

Berlagebrug

Mobiele belastingen

Auteur(s)

5.1.2.e

Opdrachtgever

V&OR

Contactpersoon

5.1.2.e

Ingenieursbureau

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	5.1.2.e	Datum
5.1.2.e	5.1.2.e		30-10-20

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Belastingen en Belastingcombinaties	4
2.1	Belasting trammaterieel GVB	4
2.2	Belasting werkmaterieel GVB	6

1 Inleiding

In deze memo worden de belastingen t.g.v. het trammaterieel van het GVB beschreven. Daarnaast worden de regels gegeven voor de combinatie van de mobiele belastingen uit het trammaterieel van het GVB met de mobiele belastingen uit de NEN-EN 1991-2.

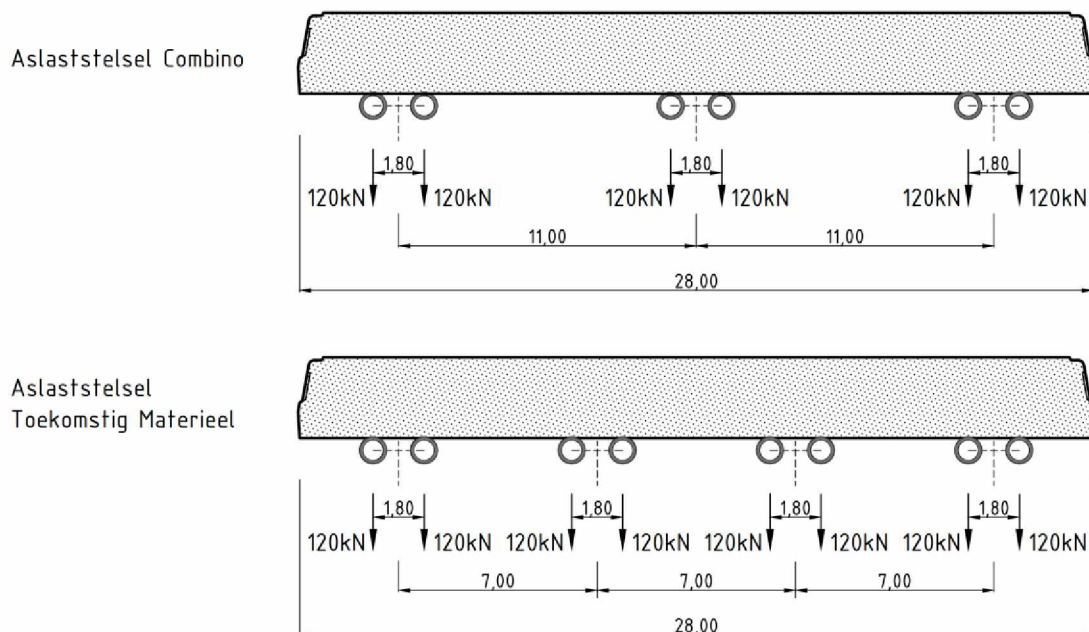
2 Belastingen en Belastingcombinaties

De belastingen door weg- en spoorwegverkeer moeten worden bepaald cf. bijlage 1 van dit document. In bijlage 2 is een overzicht gegeven van het toegepaste trammaterieel bij de Berlagebrug, deze informatie is overgenomen in paragraaf 2.1.

2.1 Belasting trammaterieel GVB

Algemeen:

- Gemiddelde remvertraging en aanzetversnelling: $2,0\text{m/s}^2$.
- Zware remvertraging: $3,0\text{m/s}^2$.
- Noodremvertraging: $4,5\text{m/s}^2$.
- Aantal gekoppelde aslaststelsels: twee stuks.
- Snelheid: conform OVNS Tram infrastructuur.



Figuur 1

Belasting trammaterieel:

- Zijdelingse stoot: 40 kN
- Dynamische belasting: conform NEN-EN 1991-2+C1, spoor.
- Kantelbelasting: ondersteuning van constructies tot 5m uit de spooras dienen op +1,7m BS belast te kunnen worden met een lijnlast van 10 kN/m.
- Aanrijdbelasting: aanrijding onderbouw wand frontaal en zijwaarts conform NEN-EN 1991-1-7,
- bijlage C met werkelijke berekening van de stootbelasting.
- Windbelasting op materieel: conform NEN-EN 1991-1-4 met een materieelhoogte van 3,5m en waarbij in plaats van verkeersband BS dient te zijn aangehouden.
- Vermoeiingsbelasting: conform NEN-EN-1992-2 paragraaf 6.8.

In aanvulling van het gestelde in bijlage 2:

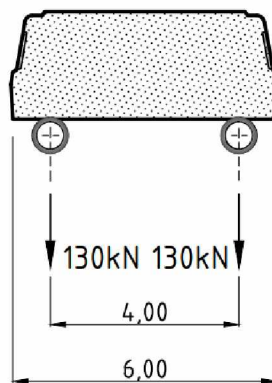
- Belastingscombinaties t.b.v. UGT: rekening houden met zware remvertraging op één spoor en aanzetversnelling op het andere spoor.
- Belasting combinaties t.b.v. calamiteit: rekening houden met noodremvertraging op één spoor en aanzetversnelling op het andere spoor.

2.2 Belasting werkmaterieel GVB

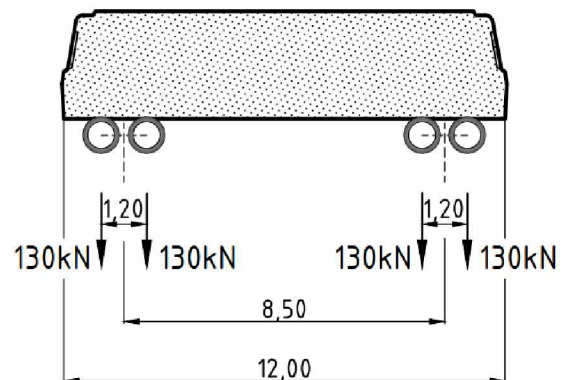
Algemeen:

- Gemiddelde remvertraging en aanzetversnelling: $2,0 \text{ m/s}^2$
- Zware remvertraging: $3,0 \text{ m/s}^2$
- Aantal gekoppelde aslaststelsels: #1 oneindig, #2 één stuk
- Snelheid: 40 km/h

Aslaststelsel 1



Aslaststelsel 2
(stopmachine)



Figuur 2

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Belastingen door tramverkeer

1 Belastingen door tramverkeer

De belastingen door weg- en spoorwegverkeer moeten worden ontleend aan:

NEN-EN 1991-2+C1 Belastingen op constructies – deel 2: verkeersbelastingen op bruggen, met de nationale bijlage NEN-EN 1991-2+C1/NB.

NEN-EN 1991-2 geeft waarden voor belastingen door spoorverkeer, maar dit betreft treinverkeer ('heavy rail').

In artikel 6.1 (3)P van de norm wordt aangegeven dat de gegeven waarden voor de belastingen uit spoorverkeer niet gelden voor metro- en tramlijnen, en dat deze nader vastgesteld moeten worden.

Dit hoofdstuk legt voor de betreffende trambelastingen en de daaraan gerelateerde belastingen de karakteristieke waarden vast van deze belastingen.

De belastinggevallen, belastingcombinaties en momentaanfactoren moeten ontleend worden aan de desbetreffende tabellen en beschrijvingen in de Eurocode(s) voor constructies belast door spoorwegverkeer, waarbij het belastinggeval/laststelsel LM71 en SW/o vervangen dienen te worden door de maatgevende laststelsels voor tram-, metromaterieel vlg. [document TD 001 belastingen door railvoertuigen; Metro en Tram d.d. 21-10-2016](#)

Belastingfactoren dienen ontleend te worden aan

NEN-EN 1990+A1+A1/ C2:2011 nl, Eurocode: grondslagen van het constructief ontwerp en de NEN-EN 1990+A1+A1/ C2:2011/NB:2011 nl, de Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp.

Belastingcombinaties volgens NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 en NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB artikel A2.2.1 algemeen aangevuld met artikel A2.2.4 combinatieregels voor spoorwegbruggen.

Momentaan factoren moeten worden ontleend aan NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 Eurocode – grondslagen van het constructief ontwerp tabel A2.3 – aanbevolen waarden voor psi-factoren voor spoorwegbruggen zijn bindend van toepassing.

1.1 Belastinggevallen

Verticale belastingen
Dynamische effecten
Centrifugaalkrachten
Zijdelingse stootbelasting
Rem- en aanzetkrachten

1.1.1 Verticale belastingen – karakteristieke waarden

zie document TD 001 belastingen door railvoertuigen; Metro en Tram d.d 21-10-2016

1.1.2 dynamische factor

De bepaling van de dynamische effecten worden gegeven in NEN-EN 1991-2+C1 Belastingen op constructies – deel 2: verkeersbelastingen op bruggen, 6.4. De aan te houden ontwerpsnelheid is gelijk aan weergegeven snelheden in onderstaande tabel, verhoogd met een factor 1,1

Ontwerpsnelheid t.b.v. dynamische effecten

Laststelsel	Ontwerpsnelheid
Trammaterieel AVL	70 km/uur
Metro	70 km/uur
Grindtrein 1	40 km/uur
Grindtrein 2	40 km/uur

1.1.3 centrifugaal krachten

Waar het spoor in een boog ligt, moet een centrifugale kracht in rekening gebracht worden
De bepaling van de centrifugaal krachten wordt gegeven in NEN-EN 1991-2+C1 Belastingen op constructies – deel 2: verkeersbelastingen op bruggen, 6.5.1..

In afwijking van het bovengenoemd artikel grijpt de centrifugaal kracht aan op 1,70 m boven bovenkant spoor.

1.1.4 Zijdelingse stoot

Zijdelingse stoot volgens NEN-EN 1991-2+C1 Belastingen op constructies – deel 2: verkeersbelastingen op bruggen, 6.5.2..

Karakteristieke waarde van de zijdelingse stoot $Q_{sk} = 40$ kN. Deze grijpt aan op een hoogte van 1,70 m boven bovenkant spoor.

1.1.5 Rem- en aanzetkrachten

zie document TD 001 belastingen door railvoertuigen; Metro en Tram d.d 21-10-2016

1.1.6 Belastinggroepen en gelijktijdig optreden van belastingen

1.1.6.1 Belastinggroepen en gelijktijdig optreden van belastingen door spoorwegverkeer

- (1) Voor het bepalen van belastinggroepen is tabel 6.11 uit de NEN-EN 1991-2+C1 onverkort van toepassing, waarin de laststelsels LM71, SW/0 en SW/2, vervangen dienen te worden door respectievelijke de laststelsels conform document TD 001 belastingen door railvoertuigen; Metro en Tram d.d 21-10-2016
- (2) Voor de rem- en aanzetkrachten, moet de in § 1.1.5 van dit document, beschreven belastingen gehanteerd te worden;
- (3) Voor de centrifugaal krachten moet de in § 1.1.3 van dit document, beschreven bepaling gehanteerd te worden;
- (4) Voor de zijdelingse stootkrachten moet de in § 1.1.4 van dit document, beschreven belasting en bepaling gehanteerd te worden;
- (5) Voor de Reguliere belastingcombinaties (UGT en BGT), moet de bedrijfsrembelasting (o.b.v. $a_{rem,bedrijf}$), worden gehanteerd. In het geval van Bijzondere belastingcombinaties moet de noodrembelasting (o.b.v. $a_{noodremming}$) worden gehanteerd.
- (6) De uitzonderingen zoals beschreven in de indices 2 en 3 van tabel 6.11, zijn niet van toepassing. De vervangende laststelsels dienen volledig in rekening te worden gebracht.
- (7) In aanvulling op tabel 6.11, dienen bij twee of meer sporen, de rem- en aanzetkrachten ¹, alsmede de in kolom 6.5.3 bepaalde combinatiefactoren, tevens tegengesteld van elkaar beschouwd te worden. De maatgevende situatie dient als toetsingscriterium gehanteerd te worden.
- (8) De belastinggroepen, samengesteld op basis van tabel 6.11 dienen als afzonderlijke karakteristieke veranderlijke belasting te worden beschouwd binnen de te beschouwen belastingcombinaties.

1.1.6.2 Belastingcombinaties belastingen uit spoorverkeer en overig verkeer

- (1) In een situatie, waarbij rail- en wegverkeer, dan wel langzaamverkeer op fiets-, voet- inspectiepaden en perrons, van de zelfde constructie gebruik maken (gemengd gebruik), moet in aanvulling op § 6.8.2 *Belastinggroepen - Karakteristieke waarden van de samengestelde belasting*, NEN-EN 1991-2+C1, punt (1) wel gerekend worden op gelijktijdig voorkomen van railverkeer en voorgenoemde weg- en langzaamverkeer, conform gedefinieerd in de NEN-EN 1991-2+C1, de Nationale bijlage en Vraagspecificatie.

¹ Twee tegengestelde rembelastingen behoeven niet beschouwd te worden.

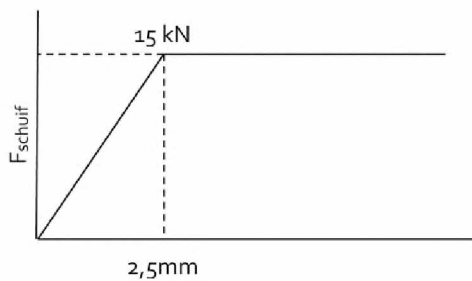
- (2) In voorgenoemde situatie moet binnen de combinatie spoorwegverkeer en wegverkeer, voor de belasting uit wegverkeer, de rijstrookindeling en belasting op de betreffende rijstroken, conform hoofdstuk 4 gehanteerd te worden.
- (3) In voorgenoemde situatie moeten de belastinggroepen railverkeer gecombineerd worden met de hiervoor beschreven belastingen weg- en langzaamverkeer, waarbij een momentaanwaarde $\psi=1,0$ moet worden gehanteerd indien de betreffende belastingen ongunstig werken en een momentaanwaarde $\psi=0$, indien één van de belastingen gunstig werken

1.2 Interactie tussen spoorstaven en kunstwerk

1.2.1 Schuifweerstand van het spoor bij directe railbevestiging

Bij de krachten die optreden als gevolg van temperatuurverschillen dient bij directe railbevestiging uitgegaan te worden van een doorschuifkracht van 15 kN per oplegging (per staaf). Deze kracht treed op bij een (verschil)verschuiving tussen rail en viaduct van 2,5 mm. Bij een grotere verschuiving blijft de kracht constant.

Het voor de spoorstaaf aan te houden profiel is S49.



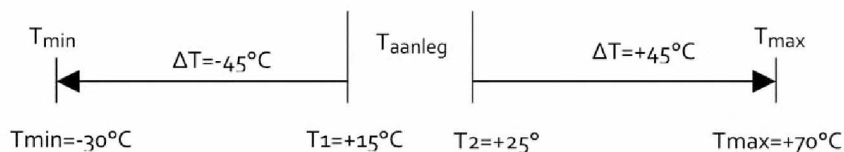
Veerkarakteristiek bevestiging spoorstaaf

1.2.2 Horizontale krachten bij voegloos spoor.

Als het spoor in een boog ligt moet gerekend worden op de spatkracht in het spoor als gevolg van de temperatuurverandering.

Er dient gerekend te worden op een temperatuurverandering van maximaal +45° of -45° Celsius in de spoorstaaf ten opzicht van de legtemperatuur van minimaal 15° en maximaal 25° Celsius.

Minimum- en maximumtemperatuur spoorstaaf

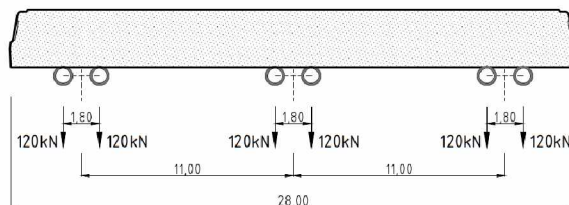


Bijlage 2 - Trammaterieel GVB

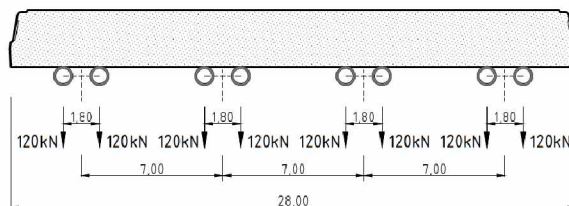
Belasting Trammaterieel

Algemeen : Gemiddelde remvertraging en aanzetversnelling: 2,0m/s²
 Zware remvertraging: 3,0m/s²
 Noodremvertraging: 4,5m/s²
 Aantal gekoppelde aslaststelsels: twee stuks
 Snelheid: conform OVNS Tram infrastructuur

Aslaststelsel Combino



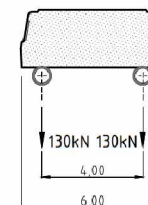
Aslaststelsel Toekomstig Materieel



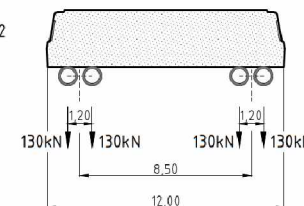
Belasting Werkmaterieel

Algemeen : Gemiddelde remvertraging en aanzetversnelling: 2,0 m/s²
 Zware remvertraging: 3,0 m/s²
 Aantal gekoppelde aslaststelsels: #1 oneindig, #2 één stuk
 Snelheid: 40 km/h

Aslaststelsel 1




Aslaststelsel 2 (stopmachine)



Belasting algemeen

Zijdelingse stoot: 40 kN
 Dynamische belasting: conform NEN-EN 1991-2+C1, spoor.
 Kantelbelasting: ondersteuning van constructies tot 5m uit de spooras dienen op +1,7m BS belast te kunnen worden met een lijnlast van 10 kN/m.
 Aanrijdbelasting: aanrijding onderbouw wand frontaal en zijwaarts conform NEN-EN 1991-1-7, bijlage C met werkelijke berekening van de stootbelasting.
 Windbelasting op materieel: conform NEN-EN 1991-1-4 met een materieelhoogte van 3,5 m en waarbij in plaats van verkeersband BS dient te zijn aangehouden.
 Vermoeiingsbelasting: conform NEN-EN-1992-2 paragraaf 6.8.
 Belastingcombinaties: rekening houden met noodremvertraging op één spoor en aanzetversnelling op het andere spoor.

		<h1>Metro en Tram</h1>		Stationsplein 7 Postbus 2181 1000 CD Amsterdam Telefoon: 020 2553000	
Opdrachtgever:					
Project: Belasting door railvoertuigen					
Onderdeel:					
Status: Definitief	Fase: 5.1.2,e	Behoort bij:	Schaal:		
5.1.2,e		Goedgekeurd en vrijgegeven:	Paraaf:	Datum: 12-10-2016	Formaat: A3x1
Projectnummer:	Tekeningnummer: TD.001	Bladnummer: 01	Aantal bladen:	Wijziging: A	
Auteursrechten voorbehouden			Documentnr:	Plotdatum: 12-10-2016	
Bestandsnaam:					