** Een schakelaar draagt dezelfde naam als de sectionering die hij kan overbruggen. Bijv.: T.R.8/3 stemt overeen met de T-schakelaar die de luchtstrooksectionering R.8/3 overbrugt.

### LINKEBEEK



## 7.2.2. Scheiders

### Inleiding

Scheiders zorgen voor een zichtbare onderbreking van de stroomkring ten behoeve van het onderhoudspersoneel. Scheiders kunnen niet worden bediend onder belasting. (De afwezigheid van stroom moet voorafgaandelijk worden gecontroleerd.) In 3kV mogen ze enkel ter plaatse worden bediend met handschoenen.

### Voorzorgsmaatregelen bij de bediening



Aangezien de scheiders niet onder belasting mogen worden bediend, moet u zich vóór elke bediening ervan vergewissen:

- dat geen enkel elektrisch voertuig elektriciteit verbruikt in die sectie; en
- dat alle stroomafnemers neergelaten en vergrendeld zijn.

### Verskillende scheiders en hun functies

Hieronder ziet u de verschillende scheidertypes die in de bovenleiding worden gebruikt:

Type	Benaming en functie	Schema
S	Scheider voor overbrugging van isolering Bijv.: S.R.; S.I.	
S'	Scheider met aardingsmes, die we aantreffen in bundels of korte secties.	

### 7.2.3. Sectioneringen met luchtstrooken

#### Principe

Een sectionering met luchtstrook (R) is een elektromechanische sectionering. Dat betekent dat de rijdraden en de draagkabels geïsoleerd zijn en dat ze op geen enkel moment elektrisch noch mechanisch verbonden zijn.

#### Opbouw

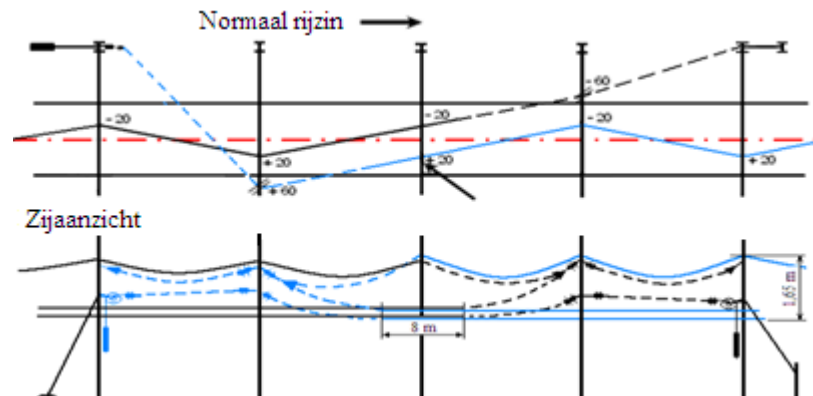
Een sectionering met luchtstrook wordt opgebouwd als volgt:

Lengte van de draagwijdte	Aantal spanwijdten
$\geq 42$ m	4 (5 palen)
$< 42$ m	5 (6 palen)

- In het midden van de sectionering vinden we een zone die gemeenschappelijk is aan beide bovenleidingen.
- Een tussenruimte van 40 cm tussen beide staat garant voor de elektrische isolatie.
- De sectioneringen met luchtstrook zijn voorzien van spantoestellen.

#### Schema

Hieronder ziet u een sectionering met luchtstrook over vier spanwijdten. De zwarte en de blauwe stippellijnen stellen de verhoging van de rijdraden voor om zich aldus te verankeren.



#### Gebruiksvoorwaarden

In een luchtstrook treedt de stroomafnemer tijdelijk in contact met beide bovenleidingen. Beide gevallen zijn op dat moment elektrisch verbonden. In principe:

- mag de bestuurder niet tractioneren in de gemeenschappelijke zone tussen twee gevallen van Tabel I;
- moet de bestuurder de stroomafnemers neerlaten als hij voor een langere tijd stilstaat onder de sectionering.

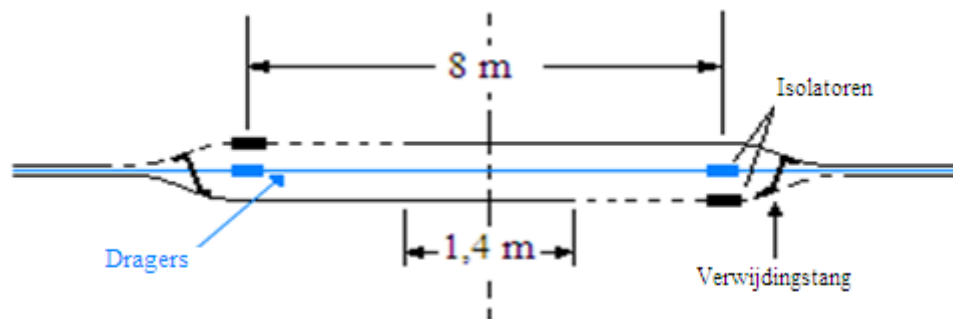
## 7.2.4. Sectionering met klassieke sectie-isolator

**Principe** Dit type sectionering is een elektrische sectionering. Het bestaat uit een alternerende verhoging van de rijdraden.

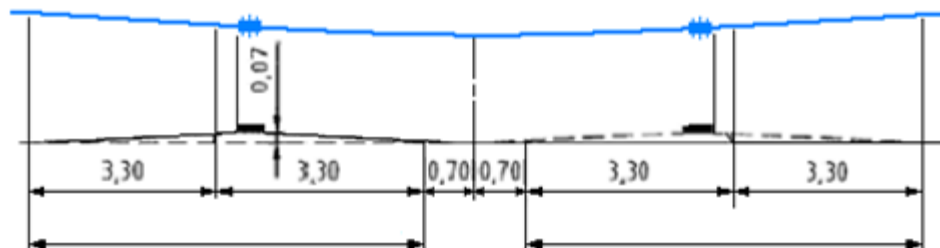
**Opbouw** Een sectionering met klassieke sectie-isolator wordt opgebouwd als volgt:

- over een isolatiezone van 8 meter;
- met een gemeenschappelijke zone de 1,4 m;
- met een tussenafstand van 0,25 m tussen rijdraden, dankzij de verwijdingstang;
- met een verhoging van 5 à 7 cm en
- met plaatsing van isolatoren in de draagkabels.

**Schema** Hieronder ziet u in bovenaanzicht een sectionering met klassieke sectie-isolator (I) type NMBS:



Sectionering met klassieke sectie-isolator in zijaanzicht:



*Opmerking:* de stippellijnen stellen de verhoging van de rijdraden voor.

**Vorzorgsmaatregelen** In dit type sectionering wordt het contact met de isolator onmogelijk gemaakt dankzij de verhoging van de rijdraad van 5 à 7 cm.



## 7.2.5. Sectionering met compacte sectie-isolator

---

**Principe**

Dit type sectionering is een elektrische sectionering. Zij wordt geïnstalleerd wanneer de plaatsing van een sectionering met klassieke sectie-isolator niet mogelijk is. Schaatsen verhinderen dat de stroomafnemer over de isolatoren van het systeem kan wrijven.

---

**Opbouw**

Een sectionering met compacte sectie-isolator wordt opgebouwd als volgt:

- onderbreking van de rijdraden;
  - plaatsing van het systeem in de rijdraden met behulp van klemmen;
  - integratie van een isolerende staak in de draagkabel.
- 

**Illustratie**

Hieronder ziet u een sectionering met compacte sectie-isolator van het type H3-160:

**Vorzorgsmaatregelen**

Er kunnen vlambogen ontstaan ter hoogte van de speciaal daartoe voorziene vonkhorens.

---

## 8. De verdeler ES en de exploitatie van de bovenleiding

---

### Exploitatie

De exploitatie van de bovenleiding wordt beheerd door de verdeler ES. Vanuit de feedervermogenschakelaars van de tractieonderstations wordt de elektrische voeding van de verschillende sectoren of secties van de bovenleiding geleverd via de zogenaamde feeder-T-schakelaars. Er wordt eveneens gebruikt gemaakt van andere types schakelaars en scheidings.

---

### Inhoud

Dit deel behandelt de volgende onderwerpen:

Onderwerp	Zie pagina
De verdeler ES (VES)	96
Tussenkoms bij anomalieën van de bovenleiding	97
Algemene maatregelen inzake de beveiliging van de bovenleiding	98

---

## 8.1. De verdeler ES (VES)

---

<b>Inleiding</b>	<p>De verdeler ES (VES) is de agent die:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· de voeding van de bovenleiding controleert;</li> <li>· de T- en sommige andere schakelaars controleert en bedient;</li> <li>· de OST's controleert en bedient (vermogensschakelaars ...);</li> <li>· ...</li> </ul> <p>in zijn actiezone.</p> <p>De actiezone van de VES komt niet altijd volledig overeen met de onderhoudszone Bovenleiding van de Area.</p> <hr/>
<b>Standplaats van de VES</b>	<p>In iedere Area is er een post "VES":</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Gent</li> <li>· Antwerpen</li> <li>· Brussel</li> <li>· Bergen</li> <li>· Namen</li> </ul> <hr/>
<b>De verschillende taken van de VES</b>	<p>De voornaamste taken van de VES zijn de volgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· hij is verantwoordelijk voor de optimale voeding van het bovenleidingsnet;</li> <li>· hij is de enige die bevoegd is om een bedieningsbevel te geven of om een bediening van eender welk bovenleidingstoestel van zijn Area toe te laten;</li> <li>· in geval van averij speurt hij de oorzaken op van de defecten in de bovenleiding;</li> <li>· het bevel geven om met neergelaten stroomafnemers te rijden;</li> <li>· de herstelwerkzaamheden ten gevolge van een averij coördineren tot de verantwoordelijke opdaagt;</li> <li>· een ploeg oproepen om tussen te komen bij de averij;</li> <li>· de spanningsonderbrekingen voor de werken voorbereiden en beheren.</li> </ul> <p><i>Opmerking:</i> de tussenkomst van de verdeler ES is ALTIJD vereist, zelfs voor het onderhoud in de bovenleiding of in een HS-spost. Zie ook: <a href="#">ARE 713 en de RTV's "Organisatie van de Verdeler ES Posten"</a>.</p> <hr/>
<b>Werkinstrumenten</b>	<p>Om zijn taak te kunnen volbrengen beschikt de VES over een Optisch ControleBord. Het OKB toont een schematisch overzicht van het deel van het bovenleidingsnet dat hij beheert. Bovendien beschikt hij over een telebedieningssysteem, waarmee hij de toestellen kan bedienen en vergrendelen. Daartoe stuurt hij een bevel via het telebedieningssysteem. Alle bedieningen die hij verricht, worden opgenomen en kunnen voor analysedoeleinden worden gearchiveerd.</p> <hr/>

## 8.2. Tussenkomst bij anomalieën van de bovenleiding

---

**Toepassing van een geval van Tabel I** Zolang de exacte aard en de plaats van de averij niet gekend zijn, beveelt de VES de toepassing van de beveiliging van het betrokken geval of de betrokken gevallen van tabel I in de volgende gevallen:

- elektrocutie, om de spanning snel te onderbreken;
- onmogelijkheid om een vermogensschakelaar weer in te schakelen nadat een sector buiten spanning is gevallen;
- brand onder de rijdraden;
- averij van een rijdraad die gevaarlijk kan zijn voor de reizigers van een trein.

De VES wacht op geen enkele bevestiging van de toepassing van de seinposten. In de Noord-Zuid-verbinding kan de VES zelf de beveiliging van de gevallen van Tabel I toepassen. Via zijn telebediening stuurt hij een sluitingsbevel naar de betrokken seinen.

---

**Toepassing van een geval van Tabel II** De VES vraagt de toepassing van de beveiliging van het geval van Tabel II in de volgende gevallen:

- elektrocutie, na toepassing van de beveiliging van het geval van Tabel I, als het weghalen van het slachtoffer een buitenspanningstelling vereist;
- in geval van gelokaliseerde averij in de bovenleiding;
- in geval van brand in de nabijheid van de bovenleiding;
- voor de uitvoering van werken of onderhoud aan of in de nabijheid van de bovenleiding.

De VES wacht op de bevestiging van de toepassing van Tabel II vanuit Traffic Control.

---

**Overzicht maatregelen** Om de toegang tot een zone of het verkeer in die zone te verbieden, worden volgende maatregelen genomen:

- sluiting en in gesloten stand houden van de beheerde stopseinen;
- plaatsing van rode mobiele seinen bij gebrek aan beheerde stopseinen.

---

## 8.3. Algemene maatregelen inzake de beveiliging van de bovenleiding

---

<b>Doelstellingen</b>	<p>De nagestreefde doelstellingen zijn het vermijden dat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· het elektrische verkeer zonder tractiemiddelen valt;</li> <li>· doordat de stroomafnemers een sectionering berijden die een zone zonder spanning afbakent, die zone weer onder spanning komt, wat:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– elektrocutiegevaar inhoudt voor het personeel dat aan of in de nabijheid van de bovenleiding werkt;</li> <li>– averijgevaar met zich kan brengen;</li> <li>– uitschakelingsgevaar van de voeding van de naburige sector met zich kan brengen wanneer die zone geaard is,</li> </ul> </li> <li>· in geval van schade, delen van bovenleidingen die in het vrijruimteprofiel dringen, losgerukt worden (en zo nog meer beschadiging oplopen).</li> </ul>
<b>Normale situatie - bovenleiding kan bereiden worden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Bij elke bovenleiding moet men ervan uitgaan dat ze onder spanning staat</li> <li>· In het algemeen kan de bovenleiding pas bereiden worden (dat wil zeggen geraakt worden door stroomafnemers die in beweging zijn) als die onder spanning staat. Dit is de normale exploitatiesituatie van de bovenleiding.</li> <li>· Geen enkel voertuig mag worden verlaten met opgerichte stroomafnemers zonder toelating van de Dienst OST en Bovenleidingen van de desbetreffende area.</li> </ul>
<b>Abnormale situatie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <u>Definitie:</u> Situatie die nog geen beschadiging is maar er wel toe kan leiden.</li> <li>· <u>Voorbeelden:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>– wegvallen van de spanning;</li> <li>– aanwezigheid van een vreemd voorwerp op de bovenleiding (inclusief ijs en ijzel).</li> </ul> </li> </ul>
<b>Beschadigingen</b>	<p>Men verstaat onder beschadiging aan de bovenleiding elke breuk of toevallige vervorming ervan die de rijdraad, een onderdeel van de uitrusting van de bovenleiding (veerhanger, pijp voor zijwaartse bevestiging, ophangisolator,...) of een vreemd voorwerp onder het normaal niveau van de rijdraad brengt. De bovenleiding beantwoordt in dergelijk geval niet meer aan de noodzakelijke elektrische en/of mechanische vereisten om een normale exploitatie ervan in alle veiligheid te garanderen, zonder risico dat men het vrijruimteprofiel binnendringt.</p>
<b>Gevaar van de elektrische spanning en maatregelen</b>	<p>Een bovenleiding mag slechts aangeraakt of benaderd worden nadat ze buiten spanning gesteld is. Als de veiligheidsafstanden niet volstaan, is een BSS noodzakelijk. De veiligheidsmaatregelen, de plaatsing van de spoorstaafverbindingen en andere bijzondere voorzorgen, worden verder in dit document beschreven.</p>

*Vervolg op volgende pagina*

## Algemene maatregelen inzake de beveiliging van de bovenleiding, Vervolg

---

### Verbreken van de spanning – BSS



De spanning moet in de volgende gevallen verbroken worden:

- wanneer er gevaar is voor personen die de bovenleidingen moeten naderen;
- in geval van voorziene werken aan of in de nabijheid van de bovenleiding;
- na een alarmmelding;
- in geval van schade, een incident, elektrocutie, brand ...

#### **Verbreken van de spanning:**

De spanningsverbreking is een noodzakelijke **maar niet voldoende** voorwaarde voor werken aan de bovenleiding.

#### **BSS:**

Geen enkele interventie in de voornoemde gevallen kan plaatsvinden zonder BSS (plaatsing van een SpoorStaafVerbinding). De procedures voor BSS worden beschreven in de ARE 713.

---

### Beperkingen voor het verkeer

De toegang tot en het verkeer in een beschadigde zone moet verboden zijn voor alle treinen :

- vanaf het ogenblik dat een beschadiging werd vastgesteld aan de bovenleidingen, terwijl die onder spanning blijven of zonder spanning zijn gevallen;
- gedurende de periode dat men de zekerheid niet heeft dat het vrijruimteprofiel vrij is.

Niettemin kunnen de technische hulp treinen toegang krijgen tot de beschadigde zone.

#### **Opmerking:**

De VES kan het verbod voor het niet-elektrisch verkeer opheffen vanaf het ogenblik dat hij de zekerheid heeft verkregen dat geen enkel onderdeel van de bovenleiding in het vrijruimteprofiel indringt.

---

### Voorverwarming van de stellingen

- Normaal moet de voorverwarming gebeuren via de voorverwarmingskasten en niet via de stroomafnemers.
  - De VES moet worden ingelicht over stellingen die voorverwarmen via hun stroomafnemer(s) zonder toezicht van een bestuurder.
  - Het voertuig mag niet worden achtergelaten, maar moet onder toezicht blijven van planton. Het contactpunt van deze laatste moet worden meegedeeld (via de seinpost). Er moet een inschrijving worden uitgevoerd in het Plaatselijk protocol voor het Gebruik van de Infrastructuur.
-

## 9. De elektrische gevaren

---

### Gevaren in de nabijheid van de bovenleiding

Het personeel moet zich beschermen tegen de gevaren die voortvloeien uit:

- de bovenleidingen die de elektrische treinen voeden; en
  - het rollend materieel dat in de samenstelling van de treinen komt.
- Ieder contact met een onderdeel dat onder spanning staat, hetzij rechtstreeks, hetzij d.m.v. enig voorwerp (draden, koorden, takken, ...) of door een vloeistofstraal, kan dodelijk zijn.
- 

### Gevaar dat in verband staat met een beschadiging van de bovenleiding

Een beschadiging aan de bovenleiding kan niet alleen een obstakel vormen voor het treinverkeer, maar ook geleiders of andere onderdelen die onder spanning staan bereikbaar maken, wat een gevaar vormt.

- De aandacht wordt meer bepaald gevestigd op het feit dat het uiterst gevaarlijk zou zijn draden of kabels door te knippen die nog onderhevig zijn aan de mechanische spanning op de rijdraad.
  - Iedere bediende moet ervan uitgaan dat de bovenleiding en de uitrustingen voortdurend onder spanning staan, tenzij hij op reglementaire manier de bevestiging heeft gekregen via de VES dat de spanning op de desbetreffende sectie werd onderbroken.
  - De werkzaamheden aan of in de nabijheid van de bovenleidingen waarvan de spanning werd onderbroken, mogen pas aangevat worden na een verbinding met de sporen, die wordt uitgevoerd door gebruik te maken van de voorzien apparatuur (SpoorStaafVerbinding) om de bovenleiding buiten spanning te plaatsen.
- 

### Factoren die de toestand verergeren



- De risico's op een dodelijk ongeval nemen toe indien men tegelijkertijd een onderdeel onder spanning aanraakt en voorwerpen zoals:
    - metalen ondersteuning van de bovenleidingen;
    - spoorstaven;
    - metalen onderdelen van een wagen, een rijtuig, een locomotief, enz.
  - De vochtigheid verergert het gevaar nog.
- 

### Omvangrijke voorwerpen

- Omvangrijke voorwerpen zoals buizen, stokken, masten, ladders, enz. mogen nooit rechtop gedragen worden in de nabijheid van de bovenleidingen.
  - Deze voorwerpen moeten met grote omzichtigheid gehanteerd worden, vooral 's avonds als de bovenleidingen minder zichtbaar zijn.
  - De stroomvoerende delen in de stations bevinden zich nauwelijks meer dan 3m boven het grondniveau van de verhoogde perrons en zijn dus zeer gemakkelijk aan te raken met lange voorwerpen zoals buizen, stokken, vlaggen, ...
  - Het stationspersoneel moet reizigers die dergelijke voorwerpen met zich meedragen extra in de gaten houden.
- 

*Vervolg op volgende pagina*

## De elektrische gevaren, Vervolg

---

**Geleiders** Geleiders mogen niet aangeraakt worden, zelfs niet als ze op de grond gevallen zijn.

---

**Vloeistofstralen**

- Het is verboden om een waterstraal te richten op een deel van de bovenleiding en zelfs om een spuitlans te gebruiken in de buurt ervan.
- Urineren op de bovenleidingen vanop een brug heeft zeker de dood tot gevolg. Ook urineren tegen metalen palen kan in sommige gevallen ernstige gevolgen hebben en is bijgevolg strikt verboden.



**Verboden palen te beklimmen** Het is verboden om palen, delen van kunstwerken en voertuigen te beklimmen waardoor men gevaarlijk dicht bij de delen onder spanning van de bovenleiding zou komen:

- hetzij door bepaalde bewegingen uit te voeren;
- hetzij door voorwerpen te gebruiken die per ongeluk in contact zouden kunnen komen met een onderdeel dat onder spanning staat.

---

**Algemene regel**

- Ondanks de BSS en de verbinding met de spoorstaven of de aarde, mogen er geen werken worden uitgevoerd op geleidende elementen langs de geëlektrificeerde installaties (spoorstaven, seinkabels, VVDK, telefonie, installaties van derden, enz.) zonder equipotentiaalverbinding van alle elementen waarmee men in contact kan komen.
- Daartoe moeten alle elementen waarmee men in contact zou kunnen komen met elkaar verbonden worden door voorlopige verbindingen.
- In het bijzonder als de elektrische continuïteit van een geleider verbroken is, moeten de uiteinden van de breuk overbrugd worden door een verbinding.

---

**Veiligheid van de reizigers** In de stations moet het personeel toezien op de veiligheid van de reizigers die in de nabijheid kunnen komen van onder spanning staande onderdelen van de bovenleiding of van het rijdend materieel.

---

*Vervolg op volgende pagina*



## De elektrische gevaren, Vervolg

---

### Averij in stations

- In stations en stopplaatsen langs geëlektrificeerde lijnen moeten waarschuwingborden geplaatst worden om het publiek te informeren over het gevaar van de bovenleidingen. Die borden moeten geplaatst worden op een goed zichtbare plaats in de buurt van of op de perrons.
- Op de borden staat een zwarte tekst op een gele achtergrond.
- De waarschuwingborden zijn eentalig en moeten geplaatst worden in overeenstemming met de taalwetten.
- De volgende tekst wordt vermeld op de waarschuwingborden

Taal	Tekst
Nederlands	Het is verboden, op perrons van geëlektrificeerde sporen: <ul style="list-style-type: none"> <li>· lange voorwerpen omhoog te houden;</li> <li>· stroomdraden aan te raken, zelfs als ze op de grond liggen.</li> </ul> <b>Ieder contact met de stroomdraden is levensgevaarlijk!</b>
Frans	Il est interdit, sur les quais des voies électrifiées : <ul style="list-style-type: none"> <li>· de lever des objets de grandes dimensions ;</li> <li>· de toucher les fils même tombés à terre.</li> </ul> <b>Tout contact avec les fils peut être mortel !</b>
Duits	Es ist verboten, auf Bahnsteigen elektrifizierter Strecken: <ul style="list-style-type: none"> <li>· lange Gegenstände aufzurichten;</li> <li>· die Stromdrähte, selbst heruntergefallene, zu berühren.</li> </ul> <b>Jedes Berühren der Stromdrähte ist lebensgefährlich!</b>

---

## 10. Voorziene werken aan of in de nabijheid van de bovenleiding

---

<b>Organisatie van de bovenleidingswerken</b>	De organisatie van de werken aan de bovenleiding is beschreven in de RTV OST en Bovenleidingen.
<b>Principes van de voorziene werken</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Voor alle werken aan de bovenleiding of in de nabijheid ervan, moet de bovenleiding buiten spanning gesteld worden als de veiligheidsafstanden niet kunnen worden gerespecteerd tijdens de uitvoering van de werken.</li><li>· De te nemen maatregelen worden in dat geval beschreven in een Tijdelijke Plaatselijke Onderrichting (TPO).</li><li>· De aanwezigheid van een bediende van de dienst OST en Bovenleidingen of een opgeleide bediende is onontbeerlijk tijdens de uitvoering van de werken.</li></ul>
<b>Bevoegd personeel</b>	De werken aan de bovenleiding vallen uitsluitend onder de bevoegdheid van: <ul style="list-style-type: none"><li>· het personeel van de dienst OST en Bovenleidingen; en</li><li>· de aannemers die door hen werden aangeduid.</li></ul>
<b>Werken met gevolgen voor de exploitatie</b>	De voorziene werken worden altijd vermeld in een BNX.
<b>Werken met indringing van het vrijruimteprofiel</b>	Als de aard van de werken meebrengen dat het vrijruimteprofiel van een spoor wordt ingedrongen, moet dat werk gepaard gaan met: <ul style="list-style-type: none"><li>· de voorafgaande Buitendiensstelling van het bewuste spoor; of</li><li>· met een voorafgaande toelating voor indringing in het vrijruimteprofiel van een spoor in dienst.</li></ul>
<b>Principes van de onvoorziene werken</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>· Alles moet gedaan worden om zowel de veiligheid van het personeel te waarborgen als om het treinverkeer zo weinig mogelijk te hinderen.</li><li>· De maatregelen stemmen volledig overeen met die voor de voorziene werken.</li><li>· Bij twijfel over de naleving van de veiligheidsafstanden zal de elektromechanici van de dienst OST en Bovenleidingen de te nemen noodzakelijke maatregelen bepalen.</li></ul>
<b>Noordzakelijke werken</b>	De als meteen noodzakelijk erkende werken waarvoor geen planning kon worden opgesteld, mogen worden uitgevoerd op initiatief van de VES. De VES vraagt aan Traffic Control de toepassing van de veiligheidsmaatregelen voor het betrokken geval.

---