

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

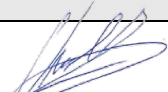
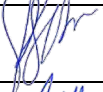


Middelen

VOORSCHRIFT

ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet

Alleen het exemplaar met de oorspronkelijke uitgiftedatum, ondertekend namens MT, gebruiken.

Naam:	Functie:	Datum:	Paraaf voor akkoord:
R. Vrolijk	Technisch Specialist	18-02-2020	
W.J. van Es	Strategisch Assetmanager	19-02-2020	
R. van Schie	Assetmanager Middelen	21-2-2020	
A. de Niet	Groepsmanager SVZ Innovatie & Projecten	14.02.2020	 A. de Niet

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

Disclaimer

De gebruiker van dit document is zelf verantwoordelijk voor het gebruiken van de meest recente versie van dit document. Een afgedrukt of gekopieerd document is een onbeheerd document. De gebruiker dient zich er van bewust te zijn dat het document alleen geldig is op de dag van afdrukken. De meest recente versie is op te vragen bij HTM Middelen sector Beheer en is toegankelijk via het Kwaliteitshandboek van HTM Middelen. Voor het eventueel afwijken van het HTM Middelen Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet, is altijd schriftelijke toestemming nodig van het hoofd Beheer van HTM Middelen.

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

Versielijst

In onderstaande tabel < *Revisie-/versielijst* > is aangegeven welke wijzigingen inmiddels zijn doorgevoerd in dit document.

Tabel 1 < *Revisie-/versielijst* >

Versie	Datum	Status
0.1	28 juli 2011	Concept
1.0	26 juni 2012	Definitief
1.1	01 februari 2013	Definitief
1.2	21 februari 2013	Definitief
2.0	16 december 2015	Concept
2.0	01 maart 2016	Definitief
2.2	10 februari 2020	Definitief

Wijzigingsbeheer

In onderstaande tabel < Wijzigingen laatste versie t.o.v. vorige versie > staat een opsomming van de doorgevoerde wijzigingen met verwijzingen naar de paragraaf in het oude document. Hiermee heeft men inzicht waar de wijzigingen zijn toegepast.

Tabel 2 < Wijzigingen laatste versie t.o.v. vorige versie >

Versie	Datum	Auteur(s) Aanpassing(en)	Beschrijving wijziging
0.1	28 juli 2011	HTM	Initiële versie
1.0	26 juni 2012	HTM	Laatste wijzigingen en bevestigen.
1.1	01 februari 2013	André de Niet	Mast gegevens blz. 14. Diverse opmerkingen.
1.2	21 februari 2013	Arie den Ouden	Artikelnummers masten toegevoegd
2.0	01 maart 2016	André de Niet	Geheel aangepast op de laatste ontwikkelingen en lay-out.
2.2	10 februari 2020	Rob Vrolijk	Wijziging H 3.3

Inhoudsopgave:

1	Inleiding	9
2	Algemeen	11
2.1	Wet- en regelgeving	11
2.2	Bovenleidingsysteem	11
2.3	Tractiesysteem	11
2.4	Typen bovenleidingsystemen	12
3	Technische specificaties	13
3.1	Algemeen	13
3.2	Maatvoering	13
3.2.1	Sectielengte bovenleiding	13
3.2.2	Veldlengte bovenleiding	13
3.2.3	Systeemhoogte bovenleiding	13
3.2.4	Hoogte rijdraad	13
3.3	Bovenleidingmast	14
3.3.1	Afmeting standaard bovenleidingmast	14
3.3.2	Belastinggegevens bovenleidingmast	15
3.3.3	Mastdeur en kabelinvoer	16
3.3.4	Conservering bovenleidingmast	16
3.3.5	Typeplaat bovenleidingmast	17
3.3.6	Nummering bovenleidingmast	18
3.3.7	Mastkap	18
3.3.8	Voetplaatmast	18
3.3.9	Afnamekeuring	18
3.3.10	Mastringen	19
3.3.11	Voetplaatmast	20
3.4	Fundatie bovenleidingmast	20
3.4.1	Boorbuis	20
3.4.2	Vlinderblok	20
3.4.3	Betonpoer	21
3.4.4	Mastpot	21
3.5	Overige bevestigingsconstructies	22
3.5.1	Gevelbevestiging	22
3.5.2	Wandbevestiging	22
3.5.3	Plafondbevestiging	22
3.5.4	Brugconstructies	23
3.5.5	Remiseconstructie	23
3.5.6	Portalen	23
3.6	Ophangconstructies bovenleiding	24
3.6.1	Mastarmconstructies	24
3.6.2	Mastarmconstructie met draagkabel over 2 sporen	24
3.6.3	Overspanning ophanging	24
3.6.4	Uithouders en ophangingen	27
3.7	Afspanningen	28
3.7.1	Vaste afspanningen	28
3.7.2	Beweegbare afspanning	28
3.7.3	Overnameveld	30
3.7.4	Tui	30
3.7.5	Vast punt	30
3.8	Stroom voerende draden	31
3.8.1	Rijdraad	31
3.8.2	Stroomrail	32
3.8.3	Rijdraadkruising	34
3.8.4	Draagkabel	35
3.8.5	Versterkingsleiding	36
3.8.6	Hangdraad	36

3.9	Bovenleiding schakelaar	37
3.9.1	Hoornschakelaar	37
3.9.2	Handbediend	37
3.9.3	Motorschakelaar	38
3.10	Leidingonderbreker	38
3.10.1	Leidingonderbreker standaard	38
3.10.2	Diode leidingonderbreker	39
3.10.3	Tijdelijke leidingonderbreker	39
3.11	Voeding	40
3.11.1	Tractievoeding	40
3.11.2	Tractievoeding Master/ Slave	40
3.11.3	Voeding externe baan apparatuur	40
3.12	Elektrische doorverbindingen	41
3.12.1	Doorverbinding in de bovenleiding	41
3.12.2	Doorverbinding tussen de sporen	42
3.12.3	Minkabel verbinding 500 mm ²	42
3.12.4	Doorverbinding bij bruggen	42
3.13	Beveiligingen	43
3.13.1	Doorslagveiligheid	43
3.13.2	Overspanningsbeveiliging (hoog vermogen)	43
3.13.3	Overspanningsbeveiliging (laag vermogen)	44
3.13.4	Afscherming	44
3.13.5	Aardelektrode	44
3.13.6	Remiseautomaat	45
3.14	Kabels	46
3.14.1	Voedingskabel	46
3.14.2	Kabelgarnituren	47
4	Normen	49
4.1	Algemeen	49
4.2	Normen en Europese Voorschriften	49
4.3	Aanvullende lijst van normen en voorschriften	50

Bijlagen

Bijlage	Omschrijving		Versie
A	HTM tekening BL006969	Maattekening HTM BVL masten	04
B	HTM tekening BL007797	Symbolenlijst bovenleiding	09
C	HTM tekening BL012111	Voetplaat bovenleidingmast	03
D	HTM tekening BL022332	Mast met typeplaat	00

Gebruikte termen, definities, symbolen en afkortingen

	Definitie /omschrijving
Aardelektrode	De aardelektrode is een verbinding met aarde voorzien van een vooraf bepaalde aardverspreidingsweerstand.
Afschermbeveiliging	De afschermbeveiliging is een mechanische voorziening die beveiliging biedt tegen directe aanraking.
Afspanningen	Een rijdraad, draagkabel of versterkingsleiding begin en eindigt op een afspanning.
Bovenleidingmast	De bovenleidingmast is een bij het spoortracé geplaatste mast waar de bovenleiding ophangconstructies oa aan kan worden gemonteerd.
Bovenleiding schakelaar	De bovenleidingschakelaar is een lastschakelaar en bevindt zich in open of gesloten toestand. De bediening wordt uitgevoerd door een schakelstang.
Doorslagveiligheid	De doorslagveiligheid is een elektrische beveiliging die geplaatst is tussen een geleidend object en de spoorstaaf.
Draagkabel	De draagkabel is de bovenste kabel van de bovenleiding waaraan de rijdraad door middel van hangdraden is verbonden. De draagkabel heeft een mechanische functie en verzorgt mede het energie transport vanaf het voedingspunt.
Elektrische doorverbindingen	Elektrische doorverbindingen zijn kabels, die zorgen ervoor dat de rijdraden, draagkabels en sporen elektrisch één geheel vormen.
Flaggkette	Stadsophanging (alleen rijdraad).
Fundatie bovenleidingmast	De fundatie van een bovenleidingmast is voor het plaatsen van bovenleidingmasten in de grond of op een kunstwerk.
Hangdraad	De hangdraad is een ophanging tussen de rijdraad en draagkabel en zorgt ervoor dat de rijdraad vlak en op de juiste hoogte boven de spoorstaven hangt. De hangdraad heeft uitsluitend een mechanische functie en geen elektrische functie
Hochkette	Draagkabel ophanging (rijdraad en draagkabel er boven)
Kabels	Het betreft hier elektrische tractiekabels die zorgen voor elektrische verbinding tussen het onderstation, bovenleiding en sporen.
Leidingonderbreker	De leidingonderbreker is een berijdbare elektrisch isolerende scheiding in de rijdraad.
Lopers	Hangdraad lopers kunnen horizontaal vrij over de draagkabel bewegen
Mastarmconstructie	Mastarmconstructies zorgen voor de geïsoleerde ophanging van rijdraad en of draagkabel. Deze constructie zorgt voor de verticale en of horizontale kracht die de bovenleiding op de gewenste plaats boven het spoor richt.
Overspanningen	Een overspanning constructie zorgt voor de geïsoleerde ophanging van rijdraad en of draagkabel. Deze constructie zorgt voor de verticale en of horizontale kracht die de bovenleiding op de gewenste plaats boven het spoor richt.
Overspanningsbeveiliging	De overspanningsbeveiliging is een elektrische beveiliging tegen te hoge spanningen.
Pantograaf	Stroomafnemer van de tram.
Remise automaat	Een remise automaat begrenst de stroom.
Rijdraad	De rijdraad is het onderste deel van het bovenleidingsysteem waar de stroomafnemer tegen aan drukt. De rijdraad verzorgt het energietransport vanaf het voedingspunt tot de stroomafnemer.
Rijdraad kruising	Kruisen van de rijdraden die wel of niet vrij van elkaar in de langsrichting kunnen bewegen
Systeem hoogte	Hoogte tussen de rijdraad en de bovenliggende constructie.
Tui-draad	Kabelverbinding tbv de afspankracht.

	Definitie /omschrijving
Versterkingsleidingen	Versterkingsleiding is een aanvullende elektrische verbinding om het transport van elektrisch vermogen te verhogen en het spanningsverlies te verminderen.
Voedingspunt Bvl	Een voedingspunt is het aansluitpunt van de voedende tractiekabel naar het bovenleidingsysteem.
Uitlegger	Mastarmconstructie over meerdere sporen.
Vrijlopende kruising	Kruisende rijdraden die mechanisch onafhankelijk van elkaar in de langsrichting kunnen bewegen..

Gebruikte symbolen

Symbolenlijst HTM tekening BL007797.

Gebruikte afkortingen

Afkorting	Betekenis
AC	Wisselspanning
BB	Boorbuis
BS	Bovenkant Spoor
Bvl	Bovenleiding
DC	Gelijkspanning
DD	Doorverbinding draagkabel- draagkabel
Dk	Draagkabel
DSV	Doorslagveiligheid
EN	Europese Norm
FAT	Factory Acceptance Test
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie - Centrum
LOB	Leidingonderbreker
NEN	Nederlandse Norm en tevens de naam van het nauwe samenwerkingsverband van het Nederlandse Normalisatie-instituut en de Stichting NEC.
OS	Onderstation
OV	Openbare Verlichting
OSB	Overspanningsbeveiliging
PSV	Paal Spoorstaaf Verbinding
PvE	Programma van Eisen
PVR	Profiel van vrije Ruimte
SAT	Site Acceptance Test
Sh	Systeem hoogte
SVZ	Stroomvoorziening
RR	RandstadRail
RDVVDR	Rijdraad Draagkabel Versterkingsleiding – Versterkingsleiding Draagkabel Rijdraad
RDV	Rijdraad Draagkabel Versterkingsleiding
RDDR	Doorverbinding rijdraad- draagkabel- draagkabel- rijdraad
RDR	Doorverbinding rijdraad- draagkabel- rijdraad
Rh	Rijdraadhoogte
RR	Doorverbinding rijdraad- rijdraad
Rd	Rijdraad
RD	Doorverbinding rijdraad- draagkabel
VP	Vast Punt
WS&T	Wissels Seinen & Telecommunicatie
ZZ	Zig Zag Rijdraad

Gerelateerde documenten

Documentnaam	Versie	Status	Datum
Constructieboek Bovenleiding "HTM-Middelen bovenleidingconstructies".	2016		
Voorschrift Bovenleidingmasten schilderen Stadsenet	1.0		12-12-2014
HWS "Handboek bij Werken en Schouwen"	Januari 2014		Januari 2014
HBT "Handboek voor Bestuurder van Trams"	13		Januari 2013
SBT "Seinenboek Trams"	13.1		Januari 2013
EVH "Elektrotechnisch Veiligheidshandboek	3.0		23-05-2011
Richtlijn werken nabij BvI			
K&L langs en onder het spoor			
Richtlijnen Veilig werken aan de trambaan	1.0		30-10-2008
Schakelen in het tractienet HTM			

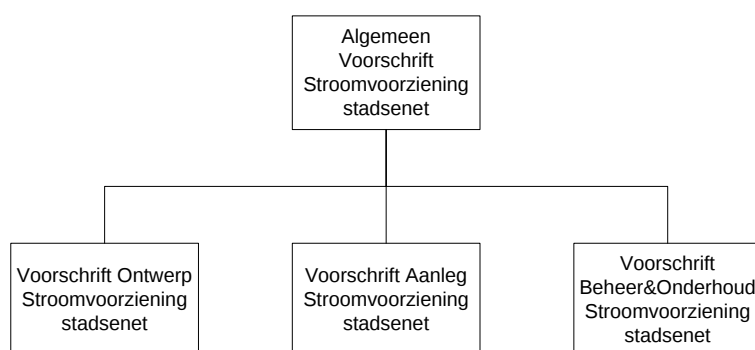
Zie ook hoofdstuk 4 Normen.

1 Inleiding

Dit Algemene Voorschrift voor Stroomvoorziening Stadsenet is onlosmakelijk verbonden met de Voorschriften voor Stroomvoorziening Stadsenet met betrekking tot Ontwerp, Aanleg en Beheer & Onderhoud. Deze voorschriften zijn onderdeel van het Railveiligheid Zorgsysteem HTM die horen bij het Exploitatie Veiligheidsplan van Stadsgewest Haaglanden.

In dit Algemene Voorschrift Stroomvoorziening Stadsenet, wordt de functionaliteit van alle bovenleiding constructies die deel uitmaken van het bovenleidingsysteem beschreven. Omdat deze informatie relevant is voor zowel ontwerp, aanleg en beheer & onderhoud wordt dit in dit algemene voorschrift beschreven:

- De mechanische eisen, de elektrische eisen en de veiligheidseisen die in dit document zijn vastgelegd en van toepassing zijn bij het ontwerpen, monteren, onderhouden en exploiteren van het bovenleidingsysteem.



Het voorschriftniveau is gerelateerd op deelsystemen/ objecten van het bovenleidingsysteem (zie het HTM Constructieboek Bovenleiding). Hierin zijn de door HTM vereiste bovenleidingsystemen vastgelegd in uitgewerkte standaardconstructies met bijbehorende materiaallijsten. De documenten zijn zo opgesteld dat in hoofdstuk 3 (technische specificaties) tot op sub paragraaf niveau, in elk voorschrift hetzelfde onderwerp aan de orde komt.

Bovenleidingconstructies en -ontwerpen voor HTM dienen minimaal te voldoen aan de Europese Normen en Veiligheidsvoorschriften, o.a. genoemd in hoofdstuk 4.

HTM-Middelen doen met deze voorschriften een aanvulling op deze normen. Als de technische specificatie van HTM-Middelen in strijd is met deze norm, prevaleert de Europese norm.

Doel van het voorschrift is om een betrouwbare en eenduidige werking van de stroomvoorziening te verkrijgen en te garanderen.

Deze voorschriften zijn gebaseerd op een aantal HTM- interne voorschriften en PvE's. Waar deze documenten elkaar tegenspreken wordt, in overleg met HTM deskundigen, een keuze gemaakt. Inhoudelijk hebben wij ons beperkt tot de hoofdlijnen.

Het is immers niet de bedoeling een kant-en-klaar recept of gebruiksaanwijzing te leveren voor het maken van een bovenleidingsysteem, daar is de bovenleidingmaterie te complex en te dynamisch voor.

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	 The logo consists of the letters 'HTM' in a bold, italicized, black sans-serif font. Above the letters is a thick red horizontal line, and below them is a thin red horizontal line.
--------------------------------------	--------------------------------------	---	--

2 Algemeen

2.1 Wet- en regelgeving

Wet- en regelgeving die van toepassing is op het Stadsenet:

- o Tramwegreglement, voor interlokale tramwegen geldt de spoorwegwet.
- o Jurisdictie Gemeente 's-Gravenhage:
Overig deel van het stadse net.

Voor de technische normen wordt verwezen naar hoofdstuk 4 van dit document.

2.2 Bovenleidingsysteem

Het bovenleidingsysteem bestaat uit een rijdraad, met of zonder draagkabel met bijbehorende masten, ophang-, bevestigings-, voedings-, beveiligings- en scheidingsmiddelen.

Door het tramvoertuig wordt met een stroomafnemer de elektrische energie aan de bovenleiding onttrokken of teruggevoerd (recupereren) in de bovenleiding.

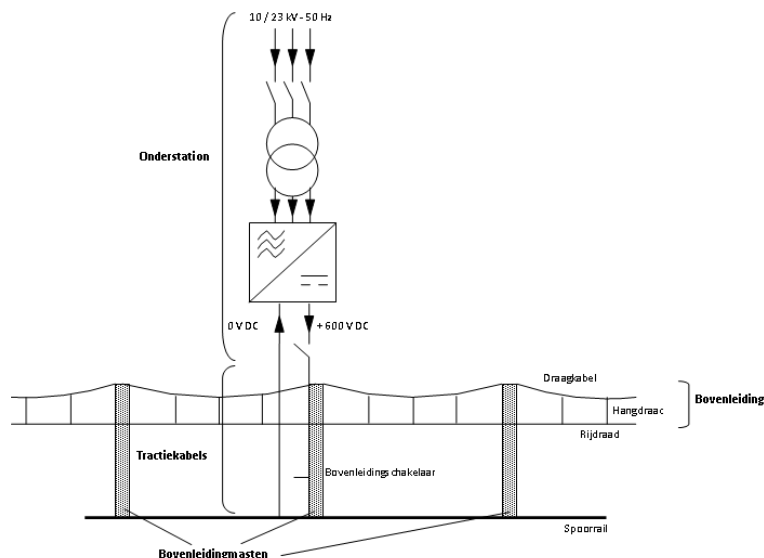
De functie van de bovenleiding is het transporteren en leveren van energie aan het tramvoertuig en aan externe installaties van de traminfrastructuur.

2.3 Tractiesysteem

Het tractiesysteem is een elektrische installatie voor de distributie van energie. Het systeem bestaat uit de volgende hoofdonderdelen:

- Onderstations;
- Kabeltracé;
- Bovenleiding;
- Spoorstaven.

Het elektrische tractie systeem is schematisch weergegeven in figuur 2.3-1.



Figuur 2.3-1 Het elektrische tractie systeem

Documentnummer:	HTM 2012-616	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
Versie:	2.2		
Datum:	Februari 2020		

2.4 Typen bovenleidingsystemen

Voor bovenleidingsystemen zijn drie basistypen bij HTM:

- Stadsophanging enkele rijdraad (Flaggkette),
NIET nagespannen rijdraad, zonder draagkabel.
Binnen het Stadsenet mag deze NIET meer worden toegepast i.v.m. hoge slijtage en de beperkte rijsnelheden.
- Stadsophanging enkele rijdraad (Flaggkette),
WEL nagespannen rijdraad, zonder draagkabel.
Wordt toegepast bij weinig bereden of met lage snelheid tot 25 km/h bereden spoor, bij o.a. Tailtrack, complexen, nabij bascule bruggen en keervoorzieningen.
- Draagkabel ophanging met rijdraad (Hochkette),
WEL nagespannen rijdraad met vaste draagkabel.
Wordt toegepast op alle overige bovenleidingstrajecten en is geschikt voor snelheden tot 90 km/h.

De draagkabel ophanging met rijdraad is bij HTM de meest gebruikelijke toepassing voor de bovenleidingstrajecten in het Stadsenet. Standaard wordt er enkele rijdraad en enkele draagkabel toegepast. Afhankelijk van de vermogensberekeningen past men dubbele rijdraad en/of (dubbele) draagkabel of een versterkingsleiding toe.

Documentnummer:	HTM 2012-616	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
Versie:	2.2		
Datum:	Februari 2020		

3 Technische specificaties

3.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden van verschillende bovenleidingcomponenten de hoofdzakelijke specificaties aangegeven. De toe te passen materialen moeten voldoen aan deze specificaties, de veiligheidseisen en de voorschriften die door HTM-Middelen worden gesteld. Alvorens er alternatieve of nieuwe artikelen mogen worden toegepast, moeten deze eerst worden getoetst en goedgekeurd door HTM-Middelen sector Beheer.

Bij ontwerp, aanleg en onderhoud wordt er zo veel mogelijk gebruik gemaakt van standaard bovenleiding constructies HTM, zoals deze zijn vastgelegd in de laatste versie van het Constructieboek “HTM Bovenleiding constructies”. Afwijkingen van de standaardconstructies mogen alleen worden doorgevoerd na goedkeuring door HTM-Middelen sector Beheer.

3.2 Maatvoering

De verschillende bovenleidingcomponenten liggen allen ten opzichte van een referentiepunt. De belangrijkste referentiepunten zijn bovenkant spoor (BS) en hart spoor. Het principe maatvoering per bovenleidingconstructie staat weergegeven in het “HTM Constructieboek Bovenleiding”. De maatvoering van deze constructie is locatie afhankelijk. Voor afwijkende maatvoering wordt verwezen naar het bestek en de bestekstekening.

3.2.1 Sectielengte bovenleiding

Een sectie is een deel bovenleiding van afspanning tot afspanning. De sectie is in het midden gefixeerd d.m.v. een vast punt.

3.2.2 Veldlengte bovenleiding

De veldlengte is de afstand tussen twee bovenleiding ophangpunten c.q. bevestigingspunten.

3.2.3 Systeemhoogte bovenleiding

De systeemhoogte (Sh) of ook wel bouwhoogte genoemd, is de afstand tussen de rijdraad en de draagkabel gemeten bij de bovenleiding ophangconstructie.

3.2.4 Hoogte rijdraad

De rijdraadhoogte (Rh) wordt gemeten tussen bovenkant spoorstaaf (BS) en onderkant rijdraad. De rijdraad hoogte is exclusief bouwhoogte en systeemhoogte.

3.3 Bovenleidingmast

Als standaard bovenleidingmast wordt een cilindrisch verjongende bovenleidingmast toegepast. Afwijkingen van deze standaard bovenleidingmast zijn alleen mogelijk in overleg en goedkeuring van HTM-Techniek, sector SAM.

3.3.1 Afmeting standaard bovenleidingmast

De standaard toegepaste masten zijn er in verschillende afmetingen, zie onderstaande tabel 1.1-1.

1. Langere masten of masten met een groter toptrek van 10kN, hebben een zo'n klein mogelijke onderste verjonging van maximaal $\varnothing 406\text{mm}$;
2. Aangrijpingspunt toptrek 0,2m onder bovenkant mast;
3. Wanddikte van de mast volgt uit de sterkteberekeningen in combinatie met de maximale toptrek. De wanddikte is minimaal 12 mm;
4. Wind en ijslast zijn door HTM al meegenomen in de berekeningen;
5. De mast bestaand uit in elkaar geperste buizen, conform onderstaande afmetingen;
6. Buisdelen dienen bij voorkeur uit één stuk te bestaan.
Langsnaad gelaste buizen zijn toegestaan;
Rondlassen van de buis is alleen toestaan in de onderste 1,5m van de mast. (acc.)
7. Buisdelen hebben een verjonging met drie inwendige klemblokken.
8. Onderzijde van de mast niet afsluiten.

Tabel 3.3-2 Fabricage afmetingen standaard bovenleidingmast

Artikelnummer	HTM		027001		027003	027005	027007
Lengte mast	[m]	9,50	9,50	10,50	10,50	12,00	12,00
Lengte boven BB	[m]	7,70	7,70	8,70	8,70	10,20	10,20
Lengte in BB	[m]	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
Toptrek Rondom	[kN]	7,50	10,00	7,50	10,00	7,25	10,00
	Buis $\varnothing$ [mm]	Lengte buisdeel [mm] eis					
Bovenste buis	159	1,45	1,45	2,45	2,45	2,70	2,70
Middelste buis	219	2,45	2,45	2,45	2,45	2,80	2,80
Onderste buis	273	5,60	5,60	5,60	5,60	6,50	6,50 ($\varnothing 324\text{ mm}$)

Tabel 3.3-3 Fabricage afmetingen speciale bovenleidingmast

Artikelnummer	HTM		speciaal	speciaal	speciaal	speciaal	speciaal
Lengte mast	[m]		9,5+1	10,5+1	12+1	14+1	16+1
Lengte boven BB	[m]		7,70	8,70	10,20	12,20	14,20
Lengte in BB	[m]		2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Toptrek Rondom	[kN]		12/14/16	12/14/16	12/14	7,5/10/12	10,00
	Buis $\varnothing$ [mm]	Lengte buisdeel [m] eis					
Bovenste buis	Minimaal		1,45	2,45	2,70	2,70	2,8+2,8
Middelste buis	Minimaal		2,45	2,45	2,80	3,80	3,80
Onderste buis	Minimaal		6,60	6,60	7,50	8,50	7,60
	Toegepaste Buisdiameters [mm]		406/ 355/ 324/ 273/ 219/ 159.				
	Toegepaste Toptrek >10 [kN]		12/ 14/ 16/ 18 (Lengte in BB $\geq 2,8\text{m}$).				

Tabel 3.3-4 Vastgestelde typen bovenleidingmasten HTM.

Toptrek [kN]	7,25 kN	10,0 kN	12,00 kN	14,00 kN	16,00 kN	18,00 kN
Mastlengte [m]						
9,50 m	S	V	S	S	S	X
10,50 m	S	V	S	S	S	X
12,00 m	V	V	S	S	X	X
14,00 m	S	S	S	X	X	X
16,00 m	X	S	X	X	X	X
18,00 m	X	X	X	X	X	X
		+1 m				
	V= standaard S= speciale X= ntb					

3.3.2 Belastinggegevens bovenleidingmast

Voor de belastinggegevens van masten wordt verwezen naar onderstaande tabel 3.3-5. Iedere type mast moet apart worden berekend.

Tabel 3.3-2 Belastinggegevens bovenleidingmast

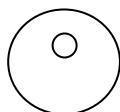
Belastinggegevens		Opmerking
Doorbuiging bij maximale belasting	$\leq 1,60 \%$	Van de bovengrondse mastlengte
Zekerheidsfactor	$\geq 3,00$	Breukspanning/werkspanning
Aangrijppunt voor de toptrek	0,20 m	Onder de top.
0-punt waarop de mast is ingeklemd boven onderzijde van de mast	1,80 m	Moment op draaipunt boorbuis $\leq 100 \text{ kNm}$
0-punt waarop de mast is ingeklemd boven onderzijde van de mast	2,80 m	Moment op draaipunt boorbuis $> 100 \text{ kNm}$

3.3.3 Mastdeur en kabelinvoer

Mast wordt de standaard uitgevoerd met een mastdeur en een kabelinvoer, voor de openbare verlichting of verkeerslichtvoorziening, tenzij anders aangegeven.

Voor de berekeningen dient men rekening te houden met de ongunstige kant van de mastdeur en kabelinvoer.

- Mastdeur dient te voldoen aan o.a.:
 1. Afmeting **400 x 100 mm**;
 2. Mastdeur voorzien van een zinklaag;
 3. Op een hoogte van **1250 mm** (maaiveld – onderzijde mastdeur), voorzien van een bevestigingsmogelijkheid voor demontabele montagerail met twee glijmoeren M6;
 4. Mastdeur opening wordt aan de binnenzijde voorzien van 2 lippen aan de mast, vrij van bramen en de rand voorzien van een zinklaag;
 5. Mastdeurtje aan de binnenzijde voorzien van 2 lippen, vrij van bramen en geheel voorzien van een zinklaag;
 6. Om de mastdeur te kunnen openen wordt door OV en HTM standaard gebruik gemaakt van een speciale sluiting, die in een rond gat in de mastdeur is weggewerkt. De naam van de toegepaste sluiting is: **Kaalfix sluiting M10 klein**.



Figuur 3.3-1 Vormgeving mastdeurslot

- Kabelinvoer dient te voldoen aan:
 1. Afmeting kabelinvoer, Ø 80mm.
 2. Hoogte hart kabelinvoer- maaiveld, -160 mm.
 3. Vrij van bramen;
 4. Rand voorzien van een zinklaag;
 5. Voorzien van een afsluitdop.

3.3.4 Conservering bovenleidingmast

3.3.4.1 Conservering bovenleidingmast (nieuwe mast van de fabriek)

Conservering bovenleidingmast dient te voldoen aan o.a.:

1. Mast dient vrij te zijn van bramen.
2. De buitenzijde wordt gestraald met een inert straalmiddel (Sa 2,5);
3. De buitenzijde wordt voorzien van een eerste laag high-build epoxyprimer, gepigmenteerd met zinkfosfaat.
 - Laagdikte droog minimale 80 µm;
4. De buitenzijde wordt voorzien van een tweede laag high-build epoxycoating, gepigmenteerd met titaanwit en inerte vulstoffen.
 - Laagdikte droog minimale 80 µm;
5. De buitenzijde wordt voorzien van een derde laag polyurethaan coating buitenbestendigheid en kleurvastheid. Sigmadur 520 (Hb Finisch) of gelijkwaardig.
 - Laagdikte droog minimale 80 µm;
 - RAL6013 (mits anders aangegeven).
6. De mast wordt met de standaard kleur **RAL6013 Mosgroen hoogglans** ook nog in het project afgeschilderd.
 - Andere kleuren in overleg met opdrachtgever en HTM-Middelen sector Beheer;

3.3.4.2 Het grondstuk

- De buitenzijde en binnenzijde, over een lengte van **2,50m** (vanaf de onderzijde mast), voorzien van een laag high-solid epoxyprimer gepigmenteerd met zinkfosfaat en inerte vulstoffen.
 - Laagdikte droog minimaal 150 µm.
- De buitenzijde, over een lengte van **1,50m tot 2,50m (2,50 tot 3,50m bij +1m masten)** vanaf de onderzijde mast, voorzien van een 2e laag high-solid epoxyprimer gepigmenteerd met zinkfosfaat en inerte vulstoffen.
 - Laagdikte droog minimaal 250 µm.
- De fabrikant dient in haar aanbieding een opgave te doen, van het toe te passen verfsysteem met vermelding van fabrikantinformatie, verfsoorten, etc.;
Gelijkwaardige alternatieven kunnen ter toetsing worden aangeboden HTM-Techniek.

3.3.5 Typeplaat bovenleidingmast

Elke nieuwe mast wordt voorzien van een typeplaat en wordt op een hoogte van 2 m boven maaiveld, recht boven de deur rondom op de mast vast gelast.

Afmetingen typeplaat is ca. 150 x 80 x 5 mm (B x H x D).

De ingeslagen of geponste tekst conform onderstaande opgave:

- Lengte mast [m];
- Lengte onder maaiveld [m];
- Maximum topkracht [kN];
- Toptrek hoogte [m];
- Fabricagejaar jjjj;
- Leveranciersnaam.

Tabel 3.3-6 Technische gegevens typeplaat

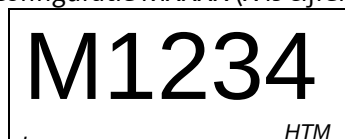
12 m / -2 m
7,5 kN/ +10 m
2015 / ABYZ

3.3.6 Nummering bovenleidingmast

Alle bovenleidingmasten worden aan beide zijde voorzien van een uniek definitief mastnummer. Deze wordt d.m.v. stickers, met onuitwisbaar UV- bestendig cijfers, aangebracht op een hoogte van 2,5m boven maaiveld, in de rijrichting, zichtbaar voor de trambestuurder.

Watervaste stickers toepassen en ivm de levensduur wordt deze sticker geheel afgedekt met een transparante folie sticker.

De mastnummering is opgebouwd uit de letter M gevolg door een viercijferig volgnummer, in de configuratie MXXXX (X is cijfer 0 t/m 9).



Bij een uitbreiding van extra een mast, wordt er **geen** sub/nummering meer toegepast.

Specificatie van de sticker:

- Letter type : Arial
- Letter hoogte : 58mm
- Letter kleur : Zwart
- Vet : Ja
- Achtergrondkleur : Geel RAL1023
- Afmeting B x H : 215 x 100mm
- Logo : **HTM**, rechter onderhoek letter hoogte 18mm, cursief.

3.3.7 Mastkap

Met een mastkap wordt de mast op de bovenste verjonging afgedicht en dient eenvoudig te worden gemonteerd.

Deze mastkap behoort niet tot de levering van de masten leverancier.

3.3.8 Voetplaatmast

Indien een mast op een (prefab) betonfundering wordt geplaatst met ankers, wordt een voetplaatmast toegepast. Een voetplaatmast is een mast die in principe is gefabriceerd volgens de specificaties van de standaard bovenleidingmast, maar korter is en wordt voorzien van een voetplaat.

Standaard mast lengte, zie tabel 1.1-1.

De voetplaat dient gefabriceerd te worden volgens HTM tekening BL012111.

De specificaties van de mastdeur gelden ook voor de voetplaatmast.

3.3.9 Afnamekeuring

In overleg zal HTM een afnamekeuring in de fabriek bijwonen.

Hierbij wordt er gecontroleerd op oa:

- Steekproef op 1 of meerdere masten;
- Doorbuiging dmv een trektoef;
- Specificaties volgens dit document en opgave van leverancier;
- Maatvoering volgens opgave tekening, incl. wanddikte opgave leverancier;
- Fabricages Type buizen: gelast, gewalst of getrokken.
- Visuele controle;
- Conservering, verfkwiteit, toegepast verfsysteem, hechttingsproef.
- Afwerking, type verf, voetstuk, kleur;
- Manier van transpoort;
- Duurzaamheid.

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

3.3.10 Mastringen

Voor montage van de diverse bovenleidingconstructies aan de masten, wordt er gebruikgemaakt van mastringen in diverse soorten en afmetingen. De benodigde mastringen worden de per constructie toegeleverd.

Standaard HTM mastringen dienen te voldoen aan onderstaande eisen:

- Materiaal S235 JR G2;
- Afbramen, scherpe hoeken afronden radius 3 en stralen met een inert straalmiddel (SA2.5)
- Lassen met een basis Ebb en volgens de normen:
 - o NEN-EN-ISO 6947,
 - o NEN-ISO9692
 - o NEN-EN-287-1,
 - o NEN-EN288-1,
 - o NEN-ISO 5817 klasse D.
- Materiaal warm zetten.
- Thermisch verzinken, minimaal droge laagdikte 80 µm.
- Gehele mastring voorzien van eerste laag Primer Sigmacover 280 (Sigma Universal Primer- N Sigmacover Primer), minimale droge laagdikte: 80 µm.
- Gehele mastring voorzien van een tweede laag Sigmadur 520 (Sigmadur Hb Finisch) Ral 6013, minimale droge laagdikte: 80 µm.

3.3.10.1 Alternatieve mastringen

Alternatieve mastringen mogen, na goedkeuring van HTM Middelen sector Beheer, worden toegepast.

Mastringen van het type beugelringen met de volgende functionaliteit zijn als alternatief geregistreerd:

- Beugel mastring enkele
- Beugel mastring dubbele

3.3.11 Voetplaatmast

Indien een mast op een (prefab) betonfundering wordt geplaatst met ankers, wordt een voetplaatmast toegepast. Een voetplaatmast is een mast die in principe is gefabriceerd volgens de specificaties van de standaard bovenleidingmast, maar korter is en wordt voorzien van een voetplaat.

Standaard mast lengte, zie tabel 3.3-1.

De voetplaat dient gefabriceerd te worden volgens HTM-Middelen tekening BL012111.

De specificaties van de mastdeur uit 3.3.3 gelden ook voor de voetplaatmast.

3.4 Fundatie bovenleidingmast

Elke bovenleidingmast heeft een fundatie nodig om in of op te worden geplaatst. De volgende bovenleidingmast fundaties worden o.a. toegepast:

- Boorbuis;
- Vlinderblok;
- Betonpoer;
- Mastpot.

Afwijkingen op de in deze paragraaf beschreven fundatie van bovenleidingmasten, dient in overleg met de sector Beheer plaats te vinden.

3.4.1 Boorbuis

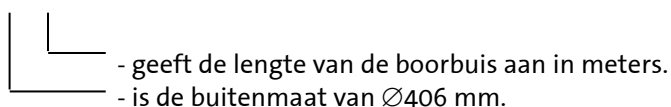
Voor fundering van de bovenleidingmast wordt standaard een stalen boorbuis toegepast.

De buizen staalsoort S235 JR G2 werkstof 1.0038 (vroegere aanduiding R st 37-2).

In onderstaande tabel wordt aangegeven welke lengtes en diameters worden toegepast.

Een boorbuis wordt als volgt gekenmerkt:

Bijvoorbeeld 406/6m.

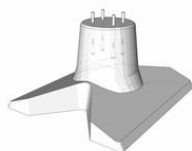


Tabel 3.4-1 Maatvoering boorbuis

Boorbuis	Afmeting [mm]
Wanddikte	8
Buitendiameter	406 610
Lengte	4000 6000

3.4.2 Vlinderblok

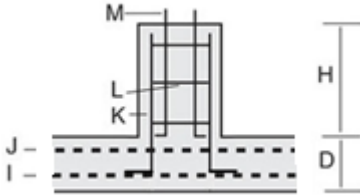
Een vlinderblok is een prefab gewapende betonfundering, waarop een voetplaatmast geplaatst wordt. Er zijn diverse type vlinderblokken: V1A t/m V2B-ZZ, 3200 tot 4500 kg, met diverse ankermaten en – patronen. Alle ankers zijn thermisch verzinkt.



Figuur 3.4-1 Vlinderblok

3.4.3 Betonpoer

Voor fundering van de bovenleidingmast wordt een betonpoer toegepast. De betonpoer wordt op of aan een kunstwerk gestort.



3.4.4 Mastpot

Voor fundering van de bovenleidingmast wordt een stalen mastpot toegepast. De mastpot is een verkorte boorbuis waarbij aan de onderzijde een bevestigingsplaat is gelast. Afmetingen dienen per mastpot te worden berekend.

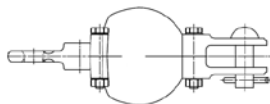


Foto 3.4-2 Mastpot

3.5 Overige bevestigingsconstructies

3.5.1 Gevelbevestiging

Gevelbevestigingen worden NIET toegestaan, maar alleen bij hoge uitzondering toegepast. Voor de bevestiging aan de gevel wordt gebruik gemaakt van één of meerdere schaaldempers (zie figuur 3.5-1) in combinatie met standaard bovenleidingconstructies.



Figuur 3.5-1 Demper Oog/Gaffel of Gaffel/ Gaffel.

3.5.2 Wandbevestiging

Masten of montagepunten kunnen aan een wand worden bevestigd. Deze wand is wel onderdeel van een kunstwerk (geen gevel).

3.5.3 Plafondbevestiging

Een plafondbevestiging is een bevestiging die gemonteerd wordt onder kunstwerken zoals tunnels, viaducten en gebouwen. Toegepaste plafondbevestigingen zijn o.a.:

- Omega profiel voorzien van Tunnelarm en draagkabel steun;
- Omgekeerde mast met voetplaat;
- Viaductophanging.

Andere bevestigingsconstructies kunnen met goedkeuring van HTM Middelen sector Beheer worden toegepast.

Toe te passen uithouders en ophangingen in tunnels of onder viaducten worden weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.5-1 Type plafonduithouders en -ophangingen

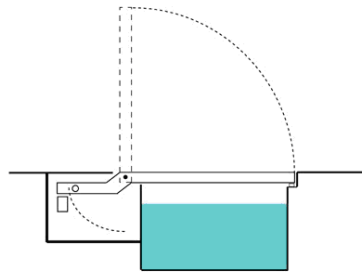
Type	Bedrijfsspanning U [kV] DC	Montage	Materiaal	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Draagkabel steunpunt 1 draad	1,5	Tot 150 mm ²	CrNi	7,35	027191
Draagkabel steunpunt 2 draden	1,5	Tot 150 mm ²	CrNi	7,35	027189
Plafondplaat tunnel ophanging		Buis Ø55	G-Al	0,92	027283
Plafondhouder instelbaar		Buis Ø55	G-Al	1,9	027293
Adapterplaat		Plafondplaat	G-Al	0,35	027292
Arm tunnel ophanging L 800mm	1,5	Rijdraadklem	Div.	3,9	027284
Siemens viaduct ophanging					027282
Al buis	8WL2167-0				-
GFK Ø55					

3.5.4 Brugconstructies

Een basculebrug gaat open en dicht door te roteren/draaien om de horizontale y-as (scharnierpunt), waar de brug ongeveer in evenwicht is van het brugdek en contragewicht.

Principe van een basculebrug is in figuur 3.5-2 weergegeven.

Voor bevestiging van bovenleiding componenten op een beweegbare brug is een ophang constructie nodig, waar aan een bovenleiding wordt gemonteerd. Maximale baansnelheid op de brug is 25 km/h. Voor de stroomvoorziening zijn er parallel kabels nodig om, de plus van de bovenleiding en de min van het spoor van elk landhoofd, met elkaar te verbinden.



Figuur 3.5-2 Principe tekening basculebrug.

3.5.5 Remiseconstructie

Voor de remise wordt rijdraad toegepast met de standaard bovenleidingconstructies. Deze zijn gemonteerd aan masten of aan het remise gebouw.

3.5.6 Portalen

Er worden in het Stadsenet van HTM zeer weinig portalen toegepast.

Er zijn kunststof en stalen portalen.

Indien er portalen moeten worden toegepast, heeft een stalen portaal van het type RHS-balken profiel de voorkeur. RHS-balk is een draagconstructiebalk waarbij de ligger uit één RHS-profiel bestaat. RHS draagbalken voor bovenleiding draagconstructies bestaan uit een balk van RHS profiel met paalaansluitingen aan de uiteinden. Zie ProRail voorschriften.

3.6 Ophangconstructies bovenleiding

Binnen het Stadsenet wordt standaard gebruikt gemaakt van de volgende ophangconstructies:

- Mastarmconstructies;
- Overspanningen;
 - o Spandraad;
 - o Juk;
 - o Spits;
 - o Halve trek;
- Kunstwerkconstructies.

3.6.1 Mastarmconstructies

Mastarmconstructies zijn ophangconstructies die gemonteerd worden aan de masten voor het ophangen van de bovenleiding. Een mastarmconstructie bestaat o.a. uit de volgende onderdelen:

- GFK mastarm;
- GFK Spoorhouder;
- Montage en koppelstukken.

In het HTM Constructieboek Bovenleiding zijn deze typen mastarmen opgenomen.

3.6.1.2 GFK pijp

De standaard toegepaste GFK pijp worden weergegeven in onderstaande tabel 3.6-1:

Tabel 3.6-2 Standaard toegepaste type GFK pijp

Buiten/ binnen Ø [mm]	Lengte [m]	Materiaal	Buitenmantel	HTM Artikel nr.
38/ 23 mm	6	Glasvezel buis Gevuld met PU- schuim	Voorzien van UV bescherming	027138
55/ 39 mm	8	Glasvezel buis Gevuld met PU- schuim	Voorzien van UV bescherming	027140
Alternatieve leveranciers na goedkeuring Beheer.				

3.6.2 Mastarmconstructie met draagkabel over 2 sporen.

Een mastarmconstructie met draagkabel over 2 sporen bestaat o.a. uit de volgende onderdelen:

- GFK buizen;
- Spandraden van Minoroc;
- GFK Spoorhouders;
- Montage en koppelstukken.

Zie betreffende paragrafen voor de product informatie.

3.6.3 Overspanning ophanging

Een overspanning ophanging bestaat uit één of twee draden welke boven de sporen, tussen 2 of meerdere masten worden gespannen.

Een overspanning ophanging bestaat o.a. uit de volgende onderdelen:

- Spandraad;
- Spanschroeven;
- Isolatoren.

Voor de overspanning waar draagkabel aan komt te hangen (dat juk wordt genoemd) wordt bronskabel toegepast, zie tabel 3.8-2. Voor de overspanning waar rijdraad aan komt te hangen zijn 2 typen draden mogelijk, RVS of kunststofdraad (Minoroc), zie ook het constructieboek bovenleiding.

Spandraad onderdelen t.b.v. rijdraadophanging, dienen te voldoen aan onderstaande kenmerken:

Tabel 3.6-3 Type spandraad

	RVS Spandraad	Kunststof spandraad (Minoroc)
Materiaal	RVS draad AISI 316, edelstaal 1.4571 – EN 10088	Polyester gevlochten kabel,
Diameter	5,2 mm	9 mm
Samenstelling inwendig	Massief	Kern van 7 hoogwaardige polyesterkabels
Oppervlak	Glanzend ontvet	Polyamide buitenmantel
Treksterkte	700-850 N/mm ² ,	700-850 N/mm ² , 15kN
Gewicht	0,096 kg/m	0,07 kg/m
HTM artikelnummer	027104	027147

Tabel 3.6-4 Type spanschroef

Type	Lengte [mm]	Montage	Materiaal	Kracht [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Spanschroef M16	500-800	Splitbout	CuAl	22	1,66	027096

Tabel 3.6-5 Type spandraadveer

Type	Lengte [mm]	Montage	Materiaal	Kracht [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Spandraad veer max. 40m	530-630	Splitbout	Kunststof, Al.	1-3	4,48	027097

Tabel 3.6-6 Type isolatoren

Type	Lengte [mm]	Spanning U DC [kV]	Materiaal	Kracht [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Lus isolator	165	1,5	div.	23	0,24	027100
Staafisolator 26 mm	360-590 Oog - oog	1,5	GFK	32	-	027108

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

3.6.3.1 Spandraad

Een spandraad bestaat uit een RVS of kunststof draad (Minoroc), gemonteerd aan bv twee masten t.b.v. de ophanging van rijdraad. Zie constructieboek bovenleiding, zie tabel 3.6-3.

3.6.3.2 Juk

Een juk bestaat uit een boven juk met één of twee spandraden, gemonteerd aan bv twee masten t.b.v. de ophanging van draagkabel. Zie constructieboek bovenleiding.

3.6.3.3 Spits

Een spits bestaat uit een draagkabel of een RVS draad, gemonteerd aan bv drie masten t.b.v. rijdraad of draagkabel ophanging. Zie constructieboek bovenleiding.

3.6.3.4 Halve trek

Een halve trek (bochtaftrek) bestaat uit een draagkabel of een RVS of kunststof draad (Minoroc), eenzijdig gemonteerd aan bv een mast t.b.v. de in de richting trekken van de draagkabel of rijdraad. Zie constructieboek bovenleiding.

3.6.4 Uithouders en ophangingen

Om de rijdraad aan de ophangconstructie te bevestigen en in de richting te trekken worden er standaard uithouders toegepast, ook wel spoorhouders of zijwaartse genoemd.

3.6.4.1 Uithouder

De standaard toe te passen spoorhouders worden weergegeven in onderstaande tabel 3.6-7.

Tabel 3.6-7 Type Uithouders en ophangingen

Type	Lengte [mm]	Montage	Materiaal	Kracht [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Uithouder	900	M16	St INOX	1,9	1,98	027126
Uithouder	400	M16	St INOX	1,9	1,31	027129
Afstand houder bocht 38	830	M16	GFK	-	-	027166
Omega ophanging (Kapstok)	650	8mm	St INOX	-	0,3	027125
Flexibele ophanging	2600		Kunststof	-	1.71	027118

3.6.4.2 Omega ophanging

Een omega ophanging (kapstok) is een rijdraadophanging die de rijdraad op een vaste hoogte en locatie houdt. Zie tabel 3.6-7.



Figuur 3.6-1 Omega ophanging

3.6.4.3 Flexibele ophanging

Een flexibele ophanging is een ophanging die de rijdraad op een vaste hoogte houdt terwijl de rijdraad een relatief lange weg kan lopen. Onder lopen verstaan we het langer en korter worden van de rijdraad door een veranderende temperatuur. Zie tabel 3.6-7.

3.6.4.4 Profieldraadklem

De profieldraadklem is de montageverbinding tussen de uithouder en de rijdraad. Wordt ook wel rijdraadklem genoemd. Montage op de uithouder is met behulp van schroefdraad M16. De profieldraadklem wordt gemonteerd op de rijdraad van het type **AC100**. Ook dient de klem nog te worden gebruikt op de oude type rijdraad BF100. Profieldraadklem wordt zowel enkel als voor dubbele rijdraad toegepast.

Tabel 3.6-8 Type Uithouders en ophangingen

Type profieldraadklem	Lengte [mm]	Montage	Materiaal	Kracht max. [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Enkel	70	M16/ AC100	Messing	2	0,33	027246
Dubbel	70	M16/ AC100	Messing	2	0,45	027249

3.7 Afspanningen

Bij HTM wordt gebruik gemaakt van een beweegbaar bovenleidingsysteem. Hierbij is de rijdraad beweegbaar afgespannen en de draagkabel vast afgespannen.

3.7.1 Vaste afspanningen

3.7.1.1 Afspanning rijdraad

Het rijdraadanker is een vaste afspanning voor rijdraad gemonteerd aan bij voorkeur een mast. Met deze afspanning begint of eindigt de rijdraad. Zie ook constructieboek bovenleiding.

3.7.1.2 Afspanning draagkabel

Het draagkabelanker is een vaste afspanning voor draagkabel gemonteerd aan bv een mast. Met deze afspanning begint cq eindigt de draagkabel. Zie ook constructieboek bovenleiding.

3.7.1.3 Hulp draagkabelanker

De hulp draagkabelanker is een vaste afspanning boven een beweegbare rijdraad afspanning gemonteerd aan bv een mast. Zie ook constructieboek bovenleiding.

3.7.2 Beweegbare afspanning

De beweegbare afspanning voor rijdraad kan d.m.v. de volgende constructies:

- Wielafspanning;
- Veerafspanning;

3.7.2.1 Wielafspanning

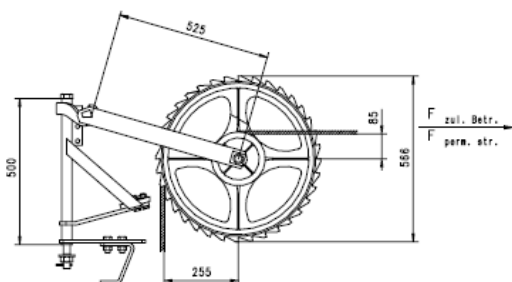
De wielafspanning bestaat uit een gewichtenpakket zonder gewichtenkooi. Deze constructie bestaat nog wel in het HTM bovenleidingnet, maar wordt voor enkele gevallen vervangen door de Tensorex veerafspanning, zie paragraaf 3.7.2.2.2. Zie constructieboek bovenleiding.

- **Afspanwiel**

Specificaties van het wiel, in onderstaande tabel:

Tabel 3.7-1 Specificaties wiel

Type	Overbreng verhouding	Draad	Materiaal	Maximale Kracht [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Wiel	1: 3	Staal	St-tZn	20	31,5	027430



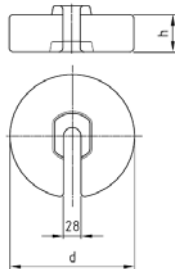
Figuur 3.7-1 Afspanwiel met ophangbeugel

- **Afspangewicht**

Specificaties van het afspangewicht, in onderstaande tabel:

Tabel 3.7-2 Specificaties afspangewicht

Type	Diameter [mm]	Hoogte [mm]	Gewicht [kg]	Artikel nr.
Gewicht rond	200	60	12,5	027442



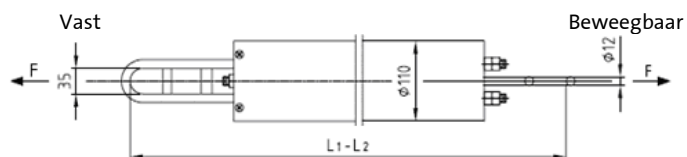
Figuur 3.7-2 Afspangewicht

3.7.2.2 Veerafspanning

De toegepaste veerafspanningen zijn:

- Rijdraadveer;
- Tensorex C+ veerafspanning.

3.7.2.2.1 Rijdraadveer



Figuur 3.7-3 Rijdraadveer

Tabel 3.7-3 Specificaties rijdraadveer

Type	Lengte bereik [mm]	Montage lengte [m]	Kracht bereik [kN]	Gewicht [kg]	Artikel nr.
Rijdraadveer 180	1440-1670	180	6-10	28	027404
Rijdraadveer 120	1045-1205	120	6-10	19	027406
Rijdraadveer 60	650-740	60	6-10	11	027408

3.7.2.2.2 Tensorex C+ veerafspanning

Tensorex C+ veerafspanning is een losse veerafspanning in een aparte behuizing/ trommel.



Figuur 3.7.4 Dubbele Tensorex C+

Hieronder volgt een overzicht met de verschillende typen die bij de HTM worden toegepast.

Tabel 3.7-4 Type Tensorex C+ afspanning.

Tensorex c+		
Type	Trekkracht [kN]	Lengte uitzetting [mm]
1	7,5	450
2	7,5	750

3.7.3 Overnameveld

Met een beweegbare afspanning aan begin en eind van een bovenleidingsectie wordt het uitzetten of krimpen van de koperen rijdraden opgevangen, zodat de rijdraad altijd strak is nagespannen. Op de plaats waar een bovenleidingsectie eindigt en een nieuwe sectie begint ontstaat een overnamesituatie. Een overnameveld bestaat uit enkele beweegbare rijdraad afspanningen. Zie paragraaf wielafspanning.

3.7.4 Tui

Bovenleidingmasten waarop rijdraad en/of draagkabel wordt afgespannen, kunnen worden voorzien van een tui. Een tui bestaat uit een tuistang en tuidraad, gemonteerd aan de mast met behulp van een tui mastring. De tui trekstang heeft een lengte van 6m, artikelnummer 027297. Voor de tuidraad wordt bronskabel gebruikt. Zie HTM constructieboek bovenleiding CB226.

3.7.5 Vast punt

Een vast punt bestaat uit oa een vastpuntklem, kruisklemmen en afspanningen.

Tabel 3.7-5 Specificaties vastpunt artikelen

Artikelnaam	Afmeting 1 [mm]	Gewicht [kg]	Artikel nr.
Kruisklem	ø55	0.64	027264
Vastpuntklem	135x35	1.05	027265

3.8 Stroom voerende draden

In het bovenleidingsysteem zorgen één of meerdere draden, kabels of profielen voor de stroomdoorvoer. Naast de rijdraad kan dit ook een stroomrail, draagkabel of versterkingsleiding of kabel zijn.

3.8.1 Rijdraad

De bovenleiding bestaat o.a. uit één rijdraad (soms twee rijdraden), waar de stroomafnemer (pantograaf) de stroom aan onttrekt en dient ook voor energietransport.

De rijdraad bestaat uit getrokken elektrolytisch koper (Cu) met een zilver toevoeging van 0,1 % (Ag 0,1). Zie figuur 3.8.1. De rijdraad dient te voldoen aan onderstaande specificaties in tabel 3.8-1.



Figuur 3.8-1 Doorsnede profielrijdraad AC100

Tabel 3.8-1 Specificatie profielrijdraad AC100

Materiaal	Getrokken elektrolytisch roodkoper met 0,1% zilver (Cu Ag 0,1)
Doorsnede	100 mm ² ,
Profiel	AC-100
Type	A Circulair
Norm	DIN 43140; DIN 17666; NEN-EN 50149.
Herkenning	Twee groeven boven op de rijdraad
Soortelijke weerstand maximaal	0,01777 x 10 ⁻⁶ Ωm.
Weerstand bij 20°C max.	0,183 Ω/km.
Rek maximaal	3 tot 10 %
Trekvastheid/maximale toelaatbare trekspanning	360 N/mm ²
Gewicht per km	889 kg (+/- 27kg)
Kracht breuk min.	34,9 kN
Maximale temperatuur	120°C
Maximale horizontale buigingshoek	15°
Maximale verticale buigingshoek	5°
Lineaire uitzettingscoëfficiënt maximaal	17x10 ⁻⁶ m/C°
Magazijnnummer HTM	027314

3.8.1.1 Controle rijdraad

Voor de keuringsverrichtingen worden van ten hoogste 10 % van de aangeboden hoeveelheden monsters genomen, met een minimum van een rol of van een recht stuk per partij. De controle bestaat voor elke draad of kabel op haspel uit het volgende:

1° Nacontrole van de afmetingen:

- staat van het oppervlak;
- afmetingen.

2° Metingen (voor alle haspels):

- gewicht per lengte-eenheid;
- doorsnede;
- weerstand;
- scheikundige samenstelling.

3° Mechanische proeven (voor alle haspels):

- trekproef/ buigproef/ wringproef;
- oprollen in schroefvorm.

3.8.1.2 Bijdraad

Er zijn 2 type bijdraden:

Tabel 3.8-2 Type Stootklem rijdraad

Artikelnr.	Artikelnaam	Lengte [m]
027308	Bijdraad BF100mm ²	4
027309	Bijdraad AC100mm ²	4

3.8.1.3 Rijdraad koppelen

Er zijn 2 type klemmen:

Tabel 3.8-3 Type Stootklem rijdraad

Artikelnr.	Type klem	Toepasbaar
027245	Stootklem	AC-100/AC-100 // BF-100/BF-100
027247	Stootklem verstelbaar	AC-100/ BF-100

3.8.2 Stroomrail

Naast een profielrijdraad kan ook een ander type stroom geleider worden toegepast, maar dan alleen bij kunstwerken en na goedkeuring van HTM Beheer.

3.8.2.4 Koperen railprofiel

Tabel 3.8-4 Specificaties Stroomrail

Type	Un [V DC]	Rijdraad [mm ²]	Snelheid [km/h]	Materiaal	Lengte [mm]	Hoogte [mm]	Gewicht [kg]	HTM Artnr.
E-CU	1000	596 enkel	15	Koper Cu	8000	80	10,5	027286

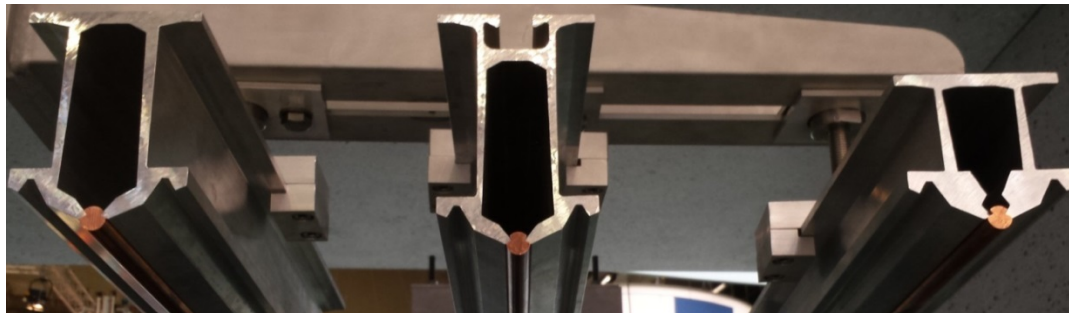


Figuur 3.8-2 Stroomrail koper.

3.8.2.5 Aluminium railprofiel

Tabel 3.8-5 Specificaties railprofiel

Type	Un [V DC]	Rijdraad [mm²]	Snelheid [km/h]	Materiaal	Lengte [m]	Hoogte [mm]	Gewicht [kg/m]	HTM Artnr.
AL met rijdraad	1000	100 1181(Al)	15	Al	10/12	110	6	geen



Figuur 3.8-3 Voorbeeld Railprofiel ophanging bovenleiding.

3.8.3 Rijdraadkruising

Er worden diverse type rijdraad kruisingen bij HTM toegepast. Hierbij wordt een onderscheidt gemaakt tussen **vaste rijdraadkruising** en **beweegbare kruisingen**.

3.8.3.1 Vaste rijdraadkruising

Vaste rijdraad kruisingen worden bij nieuwbouw niet meer toegepast.

3.8.3.2 Beweegbare rijdraadkruising

Er worden enkele beweegbare kruisingen toegepast, zoals oa:

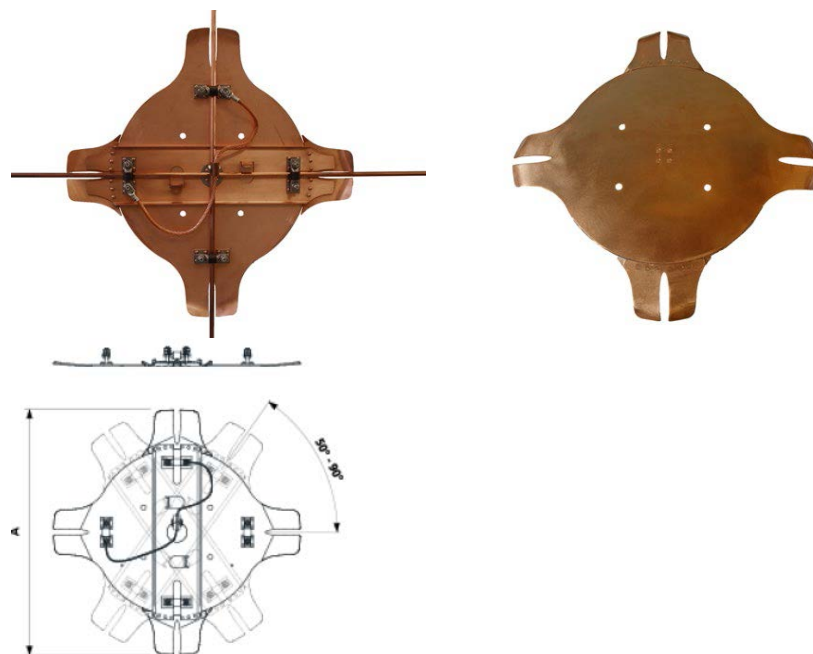
- Vrijlopende kruising, opgebouwd uit bijdraad en een beschermstijl;
- Kudisk kruising, is opgebouwd uit een verstelbare koperen ronde plaat, waarbij de rijdraden overheen doorlopen.

Tabel 3.8-6 Type Beschermstijl

Artikelnr.	Artikellaam	Voor type rijdraad
027302	Beschermstijl	AC100 – BF100

Tabel 3.8-7 Specificaties Kudisk

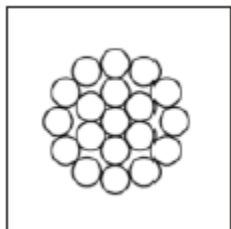
HTM Artnr.	Un [V DC]	Rijdraad [mm²]	Snelheid [km/h]	Materiaal	Hoek bereik	Moment [Nm]	Diameter [mm]	Hoogte [mm]	Kabel [mm²]	Gewicht [kg]
027230	1000	100-178 enkel	40	Koper Cu	50°-90°	20	500 740	80	35	10,5



Figuur 3.8-4 Voorbeeld Kudisk.

3.8.4 Draagkabel

De draagkabel dient voor energietransport en het vlak houden van de rijdraad d.m.v. het bevestigen van hangdraden tussen draagkabel en rijdraad. De draagkabel dient te voldoen aan onderstaande specificaties in tabel 3.8-3.



Figuur 3.8-5 Voorbeeld Doorsnede draagkabel 70mm².

Tabel 3.8-8 Specificatie draagkabel

Materiaal	Bronskabel, Bzl BS7884 CuMg
Doorsnede	70mm ²
Norm	DIN 48201
Samenstelling/ opbouw	19 draden met doorsnede van 2,1 mm ²
Trekvastheid	32,51 kN
Soortelijke weerstand	20,83 nΩm.
Weerstand	0,317 Ω/km;
Gewicht	596 Kg/m

3.8.4.1 Controle draagkabel

Voor de keuringsverrichtingen worden van ten hoogste 10 % van de aangeboden hoeveelheden monsters genomen, met een minimum van een rol of van een recht stuk per partij. De controle bestaat voor elke draad of kabel op haspel uit het volgende:

1° Na controle van de afmetingen:

- staat van het oppervlak;
- afmetingen.

2° Metingen:

- gewicht per lengte-eenheid;
- slaglengte en diameter;
- doorsnede;
- weerstand Ω/km;
- scheikundige samenstelling.

3° Mechanische proeven per draad:

- trekproef;
- buigproef.

3.8.5 Versterkingsleiding

Een versterkingsleiding bestaat hoofdzakelijk uit een extra draagkabel van 70 of 150mm².

3.8.6 Hangdraad

De hangdraad heeft alleen een mechanische functie en bevindt zich tussen draagkabel en rijdraad. De hangdraad dient te voldoen aan onderstaande specificaties in tabel 3.8-4.

Tabel 3.8-9 Specificatie hangdraad

Artikelnummer	027318
Materiaal	Brons draad CuMg
Doorsnede	10 mm ²
Norm	DIN 43138
Samenstelling	Opbouw 7 x 7 draden met doorsnede van 0,51 mm

3.8.6.1 Tijdelijk hangdraad

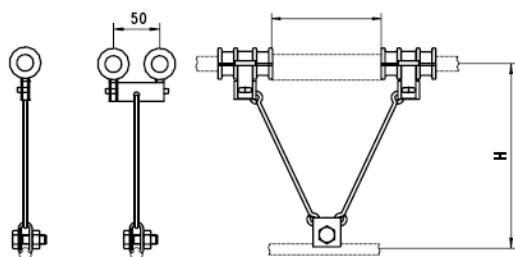
Tijdelijke hangdraden worden toegepast bij en na het trekken van de rijdraad en wordt na het uithangen van de draagkabel en rijdraad vervangen door definitieve hangdraden. De tijdelijke hangdraad dient te voldoen aan onderstaande specificaties in tabel 3.8-4.

Tabel 3.8-10 Specificatie tijdelijk hangdraad

Artikelnummer	027316
Materiaal	Koper Cu-Z
Doorsnede	2 mm ²
Norm	NEN3194
Samenstelling	Massief

3.8.6.2 Flexibele hangdraad ophanging

Bij lage bouwhoogte bovenleiding worden er aangepaste hangdraden toegepast, waarbij de hangdraad zowel verticaal als horizontaal vrij kan bewegen. Dit type is verkrijgbaar voor enkele en dubbele draagkabel. Zie bovenleidingconstructieboek.



Figuur 3.8-6 Flexibele hangdraad ophanging.

Tabel 3.8-11 Specificatie loopbare hangdraad

	Type	Bouwhoogte	Artikelnummer
Hangdraad Lopers	Loopbare hangdraad type A (Elastischer Gleithänger)	100 (minimaal) - 200	
	Loopbare hangdraad type B (Elastischer Gleithänger)	200 - 300	

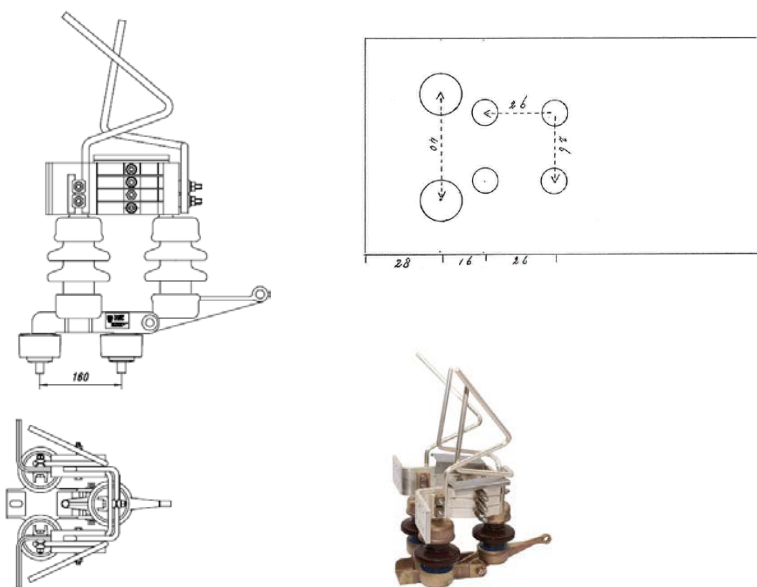
3.9 Bovenleiding schakelaar

3.9.1 Hoornschakelaar

Om in het bovenleidingsysteem te kunnen schakelen worden er schakelaars toegepast. In het Stadsenet wordt de hoornschakelaar toegepast die met de hand (of motor) kan worden bediend.

De bovenleiding schakelaar is van het type hoornschakelaar en bedoeld als lastschakelaar.

Een functionele omschrijving van een dubbelpolige schakelaar, toegepast stroomsterktes van minimaal 2800A. Extra gaten patroon toegevoegd in de koper aansluitrail.



Figuur 3.9-1 Voorbeeld hoornschakelaar.

Tabel 3.9-1 Specificaties hoornschakelaar

Type	Un [V DC]	In [A DC]	Aanpassing aansluitvlag volgens tekening		Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Hoornschakelaar	1500	2800	ja			027054

3.9.2 Handbediend

Bediening van de schakelaar met een stangenstelsel en een hendel aan de mast. De handel wordt met een slot gefixeerd.

3.9.3 Motorschakelaar

Een motorschakelaar is een motor gestuurde lastschakelaar, die wordt toegepast op locaties waar schakelen op afstand gewenst is. De motorschakelaar dient te worden uitgevoerd met een versnelde uitval, corrosie vast en waterbestendig met een IP46 classificatie. De positie van de motorschakelaar moet voorzien zijn van een signalering. Afhankelijk van de leverancier worden deze schakelaars geleverd met een 24V-DC aansturing of met een 230V-AC aansturing.

Toe te passen type motorschakelaar uitsluitend in overleg met HTM-Middelen Sector Beheer.

3.10 Leidingonderbreker

De leidingonderbreker is een berijdbare elektrisch isolerende scheiding in de rijdraad. Er zijn verschillende type leidingonderbrekers o.a.:

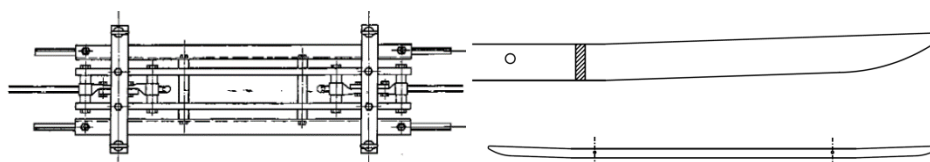
- Leidingonderbreker met koper geleiding;
- Diode leidingonderbreker.
- Tijdelijke leidingonderbreker;

3.10.1 Leidingonderbreker standaard

De leidingonderbreker wordt uitgevoerd met een neutraal midden in de vorm van een koperen schaats en is mechanisch zodanig geconstrueerd dat de pantograaf probleemloos onder de constructie glijdt.

Tabel 3.10-1 Specificaties leidingonderbreker

Type	Un [V DC]	In [A DC]	Tekening nummer	HTM Artikel nr.	Leverancier nr.
Leidingonderbreker 1-draads. ZONDER SCHAATSEN MET STELBOUT.	1500	2800	S AG 4.2668.15,	027088	8WL5512-0A
Leidingonderbreker 2-draads. ZONDER SCHAATSEN MET STELBOUT.	1500	2800	S AG 4.2668.15,	027090	8WL5513-0ZA
Schaats geleiding koper	600/750, 1500		BL007232 103-016- 008	027092	



Figuur 3.10-1 Principetekening leidingonderbreker en Schaats

3.10.1.3 Schaats leidingonderbreker

De standaard leidingonderbreker is voorzien van twee koperen geleidingen. Deze worden ook schaatsen genoemd. Zie tekening BL007232. Schaats voorzien van een jaartal en een leverancier code.

Totale lengte van de leidingonderbreker is de lengte van de schaats is 1500mm.

Totale breedte van de leidingonderbreker is ca. 250mm.

3.10.2 Diode leidingonderbreker

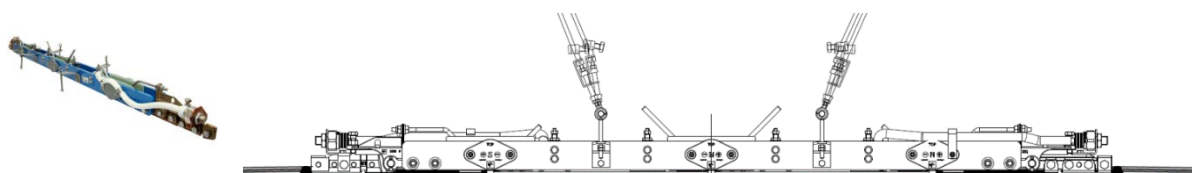
De diode leidingonderbreker is een berijdbare elektrisch isolerende scheiding in de rijdraad, ook op het moment als de pantograaf van het voertuig er onderdoor gaat.

Indien beide spanningen A en B aanwezig zijn zullen de diodes 1 en 2 en de isolator 2 als elektrische scheiding dienen.

Indien bijvoorbeeld de spanning aan de rijdraad zijde A wegvalt, zal daarbij ook de diode 1 niet meer geleiden. Hierdoor zal het neutrale gebied van isolator 2 worden vergroot met isolator 1. Door deze eigenschap kan er geen spanning aarde door de tram worden gereden. In het onderstaande figuur 3.10-1 wordt het principe van de diode leidingonderbreker weergegeven.

Tabel 3.10-2 Specificaties Diode Leidingonderbreker

Type Electroline of gelijkwaardig STANDAARD DIODE LEIDINGONDERBREKER	Un [V DC]	Umax [V DC]	In [A DC]/ diode	Lengte [mm] Ca.	Breedte [mm]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Section insulator TRAM 11D – 3RM-15 Enkele rijdraad PLUS	600/ 750	3000	250	2000	Ca. 280	16,5	027089 (227730)
Section insulator TRAM 12D – 3RM-15 Dubbel rijdraad PLUS	600/ 750	3000	250	2000	Ca. 280	26	(227750)



Figuur 3.10-2 Principtekening diode leidingonderbreker

3.10.3 Tijdelijke leidingonderbreker

Een tijdelijke leidingonderbreker is een eenvoudige berijdbare lichtgewicht leidingonderbreker met koper geleiding. Voor specificaties zie onderstaande tabel.

Tabel 3.10-3 Specificaties Tijdelijke Leidingonderbreker

Type Arthur Flury AG (AF) of gelijkwaardig	Un [V DC]	Rijdraad [mm²]	Groove [mm]	L isolatie [mm]	Lengte [mm]	F trek [kN]	Gewicht [kg]	HTM Artikel nr.
Leidingonderbreker LT1 (655.266.000)	1000	80-150 enkel	5,6	100	1000	18	3,5	027087



Figuur 3.10-3 Principe tijdelijke diode leidingonderbreker

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

3.11 Voeding

3.11.1 Tractievoeding

De voeding van een bovenleidingsectie vindt plaats vanuit een tractieonderstation. Vanuit het onderstation lopen er minikabels naar het spoor en pluskabels naar de te voeden bovenleidingsecties. Het punt waar de kabel via de opvoerkabel en schakelaar op de bovenleiding wordt aangesloten is het voedingspunt. Ieder voedingspunt heeft een uniek code gerelateerd aan het voedingsonderstation in combinatie met een volgnummer en is voorzien van een witte retro reflecterende band. Bijvoorbeeld VKS1 "Voeding Kranestraat 1".

3.11.2 Tractievoeding Master/ Slave.

De tractievoeding kan worden uitgebreid met een extra voedingspunt in serie. De eerste voeding is voorzien van een schakelaar (Master) en de vervolg voeding(en) hebben geen schakelaar (Slave) en is/ zijn hierdoor volgend op de master voeding. Deze mastervoeding bestaat uit een compleet standaard voedingspunt, dat is uitgebreid met een afgaande voedingskabel inclusief het mantelscherm.

Zie ook bovenleidingconstructie:

- CB202 Master voedingspunt;
- CB203 Slave voedingspunt.

Deze voedingen worden voorzien van een schroefverbinder als kabelschoen.

3.11.3 Voeding externe baan apparatuur

Elektrische voeding vanuit de bovenleiding, dat via een omvormer de baanapparatuur voorziet van spanning.

De spanning van de bovenleiding (600-750Vdc) kan worden getransformeerd naar diverse benodigde spanningen 600Vdc, 24Vdc en 230Vac. Vermogen ca. 1500Watt.

Apparatuur wordt gevoed via een zekeringkast. Zie ook bovenleidingconstructieboek CB069.

De zekeringkast heeft 3 wartels en 2 zekeringhouders. Artikelnr. 028524.

3.12 Elektrische doorverbindingen

Om de aanwezige koperdoorsnede maximaal te benutten en een gelijkmatige verdeling te verkrijgen van de gevraagde stromen over de diverse stroom voerende geleiders, worden deze elektrisch met elkaar doorverbonden.

3.12.1 Doorverbinding in de bovenleiding

De rijdraad en draagkabel worden op regelmatige afstanden elektrisch met elkaar doorverbonden. Er zijn 5 typen elektrische doorverbindingen.

Tabel 3.12-1 Typen elektrische doorverbindingen

Elektrische doorverbinding	Type 1	Type 2	Type 3
Materiaal		Kabel, geïsoleerd,	Neopreen H07RN-F
Doorsnede	1x35 mm ² blank	1x35 mm ² geïsoleerd	1x35 mm ² geïsoleerd
Type	Neopreenkabel RMCLZ	Railpro-code: NB80284	HUSK 0,6/ 1 kV Halogeenvrij
Samenstelling		Expansiekrul	
Norm			
Klasse			2, stug
Toepassing	Elektrische doorverbindingen RDR.	Elektrische doorverbindingen RD krul. 	Elektrische doorverbindingen RR, DD, baanvoeding. LoB, Voedingspunt;
HTM Artikelnr	027320	027321	027326

Elektrische doorverbinding	Type 4	Type 5	
Materiaal	Bronskabel,	Neopreenkabel H07RN-F	
Doorsnede	70 mm ² blank	150 mm ² geïsoleerd	
Type	Draagkabel BZI CuMg	Neopreenkabel RMCLZ / BMZ1Kmbzh (tunnel)	
Samenstelling	19 draden met doorsnede van 2,1 mm	37 draden vertind koper	
Norm	DIN 48201		
Klasse		2	
Toepassing	Elektrische doorverbindingen RD, RDDR, RDVVDR.	Elektrische doorverbindingen. Voedingspunt.	
HTM Artikelnr.	027312	027324	

3.12.2 Doorverbinding tussen de sporen

De spoorstaven worden elektrisch met elkaar doorverbonden. Specificaties van de toe te passen kabel volgens onderstaande tabel.

Tabel 3.12-2 Doorverbinding sporen

Materiaal	Neopreenkabel H07RN-F RMCLZ / BMZ1Kmbzh (tunnel)
Doorsnede	1x150 mm ²
Klasse	2
Binnen mantel	EPR
Buiten mantel	CPE kleur zwart
Samenstelling	37 draden vertind koper
Norm	
Type	Neopreenkabel RMCLZ
HTM Artikelnummer	027324

Tabel 3.12-3 Cembre verbindingen

Merk	Type	Opmerking	HTM Magazijn artikel
Cembre	AR 60D	<u>enkel</u> voor 49E1	029926
Cembre	AR 260D	<u>dubbel</u> voor 49E1	029927
Cembre	AR 60N	<u>enkel</u> voor 60R2/59R2	029928
Cembre	AR 260N	<u>dubbel</u> voor 60R2/59R2	029929

Zie ook specificaties leverancier of gelijkwaardig.

3.12.3 Minkabel verbinding 500 mm²

Het punt waar de minkabels aan de sporen zijn bevestigd is het minuspunt/ minverbinding voor de retourstroom. Zie hoofdstuk 3.14.

3.12.4 Doorverbinding bij bruggen

Het punt waar de minkabels aan de sporen zijn bevestigd is het minuspunt/ minverbinding voor de retourstroom. Ieder minuspunt is voorzien van twee rode retro reflecterende band. Deze worden niet genummerd. Specificatie kabel zie hoofdstuk kabels magazijnnummer 027332

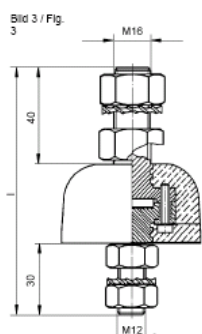
3.13 Beveiligingen

3.13.1 Doorslagveiligheid

De doorslagbeveiliging (DSV) is geleidend bij een klemspanning van 100 Volt of hoger.

Tabel 3.13-1 Specificaties doorslagveiligheid

Aanspreekspanning	(100 ± 20)Volt DC
Aansluitingen	Aansluiting objectzijde M16. Aansluiting spoorzijde M12.
Artikelnummer	027340



Figuur 3.13-1 Doorslagveiligheid

3.13.2 Overspanningsbeveiliging (hoog vermogen)

De overspanningsbeveiliging is bij een aanspreekspanning hoger dan U_n kortstondig geleidend tot de waarde van U_n wederom bereikt is. Aanspreekspanning en kortsluitbelastbaarheid zijn genoemd in de tabel.

Tabel 3.13-2 Specificaties overspanningsbeveiliging.

Artikelnummer	028519	028520
Waarde	<1 kV DC	<1 kV DC
Aanspreekspanning	1-2,4 kV DC	1-2,4 kV DC
Kortsluitbelastbaarheid	20 kA/0,2 s.	5 kA/0,2 s.
Code fabrikant	POLIM-H 01 ND	POLIM-C 1.0 N
Merk	ABB of gelijkwaardig.	ABB of gelijkwaardig.



Figuur 3.13-2 Overspanningsbeveiliging voorbeeld.

3.13.3 Overspanningsbeveiliging (laag vermogen).

Ter bescherming tegen overspanning, veroorzaakt door o.a. blikseminslag worden er in het tractienet overspanningsbeveiligingen aangebracht.

	Overspanningsbeveiliging
Type	PDLVL100GP16
Magazijn nummer	027341

3.13.4 Afscherming

Om aanraking van de bovenleiding te voorkomen, worden er gaasramen toegepast voor afscherming. Een gaasraam is een afscherming die geplaatst is om onbedoelde aanraking door publiek of onderhoudspersoneel met de bovenleiding te voorkomen. Deze gaasramen zijn van verzinkt metaal.



Figuur 3.13-3 Voorbeeld afscherming mbv gaasramen.

3.13.5 Aardelektrode

Een aardelektrode is een koperen staaf of buis, dat in de grond wordt geslagen en daardoor een geleidende verbinding heeft met aarde.

3.13.6 Remiseautomaat

Remise automaat is een gelijkstroomschakelaar dat hoge belastingstromen of kortsluitingen afschakelt. De “Remiseautomaat” is bedoeld voor het afschakelen van secties bovenleiding in de remise werkplaats. Specificatie schakelaar Secheron of gelijkwaardig.

De functie die de remise automaat vervuld is o.a.:

- Voor het afschakelen van secties van bovenleiding onder vermogen;
- De automaat beveiligd de bovenleiding sectie selectief;
- Bij nood kan hij handmatig bediend worden.

Bediening vindt plaats op een bedieningspaneel d.m.v.

- Drukknoppen;
- Indicatie lampen;
- Stand aanduidingen;
- Nooddrukknoppen bij toegangsdeuren en op paneel;
- Spanning aanwezig indicator.

Voor onderhoud dient er worden opgenomen;

- Werkschakelaar;
- Stofkappen;
- Gesloten behuizing.



Figuur 3.13-4 HTM remise automaat + voorbeeld.

3.14 Kabels

Voedingskabels voor tram en Lightrail (750 V DC) dienen bestand te zijn tegen invloed van buitenaf en bestand tegen weersinvloeden o.a. UV licht en chemicaliën.

Kabels zijn geschikt voor toepassing vochtige omgevingen, bij uitstek geschikt voor aanleg direct in de grond en geschikt voor bovengrondse installaties. Kabels mogen de volgende stoffen niet bevatten:

- Asbest;
- Halogeen (bij kabels in ruimtes);
- Pcb's.

3.14.1 Voedingskabel

De standaard voedingskabel is een grondkabel met een koperdoorsnede 630mm².

De flexibele klasse 5 voedingskabel heeft een koperdoorsnede van 500mm². In onderstaande tabel staan de minimale specificaties weergegeven.

Tabel 3.14-1 Specificaties voedingskabels.

Kabel	Eenheid	630	500
Type naam (verschilt per leverancier)		1 x 630/ 70 mm ² (BMqKas 1,8/3 kV) 44419	1x 500/ 60 mm ² (BMz1Kas 3,6/6 kV) 44408
Buitenmantel/Kleur		PUR (Polyurethaan)/ Rood	MBZH/ Rood
Aardscherm		Ronddraad koper en koperband in tegenspiraal	Ronddraad aardingsscherm
Doorsnede	mm ²	630	500
Klasse (IEC 60228)		2	5
Geleider materiaal/ vorm		Cu/ rond	Cu/ rond
Ader isolatie		EPR Rubber	EPR Rubber
Halogeenvrij IEC 60754-1		Ja	Ja
Zelfdovend/ Rookarm EN 61034-1/2		Ja	Ja
Brandvertraging IEC 60332-1 / IEC 60332-3-24 Cat. C		Ja	Ja
UV- bestendig		Ja	Ja
U nominaal	kV	3	6
Max. trekkracht met kous	N	6700	25000
Min. buig straal	mm	600	500
Max. verwerkingstemperatuur	°C	5 °C	5 °C
Min. geleider weerstand bij 20 °C	Ω/km	0,0287	0,0391
Min. belasting stroom	A	980	1240
Max. toelaatbare geleider temp.	°C	90 °C	90 °C
Geleider langswaterdicht		Nee	
Afscherming langswaterdicht		Ja	
Maximale haspel lengte ca.	m	500	500
HTM artikelnummer:		027329	027332
Mantelstempeling	Leverancier {type} {Year} {Length} HTM		
Normen	NEN 3620, NEN 3620A3, NEN-EN 50265. IEC 60502-1, IEC 60228, IEC 60287, IEC 60332-1.		

3.14.2 Kabelgarnituren

- Afschermband.
Kleur : Rood.
Afmeting : 200x2,5mm (bxd)
Met de tekst : "Let op hoogspanningskabel"
- Kabelzegels.
Kleur : Rood met opschrift volgend opgave bestek.

3.14.2.1 Kabelschoen

Kabelschoenen worden gemonteerd aan de betreffende voedingskabel en toegepast in oa: het onderstation, aan het spoor of aan de bovenleidingschakelaar.

De volgende kabelschoenen worden toegepast:

- Perskabelschoenen;
- Schroefkabelschoenen.

Tabel 3.14-2 Specificaties perskabelschoenen.

Kabelschoen	35 mm ² ø 10 mm	35 mm ² ø 12 mm	150 mm ² ø 12 mm
Type	Perskabelschoen	Perskabelschoen	Perskabelschoen
Materiaal	E-Cu buis galvanisch verzinkt	E-Cu buis galvanisch verzinkt	E-Cu buis galvanisch verzinkt
Doorsnede	35 mm ²	35 mm ²	150 mm ²
Bestelnummer leverancier/fabrikant (of gelijkwaardig)	R 5/10 fabricaat Klauke	R 5/12 fabricaat Klauke	R 10/12 fabricaat Klauke
HTM artikelnummer:	027276	027278	027280

Tabel 3.14-3 Specificaties schroef kabelschoen.

Kabelschoen	300-630mm ² 2x M16	
Type	Schroef kabelschoen	
Materiaal	Aluminium legering	
Doorsnede	300-630mm ²	
Bestelnummer leverancier/fabrikant (of gelijkwaardig)	3332613127 Batenburg SICON	
HTM artikelnummer:	In een set toepasbaar:	
	1. Eindsluiting onderstation	027075
	2. Eindsluiting master	027083
	3. Eindsluiting voedingspunt	027085
	4. Eindsluiting min	027084

3.14.2.2 Kabelmoffen

De kabelmoffen zijn van het type schroefverbinder en zijn in 2 typen:

1. Grondmof;
2. Splitsmof.

Een grondmof verbindt twee stukken kabel en een splitsmof verbindt drie stukken kabel.

Tabel 3.14-4 Specificaties schroef kabelverbinder.

Kabelverbinder	10-95 mm ²	300-630mm ²
Type	Schroef kabelverbinder	Schroef kabelverbinder
Materiaal	Aluminium legering	Aluminium legering
Doorsnede	10-95 mm ²	300-630mm ²
Bestelnummer leverancier/fabrikant (of gelijkwaardig)	3332601010 Batenburg SICON	3332603010 Batenburg SICON
HTM artikelnummer:	In een set toepasbaar: 6. Grondmof 028268	In een set toepasbaar: 5. Splitsmof 028269 6. Grondmof 028268

Documentnummer: Versie: Datum:	HTM 2012-616 2.2 Februari 2020	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
--------------------------------------	--------------------------------------	---	---

4 Normen

4.1 Algemeen

Een lijst van EN- normen waar men mee moeten werken en idem Duitse voorschriften waar men mee kunnen werken.

Er zijn aan de Duitse normen Nederlandse titels gegeven, die zoveel mogelijk de lading dekken.

4.2 Normen en Europese Voorschriften

De volgende normen, voorschriften en referenties zijn o.a. van toepassing:

NEN-EN 50119:2001 Spoorwegtoepassingen- Vaste opstellingen- Bovenleidingen voor elektrische tractie

NEN 1010-2004 - Veiligheidsbepalingen voor laagspanningsinstallaties

NEN 50122-1 - Railtoepassingen; vaste opstellingen deel 1.

NEN 50122-2 - Spoorwegtoepassingen; vaste opstellingen deel 2.

SPE/NEN 3840 - Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Hoogspanning

SPE 3140:1998 - Bedrijfsvoering van elektrische installaties - Laagspanning

NEN-EN 50110-1:1998 - Bedrijfsvoering van elektrische installaties, aangevuld met NEN 3140.

NEN-EN 50110-2:1998 - Bedrijfsvoering van elektrische installaties (Nationale bijlagen)

Aanvullende normen HTM- Middelen.

Tekennormen en symbolen BVL - symbolenlijst tekening BL007797 - Intern HTM-Middelen

HTM-Middelen bovenleiding constructieboek – HTM-Middelen document.

Werkblad Profiel van Vrije Ruimte versie 0.0, datum 22-03-1995 – HTM-Middelen document.

- UAV;
- EVH;
- Normen voor schilderwerk.

Het volledige bovenleiding concept dient te voldoen aan de norm NEN-EN 50119:2001

Spoorwegtoepassingen - Vaste opstellingen - Bovenleidingen voor elektrische tractie

4.3 Aanvullende lijst van normen en voorschriften

EN 50119	Plaatsgebonden installaties, bovenleidingsystemen voor elektrisch aangedreven voertuigen.	Juni 2001.
EN 50121	Elektromagnetische compatibiliteit, • Deel 1; algemeen • Deel 2: Storende invloeden van spoorwegsysteem op de omgeving. • Deel 3-1; Spoorwegvoertuigen, Trein en compleet voertuig. • Deel 3-2; Spoorwegvoertuigen, gereedschap. • Deel 4; Verstoring en storingsgevoeligheid van signaal- en telecommunicatie-installaties. • Deel 5; Verstoring en storingsgevoeligheid van plaatsgebonden installaties en van installaties voor de energielevering bij spoorwegen	September 2000
EN 50122	Plaatsgebonden installaties • Deel 1; beveiligingsmaatregelen m.b.t. de elektrische veiligheid en de aarding. • Deel 2; beveiligingsmaatregelen tegen de invloed van zwerfstromen veroorzaakt door met gelijkspanning gevoede spoorwegsysteem. • Deel 2/A1; beveiligingsmaatregelen tegen de invloed van zwerfstromen veroorzaakt door met gelijkspanning gevoede spoorwegsysteem. 1^e wijziging.	• Juni 1997 • mei 1998 • april 2002
EN 50123	Plaatsgebonden installaties, Gelijkstroomschakelinstallaties. • Deel 1; Algemeen • Deel 2; Gelijkstroomvermogensschakelaars. • Deel 3; Gelijkstroomscheidingsschakelaars, vermogensschakelaars en aardingsschakelaars voor binnen opstelling. • Deel 4; Gelijkstroomscheidingsschakelaars, vermogensschakelaars en aardingsschakelaars voor buitenopstelling. • Deel 5; Overspanningafleiders en laagspanningsbegrenzers, Specifiek voor toepassing bij gelijkstroomsysteem. • Deel 6; Gelijkstroomschakelinstallaties • Deel 7-1; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met gelijkspanning gevoede spoorweginstallaties. Hoofdstuk 1; Toepassingsaanbevelingen. • Deel 7-2; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met gelijkspanning gevoede spoorweginstallaties. Meetomvormers voor stroommeting en andere stroom meetinstallaties • Deel 7-3; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met gelijkspanning gevoede spoorweginstallaties. Meetomvormers voor spanningsmeting en andere spanningsmeetinstallaties.	februari 2003
EN 50124	Plaatsgebonden installaties • Deel 1; isolatiesamenhang, kruipstroomafstanden en luchtspleten voor alle elektrische en elektronische apparatuur • Deel 2; overspanningen en te nemen veiligheidsmaatregelen	Maart 2001
EN 50125	Milieuomstandigheden voor productie middelen • Deel 1; bij railvoertuigen • Deel 2; bij plaatsgebonden elektrische installaties. • Bijlage; VDE 0115-1. Toegevoegde eisen! • Deel 3 bij signaal en telecommunicatieapparatuur	• September 1999 • December 2002 • Juni 2002 • Januari 2003
EN 50126	Specificatie en eisen te stellen i.v.m. betrouwbaarheid, beschikbaarheid, instandhouding en zekerheid	September 1999

EN 50128	Telecommunicatietechniek, signaaltechniek, techniek voor elektronische gegevensverwerking software voor spoorwegbesturings- en bewakingsinstallaties	Maart 2001
EN 50129	Communicatietechniek, signaaltechniek, techniek voor elektronische gegevensverwerking. Elektronische systemen voor signaaltechniek in relatie met veiligheid	Februari 2003
EN 50149	plaatsgebonden installaties, elektrisch spoorwegverkeer. Profielraden van koper en koperlegeringen.	Maart 2001
EN 50151	plaatsgebonden installaties, Treinexploitatie, eisen te stellen aan standaardisolatoren	Januari 2001 (ontwerp)
EN 50152	plaatsgebonden installaties, bijzondere eisen te stellen aan wisselstroomschakelinstallaties • Deel 1; Eén fase -lastschakelaars met een U max van meer dan 1 kV. • Deel 2; Eén fase -scheidingschakelaars, Aardingsschakelaars en Lastschakelaars met een U max van meer dan 1 kV. • Deel 3-1; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met wisselspanning gevoede spoorweginstallaties. Hoofdstuk 1; Toepassingsaanbevelingen • Deel 3-2; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met wisselspanning gevoede spoorweginstallaties - statische omvormers. • Deel 3-3; Meet-, stuur- en beveiligingsinstallaties voor met wisselspanning gevoede spoorweginstallaties – één fase-spanningsconvertoren.	• Juli 1998 • Maart 1998 • Maart 1999 • Oktober 2001 • December 1996
EN 50153	voertuigen, veiligheidsmaatregelen m.b.t. elektrische gevaren.	
EN 50155	Elektronische installaties in railvoertuigen.	November 2002
EN 50159	Telecommunicatietechniek, signaaltechniek, techniek voor elektronische gegevensverwerking. • Deel 1; Communicatie bij gesloten overdrachtssystemen in relatie tot de veiligheid • Deel 2; Communicatie bij open overdrachtssystemen in relatie tot de veiligheid.	Maart 2001
EN 50163	voedingsspanningen voor spoor/tramwegsysteem.	November 1995
EN 50206	railvoertuigen, kenmerken en keuring van beugels • Deel 1; voor Spoorwegmaterieel • Deel 2; voor sneltrams en Trams	• Maart 1998 • Februari 1999
EN 50238	Afstemming tussen voertuigen en spoorvrijmeldsystemen	Februari 2003
EN 50317	Stroomafname systemen, aanbevelingen voor de waardebeoordeling van simulatie systemen voor de dynamische samenhang tussen beugel en bovenleiding.	Juli 2002
EN 50318	Stroomafname systemen, waardebeoordeling van simulatie systemen voor de dynamische samenhang tussen stroomafnemer en bovenleiding.	Juli 2002
EN 50329	plaatsgebonden installaties, tractietransformatoren	Maart 2003
EN 50345	plaatsgebonden installaties, elektrisch aangedreven voertuigen, kunststofdraden/-kabels	Februari 2004

Documentnummer:	HTM 2012-616	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
Versie:	2.2		
Datum:	Februari 2020		

Verdere voorschriften die in Duitsland van toepassing zijn bij de aanleg en het onderhoud van trambanen!

BO-Strab Voorschriften voor de bouw en exploitatie van trambanen.(Duitse)

Laatste wijziging; 30 april 2003.

VOB Algemene Duitse bouwvoorschriften met specifiek hoofdstuk voor spoorwegbouw.

VDV-Schriften

VDV 4.33.1	Aanbevelingen voor de toepassing van Foutstroom (FI) – beveiligingsrelais bij met gelijkspanning gevoede railsystemen met uitvoeringsvoorbeelden.	Maart 1985
VDV 500	Aardingsmaatregelen bij met gelijkspanning gevoede railsystemen met Uitvoeringsvoorbeelden	Oktober 1991
VDV 501/1	Vermindering van het corrosiegevaar door zwerfstromen in tunnels van met gelijkspanning gevoede railsystemen waarbij de retourstroom via de rails loopt.	April 1993
VDV 501/2	Vermindering van het corrosiegevaar door zwerfstromen in tunnels van met gelijkspanning gevoede railsystemen waarbij de retourstroom via de rails loopt. Meetmethode.	April 1993
VDV 515	Tractie kabels voor met gelijkspanning gevoede railsystemen en trolleybusnetten met een maximale spanning van 750V.	April 1993
VDV 520	Beveiliging van tractie-installaties bij met gelijkspanning gevoede railsystemen tegen maximaal- en kortsluitstromen.	Februari 1995
VDV 521	Tractie-installaties voor met gelijkspanning gevoede railsystemen met recupererende railvoertuigen.	September 97
VDV 525	Beveiliging tegen blikseminslag van tractie-installatie bij met gelijkspanning gevoede railsystemen.	December 2001
VDV 530	Onderhoud van Tractievoeding-, bovenleiding- en verlichtingsinstallaties.	Oktober 1990
VDV 535	Ontwerp en bouw van verlichtingsinstallaties in de nabij van spoor/tramwegen volgens de BO-Strab.	November 1993
VDV 540	Gereedschap geschikt om aan te sluiten op de bovenleiding.	Oktober 1992
VDV 550	Bovenleidinginstallaties voor tram- en sneltramnetten.	April 2003
VDV 551	Bovenleidingmasten en mastfunderingen.	Februari 1999.
VDV 560	Elektrische verwarming van met gelijkspanning gevoede railsystemen.	Mei 1996

###

Bijlage	HTM tekening	Omschrijving	Versie
A	BL006969	Maattekening HTM BVL masten	04

HTM

Technical drawing of three mast types (027007, 027003, 027001) for overhead power lines. The drawing shows the masts in elevation with dimensions in meters. Mast 027007 has a total height of 12m, with segments of 2.7, 2.8, 6.5, and 0.2m. Mast 027003 has a total height of 10.5m, with segments of 2.45, 2.45, 5.6, and 0.2m. Mast 027001 has a total height of 9.5m, with segments of 1.45, 2.45, 5.6, and 0.2m. All masts have a base width of 0.16m and a base height of 1.8m. The base is labeled Ø800mm. The masts are labeled 'Type plaatje' and 'Ø80mm'. The drawing includes a scale bar and a north arrow.

BS = Boven kant spoor
MV = Maaiveld

Masten moeten voldoen aan
HTM voorschriften bovenleiding

Type plaatje 150x80x5 mm
zie tekening BL022332

05			
04	Magazijnnummers toegevoegd	Sewrattan	22-01-2020
03	Tekening nr. 1b type plaatje aangepast	S. Bandhoe	14-07-2016
02	Maatvoering aangepast volgens HTM voorschriften	J. Hyneman	09-02-2011
01	Maatvoering aangepast	AdN	19-01-2011
Rev	Omschrijving	Getekend	Datum
Project		Projectnummer	Datum 02-09-1993
Getekend	Gecontroleerd	Voor vrijgave	Akkoord
HTM Railinfrastructuur	A. de Niet	Naam PL	Beheer

Omschrijving
Maattekening bovenleidingmasten
10kN/9500-10500-12000

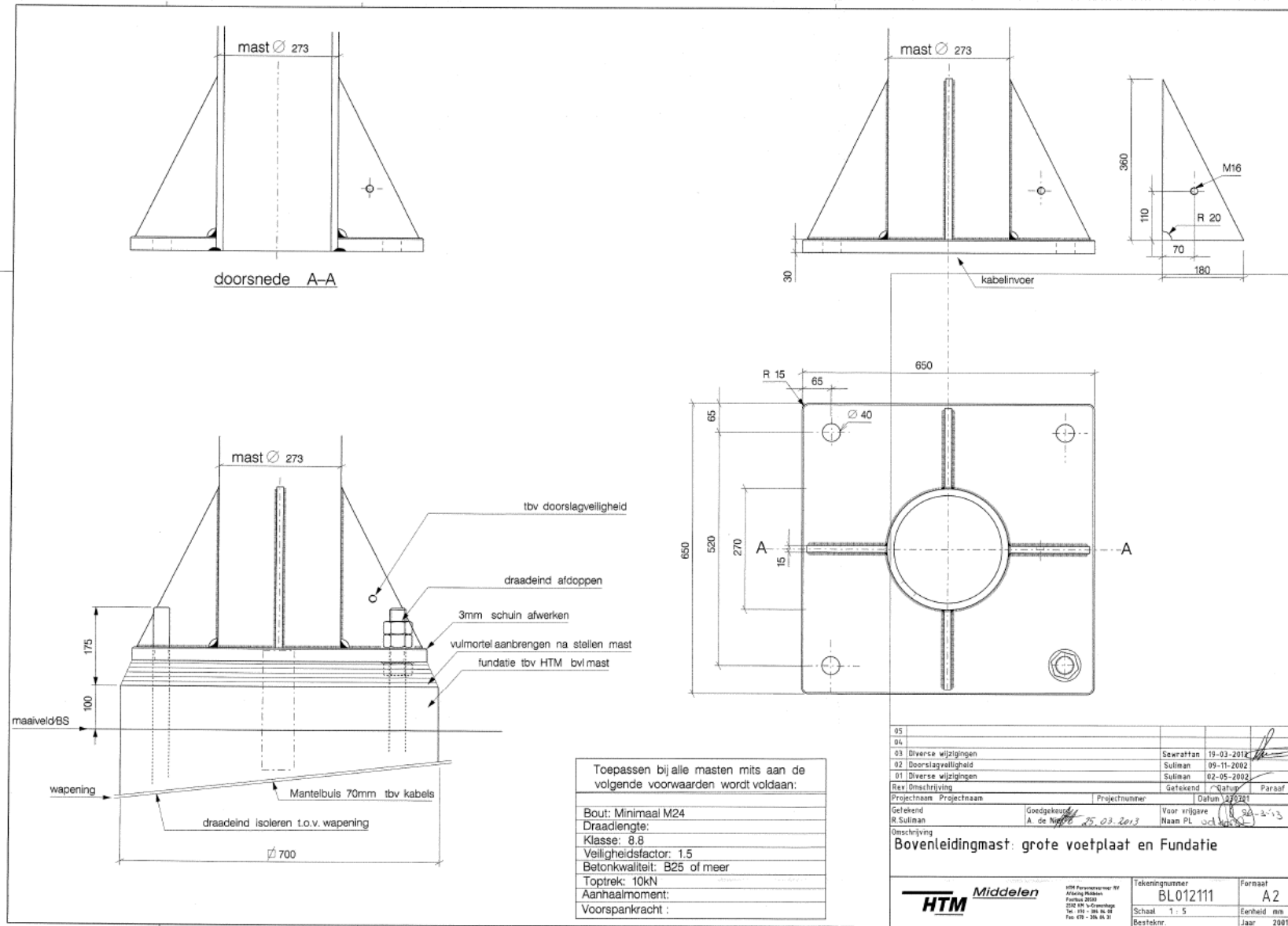
HTM Railinfrastructuur

HTM Personeelservice NV
Afdeling Railinfrastructuur
Postbus 29503
2502 LR 't-Hooftweg
Tel. 070 - 364 04 30
Fax 070 - 364 04 31

Tekeningnummer	Formaat
BL006969	A3
Schaal 150	Eenheid m
Besteknr.	Jaar 2011

Documentnummer:	HTM 2012-616	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsnet	
Versie:	2.2		
Datum:	Februari 2020		

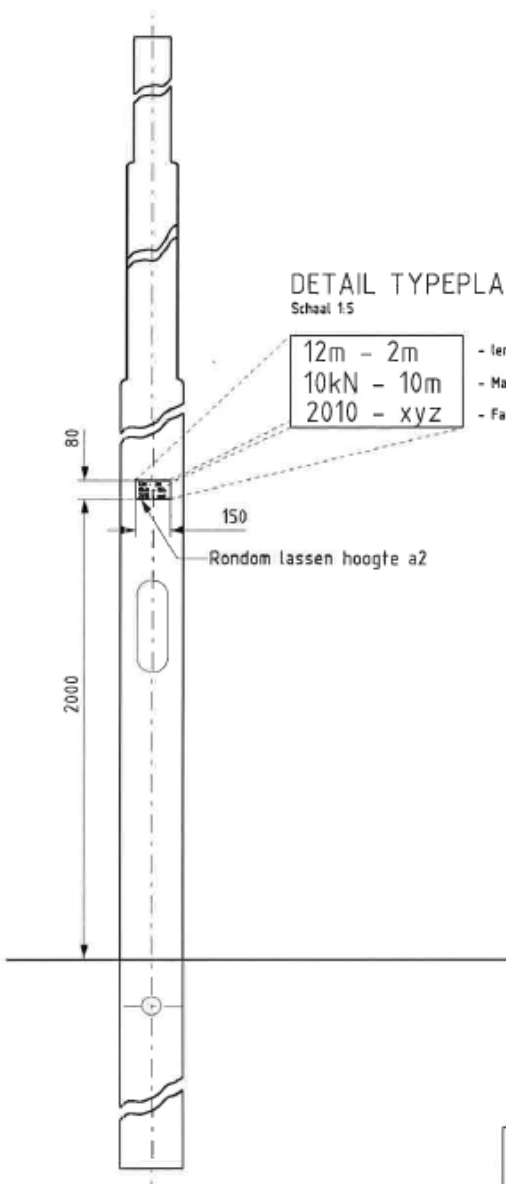
Bijlage HTM tekening Omschrijving Versie
C BL012111 Voetplaat bovenleidingmast 03



Documentnummer:	HTM 2012-616	Voorschrift ALGEMEEN Stroomvoorziening Stadsenet	
Versie:	2.2		
Datum:	Februari 2020		

Bijlage HTM tekening Omschrijving Versie
D BL022332 Mast met typeplaat 00

DETAIL TYPEPLAATJE
Schaal 1:5



12m - 2m - lengte mast in m
10kN - 10m - Maximum topkracht in kN
2010 - xyz - Fabricagejaar / Leverancier

Afmeting typeplaat 150x80x5mm
Tekst moet worden ingeslagen/ geponst

03				
02				
01				
Rev	Omschrijving	Getekend	Datum	Paraaf
	Projectnaam Projectnaam	Projectnummer	Datum 19-01-2011	
	Getekend Johan Sewrattan	Goedgekeurd A. de Nijer	Voor vrijgave Beheer	19-01-2011
	Omschrijving Mast met typeplaatje			



Railinfrastructuur
HTM Personenvervoer NV
Afdeling Railinfrastructuur
Postbus 28503
2502 KM 's-Gravenhage
Tel. 070 - 384 84 08
Fax: 070 - 384 84 31

Tekeningnummer
BL022332

Schaal 1:25

Formaat
A4

Eenheid mm