

RAPPORT

Uitgangspuntenrapport herberekening IJsselbrug A12

40B-100 en 40B-111

Klant: Rijkswaterstaat

Referentie: T&P-BF7387-R001-F1.0

Status: 1.0/Definitief

Datum: 14 februari 2020



Projectgerelateerd



HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Uitgangspuntenrapport herberekening IJsselbrug A12

Ondertitel: Uitgangspuntenrapport IJsselbrug A12
Referentie: T&P-BF7387-R001-F1.0
Status: 1.0/Definitief
Datum: 14 februari 2020
Projectnaam: Herberekening en versterkingsontwerp IJsselbrug A12
Projectnummer: BF7387
Auteur(s): Ernst Klamer

Opgesteld door: Ernst Klamer

Gecontroleerd door: Rob Soetekouw

Datum/paraaf: 14-02-2020

Goedgekeurd door: Karel Vis

Datum/paraaf: 14-02-2020

Classificatie
Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and ISO 45001:2018.

Inhoud

1	Inleiding	8
1.1	Aanleiding voor het project	8
1.2	Doelstelling	8
1.3	Scopeafbakening	9
1.4	Projectfasering	12
2	Inventarisatie archiefgegevens	13
2.1	Algemene geschiedenis	13
2.2	Algemene constructieomschrijving	15
2.2.1	Aanbruggen	15
2.2.2	Hoofdbruggen	16
2.2.3	Onderbouw	17
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten herberekening	19
3.1	Beschikbare documenten	19
3.2	Normen en richtlijnen	19
3.2.1	Normen	19
3.2.2	Richtlijnen	20
3.2.3	Contractdocumenten	20
3.2.4	Normen en voorschriften ten tijde van het ontwerp van de bestaande brug	21
3.3	Restlevensduur, gevolg- en betrouwbaarheidsklasse	21
3.3.1	Restlevensduur en referentieperiode	21
3.3.2	Gevolgklasse	21
3.3.3	Betrouwbaarheidsklasse	21
4	Materiaalgegevens	22
4.1	Constructiestaal	22
4.1.1	Materiaaleigenschappen	22
4.1.2	Doorsnedeclassificatie	22
4.1.3	Partiële materiaalfactoren	22
4.2	Klinknagels	23
4.2.1	Materiaaleigenschappen	23
4.2.2	Partiële materiaalfactoren	23
4.3	Beton	24
4.3.1	Materiaaleigenschappen	24
4.3.2	Krimp en kruip eigenschappen	24
4.3.3	Partiële materiaalfactoren	25
4.4	Betonstaal	25
4.4.1	Materiaaleigenschappen	25
4.4.2	Partiële materiaalfactoren	26

4.5	Voorspanstaal	26
4.5.1	Materiaaleigenschappen	26
4.5.2	Partiële materiaalfactoren	26
5	Bouwfasering	27
5.1	Aanbruggen	27
5.2	Hoofdbrug	29
6	Belastingen	31
6.1	Permanente belastingen	31
6.1.1	Eigengewicht staal (BG1)	31
6.1.2	Eigengewicht voorgespannen beton (BG2) en gewapend beton (BG5)	31
6.1.3	Voorspanning (BG3) en voorspanverlies (BG10)	33
6.1.4	Vijzelen (BG4) en aflaten (BG6)	35
6.1.5	Asfaltverharding (BG7)	35
6.1.6	Overige blijvende belastingen (BG8)	37
6.1.7	Krimp en kruip (BG9)	42
6.2	Verkeersbelasting	43
6.2.1	Rijstrookindeling	43
6.2.2	Rijstrookindeling V1 - Normale situatie	43
6.2.3	Rijstrookindeling V2 - Noodgeval	51
6.2.4	Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 1	55
6.2.5	Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 2	56
6.2.6	Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 3	56
6.2.7	Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 4	56
6.2.8	Invloedslengte	57
6.2.9	Correctiefactoren	57
6.2.10	Horizontale verkeersbelastingen	61
6.2.11	Verticale belastingen op inspectiepaden	62
6.2.12	Horizontale belastingen op inspectiepaden	63
6.3	Buitengewone belastingen	63
6.3.1	Algemeen	63
6.3.2	Aanrijdingskrachten op voertuigkeringen	64
6.3.3	Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op het dek	65
6.3.4	Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op de onderbouw	65
6.3.5	Stootbelasting op de ondersteunende onderbouw door wegvoertuigen	68
6.3.6	Stootbelasting op de bovenbouw door wegvoertuigen	69
6.3.7	Verkeersongeval op het brugdek	70
6.4	Windbelasting	71
6.4.1	Algemeen	71
6.4.2	Aanbrug	72
6.4.3	Hoofdbrug	75
6.4.4	Reducitiefactor windbelasting i.v.m. referentieperiode	79
6.5	Temperatuursbelasting	80
6.5.1	Reducitiefactor temperatuurbelasting i.v.m. referentieperiode	85

6.6	Sneeuwbelasting	85
6.7	Zettingen	86
6.8	Variabele belasting warmwaterleiding	86
6.9	Belastingsfactoren en -combinaties	87
6.9.1	Belastingsfactoren	87
6.9.2	Combinatiefactoren, ψ -factoren	88
6.9.2.1	Combinatiefactoren volgens norm	88
6.9.2.2	Gereduceerde combinatiefactoren	89
6.9.3	Belastingscombinaties	90
6.9.3.1	Belastingcombinaties volgens norm	90
6.9.3.2	Gereduceerde belastingcombinaties	94
6.10	Vermoeiing	95
6.10.1	Toelichting aanpak vermoeiingberekening	95
6.10.2	Gedetailleerd belastingmodel voor vermoeiing	99
6.10.3	Combinatie van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken en konvooien	103
6.10.4	Ontwikkeling in de tijd	104
6.10.5	Dynamische effecten door onvlakheden	105
6.10.6	Vergrotingsfactor bij voegovergangen	105
6.10.7	Geometrie en contactvlakken van de wielen	106
6.10.8	Detailcategorie verbindingen	107
7	Hoofdbrug	108
7.1	Beschrijving constructie	108
7.1.1	Hoofdliggers	108
7.1.2	Dwarsdragers	110
7.1.3	Consoles	111
7.1.4	Dekconstructie	112
7.1.5	K-verbanden	112
7.1.6	Portalen	113
7.2	Opleggingen	116
7.3	Materiaaloverzicht	118
7.4	Modellering van de hoofdbrug	120
7.4.1	Globaal model	120
7.4.1.1	Bouwfasering	120
7.4.1.2	Hoofdliggers	121
7.4.1.3	Dekconstructie	122
7.4.1.4	Dwarsdragers en consoles	124
7.4.1.5	K-verbanden	125
7.4.1.6	Portaal A	126
7.4.1.7	Portaal B	127
7.4.1.8	Portaal C	128

7.4.1.9 Opleggingen	129
7.4.2 Lokale model	131
7.4.2.1 Hoofdligger	132
7.4.2.2 Dwarsdragers/Consoles	133
7.4.2.3 K-verband	133
7.4.2.4 Dekconstructie	134
7.4.3 Hybride modellen	135
7.5 Validatie	139
7.5.1 Globale model	139
7.5.2 Lokale model	148
7.5.3 Hybride modellen	149
8 Aanbruggen	152
8.1 Beschrijving van constructie	152
8.1.1 Hoofdliggers	152
8.1.2 Dwarsdragers	153
8.1.3 K-verbanden	155
8.1.4 Betondek	156
8.1.5 Verlengde consoles	158
8.2 Opleggingen	159
8.3 Materiaaloverzicht	160
8.4 Modellering van aanbruggen	161
8.4.1 Gemodelleerde brug	161
8.4.2 Bouwfasering	161
8.4.3 Hoofdliggers	163
8.4.4 Dwarsdragers	164
8.4.5 K-verbanden	166
8.4.6 Betondek	167
8.4.7 Stijfheid beton	168
8.4.8 Voorspanning	169
8.4.9 Vijzelen en aflaten	169
8.4.10 Krimp en kruip	169
8.4.11 Opleggingen	170
8.5 Validatie	171
9 Plan van Aanpak versterkingsmaatregelen	178
9.1 Algemeen	178
9.2 Voorlopig Ontwerp	178
9.3 Definitief Ontwerp	179

Bijlagen

- Bijlage A – Overzicht tekeningen
- Bijlage B – Overzicht berekeningen
- Bijlage C – Overzicht bestekken
- Bijlage D – Overzicht Overige documenten
- Bijlage E – Blijvende belastingen
- Bijlage F – Verkeersbelastingen
- Bijlage G – Windbelastingen
- Bijlage H – Temperatuurbelasting
- Bijlage I – Overige veranderlijke belastingen
- Bijlage J – Belastingcombinaties
- Bijlage K – Vermoeiingsbelastingen
- Bijlage L – Invloedslijnen
- Bijlage M – Toeslag gewicht staalconstructie
- Bijlage N – Stijfheid beton
- Bijlage O – Invoer SCIA – Hoofdbrug globaal model
- Bijlage P – Invoer SCIA - Aanbruggen
- Bijlage Q – Invoer SCIA – Hoofdbrug lokaal model

Versie	Uitgave	Datum
D0.1	Conceptversie H1 t/m H5	5-3-2018
D0.2	Opmerkingen interne toetsing (Rso) verwerkt	8-3-2018
D0.3	Conceptversie H5 t/m H9 toegevoegd (oude H5 is H6 geworden). Commentaar Frank van Dooren en Sjoerd Wille (RWS) H1 t/m 5 verwerkt	10-4-2018
D0.4	Opmerkingen interne toetsing (Rso) verwerkt	12-4-2018
D0.5	Opmerkingen externe toetsing RWS verwerkt	25-5-2018
F1.0	Definitieve versie	31-5-2018
F1.1	Windbelastingen aangepast o.b.v. input Rijkswaterstaat/TNO (§ 6.4) Gereduceerde belastingcombinaties toegevoegd o.b.v. input Rijkswaterstaat/TNO (§ 6.9) Verbindingen diagonalen (hoofdbrug/aanbrug) en dwarsdragers (aanbrug) aangepast naar scharnierend om zwakke as (§ 7.4 en § 8.4) Detailcategorieën vermoeiing toegevoegd (§ 6.10.8)	14-8-2018
F1.2	Opmerkingen sterkte-berekeningen aanbrug/hoofdbrug verwerkt <ul style="list-style-type: none"> - Oplegcondities aangepast (§ 7.4.1.9 en § 8.4.11) - Beschrijving hybride model portaal B toegevoegd (§ 7.4.3) - Validatie geupdate (§ 7.5 en § 8.5) - Gereduceerde windbelasting o.b.v. cscd = 0,85 en b/dtot o.b.v. twee bruggen (§ 6.4) - Temperatuurbelasting onderrand portaal verwijderd (§ 6.5) - Tekst en figuren vermoeiingsaanpak geupdate (§ 6.10) 	29-1-2019
F2.0	Beschrijving hybride modellen toegevoegd (§ 7.4.3) Validatie hybride modellen toegevoegd (§ 7.5.3)	14-2-2020

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het project

Uit verificatiestudies uitgevoerd door Rijkswaterstaat Grote Projecten en Onderhoud (RWS GPO) is gebleken dat verschillende details in de hoofddraagconstructie van de IJsselbrug bij Westervoort in de Rijksweg A12 naar alle waarschijnlijkheid onvoldoende (rest)levensduur op vermoeiing hebben. De problemen doen zich met name voor in verschillende gelaste en geklonken verbindingdetails, met relatief lage vermoeiingsclassificaties. Op basis van deze bevindingen zijn in de periode April-Mei 2017 met spoed inspecties aan de brug uitgevoerd. Aan de hand van deze inspecties is vastgesteld dat er op dit moment nog geen sprake is van meetbare vermoeiingsschade aan de hoofddraagconstructie. Desalniettemin voldoet de brug dus rekentechnisch naar alle waarschijnlijkheid niet en dient deze versterkt te worden om een restlevensduur van minimaal 30 jaar te kunnen garanderen. Tot het moment van versterken zal de veiligheid van de brug geborgd worden door middel van een geïntensiveerd inspectieregime.

Om de werkelijke omvang van het probleem en de benodigde verstekings- en/of beheersmaatregelen vast te stellen dient een algehele herberekening van de brug (op zowel sterkte en vermoeiing) en een versterkingsontwerp uitgevoerd te worden.

In deze rapportage worden de uitgangspunten voor de herberekening van de brug vastgesteld.

1.2 Doelstelling

De herberekening van de IJsselbrug inclusief het ontwerp en de specificatie van de benodigde verstekings- en/of beheersmaatregelen heeft tot doel om de brug weer te laten voldoen aan de vereiste normveiligheid voor een beoogde restlevensduur van minimaal 30 jaar. Toetsing vindt plaats volgens NEN 8700/NEN 8701, RBK 1.1 en ROK 1.4 op basis van gebruiksniveau voor de bestaande/gehandhaafde constructiedelen en verbouwniveau voor versterkingen, inclusief 30 jaar restlevensduur op vermoeiing.

1.3 Scopeafbakening

De IJsselbrug in de A12 bestaat uit 3 parallel liggende brugconstructies: 2 westelijk gelegen staalbeton-(aanbruggen) en staalconstructies (hoofdbruggen) met bouwjaar 1961 en 1964 en 1 oostelijk gelegen geheel betonnen brug met bouwjaar 1990.

De binnen deze opdracht te beoordelen en te versterken brugconstructies beperken zich tot de staalbeton-bruggen en de stalen bruggen. Herberekening en versterking van de oostelijke geheel betonnen brug valt buiten de scope van deze opdracht. Waar in dit document wordt gerefereerd aan een westelijke dan wel oostelijke IJsselbrug wordt daarom 1 van de 2 stalen/staalbeton bruggen bedoeld, en niet de naastgelegen geheel betonnen brug.

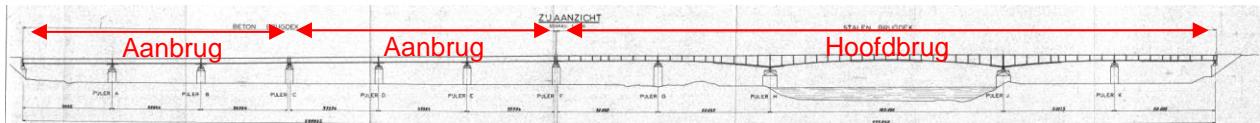


Figuur 1 – Overzicht van de verschillende afzonderlijke brugconstructies van de IJsselbrug [uitvraag]

De beide bruggen bestaan achtereenvolgens ieder uit 3 brugdelen: 2 aanbruggen met ieder 3 velden die zich geheel boven de Noordelijke uiterwaard bevinden, en een hoofdbrug met 5 velden waarvan de middelste de hoofdbrug van 105m over de rivier de IJssel vormt. In totaal zijn beide bruggen ieder 536 meter lang.

De aanbruggen zijn staal-betonbruggen bestaande uit twee stalen hoofdliggers en dwarsdragers samenwerkend met het betonnen rijdek dat uitkraagt buiten de hoofdliggers. Ter plaatse van de einddwarsdragers zijn consoles aanwezig, ter plaatse van de overige dwarsdragers niet.

De hoofdbruggen bestaan uit 2 stalen hoofdliggers met variabele constructiehoogte met daartussen dwarsdragers met daarop een orthotroop stalen rijdek met open verstijvers (bulbs). Buiten de hoofdliggers is het orthotrope rijdek ondersteund door uitkragende consoles die aanwezig zijn in het verlengde van elke dwarsdrager.



Figuur 2 – Zijaanzicht van de IJsselbrug [A.46205A]

De topcode van RWS voor de oostelijk gelegen brug is 40B-100. De topcode van RWS voor de westelijk gelegen brug is 40B-111.

De hoofddraagconstructies en rijvloeren van beide bruggen worden in zijn geheel doorgerekend op statische sterkte en stabiliteit, van het meest Noordelijke tot het meest Zuidelijke steunpunt, inclusief opleggingen, vijzelpunten en voegen. Daarnaast worden de hoofddraagconstructies inclusief de dwarsdragers doorgerekend op vermoeiing. De stalen orthotrope rijvloer van de hoofdbruggen hoeft niet op vermoeiing doorgerekend te worden omdat deze in stand wordt gehouden middels een inspectieregime. Op basis van de herberekening zal, indien noodzakelijk, een definitief versterkingsontwerp voor de bruggen gemaakt worden.

Op basis van de oplegreacties in de huidige en versterkte situatie zal voor de onderbouw (pijlers en paalfunderingen) van beide bruggen een beoordeling plaats vinden door middel van een vergelijking met de oorspronkelijke ontwerpbelastingen met het uitgangspunt dat de sterkte van de onderbouw normatief niet is veranderd. Indien noodzakelijk zal een advies gegeven worden over in hoeverre verdere herberekening aan de onderbouw benodigd is en in hoeverre de normatieve sterkte van de onderbouw veranderd kan zijn.



Figuur 3 – De IJsselbrug gezien vanaf de zuidoever van de IJssel [uitvraag]



Figuur 4 – De IJsselbrug gezien vanaf de zuidoever van de IJssel [Cyclomedia]



Figuur 5 – Luchtfoto IJsselbrug (2017) [Cyclomedia]

1.4 Projectfasering

Binnen de opdracht worden de volgende fases onderscheiden, waarin onderstaande (deel)producten opgeleverd dienen te worden:

Fase 1: Opstellen nota van uitgangspunten (Onderdeel A paragraaf 1.11 RBK)

Fase 2: Voorbereiden en uitvoeren herberekening: Hierbij worden onderdelen B t/m F uit paragraaf 1.11 van de RBK doorlopen (B. archiefonderzoek, C. constructieve inspectie, D. onderzoek (waar nodig), E. verificatieberekening, F. beoordeling). De gehele constructie zal op zowel sterkte als vermoeiing worden doorgerekend en getoetst (m.u.v. de orthotrope stalen rijvloer op vermoeiing).

Fase 3: Ontwerpen versterkingen: Voor de onderdelen waarvoor in Fase 2 wordt geconcludeerd dat ze niet voldoen dienen versterkingsmaatregelen te worden ontworpen op VO niveau en geraamd volgens de SSK-2010 systematiek. Fasering en afschatting van hinder door uitvoering maken onderdeel uit van deze fase.

Fase 4: Beoordeling constructie in toekomstige situatie en definitief ontwerp (DO, in overeenstemming met Hoofdstuk 7 van de ROK) versterkingsmaatregelen: Hierbij worden definitieve berekeningen gemaakt van de versterkte brugconstructie met een rekenkundige onderbouwing van de versterkingen. Definitieve ontwerptekeningen worden opgesteld op basis waarvan het ontwerp uitgewerkt kan worden tot een uitvoeringsontwerp. Een voorstel voor een optimale uitvoeringsfasering wordt opgesteld.

Fase 5: Opstellen vraagspecificatie voor het realisatiecontract: Ondersteuning van de Opdrachtgever bij de aanbesteding van het realisatiecontract en toetsing daarvan.

Deze rapportage geeft het resultaat van **Fase 1 (nota van uitgangspunten)**.

2 Inventarisatie archiefgegevens

2.1 Algemene geschiedenis

Onderstaand is een overzicht gegeven van de geschiedenis van de IJsselbrug.

- 1941 Start bouw talud/landhoofden
- 1943 Bouw gestaakt i.v.m. de Tweede Wereldoorlog
- 1961 Openstelling oostelijke IJsselbrug
- 1964 Openstelling westelijke IJsselbrug
- 1975 Verbreden beide bruggen met inspectiepaden op verlengde consoles
- 1977 Conserveren oostelijke IJsselbrug
- 1985 Herstel betonnen pijlers
- 1989 Conserveren westelijke IJsselbrug
- 1990 Herstel betondek/schampkanten beide bruggen en aanbrengen ZOAB
- 1990 Rijrichting oostelijke IJsselbrug omgedraaid i.v.m. openstelling derde IJsselbrug (betonbrug)
- 2007 Herstel betonnen pijlers en landhoofden

Enkele van deze gebeurtenissen worden onderstaand uitgebreider toegelicht

1941-1943 Bouw onderbouw

Voor de tweede wereldoorlog werd begonnen met de aanleg van de landophogingen voor de A12. Volgens de beeldbank van Rijkswaterstaat werden ook de landhoofden en mogelijk ook de pijlers voor de 2^e wereldoorlog gemaakt. In 1943 is de aanleg van de A12 gestaakt in verband met de 2^e wereldoorlog.



Figuur 6 – Bouw talud/landophoging (1941) [Bron:
<https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Auke Leen]

1959-1961 Bouw oostelijke IJsselbrug

Na de tweede wereldoorlog werd in 1961 eerst de oostelijke IJsselbrug gerealiseerd. De afzonderlijke brugsecties zijn in Dordrecht (hoofdbruggen) en Rotterdam (aanbruggen) gefabriceerd en deze zijn op pontons naar de locatie in de IJssel gebracht en daar aan elkaar geklonken.



Figuur 7 – Bouw aanbruggen [Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Auke Leen]



Figuur 8 – Bouw aanbrug [Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Afdeling Multimedia Rijkswaterstaat]



Figuur 9 – Betondek aanbruggen [Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Auke Leen]



Figuur 10 – Bouw noordelijke aanbrug [Bron: <https://beeldbank.rws.nl>, Rijkswaterstaat / Afdeling Multimedia Rijkswaterstaat]

1964 Bouw westelijke IJsselbrug gereed

De westelijke IJsselbrug is direct na de oostelijke gebouwd en is in 1964 gereedgekomen.

1975 Verbreding brug met inspectiepaden

In 1975 is de brug verbreed door de consoles te verlengen met een staalprofiel, met daarop looproosters t.b.v. een inspectiepad. Dit is over de gehele lengte van de beide bruggen uitgevoerd, aan beide zijden van elke brug.

1990 Bouw 3^e IJsselbrug

In 1990 is de 3^e IJsselbrug (betonbrug) gereedgekomen. Met het beschikbaar komen van deze brug is grootschalig onderhoud aan de oostelijke brug uitgevoerd. Na het uitvoeren van het onderhoud is de rijrichting van de oostelijke brug veranderd, zodanig dat het verkeer nu van Arnhem richting Duitsland rijdt.

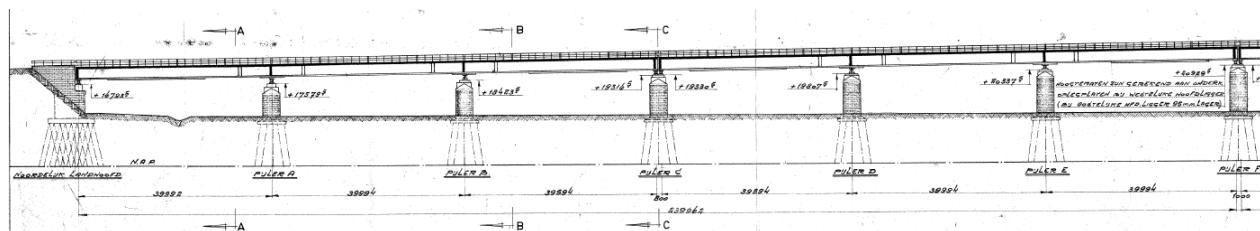
2.2 Algemene constructieomschrijving

De IJsselbrug is gelegen in de A12 over de IJssel nabij Arnhem/Velp. De brug bestaat uit meerdere afzonderlijke bruggen, zowel staalbruggen (hoofdbruggen) als staal-betonbruggen (aanbruggen).

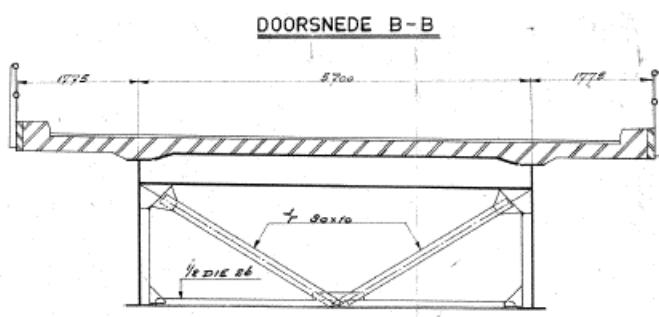
De Oostelijke brug biedt thans plaats aan de hoofdrijbaan van de A12 met 2 rijstroken in de richting van Duitsland. De Westelijke brug biedt plaats aan een parallelrijbaan tussen knooppunt Velperbroek en de afslag Westervoort. In het verleden is de rijstrookindeling anders geweest, zoals in paragraaf 2.1 toegelicht. De beide bruggen hebben een grotendeels gelijk ontwerp en bestaan ieder uit 3 brugsecties gescheiden door voegen: 2 aanbruggen met ieder 3 velden die zich geheel boven de Noordelijke uiterwaard bevinden, en een hoofdbrug met 5 velden waarvan de middelste de hoofdbrug van 105m over de rivier de IJssel vormt. In totaal zijn beide bruggen 536 meter lang.

2.2.1 Aanbruggen

De beide aanbruggen (Oost en West) bestaan ieder uit 2 afzonderlijke delen met 3 velden op 4 steunpunten (gescheiden door een voeg) met overspanningen van circa 40 meter. De hoofddraagconstructie van de aanbruggen is opgebouwd uit 2 stalen hoofdliggers met ertussen geklonken dwarsdragers en dwarsverbanden met daarop een betonnen rijvloer. De staalconstructie en het betonnen dek werken constructief samen.



Figuur 11 – Zijaanzicht vanuit Westelijke richting op de aanbruggen [A.22646]

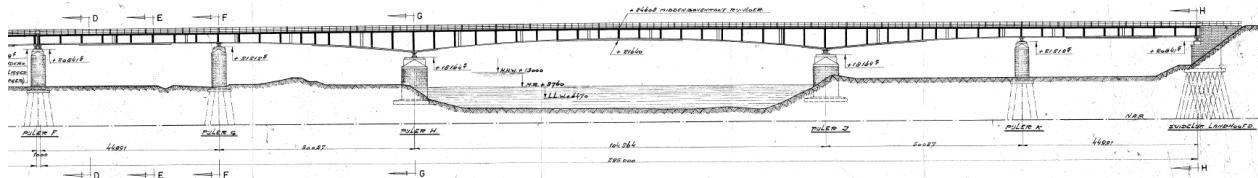


Figuur 12 – Dwarsdoorsnede van één van de aanbruggen [A.22646]

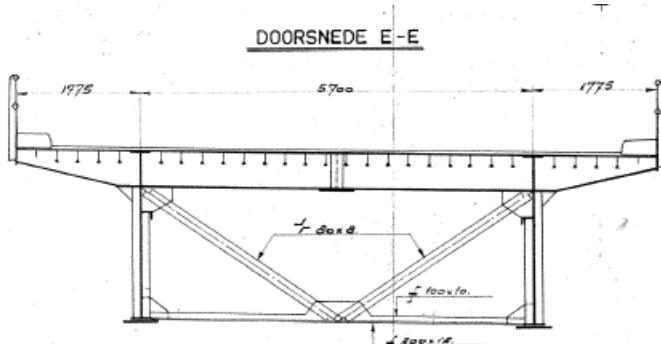
Een meer gedetailleerde beschrijving van de constructie van de aanbruggen is beschreven in hoofdstuk 8.1.

2.2.2 Hoofdbruggen

De hoofdbrug is een geheel stalen constructie met 5 velden op 6 steunpunten, bestaande uit 2 hoofdliggers met variabele hoogte met daartussen geklonken dwarsdragers en dwarsverbanden met daarop een stalen orthotope rijvloer met open doorlopende verstijvers (bulbs).



Figuur 13 – Zijaanzicht vanuit Westelijke richting op de hoofdbruggen [A.22646]

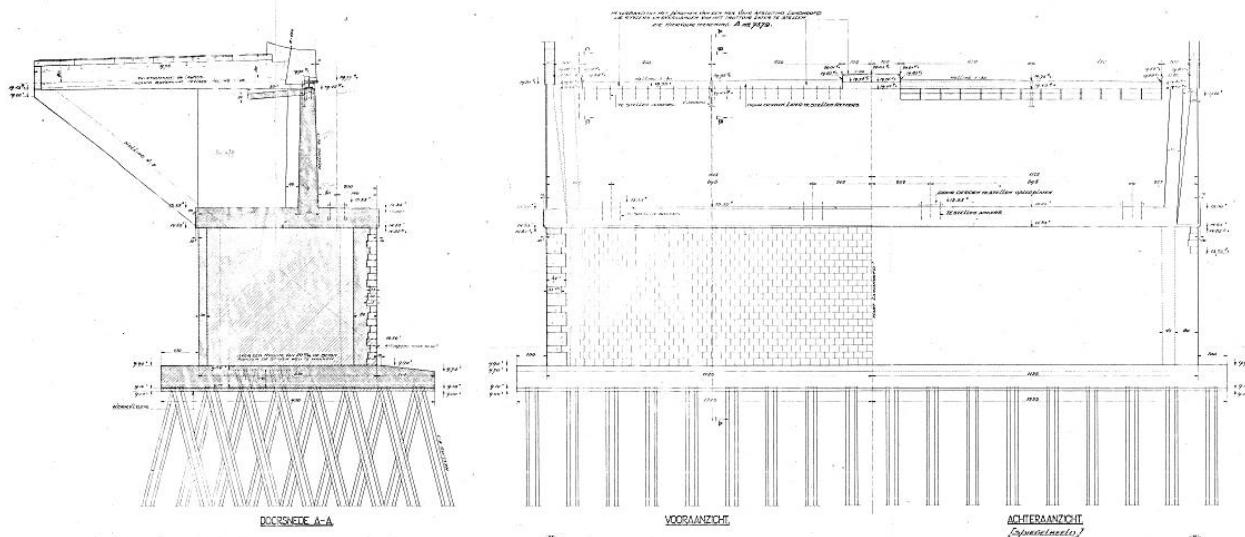


Figuur 14 – Dwarsdoorsnede van één van de hoofdbruggen [A.22646]

Een meer gedetailleerde beschrijving van de constructie van de hoofdbrug is beschreven in hoofdstuk 7.1.

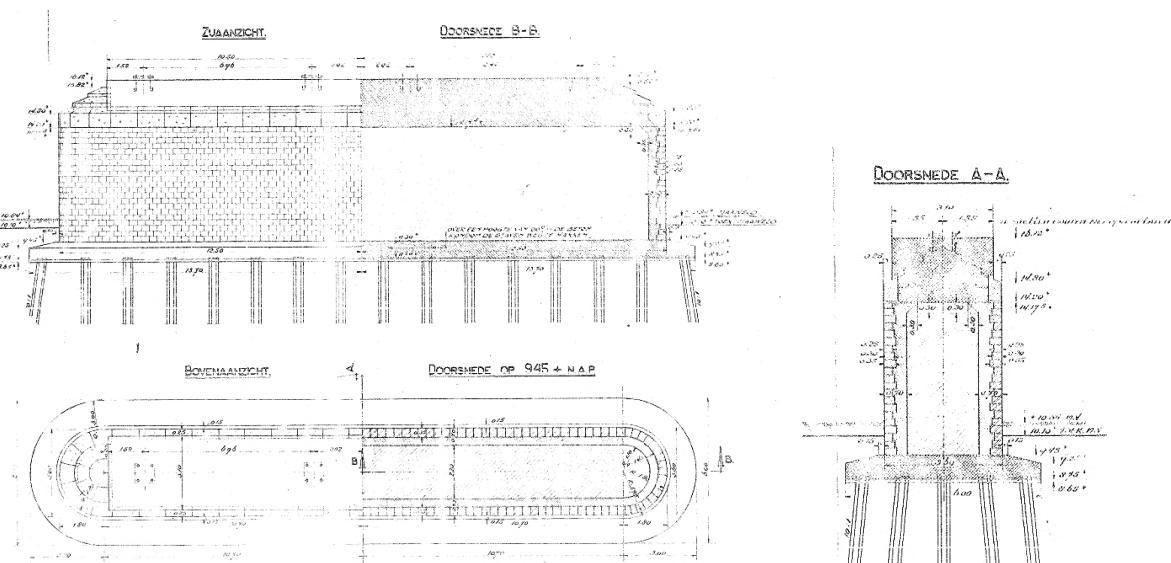
2.2.3 Onderbouw

De onderbouw bestaat uit 10 betonnen pijlers met metselwerk bekleding, en 2 betonnen landhoofden met metselwerk bekleding. De betonnen landhoofden bestaan, van onder naar boven, uit funderingspalen met een schoorstand 1:4, een betonvloer, betonwanden afgewerkt met metselwerk, met daarop een betonnen L-wand met vleugelwanden.



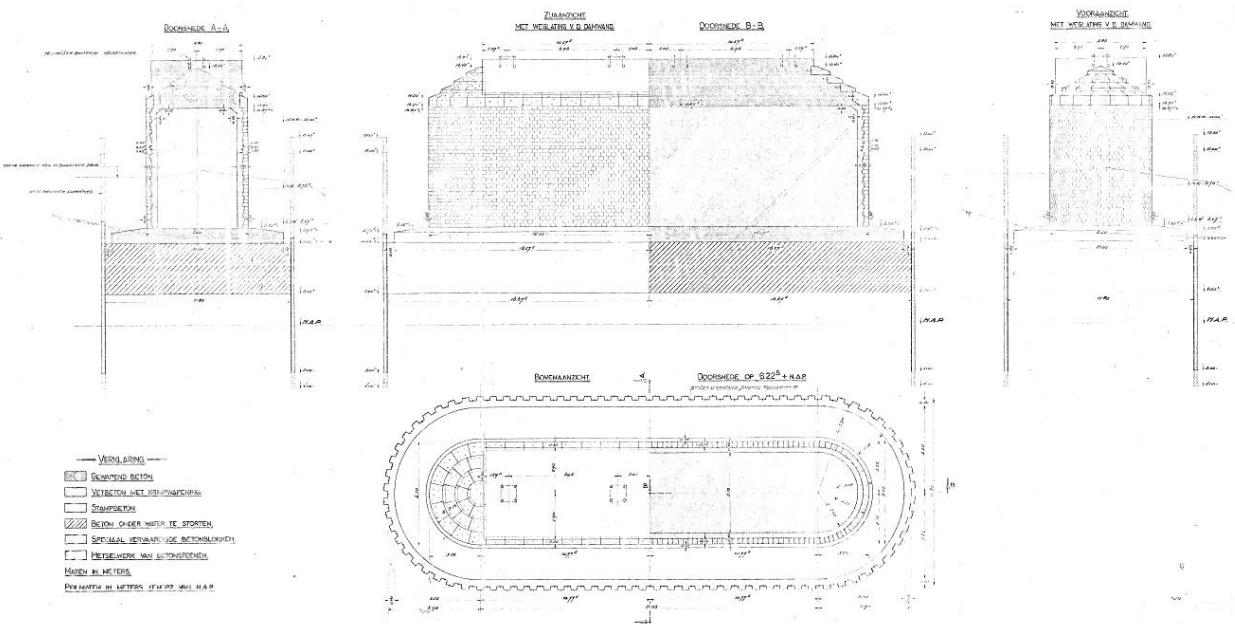
Figuur 15 – Dwarsdoorsnede en voor- en achteraanzicht noordelijk landhoofd [C.4348]

De pijlers A, B, C, D, E, F, G en K zijn gefundeerd op palen, en bestaan uit een betonnen vloerplaat, betonnen wanden afgewerkt met metselwerk en een betonnen bovenzijde.



Figuur 16 – Zij- en bovenaanzicht en dwarsdoorsnede pijlers A, B, C, D, E, F, G en K [C.4461]

De rivierpijlers H en J zijn in principe hetzelfde opgebouwd als de overige pijlers, maar zijn gefundeerd op staal, op een onderwaterbetonvloer met rondom damwanden.



Figuur 17 – Zij- en bovenaanzichten en dwarsdoorsnede pijlers H en J [C.4461]

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten herberekening

3.1 Beschikbare documenten

Door Rijkswaterstaat, als opdrachtgever, is een groot aantal tekeningen, berekeningen, bestekken, inspectierapporten en overige documenten beschikbaar gesteld. Een overzicht van alle beschikbare documenten is bijgevoegd in Bijlage A t/m D.

Bijlage A: Tekeningen

Bijlage B: Berekeningen

Bijlage C: Bestekken

Bijlage D: Overige documenten (Inspectierapporten, onderzoeken, etc.)

Referenties naar deze documenten worden in deze rapportage tussen vierkante haken [xxx] aangeduid. De referentie-aanduidingen zijn opgenomen in de betreffende bijlagen. Hierbij wordt zoveel als mogelijk de documentnummers van Rijkswaterstaat gebruikt.

3.2 Normen en richtlijnen

3.2.1 Normen

code	titel	Organisatie
Ontwerp nieuwbouw		
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB:2011	Grondslagen van het constructief ontwerp	NEN
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011 NEN-EN 1991-1-1+C1/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	NEN
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011 NEN-EN 1991-1-4+A1+C2/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	NEN
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011 NEN-EN 1991-1-5+C1/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting	NEN
NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015 NEN-EN 1991-1-7+C1/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en onttoppingen	NEN
NEN-EN 1991-2+C1:2015 NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	NEN
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	NEN
NEN-EN 1992-2+C1:2011 NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 2: Bruggen	NEN
NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016 NEN-EN 1993-1-1+C2+A1:2016/NB:2016	Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	NEN
NEN-EN 1993-1-5+C1:2012 NEN-EN 1993-1-5+C1:2012/NB:2011	Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-5: Constructieve plaatvelden	NEN
NEN-EN 1993-1-8+C2+C11:2016 NEN-EN 1993-1-8+C2+C11:2016/NB:2011	Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-8: Ontwerp en berekening van verbindingen	NEN
NEN-EN 1993-1-9+C2:2012 NEN-EN 1993-1-9+C2:2012/NB:2011	Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing	NEN

NEN-EN 1993-2+C1:2011 NEN-EN 1993-2+C1:2011/NB:2011	Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen	NEN
NEN-EN 1994-1-1+C1:2011 NEN-EN 1994-1-1+C1:2011/NB:2012	Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	NEN
NEN-EN 1994-2+C1:2011 NEN-EN 1994-2+C1:2011/NB:2011	Ontwerp en berekening van staal-betonconstructies – Deel 2: Algemene regels en regels voor bruggen	NEN
(Aanvullend) Beoordeling bestaande bouw		
NEN 8700:2011	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en verbouwen - Grondslagen	NEN
NEN 8701:2011	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en verbouwen – Belastingen	NEN

Tabel 1 – Overzicht normen

3.2.2 Richtlijnen

Code	Titel	Organisatie
RTD 1006:2013	Richtlijn Beoordeling Kunstwerken RBK v 1.1 (2013); 27 mei 2013 (in rapport naar verwezen als RBK)	RWS
RTD 1001:2017	Richtlijn Ontwerpen Kunstwerken ROK v 1.4 (2017); april 2017 (in rapport naar verwezen als ROK)	RWS
RTD 1007-2:2014	Eisen voor voegovergangen v3.0 (2014; 1 december 2014)	RWS
RTD 1012:2017	Eisen voor brugopleggingen (2017); 21 februari 2017	RWS

Tabel 2 – Overzicht richtlijnen

3.2.3 Contractdocumenten

Code	Titel	Organisatie
Vraagspecificatie 31128403	Herberekening en Ontwerp Versterkingen IJsselbrug A12	RWS
TNO-2017-R10480	RBK Staal d.d. 31-1-2017 – Startdocument voor NEN commissie 3510010204 Bestaande Staalbouw voor het opstellen van NEN 8703	TNO
TNO-2017-R10405	Detailcategorieën voor vermoeiing van klinknagelverbindingen en van orthotope rijdekken met open verstijvers	TNO

Tabel 3 – Overzicht contractdocumenten

3.2.4 Normen en voorschriften ten tijde van het ontwerp van de bestaande brug

De brug is eind jaren 50 ontworpen volgens de VOSB 1963 (Bron [BBV-0010-01]). Hierbij is uitgegaan van Belastingsklasse 60. Ook de later verlengde consoles zijn berekend conform de VOSB. Ook de onderbouw is op deze belasting ontworpen (Bron [Archiefberekening Fundering]).

Code	Titel	Organisatie
VOSB 1963	Voorschriften voor het Ontwerpen van Stalen Bruggen (VOSB 1963)	NEN

Tabel 4 – Overzicht overige normen en richtlijnen ten tijde van het ontwerp van de brug

3.3 Restlevensduur, gevolg- en betrouwbaarheidsklasse

3.3.1 Restlevensduur en referentieperiode

De restlevensduur en referentieperiode zijn weergegeven in de onderstaande tabel voor de verschillende beoordelingsniveau's. Voor de verkeersbelasting wordt gerekend met de werkelijke wegindeling, waarbij onderscheid wordt gemaakt in de V1 – normale situatie en V2 – noodgeval. Voor de laatste situatie geldt een gereduceerde referentieperiode van 1 maand per 5 jaar restlevensduur.

Veiligheidsniveau	Restlevensduur [jaar]	Referentieperiode [jaar]
Nieuwbouw	100	100
Verbouw	30	30
Gebruik – V1 normale situatie	30	30
Gebruik – V2 noodgeval	30	0,5
Afkeur	1	15

Tabel 5 – Restlevensduur en referentieperiode

De bestaande onderdelen worden getoetst op het niveau “gebruik”. De versterkingen worden ontworpen op het niveau “verbouw”. Er wordt uitgegaan van een restlevensduur van 30 jaar (vanaf 1-1-2021).

3.3.2 Gevolgklasse

De brug betreft een brug over een hoofdvaarweg.

De brug wordt ingedeeld in gevolgklasse CC3, conform tabel RBK 1.1 pag. 8 art. 1.3.

3.3.3 Betrouwbaarheidsklasse

De constructie is ingedeeld op basis van gevolgklasse CC3, in betrouwbaarheidsklasse 3, RC3.

4 Materiaalgegevens

4.1 Constructiestaal

4.1.1 Materiaaleigenschappen

In de IJsselbrug zijn verschillende kwaliteiten constructiestaal toegepast. In hoofdstuk 7.1 (hoofdbrug) en hoofdstuk 8.1 (aanbruggen) wordt de toegepaste staalkwaliteit bepaald per constructie-onderdeel. In hoofdlijnen is voor de hoofdliggers en het stalen dek LQmc 52 toegepast en de overige onderdelen in Qmc 37. De later verlengde consoles zijn uitgevoerd in Fe 360.

De materiaaleigenschappen van het toegepaste constructiestaal zijn vermeld in de onderstaande tabel. De eigenschappen zijn bepaald op basis van RBK Staal-Startdocument NEN 8703 van TNO [TNO-2017-R10480].

Staalsoort	Vloeistressing f_y [N/mm ²]	Treksterkte f_u [N/mm ²]	Elasticiteit modulus E_s [N/mm ²]
Qmc 37	215	340	210000
LQmc 52	350	510	210000
Fe 360	240	360	210000

Tabel 6 – Overzicht materiaaleigenschappen constructiestaal

4.1.2 Doorsnedeclassificatie

De doorsneden worden geclasseerd conform NEN-EN 1993-1-1 art. 5.5. Omdat deze afhangt van de staalspanning, wordt deze bepaald in de verificatieberekening.

4.1.3 Partiële materiaalfactoren

De te hanteren partiële factoren voor het bepalen van weerstand van de beschouwde onderdelen zijn in onderstaande tabel vermeld. Conform het bestek [BR 205] en [BR 104] is er sprake van vloeistaal, waarvoor conform de RBK staal-Startdocument NEN 8703 [TNO-2017-R10480] geldt dat de partiële factoren voor stalen bruggen volgens NEN-EN 1993-2 mogen worden aangehouden (NEN-EN 1993-2/NB tabel NB.2).

Omschrijving	Symbol	γ_m [-]
Capaciteit van doorsneden		
Weerstand van doorsneden met betrekking tot het overschrijden van de vloegrens met inbegrip van lokaal plooien	γ_{M0}	1,00
Weerstand van staven tegen instabiliteit bepaald bij toetsing	γ_{M1}	1,00
Weerstand van doorsneden in trek tot aan breuk	γ_{M2}	1,25
Capaciteit van verbindingen		
Weerstand van bouten, klinknagels, pennen, lassen en stuikweerstand van platen	γ_{M2}	1,25

Tabel 7 – Overzicht partiële factoren constructiestaal

4.2 Klinknagels

4.2.1 Materiaaleigenschappen

In de IJsselbrug zijn naast lassen ook diverse klinknagelverbindingen toegepast. In het verleden werd de staalsoort van klinknagels gekozen behorend bij het materiaal waarin hij werd toegepast. De toetsing op sterkte van de klinknagel is hierdoor gerelateerd aan de staalsoort van het plaatmateriaal. In het bestek [BR 2370] en [BR 2755] wordt dan ook vermeld dat de klinknagels toegepast in Qmc 52 vervaardigd moeten zijn van "hoogwaardig staal".

Materiaal
 Het materiaal voor de hoofdliggers en de stalen rijvloer bestaat uit vloeistaal L Qmc 52. Het materiaal voor de overige delen van de brug bestaat uit vloeistaal Qmc 37. In de klinknagelverbindingen van uit Qmc 52 samengestelde delen zijn nagels van hoogwaardig materiaal gebruikt.

Figuur 18 – Materiaaleigenschappen conform bestek [BR 2370]

Dit is ook terug te zien op de diverse tekeningen, waar twee staalsoorten voor de klinknagels worden vermeld, LQmc 34 en LQmc 42. De materiaaleigenschappen van de toegepaste klinknagels zijn vermeld in de onderstaande tabel. De eigenschappen zijn bepaald op basis van tabel 6.3 uit de RBK Staal-Startdocument NEN 8703 van TNO [TNO-2017-R10480].

Staalsoort Klinknagel	Periode vanaf	Oude norm	Rekenwaarde sterkte f_{ur} [N/mm ²]
(L)Qmc 34	1952	V 1035 -IV	400
LQmc 42	1952	V 1035 -IV	600

Tabel 8 – Overzicht materiaaleigenschappen klinknagels

4.2.2 Partiële materiaalfactoren

De te hanteren partiële factoren voor het bepalen van weerstand van de beschouwde onderdelen zijn in onderstaande tabel vermeld. Deze worden gehanteerd conform de NEN-EN 1993-1-8.

Omschrijving	Symbol	γ_m [-]
Capaciteit van verbindingen		
Weerstand van bouten, klinknagels, pennen, lassen en stuikweerstand van platen	γ_{M2}	1,25

Tabel 9 – Overzicht partiële factoren verbindingen

4.3 Beton

4.3.1 Materiaaleigenschappen

Beton is hoofdzakelijk toegepast in de aanbruggen (betondek) en de onderbouw van de beide bruggen (landhoofden/pijlers).

Betondek

Het betondek bestaat deels uit een gewapend betondek en deels uit een voorgespannen betondek. In beide delen is dezelfde beton toegepast met een kubusdruksterkte op 28 dagen van minimaal 45 N/mm² [BR 205] EN [BR 104]. Dit komt overeen met een betonkwaliteit K450.

Schampkanten

In hetzelfde bestek wordt ook melding gemaakt van een ander betonmengsel voor de schampkanten met een lager cementgehalte. Er worden in het bestek echter geen eisen aan de kubusdruksterkte gesteld, waardoor uitgegaan wordt van de laagste kwaliteit volgens de GBV 1950. Aangenomen wordt dat er voor de schampkanten geen toezicht is geweest, waardoor uitgegaan wordt van K150. Voor de berekening wordt aangenomen dat de schampkanten verder niet constructief meewerken.

Landhoofden en pijlers^[1]

De landhoofden en pijlers bestaan volgens bestek [BR 73] uit verschillende soorten beton, te weten beton voor de gewapend betonpalen, onderwaterbeton, beton voor de werkvlakken, vet beton achter bemetseling (met krimpwapening), gewapend beton en stampbeton, elk met een verschillend cementgehalte. In het bestek worden echter geen eisen aan de kubusdruksterkte gesteld, waardoor uitgegaan wordt van de laagste kwaliteit volgens de GBV 1930 ($f_{ck} = 8 \text{ N/mm}^2$).

^[1] Vooralsnog worden er geen constructieberekeningen van de onderbouw gemaakt. Op basis van een vergelijking van de oplegreacties tussen de ontwerpberekening en de herberekening zal worden geadviseerd of het noodzakelijk is om ook de onderbouw nader te beschouwen.

Norm	Kwaliteit	Huidige benaming c.f Eurocode	$f_{ck,cube}$ [N/mm ²]	f_{ck} [N/mm ²]	f_{cd} [N/mm ²]	f_{ctm} [N/mm ²]	f_{ctd} [N/mm ²]
GBV 1930		C8/10	10	8	5,3	1,20	0,56
GBV 1950	K150	C8/10	10	8	5,3	1,20	0,56
GBV 1962	K450	C32/40	40,2	32	21,3	3,02	1,41

Tabel 10 – Materiaaleigenschappen beton

4.3.2 Krimp en kruip eigenschappen

Voor de krimp en kruipberekening is uitgegaan van RH = 80% en CEM 32,5 N met cementklasse S. De betondrukspanning blijft onder de 45% van $f_{ck}(t_0)$, waardoor uitgegaan mag worden van lineaire kruip. De stijfheid van beton is afhankelijk van het type belasting en de bouwfasering en wordt nader toegelicht bij de beschrijving van de modellering van de aanbruggen.

4.3.3 Partiële materiaalfactoren

De volgende materiaalfactoren zijn aangehouden voor beton, conform NEN-EN 1992-1-1.

Ontwerpsituatie	γ_c
Blijvend en tijdelijk	1,50
Buitengewoon	1,20
Vermoeiing	1,50

Tabel 11 – Overzicht partiële materiaalfactoren beton

4.4 Betonstaal

4.4.1 Materiaaleigenschappen

In de IJsselbrug zijn verschillende kwaliteiten betonstaal toegepast.

Betondek

Volgens het bestek [BR 205] en [BR 104] is zowel QR24 als QR42 toegepast in het betondek, waarbij QR 42 als hoofdwapening is toegepast en QR 24 als secundaire wapening voor de niet-constructieve elementen

Landhoofden en pijlers^[1]

Het bestek [BR73] en de tekeningen van de onderbouw geven geen betonstaalsoort weer. In het bestek wordt wel melding gemaakt dat er afgeweken wordt van G.B.V. 1930 (v.w.b. het nathouden van het beton). Op basis hiervan wordt aangenomen dat de wapening is ontworpen conform G.B.V. 1930. Er wordt daarom, conform tabel 2.6 uitgegaan van betonstaalsoort 1. B.

^[1] Vooralsnog worden er geen constructieberekeningen van de onderbouw gemaakt. Op basis van een vergelijking van de oplegreacties tussen de ontwerpberkening en de herberekening zal worden geadviseerd of het noodzakelijk is om ook de onderbouw nader te beschouwen.

De materiaaleigenschappen van het betonstaal zijn samengevat in de onderstaande tabel. De materiaaleigenschappen van de wapening is conform de RBK art. 2.6.1 (tabel 2.6) aangehouden.

Betonstaalsoort	f_{yk} [N/mm ²]	f_{yd} [N/mm ²]	Ductiliteits-klasse	Glad/ geribt
1. B	220	191	B	Glad
QR 24	240	209	B	Geribd
QR 42	420	300 ¹	B	Geribd

¹ Op basis van de in de oorspronkelijke norm toegelaten spanning is een lagere waarde voor f_{yd} herleid dan welke volgt uit art. 3.2.7 (2) op basis van de hier gegeven waarde van f_{yk} .

Tabel 12 – Overzicht materiaaleigenschappen betonstaal

4.4.2 Partiële materiaalfactoren

De materiaalfactoren conform de Eurocode zijn voor oudere betonstaalsoorten niet altijd van toepassing. In de RBK art. 2.6.1 staan zowel de karakteristieke als de rekenwaardes van de materiaalsterktes, die dienen te worden gebruikt.

4.5 Voorspanstaal

4.5.1 Materiaaleigenschappen

In de IJsselbrug is in het betondek ter plaatse van de tussensteunpunten voorspanwapening toegepast in de vorm van voorspanstaven Ø 26 mm [BR 205], [BR 104]. Volgens tekening [A.27268] betreffen het Dywidag staven. Conform Bijlage B4 van de RBK zijn Dywidag voorspanstaven van 1960 en later QP80/105. Dit komt overeen met de in [BBV-0010-00] vermelde kracht van 30 ton (blijvend). In deze berekening wordt uitgegaan van 10% overspannen. Opgemerkt wordt dat de status van deze berekeningen onbekend is, de berekeningen wekken de indruk dat het kladberekeningen zijn.

Uitgaande van $A_p = 531 \text{ mm}^2$ en een kracht van 30 ton wordt een werkvoorspanning gevonden van 565 N/mm², hetgeen overeenkomt met QP105. De aanvangsvoorspanning is 622 N/mm² (33 ton).

De materiaaleigenschappen van het voorspanstaal zijn samengevat in de onderstaande tabel. De materiaaleigenschappen van de voorspanning is conform de RBK art. 2.6.1, tabel 2.7, aangehouden.

Staalkwaliteit	f_{pk} [N/mm ²]	f_{pk}/γ_s [N/mm ²]	$f_{p0,1k}$ [N/mm ²]	f_{pd} [N/mm ²]	ϵ_{uk} [%]	Toelaatbare aanvangs- voorspanning ¹	Toelaatbare werkvoor- spanning ²
QP105	1030	936	785	713	3,5	670	567

¹ De gegeven toelaatbare aanvangsvoorspanning is de spanning zoals die volgens de bij het ontwerp geldende norm toegestaan was. Dit is de waarop destijds vermoedelijk is ontworpen/voorgespannen.

² De gegeven toelaatbare werkvoorspanning is de spanning zoals die volgens de bij het ontwerp geldende norm toegestaan was. Dit is de waarop destijds vermoedelijk is ontworpen. Door wrijving zal de werkvoorspanning nog lager uitkomen.

Tabel 13 – Overzicht materiaaleigenschappen voorspanstaal

De minimale druksterkte van het beton, ten tijde van het aanspannen van de voorspanstaal, is volgens het bestek 40 N/mm² (oostelijke brug) en 37,5 N/mm² (westelijke brug). De voorspankanalen zijn na het aanspannen geïnjecteerd.

4.5.2 Partiële materiaalfactoren

In de RBK art. 2.6.1, tabel 2.7, staan zowel de karakteristieke als de rekenwaardes van de materiaalsterktes, die dienen te worden gebruikt. De partiele factoren komen overeen met de standaard factoren volgens NEN-EN 1992-1-1 art. 2.4.2.4.

Ontwerpsituatie	γ_s
Blijvend en tijdelijk	1,1
Buitengewoon	1,0
Vermoeiing	1,1

Tabel 14 – Overzicht partiële materiaalfactoren voorspan

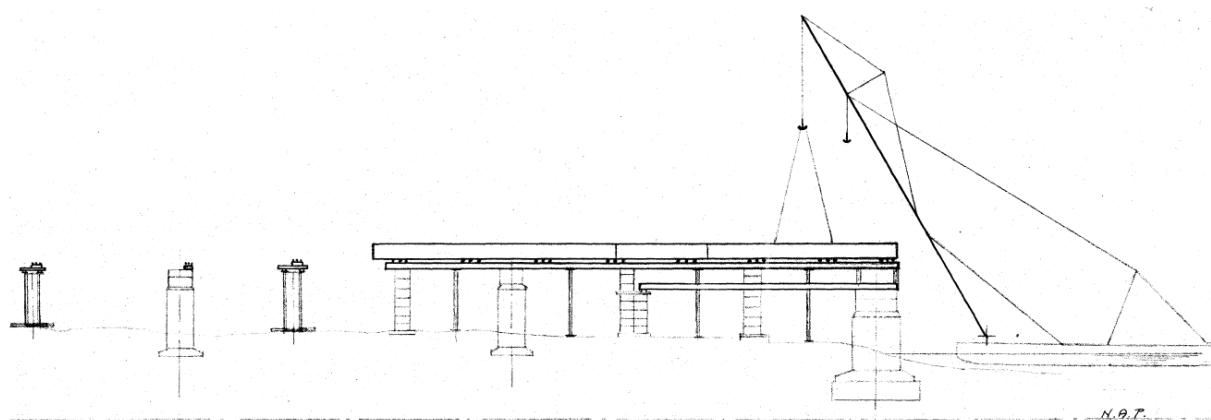
5 Bouwfasering

5.1 Aanbruggen

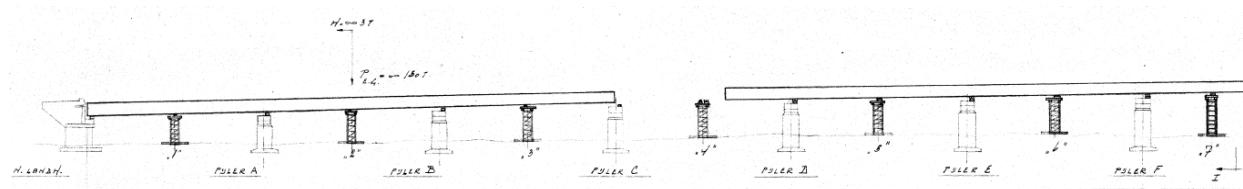
De twee maal twee aanbruggen hebben elk een lengte van 120 m. De uitvoering van de brug staat beschreven op de tekeningen en in de leidraad in map 1900 map 4c [H105] van het archief van Rijkswaterstaat. De brug is in delen in de fabriek gemaakt en vervolgens per boot aangevoerd. Met hulp van een rolbaan zijn de brugdelen van de rivier naar het landhoofd gerold. Het betondek van aanbruggen bestaat uit een voorgespannen betondek ter plaatse van de tussensteunpunten en een gewapend betondek ter plaatse van de overige delen. Volgens de bestekken [BR 205] en [BR 104] en de montage tekening [H 105-51] bestaat de bouwfasing uit volgende stappen;

1. Het plaatsen van staalconstructie. In deze fase zit de bovenflens van de hoofdligger nog niet verbonden met van het lijf over lengte van 13 m t.p.v. elk tussensteunpunt (t.b.v. het voorspannen);
2. Storten van voorgespannen betondek;
3. Aanbrengen van de voorspankracht;
4. Afklinken de bovenflens van de hoofdligger aan het lijf t.p.v. de tussensteunpunten;
5. Vijzelen van de brug met 400 mm bij de tussensteunpunten;
6. Storten van gewapend betondek;
7. Tussensteunpunten afslaten tot de oorspronkelijke hoogte;
8. Aanbrengen schampkanten, verharding en wegmeubilair op het dek.

Na deze laatste fase zal krimp en kruip van het betondek en het voorspanverlies van de voorspanning optreden. In onderstaande figuren zijn een aantal bouwfassen weergegeven.

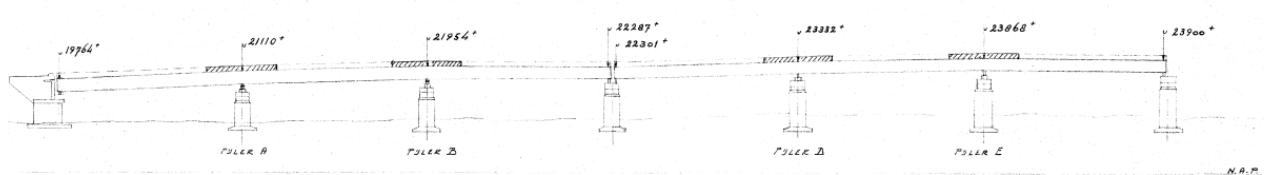
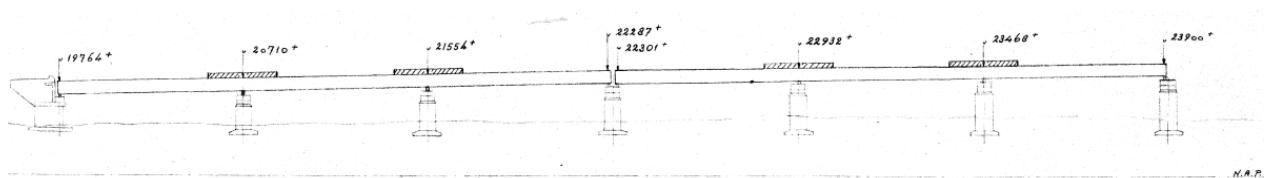


Figuur 19 – Rollen van de aanbruggen naar het landhoofd



Figuur 20 – Tijdelijke ondersteuningen tijdens de montage

Projectgerelateerd



Figuur 21 – Storten voorgespannen dek (voor vijzelen) en gewapend betondek (na vijzelen) van de aanbruggen

Tijdens de uitvoering is de staalconstructie halverwege de overspanningen tijdelijk ondersteund. Aangenomen wordt dat het op zeeg brengen (nagenoeg) spanningsloos is, zodat hier geen rekening mee wordt gehouden in de berekening. Dit geld ook voor de kromming van het T-stuk tijdens het voorspannen. Ook in de ontwerpberkening wordt dit niet gedaan.

Voor de modellering in SCIA Engineer worden de volgende bouwfasen aangehouden. Voor fase 3 wordt gebruik gemaakt van een apart model van het voorgespannen betondek + bovenflens (T-stuk) van de hoofdlijn. De resultaten van dit model worden handmatig gecombineerd met de resultaten van het globale model. Voor de verdere toelichting van de modellering wordt verwezen naar hoofdstuk 8.4.

Fase	Model	Wijziging constructie	Belastinggeval
Fase 1	Globale model	Toevoegen staalconstructie met t.p.v. tussensteunpunt hoofdlijn alleen onderflens en lijf	Eigen gewicht staal
Fase 2	Globale model	-	Stortgewicht voorgespannen betondek
Fase 3	Model betondek	Apart model met voorgespannen betondek (e.g. = 0) + bovenflens hoofdlijn (T)	Voorspanning
Fase 4	Globale model	Toevoegen bovenflens hoofdlijn t.p.v. tussensteunpunt + voorgespannen betondek	Vijzelen
Fase 5	Globale model	-	Stortgewicht gewapend betondek
Fase 6	Globale model	Toevoegen gewapend betondek (e.g. = 0)	Aflaten
Fase 7	Globale model	-	Asfaltverharding
Fase 8	Globale model	-	Overige permanente belastingen
Fase 9	Globale model	-	Krimp en kruip
Fase 10	Globale model	-	Voorspanverlies
Fase 11	Globale model	-	Veranderlijke belastingen

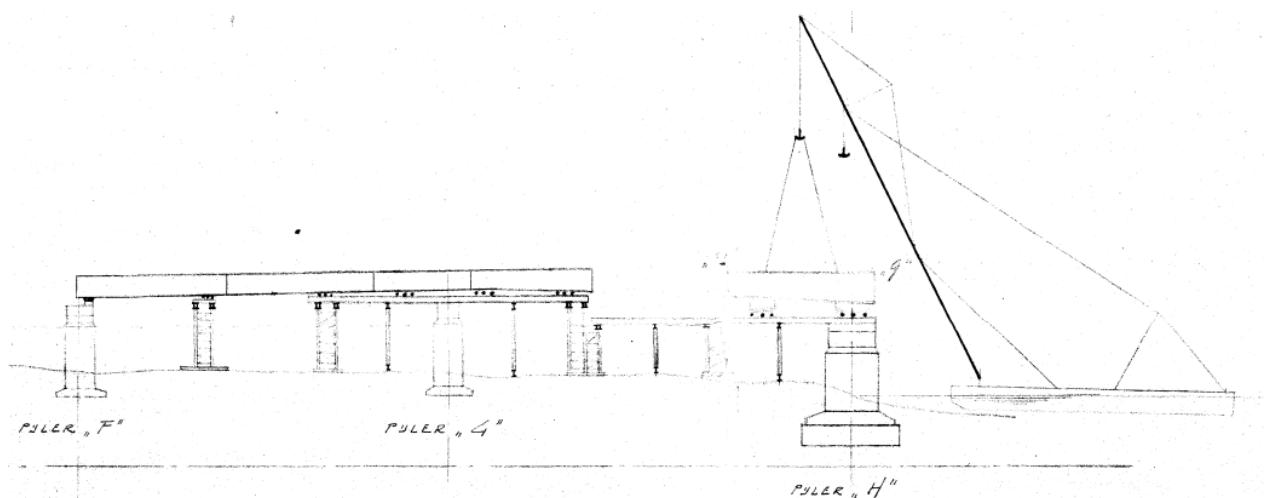
Tabel 15 – Overzicht gemodelleerde bouwfasen

5.2 Hoofdbrug

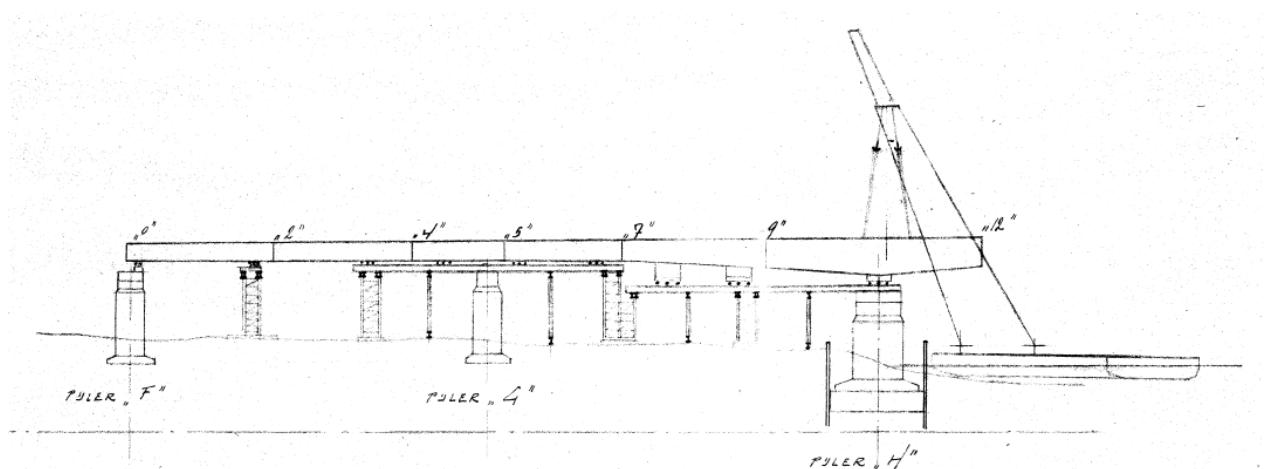
De uitvoering van de hoofdbrug staat beschreven op de tekeningen en in de leidraad in map 1900 map 4c [H105] van het archief van Rijkswaterstaat. De brug is in delen in de fabriek gemaakt en vervolgens per boot aangevoerd. Tekening [H105-52-A] geeft een overzicht van de bouwfasingen en bestaat uit de volgende fases.

1. Het plaatsen van de losse stukken van het gedeelte 0-7;
2. Het verrollen van het gedeelte 0-7 naar het zuidelijk landhoofd;
3. Het wijzigen van de rolbaan en het plaatsen van het gedeelte 7-9;
4. Het plaatsen van het gedeelte 9-12;
5. Het plaatsen van het gedeelte 12-14;
6. Het plaatsen en verrollen van het gedeelte 27-34 (als onder 1 en 2);
7. Het plaatsen van het gedeelte 20-27 (als onder 3,4 en 5);
8. Het plaatsen van het sluitstuk 14-20.

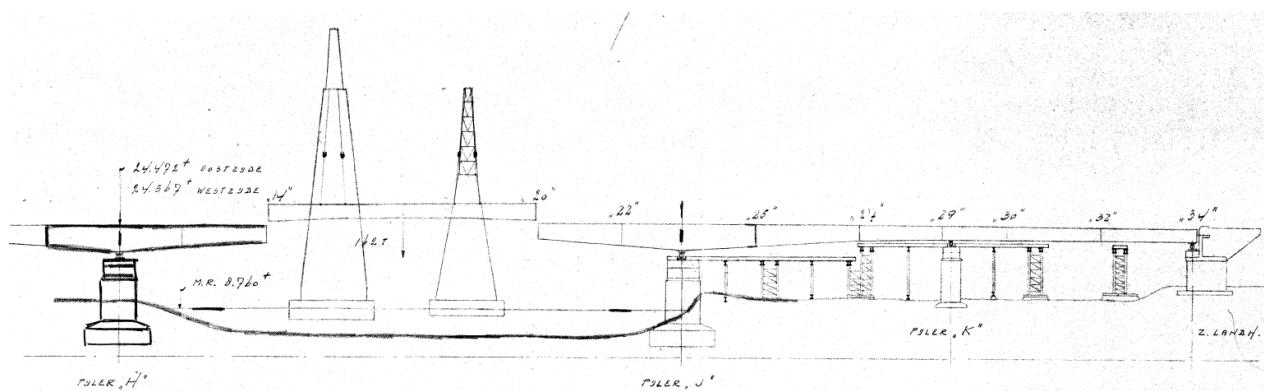
In onderstaande figuren zijn een aantal bouwfasen weergegeven.



Figuur 22 – Situatie na het verrollen deel 0-7 en het plaatsen van deel 7-9



Figuur 23 – Het plaatsen van het gedeelte 9-12



Figuur 24 – Het plaatsen van het sluitstuk 14-20

Tijdens de uitvoering is de constructie ter plaatse van de overspanningen over de uiterwaarden tijdelijk ondersteund. De delen tussen de rivierpijler H en as 14 en tussen rivierpijler J en as 20 kragen in eerste instantie uit, waarna het sluitstuk ertussen wordt gehangen en de ligger als doorgaande constructie zal gaan werken.

Met behulp van een bouwfase analyse is gekeken wat het verschil in (Von Mises)spanning ten gevolge van het eigen gewicht is tussen een berekening met en zonder rekening te houden met de bouwfasering.

Bouwfase	Veld	Steunpunt (pijler H)
Zonder bouwfasen	$\sigma_s = 52,5 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_s = 38,3 \text{ N/mm}^2$
Met bouwfasen	$\sigma_s = 47,6 \text{ N/mm}^2$	$\sigma_s = 51,3 \text{ N/mm}^2$

Uit de berekening volgt dat er in het veld een (beperkt) verschil in spanningen optreedt ($\Delta\sigma_s = 5 \text{ N/mm}^2$). Ter plaatse van het steunpunt van pijler H is het verschil wat groter ($\Delta\sigma_s = 13 \text{ N/mm}^2$), wat circa 4% van de vloeispanning is. De invloed op de rekentijd lijkt vooralsnog beperkt, waardoor besloten is om de bouwfasering ook voor de hoofdbrug mee te nemen in het Eindige Elementen Model.

6 Belastingen

6.1 Permanente belastingen

De permanente belastingen worden opgedeeld in de belasting t.g.v. het eigen gewicht v/h staal, het voorgespannen beton en het gewapend beton, de voorspanning en bijbehorende verliezen, het vijzelen en aflaten van de tussensteunpunten, krimp en kruip van het betondek en de overige permanente belastingen. De nummering van de belastinggevallen wordt in volgorde van de bouwfase van de aanbruggen aangehouden. Voor de hoofdbrug zijn alleen BG1 en BG9 van toepassing.

6.1.1 Eigengewicht staal (BG1)

Het eigen gewicht van de staalconstructie wordt automatisch door SCIA Engineer gegenereerd. Hierbij is uitgegaan van het volgende volumieke gewicht.

- Constructiestaal $\gamma_s = 7850 \text{ kg/m}^3$

Voor de stalen onderdelen wordt een toeslag in rekening gebracht voor extra staal als klinknagels, schetsplaten, verbindingsplaten en verstijvingsribben. Deze toeslag is per onderdeel bepaald, en bijgevoegd in Bijlage M.

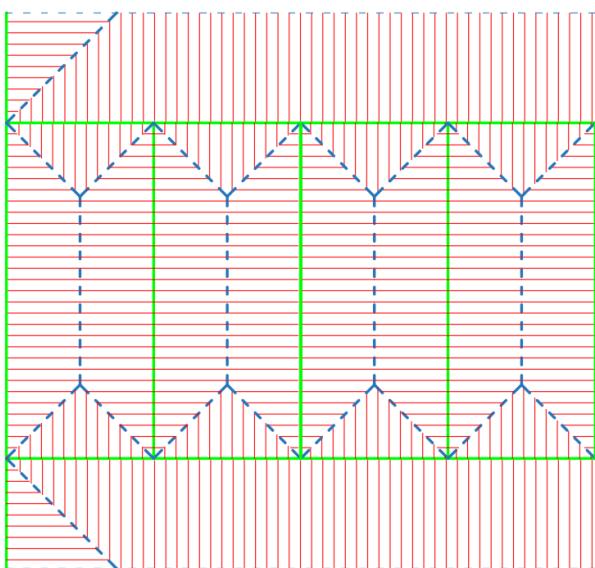
Voor de hoofdbrug wordt onderscheid gemaakt in twee bouwfases, BG1a komt overeen met het eigen gewicht van deel 0-14 en deel 20-34, BG1b komt overeen met het eigen gewicht van deel 14-20, zie ook paragraaf 7.4.1.1.

6.1.2 Eigengewicht voorgespannen beton (BG2) en gewapend beton (BG5)

Voor het betonnen dek van de aanbruggen is gekozen om de belasting ten gevolge van het (stort)gewicht van het beton als lijn-lasten op de stalen liggers aan te brengen. Op het moment van storten werkt het beton namelijk nog niet samen met het staal als samenwerkende staal-betonligger. Hierdoor wordt de volledige belasting van het beton door de staalconstructie alleen gedragen.

De belastingen uit het betondek zijn vertaald naar belastingen op de hoofdliggers en de dwarsdragers. Om de belasting op de verschillende liggers te bepalen is ter vereenvoudiging de belasting opgeknipt in een deel t.g.v. het betondek met een constante dikte van 200 mm en een deel t.g.v. de rib boven de hoofdliggers (variabel 0-100 mm).

Voor het dek met constante dikte wordt aangenomen dat deze zijn belasting via een belastingsvelop onder 45° afdraagt naar de langsliggers en dwarsdragers. In Figuur 25 is de afdracht weergegeven, waarbij in groen de staalconstructie is weergegeven en in rood de richting van de belastingafdracht. Het uitkragende deel van het dek buiten de hoofdliggers wordt direct naar de hoofdligger afgedragen, met uitzondering van het deel bij de voegovergangen, waar een stalen console aanwezig is. Hier is de belasting ook onder 45° verdeeld naar de console en de hoofdligger. Voor de rib is aangenomen dat deze zijn belasting direct naar de hoofdligger afdraagt.



Figuur 25 – Principe belastingafdracht stortgewicht beton (bovenaanzicht dek)

In de berekening wordt onderscheid gemaakt in de belasting t.g.v. het storten van het voorgespannen beton en het gewapende beton, omdat deze op een verschillend tijdstip in de bouwfasering optreden. In BG2 wordt het gewicht van het voorgespannen beton in rekening gebracht, in BG5 wordt het gewicht van het gewapend betonnen dek in rekening gebracht. Er wordt rekening gehouden met het volgende volumieke gewicht:

- Prefab beton $\gamma_c = 2500 \text{ kg/m}^3$

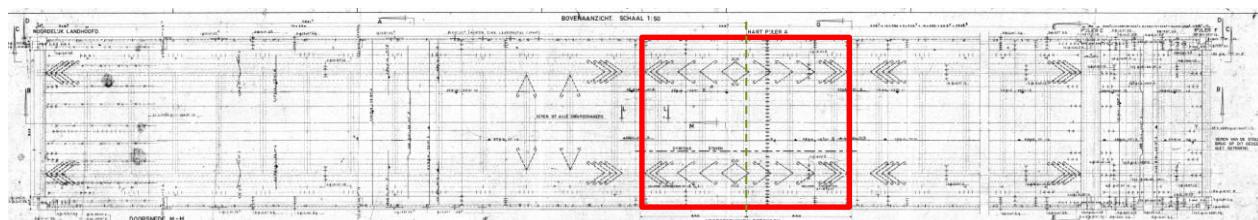
De breedte van het voorgespannen gedeelte is 6 m aan weerszijde van de tussensteunpunten (totaal 12 m per tussensteunpunt). Het overige deel is gewapend beton.

6.1.3 Voorspanning (BG3) en voorspanverlies (BG10)

Het effect van voorspanning (BG3) wordt als belasting gemodelleerd in een separaat eindige elementenmodel, omdat ten tijde van het voorspannen de bovenflens van de hoofdlijger en de dwarsdrager niet verbonden is met de rest van de constructie. De resultaten uit belastinggeval BG3 worden handmatig opgeteld bij het globale model. De voorspanverliezen (BG8) treden op als de bovenflens en de dwarsdragers wel verbonden zijn met de rest van de constructie en zijn dan ook in het globale model toegepast. Zie ook de toelichting in paragraaf 5.1.

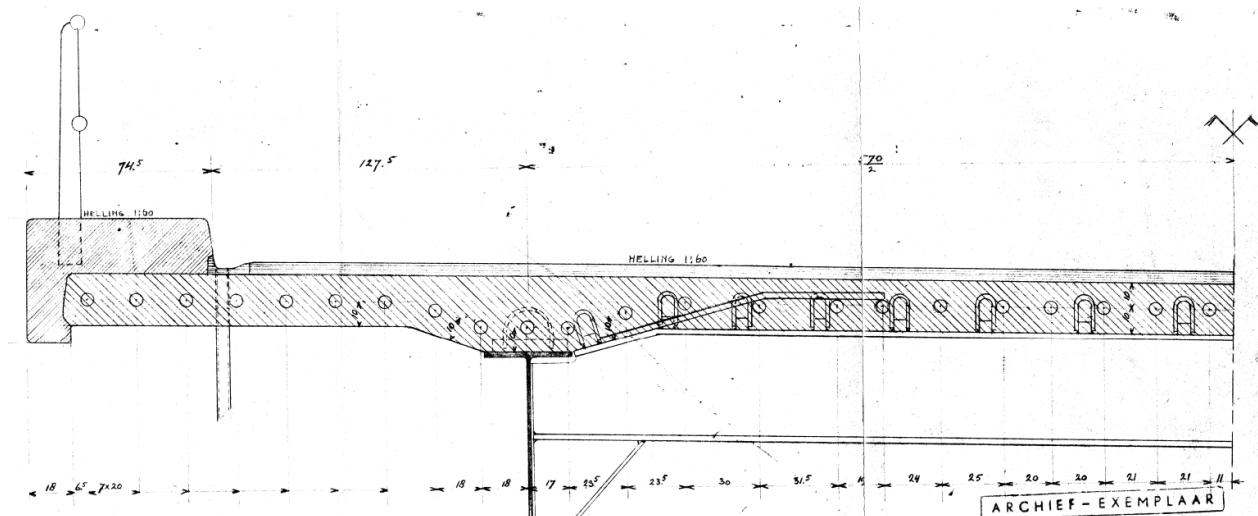
Opbouw voorspanning

In de aanbruggen is van 6 m voor tot 6 m na elk tussensteunpunt voorspanning toegepast in langsrichting van de brug. In het dek zijn, per tussensteunpunt, 44 Dywidag staven Ø26 mm toegepast [A.27268], [C.9366], [BR 205], [BR 104].



Figuur 26 – Bovenaanzicht dek aanbruggen met voorgespannen deel [A.27268]

De hart-op-hartafstanden van de voorspanstaven varieert van 170 mm tot 315 mm, horizontaal gemeten en liggen op 100 mm vanaf de onderzijde van het betondek. Ter plaatse van de rib (verdikte deel) boven de hoofdliggers ligt de voorspanning dus excentrisch in het betondek, in het overige deel centrisch. De staven zijn recht.



Figuur 27 – Doorsnede dek aanbruggen met positie voorspanning [C.6399]

De staven zijn conform bestek [BR 205], [BR 104] voorzien van schroefdraad en verankerd met een ankerplaat en een moer. De staven zijn aan één zijde gespannen en verankerd. De omhullingsbuizen Ø40 mm zijn na het voorspannen geïnjecteerd met cementspecie. Na het injecteren zijn de staafeinden afgebrand en ingebetoneerd.

Voorspankracht en -verliezen

Conform Bijlage B4 van de RBK zijn Dywidag voorspanstaven van 1960 en later QP80/105. Dit komt overeen met de in berekening [BBV-0010-00] vermelde kracht van 30 ton (blijvend, na tijdsafhankelijke verliezen). In deze berekening wordt uitgegaan van 33 ton aanvangsvoorspankracht en circa 10% tijdsafhankelijke verliezen t.g.v. kruip, etc. Conform de RBK 2.6.1, artikel 3.1.4(7) wordt er normaliter uitgegaan van de voorspanverliezen zoals deze ten tijde van de bouw in rekening zijn gebracht. De verliezen lijken echter wat laag, omdat conform de R.V.B. 1962 alleen door relaxatie al ca. 8-10% verlies zal optreden. Daarentegen zal er door de toegepaste verankeringswijze (ankerplaat met moer) en rechte staven nauwelijks wigzetting en wrijving optreden. Ook mocht er pas worden voorgespannen als het beton een minimale kubusdruksterkte had van 37,5 N/mm² (westelijke brug) en 40 N/mm² (oostelijke brug), waardoor een deel van de uithardingskrimp al heeft plaatsgevonden. Wanneer de verliezen conform de R.V.B. zouden worden bepaald, wordt ca. 17% verlies gevonden door krimp, kruip en relaxatie en ca. 3% wigzetting door wigzetting + wrijving.

In overleg met Rijkswaterstaat is besloten in eerste instantie uit te gaan van 10% voorspanverlies conform de ontwerpberekeningen. Op basis van het belastinggeval voorspanverlies zal worden beoordeeld of dit veel invloed heeft op de toetsingen en zal, in overleg met Rijkswaterstaat, worden besloten of er een onder/bovengrensbenadering noodzakelijk is.

Uitgaande van $A_p = 531 \text{ mm}^2$ en een kracht van 33 ton wordt een aanvangsvoorspanning gevonden van 622 N/mm², ruim onder de toelaatbare aanvangsspanning van 670 N/mm² c.f. tabel 2.7 van de RBK. De werkvoorspanning, inclusief tijdsafhankelijke verliezen, komt volgens de oorspronkelijke berekening neer op 565 N/mm², hetgeen overeenkomt met de werkvoorspanning behorende bij QP105..

$$\sigma_{pm0} = 622 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{pm0} = A_p \cdot \sigma_{pm0} = 531 \text{ mm}^2 \cdot 622 \text{ N/mm}^2 = 3300 \text{ kN/kabel}$$

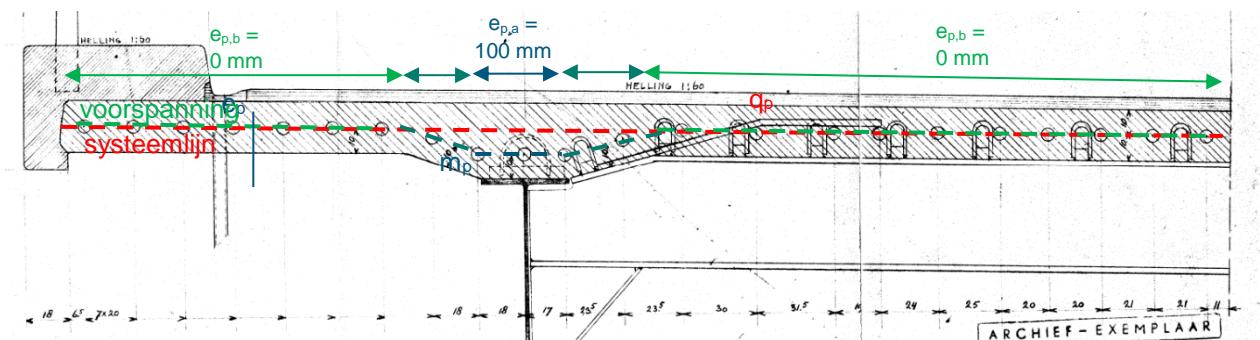
$$\sigma_{pm,\infty} = 565 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{pm,\infty} = A_p \cdot \sigma_{pm,\infty} = 531 \text{ mm}^2 \cdot 565 \text{ N/mm}^2 = 3000 \text{ kN/kabel}$$

Om de voorspankracht in het model in te voeren wordt de voorspankracht opgesplitst in twee bouwfases, om rekening te houden met de bouwfasering.

1. Aanvangsvoorspankracht op $t = 0$ na uitharden beton (BG3);
2. Voorspanverlies op $t = \infty$ (BG 8).

Zoals benoemd wordt belastinggeval BG3 in een separaat model beschouwd. Bovengenoemde krachten zijn ingevoerd als een lijnlast over de breedte van het betondek (9,44 m), waarbij in het globale model voor de voorspanverliezen een tegengestelde kracht van 10% van de aanvangsvoorspankracht is aangehouden. Ter plaatse van de ribben is rekening gehouden met de excentriciteit van de voorspanning (e_p) ten opzichte van de systeemlijn van het betondek (hart betondek), door het invoeren van een lijnmoment. In het schuine deel is de excentriciteit lineair aangenomen, aflopend naar 0 mm ter plaatse van het dunne deel van de rib.



Figuur 28 – Excentriciteit van de voorspanning t.o.v. systeemlijn [C.6399]

$$q_p = 44 \text{ kabels} * 330 \text{ kN/kabel} / 9,44 \text{ m} = 1538 \text{ kN/m}$$

$$m_{p,a} = 1538 \text{ kN/m} * 100 \text{ mm} = 154 \text{ kNm/m}$$

$$m_{p,b} = 1538 \text{ kN/m} * 0 \text{ mm} = 0 \text{ kNm/m}$$

6.1.4 Vijzelen (BG4) en afslaten (BG6)

Na het toevoegen van de plaat elementen voor het prefab betonnen dek worden de aanbruggen ter plaatse van de tussensteunpunten gevijzeld. Hiertoe wordt er in SCIA een opgelegde vervorming van de 4 opleggingen van de tussensteunpunten toegepast van 400 mm in z-richting conform tekening [A.23791] en berekening [BBV-0010-00].

Na het toevoegen van de plaat elementen voor het gewapend betonnen dek worden de aanbruggen ter plaatse van de tussensteunpunten weer afgelaten. Hiertoe wordt er in SCIA een opgelegde vervorming van de 4 opleggingen van de tussensteunpunten toegepast van -400 mm in z-richting.

6.1.5 Asphaltverharding (BG7)

Op basis van de archiefinformatie is de asfaltdikte van de verschillende bruggen zo goed als mogelijk achterhaald, zowel conform het ontwerp als de huidige dikte.

De ontwerpdikte van de verharding is voor beide bruggen 50 mm [BR 2571], [BR 3126], [A.50973]. In 1996 is dit op de stalen bruggen vervangen voor ZOAB (30-35 mm) op DAB (25 mm) met twee Parafor membraan-lagen (2x5 mm) [VI Asfalt 1998]. Hiermee komt de totale dikte op ca. 70 mm. Voor de aanbruggen kon niet achterhaald worden wat de toegepaste dikte van de asphaltverharding is, hoewel het aannemelijk is dat hier dezelfde dikte is toegepast, aangezien de dekken in elkaars verlengde liggen en zij vanuit het ontwerp dezelfde ontwerpdikte van het asfalt hadden.

Er is daarom besloten om de asfaldikte te bepalen tijdens een inspectie van de westelijke brug. Hierbij is het hoogteverschil tussen bovenkant asfalt en bovenkant schampkant (aanbruggen) en randstrip (hoofdbrug) opgemeten en hieruit is de dikte van de asfaltverharding afgeleid. De aanduiding west en oost slaat in onderstaande tabel op de schampkant aan de westzijde en oostzijde, in beide gevallen van de westelijke brug.

Aanbruggen				Hoofdbrug		
Locatie	west	oost		Locatie	west	oost
LH noord	85			Pijler F		80
Pijler A	105			Pijler G	75	60
Pijler B	105			Pijler H	75	95
Pijler C	115			Pijler J	100	90
Pijler D	85	75		Pijler K	90	80
Pijler E	85	85		LH zuid	85	70
Pijler F	65					

Tabel 16 – Asfaltdikte o.b.v. hoogtemetingen bk schampkant – bk verharding

Zoals te zien is, zijn de diktes groter als conform bestek. In overleg met Rijkswaterstaat is afgesproken om uit te gaan van de gemiddelde asfaltdikte per brug uit te gaan. Voor de spreiding van de wiellasten wordt uitgegaan van 70 mm, conform het bestek.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de aangehouden asfaltdiktes. Gerekend wordt met de huidige asfaltdikte.

	Asfaltdikte ontwerp	Bron	Huidige asfaltdikte	Belasting	Bron
Hoofdbrug oost	50 mm	BR 2571, A.50937	82 mm	1,89 kN/m ²	Meting o.b.v. hoogte bk schampkant
Hoofdbrug west	50 mm	BR 3126, A.50937	82 mm	1,89 kN/m ²	Meting o.b.v. hoogte bk schampkant
1 ^e aanbrug	50 mm	A.50937	102,5 mm	2,36 kN/m ²	Meting o.b.v. hoogte bk schampkant
2 ^e aanbrug	50 mm	A.50937	85 mm	1,96 kN/m ²	Meting o.b.v. hoogte bk schampkant

Tabel 17 – Overzicht asfaltdikte conform ontwerp en huidige asfaltdikte

Op basis van het soortelijk gewicht van de asfaltverharding wordt de belasting als volgt aangehouden.

- Soortelijk gewicht asfaltverharding $\gamma_a = 2300 \text{ kg/m}^3$
 - Breedte asfalt $b_a = 8250 \text{ mm}$

In eerste instantie zal voor de aanbruggen met de hoge belasting gerekend worden. Indien blijkt dat de brug niet voldoet op sterkte, zal onderscheid gemaakt worden tussen de 2 aanbruggen.

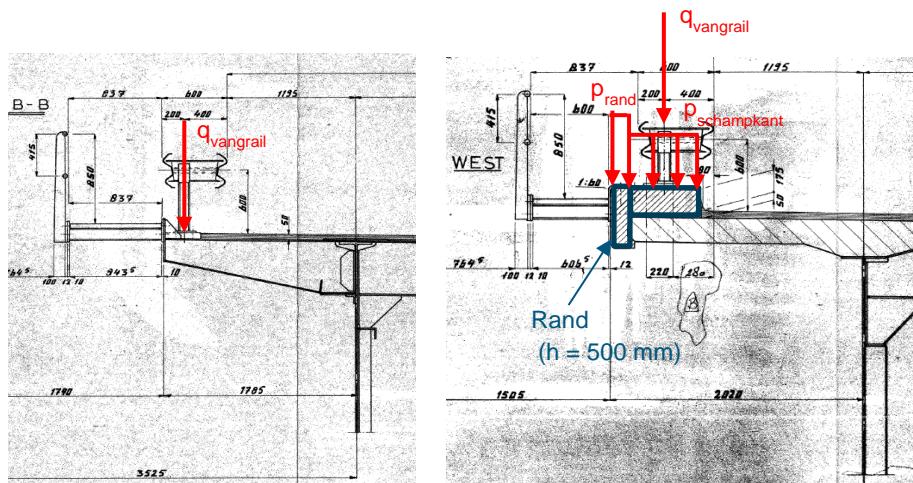
N.B. Er wordt niet gerekend met een opbouw van de asfaltverharding conform de ROK, zoals geëist in artikel 2.4.1. van de RBK. Dit artikel is alleen van toepassing op betonnen bruggen, niet op staal-beton- of staalbruggen.

6.1.6 Overige blijvende belastingen (BG8)

Naast de verharding zijn er verschillende blijvende belastingen aanwezig op de brug. Bijlage E geeft de berekening van de rustende belastingen en de bijbehorende bron waarop de belasting is gebaseerd. De resultaten van deze berekening is hieronder samengevat.

Schampkant (BG8a)

De schampkant wordt belast door de belasting van de vangrail (beide bruggen) en van de betonnen opstort (allen t.p.v. de aanbruggen).



Figuur 29 – Belastingen schampkant hoofdbrug (links) en aanbrug (rechts)

Schampkant betondek

$$p_{\text{schampkant}} = 5,88 \text{ kN/m}^2 \text{ over } 595 \text{ mm breedte}$$

Rand schampkant

$$p_{\text{rand}} = 12,5 \text{ kN/m}^2 \text{ over } 150 \text{ mm breedte}$$

Vangrail

$$q_{\text{vangrail}} = 0,60 \text{ kN/m}$$

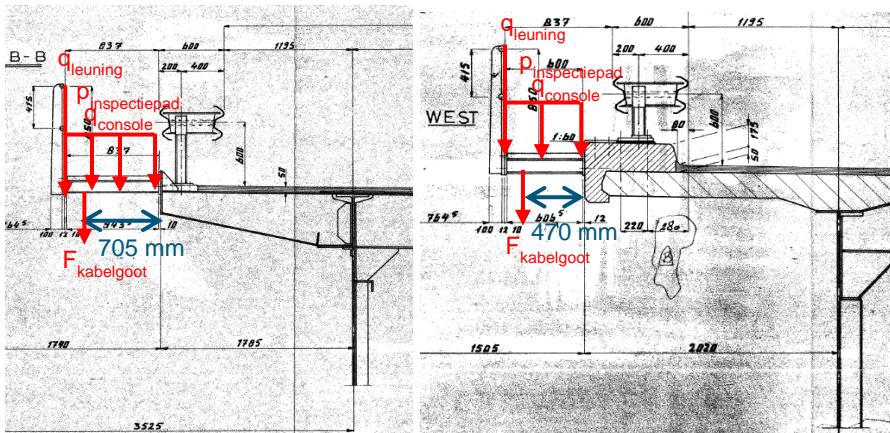
In het SCIA model wordt de belasting van de rand schampkant vertaald naar een lijnlast en een moment op de rand van het (constructieve) betondek

Rand schampkant

$$\begin{aligned} q_{\text{rand}} &= 0,15 \text{ m} * 12,5 \text{ kN/m}^2 = & 1,88 \text{ kN/m}^1 \\ m_{\text{rand}} &= 1,88 \text{ kN/m} * \frac{1}{2} * 0,15 \text{ m} = & 0,14 \text{ kNm/m}^1 \end{aligned}$$

Normale console inspectiepad naast het brugdek (BG8b)

De belasting uit het inspectiepad wordt veroorzaakt door de console, de leuning, de roostervloer en de kabelgoot voor de verlichting.



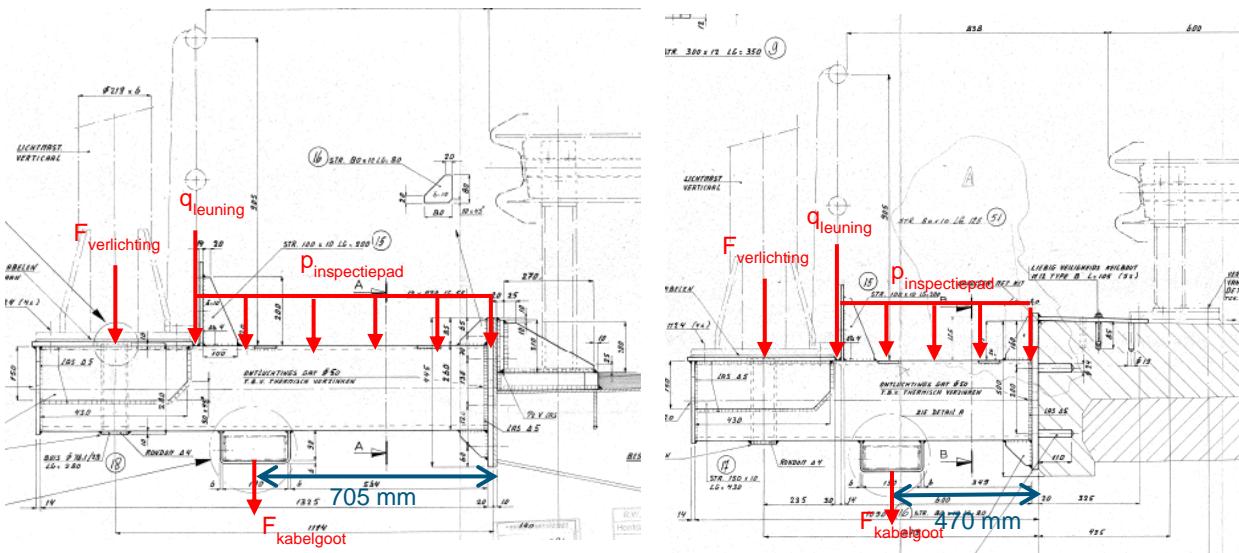
Figuur 30 – Belastingen inspectiepad hoofdbrug (links) en aanbrug (rechts)

Leuning	$q_{leuning} = 0,20 \text{ kN/m}$
Inspectiepad	$p_{inspectiepad} = 0,40 \text{ kN/m}^2$
Kabelgoot verlichting	$q_{kabelgoot} = 0,75 \text{ kN/m}$
Console	$q_{console} = 0,11 \text{ kN/m}$

Voor de hoofdberekening (globale model) worden de bovenstaande belastingen vertaald naar een belasting (puntlast en moment) op het einde van de oorspronkelijke console (hoofdbrug) of de rand van het (constructieve) betondek, zie bijlage E. De hart op hart maat voor de aanbruggen is 2,0 m, voor de hoofdbrug tussen de 1,75 m en 1,80 m.

Versterkte console inspectiepad met verlichting (BG8c)

Ter plaatse van de "versterkte" consoles is een verlichtingsmast aanwezig. De consoles zijn hier ook iets langer en hebben een grotere doorsnede (280*280*11 mm). De overige belastingen zijn zoals hierboven beschreven.



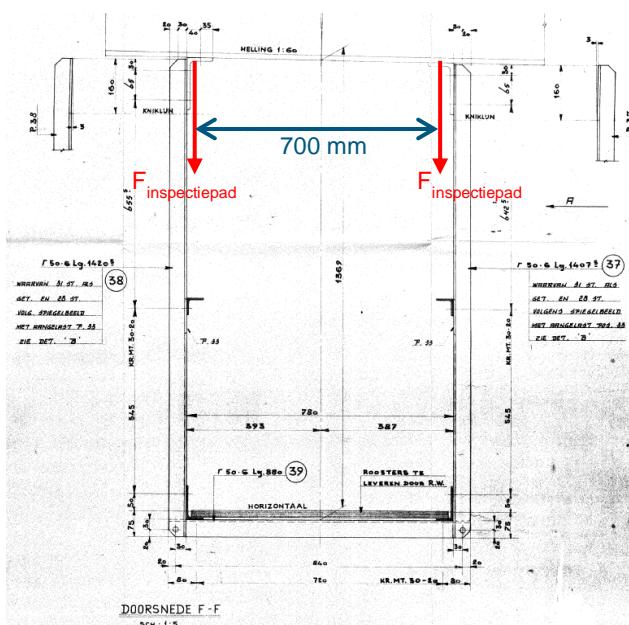
Figuur 31 – Belastingen inspectiepad t.p.v. versterkte console hoofdbrug (links) en aanbrug (rechts)

$$\begin{array}{ll} \text{Verlichting:} & F_{\text{verlichting}} = 3,00 \text{ kN} \\ \text{Console:} & q_{\text{console}} = 1,00 \text{ kN/m} \end{array}$$

De bovenstaande belastingen worden vertaald naar een belasting (puntlast en moment) op het einde van de oorspronkelijke console (hoofdbrug) of de rand van het (constructieve) betondek), zie bijlage E. De versterkte consoles met verlichting staan h.o.h. ca. 20 m [A.50937].

Inspectiepad onder de brug (BG8d)

Het inspectiepad onder de brug wordt in rekening gebracht als 2 puntlasten op de dwarsdragers, h.o.h. 700 mm, symmetrisch ten opzichte van het midden van de dwarsdragers.

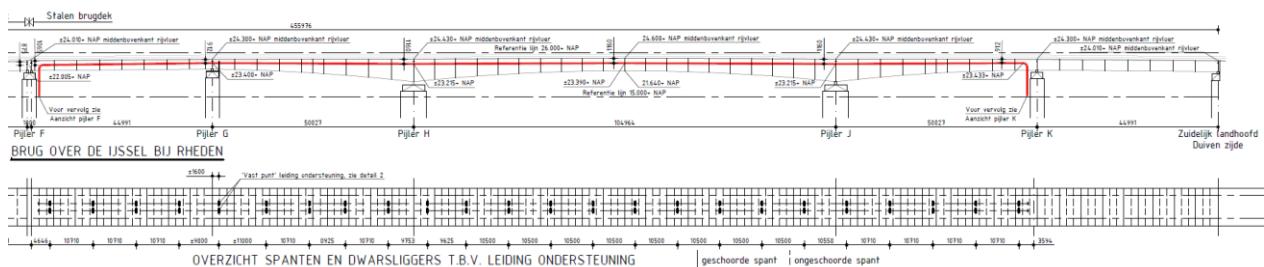


Figuur 32 – Belastingen inspectiepad o/d bryg

Inspectiepad $F_{\text{inspectiepad}} = 0,60 \text{ kN}$ (2x per dwarsdrager)

Warmwaterleiding NUON (BG8e)

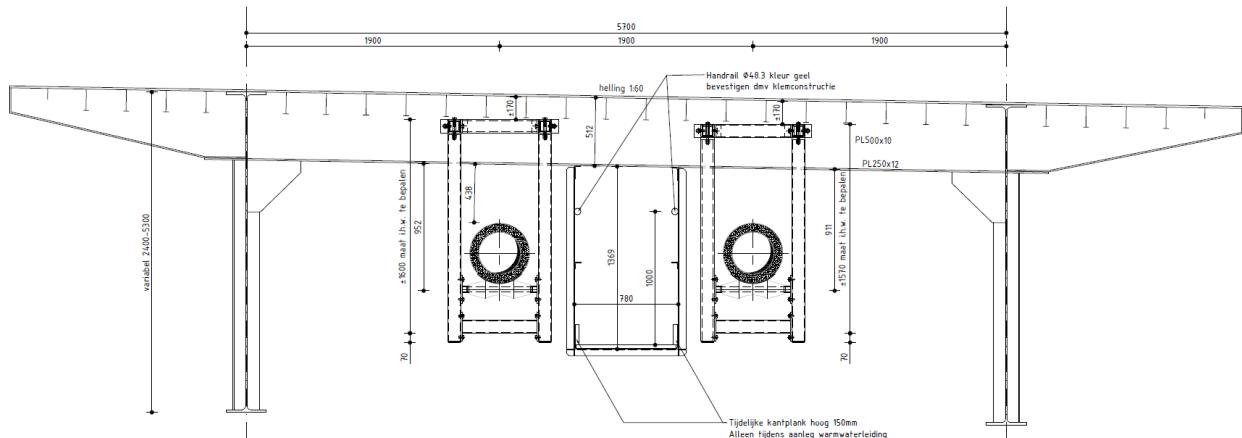
Onder de westelijke brug zijn in 2014 twee warmwaterleidingen van de NUON aangebracht. Deze zijn alleen toegepast onder de westelijke hoofdbrug, van pijler F tot pijler K.



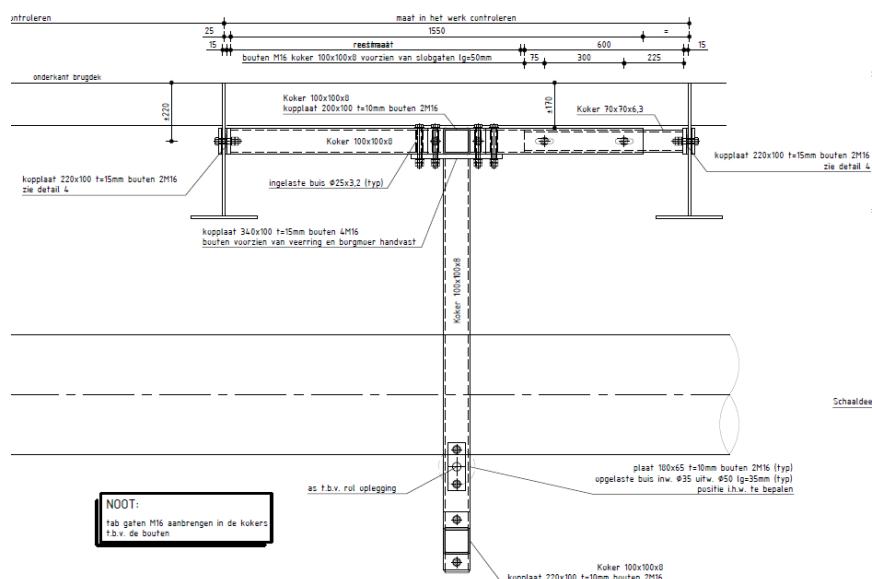
Figuur 33 – Locatie warmwaterleiding westelijke hoofdbrug (rood weergegeven) [20140219_1713021-WerkPI-001 Brugleiding]

De warmwaterleiding is door middel van een stalen frame opgehangen aan de dwarsdragers. Per steunpunt wordt de leiding opgehangen aan twee dwarsdragers. De ondersteuningen van de leiding hebben een variabele hart op hart afstand van ca. 9 tot 12 m. Bij pijler G is een ondersteuning gecreëerd ("vast punt") welke alleen is verbonden met de pijler G. hier hangt de leiding dus niet aan de brug. Ter plaatse van dit punt worden de horizontale belastingen in langssrichting van de buis afgedragen. Deze komen dus niet op de brug.

Onderstaande figuren geeft de constructieopbouw van ophanging van de buizen weer.



Figuur 34 – Vooraanzicht ophanging warmwaterleiding aan dwarsdragers [20140219_1713021-WerkPI-001 Brugleiding]



Figuur 35 – Zijaanzicht ophanging warmwaterleiding aan dwarsdragers [20140219_1713021-WerkPI-001 Brugleiding]

In de berekening van Strackee [912-275.R01] zijn alleen variabele belastingen van de warmwaterleiding gegeven. Er worden geen permanente belastingen gegeven, deze zijn door het eindige elementen model bepaald. In Bijlage E is het gewicht van het frame bepaald en de buis (Stalen buis Ø 450 mm, wanddikte 7,11 mm, PE binnenuit Ø 300 mm, isolatie met PUR).

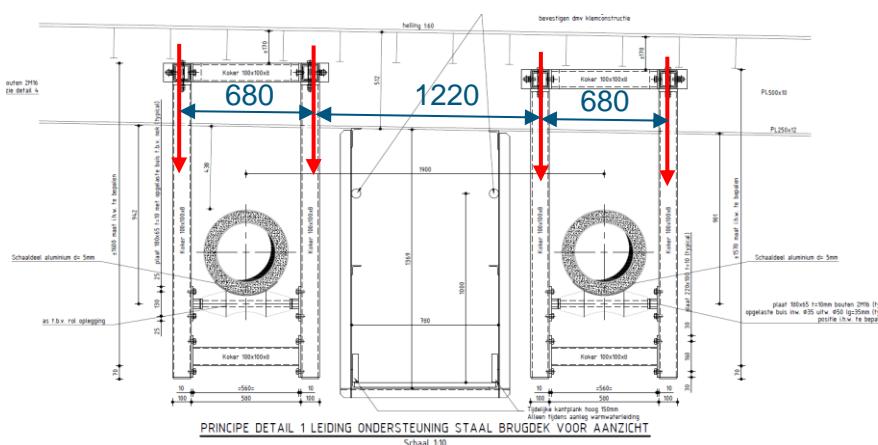
Gewicht frame: 2,1 kN per frame

Gewicht buis: 0,50 kN/m

Deze belastingen zijn vertaald naar de 4 ophangpunten van het frame. De dwarsdragers dragen 2 frames.

Belasting warmwaterleiding

1,86 kN (4x per dwarsdrager)



Figuur 36 – Puntlasten t.g.v. gewicht warmwaterleiding en ophangframe

Voor de variabele belasting wordt verwezen naar paragraaf 6.8.

6.1.7 Krimp en kruip (BG9)

Na het storten zal er krimp en kruip van het beton optreden. De krimp zal resulteren in een spanning in de samengestelde staal-betondoorzonden. De kruip resulteert in een afname van de stijfheid wat tot rekken zal leiden.

De effecten van kruip worden in rekening gebracht door gebruik te maken van de moduliverhoudingen n_L voor het beton conform NEN-EN 1994-2 art. 5.4.2.2. Afhankelijk van de kruipcoëfficiënt en type belasting wordt per bouwfase de stijfheid van het beton aangepast.

De krimpeffecten zijn meegenomen als een opgelegde vervorming op het dek. Voor de krimpberekening is uitgegaan van RH = 80% en CEM 32,5 N met cementklasse S. De betondrukspanning blijft onder de 45% van $f_{ck}(t_0)$, waardoor uitgegaan mag worden van lineaire kruip. In de berekening is de volledige krimpbelasting toegepast in de laatste bouwfase. De optredende krimp tussen de verschillende bouwfaseringen is voor de berekening verwaarloosd, overeenkomstig met de oorspronkelijke ontwerpbercakeningen. Aangenomen wordt dat er is voorgespannen op $t_{0,T} = 21$ dagen na storten beton, gezien de vereiste minimale kubusdruksterkte van 37,5 N/mm² (westelijke brug) [BR 104] en 40 N/mm² (oostelijke brug) [BR 205] voordat met voorspannen mocht worden aangevangen.

Uit de berekening volgen de volgende rekken ten gevolge van krimp.

$$\text{Uitdrogingskrimp: } \varepsilon_{cd}(\infty) = 0,178 \text{ \%}$$

$$\text{Autogene krimp: } \varepsilon_{cd}(\infty) = 0,055 \text{ \%}$$

$$\text{Totale rekverkorting } \Delta\varepsilon = 0,233 \text{ \%}$$

De rekverkorting wordt in SCIA ingevoerd als een opgelegde rekverkorting $\Delta\varepsilon = 0,233 \text{ mm/m}$

6.2 Verkeersbelasting

De verkeersbelasting wordt, conform de vraagspecificatie, bepaald voor een beoordeling op werkelijk gebruik (situatie AII conform de RBK).

6.2.1 Rijstrookindeling

Conform de uitvraag wordt voor de statische berekening van de beide bruggen de huidige rijstrookindeling (2 rijstroken) gehouden, waarbij elke bestaande rijstrook de rijstrook 1 voor langzaam/zwaar verkeer kan zijn (V1 Normale situatie). Gezien de symmetrie van de brug wordt rijstrook 1 alleen aan de westzijde gehouden. Daarnaast wordt de situatie bij een noodgeval (V2) beschouwd, waarbij de brug fictief ingedeeld kan zijn. Ook hier wordt rijstrook 1 alleen aan de westzijde gehouden.

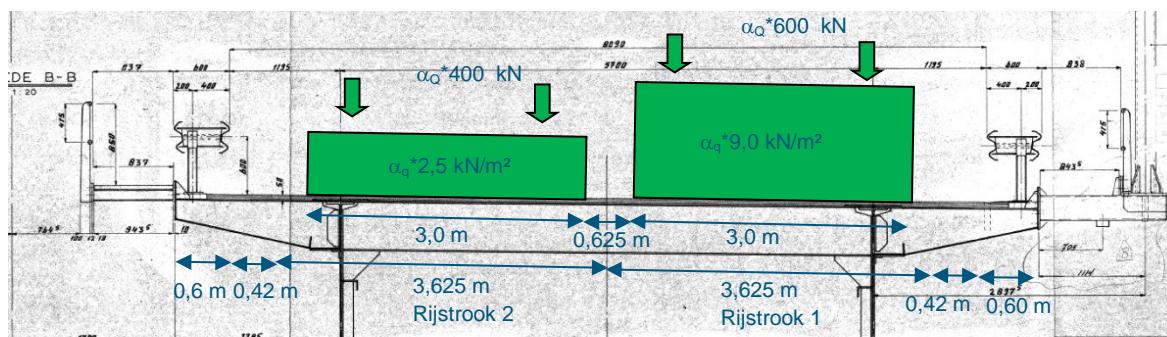
6.2.2 Rijstrookindeling V1 - Normale situatie

De rijstrookindeling voor de normale situatie (BM1) is, voor de statische berekening, ontleend aan figuur 13 van de vraagspecificatie. De normale werkelijke rijstrookindeling bestaat uit twee rijstroken van 3,625 m (hart streep tot hart streep) die symmetrisch ten opzichte van het midden zijn gepositioneerd. Aan beide zijden is een redresseerstrook aanwezig met een breedte van 0,42 m. Dit zijn dus geen vluchtstroken en worden als zodanig als onbelaste restruimte beschouwd. De rijstroken worden belast over een breedte van maximaal 3,0 m. BM2 kan overal worden opgenomen in verband met een noodsituatie.

In de onderstaande paragrafen wordt voor de hoofdligger en de dwarsdrager gekeken wat de maatgevende rijstrookindeling is, zowel voor BM1 als BM2.

Rijstrookindeling t.b.v. hoofdligger

Voor de hoofdliggers zijn de belastingen van BM1 in het midden van de rijstroken geplaatst, zie Figuur 37.

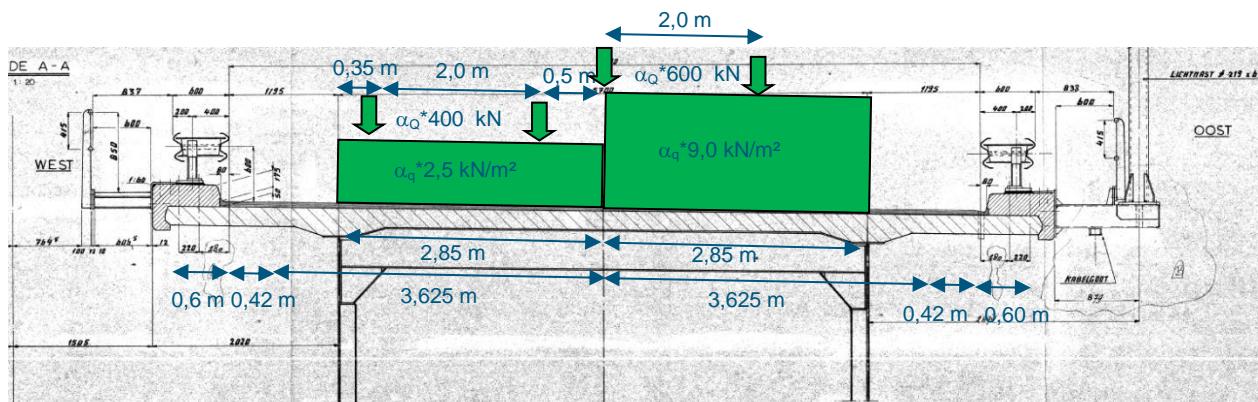


Figuur 37 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting hoofdlijger

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9. De belasting uit een enkele as BM2 is voor de hoofdlijger niet maatgevend.

Rijstrookindeling t.b.v. dwarsdrager

Voor het maximale veldmoment in de dwarsdrager is de UDL belasting zoveel als mogelijk naar het midden geplaatst, zie Figuur 38. De belasting op het oversteek is voor het maximale veldmoment achterwege gelaten, conform de opmerking in NEN-EN 1991-2 art 4.3.2(4). De positie van de wiellasten van rijstrook 1 en 2 zijn op 0,5 m van elkaar geplaatst (lokale toetsing) en met behulp van een liggerberekening is de meest maatgevende positie bepaald voor het veldmoment. Hierbij staat één van de zware wielen exact in het midden van de dwarsdrager.



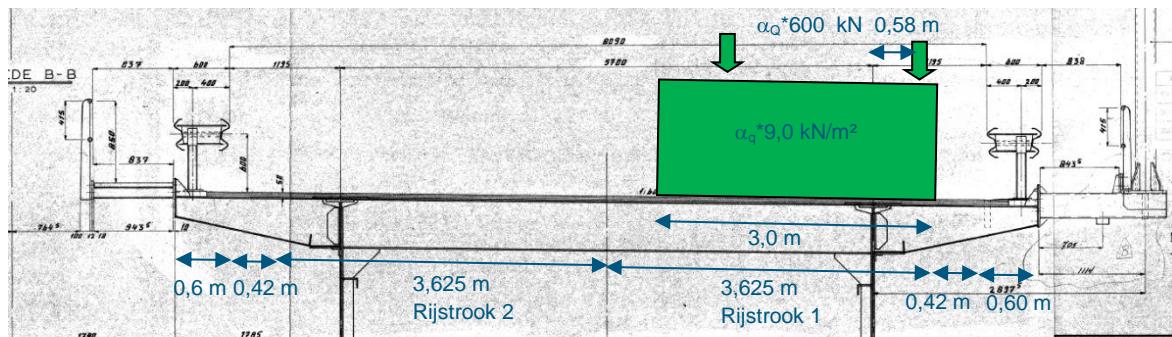
Figuur 38 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting dwarsdrager

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9. Uitgaande van een hart op hart afstand van de dwarsdragers van 1,8 m, en het feit dat er geen UDL en 2^e as aanwezig is, kan worden geconcludeerd dat de belasting uit BM2 voor het veldmoment in de dwarsdrager niet maatgevend zal zijn.

Rijstrookindeling t.b.v. console en uitkraging betondek

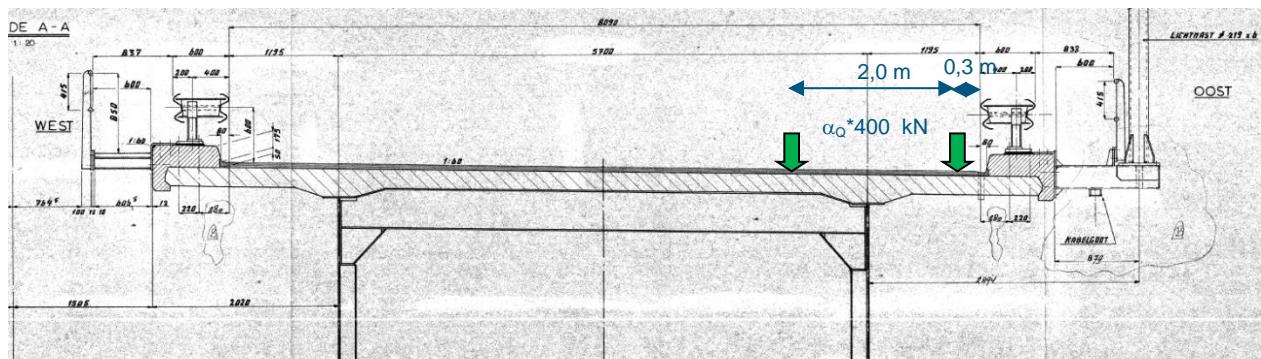
Voor het maximale steunpuntsmoment in de console (hoofdbrug) en in het uitkragende deel van het betondek (aanbruggen) zijn voor BM1 de wiellasten van rijstrook 1 op de rand van de werkelijke rijstrook aangehouden.

Voor BM1 geldt dat, uitgaande van een redresseerstrook van 0,42 m en een wielbreedte van 0,40 m, dat het hart van het wiel op 0,58 m uit de hoofdlijn staat. De belasting van rijstrook 2 is voor de console niet relevant en is daarom achterwege gelaten.



Figuur 39 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting console/uitkraging betondek (BM1)

Naast BM1 kan voor de consoles en het betondek ook BM2 maatgevend worden. Voor BM2 is aangenomen dat een van de wielen direct naast de voertuigkering kan staan (noodgeval). In de verificatieberekening zal eerst gecontroleerd worden welke belasting maatgevend is (BM1/BM2).



Figuur 40 – BM2 ter plaatse van het overstek – Normale situatie – Belasting steunpuntsmoment console/uitkraging betondek (BM2)

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9.

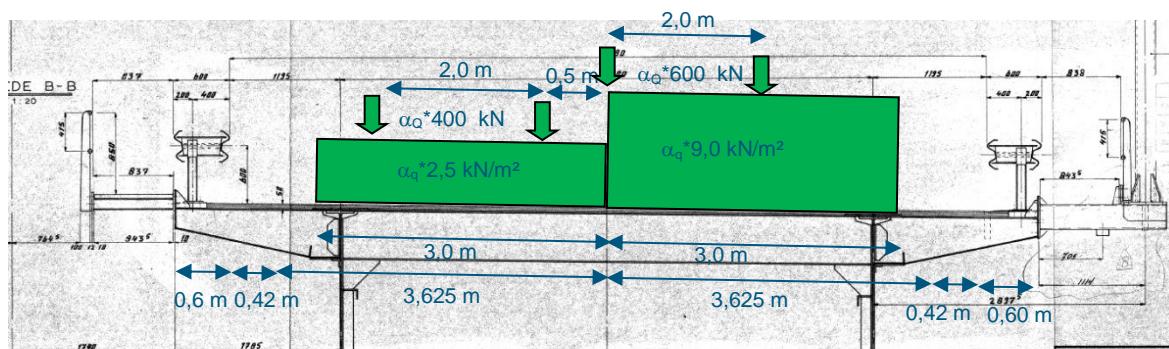
Rijstrookindeling t.b.v. staaldek met bulbs

Voor de maximale veld- en steunpuntmomenten in het staaldek en de bulbs zijn twee locaties beschouwd:

- in het veld tussen de dwarsdragers
- in het veld tussen de consoles

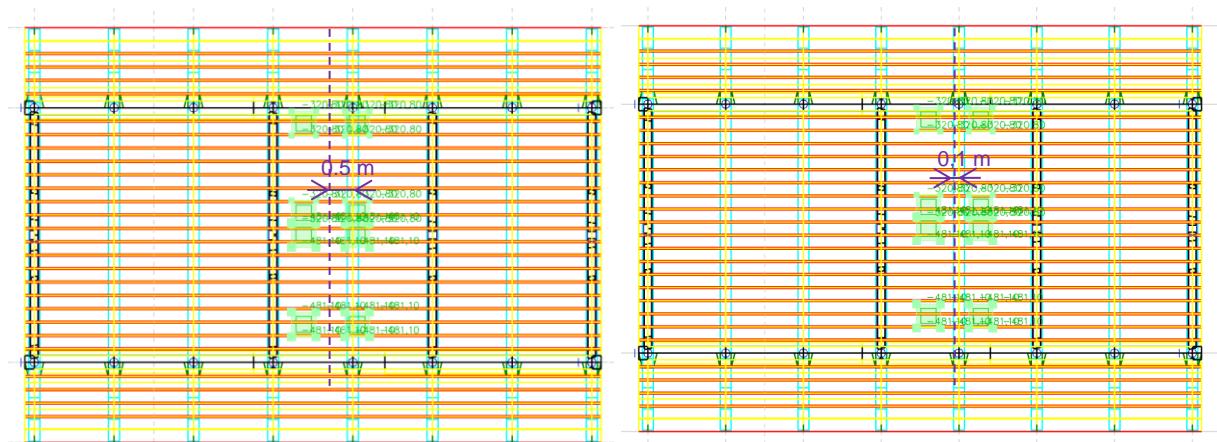
Rijstrookindeling t.b.v. staaldek met bulbs tussen de dwarsdragers

Voor het staaldek tussen de dwarsdragers is de UDL belasting in dwarsrichting zoveel als mogelijk naar het midden van de dwarsdrager geplaatst, rekening houdend met de werkelijke rijstrookindeling, zie Figuur 39. De UDL-belasting wordt hierbij in aparte belastinggevallen op de even en oneven velden geplaatst van het lokale model.



Figuur 41 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting staaldek met bulbs tussen dwarsdragers (BM1)

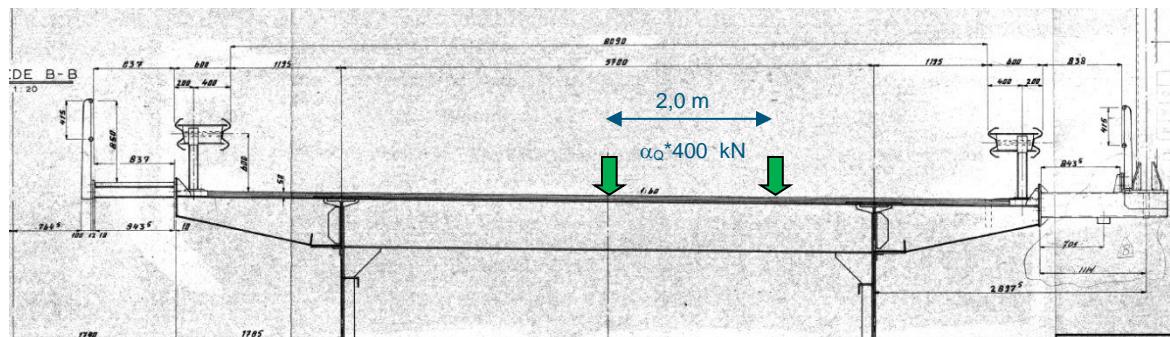
De positie van de wiellasten van rijstrook 1 en 2 zijn in dwarsrichting op 0,5 m van elkaar geplaatst (lokale toetsing) en met behulp van SCIA is de meest maatgevende positie bepaald voor de maximale spanning in het veld en ter plaatse van het steunpunt (dwarsdrager). Hiertoe is de aslast in stappen van 0,1 m verschoven totdat de maximale spanning gevonden wordt (zie Bijlage F.3). Alleen de maatgevende posities zullen in het model gebruikt worden. Voor de maximale trekspanning in het veld komt dit overeen met hart tandemstelsel op 0,5 m uit de dwarsdrager. Voor de maximale drukspanning ter plaatse van het steunpunt komt dit overeen met hart tandemstelsel op 0,1 m uit de dwarsdrager.



Figuur 42 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting staaldek met bulbs tussen dwarsdragers (BM1) positie langsrichting

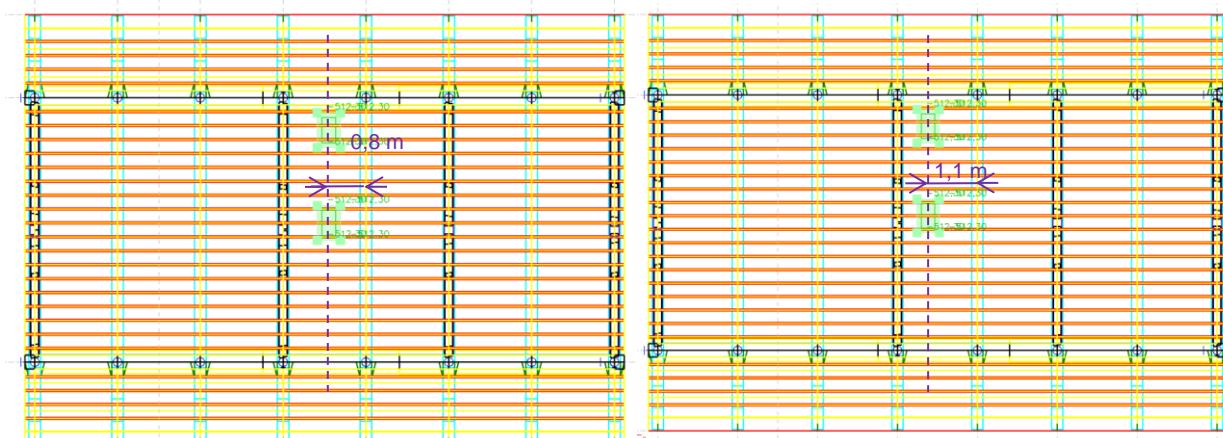
Variatie van de positie van het tandemstelsel in dwarsrichting heeft nauwelijks invloed op de maximale spanning en is daarom gelijk genomen als bij de toetsing van de dwarsdragers.

Voor de staaldek en de bulbs tussen de dwarsdragers kan BM2 maatgevend zijn. In dwarsrichting is de belasting met een van de wielen daarom op de middelste bulb geplaatst.



Figuur 43 – BM2 – Normale situatie V1 – Belasting staaldek met bulbs tussen dwarsdragers (BM2)

In lengterichting is op vergelijkbare wijze als voor BM1 de maatgevende posities voor het veld en steunpuntsmoment bepaald door de belasting in stappen van 0,1 m te verplaatsen, zie bijlage F.3. Voor het veldmoment geeft een aslast op 0,8 m uit de dwarsdrager de maximale spanning. Voor de maximale spanning ter plaatse van het steunpunt staat de aslast op 1,1 m uit de dwarsdrager.



Figuur 44 – BM2 – Normale situatie V1 – Belasting staaldek met bulbs tussen dwarsdragers (BM2) positie langsrichting

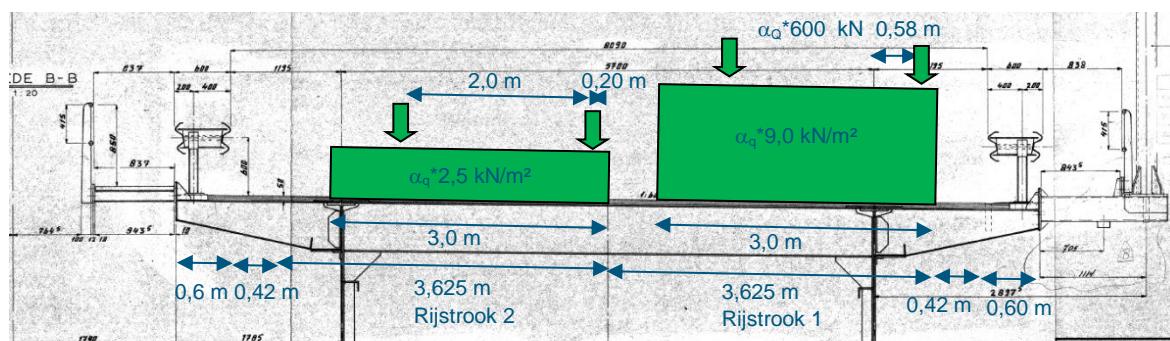
Uit de berekening blijkt dat BM2 niet tot hogere spanningen als BM1 leidt (zie bijlage F.3), waardoor deze verder niet is meegegenomen voor de verdere berekeningen.

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9.

Rijstrookindeling t.b.v. staaldek met bulbs tussen consoles

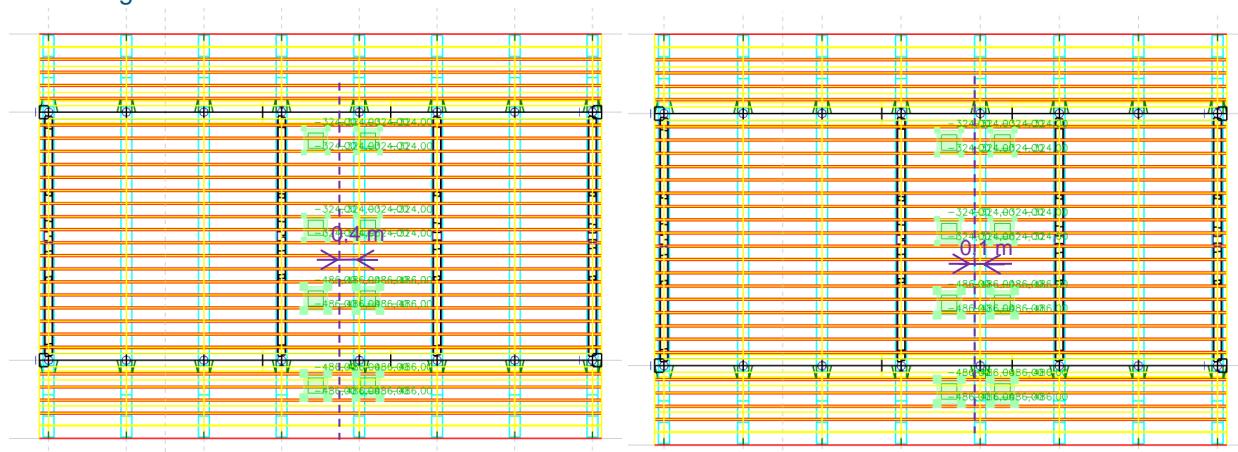
Voor de maximale spanningen in het staaldek met bulbs is ook gekeken naar een belasting dicht langs de rand van het staaldek. Hier zijn qua maat afwijkende bulbs/stripen onder het dek aanwezig en is ook een randstrip aanwezig.

Voor BM1 geldt dat, uitgaande van een redresseerstrook van 0,42 m en een wielbreedte van 0,40 m, dat het hart van het wiel op 0,58 m uit de hoofdlijn staat. Rijstrook 2 is zoveel mogelijk richting de rand van de rijstrook 2 verplaatst.



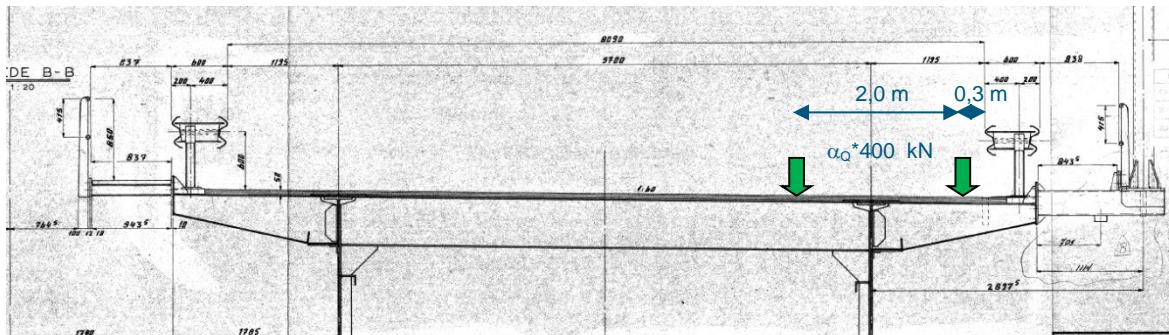
Figuur 45 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting staaldek met bulbs tussen consoles (BM1)

De maatgevende posities van de tandemstelsels voor de maximale spanningen in het veld en ter plaatse van het steunpunt is met behulp van SCIA bepaald door deze in stappen van 0,1 m te verschuiven (zie Bijlage F.3). Alleen de maatgevende posities worden in het model bewaard i.v.m. de rekentijd. Voor de maximale trekspanning in het veld staat het hart van het tandemstelsel op 0,4 m uit de dwarsdrager, voor de maximale drukspanning ter plaatse van het steunpunt staat hart tandemstelsel op 0,1 m uit de dwarsdrager.



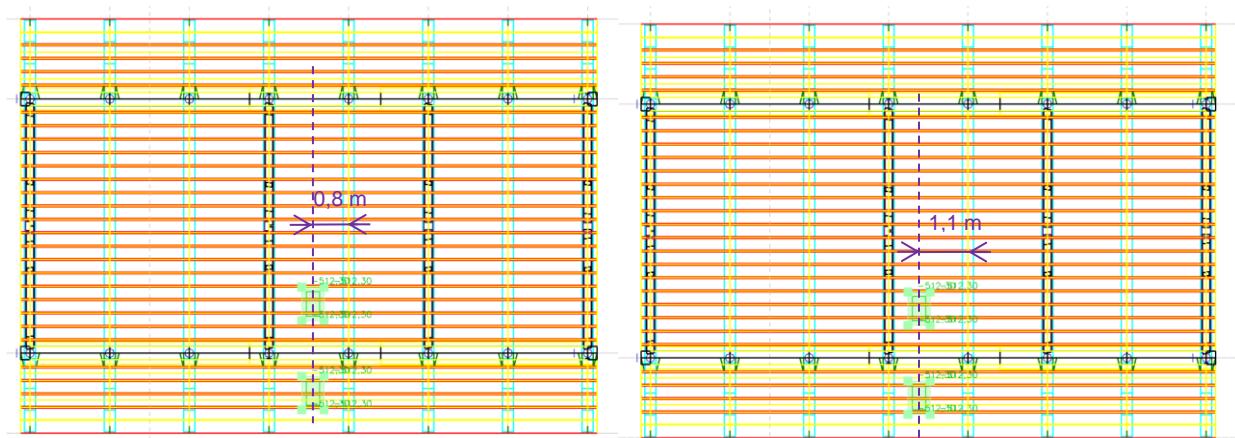
Figuur 46 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting staaldek met bulbs tussen consoles (BM1) positie langrichting

Naast BM1 kan voor de bulbs tussen de consoles ook BM2 maatgevend worden. Voor BM2 is aangenomen dat een van de wielen direct naast de voertuigkering kan staan (ongeval).



Figuur 47 – BM2 – Normale situatie V1 – Belasting staaldek met bulbs tussen de consoles (BM2)

Ook voor BM2 zijn de maatgevende posities voor de spanning in het veld en ter plaatse van het steunpunt van de bulbs bepaald door het tandemstelsel in stappen van 0,1 m te verplaatsen (zie bijlage F.3). Voor het maximale spanningen in het veld staat het tandemstelsel op 0,8 m, voor het maximale spanningen ter plaatse van het steunpunt op 1,1 m. Alleen de maatgevende posities zullen in het model worden toegepast i.v.m. de rekentijd.



Figuur 48 – BM2 – Normale situatie V1 – Belasting staaldek met bulbs tussen de consoles (BM2) positie langsrichting

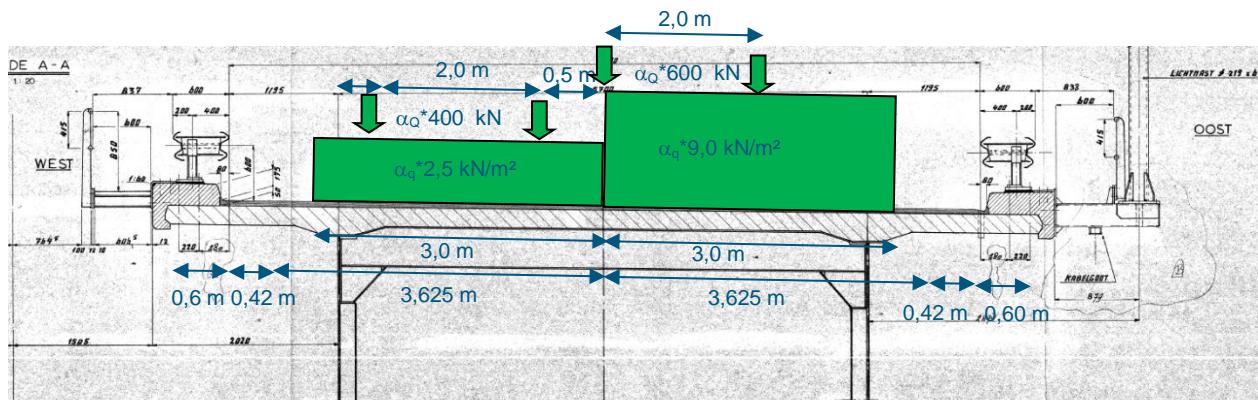
BM2 blijkt net iets grotere spanningen als BM1 te geven. Beide zijn in het rekenmodel meegenomen, omdat BM1 ook met andere belastingen gecombineerd moet worden.

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9.

Rijstrookindeling t.b.v. betondek

Voor het betondek zijn momenten en normaalkrachten in langssrichting van de brug maatgevend. De maatgevende krachten worden gevonden door het betondek tussen de dwarsdragers maximaal te beladen. De rijstroken zijn daarom zoveel mogelijk naar het midden geplaatst; zie Figuur 50.

BM2 blijkt voor het betondek niet tot maatgevend te zijn boven BM1. Doordat de aslasten van BM1 op rijstrook 1 en 2 dicht op elkaar staan overlappen de gespreide wielprenten elkaar en levert dit hogere belastingen op dan de wielprenten van BM2.



Figuur 49 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting betondek (BM1)

De positie van de wiellasten van rijstrook 1 en 2 zijn op verschillende maatgevende posities bepaald. De posities zijn bepaald aan de hand van de maatgevende krachten voor de toetsing.

De maximale normaalkracht in het beton treedt op als gevolg van globale effecten. Hiervoor zijn de lastmodellen in het globale veld tussen de steunpunten geplaatst. Uit een analyse blijkt het betondek in de karakteristieke combinatie vrijwel volledig onder druk blijft. Alleen lokaal boven de hoofdliggers ter plaatse van de tussensteunpunten treedt enige trek op.

Voor het maximale steunpuntmoment, boven de dwarsdragers en nabij de hoofdligger, zijn de laststelsels boven de dwarsdragers geplaatst. De momenten in het dek blijken relatief laag te zijn door de beperkte hart op hart afstand van de dwarsdragers en de samenwerking van het staal met het beton.

De maximale veldmomenten treden op door lokale effecten. Hiervoor zijn de lastmodellen ter plaatse van de globale velden en steunpunten tussen twee dwarsdragers (lokale veld) in geplaatst. Uit analyse blijkt dat ook deze momenten relatief laag zijn. Het verschuiven van de aslasten heeft geen noemenswaardige invloed op de momenten, waardoor uitgegaan wordt van een tandemstelsel in het midden van het veld.



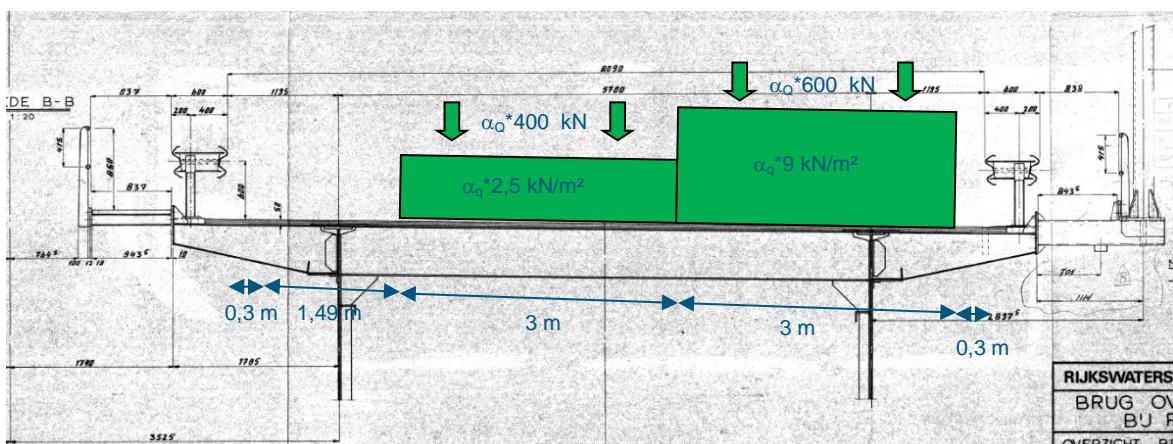
Figuur 50 – Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting betondek (BM1) positie langsrichting

6.2.3 Rijstrookindeling V2 - Noodgeval

Voor de noodsituatie dient uitgegaan te worden van de theoretische rijstrookindeling volgens NEN-EN 1991-2, echter met een gereduceerde referentieperiode van 6 maanden. De breedte tussen de voertuigkeringen is voor de hoofdbrug gelijk aan de aanbruggen, namelijk 8,09 m. De breedte van de rijweg mag worden gemeten vanaf 0,3 m uit de binnenzijde van de voertuigkering, conform RBK art 1.8. Het brugdek tussen de voertuigkering wordt opgedeeld in 2 rijstroken met een breedte van $w_1 = 3,0$. Overeenkomstig met de normale situatie wordt de redresseerstrook als onbelaste restruimte gehouden. De rijstrookindeling met bijbehorende lastenstelsels wordt zodanig gekozen dat de constructie zo ongunstig mogelijk wordt belast voor het beschouwde element. Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9.

Rijstrookindeling t.b.v. hoofdligger

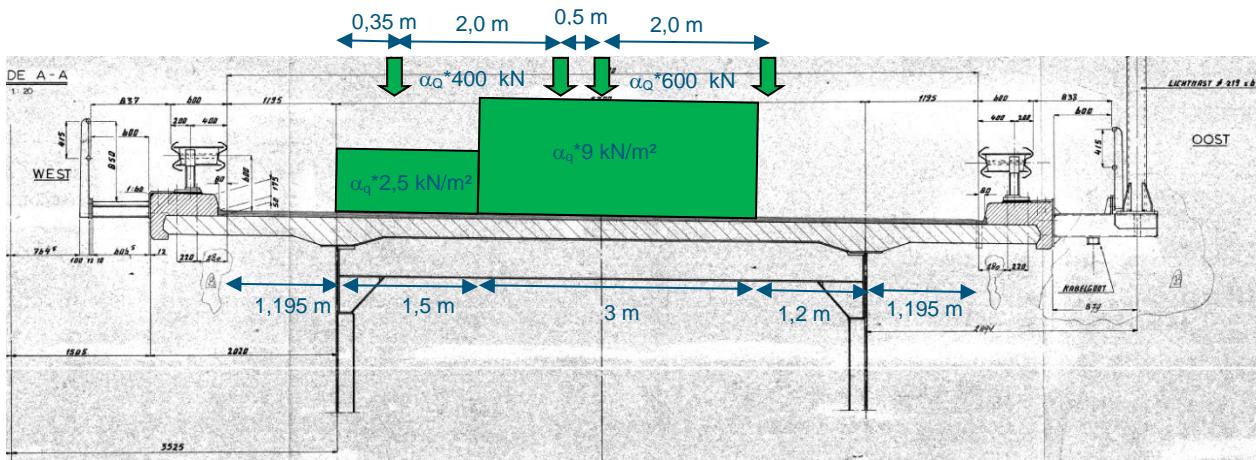
Voor de hoofdliggers zijn de belastingen zo geplaatst, zodat deze zo veel als mogelijk aan één zijde van de rijbaan ligger, echter wel op 0,3 m uit de voertuigkering.



Figuur 51 – Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting hoofdligger

Rijstrookindeling t.b.v. dwarsdrager

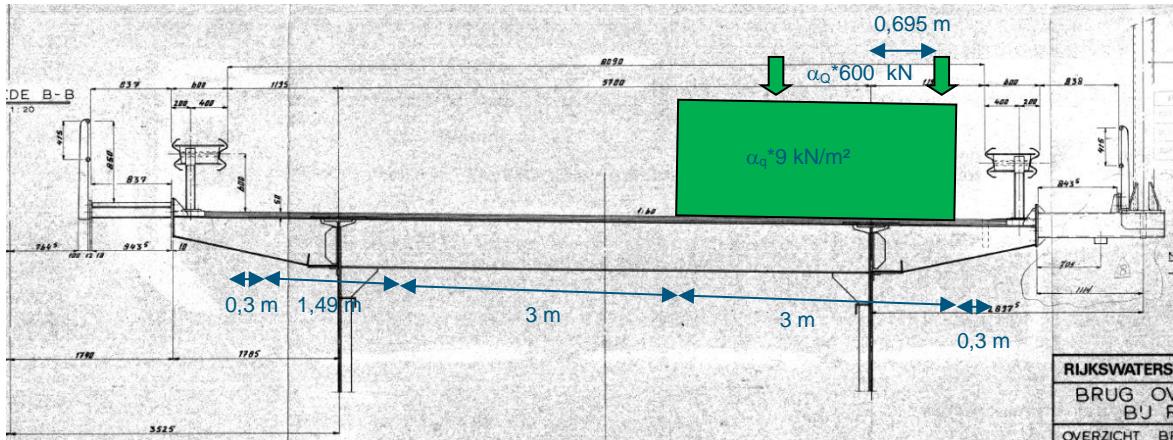
De positie van de UDL belasting en de aslasten voor het buigend veldmoment in de dwarsdrager is ingeschatt op basis van een liggerberekening en zal in het definitieve model gevalideerd worden. Voor deze situatie werkt de UDL belasting op het oversteek gunstig en is achterwege gelaten. De wiellasten staan voor deze situatie op 0,5 m van elkaar.



Figuur 52 – Werkelijke rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting dwarsdrager

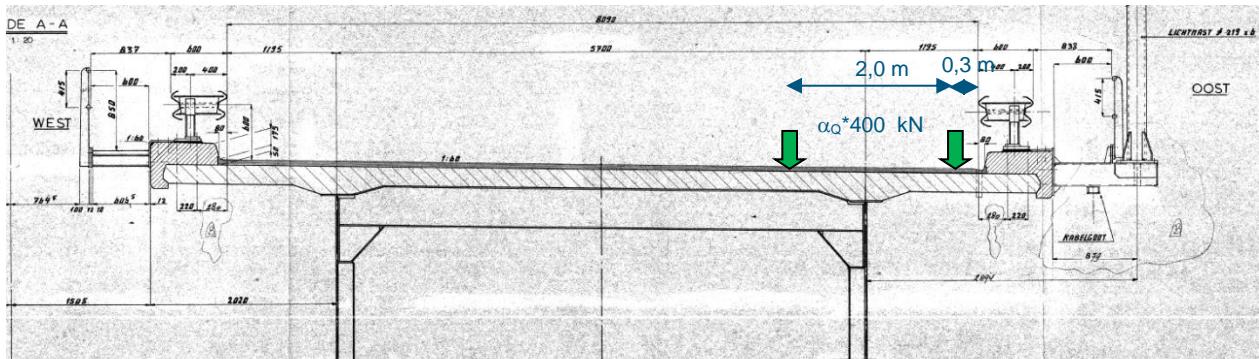
Rijstrookindeling t.b.v. console en uitkraging betondek

Voor het maximale steunpuntmoment in de console (hoofdbrug) en in het uitkragende deel van het betondek (aanbruggen) zijn de wiellasten van BM1 op de rand van de fictieve rijstrook aangehouden, met de rand van het wiel op 0,3 m uit de voertuigkering. Uitgaande van een afstand tot de voertuigkering van 0,30 m en een wielbreedte van 0,40 m, staat het hart van het wiel op 0,695 m uit de hoofdlijn staan. De belasting van rijstrook 2 is voor de uitkraging niet relevant en is achterwege gelaten.



Figuur 53 – Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting console/uitkraging betondek (BM1)

Voor BM2 zijn de wiellasten tegen de voertuigkering aan geplaatst. Daar het belastinggeval BM2 – noodgeval exact gelijk is aan BM2 - normale situatie, wordt deze verder niet in rekening gebracht, aangezien de reductiefactoren voor de situatie noodgeval lager zijn.



Figuur 54 – BM2 ter plaatse van het overstek V2 – Noodgeval – Belasting console/uitkraging betondek (BM2)

Rijstrookindeling t.b.v. staaldek en bulbs

Voor de maximale veld- en steunpuntsmomenten in het staaldek en de bulbs zijn twee locaties beschouwd:

- in het veld tussen de dwarsdragers
 - in het veld tussen de consoles

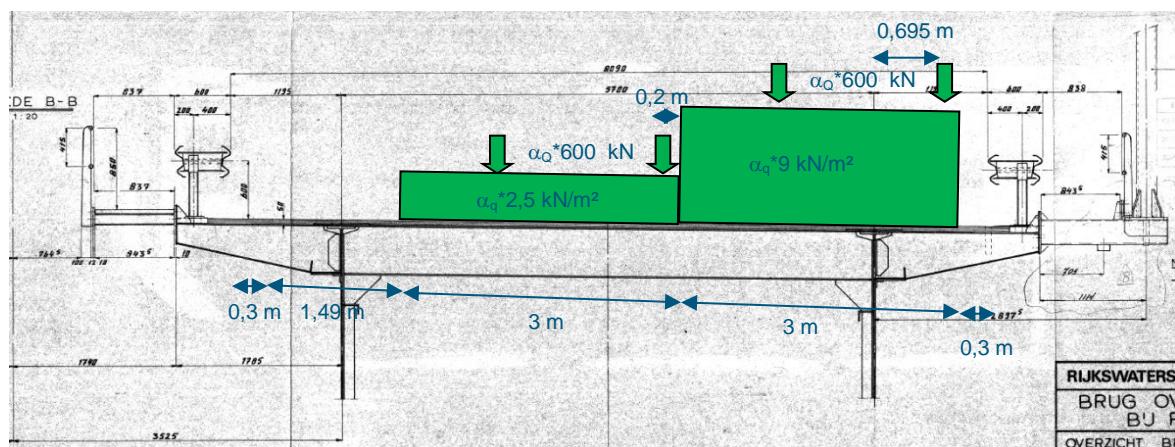
Rijstrookindeling t.b.v. staaldek met bulbs tussen de dwarsdragers

De belasting t.g.v. BM1 en BM2 bij de situatie noodgeval (V2) zal voor het staaldek en de bulbs tussen de dwarsdragers niet maatgevend zijn ten opzichte van de normale situatie (V1), door de hogere reductiefactor voor V2 in verband met de gereduceerde levensduur die mag worden aangehouden. Omdat de assen op gelijke afstand van elkaar staan in beide situaties zal V1 altijd maatgevend zijn.

Rijstrookindeling t.b.v. bulbs tussen de consoles

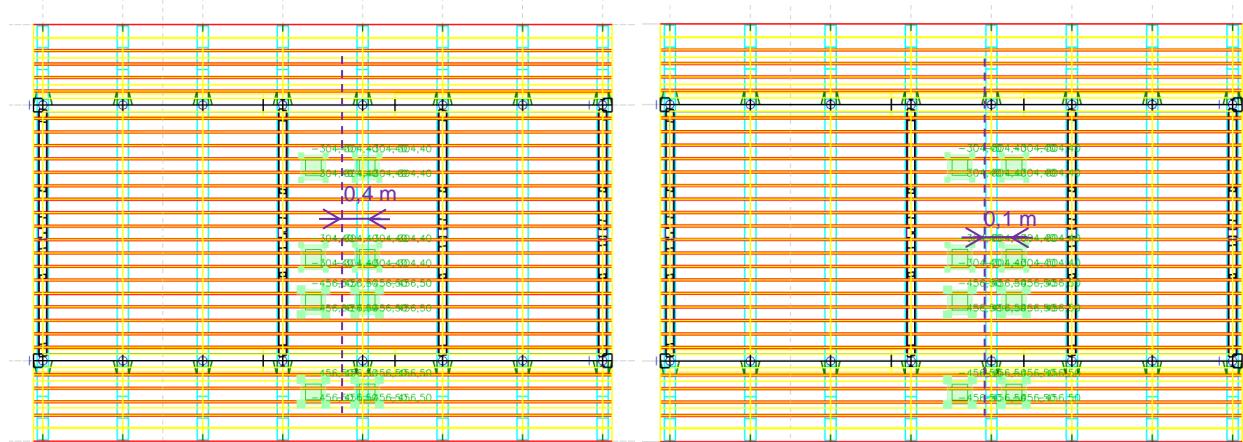
Voor de maximale spanningen in de bulbs kan de situatie bij een noodgeval (V2) wel mogelijk maatgevend zijn boven de normale situatie (V1), omdat de belasting meer naar de buitenzijde van het dek staat en dus de randstripen zwaarder kan beladen. De belasting in de situatie V2 noodgeval is daarom aan de rand van het dek tussen de consoles geplaatst.

In breedterichting zijn de belasting aangehouden zoals beschreven bij de belasting op de console, echter nu ook met rijstrook 2. Hierbij zijn de wiellasten van BM1 op de rand van de fictieve rijstrook aangehouden, met de rand van het wiel op 0,3 m uit de voertuigkering. Uitgaande van een afstand tot de voertuigkering van 0,30 m en een wielbreedte van 0,40 m, staat het hart van het wiel op 0,695 m uit de hoofdlijger staat.



Figuur 55 – Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting staaldek met bulbs tussen consoles (BM1)

De maatgevende posities van de tandemstelsels voor de maximale spanningen in het veld en ter plaatse van het steunpunt is met behulp van SCIA bepaald door deze in stappen van 0,1 m te verschuiven (zie Bijlage F.3). Alleen de maatgevende posities worden in het model bewaard i.v.m. de rekentijd. Voor de spanningen in het veld is het hart van het tandemstelsel op 0,4 m uit de dwarsdrager maatgevend, voor de drukspanning ter plaatse van het steunpunt is hart tandemstelsel op 0,1 m uit de dwarsdrager maatgevend.



Figuur 56 – Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting staaldek met bulbs tussen consoles (BM1) positie langrichting

Voor de reductiefactoren wordt verwezen naar paragraaf 6.2.9.

Voor BM2 geldt, net als voor de console, dat deze in de situatie bij een noodgeval (V2) nooit maatgevend is boven de normale situatie (V1), aangezien de positie gelijk is, maar de reductiefactoren in de normale situatie lager zijn.

Rijstrookindeling t.b.v. betondek

Voor het betondek is de situatie bij een noodgeval (V2) niet maatgevend boven de normale situatie (V1). In de V2 situatie zijn de belastingen namelijk lager door de hogere reductiefactor, maar zullen de wiellasten op dezelfde onderlinge afstand van elkaar staan.

Verkeersbelastingen in situatie V2 zijn voor het betondek daarom niet meegenomen.

6.2.4 Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 1

Voor de analyse van de brug wordt uitgegaan van een brug zonder lastbeperking. Tussen de voertuigeringen wordt uitgegaan van de verkeersbelasting conform NEN-EN 1991-2. In eerste instantie worden de belastingen zonder reducties beschreven.

Basisgetalswaarden verkeersbelasting

Op elke rijstrook i dient gerekend te worden op een tandemstelsel van 2 assen $\alpha_{Qi} \cdot Q_{ik}$ en een gelijkmatig verdeelde belasting $\alpha_{qi} \cdot q_{ik}$. Conform tabel 4.2 van NEN-EN 1991-2 dient de volgende karakteristieke waarde van de belasting aangehouden te worden.

Positie	Tandemstelsel (TS)	Gelijkmatig verdeelde belasting (GVB)
	Aslast Q_{ik} [kN]	q_{ik} (of q_{rk}) [kN/m^2]
Rijstrook 1	300	9,0
Rijstrook 2	200	2,5

Tabel 18 – LM 1: karakteristieke waarden

Voor α_{Qi} en α_{qi} wordt verwezen naar Tabel 20.

Spreiding belasting hoofdbrug

Uitgaande van de dikte van het stalen dek van 10 mm + 70 mm asfalt, wordt voor de hoofdbrug een spreiding aangehouden van de wiellasten tot het midden van de constructieve dekplaat zie NEN-EN 1991-2 art 4.3.6(3). Dit houdt een wieloppervlak in van 0,55x0,55 meter (i.p.v. 0,4x0,4 meter).

Spreiding belasting aanbruggen

Uitgaande van de minimale dikte van het betonnen dek van 200 mm + 70 mm asfalt, wordt voor de aanbruggen een spreiding aangehouden van de wiellasten tot het hart van de betonconstructie, zie NEN-EN 1991-2 art 4.3.6(2). Dit houdt een wieloppervlak in van 0,74x0,74 meter (i.p.v. 0,4x0,4 meter).

6.2.5 Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 2

Conform artikel 4.3.3 van NEN-EN 1991-2 dient de volgende karakteristieke waarde van de belasting aangehouden te worden.

$$\beta_Q * Q_{ak} = \alpha_{Q1} \cdot Q_{ak}$$

waarbij:

$Q_{ak} = 400 \text{ kN}$ (aslast)

α_{Q1} zie Tabel 20

LM2 mag onder bepaalde voorwaarden door de opdrachtgever worden gereduceerd. In de vraagspecificatie is dit niet gespecificeerd en wordt daarom niet toegepast. Daar waar relevant wordt slechts één wiel in rekening gebracht.

In de nabijheid van uitzettingsvoegen wordt een aanvullende vergrotingsfactor voor dynamische effecten, gelijk aan die voor vermoeiing in rekening gebracht, zie paragraaf 6.10.6.

Spreiding belasting hoofdbrug

Uitgaande van de dikte van het stalen dek van 10 mm + 70 mm asfalt, wordt voor de hoofdbrug een spreiding aangehouden van de wiellasten tot het midden van de constructieve dekplaat zie NEN-EN 1991-2 art 4.3.6(3). Dit houdt een wieloppervlak in van 0,50x0,75 meter (i.p.v. 0,35x0,60 meter).

Spreiding belasting aanbruggen

Uitgaande van de minimale dikte van het betonnen dek van 200 mm + 70 mm asfalt, wordt voor de aanbruggen een spreiding aangehouden van de wiellasten tot het hart van de betonconstructie, zie NEN-EN 1991-2 art 4.3.6(2). Dit houdt een wieloppervlak in van 0,69x0,94 meter (i.p.v. 0,35x0,60 meter).

6.2.6 Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 3

Er zijn door opdrachtgever geen bijzondere voertuigen vastgesteld voor de brug.

6.2.7 Verticale verkeersbelasting – Belastingmodel 4

Een mensenmenigte op de brug is voor de IJsselbrug niet relevant en is daarom niet in rekening gebracht.

6.2.8 Invloedslengte

Afhankelijk van de invloedslengte van het te toetsen onderdeel mag de verkeersbelasting gereduceerd worden. In Bijlage L is de invloedslijn van het moment M_y van een aantal maatgevende punten weergegeven. In de berekening wordt gerekend met onderstaande invloedslengten.

Onderdeel	Hoofdbrug	Aanbruggen
Hoofdligger veld 1	45 m	40 m
Hoofdligger veld 2 (positief moment)	50 m	40 m
Hoofdligger veld 2 (negatief moment)	155 m	80 m
Hoofdligger veld 3	105 m	
Hoofdligger steunpunt 2	95 m	80 m
Hoofdligger steunpunt 3	155 m	
Dwarsdrager/console	12 m	15 m
Bulb, betondek, staaldek	< 2,5 m	< 2,5 m

Tabel 19 – Invloedslengte per onderdeel

6.2.9 Correctiefactoren

De correctiefactoren op de verkeersbelastingen worden in rekening gebracht in de belastingen.

Correctiefactor voor geringere dan normale belasting door vrachtverkeer

Afhankelijk van het aantal vrachtwagens per jaar mag conform NEN-EN 1991-2 een correctiefactor voor geringere dan normale belasting door vrachtverkeer worden toegepast. Volgens opgave van Rijkswaterstaat mag uitgegaan worden van 1510000 vrachtwagens per rijstrook in 2050. De reductiefactor mag worden toegepast op alle rijstroken.

Aantal vrachtwagens per jaar per rijstrook voor zwaar verkeer N_{obs}^a	α_{Q1} en α_{q1}					α_{qr}	
	Lengte van de overspanning of invloedslengte (L)						
	20 m	30 m	50 m	100 m	≥ 200 m		
2000000	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
1510000	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,97	
200000	0,97	0,97	0,97	0,95	0,95	0,9	
20000	0,95	0,95	0,94	0,89	0,88	0,8	
2000	0,91	0,91	0,91	0,82	0,81	0,7	
200	0,88	0,88	0,87	0,85	0,74	0,6	

^a Tussengelegen waarden mogen worden geïnterpoleerd.

Tabel 20 – Correctiefactoren α_{Q1} , α_{q1} en α_{qr}

De correctiefactor is voor alle onderdelen van beide bruggen ($0 \text{ m} \leq L \leq 155 \text{ m}$) gelijk aan 0,99.

Trendreductie

NEN 8701 (Tabel 2) geeft een trendreductie in de belastingsgrootte voor LM1 en LM2 indien uitgegaan wordt van een kortere (rest)levensduur. Wanneer wordt uitgegaan van een (rest)levensduur van 30 jaar vanaf 1 januari 2021 (eis vraagspecificatie), wordt een trendreductie gevonden zoals weergegeven in onderstaande tabel in de kolom bij 2051.

De waarde voor α_{trend} is afhankelijk van de invloedslengte van het te beschouwen onderdeel. Voor LM2 is de trendreductie, onafhankelijk van de invloedslengte, gelijk aan $\alpha_{trend} = 0,98$.

Invloeds- lengte L [m]	Reductiefactor α_{trend}						
	2010	2020	2030	2040	2050	2051	2060
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
20	0,89	0,91	0,93	0,96	0,98	0,98	1,00
30	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97	0,97	1,00
50	0,82	0,86	0,89	0,93	0,96	0,96	1,00
75	0,78	0,83	0,87	0,91	0,96	0,96	1,00
100	0,76	0,81	0,85	0,90	0,95	0,96	1,00
150	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,96	1,00
≥ 200	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	0,96	1,00

a) Voor andere perioden en invloedslengten mag men lineair interpoleren. Voor belastingen door de enkele as of het enkele wiel (van LM2) mag men ongeacht de invloedslengte de waarde voor L = 20 m aanhouden. Twee in elkaar verlengde geplaatste pendelassen gelden hierbij als een enkele as.

Tabel 21 – Trendreductiefactor

Onderstaande tabel geeft voor LM1 per onderdeel de reductiefactor α_{trend} .

Onderdeel	Hoofdbrug		Aanbruggen	
	L	α_{trend}	L	α_{trend}
Hoofdligger veld	45 m – 105 m	0,96	40 m	0,97
Hoofdligger tussensteunpunt / veld 2 (negatief moment)	95 m – 155 m	0,96	80 m	0,96
Dwarsdrager/console	12 m/15 m	0,99	12 m	0,99
Bulb, betondek, staaldek	< 2,5 m	1,00	< 2,5 m	1,00

Tabel 22 – Correctiefactoren α_{trend} per onderdeel

Reductie bij grote overspanning

Daarnaast geldt voor bruggen met een grote overspanning een reductiefactor α_L , conform NEN 8701 paragraaf 5.1.4. Bij constructieonderdelen met een invloedslengte L groter of gelijk aan 100 meter, mogen de correctiefactoren α_{qi} en α_{qr} uit NEN-EN 1991-2 zijn vermenigvuldigd met de reductiefactor α_L .

$$\begin{aligned}\alpha_L &= 1,2 - 0,002*L && \text{voor } 100 \text{ m} \leq L < 200 \text{ m} \\ \alpha_L &= 0,8 && \text{voor } L \geq 200 \text{ m}\end{aligned}$$

Alleen ter plaatse van steunpunt 3 en veld 2 (negatief moment) en 3 van de hoofdbrug is de invloedslengte groter dan 100 m. Hiervoor gelden de volgende reductiefactoren.

Onderdeel	Hoofdbrug	
	L	α_{trend}
Hoofdligger veld 2 (neg. moment)	150 m	0,90
Hoofdligger veld 3	105 m	0,99
Hoofdligger steunpunt 2	155 m	0,89

Tabel 23 – Correctiefactoren α_L per onderdeel

Reduciefactor verkeersbelasting i.v.m. referentieperiode

In de belastingscombinaties mag een reductie op de verkeersbelasting worden toegepast, indien de referentieperiode korter is dan 100 jaar. In de berekeningen wordt voor “normaal gebruik” (V1) uitgegaan van een referentieperiode van 30 jaar, voor de situatie met een “noodgeval” (V2) wordt uitgegaan van 6 maanden (1 maand per 5 jaar restlevensduur).

Afhankelijk van de invloedslengte (L) kan volgens tabel 1 van NEN 8701 de ψ -factor voor een referentieperiode van 30 jaar (V1 normaal gebruik) of 6 maanden (V2 noodgeval) worden gehanteerd.

Referentieperiode	ψ -factor ^a			
	Lengte van de overspanning of invloedslengte L			
	20 m	50 m	100 m	≥ 200 m
100 jaar	1,00	1,00	1,00	1,00
50 jaar	0,99	0,99	0,99	0,99
30 jaar	0,99	0,99	0,98	0,97
15 jaar	0,98	0,98	0,96	0,96
1 jaar	0,95 ^b	0,94 ^b	0,89	0,88
6 maanden	0,93 ^b	0,92 ^b	0,84	0,84
1 maand	0,91 ^b	0,91 ^b	0,81	0,81

^a Voor andere invloedslengten en referentieperiode mag lineair zijn geïnterpoleerd.

^b zie opmerking onder de tabel 1 in NEN 8701

Tabel 24 – Reductiefactor voor de referentieperiode bij verbouw conform NEN 8701

Onderstaande tabel geeft per onderdeel de ψ -factor per onderdeel.

Onderdeel	Hoofdbrug			Aanbruggen		
	L	ψ -factor (30 jaar)	ψ -factor (6 maanden)		ψ -factor (30 jaar)	ψ -factor (6 maanden)
Hoofdligger veld 1	45 m	0,99	0,92	40 m	0,99	0,92
Hoofdligger veld 2 (pos. M)	50 m	0,99	0,92	40 m	0,99	0,92
Hoofdligger veld 2 (neg. M)	150 m	0,98	0,84	80 m	0,98	0,87
Hoofdligger veld 3	105 m	0,98	0,84			
Hoofdligger steunpunt 2	95 m	0,98	0,85	80 m	0,98	0,87
Hoofdligger steunpunt 3	155 m	0,97	0,84			
Dwarsdrager/console	12 m	0,99	0,93	15 m	0,99	0,93
Bulb, betondek, staaldek	< 2,5 m	0,99	0,93	< 2,5 m	0,99	0,93

Tabel 25 – Correctiefactoren ψ -factor per onderdeel

Aan het einde van Bijlage E is een totaaloverzicht van de verschillende reductiefactoren opgenomen die zullen worden toegepast op de verkeersbelastingen. In eerste instantie zal gerekend worden met de reductiefactoren voor de (positieve) veldmomenten. Mocht blijken dat een van de onderdelen met een langere invloedslengte (steunpunten, negatieve veldmomenten) niet voldoen, dan zal de extra reductie alsnog in rekening worden gebracht.

6.2.10 Horizontale verkeersbelastingen

Rem- en acceleratiekracht

De rem- en acceleratiekrachten zijn bepaald conform artikel 4.4.1 van NEN-EN 1991-2.

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{q1} (2 \cdot Q_{1k}) + 0,1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L$$

$$180\alpha_{q1}(\text{kN}) \leq Q_{lk} \leq 800 \text{ kN}$$

Waarin:

L is de lengte van de bovenbouw of het beschouwde gedeelte

w_1 is de breedte van de (theoretische) rijstrook 1

Uitgaande van een breedte van rijstrook 1 $w_1 = 3,0 \text{ m}$ en de waardes voor de verkeersbelasting $Q_{1k} = 300 \text{ kN}$ en $q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}$ komt dit neer op:

$$Q_{lk} = \alpha_{q1} \cdot 360 \text{ kN} + 2,7 \text{ kN/m} \cdot \alpha_{q1} \cdot L \leq 800 \text{ kN}$$

Dit geeft

Onderdeel	L	Q_{lk}
Hoofdbrug	295 m	$\alpha_{q1} \cdot 360 + 2,7 \cdot \alpha_{q1} \cdot 295 \leq 800 \text{ kN}$
Aanbruggen	120 m	$\alpha_{q1} \cdot 360 + 2,7 \cdot \alpha_{q1} \cdot 120 \leq 800 \text{ kN}$

Tabel 26 – Rem- en acceleratiekracht

De remkracht is in rekening gebracht als een lijnbelasting, die langs de lengte-as van iedere willekeurige rijstrook kan aangrijpen. Hiervoor worden de rijstroken 1 of 2 aangehouden zoals in de vorige paragraaf weergegeven, waarbij de rembelasting op 1 rijstrook tegelijkertijd staat. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in de normale situatie en de situatie bij een noodgeval.

De horizontale verkeersbelastingen worden met dezelfde reductiefactoren gereduceerd als voor de verticale verkeersbelastingen.

Centrifugaalkrachten en andere krachten in dwarsrichting

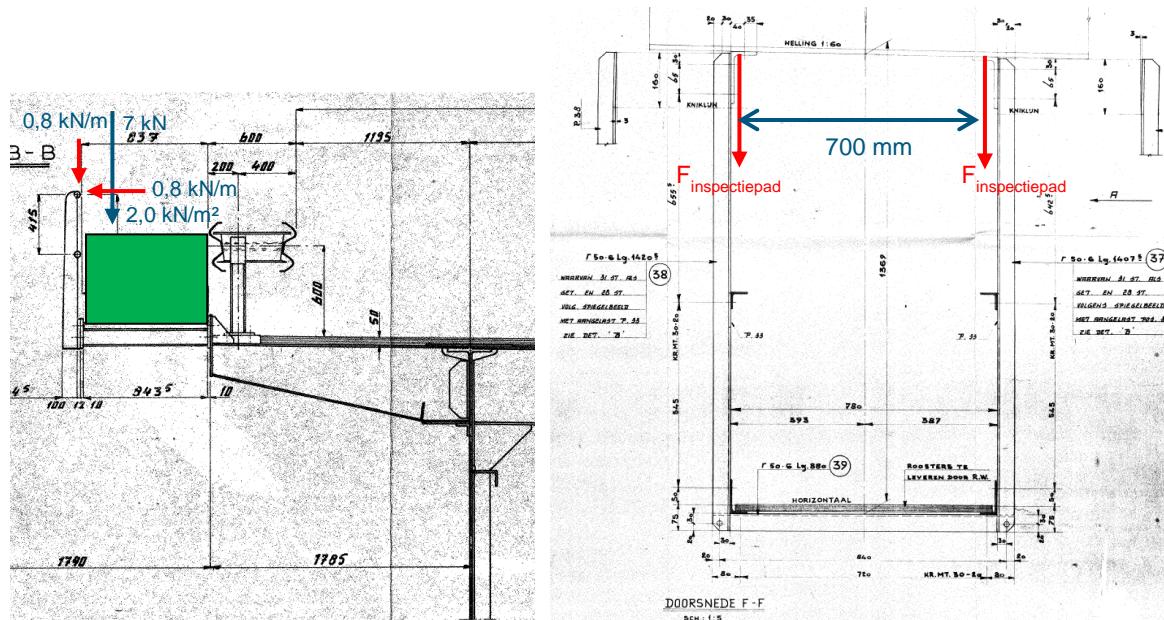
Er zijn geen centrifugaalkrachten van toepassing voor de IJsselbrug. De effecten van dwarsrichting die optreden als gevolg van remmen of slippen in een schuine richting worden voor de berekening verwaarloosd. De grootte van de belasting (25% van de rembelasting) is aanzienlijk lager als de windbelasting, zie Bijlage G.

6.2.11 Verticale belastingen op inspectiepaden

Inspectiepad naast het brugdek

Voor de inspectiepaden naast het brugdek geldt volgens NEN-EN 1991-2 art. 4.1 dat de effecten van belastingen voor het uitvoeren van inspecties daar waar relevant afzonderlijk behoren te zijn vastgesteld. De vraagspecificatie doet hier echter geen uitspraak over. Conform NEN-EN 1991-2 art 5.2.3(1) geldt dat voor gebieden van het dek van wegverkeersbruggen die zijn afgescheiden door leuningen en die geen deel uitmaken van de rijweg, een voetgangersbelasting c.f. artikel 5.3 in rekening moet worden gebracht, met uitzondering van het dienstvoertuig. Voor de IJsselbrug geldt echter dat het inspectiepad niet afgescheiden wordt door leuningen. Bovendien is het inspectiepad in principe niet toegankelijk voor publiek.

De inspectiepaden (roostervloer) naast het brugdek zijn oorspronkelijk ontworpen op 2,0 kN/m² [BBV-0010-00]. In overleg met Rijkswaterstaat is besloten om alleen voor lokale toetsingen uit te gaan van de ontwerpbelasting van 2,0 kN/m² of een puntlast van 7,0 kN conform NEN-EN 1991-2 art 5.3.2.2.. Voor de globale berekening in combinatie met verkeer wordt geen belasting in rekening gebracht op het inspectiepad.



Figuur 57 – Belastingen inspectiepad naast de brug (links) en onder de brug (rechts)

Voor de leuningen langs het inspectiepad dient ook rekening gehouden te worden met een lijnbelasting van 0,8 kN/m, die zowel een keer horizontaal als verticaal kan staan. Voor de console zal deze niet maatgevend zijn ten opzichte van de puntlast van 7 kN.

Inspectiepad onder het brugdek

Voor het inspectiepad onder het brugdek is geen ontwerpbelasting bekend. In overleg met Rijkswaterstaat is afgesproken om uit te gaan van een inspectiepad in het inwendige van bruggen conform NEN-EN 1991-2 art 5.2.3(2). Hiervoor geldt een belasting van 2 kN/m² of een geconcentreerde belasting van 3 kN. Deze belasting geldt alleen voor lokale toetsingen, voor de globale berekening wordt in combinatie met verkeer geen belasting op het inspectiepad in rekening gebracht.

6.2.12 Horizontale belastingen op inspectiepaden

Conform artikel 5.4(1) hoeft de horizontale belasting Q_{flk} alleen voor voetgangersbruggen in rekening te worden gebracht. Er is dus geen horizontale belasting op de inspectiepaden in rekening gebracht.

6.3 Buitengewone belastingen

6.3.1 Algemeen

Conform NEN 8701 en de RBK (art. 4.4.1(1)) hoeft bij een beoordeling of een constructie moet worden afgekeurd of bij een beoordeling op het niveau gebruik, alleen rekening te worden gehouden met de oorspronkelijk in rekening gebrachte buitengewone belastingen en de in 4.4.2 (1) van de NEN 8701 gegeven buitengewone belasting door wegvoertuigen op de ondersteunende onderbouw.

Tijdens het ontwerp is geen rekening gehouden met buitengewone belastingen, waardoor deze in principe niet in rekening gebracht hoeven te worden.

Opdrachtgever heeft echter gevraagd om de volgende buitengewone belastingen te beschouwen [vraagspecificatie]:

- Aanrijdingskrachten op voertuigkeringen (paragraaf 6.3.2);
- Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op het dek (paragraaf 6.3.3).

De overige buitengewone belastingen dienen kwalitatief te worden beschreven en beschouwd, inclusief een globale risicoafweging ten opzichte van de kosten voor het wegnemen van dat risico. Dit betreffen de volgende belastingen.

- Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op de onderbouw (paragraaf 6.3.4);
- Stootbelasting op de ondersteunende onderbouw door wegvoertuigen (paragraaf 6.3.5);
- Stootbelasting op de bovenbouw door wegvoertuigen (paragraaf 6.3.6);
- Verkeersongeval op het brugdek (paragraaf 6.3.7).

Buitengewone belastingen worden beschouwd in de buitengewone belastingcombinatie.

6.3.2 Aanrijdingskrachten op voertuigkeringen

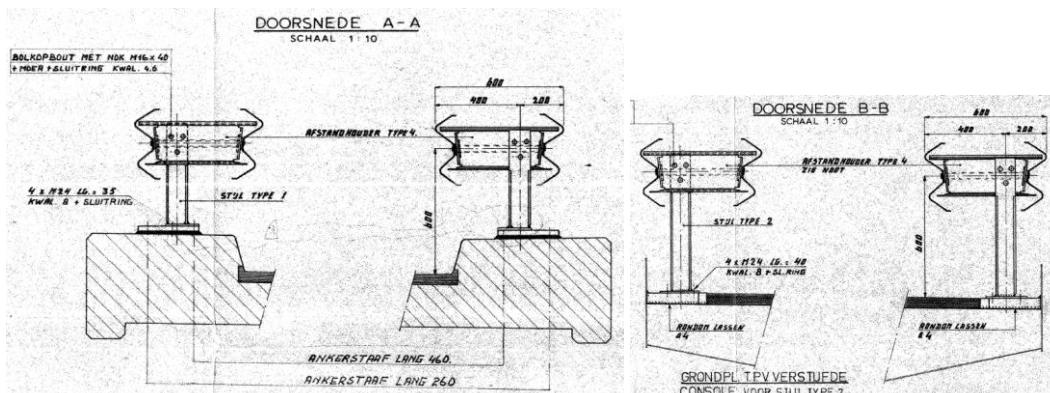
Voor de horizontale kracht die wordt overgedragen door de voertuigkering wordt uitgegaan van NEN-EN 1991-2 artikel 4.7.3.3. Tabel 27 geeft de horizontale krachten voor verschillende klassen voertuigkeringen.

Klasse	Horizontale kracht [kN]
A	100
B	200
C	400
D	600

Tabel 27 – Klassen voor de horizontale kracht die wordt overgedragen door de voertuigkering

Op de brugdekken is een stalen H2 voertuigkering aanwezig. Hiervoor kan volgens NEN-EN 1991-2 uitgegaan worden van een klasse A voertuigkering.

De horizontale kracht wordt verdeeld over een lengte van 0,5 m en grijpt aan op een hoogte van 100 mm onder de bovenzijde van de uitgevoerde voertuigkering, of 1,0 m boven de rijweg, waarbij de laagste van beide mogelijkheden wordt aangehouden. Voor beide bruggen komt dit neer op 0,7 m.



Figuur 58 – Voertuigkering ter plaatse van de aanbruggen (links) en de hoofdbrug (rechts)

De verticale kracht die gelijktijdig ongunstig aangrijpt met de horizontale aanrijdkracht moet gelijk zijn genomen aan $0,5 \alpha_{Q1} Q_{1k}$.

De ondersteuningsconstructie dient 1,75 maal de karakteristieke lokale weerstand van de vangrail te kunnen weerstaan. Toegepast is een stijl IPE 100 met een weerstand van 9,3 kNm. Conform de ROK dient minimaal 24 kNm voor de karakteristieke lokale weerstand per stijl aangehouden te worden. In eerste instantie zal gerekend worden met de ROK eis van 24 kNm. Indien hier niet aan voldaan kan worden zal teruggevallen worden op het rechtens verkregen niveau en zal worden gerekend met 9,3 kNm.

6.3.3 Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op het dek

De dekconstructie van de hoofdbrug kan ter plaatse van de rivieroverspanning aangevaren worden.

Aanvaarbelasting staalconstructie dek

De aanvaarbelasting op het dek is bepaald conform NEN-EN 1991-1-7 artikel 4.6.2 (4). De waarde voor de equivalente statische kracht is 1 MN. Voor de afmetingen van het aangrijpingsoppervlak ($a \times b$) van de belasting moet zijn aangehouden:

- $a = 0,25 \text{ m}$
- $b = 3,0 \text{ m}$

6.3.4 Stootbelasting door rivier- en kanaalverkeer op de onderbouw

De onderbouw van de hoofdbrug (rivierpijlers) kan in principe aangevaren worden door scheepvaarverkeer. De aanvaarbelasting op de onderbouw (pijlers H en J) is bepaald conform de vervangende tekst van de ROK voor NEN-EN 1991-1-7, artikel 4.6.2(1) en de artikelen 4.6.1(2) en (3) van de NEN-EN 1991-1-7. De belasting zal kwalitatief beschouwd worden.

Voor de aanvaarbelasting wordt uitgegaan van een CEMT klasse IV (Klasse Europe) conform het document "Vaarwegen in Nederland" van Rijkswaterstaat (d.d. oktober 2017), welke van toepassing is voor de Geldersche IJssel.

Frontale botsing

De maximale botskracht is bepaald conform de ROK. De stootbelasting behoort te zijn aangebracht op een hoogte van 1,50 meter boven het maximaal bevaarbare waterniveau.

De voor de berekening benodigde vaarsnelheid is in eerst instantie ingeschatt voor de beschouwing op ca. 1,5 m/s. Bij een eventuele berekening zal deze door Rijkswaterstaat opgegeven moeten worden, alsmede het maximale bevaarbare waterniveau.

$$F_{dx} = 3,3 \sqrt{E} + 5,6 \text{ [MN]}$$

$$E = 0,55 mv^2 = 0,55 * 1500 \text{ ton} * 6,8^2 = 38,1 \text{ MNm}$$

$$m = 1500 \text{ ton} \text{ (conform ROK tabel 5-3)}$$

$$v_t = v_v + v_w = 5,3 + 1,5 = 6,8 \text{ m/sec}$$

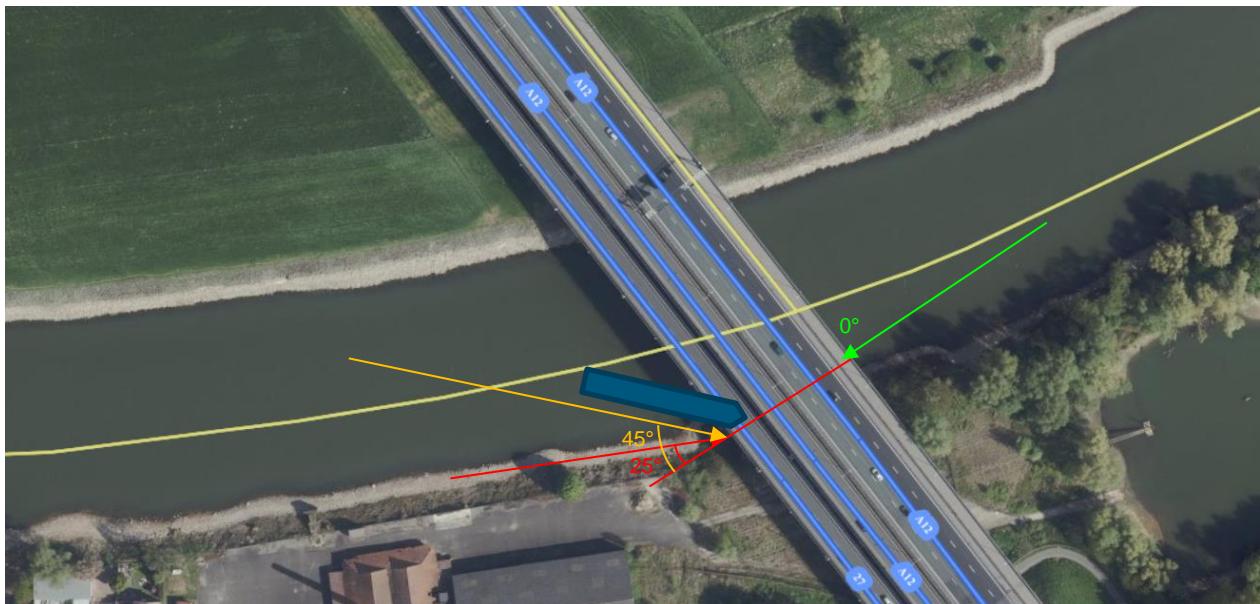
$$v_v = \text{vaarsnelheid (conform ROK tabel 5-4)} \\ = 5,3 \text{ m/sec}$$

$$v_s = \text{stroomsnelheid (inschatting)} \\ = 1,5 \text{ m/sec}$$

$$F_{dx} = 3,3 \sqrt{38,1} + 5,6 \text{ [MN]} = 11,8 \text{ MN}$$

Botsbelasting onder een hoek

Naast een aanvaring op de kop van de pijler is ook een botsbelasting onder een hoek mogelijk. Bij een botsing onder een hoek moet de botskracht worden ontbonden in een component loodrecht op de constructie en een component evenwijdig aan de constructie. Om de hoek van invaren te bepalen, is in onderstaand figuur (fictief) een CEMT IV klasse schip getekend die invaart op de pijler. Invaren loodrecht op de pijler met hoge snelheid is niet reëel. Een reële hoek van invaren op de pijler is geschat als tussen de 0° en 45° .



Figuur 59 – Aanvaarhoek op de pijler

Hieruit volgt, als voorbeeld voor een hoek van 45° een botsbelasting van:

$$\begin{aligned} F_{dy} &= \delta * F_{dx} * \cos(\alpha) \\ &= 0,78 * 11,8 \text{ MN} * \cos(45^\circ) = 6,5 \text{ MN} \text{ (Loodrecht op de pijler)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_R &= F_{dx} * \sin(\alpha) \\ &= 11,8 \text{ MN} * \sin(25^\circ) = 8,3 \text{ MN} \text{ (wrijving evenwijdig aan de pijler)} \end{aligned}$$

Voor de botsoppervlakte ($b \times h$) moet zijn aangenomen

$b = b_{pier}$ en $h = 0,5 \text{ m}$ bij een frontale aanvaring en

$b = 0,5 \text{ m}$ en $h = 1,0 \text{ m}$ bij een zijdelingse aanvaring.

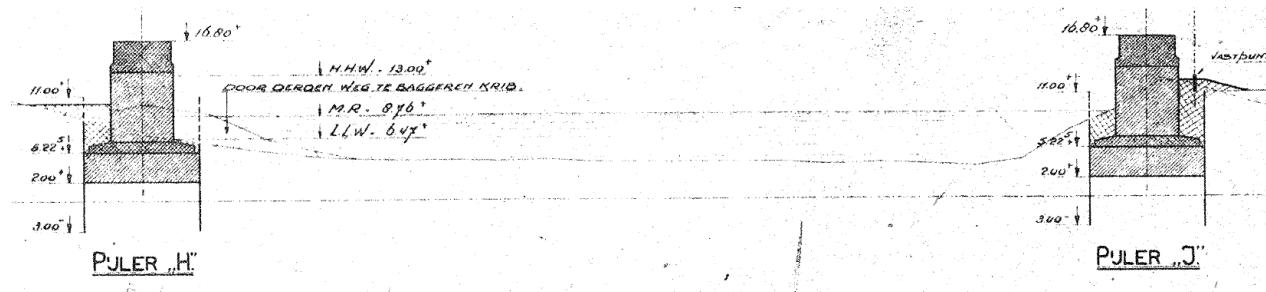
waarin:

b_{pier} is de breedte van het obstakel in de waterweg.

Beschouwing stoetbelasting op de onderbouw door rivier- en kanaalverkeer

Het is niet bekend of en zo ja op welke stoetbelasting de pijlers in het ontwerp zijn uitgerekend. Voor de frontale stoetbelasting door rivier- en kanaalverkeer is de verwachting dat de pijler deze wel op kan nemen, gezien zijn lengte in de langsrichting.

Voor een aanvaring onder een hoek zal de belasting loodrecht op de pijler deels opgevangen worden door de grond achter de pijler, aangezien achter de pijlers minimaal tot 11,0 m + NAP grond aanwezig is. Hierdoor zal niet de volledige belasting via de pijler afgedragen hoeven te worden.



Figuur 60 – Doorsnede over de rivierpijlers

Het is echter niet op voorhand te zeggen of de constructie hieraan zal voldoen. Om hier zekerheid over te verkrijgen zou de onderbouw doorgerekend moeten worden.

Wanneer uit een dergelijke berekening zou volgen dat de constructie versterkt moet worden, dan zou economisch gezien een remmingwerk het meest voor de hand liggen. De verwachting is echter dat dit voor de doorvaart niet wenselijk is. Alternatief zou het verbreden van de pijler zijn, maar dit zal naar alle waarschijnlijkheid tot disproportionele kosten leiden.

Aanbevolen wordt om de huidige situatie te handhaven, op basis van het rechtens verkregen niveau.

6.3.5 Stootbelasting op de ondersteunende onderbouw door wegvoertuigen

Conform de RBK dient voor de buitengewone belasting door wegvoertuigen op de ondersteunende onderbouw minimaal 75% van de rekenwaarde volgens 4.3.1 van NEN-EN 1991-1-7 in rekening te worden gebracht. Indien hier niet aan voldaan kan worden, dient de constructie versterkt te worden tot 100%.

Verkeerscategorie		F_{dx}^a [kN]	F_{dy}^a [kN]	d_b [m]
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2000	1000	20
Rijkswegen in landelijke gebieden		1500	750	15
Wegen in stedelijke gebieden		1000	500	10
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	50	4
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	100	5

^a x = richting evenwijdig aan de wegas, y = loodrecht op de wegas

Tabel 28 – Rekenwaarden van equivalente statische krachten door stootbelastingen door voertuigen tegen elementen die constructies ondersteunen over of grenzend aan wegen

Volgens de ROK dienen bruggen van Rijkswaterstaat ingedeeld te worden als “Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen”. Dit lijkt, gezien de aard van de weg, een erg zware eis aan een bestaande constructie. Voorgesteld wordt om uit te gaan van “wegen in stedelijke gebieden” voor deze weg, waardoor gerekend zou moeten worden op $F_{dx} = 1000$ kN en $F_{dy} = 500$ kN. Dit is nog steeds een conservatieve aanname.

Een aanrijding kan in principe alleen plaatsvinden ter plaatse van de landhoofden. Gezien de aard van de constructie (massief betonnen landhoofd) zal het landhoofd ruimschoots in staat zijn de stootbelasting op te nemen en hooguit lokaal beschadigd raken, zie onderstaand figuur.



Figuur 61 – Wegen onder de brug ter plaatse van het noordelijke landhoofd (links) en het zuidelijke landhoofd (rechts)

Aanbevolen wordt geen nadere analyse van de stootbelasting op de ondersteunende onderbouw door wegvoertuigen uit te voeren, gezien de ruime constructieve capaciteit van het landhoofd en het geringe risico op aanrijding.

6.3.6 Stootbelasting op de bovenbouw door wegvoertuigen

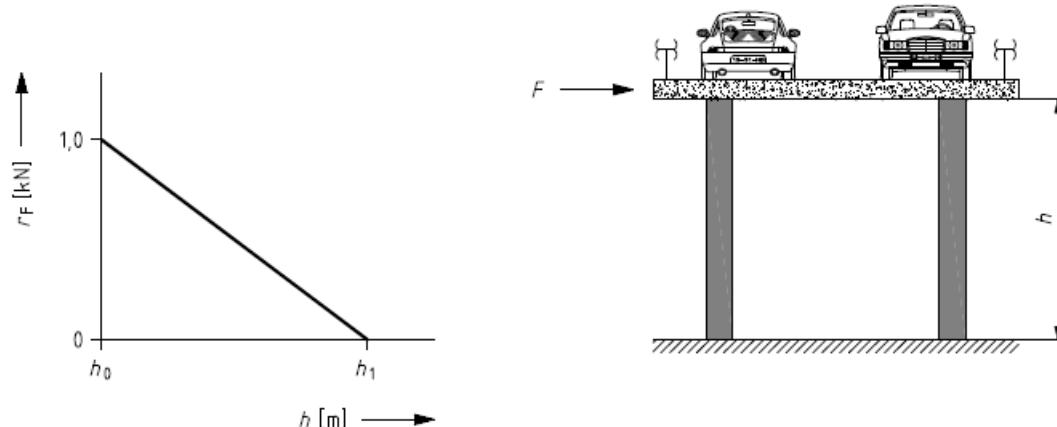
De stootbelasting op de bovenbouw door wegvoertuigen kan in principe alleen ter plaatse van de onderdoorgangen direct naast de landhoofden plaats vinden. Hiervoor dienen volgens artikel 4.3.2 van NEN-EN 1991-1-7 de volgende belastingen aangehouden te worden.

Verkeerscategorie		F_{dx}^a [kN]	$F_{a,\beta}$ [kN]
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2000	600
Rijkswegen in landelijke gebieden		1500	450
Wegen in stedelijke gebieden		1000	450
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	

^a x = richting evenwijdig aan de wegas,

Tabel 29 – Rekenwaarden van equivalente statische krachten ten gevolge van een stootbelasting op de bovenbouw

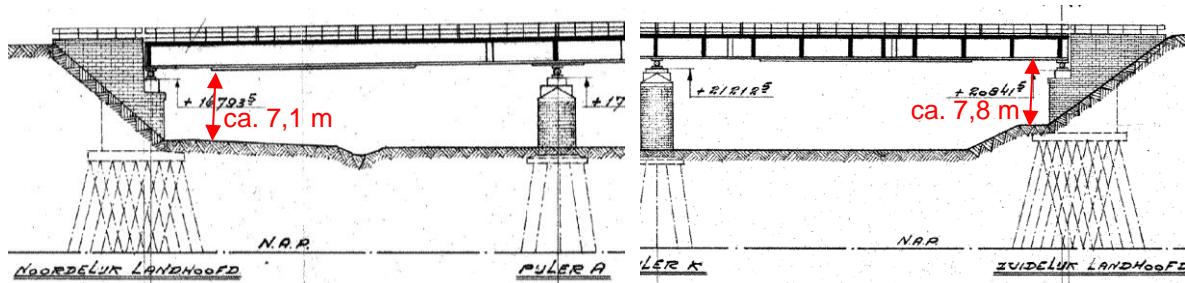
Ook hier wordt (conservatief) uitgegaan van “Wegen in stedelijke gebieden” en geldt dus een belasting van $F_{dx} = 1000$ kN en $F_{a,\beta} = 450$ kN. Bovenstaande belasting mag gereduceerd worden, afhankelijk van de hoogte, volgens onderstaand figuur, waarbij bij $h_1 = 7$ m de belasting tot nul is afgenoem.



Figuur 62 – Reductiefactor voor stootbelastingen door voertuigen op horizontale constructieve elementen boven autowegen, afhankelijk van de doorrijhoogte h

Volgens tekening [C.4348] is ter plaatse van het noordelijk landhoofd het maaiveld op ca. 10.1 + NAP gelegen. De onderkant oplegging is gelegen op 17,2 m + NAP [A.22656], waarmee de doorrijhoogte op ca 7,1 m uitkomt.

Volgens tekening [C4349] is ter plaatse van het zuidelijk landhoofd het maaiveld op ca. 13.70+ NAP gelegen. Onderkant ligger is gelegen op ca 21,5 m + NAP [A.92198], waarmee de doorrijhoogte op ca 7,8 m uitkomt.



Figuur 63 – Doorrijhoogte h ter plaatse van de onderdoorgaande wegen

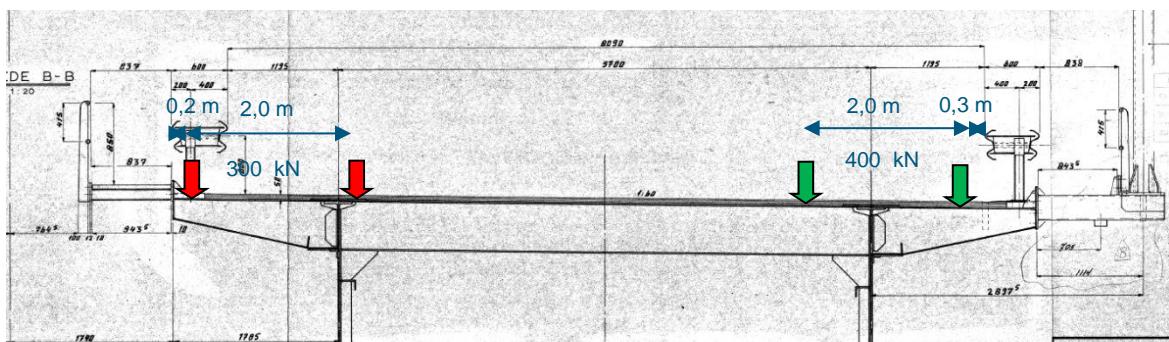
Gezien de doorrijhoogte ter plaatse van de onderdoorgaande wegen zal de stootbelasting op de bovenbouw nul zijn. Het is dus niet nodig om een stootbelasting op de bovenbouw door wegvoertuigen in rekening te brengen.

6.3.7 Verkeersongeval op het brugdek

De ROK 1.4 geeft als aanvullende eis dat er ook gerekend moet worden op een mogelijkheid van een verkeersongeval op het brugdek als buitengewone belasting. Hierbij dienen de buitenste wielen van het zwaarste tandemstelsel ($2Q_{1k}$) op de rand van het brugdek geplaatst te worden, ongeacht de aanwezigheid van een geleideconstructie. De verkeersbelasting op de rest van de brug mag gelijk aan de representatieve waarde van de verkeersbelasting worden genomen, verminderd met het tandemstelsel dat op de rand staat.

Dit belastinggeval zal met name lokaal van invloed zijn op de consoles en het betondek. Uitgaande van een vergelijking met Belastingmodel 2 (2x200 kN) kan de volgende vergelijking worden gemaakt voor het moment op de uitkraging.

Ongeval:	As 1: $M_{Ed} = 1,00 \cdot 150 \text{ kN} \cdot (1,795 + 0,40) =$	329 kNm
	As 2: $M_{Ed} = 1,00 \cdot 150 \text{ kN} \cdot (1,795 - 0,30 - 0,50) \cdot 0,60 / 1,80 =$	50 kNm
	$M_{Ed} = 1,00 \cdot 9 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,80 \cdot (1,795 - 0,30) \cdot (1,795 - 0,30) / 2 =$	18 kNm +
	Totaal =	397 kNm
BM2:	$M_{Ed} = 1,25 \cdot 200 \text{ kN} \cdot (1,795 - 0,30) =$	374 kNm



Figuur 64 – Verkeersongeval op het brugdek (rood) en BM2 ter plaatse van het overstek (groen)

Het moment in de buitengewone situatie is net iets hoger. Hierbij is echter nog geen rekening gehouden met de lagere belastingfactor voor de permanente belastingen in de buitengewone belastingcombinatie. Hierdoor zal dit belastinggeval in de combinatie uiteindelijk niet maatgevend zijn op de combinatie met BM2. Dit belastinggeval wordt daarom niet nader beschouwd.

6.4 Windbelasting

6.4.1 Algemeen

De windbelasting is beschreven in de NEN-EN 1991-1-4 hoofdstukken 4 en 8. Windbelastingen resulteren in krachten in de x-, y-, en z-richting.

- x-richting: in breedterichting van het brugdek, loodrecht op de overspanning;
- y-richting: in overspanningsrichting;
- z-richting: de richting loodrecht op het dek.

Conform ROK paragraaf 5.4 art.4.3.2 (2) dient voor de terreincategorie uitgegaan te worden van terreincategorie II – onbebouwd. De IJsselbrug is gelegen in windgebied III. Er wordt geen rekening gehouden met de betonnen brug, waardoor de oostelijke stalen brug in de luwte van de twee buitenste bruggen ligt.

Voor beide bruggen gelden de volgende basiswaarden. De basiswindsnelheid v_b is gelijk aan de fundamentele waarde van de basiswindsnelheid $v_{b,0}$ omdat de waarden c_{dir} en c_{season} in de NEN-EN 1991-1-4 art. 4.2 op 1,0 zijn gesteld. Wel is rekening gehouden met een gereduceerde restlevensduur van 30 jaar, waardoor voor c_{prob} van 0,96 mag worden uitgegaan, zie paragraaf 6.4.4.

$$v_{b,0} = 24,5 \text{ m/s}$$

$$v_b = 23,6 \text{ m/s } (c_{dir} = 1,0, c_{season} = 1,0, c_{prob} = 0,96 \text{ o.b.v. 30 jaar})$$

$$v_{b,0}^* = 23,0 \text{ m/s}$$

Daarnaast zijn de volgende factoren toegepast, zie ook Bijlage G.

terreinfactor $k_r = 0,209$ (Terreincategorie II, onbebouwd)

ruwheidsfactor = 0,870-0,927 (afhankelijk van referentiehoogte z_e).

orografiefactor $c_o(z) = 1,0$

turbulentiefactor $k_l = 1,0$

bouwwerkfactor $c_{scd} = 1,0^*$

De extreme stuwdruk $q_p(z)$ varieert hiermee tussen de 0,71 kN/m² en 0,77 kN/m² (afhankelijk van ruwheidsfactor, zie bijlage G).

De krachtcoëfficiënten zijn afhankelijk van de hoogte van de hoofdliggers en variëren tussen de 2,00 en 2,29 voor wind zonder verkeer, inclusief toeslag voor de dwarshelling. Voor wind met verkeer varieert de krachtcoëfficiënt tussen de 2,08 en 2,32. Voor de volledige berekening wordt verwezen naar Bijlage G.

* N.B. In de sterke-toetsingen is een optimalisatie van de windbelasting doorgevoerd indien een bepaalde toetsing niet voldoet. Hierbij is de bouwwerkfactor $c_{scd} = 0,85$ aangehouden, conform opgave Rijkswaterstaat.

6.4.2 Aanbrug

De windbelasting op de dekconstructie wordt uitgewerkt conform NEN-EN 1991-1-4 art. 8.

Windbelasting x-richting

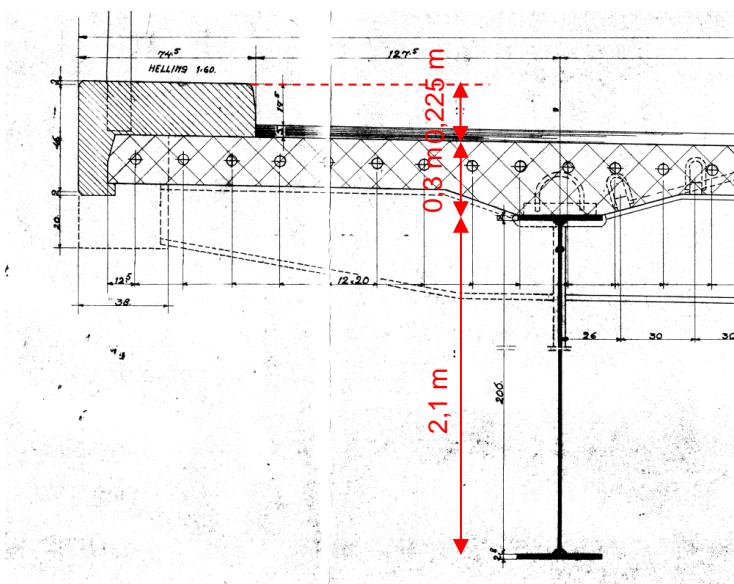
Referentieoppervlak

Uitgegaan wordt van een brugdek met vlakke balken. Het referentieoppervlak voor de combinaties zonder verkeersbelasting is bepaald conform de ontwerpversie van de nationale bijlage (2015) van NEN-EN 1991-4 en is gelijk aan de som van:

- 1) het door de wind getroffen oppervlak van de hoogte van de rijvloerconstructie (betonnen dek of rijvloer met troggen) met de daaronder uitstekende projectie van de eerste hoofdlijger vermeerderd met de projecties van de onder de rijvloerconstructie uitstekende delen van de tweede, derde en volgende hoofdliggers vermenigvuldigd met coëfficiënten van 2/3, (2/3)2 , enz. resp. het door de wind getroffen geprojecteerde oppervlak van de koker;
- 2) het geprojecteerde oppervlak van boven het brugdek uitstekende constructieve elementen zoals liggers, voetpad of ballastspoor, en
- 3) indien van toepassing het geprojecteerde oppervlak van boven het onder 1) beschreven oppervlak uitstekende vaste obstakels of geluidswanden , of in afwezigheid daarvan 0,3 m voor elke open brugleuning of vangrail.

1. oppervlakte rijvloer met de eerste en tweede hoofdlijger

De hoofdlijger heeft een hoogte van 2,1 m. Het betondek, exclusief schampkant heeft een hoogte van 0,30 m, waarmee de totale hoogte op 2,4 m komt.



Figuur 65 – Referentiehoogte aanbruggen

De tweede hoofdlijger steekt, inclusief rib 2,2 m onder onderkant dek uit. Deze wordt voor 2/3 meegenomen.

2. oppervlak van boven het brugdek uitstekende constructieve elementen

De schampkant steekt 0,225 m boven het betondek uit.

3. oppervlakte van vaste obstakels

Er zijn geen vaste obstakels, anders dan de voertuigkering en de leuning. Er wordt uitgegaan van 0,3 m voor elke open brugleuning of vangrail, in totaal $4 \times 0,3 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$.

De totale hoogte komt hiermee op $d_{\text{tot}} = 2,4 + 2/3 \times 2,2 \text{ m} + 0,225 + 1,2 \text{ m} = 5,29 \text{ m}$ ($A_{\text{ref};x} = 635 \text{ m}^2$)

Voor het referentieoppervlakte voor belastingcombinaties met verkeersbelasting wordt uitgegaan van een verkeersband van 2,0 m, gemeten van af bovenkant wegdek. Uitgaande van een asfalt dikte van 70 mm komt de totale referentiehoogte hiermee op $d_{\text{tot}} = 2,4 + 2/3 \times 2,2 + 0,07 + 2,0 = 5,94 \text{ m}$ ($A_{\text{ref};x} = 712 \text{ m}^2$)

Referentiehoogte

De referentiehoogte is gelijk aan de afstand van het laagste maaiveldniveau tot het midden van het brugdek (zonder leuning). Het laagste maaiveld bevindt zich ter plaatse van de pijlers op ca. 10,1 m + NAP [C.4350]. De onderkant van de hoofdlijn is gelegen op 21,3 m + NAP [A.22656]. Uitgaande van een hoogte van 2,625 m van onderkant hoofdlijn tot bovenkant schampkant is de referentiehoogte ze = $21,3 + 2,625/2 - 10,1 = 12,5 \text{ m}$.

Windbelasting (verkeer dominant)

De windbelasting is uitgewerkt in Bijlage G.1.

Voor windbelasting gecombineerd met verkeer, waarbij verkeer de dominante belasting is, moet volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 8.1 voor wind de hoogste waarde van $\psi_0 \cdot F_{\text{wk}}$ en F^*_{w} (met $\psi_0 = 1,0$) zijn beschouwd. F^*_{w} dient te worden bepaald door de fundamentele waarde van de basiswindsnelheid $v_{b;0}$ te vervangen door $v^*_{b;0}$. Voor $v^*_{b;0}$ is 23 m/s aangehouden.

Windbelasting met verkeer	$\psi_0 \cdot F_{\text{wk}} = 2,6 \text{ kN/m}^2$
Windbelasting met verkeer	$F^*_{\text{w}} = 8,1 \text{ kN/m}^2$

Het blijkt dat de waarde van F^*_{w} maatgevend is boven $\psi_0 \cdot F_{\text{wk}}$.

Windbelasting (wind dominant)

Voor de windbelasting gecombineerd met wegverkeer, waarbij wind de dominante belasting is, moet rekening zijn gehouden met een windbelasting gelijk aan F_{wk} met en zonder wegverkeer. Voor de situatie met wegverkeer mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot de windbelasting F^*_{w} .

Windbelasting zonder verkeer:	$F_{\text{wk}} = 7,3 \text{ kN/m}^2$
Windbelasting met verkeer:	$F^*_{\text{w}} = 8,1 \text{ kN/m}^2$

In rekening gebrachte windbelasting (windbelasting conform norm)

De windbelasting met verkeer (wind dominant) is in dit geval gelijk aan de windbelasting met verkeer (verkeer dominant). De belastingcombinaties met verkeer als dominante belasting zullen dus altijd maatgevend zijn boven de combinatie met wind dominant (met verkeer).

De windbelasting zonder verkeer (F_{wk}) is lager als de windbelasting met verkeer (F^*_{w}), door de lagere hoogte. De belastingcombinaties met windbelasting zonder verkeer zullen daardoor niet maatgevend zijn.

In principe hoeft er dus alleen gerekend te worden met een windbelasting F^*_{w} (met verkeer).

In rekening gebrachte windbelasting (windbelasting met gereduceerde verkeersbelasting)

Bovenstaande betekent dat er gelijktijdig extreme windbelasting (F^*_w) en extreme verkeersbelasting optreedt in de belastingcombinaties conform NEN-EN 1990. Rijkswaterstaat heeft hierover overleg gehad met TNO, omdat dit erg conservatief is en dus tot hoge spanningen zal leiden.

Op verzoek van Rijkswaterstaat wordt in de berekening ook een extra set belastingcombinaties toegepast waarbij gerekend wordt met een gereduceerde verkeersbelasting ($\alpha_{red} = 0,9$), indien deze gelijktijdig optreedt met F^*_w . Voor de combinaties met Fwk wordt gerekend met de normale verkeersbelasting.

De onderbouwing voor de combinatiefactor is als volgt.

Stel 4 keer per jaar een storm met F^*_w die telkens 1/2 dag aanhoudt, dan is dat gedurende de (rest)levensduur $4 \cdot 1/2$ dagen * 30 jaar = 2 maanden. Om tot een referentieperiode te komen, moeten we een factor 10 hoger gaan zitten, derhalve 20 maanden (+/- 2 jaar). Dit resulteert conform tabel 1 van NEN 8701 in ca. 90% van de verkeersbelasting.

Bovenstaande reductie zijn in een aparte set belastingcombinaties toegepast en worden alleen gebruikt indien een bepaald onderdeel (net) niet voldoet. Wanneer deze aangepaste combinaties worden gebruikt zal dit expliciet vermeld worden.

Belasting in y-richting

Voor de windkracht in y-richting dient volgens NEN-EN 1991-1-4 bij plaatliggerbruggen 40% van de windkracht in x-richting in rekening te worden gebracht. De windkracht in de y-richting treedt gelijktijdig op met een even grote windkracht in de x-richting.

De windkrachten in y-richting $F^*_{w,y}$ wordt in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting $p^*_{w,y}$ op het dek en is gelijk aan (zie ook Bijlage G.1):

$$\text{Windbelasting met verkeer} \quad p^*_{w,y} = 0,34 \text{ kN/m}^2$$

Belasting in z-richting

Windbelasting in de z-richting, loodrecht op het dek is bepaald in Bijlage G.1. De belasting wordt in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting op het dek.

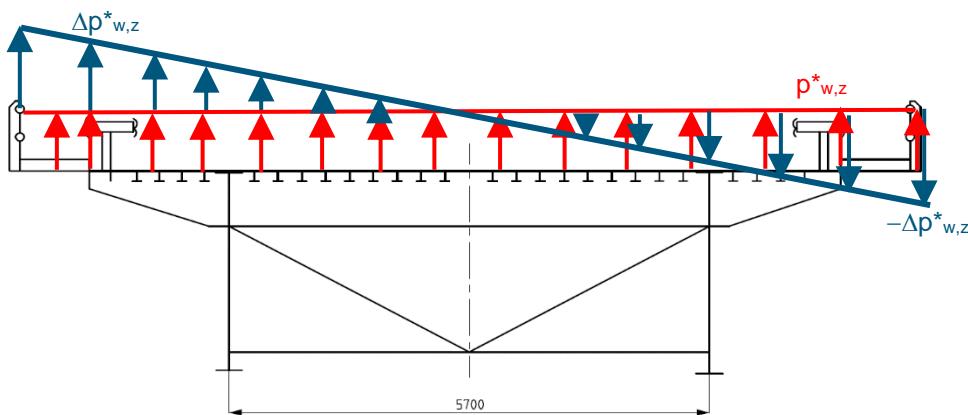
Daarnaast is ook rekening gehouden met een excentriciteit van $e = b/4$, door de belasting op te delen in een constante windbelasting ter grootte van $F^*_{w,z}$ en een verlopende windbelasting ($\Sigma F = 0$) t.b.v. de excentriciteit. Er wordt zowel een keer gerekend met een windbelasting zonder excentriciteit en een windbelasting met excentriciteit, waarbij de hoogste belasting aan de zijde met rijstrook 1 wordt aangehouden. Ook wordt er gerekend met zowel een opwaarts als een neerwaarts gerichte windbelasting.

De belasting is in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting $p^*_{w,z}$ (zie Figuur 66). De belasting op de inspectiepaden is vertaald naar een lijnlast en lijnmoment op de rand van het betondek.

$$\begin{aligned} \text{Windbelasting met verkeer (5°)} & \quad p^*_{w,z} = 0,51 \text{ kN/m}^2 \text{ (constant)} \\ & \quad p^*_{w,z} = \pm 0,77 \text{ kN/m}^2 \text{ (verlopend t.b.v. excentriciteit)} \end{aligned}$$

Naast bovenstaande reductie is er door Rijkswaterstaat ook gevraagd om in de aangepaste belastingcombinaties met gereduceerde verkeersbelasting uit te gaan van een gereduceerde hoek α van de wind met de horizontaal. Conform NEN-EN 1991-1-4 dient er uit te worden gegaan van $\pm 5^\circ$. Dit is een generieke regel in de Eurocode die voor NL waarschijnlijk aan de conservatieve kant is en TNO is het hier in concept mee eens. Door Rijkswaterstaat wordt voorgesteld om dit te reduceren naar $2,5^\circ +$ de invloed van de helling van het brugdek, en ook dit in de extra belastingscombinatie mee te nemen.

$$\begin{aligned} \text{Windbelasting met verkeer (2,5°)} & \quad p^*_{w,z} = 0,44 \text{ kN/m}^2 \text{ (constant)} \\ & \quad p^*_{w,z} = \pm 0,66 \text{ kN/m}^2 \text{ (verlopend t.b.v. excentriciteit)} \end{aligned}$$



Figuur 66 – Windbelasting z-richting dek

6.4.3 Hoofdbrug

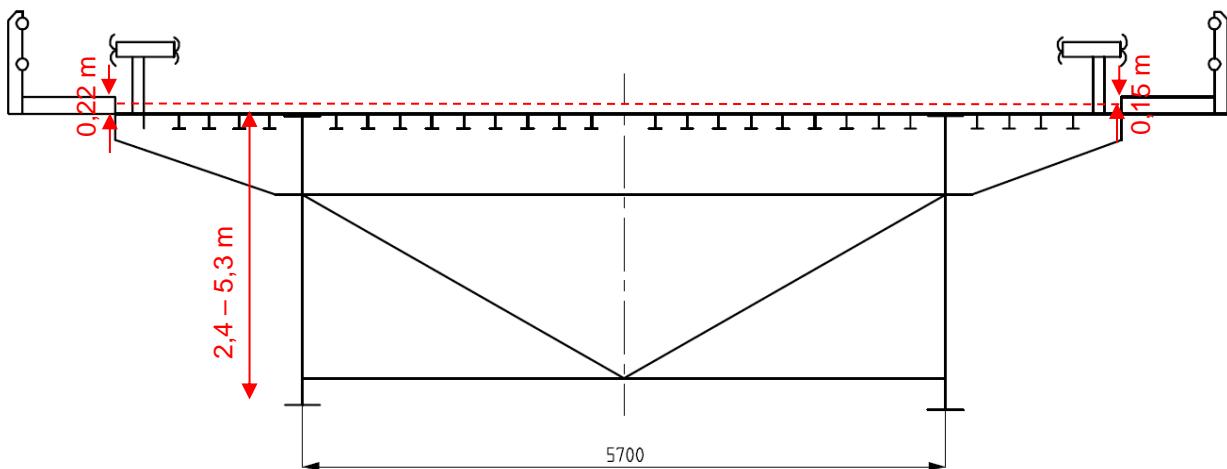
De windbelasting op de dekconstructie van de hoofdbrug wordt op vergelijkbare wijze uitgewerkt als voor de aanbruggen. Omdat de hoofdligger qua hoogte varieert, zal de windbelasting op zes locaties worden bepaald, namelijk ter plaatse van de steunpunten en ter plaatse van het midden van de overspanningen. Voor de tussenliggende gebieden wordt de windbelasting rechtlijnig geïnterpoleerd.

Referentieoppervlak

Het referentieoppervlak voor de combinaties zonder verkeersbelasting is gelijk aan de som van de volgende drie onderdelen:

1. oppervlakte rijvloer met de eerste en tweede hoofdligger

De eerste en tweede hoofdligger hebben een variabele hoogte tussen de 2,4 m en 5,3 m, exclusief de boven het dek uitstekende randstrook. Voor de 2^e hoofdligger wordt 2/3 van de hoogte onder het dek in rekening gebracht.



Figuur 67 – Referentiehoogte hoofdbrug

De buizen van de warmwaterleiding die tussen de hoofdliggers hangen zijn voor de berekening verwaarloosd. De buizen zijn rond en zullen daardoor relatief weinig wind vangen. Bovendien hangen ze tussen de hoofdliggers in, waardoor ze maar beperkt door wind worden aangeblazen.

2. oppervlak van boven het brugdek uitstekende constructieve onderdelen

De schampkant heeft een hoogte van ca. 0,22 m boven het dek + 0,15 m aan de andere zijde boven het asfalt.

3. oppervlakte van vaste obstakels

Er zijn geen vaste obstakels, anders dan de voertuigkering en de leuning. Er wordt uitgegaan van 0,3 m voor elke open brugleuning of vangrail, in totaal $4 \times 0,3 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$.

De hoogte voor de bepaling van het referentieoppervlak varieert hiermee van $d_{\text{tot}} = 2,4 + 2/3 \cdot 2,4 + 0,37 + 1,2 \text{ m} = 5,57 \text{ m}$ tot $d_{\text{tot}} = 5,3 + 2/3 \cdot 5,3 + 0,37 + 1,2 \text{ m} = 10,40 \text{ m}$.

Voor het referentieoppervlak voor belastingcombinaties met verkeersbelasting wordt uitgegaan van een verkeersband van 2,0 m, gemeten vanaf bovenkant wegdek. De totale hoogte inclusief verkeersband varieert hiermee van $d_{\text{tot}} = 2,4 + 2/3 \cdot 2,4 + 0,37 + 2,0 = 6,37 \text{ m}$ tot $d_{\text{tot}} = 5,3 + 2/3 \cdot 5,3 + 0,37 + 2,0 = 11,2 \text{ m}$.

Referentiehoogte

De referentiehoogte is gelijk aan de afstand van het laagste maaiveldniveau tot het midden van het brugdek (zonder leuning). Het laagste maaiveld bevindt zich ter plaatse van de uiterwaarden op ca. 10,1 m + NAP [C.4350] en op ca. 6,5 m + NAP bij de rivieroverspanning (laag water) [C.4352]. De positie van het midden van de ligger varieert per locatie.

Windbelasting (verkeer dominant)

De windbelasting is uitgewerkt in Bijlage G.2. Voor windbelasting gecombineerd met verkeer, waarbij verkeer de dominante belasting is, moet volgens NEN-EN 1991-1-4 art. 8.1 voor wind de hoogste waarde van $\psi_0 \cdot F_{\text{wk}}$ en F^*_{w} (met $\psi_0 = 1,0$) zijn beschouwd. F^*_{w} dient te worden bepaald door de fundamentele waarde van de basiswindsnelheid $v_{b;0}$ te vervangen door $v^*_{b;0}$.

	Pijler F & LH zuid [kN/m ²]	Veld 1 ^e en 5 ^e overspanning [kN/m ²]	Pijler G en K [kN/m ²]	Veld 2 ^e en 3 ^e overspanning [kN/m ²]	Pijler H en J [kN/m ²]	Veld 3 ^e overspanning [kN/m ²]
Windbelasting met verkeer ($\psi_0 \cdot F_{\text{wk}}$)	2,8	2,8	2,8	3,5	5,9	3,5
Windbelasting met verkeer (F^*_{w})	8,9	8,9	9,0	11,1	18,6	11,0

Tabel 30 – Windbelasting x-richting (verkeer dominant)

Het blijkt dat de waarde van F^*_{w} maatgevend is boven $\psi_0 \cdot F_{\text{wk}}$.

Windbelasting (wind dominant)

Voor de windbelasting gecombineerd met wegverkeer, waarbij wind de dominante belasting is, moet rekening zijn gehouden met een windbelasting gelijk aan F_{wk} met en zonder wegverkeer. Voor de situatie met wegverkeer mag op (delen van) de brug waar wegverkeer aanwezig is, F_{wk} zijn gereduceerd tot de windbelasting F^*_{w} .

	Pijler F & LH zuid [kN/m ¹]	Veld 1 ^e en 5 ^e overspanning [kN/m ¹]	Pijler G en K [kN/m ¹]	Veld 2 ^e en 3 ^e overspanning [kN/m ¹]	Pijler H en J [kN/m ¹]	Veld 3 ^e overspanning [kN/m ¹]
Windbelasting zonder verkeer (F_{wk})	7,9	7,9	8,0	10,3	18,0	10,0
Windbelasting met verkeer (F_{wk}, F^*_{w})	9,4	9,4	9,5	11,2	19,6	11,6
Windbelasting met verkeer (min(F_{wk}, F^*_{w}))	8,9	8,9	9,0	11,1	18,6	11,0

Tabel 31 – Windbelasting x-richting (wind dominant)

In rekening gebrachte windbelasting (windbelasting conform norm)

De windbelasting met verkeer (wind dominant) is in dit geval gelijk aan de windbelasting met verkeer (verkeer dominant). De belastingcombinaties met verkeer als dominante belasting zullen dus altijd maatgevend zijn boven de combinatie met wind dominant (met verkeer).

De windbelasting zonder verkeer (F_{wk}) is lager als de windbelasting met verkeer (F^*_{w}), door de lagere hoogte. De belastingcombinaties met windbelasting zonder verkeer zullen daardoor niet maatgevend zijn.

In principe hoeft er dus alleen gerekend te worden met een windbelasting F^*_{w} (met verkeer).

In rekening gebrachte windbelasting (windbelasting met gereduceerde verkeersbelasting)

Bovenstaande betekent dat er gelijktijdig extreme windbelasting (F^*_{w}) en extreme verkeersbelasting optreedt in de belastingcombinaties conform NEN-EN 1990. Rijkswaterstaat heeft hierover overleg gehad met TNO, omdat dit erg conservatief is en dus tot hoge spanningen zal leiden.

Op verzoek van Rijkswaterstaat wordt in de berekening ook een extra set belastingcombinaties toegepast waarbij gerekend wordt met een gereduceerde verkeersbelasting ($\alpha_{red} = 0,9$), indien deze gelijktijdig optreedt met F^*_{w} . Voor de combinaties met F_{wk} wordt gerekend met de normale verkeersbelasting.

De onderbouwing voor de combinatiefactor is als volgt.

Stel 4 keer per jaar een storm met F^*_{w} die telkens 1/2 dag aanhoudt, dan is dat gedurende de (rest)levensduur 4*1/2 dagen * 30 jaar = 2 maanden. Om tot een referentieperiode te komen, moeten we een factor 10 hoger gaan zitten, derhalve 20 maanden (+/- 2 jaar). Dit resulteert conform tabel 1 van NEN 8701 in ca. 90% van de verkeersbelasting.

Bovenstaande reductie zijn in een aparte set belastingcombinaties toegepast en worden alleen gebruikt indien een bepaald onderdeel (net) niet voldoet. Wanneer deze aangepaste combinaties worden gebruikt zal dit expliciet vermeld worden.

Daarnaast is ook in een aantal gevallen gerekend met een gereduceerde bouwwerkfactor van $c_s c_d = 0,85$ en een b/d_{tot} verhouden, waarbij voor b is uitgegaan van twee stalen bruggen. Omdat er nauwelijks ruimte tussen de twee brugdekken aanwezig is, wordt aangenomen dat dit meer conform de werkelijkheid is. Ook deze optimalisatie is alleen doorgevoerd indien een bepaald onderdeel niet voldoet.

Belasting in y-richting

Voor de windkracht in y-richting dient volgens NEN-EN 1991-1-4 bij plaatliggerbruggen 40% van de windkracht in x-richting in rekening te worden gebracht. De windkracht in de y-richting treedt gelijktijdig op met een even grote windkracht in de x-richting.

De windkracht in y-richting $F_{w,y}^*$ wordt in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting $p_{w,y}^*$ op het dek en is gelijk aan (zie ook Bijlage G.2):

	Pijler F & LH zuid [kN/m ²]	Veld 1 ^e en 5 ^e overspanning [kN/m ²]	Pijler G en K [kN/m ²]	Veld 2 ^e en 3 ^e overspanning [kN/m ²]	Pijler H en J [kN/m ²]	Veld 3 ^e overspanning [kN/m ²]
Windbelasting met verkeer ($q_{w,y}^*$)	0,38	0,38	0,39	0,48	0,80	0,47

Tabel 32 – Windbelasting y-richting (verkeer dominant)

Voor de x-richting wordt 40% van de belasting uit de vorige paragraaf aangehouden.

Belasting in z-richting

Windbelasting in de z-richting, loodrecht op het dek is bepaald in Bijlage G.2. De belasting wordt in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting op het dek.

Daarnaast is rekening gehouden met een excentriciteit van $e = b/4$, door de belasting op te delen in een constante windbelasting ter grootte van $F_{w,z}^*$ en een verlopende windbelasting ($\Sigma F = 0$) t.b.v. de excentriciteit. Er wordt zowel een keer gerekend met een windbelasting zonder excentriciteit en een windbelasting met excentriciteit, waarbij de hoogste belasting aan de zijde met rijstrook 1 wordt aangehouden. Ook wordt er gerekend met zowel een opwaarts als een neerwaarts gerichte windbelasting.

De belasting is in rekening gebracht als een gelijkmatig verdeelde belasting $p_{w,z}^*$. De belasting op de inspectiepaden is vertaald naar een lijnlast en lijnmoment op de rand van het betondek.

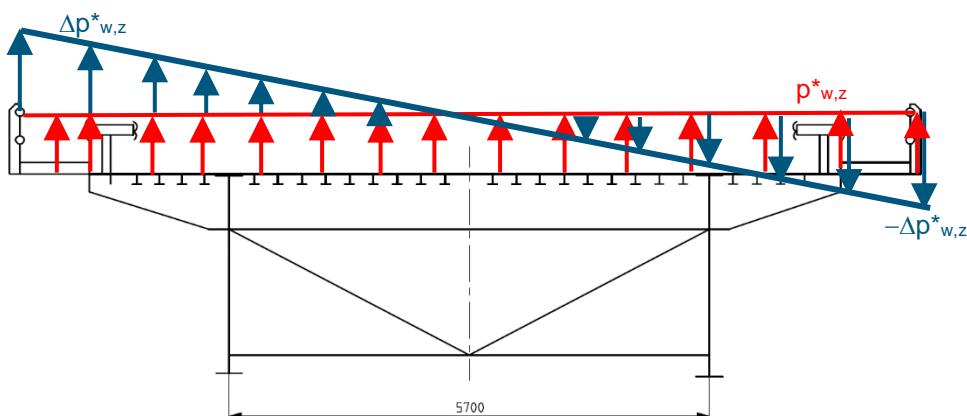
	Veld 1 ^e en 5 ^e overspanning [kN/m ²]	Veld 2 ^e en 3 ^e overspanning [kN/m ²]	Veld 3 ^e overspanning [kN/m ²]
Windbelasting (constant) ($p_{w,z}^*$)	0,52	0,51	0,56
Windbelasting (verlopend) ($\Delta p_{w,z}^*$)	±0,77	±0,77	±0,84

Tabel 33 – Windbelasting z-richting (verkeer dominant, $\alpha = 5^\circ$)

Naast bovenstaande reductie is er door Rijkswaterstaat ook gevraagd om in de aangepaste belastingcombinaties met gereduceerde verkeersbelasting uit te gaan van een gereduceerde hoek α van de wind met de horizontaal. Conform NEN-EN 1991-1-4 dient er uit te worden gegaan van $\pm 5^\circ$. Dit is een generieke regel in de Eurocode die voor NL waarschijnlijk aan de conservatieve kant is en TNO is het hier in concept mee eens. Door Rijkswaterstaat wordt voorgesteld om dit te reduceren naar $2,5^\circ +$ de invloed van de helling van het brugdek, en ook dit in de extra belastingscombinatie mee te nemen.

	Veld 1 ^e en 5 ^e overspanning [kN/m ²]	Veld 2 ^e en 3 ^e overspanning [kN/m ²]	Veld 3 ^e overspanning [kN/m ²]
Windbelasting (constant) ($p^*_{w,z}$)	0,45	0,46	0,50
Windbelasting (verlopend) ($\Delta p^*_{w,z}$)	$\pm 0,67$	$\pm 0,69$	$\pm 0,74$

Tabel 34 – Windbelasting z-richting (verkeer dominant, $\alpha = 2,5^\circ$)



Figuur 68 – Windbelasting z-richting dek

6.4.4 Reductiefactor windbelasting i.v.m. referentieperiode

De windbelasting conform NEN-EN 1991-1-4 geldt voor een ontwerplevensduur van 50 jaar. Bij een andere ontwerplevensduur dient de windsnelheid met een c_{prob} -factor te worden aangepast. Conform NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011 art. 4.2 Opm. (4) geldt:

$$c_{prob} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1 - p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n$$

Waarin:

$K = 0,281$ (o.b.v. windgebied III)

$n = 0,5$ (o.b.v. windgebied III)

$p = 1/30$ jaar (verbouw, gebruik) (N.B. De belastingen in bijlage G zijn al inclusief deze factor)
 $c_{prob} = 0,96$

De reductiefactor dient toegepast te worden op de windsnelheid:

6.5 Temperatuursbelasting

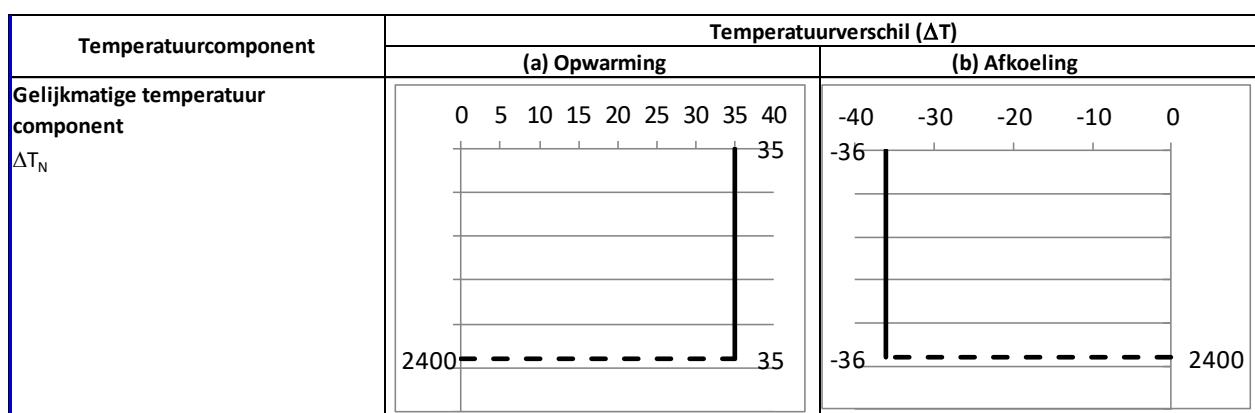
De temperatuurbelasting is bepaald conform NEN-EN 1991-1-5 en bijbehorende Nationale Bijlage. Voor de temperatuurbelasting op de constructiemodellen van de hoofd- en aanbruggen wordt, conform de NEN-EN 1991-1-5 onderscheid gemaakt in de volgende componenten.

- Gelijkmatige temperatuurcomponent;
 - Verticale temperatuurcomponent;
 - Temperatuurverschil tussen onderdelen van de hoofddraagconstructie.

Gelijkmatige temperatuurcomponent.

Voor de gelijkmatige temperatuurcomponent wordt uitgegaan van een dekconstructie van het type 1b (staaldek) voor de hoofdbrug en type 2 (betondek op stalen liggers) voor de rijbaan. In Bijlage H is de berekening van de temperatuurcomponenten weergegeven.

Voor beide typen geeft dit eenzelfde gelijkmatige temperatuurcomponent. Deze komt neer op een temperatuurtoename in de zomer van 35°C en een temperatuurafname in de winter van -36°C .



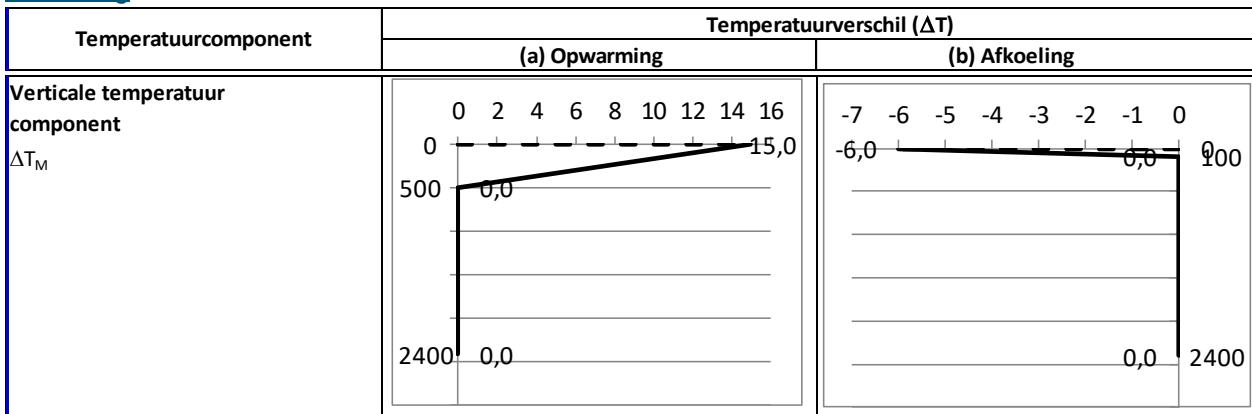
Figuur 69 – Gelijkmatige temperatuurcomponent hoofdbrug

Deze belasting wordt op alle onderdelen van de constructie aangebracht, met uitzondering van de onderrand van de portalen. Omdat de opleggingen aan beide zijden van het portaal vast gemodelleerd zijn, zal een temperatuursbelasting al snel tot te hoge krachten leiden (verhinderde vervorming). In werkelijkheid zal de oplegging gaan schuiven als de krachten te hoog oplopen. Hiervoor is voldoende spelling in zowel de taatsopleggingen als de rolopleggingen aanwezig. Bovendien ligt de onderrand volledig in de schaduw, waardoor de temperaturen nooit zo hoog zullen lopen als waar conform de norm rekening mee moet worden gehouden.

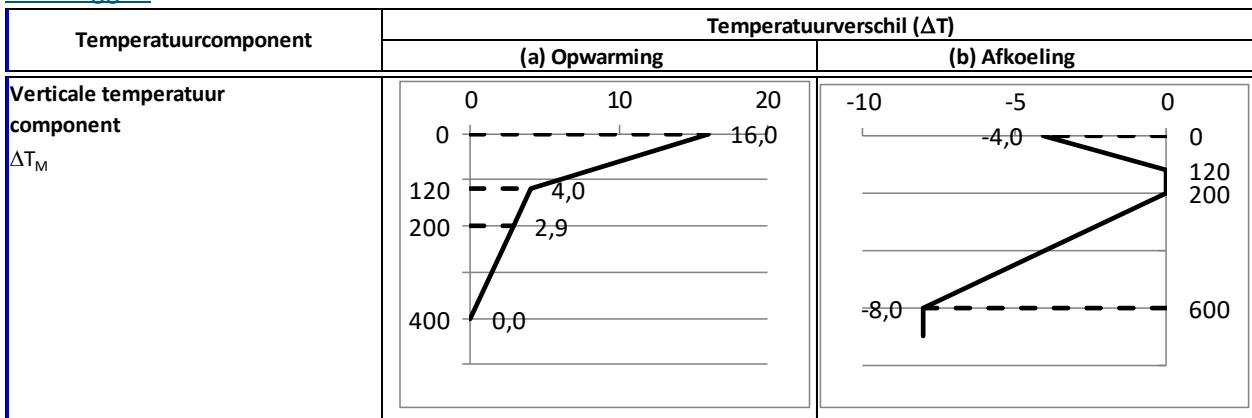
Verticale temperatuurcomponent

In de berekening van de verticale temperatuurcomponent wordt voor het staaldek (hoofdbrug) uitgegaan van een verharding met een dikte van 70 mm. In de berekening wordt voor het betondek (aanbruggen) uitgegaan van een hoogte van het beton van 200 mm. Voor de verharding wordt uitgegaan van een dikte van 70 mm.

Hieronder zijn de resultaten weergegeven van de verticale temperatuurverdeling over de hoogte, waarbij 0 mm overeenkomt met bovenzijde beton/staal.

Hoofdbrug

Figuur 70 – Verticale temperatuurcomponent hoofdbrug

Aanbruggen

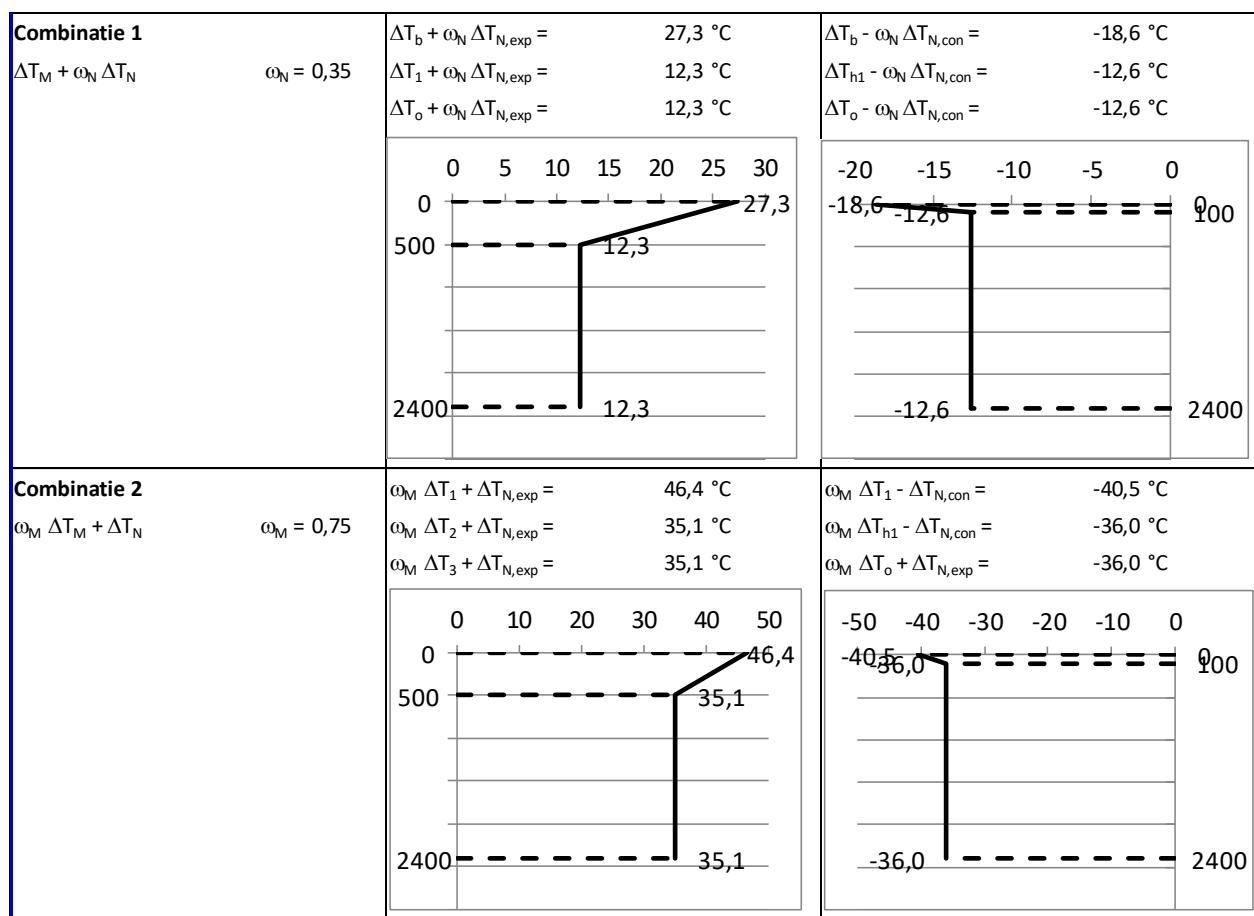
Figuur 71 – Verticale temperatuurcomponent aanbrug

Combinatie gelijkmatige en verticale temperatuurcomponent

Naast de afzonderlijke gelijkmatige en de verticale temperatuurcomponent dient er ook rekening gehouden te worden met een combinatie van beide temperatuursbelastingen. Hiervoor worden de volgende combinaties in rekening gebracht.

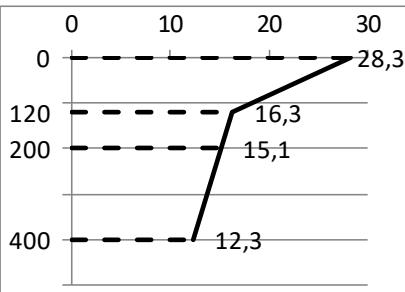
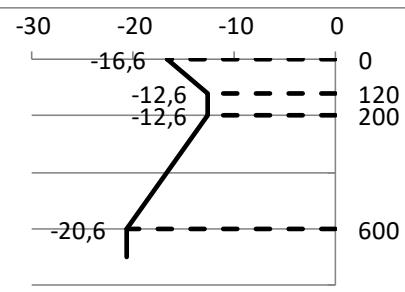
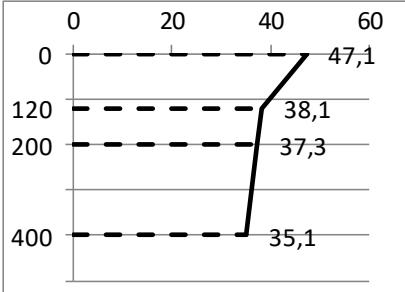
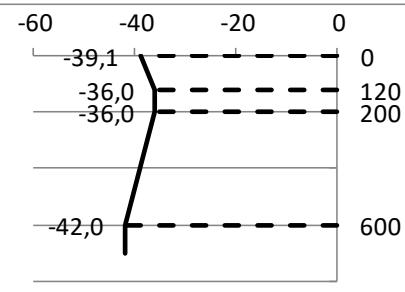
$$1,00 * \Delta T_{M,heat} (\text{of } \Delta T_{M,cool}) + 0,35 * \Delta T_{N,heat} (\text{of } \Delta T_{N,cool})$$

$$0,75 * \Delta T_{M,heat} (\text{of } \Delta T_{M,cool}) + 1,00 * \Delta T_{N,heat} (\text{of } \Delta T_{N,cool})$$

Hoofdbrug


Figuur 72 – Combinaties van gelijkmatige en verticale temperatuurcomponent hoofdbrug

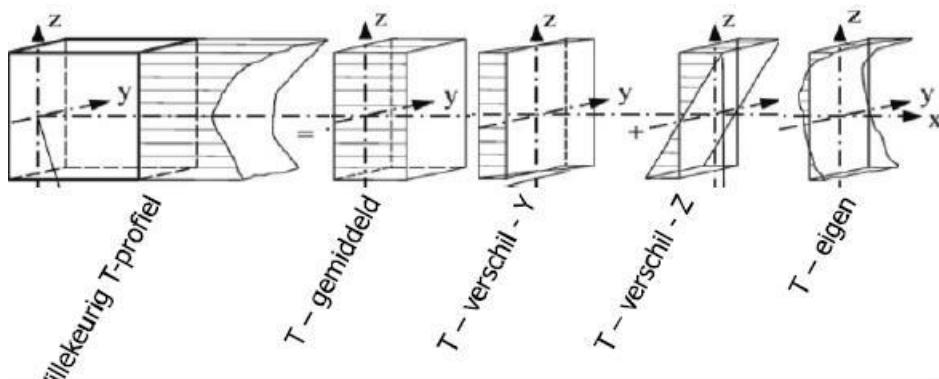
Aanbruggen

Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)																							
	(a) Opwarming		(b) Afkoeling																					
Combinatie 1 $\omega_N \Delta T_N$	$\omega_N = 0,35$	$\Delta T_1 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 28,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 16,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_o + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 15,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_s + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 12,3 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta T_1 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -16,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_{h1} - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_h - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -20,6 \text{ } ^\circ\text{C}$																					
		 <table border="1"> <caption>Data for Graph (a)</caption> <thead> <tr> <th>Depth (m)</th> <th>Temperature (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>12,3</td></tr> <tr><td>100</td><td>15,1</td></tr> <tr><td>200</td><td>16,3</td></tr> <tr><td>300</td><td>28,3</td></tr> </tbody> </table>	Depth (m)	Temperature (°C)	0	12,3	100	15,1	200	16,3	300	28,3	 <table border="1"> <caption>Data for Graph (b)</caption> <thead> <tr> <th>Depth (m)</th> <th>Temperature (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>-16,6</td></tr> <tr><td>100</td><td>-12,6</td></tr> <tr><td>200</td><td>-12,6</td></tr> <tr><td>300</td><td>-20,6</td></tr> </tbody> </table>	Depth (m)	Temperature (°C)	0	-16,6	100	-12,6	200	-12,6	300	-20,6	
Depth (m)	Temperature (°C)																							
0	12,3																							
100	15,1																							
200	16,3																							
300	28,3																							
Depth (m)	Temperature (°C)																							
0	-16,6																							
100	-12,6																							
200	-12,6																							
300	-20,6																							
Combinatie 2 $\omega_M \Delta T_M + \Delta T_N$	$\omega_M = 0,75$	$\omega_M \Delta T_1 + \Delta T_{N,exp} = 47,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_o + \Delta T_{N,exp} = 37,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_s + \Delta T_{N,exp} = 35,1 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\omega_M \Delta T_1 - \Delta T_{N,con} = -39,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_{h1} - \Delta T_{N,con} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_h + \Delta T_{N,exp} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = -42,0 \text{ } ^\circ\text{C}$																					
		 <table border="1"> <caption>Data for Graph (a)</caption> <thead> <tr> <th>Depth (m)</th> <th>Temperature (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>35,1</td></tr> <tr><td>100</td><td>37,3</td></tr> <tr><td>200</td><td>38,1</td></tr> <tr><td>300</td><td>47,1</td></tr> </tbody> </table>	Depth (m)	Temperature (°C)	0	35,1	100	37,3	200	38,1	300	47,1	 <table border="1"> <caption>Data for Graph (b)</caption> <thead> <tr> <th>Depth (m)</th> <th>Temperature (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>-39,1</td></tr> <tr><td>100</td><td>-36,0</td></tr> <tr><td>200</td><td>-36,0</td></tr> <tr><td>300</td><td>-42,0</td></tr> </tbody> </table>	Depth (m)	Temperature (°C)	0	-39,1	100	-36,0	200	-36,0	300	-42,0	
Depth (m)	Temperature (°C)																							
0	35,1																							
100	37,3																							
200	38,1																							
300	47,1																							
Depth (m)	Temperature (°C)																							
0	-39,1																							
100	-36,0																							
200	-36,0																							
300	-42,0																							

Figuur 73 – Combinaties van gelijkmatige en verticale temperatuurcomponent aanbrug

Invoer temperatuurbelasting SCIA

De invoer van temperatuursbelastingen op staven dient in SCIA Engineer ingevoerd te worden als een constante temperatuur en een verlopende temperatuur, die lineair verloopt van de bovenzijde van het profiel tot de onderzijde van het profiel. Het is dus niet mogelijk om een knik in het temperatuurverloop over de hoogte aan te brengen. Daarom wordt de verticale temperatuurcomponent opgedeeld in een gemiddelde temperatuur ($\Delta T_{M,N}$), een lineaire verlopende temperatuur ($\Delta T_{M,M}$) en een eigentemperatuur ($\Delta T_{M,E}$).



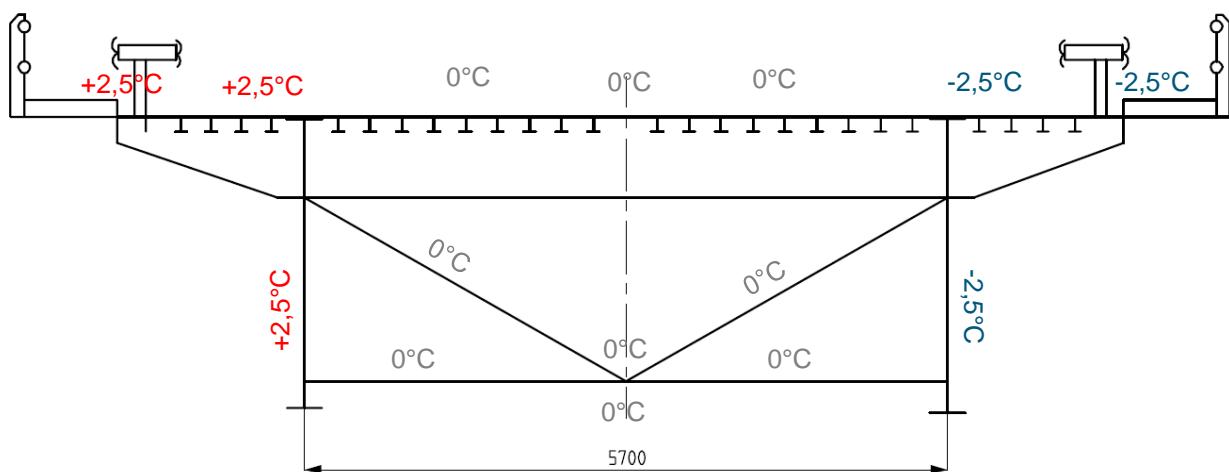
Figuur 74 – Opdeling willekeurig temperatuurprofiel in een gemiddelde, lineair verlopende en eigentemperatuur

De gemiddelde temperatuurcomponent $\Delta T_{M,N}$ resulteert in een (kleine) uitzetting, de lineair verlopende temperatuurcomponent $\Delta T_{M,M}$ resulteert in een kromming. Tezamen resulteren deze in exact dezelfde uitzetting en kromming als wanneer de verticale temperatuurcomponent ΔT_M zou zijn ingevoerd.

Het resterende deel ($\Delta T_M - \Delta T_{M,N} - \Delta T_{M,M}$) wordt de eigen temperatuur ($\Delta T_{M,E}$) genoemd en resulteert niet in een kromming of uitzetting van de brug en wordt verder verwaarloosd. Alleen de component $\Delta T_{M,N}$ en $\Delta T_{M,M}$ worden in de berekening toegepast. Bijlage H geeft indicatief de opsplitsing weer in één van de doorsneden van de hoofdliggers. De temperatuursbelastingen op de overige doorsneden zullen met de verdere uitwerking van de berekening uitgewerkt worden.

Temperatuurverschil tussen onderdelen van de hoofddraagconstructie

Naast bovengenoemde temperatuur effecten dient ook rekening gehouden te zijn met een horizontale temperatuurcomponent, conform artikel 6.1.4.3. Volgens dit artikel dient rekening gehouden te worden met een temperatuurverschil van 5°C tussen de buitenste zijden van de brug. Er is geen aanleiding om een hogere waarde aan te houden. Gezien de hoogte van de hoofdliggers is er voor gekozen om dit temperatuurverschil tussen de hoofdliggers aan te houden en voor de uitkragende delen een constante temperatuurverloop aan te houden. Tussen de hoofdliggers is de temperatuur op 0°C aangehouden i.v.m. beperkingen in het rekenpakket. In SCIA is het namelijk niet mogelijk om een verlopende temperatuur over de breedte van een plaat aan te houden, alleen over de dikte kan de temperatuur variabel aangehouden worden. Gezien de beperkte spanningen uit dit belastinggeval (ca 8 Mpa) zal de fout die hiermee gemaakt wordt voor de berekening in de UGT geen noemenswaardige gevolgen hebben.



Figuur 75 – Horizontale temperatuurcomponent

6.5.1 Reductiefactor temperatuurbelasting i.v.m. referentieperiode

De temperatuurbelasting conform NEN-EN 1991-1-5 geldt voor een ontwerplevensduur van 50 jaar. Bij een andere ontwerplevensduur dient de maximum- en minimum temperatuur in de schaduw te worden aangepast, conform NEN-EN 1991-1-5 bijlage A. Deze aanpassing is, uitgaande van 30 jaar, meegenomen in de berekening van de temperatuurbelasting.

6.6 Sneeuwbelasting

Sneeuwbelasting is niet maatgevend en wordt niet nader beschouwd.

6.7 Zettingen

De effecten van zettingen mogen volgens NEN-EN 1994-2 normaliter zijn verwaarloosd in de uiterste grenstoestand van staal-betonbruggen, daar waar alle doorsneden van klasse 1 of 2 zijn en de momentweerstand niet is gereduceerd door kip. In de IJsselbrug zullen echter ook klasse 4 profielen aanwezig zijn, waardoor zettingen in principe wel in rekening moeten worden gebracht. Conform de RBK en NEN 8700 dienen de zettingen gebaseerd te zijn op de daadwerkelijke steunpuntszettingen op basis van metingen. Deze metingen zijn echter niet beschikbaar gesteld.

Om de gevoeligheid voor steunpuntszettingen te bekijken is voor de hoofdbrug een indicatieve berekening gemaakt van een steunpuntszettingsverschil van 20 mm. Hiervoor zijn beide steunpunten op één pijler 20 mm naar beneden verplaatst. Hieruit volgt een maximale spanning in de hoofdlijger van 20 N/mm².

Ook is voor de hoofdbrug gekeken naar het effect van een steunpuntszetting van 20 mm van één van de twee opleggingen op dezelfde pijler. Hieruit volgt een maximale spanning van 34 N/mm². Een dergelijk groot verschil in zetting is overigens onwaarschijnlijk, gezien de robuustheid van de pijlers.

De spanningen die volgen uit de zettingen zijn dermate laag, dat besloten is om de effecten van zettingen verder te verwaarlozen.

6.8 Variabele belasting warmwaterleiding

De variabele belasting van de warmwaterleiding is gebaseerd op de berekening van Strackee [912-275.R01]. Opgemerkt wordt echter dat in deze berekening de horizontale belastingen wel op de brug worden afgedragen, via een frame dat op drie dwarsdragers zijn belasting afdraagt. De overige frames dragen in de berekening hun belasting op één dwarsdrager af. Dit komt niet overeen met de tekeningen en hetgeen buiten is uitgevoerd. In overleg met Rijkswaterstaat zijn de belastingen als volgt vastgesteld

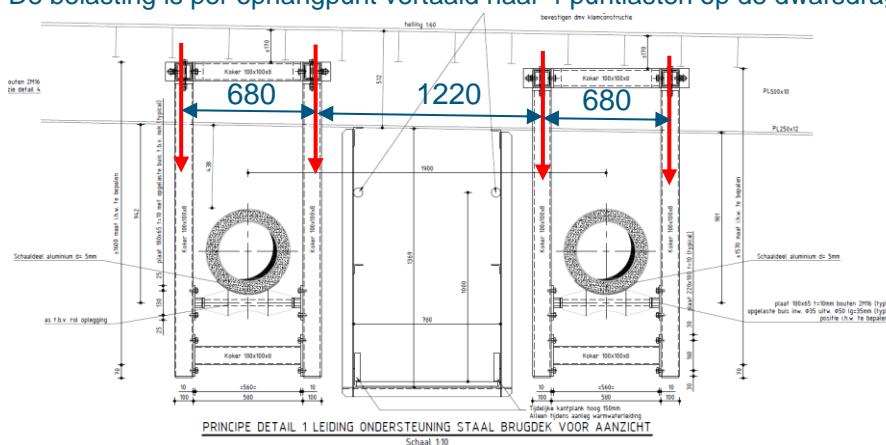
Verticale belasting

$$F_z = 20 \text{ kN per buis, per ophangpunt}$$

Horizontale belasting langsrichting:

$$F_x = 5 \text{ kN per buis, per ophangpunt}$$

De belasting is per ophangpunt vertaald naar 4 puntlasten op de dwarsdragers.



Figuur 76 – Variabele belasting warmwaterleiding

6.9 Belastingsfactoren en -combinaties

6.9.1 Belastingsfactoren

In de berekening worden de bruggen getoetst met de belastingsfactoren voor Gebruik (RBK). Eventuele versterkingen wordt berekend met de belastingfactoren voor Verbouw (NEN 8700). Bij alle berekeningen is uitgegaan van gevolgklasse CC3.

	Blijvende belastingen		Verkeer (met $\psi = 1$)	Wind (met $\psi = 1$)	Overige veranderlijk (met $\psi = 1$)	
	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$				
	6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Nieuwbouw	1,40	1,25	0,9	1,50	1,65	1,65
Verbouw	1,30	1,15	0,9	1,30	1,60	1,50
Gebruik	1,25	1,15	0,9	1,25	1,50	1,30
Afkeur	1,25	1,10	0,9	1,25	1,50	1,30

Tabel 35 – Partiëlebelastingsfactoren (γ) voor de uiterste grenstoestanden STR en GEO conform de RBK

6.9.2 Combinatiefactoren, ψ -factoren

6.9.2.1 Combinatiefactoren volgens norm

De ψ -factoren zijn aangehouden conform NEN-EN 1990 tabel NB.16. De belastingen "Voetpaden", "Mensenmenigte", "Bijzondere voertuigen" en "Sneeuw" zijn niet relevant of niet maatgevend en zijn achterwege gelaten. Zie hiervoor ook de voorgaande paragrafen over de betreffende belastingen.

Toegevoegd zijn de variabele belasting op het inspectiepad ($\psi_{0,1,2} = 0$) en de variabele belasting van de warmwaterleiding ($\psi_{0,1,2} = 1,0$).

De belastingcombinaties gr3, gr4, gr5 en S zijn niet relevant voor de IJsselbrug (belasting niet relevant of maatgevend, zie hierboven) en zijn achterwege gelaten. Toegevoegd is een belastingcombinatie I voor belasting op het inspectiepad. Onderstaande tabel is van toepassing bij het gebruik van formule 6.10b. De cellen met de donkerblauwe achtergrond geven de maatgevende belasting in de betreffende combinatie weer. De kolommen met donkere tekst kunnen maatgevend zijn en zijn in de berekening meegenomen. De kolommen met lichte tekst zijn nooit maatgevend en zijn dus niet meegenomen in de berekening.

	Belastingcombinaties												
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}
TS (LM1)	1	1	0	0,8	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	1	0	0,8	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,8	0	1	1	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring
^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1
^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}

Tabel 36 – ψ -factoren voor gebruik bij formule 6.10b

De combinaties met 0,3 F_{wk} zijn niet maatgevend t.o.v. F^{*}_w en zijn daarom niet in rekening gebracht. De combinaties met wind maatgevend (W) zijn gelijk of lager als de combinaties met verkeer maatgevend en zijn ook niet in rekening gebracht.

Bij toepassing van formule 6.10a wordt gebruik gemaakt van onderstaande tabel. Hierbij zijn alleen gr1a en gr2 maatgevend.

	Belastingcombinaties													
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}	
TS (LM1)	0,8	0,8	0	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	0,8	0,8	0	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,64	0,64	0	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring
^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1
^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}

Tabel 37 – ψ -factoren voor gebruik bij formule 6.10a

6.9.2.2 Gereduceerde combinatiefactoren

Zoals ook beschreven in paragraaf 6.4 betekenen bovenstaande combinatiefactoren in gr1a en gr2 dat er gelijktijdig extreme windbelasting (F_w^*) en extreme verkeersbelasting optreedt in de belastingcombinaties. Rijkswaterstaat heeft hierover overleg gehad met TNO, omdat dit erg conservatief is en dus tot hoge spanningen zal leiden.

Op verzoek van Rijkswaterstaat wordt in de berekening ook een extra set belastingcombinaties toegepast waarbij gerekend wordt met een gereduceerde verkeersbelasting ($\alpha_{red} = 0,9$), indien deze gelijktijdig optreedt met F_w^* . Voor de combinaties met F_w wordt gerekend met de normale verkeersbelasting.

Bovenstaande reductie zijn in een aparte set belastingcombinaties toegepast en worden alleen gebruikt indien een bepaald onderdeel (net) niet voldoet. Wanneer deze aangepaste combinaties worden gebruikt zal dit expliciet vermeld worden. Onderstaande tabel is van toepassing bij het gebruik van formule 6.10b.

	Belastingcombinaties												
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}
TS (LM1)	1	0,9	0	0,8	0,72	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	0,9	0	0,8	0,72	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,72	0	1	0,9	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0	0,64	0,8
Wind ^c F_{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0
F_w^*	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring
^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1
^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F_w^* in plaats van F_{wk}

Tabel 38 – ψ -factoren voor gebruik bij formule 6.10b

De combinaties met wind maatgevend (W) zijn gelijk of lager als de combinaties met verkeer maatgevend en zijn niet in rekening gebracht.

Bij toepassing van formule 6.10a wordt gebruik gemaakt van onderstaande tabel. Hierbij zijn alleen gr1a en gr2 maatgevend.

	Belastingcombinaties														
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}		
TS (LM1)	0,8	0,72	0	0,64	0,576	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64	
UDL (LM1)	0,8	0,72	0	0,64	0,576	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64	
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Horizontale belasting	0,64	0,576	0	0,8	0,72	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,8	0	0	0,64	0,8
Wind ^c F_{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0	0	0
F_w^*	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0	0	
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring
^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1
^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F_w^* in plaats van F_{wk}

Tabel 39 – ψ -factoren voor gebruik bij formule 6.10a

6.9.3 Belastingscombinaties

6.9.3.1 Belastingcombinaties volgens norm

Uiterste grenstoestand (gebruik)

In onderstaande tabel zijn de belastingcombinaties uitgewerkt voor de blijvende ontwerpsituatie (6.10a en 6.10b) en de buitengewone ontwerpsituatie (6.11b) voor de toetsing op het niveau “Gebruik”, uitgaande van de combinatiefactoren volgens de norm.

	6.10a		6.10b					6.11b	
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}	
Eigen gewicht	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Rustende belasting	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0,8	1,25	0	1	1	0,8	0	0,8
UDL (LM1)	1	0,8	1,25	0	1	1	0,8	0	0,8
Enkele as (LM2)	0	0	0	1,25	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	1	1	0	1,25	0,8	1	0	0,64
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,45	0,45	0	0
F [*] _w	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0
Temperatuur	0,39	0,39	0,39	0	0,39	1,3	1,3	0,39	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Warmwaterleiding	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring

^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,5*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,5 * 0,3 * 1,056 = 0,48.

Tabel 40 – Belastingscombinaties voor de uiterste grenstoestand (gebruik)

Uiterste grenstoestand (verbouw)

In onderstaande tabel zijn de belastingcombinaties uitgewerkt voor de blijvende ontwerpsituatie (6.10a en 6.10b) en de buitengewone ontwerpsituatie (6.11b) voor de toetsing van de versterkingen op het niveau “Verbouw”, uitgaande van de combinatiefactoren volgens de norm.

	6.10a		6.10b					6.11b		
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}		
Eigen gewicht	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1	
Rustende belasting	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1	
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
TS (LM1)	1,04	0,832	1,3	0	1,04	1,04	0,832	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	1,04	0,832	1,3	0	1,04	1,04	0,832	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,832	1,04	1,04	0	1,3	0,832	1,04	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,48	0,48	0	0	0
F [*] _w	1,6	1,6	1,6	0	1,6	0	0	1,6	0	0
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Warmwaterleiding	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring

^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,6*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,6 * 0,3 * 1,056 = 0,51.

Tabel 41 – Belastingscombinaties voor de uiterste grenstoestand (verbouw)

Karakteristieke belastingcombinaties

De karakteristieke belastingcombinaties zijn bepaald volgens formule 6.14b en zijn in onderstaande tabel weergegeven. De karakteristieke belastingcombinaties worden gebruikt voor de berekeningen van de doorbuigingen.

	Karakteristieke belastingcombinaties (6.14)						
	gr1a	gr1b	gr2	W ^b	T ^b	I	
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0	0,8	0,80	0,64	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	1	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0,64	0,8	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,3	0,3
F [*] _w	1	0	1	1	1	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0,3	0,3	1	1
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	1
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1

^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en in de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀ * F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,0 * ψ₀ * F_{wk} / F^{*}_w = 1,0 * 0,3 * 1,056 = 0,32.

Tabel 42 – Karakteristieke belastingscombinaties

Frequente belastingcombinaties

De frequente belastingcombinaties zijn bepaald volgens formule 6.15b en zijn in onderstaande tabel weergegeven. De frequente belastingcombinaties worden gebruikt voor de berekeningen van de scheurvorming in beton. De combinaties die lichtblauw zijn weergegeven zijn niet maatgevend.

	Frequente belastingcombinaties (6.15b)					
	gr1a	gr1b	gr2	W	T	I
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0
UDL (LM1)	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0
Enkele as (LM2)	0	0,8	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0
F [*] _w	0	0	0	0,6	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0,3	0,8	0,3
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}.

Tabel 43 – Frequente belastingscombinaties

Quasi-blijvende belastingcombinaties

De quasi-blijvende belastingcombinaties zijn bepaald volgens formule 6.16b en zijn in onderstaande tabel weergegeven. De quasi-blijvende belastingcombinaties worden gebruikt voor de berekeningen van krimp en kruip in het beton. De combinaties die lichtblauw zijn weergegeven zijn niet maatgevend.

	Quasi-blijvende belastingcombinaties (6.16b)					
	gr1a	gr1b	gr2	W	T	I
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	0,4	0	0	0,4	0,4	0
UDL (LM1)	0,4	0	0	0,4	0,4	0
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,4	0	0	0,4	0,4	0
Wind F_{wk}	0	0	0	0	0	0
F_w^*	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1

Tabel 44 – Quasi-blijvende belastingscombinaties

6.9.3.2 Gereduceerde belastingcombinaties

Uiterste grenstoestand (gebruik) met gereduceerde combinatiefactoren

In onderstaande tabel zijn de belastingcombinaties uitgewerkt voor de blijvende ontwerpsituatie (6.10a en 6.10b) en de buitengewone ontwerpsituatie (6.11b) voor de toetsing op het niveau "Gebruik", uitgaande van de gereduceerde combinatiefactoren zoals beschreven in paragraaf 6.9.2.2. Hierbij wordt dus voor de combinaties met F^*w uitgegaan van een gereduceerde verkeersbelasting ($\psi = 0,9$).

	6.10a						6.10b						6.11b				
	gr1a			gr2			gr1a			gr1b			gr2			T ^b	I
	Eigen gewicht	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Rustende belasting	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0,9	0,8	0,72	1,25	1,125	0	1	0,9	1	0,8	0	0	0,8	0,64		
UDL (LM1)	1	0,9	0,8	0,72	1,25	1,125	0	1	0,9	1	0,8	0	0	0,8	0,64		
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	1,25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,72	1	0,9	1	0,9	0	1,25	1,125	0,8	1	0	0,64	0,8			
Wind ^c F _{wk}	0,45	0	0,45	0	0,45	0	0	0,45	0	0,45	0,45	0	0	0	0	0	0
F [*] _w	0	1,5	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0	0,39	0,39	1,3	1,3	0,39	0	0	0	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
Warmwaterleiding	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1		

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring

^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met $\psi_0 \cdot F_{wk}$ wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,5 * $\psi_0 \cdot F_{wk} / F^*_{w} = 1,5 \cdot 0,3 \cdot 1,056 = 0,48$.

Tabel 45 – Belastingscombinaties voor de uiterste grenstoestand (gebruik) met gereduceerde combinatiefactoren

6.10 Vermoeiing

6.10.1 Toelichting aanpak vermoeiingberekening

In deze paragraaf zal eerst op hoofdlijnen ingegaan worden op de aanpak van de vermoeiingsberekening, nog zonder in detail in te gaan op de aantallen, belastingen, voertuigcombinaties, etc.

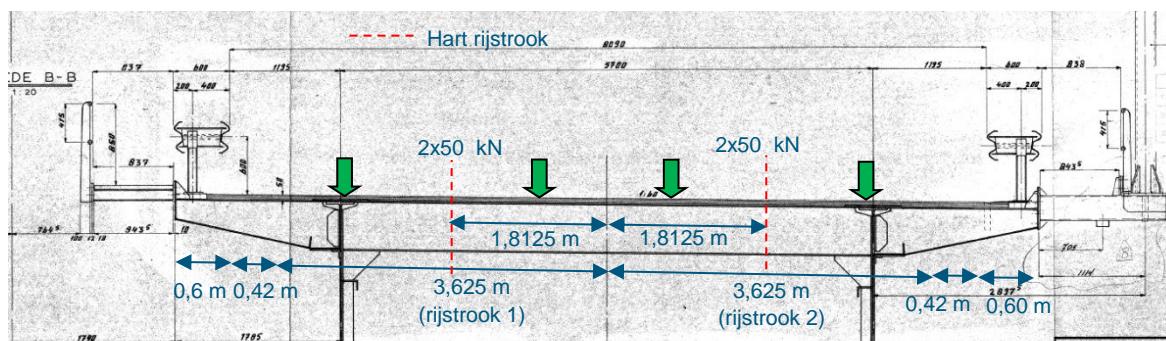
De toetsing op vermoeiing wordt in hoofdlijnen als volgt uitgevoerd:

1. Invoer eenheidslasten (2×50 kN) in Scia Engineer;
2. Uitvoer invloedslijnen van N/M/V of spanningen van eenheidslast voor het te beschouwen onderdeel;
3. Bepaling invloedslijnen van spanningen in doorsnede en/of verbinding;
4. Verrekenen invloedslijnen eenheidslast naar invloedslijnen van vrachtwagen(configuraties);
5. Bepaling spanningsrimpels per configuratie met behulp van de rainflowmethode;
6. Berekening en toetsing van de vermoeiingsschade.

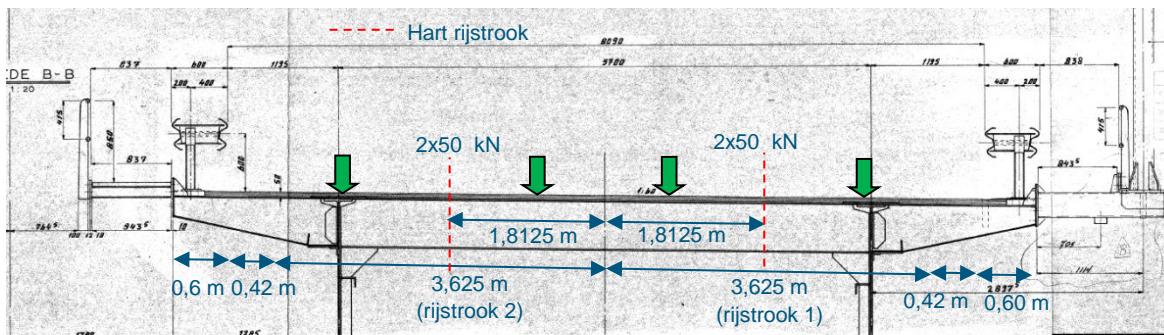
De stappen 1 en 2 zullen worden uitgevoerd in SCIA Engineer. Stap 3 wordt uitgevoerd met Excel. De stappen 4 t/m 6 worden uitgevoerd met behulp van een rekentool in Python, zodat alle vrachtwagencombinaties voor alle jaren volledig uitgewerkt worden, inclusief alle reducties en toeslagen per jaar. Op deze manier worden er geen conservatieve vereenvoudigingen in de berekeningen toegepast.

1. Invoer eenheidslasten in scia engineer

In Scia Engineer worden afzonderlijk voor rijstrook 1 en 2 een eenheidslast centrisch op de rijstrook ingevoerd, zodat per onderdeel de invloedslijn kan worden uitgevoerd. Voor de oostelijke brug (HRB) geldt dat in 1990 de rijrichting is omgedraaid. In de berekening wordt dan ook rekening gehouden met een periode van 1964-1989, waarbij het verkeer richting Utrecht rijdt en een periode van 1990 t/m 2050, waarbij het verkeer richting Duitsland rijdt. Voor de westelijke brug (PRB) geldt dat het verkeer altijd in de richting van Duitsland heeft gereden.



Figuur 77 – Positionering eenheidslasten, kijkrichting richting Utrecht (oostelijke brug 1964-1990)



Figuur 78 – Positionering eenheidslasten, kijkrichting richting Duitsland (oostelijke brug 1990-2051, westelijke brug 1964-2051)

Voor de positie van de eenheidslasten maakt dit in principe niet uit. Deze blijven op dezelfde plek staan. Wel is de richting omgedraaid, dus in plaats van een eenheidslast die van zuid naar noord loopt wordt er in de tweede periode uitgegaan van een eenheidslast die van noord naar zuid loopt.

Opgemerkt wordt dat de (lokale) verdeling van de wiellasten volgens figuur 4.6 van NEN-EN 1991-2 van toepassing is voor lokale onderdelen. Daar het rijdek niet getoetst hoeft te worden op vermoeiing binnen deze opdracht, is het toepassen van de lokale variatie van de wiellasten niet toegepast. Het verschil in rimpel als gevolg van deze variatie zal voor de hoofdonderdelen verwaarloosbaar klein zijn.

2. Uitvoer invloedslijnen van N-M-V of spanningen voor het te beschouwen onderdeel

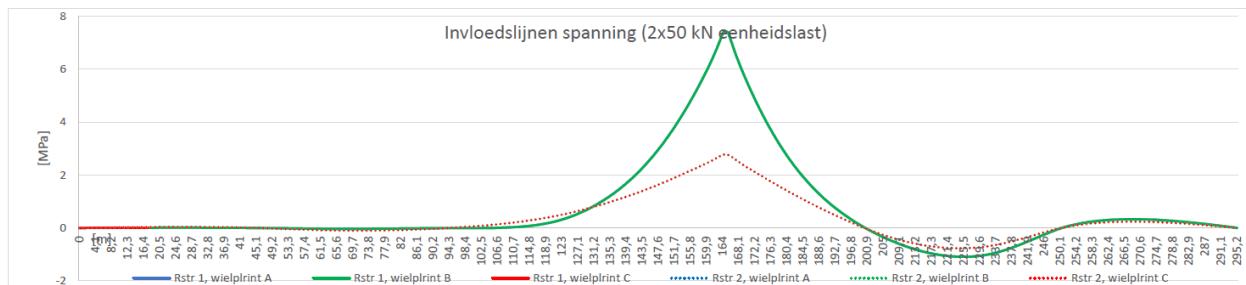
Na het invoeren van de eenheidsbelasting kan in SCIA voor een bepaalde doorsnede de invloedslijn worden bepaald, door de eenheidslast met een belastingstapgrootte van 1,0 m over het model te laten verplaatsen. Voor de dwarsdragers is een stapgrootte van 0,1 m toegepast indien de aslast in de buurt van de te toetsen dwarsdrager komt. Hieruit volgt dan voor de aangegeven doorsnede de invloedslijn (N/M/V of de spanning). Per onderdeel worden twee invloedslijnen (N/M/V of spanning) bepaald; één van rijstrook 1 en één voor rijstrook 2.

3. Bepaling invloedslijnen van spanningen in doorsnede en/of verbinding

Op basis van de invloedslijn van de vrachtwagenconfiguratie kunnen de staafkrachten (N/V/M) worden vertaald naar staalspanningen in de uiterste vezels van een doorsnede of in een verbinding. In de lokale plaatmodellen zijn de spanningen rechtstreeks uitgelezen in stap 2 en is deze vertaalslag niet nodig. Spanningen in lassen worden bepaald loodrecht op de keel van de las en dus niet op basis van de Von Mises spanningen.

Om de invloedslijnen van de eenheidslast te kunnen vertalen naar invloedslijnen voor voertuigconfiguraties wordt de stapgrootte met lineaire interpolatie verkleind van 1m naar 0,1m.

Het resultaat zijn invloedslijnen van spanningen in de te beschouwen vezels in de doorsnede/verbinding op basis van de belastingen in het referentiejaar 2000.



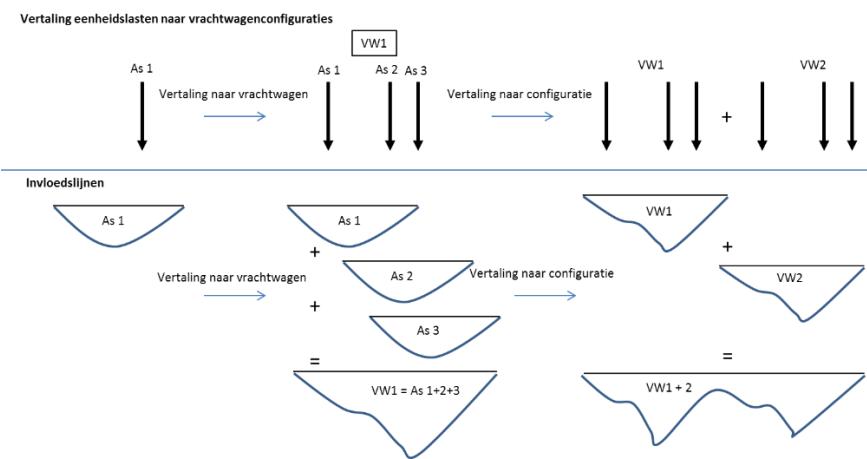
Figuur 79 – Invloedslijn spanningen in de doorsnede (ter illustratie)

De te toetsen locaties zullen bepaald worden op basis van de sterkte-berekening en vooraf met Rijkswaterstaat besproken worden.

4. Verrekenen invloedslijnen eenheidslast naar invloedslijnen van vrachtwagenconfiguraties

Met behulp van een rekentool (Python) kan de invloedslijn van één as verplaatst, gekopieerd en vergroot worden op basis van asconfiguraties en asbelastingen van een bepaalde vrachtwagen. Zo kunnen de invloedslijnen van de diverse vrachtwagens worden bepaald voor het referentiejaar 2000 (zie paragraaf 6.10.2).

Daarnaast kunnen de invloedslijnen van de diverse vrachtwagens ook worden verplaatst en gekopieerd om voor de diverse vrachtwagenconfiguraties de invloedslijnen te bepalen (inhoudende vrachtwagens en konvooien, zie paragraaf 6.10.3). Onderstaand is dit vereenvoudigd weergegeven:



Figuur 80 – Vertaling eenheidslasten naar vrachtwagenconfiguraties

De aslasten en asafstanden van de diverse voertuigen zijn bekend en worden gecombineerd met de resultaten van de eenheidslasten om de invloedslijn te bepalen van een onderdeel voor een vrachtwagenconfiguratie.

Om uit de rainflowberekening van stap 5 de juiste resultaten te verkrijgen is het noodzakelijk dat de invloedslijnen van de voertuigcombinaties elkaar opvolgen zodat een cyclische beweging ontstaat. Om dit te bereiken wordt het gedeelte van de invloedslijn van het begin tot de hoogste spanning geknipt en aan het einde van de invloedslijn geplakt.

5. Bepaling spanningsrimpels per configuratie met behulp van de rainflowmethode

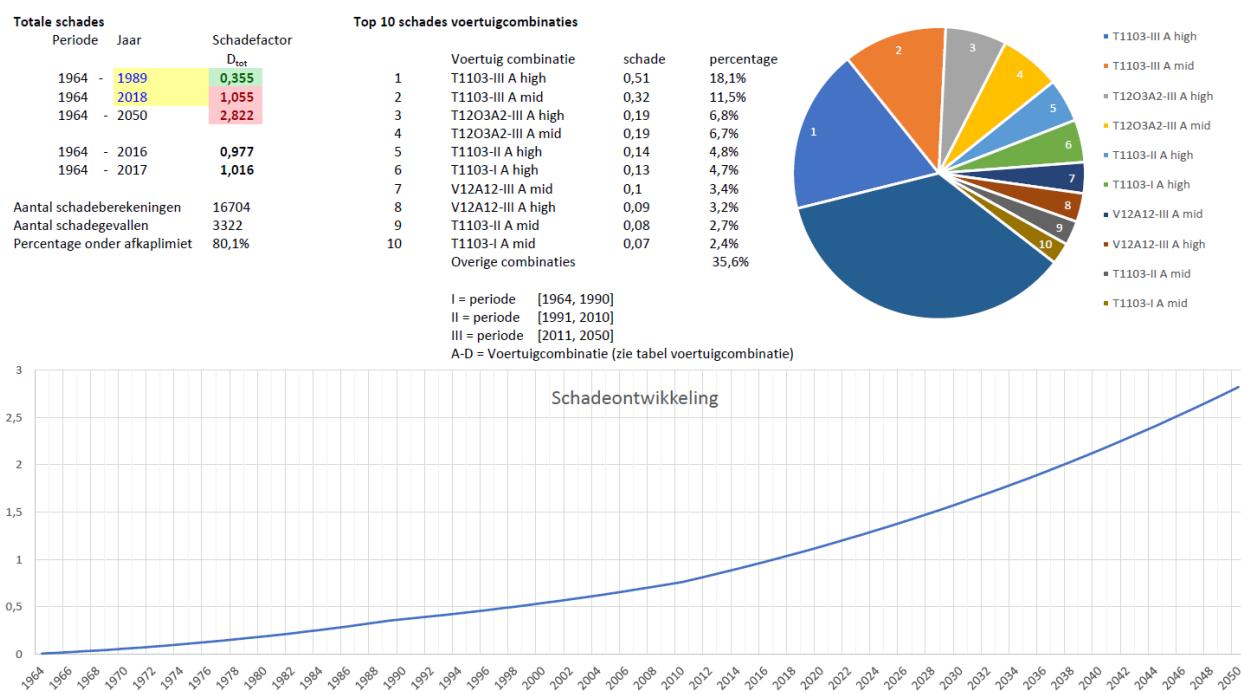
Met behulp van de rainflow-methode kunnen, op basis van de invloedslijn voor spanningen, de diverse spanningsrimpels worden bepaald die benodigd zijn om de vermoeiingsschade te kunnen berekenen. Het resultaat is spanningsrimpels per vrachtwagenconfiguratie voor het referentiejaar 2000. De berekeningstool voor de rainflow-methode zal vooraf ter controle ingediend worden, voordat alle vermoeiingsberekeningen worden uitgevoerd.

6. Berekening en toetsing van de vermoeiingsschade

Als laatste stap worden de spanningsrimpels van het referentiejaar 2000 vertaald naar de afzonderlijke jaren (1964-2051), zodat de spanningsrimpel gecorrigeerd kan worden voor de ontwikkeling in de tijd (zie paragraaf 6.10.4) en de aantallen per jaar (zie bijlage K). Hierbij kunnen ook eventuele andere correcties in rekening worden gebracht voor de dynamische effecten (zie paragraaf 6.10.5) en de vergrotingsfactor bij voegovergangen (zie paragraaf 6.10.6).

Per jaar wordt vervolgens de schade bepaald op basis van een berekening m.b.v. de regel van Miner conform NEN-EN 1993-1-9 Bijlage A.

Het resultaat is een grafische weergave van de schadeontwikkeling in de loop van de tijd tot 2051.



Figuur 81 – Ontwikkeling vermoeiingsschade in de loop van de tijd (ter illustratie)

De beoordeling van de hoofddraagconstructie vindt in eerste instantie plaats op basis van de “safe life” methode met hoge consequenties van falen ($\gamma_{Mf} = 1,35$). Daarnaast wordt, conform de uitvraag de vermoeiingsschade van de hoofddraagconstructie gepresenteerd $\gamma_{Mf} = 1,15$ en $\gamma_{Mf} = 1,00$. De schade zal worden bepaald voor het jaar 2018 en voor het jaar 2051. Voor locaties met een vermoeiingsschade > 1,0 per 2018 worden de invloedslijnen per rijstrook als bijlage bij de berekeningsrapportage meegeleverd.

Voor de hoofdrijbaan geldt dat er van rijrichting is veranderd in 1990. Er is daarom voor de HRB voor de volgende aanpak gekozen. De schadeontwikkeling wordt één maal doorgerekend met verkeer richting Utrecht (aangeduid met "tot 1989"), en één maal met verkeer richting Duitsland (aangeduid met "vanaf 1990"). In de beide berekeningen wordt er (fictief) van uitgegaan dat de gehele periode (1964-2050) in dezelfde richting wordt gereden. Vervolgens wordt de schade bepaald door de juiste periodes met de juiste rijrichting bij elkaar op te tellen.

- HRB west:
 - Schade periode 1964-1989, berekening HRB west (tot 1989, verkeer richting Utrecht) +
 - Schade periode 1990-2050, berekening HRB west (vanaf 1990, verkeer richting Duitsland)
- HRB oost:
 - Schade periode 1964-1989, berekening HRB oost (tot 1989, verkeer richting Utrecht) +
 - Schade periode 1990-2050, berekening HRB oost (vanaf 1990, verkeer richting Duitsland)

6.10.2 Gedetailleerd belastingmodel voor vermoeiing

Voor de vermoeiingsberekening van beide bruggen wordt, conform de uitvraag, gebruik gemaakt van het in Bijlage K opgenomen overzicht van historische en toekomstige aantalen vrachtwagens per jaar (N_{obs}). Opgemerkt wordt dat er een verschil in aantalen is tussen de westelijke en oostelijke brug, doordat er in 1990 van rijrichting is gewisseld op de westelijke brug. Beide bruggen zullen daarom afzonderlijk op vermoeiing worden beoordeeld.

Het aantal voertuigen per jaar is per brug opgegeven door opdrachtgever in de uitvraag en is opgesplitst in drie tijdvakken, 1964 t/m 1989, 1990 t/m 2017 en 2018 t/m 2050. Een overzicht van het aantal voertuigen is gegeven in Bijlage K.

Voor de belasting is uitgegaan van Bijlage A2 van NEN 8701 voor de situatie "lange afstand" en de huidige en historische rijstrookindeling. De asbelastingen zijn uitgesplitst in drie tijdvakken, namelijk de periode opening t/m 1990, 1991 t/m 2010 en 2011 t/m einde referentieperiode. Opgemerkt wordt dat deze tijdvakken afwijken van de tijdvakken die voor de aantalen zijn gedefinieerd. Dit maakt voor de berekening echter niet uit, omdat de schadeberekeningen per jaar worden uitgewerkt.

Type	vrv's lange afstand	As- afstand [m]	Astype	Asbelasting ^a			Vrachtwagenbelasting ^a		
				laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%	laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%
1 V11	10%	5,2	A	35	55	70	75	125	170
			B	40	70	100			
2 V12	10%	3,8	A	55	75	90	145	215	315
		1,3	B	50	80	125			
			B	40	60	100			
3 T11O2	25%	3,8	A	55	60	70	180	245	350
		6,6	B	55	75	110			
		1,3	B	35	55	85			
			B	35	55	85			
4 T11O3	50%	3,8	A	60	70	80	185	345	475
		5,6	B	50	95	125			
		1,3	B	25	60	90			
		1,3	B	25	60	90			
			B	25	60	90			
5 T12O3	5%	2,8	A	60	70	80	295	460	600
		1,3	B	40	60	90			
		5,6	B	60	90	115			
		1,3	B	45	80	105			
		1,3	B	45	80	105			
			B	45	80	105			

Tabel 46 – Vrachtwagensamenstelling tijdvak 1964 - 1990

Type	vrw's lange afstand	As- Afstand [m]	As- type	Asbelasting ^a			Vrachtwagenbelasting ^a		
				laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%	laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%
1 V11	10%	5,2	A	35	55	70	75	125	170
			B	40	70	100			
2 V12	10%	3,8	A	55	75	90	145	215	315
		1,3	B	50	80	125			
			B	40	60	100			
3 T11O2	25%	3,8	A	55	60	70	180	245	350
		6,6	B	55	75	110			
		1,3	C	35	55	85			
			C	35	55	85			
4 T11O3	50%	3,8	A	60	70	80	185	345	475
		5,6	B	50	95	125			
		1,3	C	25	60	90			
		1,3	C	25	60	90			
			C	25	60	90			
5 T12O3	5%	2,8	A	60	70	80	295	460	600
		1,3	B	40	60	90			
		5,6	B	60	90	115			
		1,3	B	45	80	105			
		1,3	B	45	80	105			
			B	45	80	105			

Tabel 47 – Vrachtwagensamenstelling tijdvak 1991-2010

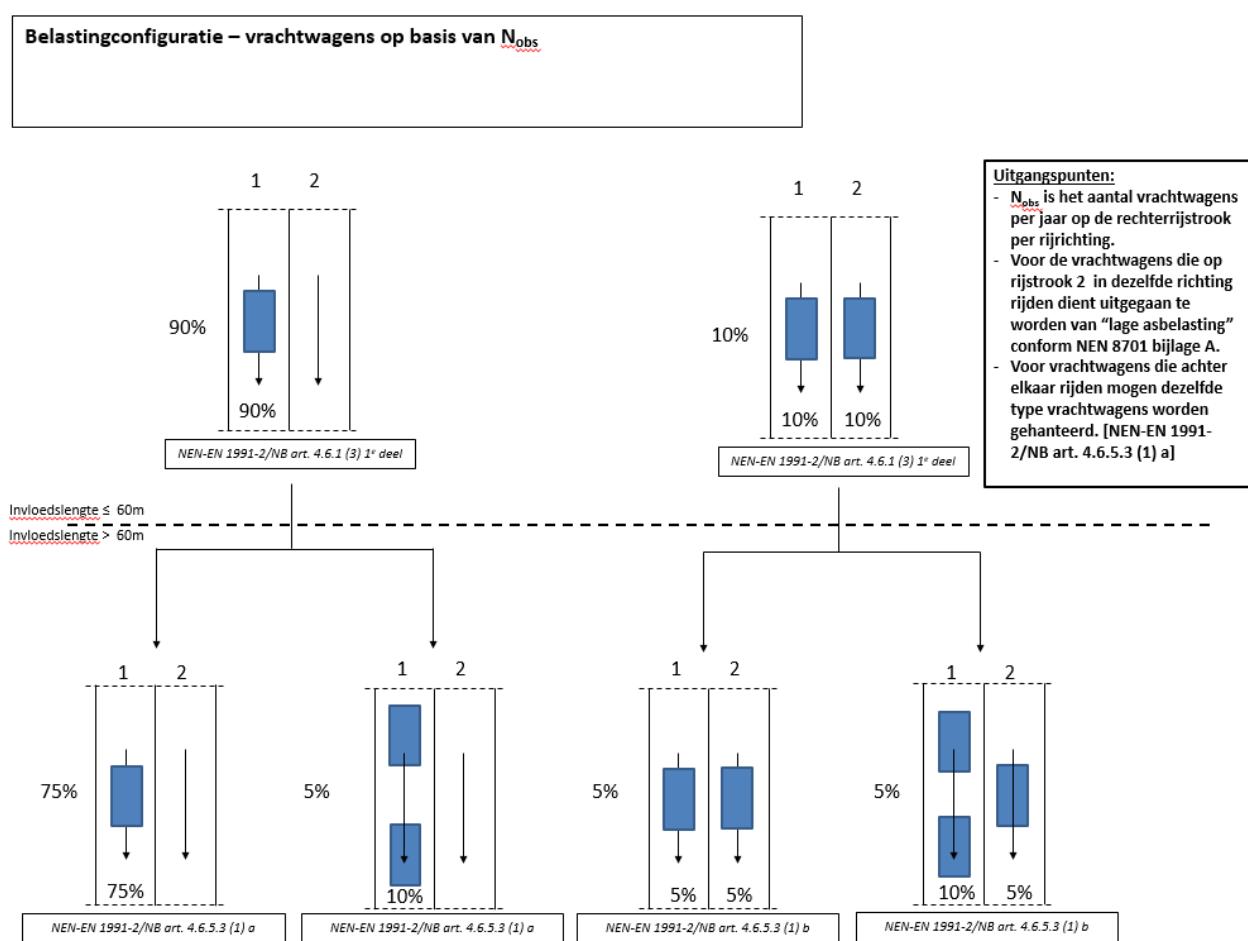
Type	vrw's lange afstand	As-Afstand [m]	As-type	Asbelasting ^a			Vrachtwagenbelasting ^a		
				laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%	laag [kN] 50%	middel [kN] 35%	hoog [kN] 15%
1 V11	10%	5,2	A	35	55	70	75	125	170
			B	40	70	100			
2 V12	10%	3,8	A	55	75	90	145	215	315
		1,3	B	50	80	125			
			C	40	60	100			
3 T11O2	20%	3,8	A	55	60	70	180	245	350
		6,6	B	55	75	110			
		1,3	C	35	55	85			
			C	35	55	85			
		3,8	A	60	70	80			
4 T11O3	50%	5,6	B	50	95	125	185	345	475
		1,3	C	25	60	90			
			C	25	60	90			
		1,3	C	25	60	90			
			C	25	60	90			
5 V12A12	5%	4,2	A	60	75	90	300	450	580
		1,3	B	70	95	125			
		4,2	C	45	70	95			
		3,8	C	45	80	100			
		1,3	C	40	65	85			
			C	40	65	85			
6 T12O3A2	5%	2,8	A	60	70	80	365	580	770
		1,3	B	40	60	90			
		5,6	B	60	90	115			
		1,3	C	45	80	105			
		1,3	C	45	80	105			
		4,2	C	45	80	105			
		1,3	C	35	60	85			
			C	35	60	85			

Tabel 48 – Vrachtwagensamenstelling tijdvak 2011-2050

In de tabellen zijn de as- en vrachtwagen belastingen opgenomen voor de situatie, behorende bij het referentiejaar 2000, exclusief dynamische effecten en exclusief ontwikkeling in de tijd. De correctiefactoren op deze belasting worden behandeld in paragraaf 6.10.5 en 6.10.6.

6.10.3 Combinatie van vrachtwagens op naast elkaar gelegen rijstroken en konvooien

Conform NEN-EN 1991-2 en de uitvraag dient ook rekening gehouden te worden met combinaties van vrachtwagen op naast elkaar gelegen rijstroken. Daarnaast dient conform de NEN-EN 1991-2 ook rekening gehouden te worden met konvooien indien de invloedslijnlengte groter is als 60m. Onderstaand figuur geeft een overzicht van de beschouwde vrachtwagenconfiguraties.



Figuur 82 – Te beschouwen configuraties

Voor de hoofdliggers van de hoofdbrug worden alle toetsingen uitgevoerd met en zonder konvooien, waarbij de maatgevende van de twee van toepassing is. Dit wordt gedaan omdat het niet op voorhand te zeggen is waar de grens ligt tussen waar de situatie met of zonder konvooien maatgevend is. Dit zal onder andere afhankelijk zijn van de detailcategorie.

Verkeer op naastgelegen rijstrook (NEN-EN 1991-2 art 4.6.1(3))

Bij verkeer in dezelfde richting moet naast de belasting op de rijstrook voor zwaar verkeer een belasting op de naastgelegen rijstrook voor overig verkeer in rekening zijn gebracht. Deze belasting treedt gelijktijdig op bij een op de tien passages van een vrachtwagen op de rijstrook voor zwaar verkeer (10%).

Voor het aantal vrachtwagens op de rijstrook voor zwaar verkeer wordt $100\% * N_{obs}$ aangehouden, zie Bijlage K. Voor het aantal vrachtwagens op de naastgelegen rijstrook wordt $10\% * N_{obs}$ aangehouden. In totaal gaat er dus $110\% * N_{obs}$ over de brug. Voor de vrachtwagens op de linkerrijstrook mag aangenomen worden dat deze van het type "lage asbelasting" zijn volgens NEN 8701. Omdat de verdeling tussen vrachtwagens met "hoge, middel en lage asbelasting" 15%, 35% en 50% moet zijn, is de verdeling op de rechterrijstrook aangepast, zodat hier verhoudingsgewijs meer vrachtwagens met zware en middel aslast passeren. Het totaal van de vrachtwagens wat de brug passeert heeft daarmee de juiste verhouding.

Verkeer op naastgelegen rijstrook bij invloedslengte groter dan 60 meter (NEN-EN 1991-2 art 4.6.5.3)

Voor (onderdelen van) bruggen met (een) aaneengesloten positieve of negatieve invloedslijnlengte(n) groter dan 60 m (alle steunpuntsmomenten en veldmomenten veld 2 en 3 van de hoofdbrug) geldt het volgende:

- a) Op de rijstrook voor zwaar verkeer moet zijn gerekend dat bij één op de vijf (20 %) van de passages (N_{obs} conform Bijlage K) twee vrachtwagens achter elkaar rijden. Deze vrachtwagens worden geacht elkaar te volgen met een hart-op-hartafstand (hart-as-configuratie) van 50 m. Aangenomen mag zijn dat dezelfde voertuigen gelijktijdig voorkomen.
- b) Bij verkeer in dezelfde richting moet naast de belasting op de rijstrook voor zwaar verkeer een belasting op de naastgelegen rijstrook voor overig verkeer in rekening zijn gebracht. De belasting op deze rijstrook moet 5 % van het aantal vrachtwagens (= $0,05 N_{obs}$) zijn gecombineerd met een enkele vrachtwagen op de rijstrook voor zwaar verkeer en 5 % van het aantal vrachtwagens (= $0,05 N_{obs}$) met twee vrachtwagens die achter elkaar rijden.
- c) Voor de passerende vrachtwagens op de linkerrijstrook wordt conform de uitvraag uitgegaan van het hetzelfde type vrachtwagen, met "lage asbelasting" volgens NEN 8701 bijlage A. De aantallen vrachtwagens van het type "lage asbelasting" die op de linkerrijstrook rijden, mogen van de aantallen op de rechterrijstrook afgetrokken worden (totaal aantal N_{obs} blijft gelijk).

Met de in Figuur 82 gegeven verdeling wordt voldaan aan de bovenstaande voorwaarden. Het totaal van het aantal voertuigen op de rechter rijstrook is 100%, op de linker rijstrook 10%.

6.10.4 Ontwikkeling in de tijd

De as- en vrachtwagenbelastingen in de bovenstaande tabellen gelden voor het referentiejaar 2000. Bij toepassing in andere jaren moet zijn gecorrigeerd voor de invloed van ontwikkeling van verkeersbelastingen. Er is uitgegaan van een belastingtoename van 20% in 100 jaar (0,2% per jaar) naar de toekomst en een belastingafname van 20% in 100 jaar (0,2% per jaar) naar het verleden.

De ontwikkeling in de tijd van de aantallen vrachtwagens is reeds verwerkt in de aantallen zoals opgegeven in de uitvraag, zie bijlage K. Hierop hoeft dus geen correctie te worden doorgevoerd.

6.10.5 Dynamische effecten door onvlakheden

De correctiefactor voor dynamische effecten voortkomend uit onvlakheden in de weg en dynamische effecten van constructieonderdelen is $\varphi_{s1} = 1,1$ volgens NEN 8701.

N.B. In de rapportage van TNO [R310631-R11499] is deze factor teruggebracht worden tot 1,05. Dit is gebaseerd op het feit dat de beoordeling de hoofdligger betreft, waarvoor de totale massa van de brug van belang is. De verhouding tussen de massa van de brug en de massa van één of twee vrachtwagens is zodanig groot dat de brug nauwelijks in verticale trilling gebracht kan worden. Dit is gestaafd met rekstrookmetingen op de Merwedebrug, waar een dynamische factor van $\varphi = 1.05$ resulteerde in een nagenoeg perfecte overeenkomst tussen meting en model. Vooralsnog is in overleg met Rijkswaterstaat besloten deze lagere factor niet in rekening te brengen.

6.10.6 Vergrotingsfactor bij voegovergangen

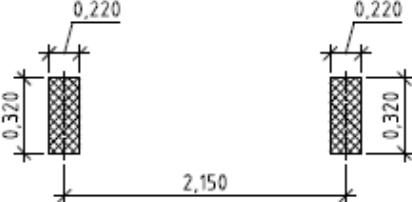
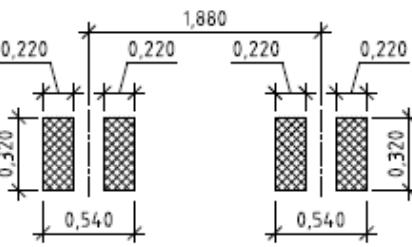
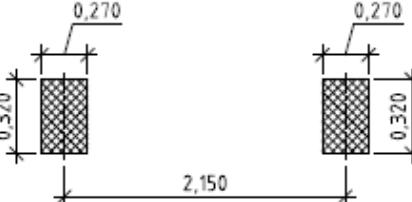
De effecten van voegen of voegovergangen moet aanvullend op bovenstaande in rekening worden gebracht in overeenstemming met NEN-EN 1991-2 en NEN-EN 1993-2. Er wordt uitgegaan van een goede kwaliteit van het wegdek. Voor de vermoeiingsberekening wordt in de nabijheid van de voegovergangen uitgegaan van:

$$\Delta\varphi_{fat} = 1,15$$

Deze vergrotingsfactor moet bij vermoeiingsberekening zijn toegepast op alle assen van een voertuig indien ten minste één as van het voertuig zich binnen een afstand $D \leq 6$ m van de betreffende overgang bevindt. $\Delta\varphi_{fat}$ moet constant worden aangenomen over de gehele afstand $D \leq 6$ m vanaf de overgang. Deze toeslag wordt automatisch door de python tool in rekening gebracht indien een van de assen zich binnen de 6 m vanaf de voegovergang bevindt.

6.10.7 Geometrie en contactvlakken van de wielen

De wiel- en astypes zijn weergegeven in onderstaand figuur, conform bijlage A.2 van NEN 8701.

Wiel-/astype	Geometrie en contactvlakken van de wielen	Afmetingen in meter
A		
B		
C		

Figuur 83 – Te beschouwen wiel- en astypes

In de berekening is altijd uitgegaan van wieltype A, omdat er geen lokale toetsingen van het dek worden uitgevoerd.

6.10.8 Detailcategorie verbindingen

De detailcategorieën zijn bepaald volgens verschillende rapportages van TNO en NEN-EN 1993-1-9.

- TNO rapport "Diverse vermoeiingsadviezen voor de brug bij Rheden" [TNO 2017 R11499]
- TNO rapport "Vermoeiing IJsselbrug Rheden – niet krachtsopnemende klinkverbindingen"
- TNO rapport "Detailcategorieën voor vermoeiing van klinknagelverbindingen en van orthotope rijdekken met open verstijvers" [TNO 2017 R10405]
- TNO notitie "Vermoeiingsclassificatie van hoeklassen in kruis en T-verbindingen" [100315818/ALL]
- RBK staal [TNO-rapport TNO-2017-R10480]
- NEN-EN 1993-1-9

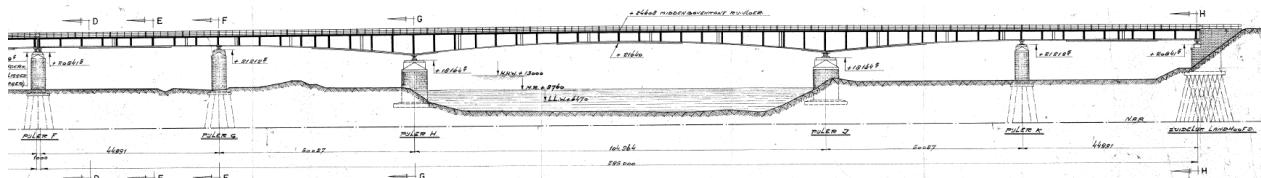
Een overzicht van de verschillende detailcategoriën zijn gegeven in Bijlage K. Opgemerkt wordt dat er voor een aantal details afwijkende hellingen (m_1) en knikpunten in de SN-curve worden toegepast ten opzichte van de gangbare waarden in NEN-EN 1993-1-9.

Voor de beoordeling van hoeklassen op vermoeiing (o.a de verbindingen van de dwarsdrager en het schot onder de dwarsdrager) wordt in eerste instantie gerekend met schadecategorie 36* volgens de norm. Indien dit niet voldoet zal gerekend worden met de door TNO bepaalde schadecategorie 40, waarbij rekening wordt gehouden met de aanwezige normaaldrukspanning in de las [ref 100315818/ALL]. Conform deze rapportage zal de vermoeiingsschade door de normaalspanning in de las tweemaal bepaald worden, éénmaal voor de situatie met contact tussen de platen en één maal voor de situatie zonder contact tussen de platen. Er wordt dan uitgegaan van het maximum van de twee schadegetallen, omdat in de praktijk niet met zekerheid vastgesteld kan worden of er contactdruk is tussen de platen. De schade dient te worden opgeteld bij de schade door de schuifspanning evenwijdig aan de lengterichting van de las.

7 Hoofdbrug

7.1 Beschrijving constructie

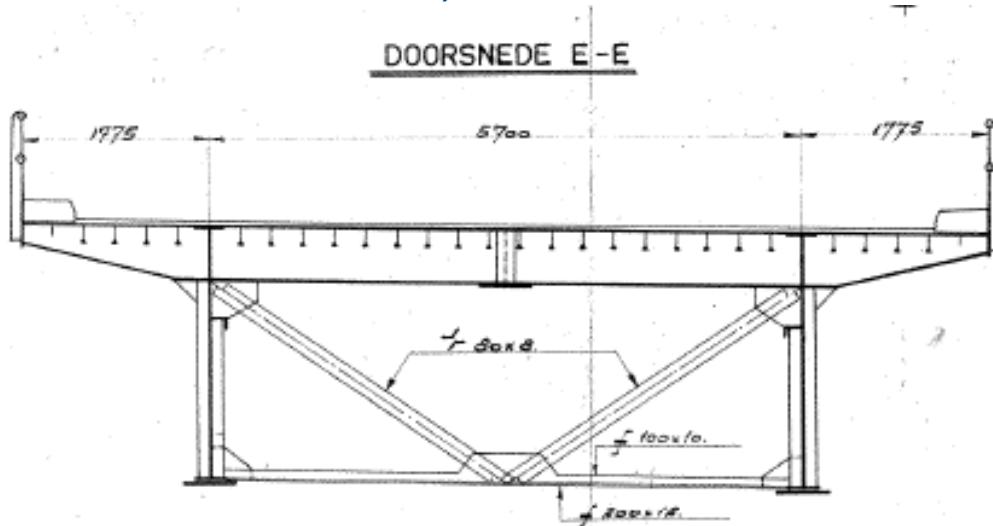
De hoofdbruggen (oost en west) hebben elk een lengte van 295 meter en bestaat uit 5 overspanningen van respectievelijk 45 m, 50 m, 105 m, 50 m en 45 m .



Figuur 84 – Zijaanzicht vanuit Westelijke richting op de hoofdbruggen [A.22646]

7.1.1 Hoofdliggers

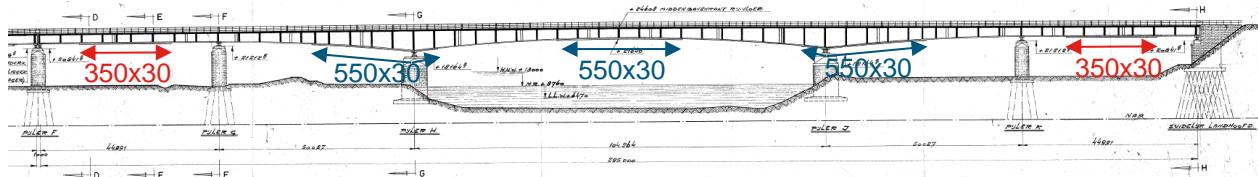
De hoofddraagconstructie bestaat uit twee stalen liggers met een variabele hoogte (2,4 m – 5,3 m) met ter plaatse van de bovenflens een stalen rijdek met bulbs.



Figuur 85 – Dwarsdoorsnede van één van de hoofdbruggen [A.22646]

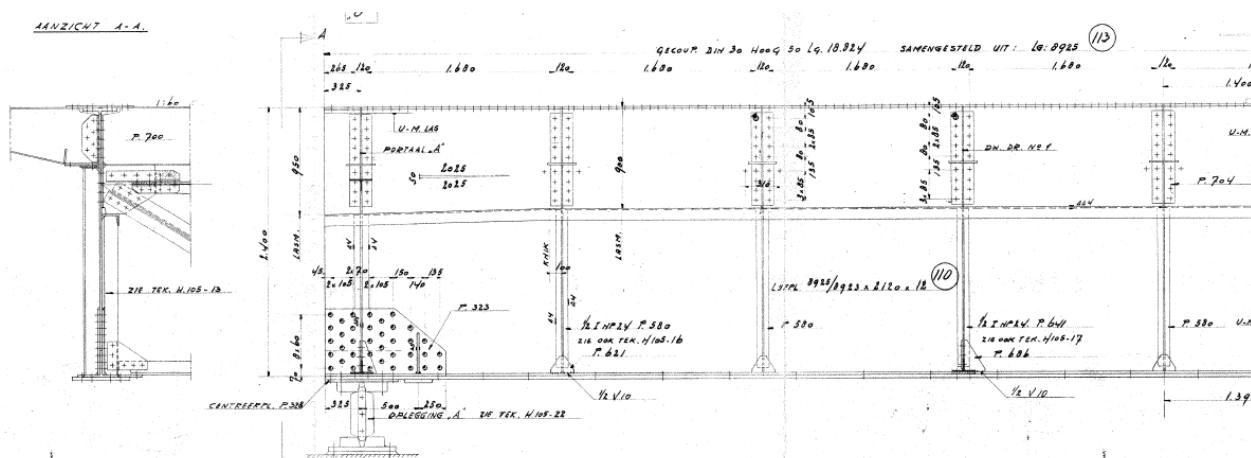
De hoofdliggers zijn opgebouwd uit een DIN 30 profiel, welk in tweeën is gecoupeerd. Aan de bovenzijde is de bovenflens met 50 mm lijf toegepast en aan de onderzijde de onderflens met 230 mm lijf. Hiertussen is een lijfplaat van 12 mm dik gelast met variabele hoogte. Op de onderflens is over de hele lengte een plaat van 500 mm breed toegepast, die afwisselend een dikte van 20 of 30 mm heeft.

Ter plaatse van het eerste en laatste veld is een extra plaat op de onderflens aanwezig van 350*30 mm. Ter plaatse van het tweede, derde en vierde veld en ter plaatse van Pijler H en J is een extra plaat 550 x 30 toegepast. De plaat in het middelste veld heeft aan de einden een deel van ca 6 m met een afmeting van 530x10 mm



Figuur 86 – Strippen op de onderflens [A.22646]

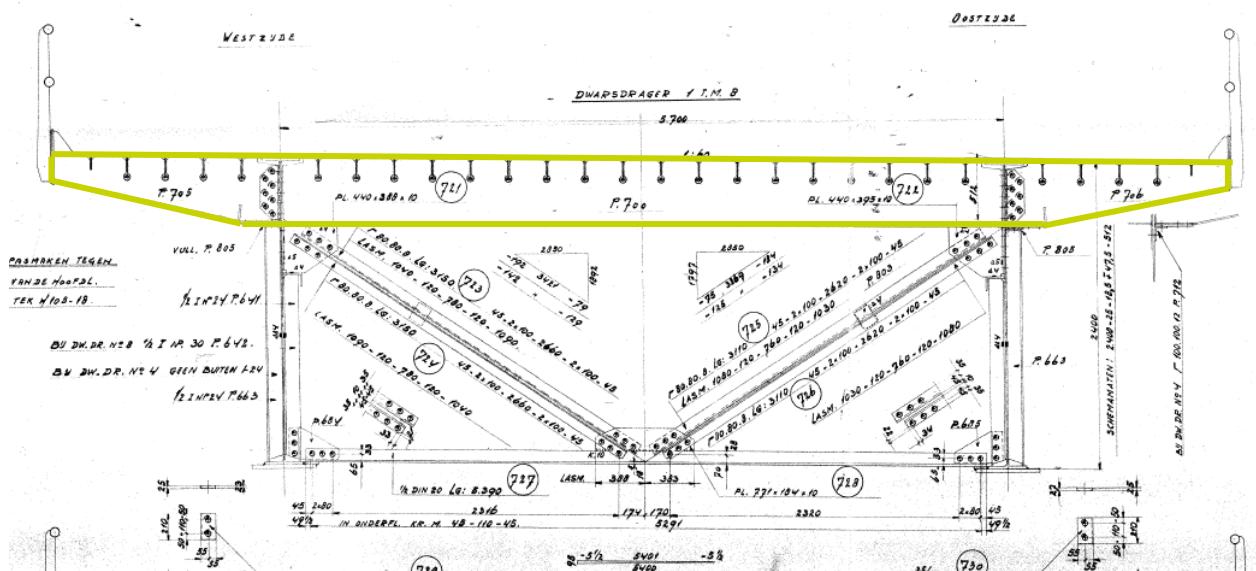
De hoofdlijger is verstijfd door middel van horizontale plooiverstijvers (L-profielen) en verticale plooiverstijvers (halve INP profielen). Afhankelijk van de hoogte zijn er één of meerdere horizontale plooiverstijvers aan de binnenzijde van de hoofdliggers toegepast. De verticale plooiverstijvers ter plaatse van de K-verbanden zijn op een enkele uitzondering na zowel aan de binnenzijde als de buitenzijde toegepast. Ter plaatse van de tussendwarsdragers zijn de verticale plooiverstijvers alleen aan de binnenzijde toegepast.



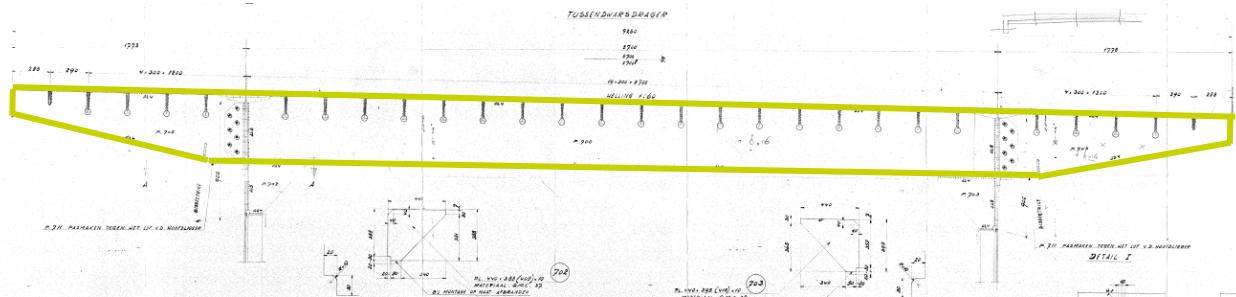
Figuur 87 – Doorsnede en zijaanzicht hoofdlijger met horizontale en verticale plooiverstijvers [A.85304]

7.1.2 Dwarsdragers

De dwarsdragers zijn samengesteld uit een lijfplaat 500x10 mm met een gelaste onderflens van 250*12 mm. Buiten de hoofdliggers lopen de dwarsdragers door in een console en lopen qua hoogte af tot 200 mm aan het einde van de console. Er wordt onderscheid gemaakt in de "normale" dwarsdragers met daaronder een K-verband en de tussendwarsdragers zonder K-verband. De normale dwarsdragers worden steeds afgewisseld met 1 of 2 tussenliggende tussendwarsdragers. De hart-op-hart maat is ca. 1,75 a 1,80 m.



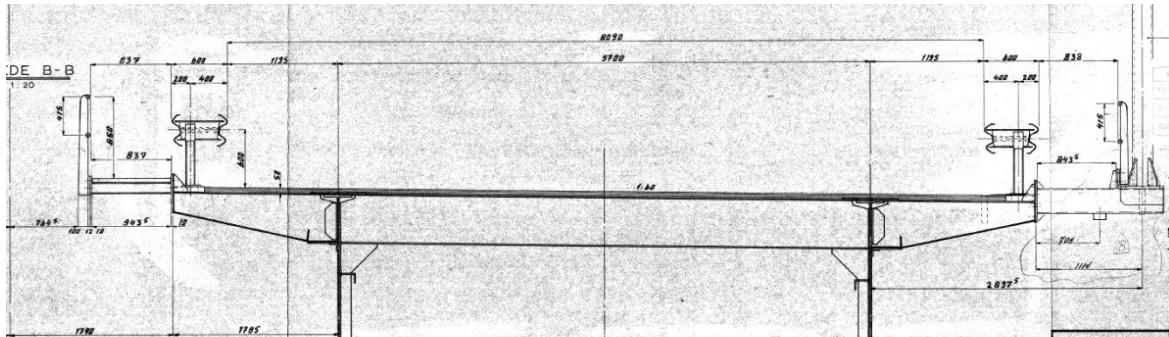
Figuur 88 – “Normale” dwarsdrager [A.85320]



Figuur 89 – Tussendwarsdrager [A.85319]

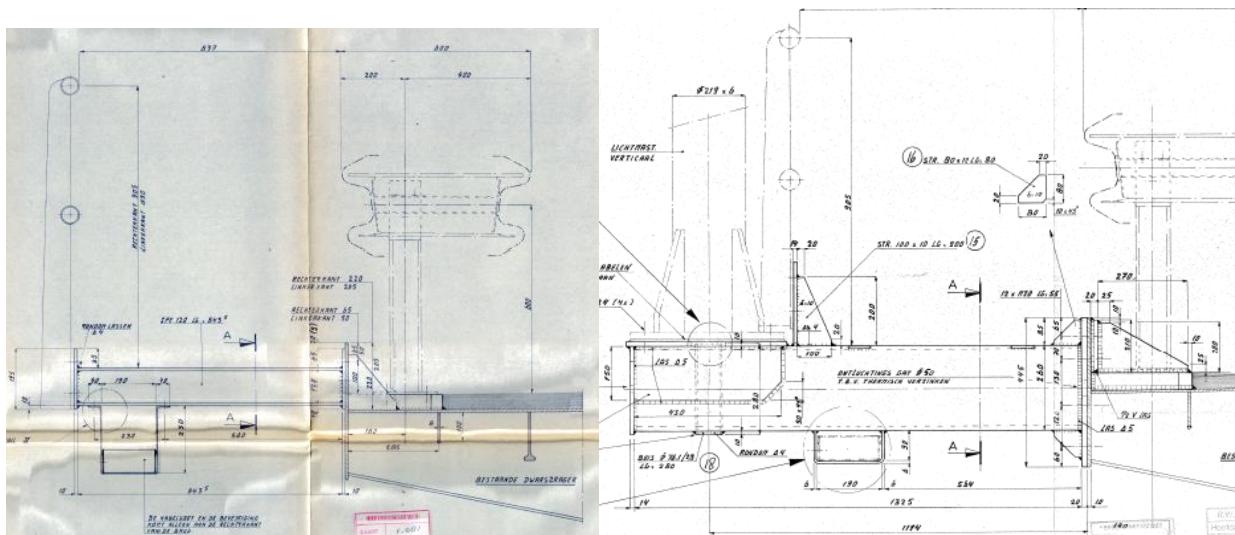
7.1.3 Consoles

Rond 1975 zijn de consoles aan beide verlengd, om ruimte te maken voor een inspectiepad achter de voertuigkering.



Figuur 90 – Verbreiding brugdek met consoles [A.50937]

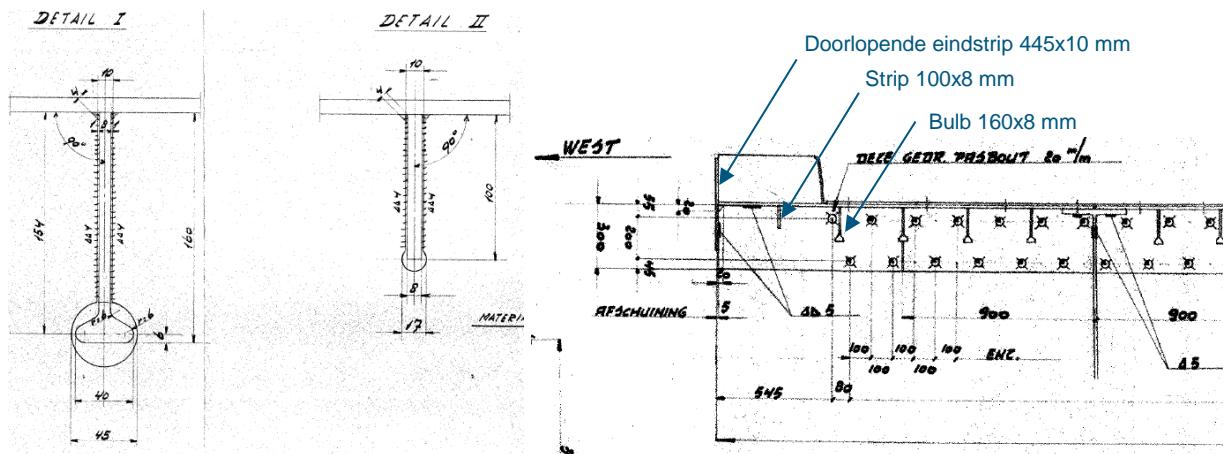
De brug is verbreed met twee typen consoles, normale consoles (IPE 120), die enkel het inspectiepad en de leuning dragen, en "versterkte" consoles (koker 260x260x11), die ook een lichtmast dragen.



Figuur 91 – Normale console (links) [A.50928-C] en “versterkte” console (rechts) [A.50939]

7.1.4 Dekconstructie

De dekconstructie bestaat uit een stalen plaat ($t = 10 \text{ mm}$ of $t = 12 \text{ mm}$) met bulbs (160*8 mm). Aan het einde van de (oorspronkelijke) console is een strip 445x10 mm aangebracht. De eerstvolgende langsrib is afwijkend t.o.v. de overige bulbs en heeft een rechthoekige doorsnede 100x8 mm. De bulbs en strippen overspannen van dwarsdrager naar dwarsdrager met een overspanning van ca. 1,80 m. Ter plaatse van de onderzijde van de bulbs is een rond gat in de dwarsdrager aangebracht.

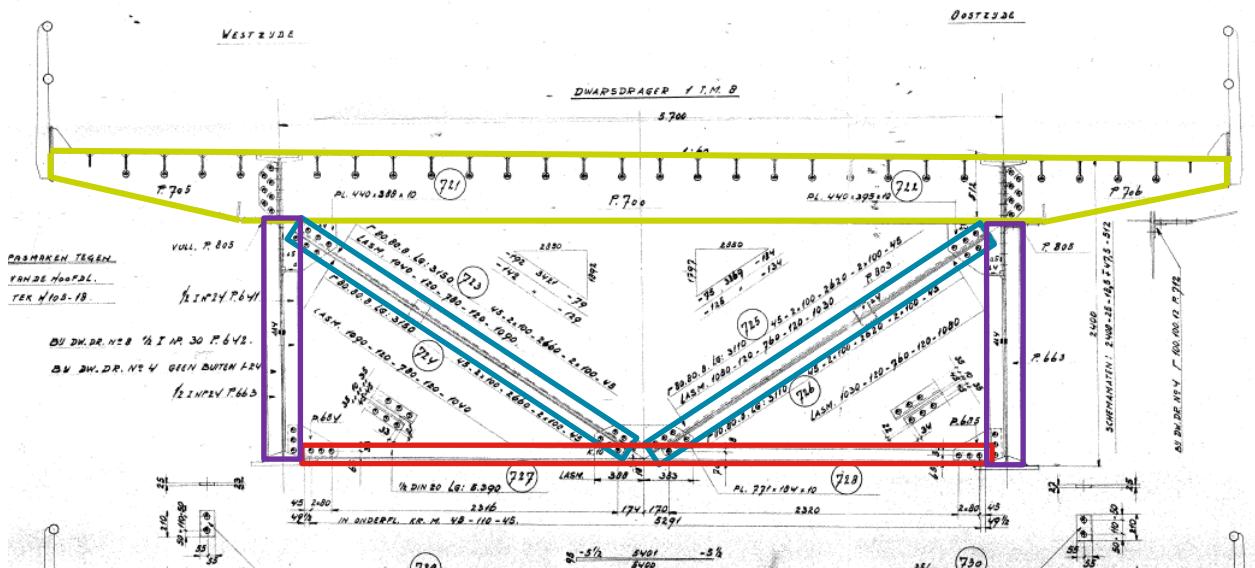


Figuur 92 – Dwarsdoorsnede over de bulbs en buitenste langsrib (links) [A.85319] en de eindstrip op de console (rechts) [A.85323]

7.1.5 K-verbanden

De K-verbanden zijn opgebouwd uit de volgende profielen:

- Diagonalen: samengestelde staaf uit twee hoekprofielen (L80x80x8 of L90x90x9) (blauw);
- Onderrand: Half DIN 20 profiel (rood);
- Verticaal: Twee halve INP profielen (INP24 of INP30) (paars).



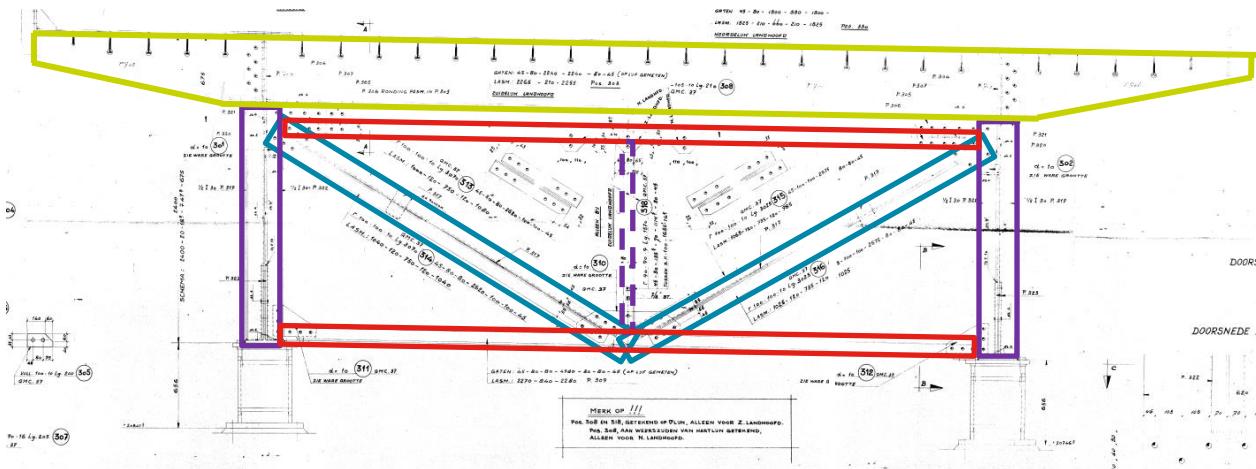
Figuur 93 – K-verband “normale” dwarsdrager [A.85320]

Dwarsdr	Buitenzijde	Binnenzijde	Diagonaal	Onderrand	Dwarsdr	Buitenzijde	Binnenzijde	Diagonaal	Onderrand
1	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	15	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
2	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	16	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
3	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	17	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
4	-	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	18	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
5	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	19	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
6	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	20	1/2 INP30	1/2 INP30	90*90*9	1/2 DIN20
7	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20	21	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20
8	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	22	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20
9	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	23	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20
10	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	24	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20
11	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	25	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20
12	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	26	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20
13	-	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	27	1/2 INP24	1/2 INP24	80*80*8	1/2 DIN20
14	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20	14	1/2 INP24	1/2 INP30	80*80*8	1/2 DIN20

Tabel 49 – Profielen K-verbanden per as

7.1.6 Portalen

Ter plaatse van de opleggingen zijn zwaardere K-verbanden aangebracht, welke als portaal worden aangeduid. Het portaal ter plaatse van de eindopleggingen (portaal A) is vergelijkbaar met de overige K-verbanden, maar heeft een extra horizontale bovenrand. Daarnaast is ter plaatse van het zuidelijk landhoofd ook een verticaal in het midden aangebracht. Deze is niet aanwezig bij de overgang naar de aanbruggen.

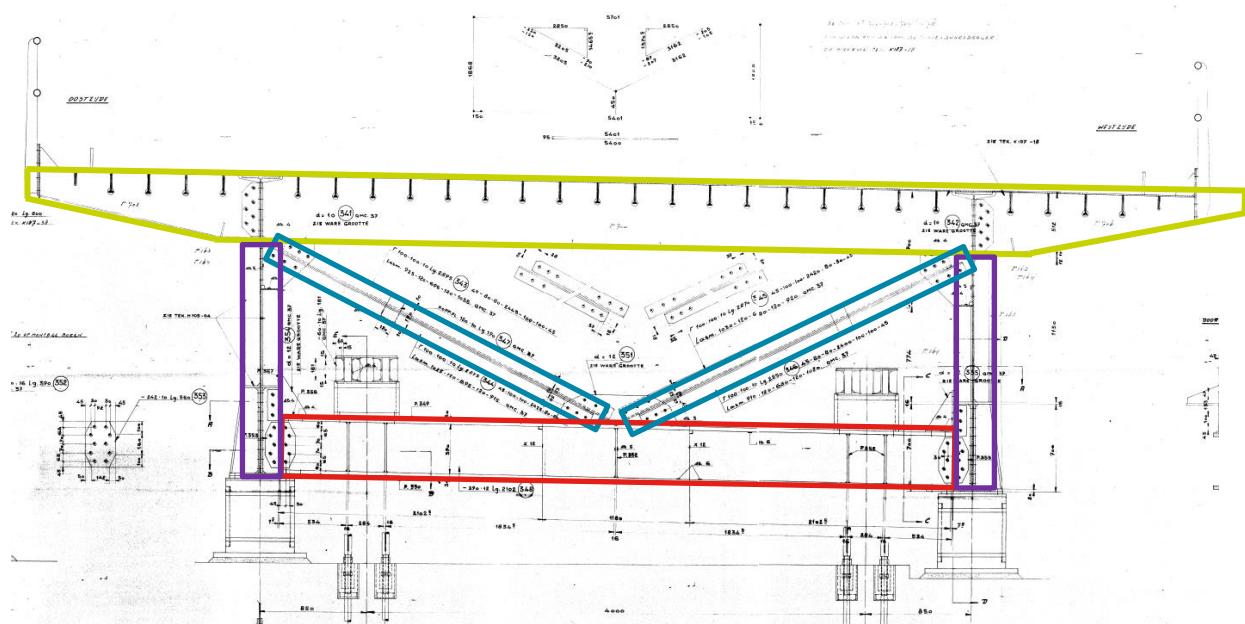


Figuur 94 – Portaal A [A.85373]

Portaal	Buitenzijde	Binnenzijde	Midden	Diagonaal	Onderrand	Bovenrand
A	1/2 INP30	1/2 INP30	L90*90*9	2*L100*100*10	1/2 DIN20	Dwarsdrager + ½ DIN20
A	1/2 INP30	1/2 INP30		2*L100*100*10	1/2 DIN20	Dwarsdrager + ½ DIN20

Tabel 50 – Profielen K-verbanden portaal A

De K-verbanden ter plaatse van de buitenste tussensteunpunten (portaal B) hebben voor de verticalen aan de buitenzijde en voor de onderrand een uit platen samengesteld T-profiel. Naast de drukoplegging is hier ook een trekoplegging aanwezig die verbonden is aan de onderrand van het K-verband.

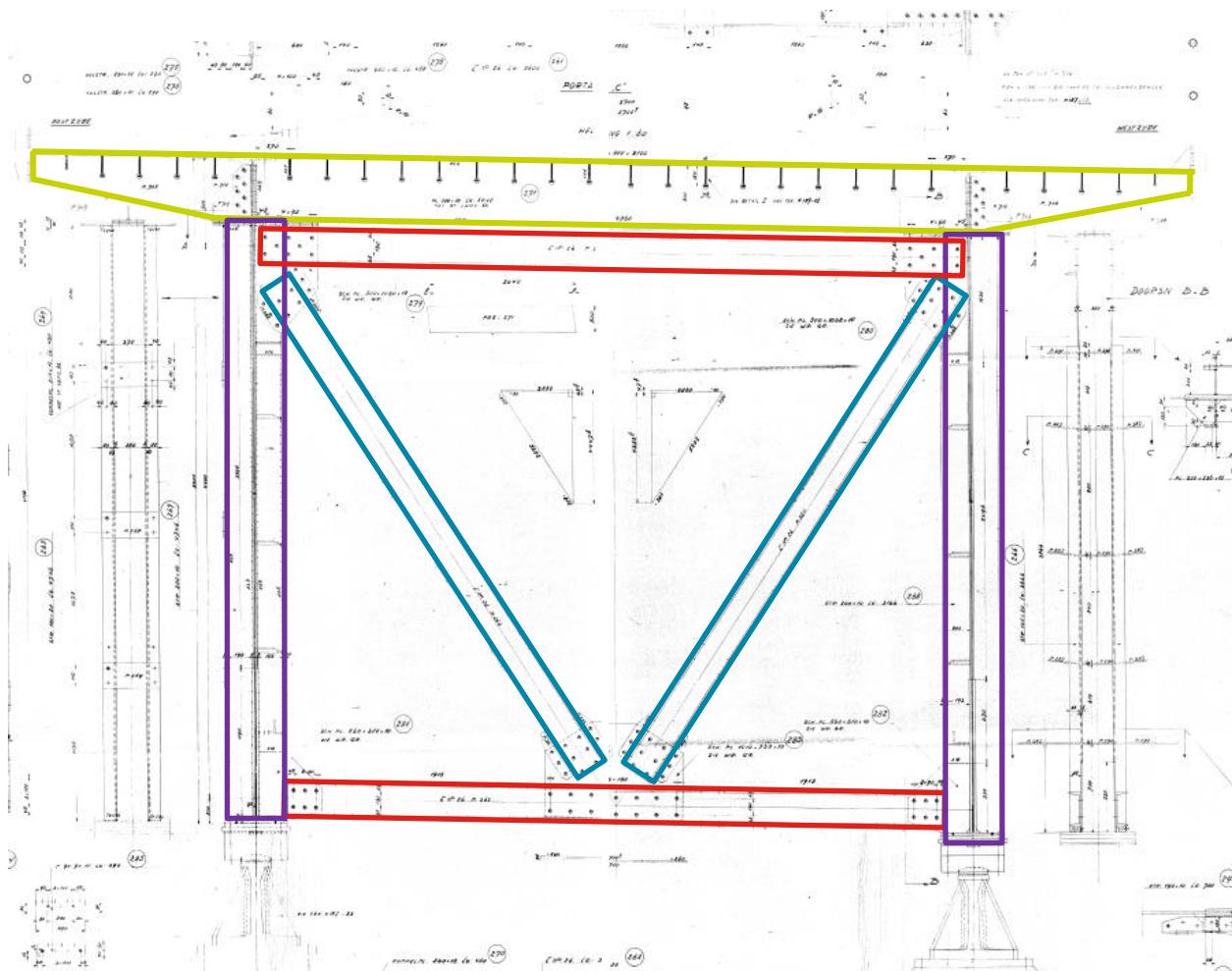


Figuur 95 – Portaal B [A.85374]

Portaal	Buitenzijde	Binnenzijde	Diagonaal	Onderrand	Bovenrand
B	126x12 (lijf) 150x12 (flenzen)	1/2 INP30	2*L 100*100*10	390x12 (lijf) 30x300 (flenzen)	Dwarsdrager

Tabel 51 – Profielen K-verbanden portaal B

De K-verbanden ter plaatse van de opleggingen naast de rivieroverspanning (portaal C) hebben ook voor de verticalen samengestelde profielen, de overige profielen zijn dubbel en zwaarder uitgevoerd. Bovendien is er een dubbele bovenrand toegepast.



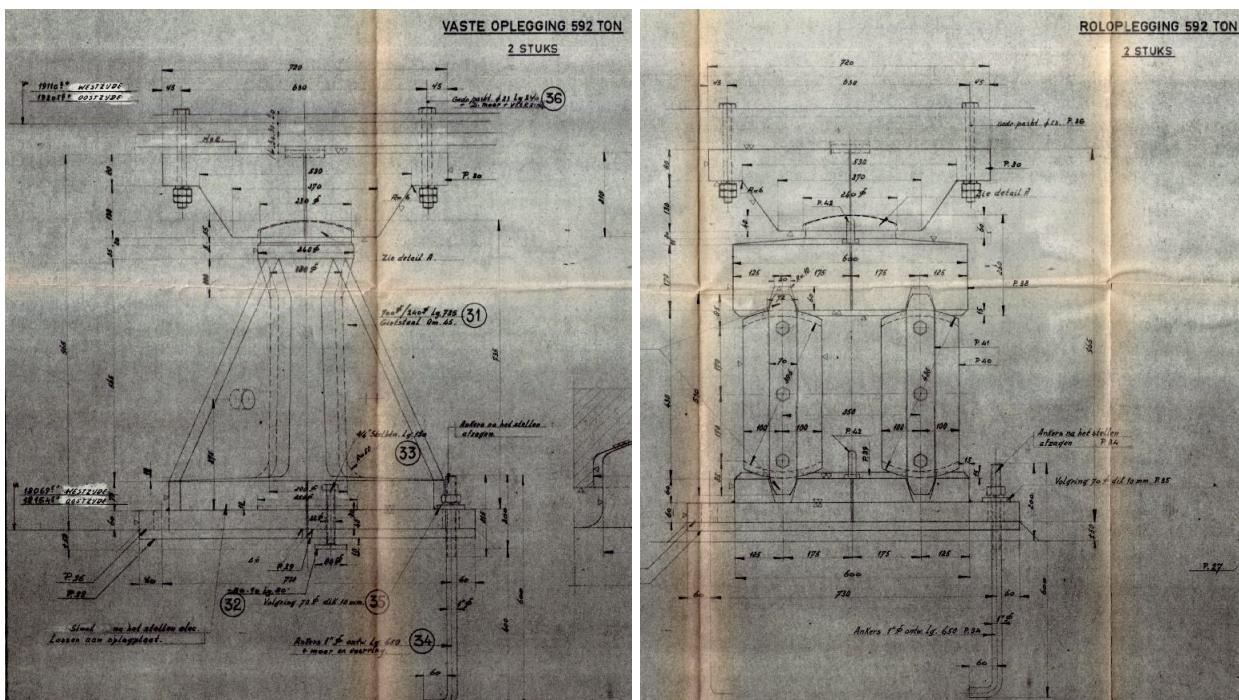
Figuur 96 – Portaal C [A.85375]

Portaal	Buitenzijde	Binnenzijde	Diagonaal	Onderrand	Bovenrand
C	126x12 (lijf) 150x12 (flens)	1/2 INP30	2xUNP260	2xUNP260	Dwarsdrager + 2*UNP260

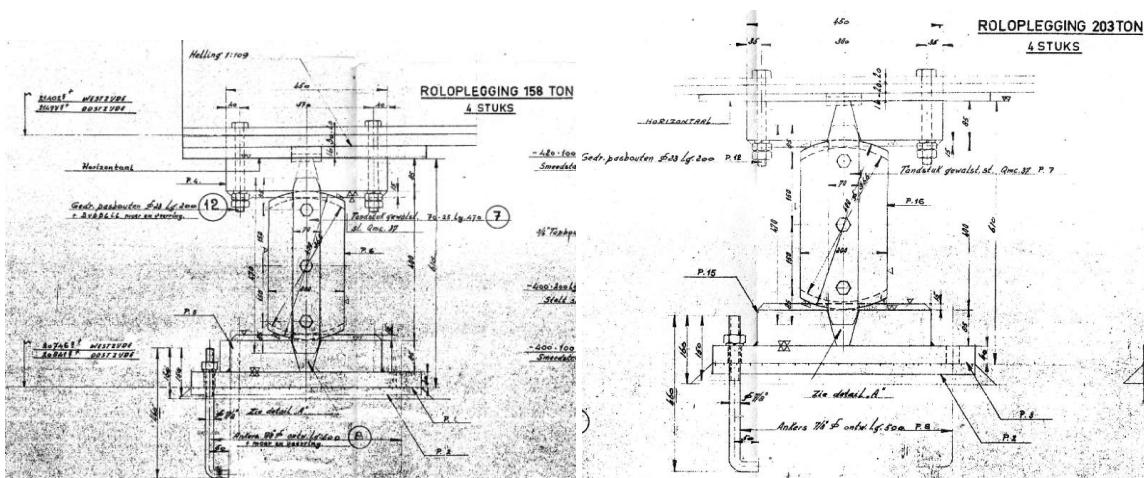
Tabel 52 – Profielen K-verbanden portaal B

7.2 Opleggingen

De vaste opleggingen bevinden zich ter plaatse van pijler H en is uitgevoerd als een gietstalen stoel. De overige opleggingen zijn rolopleggingen (in langsrichting) in de vorm van enkele of dubbele gietstalen pendel. De capaciteit van de opleggingen zijn, volgens tekening, 158 ton (eindopleggingen), 203 ton (2^e en 5^e oplegging) en 592 ton (opleggingen t.p.v. rivierpijlers).



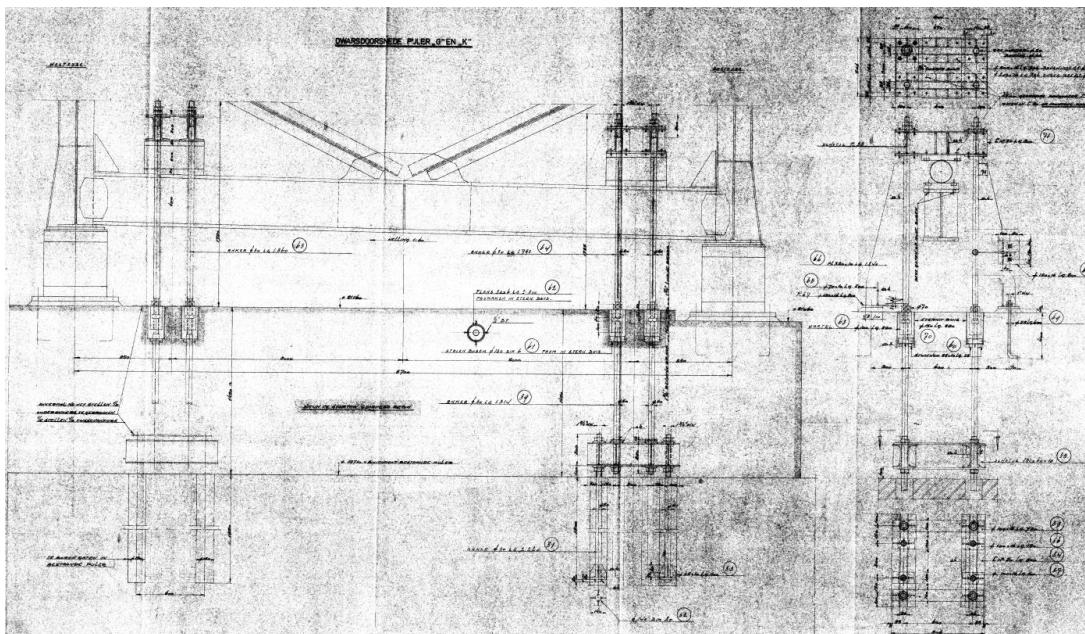
Figuur 97 – Vaste opleggingen t.p.v. pijler H (links) en roloplegging t.p.v. pijler J (rechts) [A.2.1582]



Figuur 98 – Rolopleggingen t.p.v. pijler F en landhoofd (links) en roloplegging t.p.v. pijler G en K (rechts) [A.21583]

De pendels zijn uitgevoerd met nokken, zodat de brug niet in dwarsrichting kan verplaatsen. Er is geen capaciteit van de oplegging in horizontale richting gegeven op tekening. Wel is er in de NET-berekening [BBV0010-01] een herberekening gemaakt, waaruit een capaciteit valt af te leiden. Hierop wordt verder ingegaan in de berekeningsrapportage.

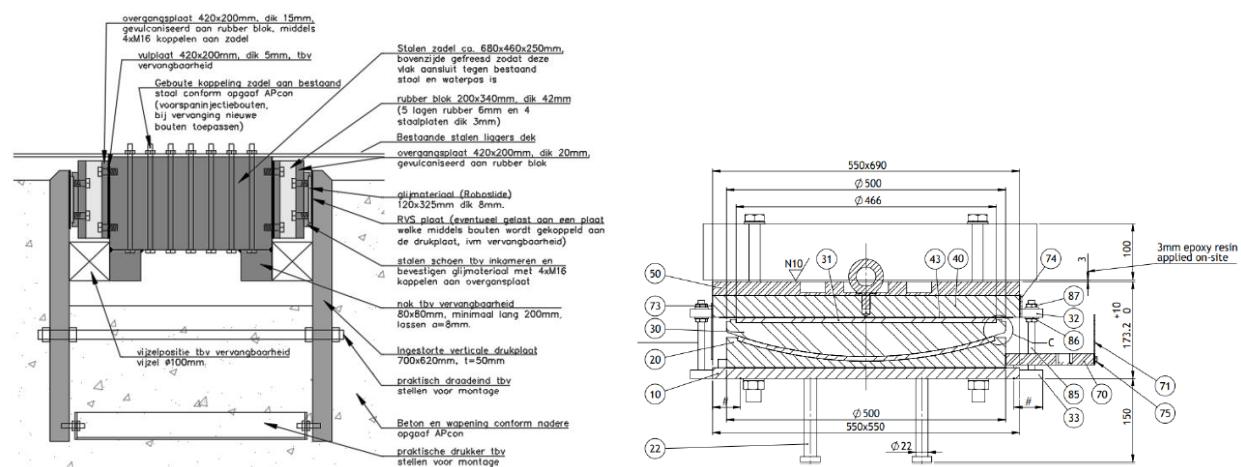
Ter plaatse van portaal B is naast de (druk)oplegging ook een trekverankering aanwezig.



Figuur 99 – Trekoplegging t.p.v. pijler G en K (rechts) [A.22862]

Hierbij is de verankering uit de oorspronkelijke onderbouw doorgekoppeld, zodat deze verlegd is in de latere opstorten.

De oplegcondities zullen voor de oostelijke hoofdbrug in de nabije toekomst ter plaatse van Pijler J veranderen. De pendels worden vervangen door bolsegment opleggingen die vrij zijn in het horizontale vlak en een horizontale fixatie in het midden van de onderregel van het portaal. Hiertoe wordt onder de onderflens van de dwarsdrager een stalen zadel aangebracht, welke door middel van een rubber blok gefixeerd is tussen twee stalen drukplaten. De effecten op de berekening zullen minimaal zijn. Uitzondering is de onderrand van het portaal, welke door de excentrische aansluiting een extra moment krijgt. Dit moment kan doorwerken in de verticalen en de diagonalen van het portaal. De excentriciteit zal in het eindige elementenmodel worden meegenomen.



Figuur 100 – Horizontale oplegging [17245-ONT-003] en bolsegmentopleggingen [17245-ONT-004] t.p.v. pijler J.

7.3 Materiaaloverzicht

In onderstaande tabel zijn de materialen weergegeven die in de brug zijn toegepast, met een verwijzing naar de bron.

Onderdeel	Bron westelijke brug	Bron oostelijke brug	Materiaal
Hoofdliggers			
Hoofdliggers	A.85362 t/m A.85367	A.85304 t/m A.85309	LQMc 52
Verticale verstijvers	A.85376	A.85317	QMc 37
Horizontale verstijvers	A.85376	A.85317	QMc 37
Klinknagels	A.85362 t/m A.85367	A.85304 t/m A.85309	LQMC 34 en LQMC 42
Dwarsdragers/consoles			
Dwarsdragers/consoles	A.85378 t/m A.85381	A.85319 t/m A.85322	LQMc 52
Hoekstuk tussendwarsdragers	A.85378	A.85319	QMc 37
Klinknagels	A.85378 t/m A.85381	A.85319 t/m A.85322	LQMc 34 en LQMc 42
Verlengde consoles	A.50928-C en A.50939	A.50928-C en A.50939	Fe 360
Dekconstructie			
Dekplaat	A.85382 t/m A.85392	A.85323 t/m A.85332	LQMc 52
Bulbs/Kraalplaat	A.85382 t/m A.85392	A.85323 t/m A.85332	LQMc 52
Randstrip 430/445x10 mm	A.85382 t/m A.85392	A.85323 t/m A.85332	St 37 (QMc 37)
Strip 100x8 mm	A.85382 t/m A.85392	A.85323 t/m A.85332	St 37 (QMc 37)
K-verband normale dwarsdragers			
Verticalen	A.85379 t/m A.85381	A.85320 t/m A.85322	QMc 37
Onderrand	A.85379 t/m A.85381	A.85320 t/m A.85322	QMc 37
Diagonalen	A.85379 t/m A.85381	A.85320 t/m A.85322	QMc 37
Verbindingsplaten	A.85379 t/m A.85381	A.85320 t/m A.85322	QMc 37
Klinknagels	A.85379 t/m A.85381	A.85320 t/m A.85322	LQMc 34
Portaal A			
Verticalen op lijf hoofdlijker	A.85373	A.85314	QMC 37
Verticalen midden	A.85373	A.85314	QMC 37
Onderrand	A.85373	A.85314	QMc 37
Bovenrand	A.85373	A.85314	QMC 37
Diagonalen	A.85373	A.85314	QMc 37
Verbindingsplaten onderrand	A.85373	A.85314	QMc 37
Klinknagels	A.85373	A.85314	LQMc 34 en QMc 42
Bouten	A.85373	A.85314	QMC 37

Projectgerelateerd



Onderdeel	Bron westelijke brug	Bron oostelijke brug	Materiaal
Pasbouten	A.85373	A.85314	QMC 42
Portaal B			
Verticalen op lijf hoofdlijker	A.85363	A.85305	St 37 (QMc 37)
Onderrand	A.85374	A.85315	LQMc 52
Diagonalen	A.85374	A.85315	QMc 37
Verbindingsplaten	A.85374	A.85315	QMc 37
Verstijvingsplaat oplegging	A.85363	A.85305	St 37 (QMc 37)
Klinknagels	A.85374	A.85315	LQMc 34 en LQMc 42
Pasbouten	A.85374	A.85315	LQMc 52
Portaal C			
Verticalen op lijf hoofdlijker	A.85375	A.85316	QMc 37
Onderrand	A.85375	A.85316	QMc 37
Bovenrand	A.85375	A.85316	QMc 37
Diagonalen	A.85375	A.85316	QMc 37
Verbindingsplaten	A.85375	A.85316	QMc 37
Verstijvingsplaat oplegging	A.85365	A.85307	St 37 (QMc 37)
Klinknagels	A.85375	A.85316	LQMc 34 en LQMc 42
Opleggingen			
Rolopleggingen	A.21582 en A.21583	A.92198 en A.92199	Stelten smeedstaal QMc 60
Vaste oplegging	A.21582	A.92199	Gietstaal QM 45 en Smeedstaal QMc 60
Tandstukken	A.21582 en A.21583	A.92198 en A.92199	St QMc 37
Trekverankering	A.22862	A.22862	QMc 37
Bolsegmentopleggingen		KA8.5-NLD-CH12676-A	1.4404 / S355J2+N

Tabel 53 - Overzicht materialen in de constructie

7.4 Modellering van de hoofdbrug

Voor de hoofdbrug zijn meerdere eindige elementen modellen opgezet. In eerste instantie is één globaal model voor de toetsing van de hoofddraagconstructie gemaakt en één lokaal model voor de toetsing van het dek (dekplaat, bulbs, dwarsdragers, consoles en k-verbanden) en voor de bepaling van de dwarsbuigingseffecten in de onderflens van de hoofdliggers voor de vermoeiingsberekeningen. Voor beide modellen is gebruik gemaakt van SCIA Engineer (versie 17.01 of 18.1)

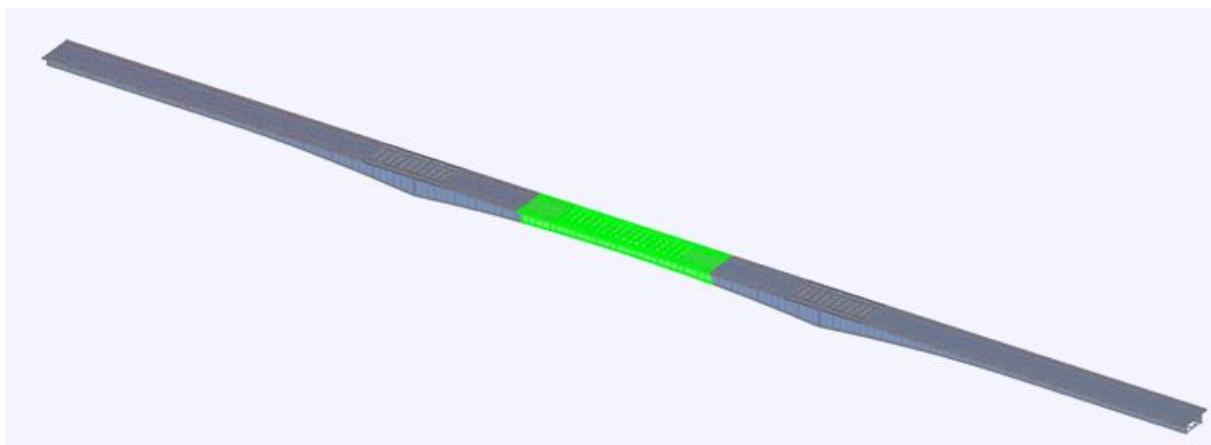
Naar aanleiding van de resultaten van de vermoeiingsberekening is later besloten om aanvullend een viertal hybride balk/plaat modellen op te stellen voor de toetsing van de aansluiting tussen de dwarsdragers en de hoofdlijn. Hiervoor is gebruik gemaakt van SCIA Engineer 18.1.

7.4.1 Globaal model

Het globale model is opgebouwd uit een combinatie van schaal- en balkelementen, waarbij de balkelementen direct onder het dek excentrisch zijn aangesloten op het dek. Vanwege as-symmetrie in de belastingen is de gehele brug gemodelleerd. Per onderdeel zal de wijze van modelleren worden toegelicht. De invoer van het eindige elementen model is gegeven in Bijlage O.

7.4.1.1 Bouwfasering

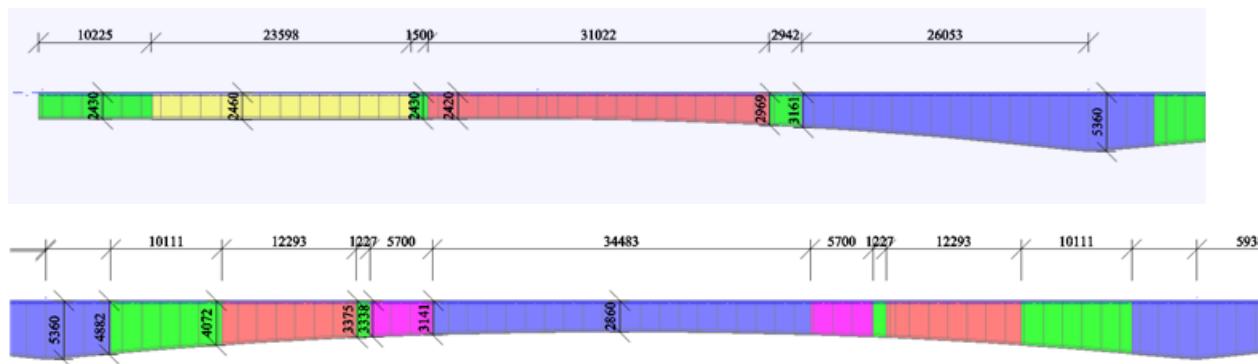
In het model zijn twee bouwfases toegepast, zoals toegelicht in paragraaf 7.4.1.1. In de eerste fase is het deel van de overspanningen over de uiterwaarden gemodelleerd met een uitkraging bij de rivieroverspanning (grijs weergegeven). In de tweede bouwfase is het resterende deel boven de rivier toegevoegd (groen weergegeven).



Figuur 101 – 3D weergave bouwfasering SCIA Engineer

7.4.1.2 Hoofdliggers

De hoofdliggers zijn ingevoerd als excentrische liggers die aan de bovenzijde verbonden zijn met de dekplaat. De hoofdliggers hebben een variabele hoogte die in het model lineair verloopt van dwarsdrager naar dwarsdrager. De doorsneden van de hoofdligger zijn geen standaard profielen en zijn daarom gemodelleerd met de “algemene doorsnede” module van SCIA Engineer.

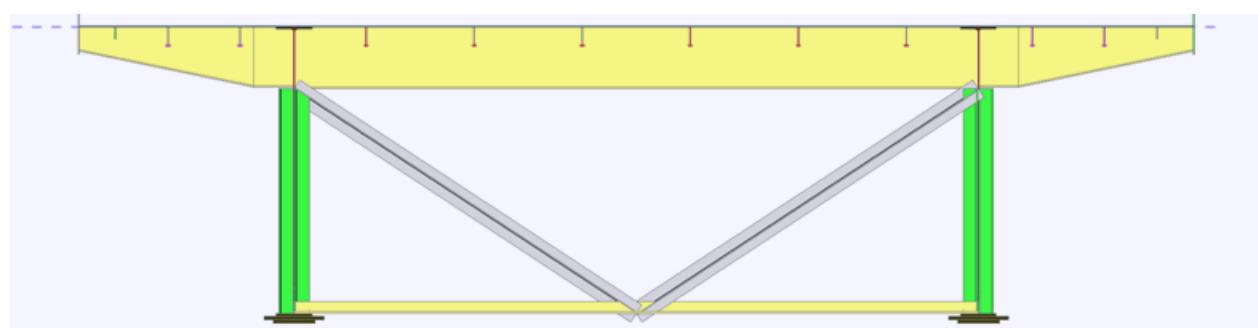


Figuur 102 – Zijaanzicht verloop hoofdligger in eerste 2 velden (boven) en middenveld (onder)

De kleuren komen overeen met de verschillen in onderflens:

- Groen: $\frac{1}{2}$ DIN 30 + plaat 500x30
- Geel: $\frac{1}{2}$ DIN 30 + plaat 500x30 + 350x30
- Rood: $\frac{1}{2}$ DIN 30 + plaat 500x20
- Blauw: $\frac{1}{2}$ DIN 30 + plaat 500x30 + 550x30
- Roze: $\frac{1}{2}$ DIN 30 + plaat 500x30 + 530x10

De lijfplaat bestaat uit een plaat van 12 mm dikte, met als bovenflens $\frac{1}{2}$ DIN 30 profiel. In onderstaand figuur is een doorsnede over de hoofdliggers weergegeven.

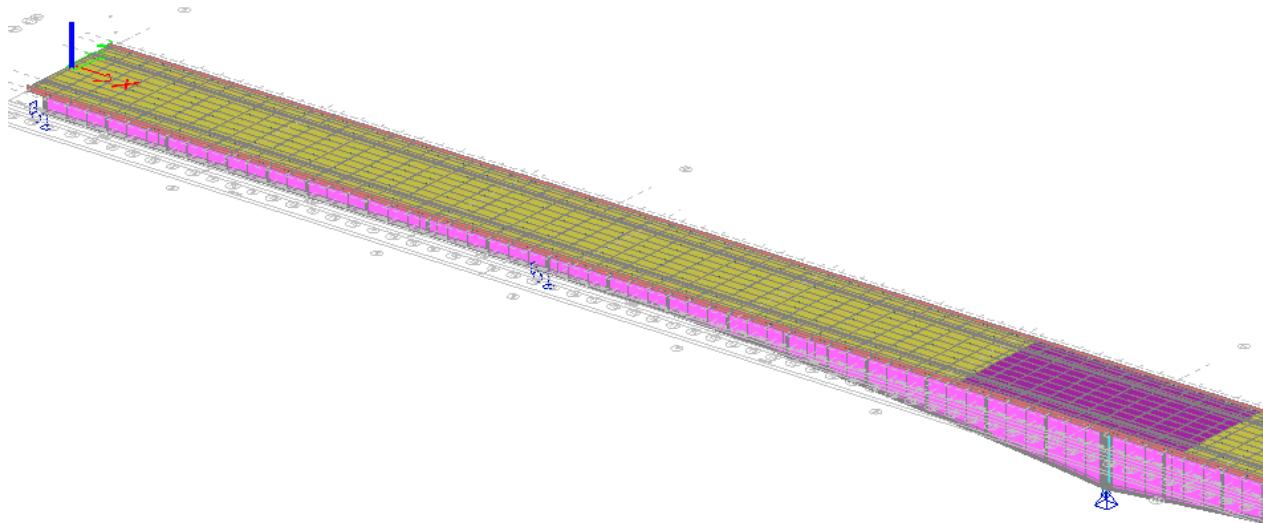


Figuur 103 – Doorsnede over de hoofdliggers

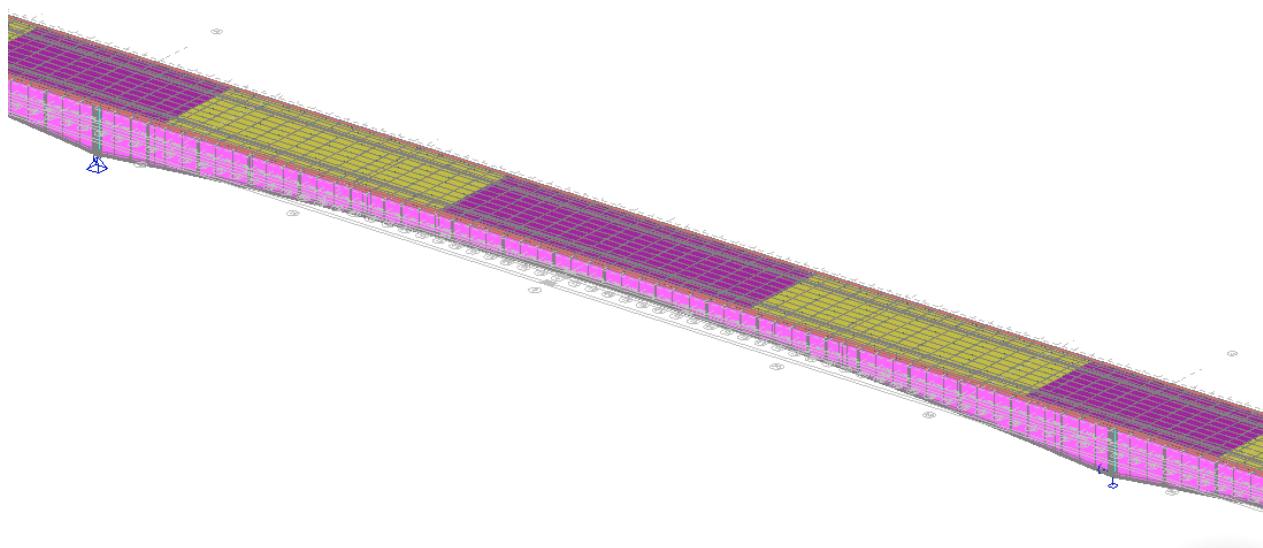
De verschillende verbindingsmiddelen en verstijvers zijn in rekening gebracht door een toeslag op het soortelijk gewicht, zoals bepaald in Bijlage M.

7.4.1.3 Dekconstructie

De dekconstructie is gemodelleerd met schaalelementen (Mindlin) met twee verschillende diktes, $t = 10$ mm (geel weergegeven) en $t = 12$ mm (roze weergegeven).

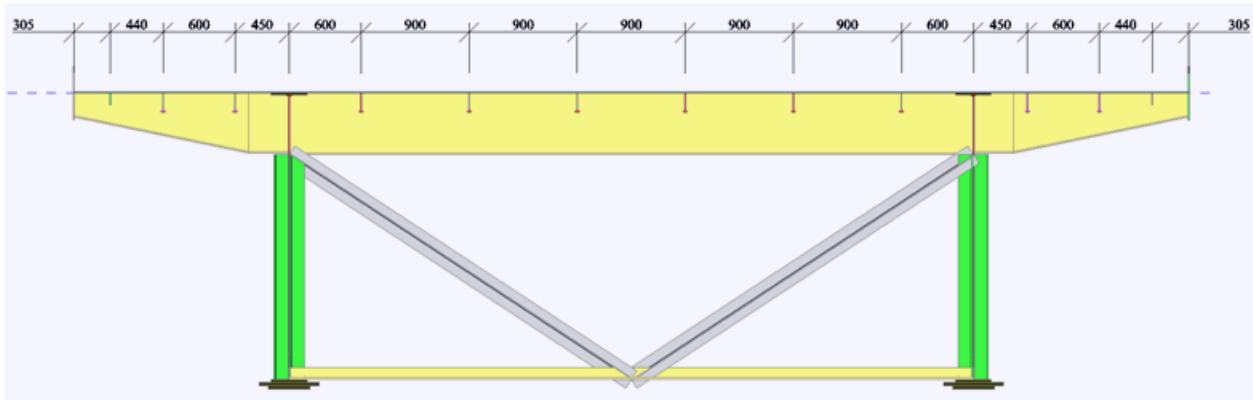


Figuur 104 – Dekplaat met verschillende diktes (1° en 2° overspanning)



Figuur 105 – Dekplaat met verschillende diktes (rivier overspanning)

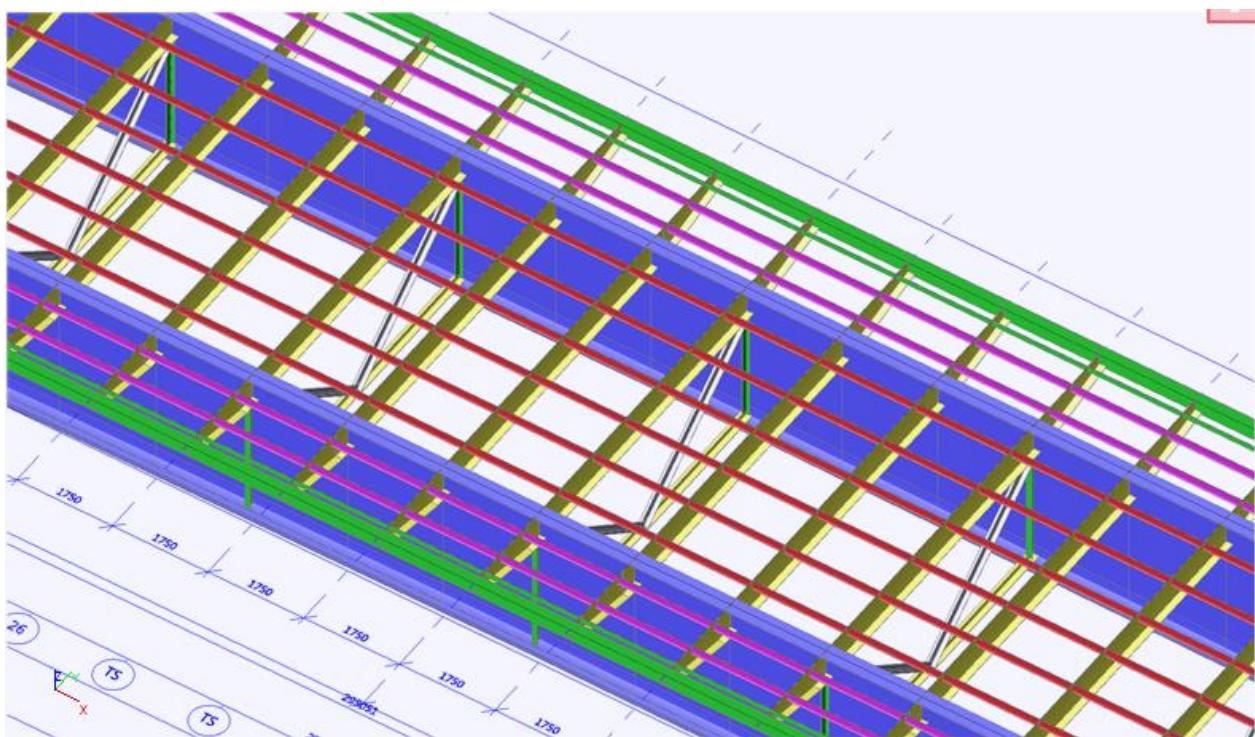
De bulbs zijn gemodelleerd als excentrische balkelementen. Om het rekenmodel enigszins werkbaar te houden is er voor gekozen om tussen de hoofdliggers slechts één op de drie bulbs te modelleren. Voor de gemodelleerde bulb zijn de stijfheidseigenschappen en het gewicht vermenigvuldigd met een factor 3 om dezelfde (globale) eigenschappen te krijgen. Voor de bulbs buiten de hoofdliggers is één van de twee bulbs gemodelleerd, waarbij de bulb in het model exact tussen de twee werkelijke bulbs is aangehouden. Voor deze bulb zijn de stijfheidseigenschappen en het gewicht vermenigvuldigd met een factor 2. Dit kan omdat het orthotrope dek zelf met een lokaal model wordt getoetst.



Figuur 106 – Doorsnede over de dekconstructie met hart op hart maat fictieve bulbs

De buitenste randstrip en de eerste rechthoekige verstijver zijn gemodelleerd overeenkomstig met de werkelijke positie en stijfheid.

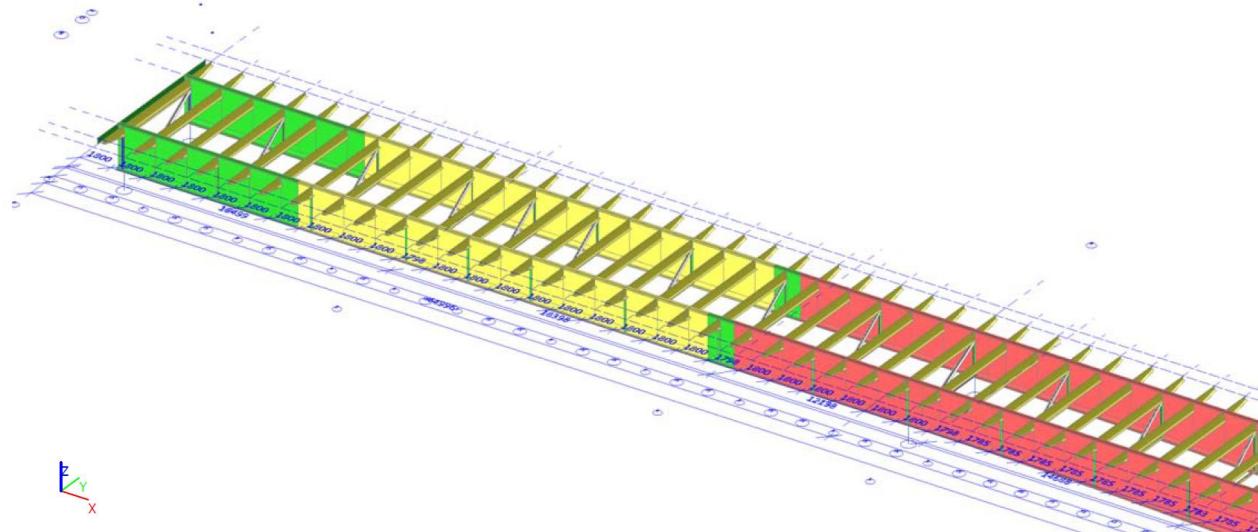
Onderstaand figuur geeft een 3D weergave van de dekconstructie weer, met in het roze de bulbs met stijfheidseigenschappen x2, in het rood met stijfheidseigenschappen x3. De groene strippe hebben de normale stijfheid.



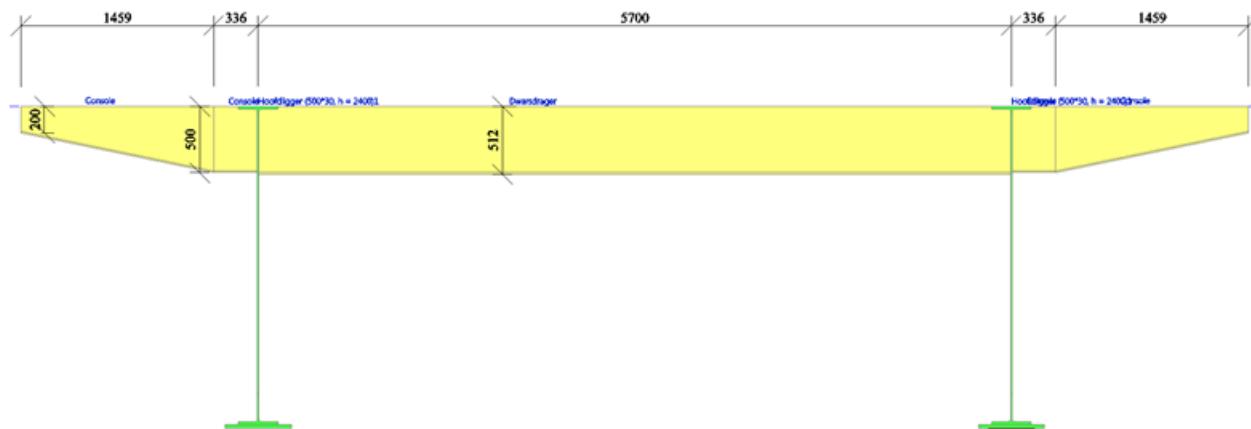
Figuur 107 – 3D weergave dekconstructie (dekplaat niet weergegeven).

7.4.1.4 Dwarsdragers en consoles

De dwarsdragers en consoles zijn gemodelleerd als balken met een doorsnede van een omgekeerde T die excentrisch verbonden is met het dek. De dwarsdragers heeft een constante doorsnede, de console een variabele doorsnede die afloopt van $h = 500 \text{ mm}$ naar $h = 200 \text{ mm}$.



Figuur 108 – 3D weergave dwarsdragers/consoles (dekplaat niet weergegeven).

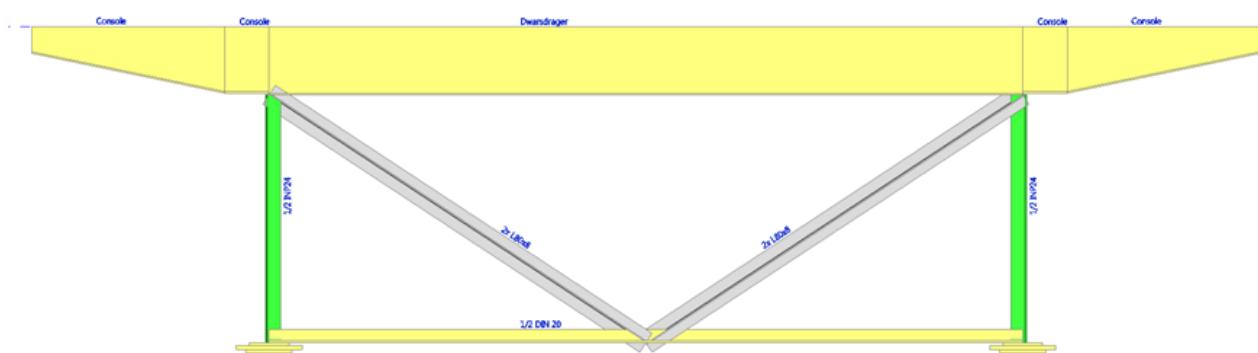


Figuur 109 – Zijaanzicht dwarsdragers/consoles (dekplaat niet weergegeven).

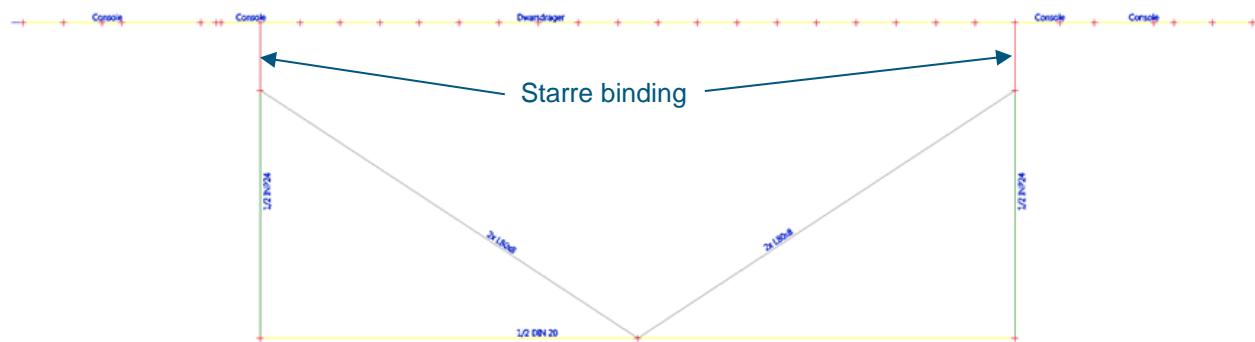
De dwarsdragers en consoles zijn momentvast verbonden met de hoofdlijger..

7.4.1.5 K-verbanden

De normale K-verbanden zijn gemodelleerd met balkelementen voor de verticalen, diagonalen en onderrand. Omdat de diagonalen ter plaatse van de onderrand van de dwarsdrager aansluiten op het hart van het lijf van de hoofdlijker, is een starre binding gemodelleerd tussen bovenkant hoofdlijker (systeemlijn dwarsdrager/hoofdlijker) en het einde van de diagonalen (rood weergegeven in het onderste figuur). De verticale verstijvers op het lijf van de hoofdlijker maken onderdeel uit van het K-verband en zijn daarom mee gemodelleerd. De stijfheid van de verticalen zijn in het vlak van het lijf van de hoofdlijker oneindig stijf aangehouden. De diagonalen zijn in het vlak van het K-verband momentvast verbonden met de onderrand en met de hoofdlijker. Uit het vlak zijn de diagonalen scharnierend verbonden, aangezien de flenzen niet verbonden zijn met de hoofdlijker en de onderrand. De overige verbindingen zijn momentvast verbonden.



Figuur 110 – Zijaanzicht K-verband

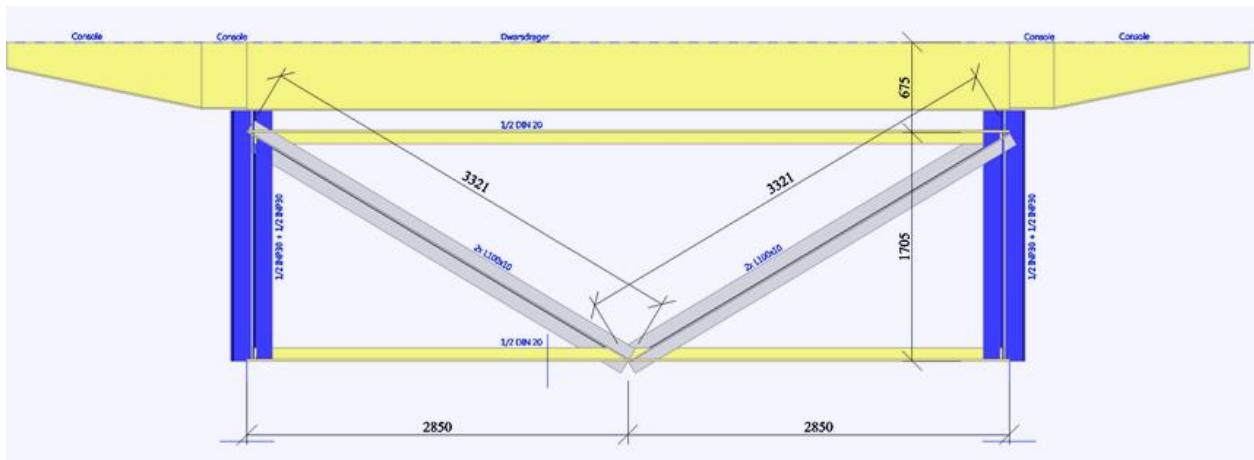


Figuur 111 – Systeemlijnen K-verband

De K-verbanden zullen getoetst worden met het globale model. De windbelasting vanuit de onderflens van de hoofdlijker zal als puntlast op het K-verband gezet worden, met een grootte van 1/2 (hoofd)lijkerhoogte maal de hart op hart afstand van de K-verbanden. De globale effecten (bijvoorbeeld torsie van de brug door excentrisch verkeersbelastingen) wordt ook in het globale model meegenomen, doordat de verticale staaf ter plaatse van het lijf van de hoofdlijker de mechanische eigenschappen heeft van de verticale verstijvers. Deze staafvorm samen met het K-verband een geheel en worden dus belast door zowel de windbelasting als door globale effecten.

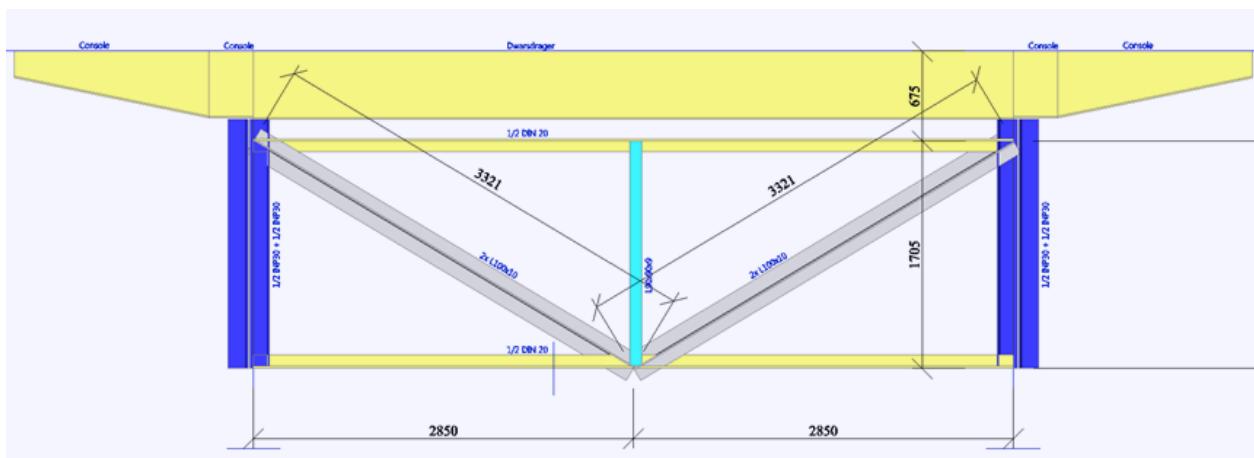
7.4.1.6 Portaal A

De portalen zijn in principe op dezelfde wijze als de K-verbanden gemodelleerd. De portalen hebben aan de bovenzijde een extra horizontale balk (1/2 DIN 20) lopen. Deze is net als de diagonalen in het vlak van het portaal momentvast, uit het vlak scharnierend aangesloten op de hoofdligger.



Figuur 112 – Zijaanzicht portaal A-noordzijde

Het portaal A ter plaatse van landhoofd zuid heeft daarnaast nog een verticaal balkelement (L90x90x9) in het midden. De verticaal is in het vlak momentvast en uit het vlak scharnierend verbonden met de boven en onderrand van het k-verband.

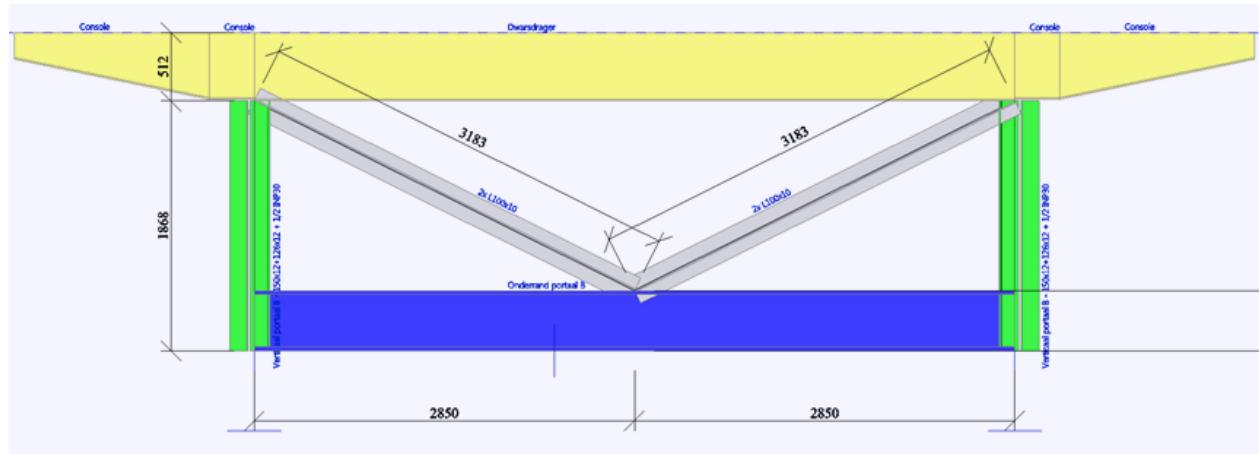


Figuur 113 – Zijaanzicht portaal A-zuidzijde

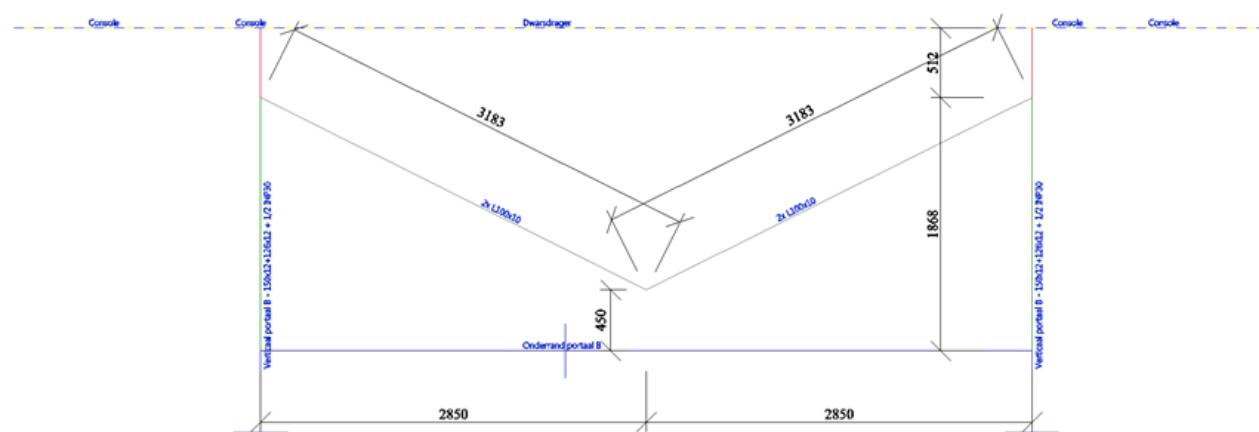
De starre bindingen lopen ook hier tot de onderzijde van de dwarsdrager. Daaronder zijn tussen onderzijde dwarsdrager en de aansluiting met de diagonalen/horizontale bovenregel de verstijvers op het lijf gemodelleerd.

7.4.1.7 Portaal B

Portaal B heeft aan de onderzijde een starre binding tussen de boven en de onderflens, om de afstand tussen de systeemlijn en de bovenflens (aansluiting diagonalen) te overbruggen. De systeemlijn van de onderrand is aan de onderzijde gelegd, ter hoogte van de opleggingen.



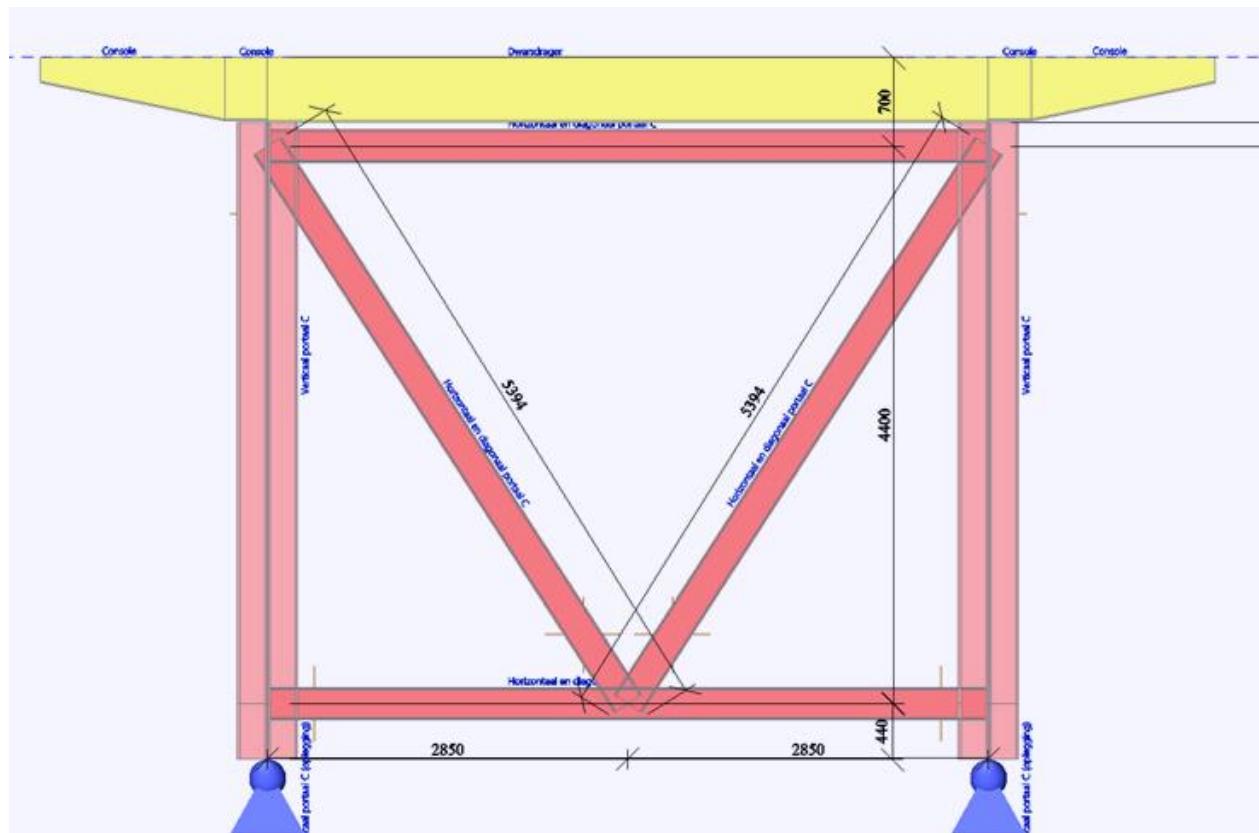
Figuur 114 – Zijaanzicht portaal B



Figuur 115 – Systeemlijnen portaal B

7.4.1.8 Portaal C

Portaal C is in principe qua opbouw gelijk aan portaal A, echter bij portaal C zijn zwaardere, samengestelde profielen (2xUNP 260) toegepast voor de onderrand, bovenrand en de diagonalen.



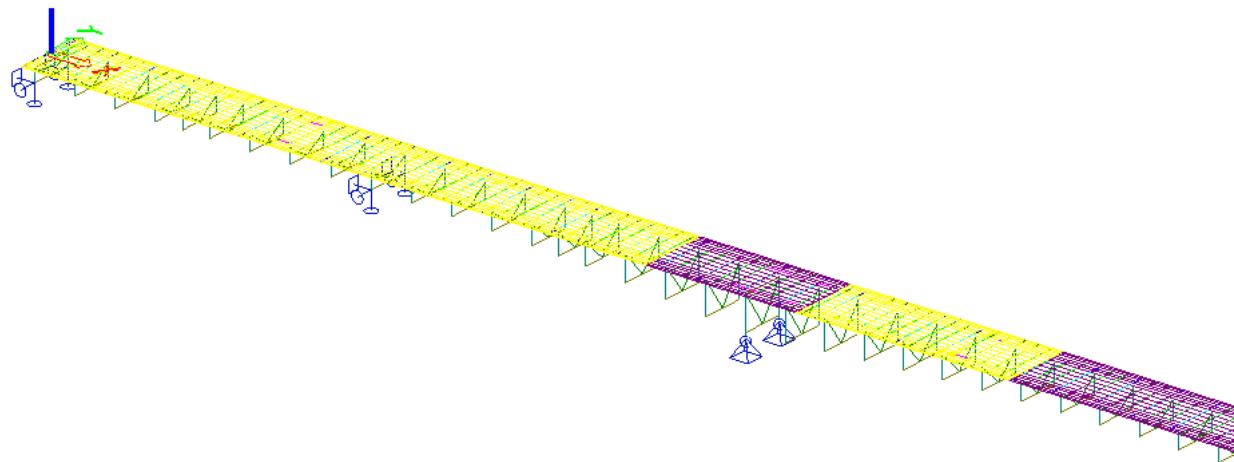
Figuur 116 – Zijaanzicht portaal C

De staven zijn gemodelleerd als één staaf met een doorsnede van de beide UNP profielen. De aansluitingen van de diagonalen en horizontalen staven zijn momentvast in beide richtingen aangehouden, omdat momenten uit het vlak als trek en druk in de afzonderlijke UNP profielen kan worden overgedragen. De vaste opleggingen (portaal H) en de horizontale oplegging (portaal J) zijn excentrisch gemodelleerd ten opzichte van de onderrand, omdat deze een moment veroorzaken in de onderrand.

7.4.1.9 Opleggingen

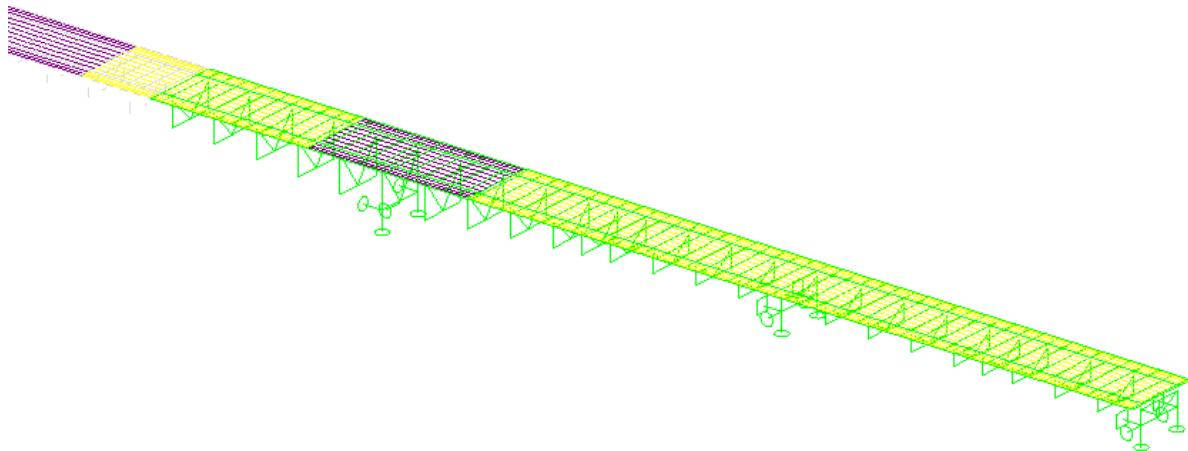
De opleggingen zijn als volgt gemodelleerd. De opleggingen zijn ter plaatse van de onderrand van elk portaal vastgezet in z-richting. Ter plaatse van pijler H is de brug in langs- en dwarsrichting vastgezet (x- en y-richting) met een scharnierende oplegging. Hierbij is rekening gehouden met een excentriciteit van 440 mm t.o.v. hart onderrand portaal. Bij de rolopleggingen (pijler F, G, K en Landhoofd zuid) zijn de translaties en rotaties in langsrichting vrij gelaten, in dwarsrichting zijn zowel de translatie als de rotatie vast gezet. Dit is een juiste aanname zolang de oplegging onder de verticale oplegreactie in combinatie met de bijbehorende horizontale oplegreactie en het bijbehorend moment grotendeels onder druk blijft. Dit is gecontroleerd in paragraaf 7.5.

Bij de rivierpijler J wordt de oplegging van de westelijke brug binnenkort vervangen en is de oplegging in beide richtingen rollend en scharnierend. De horizontale ondersteuning in dwarsrichting is halverwege de onderrand vastgezet. In het model is rekening gehouden met de excentriciteit van deze aansluiting (220 mm onder onderzijde onderflens) [17245-ONT-003], opgebouwd uit de vrije hoogte tot de bovenrand van het beton, variërend tussen 35 mm en 40 mm, conservatief als 40 mm aangehouden + de halve hoogte van het drukvlak met beton, ca. 50 mm + de afstand tot hart onderrand portaal (130 mm).



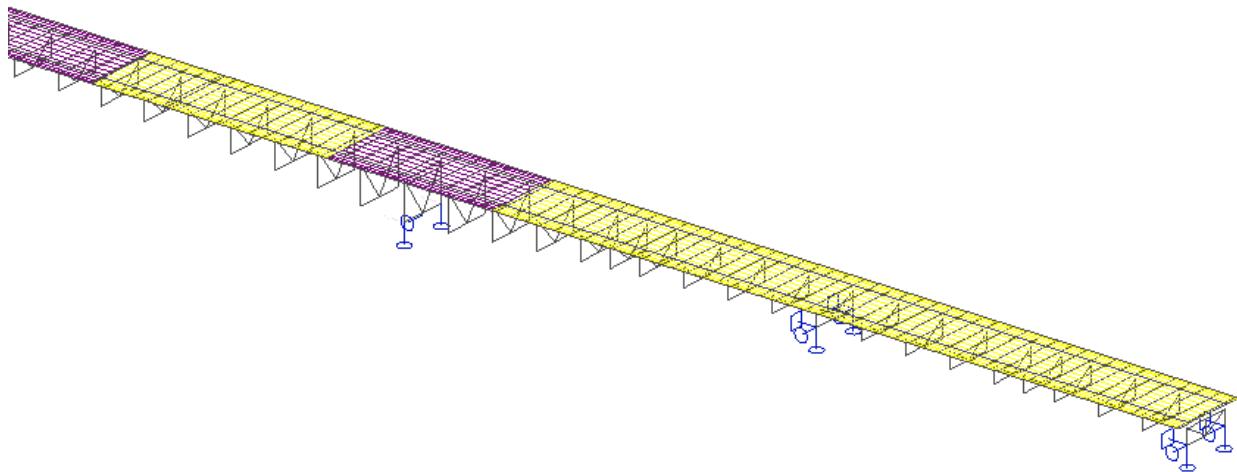
Figuur 117 – Opleggingen noordelijk deel (fase 1 en 2)

Voor het zuidelijke deel zijn in de eerste bouwfase twee extra steunpunten in langsrichting aangebracht ter plaatse van pijler J, omdat in fase 1 de twee delen van de brug niet met elkaar verbonden zijn, en het model anders niet stabiel is.



Figuur 118 – Opleggingen zuidelijk deel (fase 1)

In de tweede fase worden deze steunpunten verwijderd en blijven alleen de verticale ondersteuningen over.



Figuur 119 – Opleggingen zuidelijk deel (fase 2)

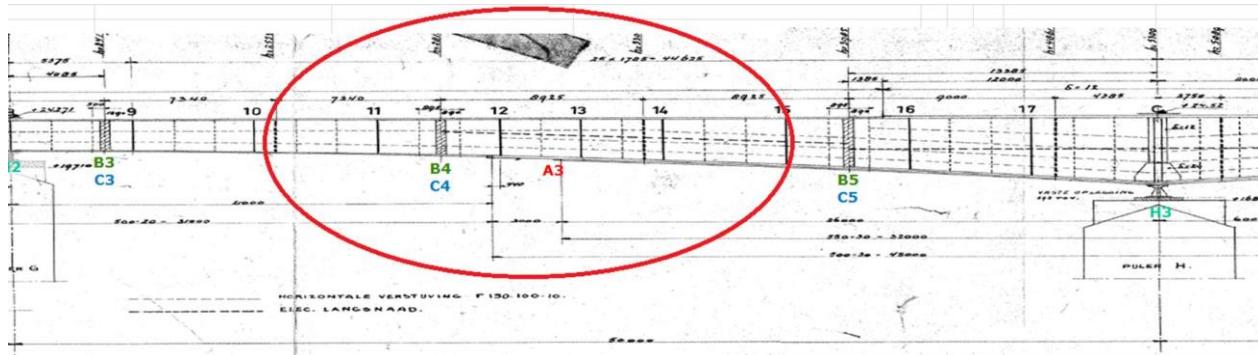
Ter plaatse van portaal B (pijler G en K) is in werkelijkheid een aparte trekoplegging gemaakt op 250 mm afstand van de drukoplegging. Voor het globale model is dit als één trek/drukoplegging gemodelleerd ter plaatse van de drukoplegging. Bij de toetsing van de onderrand van portaal B zal de trekkracht in de oplegging vertaald worden naar een moment en dwarskracht op het eerste deel van de onderrand van het portaal.

7.4.2 Lokale model

Zoals beschreven is er een lokaal model gemaakt met twee doelen

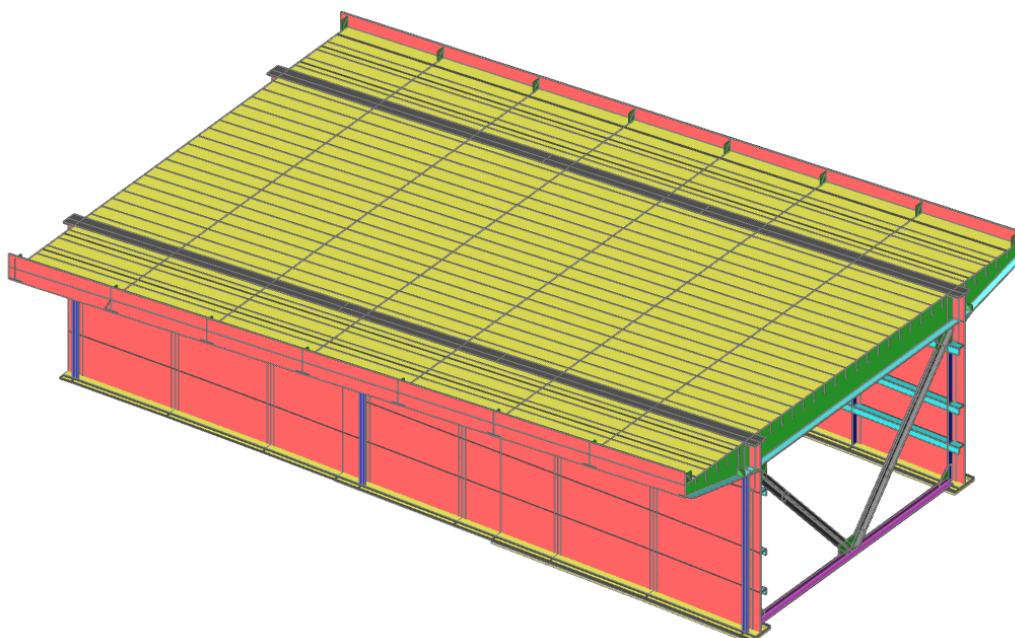
- Toetsing van de dekconstructie (dwarsdragers, consoles, dekplaat, bulbs, K-verbanden);
- Bepaling van de dwarsbuigingseffecten in de onderflens van de hoofdliggers voor de vermoeiingsberekeningen.

Conform de uitvraag dient het eerste model 7 dwarsdragers lang te zijn, het tweede model dient 4 K-verbanden lang te zijn. Er is, in overleg met Rijkswaterstaat, gekozen om één model gemaakt van 4 K-verbanden lang (K-verband 11 t/m 14), wat overeenkomt met 8 dwarsdragers. Dit model zal voor beide doelen gebruikt worden. Er is gekozen om het deel zoals omcirkeld in Figuur 120 te modelleren omdat hier zich de maatgevende locaties van de vermoeiingsdetails bevinden.



Figuur 120 – Gemodelleerde deel voor het lokale model (dwarsdrager 11 t/m 14)

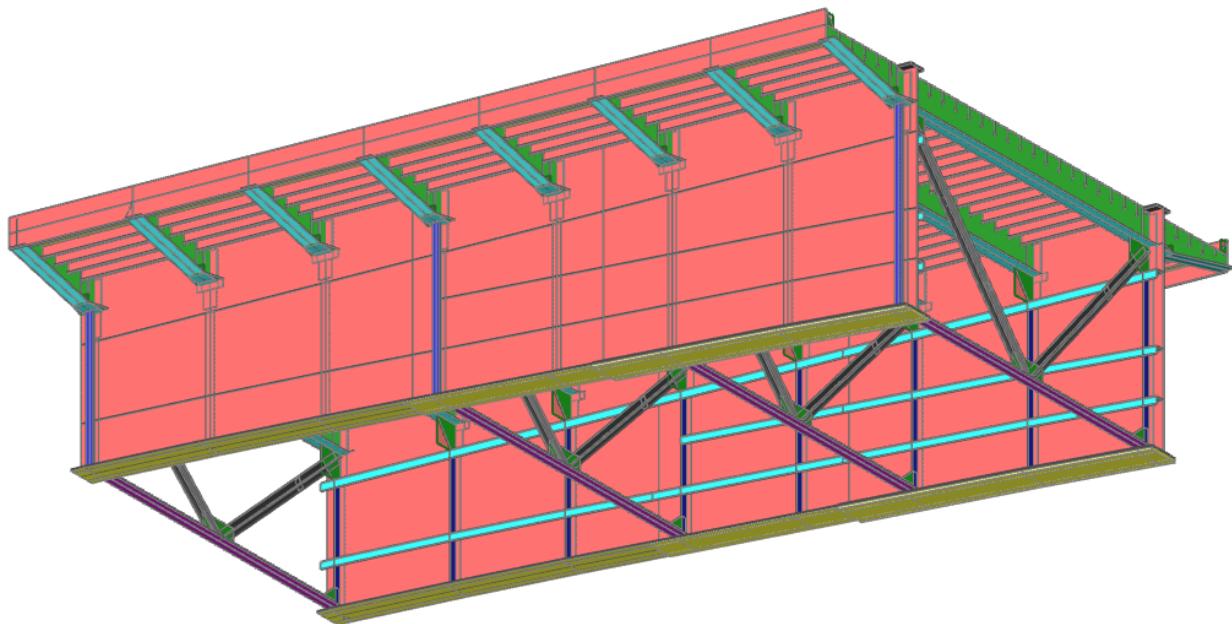
Het model is geheel opgebouwd uit schaalelementen en bevat naast de onderdelen zoals beschreven bij het globale model ook de horizontale en verticale verstijvers en de verbindingsplaten tussen hoofdligger en dwarsdrager/diagonalen/onderrand K-verband en tussen onderrand K-verband en diagonalen.



Figuur 121 – Plaatmodel tussen dwarsdrager 11-14

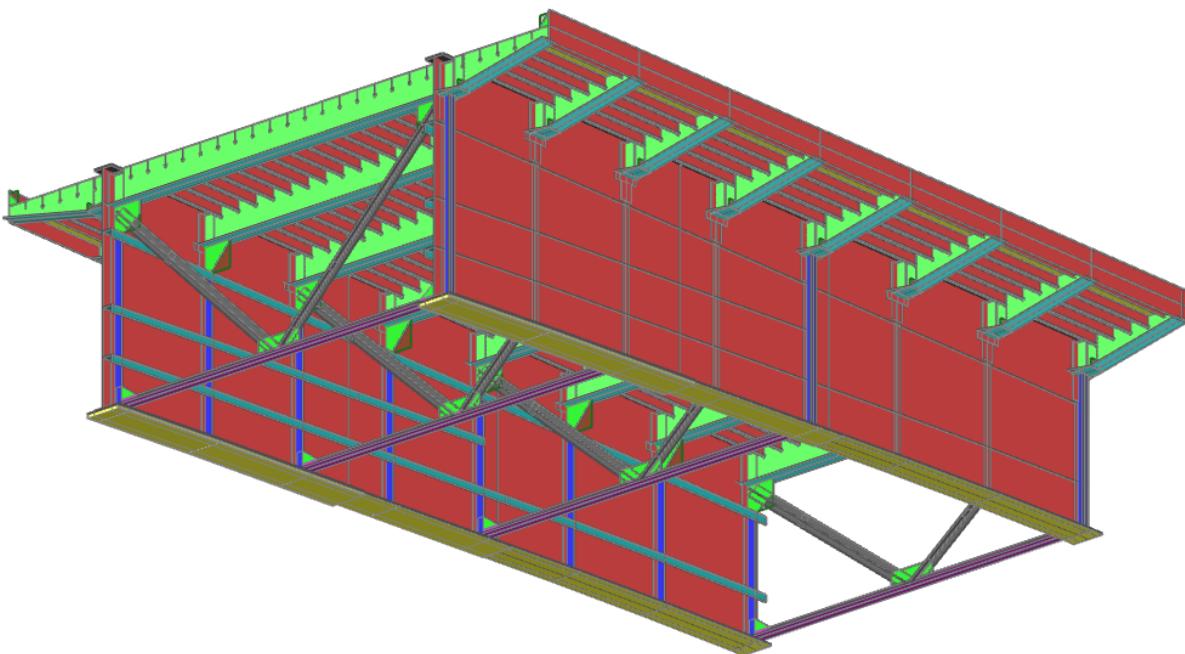
7.4.2.1 Hoofdligger

De bovenflens van de hoofdligger is gemodelleerd als verdikte dekplaat. De onderflens bestaat uit twee of drie delen met verschillende diktes, afhankelijk van de hoeveelheid platen. Hierbij is rekening gehouden met de excentriciteit van de verschillende platen.



Figuur 122 – Hoofdligger in het lokale model

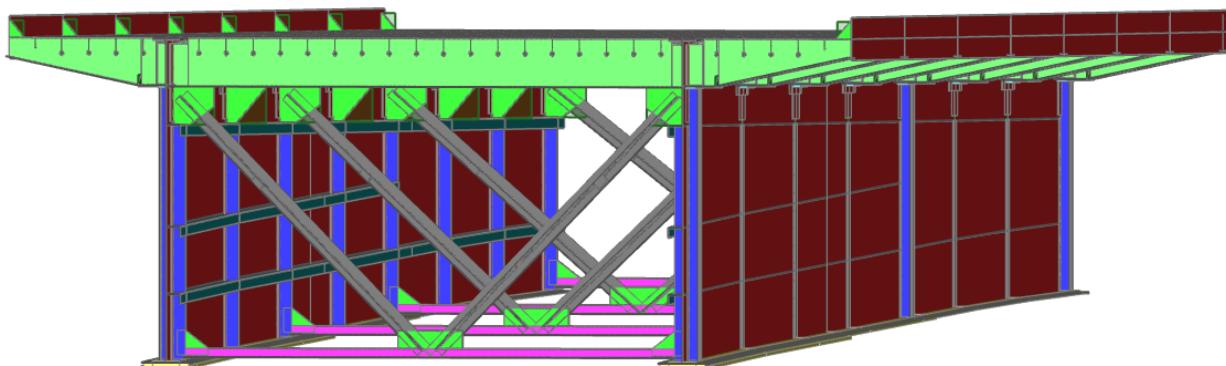
Op het lijf zijn de verschillende horizontale en verticale verstijvers gemodelleerd met platen, danwel verdikkingen van de lijfplaat. (N.B. een aantal horizontale verstijvers ontbreken nog in het figuur. Deze worden nog toegevoegd).



Figuur 123 – Hoofdligger in het lokale model

7.4.2.2 Dwarsdragers/Consoles

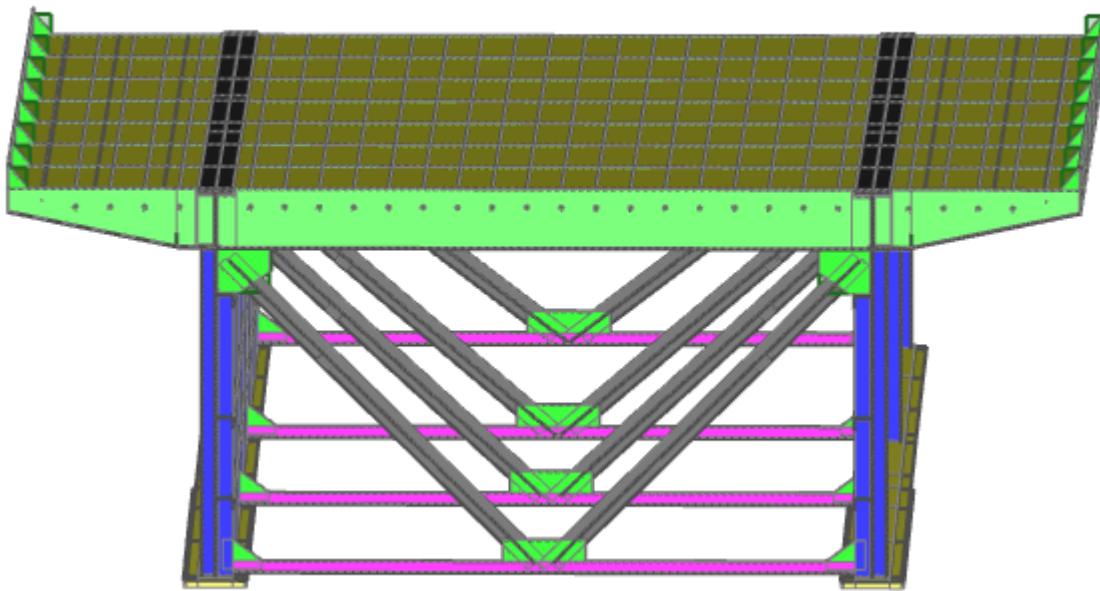
De dwarsdragers zijn gemodelleerd met een plaat voor het lijf en een plaat voor de onderflens. Hierbij zijn ook de verbindingsplaten onder de onderflens, aansluitend op het lijf van de hoofdlijger en de diagonalen, mee gemodelleerd. Ter plaatse van de onderrand van de bulbs is een ronde uitsparing in het lijf gemaakt.



Figuur 124 – Modellering Dwarsdrager in het lokale model

7.4.2.3 K-verband

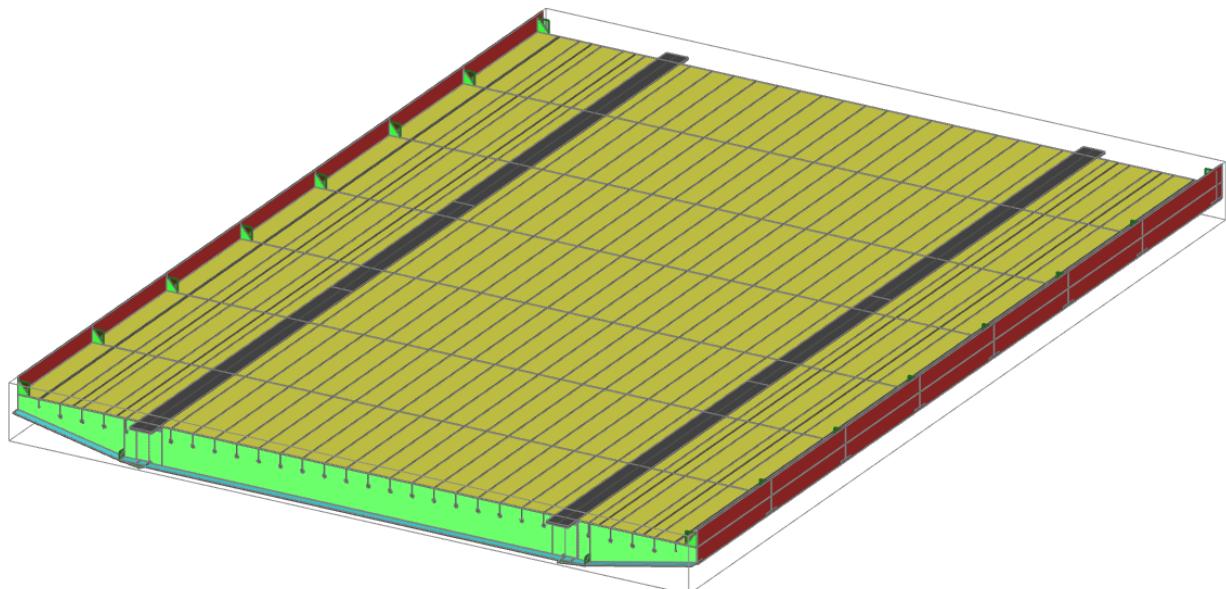
De verschillende onderdelen van het K-verband zijn ook gemodelleerd met platen. Hierbij is ook de verbindingsplaten t.p.v. de onderrand van het K-verband bij de aansluiting op het lijf en op de diagonalen meegenomen. Ook zijn de koppelplaten tussen de 2 L-verbanden van de diagonalen meegenomen.



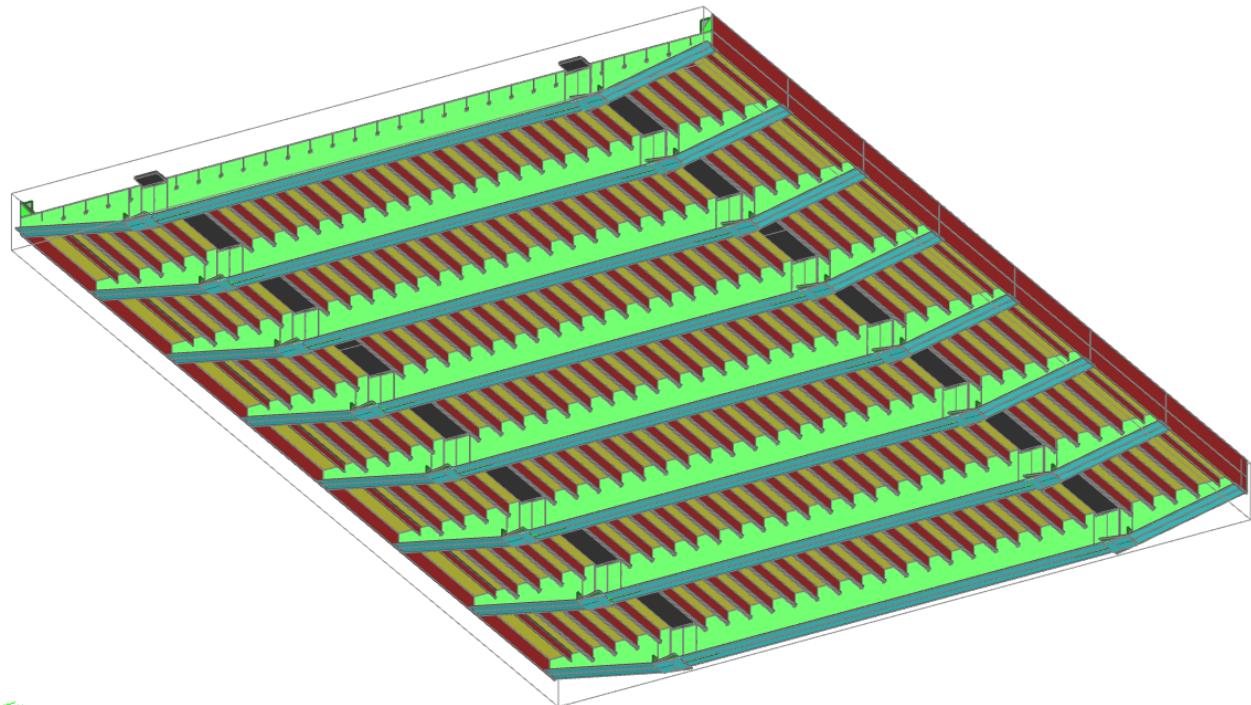
Figuur 125 – Modellering K-verband in het lokale model

7.4.2.4 Dekconstructie

Het dek is gemodelleerd als een plaat met daaronder bulbs. Ook de bulbs zijn gemodelleerd als platen met een equivalente rechthoekige verdikking (13x40) ter plaatse van de afgeronde kop.



Figuur 126 – Modellering bovenzijde dekconstructie in het lokale model



Figuur 127 – Modellering onderzijde dekconstructie in het lokale model

7.4.3 Hybride modellen

Gedurende de berekeningen is gebleken dat er ook lokale modellen noodzakelijk zijn voor aanvullende beschouwingen van de spanningen in de portalen bij de opleggingen en in de aansluiting tussen de dwarsdragers en de hoofdlijn. Hiervoor zijn een viertal hybride modellen opgesteld bestaande uit een combinatie van een lokaal plaatmodel van een deel van de brug en een balkmodel voor de rest van de brug. Er is gekozen om vier afzonderlijke modellen te maken, met elk een ander deel dat met plaatelementen is gemodelleerd, om zo de omvang van het model beheersbaar te houden. Het combineren van meerdere delen met plaat elementen in één model zou namelijk resulteren in een rekenmodel dat niet werkbaar is (te lange rekentijd, te grote bestandsomvang).

De locatie en de afmetingen van het deel met plaat elementen is in overleg met Rijkswaterstaat bepaald, zodanig dat de drie portalen bij de opleggingen meegenomen zijn, alsmede de dwarsdragers halverwege een van de velden. De modellen hebben de volgende lengtes:

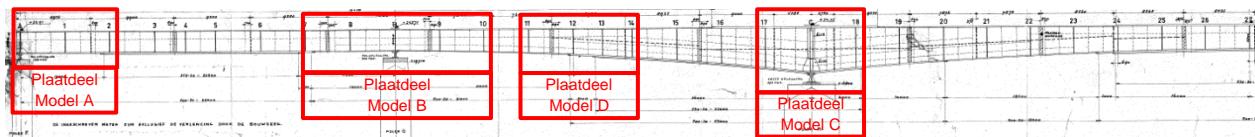
Model A: Een lengte van 2 K-verbanden vanaf portaal A (Portaal A t/m dwarsdrager 2)

Model B: Een lengte van 2 K-verbanden aan weerszijden van portaal B, van dwarsdrager 7 t/m 10

Model C: Een lengte van 1 K-verband aan weerszijden van portaal C, van dwarsdrager 17 t/m 18

Model D: Een lengte van 4 K-verbanden, van dwarsdrager 11 t/m 14 (gelijk aan lokale model uit paragraaf 7.4.2).

In Figuur 128 is de locatie van de verschillende gebieden weergegeven die met plaat elementen zijn gemodelleerd in de verschillende modellen. Voor alle modellen geldt dat het resterende deel van de brug met balk elementen is gemodelleerd.



Figuur 128 De locatie van het hybride model.

De modellen zijn gebruikt voor de berekeningen van de volgende onderdelen:

Model A: Dwarsdrager aansluiting t.p.v. portaal A en dwarsdrager met K-verband met 1/2 INP24 verstijver

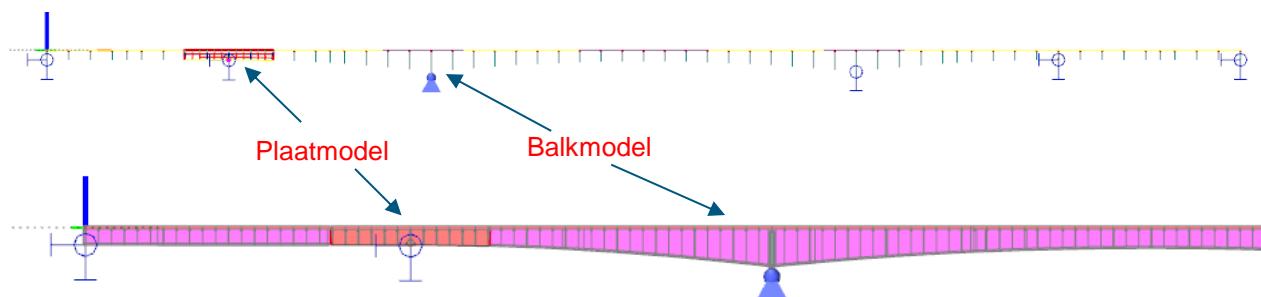
Model B: Dwarsdrager aansluiting t.p.v. portaal B en tussendwarsdrager zonder k-verband

Model C: Dwarsdrager aansluiting t.p.v. portaal C

Model D: Dwarsdrager aansluiting dwarsdrager met K-verband met 1/2 INP30 verstijver

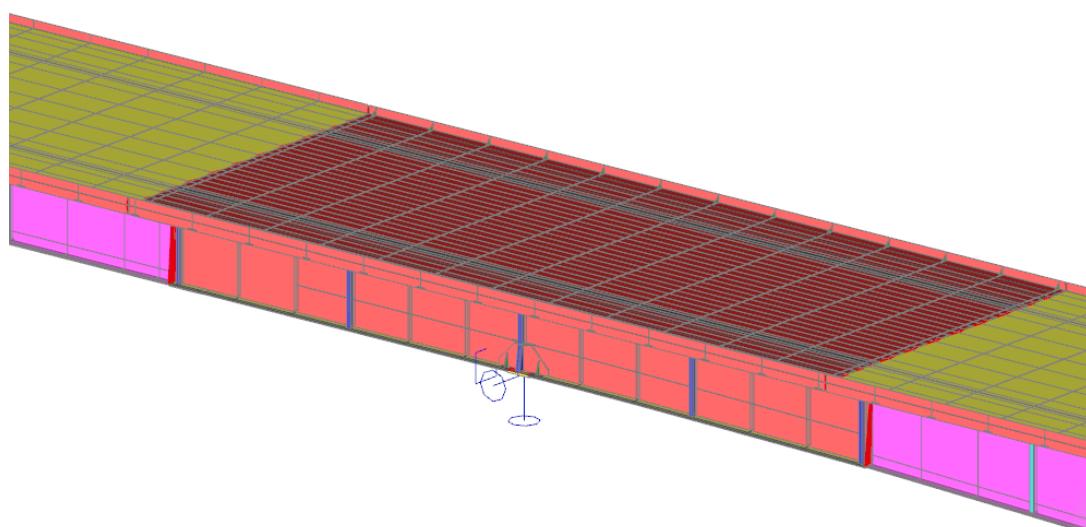
In het vervolg van deze paragraaf is de modellering beschreven van model B. Voor de overige drie modellen geldt hetzelfde principe, dit is daarom niet herhaald.

Om de randvoorwaarden van het plaatmodel goed te modelleren is het lokale plaatmodel (rood weergegeven) en het globale staafmodel (roze weergegeven) samengevoegd tot een hybride model zie Figuur 129.

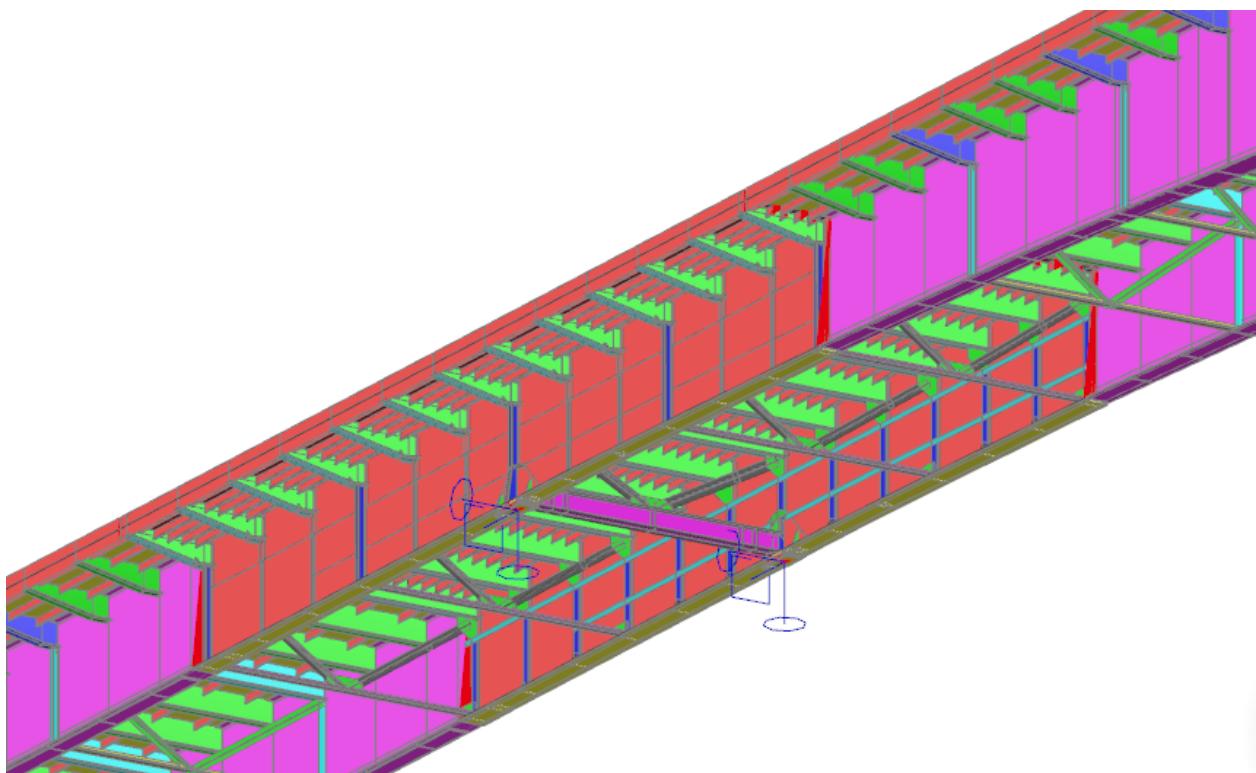


Figuur 129 Hybride model bestaande uit een gecombineerd plaat- en schaalmmodel.

In Figuur 130 en Figuur 131 is het plaatmodel in rood weergegeven, de roze hoofdligger is een balkelement (3D weergegeven).

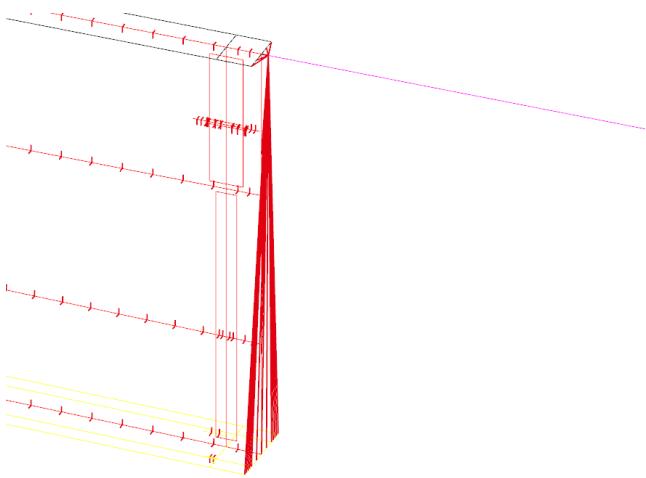


Figuur 130 3D weergave schuin-boven aanzicht hybride model



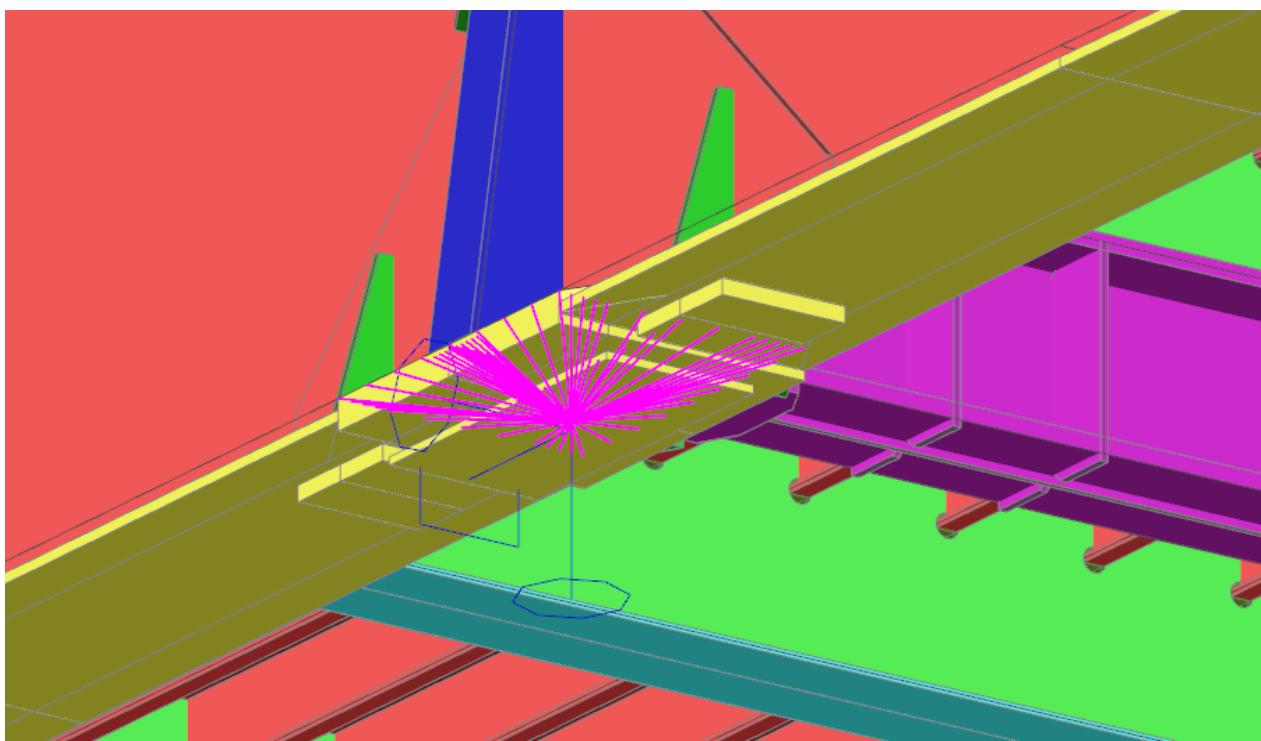
Figuur 131 3D weergave schuin-onder aanzicht hybride model

Ter plaatse van de overgang tussen beide modellen zijn de staven van het globale model met starre bindingen verbonden aan alle plaatranden in het snijvlak; zie Figuur 132. De 2D staven zijn dus zowel aan het lijf als de flenzen en de langsverstijvers star verbonden.



Figuur 132 Starre verbinding tussen staaf en plaatranden.

Ter plaatse van het lokale plaatmodel is de oplegging gemodelleerd door de plaatranden van de oplegging te verbinden met starre bindingen (roze weergegeven) naar de oplegging, zie Figuur 133.



Figuur 133 Oplegging van het plaatmodel ter plaatse van Pijler G.

7.5 Validatie

7.5.1 Globale model

Het globale model van hoofdbrug is gevalideerd met een vergelijking van de reactiekrachten en de doorbuiging ten gevolge van het eigen gewicht met de oorspronkelijke ontwerpberkening en latere herberekeningen. Daarnaast is het gedrag onder een gelijkmatig verdeelde belasting en asymmetrische belastingen beoordeeld.

Resultante oplegreacties t.g.v. eigen gewicht staalconstructie

Het eigen gewicht van de staalconstructie is vergeleken met de gewichten conform de renvooistaten [1903 map 4B].

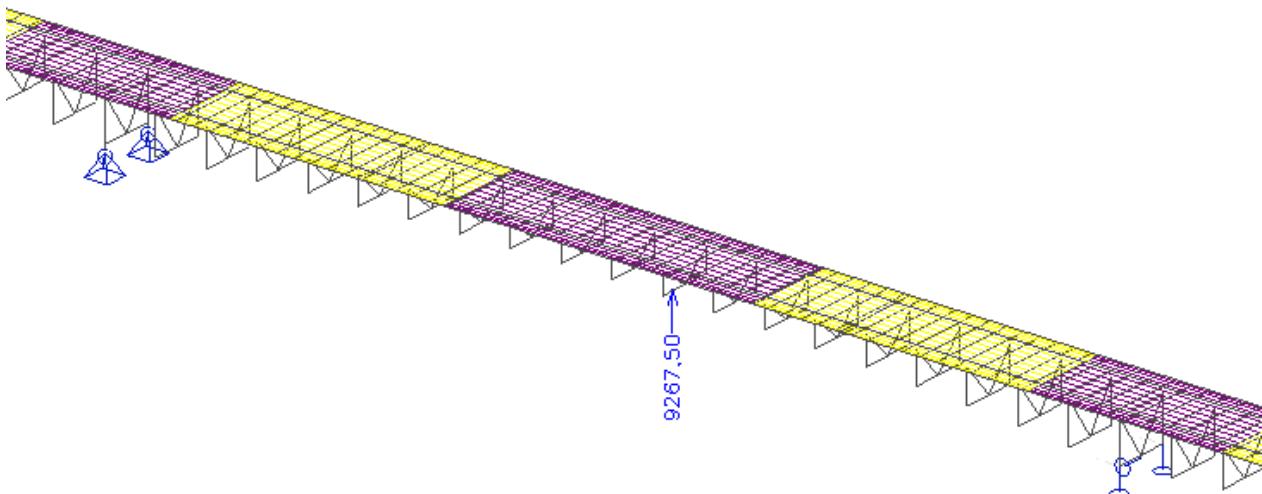
<u>TOTAAL GEWICHT</u>			
SECTIE	(A)	94.592	14.252
"	(B)	92.579	11.218
"	(C)	60.877	12.267
"	(D)	69.142	10.424
"	(E)	98.861	14.613
"	(F)	159.359	38.016
"	(G)	83.128	14.125
"	(H)	93.468	11.959
"	(K)	44.205	5.926
MIDDENSTUK		137.673	17.885
LASSEN HOOFDLIGGERS		22.808	2.040
LEUNINGEN			13.636
PLATEEN VOOR OPLEGGINGEN			2.587
" " "		11.850	371
EXTRA LANGSREGEL/VLOER			4.118
<u>TOTAAL:</u>		<u>968.542</u>	<u>173.437</u>
			<u>1.330</u>
<u>TOTAAL GEWICHT BRUG = 968.542 + 173.437 + 1.330 = 1.143.309 KG OF</u>			
<u>1143 TON</u>			

Figuur 134 – Gewicht van de staalconstructie conform renvooistaten [1903 map 4B]

Conform de renvooistaten is het gewicht van de staalconstructie 1143 ton. Hiervan is 16 ton t.b.v. de opleggingen (staan niet op de constructie) en 14 ton t.b.v. de leuningen (wordt apart in rekening gebracht). In de renvooistaten is het gewicht van het middenstuk (156 ton) in de totaaloptelling abusievelijk dubbel geteld, aangezien dit overeenkomt met deel H + K. Hiermee komt het gewicht van de staalconstructie, exclusief inspectiepaden, op 958 ton (9398 kN). In de SCIA berekening wordt een resultante van 9268 kN gevonden. De afwijking van 1% wordt acceptabel geacht.

Opgemerkt wordt dat er in de herberekening uit 1991 (NET-berekening [BBV-0010-01]) uitgegaan wordt van 1050 ton (10300 kN). In de berekening wordt vermeld dat dit een geschat gewicht is. Er wordt echter niet onderbouwd hoe dit is bepaald. De verwachting is dat dit inclusief inspectiepaden onder en naast de brug is (ca. 850 kN), waarmee de belasting vrijwel gelijk is ($9268 + 850 = 10118$ kN).

In de berekening van de NUON warmteleiding [912-257.R01] wordt een resultante van 9844 kN gevonden. Ook hier wordt niet onderbouwd hoe deze belasting is vastgesteld. Aangenomen wordt dat dit inclusief inspectiepaden onder/naast de brug is.



Figuur 135 Resultanten reactie uit Scia onder eigen gewicht van staal.

De resultante van horizontale krachten en momenten zijn zeer klein. De kleine waarden worden veroorzaakt door de iets afwijkende lengte van de velden buiten de einddwersdragers tussen de noord en zuidzijde. Geconcludeerd wordt dat de resultaten van de belasting ten gevolge van het eigen gewicht voldoende nauwkeurig is gemodelleerd.

Oplegreacties t.g.v. eigen gewicht staalconstructie

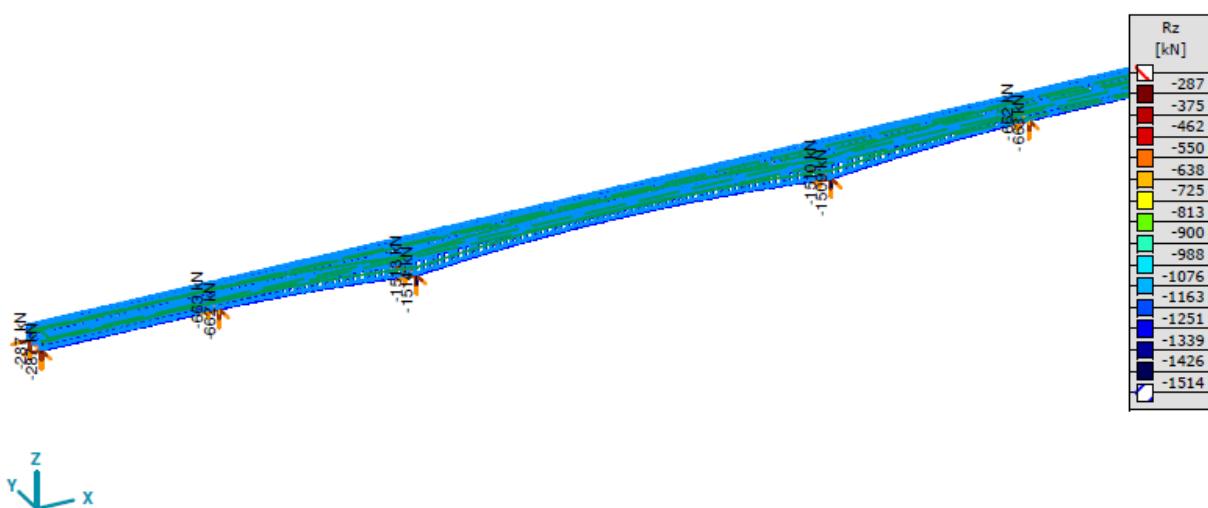
De verdeling van de oplegreacties over de steunpunten is vergeleken met de NET-berekening [BBV-0010-01] en de berekening van de NUON warmteleiding [912-257.R01].

<u>Opleg reactie A:</u>	$R_{q,m} = + 23,20 \times 1,14 = + 26,45 \text{ ton}$
$R_{p,m}$	$= + 1,00 \times 49,125 = + 49,13 \text{ ,}$
$R_{e,g.}$	$= + 20,68 \times 1,780 = + 36,81 \text{ ,}$
$R_{p,perm.}$	$= + 20,68 \times 0,720 = + 14,89 \text{ ,}$
	$R_{max} = + 127,28 \text{ ton}$
<u>Opleg reactie B:</u>	
$R_{q,m}$	$= + 56,30 \times 1,14 = + 64,18 \text{ ton}$
$R_{p,m}$	$= + 0,752 \times 49,125 = + 36,94 \text{ ,}$
$R_{e,g.}$	$= + 32,42 \times 1,780 = + 57,71 \text{ ,}$
$R_{p,perm.}$	$= + 32,42 \times 0,720 = + 23,34 \text{ ,}$
	$R_{max} = + 182,17 \text{ ton}$
<u>Oplegreactie C:</u>	
$R_{q,m}$	$= + 100,8 \times 1,14 = + 114,91 \text{ ton}$
$R_{p,m}$	$= + 1,059 \times 49,125 = + 52,02 \text{ ,}$
$R_{e,g.}$	$= + 94,22 \times 1,780 = + 167,71 \text{ ,}$
$R_{p,perm.}$	$= + 94,22 \times 0,720 = + 67,84 \text{ ,}$
	$R_{max} = + 402,48 \text{ ton}$

Figuur 136 – Oplegreacties per steunpunt [BBV-0010-01]

Interne krachten knoopondersteuning [Lineair, Eigen gewicht, Details]

	<i>Knoop</i>	Type	<i>Rz</i> [kN]		<i>Knoop</i>	Type	<i>Rz</i> [kN]
1	3	Globaal	-287		7	Globaal	-287
2	5	Globaal	-287		8	Globaal	-288
3	578	Globaal	-1513		9	Globaal	-663
4	580	Globaal	-1514		10	Globaal	-662
5	1226	Globaal	-1510		11	Globaal	-662
6	1228	Globaal	-1509		12	Globaal	-663

Oplegreacties Eigen gewicht, *Rz*

Figuur 137 – Oplegreacties per steunpunt [912-257.R01]

In de SCIA berekening wordt de volgende verdeling gevonden



Figuur 138 – Oplegreacties per steunpunt volgens SCIA

In onderstaande tabel zijn de reactiekrachten nogmaals samengevat.

Pijler	SCIA [kN]	BBV-0010-01 [kN]	Verhouding	[912-257.R01]	Verhouding
F	303	361	1,20	287	0,95
G	435	566	1,30	663	1,52
H	1578	1645	1,04	1513	0,96
J	1580	1645	1,04	1510	0,96
K	435	566	1,30	662	1,52
L	302	361	1,20	287	0,95
Totaal	4633	5145	1,11	4922	1,06

Tabel 54 – Reactiekrachten volgens SCIA, [BBV-0010-01] en [912-257.R01]

Te zien is dat de verdeling niet in vergelijking met de NUON berekening er relatief minder belasting op het tweede steunpunt komt. Dit valt deels te verklaren door de bouwfasering die in de SCIA berekening is meegenomen. Wanneer dit niet gedaan wordt, wordt een iets hogere belasting (457 kN) op het tweede steunpunt gevonden. Daarnaast is de belasting overall wat hoger, omdat deze waarschijnlijk inclusief de inspectiepaden onder/naast de brug is. Bovendien is in de berekening van de warmteleiding een zeer grote benadering van de doorsnede-eigenschappen van de hoofdlijn gehanteerd.

Controle drukspanning in oplegging

In de berekening is uitgegaan van een rotatievaste oplegging in het vlak van het portaal voor de steunpunten F, G, K en landhoofd zuid. In onderstaande tabel is gecontroleerd of de verticale oplegreactie door de permanente belastingen in combinatie met het inklemmingsmoment en de horizontale oplegreactie onder druk staat. Hiervoor is de horizontale oplegreactie vertaald naar een moment aan de onderzijde van de roloplegging ($R_y \times$ hoogte oplegging) en opgeteld bij het inklemmingsmoment. De trekkracht (per lengte-eenheid) die als gevolg van dit moment ontstaat is opgeteld bij de drukkracht per lengte-eenheid. Te zien is dat de gehele oplegging ruim op druk blijft.

Pijler	R_z [kN]	R_y [kN]	M_x [kNm]	Hoogte opl [mm]	Breedte [mm]	q_{Fz} [kN/m]	q_{Fy} [kN/m]	q_{Mx} [kN/m]	q_{tot} [kN/m]
F/LH zuid	-535	1,75	-19,63	485	420	-1274	29	668	-577
G / K	-801	7,05	4,20	485	550	-1457	-68	83	-1441

Tabel 55 – Validatie aannname rotatieinklemming hoofdbrug

In principe zal door de UDL belasting een vergelijkbare verhouding van moment en verticale reactie optreden en de oplegging dus over de gehele breedte van de rol op druk blijven. In de UGT zou het kunnen dat bij hoge windbelasting en weinig verticale belasting de oplegging deels op trek komt. Echter, zelfs als de oplegging door het moment deels op trek komt, zal er nog geruime tijd sprake zijn van een ingeklemde oplegging, omdat het zwaartepunt van de oplegging zal gaan verschuiven, zonder dat er grote rotatie kan optreden. De aanname van een inklemming voor de modellering in het vlak van het portaal zal dus het dichtst bij het werkelijke gedrag liggen.

Doorbuiging t.g.v. eigen gewicht

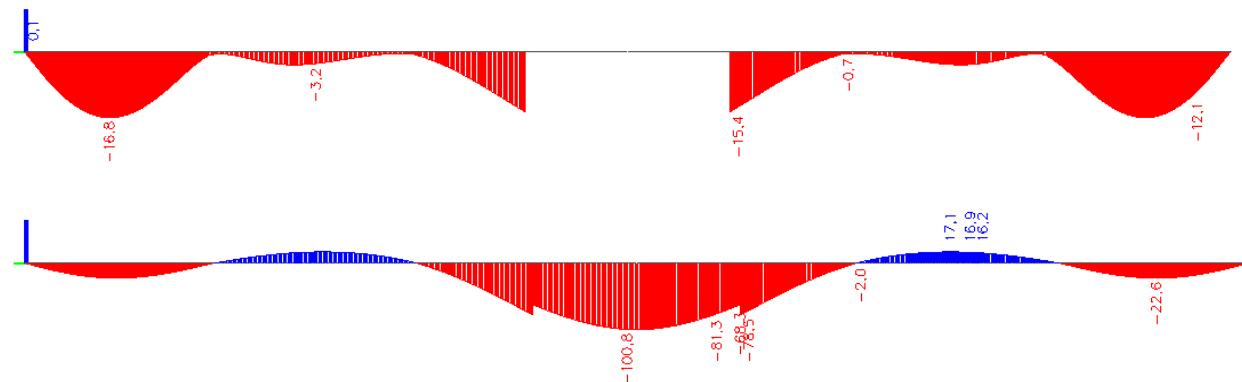
De doorbuiging is vergeleken met de oorspronkelijke berekening. Hierin worden de volgende doorbuigingen gevonden.

<u>ligger A-B</u>	<u>ligger B-C</u>
$y_1 = +1,40 - 0,94 + 0,41 = +0,87 \text{ cm}$	$y_5 = +3,80 - 3,12 + 1,36 = +2,04 \text{ cm}$
$y_2 = +2,50 - 1,75 + 0,76 = +1,51 \text{ "}$	$y_6 = +3,40 - 3,06 + 1,33 = +1,67 \text{ "}$
$y_3 = +3,30 - 2,43 + 1,06 = +1,93 \text{ "}$	$y_7 = +2,60 - 2,50 + 1,09 = +1,19 \text{ "}$
$y_4 = +3,80 - 2,93 + 1,28 = +2,15 \text{ "}$	$y_8 = +1,40 - 1,50 + 0,65 = +0,55 \text{ "}$

Figuur 139 – Doorbuiging ontwerpberckening 1^e en 2^e overspanning

$y_{21} = +6,89 + 4,90 = +8,79$	$y_{23} = +6,89 + 4,10 = +10,99$
$y_{22} = +6,89 + 3,80 = +10,69$	

Figuur 140 – Doorbuiging ontwerpberckening 3e overspanning



Figuur 141 – Doorbuiging SCIA aan het einde van fase 1 (boven) en fase 2 (onder)

In het eerste veld wordt een doorbuiging van 22,6 mm gevonden, tegen 21,5 in de oorspronkelijke berekening, wat dus goed overeenkomt. In het tweede veld wordt een opbuiging van 17,1 mm gevonden, tegen 9,2 mm in de oorspronkelijke berekening. Dit wijkt iets meer af. De doorbuiging van het tweede veld is echter gevoelig voor de hoekverdraaiing bij de rivierpijlers t.g.v. de doorbuiging van de rivieroverspanning, waardoor een kleine afwijking procentueel grote afwijkingen geeft. De iets grotere doorbuiging in het derde veld (zie hieronder) zal resulteren in een iets grotere hoekverdraaiing bij de rivierpijler, en dus een iets grotere opbuiging van veld 2.

In het derde veld (rivieroverspanning) dient de doorbuiging uit de eerste fase opgeteld te worden, omdat SCIA de doorbuiging vanaf het inhangen weergeeft voor het middelste gedeelte. De totale doorbuiging komt hiermee op 15,4 mm + 100,8 mm = 116,2 mm, tegen 109,9 mm in de ontwerp berekening. De doorbuiging van het derde, grootste veld in de SCIA berekening komt goed overeen met de oorspronkelijke ontwerp berekening.

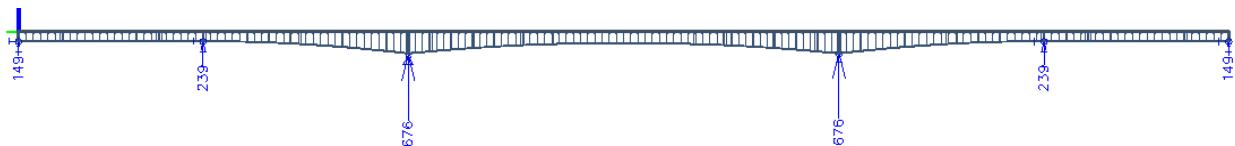
Oplegreacties onder gelijkmatig verdeelde belasting:

Naast een verificatie van het eigen gewicht is er ook een vergelijking gemaakt met een gelijkmatig verdeelde belasting. Hiervoor is uitgegaan van de permanente belasting zoals berekend in de NET-berekening [BBV-0010-01], namelijk 7,2 kN/m, per hoofdligger. Uitgaande van een halve brugbreedte van 9,29 m/2 komt dit neer op 1,55 kN/m².

<u>Oplegreactie A:</u>	$R_{q,m} = + 23,20 \times 1,14 = + 26,45 \text{ ton}$
	$R_{p,m} = + 1,00 \times 49,125 = + 49,13 \text{ "}$
	$R_{e,g.} = + 20,68 \times 1,780 = + 36,81 \text{ "}$
	$R_{perm.} = + 20,68 \times 0,720 = + 14,89 \text{ "}$
	$\underline{\underline{R_{max} = + 123,28 \text{ ton}}}$
<u>Oplegreactie B:</u>	$R_{q,m} = + 56,30 \times 1,14 = + 64,18 \text{ ton}$
	$R_{p,m} = + 0,752 \times 49,125 = + 36,94 \text{ "}$
	$R_{e,g.} = + 32,42 \times 1,780 = + 57,21 \text{ "}$
	$R_{perm.} = + 32,42 \times 0,720 = + 23,34 \text{ "}$
	$\underline{\underline{R_{max} = + 182,17 \text{ ton}}}$
<u>Oplegreactie C:</u>	$R_{q,m} = + 100,8 \times 1,14 = + 114,81 \text{ ton}$
	$R_{p,m} = + 1,059 \times 49,125 = + 52,02 \text{ "}$
	$R_{e,g.} = + 94,22 \times 1,780 = + 167,71 \text{ "}$
	$R_{perm.} = + 94,22 \times 0,720 = + 67,84 \text{ "}$
	$\underline{\underline{R_{max} = + 402,48 \text{ ton}}}$

Figuur 142 – Oplegreacties per steunpunt [BBV-0010-01]

In onderstaand figuur zijn de reactiekragten uit SCIA weergegeven.



Figuur 143 Reactiekragten Scia berekening voor gelijkmatig verdeelde belasting (1,55 kN/m²)

In onderstaande tabel zijn de resultaten naast elkaar gezet. De resultaten komen nagenoeg met elkaar overeen.

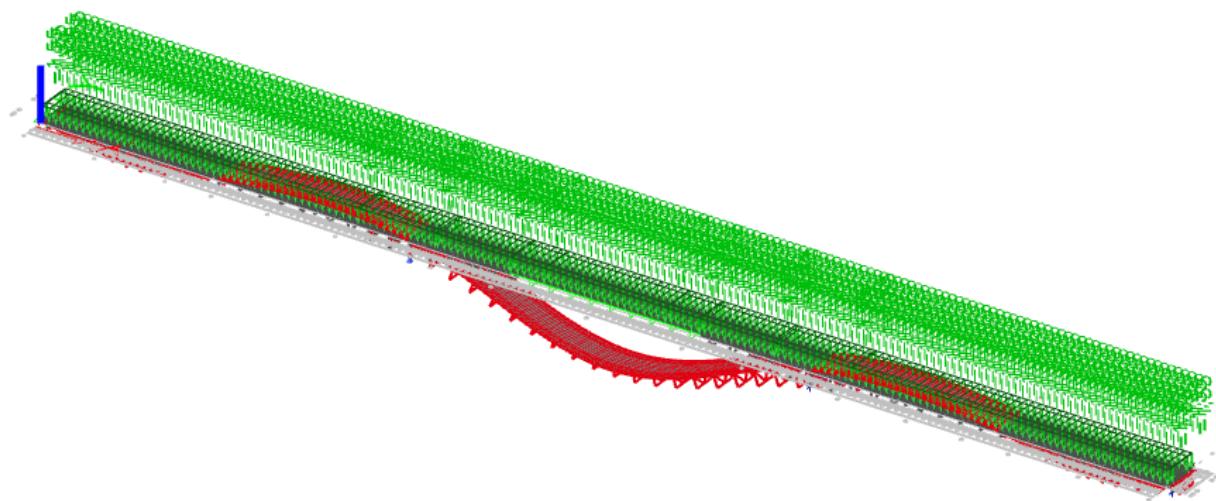
Pijler	SCIA [kN]	BBV-0010-01 [kN]	Verhouding
F	149	149	100%
G	239	233	97%
H	676	678	100%
J	676	678	100%
K	239	233	97%
L	149	149	100%
Totaal	2129	2120	100%

Tabel 56 – Reactiekrachten volgens SCIA, [BBV-0010-01] en [912-257.R01]

Vervorming van de brug:

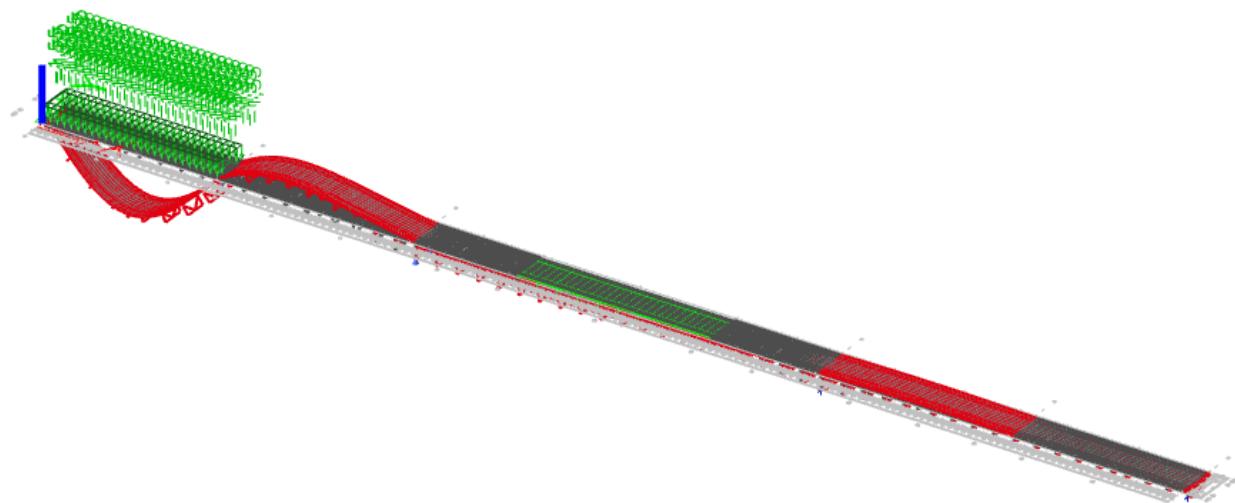
Voor een vijftal belastingen is gecontroleerd of de doorbuiging zich gedraagt zoals verwacht.

UDL op gehele brug:



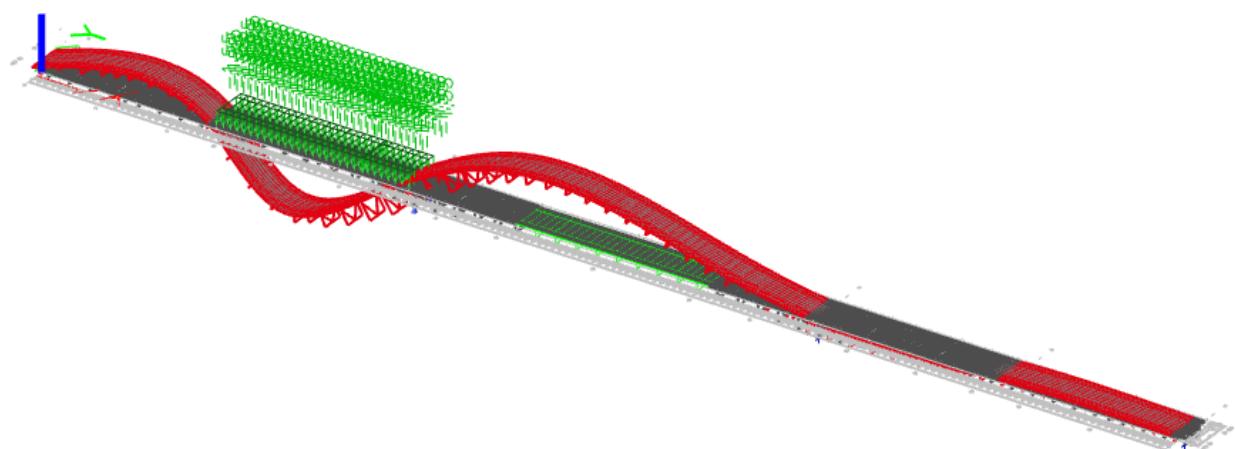
Figuur 144 – Doorbuiging bij UDL belasting op gehele brug

UDL op 1^e veld brug:



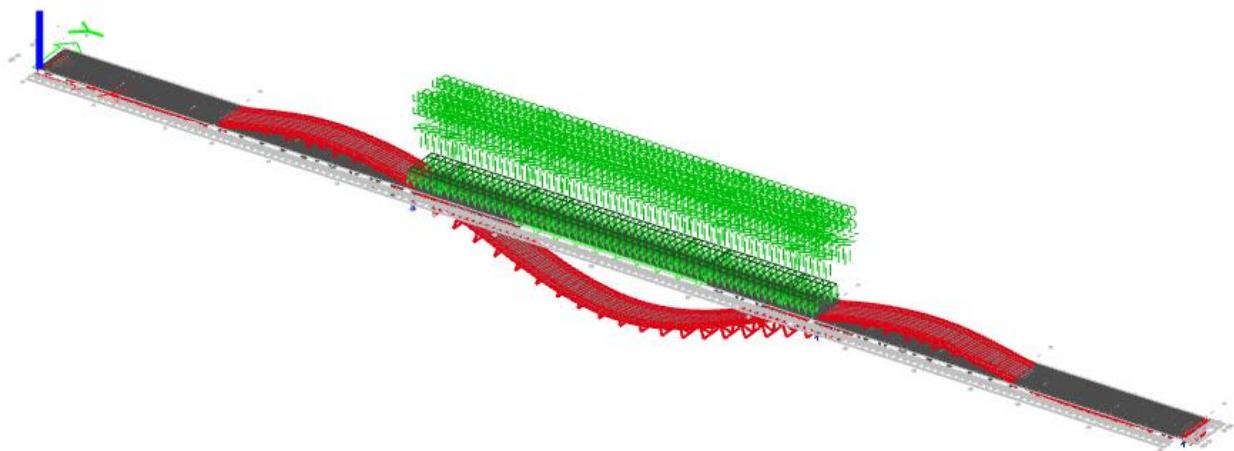
Figuur 145 – Doorbuiging bij UDL belasting op 1^e veld

UDL op 2^e veld brug:



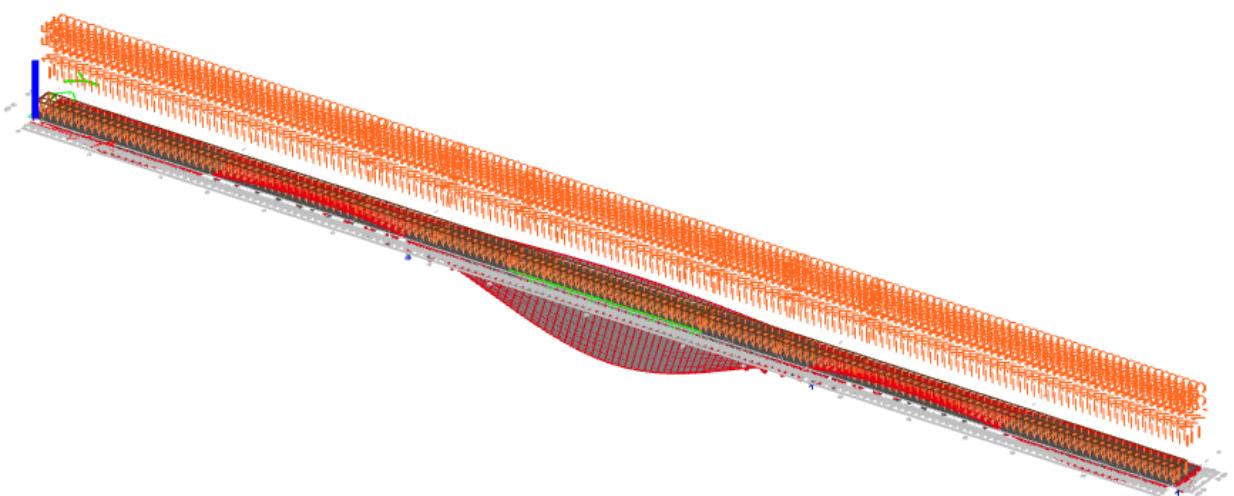
Figuur 146 – Doorbuiging bij UDL belasting op 2^e veld

UDL op 3^e veld brug:

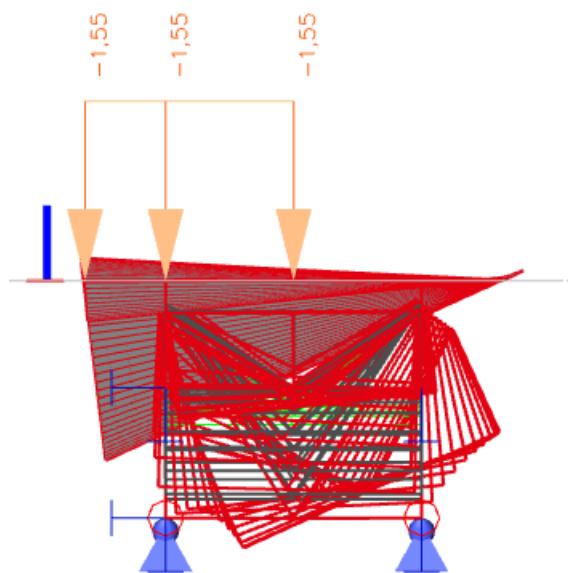


Figuur 147 – Doorbuiging bij UDL belasting op 3^e veld

UDL op helft van de brug:



Figuur 148 – Doorbuiging bij UDL belasting op helft van de brug (in dwarsrichting)

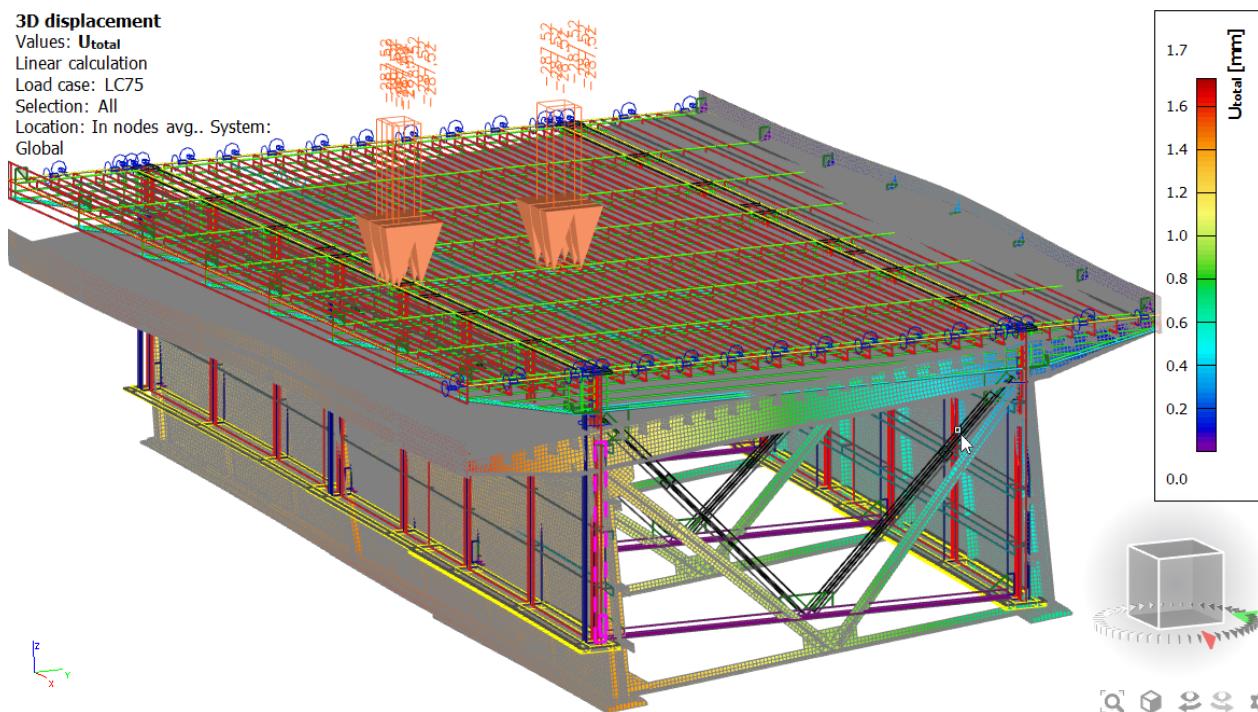


Figuur 149 – Aanzicht kopse zijde bij doorbuiging bij UDL belasting op helft van de brug (in dwarsrichting)

In alle gevallen gedraagt de vervorming zich zoals verwacht. Geconcludeerd wordt dat het model correct werkt.

7.5.2 Lokale model

De vervormingen en de resultaten van de oplegreacties van het lokale plaatmodel zijn gecontroleerd in de rapportage van de verificatieberekening. De vervorming is zoals te verwachten is.

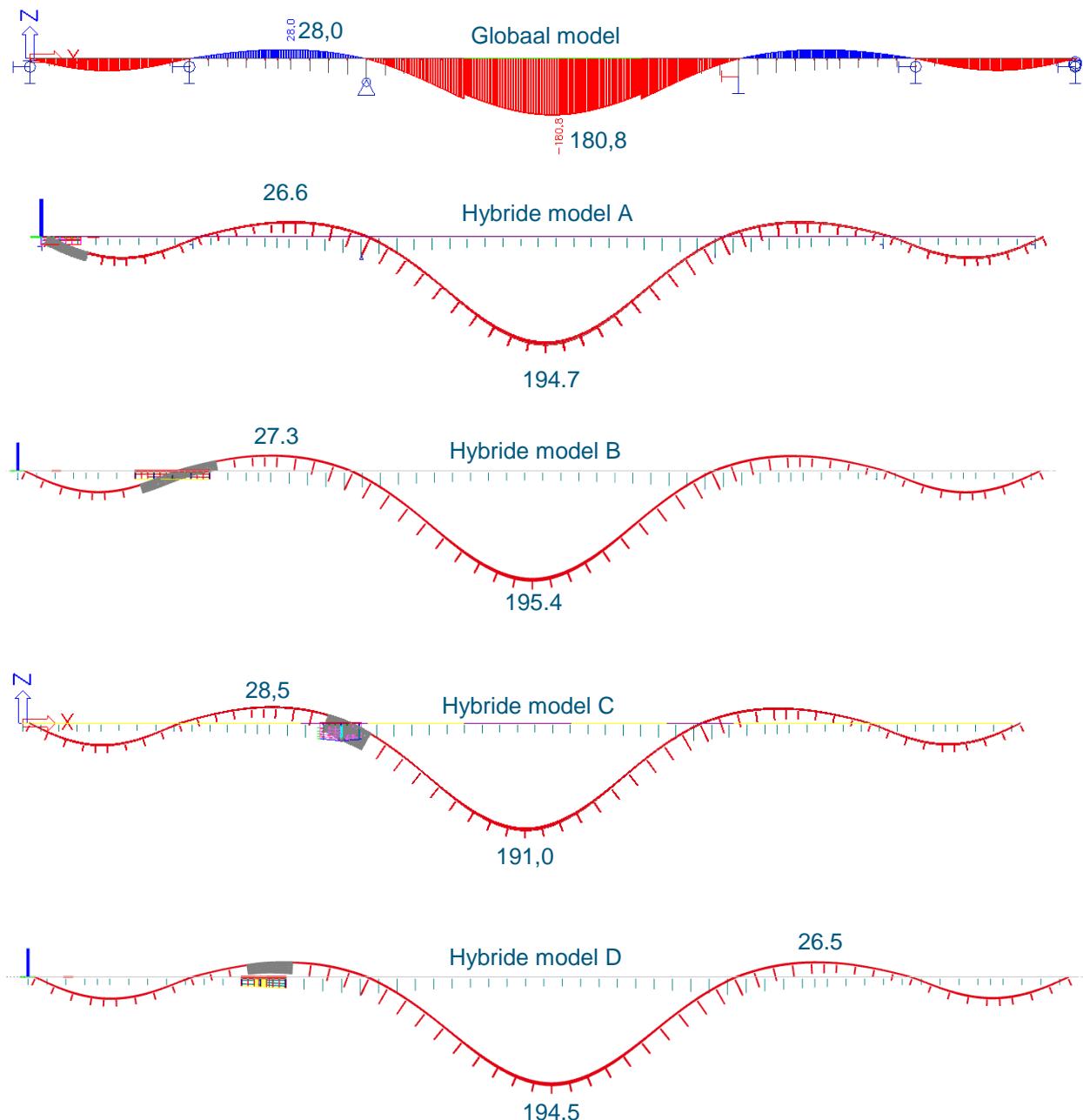


Figuur 150 – 3D vervorming lokale model bij eenheidslast op 5° dwarsdrager (3D overzicht)

7.5.3 Hybride modellen

De samenwerking tussen het plaat- en staafmodel is gevalideerd op basis van de vervormingen door permanente belastingen, op basis van het spanningsbeeld en door een vergelijking van de oplegreacties.

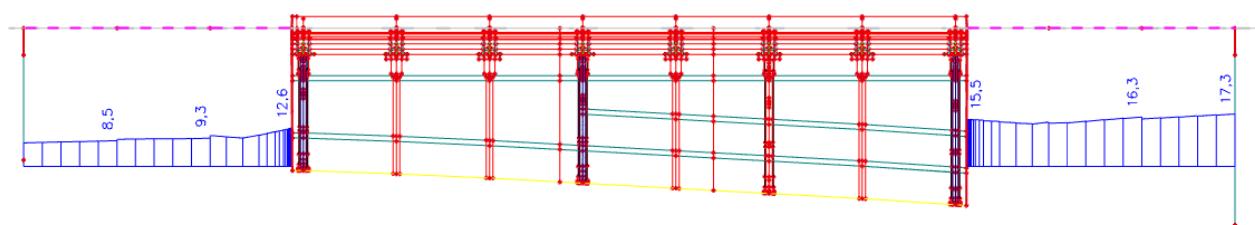
De vervormingen van de hybride modellen zijn vergeleken met de vervormingen uit het globale staafmodel.



Figuur 151 Vervorming van hybride en globaal model onder de permanente belastingen.

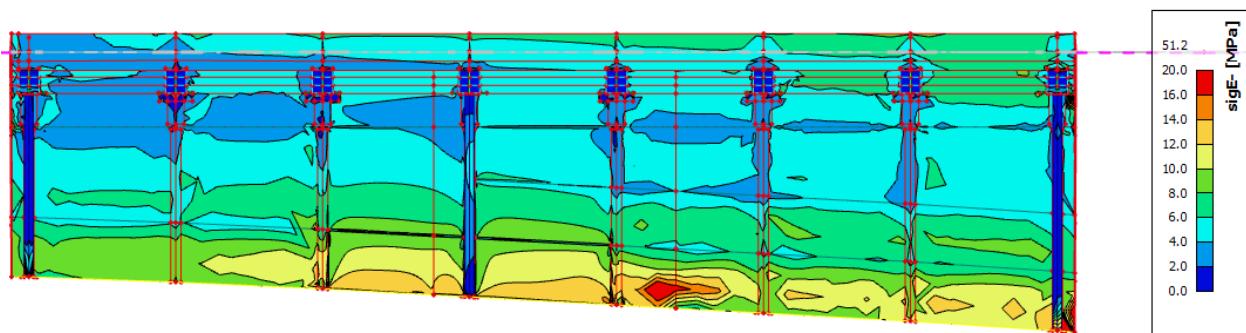
Figuur 151 laat zien dat het vervormingsgedrag van de hybride modellen en het globale model met elkaar overeenkomen. Zoals eerder vermeld is in het globale model een sprong te zien in het middenstuk van veld 3, omdat dit deel pas in fase 2 wordt toegevoegd. Wanneer de doorbuiging hiervoor gecorrigeerd wordt, wordt een totale doorbuiging van $180,8 + 15,4 = 196,2$ mm gevonden, wat overeenkomt met de hybride modellen. Er wordt geconcludeerd dat het vervormingsgedrag van de hybride modellen overeenkomt met dat van het globale model.

Ook is er gekeken of het spanningsbeeld er enigszins logisch uit ziet onder een gelijkmatig verdeelde (asfalt)belasting. Wanneer de lokale verstoring in de spanningen genegeerd worden, is de spanning in de onderflens van de hoofdligger in het deel dat met balkelementen is gemodelleerd ca. 10 N/mm^2 aan de linkerzijde en ca. 14 N/mm^2 aan de rechterzijde van de aansluiting met het plaatmodel.



Figuur 152 Spanningen in de onderflens van de hoofdligger in de balkelementen aan weerszijde van het plaatdeel (model D).

In het plaatmodel worden vergelijkbare spanningen gevonden aan de onderzijde van de hoofdligger, ca. $8-10 \text{ N/mm}^2$ aan de linkerzijde en ca. $12-14 \text{ N/mm}^2$ aan de rechterzijde.



Figuur 153 Spanningen in de hoofdligger in de plaatelementen (model D).

Alleen zeer lokaal bij de aansluiting op het balkmodel zijn er wat verstoringen in het plaatmodel zichtbaar, maar dit is al vrij snel niet meer zichtbaar in de spanningen. Wel is er halverwege het model een verstoring in het lijf zichtbaar, deze wordt veroorzaakt door de overgang in de onderflens, waar één van de opdikplaten eindigt. Geconcludeerd wordt dat de grootte van de spanningen correct is in het plaatdeel en dat de verstoring van de overgang balk-element – plaat-elementen alleen zeer lokaal optreedt en al vanaf de eerste dwarsverstijver is verdwenen.

Naast een vergelijking van de spanningen is ook een vergelijking gemaakt tussen de oplegreacties uit de verschillende modellen, zie onderstaande tabel.

Pijler	SCIA [kN]	SCIA zonder bouwfase [kN]	Model A [kN]	Model B [kN]	Model C [kN]	Model D [kN]
F	303	300	303	298	301	301
G	435	452	449	433	444	450
H	1578	1564	1564	1560	1595	1563
J	1580	1566	1566	1567	1559	1565
K	435	452	452	451	455	452
L	302	300	300	300	300	300
Totaal	4633	4634	4634	4610	4654	4631

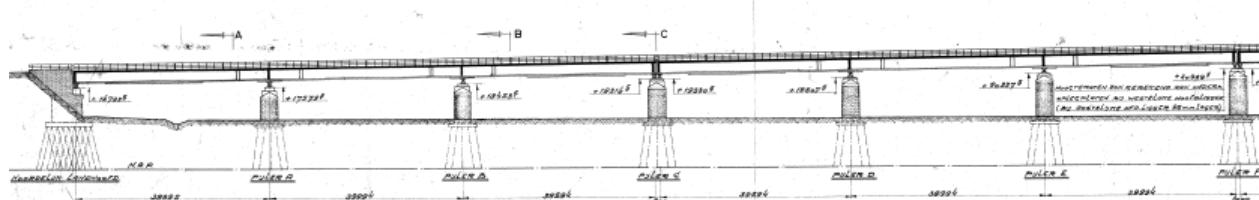
Tabel 57 – Reactiekrachten volgens SCIA in de verschillende modellen.

De oplegreacties komen goed overeen. Geconcludeerd wordt dat de hybride modellen goed werken.

8 Aanbruggen

8.1 Beschrijving van constructie

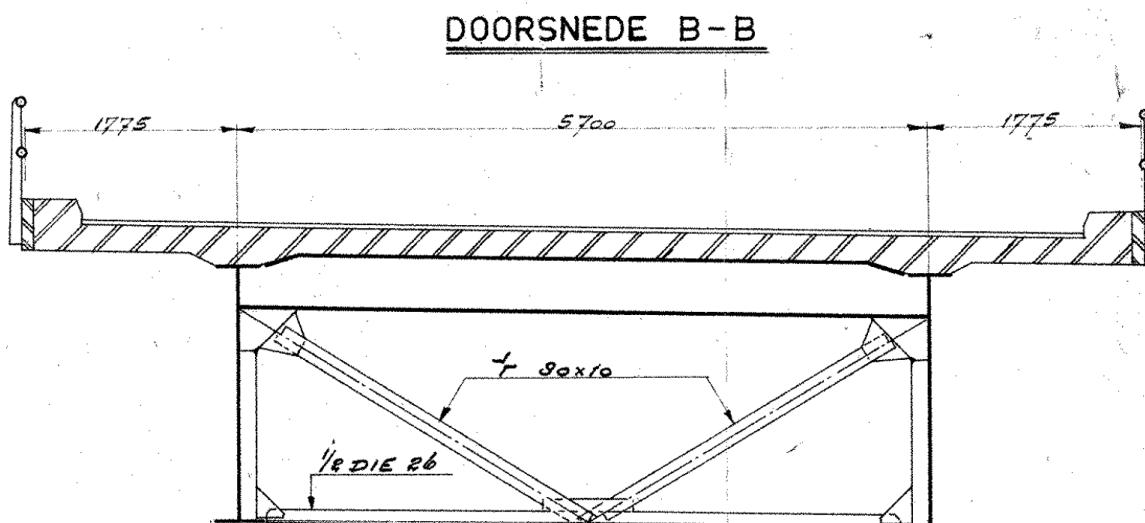
De aanbruggen bestaan per brug (oostelijk/westelijke brug) uit twee bruggen met elk een lengte van 120 m. Elke brug bestaat uit 3 overspanningen van ca. 40 m. De twee aanbruggen zijn symmetrisch ten opzichte van elkaar.



Figuur 154 – Zijaanzicht vanuit Westelijke richting op de aanbruggen [A.22646]

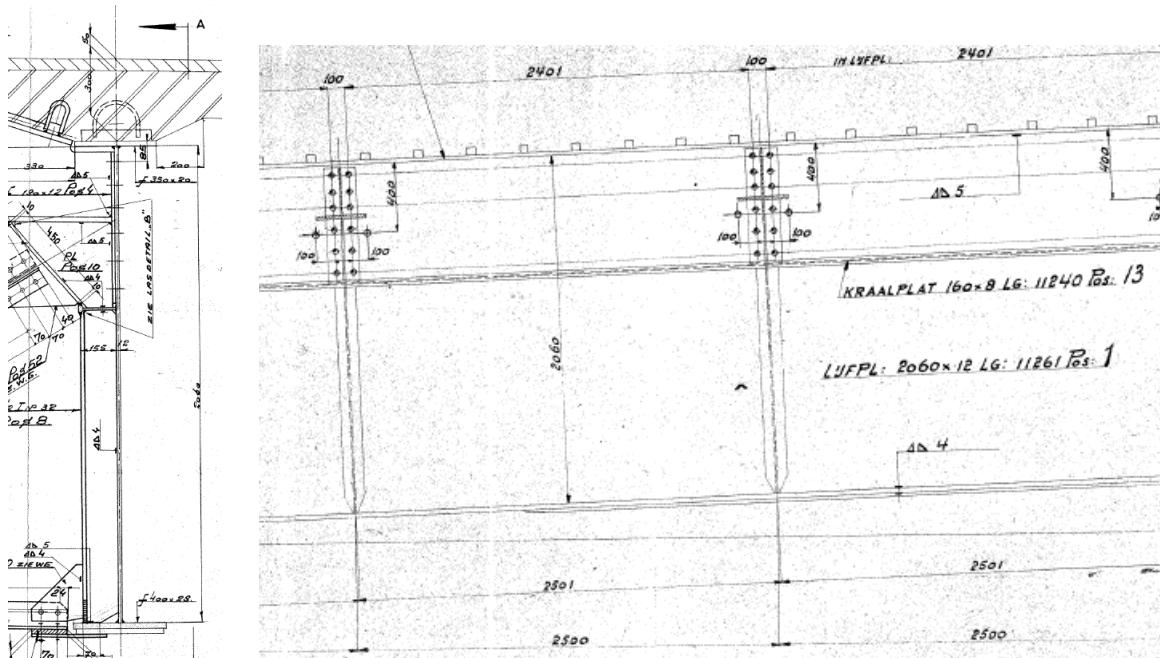
8.1.1 Hoofdliggers

De hoofddraagconstructie bestaat uit twee stalen liggers met hoogte van 2,1 m. De bovenflens van de hoofdliggers is door middel van deuvels verbonden aan het beton rijdek, waardoor er sprake is van een samengestelde staal-betonligger.



Figuur 155 – Doorsneden van één van de aanbruggen.

De hoofdliggers zijn gebouwd uit stalen platen die met behulp van lassen en klinknagels met elkaar verbonden zijn. De bovenflens is gemaakt van een stalen plaat met dikte van 20 mm en een breedte van 350 mm. Voor de onderflens is er bredere (400 mm) en dikkere (28 mm) stalen plaat toegepast. De onderflens wordt tussen Pijler C en D, tussen Pijler E en F en ter plaatse van Pijler D en E verdikt met een extra stalen plaat van 380x20 mm. Het lijf van hoofdligger heeft een dikte van 12 mm en een constante hoogte van 2060 mm. De hoofdligger is verstijfd door middel van horizontale plooiverstijvers (bulbs) en verticale plooiverstijvers (halve INP profielen).

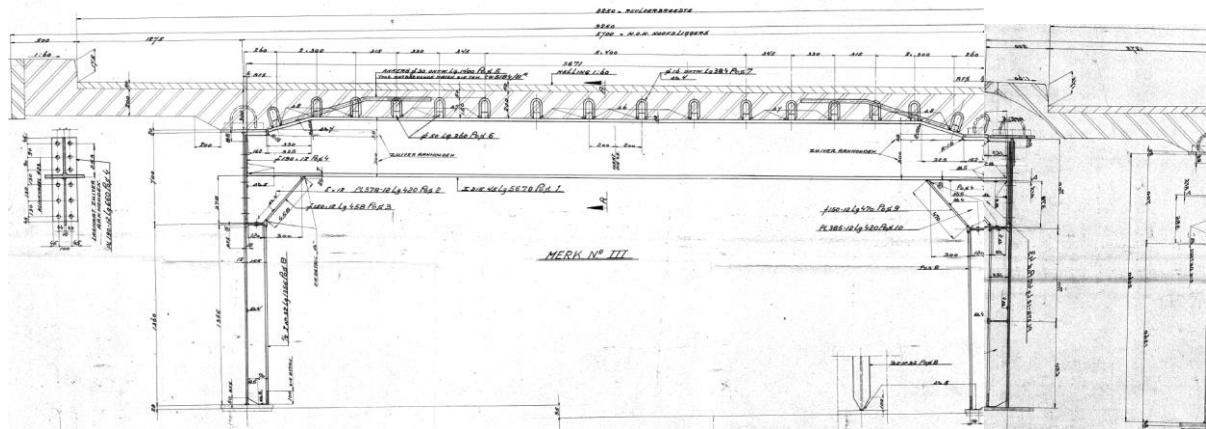


Figuur 156 – Doorsnede en zijaanzicht hoofdlijger met horizontale en verticale plooiverstijvers [A.22650, A.38818]

8.1.2 Dwarsdragers

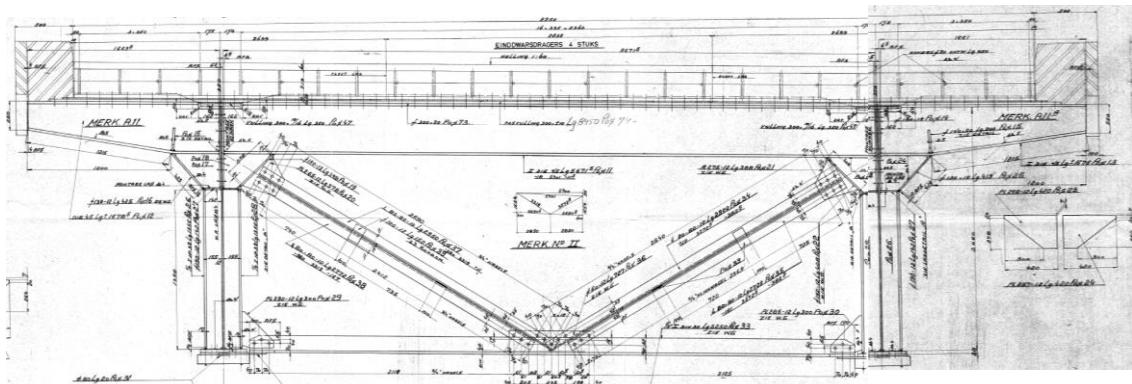
De dwarsdragers zijn DIE 45 profielen, welke ook weer door middel van opgelaste staven vierkant 50 mm met een daaraan gelaste haarspeld Ø16 met het betondek zijn verbonden. De bovenflens van de dwarsdrager loopt door tot het einde van het schuine deel, in het stuk onder de bovenflens van de hoofdlijger ontbreekt de bovenflens van de dwarsdrager.

Net als de hoofdliggers zijn de dwarsdragers samengestelde staal-betonliggers. Er wordt op tekening onderscheid gemaakt in de “normale” dwarsdragers zonder K-verband, “einddwarsdragers” met daaronder een K-verband, “tussendwarsdragers” met daaronder een K-verband en “dwarsdragers met verband boven pijlers” met daaronder een K-verband. Opgemerkt wordt dat deze benaming afwijkt van de hoofdbrug, waar de termen normale dwarsdrager en tussendwarsdrager omgedraaid worden toegepast.

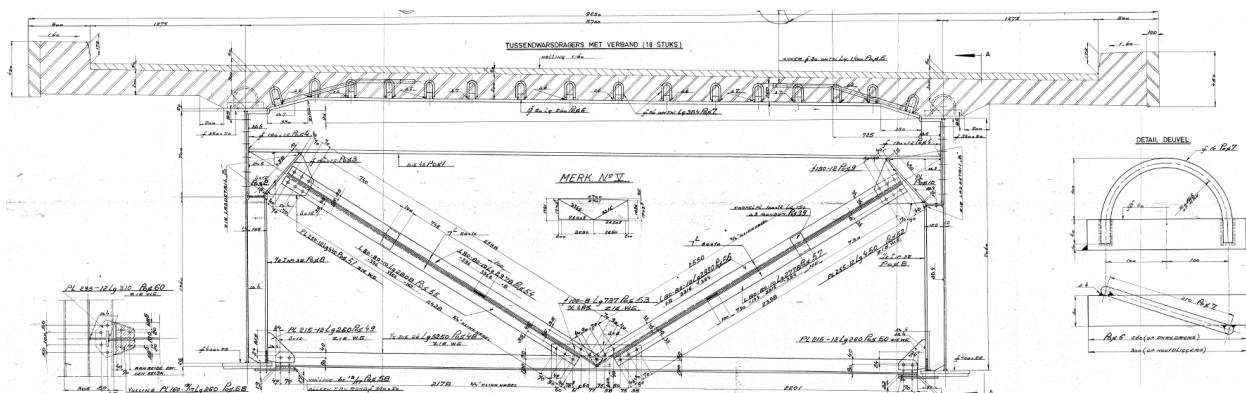


Figuur 157 Normale dwarsdragers [A.22649]

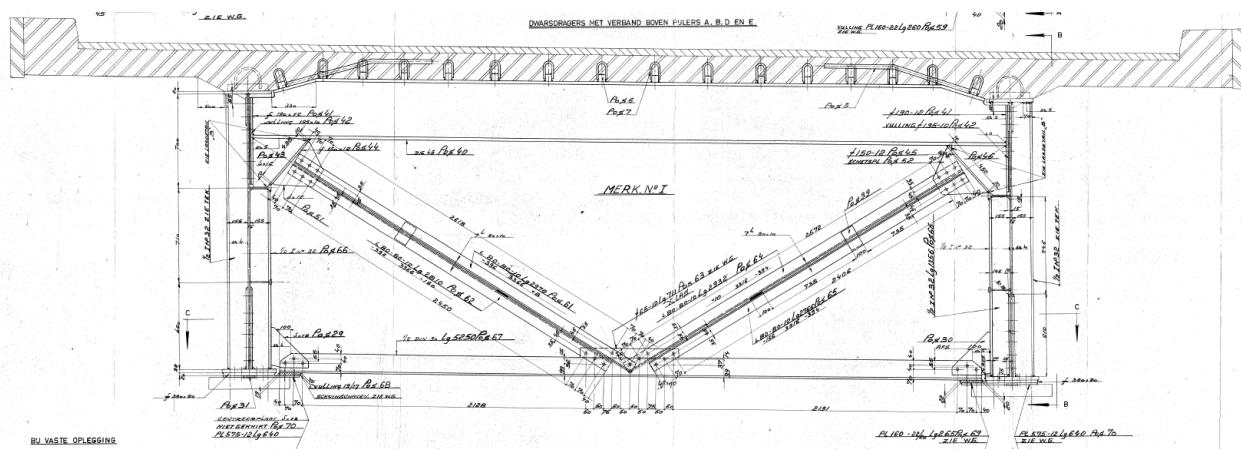
De einddwarsdragers ter plaatse van de voegovergangen lopen door als consoles buiten de hoofdliggers en de bovenflens van deze einddwarsdragers zijn verstrekt met een stalen plaat van 300x20 mm. Bij de eindconsoles neem de hoogte van profiel af van ongeveer 500 mm tot 250 mm op het einde.



Figuur 158 - Einddwarsdragers [A.22649]



Figuur 159 - Tussendwarsdragers [A.22650]



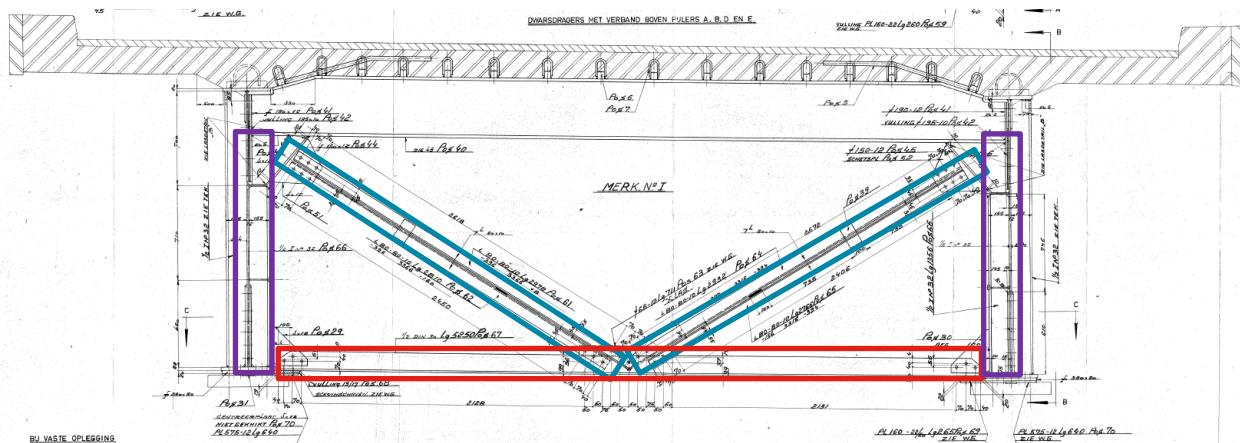
Figuur 160 - Dwarsdragers met verband boven pijlers [A.22650]

De hart-op-hart afstand van dwarsdragers is 2,5 m. De einddwarsdragers zijn momentvast in beide richtingen verbonden met de hoofdligger. De overige dwarsdragers zijn momentvast in het vlak en scharnierend uit het vlak verbonden omdat de bovenflens in het laatste stuk ontbreekt en de onderflens aansluit op het lijf, zonder schotten om momenten om de zwakke as over te brengen.

8.1.3 K-verbanden

De K-verbanden zijn opgebouwd uit de volgende profielen:

- Diagonalen: samengestelde staaf uit twee hoekprofielen (L80x80x10) (blauw);
- Onderrand: Half DIN 30 of DIE26 profiel (rood);
- Verticalen: Twee of één half INP32 profiel (paars).



Figuur 161 - Dwarsdragers met verband boven pijlers [A.22650]

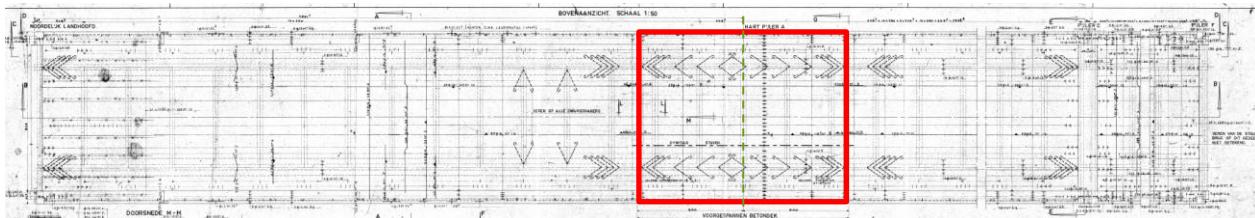
De K-verbanden zijn bij "einddwarsdragers", "tussendwarsdragers" en "dwarsdragers met verband boven pijlers" geplaatst. In onderstaande tabel zijn de profielen weergegeven voor de verschillende K-verbanden. De verschillende staven zijn momentvast met elkaar verbonden, met uitzondering van de diagonalen, welke scharnierend om de zwakke as verbonden zijn met de hoofdlijger en de onderrand.

Dwarsdr	Buitenzijde	Binnenzijde	Diagonaal	Onderrand
Einddwarsdr	1/2 INP32	1/2 INP32	80*80*10	1/2 DIN30
Tussendwarsdr	-	1/2 INP32	80*80*10	1/2 DIE26
Boven pijlers	1/2 INP32	1/2 INP32	80*80*10	1/2 DIN30

Tabel 58 - Overzicht van profielen K-verbanden per dwarsdragers

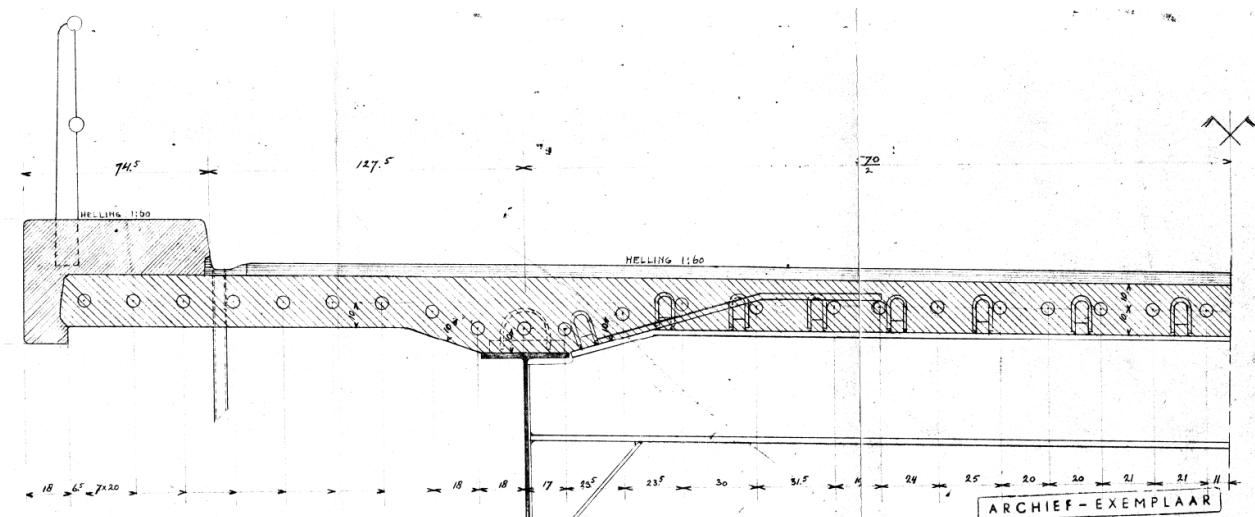
8.1.4 Betondek

Het betondek bestaat uit twee voorgespannen delen ter plaatse van de tussensteunpunten, met elk een breedte van 12 m. Het restende deel van het betondek is gewapend beton.



Figuur 162 – Bovenaanzicht dek aanbruggen met voorgespannen deel in rood [A.27268]

Het betondek heeft een dikte van 200 mm, met een verdikking tot 300 mm ter plaatse van de hoofdliggers. Het betondek is verbonden met de hoofdliggers en dwarsdragers door middel van deuvels. Het beton diende conform bestek een minimale betondruksterkte te hebben van 45 N/mm².



Figuur 163 – Doorsnede dek aanbruggen met positie voorspanning [C.9366]

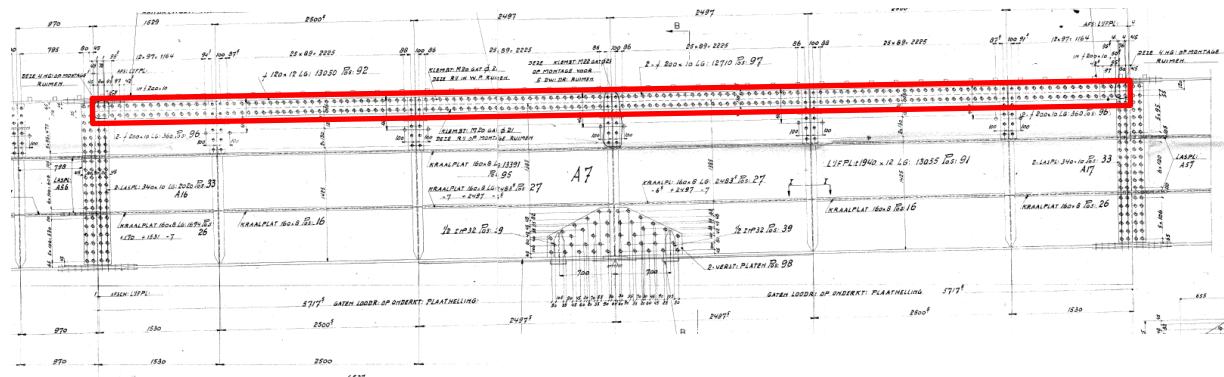
Deuvels

Het betondek is door middel van op de bovenflens gelaste stripplaten vierkant 50 mm met daaraan gelaste "haarspelden" Ø16 mm verbonden met de hoofdliggers en de dwarsdragers (zie Figuur 163).

Daarnaast zijn op het uiteinde van het gewapend beton deel twee maal vier schuine staven vierkant 30 mm (QMc37) aan de bovenflens van de stalen hoofdliggers gelast, via een staalplaat 150x12, zie de V-vormige staven in Figuur 162. Ter plaatse van het voorgespannen deel zijn er aan het einde twee maal drie en vervolgens op gelijke afstand tot het midden nog eens twee maal drie schuine staven toegepast vierkant 30 mm (QMc 37). In dwarsrichting zijn aan de einden van de dwarsdrager één maal dezelfde staven vastgelast aan het schuine deel van de bovenflens.

Voorgespannen beton

Het voorgespannen deel is gestort en gespannen voor het vijzelen. Op het moment van voorspannen is de bovenflens van de hoofdligger (T-stuk) nog niet verbonden met het lijf van de hoofdligger. Hierdoor blijft de voorspanning hoofdzakelijk in het beton en wordt deze niet opgenomen door de staalconstructie van de hoofdliggers (met uitzondering van de bovenflens). Na het voorspannen wordt de bovenflens door middel van bouten verbonden met het lijf.



Figuur 164 – Verbinding bovenflens met lijf t.p.v. voorgespannen beton [A.39074]

Het voorgespannen beton is voorgespannen met rechte Dywidag staven $44\varnothing 26$ mm die op 100 mm vanaf onderzijde betondek liggen. De toegepaste voorspanning is nader toegelicht in paragraaf 6.1.3.

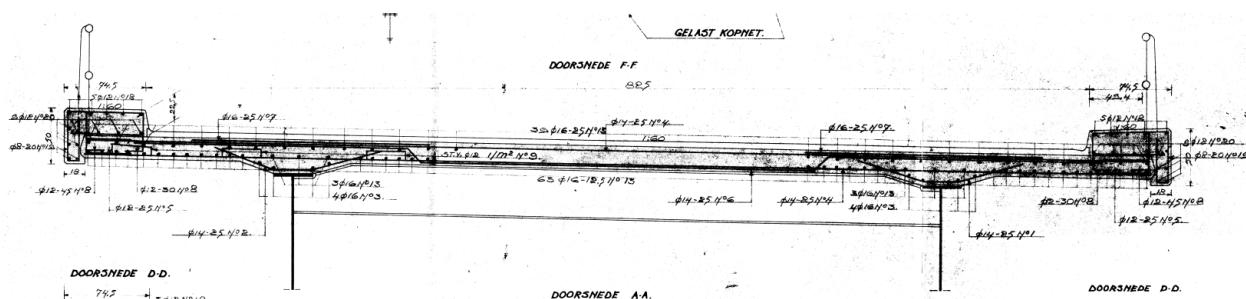
Gewapend beton

Het gewapend betonnen deel is gestort na het vijzelen van de staalconstructie ter plaatse van de tussensteunpunten met 400 mm. Na het uitharden van het gewapend betondeel is de brugconstructie weer afgelaten, zodat er een drukspanning in het beton ontstaat.

Wapening

De (zachtstaal) wapening (QR42) in zowel het gewapende beton als het voorgespannen beton is gelijk uitgevoerd. In langsrichting is $39\varnothing 16-250$ aan bovenwapening toegepast en $69\varnothing 16-125$ als onderwapening. In dwarsrichting is $\varnothing 14-250$ boven en onder toegepast plus $\varnothing 14-250$ die in het veld aan de onderzijde van het dek ligt en voor de steunpunten (hoofdliggers) afgebogen is naar de bovenzijde.

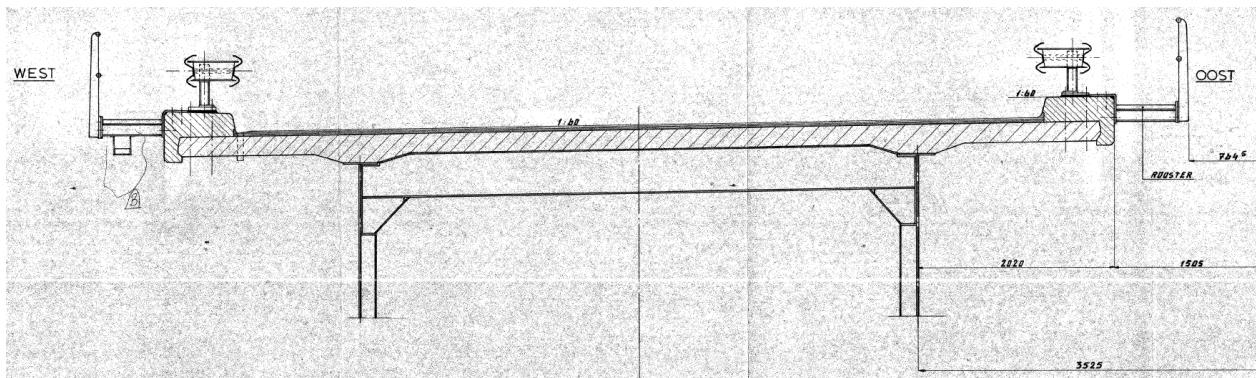
Ter plaatse van de ribben is aanvullend in langsrichting $4\varnothing 16$ toegepast, in dwarsrichting onder $\varnothing 14-250$ en boven $\varnothing 16-250$.



Figuur 165 – Wapening betondek [A.23359]

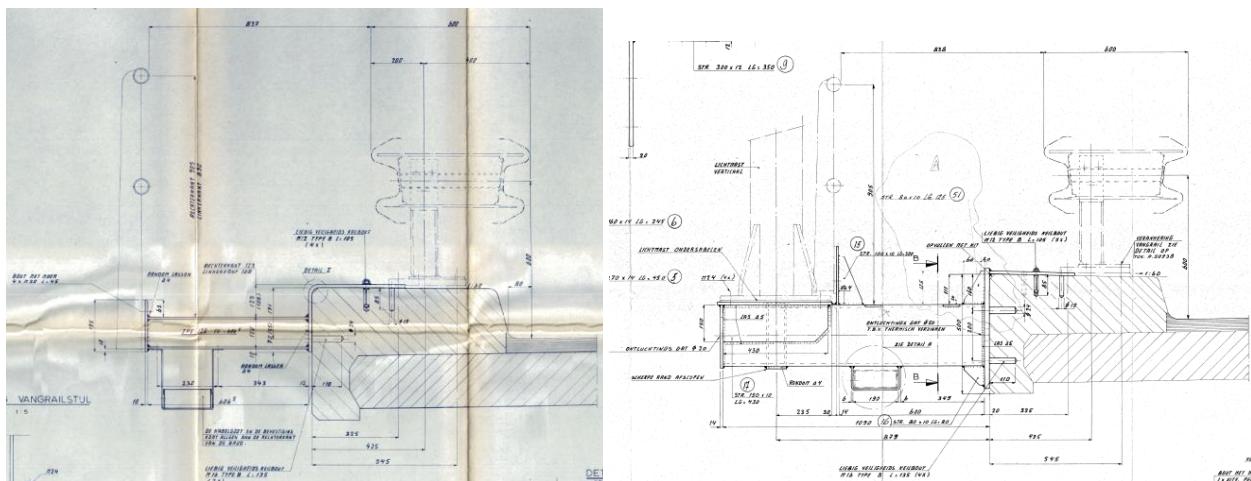
8.1.5 Verlengde consoles

Rond 1975 zijn de consoles aan beide zijden verlengd, om ruimte te maken voor een inspectiepad achter de voertuigkering.



Figuur 166 – Doorsneden van één van de aanbrug met consoles voor inspectiepad [A.50937]

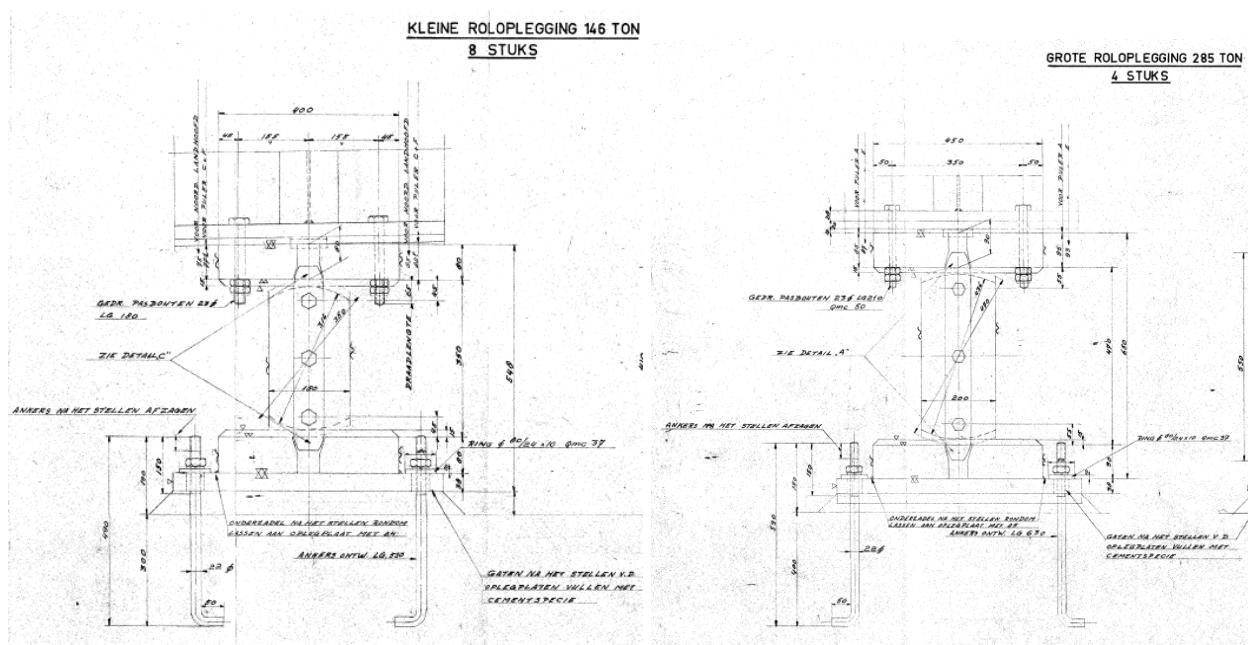
De brug is verbreed met twee typen consoles, normale consoles (IPE 120), die enkel het inspectiepad en de leuning dragen, en "versterkte" consoles (koker 260x260x11), die ook een lichtmast dragen. De inspectiepaden zijn door middel van keilbouten verbonden met de betonnen schampkanten.



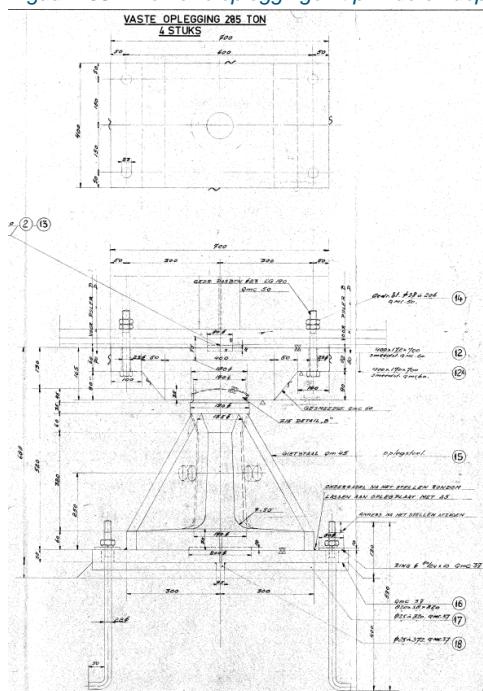
Figuur 167 – Normale console (links) [A.50928-C] en versterkte console (rechts) [A.50939]

8.2 Opleggingen

De opleggingen van de aanbruggen zijn vergelijkbaar met de hoofdbrug. De vaste opleggingen van de eerste aanbrug bevinden zich ter plaatse van pijler B, van de tweede aanbrug ter plaatse van pijler D. De overige opleggingen zijn in langsrichting rolopleggingen (pendels) [A.22656]. Volgens tekening wordt onderscheid gemaakt in "kleine rolopleggingen" ter plaatse van de eindopleggingen en "grote rolopleggingen" ter plaatse van de tussenopleggingen. De kleine opleggingen hebben een capaciteit van 146 ton, de grote rolopleggingen hebben een capaciteit van 285 ton. De vaste opleggingen zijn ontworpen voor de capaciteit van 285 ton.



Figuur 168 - Kleine roopleggingen t.p.v. de eindopleggingen, grote roopleggingen t.p.v. tussenopleggingen [A. 22656]



Figuur 169 - Vaste opleggingen t.p.v. pijler B en D [A.22656]

De pendels zijn uitgevoerd met nokken, zodat de brug niet in dwarsrichting kan verplaatsen. Er is geen capaciteit van de oplegging in horizontale richting gegeven op tekening. Wel is er in de NET-berekening [BBV0010-01] een herberekening gemaakt, waaruit een capaciteit valt af te leiden. Hierop wordt verder ingegaan in de berekeningrapportage.

8.3 Materiaaloverzicht

In onderstaande tabel zijn de materialen weergegeven die in de aanbruggen zijn toegepast, met een verwijzing naar de bron.

Onderdeel	Bron westelijke brug	Bron oostelijke brug	Materiaal
Hoofdliggers			
Hoofdliggers	A.39071 t/m A.39076	A.38818 t/m A.38823	LQMc 52
Verticale verstijvers	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Horizontale verstijvers	A.39071 t/m A.39076	A.38818 t/m A.38823	LQMc 52
Klinknagels	A.39071 t/m A.39076	A.38818 t/m A.38823	LQMC 34 en LQMC 42
Dwarsdragers/consoles			
Dwarsdragers/consoles	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Verlengde consoles	A.50928-C en A.50939	A.50928-C en A.50939	Fe 360
Klinknagels	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 34
Pasbouten	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 50
K-verbanden			
Verticalen	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Onderrand	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Diagonalen	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Verbindingsplaten	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 37
Klinknagels	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 34
Pasbouten	A.39077 en A.39078	A.22649 en A.22650	QM 50
Opleggingen			
Rolopleggingen	A.39084	A.22656	Stelten smeedstaal QM 60
Vaste oplegging	A.39084	A.22656	Gietstaal QM 45 en Smeedstaal QM 60
Tandstukken	A.39084	A.22656	St QM 37

Tabel 59 - Overzicht materialen in de constructie

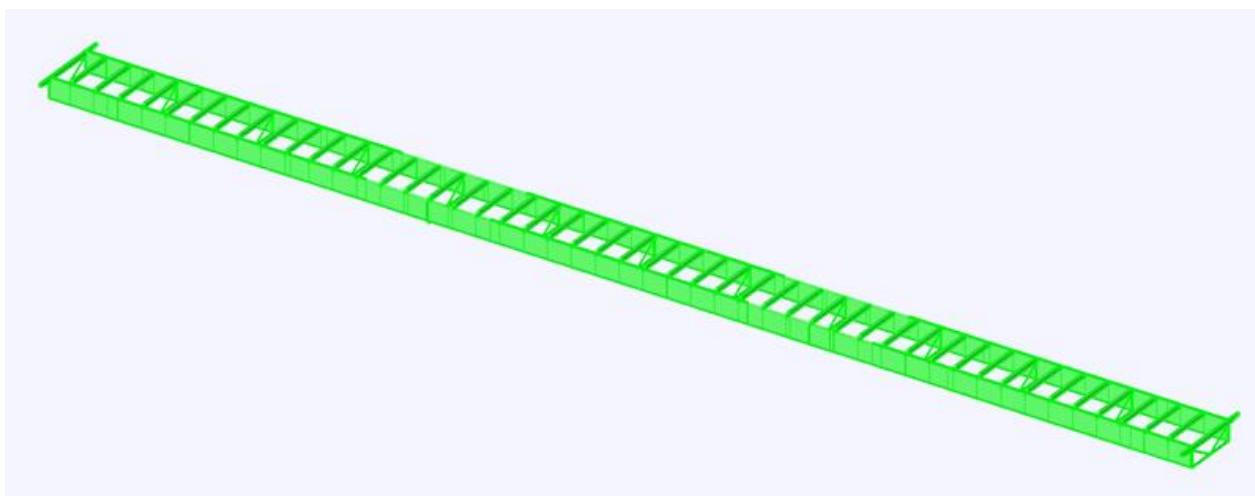
8.4 Modellering van aanbruggen

8.4.1 Gemodelleerde brug

De twee aanbruggen zijn nagenoeg identiek. De belangrijkste verschillen zijn de positie van de vaste oplegpunten en de lengte van het eerste en laatste veld. Wanneer de bruggen spiegelsymmetrisch worden beschouwd ten opzichte van de voegovergang tussen beide aanbruggen, dan zijn de bruggen echter nagenoeg gelijk. Er zit een (zeer) klein verschil in lengte van een van de velden, waarbij de tweede aanbrug 6 mm langer is als de eerste aanbrug. Er is daarom één model gemaakt van voor beide aanbruggen, uitgaande van de geometrie van de 2^e aanbrug. Voor de vermoeiingsberekeningen wordt onderscheid gemaakt tussen de westelijke en de oostelijke brug qua aantal vrachtwagens per rijstrook. Hierbij wordt wel gebruik gemaakt van hetzelfde eindige elementen model.

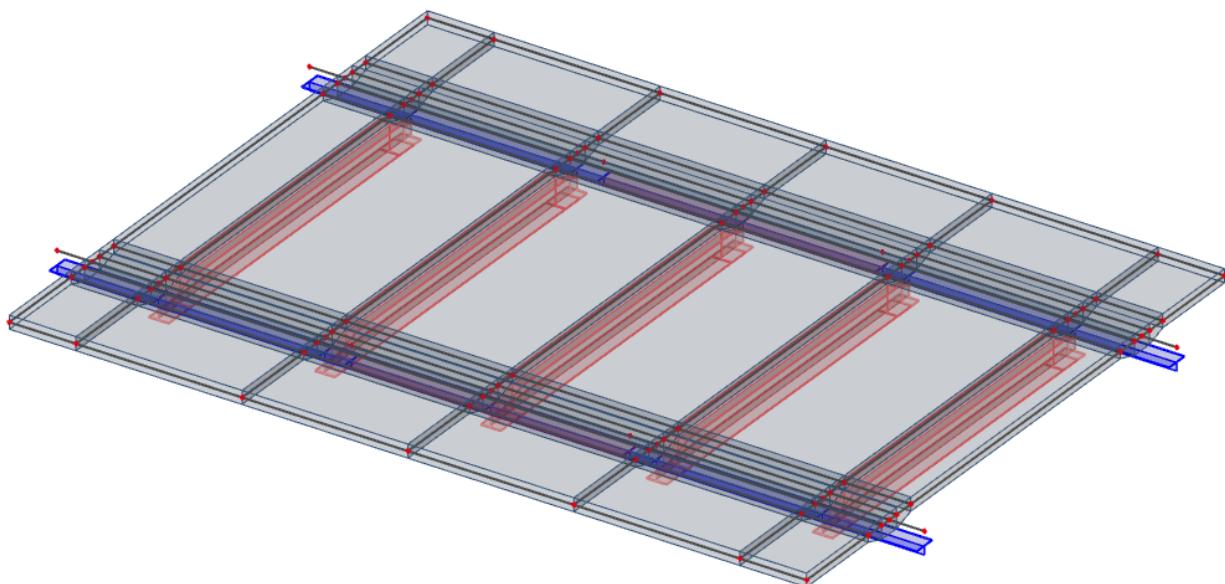
8.4.2 Bouwfasing

In het model zijn 11 bouwfases toegepast, zoals toegelicht in paragraaf 5.1. In fase 1 en 2 is alleen de staalconstructie aanwezig, waarbij in fase 1 het eigen gewicht van de staalconstructie in rekening wordt gebracht en in fase 2 het stortgewicht van het voorgespannen beton. In deze fase is de bovenflens van de hoofdlijger ter plaatse van de tussensteunpunten niet aanwezig. Het gewicht van dit T-stuk, alsmede de verbindingsmiddelen en platen die niet in het model zijn meegenomen zijn in rekening gebracht als een toeslag op de soortelijke massa (per doorsnede). Deze toeslag is bepaald in Bijlage M.



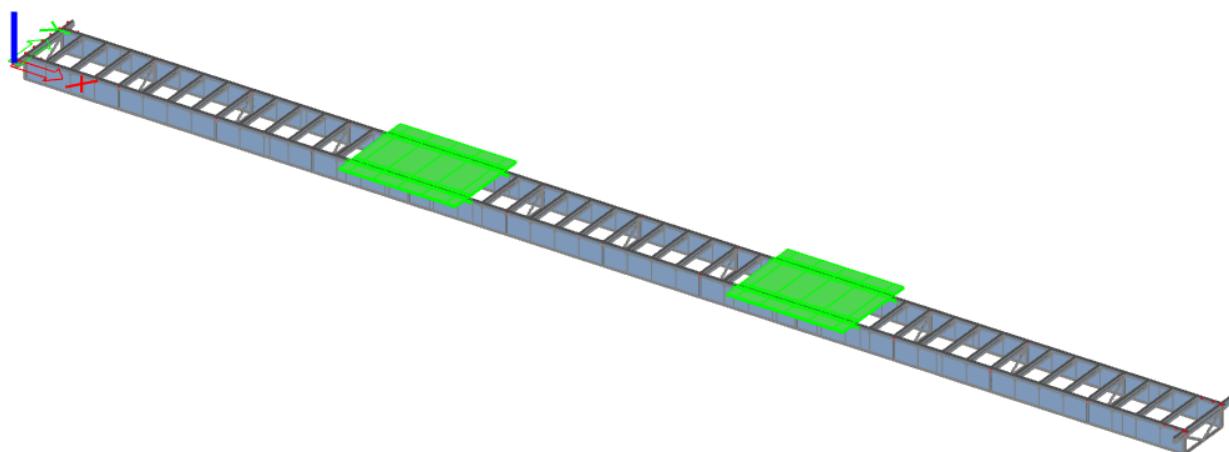
Figuur 170 – Bouwfase 1 en 2 – staalconstructie + stortgewicht voorgespannen beton

Fase 3, het voorspannen van het betonnen dek wordt in een apart model berekend, omdat het niet mogelijk was dit in één model te combineren. Hiervoor is een model van alleen het voorgespannen betondek met bovenflens van de hoofdligger en de dwarsdragers gemaakt. Met dit model wordt de spanning in de bovenflens (T-stuk) en in het betondek bepaald. De resultaten hiervan worden in de toetsing gecombineerd met de resultaten van het globale model. De eigenschappen van het beton worden toegelicht in Tabel 60.



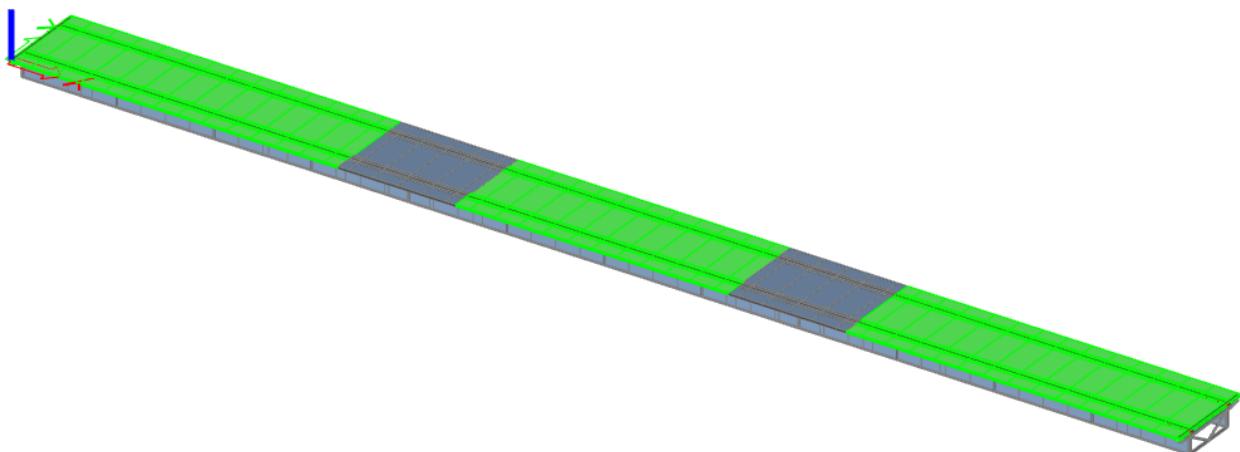
Figuur 171 – Bouwfase 3 – voorspannen betondek

In fase 4 (vijzelen) en fase 5 (stortgewicht gewapend betonnen dek) is het voorgespannen beton toegevoegd aan het model (groen weergegeven), maar is het gewapende beton nog niet aanwezig. Ook wordt in deze fase de bovenflens van de hoofdligger aan de doorsnede toegevoegd, inclusief de twee verbindingsplaten aan weerszijde van het lijf.



Figuur 172 – Bouwfase 4 en 5 – vijzelen en stortgewicht gewapend betondek

In fase 6 wordt vervolgens het gewapend betonnen dek aan het model toegevoegd. Met dit model worden de belastinggevallen afvijzelen, asfaltverharding, overige permanente belastingen, krimp en kruip en voorspanverliezen in rekening gebracht.



Figuur 173 – Bouwfase 6 en verder – afvijzelen, asfaltverharding, overige permanente belastingen, krimp en kruip en voorspanverliezen

Naast de boven genoemde veranderingen in de constructie is er in elke fase een andere stijfheid van het betondek toegepast, in verband met het in rekening brengen van de effecten van kruip, conform NEN-EN 1994-2. Hierop zal verder worden ingegaan bij de beschrijving van de modellering van het betondek (paragraaf 8.4.7).

8.4.3 Hoofdliggers

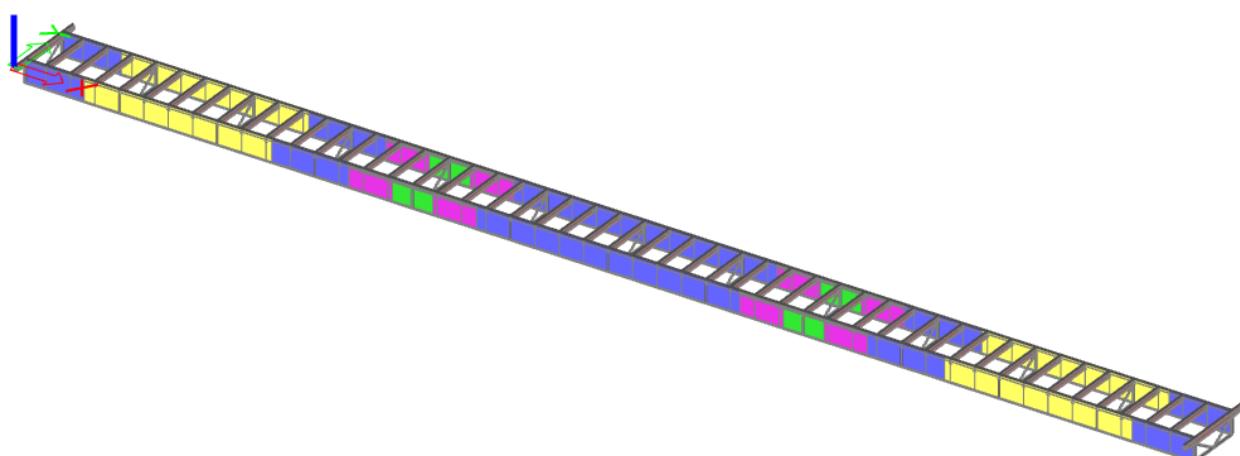
De hoofdligger is geschematiseerd als excentrisch balk onder het betonnen brugdek. Hierbij is onderscheid gemaakt in de delen met of zonder extra plaat op de onderflens en tussen de delen ter plaatse van het voorgespannen betondek en ter plaatse van het gewapende betondek.

Blaauw: zonder extra flensplaat, t.p.v. gewapend betondek

Geel: met extra flensplaat, t.p.v. gewapend betondek

Roze: zonder extra flensplaat, t.p.v. voorgespannen betondek

Groen: met extra flensplaat, t.p.v. voorgespannen betondek



Figuur 174 - Staal constructie aanbruggen

Voor de hoofdlijker ter plaatse van het voorgespannen betondek is rekening gehouden met de bouwfasering, waarbij in bouwfase 1 en 2 het T-stuk van de bovenflens niet aanwezig is. In bouwfase 4 wordt deze pas in de doorsnede toegevoegd, alsmede de twee strippe die de verbinding tussen bovenflens en lijf vormen.

Het lijf van hoofdlijker is in langsrichting verstijfd met horizontale bulbs ter plaatse van het voorgespannen betondek en met verticale verstijvers (1/2 DIN 32) bij elke dwarsdrager. Deze verstijvers dienen als plooiverstijvers voor het lijf. Voor het model zijn deze verstijvers verwaarloosd en worden deze alleen meegenomen bij de toetsing van de plooistabiliteit van het lijf.



Figuur 175 Doorsneden van hoofdlijkers.

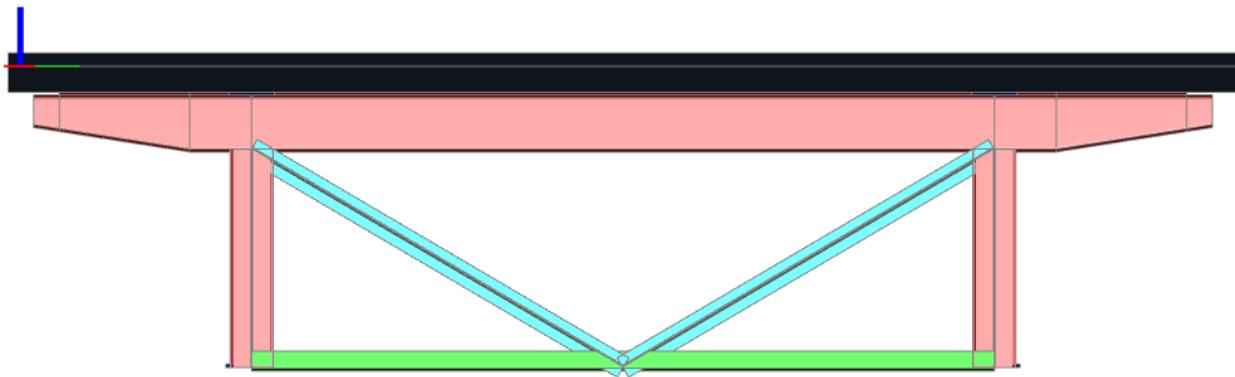
8.4.4 Dwarsdragers

Dwarsliggers zijn gemodelleerd als excentrische balkelementen (I DIE 45) die verbonden zijn met het betondek. De doorsnede van de normale dwarsliggers hebben ter plaatse van de betonrib een aflopende hoogte. Ter plaatse van het deel onder de bovenflens van de hoofdlijker ontbreekt de bovenflens van de dwarsdrager (paars weergegeven).



Figuur 176 – Normale dwarsdragers

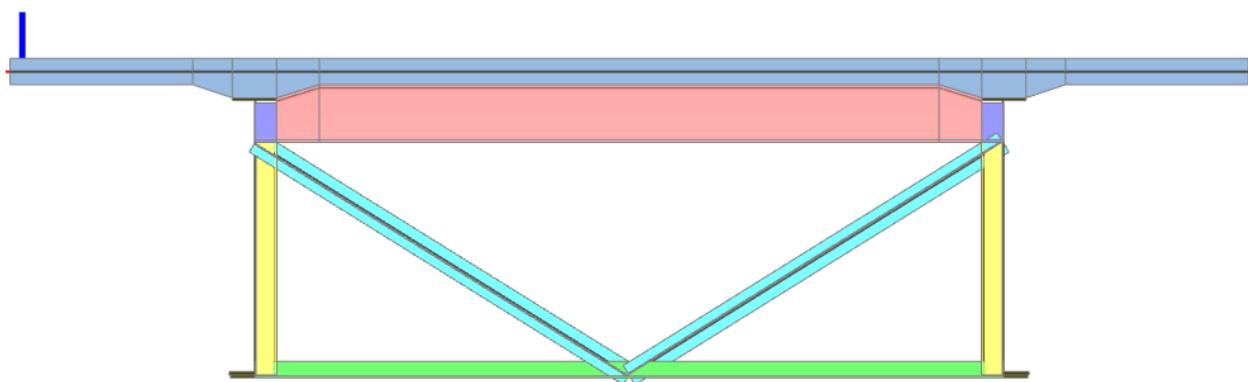
Ter plaatse van de einddwarsdrager zijn de dwarsliggers verlengd met een console met een variabele doorsnede. Hier heeft het betondek een constante dikte en is de hoogte van de dwarsdrager (tussen de hoofdliggers) constant.



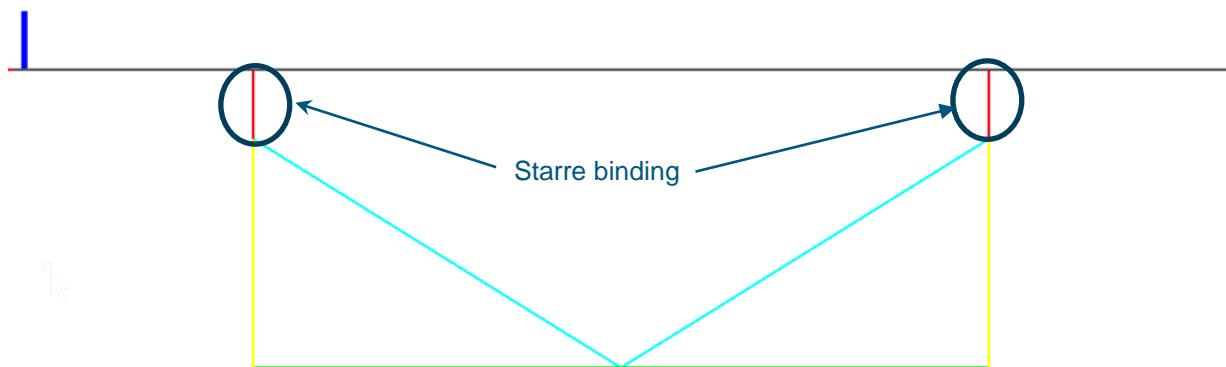
Figuur 177 – Einddwarsdrager

8.4.5 K-verbanden

Volgens de tekeningen [A.22649] en [A.22650] kruisen de zwaartelijnen van de diagonalen van het K-verband het lijf van de hoofdliggers ter plaatse van de onderrand van de dwarsdrager. Vergelijkbaar als bij de hoofdbrug zijn hiervoor starre bindingen aangebracht tussen de systeemlijn van de hoofdligger en de diagonalen van het K-verband. De verticale verstijvers op het lijf van de hoofdligger maken onderdeel uit van het K-verband en zijn daarom mee gemodelleerd. De stijfheid van de verticalen zijn in het vlak van het lijf van de hoofdligger oneindig stijf aangehouden.



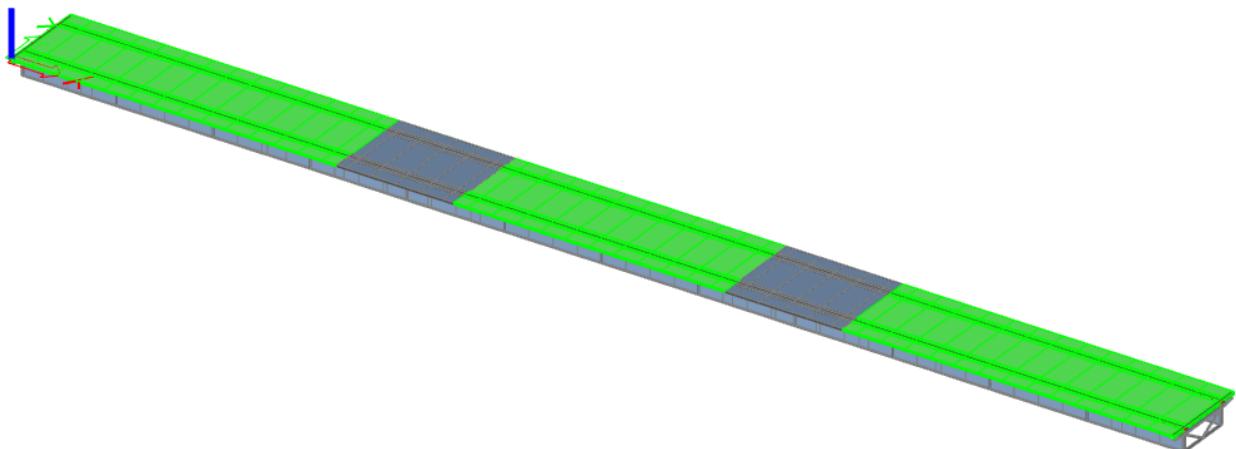
Figuur 178 – Aanzicht K-verband



Figuur 179 - Starre bindingen K-verbanden

8.4.6 Betondek

Het betondek bestaat uit twee delen, voorgespannen betondekken en gewapend betondekken. De voorgespannen betondekken hebben een lengte van 12 m ter plaatse van de tussensteunpunten (grijs weergegeven). De gewapend betondekken zijn groen weergegeven.



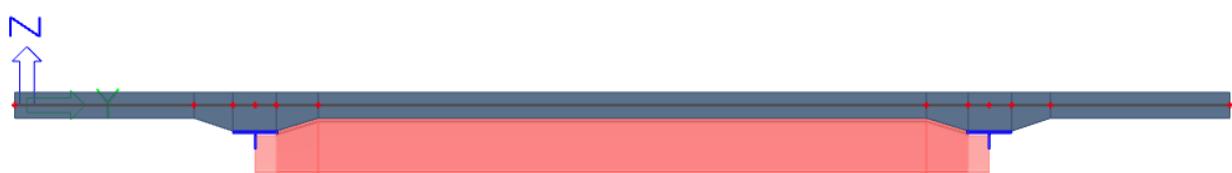
Figuur 180 – Gewapend betondek (groen) en voorgespannen betondek (grijs)

De systeemlijn van het betondek is in het hart van de plaat ($t= 200 \text{ mm}$) gelegd. Ter plaatse van de hoofdliggers heeft het betondek een verdikking naar 300 mm. De hoofdliggers en dwarsdragers zijn excentrisch aan het betondek verbonden.



Figuur 181 – Doorsnede over het betondek (globaal model)

Tijdens het voorspannen is de bovenflens van de hoofdligger nog niet verbonden met het lijf. Zoals beschreven bij de bouwfasering is hiervoor een los model gemaakt, waarbij alleen de T-stukken van de bovenflens aanwezig zijn. Ook zijn de dwarsdragers aanwezig, echter deze zijn (nog) niet verbonden met de (bovenflens) van de langsligger. Hiertoe zijn aan het einde van de dwarsdrager alle vrijheidsgraden losgelaten tussen hoofdligger en dwarsdrager.



Figuur 182 – Doorsnede over het betondek (model Bouwfase 3)

8.4.7 Stijfheid beton

Overeenkomstig artikel 5.4.2.3 van NEN-EN 1994-2 zal eerst een berekening van de constructie worden gemaakt met ongescheurd beton onder de karakteristieke belastingcombinatie. Indien de trekspanning onder deze combinatie in de uiterste vezels groter is dan tweemaal de sterkte f_{ctm} , zal de stijfheid worden gereduceerd voor gescheurd beton. Vooralsnog wordt verwacht dat het beton ongescheurd blijft.

De ongescheurde stijfheid van het betondek is bepaald conform NEN-EN 1994-2, art. 5.4.2.2. Hierbij dient voor de verschillende permanente belastingen een andere stijfheid aangehouden te worden, waarbij de invloed van kruip in rekening is gebracht. Deze stijfheid hangt af van het tijdstip van belasten (t_0) en de ouderdom van het beton op het beschouwde moment (t). Daarnaast hangt de stijfheid ook af van het type belasting ($\psi_L = 1,1$ voor permanente belastingen, $\psi_L = 0,55$ voor primaire en secundaire effecten door krimp en $\psi_L = 1,5$ voor voorspanning door opgelegde vervormingen).

Het tijdstip van belasten is overeenkomstig [BBV-0010-00] aangehouden. Hierin wordt uitgegaan van vijzelen na 28 dagen, afvijzelen na 3 maanden, verharding en schampkanten 1 a 2 maanden na afvijzelen. Het gewapend betondek is op het moment van afvijzelen ongeveer 28 dagen oud.

De stijfheden zijn bepaald in Bijlage N, waarbij uitgegaan wordt van $t = 100$ jaar. Voor de bepaling van de voorspanning (fase 3) wordt uitgegaan dat er is voorgespannen na 21 dagen en dat de bovenflens 3 dagen later aan het lijf wordt verbonden (aanname). Voor de veranderlijke belastingen wordt uitgegaan van de korte duur stijfheid van beton. In onderstaande tabel zijn de stijfheden samengevat voor zowel het voorgespannen als het gewapend beton.

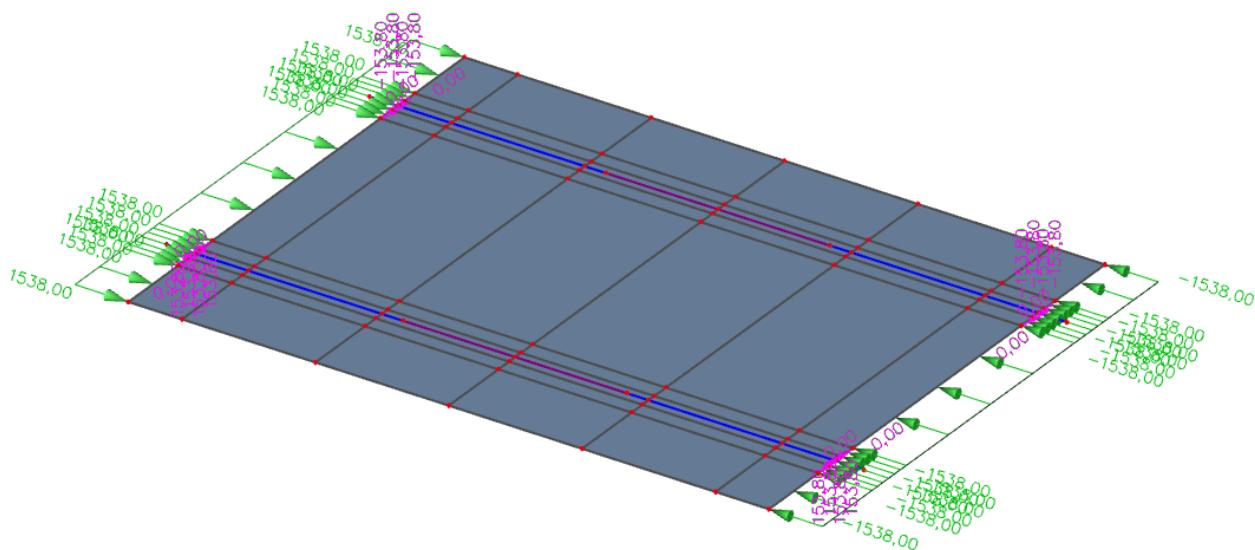
Fase	Belastinggeval	Voorgespannen beton				Gewapend beton		
		ψ_L	t_0	n_L	E_{fic}	t_0	n_L	E_{fic}
Fase 1	Eigen gewicht staal	-	-	-	-	-	-	-
Fase 2	Stortgewicht voorgespannen betondek	-	-	-	-	-	-	-
Fase 3	Voorspanning	1,1	21	9	23700	-	-	-
Fase 4	Vijzelen	1,5	28	23	9300	-	-	-
Fase 5	Stortgewicht gewapend betondek	1,1	60	16	12800	-	-	-
Fase 6	Aflaten	1,5	90	19	11000	28	23	9300
Fase 7	Asfaltverharding	1,1	120	15	13900	60	16	12800
Fase 8	Overige permanente belastingen	1,1	120	15	13900	60	16	12800
Fase 9	Krimp en kruip	0,55	1	20	10400	1	20	10400
Fase 10	Voorspanverlies	1,1	21	19	11000	21	19	11000
Fase 11	Veranderlijke belastingen				33000			33000

Tabel 60 – Aangehouden stijfheden beton in de verschillende bouwfasen

In dwarsrichting kan er met name bij de uitkraging scheurvorming optreden en zou dus gerekend mogen worden met een lagere stijfheid in dwarsrichting. Vooralsnog is dit niet in rekening gebracht, omdat dit als nadeel heeft dat er niet met variabele hoogte van het betondek gerekend kan worden. Bovendien zal de krachtsafdracht nauwelijks veranderen, omdat de belasting op de uitkraging maar in één richting afgedragen wordt, naar de hoofdlijger. Er zijn namelijk onder de uitkraging geen consoles aanwezig (met uitzondering van de einddwarsdrager).

8.4.8 Voorspanning

De voorspanning wordt in het lokale model aangebracht (33 ton per kabel). Deze is ingevoerd als een lijnlast over de breedte van het dek (groen weergegeven) plus een lijnmoment ter plaatse van de rib (roze weergegeven), vanwege de excentriciteit van de voorspanning. In de rib is deze excentriciteit 100 mm. In het schuine deel loopt deze lineair af tot 0 mm ter plaatse van het dunste deel.



Figuur 183 – Voorspanning (model Bouwfase 3)

De verliezen (10%) worden in rekening gebracht op het globale model, door een tegengestelde lijnlast en lijnmoment.

8.4.9 Vijzelen en afslaten

De constructie wordt ter plaatse van de tussensteunpunten gevijzeld en later weer afgelaten. Hiervoor is een opgelegde vervorming van 400 mm toegepast ter plaatse van de tussensteunpunten.



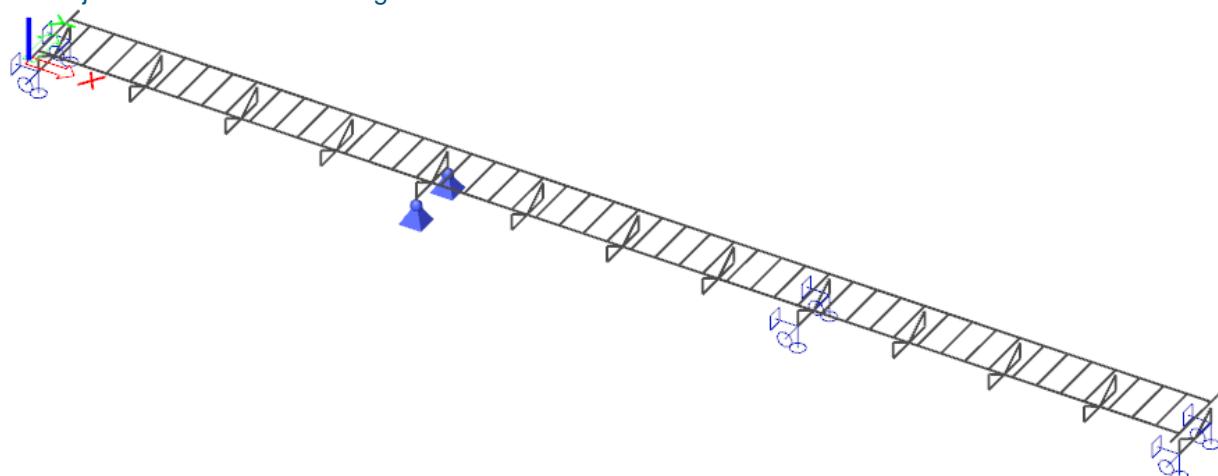
Figuur 184 – Vervorming gevijzelde constructie

8.4.10 Krimp en kruip

De krimp en kruip van het betondek wordt in bouwfase 9 in rekening gebracht en wordt gemodelleerd door een opgelegde rek op het betondek aan te brengen.

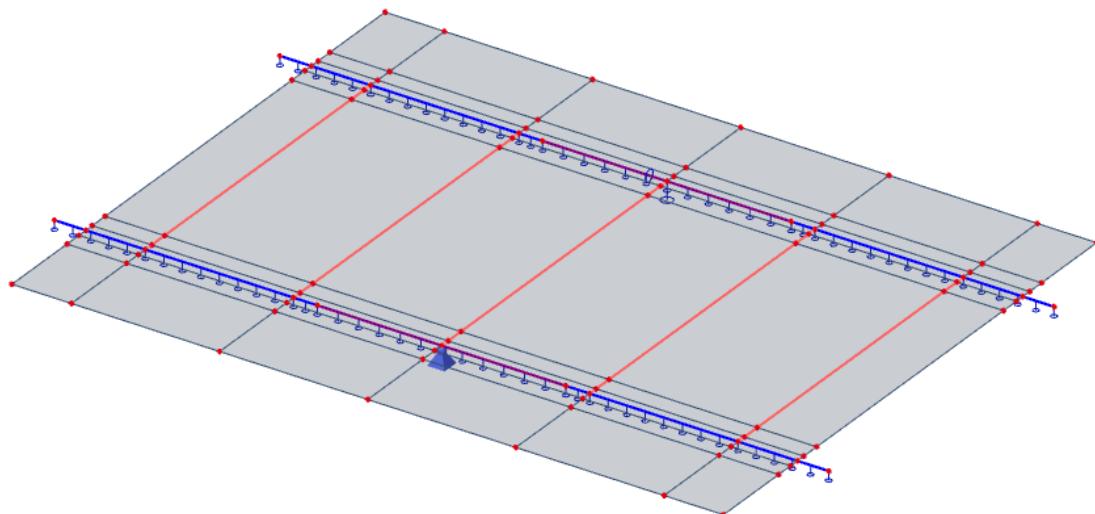
8.4.11 Opleggingen

De hoofdliggers van de aanbruggen zijn elk ondersteund met 4 opleggingen. Volgens tekening [A.22656] zijn er drie rolopleggingen in langrichting en één scharnierende vaste oplegging gebruikt voor elke hoofdligger. In dwarsrichting wordt de brug vastgehouden door de vaste oplegging en door wrijving van de overige opleggingen. De scharnierende vaste opleggingen zijn gemodelleerd zodat de verplaatsingen in X-, Y- en Z-richting zijn verhinderd en de rotaties zijn vrijgelaten. De rol-opleggingen zijn zodanig geschematiseerd dat zij de verplaatsing in dwarsrichting (Y) en verticale (Z) richting verhinderen. Ook is de rotatie in het vlak van het portaal verhinderd. Dit is een juiste aanname zolang de oplegging onder de verticale oplegreactie in combinatie met de bijbehorende horizontale oplegreactie en het bijbehorend moment grotendeels onder druk blijft. Dit is gecontroleerd in paragraaf 8.5. De opleggingen zijn aan de onderzijde van de K-verbanden gemodelleerd.



Figuur 185 – Opleggingen aanbruggen

Het lokale model is tijdens het voorspannen ondersteund door het lijf van de hoofdligger. De oplegging van het lokale model is daarom een lijnvormige ondersteuning over de lengte van de hoofdligger. Vooraf is met een apart model gecontroleerd dat de opbuiging door het voorspannen minimaal is en aanzienlijk kleiner als de terugbuiging door het eigen gewicht, wanneer de ligger alleen in het midden ondersteund zou zijn.



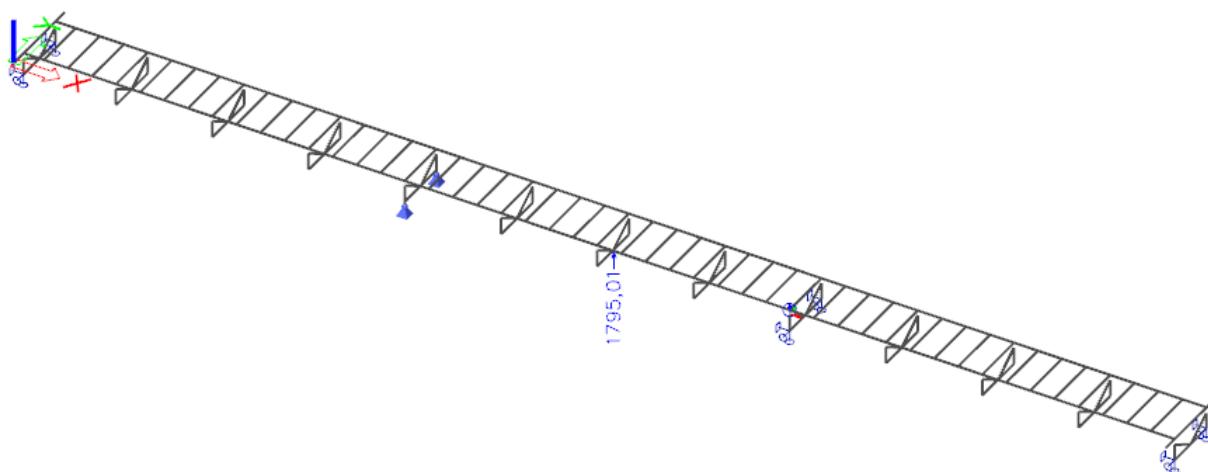
Figuur 186 – Opleggingen lokaal model

8.5 Validatie

Het model van de aanbruggen is gevalideerd met een vergelijking van de doorbuigingen en de reactiekrachten ten gevolge van het eigen gewicht van de staalconstructie. Daarnaast is de vervorming beoordeeld onder een gelijkmatig verdeelde belasting en asymmetrische belastingen.

Resultaten oplegreacties t.g.v. eigen gewicht staal

De resultante van de oplegreacties ten gevolge van het eigen gewicht van de staalconstructie is vergeleken met de gewichten volgens de renvooistaten. Volgens de renvooistaten [1903 map 4B] heeft de staalconstructie een gewicht van 1729 kN (exclusief opleggingen en inspectiepaden, inclusief voegovergangen). In de SCIA berekening wordt een resultaat van 1795 kN gevonden. Het verschil (4%) wordt als voldoende nauwkeurig beschouwd.



Figuur 187 - Resultante reactiekrachten t.g.v. eigen gewicht staalconstructie

Oplegreacties t.g.v. eigen gewicht staal

De oplegreacties zijn gecontroleerd met behulp van een handsom en de ontwerpberekening. Voor de handsom is uitgegaan van een ligger op 4 steunpunten met een gelijke overspanning van 40 m. De ligger wordt belast door $1795 \text{ kN}/(2 \times 120 \text{ m}) = 7,48 \text{ kN/m}$.

Met behulp van vergeet-me-nietjes kunnen de oplegreacties bepaald worden.

$$R_{\text{eind}} = 0.4 \cdot q \cdot L = 0.4 \cdot 7.48 \cdot 40 = 120 \text{ kN}$$

$$R_{\text{tussen}} = 1.1 \cdot q \cdot L = 1.1 \cdot 7.48 \cdot 40 = 329 \text{ kN}$$

Daarnaast zijn de oplegreactie ook vergeleken met de ontwerpberekeningen [Map BBV-0010-00]. Hierin worden de volgende oplegreacties bepaald voor fase 1 (montage staalconstructie).

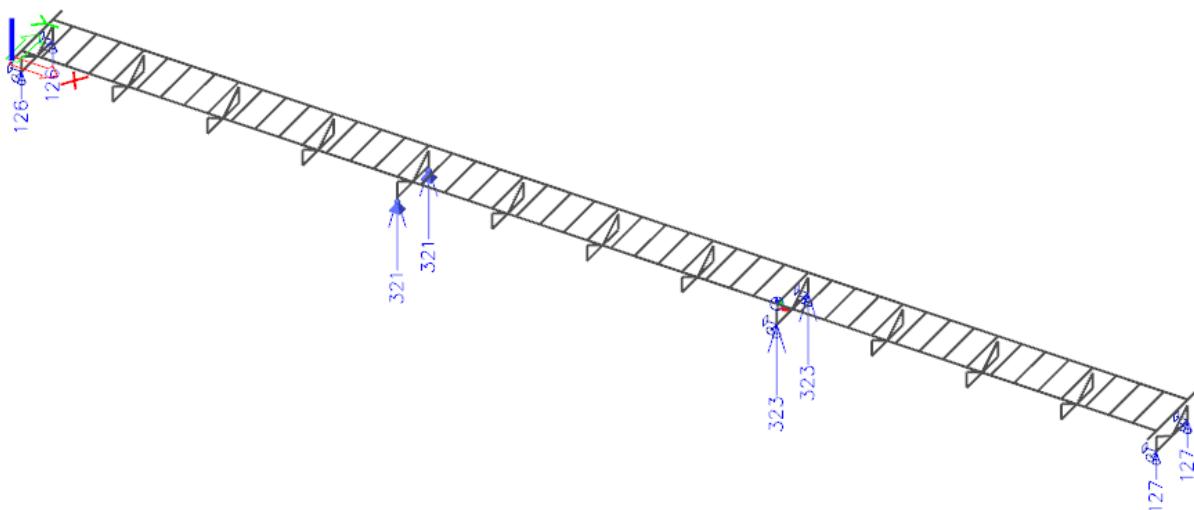
Opleg reacties: $V_A = 13,54 - 2,22 = 11,3 \text{ ton}$
 $V_B = 13,61 + 2,22 + 13,15 = 29,0 \text{ ton}$

Figuur 188 - Oplegreacties eigen gewicht van staal conform ontwerpberekeningen [BBV-0010-00]

De oplegreacties zijn in het SCIA model berekend als:

$R_{ind} = 127 \text{ kN}$

$R_{tussen} = 323 \text{ kN}$



Figuur 189 Oplegreacties uit Scia onder eigen gewicht van staal.

	Scia berekening [kN]	Hand berekening [kN]	Ontwerpberckening [kN]
R_A	126	120	113
R_B	321	329	290
R_C	323	329	290
R_D	127	120	113
Totaal	897	898	806

Tabel 61 – Oplegreacties uit Scia, handberekening en oorspronkelijke berekening.

De handberekening en de SCIA berekening komen goed overeen. De ontwerpberckening vindt ca 11% lagere krachten, omdat hier uitgegaan is van een totaalgewicht van de brug van 1600 kN in plaats van 1795 kN conform de SCIA berekening. Onduidelijk is waarom in de ontwerpberckening van een dergelijk laag gewicht is uitgegaan. Dit wijkt bovendien af van de renvoostaten. De verdeling van de oplegreacties tussen de verschillende steunpunten is in de ontwerpberckening wel in verhouding tot de gevonden verdeling in de SCIA berekening. Het kleine verschil in de SCIA berekening tussen de eerste twee opleggingen en de laatste twee opleggingen wordt veroorzaakt door een kleine afwijking in de lengte van het eerste veld ten opzichte van het derde veld.

Controle drukspanning in oplegging

In de berekening is uitgegaan van een rotatievaste oplegging in het vlak van het portaal voor de steunpunten met rolopleggingen. In onderstaande tabel is gecontroleerd of de verticale oplegreactie door de permanente belastingen in combinatie met het inklemmingsmoment en de horizontale oplegreactie onder druk staat. Hiervoor is de horizontale oplegreactie vertaald naar een moment aan de onderzijde van de roloplegging ($R_y \times \text{hoogte oplegging}$) en opgeteld bij het inklemmingsmoment. De trekkracht (per lengte-eenheid) die als gevolg van dit moment ontstaat is opgeteld bij de drukkracht per lengte-eenheid. Te zien is dat de gehele oplegging ruim op druk blijft.

Pijler	F _z	F _y [kN]	M _x [kNm]	Hoogte opl. [mm]	Breedte [mm]	q _{Fz} [kN/m]	q _{Fy} [kN/m]	q _{Mx} [kN/m]	q _{tot} [kN/m]
Eindsteunpunt	-812	-32,6	13,1	600	600	-1353	326	218	-809
Tussensteunpunt	-2155	-60,1	26,1	600	600	-3592	601	435	-2556

Tabel 62 – Validatie aannname rotatieinklemming aanbrug

In principe zal door de UDL belasting een vergelijkbare verhouding van moment en verticale reactie optreden en de oplegging dus over de gehele breedte van de rol op druk blijven. In de UGT zou het kunnen dat bij hoge windbelasting en weinig verticale belasting de oplegging deels op trek komt. Echter, zelfs als de oplegging door het moment deels op trek komt, zal er nog geruime tijd sprake zijn van een ingeklemde oplegging, omdat het zwaartepunt van de oplegging zal gaan verschuiven, zonder dat er grote rotatie kan optreden. De aannname van een inklemming voor de modellering in het vlak van het portaal zal dus het dichtst bij het werkelijke gedrag liggen.

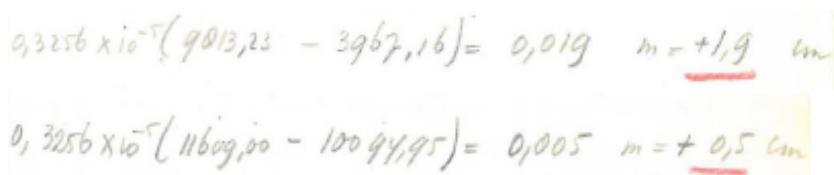
Doorbuiging onder eigen gewicht van staal:

De doorbuiging van de hoofdlijger door eigen gewicht van de staalconstructie is bepaald met behulp van vergeet-me-nietjes. Hierbij is uitgegaan van een EI op basis van een ligger met extra flensplaat in het eerste veld en zonder extra flensplaat in het tweede veld.

$$w_{eind} = 0.007 \frac{q \cdot L^4}{EI} = 0.007 \frac{7.48 \cdot 40^4}{210 \cdot 10^6 \cdot 3.41 \cdot 10^{-2}} = 18.7 \text{ mm}$$

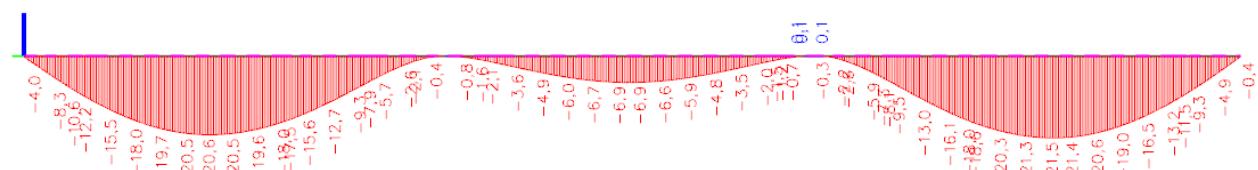
$$w_{midden} = 0.0005 \frac{q \cdot L^4}{EI} = 0.0005 \frac{7.48 \cdot 40^4}{210 \cdot 10^6 \cdot 2,81 \cdot 10^{-2}} = 1.6 \text{ mm}$$

Daarnaast is ook een vergelijking gemaakt met de ontwerpberekeningen [BBV-0010-00].



Figuur 190 – Doorbuiging volgens de ontwerpberekeningen [BBV-0010-00], boven veld 1, onder veld 2

In SCIA worden de volgende doorbuigingen gevonden.



Figuur 191 Doorbuiging uit Scia voor eigen gewicht van staal.

In onderstaande tabel zijn de doorbuigingen nogmaals samengevat.

Overspanning	Scia berekening [mm]	Hand berekening [mm]	Ontwerpbercokening [mm]
Eind	20.6	18.7	19
Midden	6.9	1.6	5

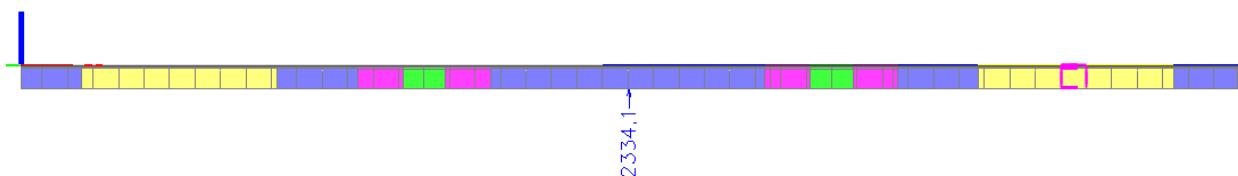
Tabel 63 Doorbuiging uit Scia, hand en destijds berekening.

Het verschil tussen de handberekening en de Scia berekening kan verklaard worden doordat in de handberekening de stijfheden vereenvoudigd zijn. De doorbuigingen in de ontwerpbercokeningen zijn vergelijkbaar met de SCIA berekeningen. De gevonden waarden in de ontwerpbercokening zijn iets lager, wat verklaard kan worden door het lagere gewicht wat in rekening gebracht is (ca. 11 % lager). Geconcludeerd wordt dat de doorbuigingen goed overeenkomen.

Oplegreacties onder gelijkmatig verdeelde q-last:

De belasting in de fase van het storten van de asfaltverharding (na gereedkomen betondekken) is ook vergeleken met de ontwerpbercokening en een handberekening. Hiervoor wordt uitgegaan van een verdeelde q-last van $2,36 \text{ kN/m}^2$, over een breedte van 8,25 m. Dit komt overeen met een belasting van $2,36 \text{ kN/m}^2 \times 8,25 \text{ m} / 2 = 9,74 \text{ kN/m}$ per ligger.

De totale resultante moet overeenkomen met een belasting van $8,25 \text{ m} \cdot 120 \text{ m} \cdot 2,36 \text{ kN/m}^2 = 2336 \text{ kN}$. Scia berekent resultante reactie als 2334 kN, wat dus goed overeenkomt. Er ontstaat een klein moment door de afwijkende lengte van het eerste veld ten opzichte van het derde veld.

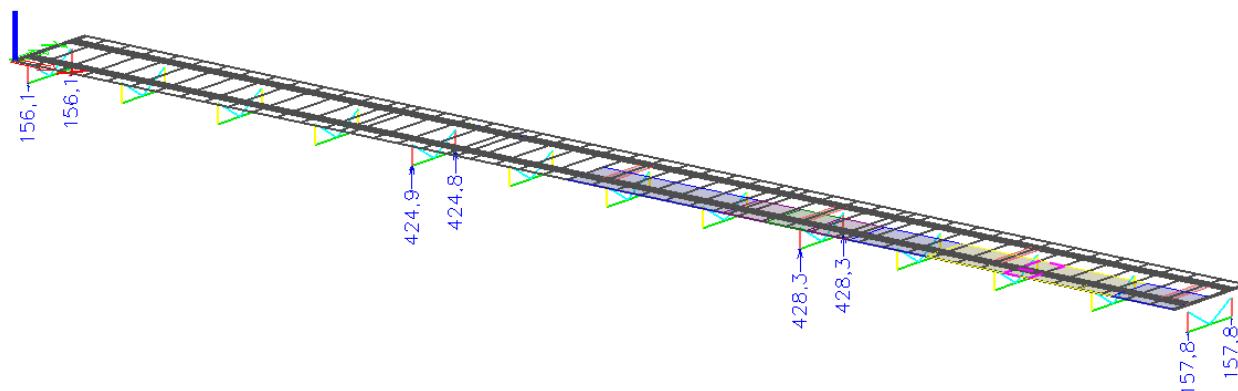


Figuur 192 Resultante reactiekrachten t.g.v. asfaltverharding

De oplegreacties kunnen bepaald worden met vergeet-me-nietjes.

$$R_{\text{eind}} = 0.4 \cdot q \cdot L = 0.4 \cdot 9,74 \text{ kN/m} \cdot 40 \text{ m} = 156 \text{ kN}$$

$$R_{\text{tussen}} = 1.1 \cdot q \cdot L = 1.1 \cdot 9,74 \text{ kN/m} \cdot 40 \text{ m} = 429 \text{ kN}$$



Figuur 193 - Oplegreacties uit Scia berekening t.g.v. asfaltverharding

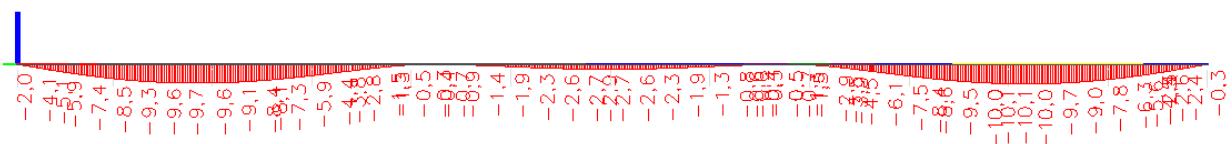
De oplegreacties komen goed overeen met de gevonden waarden uit de handberekening.

De doorbuiging is vergeleken met de ontwerpberekening, waar ook een berekening is gemaakt onder een gelijkmatig verdeelde belasting van 3,9 kN/m in de fase naar het uitharden van het beton. Onder deze belasting wordt een doorbuiging van 3 mm gevonden in het eerste veld en 0 mm in het middenveld.

$$(1003,71 - 4604,99) = +0,003 \text{ m} = +0,3 \text{ cm}$$

Figuur 194 – Doorbuiging ontwerpberekening t.g.v. lijnlast 3,9 kN/m

Wanneer deze wordt verschaald naar 9,74 kN/m wordt een doorbuiging gevonden van $9,74/3,9 \times 3\text{mm} \approx 8 \text{ mm}$.



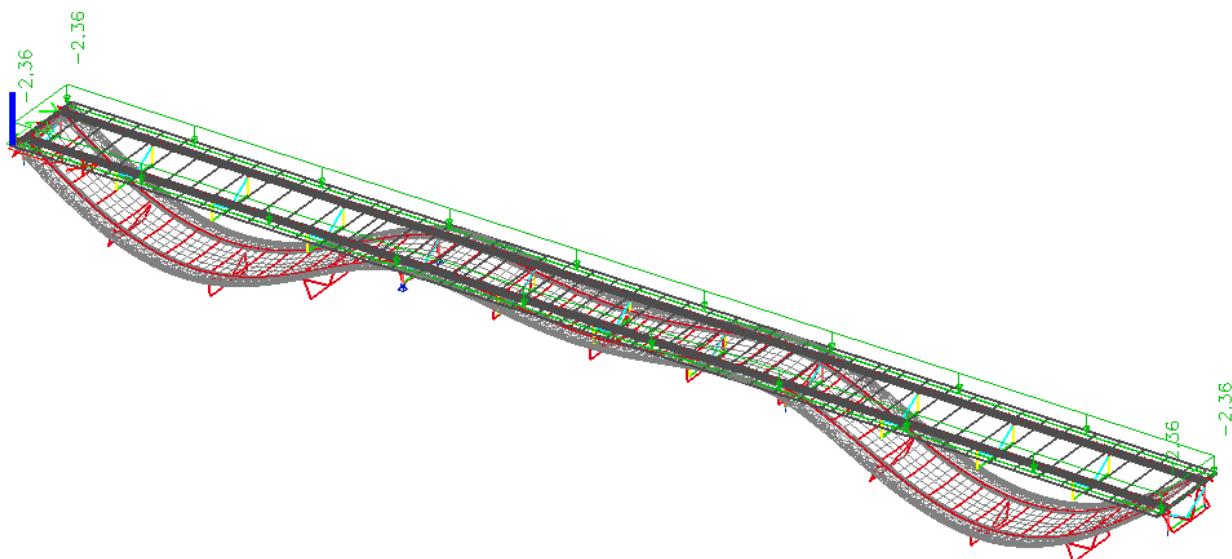
Figuur 195 – Doorbuiging SCIA berekening (overeenkomstig met een lijnlast 9,74 kN/m)

In SCIA wordt een iets hogere doorbuiging gevonden, maar is qua orde van grootte vergelijkbaar. De verschillen zullen voornamelijk in de afronding zitten. Geconcludeerd wordt dat het model ook in de fase met betondek voldoende nauwkeurig is.

Vervorming van de brug:

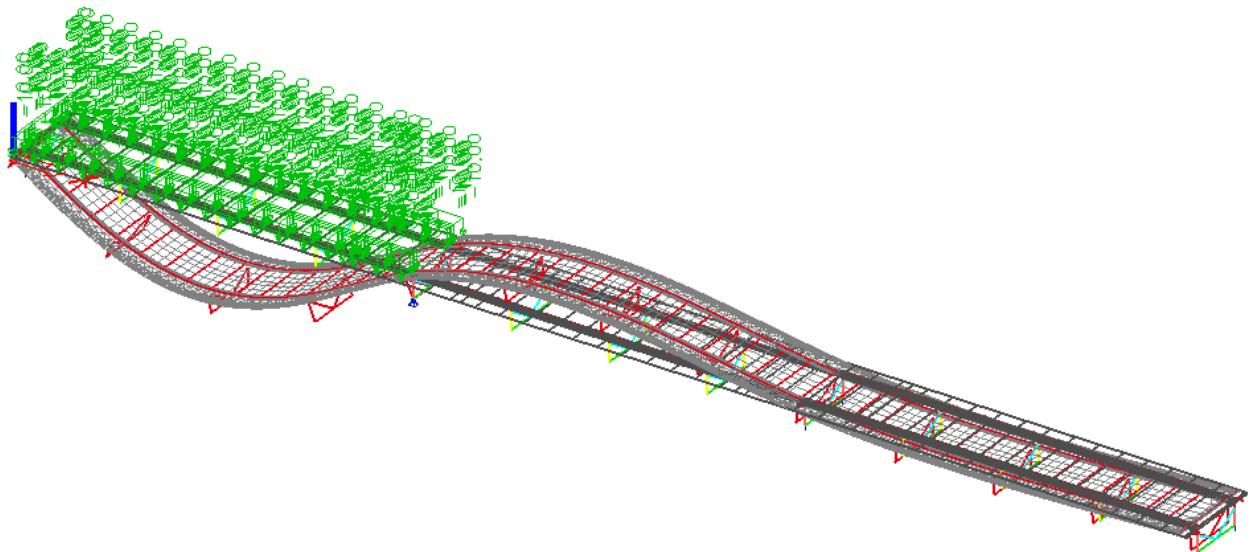
Voor een viertal belastingen is gecontroleerd of de doorbuiging zich gedraagd zoals verwacht.

UDL op gehele brug:



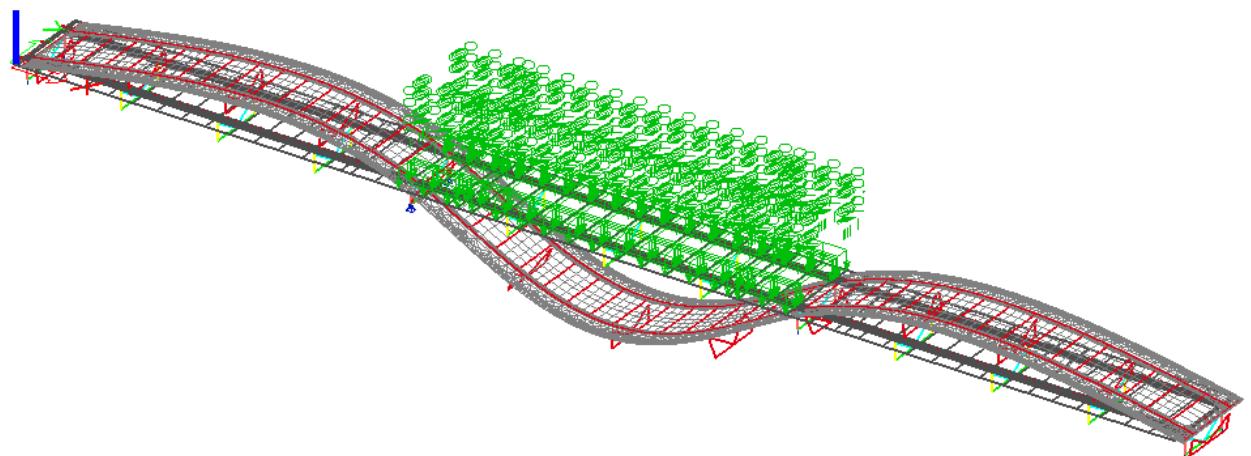
Figuur 196 – Doorbuiging bij UDL belasting op gehele brug

UDL op 1^e veld brug:



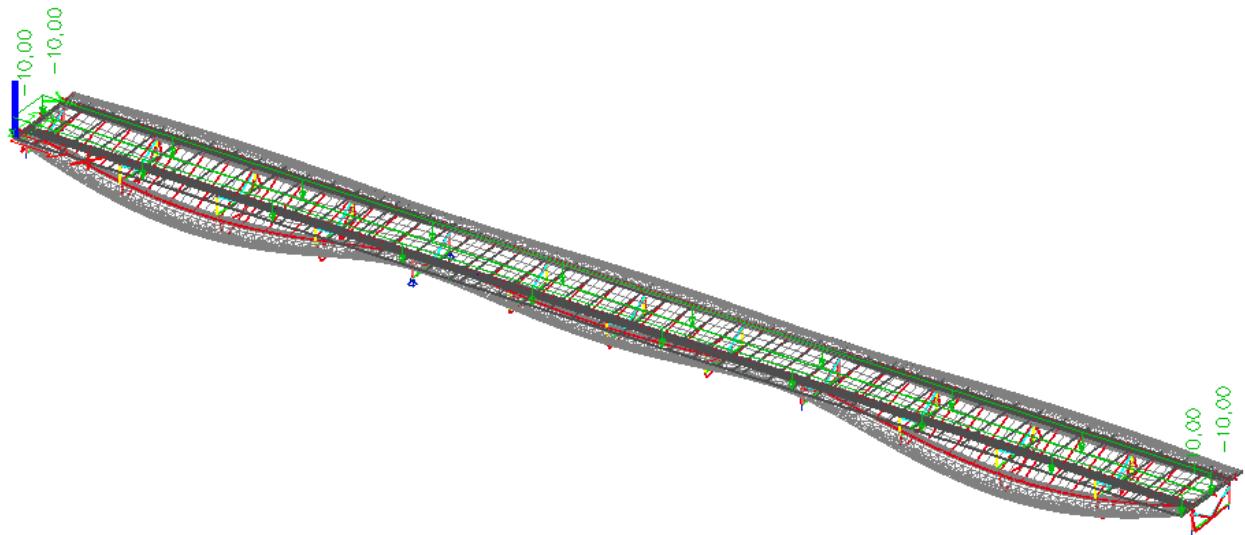
Figuur 197 – Doorbuiging bij UDL belasting op 1^e veld

UDL op 2^e veld brug:

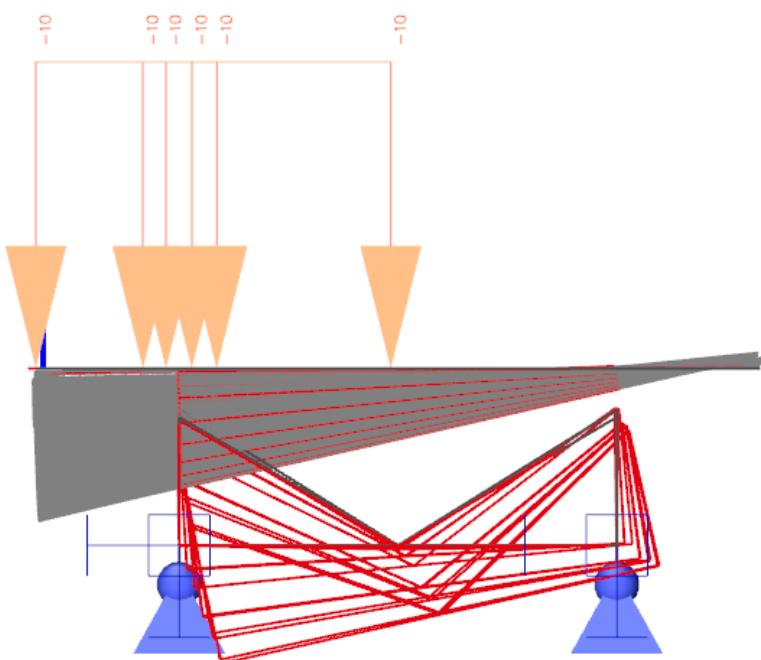


Figuur 198 – Doorbuiging bij UDL belasting op 2^e veld

UDL op helft van de brug:



Figuur 199 – Doorbuiging bij UDL belasting op helft van de brug (in dwarsrichting)



Figuur 200 – Aanzicht kopse zijde bij doorbuiging bij UDL belasting op helft van de brug (in dwarsrichting)

In alle gevallen gedraagt de vervorming zich zoals verwacht. Geconcludeerd wordt dat het model correct werkt.

9 Plan van Aanpak versterkingsmaatregelen

9.1 Algemeen

In de herberekening zal zoveel als mogelijk getracht worden om versterkingsmaatregelen te voorkomen. Daarom zal, voordat tot het versterken wordt overgegaan, eerste getracht worden om de constructie toch te laten voldoen. Eventuele conservatieve aannames zullen, waar mogelijk en kansrijk geacht, uit de berekening gehaald worden. Ook zal een afweging gemaakt worden of met het inzetten van geavanceerd rekenmodellen (bijvoorbeeld niet-lineaire modellen, plaatmodellen van verbindingen, etc.) aangetoond kan worden dat de constructie toch voldoet. Indien dit, in overleg met Rijkswaterstaat, kansrijk wordt geacht, zullen wij de geavanceerde herberekeningen uitvoeren.

Mocht blijken dat de constructie vervolgens toch niet voldoet, dan zullen wij in overleg met Rijkswaterstaat overgaan tot het ontwerpen van de versterkingsmaatregelen. Omdat nu nog niet bekend is of, en zo ja welke, onderdelen niet voldoen, kan alleen in algemene zin ingegaan worden op het ontwerpen van de versterkingsmaatregelen. De verwachting is echter dat met name de verbindingen in de onderflens en het lijf van de hoofdliggers en ter plaatse van de plooiverstijvers niet zullen voldoen op vermoeiing. Voor deze specifieke brug denken we vooralsnog aan (een combinatie van) de volgende maatregelen:

- Het opdikken van de onderflens door opdikplaten of een extra profiel;
- Het toevoegen van plooiverstijvers;
- Het vervangen/opdikken van de las tussen lijf en flens;
- Het vervangen van klinknagels door voorspaninjectiebouten;
- Het aanpassen van lasdetails zodat het in een hogere detailcategorie valt;
- Het aanbrengen van (externe) voorspan(kabels);
- Het instellen van een inspectieregime (voor de komende 30 jaar).

9.2 Voorlopig Ontwerp

In het Voorlopig Ontwerp (VO) zullen de versterkingsmaatregelen in eerste instantie ontworpen worden op basis van de resultaten van de herberekening zonder dat de versterkingen zijn meegenomen in het rekenmodel. De versterkingen (inclusief de versterkte onderdelen) zullen worden ontworpen op het niveau verbouw, de bestaande onderdelen zullen op het niveau gebruik worden getoetst. Voor de versterkingen wordt uitgegaan van werkelijk gebruik met een referentieperiode van 30 jaar (AII) (vanaf 1 januari 2021). Hierbij zal in de berekening rekening worden gehouden met de bouwfasing, aangezien later toegevoegde onderdelen mogelijk niet alle belastingen zullen dragen.

Bij het ontwerpen van de versterkingsmaatregelen zullen we zoveel als mogelijk rekening houden met het beperken van de verkeershinder (scheepvaart, wegverkeer) tijdens de uitvoering. Dit doen we door een uitvoeringsoplossing uit te werken die bijvoorbeeld (deels) voorbereid kan worden in de fabriek en/of snel en eenvoudig is uit te voeren. Voor het Voorlopig Ontwerp van de versterkingen zal een raming op basis van de SSK-2010 systematisch worden opgesteld, alsmede een afschatting van de hinder door de uitvoering.

9.3 Definitief Ontwerp

In het Definitief Ontwerp (DO) van de versterkingen zullen de versterkingen meegenomen worden in het eindige elementen model van de brug en zal de versterking nogmaals getoetst worden. Indien nodig zullen de versterkingsmaatregelen hierop aangepast worden of, indien mogelijk, geoptimaliseerd. Het meenemen van de versterkingen in het eindige elementen model is nodig als de versterkingen zorgen voor een gewijzigde krachtsafdracht, bijvoorbeeld door een verandering van stijfheden, en om rekening te houden met de bouwfasering.

In het DO-ontwerp zullen de aandachtspunten, mogelijkheden en onmogelijkheden voor de uitvoeringsfasering benoemd worden. Ook zal het DO-ontwerp een voorstel voor een optimale uitvoeringsfasering worden opgesteld, waarbij het uitgangspunt is om zo min mogelijk rijstroken tegelijkertijd af te sluiten, maar wel te doen wat noodzakelijk is om een kwalitatief hoogstaande versterking te kunnen realiseren. Eventuele wijzigingen in deze fase zullen worden verwerkt in de SSK-raming.

De DO-berekeningen zullen zodanig opgesteld worden dat de aannemer zonder aanvullende berekeningen een Uitvoerings Ontwerp (UO), inclusief fabriekstekeningen kan maken en vervolgens de versterkingen kan realiseren. Van de versterkingen zal een compleet digitaal opleverdossier worden aangeleverd, inclusief tekeningen, berekeningen en specificaties.

Appendix

Bijlage A – Overzicht tekeningen

IJsselbrug



Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
ladders naar pijlers en landhoofd benedenstroms	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Overig	A.8385-I	1265 map -			
ladders naar pijlers en landhoofd bovenstroms (aanbrug)	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Overig	A.8385-II	1265 map -			
dwarsspanningen 1961 km. 881-883	Tekening	Overig	beide	Overig	61.109	1265 map -			
dwarsspanningen 1961 km. 883-885	Tekening	Overig	beide	Overig	61.110	1265 map -			
trek-verankerking	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	A.22862	1265 map 2			
afvoerkolk	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Overig	A.22142-A	1265 map 3			
wijziging deksel met sluiting	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Overig	A.23409	1265 map 3			
pellingen	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Overig	58.229	1265 map 4			
Overzicht	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staalconstructie	A.21146-A	1265 map 4A			
indeling montagestukken	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staalconstructie	A.21581	1265 map 4A			
zeegschema en maten van hoofdlijger	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.21584-B	1265 map 4A			
situatie zij-aanzicht	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.22646	1265 map 4A			
matentekening rijvloer	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.23315	1265 map 4A			
wapening rijdrek	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.23359	1265 map 4A			
zeegschemata's bij div. perioden tijdens montage	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.23791	1265 map 4A			
Renvoistaten	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Overig	Renvoistaten	1265 map 4A			
bouwzeeg van de hoofdlijger	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85302	1592 map 4B			
voorbewerking van de hoofdlijger	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85303	1592 map 4B			
hoofdlijger 0-4 en 30-34	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85304	1592 map 4B			
hoofdlijger 4-7 en 27-30	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85305	1592 map 4B			
hoofdlijger 7-9 en 25-27	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85306	1592 map 4B			
hoofdlijger 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85307	1592 map 4B			
hoofdlijger 12-14 en 20-22	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85308	1592 map 4B			
hoofdlijger 14-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85309	1592 map 4B			
klinklassen in hoofdlijgers 2-32-4-30 en 5-29	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85310	1592 map 4B			
klinklassen in hoofdlijgers 7-27 en 9-25	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85311	1592 map 4B			
klinklassen in hoofdlijgers 12-22 en 14-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85312	1592 map 4B			
klinklas in hoofdlijger punt 16-18	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85313	1592 map 4B			
portaal A	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85314	1592 map 4B			
portaal B	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85315	1592 map 4B			
portaal C	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85316	1592 map 4B			
tussenverstijvingen in de hoofdlijgers	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85317	1592 map 4B			
details aansluiting dwb.verb. aan hoofdlijger	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	A.85318	1592 map 4B			
tussendwarsdragers	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.85319	1592 map 4B			
dwarsdragers no. 1 t/m 15	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.85320	1592 map 4B			
dwarsdragers no. 16 t/m 21	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.85321	1592 map 4B			
dwarsdragers no. 22 t/m 27	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.85322	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 0-2	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85323	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 2-4 en 30-32	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85324	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 4-5 en 29-30	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85325	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 5-7 en 27-29	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85326	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 7-9 en 25-27	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85327	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85328	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 12-14 en 20-22	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85329	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 14-16 en 18-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85330	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 16-18	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85331	1592 map 4B			
gedeelte rijvloer 32-34	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85332	1592 map 4B			
trottoir tpv rivieroverspanning oostzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85333	1592 map 4B			
trottoir tpv rivieroverspanning westzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85334	1592 map 4B			
trottoir tpv zuidelijk landhoofd oostzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85335	1592 map 4B			
trottoir tpv zuidelijk landhoofd westzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85336	1592 map 4B			
leuningen o/d brug	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85337	1592 map 4B			
Schets (gegevens voor montagegalas)	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	Schets (gegevens voor montagegalas)	1592 map 4B			
opleggingen 36.158, 203 ton	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	A.92198	1900 map 4B			
opleggingen 592 ton	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	A.92199	1900 map 4B			
plan v. plaatsing v/h bruggedeeltje 9-12	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	A.85342	1900 map 4C			
pellingen tbv montage	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-50	1900 map 4C			
montageplan voor de aanbruggen	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-51	1900 map 4C			
montageplan voor de rivieroverspanning	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-52-A	1900 map 4C			
plan v. plaatsing v/h bruggedeeltje 9-12	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-53	1900 map 4C			
hoogten voor westelijke- en oostelijke rolbaan	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Montage	H105-54	1900 map 4C			
ankermallen voor pijlers F,G,H;J;K en zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-55-A	1900 map 4C			
ankers voor de rollbanen	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Montage	H105-56	1900 map 4C			
de L-trestle jukken 1 t/m 7 en de bijbehorende rollbalken	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-57-A	1900 map 4C			
rollbalken op de pijlers A t/m F	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-58-A	1900 map 4C			
de L- en T-trestle jukken 8 t/m 14	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-59-A	1900 map 4C			
details rolbaan	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Montage	H105-61	1900 map 4C			
details jukken no. 9-10-12-14 en pijler H	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-62-B	1900 map 4C			
bev. stripsen v/h langsrollen van de aanbruggen	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-63	1900 map 4C			
hijspunten voor aanbruggen	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-64-A	1900 map 4C			
montage van het gedeelte 0-7	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-65-A	1900 map 4C			
montage van het gedeelte 7-14	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-66-B	1900 map 4C			
hijspunten tbv montage gedeelte 0-14	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-67	1900 map 4C			
montage gedeelte 27-34	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-68	1900 map 4C			
montage van het sluitstuk 14-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-69	1900 map 4C			
opstelling brug op montageterrein P&B	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Montage	H105-70-A	1900 map 4C			
rolstelling voor gedeelte 7-9	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-72-A	1900 map 4C			
het plaatsen van bruggedeeltje 0 t/m 14 op de bakken	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-73	1900 map 4C			
verband in schoren en afstandhouders	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Montage	H105-74	1900 map 4C			
vaarplan voor de zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-75	1900 map 4C			
vaarplan brugdeel 0 t/m 7	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-78	1900 map 4C			
details vaarplan brugdeel 0-7	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-79	1900 map 4C			
vaarplan brugdeel 7-14	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-80	1900 map 4C			
overzicht Len T-trestle jukken 15 t/m 22	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-81	1900 map 4C			
wijz. verbandstaven v.d jukken 15 t/m 19 en 20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-82	1900 map 4C			
hijspunten v. sluitstuk gedeelte 14-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-85	1900 map 4C			
vaarplan v/h sluitstuk brugdeel 14-20	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-86	1900 map 4C			
bouwzeeg van de hoofdlijger	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijger	H105-01	1900 map 4D			
onderdelen voor het inspectiepad	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.85343	1901 map 4E			
overzicht en details van het inspectiepad	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.85344	1901 map 4E			
leuning van het inspectiepad	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.85345	1901 map 4E			
wijz. v. inspectiepad bij port. B	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.85346	1901 map 4E			
wijz. hangers v. inspectiepad in brugdeel 20-25	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.85358	1901 map 4E			
kasten I-oost en west boven pijler H	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85347	1901 map 4F			
deuren der kasten I t/m IV oost en west	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85348	1901 map 4F			
kasten II-III en IV, boven pijler H- en H-	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85349	1901 map 4F			
kasten I oost en west boven pijler J	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85350	1901 map 4F			
gaten v. kasten in hoofdlijger 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85351	1901 map 4F			
zijbordeels tpv pijler H en J	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85352	1901 map 4F			
dwarsbordessen tpv dwarsdrager 16	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85353	1901 map 4F			
Schets dwarsbordessen	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85354	1901 map 4F			
langslooppad van pijler H naar dwarsdrager no.16	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85356	1901 map 4F			
langslooppad van pijler H naar dwarsdrager no.19	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85357	1901 map 4F			
dwarsbordessen tpv dwarsdrager 19	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.85359	1901 map 4F			
Stuklijsten	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	Stuklijsten H105	1901 map 4F			
PLAN v. plaatsing v/h bruggedeeltje 9-12	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Montage	H105-55	1901 map 4H			
eind- en normale dwarsdragers zij-overspanning	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.22649	1901 map 4I			
tussendwarsdragers en dwarsdragers boven pijlers A-B-D	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verbond	A.22650	1901 map 4I			
rij-ijzers op noordelijk landhoofd	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	A.22651	1901 map 4J			
rij-ijzers boven pijler C	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	A.22652	1901 map 4J			

Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijgger	A.38823	1901 map 4J			
merktekening	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Staalconstructie	A.38824	1901 map 4J			
ankermallen v. pijlers A t/m F en noordelijk landhoofd	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Pijlers/Landhoofd	A.38825	1901 map 4J			
montageverband	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Montage	A.38826	1901 map 4J			
inspectiepaden	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Inspectiepad onder de brug	A.38827	1901 map 4J			
indeling sectie hoofdl.	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijgger	A.38828	1901 map 4J			
bewerking lijfpl. hoofdliggers	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijgger	A.38829	1901 map 4J			
ankermal rij-ijsers	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	A.38830	1901 map 4J			
ORDER C.w.5184			oost (40B-100)	Staalconstructie	CW.5184	1901 map 4J			
ultrasonic onderzoek bovenrandstrippen brugdelen A6-A1	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Hoofdlijgger	CW.5184-PLS	1901 map 4J			
leuning zij-overspanning + afvoerb. + Renv.	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Overig	A.22655-B	1902 map 11	1961		
Overzicht	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie	A.21146-A	1902 map 13			
einndwarsdrager A met aansluiting noordelijke overgang	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Dwarsdrager/verband	A.21577-A	1902 map 13			
schampkant	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.21580-D	1902 map 13			
gew. betonnen geleidebanen	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.25314-B	1902 map 13			
gew. betonnen geleidebanen	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.25314-C	1902 map 13			
schampkant (beton) bij afvoerkolk	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.25709-A	1902 map 13			
wapening rijvloer Z.W.-zijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.27268	1902 map 13			
beugels leuningverlichting	Tekening	Overig	oost (40B-100)	Overig	B3-82	1902 map 15			
overzicht brug 1 en 2 (nieuwe toestand) A	Tekening	Hoofdbrug	beide	Staalconstructie	A.50937	3674 map 26			
rij-ijsers (herstel 1973) zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	A.57963	3674 map 26			
rij-ijsers (herstel 1973) tweede brug	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Voegovergang	A.57967	3674 map 26			
voegovergang tgv zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103915	3674 map 29A			
voegovergang tgv pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103916	3674 map 29A			
Maurer - Dehnfuge D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103915	3674 map 29B			
Maurer - Dehnfuge D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103916	3674 map 29B			
Querschnitte D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105057	3674 map 29B			
Querschnitte D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105058	3674 map 29B			
injectie-voorspanbouw verbinding	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	830915C	471 map 30A			
MAURER - Dehnfuge D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103915	471 map 30A	1990		
MAURER - Dehnfuge D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103916	471 map 30A	1990		
Querschnitte D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105057	471 map 30A	1990		
Querschnitte D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105058	471 map 30A	1990		
gedeeltie voorspanbouw verbinding	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	830915C	471 map 30A			
MAURER - Dehnfuge D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103915	471 map 30A	1990		
MAURER - Dehnfuge D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.103916	471 map 30A	1990		
Querschnitte D180 zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105057	471 map 30A	1990		
Querschnitte D180 pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	A.105058	471 map 30A	1990		
rij-ijsers 1 en 2 (nieuwe toestand)	Tekening	Hoofdbrug	beide	Staalconstructie	A.50937	471 map 30A	1970		
gedeeltie rijvloer 0-2 brug 1	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85323	471 map 30A	1958		
gedeeltie rijvloer 32-34	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85332	471 map 30A	1958		
trottoir tgv rivieroverspanning oostzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85333	471 map 30A	1958		
trottoir tgv rivieroverspanning westzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85334	471 map 30A	1958		
trottoir tgv zuidelijk landhoofd oostzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85335	471 map 30A	1958		
trottoir tgv zuidelijk landhoofd westzijde	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staaldek	A.85336	471 map 30A	1958		
rij-ijsers boven pijler F	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	Nee	A.85339	471 map 30A	1959	
rij-ijsers op zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	Nee	A.85340	471 map 30A	1959	
gedeeltie rijvloer 0-2 brug 2	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85382	471 map 30A	1958		
gedeeltie rijvloer 32-34	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85392	471 map 30A	1958		
trottoir tgv rivieroverspanning westzijde noord	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85393	471 map 30A	1960		
trottoir tgv rivieroverspanning oost zijde noord	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85394	471 map 30A	1960		
trottoir tgv zuidelijk landhoofd westzijde	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85395	471 map 30A	1960		
rij-ijsers boven pijler F	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Voegovergang	Nee	A.85399	471 map 30A	1960	
rij-ijsers op zuidelijk landhoofd	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Voegovergang	Nee	A.85400	471 map 30A	1961	
voorplaat Maurer voegovergang	Tekening	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	8	471 map 30B	1991		
consoles en verstijvingen aan de einddwarsdrager tgv zuil	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103917	471 map 30B	1990		
consoles en verstijvingen aan de einddwarsdrager tgv pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103918	471 map 30B	1990		
samenstelling (zuidelijk landhoofd)	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103919	471 map 30B	1990		
samenstelling (pijler F)	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103920	471 map 30B	1990		
te verwijderen rij-ijsers en trottoirovergangen tgv zuidelijk landhoofd en pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103921	471 map 30B	1990		
te verwijderen rij-ijsers en trottoir-overgangen tgv pijler F	Tekening	Hoofdbrug	beide	Dwarsdrager/verband	A.103922	471 map 30B	1990		
aanpassingen zuidelijk landhoofd en pijler F	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.61073	471 map 30B	1990		
smeedstaal	Tekening	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	A.21288	1903 map 2	1958		
besteltekening smeedstaal	Tekening	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	A.22657	1903 map 2			
gietstaal	Tekening	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	A.21827	1903 map 3	1958		
besteltekening gietstaal	Tekening	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	A.22658	1903 map 3			
kasten I-oost en west boven pijler H	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85405	1903 map 4A			
deuren der kasten I t/m IV oost en west	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85406	1903 map 4A			
kasten II,III en IV boven pijler H en J	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85407	1903 map 4A			
kasten I oost en west boven pijler J	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85408	1903 map 4A			
gaten voor kasten in hoofdliggers 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85409	1903 map 4A			
zijbordes tgv pijler H en J	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staalconstructie	A.85410	1903 map 4A			
dwarsbordessen tgv dwarsdrager nr.16	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85411	1903 map 4A			
langslooppad van pijler H naar dwarsdrager no.16	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85412	1903 map 4A			
langslooppad van pijler I naar dwarsdrager no.19	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85413	1903 map 4A			
onderdelen voor tek. 101 en 105 en situatie	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staalconstructie	A.85414	1903 map 4A			
dwarsbordessen tgv dwarsdrager no.19	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85415	1903 map 4A			
afsluiting ladders	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.85416	1903 map 4A	1960		
Renvooistaten	Tekening	Gehele brug	west (40B-111)	Overig	Renvooistaten	1903 map 4B			
bouwzeeg van de hoofdlijgger	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85360	1904 map 4C	1958		
verbewerking van de hoofdlijgger	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85361	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 0-4 en 30-34	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85362	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 4-7 en 27-30	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85363	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 7-9 en 25-27	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85364	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85365	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 12-14 en 20-22	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85366	1904 map 4C	1958		
hoofdliggers 14-20	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85367	1904 map 4C			
klinklassen in hoofdliggers 2-32 en 4-30 en 5-29	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85368	1904 map 4C	1958		
klinklassen in hoofdliggers 7-27 en 9-25	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85369	1904 map 4C	1958		
klinklassen in hoofdliggers 12-22 en 14-20	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85370	1904 map 4C	1958		
schemts volgorde van werkwijs b/h montage schaarnier (bij tek. 101 en 105)	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85371	1904 map 4C	1962		
tek. 101 en 105 en situatie	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staalconstructie	A.85372	1904 map 4C	1958		
dwarsbordessen tgv dwarsdrager no.19	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85373	1904 map 4C	1958		
afsluiting ladders	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.85374	1904 map 4C	1958		
tussenverstijvingen in de hoofdliggers	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.85376	1904 map 4C	1958		
detail aansluiting dw.verb. aan hoofdliggers	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85377	1904 map 4C	1958		
tussendwarsdragers	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85378	1904 map 4C	1958		
dwarsdragers no. 1 t/m 15	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85379	1904 map 4C			
dwarsdragers no. 16 t/m 21	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85380	1904 map 4C			
dwarsdragers no. 22 t/m 27	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85381	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 0-2	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85382	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 2-4 en 30-32	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85383	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 4-5 en 29-30	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85384	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 5-7 en 27-29	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85385	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 7-9 en 25-27	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85386	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 9-12 en 22-25	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85387	1904 map 4C			
schemts voorzieningen gelast aan rijvloer (beh. bij tek.29)	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85388	1904 map 4C			
gedeeltie rijvloer 12-14 en 20-22	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staaldek	A.85389	1			

Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
overzicht en details v/h inspectiepad	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.85401	1904 map 4C	1958		
onderdelen v/h inspectiepad	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.85402	1904 map 4C	1958		
leuning v/h inspectiepad	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.85403	1904 map 4C	1958		
situatie inspectiepad bij portaal B	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.85404	1904 map 4C	1958		
opleggingen 592 ton	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Oplegging	A.21582	1905 map 4D			
opleggingen 36.158,203 ton	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Oplegging	A.21583	1905 map 4D			
trek-verankerung	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Oplegging	A.22862	1905 map 4D			
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39071	1905 map 4E			
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39072	1905 map 4E			
hoofdliggers zij-overspanningen hoofdliggers zij-overspanning	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39073	1905 map 4E			
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39074	1905 map 4E			
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39075	1905 map 4E			
hoofdliggers zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39076	1905 map 4E			
eind- en normale dwarsdragers zij-overspanning	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.39077	1905 map 4E			
tussendwarsdragers en dwarsdragers boven pijlers A-B-D	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.39078	1905 map 4E			
merktekening	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Voegovergang	A.39079	1905 map 4E			
rij-ijzers boven pijler C	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Voegovergang	A.39080	1905 map 4E			
rij-ijzers op noordelijk landhoofd	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Voegovergang	A.39081	1905 map 4E			
ankermallen v. pijlers A t/m F en noordelijk landhoofd	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Oplegging	A.39082	1905 map 4E			
montageverband	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Overig	A.39083	1905 map 4E	1959		
opleggingen zij-overspanningen	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Oplegging	A.39084	1905 map 4E			
inspectiepaden	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Inspectiepad onder de brug	A.39085	1905 map 4E			
indeeling secties lijfpl. hoofdliggers	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39086	1905 map 4E			
bewerking lijfpl. hoofdlijger	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39087(2)	1905 map 4E			
bewerking lijfpl. hoofdlijger	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Hoofdlijgger	A.39087	1905 map 4E			
trottoirovergangen zij-overspanningen bij pijler F en noor	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Voegovergang	A.39088	1905 map 4E	1962		
afvoerkolk	Tekening	Overig	west (40B-111)	Overig	A.28712	1905 map 9			
Overzicht	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Staalconstructie	A.21146-A	1905 map 11			
einddwarsdrager A met aansluiting noordelijke overgang	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Dwarsdrager/verband	A.21577-A	1905 map 11	1958		
schampkant	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staldek	A.21580	1905 map 11			
schampkant (beton) bij afvoerkolk	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.25709	1905 map 11			
gew. betonnen geleidebanden	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.29748	1905 map 11			
wijz. trottoirovergang tpv de rivierovergang naar zijovers	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.29780	1905 map 11			
lichtmasten	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49875	1906 map 19	1974		
aansluitskast voor lichtmast Ø 219 mm.	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49876	1906 map 19			
dubbele aansluitskast voor lichtmast Ø 219 mm.	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49877	1906 map 19			
voetplaats voor een mast van 12 m.	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49878	1906 map 19			
mast tbv montagekast voor wandcontactdozen	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.55077	1906 map 19			
kabelloop brugverlichting	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.54522 (2)	1906 map 21			
kabelloop brugverlichting	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.54522	1906 map 21			
overzicht verlichting	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.54535	1906 map 21			
schema wegverlichting	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.54585	1906 map 21			
contactdozenkast en montageplaten in lichtmasten	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	G.14452	1906 map 21			
afvoerkolk	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.22142-B	1906 map 22			
gew. betonnen geleidebanden	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.25314-C	1906 map 22	1962		
schampkant (beton) bij afvoerkolk	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.25709-A	1906 map 22			
verlichtingsplan	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49852-B	1906 map 22			
lichtmasten	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.49875	1906 map 22			
detail console (meerwerk)	Tekening	Gehele brug	beide	Console	A.50928-C	1906 map 22			
overzicht brug I en II (oude toestand)	Tekening	Gehele brug	beide	Console	A.46205A	1906 map 22A	1974		
overzicht brug I en II (nieuwe toestand)	Tekening	Gehele brug	beide	Console	A.50937	1906 map 22A	1974		
detail versterkte console	Tekening	Gehele brug	beide	Console	A.50939	1906 map 22A			
console tpv landhoofden	Tekening	Gehele brug	beide	Console	A.50940	1906 map 22A			
leuning betonnen brugdek	Tekening	Aanbrug	beide	Overig	A.50941	1906 map 22A			
samenstelling leuning stalen brugdek 1 en 2	Tekening	Hoofdbrug	beide	Overig	A.50942	1906 map 22A			
leuningen stalen brugdek	Tekening	Hoofdbrug	beide	Overig	A.50943	1906 map 22A			
roosters beton brugdek en tpv noord.- en zuid. landhoofd	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.50944	1906 map 22A	1974		
roosters tpv pijler C en F	Tekening	Aanbrug	beide	Inspectiepad consoles	A.50945	1906 map 22A			
roosters stalen brugdek	Tekening	Hoofdbrug	beide	Inspectiepad consoles	A.50946	1906 map 22A			
vangrail beton brugdek	Tekening	Aanbrug	beide	Overig	A.50947	1906 map 22A			
vangrail stalen brugdek	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.50948	1906 map 22A			
loopbrug tussen brug 1 en 2 tpv punt L-M-N en A afvoerk	Tekening	Hoofdbrug	beide	Inspectiepad consoles	A.52793B	1906 map 22A			
kabelbus tpv noordelijk landhoofd Renvoostaten.	Tekening	Aanbrug	beide	Overig	A.61301	1906 map 22A			
loopbrug tussen brug 1 en 2 tpv punt L-M-N en A afvoerk	Tekening	Hoofdbrug	beide	Inspectiepad consoles	A.61429	1906 map 22A			
Renvoostaten	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	Renvoostaten	1906 map 22A			
hangsteiger	Tekening	Overig	west (40B-111)	Overig	09 74 2	1907 map 33	1989		
hangsteiger	Tekening	Overig	west (40B-111)	Overig	09 74 3	1907 map 33	1989		
hang rolsteiger principesets	Tekening	Overig	west (40B-111)	Overig	09 74 9C	1907 map 33	1990		
Overzicht	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Overig	A.22646	1907 map 33	1958		
overzicht brug 1 en 2 (nieuwe toestand)	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	A.50937	1907 map 33	1970		
Buigstaten	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5472-Buig	B.0292			
Noordelijk landhoofd - Fund.plaat en opbouw tot 14,65+	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5473-Buig	B.0292			
Noordelijk landhoofd - Koppelplaat en voorwand	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5474-Buig	B.0292			
Buigstaten	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5475-Buig	B.0292			
Zuidelijk landhoofd - fundplaat en opbouw tot 1878	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5476-Buig	B.0292			
Buigstaten	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5477-Buig	B.0292			
Zuidelijk landhoofd - Koppelplaat en voorwand	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5478-Buig	B.0292			
Buigstaten	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5537-Buig	B.0292			
Noordelijk en zuidelijk landhoofd - zijkanten boven kopp	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5537	B.0292			
Oevervoorziening pijler H	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.10715	B.0292			
Overzichtschema	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.144	B.0292			
Situatie	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4193	B.0292			
Situatie en situatie met de plaats der diepsonderlingen	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4194	B.0292			
Ongemeten lengteprofiel in de as van de brug	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4233	B.0292			
Perspectieftekening (Holtkamp)	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	C.4237	B.0292			
Peilingen in de IJssel en situatie plaats der peilingen	Tekening	Onderbouw	beide	Overig	C.4240	B.0292			
Gedeelte Zuidelijke Bandijk	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4273	B.0292			
Gedeelte noordelijke oever (situatie)	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4274	B.0292			
Opgemeten lengteprofiel in de as van de brug	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4285	B.0292			
Rivierprofiel in de as van de brug (opgenomen april 1941)	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4286	B.0292			
Noordelijk landhoofd - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4338	B.0292			
Zuidelijk landhoofd - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4339	B.0292			
Pijler A - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4340	B.0292			
Pijler B - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4341	B.0292			
Pijler C - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4342	B.0292			
Pijler D - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4343	B.0292			
Pijler E - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4344	B.0292			
Pijler F - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4345	B.0292			
Pijler G - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4346	B.0292			
Pijler K - heiplan	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4347	B.0292			
Noordelijk landhoofd - overzicht	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4348	B.0292			
Zuidelijk landhoofd - overzicht	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4349	B.0292			
Perspectieftekening (vd Steur)	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4453	B.0292			
Bestektekening - lengteprofiel, situatie en grondboringen	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4460	B.0292			
Bestektekening - Pijlers A t/m K	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4461	B.0292			
Bestektekening - Noordelijk en zuidelijk landhoofd	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4462	B.0292			
Bovengedeelte noordelijk en zuidelijk landhoofd	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4475	B.0292			
Gedeelte zuidelijke oever (situatie)	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4492	B.0292			
Perspectieftekening (vd Steur)	Tekening	Overig	beide	Overig	C.4493	B.0292			
Zijaanzicht en doorsneden	Tekening	Overig	beide	Overig	C.8717	B.0292			
Bestektekening - Wijziging onderbouw 1e brug - Overzicht	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Pijlers/Landhoofd	C.8907	B.0292	1958		
Bestektekening - wijziging onderbouw 1e brug - oplegblok	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Pijlers/Landhoofd	C.8923	B.0292			
Bestektekening - wijziging onderbouw 1e brug - oplegblok	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Pijlers/Landhoofd	C.8924	B.0292			
Gootranden op landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.9130	B.0292	1958		
Bestektekening - wijziging onderbouw 2e brug - overzicht	Tekening	Onderbouw	west (40B-111)	Pijlers/Landhoofd	C.9847	B.0292	1960		
Schampkant (rivieroverspanning)	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.21580	B.0293	1960		

Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
Matentekening rijvloer	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.23315 I	B.0293			
Bestektekening - Betonnen dek (1e brug)	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.23315 II	B.0293			
Wapening rijkdek	Tekening	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	A.23359	B.0293			
Gewapend betonnen geleidebanden	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.25314	B.0293	1960		
Schampkant (beton) bij afvoerkolk	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Overig	A.25709	B.0293			
Bestektekening - Betonnen dek (2e brug)	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Betondek	A.27267	B.0293			
Wapening rijvloer	Tekening	Aanbrug	west (40B-111)	Betondek	A.27268	B.0293	1962		
Betonnen geleidebanden	Tekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	A.29748	B.0293			
Herstellingen onderbouw - Landhoofd zuid en pijlers F t/i	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.46620	B.0293	1985		
Herstellingen onderbouw - Landhoofd noord en pijlers A t/i	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.46621	B.0293			
Buigstalen Overpijlers A, B, C, D, E, F, G, K - Funderingssplaats	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5468-Buig	B.0293			
Overpijlers A, B, C, D, E, F, G, K - Funderingssplaats	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5468	B.0293			
Buigstalen Overpijlers A, B, C, D, E, F, G, K - Opbouw	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5469-Buig	B.0293			
Overpijlers A, B, C, D, E, F, G, K - Opbouw	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5469	B.0293			
Buigstalen Rivierpijlers H en J - Funderingssplaats	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5470-Buig	B.0293			
Rivierpijlers H en J - Funderingssplaats	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5470	B.0293			
Buigstalen Rivierpijlers H en J - Opbouw (blad 1)	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5471-Buig	B.0293			
Rivierpijlers H en J - Opbouw (blad 1)	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5471	B.0293			
Rivierpijlers H en J - Opbouw (blad 2)	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	B.5511	B.0293			
Overzicht (BR 2411/1991)	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	B.61072	B.0293	1990		
Aanpassingen zuidelijk landhoofd en pijler "F"	Tekening	Gehele brug	beide	Voegovergang	B.61073	B.0293	1990		
Aanpassingen zuidelijk landhoofd en pijler "F"	Tekening	Gehele brug	beide	Voegovergang	B.61073A	B.0293	1990		
Aanpassingen noordelijk landhoofd en pijler "C"	Tekening	Gehele brug	beide	Voegovergang	B.61074	B.0293	1990		
Bindproeven: portland-cement met Lentan en met Cerint	Tekening	Gehele brug	beide	Overig	C.10773	B.0293	1959		
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 1	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 10	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 11	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 12	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 13	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 14	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 15	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 16	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 2	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 3	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 4	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 5	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 6	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 7	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 8	B.0293			
Articon betonblokken voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4259 - blad 9	B.0293			
Betonstenen voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4260 - blad 1	B.0293			
Betonstenen voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4260 - blad 2	B.0293			
Betonstenen voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4260 - blad 3	B.0293			
Betonstenen voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4260 - blad 4	B.0293			
Betonstenen voor pijlers en landhoofden	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4260 - blad 5	B.0293			
Pijlers A, B, C, D, E, F en G en K - Overzicht	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4350	B.0293			
Pijler F - Overzicht	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4351	B.0293			
Pijlers H en J - Overzicht	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4352	B.0293			
Ankers en doken voor de betonblokken	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4353	B.0293			
Rivierpijler H - Sparingen	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4552	B.0293			
Pijler H - Luik en klimizers	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.4553	B.0293			
Buigstalen	Tekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	C.8969-Buig	B.0293			
Oplegbladen voor de pijlers A-B-C-D-E-F-G-H-J en K en v	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Oplegging	C.8969	B.0293			
Wijziging ligging voerspankabels	Tekening	Aanbrug	beide	Betondek	C.9366	B.0293			
Oplegbladen voor de pijlers A-B-C-D-E-F-G en K (2e brug)	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Oplegging	C.9904	B.0293			
Oplegbladen voor de pijlers H en J en Noordelijk en Zuid	Tekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Oplegging	C.9905	B.0293			
Übergangskonstruktion DT160 Maurer Söhne	Tekening	Gehele brug	oost (40B-100)	Voegovergang	559751-110	BDX-8485 map 27	2007		
Übergangskonstruktion D240 Maurer Söhne	Tekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Voegovergang	559751-120	BDX-8485 map 27	2007		
Opleggen 36, 158, 203 ton	Tekening	Gehele brug	beide	Oplegging	A.21583	BDX-8485 map 27			
hoofdligger 14-20	Tekening	Hoofdbrug	beide	Hoofdligger	H-105-08	BBV-0010-00			

Appendix

Bijlage B – Overzicht berekeningen

IJsselbrug



Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
Berekening van de jukken	Berekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Montage	Berekeningen	1592 map 4B	1959		
Stabiliteitsberekeningen vervoer stukken brug	Berekening	Onderbouw	oost (40B-100)	Montage	Stabiliteitsberekeningen	1592 map 4B	1959		
Berekening randlijger met hangsteiger	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	BR 1651 berekening randlijger	1907 map 33	1989		
Berekening consoles met hangsteiger	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	BR 1651 berekeningen consoles	1907 map 33	1989		
Berekening hangsteiger	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	BR 1651 berekeningen hangsteiger	1907 map 33	1990		
Berekening Bijzondere transporten SAAB - Zijoverspanning	Berekening	Aanbrug	beide	Staalconstructie	BAL-0065-30	BAL-0065-30	2003		
Berekening Bijzondere transporten SAAB - Hoofdoverspanning	Berekening	Hoofdbrug	beide	Staalconstructie	BAL-0065-31	BAL-0065-31	2003		
Profielgegevens en mechanicaschema's	Berekening	Gehele brug	beide	Staalconstructie	BAN-0011-00	BAN-0011-00	1982		
Berekening Aansluiting profielen	Berekening	Aanbrug	beide	Staalconstructie	Aansluiting profielen	BBV-0010-00			
Berekening Bepaling bouwzeeg	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Bepaling bouwzeeg	BBV-0010-00			
Berekening Bepaling dwarskrachten	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Bepaling dwarskrachten	BBV-0010-00			
Berekening Bevestiging bovenflens	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Bevestiging bovenflens	BBV-0010-00			
Berekening Diverse berekeningen	Berekening	Gehele brug	beide	Hoofdlijger	Diverse berekeningen	BBV-0010-00			
Berekening Doorbuiging	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Doorbuiging	BBV-0010-00			
Berekening Dwarskrachten	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Dwarskrachten	BBV-0010-00			
Berekening Hoofdlijger	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Hoofdlijger	BBV-0010-00			
Berekening Montage stuk	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Montage stuk	BBV-0010-00			
Berekening Opgegeven bouwzeeg	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Opgegeven bouwzeeg	BBV-0010-00			
Berekening Oplegreactie	Berekening	Aanbrug	beide	Oplegging	Oplegreactie	BBV-0010-00			
Berekening overspanning	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Overspanning	BBV-0010-00			
Berekening Phase 1	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 1	BBV-0010-00			
Berekening Phase 2	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 2	BBV-0010-00			
Berekening Phase 3	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 3	BBV-0010-00			
Berekening Phase 4	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 4	BBV-0010-00			
Berekening Phase 5	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 5	BBV-0010-00			
Berekening Phase 6	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 6	BBV-0010-00			
Berekening Phase 7	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Phase 7	BBV-0010-00			
Berekening Plooiveiligheid	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Plooiveiligheid	BBV-0010-00			
Berekening Rijvoerconstructie	Berekening	Aanbrug	beide	Betondek	Rijvoerconstructie	BBV-0010-00			
Berekening Scharnier oplegging	Berekening	Aanbrug	beide	Oplegging	Scharnier oplegging	BBV-0010-00			
Berekening Spanning t.g.v. uitdroging	Berekening	Aanbrug	beide	Betondek	Spanning t.g.v. uitdroging	BBV-0010-00			
Berekening Spanning t.o.v. eigen gewicht	Berekening	Aanbrug	beide	Hoofdlijger	Spanning t.o.v. eigen gewicht	BBV-0010-00			
Berekening Storten middenveld	Berekening	Aanbrug	beide	Betondek	Storten middenveld	BBV-0010-00			
Berekening Versterkte console betonnenbrug	Berekening	Aanbrug	beide	Console	Versterkte console betonnenbrug	BBV-0010-00			
Berekening Versterkte console stalenbrug	Berekening	Hoofdbrug	beide	Console	Versterkte console stalenbrug	BBV-0010-00			
Berekening Voorspanning	Berekening	Aanbrug	beide	Betondek	Voorspanning	BBV-0010-00			
Berekening Windbelasting	Berekening	Aanbrug	beide	Betondek	Windbelasting	BBV-0010-00			
Berekening opleggingen	Berekening	Hoofdbrug	beide	Oplegging	Berekening opleggingen	BBV-0010-01	1991		
Berekening uitzetting	Berekening	Gehele brug	beide	Voegovergang	Berekening uitzetting	BBV-0010-01	1991		
Berekening vijzelen	Berekening	Hoofdbrug	beide	Oplegging	Berekening vijzelen	BBV-0010-01	1991		
Berekening wijziging tgv console rooster spanningen mob	Berekening	Hoofdbrug	beide	console	Berekening wijziging tgv console	BBV-0010-01			
Berekening ZOA op brug	Berekening	Hoofdbrug	beide	Hoofdlijger	Berekening ZOA op brug	BBV-0010-01			
NET berekening hoofdoverspanning	Berekening	Hoofdbrug	beide	Staalconstructie	NET berekening hoofdoverspanning	BBV-0010-01			
NET berekening zijoverspanning	Berekening	Aanbrug	beide	Staalconstructie	NET berekening zijoverspanning	BBV-0010-01			
Onderzoek scheurvorming stalen bruggen	Berekening	Gehele brug	beide	Staalconstructie	BBV-0102-00 (onderzoek scheur)	BBV-0102-00			
Berekening vermoeing	Berekening	Hoofdbrug	beide	Staalconstructie	BBV-0116-00	BBV-0116-00			
Report 6-79-6 - Measurements and interpretation of dyn	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staalconstructie	DRA-0559-07	DRA-0559-07	1979	Stevin Laboratorium	
Report 6-79-6 - Measurements and interpretation of dyn	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Staalconstructie	DRA-0559-08	DRA-0559-08	1979	Stevin Laboratorium	
Berekening Fundering	Berekening	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	Archiefberekening Fundering				
Werkplan brugleiding	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	20140219 1713021-WerkPl-001 Brugleiding rev 2 inc 2014	A. Hak			
Brugberekening waterleiding NUON	Berekening	Hoofdbrug	west (40B-111)	Overig	912-275.R01 brugberekening St Waterleiding NUON	2012	Strackee		
Ontwerpnota bolsegment opleggingen STP10.pdf	Berekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	17245-ONT-001				
Ontwerpnota fixatie STP10 2.0.pdf	Berekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	17245-ONT-003				
Ontwerpnota betonwerk bolsegment oplegging.pdf	Berekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	17245-ONT-004				
Ontwerpnota betonwerk fixatie STP10 2.0.pdf	Berekening	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Oplegging	17245-ONT-005				

Appendix

Bijlage C – Overzicht bestekken

IJsselbrug



Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
OVK BR/2183. Het wijzigen van de bestaande onderbouw Bestek	Bestek	Onderbouw	oost (40B-100)	Oplegging	BR 2183	1265 map 2	1957		
OPDRACHT 1523. Het verv. en leveren van gietijzeren afv/ Bestek	Bestek	Overig	oost (40B-100)	Overig	BR 1523-I	1265 map 3	1958		
OVK. Het verv. van de stalen bovenbouw.	Bestek	Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie	BR 2370	1265 map 4	1959		
Leidraad voor het werk aan de staalconstructie	Bestek	Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie	H105 order H105	1901 map 4E	1959		
OVK/St. van meerwerk. Het monteren van de stalen bove Bestek	Bestek	Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie	BR 2251	1902 map 8	1959		
OVK/Opdracht. Het verv. en leveren van leuningen voor e Bestek	Bestek	Gehele brug	oost (40B-100)	Overig	BR 2381	1902 map 11	1960		
OVK/Opdracht/St. van meerwerk. Het aanbrengen van e Bestek	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Verharding	BR 2571	1902 map 13	1960			
Opdracht. Het verv. en leveren van beugels leuningverliefd Bestek	Bestek	Overig	oost (40B-100)	Overig	Opdracht 2512-I	1902 map 15	1961		
OVK/Opdrachten/St. van meerwerk/Brief opl. Werk. Het i Bestek	Bestek	Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie	BR 7968	1902 map 21	1977		
OVK/Opdracht. Het herstellen van de asfaltconstructies. Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Verharding	BR 9846	1902 map 22	1983		
OVK/Telexopdracht. Het vervangen van de asfaltconstruc Bestek	Bestek	Hoofdbrug	oost (40B-100)	Verharding	BR 304	1902 map 23	1983		
OVK/Opdracht/Volmacht. Het herstellen van de rijnplaten Bestek	Hoofdbrug	beide	Overig	BR 903	3674 map 26	1986			
OVK/Opdracht/Volmacht/Conserveringsproduktblad/Proi Bestek	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	OVK-Opdracht-Volmacht-Conse	3674 map 29	1990			
OVK/Opdracht/Volmacht/Conserveringsproduktblad/Proi Bestek	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	BR 2305	3674 map 29	1990			
BESTEK + bijlage/Keuringsrapport/Montageprogramma/Cor Bestek	Hoofdbrug	beide	Voegovergang	BR 2364	471 map 30	1991			
Het verv. en leveren van smeedstalen onderdelen. Bestek	Bestek	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	Opdracht 11466-I	1903 map 2	1961		
Het verv. en leveren van gietstalen onderdelen (onbewerkt) Bestek	Bestek	Onderbouw	west (40B-111)	Oplegging	Opdracht 11468-I	1903 map 3	1961		
Het verv. van de stalen bovenbouw van de brug.	Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 2755	1903 map 4	1960		
Het leveren van 3 stuks afvoerkolken.	Bestek	Overig	west (40B-111)	Overig	Orderbon 23	1905 map 9	1962		
Het monteren van de stalen bovenbouw.	Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 2987	1905 map 10	1962		
Het aanbrengen van een bitumineuze deklaagconstructie Bestek	Hoofdbrug	west (40B-111)	Verharding	BR 3126	1905 map 11	1963			
Het verv. en leveren van 45 lichtmasten en 8 palen tbv aa Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6548 meerwerk	1906 map 19	1975		
Het verv. en leveren van 45 lichtmasten en 8 palen tbv aa Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6548	1906 map 19	1975		
Het verv., leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een e Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6559	1906 map 21	1975		
Het verv., leveren en bedrijfsvaardig opstellen van een v Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6559a	1906 map 21	1974		
Het verv., leveren en bedrijfsvaardig aanbrengen c.q. ops Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6558 meerwerk	1906 map 22	1975		
Het verv., leveren en bedrijfsvaardig aanbrengen c.q. ops Bestek	Bestek	Gehele brug	beide	Overig	BR 6558	1906 map 22	1975		
Het conserveren van de brug. - aanbesteding	Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 1651 aanbesteding	1907 map 33	1989		
Het conserveren van de brug. - bestek	Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 1651 bestek	1907 map 33	1989		
Het conserveren van de brug. - conserveringsproduktblac Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 1651 conserveringsproduktb	1907 map 33	1989			
Het conserveren van de brug. - overeenkomst en staat va Bestek	Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie	BR 1651 overeenkomst en staat	1907 map 33	1989			
Maken onderbouw	Bestek	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	BR 73	B.0292	1941		
Wijzigen bestaande onderbouw (1e brug)	Bestek	Onderbouw	oost (40B-100)	Pijlers/Landhoofd	BR 2183	B.0292	1959		
Wijzigen bestaande onderbouw (2e brug)	Bestek	Onderbouw	west (40B-111)	Pijlers/Landhoofd	BR 2536	B.0292	1960		
Betonnen dek (1e brug)	Bestek	Aanbrug	oost (40B-100)	Betondek	BR 205	B.0292	1959		
Betonnen dek (2e brug)	Bestek	Aanbrug	west (40B-111)	Betondek	BR 104	B.0292	1962		
Renoveren beton en metselwerk	Bestek	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	BR 716	B.0292	1985		
Renoveren beton en metselwerk (wijziging)	Bestek	Onderbouw	beide	Pijlers/Landhoofd	BR 716a	B.0292	1985		

Appendix

Bijlage D – Overzicht Overige documenten

IJsselbrug



Tekening/documentnaam	Type	Onderdeel	Oost/West	Constructieonderdeel	Actueel	Documentnummer	Map archief RWS	Jaar	Instelling
Ontwerpnota UP14 - Oostelijke brug od IJssel REV 00	Hersteladvies	Gehele brug	oost (40B-100)	Overig	40B-003-02	Ontwerpnota UP14 BDX-8485 map 27	2007		
Ontwerpnota UP14 - Oostelijke brug od Ijssel REV 01	Hersteladvies	Gehele brug	oost (40B-100)	Overig	40B-003-02	Ontwerpnota UP14 BDX-8485 map 27	2007		
Ontwerpnota UP14 - Westelijke brug od Ijssel REV 01	Hersteladvies	Gehele brug	west (40B-111)	Overig	40B-003-03	Ontwerpnota UP14 BDX-8485 map 27	2007		
Ontwerpnota UP14 - Westelijke brug od Ijssel REV 00	Hersteladvies	Gehele brug	west (40B-111)	Overig	40B-003-03	Ontwerpnota UP14 BDX-8485 map 27	2007		
Ontwerpnota UP14 - RW12 IJsselbrug REV 00	Hersteladvies				n.v.t. (beto)	40B-003-06 Ontwerpnota UP14 BDX-8485 map 27	2007		
Beheer en onderhoudsplan 40B-003-01 - Bruggen over de Hersteladvies Gehele brug			oost (40B-100)	Overig				2008	
Beheer en onderhoudsplan 40B-003-02 - Westelijke IJssel Hersteladvies Gehele brug			west (40B-111)	Overig				2008	
Beheer en onderhoudsplan 40B-003-03 - IJsselbrug	Hersteladvies				n.v.t. (beto)	Beheer en onderhoudsplan 40B BDX-8454 map 72	2008		
rapport herstelmaatregelen	Hersteladvies Gehele brug	beide	Betondeke			rapport herstelmaatregelen	Betonconstructie	1991	
adviesrapport voegovergang		Inspectierapport			n.v.t. (A73)	40B-003 adviesrapport voegove 40B-100			
blanco rapport BC01 1995	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003 blanco rapport BC01 1'40B-100		1995	RWS	
Inspectierapport BC01 1995	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003 Inspectierapport BC01 40B-100		1995	RWS	
Inspectierapport SV01+02 1990	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Staalconstructie		40B-003 Inspectierapport SV01+40B-100		1990	RWS	
paspoort 2013-01-08	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003 paspoort 2013-01-08 40B-100		2013	RWS	
blanco rapport BC01 1995	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01 blanco rapport BC01 40B-100		1995	RWS	
Nullinspectie-2008	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01 Nullinspectie-2008 40B-100		2008	Nebest	
Oostelijke IJsselbrug	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01 Oostelijke IJsselbrug 40B-100		2011	A-Quin	
PI-rapport 2008 Movares	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01 PI-rapport 2008 Mc 40B-100		2008	Movares	
Inspectierapport looppaden 2008	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Inspectiepad consoles		40B-003-01+02 inspectierapport 40B-100		2008	Applus	
Inspectierapport SV01+02 1980	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01+02 inspectierapport 40B-100		1980	RWS	
VI Asfalt 1997	Inspectierapp Hoofdbrug	beide	Verharding		40B-003-01+02 VI Asfalt 1997 40B-100		1997	Avoco	
Asfaltonderzoek 2001 AvB	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Verharding		40B-003-01+02 asfaltonderzoek 40B-100		2001	Avoco	
evaluatie asfaltonderzoek 2001	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Verharding		40B-003-01+02 evaluatie asfaltc 40B-100		2001	Avoco	
B_O-plan Nebest 2008	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-B_O-plan Nebest 2(40B-100		2008	Nebest	
Onderzoeksrapport-asbest	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-Onderzoeksrapport 40B-100		2010	OPM	
TI inspectievoorzieningen 2012	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-TI inspectievoorzien 40B-100		2012	Nebest	
TI-voegovergangen2012	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Voegovergang		40B-003-01-TI-voegovergangen 40B-100		2012	Maurer Söhne	
Asbestinventarisatielijst beheerobjecten	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		Asbestinventarisatielijst beheer 40B-100		2009	RWS	
blanco rapport BC02 1995	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003 blanco rapport BC02 1'40B-111		1995	RWS	
Inspectierapport SV01+02 1990	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Staalconstructie		40B-003 inspectierapport SV01+40B-111		1990	RWS	
paspoort 2013-01-08	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003 paspoort 2013-01-08 40B-111		2013	RWS	
Inspectierapport looppaden 2008	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-01+02 inspectierapport 40B-111		2008	Applus	
Inspectierapport SV01+02 1980	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-01+02 inspectierapport 40B-111		1980	RWS	
VI Asfalt 1997	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Verharding		40B-003-01+02 VI Asfalt 1997 40B-111		1997	Avoco	
VI Asfalt 1998	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Verharding		40B-003-01+02 VI Asfalt 1998 40B-111		1998	Avoco	
asfaltonderzoek 2001 AvB	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Verharding		40B-003-01+02 asfaltonderzoek 40B-111		2001	Avoco	
evaluatie asfaltonderzoek 2001	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Verharding		40B-003-01+02 evaluatie asfaltc 40B-111		2001	Avoco	
Inspectierapport 1995	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02 Inspectierapport 19 40B-111		1995	RWS	
PI 2008 Movares	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02 PI 2008 Movares 40B-111		2008	Movares	
Westelijke IJsselbrug	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02 Westelijke IJsselbru 40B-111		2011	A-Quin	
B_O-plan Nebest 2008	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-B_O-plan Nebest 2(40B-111		2008	Nebest	
NI 2008 Nebest	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-NI 2008 Nebest 40B-111		2008	Nebest	
Onderzoeksrapport-Asbest	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-Onderzoeksrapport 40B-111		2010	OPM	
TI inspectie voorzieningen (ideen aan 01)	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-TI inspectie voorrie 40B-111		2012	Nebest	
TI voegen(idem aan 01)	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Voegovergang		40B-003-02-TI voegen(idem aan 40B-111		2012	Maurer Söhne	
Asbestinventarisatielijst beheerobjecten	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		Asbestinventarisatielijst beheer 40B-111		2009	RWS	
TI-voegovergangen2012	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Voegovergang		40B-003-01-TI-voegovergangen 40B-111		2012	Maurer Söhne	
Asbestinventarisatielijst beheerobjecten	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		Asbestinventarisatielijst beheer 40B-111		2009	RWS	
Inspectietekeningset 2015 Oostbrug	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-Inspectietekeningset 02 Inspectierapport 2015				
Object Risico Analyse 2016 Oostbrug.	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-Object Risico Analy 02 Inspectierapport 2016			IV-Infra	
Programmeringsinspectie 2016 Oostbrug	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-Programmeringsins 02 Inspectierapport 2016			IV-Infra	
Toestandsinspectie Inspectievoorzieningen 2012 Oostbrug	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Overig		40B-003-01-Toestandsinspectie 1 02 Inspectierapport 2012			Nebest	
Toestandsinspectie Voegovergangen 2012 Oostbrug	Inspectierapp Gehele brug	oost (40B-100)	Voegovergang		40B-003-01-Toestandsinspectie 1 02 Inspectierapport 2012 Maurer Söhne				
Inspectietekeningset 2015 Westbrug	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-Inspectietekeningset 02 Inspectierapport 2015			RWS	
Object Risico Analyse 2016 Westbrug.	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-Object Risico Analy 02 Inspectierapport 2016			IV-Infra	
Programmeringsinspectie 2016 Westbrug	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-Programmeringsins 02 Inspectierapport 2016			IV-Infra	
Toestandsinspectie Inspectievoorzieningen 2012 Westbrug	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Overig		40B-003-02-Toestandsinspectie 1 02 Inspectierapport 2012			Nebest	
Toestandsinspectie Voegovergangen 2012 Westbrug	Inspectierapp Gehele brug	west (40B-111)	Voegovergang		40B-003-02-Toestandsinspectie 1 02 Inspectierapport 2012 Maurer Söhne				
GTI Opleggingen IJsselbrug 2017	Inspectierapp Gehele brug	beide	Oplegging		GTI Opleggingen IJsselbrug 201'2 Inspectierapport 2017 DMV consulting				
Inspectierapport Vermoeilingsdetails	Inspectierapp Gehele brug	beide	Staalconstructie		Inspectierapport Vermoeilingsd 02 Inspectierapport 2017 Infrainspectie				
Inspecties Vermoeilingsdetails IJsselbrug April-Juni 2017	Inspectierapp Gehele brug	beide	Staalconstructie		Inspecties Vermoeilingsdetails IJ 02 Inspectierapport 2017 Infrainspectie				
Inspecties Vermoeilingsdetails IJsselbrug November-Dece 2017	Inspectierapp Gehele brug	beide	Staalconstructie		Inspecties Vermoeilingsdetails IJ 02 Inspectierapport 2017 Infrainspectie				
Memo - Vervolgtretract Borging Constructieve Veiligheid I. Onderzoeksra Gehele brug		beide	Staalconstructie		Memo - Vervolgtretract Borging TNO 0100313038-A/VSS		2017	RWS	
Memo Detaillagetractie	Onderzoeksra Gehele brug	beide	Staalconstructie		TNO 2018			TNO	
TNO rapport 2017 R11499 Diverse vermoelingsadviezen Onderzoeksra Gehele brug		beide	Staalconstructie		TNO rapport 2017 R11499 Divi TNO 2017		2017	TNO	
TNO rapport vermoeling klinknagelverbindingen en orhto Onderzoeksra Gehele brug		beide	Staalconstructie		TNO rapport vermoeling klinkn TNO 2017		2017	TNO	
Inspecties Vermoeilingsdetails IJsselbrug November-Dece 2017	Inspectierapp Gehele brug	beide	Staalconstructie		2017 070 RWS Rep1 Rev 0 Infrainspectie		2017	Infrainspectie	

Appendix

Bijlage E – Blijvende belastingen

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project:	Herberekening IJsselbrug A12	Datum:	25-5-2018
Projectnummer:	BF7387	Naam:	EKL
Omschrijving:	Blijvende belastingen	Versie:	F1.0



Blijvende belastingen (G) - 1 t/m 9

Belastinggeval **1 : Eigen gewicht staal**

Het eigen gewicht van de staalconstructie wordt door Scia zelf gegenereerd o.b.v. het ingevoerde soortelijk gewicht. Onderstaand staan de aangehouden soortelijke gewichten genoemd:

Soortelijke massa staal

$$\gamma_{st} = \boxed{78,5} \text{ kN/m}^3$$

BG 1

Voor de hoofdoverspanning wordt onderscheid gemaakt in twee bouwfasen, BG1a komt overeen met het eigen gewicht van deel 0-14 en deel 20-34, BG1b komt overeen met het eigen gewicht van deel 14-20

Toeslagpercentages

In de SCIA modellen zijn per onderdeel een toeslag op het eigen gewicht doorgevoerd voor extra onderdelen en verbindingsmiddelen, in verband met de invoer van netto doorsneden in Scia Engineer. Deze toeslagpercentages zijn weergegeven in Bijlage M

Belastinggeval **2 en 5 : Eigen gewicht beton**

In de berekening wordt onderscheid gemaakt in het voorgespannen beton en het gewapende beton. In BG2 wordt alleen het gewicht van het voorgespannen beton in rekening gebracht. In BG5 wordt het gewicht van het gewapende betonnen dek in rekening gebracht. Er wordt rekening gehouden met het volgende volumieke gewicht:

voorgespannen beton

$$\gamma_b = \boxed{25,0} \text{ kN/m}^3$$

BG 2

Soortelijke massa gew. beton

$$\gamma_b = \boxed{25,0} \text{ kN/m}^3$$

BG 5

De belasting is vertaald naar lijnlasten op de hoofdliggers, console en dwarsdragers op basis van een belastingafdracht-envelop onder 45°. De belasting uit de rib is direct afgedragen naar de hoofdlijger.

Belastinggevallen

Project:	Herberekening IJsselbrug A12	Datum:	25-5-2018
Projectnummer:	BF7387	Naam:	EKL
Omschrijving:	Blijvende belastingen	Versie:	F1.0

Belastinggeval**3 en 10 : Voorspanning en voorspanverlies**

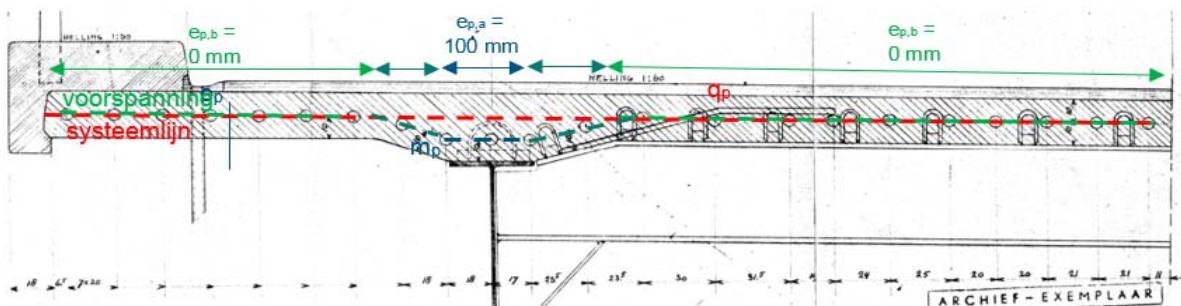
In de aanbruggen is van 6 m voor tot 6 m na elk tussensteunpunt voorspanning toegepast in langsrichting van de brug. In het dek zijn, per tussensteunpunt, 44 Dywidag staven Ø26 mm toegepast [A.27268], [C.9366], [BR 205], [BR 104].

Diameter voorspanstaaf	$\varnothing_p =$	26 mm
Oppervlak voorspanning	$A_p =$	531 mm ² /kabel
Aantal staven	$n_p =$	44 kabels
Aanhangvoorspanning	$\sigma_{pm,0} =$	622 N/mm ²
Aanhangvoorspankracht	$F_{pm,0} =$	330 kN/kabel
Werkvoorspanning	$\sigma_{pm,\infty} =$	565 N/mm ²
Werkvoorspankracht	$F_{pm,\infty} =$	300 kN/kabel

Om de voorspankracht in het model in te voeren wordt de voorspankracht opgesplitst in twee bouwfases, om rekening te houden met de bouwfasering. BG3 wordt in een separataat model ingevoerd, omdat op het moment van voorspannen het betondek + bovenflens nog niet verbonden zijn met de rest van de constructie.

1. Aanhangvoorspankracht op t = 0 na uitharden beton (BG3)
2. Voorspanverlies op t = ∞ (BG 8)

De voorspankracht is ingevoerd als een lijnlast over de breedte van het dek en een moment ten opzichte van de systeemlijn (bovenzijde hoofdlijker)



Breedte dek	$b_{dek} =$	9,44 m
Excentriciteit rib 300 mm	$e_{p,a} =$	100 mm
Excentriciteit dek 200 mm	$e_{p,b} =$	0 mm
Voorspanning	$q_p =$	1538 kN/m
Moment tpv rib 300 mm	$m_{p,a} =$	154 kNm/m
Moment tpv dek 200 mm	$m_{p,b} =$	0 kNm/m
Voorspanverlies	$q_p =$	-154 kN/m
Moment tpv rib 300 mm	$m_{p,a} =$	-15 kNm/m
Moment tpv dek 200 mm	$m_{p,b} =$	0 kNm/m

Belastinggeval**4 : Vijzelen aanbruggen**

Na het toevoegen van de plaatelementen voor het prefab betonnen dek worden de aanbruggen ter plaatse van de tussensteunpunten gevijzeld. Hiertoe wordt er in SCIA een opgelegde vervorming van de 4 opleggingen van de tussensteunpunten toegepast van 400 mm in z-richting conform tekening [A.23791] en berekening [BBV-0010-00].

Opgelegde vervorming $\Delta u_z =$ 400 mm BG 4

Belastinggeval**6 : Aflaten aanbruggen**

Na het toevoegen van de plaatelementen voor het gewapend betonnen dek worden de aanbruggen ter plaatse van de tussensteunpunten weer afgelaten. Hiertoe wordt er in SCIA een opgelegde vervorming van de 4 opleggingen van de tussensteunpunten toegepast van -400 mm in z-richting.

Opgelegde vervorming $\Delta u_z =$ -400 mm BG 6

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug A12](#) Datum: 25-5-2018
Projectnummer: BF7387 Naam: EKL
Omschrijving: [Blijvende belastingen](#) Versie: F1.0

**Belastinggeval****7 : Asphaltverharding**

Op basis van de archiefinformatie is de asfaltdikte van de verschillende bruggen zo goed als mogelijk achterhaald, zowel conform het ontwerp als de huidige dikte.

De ontwerpdikte van de verharding is voor beide bruggen 50 mm [BR 2571], [BR 3126], [A.50973]. In 1996 is dit op de stalen bruggen vervangen voor ZOAB (30-35 mm) op DAB (25 mm) met twee Parafor membraan-lagen (2x5 mm) [VI Asfalt 1998]. Hiermee komt de totale dikte op ca. 70 mm.

De asfaltdikte is gecontroleerd op basis van metingen tussen bovenkant schampkant en bovenkant verharding. Hieruit volgde een iets dikker asfaltpakket. Er wordt gerekend met de gemiddelde dikte per brug.

Soortelijke massa asfalt $\gamma_{\text{asfalt}} = \boxed{23,0} \text{ kN/m}^3$

1e zijoverspanning	$d_{\text{asfalt}} = \boxed{102,5} \text{ mm}$	(o.b.v. metingen)
2e zijoverspanning	$d_{\text{asfalt}} = \boxed{85,0} \text{ mm}$	(o.b.v. metingen)
Hoofdoverspanning	$d_{\text{asfalt}} = \boxed{82,0} \text{ mm}$	(o.b.v. metingen)

Belastingen door asphaltverharding		[mm]	[kN/m ³]	
Zijoverspanningen	$P_{a.\text{zijoverspanning},1} =$	$d_{\text{asfalt}} * \gamma_{\text{asfalt}}$	=	2,36 kN/m² BG7
Zijoverspanningen	$P_{a.\text{zijoverspanning},2} =$	$d_{\text{asfalt}} * \gamma_{\text{asfalt}}$	=	1,96 kN/m² BG7
Hoofdoverspanning	$P_{a.\text{hoofdoverspanning}} =$	$d_{\text{asfalt}} * \gamma_{\text{asfalt}}$	=	1,89 kN/m² BG7

In eerste instantie zal voor de zijoverspanningen met de hoge belasting gerekend worden. Indien blijkt dat de brug niet voldoet op sterkte, zal onderscheid gemaakt worden tussen de 2 zijoverspanningen.

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Blijvende belastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0



Belastinggeval

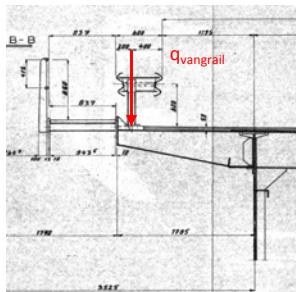
8 : Overige blijvende belastingen

Er zijn diverse blijvende belastingen aanwezig op de brug. Er wordt onderscheid gemaakt in de blijvende belastingen op de schampkant, het inspectiepad naast de brug en het inspectiepad o/d brug.

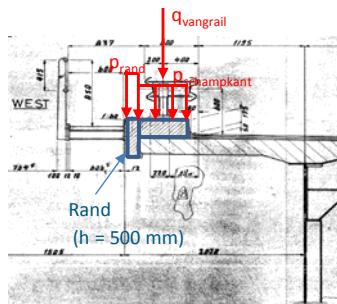
Schampkant (BG8a)

Voor de hoofdoverspanning wordt de asfaltbelasting tot de rand van het stalen dek doorgetrokken. Er is geen schampkant aanwezig, alleen een vangrail.

Voor de zijoverspanning wordt de schampkant opgesplitst in een UDL belasting op het dek en een lijnbelasting t.g.v. het randelement.



Hoofdoverspanning



Zijoverspanning

Hoogte schampkant	$d_{schampkant} = 235$	mm	(o.b.v. [A.23315-I, gemiddelde hoogte])
Hoogte rand betondek	$d_{rand} = 500$	mm	(o.b.v. [A.23315-I])
Breedte rand betondek	$b_{rand} = 150$	mm	(o.b.v. [A.23315-I])
Gewicht vangrail	$F_{vangrail} = 1258$	kN	(o.b.v. [Renvooistaten 1906 map 22A])
Totale lengte vangrail	$l_{vangrail} = 2160$	m	

Belastingen Schampkant

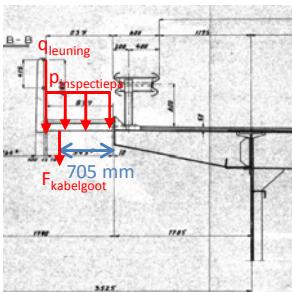
$$\begin{aligned} p_{schampkant} &= d_{schampkant} & * & \gamma_{beton} = & 5,88 \text{ kN/m}^2 & BG8a \\ p_{rand} &= d_{rand} & * & \gamma_{beton} = & 12,50 \text{ kN/m}^2 & \\ q_{vangrail} &= F_{vangrail} & / & l_{vangrail} = & 0,60 \text{ kN/m} & BG8a \end{aligned}$$

De belasting op de rand is vertaald naar een lijnlast en een moment op de rand van het (constructieve) betondek

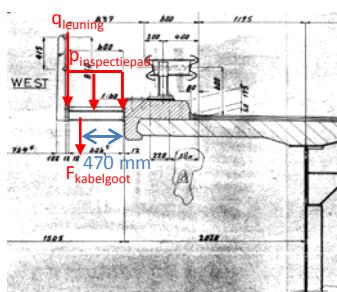
$$\begin{aligned} \text{Lijnlast rand betondek} & \quad p_{rand} = 0,15 \text{ m} = & 1,88 \text{ kN/m} & BG8a \\ \text{Lijnmoment rand betondek} & \quad m_{rand} = 0,075 \text{ m} = & 0,14 \text{ kNm/m} & BG8a \end{aligned}$$

Inspectiepad naast het brugdek (BG8b)

Het consoles worden belast door de leuning, de roostervloer en de kabelgoot. De belastingen zijn bepaald o.b.v. het bestek en worden als punt of lijnlast ingevoerd in de berekening door de belasting te vermenigvuldigen met de h.o.h. afstand van de console.



Hoofdoverspanning



Zijoverspanning

Gewicht leuning	$F_{leuning} = 243$	kN	(o.b.v. [Renvooistaten 1906 map 22A])
Gewicht inspectiepad	$F_{inspectiepad} = 479$	kN	(o.b.v. [Renvooistaten 1906 map 22A])
Lengte inspectiepad aanbr	$l_{inspectiepad} = 960$	m	(4 stuks)
Breedte inspectiepad aanbr	$b_{inspectiepad} = 0,60$	m	
Lengte inspectiepad hfdbr	$l_{inspectiepad} = 1200$	m	(4 stuks)
Breedte inspectiepad hfdbr	$b_{inspectiepad} = 0,84$	m	
Oppervlak inspectiepad	$A_{inspectiepad} = 1580$	m^2	
Console	$q_{console} = 0,11$	kN/m^1	(obv tekening A.50928-C, IPE120 profiel)
Lengte console aanbrug	$l_{console} = 0,60$	m	(obv tekening A.50928-C)
Lengte console hfdbrug	$l_{console} = 0,86$	m	(obv tekening A.50928-C)
Kabelgoot verlichting	$q_{kabelgoot} = 0,75$	kN/m^1	(inschatting o.b.v. tekening [A.50928-C])

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12**
 Projectnummer: **BF7387**
 Omschrijving: **Blijvende belastingen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **EKL**
 Versie: **F1.0**

**Belastinggeval****8 : Overige blijvende belastingen****Belastingen Inspectiepad (normale console)**

Leuning	$q_{leuning} = F_{leuning} / l_{inspectiepad}$	$0,30 \text{ kN/m}^2$
Inspectiepad	$p_{inspectiepad} = F_{inspectiepad} / A_{inspectiepad}$	$0,40 \text{ kN/m}^2$
Console	$q_{console} =$	$0,11 \text{ kN/m}^2$
Kabelgoot verlichting	$q_{kabelgoot} =$	$0,75 \text{ kN/m}^2$

Belastingen Inspectiepad (normale console) op aanbruggen

De belasting wordt vertaald naar een puntlast op de rand van het (constructieve) betondek, op basis van de hart op hart afstand van de consoles

Hart op hartmaat h.o.h. **2000** mm (o.b.v. tekening [A.50937])

Leuning	$F_{leuning} = q_{leuning} * 2,00 \text{ m} =$	$0,60 \text{ kN}$
Inspectiepad	$F_{inspectiepad} = p_{inspectiepad} * 2,00 \text{ m} * b_{inspectiepad} =$	$0,48 \text{ kN}$
Console	$F_{console} = q_{console} * 0,60 \text{ m} =$	$0,07 \text{ kN}$
Kabelgoot verlichting	$F_{kabelgoot} = q_{kabelgoot} * 2,00 \text{ m} =$	$1,50 \text{ kN} +$

2,65 kN

BG8b

Naast een puntlast treedt er ook een moment op door de arm ten opzichte van de rand van het constructieve dek

Arm leuning tot rand dek	$a_{leuning} = 841 \text{ mm}$
Arm inspectiepad	$a_{inspectiepad} = 462 \text{ mm}$
Arm console	$a_{console} = 450 \text{ mm}$
Arm kabelgoot	$a_{kabelgoot} = 620 \text{ mm}$

Leuning	$M_{leuning} = F_{leuning} * 0,84 \text{ m} =$	$0,50 \text{ kNm}$
Inspectiepad	$M_{inspectiepad} = F_{inspectiepad} * 0,46 \text{ m} =$	$0,22 \text{ kNm}$
Console	$M_{console} = F_{console} * 0,45 \text{ m} =$	$0,03 \text{ kNm}$
Kabelgoot verlichting	$M_{kabelgoot} = F_{kabelgoot} * 0,62 \text{ m} =$	$0,93 \text{ kNm} +$

1,69 kNm

BG8b

Belastingen Inspectiepad (normale console) op hoofdoverspanning

De belasting wordt vertaald naar een puntlast op de rand van het (constructieve) betondek, op basis van de hart op hart afstand van de consoles

Hart op hartmaat h.o.h. **1800** mm (o.b.v. tekening [A.50937])

Leuning	$F_{leuning} = q_{leuning} * 1,80 \text{ m} =$	$0,54 \text{ kN}$
Inspectiepad	$F_{inspectiepad} = p_{inspectiepad} * 1,80 \text{ m} * b_{inspectiepad} =$	$0,60 \text{ kN}$
Console	$F_{console} = q_{console} * 0,86 \text{ m} =$	$0,09 \text{ kN}$
Kabelgoot verlichting	$F_{kabelgoot} = q_{kabelgoot} * 1,80 \text{ m} =$	$1,35 \text{ kN} +$

2,59 kN

BG8b

Naast een puntlast treedt er ook een moment op door de arm ten opzichte van de rand van het staaldek

Arm leuning tot rand dek	$a_{leuning} = 926 \text{ mm}$
Arm inspectiepad	$a_{inspectiepad} = 429 \text{ mm}$
Arm console	$a_{console} = 432 \text{ mm}$
Arm kabelgoot	$a_{kabelgoot} = 705 \text{ mm}$

Leuning	$M_{leuning} = F_{leuning} * 0,93 \text{ m} =$	$0,50 \text{ kNm}$
Inspectiepad	$M_{inspectiepad} = F_{inspectiepad} * 0,43 \text{ m} =$	$0,26 \text{ kNm}$
Console	$M_{console} = F_{console} * 0,43 \text{ m} =$	$0,04 \text{ kNm}$
Kabelgoot verlichting	$M_{kabelgoot} = F_{kabelgoot} * 0,71 \text{ m} =$	$0,95 \text{ kNm} +$

1,75 kNm

BG8b

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Blijvende belastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

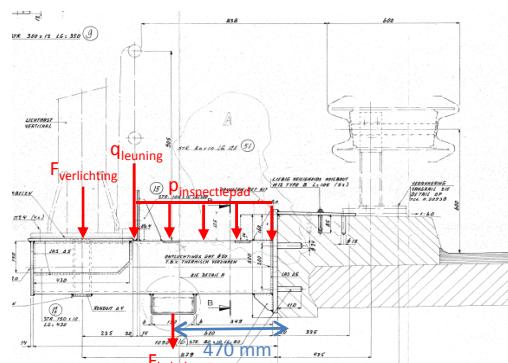
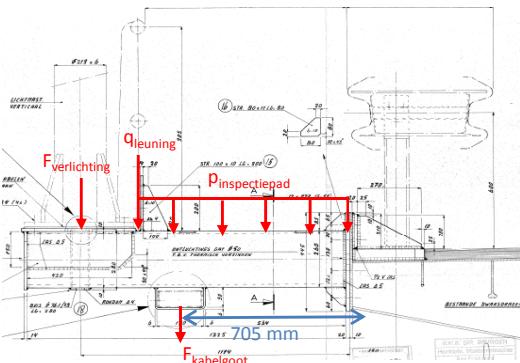


Belastinggeval

8 : Overige blijvende belastingen

Versterkte console met verlichting (BG8c)

Ter plaatse van de lichtmasten in een "versterkte" console aangebracht die wat langer is als de overige consoles. Op deze verlenging staat een lichtmast. Ook is er een zwaardere console toegepast. De overige belastingen zijn gelijk aan de normale consoles.



Hoofdoverspanning

Gewicht verlichting	$F_{verlichting} =$	3 kN
Console	$q_{console} =$	1,00 kN/m
Lengte console aanbrug	$l_{console} =$	1104 mm
Lengte console hfdbrug	$l_{console} =$	1359 mm

(o.b.v. berekening [BBV-0010-00])
 (o.b.v. [A.50939] koker 260*260*11)
 (o.b.v. [A.50939])
 (o.b.v. [A.50939])

Belastingen Inspectiepad (versterkte console) op aanbruggen

Leuning	$F_{leuning} =$	0,60 kN
Inspectiepad	$F_{inspectiepad} =$	0,48 kN
Console	$F_{console} = q_{console} * 1,104 \text{ m} =$	1,10 kN
Kabelgoot verlichting	$F_{kabelgoot} =$	1,50 kN
Verlichting	$F_{verlichting} =$	3,00 kN +
		<u><u>6,68 kN</u></u>

BG8c

Naast een puntlast treedt er ook een moment op door de arm ten opzichte van de rand van het constructieve dek

Arm verlichting	$a_{verlichting} = 1029 \text{ mm}$	(o.b.v. [A.50939])
Arm console	$a_{console} = 702 \text{ mm}$	(o.b.v. [A.50939])
Leuning	$M_{leuning} = F_{leuning} * 0,84 \text{ m} =$	0,50 kNm
Inspectiepad	$M_{inspectiepad} = F_{inspectiepad} * 0,46 \text{ m} =$	0,22 kNm
Console	$M_{console} = F_{console} * 0,70 \text{ m} =$	0,78 kNm
Kabelgoot verlichting	$M_{kabelgoot} = F_{kabelgoot} * 0,62 \text{ m} =$	0,93 kNm
Verlichting	$M_{verlichting} = F_{verlichting} * 1,029 \text{ m} =$	3,09 kNm +
		<u><u>5,52 kNm</u></u>

BG8c

Belastingen Inspectiepad (versterkte console) op hoofdbrug

Leuning	$F_{leuning} =$	0,54 kN
Inspectiepad	$F_{inspectiepad} =$	0,60 kN
Console	$F_{console} = q_{console} * 1,359 \text{ m} =$	1,36 kN
Kabelgoot verlichting	$F_{kabelgoot} =$	1,35 kN
Verlichting	$F_{verlichting} =$	3,00 kN +
		<u><u>6,85 kN</u></u>

BG8c

Naast een puntlast treedt er ook een moment op door de arm ten opzichte van de rand van het staaldek

Arm verlichting	$a_{verlichting} = 1114 \text{ mm}$	(o.b.v. [A.50939])
Arm console	$a_{console} = 680 \text{ mm}$	(o.b.v. [A.50939])
Leuning	$M_{leuning} = F_{leuning} * 0,93 \text{ m} =$	0,50 kNm
Inspectiepad	$M_{inspectiepad} = F_{inspectiepad} * 0,43 \text{ m} =$	0,26 kNm
Console	$M_{console} = F_{console} * 0,68 \text{ m} =$	0,92 kNm
Kabelgoot verlichting	$M_{kabelgoot} = F_{kabelgoot} * 0,71 \text{ m} =$	0,95 kNm
Verlichting	$M_{verlichting} = F_{verlichting} * 1,114 \text{ m} =$	3,34 kNm +
		<u><u>5,98 kNm</u></u>

BG8c

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Blijvende belastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

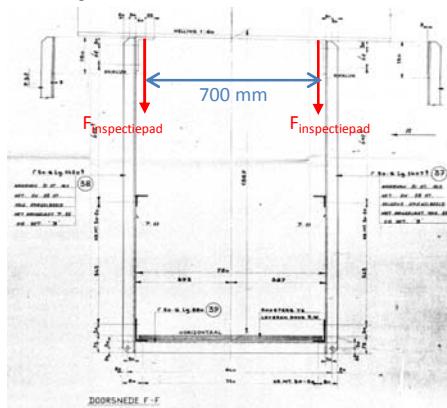


Belastinggeval

8 : Overige blijvende belastingen

Inspectiepad onder de brug (BG8d)

Het inspectiepad onder de brug wordt in rekening gebracht als 2 puntlasten op de dwarsdragers, h.o.h. 700 mm, symmetrisch ten opzichte van het midden van de dwarsdragers.



Inspectiepad

	Aantal	Lengte	Breedte	Gewicht	Totaal
Dwarsligger (L50*6)	0,50 x	0,88 m x		0,04469 kN/m ¹ =	0,02 kN
Hangers (L50*6)	1,00 x	1,407 m x		0,04469 kN/m ¹ =	0,06 kN
Onderregel (L50*6)	1 x	1,8 m x		0,04469 kN/m ¹ =	0,08 kN
Leuning (L50*6)	1 x	1,8 m x		0,04469 kN/m ¹ =	0,08 kN
Rooster (25 mm)	0,5 x	1,8 m x	0,75 m x	0,40 kN/m ² =	0,27 kN
Toeslag ivm bevestigingen				10%	0,05 kN +
					F_{inspectiepad} = 0,60 kN (BG8d)

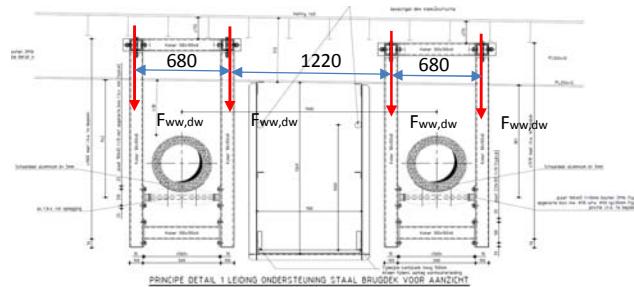
Bron: Tekening [A.85343], [A.85401]

Warmwaterleiding (BG8e)

De warmwaterleidingen van NUON (twee stuks) zijn alleen aanwezig onder de westelijke brug, onder de hoofdbrug (1e t/m 4e overspanning). Het belastinggeval wordt daarom als separaat belastinggeval ingevoerd, zodat indien nodig er onderscheid gemaakt kan worden voor de oostelijke en westelijke brug.

Leiding

Buitendiameter	$\varnothing_{\text{buiten}} = 450 \text{ mm}$
Wanddikte	$t_{\text{buiten}} = 7,11 \text{ mm}$
Soortelijk gewicht	$\rho_{\text{staal}} = 7850 \text{ kg/m}^3$
Binnendiameter	$\varnothing_{\text{binnen}} = 300 \text{ mm}$
Wanddikte	$t_{\text{binnen}} = 10 \text{ mm}$
Soortelijk gewicht PE	$\rho_{\text{PE}} = 1000 \text{ kg/m}^3$
Soortelijk gewicht PUR	$\rho_{\text{PUR}} = 60 \text{ kg/m}^3$



Frame

Koker 100x100x8	$q_{\text{profiel}} = 0,21 \text{ kN/m}$
Lengte A	$L = 1670 \text{ mm}$
Lengte B	$L = 580 \text{ mm}$
Lengte C	$L = 1800 \text{ mm}$
As rond 35 mm	$q_{\text{profiel}} = 0,08 \text{ kN/m}$
Lengte	$L = 580 \text{ mm}$
Toeslag ivm verbindingen	20%

Puntlasten t.g.v. gewicht warmwaterleiding en ophangframe

2 stuks
2 stuks
1 stuk

Warmwaterleiding NUON
 Frame

$q_{\text{ww-leiding}} = 0,50 \text{ kN/m}^1$
$F_{\text{frame}} = 2,1 \text{ kN}$

Hart op hart maat frame

$$h.o.h. = 10,71 \text{ m}$$

Totale kracht per ophangframe

$$F_{\text{ww}} = q_{\text{ww-leiding}} * 10,71 \text{ m} + F_{\text{frame}} =$$

$$7,4 \text{ kN}$$

Kracht op dwarsdrager

$$F_{\text{ww,dw}} = F_{\text{ww}} / 4 =$$

$$1,86 \text{ kN}$$

BG8e

Creep and shrinkage according to Eurocode 2

Project: IJsselbrug Date: 25-5-2018
Projectnumber: BF7387 Name: Ernst Klammer
Description: Krimpbelasting Version: v0.5 Beta



Belastinggeval **9** : **Krimpbelasting**

Shrinkage

The shrinkage strain is determined in correspondence with NEN-EN1992-1-1 art. 3.1.4(6)

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} \quad \text{formula 3.8}$$

ε_{cd} = drying shrinkage

ε_{ca} = autogenous shrinkage

Drying shrinkage

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \cdot \varepsilon_{cd,0} \quad \text{shrinkage at } t = \infty$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) * k_h * \varepsilon_{cd,0} \quad \text{shrinkage at } t = t \quad \text{formula 3.9}$$

Environment: **Out**

Relative humidity: **80 %**

Concrete class: **C32/40**

Type of cement **CEM 32,5 N** (Portland is rapid and blast furness is normal)

Cementclass **S**

$$\alpha_{ds1} = 3$$

$$\alpha_{ds2} = 0,13$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cmo} = 10 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$RH_0 = 100 \%$$

$$\beta_{RH} = 0,756$$

$$\varepsilon_{cd,0} = 0,21 \%$$

$$h = 200 \text{ mm}$$

$$w = 1000 \text{ mm}$$

$$u = 2000 \text{ mm}$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$k_h = 0,85$$

$$\varepsilon_{cd,\infty} = 0,85 \times 0,21 \% = 0,18 \%$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$t_s = 1 \text{ days} \quad (\text{age at the beginning of the drying shrinkage})$$

$$\beta_{ds}(t, t_s) = 0,997 \quad \text{formula 3.10}$$

$$\varepsilon_{cd}(t) = 0,178 \% \quad \text{formula 3.8}$$

Creep and shrinkage according to Eurocode 2

Project: IJsselbrug Date: 25-5-2018
Projectnumber: BF7387 Name: Ernst Klammer
Description: Krimpbelasting Version: v0.5 Beta



autogenous shrinkage

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ca} &= \text{autogenous shrinkage} \\ \varepsilon_{ca}(t) &= \beta_{as}(t) \varepsilon_{ca}(\infty) && \text{shrinkage at } t = t \\ \varepsilon_{ca}(\infty) &= 2,5 (f_{ck} - 10) * 10^{-6} && \text{shrinkage at } t = \infty\end{aligned}$$
$$\begin{aligned}f_{ck} &= 32 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon_{ca}(\infty) &= 0,055 \text{ \%}\end{aligned}$$

long term

$$\begin{aligned}\beta_{as}(t) &= 1 - \exp(-0,2t^{0,5}) && \text{formula 3.13} \\ t &= 36500 \text{ days} \\ \beta_{as}(t) &= 1 \\ \varepsilon_{ca}(t) &= 0,055 \text{ \%}\end{aligned}$$

Shrinkage

$$\begin{aligned}\varepsilon_{cs} &= \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca} \\ \varepsilon_{cd} &= 0,178 \text{ \%} \\ \varepsilon_{ca} &= 0,055 \text{ \%} \\ \varepsilon_{cs} &= 0,233 \text{ \%}\end{aligned}$$

Voorspanverliezen volgens R.V.B. 1962

$$\text{Kwaliteit voorspanstaal QP105} \quad \sigma_{ar} := 105 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \sigma_{ar} = 1029.7 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{pu.rep} := \sigma_{ar}$$

$$\text{Elasticitetsmodulus voorspanstaal} \quad E_p := 2.06 \cdot 10^6 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad E_p = 202.0 \cdot \text{GPa}$$

$$\text{Oppervlakte doorsnede kabel} \quad A_p := 531 \cdot \text{mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Aanvangsvoorspankracht} \quad F_{po} &:= 1.1 \cdot 0.538 \cdot \sigma_{ar} \cdot A_p & F_{po} &= 33.0 \cdot \text{tf} & F_{po} &= 324 \cdot \text{kN} \\ \sigma_{po} &:= \frac{F_{po}}{A_p} & \sigma_{po} &= 62.14 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} & \sigma_{po} &= 609 \cdot \text{MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Gemiddelde Kubusdruksterkte (ribbe 20 cm) na 28 dagen} \quad K450 \quad \sigma'_{w28} := 450 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Elasticitetsmodulus (art. 7.3.2 RVB)} \quad E'_b &:= \left(200 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{1}{3} \cdot \sigma'_{w28} \right) \cdot 10^3 & E'_b &= 350.0 \cdot \frac{\text{tf}}{\text{cm}^2} \\ & & E'_b &= 34323 \cdot \text{MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Halve kabellengte} \quad \frac{L}{2} = 6.0 \cdot \text{m}$$

$$\text{Aanname hoekverdraaiing over halve kabellengte} \quad \phi = 0.0 \cdot \text{deg} \quad \phi = 0.0000 \cdot \text{rad}$$

$$\text{Wrijvingscoëfficiënt} \quad \mu := 0.25$$

$$\text{Wobble-factor} \quad \phi_1 := 0.01 \cdot \frac{\text{rad}}{\text{m}}$$

$$-\mu \cdot \left(\phi + \phi_1 \cdot \frac{L}{2} \right) = -0.0150$$

$$\Delta F_{p.wrijving}(x) := F_{po} \cdot \left[1 - e^{-\mu \cdot (\phi(x) + \phi_1 \cdot x)} \right] \quad e^{-0.0150} = 0.985$$

$$\Delta F_{p.wrijving.max} := F_{po} \cdot (1 - 0.985) \quad \Delta F_{p.wrijving.max} = 0.5 \cdot \text{tf}$$

$$\Delta F_{p.wrijving.max} = 4.9 \cdot \text{kN}$$

$$\Delta \sigma_{p.wrijving.max} := \frac{\Delta F_{p.wrijving.max}}{A_p} \quad \Delta \sigma_{p.wrijving.max} = 93 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\Delta \sigma_{p.wrijving.max} = 9 \cdot \text{MPa}$$

$$\tan(\gamma) := \frac{\Delta \sigma_{p.wrijving.max}}{\frac{L}{2}} \quad \tan(\gamma) = 0.155 \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{wigzetting} \quad w := 1 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Invloedslengte wigzetting} \quad a := \sqrt{\frac{w \cdot E_p}{\tan(\gamma)}} \quad a = 11.5 \cdot \text{m}$$

$$\Delta\sigma_{p,wigzetting,max} := 2 \cdot a \cdot \tan(\gamma)$$

$$\Delta\sigma_{p,wigzetting,max} = 358 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\Delta\sigma_{p,wigzetting,max} = 35 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta F_{p,wigzetting,max} := \Delta\sigma_{p,wigzetting,max} \cdot A_p$$

$$\Delta F_{p,wigzetting,max} = 1.9 \cdot t_f$$

$$\Delta\sigma_{p,wigzetting,max} + 2 \cdot \Delta\sigma_{p,wrijving,max} \cdot \frac{a}{L} + \Delta\sigma_{p,wrijving,max} = 18.6 \cdot \text{kN}$$

$$\Delta\sigma_{po} := \frac{1}{4} \cdot \Delta\sigma_{p,wigzetting,max} + \Delta\sigma_{p,wrijving,max}$$

$$\Delta\sigma_{po} = 19.8 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{pi} := \sigma_{po} - \Delta\sigma_{po}$$

$$\text{Relatieve vochtigheid } R_w := 80$$

$$\text{Hoeveelheid cementpasta (in volumeprocenten)} p := 27.5$$

$$\text{Krimpverkorting } \varepsilon'_{k,oo} := 3 \cdot 10^{-7} \cdot p \cdot (100 - R) \quad \varepsilon'_{k,oo} = 16 \cdot 10^{-5} \quad (\text{art. 8.1.1. R.V.B.})$$

$$t := 21 \quad \sigma'_w := 375 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Op moment van spannen (t dagen)} \quad \varepsilon'_{kt} := 0.005 \cdot t \cdot \varepsilon'_{k,oo} \quad \varepsilon'_{kt} = 1.73 \cdot 10^{-5}$$

$$(\varepsilon'_{k,oo} - \varepsilon'_{kt}) = 14.8 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta\sigma_{p,k,oo} := (\varepsilon'_{k,oo} - \varepsilon'_{kt}) \cdot E_p \quad \Delta\sigma_{p,k,oo} = 304.2 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \Delta\sigma_{p,k,oo} = 29.8 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Krimp Spanningsverlies} \quad 2.8 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} = 27.5 \cdot \text{MPa}$$

$$\text{Oppervlak beton doorsnede} \quad A_b := 0.2 \cdot 0.215 \cdot m^2$$

$$\sigma'_{bag} := 2 \frac{N}{mm^2}$$

$$\text{Kruipverkorting} \quad \varepsilon'_{kt,oo} := 100 \cdot \frac{\sigma'_{bag}}{(40 - 0.30 \cdot R) \cdot \sigma'_w} \cdot (\varepsilon'_{k,oo} - \varepsilon'_{kt}) \quad \varepsilon'_{kt,oo} = 5.02 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta\sigma_{p,kt,oo} := \varepsilon'_{kt,oo} \cdot E_p \quad \Delta\sigma_{p,kt,oo} = 103.4 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad \Delta\sigma_{p,kt,oo} = 10.1 \cdot \text{MPa}$$

Na het spannen in rekening te brengen krimp+kruip verkorting

$$(\varepsilon'_{k,oo} - \varepsilon'_{kt}) + \varepsilon'_{kt,oo} = 20 \cdot 10^{-5}$$

Relaxatie := 10%

$$\Delta\sigma_{p,r} := \text{Relaxatie} \cdot 1.1 \cdot 0.538 \cdot \sigma_{ar} \quad \Delta\sigma_{p,r} = 6.2 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \Delta\sigma_{p,r} = 60.9 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta\sigma_{pk,k,r} := \Delta\sigma_{p,k,oo} + \Delta\sigma_{p,kt,oo} + \Delta\sigma_{p,r} \quad \Delta\sigma_{pk,k,r} = 10.3 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \quad \Delta\sigma_{pk,k,r} = 100.9 \cdot \text{MPa}$$

$$\Delta F_{pk,k,r} := \Delta\sigma_{pk,k,r} \cdot A_p \quad \Delta F_{pk,k,r} = 5.5 \cdot t_f \quad \Delta F_{pk,k,r} = 53.6 \cdot \text{kN}$$

$$\sigma_{pw} := \sigma_{pi} - \Delta\sigma_{pk.k.r}$$

Positie

Verankering ($x=0$ m)
Einde wigzetting ($x=a=18.2$ m)
Halve kabellengte ($x=L_2=35$ m)

$$F_{po} - \Delta F_{p.wigzetting.max} = 31.1 \cdot tf$$

$$F_{po} - \frac{a}{30 \cdot m} \cdot \Delta F_{p.wrijving.max} = 32.8 \cdot tf$$

$$F_{po} - \Delta F_{p.wrijving.max} = 32.5 \cdot tf$$

Verankering ($x=0$ m)
Einde wigzetting ($x=a=18.2$ m)
Halve kabellengte ($x=L_2=35$ m)

$$F_{po} - \Delta F_{p.wigzetting.max} - \Delta F_{pk.k.r} = 25.6 \cdot tf$$

$$F_{po} - \frac{a}{30 \cdot m} \cdot \Delta F_{p.wrijving.max} - \Delta F_{pk.k.r} = 27.3 \cdot tf$$

$$F_{po} - \Delta F_{p.wrijving.max} - \Delta F_{pk.k.r} = 27.0 \cdot tf$$

Verliezen op een rijtje

Aanvangsvoorspanning	$\sigma_{po} = 609 \cdot MPa$	
Verlies wigzetting+wrijving	$\Delta\sigma_{po} = 19.8 \cdot MPa$	$\frac{\Delta\sigma_{po}}{\sigma_{po}} = 3.3 \cdot \%$
Initiële voorspanning	$\sigma_{pi} = 590 \cdot MPa$	

Elastische verliezen

Krimp	$\Delta\sigma_{p.k.oo} = 29.8 \cdot MPa$	$\frac{\Delta\sigma_{p.k.oo}}{\sigma_{pi}} = 5.06 \cdot \%$
Kruip	$\Delta\sigma_{p.kt.oo} = 10.1 \cdot MPa$	$\frac{\Delta\sigma_{p.kt.oo}}{\sigma_{pi}} = 1.72 \cdot \%$
Relaxatie	$\Delta\sigma_{p.r} = 60.9 \cdot MPa$	$\frac{\Delta\sigma_{p.r}}{\sigma_{pi}} = 10.3 \cdot \%$
Krimp + kruip + relaxatie	$\Delta\sigma_{pk.k.r} = 100.9 \cdot MPa$	$\frac{\Delta\sigma_{pk.k.r}}{\sigma_{pi}} = 17.1 \cdot \%$

Totaal vertraagd optredend

Werkvoorspanning $\sigma_{pw} = 488.6 \cdot MPa$

Appendix

Bijlage F – Verkeersbelastingen

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project:	Herberekening IJsselbrug A12	Datum:	25-5-2018
Projectnummer:	BF7387	Naam:	EKL
Omschrijving:	Verkeersbelastingen	Versie:	F1.0

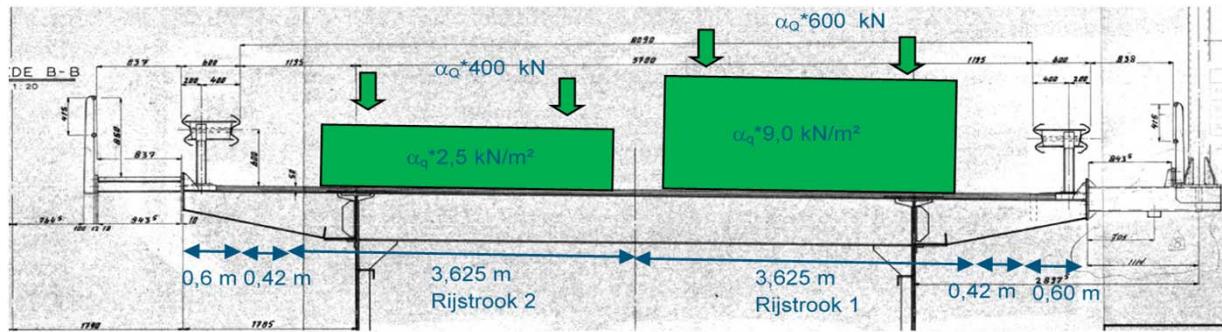
Verkeersbelastingen BG 100-299

Belastinggeval

100-109 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Hoofdlijger

Voor de hoofdlijgers zijn de belastingen van BM1 in het midden van de rijstroken geplaatst. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen per overspanning. Voor de lokale modellen wordt een schaakbordbelasting toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	= 9 kN/m^2	breedte	$3,00 \text{ m}$
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	= $2,5 \text{ kN/m}^2$	breedte	$3,00 \text{ m}$



Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting hoofdlijger

Belastinggeval

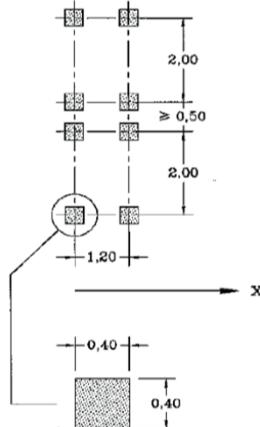
110-199 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - Hoofdlijger

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	= 150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= $0,55 \text{ m}$	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= $0,55 \text{ m}$	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	= $495,9 \text{ kN/m}^2$	= $F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	= 100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= $0,55 \text{ m}$	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= $0,55 \text{ m}$	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	= $330,6 \text{ kN/m}^2$	= $F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse van elke dwarsdragers toegepast tot aan de symmetrie-lijn van de brug. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0



Belastinggeval

200-219 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Dwarsdrager

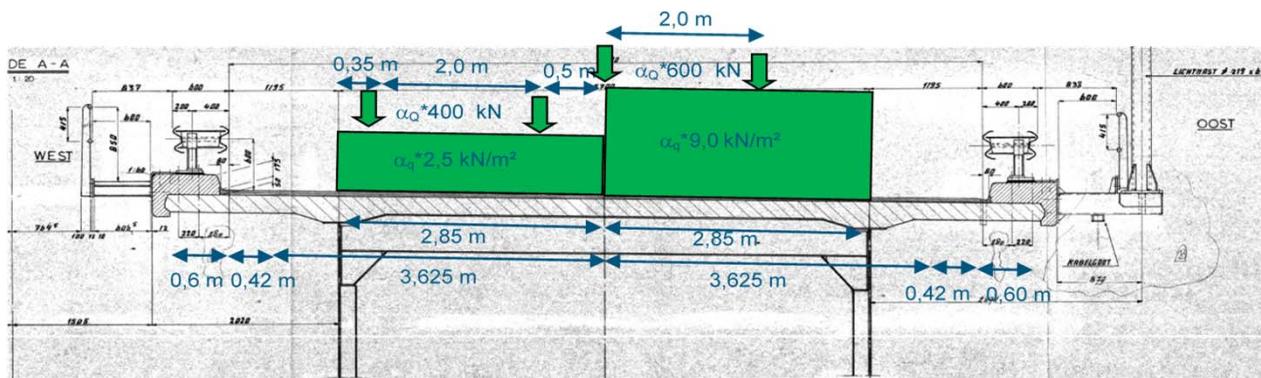
Binnen dit belastinggeval staat de belasting zo veel mogelijk richting de het midden van de dwarsdrager. Voor de normale situatie (V1) wordt de UDL belasting opgedeeld in 2 delen, rijstrook 1 en rijstrook 2. De belastingen van rijstrook 1 en 2 buiten de hoofdliggers en van de reststroken wordt achterwege gelaten omdat deze gunstig werken. De belasting wordt afwisselend in de even en oneven velden toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte

Rijstrook 1
 Rijstrook 2

$$\begin{aligned} p_{udl,1} &= 9 \text{ kN/m}^2 \\ p_{udl,2} &= 2,5 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

breedte
 breedte

$$\begin{aligned} 2,85 \text{ m} \\ 2,85 \text{ m} \end{aligned}$$



Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting dwarsdrager veld

Belastinggeval

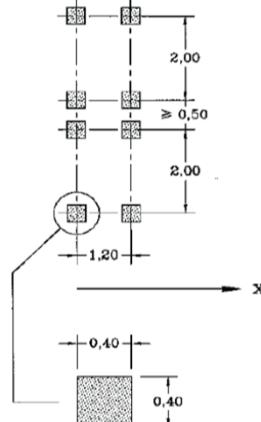
220-249 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - Dwarsdrager

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	= 150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= 0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= 0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	= $495,9 \text{ kN/m}^2$	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	= 100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= 0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= 0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	= $330,6 \text{ kN/m}^2$	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse voor de aanbruggen ter plaatse van enkele bepalende dwarsdragers geplaatst (tgv velden en steunpunten). Voor de hoofdbrug wordt de belasting toegepast in het lokale model. De aslasten tussen beide rijstroken staat h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsing) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

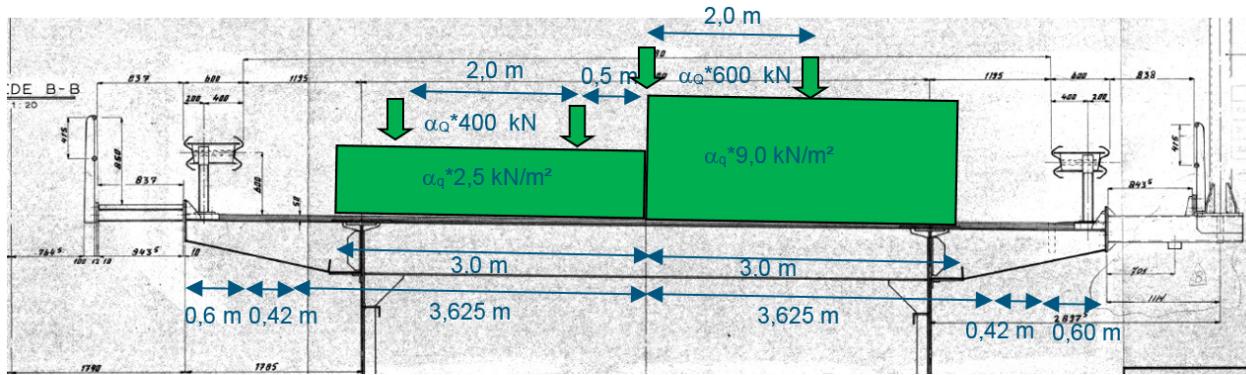


Belastinggeval

250-269 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Staaldek met bulbs tussen dwarsdragers

Voor het maximale veld- en steunpuntmoment in het staaldek met bulbs tussen de dwarsdragers is de UDL belasting zoveel als mogelijk naar het midden van de dwarsdrager geplaatst. Voor de normale situatie (V1) wordt de UDL belasting opgedeeld in 2 delen, rijstrook 1 en rijstrook 2. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen per veld (oneven en even velden). De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslepte

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	=	2,5 kN/m ²	breedte	3,00 m



Belastinggeval

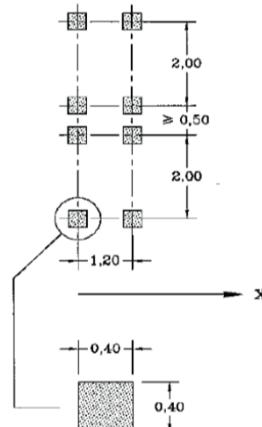
270-299 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - staaldek met bulbs tussen dwarsdragers

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	330,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie zodanig geplaatst dat de maximale spanning in het veld en t.p.v het steunpunt gevonden wordt in het staaldek en de bulbs. Hiervoor is de belasting in SCIA in stappen van 0,1 m verplaatst, tot dat de maximale belasting gevonden is (zie aparte rekenblad Excel aan het einde van deze bijlage). Alleen de posities met de maximale spanningen zijn bewaard in het model ivm rekentijd. De aslasten tussen beide rijstroken staat h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsting) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslepte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

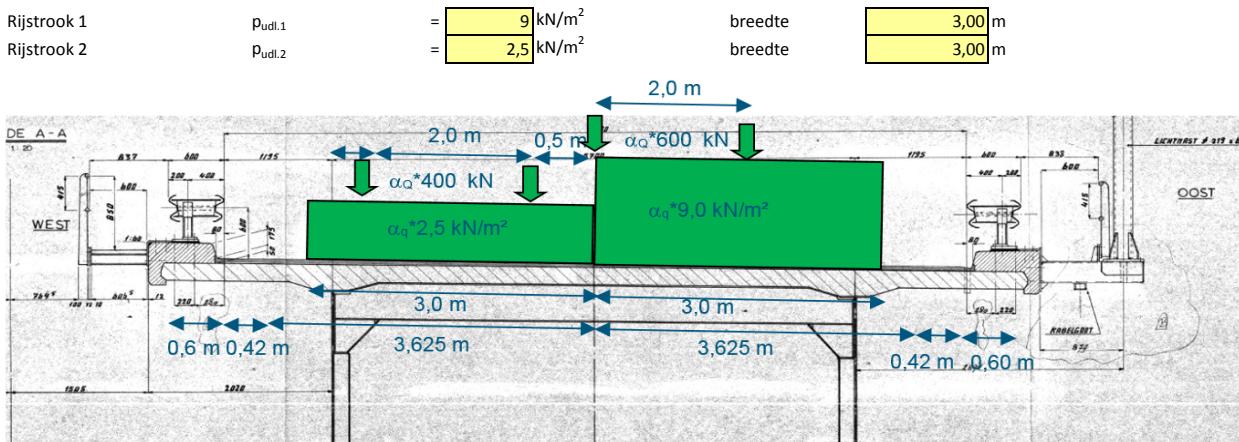
Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0



Belastinggeval

250-269 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Betondek tussen dwarsdragers

Voor het maximale veldmoment in het betondek tussen de dwarsdragers is de UDL belasting zoveel als mogelijk naar het midden van de dwarsdrager geplaatst. Voor de normale situatie (V1) wordt de UDL belasting opgedeeld in 2 delen, rijstrook 1 en rijstrook 2. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen per veld (oneven en even velden). De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte



Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting betondek tussen dwarsdragers

Belastinggeval

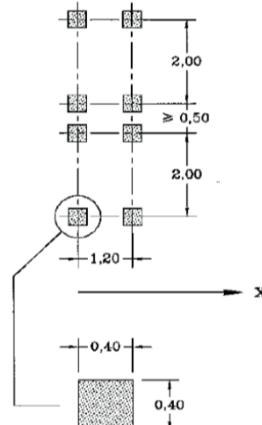
270-299 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - Betondek tussen dwarsdragers

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,74 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,74 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	273,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,74 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,74 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	182,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie is zodanig geplaatst dat de maximale spanning in het veld gevonden wordt in het betondek. Hiervoor is de belasting in SCIA in stappen van 0,1 m verplaatst, tot dat de maximale belasting gevonden is (zie aparte rekenblad Excel aan het einde van deze bijlage). Alleen de posities met de maximale spanningen zijn bewaard in het model ivm rekentijd. De lasten tussen beide rijstroken staan h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsing) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

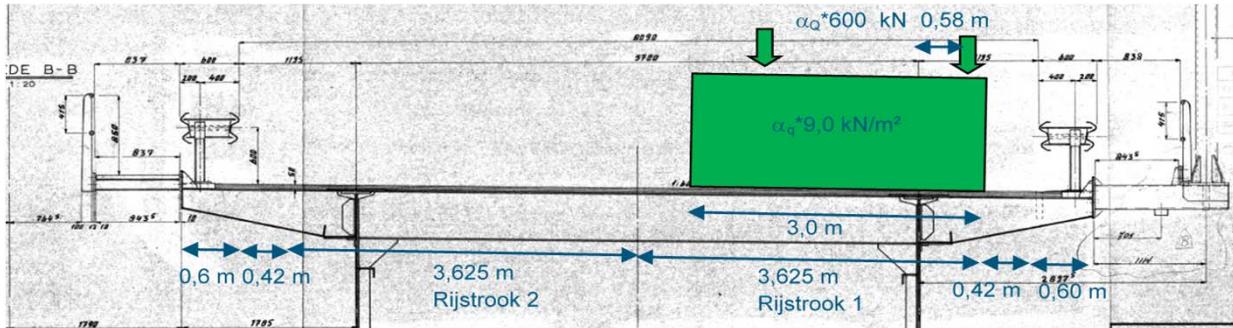


Belastinggeval

300-319 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Console/uitkraging betondek

Voor de consoles/uitkraging van het betondek zijn de belastingen van BM1 aan de rand van de rijstrook 1 geplaatst. De belasting van rijstrook 2 is voor de console niet relevant en is daarom achterwege gelaten. De belasting wordt afwisselend in de even en oneven velden toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslepte.

Rijstrook 1	$P_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$P_{udl,2}$	=	0 kN/m ²	breedte	0,00 m



Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting console/uitkraging betondek (BM1)

Belastinggeval

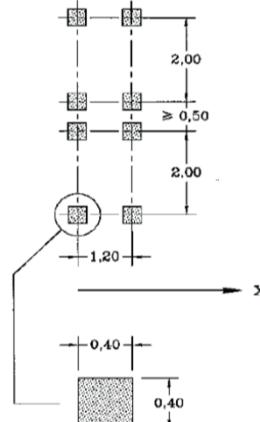
320-349 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - Console/uitkraging betondek

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	0 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	0,0 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse voor de aanbruggen in het verlengde van enkele bepalende dwarsdragers geplaatst (tpv velden en steunpunten). Voor de hoofdbrug wordt de belasting toegepast in het lokale model. De aslasten tussen beide rijstroken staan h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsing) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslepte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

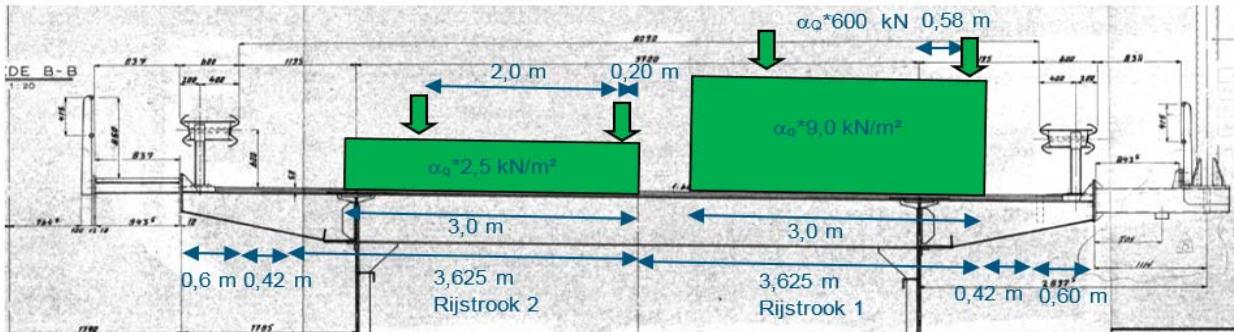


Belastinggeval

350-369 : BM1 - UDL - V1 - Normale situatie - Staaldek met bulbs tussen consoles

Voor het staaldek, de bulbs en de randstripen tussen de consoles zijn de belastingen van BM1 aan de rand van de rijstrook 1 geplaatst. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen voor de even en oneven velden. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	=	2,5 kN/m ²	breedte	3,00 m



Werkelijke rijstrookindeling V1 – Normale situatie – Belasting staaldek met bulbs tussen consoles (BM1)

Belastinggeval

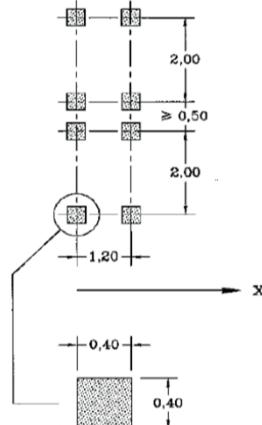
370-399 : BM1 - TS - V1 - Normale situatie - Staaldek met bulbs tussen consoles

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	330,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

De maatgevende posities van de tandemstelsels voor de maximale spanningen in het veld en ter plaatse van het steunpunt is met behulp van SCIA bepaald door deze in stappen van 0,1 m te verschuiven (zie Bijlage F.3). Alleen de maatgevende posities worden in het model bewaard ivm de rekentijd. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
Projectnummer: BF7387
Omschrijving: Verkeersbelastingen

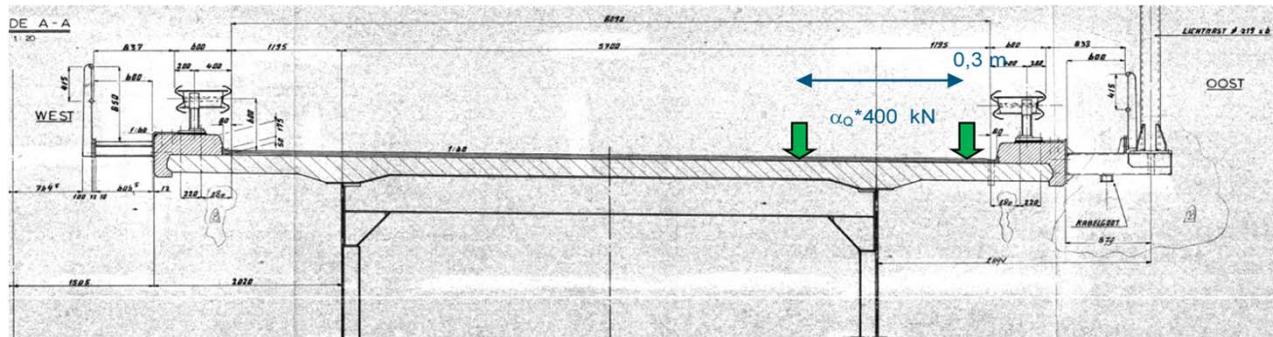
Datum: 25-5-2018
Naam: EKL
Versie: F1.0



Belastinggeval

400-449 : BM2 - TS - V1 - Normale situatie - Console/uitkraging betondek

Belastingmodel 2 kan mogelijk maatgevend zijn voor het steunpuntsmoment in de consoles (hoofdoverspanning) en in het betondek (aanbruggen). Onderstaande belastingconfiguratie wordt voor de aanbruggen toegepast in het verlengde van de dwarsdragers bij de steunpunten en de velden. Voor de hoofdbrug wordt de belasting op de middelste consoles toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM2, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.

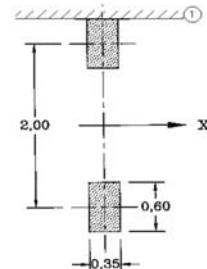


BM2 – Normale situatie V1 – Belasting console/uitkraging betondek (BM2)

Algemeen

Wiellast
breedte wielafm
Lengte wielafm
Verdeelde wiella

$$\begin{aligned} F_{Q1} &= 200 \text{ kN} && (\text{Assenstelsel BM2}) \\ B_{\text{wiel}} &= 0,75 \text{ m} \\ L_{\text{wiel}} &= 0,50 \text{ m} \\ p_{01} &= 533,3 \text{ kN/m}^2 = F_{Q1} / (B_{\text{wiel}} * L_{\text{wiel}}) \end{aligned}$$



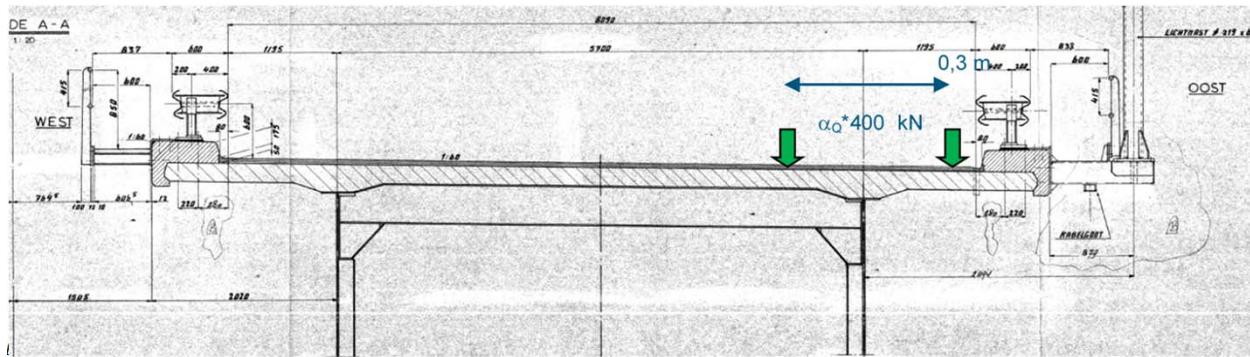
Verklaring

X Lengterichting van de brug I Stootstrand

Belastinggeval

450-499 : BM2 - TS - V1 - Normale situatie - Staaldek met bulbs tussen consoles

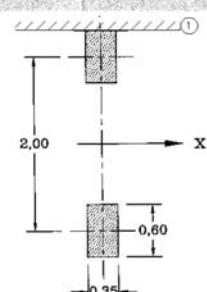
Belastingmodel 2 kan mogelijk ook maatgevend zijn voor het staaldek tussen consoles. In Bijlage F.3 is de maatgevende positie bepaald voor zowel het staaldek met bulbs tussen de dwarsdragers als tussen de consoles en vergeleken met BM1. Hieruit blijkt dat BM2 alleen maatgevend is voor het staaldek tussen de consoles. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM2, 30 jaar, afhankelijk van de invloedslengte.



Algemeen

Wiellast
breedte wielafm.
Lengte wielafm
Verdeelde wiellas

$$\begin{aligned} F_{Q1} &= 200 \text{ kN} && (\text{Assenstelsel BM2}) \\ B_{wiel} &= 0,75 \text{ m} \\ L_{wiel} &= 0,50 \text{ m} \\ p_{Q1} &= 533,3 \text{ kN/m}^2 = F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel}) \end{aligned}$$



Verklaringen

X Lengterichting van de brug
1 Stoopstrand

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12 Datum: 25-5-2018
 Projectnummer: BF7387 Naam: EKL
 Omschrijving: Verkeersbelastingen Versie: F1.0

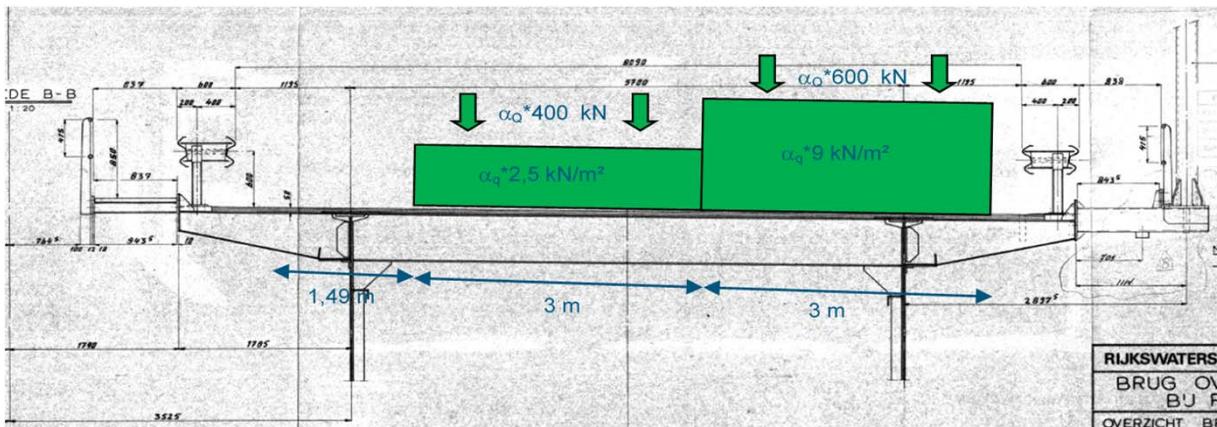


Belastinggeval

500-549 : BM1 - UDL - V2 - Noodgeval - Hoofdlijger

Binnen dit belastinggeval staat de belasting zo veel mogelijk richting de rechter hoofdlijger. De rijbaan mag hierbij op 0,3 m vanaf de voertuigkering aangehouden worden. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen per overspanning. Voor de lokale modellen wordt een schaakbordbelasting toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	=	2,5 kN/m ²	breedte	3,00 m



Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting hoofdlijger

Belastinggeval

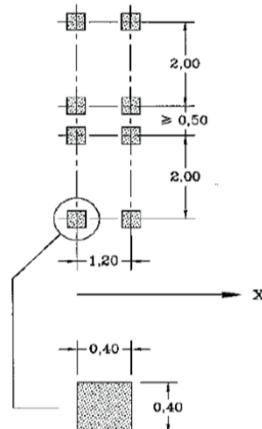
550-599 : BM1 - TS - V2 - Noodgeval - Hoofdlijger

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	330,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse van elke dwarsdrager toegepast tot aan de symmetrie-lijn van de brug (tussen Noord en Zuid). De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggevallen

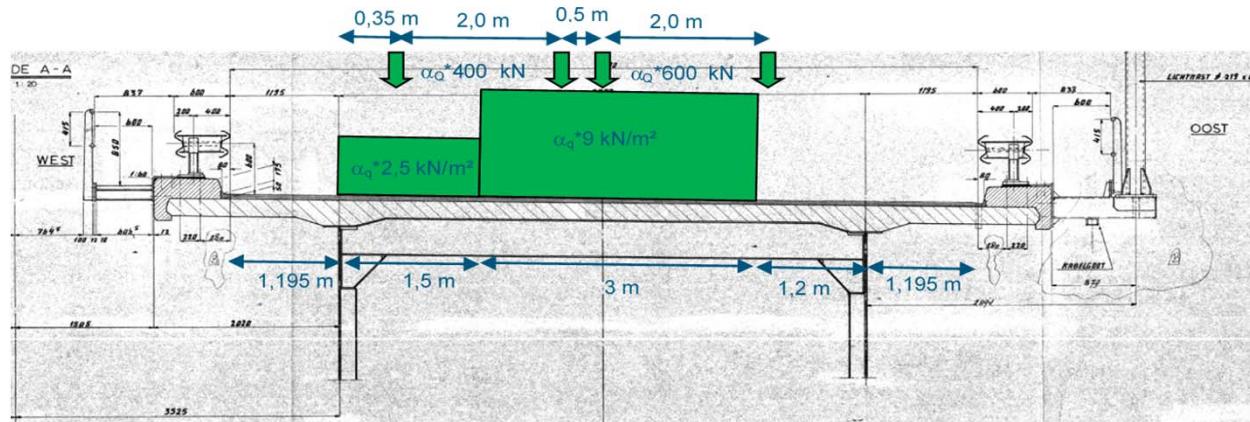
Project: [Herberekening IJsselbrug A12](#)
 Projectnummer: [BF7387](#)
 Omschrijving: [Verkeersbelastingen](#)

Datum: 25-5-2018
 Naam: [EKL](#)
 Versie: F1.0

**Belastinggeval****600-619 : BM1 - UDL - V2 - Noodgeval - Dwarsdrager**

De positie van de UDL belasting en de aslasten voor het veldmoment in de dwarsdrager is ingeschatt op basis van een liggerberekening en zal in het definitieve model gevalideerd worden. Voor deze situatie werkt de UDL belasting op het oversteek gunstig en is achterwege gelaten. De wielasten staan voor deze situatie op 0,5 m van elkaar. De belasting wordt afwisselend in de even en oneven velden toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	=	2,5 kN/m ²	breedte	3,00 m



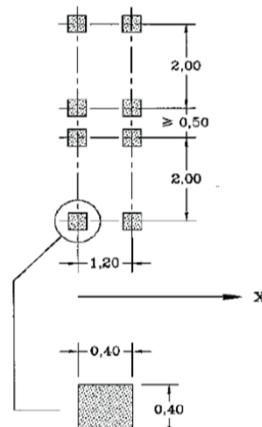
Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting dwarsdrager

Belastinggeval**620-649 : BM1 - TS - V2 - Noodgeval - Dwarsdrager****Algemeen**

Wiellast F_{Q1} = 150 kN (Assenstelsel rijstrook 1)
 breedte wielafm. B_{wiel} = 0,55 m
 Lengte wielafm L_{wiel} = 0,55 m

Verdeelde wiellast p_{Q1} = $495,9 \text{ kN/m}^2 = F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Wiellast F_{Q2} = 100 kN (Assenstelsel rijstrook 2)
 breedte wielafm. B_{wiel} = 0,55 m
 Lengte wielafm L_{wiel} = 0,55 m
 Verdeelde wiellast p_{Q2} = $330,6 \text{ kN/m}^2 = F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

**Specifiek**

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse voor de aanbruggen ter plaatse van enkele bepalende dwarsdragers geplaatst (tgv velden en steunpunten). Voor de hoofdbrug wordt de belasting toegepast in het lokale model. De aslasten tussen beide rijstroken staat h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsing) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.

Belastinggeval**650-669 : BM1 - UDL - V2 - Noodgeval - Staaldek met bulbs/betondek tussen dwardragers**

De belasting t.g.v. BM1 en BM2 bij de situatie noodgeval (V2) zal voor het staaldek en het betondek tussen de dwarsdragers niet maatgevend zijn ten opzichte van de normale situatie (V1), door de hogere reductiefactor voor V2 in verband met de gereduceerde levensduur die mag worden aangehouden. Omdat de assen op gelijke afstand van elkaar staan in beide situaties zal V1 altijd maatgevend zijn.

Belastinggeval**670-699 : BM1 - TS - V2 - Noodgeval - Staaldek met bulbs/betondek tussen dwardragers**

De belasting t.g.v. BM1 en BM2 bij de situatie noodgeval (V2) zal voor het staaldek en het betondek tussen de dwarsdragers niet maatgevend zijn ten opzichte van de normale situatie (V1), door de hogere reductiefactor voor V2 in verband met de gereduceerde levensduur die mag worden aangehouden. Omdat de assen op gelijke afstand van elkaar staan in beide situaties zal V1 altijd maatgevend zijn.

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

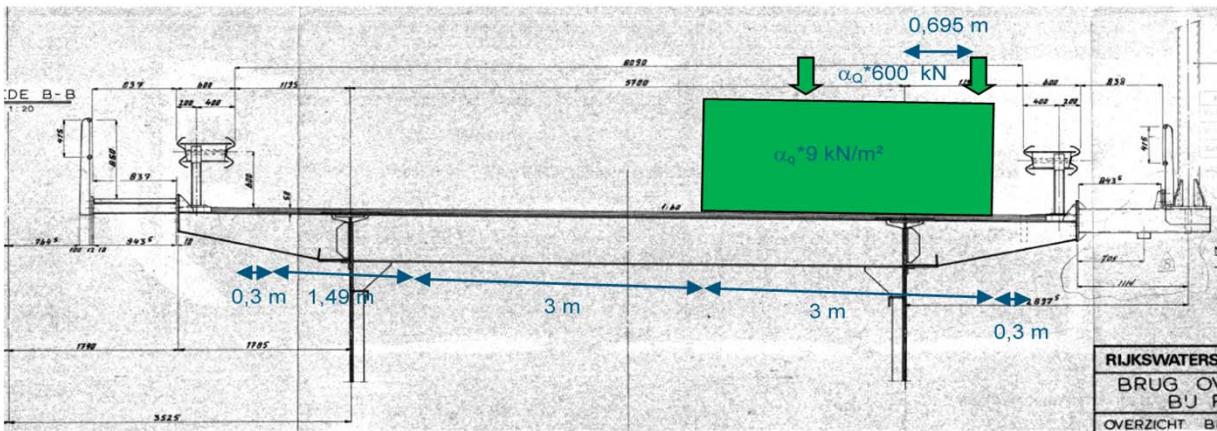


Belastinggeval

700-719 : BM1 - UDL - V2 - Noodgeval - Console/uitkraging betondek

Voor het maximale steunpuntsmoment in de console (hoofdoverspanning) en in het uitkragende deel van het betondek (aanbruggen) zijn de wiellasten van BM1 op de rand van de fictieve rijstrook aangehouden, met de rand van het wiel op 0,3 m uit de voertuigkering. Uitgaande van een een afstand tot de voertuigkering van 0,30 m en een wielbreedte van 0,40 m, staat het hart van het wiel op 0,695 m uit de hoofdlijn staat. De belasting van rijstrook 2 is voor de uitkraging niet relevant en is achterwege gelaten. De belasting wordt afwisselend in de even en oneven velden toegepast. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslepte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	= 9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	= 0 kN/m ²	breedte	3,00 m



Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting console/uitkraging betondek

Belastinggeval

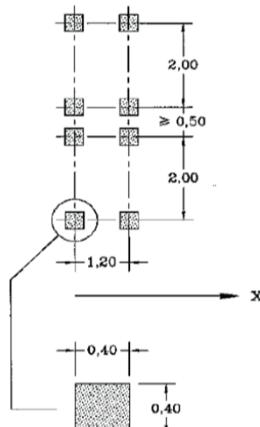
720-749 : BM1 - TS - V2 - Noodgeval - Console/uitkraging betondek

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	= 150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= 0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= 0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	= 495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	= 100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	= 0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	= 0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	= 330,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

Bovenstaande belastingconfiguratie wordt ter plaatse voor de aanbruggen in het verlengde van enkele bepalende dwarsdragers geplaatst (tpv velden en steunpunten). Voor de hoofdbrug wordt de belasting toegepast in het lokale model. De aslasten tussen beide rijstroken staan h.o.h. 0,5 m in plaats van de gebruikelijke 1,0 m (lokale toetsing) c.f. 4.3.2(5) van NEN-EN 1991-2. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslepte.



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

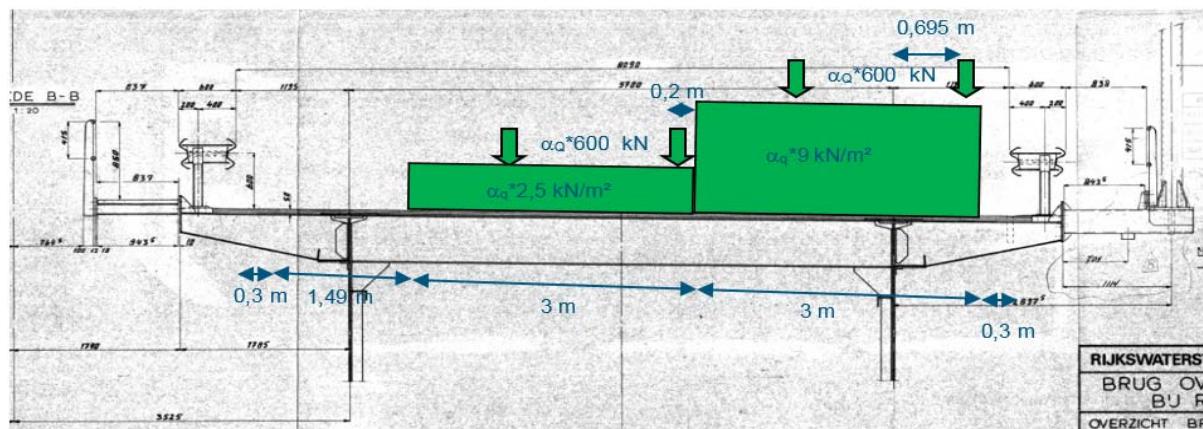


Belastinggeval

750-769 : BM1 - UDL - V2 - Noodgeval - Staaldek met bulbs tussen consoles

Voor het staaldek, de bulbs en de randstripen tussen de consoles zijn de belastingen van BM1 aan de rand van de rictieve rijstroken geplaatst, met de rand van het wiel op 0,3 m uit de voertuigkering. Uitgaande van een afstand tot de voertuigkering van 0,30 m en een wielbreedte van 0,40 m, staat het hart van het wiel op 0,695 m uit de hoofdlijnstaat. De belasting van rijstrook 2 is voor de bulbs wel relevant en dus meegenomen. De belasting wordt in lengterichting opgesplitst in aparte belastinggevallen voor de even en oneven velden. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.

Rijstrook 1	$p_{udl,1}$	=	9 kN/m ²	breedte	3,00 m
Rijstrook 2	$p_{udl,2}$	=	2,5 kN/m ²	breedte	3,00 m



Fictieve rijstrookindeling V2 – Noodgeval – Belasting staaldek met bulbs tussen de consoles

Belastinggeval

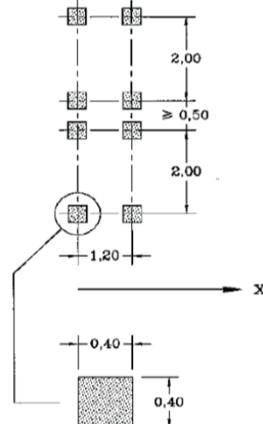
770-779 : BM1 - TS - V2 - Noodgeval - Staaldek met bulbs tussen consoles

Algemeen

Wiellast	F_{Q1}	=	150 kN	(Assenstelsel rijstrook 1)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q1}	=	495,9 kN/m ²	$= F_{Q1} / (B_{wiel} * L_{wiel})$
Wiellast	F_{Q2}	=	100 kN	(Assenstelsel rijstrook 2)
breedte wielafm.	B_{wiel}	=	0,55 m	
Lengte wielafm	L_{wiel}	=	0,55 m	
Verdeelde wiellast	p_{Q2}	=	330,6 kN/m ²	$= F_{Q2} / (B_{wiel} * L_{wiel})$

Specifiek

De maatgevende posities van de tandemstelsels voor de maximale spanningen in het veld en ter plaatse van het steunpunt is met behulp van SCIA bepaald door deze in stappen van 0,1 m te verschuiven (zie Bijlage F.3). Alleen de maatgevende posities worden in het model bewaard ivm de rekentijd. De belasting wordt vermenigvuldigd met een reductiefactor voor LM1, 6 maanden, afhankelijk van de invloedslengte.



Belastinggeval

780-789 : BM2 - TS - V2 - Noodgeval - Staaldek / betondek tussen dwarsdragers

De belasting t.g.v. BM2 bij de situatie noodgeval (V2) zal ten opzichte van de normale situatie (V1) voor het staaldek en het betondek tussen de dwarsdragers niet maatgevend zijn, door de hogere reductiefactor in verband met de gereduceerde levensduur die mag worden aangehouden.

Belastinggeval

790-799 : BM2 - TS - V2 - Noodgeval - Staaldek / betondek tussen consoles

Voor BM2 zijn de wiellasten tegen de voertuigkering aan geplaatst. Daar het belastinggeval BM2 – noodgeval exact gelijk is aan BM2 - normale situatie, wordt deze verder niet in rekening gebracht, aangezien de reductiefactoren voor de situatie noodgeval lager zijn.

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12**
 Projectnummer: **BF7387**
 Omschrijving: **Verkeersbelastingen**

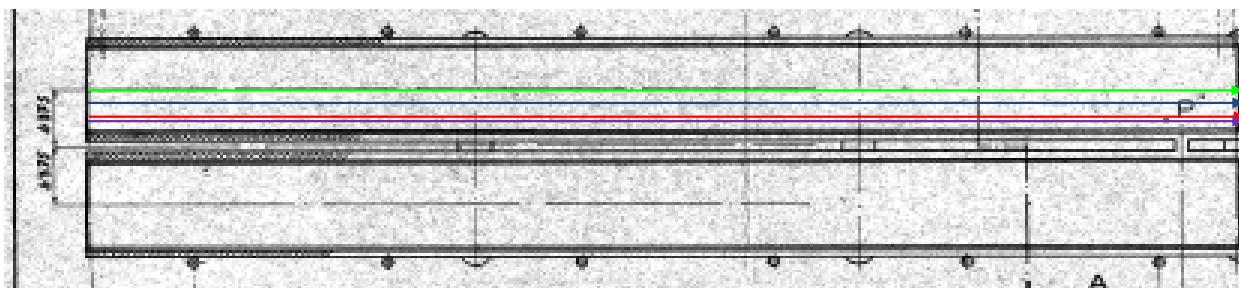
Datum: **25-5-2018**
 Naam: **EKL**
 Versie: **F1.0**

Belastinggeval**900-949 : Rembelasting**

In het model wordt de rembelasting als een lijnlast over de lengte van de brug ingevoerd. Voor de berekening wordt onderscheid gemaakt in situatie V1 (normale situatie) en situatie V2 (noedsituatie). In de belastingen wordt rekening gehouden met de reductiefactoren.

Hoofdoverspanning	$L_{dek.1}$	=	295 m	$0,6 \times 2 \times 300 + 0,1 \times 9 \times 3 \times 295 \leq 800 \text{ kN} =$	800 kN
Zijoverspanning	$L_{dek.2}$	=	120 m	$0,6 \times 2 \times 300 + 0,1 \times 9 \times 3 \times 120 \leq 800 \text{ kN} =$	684 kN
$q_{rem.1}$	$= F_{rem.1} / L_{dek.1}$	=	2,7 kN/m	(excl. reductiefactoren)	
$q_{rem.2}$	$= F_{rem.2,max} / L_{dek.1}$	=	5,7 kN/m	(excl. reductiefactoren)	

De belasting wordt voor de normale situatie in het hart van rijstrook 1 of 2 aangehouden. Voor de fictieve situatie wordt de meest ongunstige locatie gekozen, één maal met rijstrook 1 aan de rand en 1 maal in het midden van de brug. Dit betekent dat er onderscheid gemaakt wordt tussen de situatie V1 (normale situatie) en V2 (noedsituatie).



Positie rembelasting

Locatie

- V1 - normaal gebruik - Hoofddigger c.f. BG 100-199
- V1 - normaal gebruik - Dwarsdrager c.f. BG 200-249
- V1 - normaal gebruik - Staal/betondek tussen dwarsdr c.f. BG 250-299
- V1 - normaal gebruik - Console c.f. BG 300-349
- V1 - normaal gebruik - Staaldek tussen console c.f. BG 350-399
- V2 - noedsituatie - Hoofddigger c.f. BG 500-599
- V2 - noedsituatie - Dwarsdrager c.f. BG 600-649
- V2 - noedsituatie - Staal/betondek tussen dwarsdr c.f. BG 650-699
- V2 - noedsituatie - Console c.f. BG 700-749
- V2 - noedsituatie - Staaldek tussen console c.f. BG 750-769

Excentriciteit t.o.v. hart brug

1,8125 m	blauw weergegeven
0 m	groen weergegeven
0 m	groen weergegeven
2,125 m	rood weergegeven
2,125 m	rood weergegeven
2,245 m	paars weergegeven
0 m	groen weergegeven
0 m	groen weergegeven
2,245 m	paars weergegeven
2,245 m	paars weergegeven

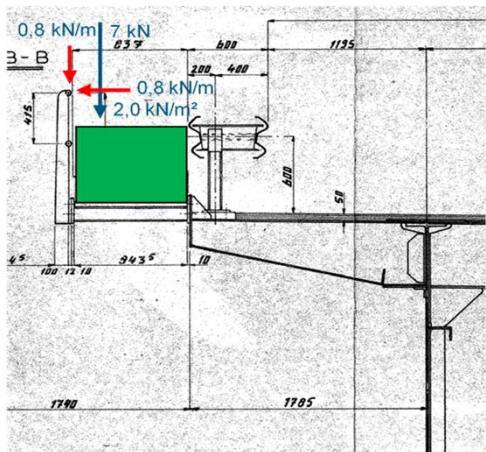
Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Verkeersbelastingen

Datum: 25-5-2018
 Naam: EKL
 Versie: F1.0

**Belastinggeval** 1200-1299 : Belasting inspectiepad

Het inspectiepad naast de brug wordt belast door een belasting van $2,0 \text{ kN/m}^2$. Daarnaast wordt voor lokale toetsingen een puntlast van 7 kN toegepast. De leuning wordt belast met $0,8 \text{ kN/m}$. De belasting wordt niet gelijktijdig met verkeer in rekening gebracht. Gezien de grootte van de belasting wordt deze alleen gebruikt voor handberekeningen van de console zelf en de aansluiting op het dek.

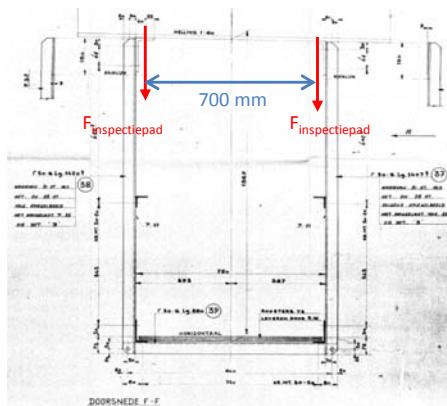


UDL inspectiepaden naast de brug

UDL	2 kN/m ²
Puntlast	7 kN
Leuning	0,8 kN/m

Belastinggeval 1300-1399 = UDL 2,0 kN/m² - Inspectiepad onder de brug

Het inspectiepad onder de brug wordt in rekening gebracht als 2 puntlasten op de dwarsdragers, h.o.h. 700 mm, symmetrisch ten opzichte van het midden van de dwarsdragers. Gezien de grootte van de belastingen wordt deze alleen gebruikt voor de toetsing van de aansluiting op de dwarsdrager.



UDL inspectiepad o/d brug

	Aantal	Lengte	Breedte	Gewicht	Totaal
UDL	0,5 x	1,8 m x	0,75 m x	2,00 kN/m ² =	1,35 kN

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12 Datum: 25-5-2018
 Projectnummer: BF7387 Naam: EKL
 Omschrijving: Reductiefactoren Versie: F1.0

**Reductiefactoren verkeersbelasting****Hoofdbrug****Aslasten (TS)**

Onderdeel	L	α_{q1} en α_{q1}	LM1 α_{trend}	LM2 α_{trend}	α_L	ψ -factor (30 jr)	ψ -factor (6 m)	LM1 (30 jr)	LM1 (6 m)	LM2 (30 jr)	LM2 (6 m)
Hoofdigger veld 1	45 m	0,99	0,96	0,98	1	0,99	0,92	0,94	0,87	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (pos. M)	50 m	0,99	0,96	0,98	1	0,99	0,92	0,94	0,87	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (neg. M)	150 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,84	0,93	0,80	0,95	0,81
Hoofdigger veld 3	105 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,84	0,93	0,80	0,95	0,81
Hoofdigger steunpunt 2	95 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,85	0,93	0,81	0,95	0,82
Hoofdigger steunpunt 3	155 m	0,99	0,96	0,98	1	0,97	0,84	0,92	0,80	0,94	0,81
Dwarsdrager/console	12 m	0,99	0,99	0,98	1	0,99	0,93	0,97	0,91	0,96	0,90
Bulb, staaldek	< 2,5 m	0,99	1	0,98	1	0,99	0,93	0,98	0,92	0,96	0,90

Gelijkmatig verdeelde belasting (UDL)

Onderdeel	L	α_{q1} en α_{q1}	LM1 α_{trend}	LM2 α_{trend}	α_L	ψ -factor (30 jr)	ψ -factor (6 m)	LM1 (30 jr)	LM1 (6 m)	LM2 (30 jr)	LM2 (6 m)
Hoofdigger veld 1	45 m	0,99	0,96	0,98	1	0,99	0,92	0,94	0,87	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (pos. M)	50 m	0,99	0,96	0,98	1	0,99	0,92	0,94	0,87	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (neg. M)	150 m	0,99	0,96	0,98	0,90	0,98	0,84	0,84	0,72	0,86	0,73
Hoofdigger veld 3	105 m	0,99	0,96	0,98	0,99	0,98	0,84	0,92	0,79	0,94	0,81
Hoofdigger steunpunt 2	95 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,85	0,93	0,81	0,95	0,82
Hoofdigger steunpunt 3	155 m	0,99	0,96	0,98	0,89	0,97	0,84	0,82	0,71	0,84	0,73
Dwarsdrager/console	15 m	0,99	0,99	0,98	1	0,99	0,93	0,97	0,91	0,96	0,90
Bulb, staaldek	< 2,5 m	0,99	1	0,98	1	0,99	0,93	0,98	0,92	0,96	0,90

Aanbruggen**Aslasten (TS)**

Onderdeel	L	α_{q1} en α_{q1}	LM1 α_{trend}	LM2 α_{trend}	α_L	ψ -factor (30 jr)	ψ -factor (6 m)	LM1 (30 jr)	LM1 (6 m)	LM2 (30 jr)	LM2 (6 m)
Hoofdigger veld 1	40 m	0,99	0,97	0,98	1	0,99	0,92	0,95	0,88	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (pos. M)	40 m	0,99	0,97	0,98	1	0,99	0,92	0,95	0,88	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (neg. M)	80 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,87	0,93	0,83	0,95	0,84
Hoofdigger steunpunt 2	80 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,87	0,93	0,83	0,95	0,84
Dwarsdrager	12 m	0,99	0,99	0,98	1	0,99	0,93	0,97	0,91	0,96	0,90
Betondek	< 2,5 m	0,99	1	0,98	1	0,99	0,93	0,98	0,92	0,96	0,90

Gelijkmatig verdeelde belasting (UDL)

Onderdeel	L	α_{q1} en α_{q1}	LM1 α_{trend}	LM2 α_{trend}	α_L	ψ -factor (30 jr)	ψ -factor (6 m)	LM1 (30 jr)	LM1 (6 m)	LM2 (30 jr)	LM2 (6 m)
Hoofdigger veld 1	40 m	0,99	0,97	0,98	1	0,99	0,92	0,95	0,88	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (pos. M)	40 m	0,99	0,97	0,98	1	0,99	0,92	0,95	0,88	0,96	0,89
Hoofdigger veld 2 (neg. M)	80 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,87	0,93	0,83	0,95	0,84
Hoofdigger steunpunt 2	80 m	0,99	0,96	0,98	1	0,98	0,87	0,93	0,83	0,95	0,84
Dwarsdrager	15 m	0,99	0,99	0,98	1	0,99	0,93	0,97	0,91	0,96	0,90
Betondek	< 2,5 m	0,99	1	0,98	1	0,99	0,93	0,98	0,92	0,96	0,90

Bepaling locatie wiellasten tbv toetsing bulbs

Project: Herberekening IJsselbrug A12 Datum: 23-5-2018
 Projectnummer: BF7387 Naam: AKA
 Omschrijving: Bepaling positie wiellasten



Voor de toetsing van de bulbs worden twee locaties beschouwd, één ter plaatse van de bulbs tussen de dwarsdragers en één ter plaatse van de bulbs tussen de consoles. Voor de bulbs tussen de dwarsdragers is gebruik gemaakt van de wegindeling die ook gebruikt is voor het maximale veldmoment in de dwarsdragers, echter met de volledige rijstrookbreedtes. Voor de bulbs tussen de consoles is de belasting zo ver mogelijk naar de buitenzijde geplaatst.

De tandemstelsels zijn in stappen van 0.1m van de ene dwarsdrager naar andere dwarsdrager verschoven om de positie te bepalen waarbij het maximum veld- en steunpuntmoment optreedt. Dit is voor zowel BM1 als BM2 gedaan, en voor BM1 zowel voor de normale situatie als de situatie bij een ongeval. Het effect van een verschuiving in dwarsrichting is ook gecontroleerd.

BM1 V1 Bulbs tussen dwarsdragers			BM1 V1 Bulbs tussen consoles		
BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$	BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$
270	150,1	-101,7	370	96,6	-192,9
270-1	170,5	-103,5	370-1	114,7	-195,4
270-2	184,9	-97,7	370-2	125,9	-187,5
270-3	187,7	-90,6	370-3	135,5	-169,7
270-4	199,4	-93,9	370-4	144,3	-143,2
270-5	200,2	-96,5	370-5	143,0	-118,0
270-6	193,7	-97,0	370-6	134,6	-124,4
270-7	184,2	-97,7	370-7	126,9	-133,1
270-8	173,8	91,7	370-8	113,5	-133,6
270-9	165,0	-80,1	370-9	102,5	-129,1
BM2 V1 Bulbs tussen dwarsdragers			BM2 V1 Bulbs tussen consoles		
BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$	BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$
460-0	66,8	-21,8	450-0	37,6	-18,6
460-1	86,1	-28,7	450-1	57,1	-28,9
460-2	113,3	-36,3	450-2	84,4	-33,0
460-3	132,9	-46,4	450-3	104,3	-46,2
460-4	141,0	-53,2	450-4	116,7	-57,8
460-5	162,5	-62,0	450-5	137,8	-71,0
460-6	170,7	-68,9	450-6	146,9	-77,0
460-7	185,6	-76,4	450-7	163,0	-87,5
460-8	191,4	-80,7	450-8	169,5	-94,8
460-9	188,3	-85,6	450-9	166,2	-102,6
460-10	190,9	-86,0	450-10	169,0	-105,9
460-11	183,4	-86,6	450-11	160,9	-109,3
460-12	168,7	-82,2	450-12	144,8	-107,3
460-13	158,5	-78,3	450-13	134,0	-105,9
			450-14	111,4	-95,4
			450-15	95,8	-79,8
BM1 V2 Bulbs tussen dwarsdragers			BM1 V2 Bulbs tussen consoles		
BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$	BG	$\sigma_{x,\max}$	$\sigma_{x,\min}$
	142,7	-104,9	770-0	93,0	-169,1
670-1	163,1	-108,3	770-1	113,5	-170,9
670-2	175,7	-101,5	770-2	123,0	-163,9
670-3	179,5	-89,8	770-3	132,3	-148,8
670-4	189,8	-93,3	770-4	139,4	-125,5
670-5	190,6	-96,2	770-5	139,2	-108,1
670-6	183,6	-97,0	770-6	128,8	-133,7
670-7	175,1	-98,3	770-7	124,5	-122,0
670-8	163,8	-92,6	770-8	109,0	-120,1
670-9	156,8	-82,1	770-9	97,4	-116,4

Naast bovenstaande variatie in lengterichting is ook geschoven met de belasting in breedterichting. Dit heeft geen noemenswaardig effect op de spanningen in de bulbs en het dek.

Appendix

Bijlage G – Windbelastingen

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting aanbrug (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 950-959 : **Windbelasting**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x	breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	120 m	y	lengte	Onderkant hoofdlijker	21,3 m + NAP	
breedte	10,964 m	z	hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,2 m					
1e hoofdlijker	2,4 m					
schampkant	0,225 m					
2e hoofdlijker	2,2 m					
constructiehoogte brug (d)	2,625 m					
hellende loef en leizijde (α)	5 gr					
helling brugdek (β)	1 gr					
Verkeerstype	wegverkeer					

NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden
 Verkeersband 2 meter

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

$A_{ref,x}$	tabel 1		
afscheidingstype	open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	
dicht of open kering	Aan beide kanten	Aan 1 kant	Beide kanten
leuning / schermhoogte (d ₁)	0,85 m	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m
d _{tot} - zonder verkeer	5,29 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁
d _{tot} - met verkeer	5,97 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m

4,22

$A_{ref,x}$ - zonder verkeer	635 m ²
$A_{ref,x}$ - met verkeer	716 m ²

wind in Z-richting

$A_{ref,z}$	tabel 2
	Bij dek met hoofdliggers artikel NB 8.3.1 (4)
	aantal hoofdliggers 2
	hoogte dek 0,525 m
	hoogte hoofdliggers 2,1 m
	equivalente constructiehoogte 4,03 m

$A_{ref,z}$	1316 m ²
-------------	---------------------

Windbelastingen

H4.2

Basiswaarden	
Ontwerppelevensduur =	30 jaar
C_{prob} =	0,96

Windgebied =	III
$v_{b,0}$ =	24,5 m/s
v_b =	23,6 m/s
$v^*_{b,0}$ =	23,0 m/s
v^* =	23,0 m/s

H4.3.2

Terrein ruwheid	
Referentiehoogte (z_0) =	12,5 m
Terreincategorie =	II
hoogte =	17,2
Afstand R =	858 m
z_0 =	0,2
Tereinfactor (k_r) =	0,209
ruwheidsfactor $c_r(z)$ =	0,866

Onbebouwd Afstand R conform tabel NB.4

$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$
 $c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$ voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
 $c_r(z) = c_r(z_{min})$ voor $z \leq z_{min}$

H4.3.1

Variatie met hoogte	
referentiehoogte (z_0) =	12,5
orografiefactor $c_o(z)$ =	1,00

$$\text{Gem. windsnelheid } v_m(z) = 20,5 \text{ m/s} \quad v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$$

$$\text{Gem. windsnelheid } v^*_m(z) = 19,9 \text{ m/s} \quad v^*_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v^*_b$$

H4.4

Windturbulentie

$$\text{Turbulentiefactor } k_t = 1$$

$$\text{Turbulentie-intensiteit } I_v(z) = 0,2418$$

H4.5

Extreme stuwdruk

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad c_e(z)$$

$$\text{Extreme stuwdruk } q_p(z) = 0,70 \text{ kN/m}^2 \quad 2,019$$

$$\text{Extreme stuwdruk } q^*_p(z) = 0,67 \text{ kN/m}^2 \quad 2,019$$

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12 Datum: #####

Projectnummer: BF7387 Naam: EKL

Omschrijving: Windbelasting aanbrug (5°) Versie: D0.1



Krachtcoefficienten

wind in X-richting b/d_{tot} $c_{fx,0}$ $c_{fx,0}$ incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie

zonder verkeer	2,07	1,91	1,96	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,84	1,98	2,04	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d_{tot} 2,07

hoek α van de wind met hor. 5 gr

$\theta = \alpha + \beta$ 6 gr

figuur NB.8 $c_{iz} = 0,76$ let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind

wind in X-richting

representatieve belasting	Totaal	per m1	p_{rep}
zonder verkeer	$F_{wk} = 879$ kN	7,3 kN/m1	1,38 kN/m ²
met verkeer	$F_{wk} = 1029$ kN	8,6 kN/m1	1,44 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	$\psi_0 F_{wk} = 309$ kN	2,6 kN/m1	0,43 kN/m ²
met verkeer	$F^*w = 975$ kN	8,1 kN/m1	1,36 kN/m ²

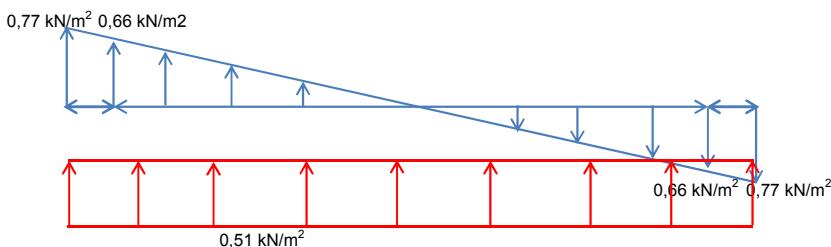
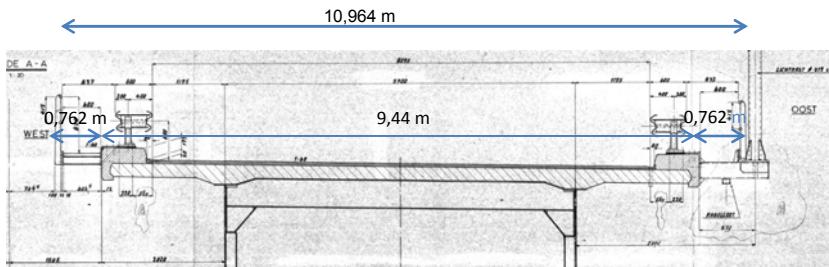
wind in Y-richting = 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)

representatieve belasting	Totaal	p_{rep} (over 9,44 m)
zonder verkeer	$F_{wk} = 351$ kN	0,31 kN/m ²
met verkeer	$F_{wk} = 412$ kN	0,36 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	$\psi_0 F_{wk} = 123$ kN	0,11 kN/m ²
met verkeer	$F^*w = 390$ kN	0,34 kN/m ²

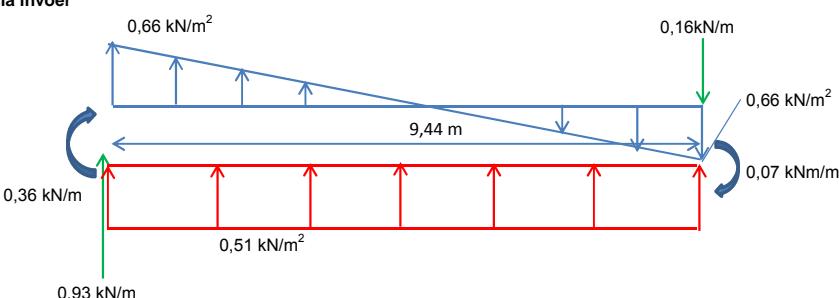
wind in Z-richting

Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op

representatieve belasting	Totaal	p_{rep} (over 10,964 m)
zonder verkeer	$F_{wk} = 709$ kN	0,54 kN/m ²
moment met $e=b/4$	$M_{wk} = 1942$ kNm	$\pm 0,81$ kN/m ²
met verkeer	$F^*w = 671$ kN	0,51 kN/m ²
moment met $e=b/4$	$M^*w = 1839$ kNm	$\pm 0,77$ kN/m ²



Scia invoer



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting aanbrug (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 950-959 : **Windbelasting**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x	breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	120 m	y	lengte	Onderkant hoofdlijker	21,3 m + NAP	
breedte	10,964 m	z	hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,2 m					
1e hoofdlijker	2,4 m					
schampkant	0,225 m					
2e hoofdlijker	2,2 m					
constructiehoogte brug (d)	2,625 m					
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr					
helling brugdek (β)	1 gr					
Verkeerstype	wegverkeer					

NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden
 Verkeersband 2 meter

**Referentie oppervlakken
wind in X-richting**

$A_{ref,x}$	tabel 1		
afscheidingstype	open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	
dicht of open kering	Aan beide kanten	Aan 1 kant	Beide kanten
leuning / schermhoogte (d ₁)	0,85 m	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m
d _{tot} - zonder verkeer	5,29 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁
d _{tot} - met verkeer	5,97 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m

4,22

$A_{ref,x}$ - zonder verkeer	635 m ²
$A_{ref,x}$ - met verkeer	716 m ²

Wind in Z-richting

$A_{ref,z}$	
	1316 m ²

Bij dek met hoofdliggers	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdliggers	2
hoogte dek	0,525 m
hoogte hoofdliggers	2,1 m
equivalente constructiehoogte	4,03 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerpduur = 30 jaar
 $C_{prob} = 0,96$

Windgebied = III
 $v_{b,0} = 24,5 \text{ m/s}$
 $v_b = 23,6 \text{ m/s}$
 $v^{*}_{b,0} = 23,0 \text{ m/s}$
 $v^* = 23,0 \text{ m/s}$

H4.3.2 Terrein ruwheid

Referentiehoogte (z_0) = 12,5 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 17,2

Onbebouwd

Afstand R = 858 m
 $z_0 = 0,2$

Afstand R conform tabel NB.4

Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor $c_r(z) = 0,866$

$$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$$

voor $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

H4.3.1 Variatie met hoogte

referentiehoogte (z_0) = 12,5
 orografiefactor $c_o(z) = 1,00$

Gem. windsnelheid $v_m(z) = 20,5 \text{ m/s}$
 Gem. windsnelheid $v^{*}_m(z) = 19,9 \text{ m/s}$

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$$

$$v^{*}_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v^{*}_b$$

H4.4 Windturbulentie

Turbulentiefactor $k_t = 1$
 Turbulentie-intensiteit $I_v(z) = 0,2418$

H4.5 Extreme stuwdruk

$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
 $c_e(z)$
 $q_p(z) = 0,70 \text{ kN/m}^2$
 $2,019$
 $q^{*}_p(z) = 0,67 \text{ kN/m}^2$
 $2,019$

Belastinggevallen

Project:	Herberekening IJsselbrug A12	Datum:	#####
Projectnummer:	BF7387	Naam:	EKL
Omschrijving:	Windbelasting aanbrug (5°)	Versie:	D0.1



Krachtcoefficienten

wind in X-richting

	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	2,07	1,91	1,96	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,84	1,98	2,04	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	2,07	hoek α van de wind met hor.	2,5 gr
		θ = α + β	3,5 gr
figuur NB.8 c _{iz} =	0,66		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind

wind in X-richting

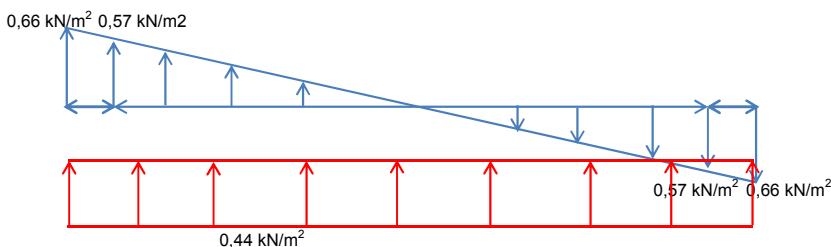
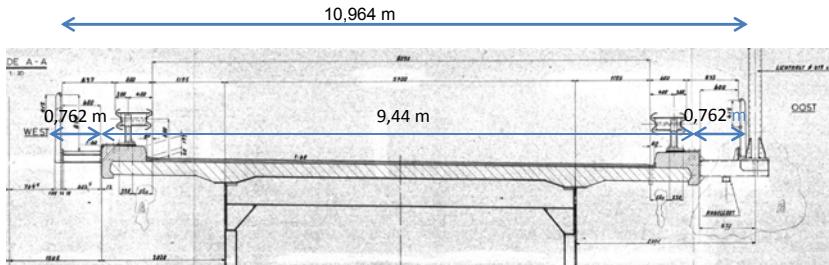
representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 879 kN	7,3 kN/m1	1,38 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1029 kN	8,6 kN/m1	1,44 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 309 kN	2,6 kN/m1	0,43 kN/m ²
met verkeer	F*w = 975 kN	8,1 kN/m1	1,36 kN/m ²

wind in Y-richting

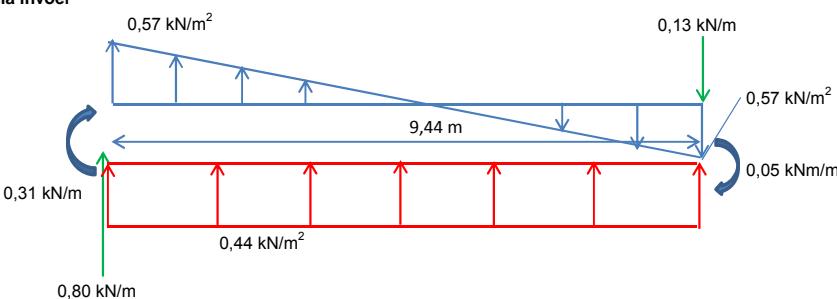
representatieve belasting	Totaal	p _{rep} (over 9,44 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 351 kN	0,31 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 412 kN	0,36 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 123 kN	0,11 kN/m ²
met verkeer	F*w = 390 kN	0,34 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Totaal	p _{rep} (over 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 613 kN	0,47 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 1681 kNm	± 0,7 kN/m ²
met verkeer	F*w = 581 kN	0,44 kN/m ²
moment met e=b/4	M*w = 1592 kNm	± 0,66 kN/m ²



Scia invoer



Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: 19-10-2018
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting****Belastinggeval 950-951 : Windbelasting x-richting**

De windbelasting in x-richting wordt verdeeld over de K-verbanden en het dek. Op de K-verbanden wordt de windbelasting van een halve (hoofd)liggerhoogte ($d_{k_verband}$) maal de hoi afstand van de K-verbanden in rekening gebracht als een puntbelasting ($F_{w,k_verband}^*$). Aan de zijde van de tweede hoofdlijger wordt 2/3 van deze belasting in rekening gebracht op het k-verband ($F_{w,k_verband,2}^*$). De resterende windbelasting wordt in rekening gebracht als lijnlast op het staaldek (q_{dek})

Positie	Dwarsdrager	Δx tov 0 [mm]	$h_{hfdlijger}$ [m]	p_w^* [kN/m ²]	K-verbanden				dek		
					$d_{k_verband}$ [m]	$A_{k_verband}$ [m ²]	$F_{w,k_verband,1}^*$ [kN]	$F_{w,k_verband,2}^*$ [kN]	d_{tot} [m]	d_{dek} [m]	q_{dek} [kN/m]
		-325	2400	1,40	1200				6,37	4,37	6,10
Pijler f	portaal A	0	2400	1,40	1200	3,63	5,1	3,4	6,37	4,37	6,10
	1	5400	2400	1,40	1200	6,48	9,1	6,0	6,37	4,37	6,11
	2	10800	2400	1,40	1200	6,48	9,1	6,0	6,37	4,37	6,11
	3	16200	2400	1,40	1200	5,40	7,6	5,0	6,37	4,37	6,12
	4	19798	2400	1,40	1200	4,32	6,0	4,0	6,37	4,37	6,12
veld 1	5	23398	2400	1,40	1200	5,40	7,6	5,0	6,37	4,37	6,12
	6	28798	2400	1,40	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,13
	7	34198	2400	1,40	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,14
	8	39596	2400	1,41	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,14
Pijler G	Portaal B	44996	2400	1,41	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,15
	9	50394	2443	1,42	1222	6,57	9,3	6,2	6,44	4,41	6,25
	10	55749	2541	1,43	1271	6,80	9,7	6,5	6,61	4,49	6,41
	11	61104	2720	1,44	1360	7,28	10,5	7,0	6,90	4,64	6,67
	12	66457	2963	1,45	1482	6,61	9,6	6,4	7,31	4,84	7,02
veld 2	13	70027	3159	1,46	1580	5,64	8,2	5,5	7,64	5,00	7,29
	14	73597	3374	1,49	1687	7,53	11,2	7,5	7,99	5,18	7,70
	15	78952	3781	1,53	1891	10,12	15,5	10,3	8,67	5,52	8,44
	16	84305	4245	1,57	2123	11,36	17,9	11,9	9,45	5,91	9,29
	17	89660	4766	1,62	2383	12,76	20,6	13,7	10,31	6,34	10,25
Pijler H	Portaal C	95015	5300	1,66	2650	14,05	23,3	15,5	11,20	6,79	11,26
	18	100265	4880	1,65	2440	12,81	21,1	14,1	10,50	6,44	10,62
	19	105515	4440	1,64	2220	11,65	19,1	12,7	9,77	6,07	9,95
	20	110763	4063	1,63	2032	10,66	17,4	11,6	9,14	5,76	9,38
	21	116013	3725	1,62	1863	9,78	15,8	10,6	8,58	5,47	8,87
	22	121263	3444	1,61	1722	9,03	14,6	9,7	8,11	5,24	8,44
	23	126506	3224	1,60	1612	8,46	13,5	9,0	7,74	5,06	8,10
	24	131756	3034	1,59	1517	7,96	12,7	8,5	7,43	4,90	7,80
	25	137006	2916	1,58	1458	7,67	12,1	8,1	7,23	4,80	7,59
	26	142275,5	2838	1,57	1419	7,46	11,7	7,8	7,10	4,74	7,44
Veld 3	27	147525,5	2800	1,56	1400	7,35	11,5	7,7	7,04	4,70	7,35
	26	152775,5	2838	1,57	1419						

Globaal model: 3318 kN
 Lokaal model: 155 kN

Belastinggeval	952-953	:	Windbelasting 40% xy-richting
Voor deze belastinggevallen treedt een windkracht van 40% in x en y-richting op. Dit is ingevoerd door de wind in x-richting te vermenigvuldigen met 40%. Voor de y-richting (langsrichting) is een UDL belasting toegepast op het dek.			

Belaste breedte dek $b_{dek} = 9,29 \text{ m}$

Positie	Dwarsdrager	$\Delta x \text{ tov } 0$ [mm]	d_{tot} [m]	x-richting		y-richting
				$F^*_{w,k\text{-verband},1}$ [kN]	$F^*_{w,k\text{-verband},2}$ [kN]	
		-325	6,37			2,44
Pijler f	portaal A	0	6,37	2,0	1,4	2,44
	1	5400	6,37	3,6	2,4	2,44
	2	10800	6,37	3,6	2,4	2,44
	3	16200	6,37	3,0	2,0	2,45
	4	19798	6,37	2,4	1,6	2,45
veld 1	5	23398	6,37	3,0	2,0	2,45
	6	28798	6,37	3,6	2,4	2,45
	7	34198	6,37	3,6	2,4	2,45
	8	39596	6,37	3,6	2,4	2,46
Pijler G	Portaal B	44996	6,37	3,6	2,4	2,46
	9	50394	6,44	3,7	2,5	2,50
	10	55749	6,61	3,9	2,6	2,56
	11	61104	6,90	4,2	2,8	2,67
	12	66457	7,31	3,8	2,6	2,81
veld 2	13	70027	7,64	3,3	2,2	2,92
	14	73597	7,99	4,5	3,0	3,08
	15	78952	8,67	6,2	4,1	3,38
	16	84305	9,45	7,1	4,8	3,72
	17	89660	10,31	8,2	5,5	4,10
Pijler H	Portaal C	95015	11,20	9,3	6,2	4,50
	18	100265	10,50	8,5	5,6	4,25
	19	105515	9,77	7,6	5,1	3,98
	20	110763	9,14	7,0	4,6	3,75
	21	116013	8,58	6,3	4,2	3,55
	22	121263	8,11	5,8	3,9	3,38
	23	126506	7,74	5,4	3,6	3,24
	24	131756	7,43	5,1	3,4	3,12
	25	137006	7,23	4,9	3,2	3,04
	26	142275,5	7,10	4,7	3,1	2,98
Veld 3	27	147525,5	7,04	4,6	3,1	2,94
	26	152775,5				0,47

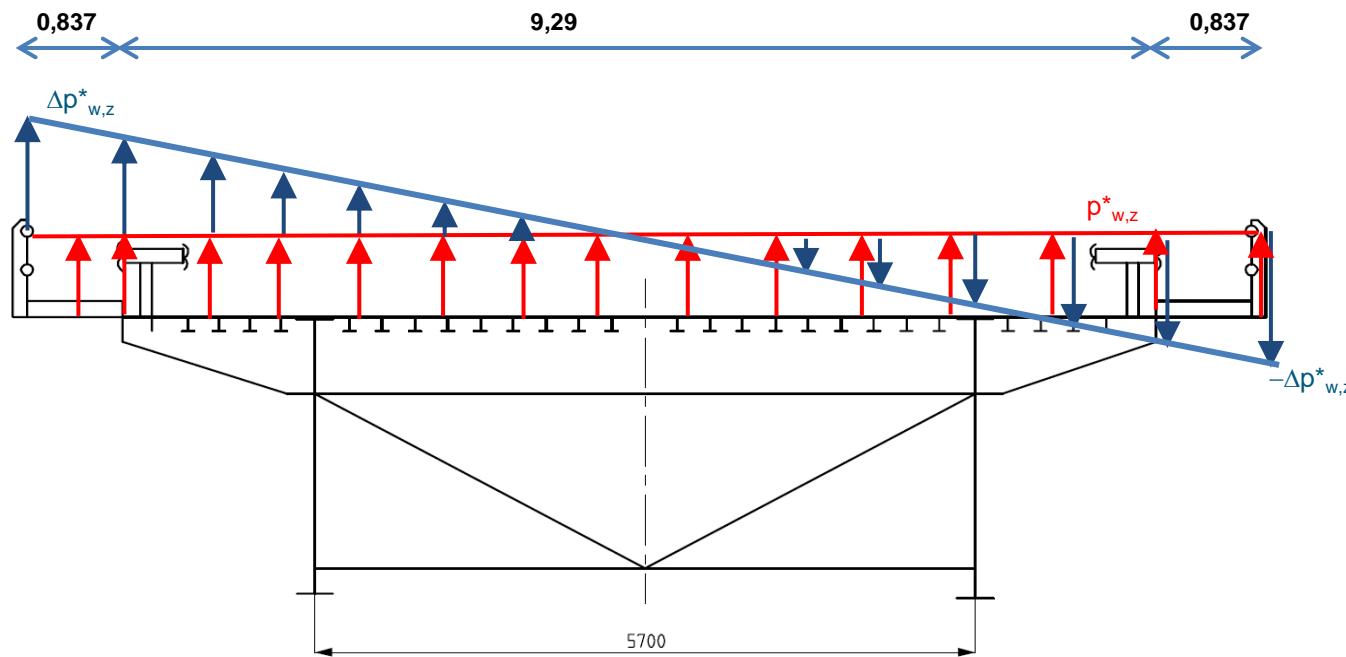
Globaal model: 1327 kN
Lokaal model: 62 kN

Belastinggeval 954-955 : Windbelasting z-richting

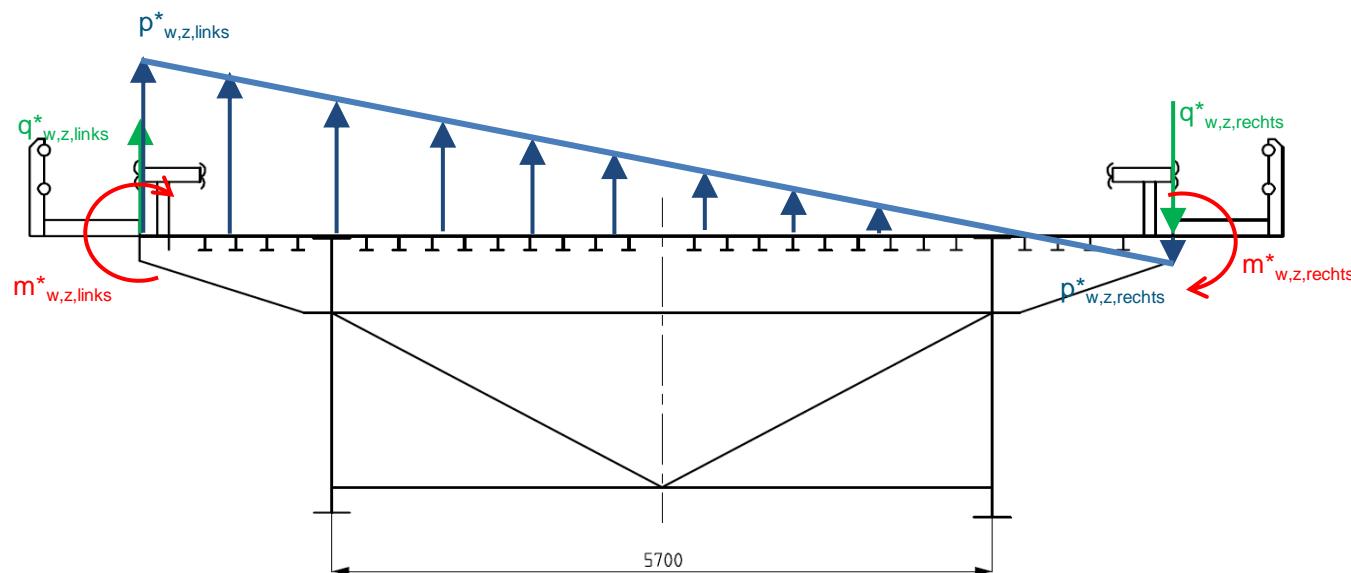
De windbelasting in Z-richting wordt als UDL belasting op het dek aangebracht. De windbelasting op de inspectiepaden wordt als lijnlast en lijnmoment op de rand van het dek aangebracht.

Belaste breedte dek $b_{dek} = 9,29 \text{ m}$
 Breedte inclusief inspectiepad $b_{dek} = 10,964 \text{ m}$

Positie	$p^*_{w,z} [\text{kN/m}^2]$	$\Delta p^*_{w,z} [\text{kN/m}^2]$	$p^*_{w,z,\text{links}} [\text{kN/m}^2]$	$p^*_{w,z,\text{rechts}} [\text{kN/m}^2]$	$q^*_{w,z,\text{links}} [\text{kN/m}]$	$q^*_{w,z,\text{rechts}} [\text{kN/m}]$	$m^*_{w,z,\text{links}} [\text{kN/m}]$	$m^*_{w,z,\text{rechts}} [\text{kN/m}]$
veld 1	0,52	0,77	1,15	-0,12	1,02	-0,16	0,43	0,07
veld 2	0,51	0,77	1,14	-0,12	1,01	-0,16	0,43	0,07
Veld 3	0,56	0,84	1,25	-0,13	1,11	-0,17	0,47	0,08



Invoer SCIA



Globaal model: 1703 kN
 Lokaal model: 72 kN

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler F en landhoofd zuid**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,5 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,4 m				
1e hoofdlijn	2,4				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	2,4				
constructiehoogte brug (d)	2,77 m				
hellende loef en leizijde (α)	5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 12,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 17,8
 Afstand R = 889 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,870

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}

c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}

c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 12,8
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,0 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b

v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2405

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,71 kN/m ²	2,033
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,67 kN/m ²	2,033

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		5 gr	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		Let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2329 kN	7,9 kN/m1	1,42 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2770 kN	9,4 kN/m1	1,47 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 831 kN	2,8 kN/m1	0,44 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2624 kN	8,9 kN/m1	1,40 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 932 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1108 kN	0,40 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 332 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1049 kN	0,38 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1753 kN	0,54 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4805 kNm	± 0,81 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1660 kN	0,51 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4550 kNm	± 0,77 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 1e en 5e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	Maaiveld	
totale lengte	295 m	x breedte	10,1 m + NAP	
breedte	10,964 m	y lengte	21,65 m + NAP	
vrije hoogte onderkant brug	11,55 m	z hoogte		
1e hoofdlijker	2,4			
schampkant/dek	0,37			
2e hoofdlijker	2,4			
constructiehoogte brug (d)	2,77 m			
hellende loef en leizide (α)	5 gr			
helling brugdek (β)	1 gr			
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden		
		Verkeersband	2	meter

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1		
open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
Aan beide kanten	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m			

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting

A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdliggers	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdliggers	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdliggers	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2

Basiswaarden

Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III

V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2

Terrein ruwheid

Referentiehoogte (Z₀) = 12,9 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 17,9
 Afstand R = 896 m
 Z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,873

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

$$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0) \quad \text{voor } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{voor } z \leq z_{\min}$$

H4.3.1

Variatie met hoogte

referentiehoogte (Z₀) = 12,9
 orografiefactor c₀(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,1 m/s

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v_b$$

$$v^*_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v^*$$

H4.4

Windturbulentie

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2398

H4.5

Extreme stuwdruk

ρ = 1,25 kg/m³
 Extreme stuwdruk q_p(z) = 0,71 kN/m²
 Extreme stuwdruk q^{*}_p(z) = 0,67 kN/m²

$$c_e(z)$$

$$2,041$$

$$2,041$$

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		5 gr	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		Let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting		Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} =	2338 kN	7,9 kN/m1	1,42 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} =	2781 kN	9,4 kN/m1	1,48 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} =	834 kN	2,8 kN/m1	0,44 kN/m ²
met verkeer	F [*] w =	2634 kN	8,9 kN/m1	1,40 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 935 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1112 kN	0,41 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 334 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1053 kN	0,38 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1760 kN	0,54 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4823 kNm	± 0,82 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1666 kN	0,52 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4568 kNm	± 0,77 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler G en K**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,8 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,7 m				
1e hoofdlijn	2,4				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	2,4				
constructiehoogte brug (d)	2,77 m				
hellende loef en leizijde (α)	5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (Z₀) = 13,1 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 18,1
 Afstand R = 904 m
 Z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,875

Onbebouwd
 Afstand R conform tabel NB.4
 k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}
 c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}
 c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (Z₀) = 13,1
 orografiefactor c₀(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,7 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,1 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c₀(z) x v_b
 v^{*}_m(z) = c_r(z) x c₀(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2392

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,72 kN/m ²	2,049
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,68 kN/m ²	2,049

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		5	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		Let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2347 kN	8,0 kN/m1	1,43 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2792 kN	9,5 kN/m1	1,49 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 837 kN	2,8 kN/m1	0,45 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2644 kN	9,0 kN/m1	1,41 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 939 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1117 kN	0,41 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 335 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1057 kN	0,39 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1766 kN	0,55 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4842 kNm	± 0,82 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1673 kN	0,52 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4585 kNm	± 0,78 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 2e en 4e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	Maaiveld	
totale lengte	295 m	x breedte	y lengte	10,1 m + NAP
breedte	10,964 m	y	z hoogte	21,1 m + NAP
vrije hoogte onderkant brug	11 m			
1e hoofdligger	3,159			
schampkant/dek	0,37			
2e hoofdligger	3,159			
constructiehoogte brug (d)	3,529 m			
hellende loef en leizide (α)	5 gr			
helling brugdek (β)	1 gr			
Verkeerstype	wegverkeer			

NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden

Verkeersband 2 meter

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1		
open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
Aan beide kanten	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
6,84 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
7,64 m			

A_{ref,x} - zonder verkeer 2016 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 2252 m²

wind in Z-richting

A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdliggers	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdliggers	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdliggers	3,159 m
equivalente constructiehoogte	5,64 m

Windbelastingen

H4.2

Basiswaarden

Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III

V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2

Terrein ruwheid

Referentiehoogte (Z₀) = 12,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 18,6
 Afstand R = 932 m
 Z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,870

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

$$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$$

voor Z_{min} ≤ z ≤ Z_{max}

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

voor z ≤ Z_{min}

H4.3.1

Variatie met hoogte

referentiehoogte (Z₀) = 12,8
 orografiefactor c₀(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,0 m/s

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v_b$$

$$v^*_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v^*$$

H4.4

Windturbulentie

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2406

H4.5

Extreme stuwdruk

ρ = 1,25 kg/m³
 Extreme stuwdruk q_p(z) = 0,71 kN/m²
 Extreme stuwdruk q^{*}_p(z) = 0,67 kN/m²

$$c_e(z)$$

$$2,032$$

$$2,032$$

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,60	2,05	2,11	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,44	2,11	2,17	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,60		
hoek α van de wind met hor.		5 gr	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		Let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 3025 kN	10,3 kN/m1	1,50 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 3466 kN	11,8 kN/m1	1,54 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 1040 kN	3,5 kN/m1	0,46 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 3283 kN	11,1 kN/m1	1,46 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1210 kN	0,44 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1387 kN	0,51 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 416 kN	0,15 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1313 kN	0,48 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1746 kN	0,54 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4787 kNm	± 0,81 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1654 kN	0,51 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4533 kNm	± 0,77 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler H en J**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	6,5 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	19,2 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	12,7 m				
1e hoofdlijn	5,3				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	5,3				
constructiehoogte brug (d)	5,67 m				
hellende loef en leizijde (α)	5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
10,40 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
11,20 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 3069 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 3305 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	5,3 m
equivalente constructiehoogte	9,20 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**
 Referentiehoogte (Z₀) = 15,5 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 23,9
 Afstand R = 1195 m
 Z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,911
 k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}
 c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}
 c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**
 referentiehoogte (Z₀) = 15,5
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 21,5 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 21,0 m/s
 v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b
 v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**
 Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2298

H4.5 **Extreme stuwdruk**
 ρ = 1,25 kg/m³ c_e(z)
 Extreme stuwdruk q_p(z) = 0,76 kN/m² 2,166
 Extreme stuwdruk q^{*}_p(z) = 0,72 kN/m² 2,166

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,05	2,23	2,29	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	0,98	2,25	2,32	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,05		
hoek α van de wind met hor.		5 gr	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 5321 kN	18,0 kN/m1	1,73 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 5791 kN	19,6 kN/m1	1,75 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 1737 kN	5,9 kN/m1	0,53 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 5484 kN	18,6 kN/m1	1,66 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 2128 kN	0,78 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2316 kN	0,85 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 695 kN	0,25 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2193 kN	0,80 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1852 kN	0,57 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 5076 kNm	± 0,86 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1754 kN	0,54 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4807 kNm	± 0,81 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 3e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	Maaiveld	
totale lengte	295 m	x breedte	y lengte	6,5 m + NAP
breedte	10,964 m	y	z hoogte	21,7 m + NAP
vrije hoogte onderkant brug	15,2 m			
1e hoofdlijker	2,8			
schampkant/dek	0,37			
2e hoofdlijker	2,8			
constructiehoogte brug (d)	3,17 m			
hellende loef en leizijde (α)	5 gr			
helling brugdek (β)	1 gr			
Verkeerstype	wegverkeer			

NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden
 Verkeersband 2 meter

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1		
open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
Aan beide kanten	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
6,24 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
7,04 m			

A_{ref,x} - zonder verkeer 1840 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 2076 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijkers	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijkers	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijkers	2,8 m
equivalente constructiehoogte	5,04 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 16,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 22,2
 Afstand R = 1112 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,927

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

$$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$$

voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 16,8
 orografiefactor c₀(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 21,9 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 21,3 m/s

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v_b$$

$$v^*_m(z) = c_r(z) \times c_0(z) \times v^*$$

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2257

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,77 kN/m ²	2,219
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,73 kN/m ²	2,219

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,76	2,00	2,06	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,56	2,07	2,13	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,76		
hoek α van de wind met hor.		5 gr	
θ = α + β		6 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,76		Let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting		Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} =	2944 kN	10,0 kN/m1	1,60 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} =	3425 kN	11,6 kN/m1	1,65 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} =	1028 kN	3,5 kN/m1	0,50 kN/m ²
met verkeer	F [*] w =	3244 kN	11,0 kN/m1	1,56 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1177 kN	0,43 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1370 kN	0,50 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 411 kN	0,15 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1297 kN	0,47 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1910 kN	0,59 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 5234 kNm	± 0,89 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1808 kN	0,56 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4957 kNm	± 0,84 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: 19-10-2018
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting****Belastinggeval 950-951 : Windbelasting x-richting**

De windbelasting in x-richting wordt verdeeld over de K-verbanden en het dek. Op de K-verbanden wordt de windbelasting van een halve (hoofd)liggerhoogte ($d_{k_verband}$) maal de hoi afstand van de K-verbanden in rekening gebracht als een puntbelasting ($F_{w,k_verband}^*$). Aan de zijde van de tweede hoofdlijger wordt 2/3 van deze belasting in rekening gebracht op het k-verband ($F_{w,k_verband,2}^*$). De resterende windbelasting wordt in rekening gebracht als lijnlast op het staaldek (q_{dek})

Positie	Dwarsdrager	Δx tov 0 [mm]	$h_{hfdlijger}$ [m]	p_w^* [kN/m ²]	$d_{k_verband}$ [m]	K-verbanden			dek		
						$A_{k_verband}$ [m ²]	$F_{w,k_verband,1}^*$ [kN]	$F_{w,k_verband,2}^*$ [kN]	d_{tot} [m]	d_{dek} [m]	q_{dek} [kN/m]
		-325	2400	1,40	1200				6,37	4,37	6,10
Pijler f	portaal A	0	2400	1,40	1200	3,63	5,1	3,4	6,37	4,37	6,10
		1	5400	1,40	1200	6,48	9,1	6,0	6,37	4,37	6,11
		2	10800	1,40	1200	6,48	9,1	6,0	6,37	4,37	6,11
		3	16200	1,40	1200	5,40	7,6	5,0	6,37	4,37	6,12
		4	19798	1,40	1200	4,32	6,0	4,0	6,37	4,37	6,12
		5	23398	1,40	1200	5,40	7,6	5,0	6,37	4,37	6,12
		6	28798	1,40	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,13
		7	34198	1,40	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,14
veld 1		8	39596	1,41	1200	6,48	9,1	6,1	6,37	4,37	6,14
		9	50394	1,42	1222	6,57	9,3	6,2	6,44	4,41	6,25
		10	55749	1,43	1271	6,80	9,7	6,5	6,61	4,49	6,41
		11	61104	1,44	1360	7,28	10,5	7,0	6,90	4,64	6,67
		12	66457	1,45	1482	6,61	9,6	6,4	7,31	4,84	7,02
		13	70027	1,46	1580	5,64	8,2	5,5	7,64	5,00	7,29
		14	73597	1,49	1687	7,53	11,2	7,5	7,99	5,18	7,70
		15	78952	1,53	1891	10,12	15,5	10,3	8,67	5,52	8,44
veld 2		16	84305	1,57	2123	11,36	17,9	11,9	9,45	5,91	9,29
		17	89660	1,62	2383	12,76	20,6	13,7	10,31	6,34	10,25
		18	100265	1,65	2440	12,81	21,1	14,1	10,50	6,44	10,62
		19	105515	1,64	2220	11,65	19,1	12,7	9,77	6,07	9,95
		20	110763	1,63	2032	10,66	17,4	11,6	9,14	5,76	9,38
		21	116013	1,62	1863	9,78	15,8	10,6	8,58	5,47	8,87
		22	121263	1,61	1722	9,03	14,6	9,7	8,11	5,24	8,44
		23	126506	1,60	1612	8,46	13,5	9,0	7,74	5,06	8,10
Pijler H	Portaal C	24	131756	1,59	1517	7,96	12,7	8,5	7,43	4,90	7,80
		25	137006	1,58	1458	7,67	12,1	8,1	7,23	4,80	7,59
		26	142275,5	1,57	1419	7,46	11,7	7,8	7,10	4,74	7,44
		27	147525,5	2800	1,56	1400	7,35	11,5	7,7	7,04	4,70
		26	152775,5	2838	1,57	1419					7,35

Globaal model: 3318 kN
 Lokaal model: 155 kN

Belastinggeval 952-953 : **Windbelasting 40% xy-richting**

Voor deze belastinggevallen treedt een windkracht van 40% in x en y-richting op. Dit is ingevoerd door de wind in x-richting te vermenigvuldigen met 40%. Voor de y-richting (langsrichting) is een UDL belasting toegepast op het dek.

Belaste breedte dek b_{dek} = 9,29 m

Positie	Dwarsdrager	Δx tot 0 [mm]	d_{tot} [m]	x-richting		q_{dek} [kN/m]	p_{dek} [kN/m]2
				$F_{w,k-verband,1}$ [kN]	$F_{w,k-verband,2}$ [kN]		
		-325	6,37			2,44	0,38
Pijler f	portaal A	0	6,37	2,0	1,4	2,44	0,38
	1	5400	6,37	3,6	2,4	2,44	0,38
	2	10800	6,37	3,6	2,4	2,44	0,38
	3	16200	6,37	3,0	2,0	2,45	0,38
	4	19798	6,37	2,4	1,6	2,45	0,38
veld 1	5	23398	6,37	3,0	2,0	2,45	0,38
	6	28798	6,37	3,6	2,4	2,45	0,38
	7	34198	6,37	3,6	2,4	2,45	0,39
	8	39596	6,37	3,6	2,4	2,46	0,39
Pijler G	Portaal B	44996	6,37	3,6	2,4	2,46	0,39
	9	50394	6,44	3,7	2,5	2,50	0,39
	10	55749	6,61	3,9	2,6	2,56	0,41
	11	61104	6,90	4,2	2,8	2,67	0,43
	12	66457	7,31	3,8	2,6	2,81	0,46
veld 2	13	70027	7,64	3,3	2,2	2,92	0,48
	14	73597	7,99	4,5	3,0	3,08	0,51
	15	78952	8,67	6,2	4,1	3,38	0,57
	16	84305	9,45	7,1	4,8	3,72	0,64
	17	89660	10,31	8,2	5,5	4,10	0,72
Pijler H	Portaal C	95015	11,20	9,3	6,2	4,50	0,80
	18	100265	10,50	8,5	5,6	4,25	0,75
	19	105515	9,77	7,6	5,1	3,98	0,69
	20	110763	9,14	7,0	4,6	3,75	0,64
	21	116013	8,58	6,3	4,2	3,55	0,60
	22	121263	8,11	5,8	3,9	3,38	0,56
	23	126506	7,74	5,4	3,6	3,24	0,53
	24	131756	7,43	5,1	3,4	3,12	0,51
	25	137006	7,23	4,9	3,2	3,04	0,49
	26	142275,5	7,10	4,7	3,1	2,98	0,48
Veld 3	27	147525,5	7,04	4,6	3,1	2,94	0,47
	26	152775,5					

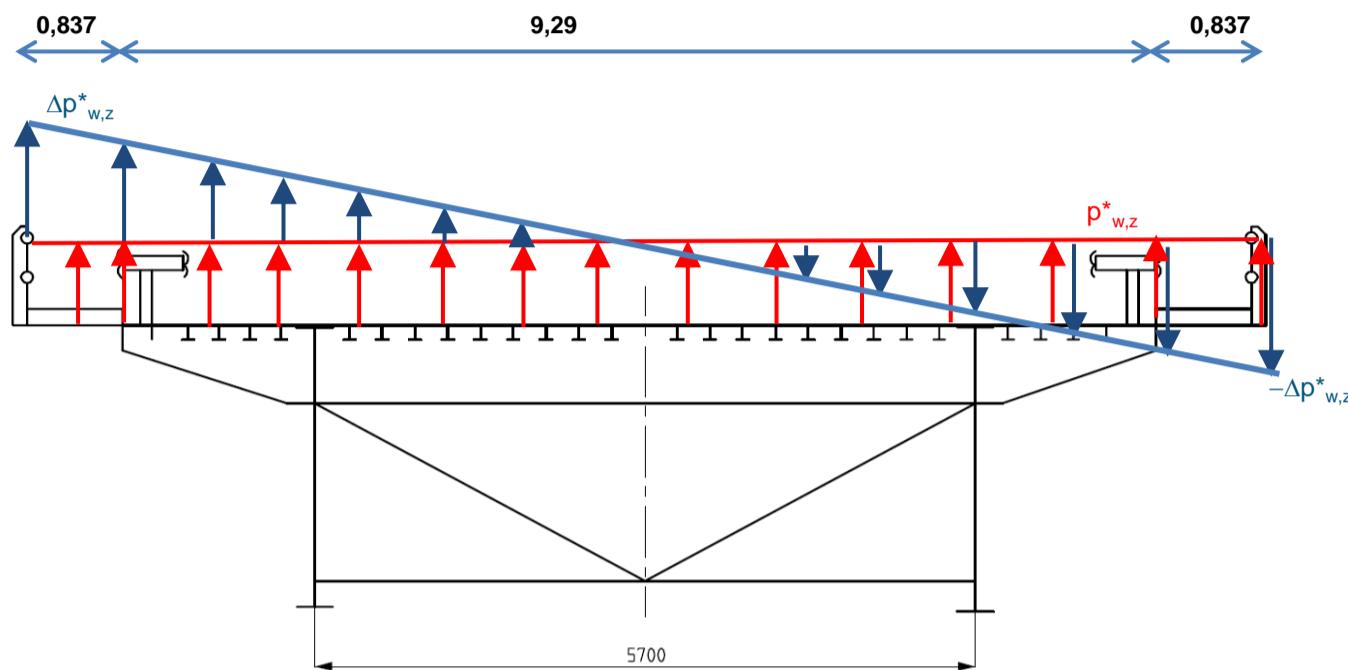
Globaal model: 1327 kN
Lokaal model: 62 kN

Belastinggeval 954-955 : **Windbelasting z-richting**

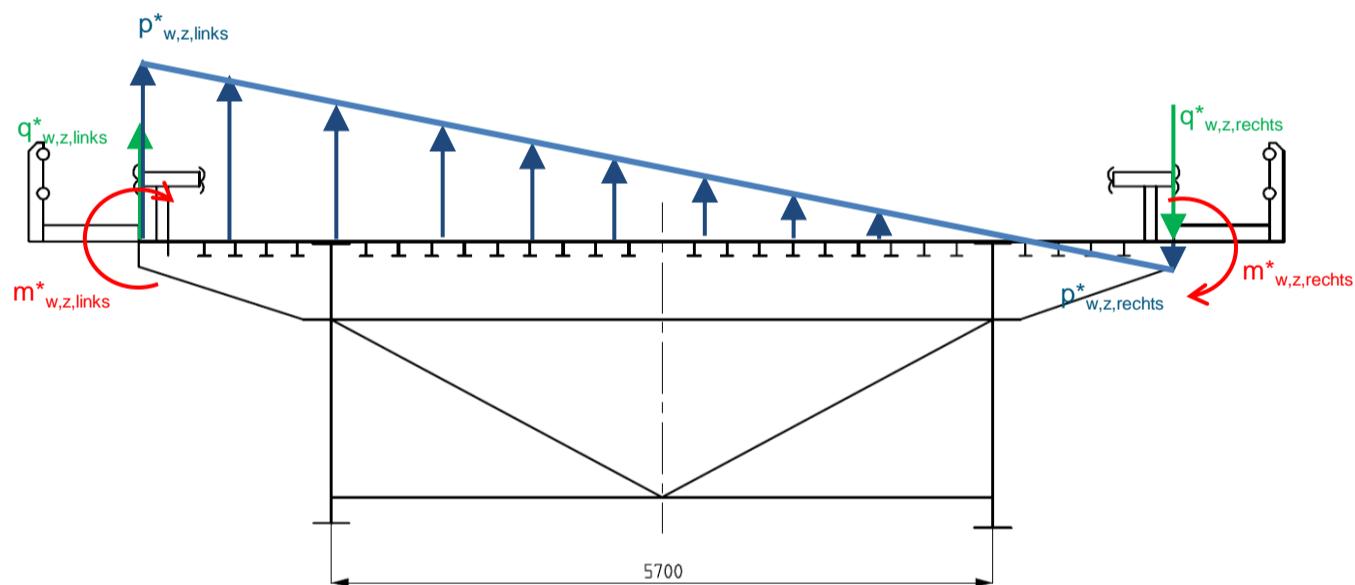
De windbelasting in Z-richting wordt als UDL belasting op het dek aangebracht. De windbelasting op de inspectiepaden wordt als lijnlast en lijnmoment op de rand van het dek aangebracht.

Belaste breedte dek b_{dek} = 9,29 m
 Breedte inclusief inspectiepad b_{dek} = 10,964 m

Positie	$p^*_{w,z}$ [kN/m ²]	$\Delta p^*_{w,z}$ [kN/m ²]2	$p^*_{w,z,links}$ [kN/m ²]22	$p^*_{w,z,rechts}$ [kN/m ²]22	$q^*_{w,z,links}$ [kN/m]	$q^*_{w,z,rechts}$ [kN/m]	$m^*_{w,z,links}$ [kN/m]2	$m^*_{w,z,rechts}$ [kN/m]2
veld 1	0,45	0,67	1,00	-0,10	0,89	-0,13	0,38	0,06
veld 2	0,46	0,69	1,02	-0,11	0,91	-0,14	0,39	0,07
Veld 3	0,50	0,74	1,10	-0,11	0,98	-0,15	0,42	0,07



Invoer SCIA



Globaal model: 1512 kN
 Lokaal model: 65 kN

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler F en landhoofd zuid**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,5 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,4 m				
1e hoofdlijn	2,4				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	2,4				
constructiehoogte brug (d)	2,77 m				
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 12,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 17,8
 Afstand R = 889 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,870

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}

c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}

c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 12,8
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,0 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b

v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2405

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,71 kN/m ²	2,033
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,67 kN/m ²	2,033

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		2,5 gr	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,67		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2329 kN	7,9 kN/m1	1,42 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2770 kN	9,4 kN/m1	1,47 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 831 kN	2,8 kN/m1	0,44 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2624 kN	8,9 kN/m1	1,40 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 932 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1108 kN	0,40 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 332 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1049 kN	0,38 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1528 kN	0,47 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4189 kNm	± 0,71 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1447 kN	0,45 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 3967 kNm	± 0,67 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 1e en 5e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	Maaiveld	
totale lengte	295 m	x breedte	10,1 m + NAP	
breedte	10,964 m	y lengte	21,65 m + NAP	
vrije hoogte onderkant brug	11,55 m	z hoogte		
1e hoofdlijker	2,4			
schampkant/dek	0,37			
2e hoofdlijker	2,4			
constructiehoogte brug (d)	2,77 m			
hellende loef en leizide (α)	2,5 gr			
helling brugdek (β)	1 gr			
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden		
		Verkeersband	2	meter

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1		
open brugleuning en open veiligheidskering	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
Aan beide kanten	open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m	dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m	open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m			

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijkers	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijkers	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijkers	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 12,9 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 17,9
 Afstand R = 896 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,873

Onbebouwd
 Afstand R conform tabel NB.4
 k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}
 c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}
 c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 12,9
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,1 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b

v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2398

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m³ c_e(z)
 Extreme stuwdruk q_p(z) = 0,71 kN/m² 2,041
 Extreme stuwdruk q^{*}_p(z) = 0,67 kN/m² 2,041

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		2,5 gr	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,67		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2338 kN	7,9 kN/m1	1,42 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2781 kN	9,4 kN/m1	1,48 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 834 kN	2,8 kN/m1	0,44 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2634 kN	8,9 kN/m1	1,40 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 935 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1112 kN	0,41 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 334 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1053 kN	0,38 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1534 kN	0,47 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4206 kNm	± 0,71 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1453 kN	0,45 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 3983 kNm	± 0,67 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler G en K**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,8 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11,7 m				
1e hoofdlijn	2,4				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	2,4				
constructiehoogte brug (d)	2,77 m				
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
5,57 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
6,37 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 1643 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 1879 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	2,4 m
equivalente constructiehoogte	4,37 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (Z₀) = 13,1 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 18,1
 Afstand R = 904 m
 Z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,875

Onbebouwd

Afstand R conform tabel NB.4

k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}

c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}

c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (Z₀) = 13,1
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,7 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,1 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b

v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2392

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,72 kN/m ²	2,049
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,68 kN/m ²	2,049

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,97	1,94	2,00	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,72	2,02	2,08	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,97		
hoek α van de wind met hor.		2,5	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,67		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2347 kN	8,0 kN/m1	1,43 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2792 kN	9,5 kN/m1	1,49 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 837 kN	2,8 kN/m1	0,45 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2644 kN	9,0 kN/m1	1,41 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 939 kN	0,34 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1117 kN	0,41 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 335 kN	0,12 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1057 kN	0,39 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1540 kN	0,48 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4221 kNm	± 0,71 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1459 kN	0,45 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 3998 kNm	± 0,68 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 2e en 4e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	10,1 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,1 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	11 m				
1e hoofdlijn	3,159				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	3,159				
constructiehoogte brug (d)	3,529 m				
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering		Afscheidingstype		
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
6,84 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
7,64 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 2016 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 2252 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	3,159 m
equivalente constructiehoogte	5,64 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 12,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 18,6
 Afstand R = 932 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,870

Onbebouwd
 Afstand R conform tabel NB.4
 k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}
 c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}
 c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 12,8
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 20,6 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 20,0 m/s

v_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v_b
 v^{*}_m(z) = c_r(z) x c_o(z) x v^{*}_b

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2406

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m³ c_e(z)
 Extreme stuwdruk q_p(z) = 0,71 kN/m² 2,032
 Extreme stuwdruk q^{*}_p(z) = 0,67 kN/m² 2,032

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,60	2,05	2,11	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,44	2,11	2,17	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,60		
hoek α van de wind met hor.		2,5 gr	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,68		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 3025 kN	10,3 kN/m1	1,50 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 3466 kN	11,8 kN/m1	1,54 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 1040 kN	3,5 kN/m1	0,46 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 3283 kN	11,1 kN/m1	1,46 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1210 kN	0,44 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1387 kN	0,51 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 416 kN	0,15 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1313 kN	0,48 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1563 kN	0,48 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4285 kNm	± 0,73 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1481 kN	0,46 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4058 kNm	± 0,69 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv pijler H en J**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	6,5 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	19,2 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	12,7 m				
1e hoofdlijn	5,3				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	5,3				
constructiehoogte brug (d)	5,67 m				
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
10,40 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
11,20 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 3069 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 3305 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	5,3 m
equivalente constructiehoogte	9,20 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**
 Referentiehoogte (Z₀) = 15,5 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 23,9

Onbebouwd

Afstand R = 1195 m Afstand R conform tabel NB.4
 Z₀ = 0,2

Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,911

$$k_r = 0,19 \times (z_0/Z_{0,II})^{0,07}$$

$$c_r(z) = k_r \times \ln(z/z_0)$$

voor $Z_{min} \leq z \leq Z_{max}$

$$c_r(z) = c_r(z_{min})$$

H4.3.1 Variatie met hoogte

referentiehoogte (Z₀) = 15,5
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 21,5 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 21,0 m/s

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$$

$$v^*_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v^*$$

H4.4 **Windturbulentie**
 Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2298

H4.5 Extreme stuwdruk

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,76 kN/m ²	2,166
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,72 kN/m ²	2,166

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,05	2,23	2,29	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	0,98	2,25	2,32	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,05		
hoek α van de wind met hor.		2,5 gr	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,70		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting		Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} =	5321 kN	18,0 kN/m1	1,73 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} =	5791 kN	19,6 kN/m1	1,75 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} =	1737 kN	5,9 kN/m1	0,53 kN/m ²
met verkeer	F [*] w =	5484 kN	18,6 kN/m1	1,66 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 2128 kN	0,78 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 2316 kN	0,85 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 695 kN	0,25 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 2193 kN	0,80 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1724 kN	0,53 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4725 kNm	± 0,8 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1632 kN	0,50 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4475 kNm	± 0,76 kN/m ²

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Windbelasting**

Belastinggeval 800-809 : **Windbelasting tpv 3e overspanning**

NEN-EN 1991-1-4 - H8 windbelastingen op bruggen

Geometrie

Type	plaatbrug of kokerbrug	Coordinatenstelsel	x breedte	Maaiveld	6,5 m + NAP
totale lengte	295 m	y lengte	Onderkant hoofdlijn	21,7 m + NAP	
breedte	10,964 m	z hoogte			
vrije hoogte onderkant brug	15,2 m				
1e hoofdlijn	2,8				
schampkant/dek	0,37				
2e hoofdlijn	2,8				
constructiehoogte brug (d)	3,17 m				
hellende loef en leizijde (α)	2,5 gr				
helling brugdek (β)	1 gr				
Verkeerstype	wegverkeer	NB - toeslag dwarshelling moet meegenomen worden			
		Verkeersband	2	meter	

Referentie oppervlakken**wind in X-richting**

A _{ref,x}	tabel 1	Afscheidingstype	Aan 1 kant	Beide kanten
open brugleuning en open veiligheidskering				
Aan beide kanten		open brugleuning of open veiligheidskering	d+0,3m	d+0,6m
1 m		dichte brugleuning of dichte veiligheidskering	d+d ₁	d+2d ₁
6,24 m		open brugleuning en open veiligheidskering	d+0,6m	d+1,2m
7,04 m				

A_{ref,x} - zonder verkeer 1840 m²
 A_{ref,x} - met verkeer 2076 m²

wind in Z-richting A_{ref,z} 3234 m²

tabel 2

Bij dek met hoofdlijnen	artikel NB 8.3.1 (4)
aantal hoofdlijnen	2
hoogte dek	0,37 m
hoogte hoofdlijnen	2,8 m
equivalente constructiehoogte	5,04 m

Windbelastingen

H4.2 **Basiswaarden**
 Ontwerplevensduur = 30 jaar
 C_{prob} = 0,96

Windgebied = III
 V_{b;0} = 24,5 m/s
 V_b = 23,6 m/s
 V^{*}_{b;0} = 23,0 m/s
 V^{*}_b = 23,0 m/s

H4.3.2 **Terrein ruwheid**

Referentiehoogte (z₀) = 16,8 m
 Terreincategorie = II
 hoogte = 22,2
 Afstand R = 1112 m
 z₀ = 0,2
 Tereinfactor (k_r) = 0,209
 ruwheidsfactor c_r(z) = 0,927

Onbebouwd
 Afstand R conform tabel NB.4
 k_r = 0,19 x (z₀/Z_{0,II})^{0,07}
 c_r(z) = k_r x ln(z/z₀) voor z_{min} ≤ z ≤ z_{max}
 c_r(z) = c_r(z_{min}) voor z ≤ z_{min}

H4.3.1 **Variatie met hoogte**

referentiehoogte (z₀) = 16,8
 orografiefactor c_o(z) = 1,00

Gem. windsnelheid v_m(z) = 21,9 m/s
 Gem. windsnelheid v^{*}_m(z) = 21,3 m/s

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$$

$$v^*_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v^*$$

H4.4 **Windturbulentie**

Turbulentiefactor k_t = 1,00
 Turbulentie-intensiteit I_v(z) = 0,2257

H4.5 **Extreme stuwdruk**

ρ = 1,25 kg/m ³	c _e (z)
Extreme stuwdruk q _p (z) = 0,77 kN/m ²	2,219
Extreme stuwdruk q [*] _p (z) = 0,73 kN/m ²	2,219

Belastinggevallen

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Windbelasting hoofdoverspanning (2,5°)

Datum: #####
 Naam: EKL
 Versie: D0.1

**Krachtcoefficienten**

wind in X-richting	b/d _{tot}	c _{fx;0}	c _{fx;0} incl toeslag dwarsheiling lijnfunctie	
zonder verkeer	1,76	2,00	2,06	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.
met verkeer	1,56	2,07	2,13	Bouwstadium, open brugleuningen e.d.

wind in Z-richting

zonder verkeer b/d _{tot}	1,76		
hoek α van de wind met hor.		2,5 gr	
θ = α + β		3,5 gr	
figuur NB.8 c _{fz} =	0,67		let op ook de negatieve waarde gebruiken voor wind in tegengestelde richting

Belasting door wind**wind in X-richting**

representatieve belasting	Totaal	per m1	p _{rep}
zonder verkeer	F _{wk} = 2944 kN	10,0 kN/m1	1,60 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 3425 kN	11,6 kN/m1	1,65 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 1028 kN	3,5 kN/m1	0,50 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 3244 kN	11,0 kN/m1	1,56 kN/m ²

wind in Y-richting

representatieve belasting	= 40% van windkrachten in de x richting (in de x-richting treed dan gelijktijdig ook dezelfde kracht als in de y-richting op)	p _{rep} (over b = 9,29 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1177 kN	0,43 kN/m ²
met verkeer	F _{wk} = 1370 kN	0,50 kN/m ²
met verkeer, gereduceerd	ψ ₀ F _{wk} = 411 kN	0,15 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1297 kN	0,47 kN/m ²

wind in Z-richting

representatieve belasting	Als belasting in Z-richting ongunstig werkt treed deze gelijktijdig met de x-richting op	p _{rep} (over b = 10,964 m)
zonder verkeer	F _{wk} = 1691 kN	0,52 kN/m ²
moment met e=b/4	M _{wk} = 4634 kNm	± 0,78 kN/m ²
met verkeer	F [*] w = 1601 kN	0,50 kN/m ²
moment met e=b/4	M [*] w = 4389 kNm	± 0,74 kN/m ²

Appendix

Bijlage H – Temperatuurbelasting

IJsselbrug



Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug

Datum: 25-5-2018

Projectnummer: BF7387

Naam: Ernst Klamer

Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Versie v1.3



Gelijkmatige temperatuurcomponent staal-betondek [dektipe 2]

Luchtemperatuur

De gelijkmatige temperatuurcomponent is afhankelijk van de minimale en maximale luchtemperatuur en de Levensduur. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de levensduur van de brug en van de voegovergangen.

	Brug	Voegovergang
Levensduur	30 jaar	30 jaar

$$\text{Min. luchttemp. in de schaduw} \quad T_{\min,p} = T_{\min} \{0,393 - 0,156 \ln [-\ln (1-p)]\} = -23,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

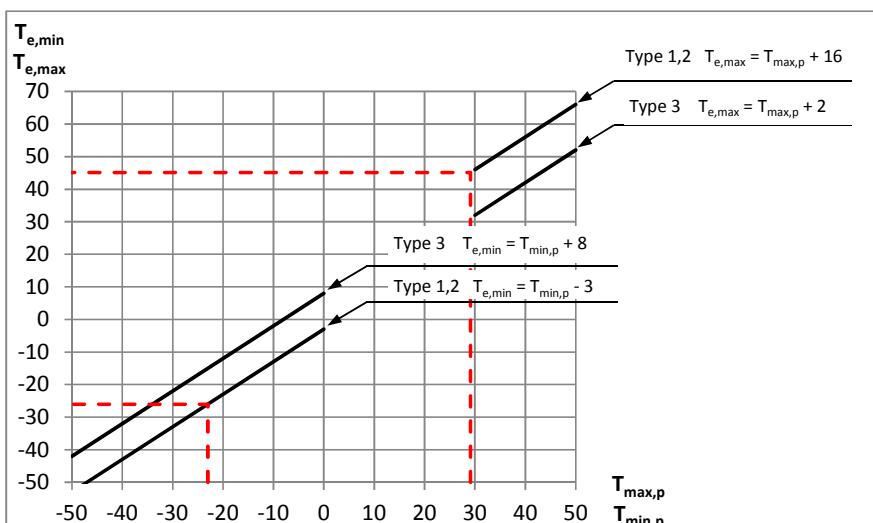
$$\text{Max. luchttemp. in de schaduw} \quad T_{\max,p} = T_{\max} \{0,781 - 0,056 \ln [-\ln (1-p)]\} = 29,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gelijkmatige temperatuurcomponent

Hieruit volgen, conform figuur NB.1–6.1 uit de Nationale Bijlage, voor een staal-betondek

(type 2) de volgende gelijkmatige temperatuurcomponenten:

	Brug	Voegovergang
Minimale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,min}$)	= -26 $^{\circ}\text{C}$	-26 $^{\circ}\text{C}$
Maximale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,max}$)	= 45 $^{\circ}\text{C}$	45 $^{\circ}\text{C}$



Figuur 5.2 – Correlatie tussen de minimum-/maximumluchtemperatuur in de schaduw

($T_{\min,p}/T_{\max,p}$) en de minimale/maximale gelijkmatige temperatuurcomponent van de brug ($T_{e,min}/T_{e,max}$)

Aanvangstemperatuur

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de Eurocode is bepaald conform bijlage A van de NEN-EN 1991-1-5.

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de RTD 1007-2 is bepaald op basis van:

	metingen	Brug	Voegovergang
Aanvangstemperatuur (T_0)		= 10 $^{\circ}\text{C}$	10 $^{\circ}\text{C}$

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent

Het maximum bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponenten van de brug bij een verkorting ($\Delta T_{N,con}$)

en een verlenging ($\Delta T_{N,exp}$) is:

	Brug	Voegovergang
Verkorting ($\Delta T_{N,con}$) = $T_0 - T_{e,min}$	= 36 $^{\circ}\text{C}$	36 $^{\circ}\text{C}$
Verlenging ($\Delta T_{N,exp}$) = $T_{e,max} - T_0$	= 35 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$
Totale bereik (ΔT_N) = ($\Delta T_{N,con}$) + ($\Delta T_{N,exp}$)	= 71 $^{\circ}\text{C}$	71 $^{\circ}\text{C}$

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent t.b.v. de opleggingen en de voegen

Voor opleggingen en voegen is het maximale uitzettings- en krimpbereik van de brug:

Temperatuur waarbij de opleggingen en voegen worden geplaatst is: voorgeschreven

	Brug	Voegovergang
Verkorting ($\Delta T_{N,con,voeg/opl}$) = $\Delta T_{N,con} +$	10 $^{\circ}\text{C}$ (10 $^{\circ}\text{C}$ conform RTD)	= 46 $^{\circ}\text{C}$
Verlenging ($\Delta T_{N,exp,voeg/opl}$) = $\Delta T_{N,exp} +$	10 $^{\circ}\text{C}$ (10 $^{\circ}\text{C}$ conform RTD)	= 45 $^{\circ}\text{C}$
Totale bereik ($\Delta T_{N,voeg/opl}$) = ($\Delta T_{N,con,voeg/opl}$) + ($\Delta T_{N,exp,voeg/opl}$)		= 91 $^{\circ}\text{C}$

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug

Datum: 25-5-2018

Projectnummer: BF7387

Naam: Ernst Klamer

Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

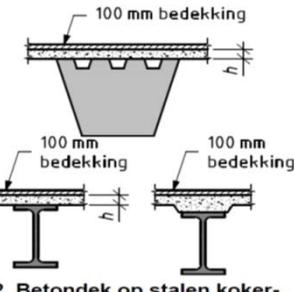
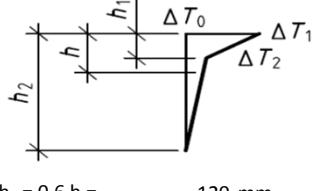
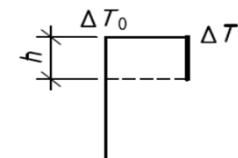
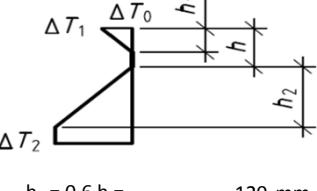
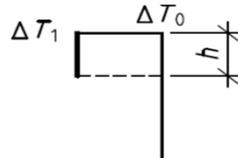
Versie v1.3



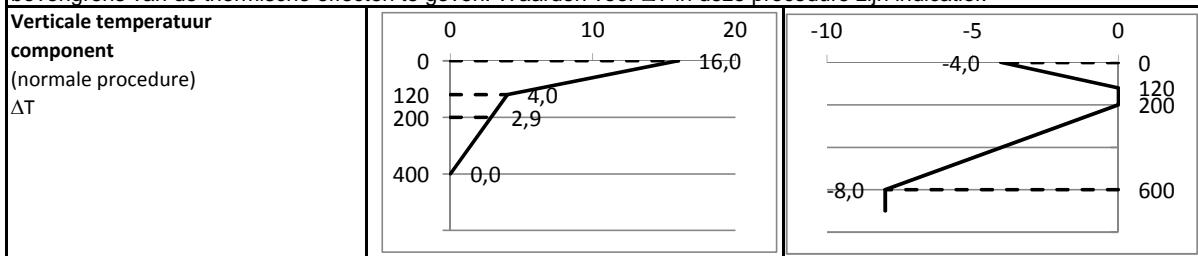
Verticale temperatuurcomponent met niet-lineaire effecten

De verticale temperatuurcomponent is bepaald volgens benadering 2 (artikel 6.1.4.2), conform de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1991-1-5. In onderstaande tabel is het effect van een eventuele afwijkende dikte van de slijtlaag meegenomen.

Slijtlaag: Met slijtlaag
 Dikte slijtlaag: 70 mm
 Dikte staal-betondek (h): 200 mm

Constructietype	Temperatuurverschil (ΔT)																			
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling																		
 2. Betondek op stalen koker-, vakwerk- of vollewandliggers	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th>ΔT_1</th> <th>ΔT_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2 m</td> <td>16,0</td> <td>4,0</td> </tr> <tr> <td>0,3 m</td> <td>18,7</td> <td>4,0</td> </tr> </tbody> </table>  $\Delta T_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$	h	ΔT_1	ΔT_2	0,2 m	16,0	4,0	0,3 m	18,7	4,0	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>h</th> <th>ΔT_1</th> <th>ΔT_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,2 m</td> <td>-4,0</td> <td>-8,0</td> </tr> <tr> <td>0,3 m</td> <td>-6,1</td> <td>-8,0</td> </tr> </tbody> </table>  $\Delta T_1 = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$	h	ΔT_1	ΔT_2	0,2 m	-4,0	-8,0	0,3 m	-6,1	-8,0
h	ΔT_1	ΔT_2																		
0,2 m	16,0	4,0																		
0,3 m	18,7	4,0																		
h	ΔT_1	ΔT_2																		
0,2 m	-4,0	-8,0																		
0,3 m	-6,1	-8,0																		
Normale procedure	Vereenvoudigde procedure																			

OPMERKING Voor staal-betonbruggen mag de hierboven gegeven vereenvoudigde procedure zijn gebruikt om de bovengrens van de thermische effecten te geven. Waarden voor ΔT in deze procedure zijn indicatief.



OPMERKING Het temperatuurverschil ΔT omvat ΔT_M en ΔT_E (zie NEN-EN 1991-1-5 art 4(3)) en een klein deel van component ΔT_N ; dit laatste deel is vervat in de gelijkmatige temperatuurcomponent van de brug

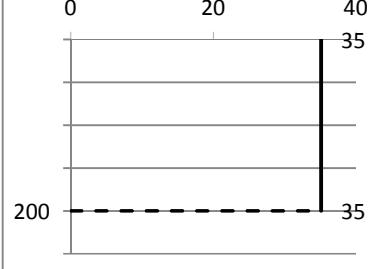
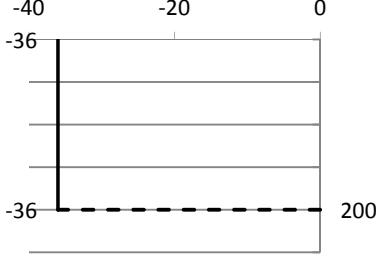
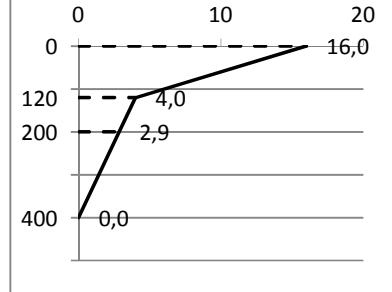
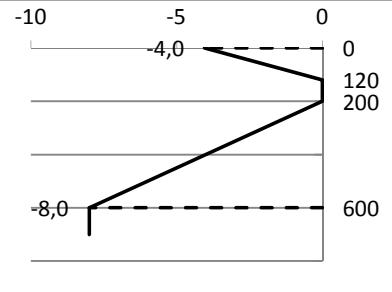
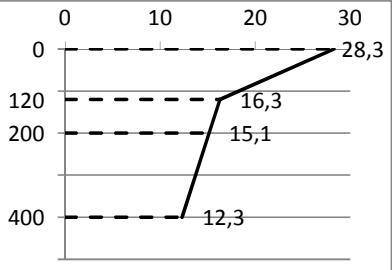
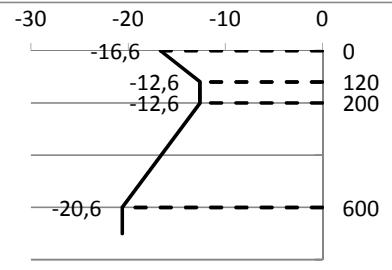
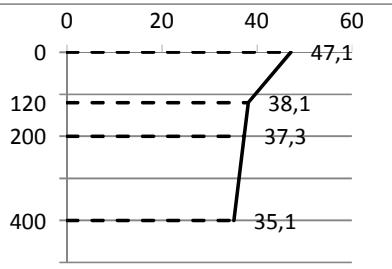
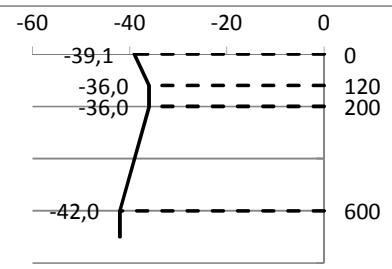
Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Datum: 25-5-2018
 Naam: Ernst Klamer
 Versie v1.3



Samenvatting

Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)		
	(a) Opwarming		(b) Afkoeling
Gelijkmatige temperatuur component ΔT_N	 <p>0 20 40 200 35</p>	 <p>-40 -20 0 -36 200</p>	
Verticale temperatuur component ΔT_M	 <p>0 10 20 0 120 200 400 16,0 4,0 2,9 0,0</p>	 <p>-10 -5 0 0 120 200 -8,0 -4,0 0 120 200 600</p>	
Combinatie 1 $\Delta T_M + \omega_N \Delta T_N$	$\Delta T_1 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 28,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 16,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_o + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 15,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_s + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 12,3 \text{ } ^\circ\text{C}$  <p>0 10 20 30 0 120 200 400 28,3 16,3 15,1 12,3</p>	$\Delta T_1 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -16,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_{h1} - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_h - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_2 - \omega_N \Delta T_{N,con} = -20,6 \text{ } ^\circ\text{C}$  <p>-30 -20 -10 0 -16,6 -12,6 -12,6 0 120 200 -20,6 600</p>	
Combinatie 2 $\omega_M \Delta T_M + \Delta T_N$	$\omega_M \Delta T_1 + \Delta T_{N,exp} = 47,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = 38,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_o + \Delta T_{N,exp} = 37,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_s + \Delta T_{N,exp} = 35,1 \text{ } ^\circ\text{C}$  <p>0 20 40 60 0 120 200 400 47,1 38,1 37,3 35,1</p>	$\omega_M \Delta T_1 - \Delta T_{N,con} = -39,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_{h1} - \Delta T_{N,con} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_h + \Delta T_{N,exp} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = -42,0 \text{ } ^\circ\text{C}$  <p>-60 -40 -20 0 -39,1 -36,0 -36,0 0 120 200 -42,0 600</p>	

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug

Datum: 25-5-2018

Projectnummer: BF7387

Naam: Ernst Klamer

Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Versie v1.3



Gelijkmatige temperatuurcomponent stalen dek [dekktype 1b]

Luchtemperatuur

De gelijkmatige temperatuurcomponent is afhankelijk van de minimale en maximale luchtemperatuur en de Levensduur. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de levensduur van de brug en van de voegovergangen.

	Brug	Voegovergang
Levensduur	30 jaar	30 jaar

$$\text{Min. luchttemp. in de schaduw} \quad T_{\min,p} = T_{\min} \{0,393 - 0,156 \ln [-\ln (1-p)]\} = -23,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

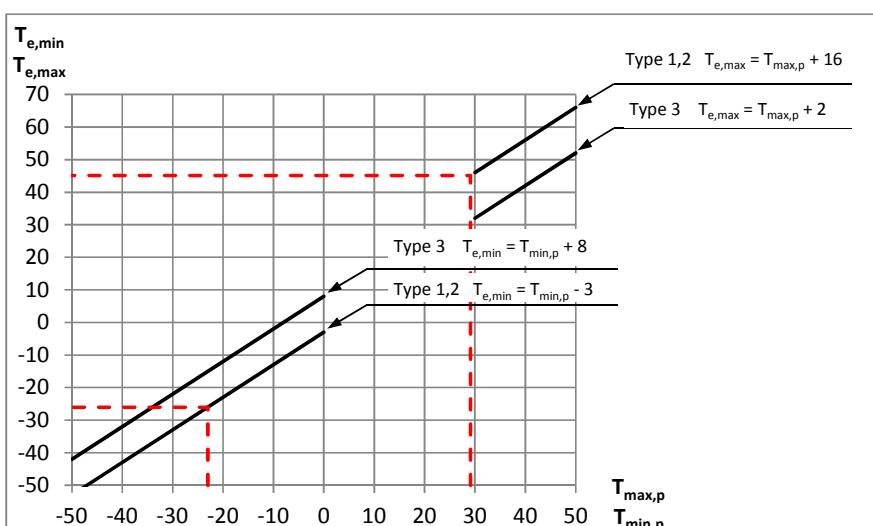
$$\text{Max. luchttemp. in de schaduw} \quad T_{\max,p} = T_{\max} \{0,781 - 0,056 \ln [-\ln (1-p)]\} = 29,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Gelijkmatige temperatuurcomponent

Hieruit volgen, conform figuur NB.1–6.1 uit de Nationale Bijlage, voor een stalen dek

(type 1) de volgende gelijkmatige temperatuurcomponenten:

	Brug	Voegovergang
Minimale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,min}$)	= -26 $^{\circ}\text{C}$	-26 $^{\circ}\text{C}$
Maximale gelijkmatige temperatuurcomponent ($T_{e,max}$)	= 45 $^{\circ}\text{C}$	45 $^{\circ}\text{C}$



Figuur 5.2 – Correlatie tussen de minimum-/maximumluchtemperatuur in de schaduw

($T_{\min,p}/T_{\max,p}$) en de minimale/maximale gelijkmatige temperatuurcomponent van de brug ($T_{e,min}/T_{e,max}$)

Aanvangstemperatuur

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de Eurocode is bepaald conform bijlage A van de NEN-EN 1991-1-5.

De aanvangstemp. van de brug (T_0) t.a.v. de RTD 1007-2 is bepaald op basis van:

metingen

	Brug	Voegovergang
Aanvangstemperatuur (T_0)	= 10 $^{\circ}\text{C}$	10 $^{\circ}\text{C}$

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent

Het maximum bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponenten van de brug bij een verkorting ($\Delta T_{N,con}$)

en een verlenging ($\Delta T_{N,exp}$) is:

	Brug	Voegovergang
Verkorting ($\Delta T_{N,con}$) = $T_0 - T_{e,min}$	= 36 $^{\circ}\text{C}$	36 $^{\circ}\text{C}$
Verlenging ($\Delta T_{N,exp}$) = $T_{e,max} - T_0$	= 35 $^{\circ}\text{C}$	35 $^{\circ}\text{C}$
Totale bereik (ΔT_N) = ($\Delta T_{N,con}$) + ($\Delta T_{N,exp}$)	= 71 $^{\circ}\text{C}$	71 $^{\circ}\text{C}$

Bereik van de gelijkmatige temperatuurcomponent t.b.v. de opleggingen en de voegen

Voor opleggingen en voegen is het maximale uitzettings- en krimpbereik van de brug:

Temperatuur waarbij de opleggingen en voegen worden geplaatst is:

voorgeschreven

	Brug	Voegovergang		
Verkorting ($\Delta T_{N,con,voeg/opl}$) = $\Delta T_{N,con} +$	10 $^{\circ}\text{C}$	(10 $^{\circ}\text{C}$ conform RTD)	= 46 $^{\circ}\text{C}$	46 $^{\circ}\text{C}$
Verlenging ($\Delta T_{N,exp,voeg/opl}$) = $\Delta T_{N,exp} +$	10 $^{\circ}\text{C}$	(10 $^{\circ}\text{C}$ conform RTD)	= 45 $^{\circ}\text{C}$	45 $^{\circ}\text{C}$
Totale bereik ($\Delta T_{N,voeg/opl}$) = ($\Delta T_{N,con,voeg/opl}$) + ($\Delta T_{N,exp,voeg/opl}$)			= 91 $^{\circ}\text{C}$	91 $^{\circ}\text{C}$

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug

Datum: 25-5-2018

Projectnummer: BF7387

Naam: Ernst Klamer

Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Versie v1.3



Verticale temperatuurcomponent met niet-lineaire effecten

De verticale temperatuurcomponent is bepaald volgens benadering 2 (artikel 6.1.4.2), conform de Nationale Bijlage bij NEN-EN 1991-1-5. In onderstaande tabel is het effect van een eventuele afwijkende dikte van de slijtlaag meegenomen.

Dikte slijtlaag: 70 mm
Hoogte constructie: 2400 mm

Constructietype	Temperatuurverschil (ΔT)																																																													
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling																																																												
1b. Stalen dek op stalen vakwerk- of vollewandliggers	<p>ΔT_0 ΔT_1 $h_1 = 0,5 \text{ m}$ $\Delta T_1 = 15^\circ\text{C}$</p>	<p>ΔT_1 ΔT_0 $h_1 = 0,1 \text{ m}$ $\Delta T_1 = -6^\circ\text{C}$</p>																																																												
Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)																																																													
Verticale temperatuurcomponent ΔT_M	<p>(a) Opwarming</p> <table border="1"> <tr><td>0</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>8</td><td>10</td><td>12</td><td>14</td><td>16</td></tr> <tr><td>0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>500</td><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>15,0</td></tr> <tr><td>2400</td><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	0	2	4	6	8	10	12	14	16	0									500	0,0							15,0	2400	0,0								<p>(b) Afkoeling</p> <table border="1"> <tr><td>-7</td><td>-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td></tr> <tr><td>-6,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0,0</td></tr> <tr><td>0,0</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2400</td></tr> </table>	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	-6,0							0,0	0,0							2400
0	2	4	6	8	10	12	14	16																																																						
0																																																														
500	0,0							15,0																																																						
2400	0,0																																																													
-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0																																																							
-6,0							0,0																																																							
0,0							2400																																																							

OPMERKING Het temperatuurverschil ΔT omvat ΔT_M en ΔT_E (zie NEN-EN 1991-1-5 art 4(3)) en een klein deel van component ΔT_N ; dit laatste deel is vervat in de gelijkmatige temperatuurcomponent van de brug (zie vorige paragraaf)

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Datum: 25-5-2018
 Naam: Ernst Klamer
 Versie v1.3



Samenvatting

Temperatuurcomponent	Temperatuurverschil (ΔT)	
	(a) Opwarming	(b) Afkoeling
Gelijkmatige temperatuur component ΔT_N		
Verticale temperatuur component ΔT_M		
Combinatie 1 $\Delta T_M + \omega_N \Delta T_N$	$\omega_N = 0,35$ $\Delta T_b + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_1 + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 12,3 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_o + \omega_N \Delta T_{N,exp} = 12,3 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\Delta T_b - \omega_N \Delta T_{N,con} = -18,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_{h1} - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\Delta T_o - \omega_N \Delta T_{N,con} = -12,6 \text{ } ^\circ\text{C}$
Combinatie 2 $\omega_M \Delta T_M + \Delta T_N$	$\omega_M = 0,75$ $\omega_M \Delta T_1 + \Delta T_{N,exp} = 46,4 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_2 + \Delta T_{N,exp} = 35,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_3 + \Delta T_{N,exp} = 35,1 \text{ } ^\circ\text{C}$	$\omega_M \Delta T_1 - \Delta T_{N,con} = -40,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_{h1} - \Delta T_{N,con} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ $\omega_M \Delta T_o + \Delta T_{N,exp} = -36,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug Datum: 25-5-2018
 Projectnummer: BF7387 Naam: Ernst Klaamer
 Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug Versie v1.0



Verticale temperatuurcomponent met niet-lineaire effecten

De niet-lineaire verticale temperatuurcomponent is t.b.v. de invloed in SCIA vertaald naar een lineaire verticale temperatuurcomponent over de hoogte, welke resulteert in een gelijke uitzetting en kromming als de niet-lineaire verticale temperatuurcomponent. Zie hiervoor de achterliggende Methodiek berekeningen.

Onderstaande tabellen geven een samenvatting voor de zomer en winter.

Lineaire verticale temperatuurcomponent (zomer)

As	Dwarsdrager	Δx tot 0	h	Plaat 1	Plaat 2	t_{pol1}	t_{pol2}	t_{dek}	$\Delta T_{N,N}$	$\Delta T_{N,M,boven}$	$\Delta T_{N,M,onder}$	Column1	Bovenzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Einddwarsdrager	Bovenrand	
													dek	dek	strip 8x100	hoofdlijn	dwarsdrager	rager	portaal		
0	Portaal A	0	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9			
	tussendwarsdrager	1800	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9			
	tussendwarsdrager	3600	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9			
1	5400	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9				
tussendwarsdrager	7200	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9				
tussendwarsdrager	9000	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9				
	10000	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9				
	10000	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
2	10800	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	12600	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	14400	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
3	16200	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
2	tussendwarsdrager	18000	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0		
2	4	19798	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0		
tussendwarsdrager	21598	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
5	23398	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	25198	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	26998	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
6	28798	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	30598	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
tussendwarsdrager	32998	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0			
33498	2400	500*30	350*30	30	30	10	8,1	5,0	-9,9	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0	11,2	9,0				
33498	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9					
7	34198	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9				
34997	2400	500*30	30	0	10	8,8	4,4	-11,0	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9					
34997	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8					
4	tussendwarsdrager	35998	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8			
4	tussendwarsdrager	37796	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8			
8	39596	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8				
tussendwarsdrager	41396	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8				
tussendwarsdrager	43196	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8				
Portaal B	44996	2400	500*20	20	0	10	9,2	4,0	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,5	9,8	11,2	8,8				
tussendwarsdrager	46796	2406	500*20	20	0	10	9,2	4,1	-11,7	13,3	13,2	12,6	12,2	-2,5	9,9	11,3	8,9				
5	tussendwarsdrager	48596	2416	500*20	20	0	10	9,2	4,1	-11,7	13,3	13,2	12,6	12,2	-2,5	9,9	11,3	8,9			
5	9	50394	2443	500*20	20	0	10	9,1	4,1	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,6	9,9	11,2	8,8			
tussendwarsdrager	52179	2476	500*20	20	0	10	9,1	4,1	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,6	9,9	11,2	8,9				
tussendwarsdrager	53964	2508	500*20	20	0	10	9,1	4,1	-11,7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,6	10,0	11,3	8,9				
10	55749	2541	500*20	20	0	10	9,0	4,1	-11,6	13,1	13,0	12,4	12,1	-2,6	9,9	11,2	8,9				
tussendwarsdrager	57534	2593	500*20	20	0	10	9,0	4,1	-11,6	13,1	13,0	12,4	12,1	-2,6	10,0	11,2	9,0				
tussendwarsdrager	59319	2657	500*20	20	0	10	9,0	4,2	-11,6	13,2	13,1	12,6	12,2	-2,6	10,1	11,4	9,2				
11	61104	2720	500*20	20	0	10	8,9	4,2	-11,6	13,1	13,0	12,5	12,1	-2,7	10,1	11,3	9,2				
7	tussendwarsdrager	62898	2784	500*20	20	0	10	8,8	4,2	-11,5	13,0	12,9	12,4	12,1	-2,7	10,1	11,3	9,2			
7	tussendwarsdrager	64672	2865	500*20	20	0	10	8,8	4,2	-11,5	13,0	12,9	12,4	12,1	-2,7	10,2	11,3	9,3			
66020	2939	500*20	20	0	10	8,7	4,2	-11,5	12,9	12,8	12,3	12,0	-2,8	10,1	11,3	9,3					
12	66457	2963	500*30	30	0	10	8,4	4,6	-10,8	13,0	12,9	12,4	12,1	-2,4	10,3	11,4	9,5				
tussendwarsdrager	68242	3061	500*30	30	0	10	8,3	4,6	-10,7	12,9	12,9	12,4	12,1	-2,4	10,3	11,4	9,5				
68962	3101	500*30	350*30	30	30	10	7,5	5,7	-9,2	13,2	13,2	12,7	12,4	-1,7	10,7	11,7	10,0				
13	70027	3159	500*30	350*30	30	30	10	7,3	5,4	-9,1	12,7	12,7	12,2	11,9	-1,8	10,4	11,3	9,6			
tussendwarsdrager	71812	3257	500*30	350*30	30	30	10	7,2	5,4	-9,0	12,6	12,6	12,1	11,9	-1,8	10,3	11,3	9,6			
14	73597	3374	500*30	350*30	30	30	10	7,2	5,4	-9,0	12,6	12,6	12,1	11,9	-1,8	10,4	11,3	9,7			
tussendwarsdrager	75382	3510	500*30	350*30	30	30	10	7,1	5,4	-8,9	12,5	12,5	12,1	11,8	-1,8	10,4	11,3	9,8			
tussendwarsdrager	77167	3645	500*30	350*30	30	30	10	7,0	5,4	-8,9	12,4	12,4	12,0	11,7	-1,9	10,4	11,2	9,8			
15	78952	3781	500*30	350*30	30	30	10	7,0	5,4	-8,9	12,4	12,4	12,0	11,8	-1,9	10,5	11,2	9,9			
9	tussendwarsdrager	80737	3917	500*30	350*30	30	30	10	6,9	5,4	-8,8	12,3	12,3	11,9	11,7	-1,9	10,4	11,2	9,9		
9	tussendwarsdrager	82520	4071	500*30	350*30	30	30	10	6,8	5,4	-8,8	12,2	12,2	11,8	11,6	-2,0	10,4	11,1	9,9		
16	84305	4245	500*30	350*30	30	30	12	7,1	5,2	-9,2	12,3	12,3	11,9	11,7	-2,1	10,6	11,3	10,0			
tussendwarsdrager	86090	4419	500*30	350*30	30	30	12	7,1	5,3	-9,1	12,4	12,4	1								

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
Projectnummer: BF7387
omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Datum: 25-5-2018
Naam: Ernst Klaamer
Versie: v1.0



Lineaire verticale temperatuurcomponent (winter)

As	Dwarsdrager	Δx tov 0	h	Plaat 1	Plaat 2	t_{red}	t_{poz}	t_{vak}	$\Delta T_{N,N}$	-1,3	$\Delta T_{N,N,order}$	Column1	Bovenzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Onderzijde	Einddwarsdrager	Bovenrand
													dek	dek	strip 8x100	bulb	hoofdlijger	dwarsdrager	rager	portaal
0	Portaal A	0	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	1800	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	3600	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
1	5400	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7		
	tussendwarsdrager	7200	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	9000	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	10000	2400	500*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7		
	10000	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
2	10800	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	12600	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
	tussendwarsdrager	14400	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
3	16200	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
2	tussendwarsdrager	18000	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
2	4	19798	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
	tussendwarsdrager	21598	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
5	23398	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	25198	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
6	28798	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	30598	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7
	33498	2400	500*30	350*30	30	30	10	-2,4	-1,6	3,0		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0	-3,4	-2,7	
7	34198	2400	500*30	350*30	30	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	34997	2400	500*30	350*30	20	0	10	-2,6	-1,4	3,4		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7	
	34997	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7		
4	tussendwarsdrager	35998	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7	
4	tussendwarsdrager	37796	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7	
8	39596	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7		
	tussendwarsdrager	41396	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7	
	tussendwarsdrager	43196	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7	
Portaal B	44996	2400	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,0	-3,5	-2,7		
	tussendwarsdrager	46796	2406	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,1	-3,5	-2,7	
5	tussendwarsdrager	48596	2416	500*20	20	0	10	-2,8	-1,3	3,6		-4,1	-4,1	-3,9	-3,8	0,8	-3,1	-3,5	-2,7	
5	9	50394	2443	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,6	
	tussendwarsdrager	52179	2476	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	53964	2508	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,7	
10	55749	2541	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,7		
	tussendwarsdrager	57534	2593	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,7	
	tussendwarsdrager	59319	2657	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0	-3,4	-2,8	
11	61104	2720	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,1	-3,4	-2,8		
7	tussendwarsdrager	62898	2784	500*20	20	0	10	-2,7	-1,3	3,6		-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,1	-3,5	-2,8	
7	tussendwarsdrager	64672	2865	500*20	20	0	10	-2,6	-1,3	3,6		-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	1,0	-3,0	-3,4	-2,7	
	66202	2939	500*30	30	0	10	-2,5	-1,4	3,3		-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	0,8	-3,1	-3,4	-2,8		
12	66457	2963	500*30	30	0	10	-2,5	-1,4	3,4		-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	0,9	-3,1	-3,4	-2,8		
	tussendwarsdrager	68242	3061	500*30	30	0	10	-2,5	-1,4	3,3		-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	0,8	-3,1	-3,4	-2,9	
	68962	3101	500*30	550*30	30	30	10	-2,3	-1,7	2,8		-4,0	-4,0	-3,8	-3,8	0,5	-3,3	-3,6		
13	70027	3159	500*30	550*30	30	30	10	-2,2	-1,7	2,8		-3,9	-3,9	-3,7	-3,7	0,6	-3,2	-3,5	-2,9	
	tussendwarsdrager	71812	3257	500*30	550*30	30	30	10	-2,2	-1,7	2,8		-3,9	-3,9	-3,8	-3,7	0,6	-3,2	-3,5	-3,0
14	73597	3374	500*30	550*30	30	30	10	-2,2	-1,7	2,8		-3,9	-3,9	-3,8	-3,7	0,6	-3,2	-3,5	-3,0	
	tussendwarsdrager	75382	3510	500*30	550*30	30	30	10	-2,1	-1,7	2,7		-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,6	-3,2	-3,4	-3,0
	tussendwarsdrager	77167	3645	500*30	550*30	30	30	10	-2,1	-1,7	2,7		-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,6	-3,2	-3,4	-3,0
15	78952	3781	500*30	550*30	30	30	10	-2,1	-1,7	2,7		-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,6	-3,2	-3,4	-3,0	
9	tussendwarsdrager	80737	3917	500*30	550*30	30	30	10	-2,1	-1,7	2,7		-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,6	-3,2	-3,5	-3,0
9	tussendwarsdrager	82520	4071	500*30	550*30	30	30	10	-2,0	-1,7	2,7		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,1	-3,4	-3,0
16	84305	4245	500*30	550*30	30	30	12	-2,2	-1,6	2,9		-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,7	-3,3	-3,5	-3,1	
	tussendwarsdrager	86090	4419	500*30	550*30	30	30	12	-2,2	-1,6	2,8		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,6	-3,3	-3,5	-3,1
	tussendwarsdrager	87875	4592	500*30	550*30	30	30	12	-2,1	-1,6	2,8		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,2	-3,4	-3,1
17	89660	4766	500*30	550*30	30	30	12	-2,1	-1,6	2,8		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,2	-3,4	-3,1	
	tussendwarsdrager	91445	4950	500*30	550*30	30	0	12	-2,3	-1,4	3,3		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,2	-3,4	-3,0
	tussendwarsdrager	93230	5134	500*30	550*30	30	0	10	-2,3	-1,6	2,8		-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,3	-3,4	-3,1
Portaal C	95015	5300	500*30	550*30	30	30	12	-2,0	-1,6	2,8		-3,6	-3,6	-3,5	-3,5	0,8	-3,2	-3,3	-3,0	
	tussendwarsdrager	96765	5182	500*30	550*30	30	30	12	-2,1	-1,6	2,8		-3,7	-3,7	-3,6	-3,6	0,7	-3,3	-3,4	-3,1
	tussendwarsdrager	98515	5026	500*30	550															

Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
Projectnummer: BF7387
Omschrijving: Temperatuursbelasting Hoofdbrug

Datum: 25-5-2018
Naam: Ernst Klaer
Versie: v1.0



Verticale temperatuurcomponent met niet-lineaire effecten

Ten behoeve van de invoer is de verticale temperatuurcomponent de temperatuurbelasting in een aantal gebieden ingedeeld met (nog enigszins) dezelfde temperatuurbelasting.

De betreffende invloed is hieronder samengevat, zoals ingevoerd in SCIA (BG 1002 en BG 1003)

Daarnaast zijn ook de combinaties van de gelijkmataige en verticale temperatuurcomponent weergegeven (BG 1004-1007)

BG1002 - Verticale temperatuurcomponent zomer

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	hoofdlige	dwarsdrag	Einddwarsd	rager
500*30		Portaal /	2	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9	11,2	8,9
500*30	350*30	2	7	13,1	13,0	12,4	12,1	-1,8	10,0		
500*30		7	7	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,2	9,9		
500*20		7	12	13,2	13,1	12,5	12,1	-2,6	9,9		
500*30	550*30	12	13	12,9	12,9	12,4	12,1	-2,5	10,3		
500*30	550*30	13	16	12,5	12,5	12,1	11,8	-1,9	10,5		
500*30	550*30	16	18	12,1	12,1	11,8	11,6	-2,2	10,6	10,2	
500*30		18	20	12,3	12,3	11,9	11,7	-2,9	10,6		
500*20		20	22+1	12,6	12,5	12,1	11,9	-3,0	10,4		
500*30		22+1	22+2	12,7	12,7	12,2	11,9	-2,5	10,3		
500*30	530*10	22+2	24	12,8	12,7	12,2	12,0	-2,2	10,3		
500*30	550*30	24	27	13,0	13,0	12,5	12,2	-1,7	10,4		

+1 is één dwarsdrager na de betreffende as

BG1003 - Verticale temperatuurcomponent winter

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	r	er	rager	portaal
500*30		Portaal /	2	-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0	-3,4	-2,7
500*30	350*30	2	7	-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,0		
500*30		7	7	-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,8	-3,0		
500*20		7	12	-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,9	-3,0		
500*30	530*10	12	13	-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	0,8	-3,1		
500*30	550*30	13	16	-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	0,6	-3,2		
500*30	550*30	16	18	-3,7	-3,7	-3,6	-3,5	0,7	-3,2	-3,1	
500*30		18	20	-3,8	-3,8	-3,6	-3,6	0,9	-3,2		
500*20		20	22+1	-3,8	-3,8	-3,7	-3,6	1,0	-3,1		
500*30		22+1	22+2	-3,8	-3,8	-3,6	-3,6	0,9	-3,1		
500*30	530*10	22+2	24	-3,9	-3,9	-3,7	-3,6	0,7	-3,1		
500*30	550*30	24	27	-4,0	-4,0	-3,8	-3,7	0,6	-3,2		

+1 is één dwarsdrager na de betreffende as

BG1005 - Temperatuur combinatie 1 - zomer

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	r	er	rager	portaal
500*30		Portaal /	2	25,5	25,4	24,8	24,4	10,1	22,2	23,5	21,2
500*30	350*30	2	7	25,4	25,3	24,7	24,4	10,5	22,2		
500*30		7	7	25,5	25,4	24,8	24,4	10,1	22,2		
500*20		7	12	25,4	25,4	24,8	24,4	9,7	22,2		
500*30	12	13	25,2	25,2	24,7	24,4	9,8	22,6			
500*30	550*30	13	16	24,8	24,8	24,4	24,1	10,4	22,7		
500*30	550*30	16	18	24,4	24,4	24,1	23,9	10,1	22,9	22,4	
500*30		18	20	24,6	24,6	24,2	24,0	9,4	22,9		
500*20		20	22+1	24,9	24,8	24,4	24,1	9,3	22,6		
500*30		22+1	22+2	25,0	24,9	24,5	24,2	9,8	22,6		
500*30	530*10	22+2	24	25,0	25,0	24,5	24,3	10,1	22,6		
500*30	550*30	24	27	25,3	25,3	24,8	24,5	10,6	22,7		

+1 is één dwarsdrager na de betreffende as

BG1006 - Temperatuur combinatie 1 - winter

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	r	er	rager	portaal
500*30		Portaal /	2	-16,6	-16,6	-16,4	-16,3	-11,8	-15,6	-16,0	-15,3
500*30	350*30	2	7	-16,6	-16,6	-16,4	-16,3	-12,0	-15,6		
500*30		7	7	-16,6	-16,6	-16,4	-16,3	-11,8	-15,6		
500*20		7	12	-16,6	-16,6	-16,4	-16,3	-11,7	-15,6		
500*30		12	13	-16,5	-16,5	-16,3	-16,2	-11,8	-15,7		
500*30	13	16	16,4	-16,4	-16,3	-16,3	-16,2	-12,0	-15,8		
500*30	550*30	16	18	-16,3	-16,3	-16,2	-16,2	-11,9	-15,8	-15,7	
500*30		18	20	-16,4	-16,4	-16,3	-16,2	-11,7	-15,8		
500*20		20	22+1	-16,4	-16,4	-16,3	-16,2	-11,6	-15,8		
500*30		22+1	22+2	-16,4	-16,4	-16,3	-16,2	-11,7	-15,7		
500*30	530*10	22+2	24	-16,5	-16,5	-16,3	-16,2	-11,9	-15,7		
500*30	550*30	24	27	-16,6	-16,6	-16,4	-16,3	-12,0	-15,8		

+1 is één dwarsdrager na de betreffende as

BG1007 - Temperatuur combinatie 2 - zomer

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	r	er	rager	portaal
500*30		Portaal /	2	45,0	45,0	44,5	44,2	33,5	42,5	43,5	41,8
500*30	350*30	2	7	44,9	44,9	44,4	44,2	33,8	42,6		
500*30		7	7	45,0	45,0	44,5	44,2	33,5	42,5		
500*20		7	12	45,0	44,9	44,5	44,2	33,2	42,6		
500*30		12	13	44,8	44,8	44,4	44,2	33,2	42,8		
500*30	13	16	44,5	44,5	44,4	44,2	33,7	43,0			
500*30	550*30	16	18	44,2	44,2	44,0	43,8	33,5	43,1	42,7	
500*30		18	20	44,3	44,3	44,1	43,9	33,0	43,0		
500*20		20	22+1	44,5	44,5	44,2	44,0	32,8	42,9		
500*30		22+1	22+2	44,6	44,6	44,3	44,1	33,2	42,9		
500*30	530*10	22+2	24	44,7	44,6	44,3	44,1	33,5	42,9		
500*30	550*30	24	27	44,9	44,8	44,5	44,2	33,8	42,9		

+1 is één dwarsdrager na de betreffende as

BG1008 - Temperatuur combinatie 2 - winter

Plaat 1	Plaat 2	Boven		Onderzijde		Onderzijde		Onderzijde		Bovenrand	
		van	tot	dek	dek	strip 8x100	bulb	r	er	rager	portaal
500*30		Portaal /	2	-39,0	-39,0	-38,9	-38,8	-38,8	-35,4	-38,3	-38,6
500*30	350*30	2	7	-39,0	-39,0	-38,9	-38,8	-38,8	-35,6	-38,3	
500*30		7	7	-39,0	-39,0	-38,9	-38,8	-38,8	-35		

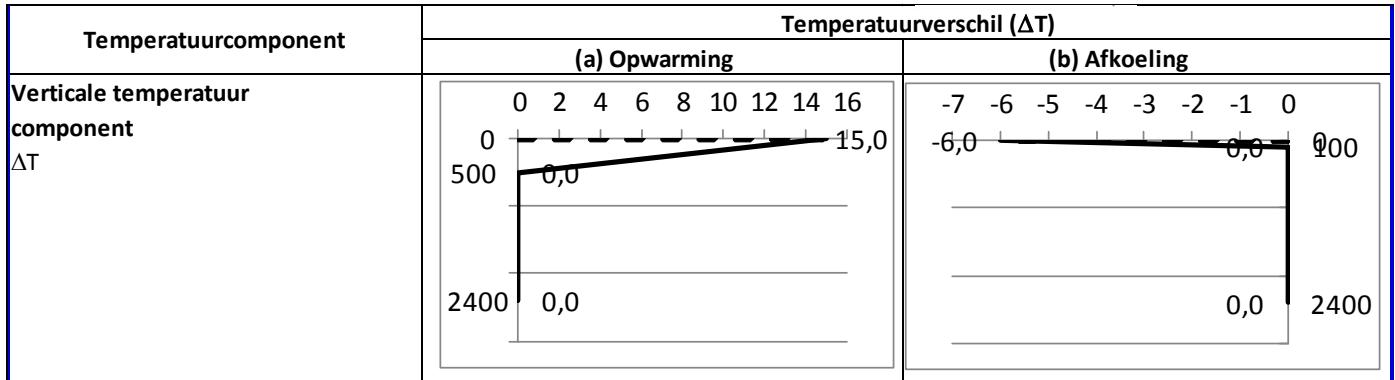
Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Hoofdlijker 500x20 (dek = 10 mm)

Datum: 25-5-2018
 Naam: Ernst Klamer
 Versie: v1.0



Temperatuurbelasting over de hoogte



$$\Delta T_{1a} := 15 \text{ gr}$$

$$h_{1a} := 500 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{1b} := -6 \text{ gr}$$

$$h_{1b} := 100 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{1a}(z) := \max\left(\Delta T_{1a} - \frac{z}{h_{1a}} \cdot \Delta T_{1a}, 0 \text{ gr}\right)$$

$$\Delta T_{1b}(z) := \min\left(\Delta T_{1b} - \frac{z}{h_{1b}} \cdot \Delta T_{1b}, 0 \text{ gr}\right)$$

Geometrische eigenschappen doorsnede

Dikte dekplaat $t_{dek} := 10 \text{ mm}$

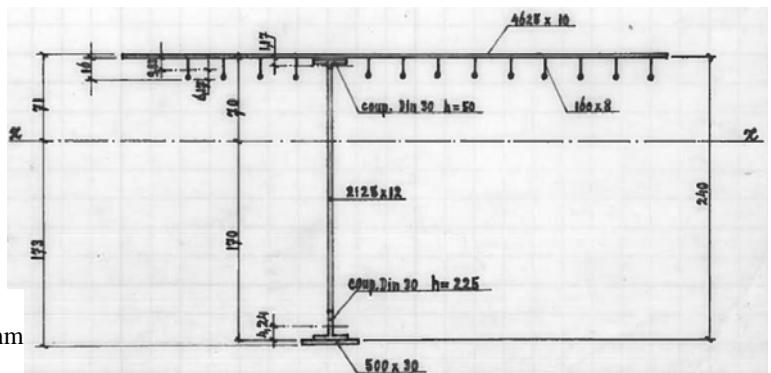
Breedte dekplaat $b_{dek} := 4630 \text{ mm}$

Aantal bulbs $n_{bulb} := 13$

Oppervlak bulbs $A_{bulb} := 1712 \text{ mm}^2$

Hoogte bulbs $h_{bulb} := 160 \text{ mm}$

Breedte bulbs $t_{bulb} := \frac{A_{bulb}}{h_{bulb}} = 10.7 \cdot \text{mm}$



Zwaartepunt bulb v/a boven $z_{bulb} := 98.3 \text{ mm}$

De berekening wordt voor de volgende hoogtes uitgevoerd

Hoogte verstijvingstrip $h_{strip} := 100 \text{ mm}$

Dikte verstijvingsstrip $t_{strip} := 8 \text{ mm}$

Dikte bovenflens $t_{fb} := 20 \text{ mm}$

Breedte bovenflens $b_{fb} := 300 \text{ mm}$

Dikte onderflens $t_{fo} := 20 \text{ mm}$

Breedte onderflens $b_{fo} := 300 \text{ mm}$

Dikte plaat onderflens $t_{po1} := 20 \text{ mm}$

Breedte onderflens $b_{po1} := 500 \text{ mm}$

Dikte plaat onderflens $t_{po2} := 0 \text{ mm}$

Breedte onderflens $b_{po2} := 0 \text{ mm}$

Hoogte onderkant dek - onderkant onderflens DIN

Totale hoogte inclusief dek en onderplaat

$h_{hl} :=$	
2400	2430
2406	2436
2416	2446
2443	2473
2476	2506
2508	2538
2541	2571
2593	2623
2657	2687
2720	2750
2784	2814
2865	2895
2939	2969
4042	4072
3943	3973

$h = \cdot \text{mm}$

Dikte lijf $b_w := 12 \text{ mm}$

Hoogte lijf $h_w(h) := h - t_{dek} - t_{fb} - t_{fo} \dots + t_{po1} - t_{po2}$

Functie breedte over de hoogte

$$b(z, h) := \begin{cases} b_{dek} & \text{if } z \leq t_{dek} \\ b_{fb} + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} & \text{if } t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb} \\ b_w & \text{if } t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) \\ b_{fo} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} \\ b_{po1} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} < z \leq h - t_{po2} \\ b_{po2} & \text{if } h - t_{po2} < z \leq h \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Oppervlakte

$$A(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z dz \right)$$

$$z_o(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

119357	· mm ²
119695	
119969	
120254	
120583	
120938	
121447	
121974	
122465	
123498	
124254	
125170	
126398	
139306	
138312	

$$z_b(h_i) =$$

625	· mm
628	
632	
641	
652	
663	
673	
690	
713	
730	
750	
778	
799	
1182	
1146	

$$z_o(h_i) =$$

1805	· mm
1808	
1814	
1832	
1854	
1875	
1898	
1933	
1974	
2020	
2064	
2117	
2170	
2890	
2827	

$$I(h_i) =$$

100641864842	· mm ⁴
101289006788	
102250086037	
104636370948	
107892732478	
111000535431	
114483877526	
119902738169	
126609624264	
132891868709	
140726283002	
150162905869	
159147054521	
330480619681	
312136334635	

Temperatuurcomponenten Zomer

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,heat}(z, h) := \Delta T_{N,a}(h)$$

$$\Delta T_{N,heat}(1mm, h_i) =$$

2400	9.2	·gr
2406	9.2	
2416	9.2	
2443	9.1	
2476	9.1	
2508	9.1	
2541	9	
2593	9	
2657	9	
2720	8.9	
2784	8.8	
2865	8.8	
2939	8.7	
4042	7.9	
3943	7.9	

$h_{hl} =$

·mm

Winter

$$\Delta T_{N,b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z, h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\Delta T_{N,cool}(0mm, h_i) =$$

-2.8	·gr
-2.8	
-2.8	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.7	
-2.6	
-2.6	
-2.4	
-2.4	

Lineaire temperatuur component Zomer

$$\Delta T_{M,a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M,heat}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,a}(h)}{h}$$

	$\Delta T_{M,a}(h_i) =$
2400	15.7 ·gr
2406	15.7
2416	15.7
2443	15.8
2476	15.8
2508	15.8
2541	15.8
2593	15.8
2657	15.9
2720	15.8
2784	15.7
2865	15.8
2939	15.7
4042	15.5
3943	15.6

$h_{hl} = \cdot \text{mm}$

Zomer Winter

$$\Delta T_{M,b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M,cool}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,b}(h)}{h}$$

	$\Delta T_{M,b}(h_i) =$
	-4.9 ·gr
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.9
	-4.8
	-4.8

Temperatuur bovenzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}(0mm, h_i) =$$

$$4 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{M,cool}(0mm, h_i) =$$

$$-1.3 \cdot \text{gr}$$

2400	4 ·gr
2406	4.1
2416	4.1
2443	4.1
2476	4.1
2508	4.1
2541	4.1
2593	4.1
2657	4.2
2720	4.2
2784	4.2
2865	4.2
2939	4.2
4042	4.5
3943	4.5

$h_{hl} = \cdot \text{mm}$

Temperatuur onderzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}(h_i, h_i) =$$

$$-11.7 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{M,cool}(h_i, h_i) =$$

$$3.6 \cdot \text{gr}$$

-11.7	3.6 ·gr
-11.7	3.6
-11.7	3.6
-11.7	3.6
-11.7	3.6
-11.7	3.6
-11.7	3.6
-11.6	3.6
-11.6	3.6
-11.6	3.6
-11.6	3.6
-11.5	3.6
-11.5	3.6
-11.5	3.6
-11.5	3.6
-11	3.4
-11.1	3.4

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$
 b_{dek} if $z \leq t_{\text{dek}}$
 $b_{\text{fb}} + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}}$ if $t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}$
 b_w if $t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}}$
 b_{po1} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}} < z \leq h - t_{\text{po2}}$
 b_{po2} if $h - t_{\text{po2}} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}_{\text{h}}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_0(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

$$z_b(h_i) =$$

· mm

$$z_0(h_i) =$$

·mm

$$I(h_i) =$$

Temperatuurcomponenten

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N.a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N.\text{heat}}(z, h) := \Delta T_{N.a}(h)$$

	0	ΔT_N
0	3823	8
1	3725	8.1
2	3631	8.2
3	3538	8.2
4	3444	8.3
5	3358	8.4
6	3345	8.4
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

$$\Delta T_{N.\text{heat}}(1\text{mm}, h_i) =$$

8 ·gr

$$h_{hl} = \boxed{7} \cdot \text{mm}$$

Winter

$$\Delta T_{N.b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z,h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\underline{\Delta T_{N,cool}}(0mm, h_i) =$$

-2.4 ·gr

Lineaire temperatuur component Zomer

$$\Delta T_{M.a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz \quad \Delta T_{M.b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M.heat}(z,h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M.a}(h)}{h}$$

$$\Delta T_{M.cool}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M.b(h)}}{h}$$

Winter

$$\Delta T_{M,b}(h_i) =$$

Temperatuur bovenzijde

Zomer

$$\Delta T_{M.\text{heat}}($$

4.5	· gr
-----	------

Winter

$$\Delta T_{M,cool}(0) = -1.4 \text{ } ^\circ\text{gr}$$

Temperatuur onderzijde

Zomer

$$\Delta T_{M.\text{heat}}(h_i)$$

Winter

$$\Delta T_{M, cool} =$$

$$h_{bl} = \boxed{} \cdot \text{mm}$$

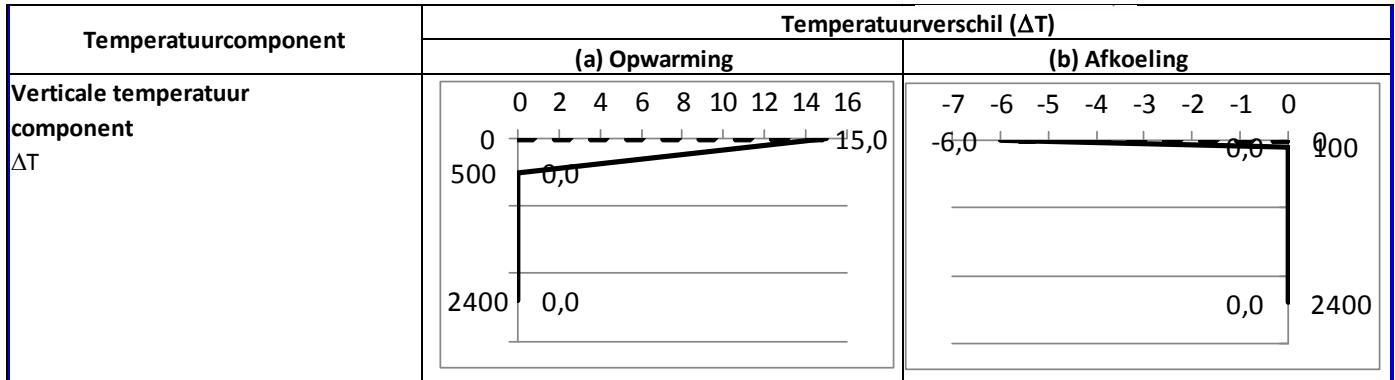
Bepaling temperatuurbelasting brugdek

Projectnaam: IJsselbrug
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Hoofdlijker 500x30 (dek = 10 mm) h = 2400 mm

Datum: 25-5-2018
 Naam: Ernst Klamer
 Versie: v1.0



Temperatuurbelasting over de hoogte



$$\Delta T_{1a} := 15 \text{ gr}$$

$$h_{1a} := 500 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{1b} := -6 \text{ gr}$$

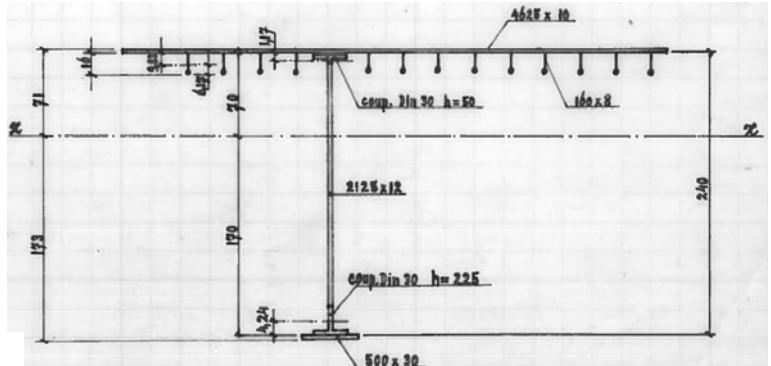
$$h_{1b} := 100 \text{ mm}$$

$$\Delta T_{1a}(z) := \max\left(\Delta T_{1a} - \frac{z}{h_{1a}} \cdot \Delta T_{1a}, 0 \text{ gr}\right)$$

$$\Delta T_{1b}(z) := \min\left(\Delta T_{1b} - \frac{z}{h_{1b}} \cdot \Delta T_{1b}, 0 \text{ gr}\right)$$

Geometrische eigenschappen doorsnede

Dikte dekplaat $t_{dek} := 10 \text{ mm}$
 Breedte dekplaat $b_{dek} := 4630 \text{ mm}$



Aantal bulbs $n_{bulb} := 13$
 Oppervlak bulbs $A_{bulb} := 1712 \text{ mm}^2$
 Hoogte bulbs $h_{bulb} := 160 \text{ mm}$
 Breedte bulbs $t_{bulb} := \frac{A_{bulb}}{h_{bulb}} = 10.7 \cdot \text{mm}$
 Zwaartepunt bulb v/a boven $z_{bulb} := 98.3 \text{ mm}$

Hoogte verstijfingstrip $h_{strip} := 100 \text{ mm}$
 Dikte verstijvingsstrip $t_{strip} := 8 \text{ mm}$

Dikte bovenflens $t_{fb} := 20 \text{ mm}$
 Breedte bovenflens $b_{fb} := 300 \text{ mm}$
 Dikte onderflens $t_{fo} := 20 \text{ mm}$
 Breedte onderflens $b_{fo} := 300 \text{ mm}$
 Dikte plaat onderflens $t_{po1} := 30 \text{ mm}$
 Breedte onderflens $b_{po1} := 500 \text{ mm}$
 Dikte plaat onderflens $t_{po2} := 0 \text{ mm}$
 Breedte onderflens $b_{po2} := 0 \text{ mm}$

Hoogte (inclusief dekplaat) $h := 2400 \text{ mm} + t_{po1} + t_{po2} + t_{dek} = 2440 \cdot \text{mm}$
 Dikte lijf $b_w := 12 \text{ mm}$
 Hoogte lijf $h_w := h - t_{dek} - t_{fb} - t_{fo} - t_{po1} - t_{po2} = 2360 \cdot \text{mm}$

Functie breedte over de hoogte

$$b(z) := \begin{cases} b_{dek} & \text{if } z \leq t_{dek} \\ b_{fb} + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} & \text{if } t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb} \\ b_w & \text{if } t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w \\ b_{fo} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w + t_{fo} \\ b_{po1} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w + t_{fo} < z \leq h - t_{po2} \\ b_{po2} & \text{if } h - t_{po2} < z \leq h \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Oppervlakte $A_{\text{m}} := \int_0^h b(z) dz = 124903 \cdot \text{mm}^2$

Neutrale as $z_b := \frac{1}{A} \left(\int_0^h b(z) \cdot z dz \right) = 700 \cdot \text{mm}$

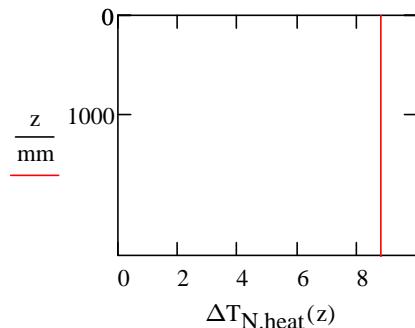
$$z_o := h - z_b = 1740 \cdot \text{mm}$$

Weerstandsmoment $I := \int_0^h b(z) \cdot (z - z_b)^2 dz = 1.16 \times 10^{11} \cdot \text{mm}^4$

Temperatuurcomponenten

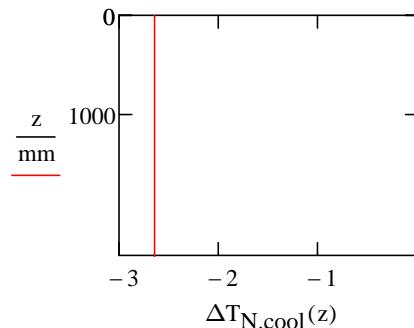
Gemiddelde temperatuur $\Delta T_{N.a} := \frac{1}{A} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z) dz = 8.8 \cdot gr$

$$\Delta T_{N.heat}(z) := \Delta T_{N.a}$$



$$\Delta T_{N.b} := \frac{1}{A} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z) dz = -2.6 \cdot gr$$

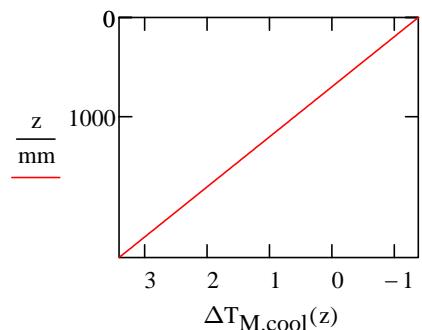
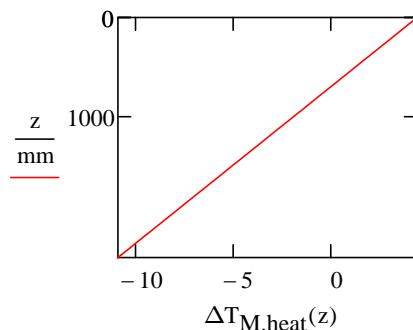
$$\Delta T_{N.cool}(z) := \Delta T_{N.b}$$



Lineaire temp. comp. $\Delta T_{M.a} := -\frac{h}{I} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z) \cdot (z - z_b) dz = 15.4 \cdot gr$ $\Delta T_{M.b} := -\frac{h}{I} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z) \cdot (z - z_b) dz = -4.8 \cdot gr$

$$\Delta T_{M.heat}(z) := \frac{-(z - z_b) \cdot \Delta T_{M.a}}{h}$$

$$\Delta T_{M.cool}(z) := \frac{-(z - z_b) \cdot \Delta T_{M.b}}{h}$$



$$\Delta T_{M.heat}(0mm) = 4.4 gr$$

$$\Delta T_{M.heat}(h) = -11 gr$$

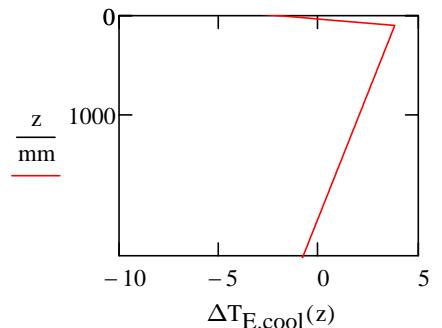
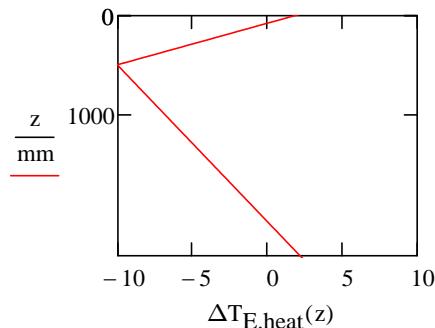
$$\Delta T_{M.cool}(0mm) = -1.4 gr$$

$$\Delta T_{M.cool}(h) = 3.4 gr$$

Eigentemperatuur

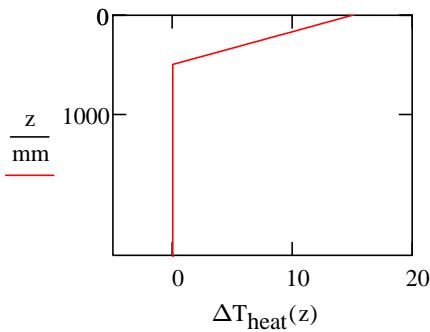
$$\Delta T_{E.heat}(z) := \Delta T_{1a}(z) - \left(\begin{array}{l} \Delta T_{N.heat}(z) \\ + \Delta T_{M.heat}(z) \end{array} \right)$$

$$\Delta T_{E.cool}(z) := \Delta T_{1b}(z) - \left(\begin{array}{l} \Delta T_{N.cool}(z) \\ + \Delta T_{M.cool}(z) \end{array} \right)$$



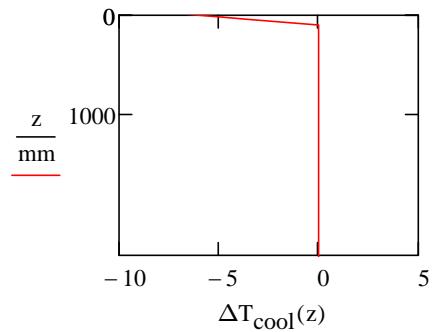
Totaal

$$\Delta T_{\text{heat}}(z) := \Delta T_{N.\text{heat}}(z) \dots \\ + \Delta T_{M.\text{heat}}(z) + \Delta T_{E.\text{heat}}(z)$$



$\Delta T_{\text{cool}}(z) := \Delta T_{N.\text{cool}}(z) \dots$

$$+ \Delta T_{M.\text{cool}}(z) + \Delta T_{E.\text{cool}}(z)$$

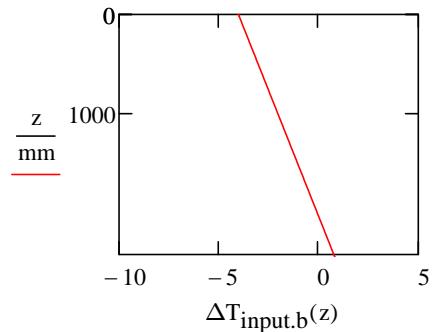
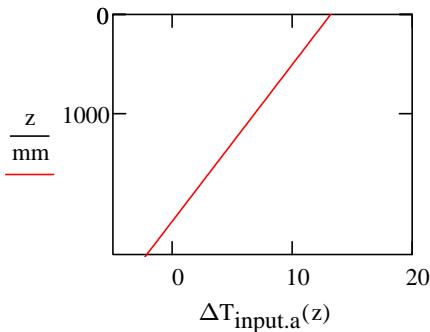


Invoergegevens in SCIA Engineer

Totaal

$$\Delta T_{\text{input.a}}(z) := \Delta T_{N.\text{heat}}(z) + \Delta T_{M.\text{heat}}(z)$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(z) := \Delta T_{N.\text{cool}}(z) + \Delta T_{M.\text{cool}}(z)$$



bovenzijde dek

$$\Delta T_{\text{input.a}}(0\text{mm}) = 13.2 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(0\text{mm}) = -4.0 \cdot \text{gr}$$

onderzijde dek

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}}) = 13.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}}) = -4.0 \cdot \text{gr}$$

onderzijde strip (8x100 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}) = 12.5 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}) = -3.8 \cdot \text{gr}$$

onderzijde bulb

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}) = 12.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}) = -3.7 \cdot \text{gr}$$

onderzijde hoofdlijger

$$\Delta T_{\text{input.a}}(h) = -2.2 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(h) = 0.8 \cdot \text{gr}$$

dwarsdrager

$$\Delta T_{\text{input.a}}(512\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 9.9 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(512\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.0 \cdot \text{gr}$$

console (500 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(500\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 10.0 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(500\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.0 \cdot \text{gr}$$

console (250 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(250\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 11.6 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(250\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.5 \cdot \text{gr}$$

Functie breedte over de hoogte

$$b(z, h) := \begin{cases} b_{dek} & \text{if } z \leq t_{dek} \\ b_{fb} + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} & \text{if } t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb} \\ b_w & \text{if } t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) \\ b_{fo} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} \\ b_{po1} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} < z \leq h - t_{po2} \\ b_{po2} & \text{if } h - t_{po2} < z \leq h \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Oppervlakte

$$\text{A}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z dz \right)$$

$$z_o(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

124903	$\cdot \text{mm}^2$
131201	
131462	
132591	
133330	
146393	
149148	
147427	
145810	
144609	
144414	
136032	
135440	

$$z_b(h_i) =$$

700	$\cdot \text{mm}$
886	
892	
926	
937	
1534	
1433	
1381	
1337	
1293	
1283	
1026	
1007	

$$z_o(h_i) =$$

1740	$\cdot \text{mm}$
2093	
2111	
2175	
2204	
3093	
3047	
2960	
2885	
2810	
2799	
2359	
2331	

$$I(h_i) =$$

116251265736	$\cdot \text{mm}^4$
181787984803	
179421993088	
198982442285	
204821069172	
494568725023	
459298048252	
426939298237	
399998774799	
375440532389	
370921354301	
242646112732	
234930368314	

Temperatuurcomponenten Zomer

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,heat}(z, h) := \Delta T_{N,a}(h)$$

2400	
2939	
2963	
3061	
3101	
4587	
4440	
4301	
4182	
4063	
4042	
3345	
3298	

$h_{hl} =$

$$\Delta T_{N,heat}(1mm, h_i) =$$

8.8	·gr
8.4	
8.4	
8.3	
8.2	
7.5	
7.4	
7.4	
7.5	
7.6	
7.6	
8.1	
8.1	

Winter

$$\Delta T_{N,b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z, h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\Delta T_{N,cool}(0mm, h_i) =$$

-2.6	·gr
-2.5	
-2.5	
-2.5	
-2.5	
-2.3	
-2.2	
-2.2	
-2.3	
-2.3	
-2.3	
-2.4	
-2.4	

Lineaire temperatuur component	Zomer	Winter
	$\Delta T_{M,a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$	$\Delta T_{M,b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$
	$\Delta T_{M,heat}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,a}(h)}{h}$	$\Delta T_{M,cool}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,b}(h)}{h}$
	$\Delta T_{M,a}(h_i) =$	$\Delta T_{M,b}(h_i) =$
2400	15.4 ·gr	-4.8 ·gr
2939	15.3	-4.7
2963	15.8	-4.9
3061	15.3	-4.7
3101	15.2	-4.7
4587	15.4	-4.7
4440	15	-4.6
4301	15	-4.6
4182	15.1	-4.6
4063	15.1	-4.6
4042	15.1	-4.6
3345	15.2	-4.7
3298	15.2	-4.7

Temperatuur bovenzijde		Temperatuur onderzijde	
Zomer	Winter	Zomer	Winter
$\Delta T_{M,heat}(0mm, h_i) =$	$\Delta T_{M,cool}(0mm, h_i) =$	$\Delta T_{M,heat}(h_i, h_i) =$	$\Delta T_{M,cool}(h_i, h_i) =$
2400	4.4 ·gr	-1.4 ·gr	-11 ·gr
2939	4.6	-1.4	-10.8
2963	4.7	-1.4	-11.1
3061	4.6	-1.4	-10.7
3101	4.5	-1.4	-10.7
4587	5.1	-1.6	-10.3
4440	4.8	-1.5	-10.2
4301	4.8	-1.5	-10.3
4182	4.8	-1.5	-10.3
4063	4.8	-1.5	-10.4
4042	4.7	-1.5	-10.4
3345	4.6	-1.4	-10.6
3298	4.6	-1.4	-10.6

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$
 b_{dek} if $z \leq t_{\text{dek}}$
 $b_{\text{fb}} + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}}$ if $t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}$
 b_w if $t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}}$
 b_{po1} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}} < z \leq h - t_{\text{po2}}$
 b_{po2} if $h - t_{\text{po2}} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}_{\text{h}}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_0(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

162915

 $\cdot \text{mm}^2$

$$z_b(h_i) = \boxed{1492} \text{ mm}$$

$$z_o(h_i) = \boxed{3372} \text{ ·mm}$$

3372 ·mm
3320

$$I(h_i) =$$

575596363904

· mm⁴

Temperatuurcomponenten

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N.\text{heat}}(z, h) := \Delta T_{N.a}(h)$$

$$\Delta T_{N.heat}(1mm, h_i) =$$

7.6 .gr

$$h_{hl} = \begin{pmatrix} 4822 \\ 4733 \end{pmatrix} \cdot mm$$

Winter

$$\Delta T_{N.b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{lb}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N.\text{cool}}(z, h) := \Delta T_{N.b}(h)$$

$$\Delta T_{N.cool}(0mm, h_i) =$$

Lineaire temperatuur component Zomer

$$\Delta T_{M.a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz \quad \Delta T_{M.b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M.heat}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M.a}(h)}{h}$$

$$\Delta T_{M.a}(h_i) =$$

15.2
15.2

$$h_{hl} = \begin{pmatrix} 4822 \\ 4733 \end{pmatrix} \cdot mm$$

$$\ldots a(h_i) =$$

$$\Delta T_{M.b}(h_i) =$$

-4.7 · gr

Temperatuur bovenzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}($$

4.7

·gr

M.COR
-1.4 ·gr

$$h_{hl} = \begin{pmatrix} 4822 \\ 4733 \end{pmatrix} \cdot mm$$

Temperatuur onderzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}(h_i)$$

M.COOK
3.3 ·gr

Functie breedte over de hoogte

$$b(z) := \begin{cases} b_{dek} & \text{if } z \leq t_{dek} \\ b_{fb} + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip} \\ b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} & \text{if } t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb} \\ b_w & \text{if } t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w \\ b_{fo} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w + t_{fo} \\ b_{po1} & \text{if } t_{dek} + t_{fb} + h_w + t_{fo} < z \leq h - t_{po2} \\ b_{po2} & \text{if } h - t_{po2} < z \leq h \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Oppervlakte $A := \int_0^h b(z) dz = 135454 \cdot \text{mm}^2$

Neutrale as $z_b := \frac{1}{A} \left(\int_0^h b(z) \cdot z dz \right) = 835 \cdot \text{mm}$

$$z_o := h - z_b = 1635 \cdot \text{mm}$$

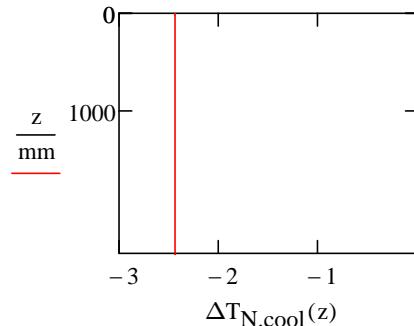
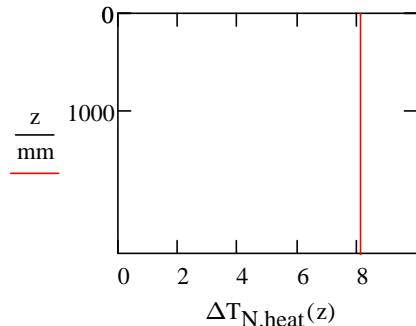
Weerstandsmoment $I := \int_0^h b(z) \cdot (z - z_b)^2 dz = 1.46 \times 10^{11} \cdot \text{mm}^4$

Temperatuurcomponenten

Gemiddelde temperatuur $\Delta T_{N.a} := \frac{1}{A} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z) dz = 8.1 \cdot gr$ $\Delta T_{N.b} := \frac{1}{A} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z) dz = -2.4 \cdot gr$

$$\Delta T_{N.heat}(z) := \Delta T_{N.a}$$

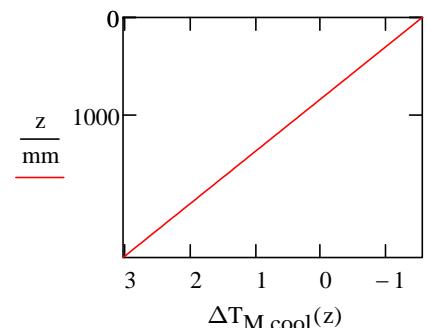
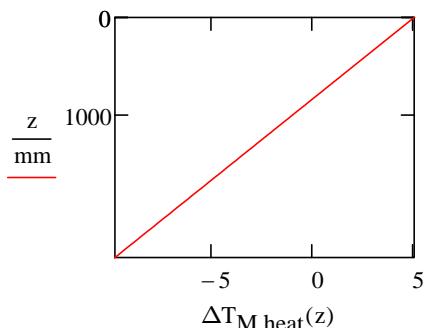
$$\Delta T_{N.cool}(z) := \Delta T_{N.b}$$



Lineaire temp. comp. $\Delta T_{M.a} := -\frac{h}{I} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z) \cdot (z - z_b) dz = 14.9 \cdot gr$ $\Delta T_{M.b} := -\frac{h}{I} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z) \cdot (z - z_b) dz = -4.6 \cdot gr$

$$\Delta T_{M.heat}(z) := \frac{-(z - z_b) \cdot \Delta T_{M.a}}{h}$$

$$\Delta T_{M.cool}(z) := \frac{-(z - z_b) \cdot \Delta T_{M.b}}{h}$$



$$\Delta T_{M.heat}(0mm) = 5.0 gr$$

$$\Delta T_{M.heat}(h) = -9.9 gr$$

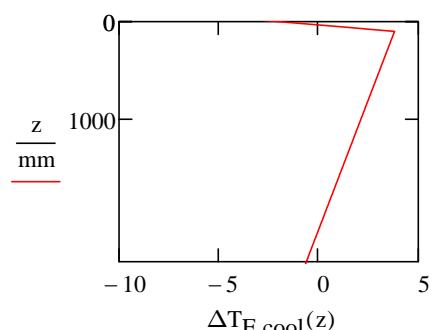
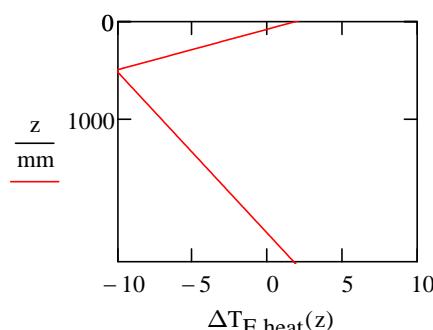
$$\Delta T_{M.cool}(0mm) = -1.6 gr$$

$$\Delta T_{M.cool}(h) = 3.0 gr$$

Eigentemperatuur

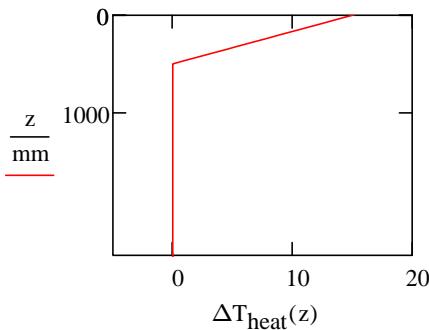
$$\Delta T_{E.heat}(z) := \Delta T_{1a}(z) - \left(\Delta T_{N.heat}(z) + \Delta T_{M.heat}(z) \right)$$

$$\Delta T_{E.cool}(z) := \Delta T_{1b}(z) - \left(\Delta T_{N.cool}(z) + \Delta T_{M.cool}(z) \right)$$

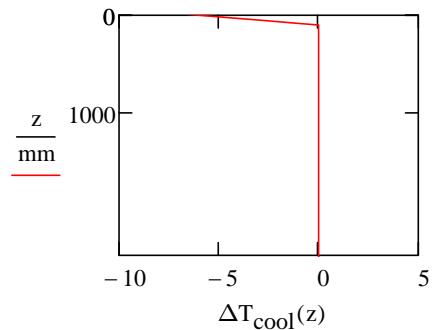


Totaal

$$\Delta T_{\text{heat}}(z) := \Delta T_{N.\text{heat}}(z) \dots \\ + \Delta T_{M.\text{heat}}(z) + \Delta T_{E.\text{heat}}(z)$$



$$\Delta T_{\text{cool}}(z) := \Delta T_{N.\text{cool}}(z) \dots \\ + \Delta T_{M.\text{cool}}(z) + \Delta T_{E.\text{cool}}(z)$$

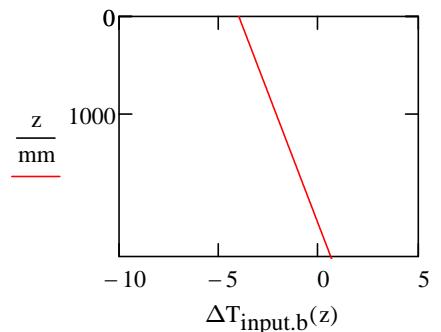
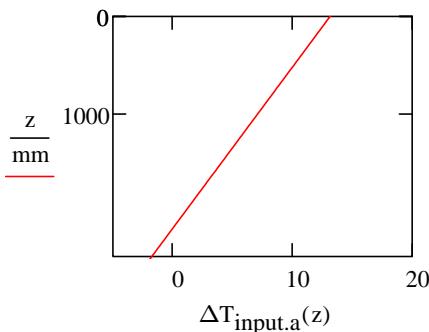


Invoergegevens in SCIA Engineer

Totaal

$$\Delta T_{\text{input.a}}(z) := \Delta T_{N.\text{heat}}(z) + \Delta T_{M.\text{heat}}(z)$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(z) := \Delta T_{N.\text{cool}}(z) + \Delta T_{M.\text{cool}}(z)$$



bovenzijde dek

$$\Delta T_{\text{input.a}}(0\text{mm}) = 13.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(0\text{mm}) = -4.0 \cdot \text{gr}$$

onderzijde dek

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}}) = 13.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}}) = -4.0 \cdot \text{gr}$$

onderzijde strip (8x100 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}) = 12.5 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}) = -3.8 \cdot \text{gr}$$

onderzijde bulb

$$\Delta T_{\text{input.a}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}) = 12.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}) = -3.7 \cdot \text{gr}$$

onderzijde hoofdlijger

$$\Delta T_{\text{input.a}}(h) = -1.7 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(h) = 0.6 \cdot \text{gr}$$

dwarsdrager

$$\Delta T_{\text{input.a}}(512\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 10.0 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(512\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.0 \cdot \text{gr}$$

console (500 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(500\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 10.1 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(500\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.0 \cdot \text{gr}$$

console (250 mm)

$$\Delta T_{\text{input.a}}(250\text{mm} + t_{\text{dek}}) = 11.6 \cdot \text{gr}$$

$$\Delta T_{\text{input.b}}(250\text{mm} + t_{\text{dek}}) = -3.5 \cdot \text{gr}$$

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$
 b_{dek} if $z \leq t_{\text{dek}}$
 $b_{\text{fb}} + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}}$ if $t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}$
 b_w if $t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}}$
 b_{po1} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}} < z \leq h - t_{\text{po2}}$
 b_{po2} if $h - t_{\text{po2}} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}(\mathbf{h}) := \int_0^{\mathbf{h}} b(z, \mathbf{h}) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_0(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

$\cdot \text{mm}^2$

$$z_b(h_i) =$$

·mm

·mm

$$z_0(h_i) =$$

2251 · mm
2246
2203
2166
2122
2114

·mm

$$I(h_i) =$$

$$\cdot \text{mm}^4$$

Temperatuurcomponenten

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N \text{ heat}}(z, h) := \Delta T_{N,a}(h)$$

Winter

$$\Delta T_{N.b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N cool}(z, h) := \Delta T_{N.b}(h)$$

N.C. -2.3
-2.3
-2.4
-2.4
-2.4

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$ b_{dek} if $z \leq t_{dek}$
 $b_{fb} + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip}$ if $t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb}$
 $b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb} + t_{strip}$ if $t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip}$
 $b_w + n_{bulb} \cdot t_{bulb}$ if $t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb}$
 b_w if $t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo}$
 b_{po1} if $t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} < z \leq h - t_{po2}$
 b_{po2} if $h - t_{po2} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}_{\text{h}}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_0(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

146352
150340
151547
152916
154510
156094
157571
159335
161258
149320

$$z_b(h_i) =$$

1211
1207
1246
1295
1353
1406
1465
1520
1581
1174

$$z_0(h_i) =$$

·mm

$$I(h_i) =$$

Temperatuurcomponenten Zomer

$$\text{Gemiddelde temperatuur } \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,heat}(z, h) := \Delta T_{N,a}(h)$$

$$\Delta T_{N,heat}(1mm, h_i) =$$

3101	7.5	·gr
3159	7.3	
3257	7.2	
3374	7.2	
3510	7.1	
3645	7	
3781	7	
3917	6.9	
4071	6.8	
3081	7.4	

$h_{hl} =$

·mm

Winter

$$\Delta T_{N,b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z, h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\Delta T_{N,cool}(0mm, h_i) =$$

-2.3	·gr
-2.2	
-2.2	
-2.2	
-2.1	
-2.1	
-2.1	
-2.1	
-2	
-2.2	

Lineaire temperatuur component Zomer

$$\Delta T_{M,a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M,heat}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,a}(h)}{h}$$

$$\Delta T_{M,a}(h_i) =$$

14.8

14.5

14.4

14.5

14.4

14.3

14.3

14.3

14.2

14.5

$$h_{hl} = \cdot \text{mm}$$

Winter

$$\Delta T_{M,b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M,cool}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M,b}(h)}{h}$$

$$\Delta T_{M,b}(h_i) =$$

-4.5

-4.4

-4.4

-4.4

-4.4

-4.4

-4.4

-4.4

-4.3

-4.4

Temperatuur bovenzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}(0\text{mm}, h_i) =$$

5.7

·gr

-1.7

·gr

$$h_{hl} = \cdot \text{mm}$$

Temperatuur onderzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}(h_i, h_i) =$$

-9.2

·gr

2.8

·gr

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

5.4

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$
 b_{dek} if $z \leq t_{dek}$
 b_{fb} + n_{bulb}·t_{bulb} + t_{strip} if $t_{dek} < z \leq t_{dek} + t_{fb}$
 b_w + n_{bulb}·t_{bulb} + t_{strip} if $t_{dek} + t_{fb} < z \leq t_{dek} + h_{strip}$
 b_w + n_{bulb}·t_{bulb} if $t_{dek} + h_{strip} < z \leq t_{dek} + h_{bulb}$
 b_w if $t_{dek} + h_{bulb} < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) < z \leq t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo}$
 b_{po1} if $t_{dek} + t_{fb} + h_w(h) + t_{fo} < z \leq h - t_{po2}$
 b_{po2} if $h - t_{po2} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}_{\text{h}}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_o(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

172531
174639
176742
178759
181023
183287
185216
183931
181580
180233
179478

$\cdot \text{mm}^2$

$$z_b(h_i) =$$

1570
1640
1710
1782
1856
1932
2001
1951
1891
1821
1802

$$z_0(h_i) =$$

$$I(h_i) =$$

566875603447	·mm ⁴
618408740391	
672082815285	
728769898768	
791479278327	
857162266492	
918877797481	
874838376254	
817316731983	
766860190906	
747378509554	

Temperatuurcomponenten Zomer

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,heat}(z, h) := \Delta T_{N,a}(h)$$

$$\Delta T_{N,heat}(1mm, h_i) =$$

4245	7.1
4419	7.1
4592	7
4766	6.9
4950	6.8
5134	6.7
5300	6.7
5182	6.7
5026	6.8
4880	6.8
4822	6.9

$h_{hl} = \cdot \text{mm}$

Winter

$$\Delta T_{N,b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z, h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\Delta T_{N,cool}(0mm, h_i) =$$

-2.2
-2.2
-2.1
-2.1
-2.1
-2.1
-2.1
-2
-2.1
-2.1
-2.1
-2.1

Lineaire temperatuur component Zomer

$$\Delta T_{M,a}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz \quad \Delta T_{M,b}(h) := -\frac{h}{I(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) \cdot (z - z_b(h)) dz$$

$$\Delta T_{M.heat}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M.a}(h)}{h}$$

$$\Delta T_{M.cool}(z, h) := \frac{-(z - z_b(h)) \cdot \Delta T_{M.b}(h)}{h}$$

Winter

$$\Delta T_{M,b}(h_i) =$$

-4.5
-4.5
-4.5
-4.4
-4.4
-4.4
-4.4
-4.4
-4.4
-4.4
-4.4

Temperatuur bovenzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M,heat}($$

5.2

 ·gr

$$\Delta T_{M,cool}(0) = -1.6 \text{ } \cdot gr$$

Temperatuur onderzijde

Zomer

Winter

$$\Delta T_{M.\text{heat}}(h)$$

$$\frac{\Delta T_{M,cool}}{2.9} \cdot gr$$

-9.1	2.8
-9.1	2.8
-9	2.8
-9	2.8
-8.9	2.8
-8.9	2.8
-8.9	2.8
-9	2.8
-9	2.8
-9	2.8

Functie breedte over de hoogte

$b(z, h) :=$
 b_{dek} if $z \leq t_{\text{dek}}$
 $b_{\text{fb}} + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}} + t_{\text{strip}}$ if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}}$
 $b_w + n_{\text{bulb}} \cdot t_{\text{bulb}}$ if $t_{\text{dek}} + h_{\text{strip}} < z \leq t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}}$
 b_w if $t_{\text{dek}} + h_{\text{bulb}} < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h)$
 b_{fo} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) < z \leq t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}}$
 b_{po1} if $t_{\text{dek}} + t_{\text{fb}} + h_w(h) + t_{\text{fo}} < z \leq h - t_{\text{po2}}$
 b_{po2} if $h - t_{\text{po2}} < z \leq h$
 0 otherwise

Oppervlakte

$$\text{A}_{\text{h}}(h) := \int_0^h b(z, h) dz$$

Neutrale as

$$z_b(h) := \frac{1}{A(h)} \left(\int_0^h b(z, h) \cdot z \, dz \right)$$

$$z_0(h) := h - z_b(h)$$

Weerstandsmoment

$$I(h) := \int_0^h b(z, h) \cdot (z - z_b(h))^2 dz$$

$$A(h_i) =$$

158053
157491
157013
156631
156146
155814
156221
155809
155068
155198

$$z_1(h_i) \equiv$$

$$z_i(h_i) \equiv$$

$$I(h_i) =$$

Temperatuurcomponenten

$$\text{Gemiddelde temperatuur} \quad \Delta T_{N,a}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1a}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N.\text{heat}}(z, h) := \Delta T_{N.a}(h)$$

$$\Delta T_{N,heat}(1mm, h_i) =$$

Winter

$$\Delta T_{N.b}(h) := \frac{1}{A(h)} \int_0^h \Delta T_{1b}(z) \cdot b(z, h) dz$$

$$\Delta T_{N,cool}(z,h) := \Delta T_{N,b}(h)$$

$$\Delta T_{N,cool}(0mm, h_i) =$$

Appendix

Bijlage I – Overige veranderlijke belastingen

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project:	Herberekening IJsselbrug A12	Datum:	25-5-2018
Projectnummer:	BF7387	Naam:	EKL
Omschrijving:	Overige veranderlijke belastingen	Versie:	F1.0



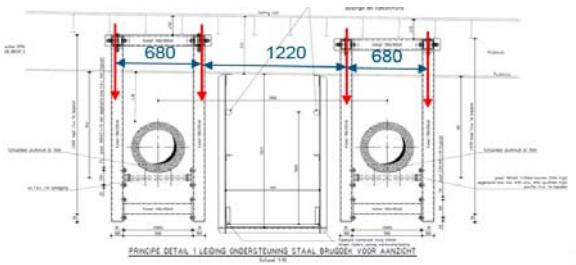
Warmwaterleiding

Belastinggeval 1100-1199 = Warmwaterleiding

De variabele belasting van de warmwaterleiding is gebaseerd op de berekening van Strackee [912-275.R01]. Opgemerkt wordt echter dat in deze berekening de horizontale belastingen wel op de brug worden afgedragen, via een frame dat op drie dwarsdragers zijn belasting afdraagt. De overige frames dragen in de berekening hun belasting op één dwarsdrager af. Dit komt niet overeen met de tekeningen en hetgeen buiten is uitgevoerd. In overleg met Rijkswaterstaat zijn de belastingen als volgt vastgesteld

Verticale belasting $F_z = 20 \text{ kN per buis, per ophangpunt}$
Horizontale belasting langsri. $F_x = 5 \text{ kN per buis, per ophangpunt}$

De belasting is per ophangpunt vertaald naar 4 puntlasten op de dwarsdragers



Variabele belasting warmwaterleiding

Aanvaarbelasting

Belastinggeval 1400-1499 = Aanvaarbelasting

De aanvaarbelasting van 1 MN dient aangebracht te worden op een oppervlak van 0,25 m x 3,0 m. Voor het globale model is de belasting aangebracht op de onderste 0,25 m van het K-verband, zodat de belasting via het K-verband naar de hoofdlijger wordt afgedragen. Gezien de grootte van de belasting en het feit dat de brug vanuit het ontwerp niet is ontworpen op deze belasting is de verwachting dat de brug niet aan deze aanvaarbelasting zal voldoen.

Belasting op K-verband $F = 1000 \text{ kN}$
 $h = 0,25 \text{ m}$
 $q = 4000 \text{ kN/m over } 0,25 \text{ m}$

Appendix

Bijlage J – Belastingcombinaties

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Belastingcombinaties****Belastingcombinaties**

	Blijvende belastingen		Verkeer (met $\psi = 1$)	Wind (met $\psi = 1$)	Overige verander- lijk (met $\psi = 1$)	
	$\gamma_{G,i,sup}$	$\gamma_{G,i,inf}$				
	6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Nieuwbouw	1,4	1,25	0,9	1,5	1,65	1,65
Verbouw	1,3	1,15	0,9	1,3	1,6	1,5
Gebruik	1,25	1,15	0,9	1,25	1,5	1,3
Afkeur	1,25	1,1	0,9	1,25	1,5	1,3

6.10b

	Belastingcombinaties												
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}
TS (LM1)	1	1	0	0,8	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	1	0	0,8	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,8	0	1	1	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en in de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}.**6.10a**

	Belastingcombinaties													
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}	
TS (LM1)	0,8	0,8	0	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	0,8	0,8	0	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,64	0,64	0	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en in de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}.

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Uiterste grenstoestand**Niveau: **gebruik**

	6.10a		6.10b					6.11b	
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}	
Eigen gewicht	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Rustende belasting	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0,8	1,25	0	1	1	0,8	0	0,8
UDL (LM1)	1	0,8	1,25	0	1	1	0,8	0	0,8
Enkele as (LM2)	0	0	0	1,25	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	1	1	0	1,25	0,8	1	0	0,64
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,45	0,45	0	0
F [*] _w	1,5	1,5	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0
Temperatuur	0,39	0,39	0,39	0	0,39	1,3	1,3	0,39	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Warmwaterleiding	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,5*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,5 * 0,3 * 1,056 = 0,48.Niveau: **verbouw**

	6.10a		6.10b					6.11b	
	gr1a	gr2	gr1a	gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}	
Eigen gewicht	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Rustende belasting	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1,04	0,832	1,3	0	1,04	1,04	0,832	0	0,8
UDL (LM1)	1,04	0,832	1,3	0	1,04	1,04	0,832	0	0,8
Enkele as (LM2)	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,832	1,04	1,04	0	1,3	0,832	1,04	0	0,64
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,48	0,48	0	0
F [*] _w	1,6	1,6	1,6	0	1,6	0	0	1,6	0
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0	0,45	1,5	1,5	0,45	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Warmwaterleiding	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,6*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,6 * 0,3 * 1,056 = 0,51.

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Bruikbaarheidsgrenstoestanden****Karakteristieke belastingcombinaties - vgl. 6.14b**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,l} + \sum_{l > 1} \psi_{0,l} Q_{k,l}$$

	Karakteristieke belastingcombinaties (6.14)						
	gr1a	gr1b	gr2	W ^b	T ^b	I	
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0	0,8	0,80	0,64	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	1	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0,64	0,8	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0,3	0,3
F ^{*w}	1	0	1	1	1	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0,3	0,3	1	1
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	1
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1

^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en in de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*w} in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*w} met een belastingfactor 1,0 * ψ₀*F_{wk}/F^{*w} = 1,0 * 0,3 * 1,056 = 0,32.

Frequente belastingcombinaties - vgl. 6.15b t.b.v. scheurvorming

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,l} Q_{k,l} + \sum_{l > 1} \psi_{2,l} Q_{k,l}$$

	Frequente belastingcombinaties (6.15b)						
	gr1a	gr1b	gr2	W	T	I	
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0	
UDL (LM1)	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0	
Enkele as (LM2)	0	0,8	0	0	0	0	
Horizontale belasting	0,8	0	0,8	0,4	0,4	0	
Wind ^c F _{wk}	0	0	0	0	0	0	
F ^{*w}	0	0	0	0,6	0	0	
Temperatuur	0,3	0	0,3	0,3	0,8	0,3	
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	

^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*w} in plaats van F_{wk}.

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Quasi-permanente belastingcombinaties - vgl. 6.16b**

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{z,i} Q_{k,i}$$

	Quasi-blijvende belastingcombinaties (6.16b)					
	gr1a	gr1b	gr2	W	T	I
Eigen gewicht	1	1	1	1	1	1
Rustende belasting	1	1	1	1	1	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	0,4	0	0	0,4	0,4	0
UDL (LM1)	0,4	0	0	0,4	0,4	0
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,4	0	0	0,4	0,4	0
Wind F _{wk}	0	0	0	0	0	0
F [*] _w	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Gereduceerde belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Belastingcombinaties****Belastingcombinaties**

	Blijvende belastingen		Verkeer (met $\psi = 1$)	Wind (met $\psi = 1$)	Overige verander- lijk (met $\psi = 1$)
	$\gamma_{G,i,sup}$	$\gamma_{G,i,inf}$			
	6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Nieuwbouw	1,4	1,25	0,9	1,5	1,65
Verbouw	1,3	1,15	0,9	1,3	1,6
Gebruik	1,25	1,15	0,9	1,25	1,5
Afkeur	1,25	1,1	0,9	1,25	1,5
					1,3

6.10b

	Belastingcombinaties												
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}
TS (LM1)	1	0,9	0	0,8	0,72	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	1	0,9	0	0,8	0,72	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,72	0	1	0,9	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0	0	0,3	0,3	0,3	0	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	1	1	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en in de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}.**6.10a**

	Belastingcombinaties													
	gr1a		gr1b		gr2		W ^b		T ^b		I	I	A1 ^{a,b}	
TS (LM1)	0,8	0,72	0	0,64	0,576	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL (LM1)	0,8	0,72	0	0,64	0,576	0,8	0,8	0,64	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,64	0,576	0	0,8	0,72	0,64	0,64	0,8	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Wind ^c F _{wk}	0,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0	0	0
F [*] _w	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
Temperatuur	0,3	0,3	0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0	0
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Warmwaterleiding	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ_0 en in de tweede kolom gr2 * ψ_0 . Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Waar verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}.

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug A12** Datum: **19-10-2018**
 Projectnummer: **BF7387** Naam: **EKL**
 Omschrijving: **Gereduceerde belastingcombinaties** Versie: **F1.1**

**Uiterste grenstoestand**Niveau: **gebruik**

	6.10a				6.10b				6.11b		
	gr1a		gr2		gr1a		gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}
Eigen gewicht	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1
Rustende belasting	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,25	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1	0,9	0,8	0,72	1,25	1,125	0	1	0,9	1	0,8
UDL (LM1)	1	0,9	0,8	0,72	1,25	1,125	0	1	0,9	1	0,8
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	1,25	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0,72	1	0,9	1	0,9	0	1,25	1,125	0,8	1
Wind ^c F _{wk}	0,45	0	0,45	0	0,45	0	0	0,45	0	0,45	0
F [*] _w	0	1,5	0	1,5	0	1,5	0	0	1,5	0	1,5
Temperatuur	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39	0	0,39	0,39	1,3	1,3
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Warmwaterleiding	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Wanneer verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,5*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,5 * 0,3 * 1,056 = 0,48.Niveau: **verbouw**

	6.10a				6.10b				6.11b		
	gr1a		gr2		gr1a		gr1b	gr2	T ^b	I	A1 ^{a,b}
Eigen gewicht	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1
Rustende belasting	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,3	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	0,9 / 1,15	1
Krimp en kruip	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Voorspanning	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TS (LM1)	1,04	0,936	0,832	0,7488	1,3	1,17	0	1,04	0,936	1,04	0,832
UDL (LM1)	1,04	0,936	0,832	0,7488	1,3	1,17	0	1,04	0,936	1,04	0,832
Enkele as (LM2)	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,832	0,7488	1,04	0,936	1,04	0,936	0	1,3	1,17	0,832	1,04
Wind ^c F _{wk}	0,48	0	0,48	0	0,48	0	0	0,48	0	0,48	0
F [*] _w	0	1,6	0	1,6	0	1,6	0	0	1,6	0	1,6
Temperatuur	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0	0,45	0,45	1,5	1,5
Inspectiepad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Warmwaterleiding	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring^b Bij deze combinaties is in de eerste kolom gr1a * ψ₀ en de tweede kolom gr2 * ψ₀. Voor de definitie van de groep verkeersbelasting gr1a en gr2 zie NEN-EN 1991-2+C1^c Wanneer verkeersbelasting op (delen van) de brug aanwezig is, mag zijn gerekend met F^{*}_w in plaats van F_{wk}. Voor de combinaties met ψ₀*F_{wk} wordt uitgegaan van de windbelasting F^{*}_w met een belastingfactor 1,6*ψ₀*F_{wk}/F^{*}_w = 1,6 * 0,3 * 1,056 = 0,51.

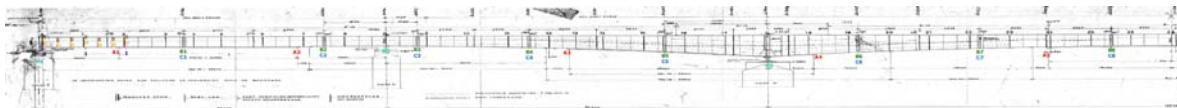
Appendix

Bijlage K – Vermoeiingsbelastingen

IJsselbrug



Verbindingen hoofdbrug



Detail Type A: Las tegen uiteinde opdikplaat

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
A1	6-7	Uiteinde opdikplaat 350 mm breed	58	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
A2	19-20	Uiteinde opdikplaat 350 mm breed	58	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
A3	39-40	Uiteinde opdikplaat 550 mm breed	58	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
A4	57-58	Uiteinde opdikplaat 550 mm breed	58	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
A5	74-75	Uiteinde opdikplaat 530 mm breed	58 (75,4 na reparatie)	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499] (na reparatie, zie 100313038-A-VSS)

Detail Type B: Flensverbreders ter hoogte van klinklas bij sectiedeling

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
B1	11-12	Verbreders boven en onder (smalle	46 40 46 40 (100 na reparatie) 46 46 40 (100 na reparatie) 46	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
B2	21-22	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
B3	28-29	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
B4	36-37	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499] (na reparatie, zie 100313038-A-VSS)
B5	46-47	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
B6	60-61	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
B7	69-70	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499] (na reparatie, zie 100313038-A-VSS)
B8	79-80	Verbreders boven (geen opdikplaat)		Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]

Detail Type C: Geklonken verbindingen brugsecties

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
C1	11-12	Klinklas bij sectiedeling in veld 1	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C2	21-22	Klinklas bij sectiedeling in veld 1	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C3	28-29	Klinklas bij sectiedeling in veld 2	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C4	36-37	Klinklas bij sectiedeling in veld 2	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C5	46-47	Klinklas bij sectiedeling in veld 2	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,1
C6	60-61	Klinklas bij sectiedeling in veld 3	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C7	69-70	Klinklas bij sectiedeling in veld 3	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,0
C8	79-80	Klinklas bij sectiedeling in veld 3	80	RBK. Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,1

Detail Type D: Verticale plooiverstijvers binnenzijde - las met onderfleis hoofdligger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
D1-D84	Bij iedere dwarsdrager	Gelast schotje aan onderzijde verticale	69	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]

Detail Type E: Verticale plooiverstijvers binnenzijde - las met liif hoofdligger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
E1-E84	Bij iedere dwarsdrager	Las tussen flens plooiverstijver en liif	80	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]

Detail Type F: Verticale plooiverstijver buitenzijde - las met onderfleis hoofdligger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
F1-F28	Bij vrijwel ieder dwarsverband	Flens verstijver over hele breedte op	71	Obv rapport TNO [R11499], bijlage D Tabel 8.4, Detail 1

Detail Type G: X-naad in onderfleis hoofdligger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
G1	2	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G2	5	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G3	7	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G4	11	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G5	13	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G6	15	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G7	17	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G8	19	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G9	22	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G10	23	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G11	25	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	
G12	28	x-naad in onderfleis hoofdligger	90	

Detail Type H: Flensverbreder ter hoogte van opleggingen

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
H1	1	Gelaste flensverbreder op onderfleis	46	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
H2	26	Gelaste flensverbreder op onderfleis	46	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]
H3	54	Gelaste flensverbreder op onderfleis	46	Hot-spotspanning obv rapport TNO [R11499]

Detail Type I: Verticale plooiverstijver buitenzijde - las met liif Dwarsdrager

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
I1-I28	Bij vrijwel ieder dwarsverband	Las tussen liif verstijver en liif hoofdligger	80	Obv rapport TNO [R11499], bijlage D Tabel 8.4, Detail 7

Detail Type J: Langslas liif

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
I1-I28	Over de hele lengte	Langslas tussen liif profiel en liif plaat	100	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.2 Detail 7, voor de spanningsberekening door TNO is rekening gehouden met het weerstandsmoment ter plaatse van de las. Deze is een factor $1,74 / 1,49 = 1,17$ hoger dan het weerstandsmoment voor de onderfleis.

Detail Type K: Klinkverbinding flenspakket

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
K1	Over de hele lengte	Klinkverbinding tussen flensen in het flenspakket	101 ($m_1 = 4,45; m_2 = 6,45$, 1e knikpunt = \perp)	O.b.v. "Vermoeing IJsselbrug Rheden - niet krachtsopnemende klinkverbindingen" paragraaf 4.2.

Detail Type M: Verbinding bij tussensteunpunten

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
M1	B en C	plaat op liif tbv inleiding krachten	90	NEN-EN 1993-1-9 Tabel NB.2 detail 17

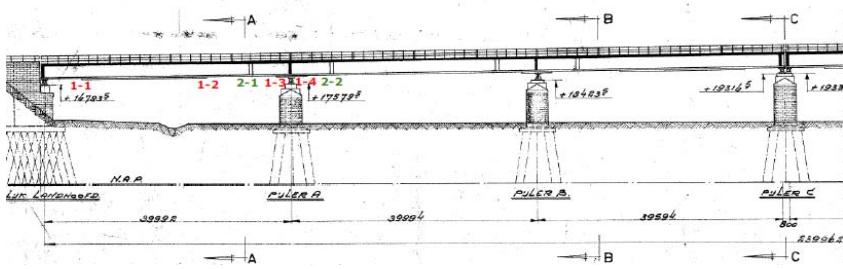
Detail Type N: Verbindingen tussen hoofligger en dwarsdragers

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
N1	alle dwarsdragers	Las	36*	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.5 Detail 3
			40 (SN-curve R-waarde afhankelijk)	Alternatieve methode obv TNO referentie 100315818/ALL
N2	alle dwarsdragers	Klinknagels	50	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.1 Detail 14

Detail Type O: Lasverbinding dwarsdrager met bulbs en dekplaat

Code	Dwarsdrager nummer	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
O1	alle dwarsdragers	Bij elke bulb	36*	Obv rapport TNO [R10405], Tabel 4, Detail 19 (toetsing gebaseerd op het normaalspanningsinterval $\Delta\sigma_{wf}$ in de wortel van de las)
			80 (m = 5)	Obv rapport TNO [R10405], Tabel 4, Detail 19 (toetsing gebaseerd op het schuifspanningsinterval $\Delta\tau_{wf}$ in de wortel van de las) (schades categorie 36* en 80 bij elkaar optellen)
O2	alle dwarsdragers	las met dekplaat	36*	Obv rapport TNO [R10405], Tabel 4, Detail 26 (toetsing gebaseerd op het normaalspanningsinterval $\Delta\sigma_{wf}$ in de wortel van de las)
			80 (m = 5)	Obv rapport TNO [R10405], Tabel 4, Detail 26 (toetsing gebaseerd op het schuifspanningsinterval $\Delta\tau_{wf}$ in de wortel van de las) (schades categorie 36* en 80 bij elkaar optellen)

Vermoeiingscategorie verbindingen aanbrug



Detail Type 1: Las tegen uiteinde opdikplaat

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
1-1	3-4	Uiteinde opdikplaat 380 mm breed	58	Hot-spotspanning
1-2	11-12	Uiteinde opdikplaat 380 mm breed	58 (75,4 na reparatie)	Hot-spotspanning (na reparatie, zie 100313038-A-VSS)
1-3	15-16	Uiteinde opdikplaat 380 mm breed	58	Hot-spotspanning
1-4	18-19	Uiteinde opdikplaat 380 mm breed	58	Hot-spotspanning

Detail Type 2: Geklonken verbindingen brugsectie

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
2-1	14-15	Beide kanten tussen steunpunten	80 (m = 5)	RBK, Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,13
2-2	19-20	Beide kanten tussen steunpunten	80 (m = 5)	RBK, Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,13
2-3	30-21	Beide kanten tussen steunpunten	80 (m = 5)	RBK, Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,13
2-4	35-36	Beide kanten tussen steunpunten	80 (m = 5)	RBK, Spanning o.b.v. netto doorsnede. Verhouding bruto/netto doorsnede = 1,13

Detail Type 3: Verticale plooivertifiers binnen- en buitenzijde las met onderflens hoofdlijger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
3-1	Bij ledere	Las tussen afgeschuinde plooivertifier en onderflens	80	Bijlage D Tabel 8.4, Detail 7
3-2	Bij steunpunten	Las tussen afgeschuinde plooivertifier en onderflens	80	Bijlage D Tabel 8.4, Detail 7

Detail Type 4: Geklonken verbindingen dwarsverband met hoofdlijger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
4-1	Vanaf 5 om de 4 dragers	Geklonken verbinding dwarsverband met hoofdlijger	110 ($m_1 = 4,45$)	O.b.v. "Vermoeiing IJsselbrug Rheden - niet krachtsopnemende klinkverbindingen" paragraaf 4.1.
4-2	1-17-33-49	Geklonken verbinding dwarsverband met hoofdlijger	110 ($m_1 = 4,45$)	O.b.v. "Vermoeiing IJsselbrug Rheden - niet krachtsopnemende klinkverbindingen" paragraaf 4.1.

Detail Type 5: X-naad in onderflens hoofdlijger

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
5-1	5-6	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5
5-2	9-10	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5
5-3	23-24	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5
5-4	26-27	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5
5-5	40-41	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5
5-6	44-45	V-naad bij sectiedeling in onderflens hoofdlijger	71	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 5

Detail Type 6: Flanklas tussen opdikplaat en onderflens

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
6-1		In veld	100	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 7
6-2		Bij steunpunten	100	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.3 Detail 7

Detail Type 7: Geklonken verbindingen tussen hoofdlijger en dwarsdragers

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
7-1	Eind dwarsdrager	Las	36*	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.5 Detail 3
			40 (SN-curve R-waarde afhankelijk)	Alternatieve methode obv TNO referentie 100315818/ALL
7-1	Eind dwarsdrager	Klinknagels	50	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.1 Detail 14
7-2	Tussen dwarsdrager	Las	36*	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.5 Detail 3
			40 (SN-curve R-waarde afhankelijk)	Alternatieve methode obv TNO referentie 100315818/ALL
7-2	Tussen dwarsdrager	Klinknagels	50	NEN-EN 1993-1-9 Tabel 8.1 Detail 14

Detail Type 8: Verbinding bij tussensteunpunten

Code	Dwarsdrager	Aanvullende beschrijving	Detailcategorie	Bron/toelichting
8-1	17 en 33	plaat op lijf tbv inleiding krachten	90	NEN-EN 1993-1-9 Tabel NB.2 detail 17

Vermoeiingsbelasting

Project: Herberekening IJsselbrug A12
 Projectnummer: BF7387
 Omschrijving: Aantallen vrachtwagens vermoeiingsberekening

Datum: 25-5-2018
 Naam: Ernst Klammer
 Versie: F1.0

**AFSCHATTING TOTALE AANTALLEN VRACHTWAGENS OVER DE LEVENSDUUR**

Rechter rijstrook (huidige) parallelrijbaan is altijd belast geweest (vroeger als hoofdrijbaan richting Duitsland (veel verkeer), nu als parallelrijbaan(weinig verkeer))

Linker rijstrook (huidige) parallelrijbaan is altijd licht belast geweest

Rechter rijstrook (huidige) hoofdrijbaan is tot 1990 licht belast geweest, vanaf 1990 zwaar belast met veel verkeer

Linker rijstrook (huidige) hoofdrijbaan is tot 1990 zwaar belast geweest, vanaf 1990 licht belast

Aanname: Linker rijstrook ziet 10% van de N_{obs} van de rechter rijstrook

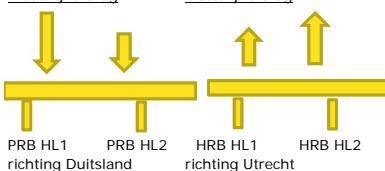
HRB vroeger
PRB nu

IJsselbrug A12			50 %		HRB Rechter Rijstrook	HRB Linker Rijstrook	PRB Rechter Rijstrook	PRB Linker Rijstrook
			basis HRB	basis PRB	richting omgedr 1990	richting omgedr 1990	steeds zelfde richting	steeds zelfde richting
verwaar	1 brug	1961						
loosd	open	1962						
	2 richtingen	1963						
		1964	250000	125000	37500	375000	375000	37500
		1965	264706	132353	39706	397059	397059	39706
		1966	279412	139706	41912	419118	419118	41912
		1967	294118	147059	44118	441176	441176	44118
		1968	308824	154412	46324	463235	463235	46324
		1969	323529	161765	48529	485294	485294	48529
verleden	2 bruggen ieder 1 richting	1970	338235	169118	50735	507353	507353	50735
		1971	352941	176471	52941	529412	529412	52941
		1972	367647	183824	55147	551471	551471	55147
		1973	382353	191176	57353	573529	573529	57353
		1974	397059	198529	59559	595588	595588	59559
		1975	411765	205882	61765	617647	617647	61765
		1976	426471	213235	63971	639706	639706	63971
		1977	441176	220588	66176	661765	661765	66176
		1978	455882	227941	68382	683824	683824	68382
		1979	470588	235294	70588	705882	705882	70588
huidige situatie	3 bruggen	1980	485294	242647	72794	727941	727941	72794
		1981	500000	250000	75000	750000	750000	75000
		1982	514706	257353	77206	772059	772059	77206
		1983	529412	264706	79412	794118	794118	79412
		1984	544118	272059	81618	816176	816176	81618
		1985	558824	279412	83824	838235	838235	83824
		1986	573529	286765	86029	860294	860294	86029
		1987	588235	294118	88235	882353	882353	88235
		1988	602941	301471	90441	904412	904412	90441
		1989	617647	308824	92647	926471	926471	92647
		1990	632353	316176	632353	63235	316176	31618
		1991	647059	323529	647059	64706	323529	32353
		1992	661765	330882	661765	66176	330882	33088
meting 2015		1993	676471	338235	676471	67647	338235	33824
		1994	691176	345588	691176	69118	345588	34559
		1995	705882	352941	705882	70588	352941	35294
		1996	720588	360294	720588	72059	360294	36029
		1997	735294	367647	735294	73529	367647	36765
		1998	750000	375000	750000	75000	375000	37500
		1999	764706	382353	764706	76471	382353	38235
		2000	779412	389706	779412	77941	389706	38971
		2001	794118	397059	794118	79412	397059	39706
		2002	808824	404412	808824	80882	404412	40441
		2003	823529	411765	823529	82353	411765	41176
		2004	838235	419118	838235	83824	419118	41912
		2005	852941	426471	852941	85294	426471	42647
		2006	867647	433824	867647	86765	433824	43382
		2007	882353	441176	882353	88235	441176	44118
		2008	897059	448529	897059	89706	448529	44853
		2009	911765	455882	911765	91176	455882	45588
		2010	926471	463235	926471	92647	463235	46324
		2011	941176	470588	941176	94118	470588	47059
		2012	955882	477941	955882	95588	477941	47794
		2013	970588	485294	970588	97059	485294	48529
		2014	985294	492647	985294	98529	492647	49265
		2015	1000000	500000	1000000	100000	500000	50000
		2016	1014706	507353	1014706	101471	507353	50735
		2017	1029412	514706	1029412	102941	514706	51471

Toekomst	2018	1044118	522059	1044118	104412	522059	52206
	2019	1058824	529412	1058824	105882	529412	52941
	2020	1073529	536765	1073529	107353	536765	53676
	2021	1088235	544118	1088235	108824	544118	54412
	2022	1102941	551471	1102941	110294	551471	55147
	2023	1117647	558824	1117647	111765	558824	55882
	2024	1132353	566176	1132353	113235	566176	56618
	2025	1147059	573529	1147059	114706	573529	57353
	2026	1161765	580882	1161765	116176	580882	58088
	2027	1176471	588235	1176471	117647	588235	58824
	2028	1191176	595588	1191176	119118	595588	59558
	2029	1205882	602941	1205882	120588	602941	60294
	2030	1220588	610294	1220588	122059	610294	61029
	2031	1235294	617647	1235294	123529	617647	61765
	2032	1250000	625000	1250000	125000	625000	62500
	2033	1264706	632353	1264706	126471	632353	63235
	2034	1279412	639706	1279412	127941	639706	63971
	2035	1294118	647059	1294118	129412	647059	64706
	2036	1308824	654412	1308824	130882	654412	65441
	2037	1323529	661765	1323529	132353	661765	66176
	2038	1338235	669118	1338235	133824	669118	66912
	2039	1352941	676471	1352941	135294	676471	67647
	2040	1367647	683824	1367647	136765	683824	68382
	2041	1382353	691176	1382353	138235	691176	69118
	2042	1397059	698529	1397059	139706	698529	69853
	2043	1411765	705882	1411765	141176	705882	70588
	2044	1426471	713235	1426471	142647	713235	71324
	2045	1441176	720588	1441176	144118	720588	72059
	2046	1455882	727941	1455882	145588	727941	72794
	2047	1470588	735294	1470588	147059	735294	73529
	2048	1485294	742647	1485294	148529	742647	74265
	2049	1500000	750000	1500000	150000	750000	75000
	2050	1514706	757353	1514706	151471	757353	75735

1964 tot en met 1989:

Westelijke brug Oostelijke brug



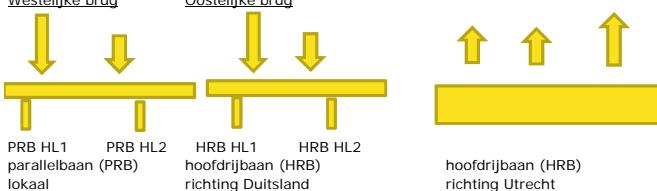
Totaal aantal	HRB Rechts	HRB Links	PRB Rechts	PRB Links
t/m 2017	24956618	19245588	28551471	2855147
t/m 2050	67177206	23467647	49661765	4966176

Totaal aantal	HRB Rechts	HRB Links	PRB Rechts	PRB Links
t/m 1990	2324265	16982353	17235294	1723529
1991 t/m 2010	15735294	1573529	7867647	786765
2011 t/m 2050	49117647	4911765	24558824	2455882

Gemiddeld aantal	Oostelijke brug (hoofdrijbaan)	Westelijke brug
	Rechts	Links
t/m 1990	86084	628976
1991 t/m 2010	786765	393382
2011 t/m 2050	1227941	613971

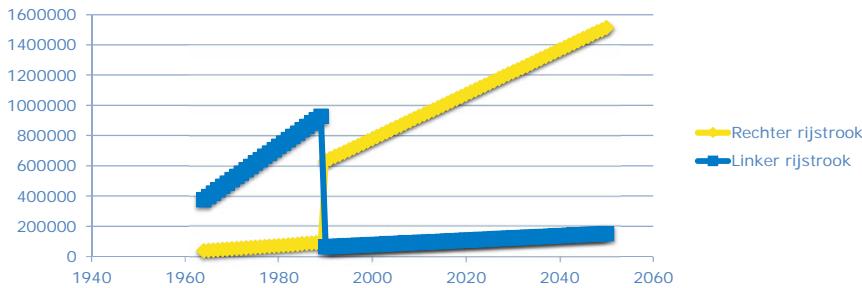
vanaf 1990

Westelijke brug Oostelijke brug

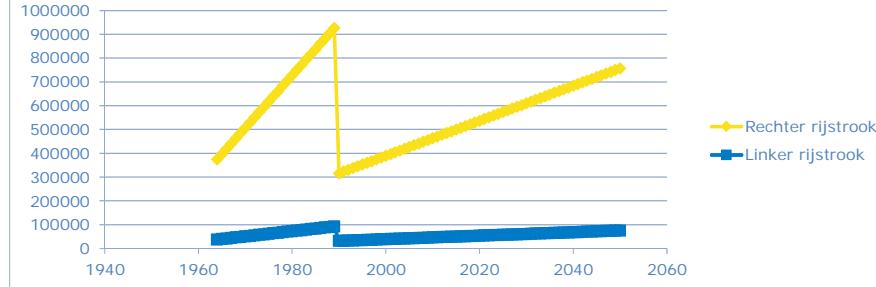


Overzicht aantallen zware vrachtstrook per rijstrook per brug

Oostelijke Brug



Westelijke Brug



Appendix

Bijlage L – Invloedslijnen

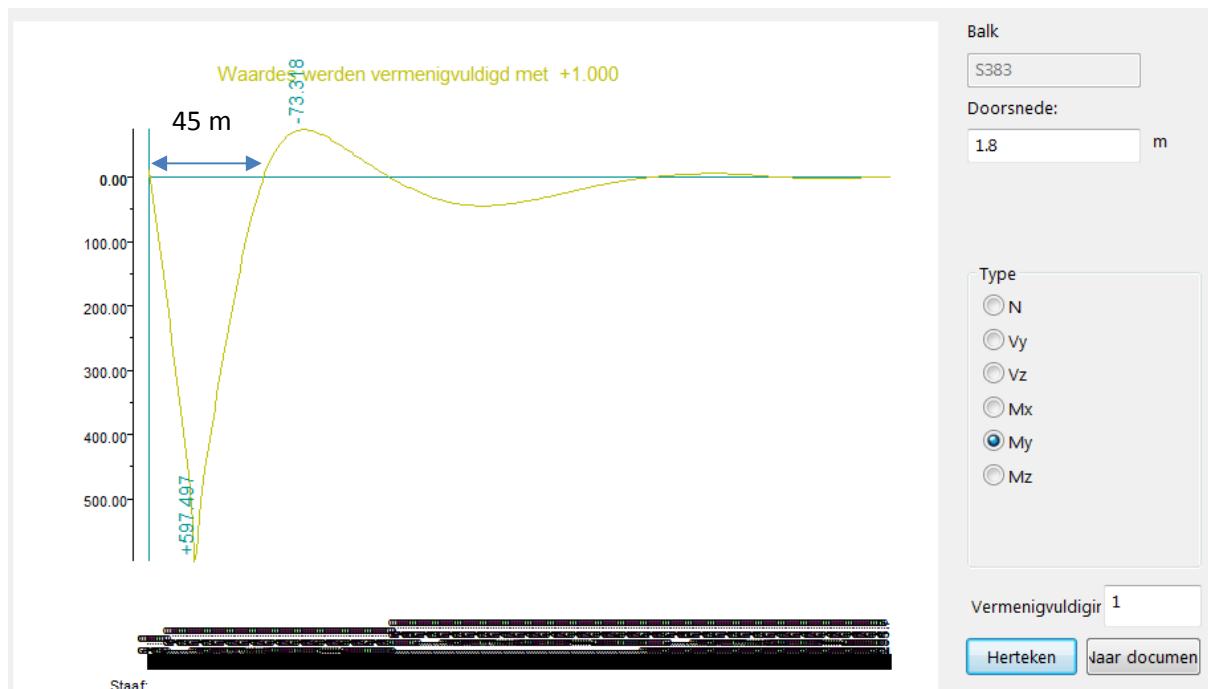
IJsselbrug



Invloedslijnen Hoofdbrug

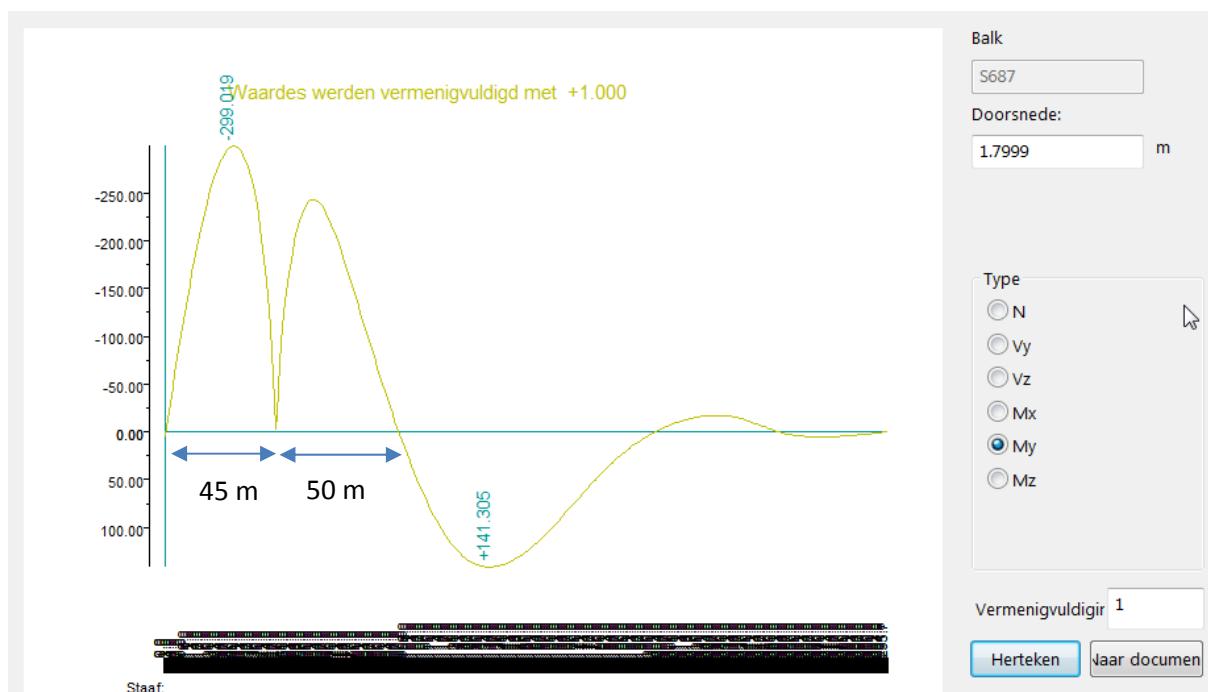
Invloedslijn Hoofdligger Veld 1

L = 45 m



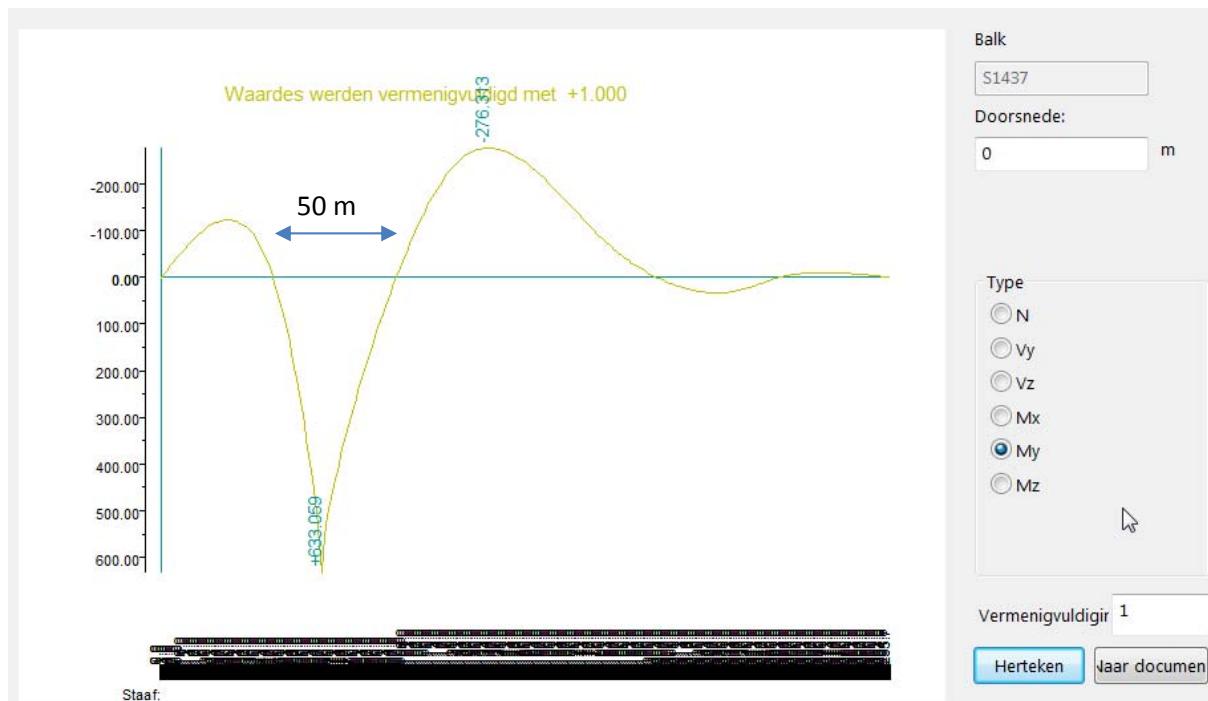
Invloedslijn Hoofdligger Steunpunt pijler G

Steunpunt G: L = 95 m



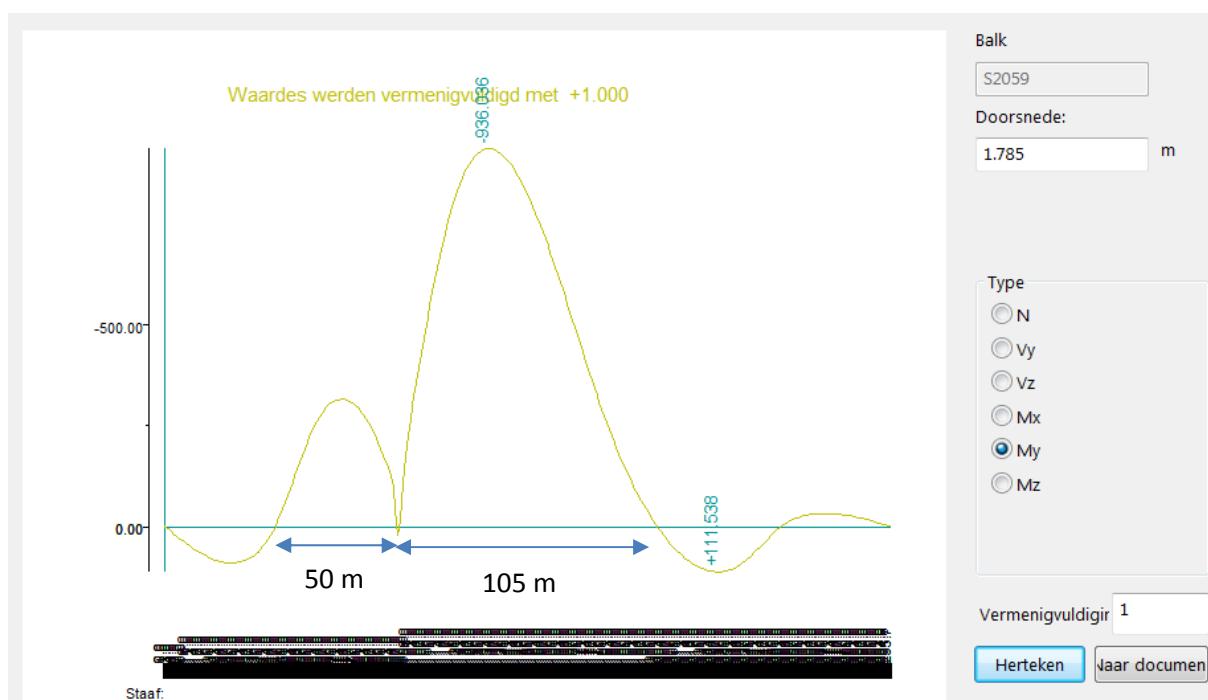
Invloedslijn Hoofdligger Veld 2

Veld 2: L = 50 m



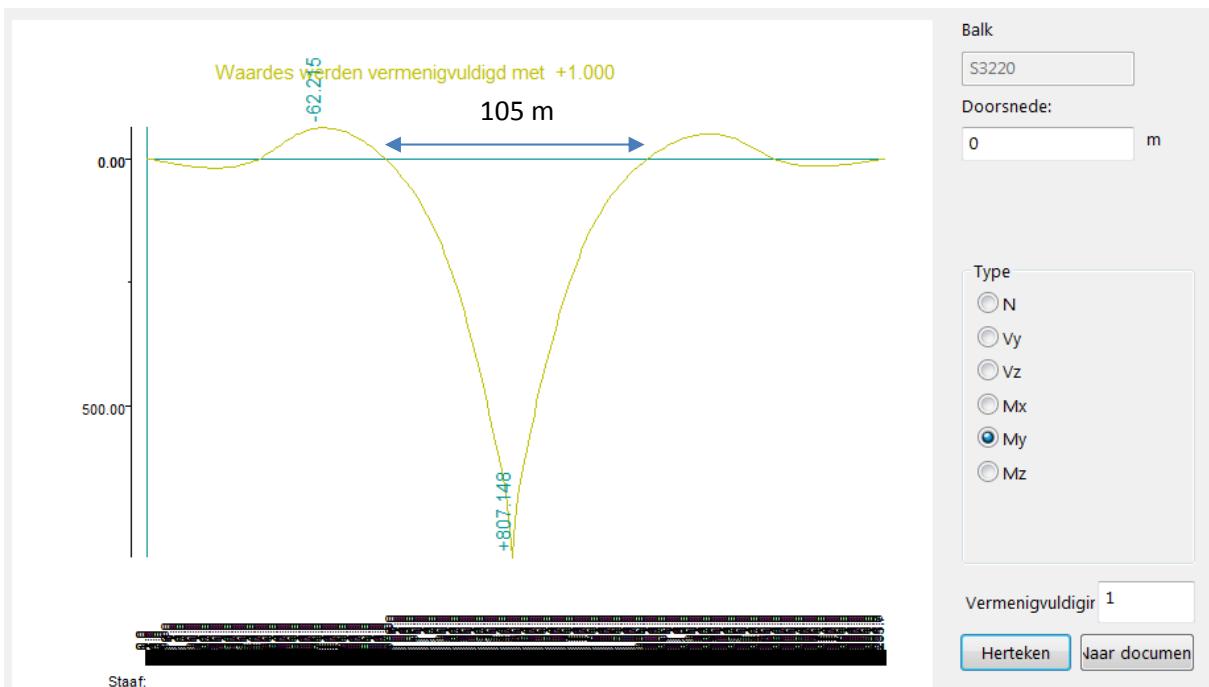
Invloedslijn Hoofdligger Steunpunt H

L = 155 m



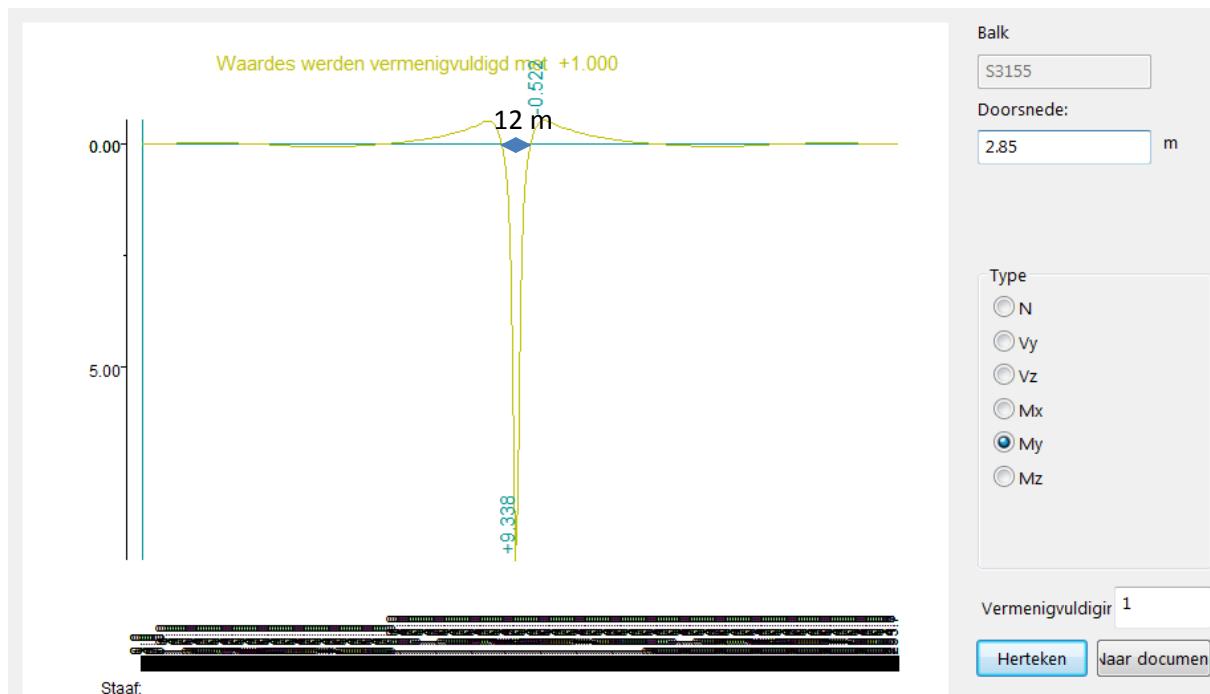
Invloedslijn Hoofdligger Veld 3

L = 105 m



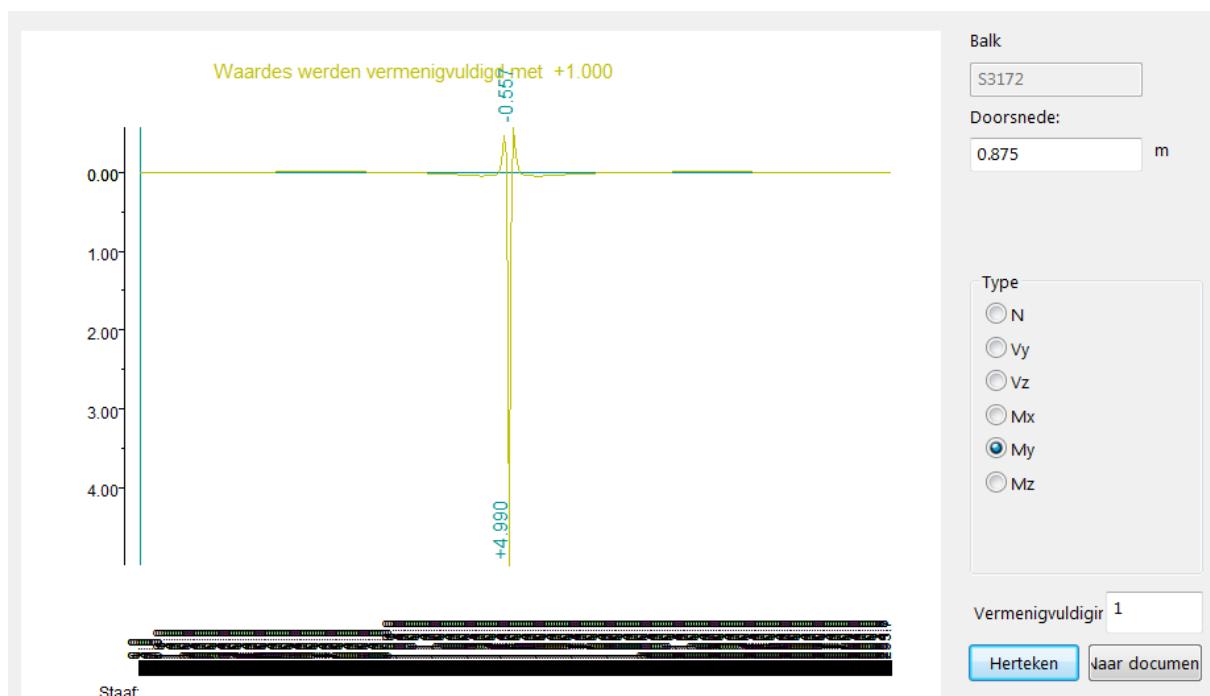
Invloedslijn Dwarsdrager

L = 12 m



Invloedslijn bulb

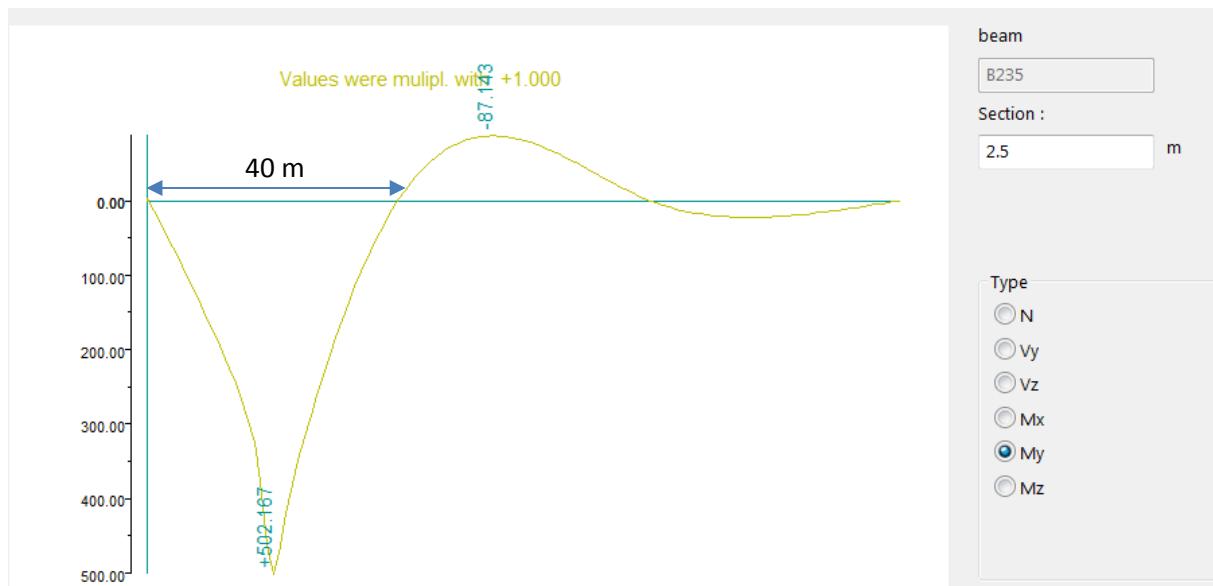
L = 2 m



Invloedslijnen Aanbruggen

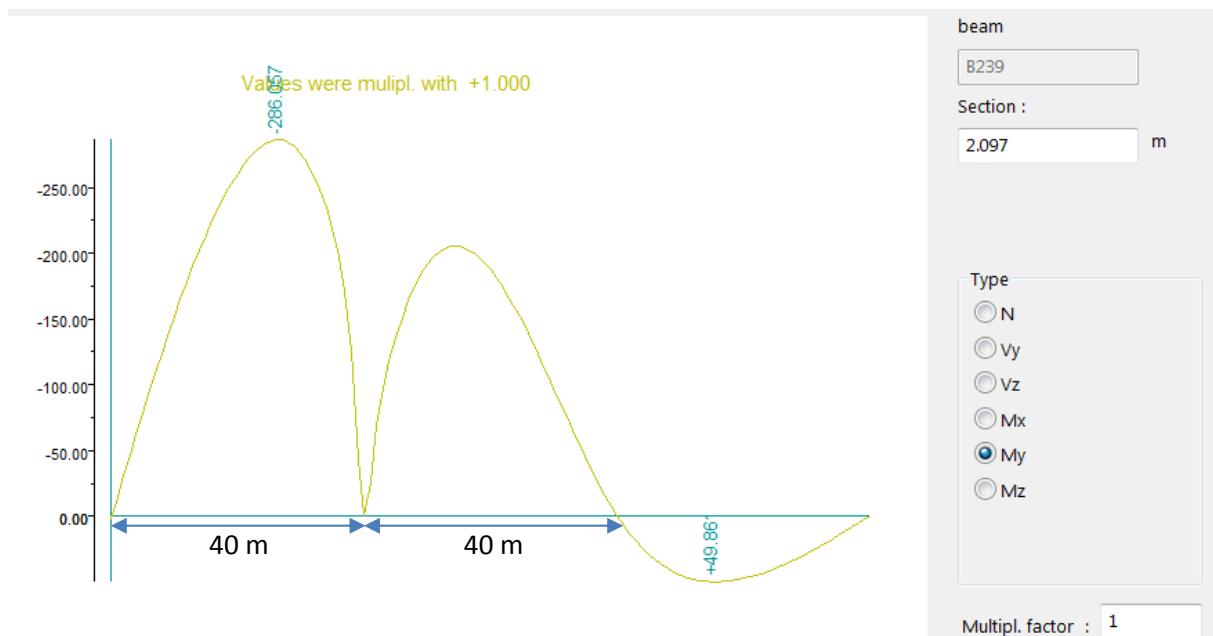
Invloedslijn Hoofdlijker Veld 1 (en 3)

L = 40 m



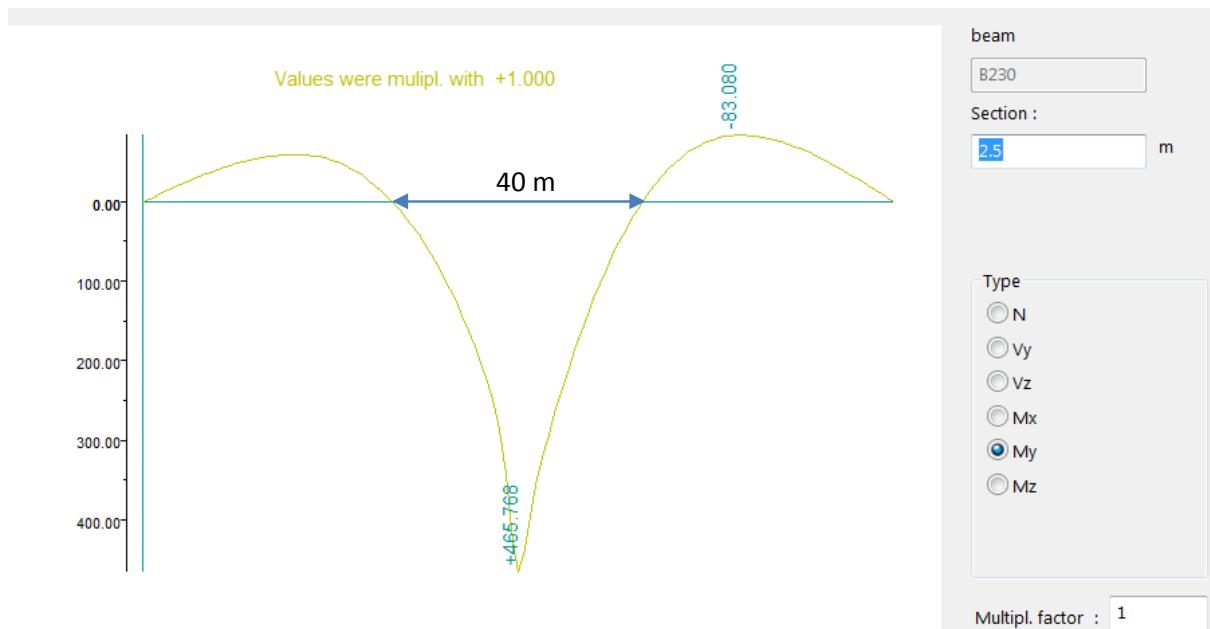
Invloedslijn Hoofdlijker Steunpunt pijler D (en E)

L = 80 m



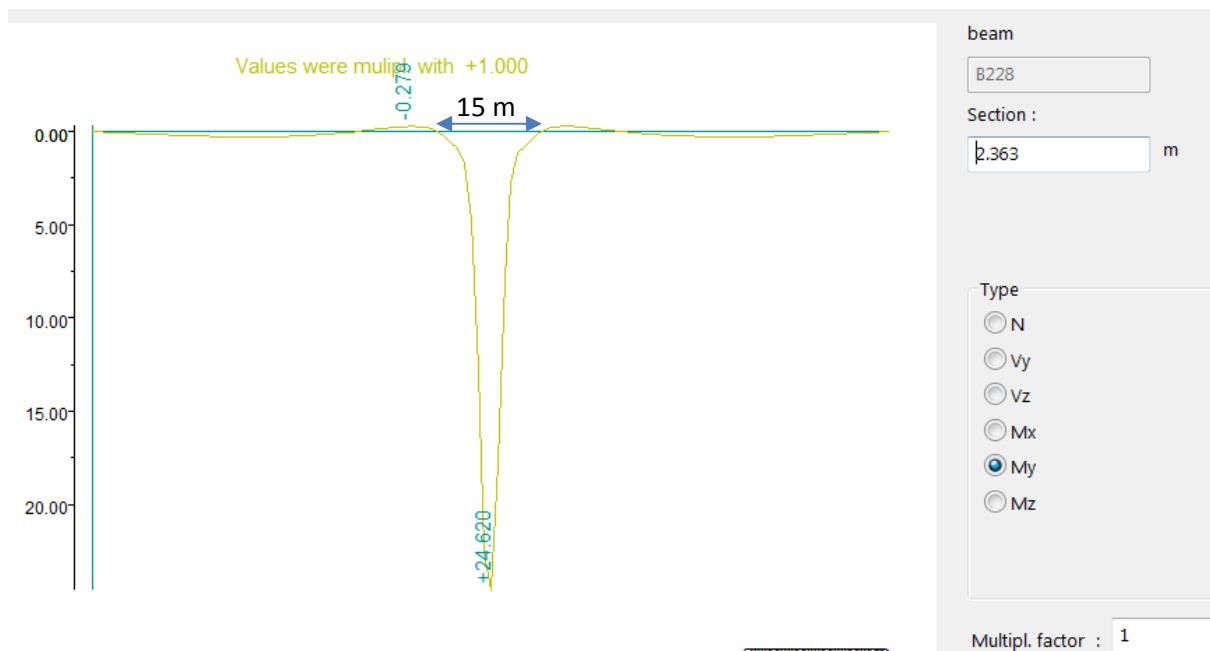
Invloedslijn Hoofdligger Veld 2

L = 40 m



Invloedslijn Dwarsdrager

L = 15 m



Appendix

Bijlage M – Toeslag gewicht staalconstructie

IJsselbrug



Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
Projectnumm: [BF7387](#)
Omschrijving [Toeslag staalgewicht Hoofdbrug](#)

Datum: 25-5-2018
Naam: EKL
Versie: -

**Resumé****Toeslagpercentages op het staalgewicht per onderdeel in Scia Engineer**

Op basis van enkele representatieve delen van de staalconstructie is een toeslagpercentage bepaald voor het gewicht van staal t.b.v. de invoer in Scia Engineer.

In Scia Engineer wordt namelijk alleen de netto constructieve doorsnede van de profielen ingevoerd, zonder verbindingsplaten, klinknagels, verstijvingsschotten etc.

Daarom is op navolgende pagina's het gewicht gebaseerd op de netto oppervlakken van de doorsneden vergeleken met het totale gewicht per onderdeel zoals het daadwerkelijk is uitgevoerd, op basis van de renvoistaten.

Dit verschil kan worden uitgedrukt in een percentage. Dit percentage wordt meegenomen bij de invoer van het gewicht van staal in Scia Engineer, zodat het eigen gewicht van de staalconstructie correct kan worden meegenomen.

Onderdeel	Specifieke locatie	Toeslagpercentage
Hoofdlijger	t.p.v. onderflens 500x20	35
Hoofdlijger	t.p.v. onderflens 500x30	25
Hoofdlijger	t.p.v. onderflens 500x30+350*30	11
Hoofdlijger	t.p.v. onderflens 500x30+530*10 (als 500x30+550*30)	20
Hoofdlijger	t.p.v. onderflens 500x30+550*30	20
Dwarsdragers/consoles		38
K-verband (onderrand/diagonaal)		11
K-verband (verticaal)	(verbindingsmiddelen in rekening gebracht op hoofdlijger)	0
Portaal A (horizontaal/diagonaal)		14
Portaal B (onderrand/diagonaal)		81
Portaal C (horizontaal/diagonaal)		24
Dekplaat/bulbs/randstrip 445x10		8

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#) Datum: 25-5-2018
 Projectnr [BF7387](#) Naam: EKL
 Omschrijvi [Gewicht staalgewicht Hoofdbrug](#) Versie: -

**Gewichten conform Renvooistaten****Sectie A**

L = 18825 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	36856	4293	41149	10287 kg
2 vloerplaat	44371	4215	48586	24293 kg
2 einddwarsdragers	1248	1548	2796	1398 kg
6 dwarsdragers	3576	2791	6367	1061 kg
14 tussendwarsdragers	8541	1405	9946	710 kg
	94592	14252	108844	

Sectie B

L = 18400 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	37391	3180	40571	10143 kg
2 vloerplaat	43203	2708	45911	22956 kg
8 dwarsdragers	4659	3726	8385	1048 kg
12 tussendwarsdragers	7320	1604	8924	744 kg
	92573	11218	103791	

Sectie C

L = 12185 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	19854	4633	24487	6122 kg
2 vloerplaat	29237	1850	31087	15544 kg
2 dwarsdragers	1192	912	2104	1052 kg
10 tussendwarsdragers	7294	1927	9221	922 kg
2 Portalen B	1237	634	1871	936 kg
2 Ankerbalken	2063	2311	4374	2187 kg
	60877	12267	73144	

Sectie D

L = 14680 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	24739	4458	29197	7299 kg
2 vloerplaat	34724	2170	36894	18447 kg
6 dwarsdragers	3576	2781	6357	1060 kg
10 tussendwarsdragers	6103	1051	7154	715 kg
	69142	10460	79602	

Sectie E

L = 17850 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	44821	6715	51536	12884 kg
2 vloerplaat	41923	2681	44604	22302 kg
8 dwarsdragers	4796	4003	8799	1100 kg
12 tussendwarsdragers	7321	1214	8535	711 kg
	98861	14613	113474	

Sectie F

L = 25135 mm

	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	79814	23322	103136	25784 kg
2 vloerplaat	62572	3720	66292	33146 kg
8 dwarsdragers	4768	4806	9574	1197 kg
18 tussendwarsdragers	10980	1826	12806	711 kg
2 Portalen C	1225	4342	5567	2784 kg
	159359	38016	197375	

BelastinggevallenProject: [Herberekening IJsselbrug](#)

Datum:

25-5-2018

Projectnr [BF7387](#)

Naam:

[EKL](#)Omschrijvi [Gewicht staalgewicht Hoofdbrug](#)

Versie:

-



Sectie G	L = 15750 mm			
	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	34864	7473	42337	10584 kg
2 vloerplaat	37299	2375	39674	19837 kg
6 dwarsdragers	3644	3063	6707	1118 kg
12 tussendwarsdragers	7321	1214	8535	711 kg
	83128	14125	97253	

Sectie H	L = 17125 mm			
	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
4 hoofdliggers excl lass	38503	5004	43507	10877 kg
2 vloerplaat	42846	2581	45427	22714 kg
6 dwarsdragers	3576	2953	6529	1088 kg
12 tussendwarsdragers	8543	1421	9964	830 kg
	93468	11959	105427	

Sectie K	L = 15750 mm			
	St. 52	St. 37	Totaal	Per deel/stuk
2 hoofdliggers excl lass	18428	2724	21152	10576 kg
1 vloerplaat	20328	1167	21495	21495 kg
3 dwarsdragers	1788	1428	3216	1072 kg
6 tussendwarsdragers	3661	607	4268	711 kg
	44205	5926	50131	

extra langsregel vloer	St. 52	St. 37	Totaal	
1 strip 100x8		4118	4118	
	4118	4118	4118	

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
 Projectnr [BF7387](#)
 Omschrijvi [Gewicht staalgewicht Hoofdbrug](#)

Datum: 25-5-2018
 Naam: [EKL](#)
 Versie: -



Samenvatting per onderdeel

Hoofdligg Ligger Lassen

A	41149	2598 kg
B	40571	1773 kg
C	24487	1902 kg
D	29197	1989 kg
E	51536	4779 kg
F	103136	3684 kg
G	42337	2443 kg
H	43507	4276 kg
K	21152	0 kg
totaal	397072	23444 kg

Tussendwarsdragers

A	710 kg/stuk
B	744 kg/stuk
C	922 kg/stuk
D	715 kg/stuk
E	711 kg/stuk
F	711 kg/stuk
G	711 kg/stuk
H	830 kg/stuk
K	711 kg/stuk
gemiddeld	752 kg/stuk

Dwarsdragers met K-verband

A	1061 kg/stuk
B	1048 kg/stuk
C	1052 kg/stuk
D	1060 kg/stuk
E	1100 kg/stuk
F	1197 kg/stuk
G	1118 kg/stuk
H	1088 kg/stuk
K	1072 kg/stuk
gemiddeld	1088 kg/stuk

Portaal A (einddwarsdrager)

Portaal A 1398 kg/stuk

Portaal B

Portaal B 936 kg/stuk
 Ankerbalk 2187 kg/stuk

Portaal C

Portaal C 2784 kg/stuk

Dekconstructie

A	48586 kg
B	45911 kg
C	31087 kg
D	36894 kg
E	44604 kg
F	66292 kg
G	39674 kg
H	45427 kg
K	21495 kg
extra strip	4118 kg
totaal	384088 kg

Totaal

Renvooistaten

106 Tussendwarsdragers	752	79703
53 Dwarsdragers	1088	57684
2 Einddwarsdragers	1398	2796
2 Hoofdliggers		420516
1 Dekconstructie		384088
2 Portaal B	3123	6245
2 Portaal C	2784	5567
	956599	-->
		9384 kN
		9262 kN volgens SCIA
		1% afwijking

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
Projectnummer [BF7387](#)
Omschrijving [Toeslag staalgewicht](#)

Datum: 25-5-2018
Naam: EKL
Versie: -



Hoofdlijger (onderflens 500x20)

Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)

Deel C

A= 50603 [mm²]
L= 12185 [mm]
V = 6,17E+08 [mm³]
aantal= 4 x per 12185 mm

Totaal= 2,47E+09 [mm³]

Deel D

A= 50603 [mm²]
L= 14680 [mm]
V = 742852040 [mm³]
aantal= 4 x per 14680 mm

Totaal= 2,97E+09 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

De toeslag is bepaald op basis van deel C (as 4-5).

Gewicht Sectie C (4-5)

Gewicht = 24487 [kg]
Lassen = 1902 [kg]
Totaal = 26389 [kg]

V = 3,36E+09 [mm³]

Totaal 3,36E+09 [mm³]

De toeslag is bepaald op basis van deel D (as 5-7).

Gewicht Sectie D (5-7)

Gewicht = 29197 [kg]
Lassen = 1989 [kg]
Totaal = 31186 [kg]

V = 3,97E+09 [mm³]

Totaal 3,973E+09 [mm³]

Resumé

Netto volume	5,44E+09 [mm ³]	100,0 %
Totaal	7,33E+09 [mm ³]	134,9 %

Te hanteren toeslagpercentage 35,0 %

BelastinggevallenProject: **Herberekening IJsselbrug**

Datum:

25-5-2018

Projectnummer **BF7387**

Naam:

EKLOmschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Versie:

-



Hoofdlijger (onderflens 500x30)

Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)

A= 55603 [mm²]
L= 18825 [mm]
V = 1,05E+09 [mm³]
aantal= 4 x per 18825 mm
Totaal= 4,19E+09 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

De toeslag is bepaald op basis van deel A (as 0-2). Hier is deels een extra opdikplaat aanwezig van 350x30 mm. Deze is van de doorsnede afgehaald.

Gewicht Sectie A (0-2)

Gewicht = 41149 [kg]
Lassen = 2598 [kg]
Plaat = -2933 [kg] (Teviel in rekening gebracht strip 350x10 over 8897 mm)
Totaal = 40814 [kg]

V = 5,2E+09 [mm³]
Totaal 5,20E+09 [mm³]

Resumé

Netto volume	4,19E+09 [mm³]	100,0 %	
Totaal	5,20E+09 [mm³]	124,2 %	Te hanteren toeslagpercentage 25,0 %

BelastinggevallenProject: **Herberekening IJsselbrug**

Datum:

25-5-2018

Projectnummer **BF7387**

Naam:

EKLOmschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Versie:

-



Hoofdlijger (onderflens 500x30 +350*30)

Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)

A= 68103 [mm²]
L= 18400 [mm]
V = 1,25E+09 [mm³]
aantal= 4 x per 18400 mm
Totaal= 5,01E+09 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

De toeslag is bepaald op basis van deel B (as 2-4). Hier is deels de extra opdikplaat van 350x30 mm afwezig. Ook is deels de flens 500x30 verkleind naar 500x20. De inhoud is hierop gecorrigeerd.

Gewicht Sectie B (2-4)

Gewicht = 40571 [kg]
Lassen = 1773 [kg]
Plaat = 990 [kg] (Fictief doortrekken onderflensplaat 350x30 over 3003 mm)
Plaat = 267 [kg] (Fictief doortrekken onderflensplaat 500x30 ipv 500*20 over 1700 mm)
Totaal = 43601 [kg]

V = 5,55E+09 [mm³]

Totaal 5,55E+09 [mm³]

Resumé

Netto volume	5,01E+09 [mm³]	100,0 %
Totaal	5,55E+09 [mm³]	110,8 %

Te hanteren toeslagpercentage	11,0 %
--------------------------------------	---------------

Belastinggevallen			
Project: Herberekening IJsselbrug	Datum:	25-5-2018	
Projectnummer: BF7387	Naam:	EKL	
Omschrijving: Toeslag staalgewicht	Versie:	-	Royal HaskoningDHV Enhancing Society Together

Hoofdlijger (onderflens 500x30 +550*30)

Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)

<u>Deel 14-16 en 18-20</u>		<u>Deel 16-18</u>	
	$h = 2995 \text{ mm tpv midden sectie 14-16}$	$h = 2825 \text{ mm tpv midden sectie 16-17}$	
A=	79243 [mm ²]	A=	77203 [mm ²]
L=	17125 [mm]	L=	15750 [mm]
V =	1,36E+09 [mm ³]	V =	1215947250 [mm ³]
aantal=	4 x per 17125 mm	aantal=	2 x per 15750 mm
Totaal=	5,43E+09 [mm²]	Totaal=	2,43E+09 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

De toeslag is bepaald op basis van deel H en K (as 14-18). Hier is deels de extra opdikplaat van 550x30 mm afwezig, deels is hier een plaat van 530x10 ipv 550x30 aanwezig. Ook is deels de flens 500x30 verkleind naar 500x20. De inhoud is hierop gecorrigeerd.

Gewicht Sectie H (14-16)

Gewicht =	43507 [kg]	
Lassen =	4276 [kg]	
Plaat =	1934 [kg]	(Fictief doortrekken onderflensplaat 550x30 ipv 530x10 over 5500 mm)
Plaat =	2850 [kg]	(Fictief doortrekken onderflensplaat 550x30 over 1875 mm)
Plaat =	102 [kg]	(Fictief doortrekken onderflensplaat 500*30 ipv 500x20 over 650 mm)
Totaal =	<u>52669 [kg]</u>	

Gewicht Sectie K (16-17)

Gewicht =	21152 [kg]
Lassen =	0 [kg]
Totaal =	<u>21152 [kg]</u>

$$V = 6,71E+09 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Totaal	6,71E+09 [mm³]
---------------	----------------------------------

$$\text{Gewicht per ligger} = 21152 \text{ [kg]}$$

$$V = 2,69E+09 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Totaal	2,69E+09 [mm³]
---------------	----------------------------------

Resumé

Netto volume	7,86E+09 [mm ³]	100,0 %	
Totaal	9,40E+09 [mm ³]	119,6 %	
Te hanteren toeslagpercentage			20,0 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
Projectnummer **BF7387**
Omschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Datum: **25-5-2018**
Naam: **EKL**
Versie: **-**

**Dwarsdrager****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Dwarsdrager	Console (rechte deel)	Console (verlopende deel)
A= 8000 [mm ²]	A= 7880 [mm ²]	A= 6380 [mm ²]
L= 5700 [mm]	L= 336 [mm]	L= 1459 [mm]
V = 45600000 [mm ³]	V = 2647680 [mm ³]	V = 9308420 [mm ³]
aantal= 1 x per dwarsdrager	aantal= 2 x per dwarsdrager	aantal= 2 x per dwarsdrager
Totaal= 45600000 [mm³]	Totaal= 5,30E+06 [mm³]	Totaal= 18616840 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

Tussendwarsdrager
Gewicht = 752 [kg/stuk] [Bron: Renvooistaten]
V = 95784945 [mm³]

Totaal 95784945 [mm³]

Resumé

Netto volume	6,95E+07 [mm ³]	100,0 %	
Werkelijk	95784945 [mm ³]	137,8 %	Te hanteren toeslagpercentage 38,0 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
Projectnummer: **BF7387**
Omschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Datum: **25-5-2018**
Naam: **EKL**
Versie: **-**

**K-verband (diagonaal + onderrand)****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

1/2 DIN 20

L80x80x8

A= 4138,4 [mm²]
L= 5700 [mm]
V = 23588880 [mm³]
aantal= 1 x per K-verband

Totaal= 23588880 [mm³]

A= 2459,3 [mm²]
L= 3408 [mm]
V = 8381294,4 [mm³]
aantal= 2 x per K-verband

Totaal= 16762589 [mm³]**Totaalgewicht c.f. opgave leverancier**

Het gewicht is bepaald als het gewicht van de dwarsdragers inclusief K-verband minus het gewicht van de tussendwarsdragers incl. consoles

Dwarsdragers

Tussendwarsdrager

Gewicht = 1061 [kg/stuk]
V = 1,35E+08 [mm³]

Gewicht = -710 [kg/stuk]
V = -90500455 [mm³]

[Bron: Renvooistaten]

Totaal 1,35E+08 [mm³]**Totaal -90500455 [mm³]****Resumé**

Netto volume

4,0E+07 [mm³]

100,0 %

Werkelijk

4,5E+07 [mm³]

110,7 %

Te hanteren toeslagpercentage 11,0 %

BelastinggevallenProject: **Herberekening IJsselbrug**

Datum:

25-5-2018

Projectnummer **BF7387**

Naam:

EKLOmschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Versie:

**Portaal A - Einddwarsdrager (bovenrand + diagonaal + onderrand)****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

1/2 INP 20

L100x10

A= 4138,4 [mm²]A= 3831,5 [mm²]

L= 5700 [mm]

L= 3321 [mm]

V = 23588880 [mm³]V = 12724411,5 [mm³]

aantal= 2 x per K-verband

aantal= 2 x per K-verband

Totaal= 47177760 [mm²]**Totaal= 25448823 [mm²]****Totaalgewicht c.f. opgave leverancier**

Het gewicht is bepaald als het gewicht van portaal A (einddwarsdrager) minus het gewicht van de tussendwarsdragers (inclusief console)

Einddwarsdrager

Gewicht = 1398 [kg/stuk]

Tussendwarsdrager

Gewicht = -752 [kg/stuk]

[Bron: Renvooistaten]

V = 1,78E+08 [mm³]V = -95784945 [mm³]**Totaal 1,78E+08 [mm³]****Totaal -95784945 [mm³]****Resumé**Netto volume 7,3E+07 [mm³]

100,0 %

Werkelijk 8,2E+07 [mm³]

113,3 %

Te hanteren toeslagpercentage 14,0 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnummer: **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **EKL**
 Versie: **-**

**Portaal B (bovenrand + diagonaal + onderrand)****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Onderrand	2xL100x10
A=	22680 [mm ²]
L=	5700 [mm]
V =	1,29E+08 [mm ³]
aantal=	1 x per portaal
Totaal=	1,29E+08 [mm³]
A=	3831,5 [mm ²]
L=	5394 [mm]
V =	20667111 [mm ³]
aantal=	2 x per portaal
Totaal=	41334222 [mm³]

Totaalgewicht c.f. opgave leverancier

Het gewicht van het portaal is bepaald als het gewicht van portaal C minus het gewicht van de tussendwarsdragers (inclusief console)

[Bron: Renvooistenaten]

Onderrand (ankerbalk)	Portaal B	Tussendwarsdrager
Gewicht = 2187 [kg/stuk]	Gewicht = 936 [kg/stuk]	Gewicht = -710 [kg/stuk]
V = 2,79E+08 [mm ³]	V = 119171975 [mm ³]	V = -9,05E+07 [mm ³]
Totaal 2,79E+08 [mm³]	Totaal 1,19E+08 [mm³]	Totaal -9,05E+07 [mm³]

Resumé

Netto volume	1,7E+08 [mm³]	100,0 %
Werkelijk	3,1E+08 [mm³]	180,1 %
Te hanteren toeslagpercentage		81,0 %

BelastinggevallenProject: **Herberekening IJsselbrug**

Datum:

25-5-2018

Projectnummer **BF7387**

Naam:

EKLOmschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Versie:

**Portaal C (bovenrand + diagonaal + onderrand)****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Boven en onderrand - dubbele UNP 260

diagonaal - dubbele UNP 260

A= 9659 [mm²]A= 9659 [mm²]

L= 5700 [mm]

L= 5394 [mm]

V = 55056300 [mm³]V = 52100646 [mm³]

aantal= 2 x per K-verband

aantal= 2 x per K-verband

Totaal= 1,1E+08 [mm²]**Totaal= 104201292 [mm³]****Totaalgewicht c.f. opgave leverancier**

Het gewicht is bepaald als het gewicht van portaal C minus het gewicht van de tussendwarsdragers (inclusief console)

Portaal C

Tussendwarsdrager

Gewicht = 2784 [kg/stuk]

Gewicht = -711 [kg/stuk]

[Bron: Renvooistaten]

V = 3,55E+08 [mm³]V = -90605096 [mm³]**Totaal 3,55E+08 [mm³]****Totaal -90605096 [mm³]****Resumé**Netto volume 2,1E+08 [mm³]

100,0 %

Werkelijk 2,6E+08 [mm³]

123,2 %

Te hanteren toeslagpercentage 24,0 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnummer **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **EKL**
 Versie: **-**

**Randstrip dek****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

t = 10 mm
 A= 94400 [mm²]
 L= 223627 [mm]
 V = 2,11E+10 [mm³]
 aantal= 1 x
Totaal= 2,11E+10 [mm³]

t = 12 mm
 A= 113280 [mm²]
 L= 72039 [mm]
 V = 8160577920 [mm³]
 aantal= 1 x
Totaal= 8,161E+09 [mm³]

Bulbs 200%
 A= 3424,5 [mm²]
 L= 295666 [mm]
 V = 1,01E+09 [mm³]
 aantal= 4 x
Totaal= 4,05E+09 [mm³]

Bulbs
 A= 5136,8 [mm²]
 L= 295666 [mm]
 V = 1,52E+09 [mm³]
 aantal= 6 x
Totaal= 9,11E+09 [mm³]

Randstrip 100*8
 A= 800 [mm²]
 L= 295666 [mm]
 V = 236532800 [mm³]
 aantal= 2 x
Totaal= 473065600 [mm³]

Randstrip 445*10
 A= 4450 [mm²]
 L= 295666 [mm]
 V = 1,32E+09 [mm³]
 aantal= 2 x
Totaal= 2,63E+09 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Dekplaten [Bron: Renvooistaten]
 A 48586 [kg]
 B 45911 [kg]
 C 31087 [kg]
 D 36894 [kg]
 E 44604 [kg]
 F 66292 [kg]
 G 39674 [kg]
 H 45427 [kg]
 K 21495 [kg]
 extra strip 4118 [kg]
Gewicht = 384088 [kg]
V = 4,89E+10 [mm³]

Totaal 4,89E+10 [mm³]

Resumé

Netto volume	4,6E+10 [mm³]	100,0 %
Werkelijk	4,9E+10 [mm³]	107,4 %

Te hanteren toeslagpercentage	8,0 %
--------------------------------------	--------------

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
Projectnumm: [BF7387](#)
Omschrijving [Toeslag staalgewicht aanbruggen](#)

Datum: 25-5-2018
Naam: Abd
Versie: -

**Resumé****Toeslagpercentages op het staalgewicht per onderdeel in Scia Engineer**

Op basis van enkele representatieve delen van de staalconstructie is een toeslagpercentage bepaald voor het gewicht van staal t.b.v. de invoer in Scia Engineer.

In Scia Engineer wordt namelijk alleen de netto constructieve doorsnede van de profielen ingevoerd, zonder verbindingsplaten, klinknagels, verstijfingsschotten etc.

Daarom is op navolgende pagina's het gewicht gebaseerd op de nette oppervlakken van de doorsneden vergeleken met het totale gewicht per onderdeel zoals het daadwerkelijk is uitgevoerd.

dit verschil kan worden uitgedrukt in een percentage. Dit percentage wordt meegenomen bij de invoer van het gewicht van staal in Scia Engineer, zodat het eigen gewicht van de staalconstructie correct kan worden meegenomen.

Onderdeel	Specifieke locatie	Toeslagpercentage
Dwarsdrager	Tussen dwarsdragers	0
Dwarsdrager eind	Dwarsdrager op eind van de aanbruggen	0
Langsligger	Hoofdligger zonder extra plaat op de onderflens	47
Langsligger met plaat	Hoofdligger met extra plaat op de onderflens	41
Langsligger voorgespannen	Hoofdligger onder de voorgespannen beton deel	168
Langsligger voorgesp. met plaat	Hoofdligger met extra plaat onderfl. onder de voorgespannen beton deel	107
Diagonaal	K-verbanden bij normale dwarsdragers	19
Onderrand	K-verbanden bij normale dwarsdragers	9
Onderrand	K-verbanden bij opleggingen	5

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnumm **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **Abd**
 Versie: **-**

**Dwarsdrager****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

DIE 45		DIE 45 (T stuk)		DIE 45 (Variable)	
A=	18259 [mm ²]	A=	10101 [mm ²]	A=	17659 [mm ²]
L=	4726 [mm]	L=	162 [mm]	L=	325 [mm]
V =	86292034 [mm ³]	V =	1636362 [mm ³]	V =	5739175 [mm ³]
aantal=	1 x per dwarsdrager	aantal=	2 x per dwarsdrager	aantal=	2 x per dwarsdrager
Totaal=	86292034 [mm³]	Totaal=	3272724 [mm³]	Totaal=	11478350 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

	23mm	20mm	
hkop=	14	12	
Dkop=	35	30	
I klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8171,54 [mm ³]		5145,929 [mm ³]
(*2)=	16343,0886 [mm³]	(*2)=	10291,86 [mm³]

Resumé

Netto volume	1,01E+08 [mm³]	100,0 %
Extra volume	0 [mm³]	0,0 %
Totaal	1,01E+08 [mm³]	100,0 %

Te hanteren toeslagpercentage **0,0 %**

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnummer: **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **Abd**
 Versie: **-**

**Einddwarsdrager****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

DIE 45+300x20		DIE 45+300x20 (variable)		DIE 45 (Variable)	
A=	24259 [mm ²]	A=	23320 [mm ²]	A=	16192 [mm ²]
L=	6650 [mm]	L=	1000 [mm]	L=	325 [mm]
V =	1,61E+08 [mm ³]	V =	23320000 [mm ³]	V =	5262400 [mm ³]
aantal=	1 x per dwarsdrager	aantal=	2 x per dwarsdrager	aantal=	2 x per dwarsdrager
Totaal=	1,61E+08 [mm²]	Totaal=	46640000 [mm³]	Totaal=	10524800 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

		23mm	20mm	
		hkop= 14	12	
		Dkop= 35	30	
I klinknagel =				
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	
	8171,54 [mm ³]		5145,929 [mm ³]	
(*2)=	16343,0886 [mm³]	(*2)=	10291,86 [mm³]	

Resumé

Netto volume	2,18E+08 [mm³]	100,0 %
Extra volume	0 [mm³]	0,0 %
Totaal	2,18E+08 [mm³]	100,0 %

Te hanteren toeslagpercentage	0,0 %
--------------------------------------	--------------

Belastinggevallen			
Project: Herberekening IJsselbrug	Datum:	25-5-2018	
Projectnummer BF7387	Naam:	Abd	
Omschrijving: Toeslag staalgewicht aanbruggen	Versie:	-	 Royal HaskoningDHV Enhancing Society Together

Hoofdlijger zonder extra plaat onderflens

Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)

Geen extra plaat bij onderflens

A=	42920 [mm ²]	A=	7771,9 [mm ²]
L=	5992 [mm]	L=	1670 [mm]
V =	2,57E+08 [mm ³]	V =	12979073 [mm ³]
aantal=	1 x per langsligger	aantal=	1 x per langsligger
Totaal=	2,57E+08 [mm³]	Totaal=	12979073 [mm³]

A=	7771,9 [mm ²]
L=	1670 [mm]
V =	12979073 [mm ³]
aantal=	1 x per langsligger
Totaal=	12979073 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Horizontale verstijvers

A=	17112 [mm ²]	A=	125400 [mm ²]	A=	177000 [mm ²]
L=	5992 [mm]	t=	12 [mm]	t=	12 [mm]
V =	1,03E+08 [mm ³]	v	1504800 [mm ³]	l=	2124000 [mm ³]
aantal=	1 x per langsligger	aantal=	3 x per langsligger	aantal=	4 x per langsligger
Totaal=	1,03E+08 [mm³]	Totaal=	4514400 [mm³]	Totaal=	8496000 [mm³]

Koppelplaat

A=	125400 [mm ²]
t=	12 [mm]
v	1504800 [mm ³]
aantal=	3 x per langsligger
Totaal=	4514400 [mm³]

Aansluiting dwarsliggers

A=	177000 [mm ²]
t=	12 [mm]
l=	2124000 [mm ³]
aantal=	4 x per langsligger
Totaal=	8496000 [mm³]

Verticale verstijvingen

A=	3885,9 [mm ²]
L=	1356 [mm]
l=	5269280 [mm ³]
aantal=	2 x per langsligger
Totaal=	10538561 [mm³]

Aantal klinknagels

Koppelplaat	12	
Totaal aantal nagels	12	
I=	16343 [mm ³]	gebaseerd op dubbele "kop" 23mm
aantal	12 -	
Totaal aantal nagels	196117 [mm³]	

	23mm	20mm	
hkop=	14	12	
Dkop=	35	30	
V klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8172 [mm ³]		5146 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm³]	(*2)=	10292 [mm³]

Resumé

Netto volume	2,70E+08 [mm ³]	100,0 %	
Extra volume	1,26E+08 [mm ³]	46,7 %	Te hanteren toeslagpercentage
Totaal	3,96E+08 [mm ³]	146,7 %	47 %

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
 Projectnummer: [BF7387](#)
 Omschrijving: [Toeslag staalgewicht aanbruggen](#)

Datum: 25-5-2018
 Naam: Abd
 Versie: -

**Hoofdlijger met extra plaat onderflens****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Extra plaat bij onderflens

A= 50520 [mm²]
 L= 19200 [mm]
 V = 9,7E+08 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger

Totaal= 9,7E+08 [mm³]

A= 3885,9 [mm²]
 L= 1770 [mm]
 V = 6878043 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger

Totaal= 13756086 [mm³]**Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)***Horizontale verstijvers*

A= 17112 [mm²]
 L= 19200 [mm]
 V = 3,29E+08 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger

Totaal= 3,29E+08 [mm³]*Koppelplaat*

A= 125400 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 1504800 [mm³]
 aantal= 8 x per langsligger

Totaal= 12038400 [mm³]*Aansluiting dwarsliggers*

A= 177000 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 2124000 [mm³]
 aantal= 8 x per langsligger

Totaal= 16992000 [mm³]*Verticale verstijvers*

A= 3885,9 [mm²]
 L= 1770 [mm]
 V = 6878043 [mm³]
 aantal= 6 x per langsligger

Totaal= 41268258 [mm³]*Aantal klinknagels*

Koppelplaat 96

Totaal aantal nagels 96

V = 16343 [mm³]
 aantal 96 -

1568937 [mm³]

gebaseerd op dubbele "kop" 23mm

	23mm	20mm	
hkop=	14	12	
Dkop=	35	30	
V klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8172 [mm ³]		5146 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm³]	(*2)=	10292 [mm³]

Resumé

Netto volume	9,84E+08 [mm ³]	100,0 %
Extra volume	4E+08 [mm ³]	40,7 %
Totaal	1,38E+09 [mm ³]	140,7 %

Te hanteren toeslagpercentage 41 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnummer: **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **Abd**
 Versie: **-**

**Hoofdligger zonder extra plaat onderflens tpm voorgespannen deel****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Geen extra plaat bij onderflens
 A= 34480 [mm²]
 L= 8860 [mm]
 V = 3,05E+08 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 3,05E+08 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Horizontale verstijvers
 A= 17112 [mm²]
 L= 8860 [mm]
 V = 1,52E+08 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger
Totaal= 3,03E+08 [mm³]

Koppelplaat
 A= 125400 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 1504800 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 6019200 [mm³]

Aansluiting dwarsliggers
 A= 177000 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 2124000 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 8496000 [mm³]

Verticale verstijvers
 A= 3885,9 [mm²]
 L= 1770 [mm]
 V = 6878043 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 27512172 [mm³]

Lijf verstijvers
 A= 2000 [mm²]
 L= 8860 [mm]
 V = 17720000 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger
Totaal= 3544000 [mm³]

Bovenflens verstijvers
 A= 1440 [mm²]
 L= 8860 [mm]
 V = 12758400 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 12758400 [mm³]

Voegovergang verstijvers lijf
 A= 3400 [mm²]
 L= 2060 [mm]
 V = 7004000 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 28016000 [mm³]

Voegovergang verstijvers bovenflens
 A= 1980 [mm²]
 L= 670 [mm]
 V = 1326600 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 5306400 [mm³]

Voegovergang verstijvers onderflens
 A= 3040 [mm²]
 L= 900 [mm]
 V = 2736000 [mm³]
 aantal= 4 x per langsligger
Totaal= 10944000 [mm³]

T stuk bovenflens van hoofdligger
 A= 7000 [mm²]
 L= 8860 [mm]
 V = 62020000 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 62020000 [mm³]

Aantal bouten M22
 Koppelplaat 48

Totaal aantal bouten 48

V = 30400 [mm³] gebaseerd op M22
 aantal 48 -
Totaal= 1459200 [mm³]

Aantal bouten M20

Lijf horizontaal	176
Lijf verticaal	144
Bovenflens	56
Onderflens	72

Totaal aantal bouter 448

V = 25120 [mm³] gebaseerd op M20
 aantal 448 -
Totaal= 11253760 [mm³]

A	V
M22	380 30400
M20	314 25120

				23mm	20mm		
				hkop=	14	12	
				Dkop=	35	30	
<i>V klinknagel =</i>							
23mm		$(1/6) * \pi * h * (3((1/2)*D)^2 + h^2)$		20mm		$(1/6) * \pi * h * (3((1/2)*D)^2 + h^2)$	
380		8172 [mm ³]		5146 [mm ³]		(1/6) * π * h * (3((1/2)*D) ² + h ²)	
314		$(1/6) * \pi * h * (3((1/2)*D)^2 + h^2)$		16343 [mm ³]		5146 [mm ³]	
(*)2=		16343 [mm ³]		(*)2=		10292 [mm ³]	

Resumé

Netto volume	3,05E+08 [mm ³]	100,0 %
Extra volume	5,12E+08 [mm ³]	167,7 %
Totaal	8,18E+08 [mm ³]	267,7 %

Totale toeslagpercentage 168 %

Belastinggevallen

Project: [Herberekening IJsselbrug](#)
 Projectnummer: [BF7387](#)
 Omschrijving: [Toeslag staalgewicht aanbruggen](#)

Datum: 25-5-2018
 Naam: Abd
 Versie: -

**Hoofdlijger met extra plaat onderfleks tpv voorgespannen deel****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

Extra plaat bij onderfleks

A= 42080 [mm²]
 L= 4194 [mm]
 V = 1,76E+08 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 1,76E+08 [mm³]

A= 3885,9 [mm²]
 L= 1770 [mm]
 V = 6878043 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger
Totaal= 13756086 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)*Horizontale verstijvers*

A= 17112 [mm²]
 L= 4194 [mm]
 V = 71767728 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger
Totaal= 1,44E+08 [mm³]

Koppelplaat

A= 125400 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 1504800 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 1504800 [mm³]

Aansluiting dwarsliggers

A= 177000 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 2124000 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 2124000 [mm³]

T stuk bovenfleks van hoofdlijger

A= 7000 [mm²]
 L= 4194 [mm]
 V = 29358000 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 29358000 [mm³]

Lijf verstijvers

A= 2000 [mm²]
 L= 4194 [mm]
 V = 8388000 [mm³]
 aantal= 2 x per langsligger
Totaal= 16776000 [mm³]

Bovenfleks verstijvers

A= 1440 [mm²]
 L= 4194 [mm]
 V = 6039360 [mm³]
 aantal= 1 x per langsligger
Totaal= 6039360 [mm³]

Aantal bouten M22

Koppelplaat 12

Totaal aantal bouten 12

V = 30400 [mm³] gebaseerd op M22
 aantal 12 -
Totaal= 364800 [mm³]

Aantal bouten M20

Lijf horizontaal 100

Totaal aantal bouter 100

V = 25120 [mm³] gebaseerd op M20
 aantal 100 -
Totaal= 251200 [mm³]

bouten	A	V
M22	380	30400
M20	314	25120

	23mm	20mm	
hkop=	14	12	
Dkop=	35	30	
V klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8172 [mm ³]		5146 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm ³]	(*2)=	10292 [mm ³]

Resumé

Netto volume 1,90E+08 [mm³] 100,0 %
 Extra volume 2,02E+08 [mm³] 106,3 %
 Totaal 3,92E+08 [mm³] 206,3 %

Te hanteren toeslagpercentage 107 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
Projectnumm **BF7387**
Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
Naam: **Abd**
Versie: **-**



Diagonaal**Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

2L80x80x10
A= 3012,9 [mm²]
L= 3355 [mm]
V = 10108280 [mm³]
aantal= 1 x per diagonaal
Totaal= 10108280 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Koppelplaat diagonaal
A= 114750 [mm²]
t= 12 [mm]
V = 1377000 [mm³]
aantal= 1 x diagonaal
Totaal= 1377000 [mm³]

Koppelplaat tussen diagonaal
A= 15000 [mm²]
t= 12 [mm]
V = 180000 [mm³]
aantal= 2 x per diagonaal
Totaal= 360000 [mm³]

Aantal klinknagels
Koppelplaat diagonaal 6

Totaal aantal nagels 6
V = 16343
aantal 6
Totaal= 98059 [mm³]

gebaseerd op dubbele "kop" 23mm

	23mm	26mm	
hkop=	14	16	
Dkop=	35	40	
V klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8172 [mm ³]		12198 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm³]	(*2)=	24396 [mm³]

Resumé

Netto volume	10108280 [mm³]	100,0 %
Extra volume	1835059 [mm³]	18,2 %
Totaal	11943338 [mm³]	118,2 %

Te hanteren toeslagpercentage 19 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnumm **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **Abd**
 Versie: **-**

**Onderrand 1/2 DIE 26****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

1/2 DIE 26

A= 4363,3 [mm²]
 L= 5700 [mm]
 V = 24870810 [mm³]
 aantal= 1 x per onderrand
Totaal= 24870810 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Koppelplaat diagonaal 2
 A= 73700 [mm²]
 t= 8 [mm]
 V = 589600 [mm³]
 aantal= 1 x per diagonaal
Totaal= 589600 [mm³]

Koppelplaat onderrand
 A= 55900 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 670800 [mm³]
 aantal= 2 x per onderrand
Totaal= 1341600 [mm³]

Aantal klinknagels

<i>Koppelplaat onderrand</i>	6
<i>Koppelplaat diagonaal 2</i>	11
Totaal aantal nagels	17

V = 16343
 aantal 17
Totaal= 277833 [mm³]

gebaseerd op dubbele "kop" 23mm

	23mm	26mm	
hkop=	14	16	
Dkop=	35	40	
V klinknagel =			
23mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)	20mm	(1/6)*π*h*(3((1/2)*D) ² +h ²)
	8172 [mm ³]		12198 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm³]	(*2)=	24396 [mm³]

Resumé

Netto volume	24870810 [mm³]	100,0 %
Extra volume	2209033 [mm³]	8,9 %
Totaal	27079843 [mm³]	108,9 %

Te hanteren toeslagpercentage

9 %

Belastinggevallen

Project: **Herberekening IJsselbrug**
 Projectnumm **BF7387**
 Omschrijving: **Toeslag staalgewicht aanbruggen**

Datum: **25-5-2018**
 Naam: **Abd**
 Versie: **-**

**Onderrand 1/2 DIN 30****Netto doorsnede (zoals ingevoerd in Scia Engineer)**

1/2 DIN 30

A= 7701,6 [mm²]
 L= 5700 [mm]
 V = 43899120 [mm³]
 aantal= 1 x per onderrand
Totaal= 43899120 [mm³]

Extra stalen onderdelen (niet als profieldoorsnede ingevoerd in Scia Engineer)

Koppelplaat diagonaal
 A= 46215 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 554580 [mm³]
 aantal= 1 x per diagonaal
Totaal= 554580 [mm³]

Koppelplaat onderrand
 A= 55900 [mm²]
 t= 12 [mm]
 V = 670800 [mm³]
 aantal= 2 x per onderrand
Totaal= 1341600 [mm³]

Aantal klinknagels

<i>Koppelplaat onderrand</i>	7
<i>Koppelplaat diagonaal</i>	11
Totaal aantal nagels	18

V = 16343
 aantal 18
Totaal= 294176 [mm³]

gebaseerd op dubbele "kop" 23mm

	23mm	26mm	
hkop=	14	16	
Dkop=	35	40	
<i>V klinknagel =</i>			
23mm	$(1/6)*\pi*h*(3((1/2)*D)^2+h^2)$	20mm	$(1/6)*\pi*h*(3((1/2)*D)^2+h^2)$
	8172 [mm ³]		12198 [mm ³]
(*2)=	16343 [mm³]	(*2)=	24396 [mm³]

Resumé

Netto volume	43899120 [mm³]	100,0 %
Extra volume	2190356 [mm³]	5,0 %
Totaal	46089476 [mm³]	105,0 %

Te hanteren toeslagpercentage	5 %
--------------------------------------	------------

Appendix

Bijlage N – Stijfheid beton

IJsselbrug



Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
Projectnumber: BF7387
Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
Name: Ernst Klammer
Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 3 (voorspannen)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 21 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 17 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,536 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,81748 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 24 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,19645 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 0,35704$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 9$$

$$E_c = 23700 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
 Projectnumber: BF7387
 Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
 Name: Ernst Klammer
 Version: v0.5 Beta


Bepaling stijfthesen per bouwfase
Bepaling moduliverhouding bouwfase 4 (vijzelen)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

Phase III. Het ophangen van de brug boven de tussen steunpunten
Plan III De spanningen in de beton ontstaan, wanneer deze nog maar een kubus vastheid heeft van ± 28 dagen berekend $k=1,0 \rightarrow \varphi = 2,0$

$$t_{0,T} = 28 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 24 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,502 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,70396 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t,t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days} \quad (\text{zie fase 6})$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t,t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_o * \beta_c(t,t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t,t_0) = 1,69457$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting voorspanning door opgelegde vervormingen

$$\psi_L = 1,5$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t,t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 23$$

$$E_c = 9300 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
Projectnumber: BF7387
Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
Name: Ernst Klammer
Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 5 (storten beton)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 60 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 56 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,427 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,44985 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,44186$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 16$$

$$E_c = 12800 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
 Projectnumber: BF7387
 Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
 Name: Ernst Klammer
 Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 6 (aflaten)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

Phase II Het afvullen van de brug boven de tussen steunpunten
Phase II De beton boven de tussen steunpunten in middels
 ± 3 maanden oud $\rightarrow k = 975 \rightarrow \varphi = 1,5$

$$t_{0,T} = 90 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 87 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,394 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,33531 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H + t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99448 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,32794$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting voorspanning door opgelegde vervormingen

$$\psi_L = 1,5$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 19$$

$$E_c = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
 Projectnumber: BF7387
 Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
 Name: Ernst Klammer
 Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 7 en 8 (asfaltverharding en overige permanente belastingen)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/v(f_{cm}) = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

Phase VII Het aanbrengen van het asfaltdek, xham potiske ens.

Phase VI Berekend het aanbrengen van het asfaltdek
 xham potiske ens ± 1-2 maende na het afrijzen
 berekend m beide beton soorten n=16

$$t_{0,T} = 120 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 117 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,372 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,26068 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99448 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,25372$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 15$$

$$E_c = 13900 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
Projectnumber: BF7387
Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
Name: Ernst Klammer
Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 9 (krimp en kruip)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 1 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 0 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 1,166 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 3,9539 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t,t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t,t_0) = 0,9945 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_o * \beta_c(t,t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t,t_0) = 3,93214$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting primaire en secundaire effecten door krimp

$$\psi_L = 0,55$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t,t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 20$$

$$E_c = 10400 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug
Projectnumber: BF7387
Description: Voorgespannen betondek

Date: 25-5-2018
Name: Ernst Klammer
Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 10 (voorspanverlies)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 21 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 17 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,536 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,81748 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,80747$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 19$$

$$E_c = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug

Date: 25-5-2018

Projectnumber: BF7387

Name: Ernst Klammer

Description: Gewapend betondek

Version: v0.5 Beta


Bepaling stijfthesen per bouwfase
Bepaling moduliverhouding bouwfase 6 (aflaten)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

Cementclass S

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

Phase II Het afvullen van de brug boven de tussen steunpunten
De beton in de velden ± 20 dagen oud, dus n=19
van deze beton

$$t_{0,T} = 28 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 24 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,502 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,70396 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,69457$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting voorspanning door opgelegde vervormingen

$$\psi_L = 1,5$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 23$$

$$E_c = 9300 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug Date: 25-5-2018
 Projectnumber: BF7387 Name: Ernst Klammer
 Description: Gewapend betondek Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 7 en 8 (asfaltverharding en overige permanente belastingen)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/v(f_{cm}) = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

Phase VII Het aanbrengen van het asfaltdek, xham potiske ens.

Phase VII Berekend het aanbrengen van het asfaltdek
xham potiske ens ± 1-2 maende na het afrijzen
berekend m beide beton soorten n=16

$$t_{0,T} = 60 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 56 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,427 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,44985 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,44186$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 16$$

$$E_c = 12800 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug Date: 25-5-2018
Projectnumber: BF7387 Name: Ernst Klammer
Description: Gewapend betondek Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 9 (krimp en kruip)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 1 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 0 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 1,166 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 3,9539 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t,t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t,t_0) = 0,9945 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t,t_0) = \varphi_o * \beta_c(t,t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t,t_0) = 3,93214$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting primaire en secundaire effecten door krimp

$$\psi_L = 0,55$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t,t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 20$$

$$E_c = 10400 \text{ N/mm}^2$$

Stijfheid beton conform NEN-EN 1994-2 art 5.4.2.2

Project: IJsselbrug Date: 25-5-2018
Projectnumber: BF7387 Name: Ernst Klammer
Description: Gewapend betondek Version: v0.5 Beta



Bepaling stijfthesen per bouwfase

Bepaling moduliverhouding bouwfase 3 en 10 (voorspannen)

$$\varphi_o = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{formula B.2}$$

$$f_{cm} = 40 \text{ N/mm}^2 > 35 \text{ N/mm}^2$$

$$RH = 80 \%$$

$$\alpha_1 = (35/f_{cm})^{0,7} = 0,911$$

$$\alpha_2 = (35/f_{cm})^{0,2} = 0,974$$

$$h_0 = 200 \text{ mm}$$

$$\varphi_{RH} = 1,27692 \quad \text{formula B.3b}$$

$$\text{Cementclass S}$$

$$\beta(f_{cm}) = 16,8/\sqrt{f_{cm}} = 2,656 \quad \text{formula B.4}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) \quad \text{formula B.5}$$

$$t_{0,T} = 21 \text{ days}$$

$$\alpha = -1 \quad \text{cement class S}$$

$$t_0 = 17 \text{ days}$$

$$\beta(t_0) = 1/(0,1+t_0^{0,20}) = 0,536 \quad \text{formula B.5}$$

$$\varphi_o = 1,81748 \quad \text{formula B.2}$$

$$\beta_c(t, t_0) = ((t-t_0)/(\beta_H+t-t_0))^{0,3} \quad \text{formula B.7}$$

$$t = 36500 \text{ days}$$

$$\alpha_3 = (35/f_{cm})^{0,5} = 0,935$$

$$\beta_H = 678 \quad \text{formula B.8b}$$

$$\beta_c(t, t_0) = 0,99449 \quad \text{formula B.7}$$

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_o * \beta_c(t, t_0) \quad \text{formula B.1}$$

$$\varphi(t, t_0) = 1,80747$$

$$E_{cm} = 33000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_a = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$n_0 = E_a/E_{cm} \quad \text{NEN-EN 1994-2}$$

$$n_0 = 6,36$$

Type belasting permanente belastingen

$$\psi_L = 1,1$$

$$n_L = n_0(1+\psi_L\varphi(t, t_0)) \quad \text{NEN-EN 1994-2, formula 5.6}$$

$$n_L = 19$$

$$E_c = 11000 \text{ N/mm}^2$$

Appendix

Bijlage O – Invoer SCIA – Hoofdbrug globaal model

IJsselbrug



1. Inhoudsopgave

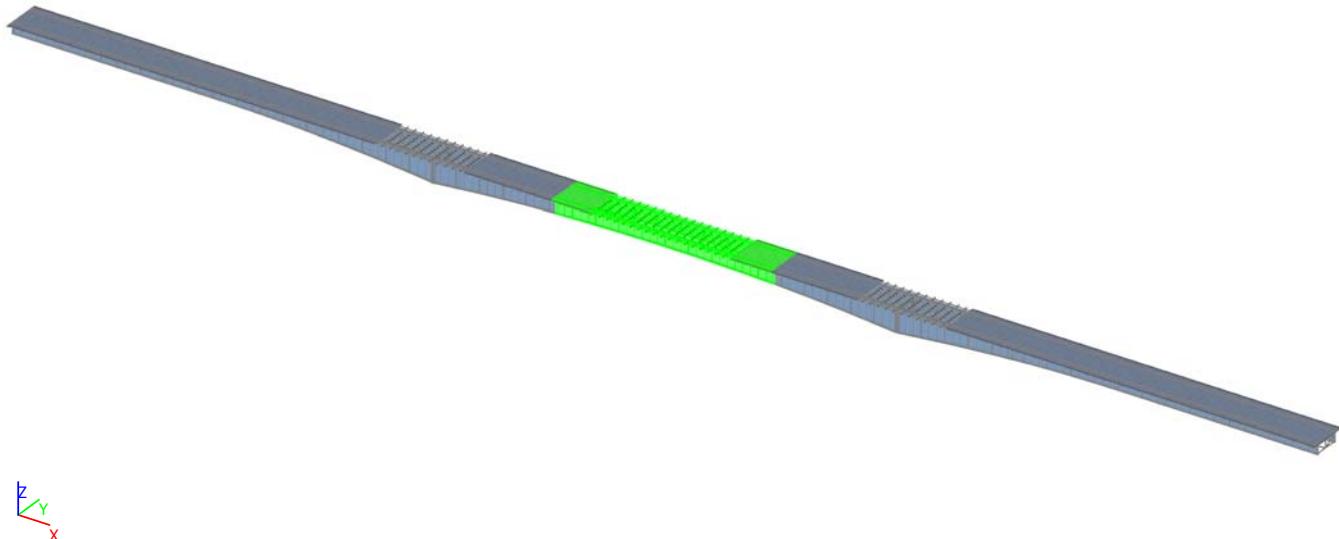
1. Inhoudsopgave	1
2. Project	2
3. Overzicht model	2
3.1. 3D weergave model met bouwfases	2
3.2. Constructiemodel 1e overspanning	3
3.3. Constructiemodel 2e overspanning	3
3.4. Constructiemodel 3e overspanning	4
3.5. Rekenmodel 1e overspanning	5
3.6. Rekenmodel 2e overspanning	6
3.7. Rekenmodel 3e overspanning (tot midden)	7
3.8. Constructiemodel	8
4. Bouwfasinger	8
4.1. Bouwfassen	8
4.2. Bouwfase 1	9
4.3. Bouwfase 2	9
5. Afmetingen	10
5.1. Constructiemodel deel 0-4	10
5.2. Constructiemodel deel 4-9	11
5.3. Constructiemodel deel 9-14	12
5.4. Constructiemodel deel 14-17	13
6. Opleggingen	14
6.1. Opleggingen noordelijke deel	14
6.2. Opleggingen zuidelijke deel - bouwfase 1	15
6.3. Opleggingen zuidelijke deel - bouwfase 2	15
6.4. Knooppundersteuningen	16
7. Materialen	16
8. Hoofdlijker	17
8.1. Constructiemodel	17
8.2. Hoofdlijker - Zijaanzicht	18
8.3. Doorsneden	18
8.4. Doorsneden hoofdlijker	19
8.5. Doorsneden hoofdlijker	19
8.6. Doorsneden	20
9. Dwarsdragers	98
9.1. 3D overzicht	98
9.2. Constructie	98
9.3. Doorsneden	99
9.4. Consoles	101
10. K-verband normale dwarsdrager	112
10.1. Constructiemodel k-verband	112
10.2. Constructiemodel k-verband	113
10.3. Constructiemodel k-verband normale dwarsdrager	114
10.4. Overzicht K-verbanden 1e overspanning	114
10.5. Overzicht K-verbanden 2e overspanning	115
10.6. Overzicht K-verbanden 3e overspanning	115
10.7. Doorsneden	116
11. Portalen	121
11.1. Constructiemodel portaal A noord	121
11.2. Constructiemodel Portaal A landhoofd zuid	122
11.3. Constructiemodel Portaal B	123
11.4. Constructiemodel Portaal B	123
11.5. Constructiemodel Portaal C	124
11.6. Doorsneden	124
12. Dekconstructie	130
12.1. Dekplaat	130
12.2. Dek 1e en 2e overspanning	131
12.3. Dek 3e overspanning	131
12.4. 2D-elementen	132
12.5. Bulbs en randstrippen	132
12.6. Overzicht	132
12.7. Doorsnede dek	133
12.8. Doorsneden	133
13. Instellingen net	135

2. Project

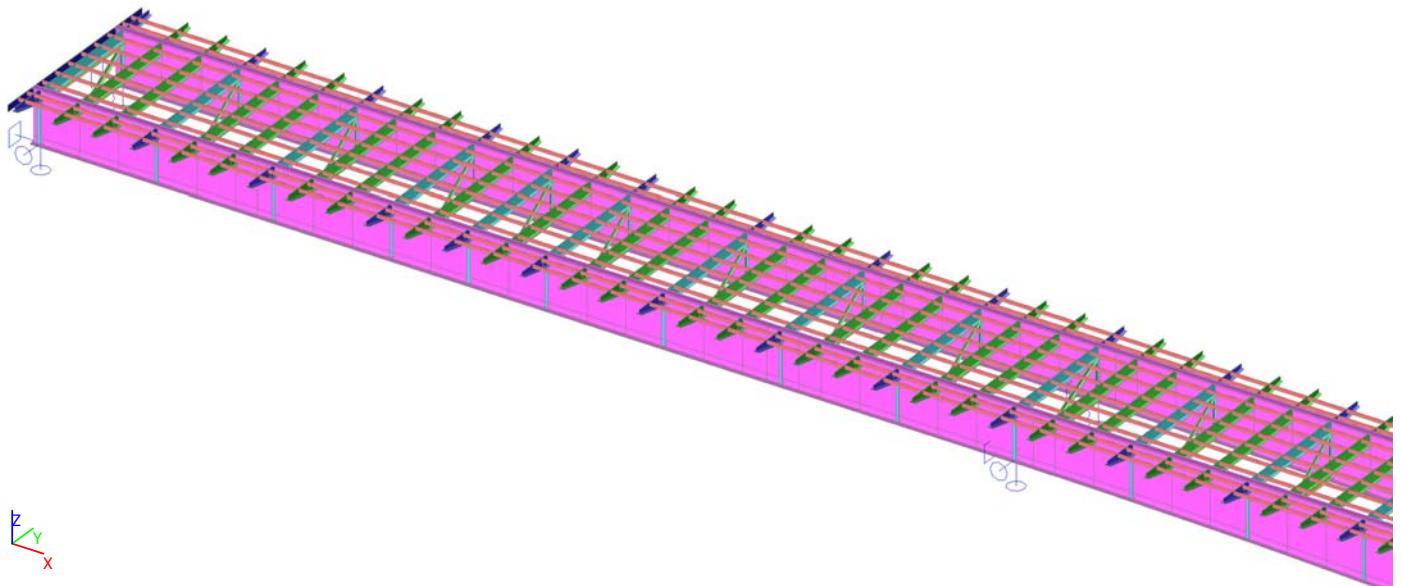
Licentienaam	Royal HaskoningDHV
Project	IJsselbrug
Onderdeel	Hoofdbrug
Omschrijving	Globaal model
Auteur	Ernst Klamer
Datum	03. 05. 2018
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	6201
Aantal staven :	3916
Aantal platen :	528
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	101
Aantal belastingsgevallen :	234
Aantal gebruikte materialen :	18
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Overzicht model

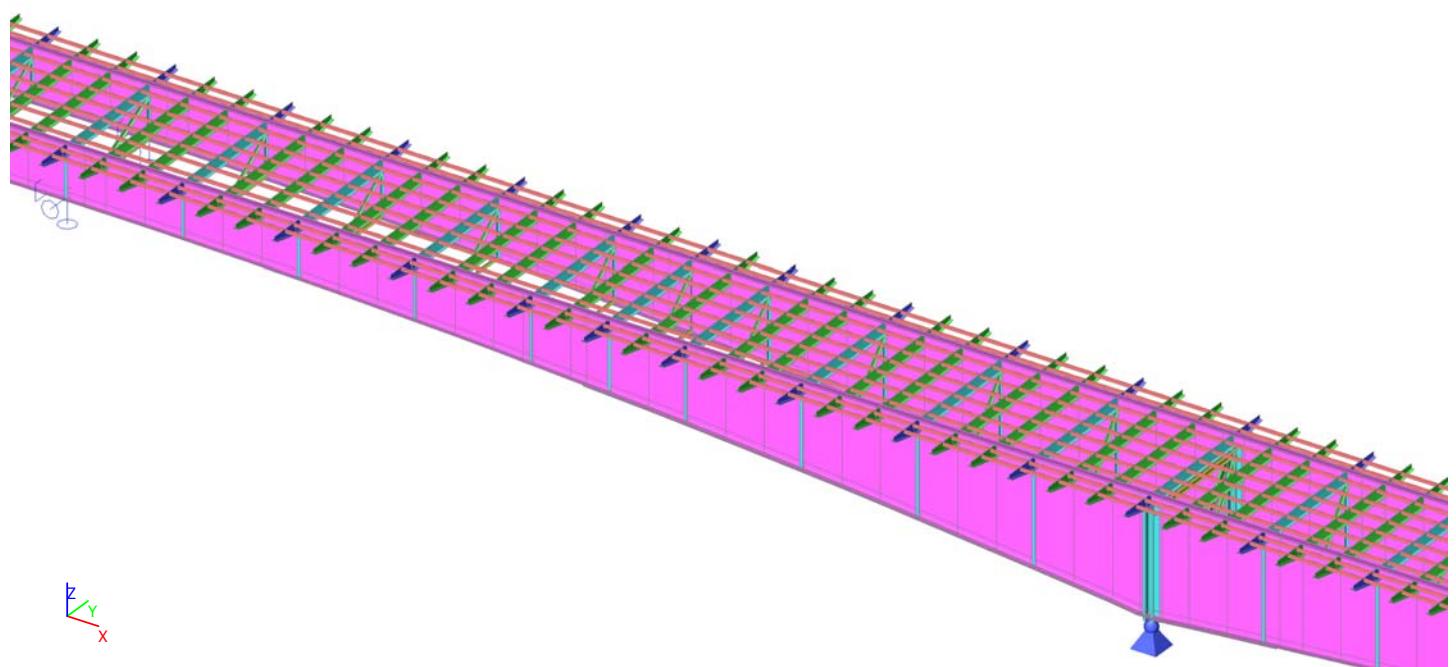
3.1. 3D weergave model met bouwfases



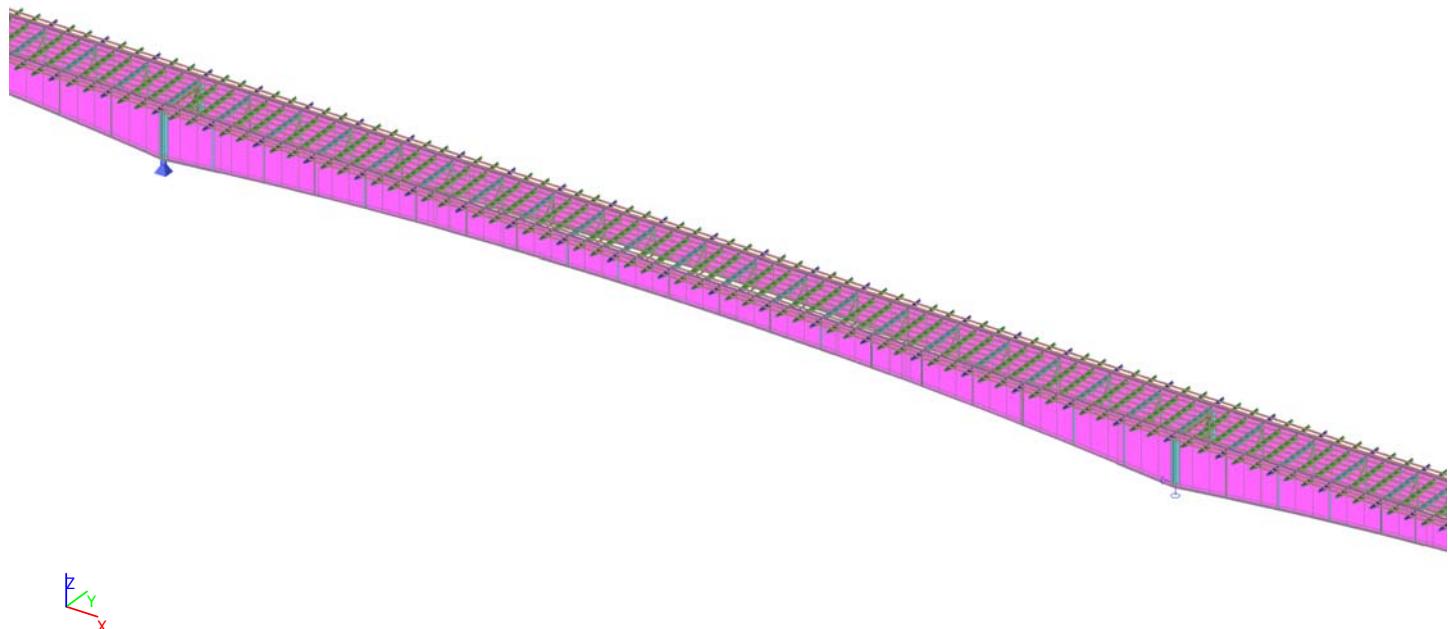
3.2. Constructiemodel 1e overspanning



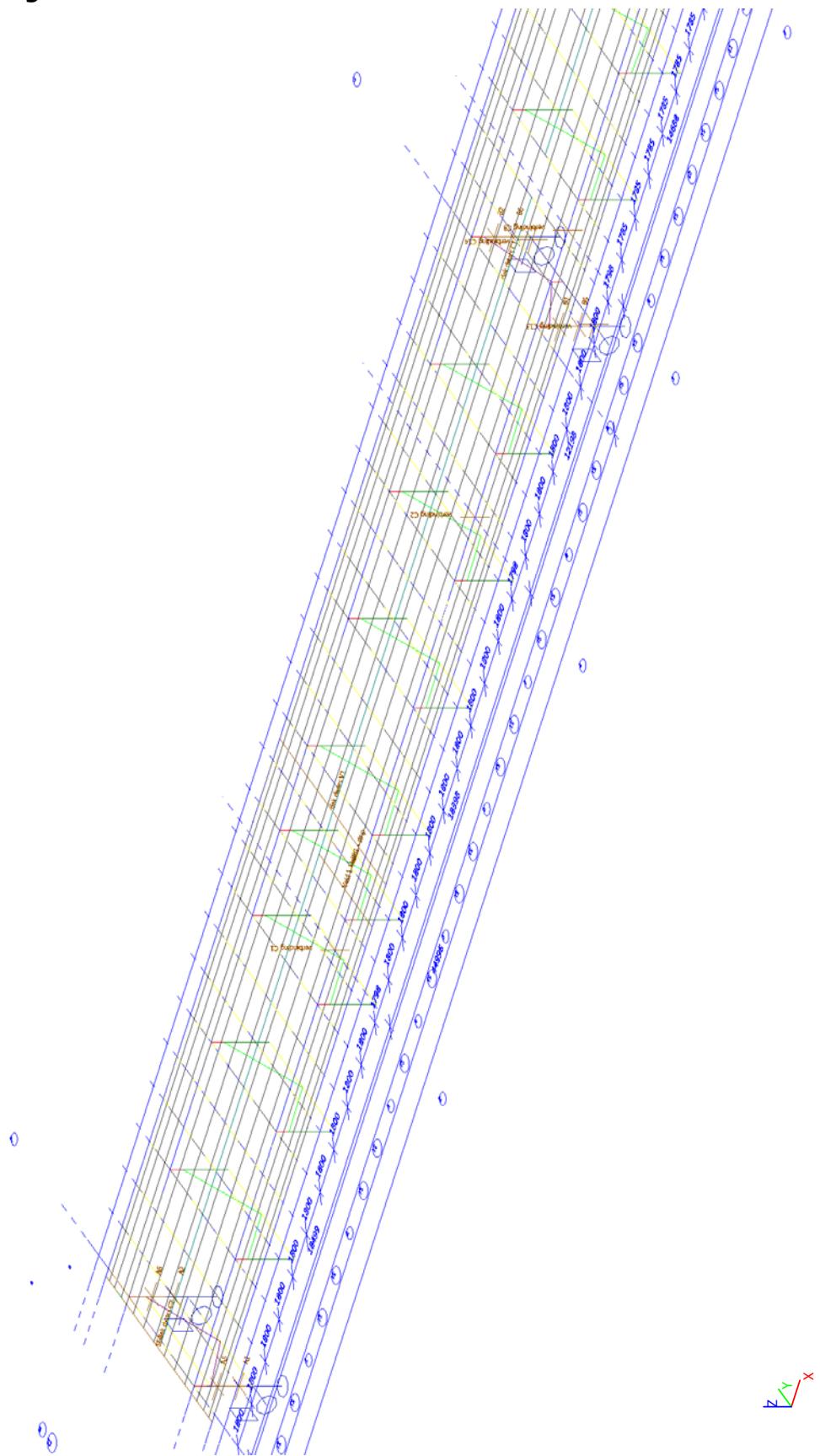
3.3. Constructiemodel 2e overspanning



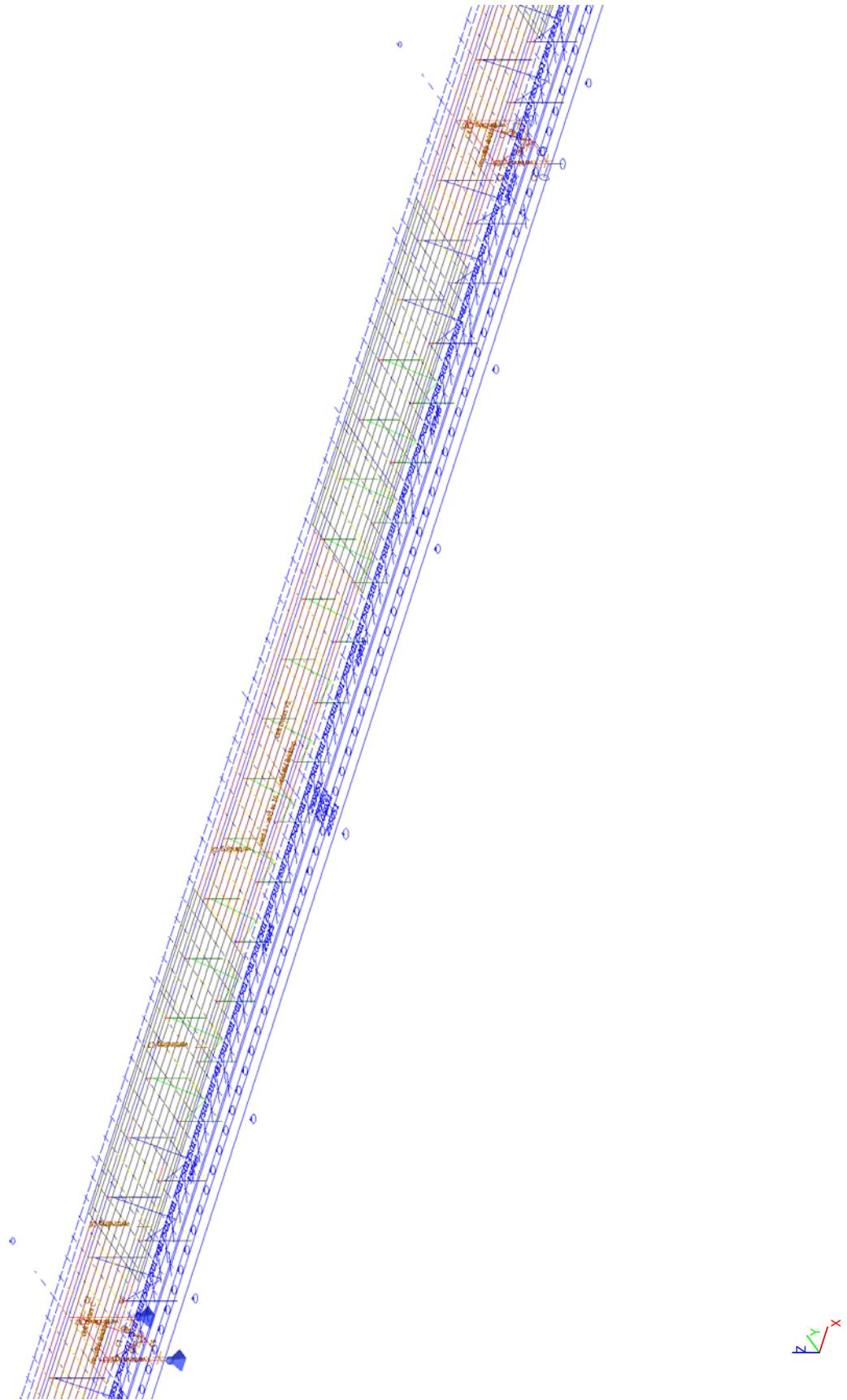
3.4. Constructiemodel 3e overspanning



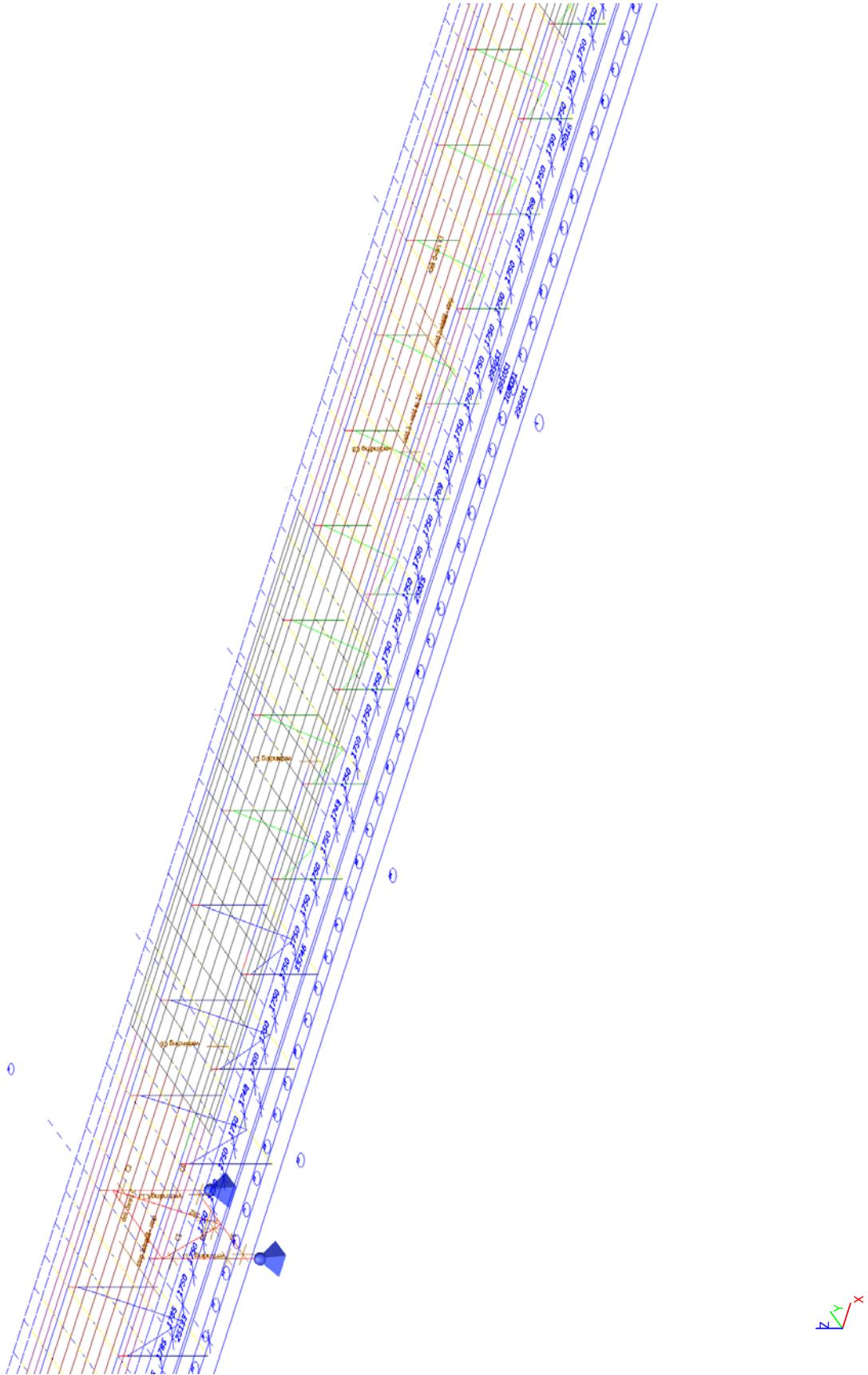
3.5. Rekenmodel 1e overspanning



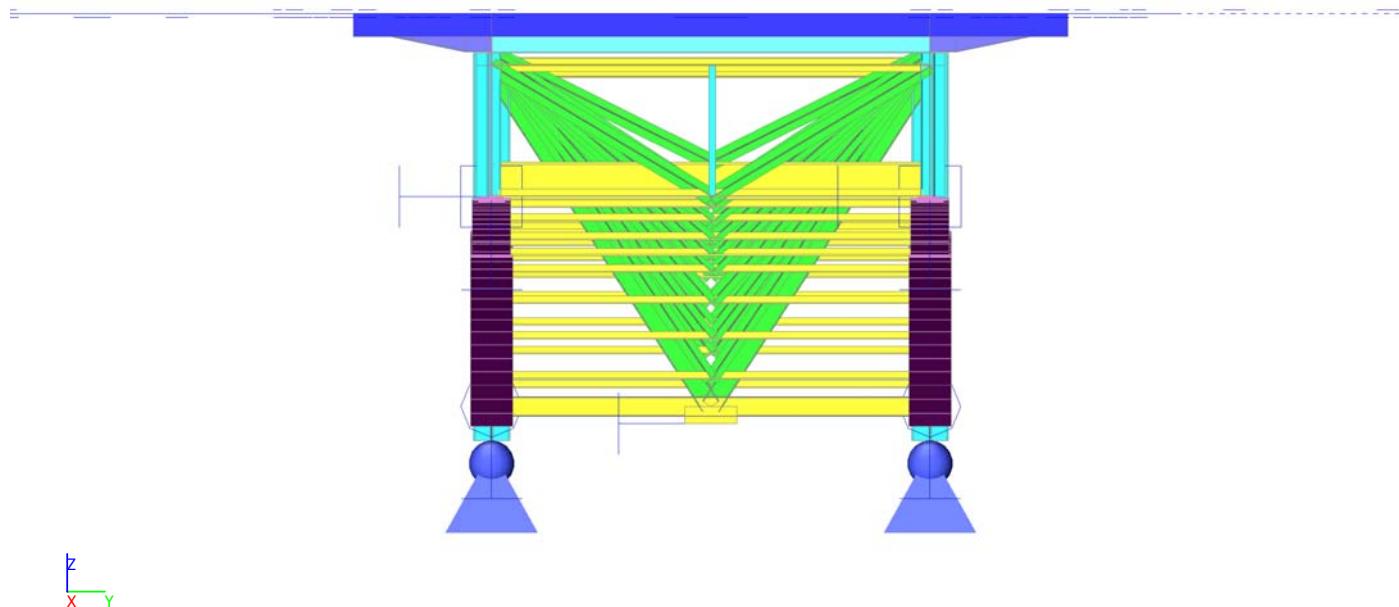
3.6. Rekenmodel 2e overspanning



3.7. Rekenmodel 3e overspanning (tot midden)



3.8. Constructiemodel

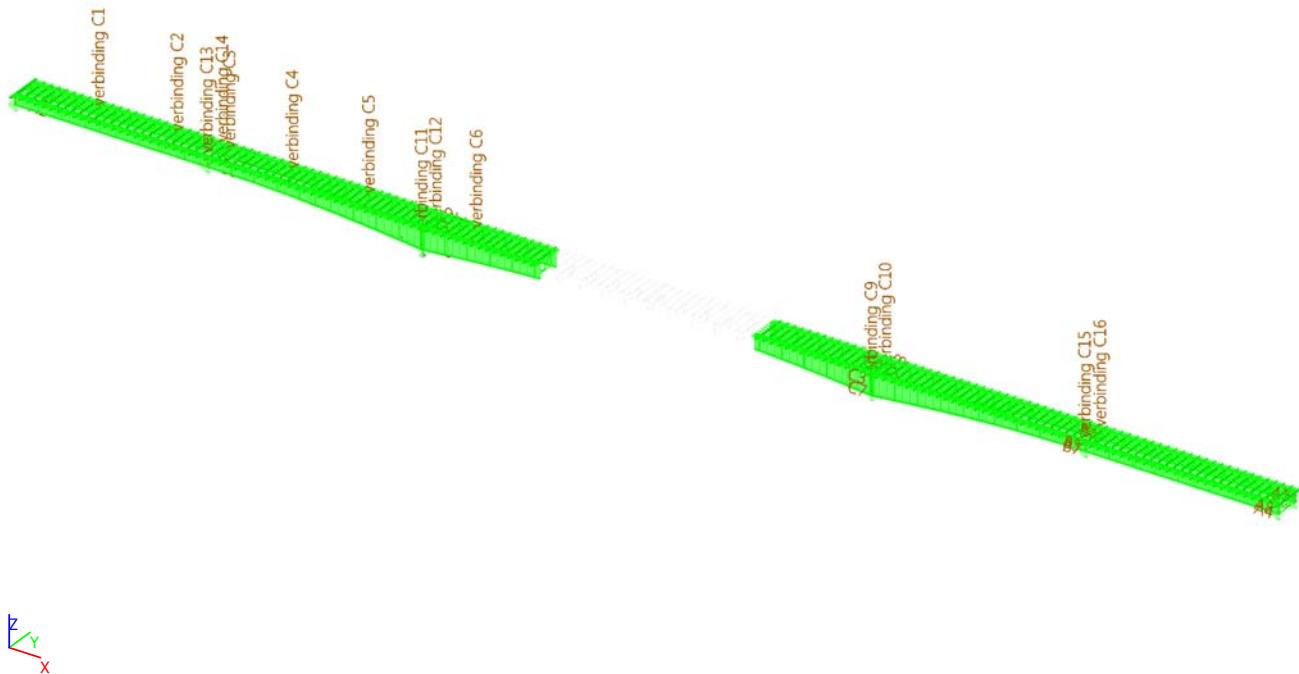


4. Bouwfasing

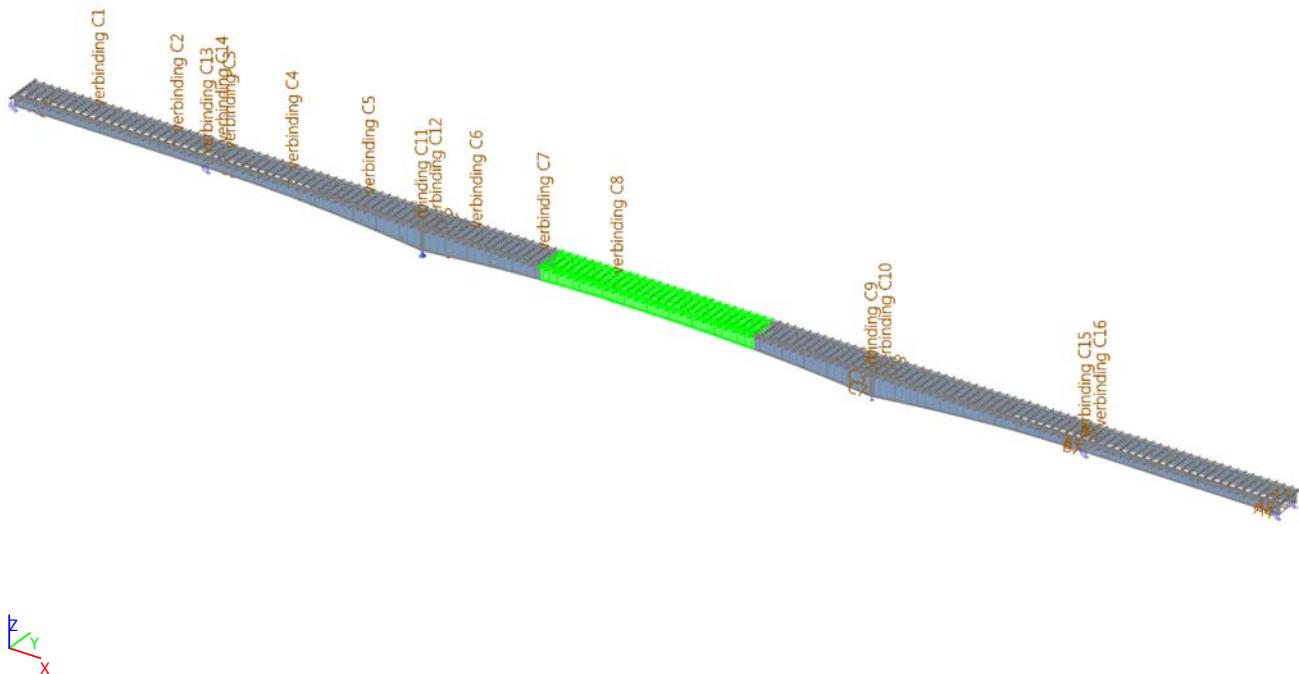
4.1. Bouwfasen

Naam	Fase volgorde	Omschrijving	Globale tijd [dag]
ST1	1	plaatsing deel 0-14 en 20-34	
ST2	2	plaatsing deel 14-20	
ST3	3	Asfaltverharding	
ST4	4	Schampkant	
ST5	5	Inspectiepad normale console	
ST6	6	Inspectiepad versterkte console	
ST7	7	Overige permanente belastingen	
ST8	8	Warmwaterleiding	

4.2. Bouwfase 1



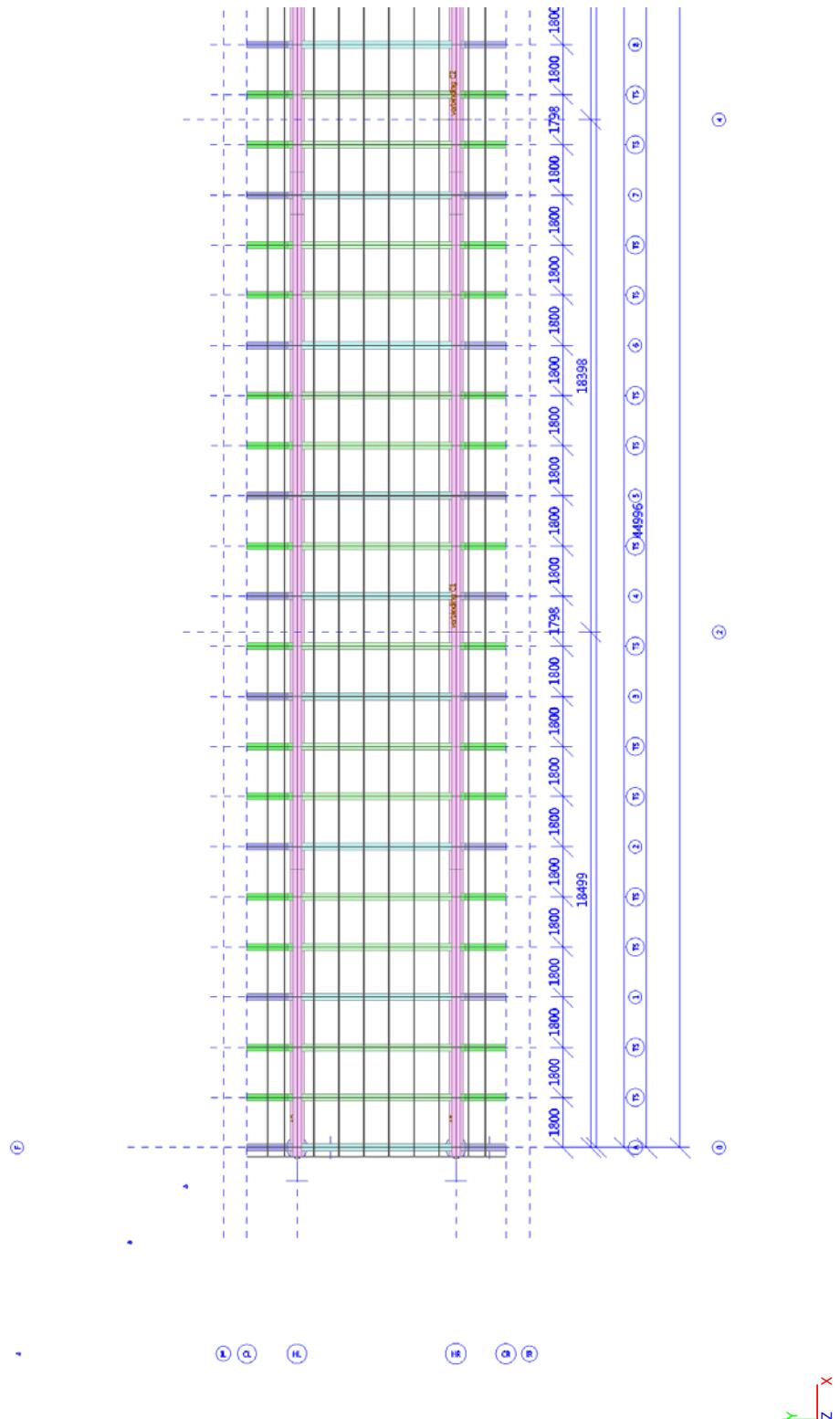
4.3. Bouwfase 2



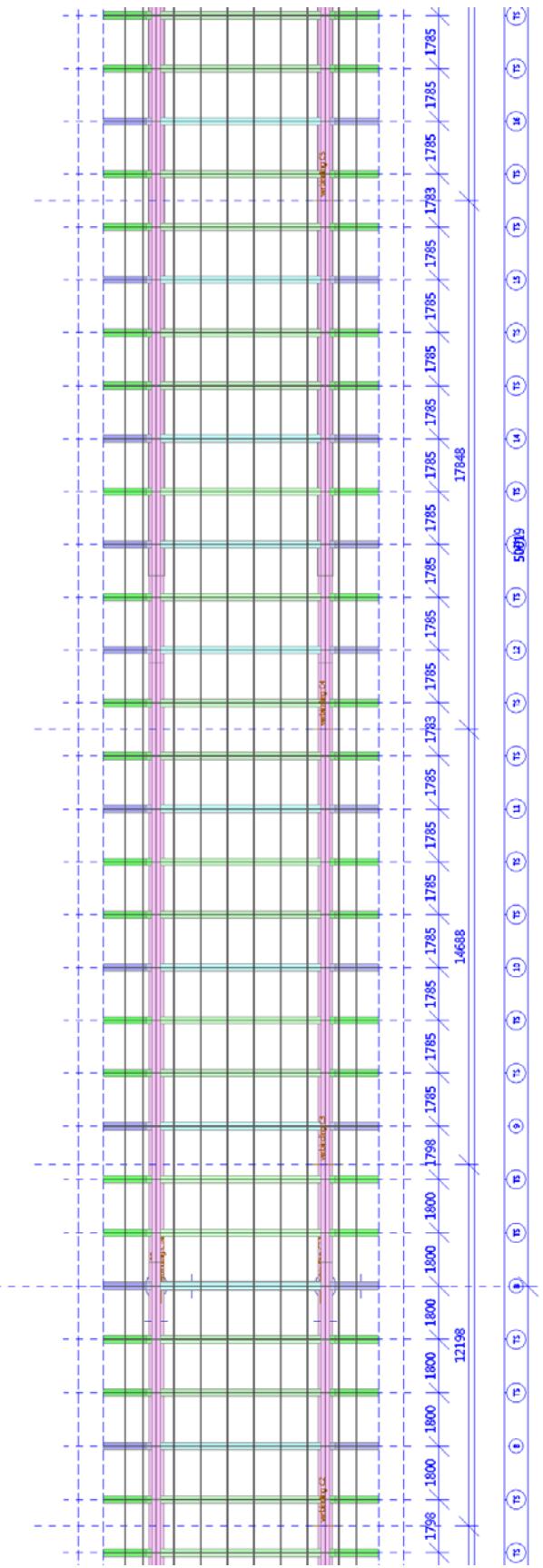
5. Afmetingen

De afmetingen zijn weergegeven tot de symmetrielinie van de brug.

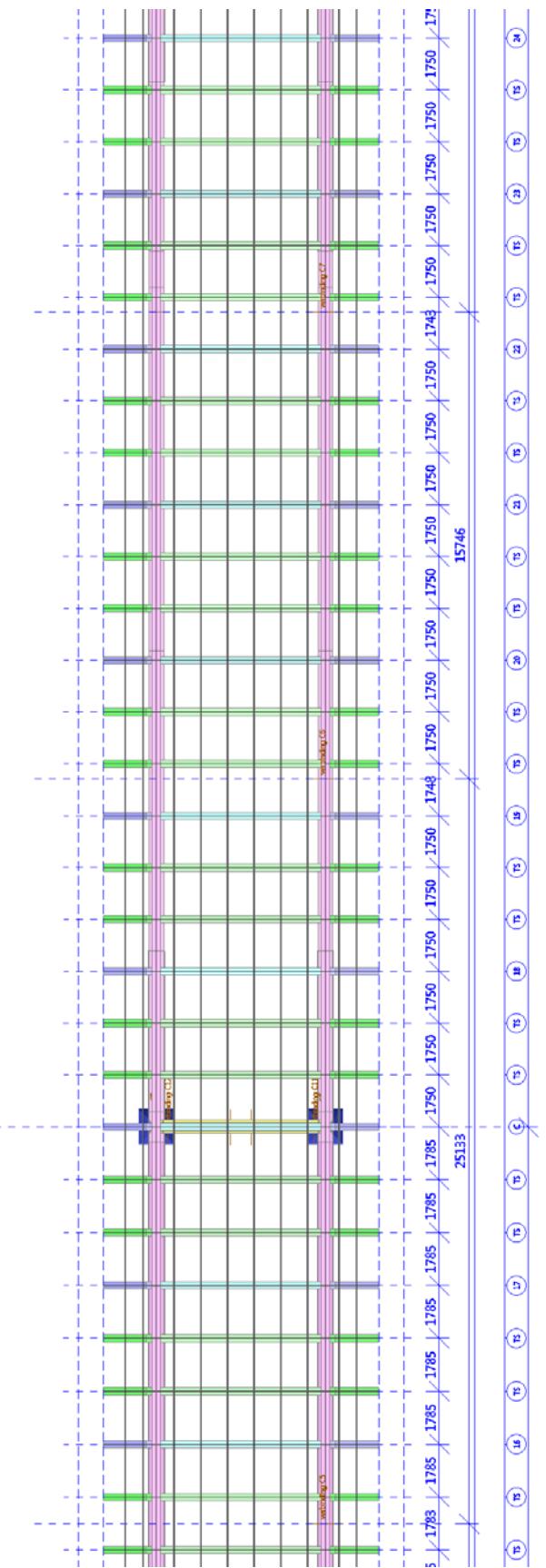
5.1. Constructiemodel deel 0-4



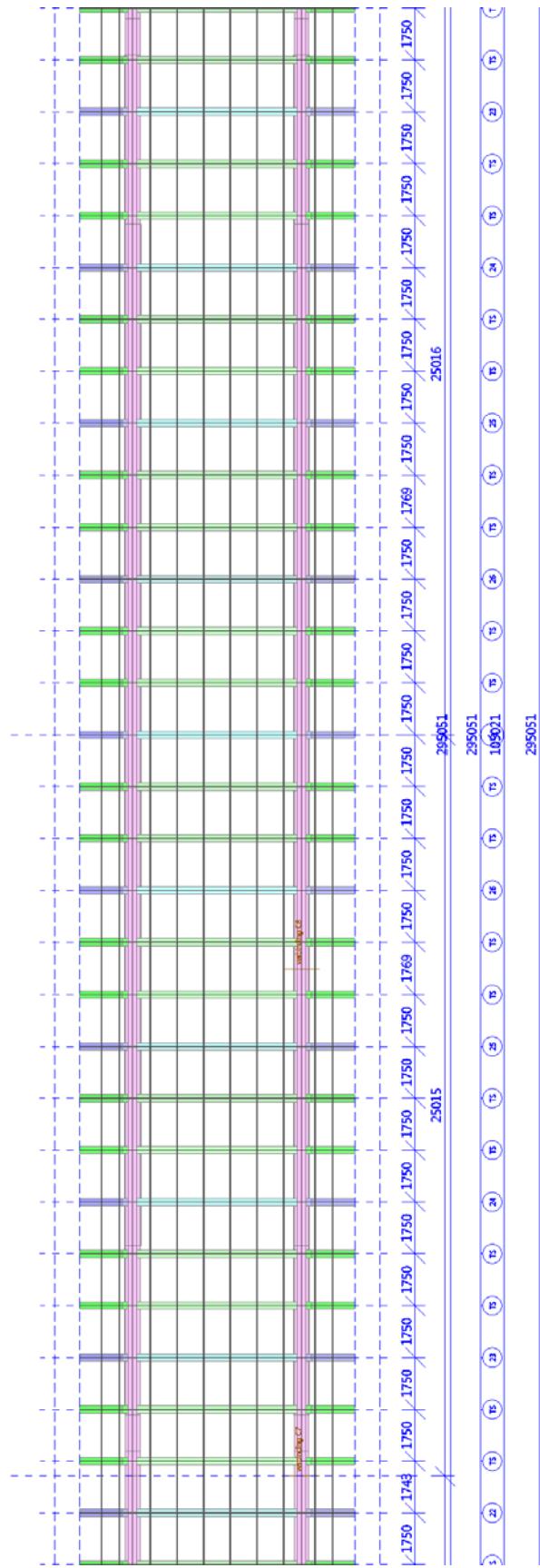
5.2. Constructiemodel deel 4-9



5.3. Constructiemodel deel 9-14

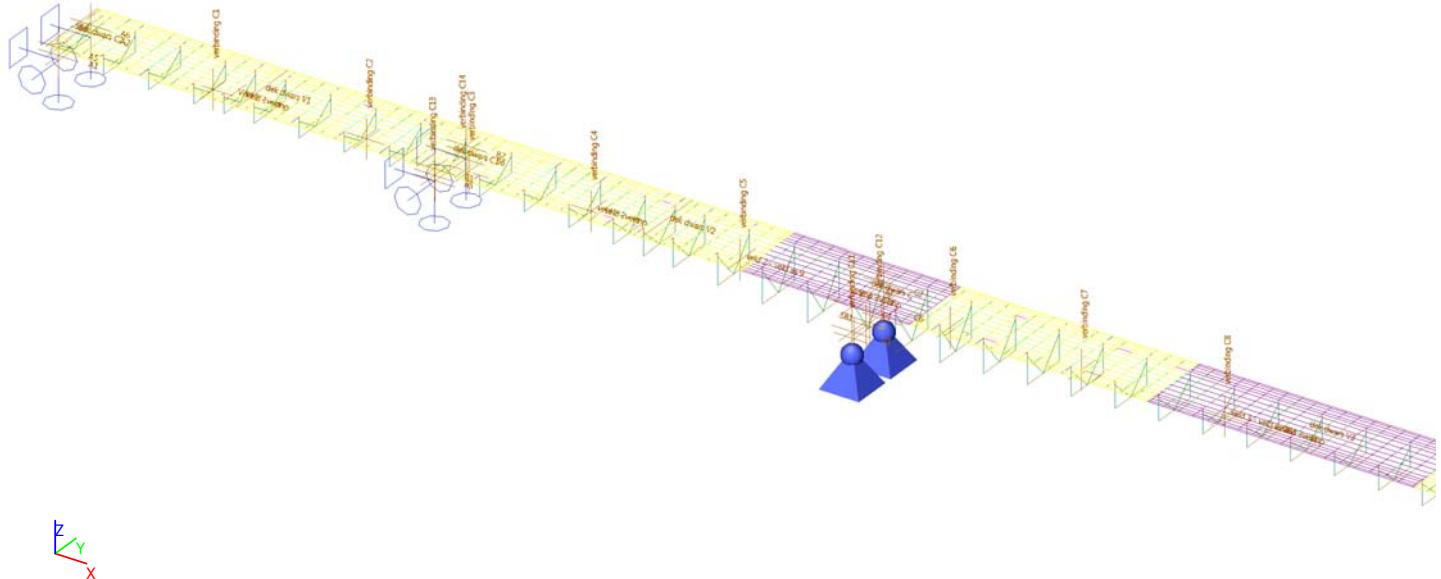


5.4. Constructiemodel deel 14-17



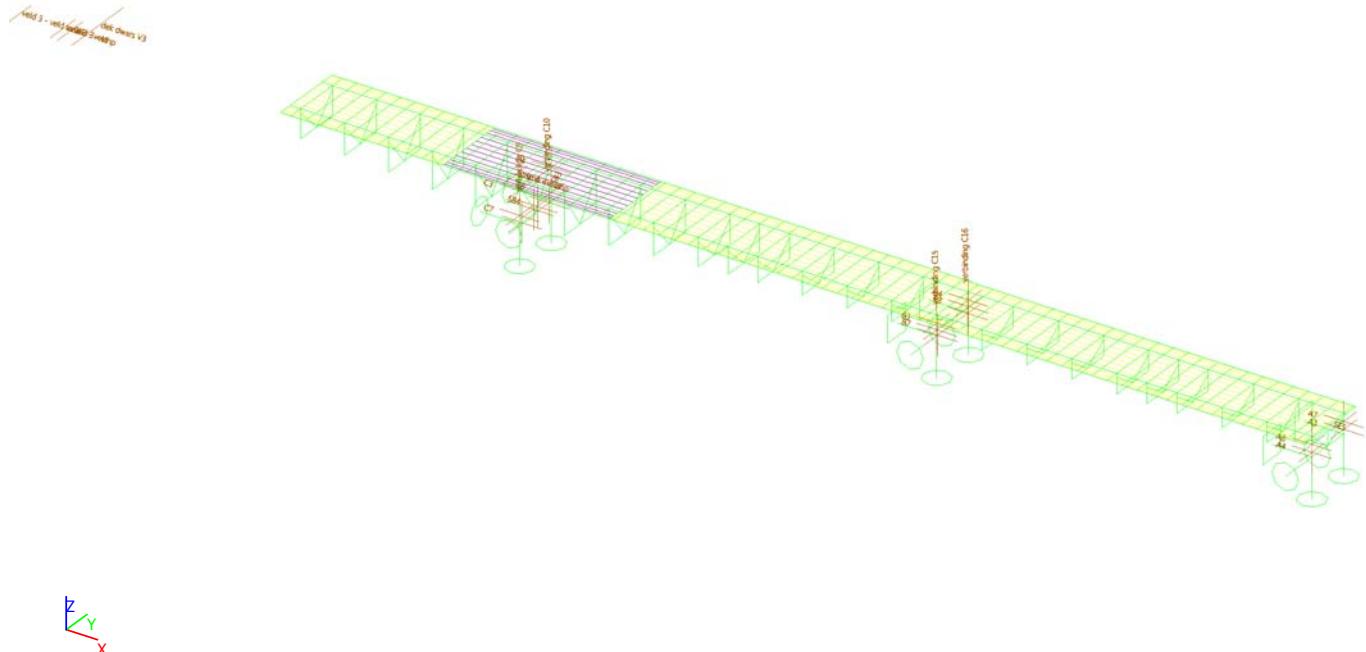
6. Opleggingen

6.1. Opleggingen noordelijke deel

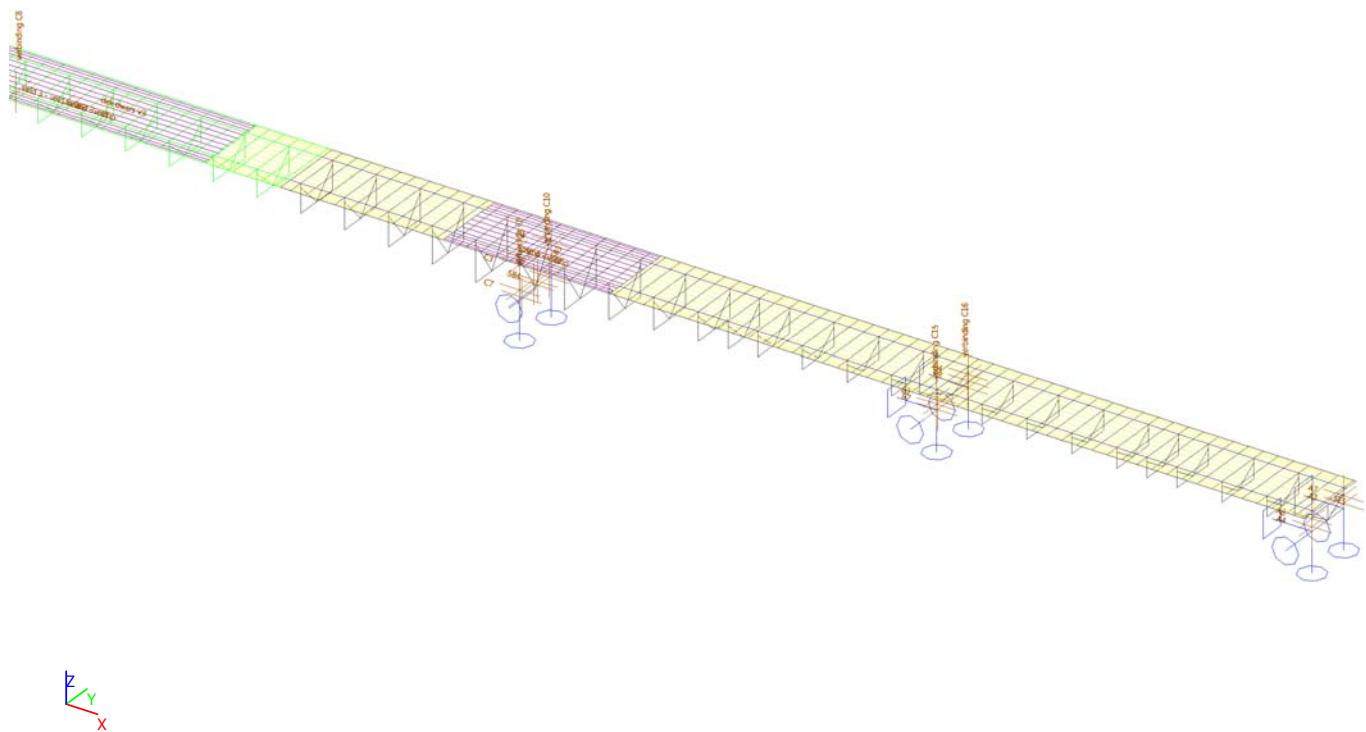


De opleggingen van de rivierpijlers van de zuidelijke helft zijn in de eerste fase ook in langsrichting vastgezet, om het model stabiel te houden in bouwfase 1. In deze bouwfase zijn de twee delen van de brug namelijk nog niet met elkaar verbonden. In bouwfase 2 worden de opleggingen verwijderd en vervangen voor de definitieve opleggingen.

6.2. Opleggingen zuidelijke deel - bouwfase 1



6.3. Opleggingen zuidelijke deel - bouwfase 2



6.4. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Toevoegen	Verwijderen
Sn4	K736	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn5	K737	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn6	K79	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn7	K80	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn14	K3947	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn15	K3948	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn16	K4598	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn17	K4599	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn19	K5810	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn20	K5809	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn21	K5810	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	ST2 - plaatsing deel 14-20	
Sn22	K5809	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	ST2 - plaatsing deel 14-20	
Sn28	K6497	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn8	N3	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	
Sn9	N4	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34	Geen	

7. Materialen

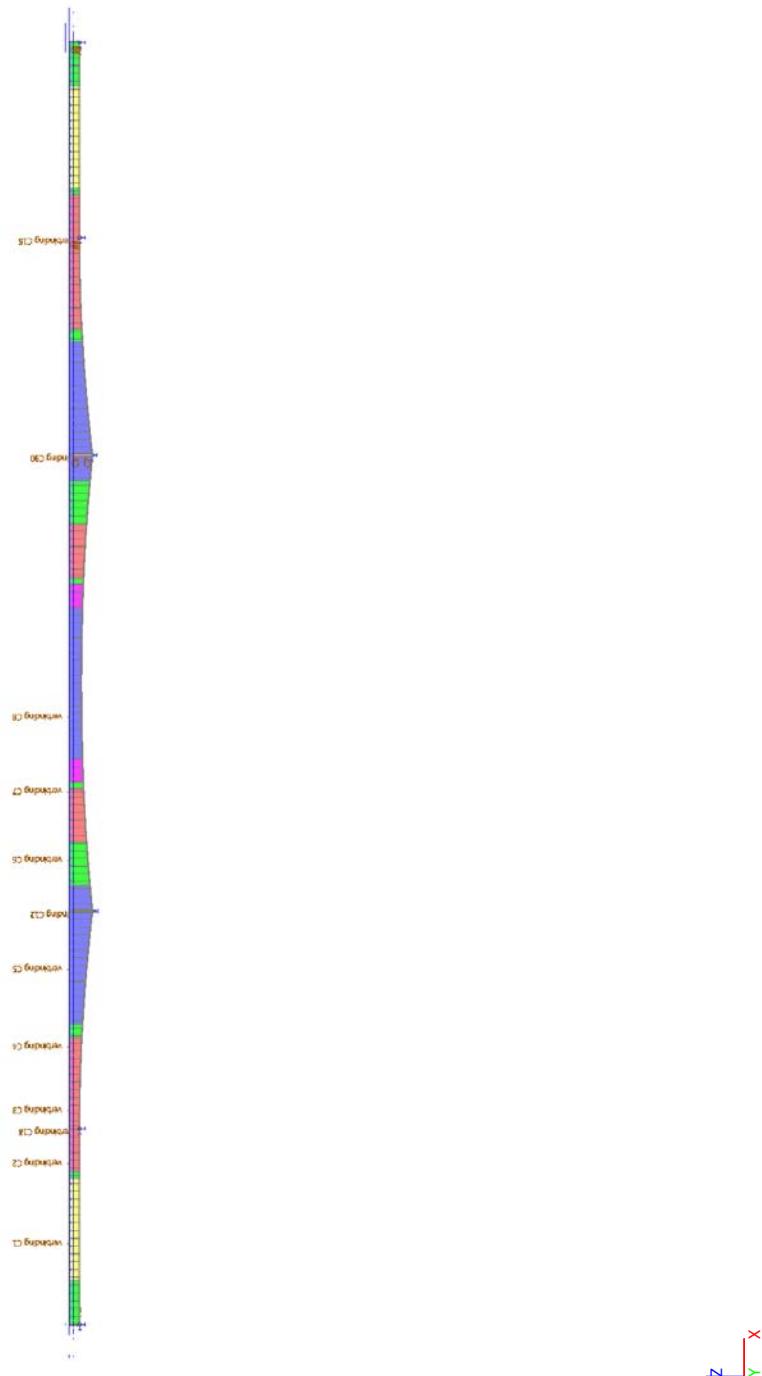
Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]						
LQmc 52 (e.g. 324%)	25434,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 216%)	16956,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 181%)	14209,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 138%)	10833,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 135%)	10598,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 125%)	9813,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 120%)	9420,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 111%)	8714,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (e.g. 108%)	8478,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
QMC 37 (e.g. 138%)	10833,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
QMC 37 (e.g. 124%)	9734,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
QMC 37 (e.g. 124%)	9734,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
QMC 37 (e.g. 111%)	8714,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
QMC 37 (e.g. 108%)	8478,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
QMC 37 (e.g. 0%)	0,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
S 235 J2 (EN 10025-2)	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 3,0 16,0 40,0 63,0 80,0 100,0 150,0 200,0	3,0 16,0 40,0 63,0 80,0 100,0 150,0 200,0 250,0	235,0 235,0 225,0 215,0 215,0 215,0 195,0 185,0 175,0	360,0 360,0 360,0 360,0 360,0 360,0 350,0 340,0 340,0	■

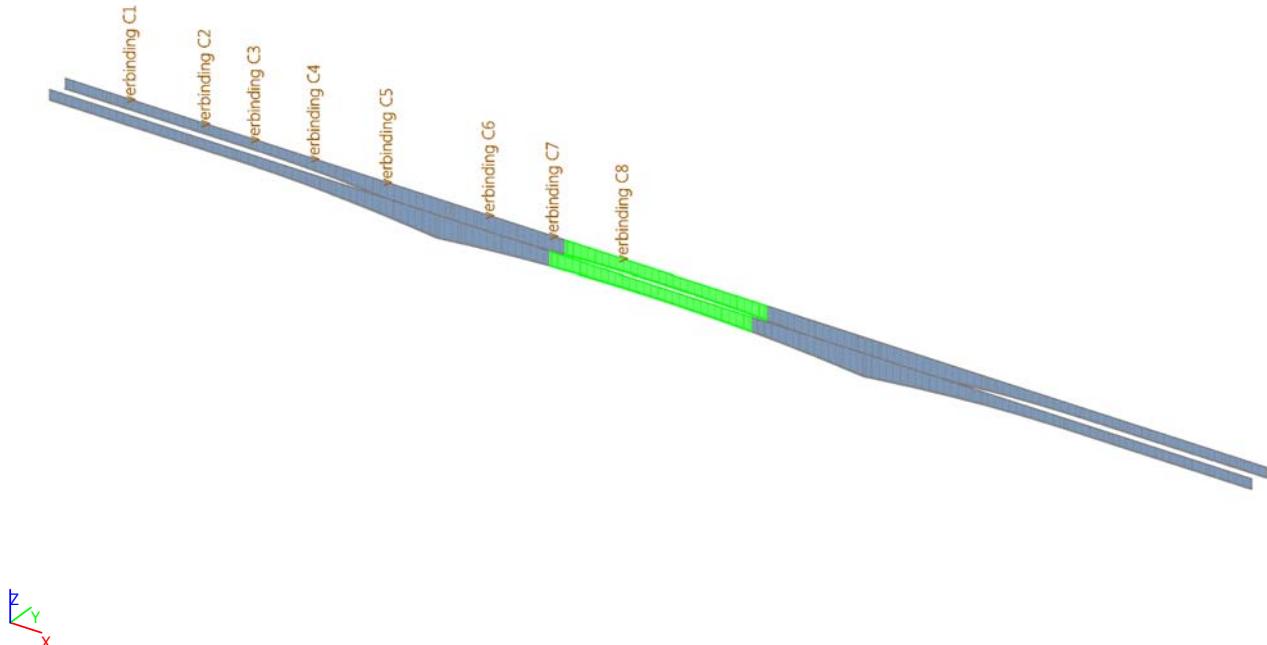
Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
				250,0	400,0	165,0	330,0	

8. Hoofdlijn

8.1. Constructiemodel



8.2. Hoofdlijger - Zijaanzicht



8.3. Doorsneden

De kleuren in de hierop volgende figuren geven de verschillen in onderflens weer

Rood: 500x20

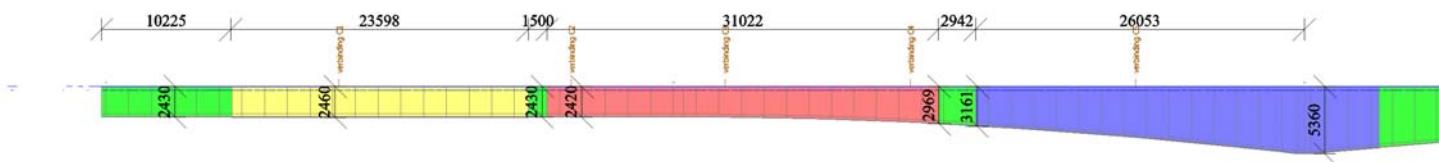
Groen 500x30

Geel: 500x30+350x30

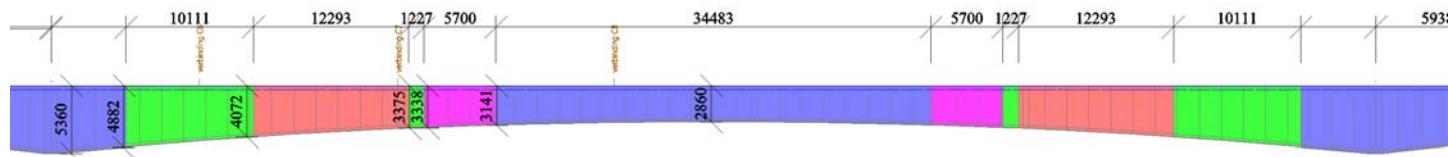
Roze: 500x30+530x10

Blauw: 500x30+550x30

8.4. Doorsneden hoofdlijn



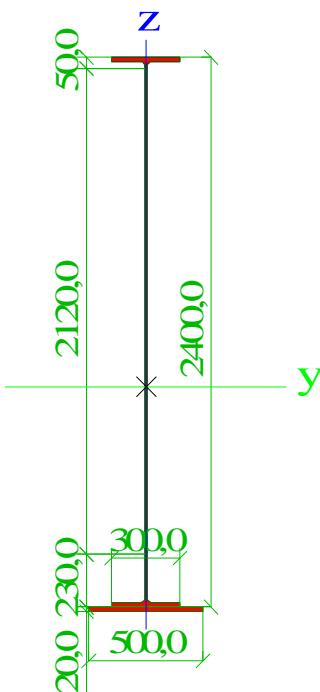
8.5. Doorsneden hoofdlijn



8.6. Doorsneden

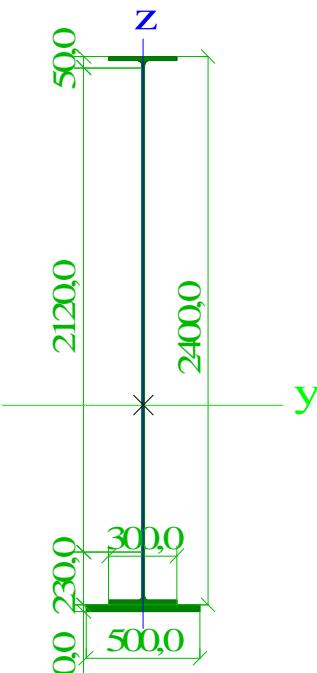
Hoofdlijger (500*20, h = 2400)1

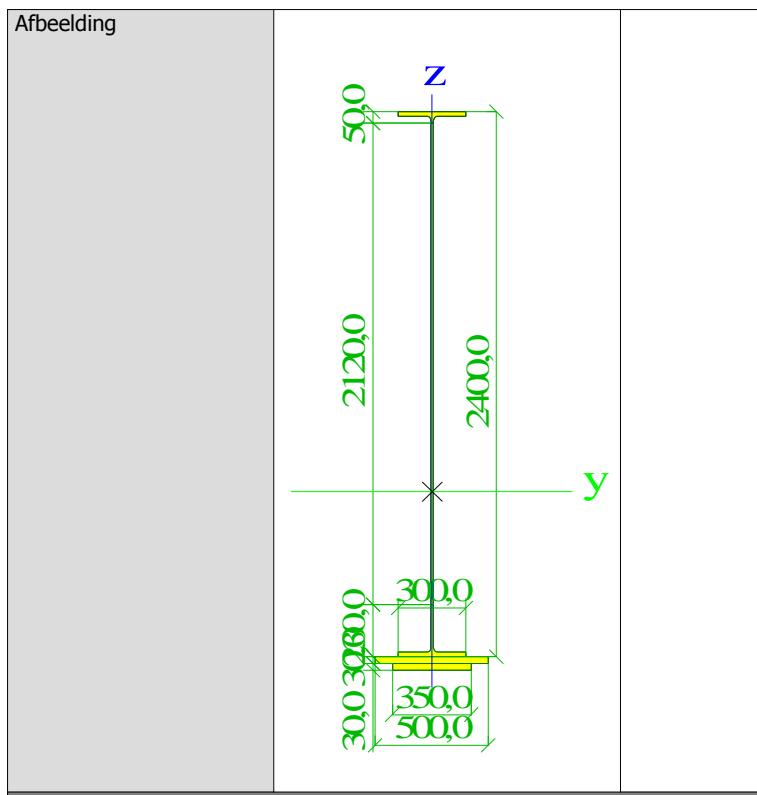
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2120,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	5,0603e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2610e-02	2,9113e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	6,3850e+00	6,3850e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-1439,1
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,2278e-02	2,9871e-04
i _y [mm], i _z [mm]	914,0	76,8
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,9378e-02	1,1948e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	4,1339e-02	2,2378e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,45e+07	1,45e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	7,83e+05	7,83e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8773e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	310,4	0,0
Afbeelding		



Hoofdlijger (500*30, h = 2400)1

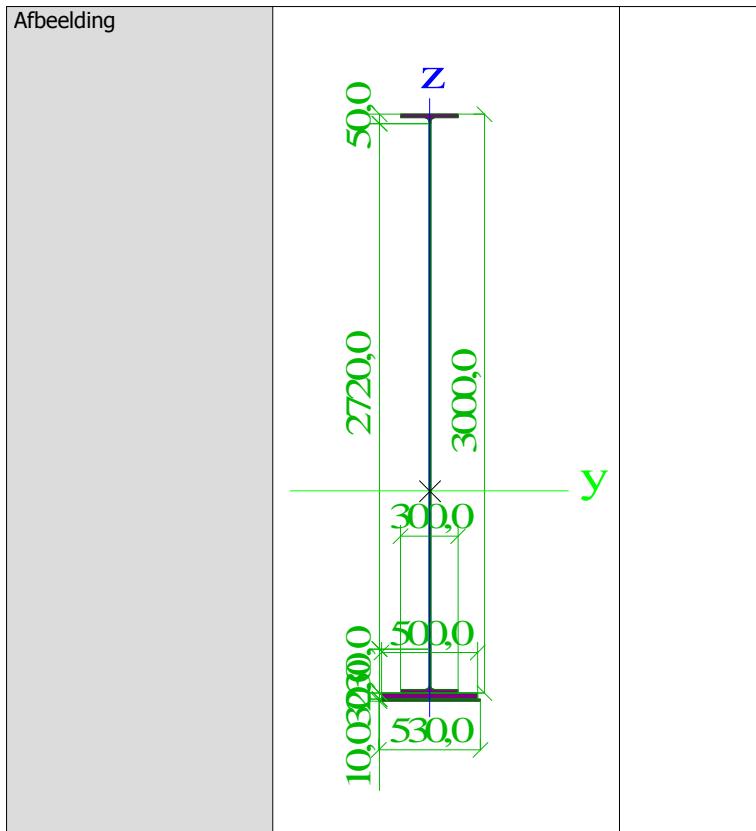
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2120,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	5,5603e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7511e-02	2,9019e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	6,4050e+00	6,4050e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-1527,8
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,6701e-02	4,0287e-04

i _y [mm], i _z [mm]	916,5	85,1
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,0568e-02	1,6115e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,4859e-02	2,8628e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,57e+07	1,57e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,00e+06	1,00e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,1169e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	443,7	0,0
Afbeelding		
		
Hoofdligger (500*30 + 350*30, h = 2400)1		
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2120,0; 30,0; 500,0; 30,0; 350,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 111%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,6103e-02	2,9312e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	3,8472e-02	6,4650e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	6,4650e+00	0,0
α [deg]	0,0	-1673,5
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,0	0,0
i _y [mm], i _z [mm]	5,4132e-02	5,1006e-04
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	904,9	87,8
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,2347e-02	2,0402e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,9073e-02	3,7816e-03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,72e+07	1,72e+07
d _y [mm], d _z [mm]	1,32e+06	1,32e+06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	8,8178e-06	0,0000e+00
	673,5	0,0



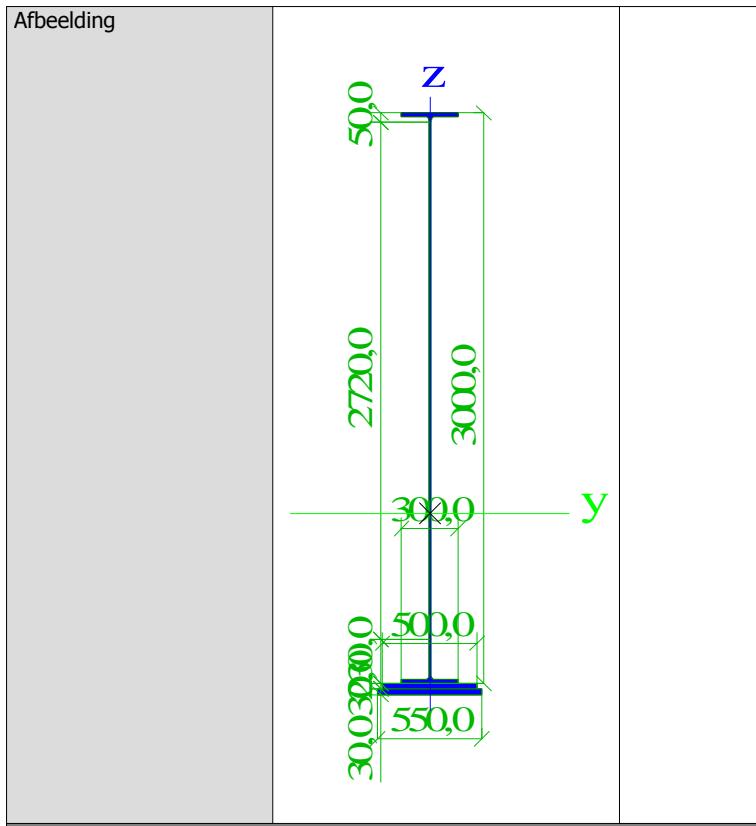
Hoofdligger (500*30 + 530*10, h = 3000)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2720,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	6,8103e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2898e-02	3,6141e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,6850e+00	7,6850e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-1953,1
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,6126e-02	5,2702e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1124,6	88,0
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	4,4096e-02	1,9888e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	6,6858e-02	3,5867e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	2,34e+07	2,34e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,26e+06	1,26e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,2441e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	599,8	0,0



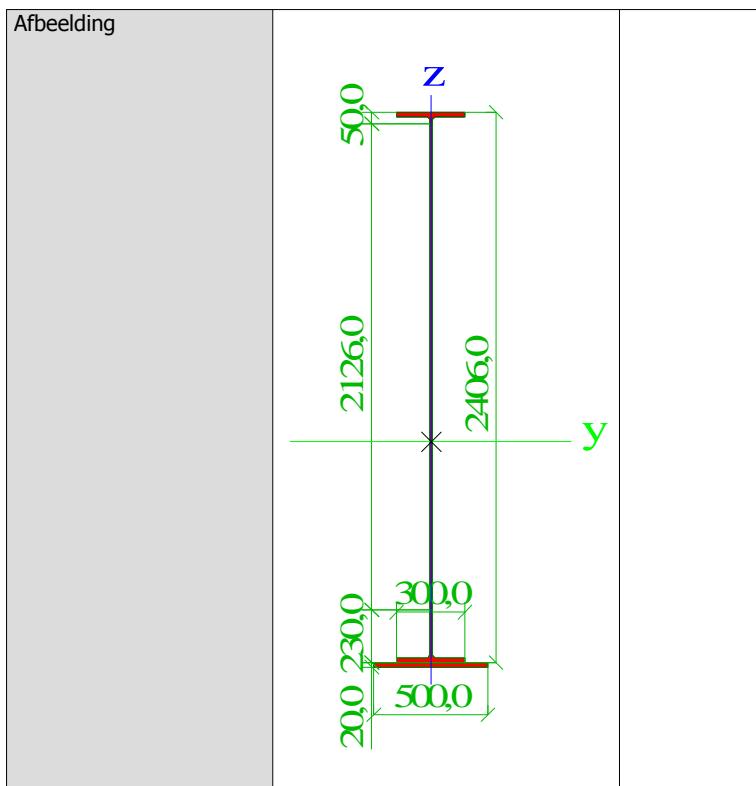
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3000)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2720,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,9303e-02	3,6376e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	4,3696e-02	7,7650e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	7,7693e-02	0,0
α [deg]	0,00	-2108,0
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,7693e-02	8,1890e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1109,9	101,6
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	4,6344e-02	2,9778e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	7,2129e-02	5,1532e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	2,52e+07	2,52e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0121e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	843,3	0,0



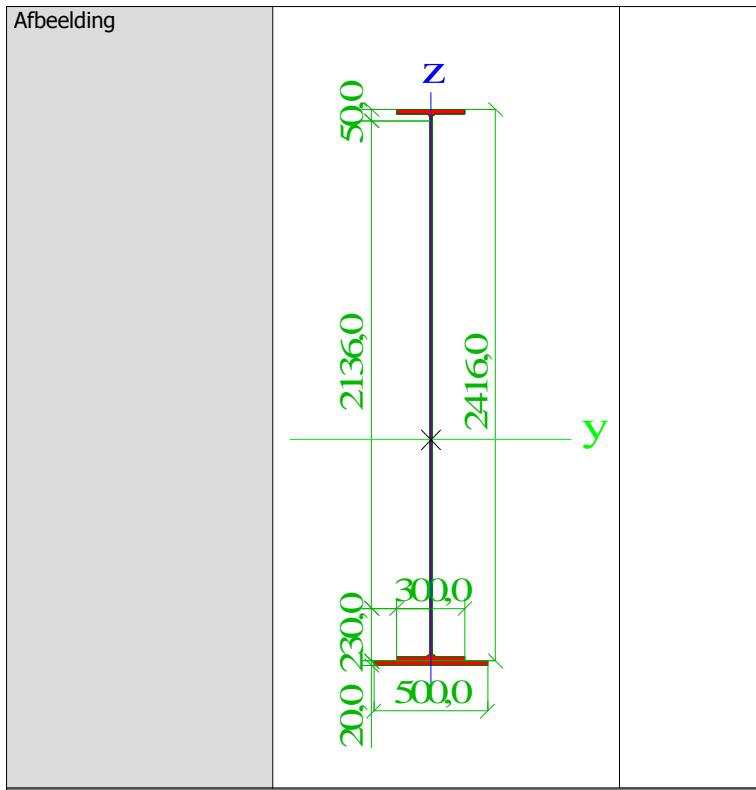
Hoofdligger (500*20, h = 2406)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2126,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	5,0675e-02	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2610e-02	2,9185e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,3970e+00	6,3970e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1442,4	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,2528e-02	2,9871e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	916,1	76,8	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,9485e-02	1,1948e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,1491e-02	2,2380e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,45e+07	1,45e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,83e+05	7,83e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8765e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	310,5	0,0	



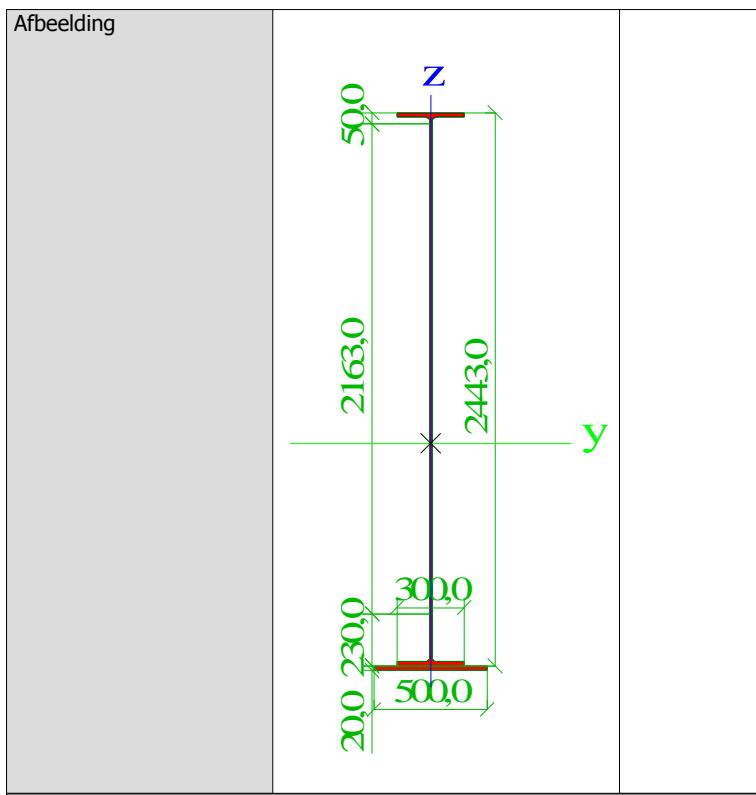
Hoofdlijger (500*20, h = 2416)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2136,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		5,0795e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2611e-02	2,9305e-02
A _l [m ² /m], A _D [m ² /m]		6,4170e+00	6,4170e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-1447,8
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		4,2948e-02	2,9871e-04
i _y [mm], i _z [mm]		919,5	76,7
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		2,9665e-02	1,1948e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		4,1744e-02	2,2384e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		1,46e+07	1,46e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		7,83e+05	7,83e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,8750e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		310,7	0,0



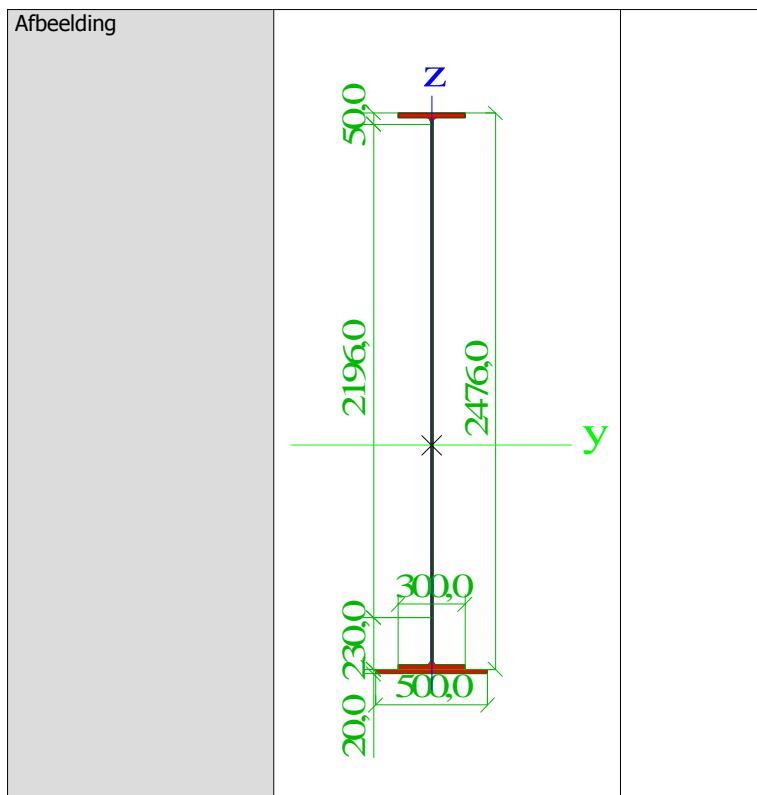
Hoofdlijger (500*20, h = 2443)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2163,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		5,1119e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2613e-02	2,9629e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		6,4710e+00	6,4710e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-1462,4
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		4,4095e-02	2,9871e-04
i _y [mm], i _z [mm]		928,8	76,4
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		3,0152e-02	1,1948e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		4,2432e-02	2,2394e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		1,49e+07	1,49e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		7,84e+05	7,84e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,8715e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]		311,2	0,0



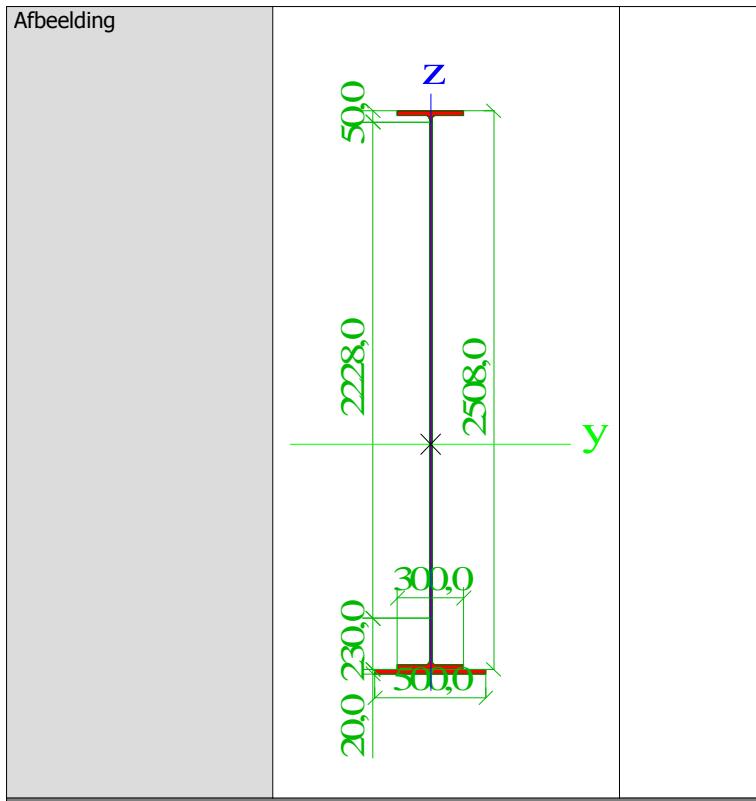
Hoofdlijger (500*20, h = 2476)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2196,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	5,1515e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2615e-02	
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	6,5370e+00	
c _{x.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	-1480,3
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5521e-02	2,9872e-04
i _y [mm], i _z [mm]	940,0	76,1
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	3,0752e-02	1,1949e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	4,3279e-02	2,2405e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,51e+07	1,51e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	7,84e+05	7,84e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8678e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	311,7	0,0



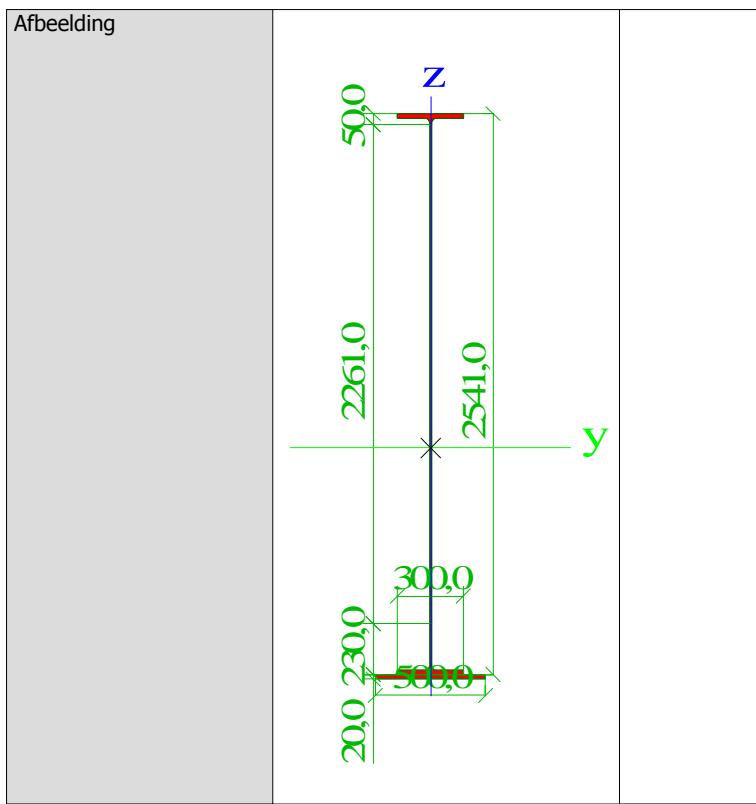
Hoofdlijger (500*20, h = 2508)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2228,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	5,1899e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2618e-02	3,0408e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,6010e+00	6,6010e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1497,5
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,6931e-02	2,9872e-04
i _y [mm], i _z [mm]	950,9	75,9
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,1338e-02	1,1949e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,4106e-02	2,2417e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,54e+07	1,54e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,85e+05	7,85e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8647e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	312,2	0,0



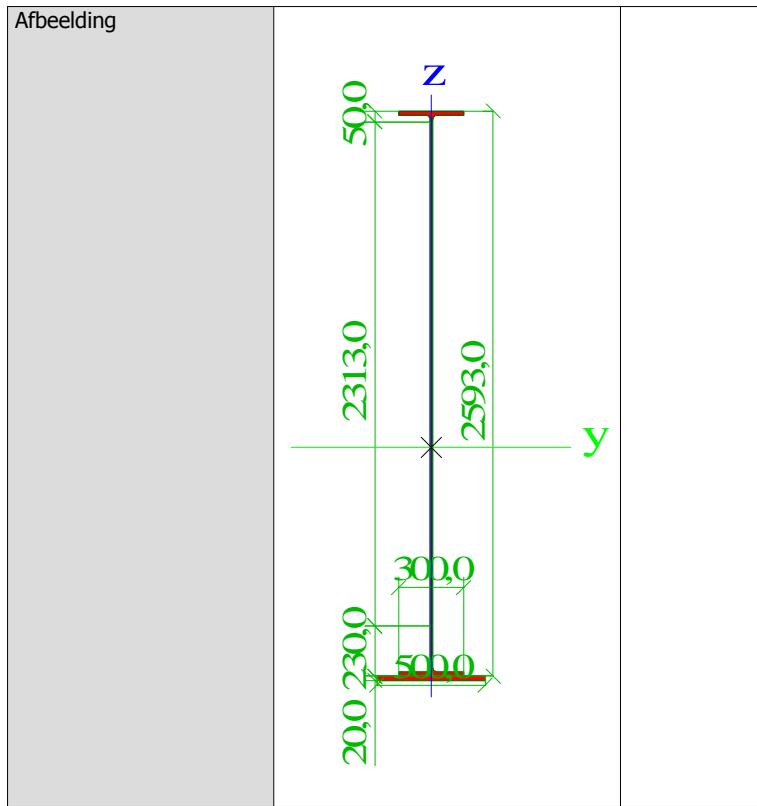
Hoofdligger (500*20, h = 2541)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2261,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	5,2295e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2620e-02		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,6670e+00		
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0		
a [deg]	-1515,4		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00		
i _y [mm], i _z [mm]	4,8412e-02		
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]	2,9873e-04		
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]	962,2		
M _{p1.y.+} [Nm], M _{p1.y.-} [Nm]	75,6		
M _{p1.z.+} [Nm], M _{p1.z.-} [Nm]	3,1948e-02		
d _y [mm], d _z [mm]	1,1949e-03		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,4966e-02		
β_y [mm], β_z [mm]	2,2429e-03		
	1,57e+07		
	7,85e+05		
	0,0		
	0,0		
	3,8621e-06		
	0,0000e+00		
	312,7		



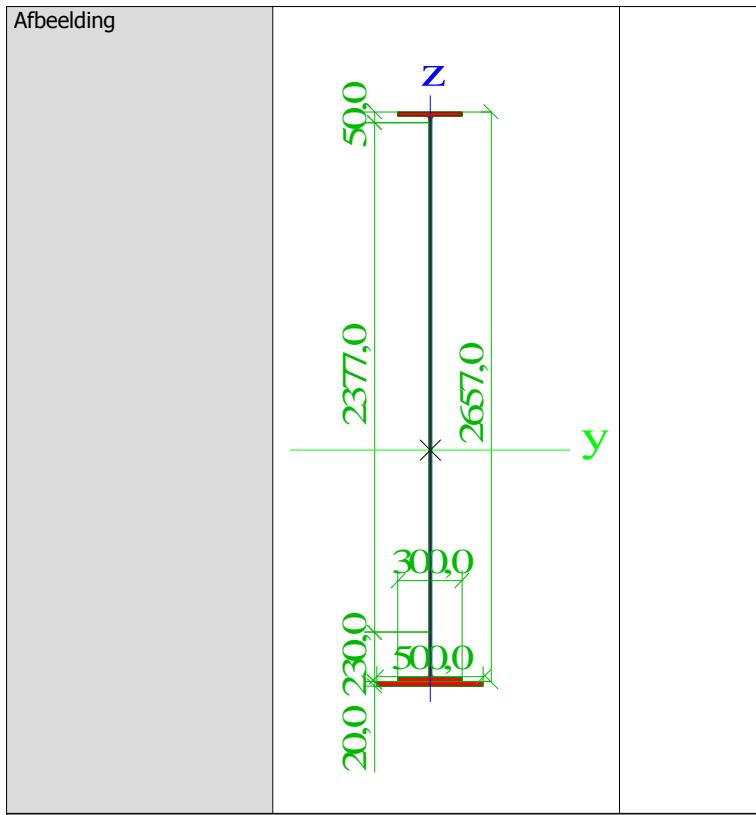
Hoofdligger (500*20, h = 2593)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2313,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	5,2919e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2624e-02	3,1423e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		6,7710e+00	6,7710e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-1543,4
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		5,0804e-02	2,9873e-04
i _y [mm], i _z [mm]		979,8	75,1
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		3,2917e-02	1,1949e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		4,6334e-02	2,2448e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		1,62e+07	1,62e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		7,86e+05	7,86e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,8591e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		313,4	0,0



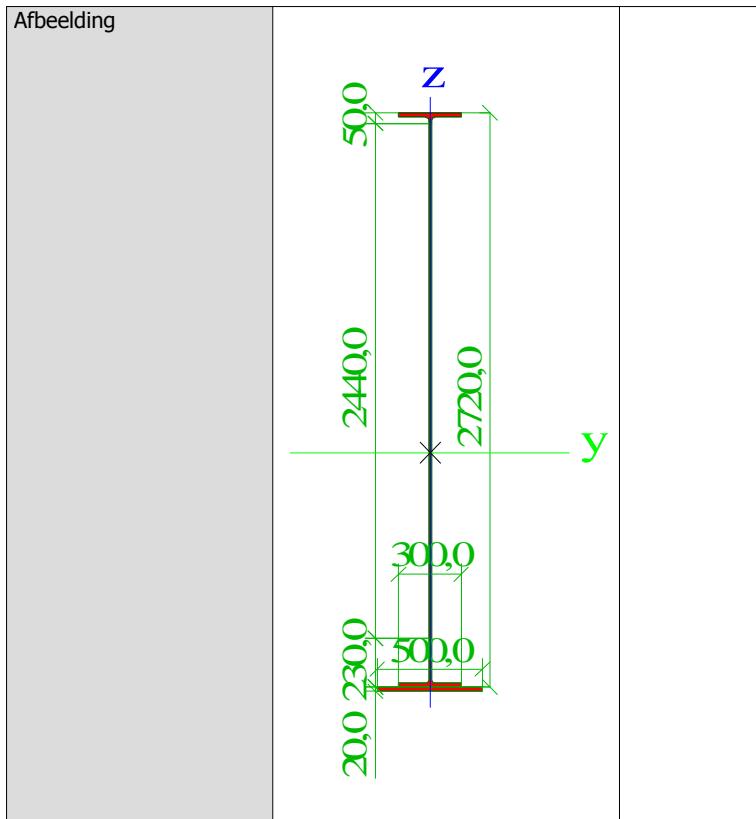
Hoofdlijger (500*20, h = 2657)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	2377,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,3687e-02	3,2186e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,2628e-02	6,8990e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	6,8990e+00	0,0
a [deg]	0,00	-1577,8
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,3846e-02	2,9874e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1001,5	74,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,4127e-02	1,1950e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,8039e-02	2,2471e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,68e+07	1,68e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,86e+05	7,86e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8572e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	314,2	0,0



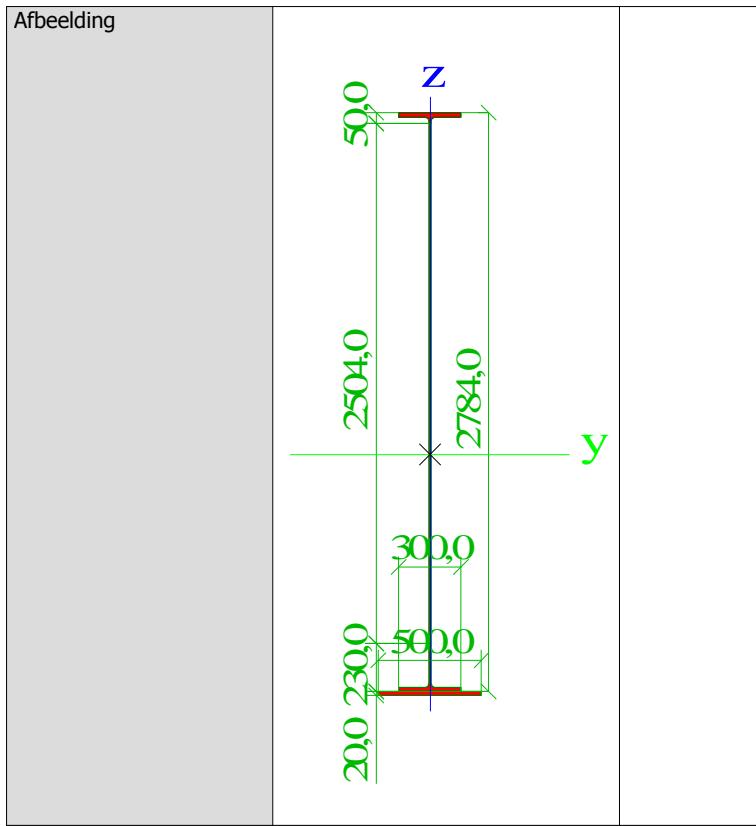
Hoofdlijger (500*20, h = 2720)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2440,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	■	d
A [m ²]	5,4443e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2632e-02	3,2934e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,0250e+00	7,0250e+00	
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-1611,6	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,6947e-02	2,9875e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1022,7	74,1	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	3,5335e-02	1,1950e-03	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	4,9742e-02	2,2493e-03	
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,74e+07	1,74e+07	
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	7,87e+05	7,87e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8569e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	314,9	0,0	



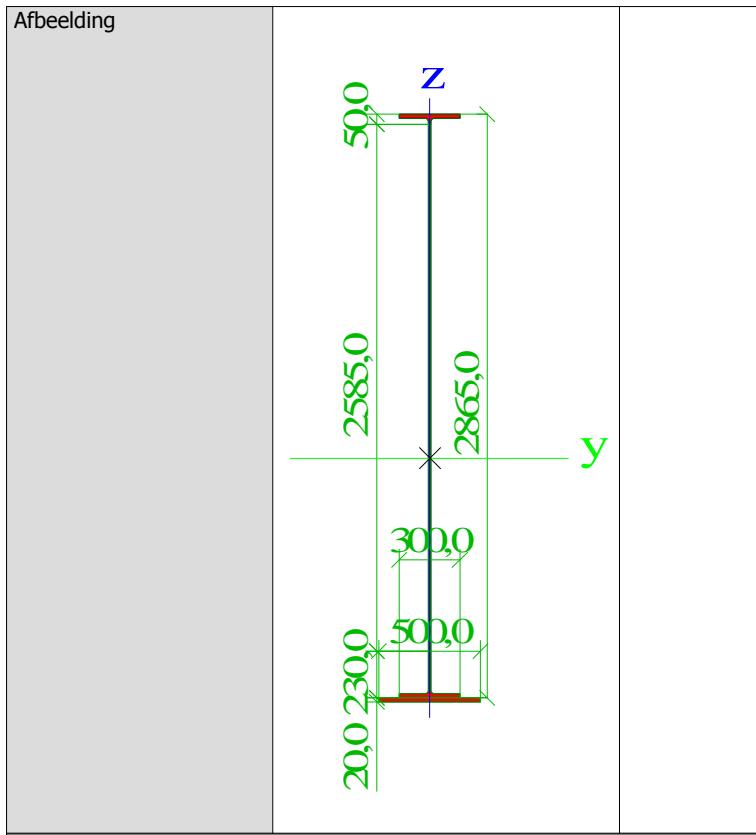
Hoofdlijger (500*20, h = 2784)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2504,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m ²]	5,5211e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2636e-02	3,3693e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,1530e+00	7,1530e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1645,9
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	6,0207e-02	2,9876e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1044,3	73,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,6579e-02	1,1950e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,1497e-02	2,2516e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,80e+07	1,80e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,88e+05	7,88e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,8583e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	315,5	0,0



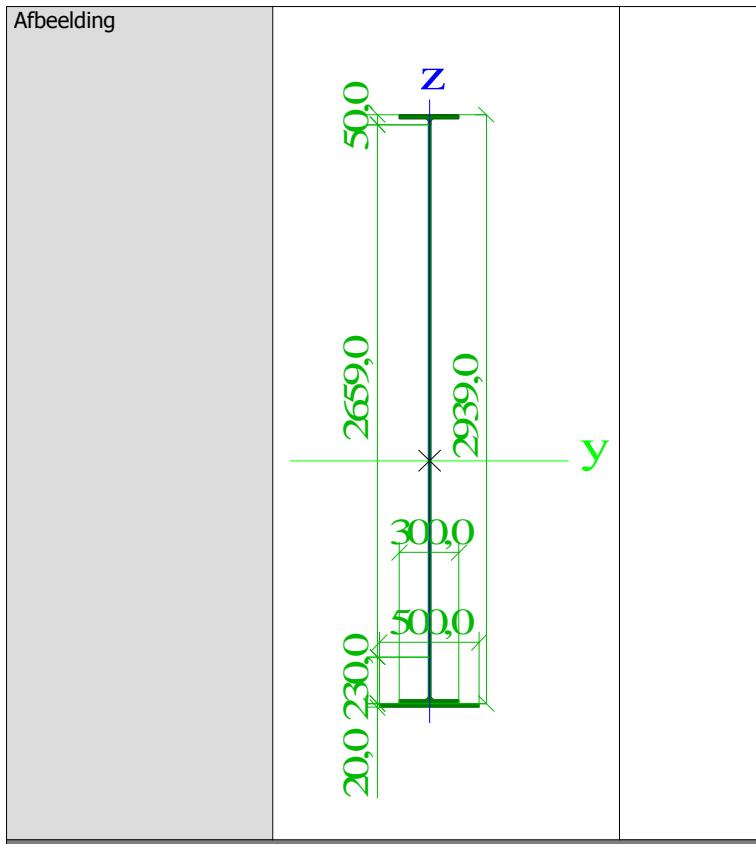
Hoofdligger (500*20, h = 2865)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2585,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,6183e-02	3,4651e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	2,2641e-02	7,3150e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	7,3150e+00	0,0
a [deg]	0,00	-1689,2
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	6,4494e-02
i _y [mm], i _z [mm]	6,4494e-02	2,9877e-04
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	1071,4	1071,4
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	3,8179e-02	1,1951e-03
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	5,3753e-02	2,2546e-03
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	1,88e+07	1,88e+07
d _y [mm], d _z [mm]	7,89e+05	7,89e+05
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	3,8623e-06	0,0000e+00
		316,1



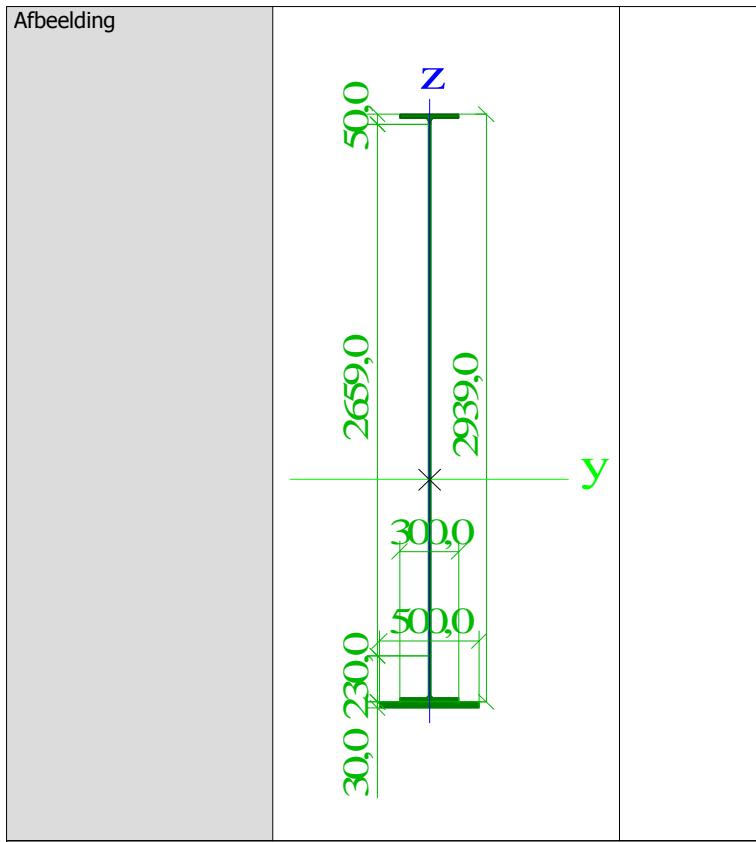
Hoofdligger (500*20, h = 2939)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2659,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		5,7071e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2646e-02	3,5523e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		7,4630e+00	7,4630e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-1728,7
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		6,8572e-02	2,9878e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1096,1	72,4
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		3,9666e-02	1,1951e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		5,5848e-02	2,2572e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		1,95e+07	1,95e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		7,90e+05	7,90e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,8678e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		316,5	0,0



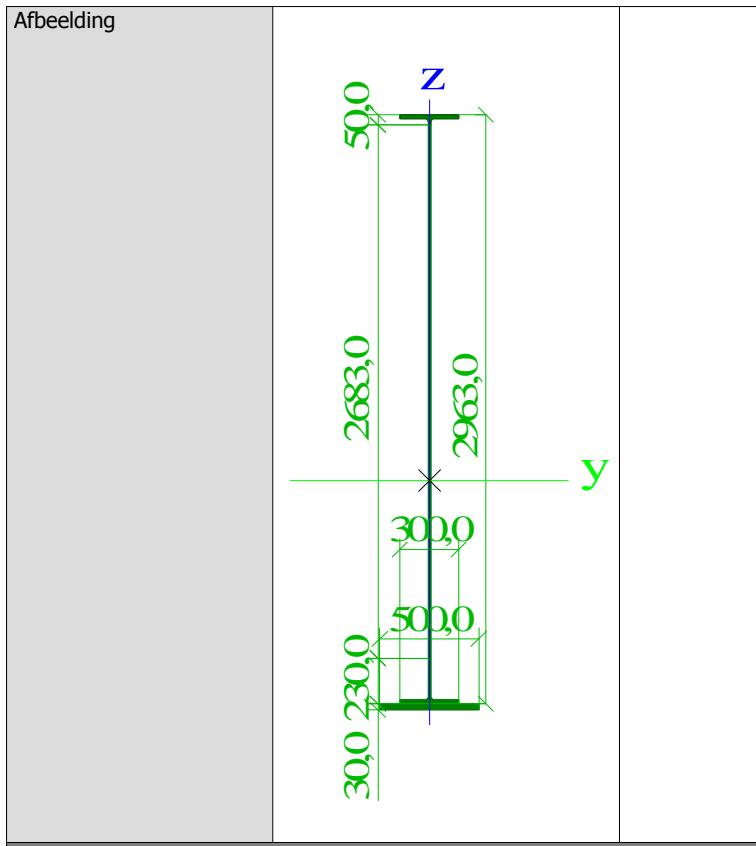
Hoofdligger (500*30, h = 2939)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2659,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,2071e-02	3,5530e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,7554e-02	7,4830e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	7,4830e+00	0,0
a [deg]	0,00	-1828,2
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,5587e-02	4,0295e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1103,5	80,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,1344e-02	1,6118e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,0716e-02	2,8822e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,13e+07	2,13e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,01e+06	1,01e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,9097e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	460,6	0,0



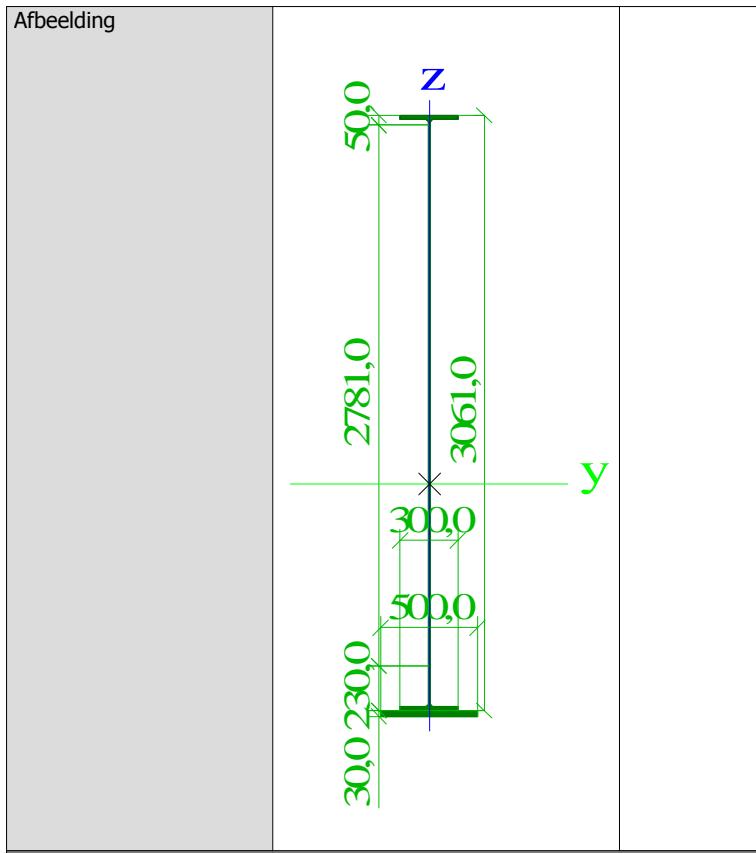
Hoofdligger (500*30, h = 2963)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2683,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	6,2359e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7555e-02	3,5817e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,5310e+00	7,5310e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1841,5	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,7073e-02	4,0295e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1111,7	80,4	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,1854e-02	1,6118e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,1463e-02	2,8831e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,15e+07	2,15e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,01e+06	1,01e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,9050e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	461,1	0,0	



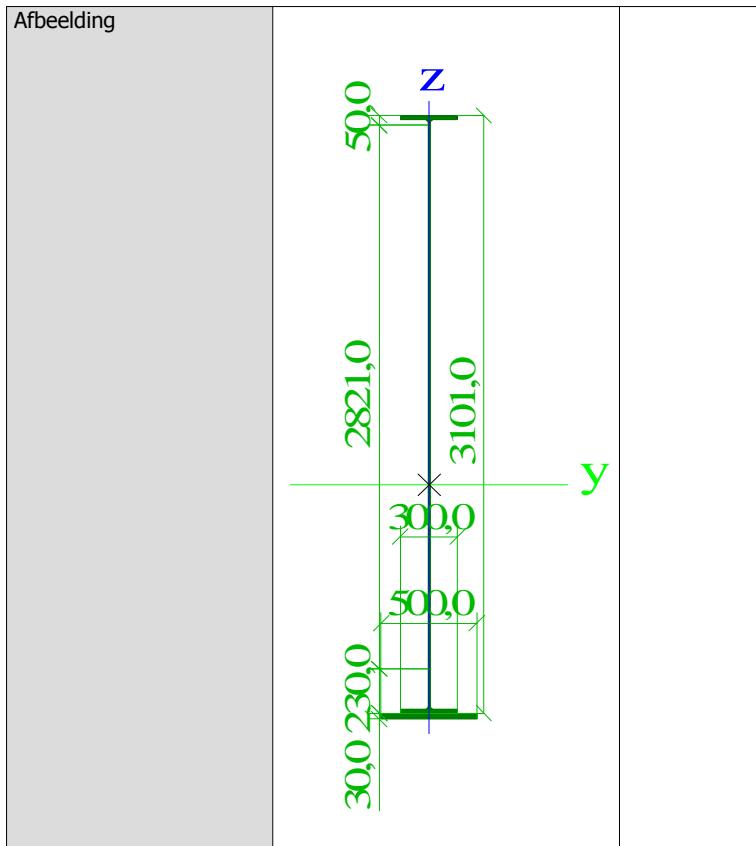
Hoofdlijger (500*30, h = 3061)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2781,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		6,3535e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,7562e-02	3,6989e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		7,7270e+00	7,7270e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-1895,4
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		8,3328e-02	4,0297e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1145,2	79,6
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		4,3964e-02	1,6119e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		6,4547e-02	2,8866e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		2,26e+07	2,26e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		1,01e+06	1,01e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		4,8888e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		463,1	0,0



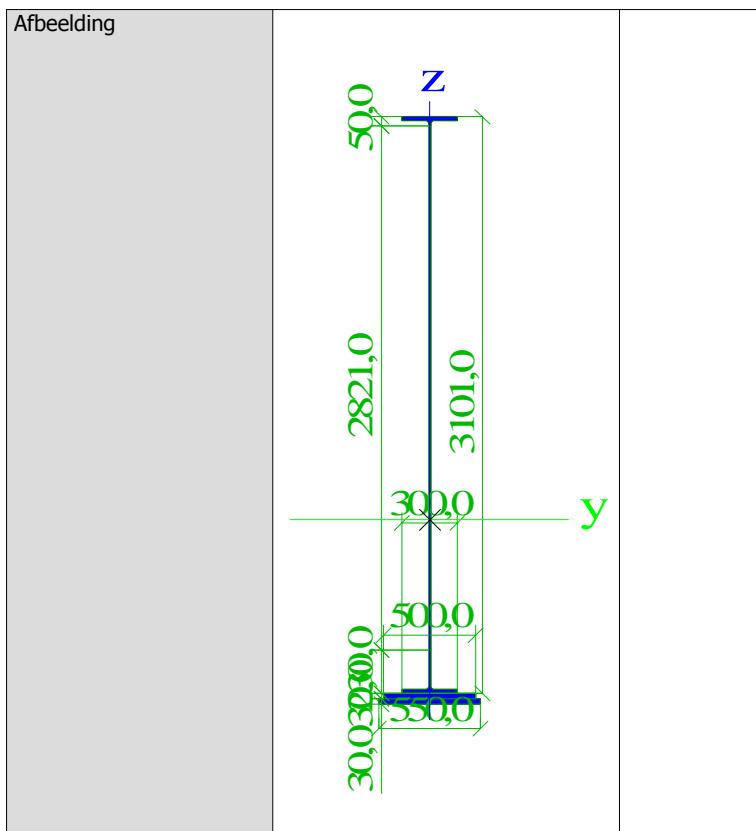
Hoofdlijger (500*30, h = 3101)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2821,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	6,4015e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7565e-02	3,7466e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	7,8070e+00	7,8070e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1917,3
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,5968e-02	4,0297e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1158,8	79,3
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,4837e-02	1,6119e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,5823e-02	2,8880e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,30e+07	2,30e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,01e+06	1,01e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,8835e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	463,8	0,0



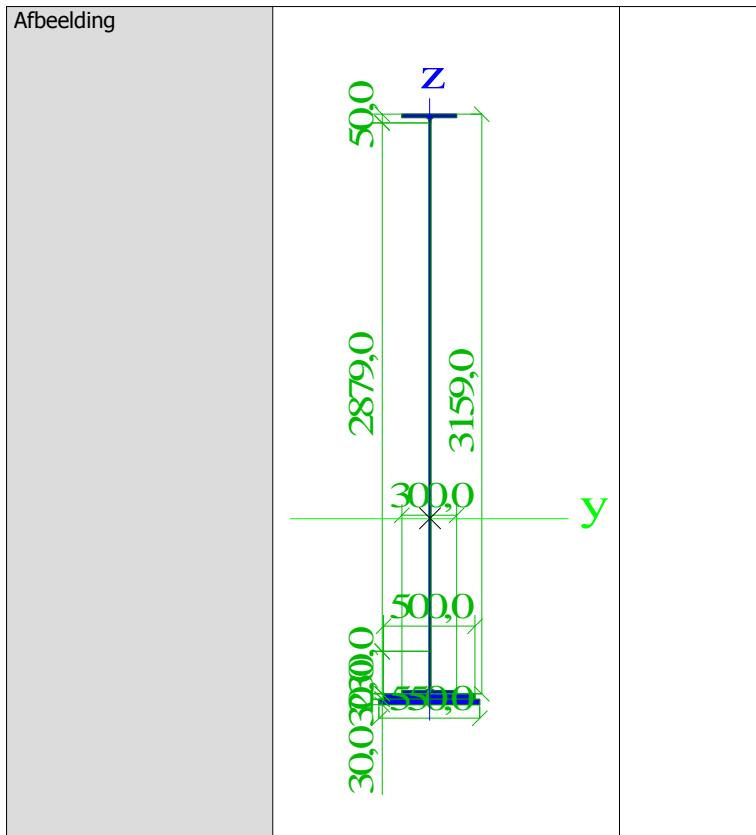
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3101)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2821,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	8,0515e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3708e-02		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,9670e+00		
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0		
a [deg]	-2169,1 0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,1891e-04		
i _y [mm], i _z [mm]	1,0577e-01 1146,2		
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]	100,9		
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]	4,8763e-02		
M _{p1.y.+} [Nm], M _{p1.y.-} [Nm]	2,9779e-03		
M _{p1.z.+} [Nm], M _{p1.z.-} [Nm]	7,6164e-02		
d _y [mm], d _z [mm]	5,1568e-03		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,67e+07		
β_y [mm], β_z [mm]	9,9326e-06		
	0,0000e+00		
	852,2		
	0,0		



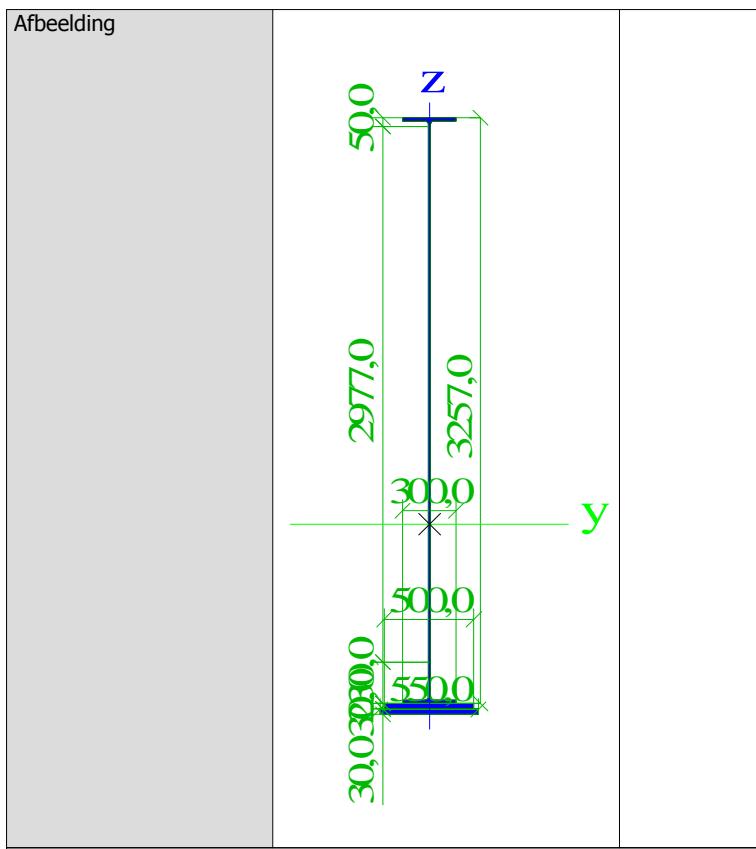
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3159)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2879,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,1211e-02	3,7713e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	4,3715e-02	8,0830e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	8,0830e+00	0,0
a [deg]	0,00	-2204,1
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1059e-01	8,1892e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1166,9	100,4
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,0176e-02	2,9779e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,8509e-02	5,1589e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,75e+07	2,75e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,81e+06	1,81e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,8327e-06	0,0000e+00
B _y [mm], B _z [mm]	857,0	0,0



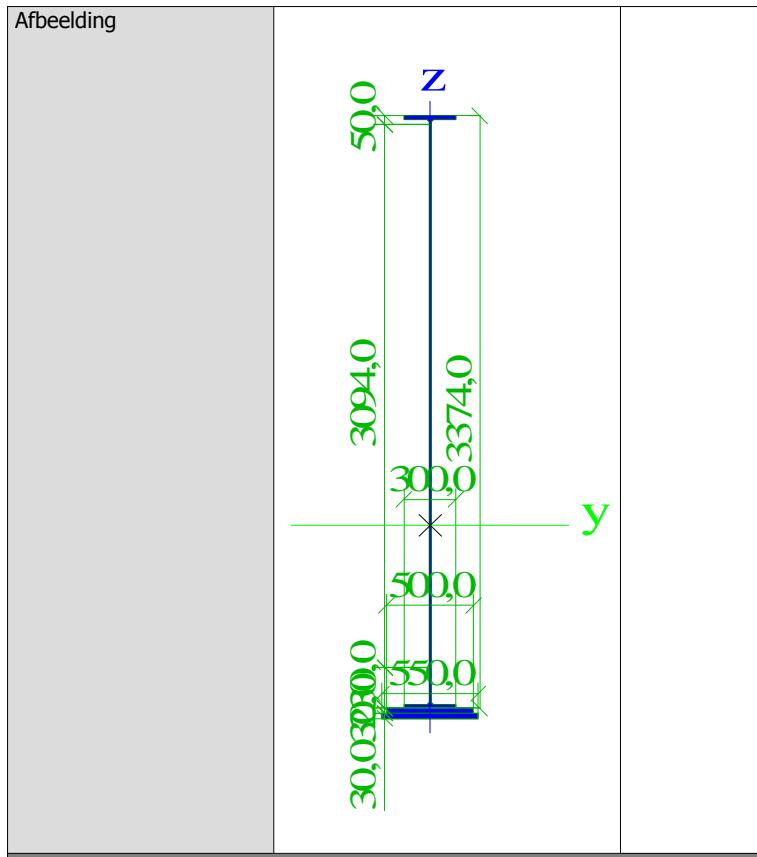
Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 3257)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	2977,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	8,2387e-02	3,8863e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3726e-02	8,2790e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	8,2790e+00	0,0
a [deg]	0,00	-2262,9
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,1903e-01	8,1893e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1202,0	99,7
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,2601e-02	2,9779e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,2517e-02	5,1624e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,89e+07	2,89e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,81e+06	1,81e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,6764e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	864,8	0,0



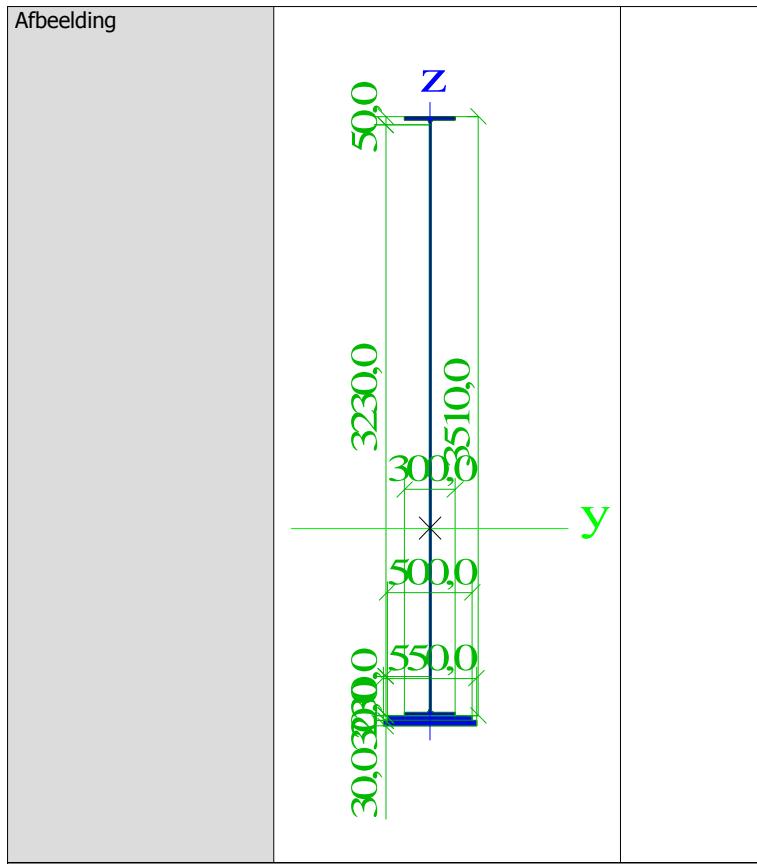
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3374)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3094,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		8,3791e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3739e-02	4,0256e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		8,5130e+00	8,5130e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-2332,7
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,2960e-01	8,1895e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1243,7	98,9
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		5,5558e-02	2,9780e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		8,7378e-02	5,1666e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		3,06e+07	3,06e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		1,81e+06	1,81e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		9,5085e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		873,5	0,0



Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 3510)1

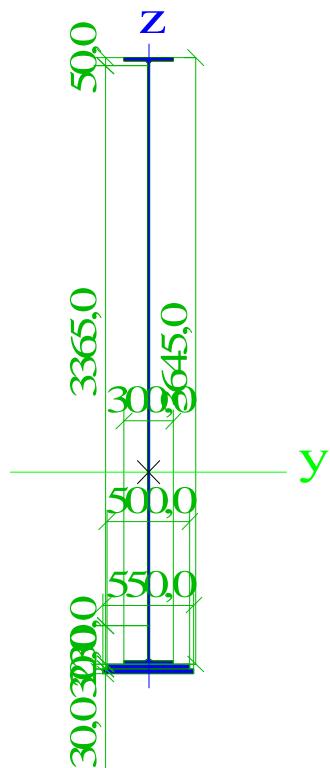
Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3230,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	8,5423e-02	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3752e-02	4,1892e-02	
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	8,7850e+00	8,7850e+00	
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2413,5	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4259e-01	8,1897e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1292,0	97,9	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,9079e-02	2,9781e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,3131e-02	5,1715e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,26e+07	3,26e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,81e+06	1,81e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,3359e-06	0,0000e+00	
β_y [mm], β_z [mm]	882,9	0,0	



Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 3645)1

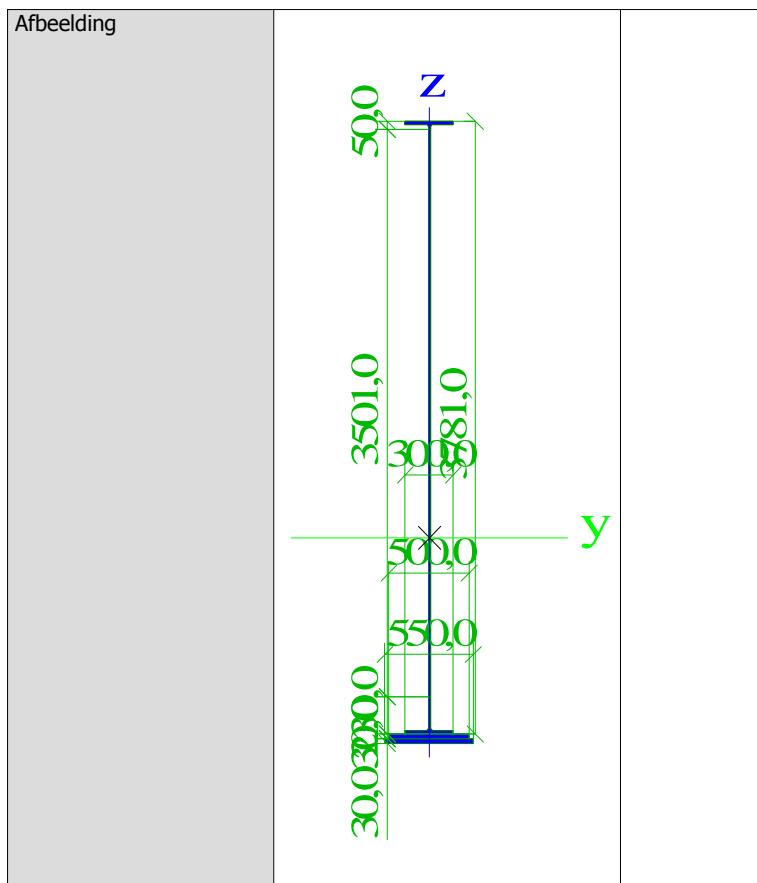
Type	Grafische doorsnede		
Uitgebred	3365,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	8,7043e-02	d	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3765e-02		4,3525e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,0550e+00		9,0550e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0		-2493,2
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,5623e-01		8,1899e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1339,7		97,0
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,2664e-02		2,9781e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,8952e-02		5,1764e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,46e+07		3,46e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,81e+06		1,81e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0		0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,1856e-06		0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	891,3		0,0

Afbeelding

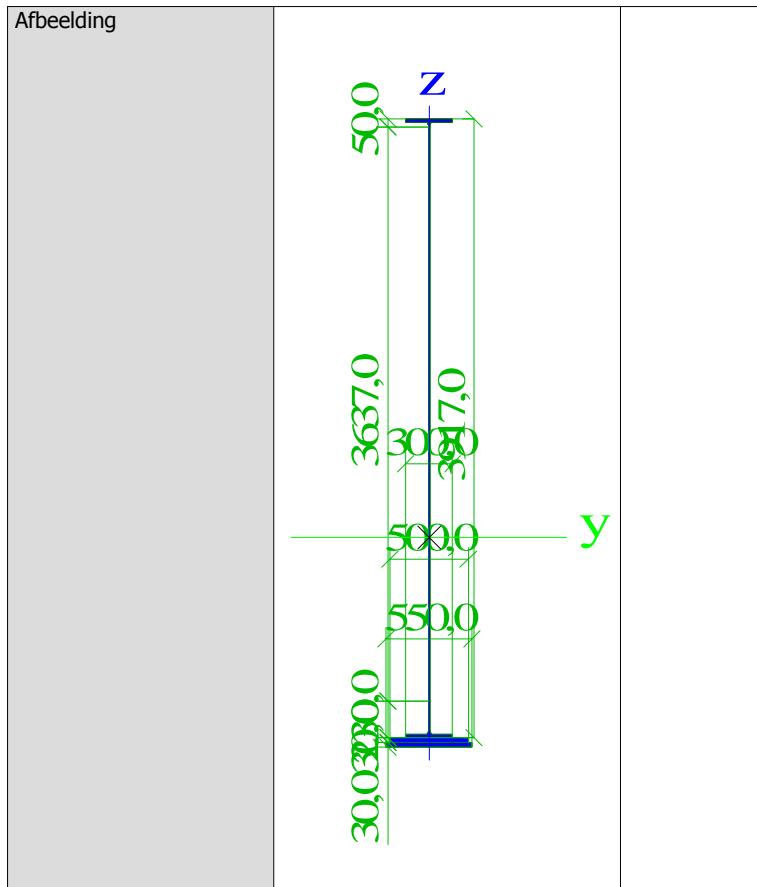


Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 3781)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	3501,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	8,8675e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3777e-02	4,5173e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,3270e+00	9,3270e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-2573,0
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,7075e-01	8,1901e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1387,7	96,1
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	6,6365e-02	2,9782e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,0493e-01	5,1813e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	3,67e+07	3,67e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,81e+06	1,81e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,0526e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	899,1	0,0

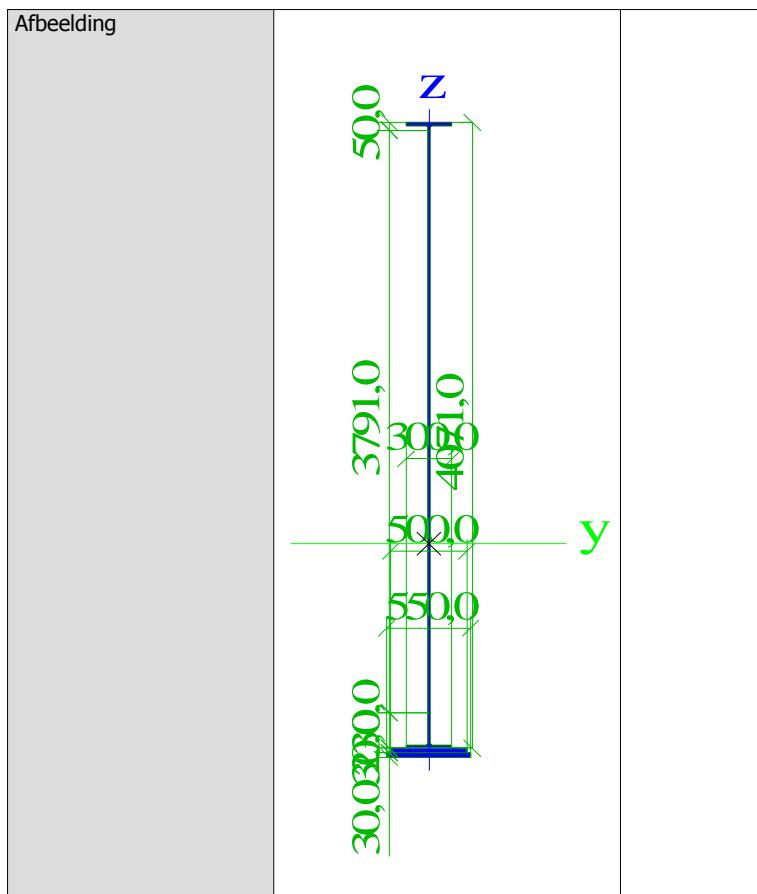


Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3917)1		
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	3637,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	9,0307e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3789e-02	4,6819e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	9,5990e+00	9,5990e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2652,4
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8607e-01	8,1903e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1435,4	95,2
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	7,0154e-02	2,9783e-03
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	1,1101e-01	5,1862e-03
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	3,89e+07	3,89e+07
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	1,82e+06	1,82e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,9360e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	906,1	0,0

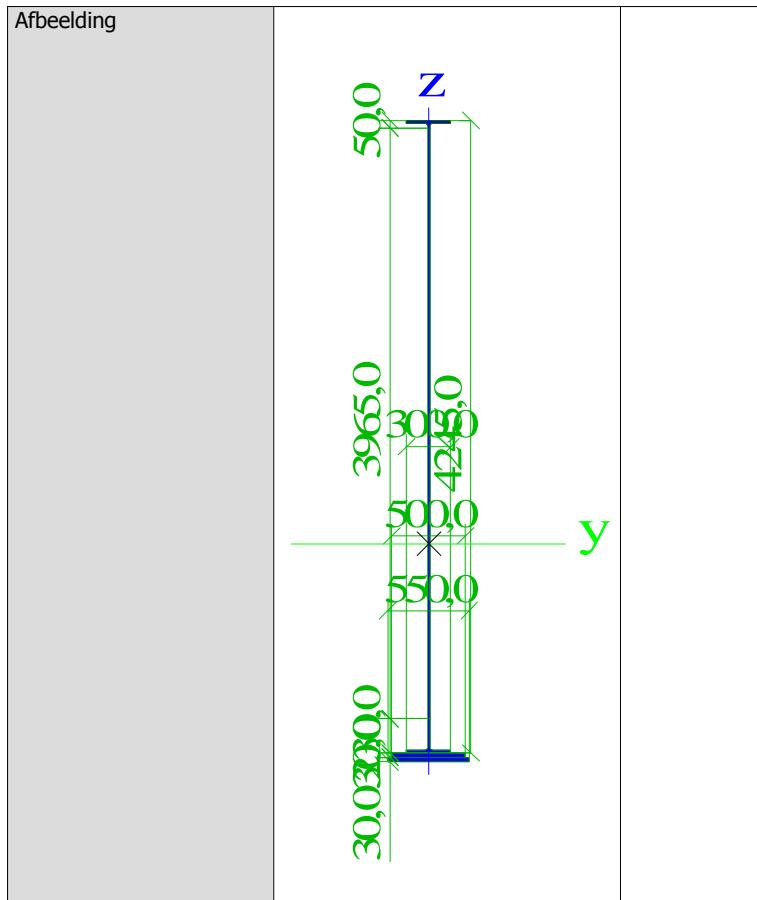


Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 4071)1

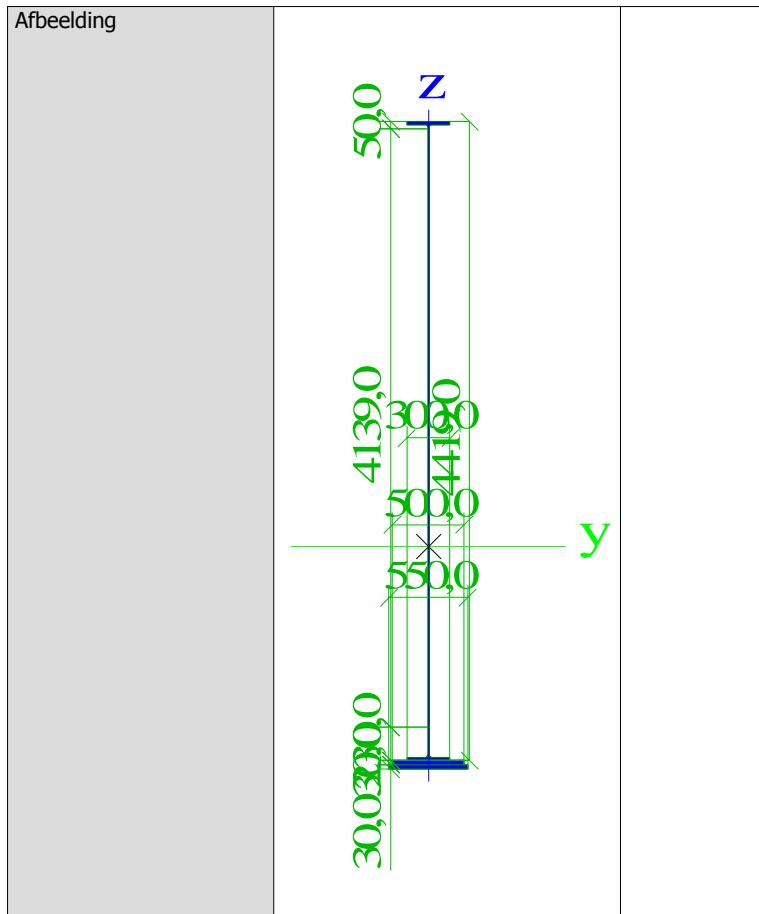
Type	Grafische doorsnede
Uitgebreid	3791,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	9,2155e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3801e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	9,9070e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0
a [deg]	-2741,8
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00
i _y [mm], i _z [mm]	2,0440e-01
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,1905e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1489,3
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	94,3
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,4551e-02
d _y [mm], d _z [mm]	2,9784e-03
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,1804e-01
β_y [mm], β_z [mm]	5,1917e-03
	4,13e+07
	1,82e+06
	0,0
	0,0
	8,8213e-06
	913,4
	0,0000e+00



Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 4245)1	
Type	Grafische doorsnede
Uitgebreid	3965,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	■
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	9,4243e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3814e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	1,0255e+01
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0
a [deg]	0,00
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2639e-01
i _y [mm], i _z [mm]	1549,9
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	7,9654e-02
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,2614e-01
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	4,42e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,82e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,7112e-06
β _y [mm], β _z [mm]	920,6
d	d



Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 4419)1		
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	4139,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	9,6331e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3826e-02	5,2851e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	1,0603e+01	1,0603e+01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2942,0
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,4978e-01	8,1910e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1610,3	92,2
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	8,4900e-02	2,9785e-03
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	1,3443e-01	5,2042e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,71e+07	4,71e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,82e+06	1,82e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,6189e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	927,0	0,0

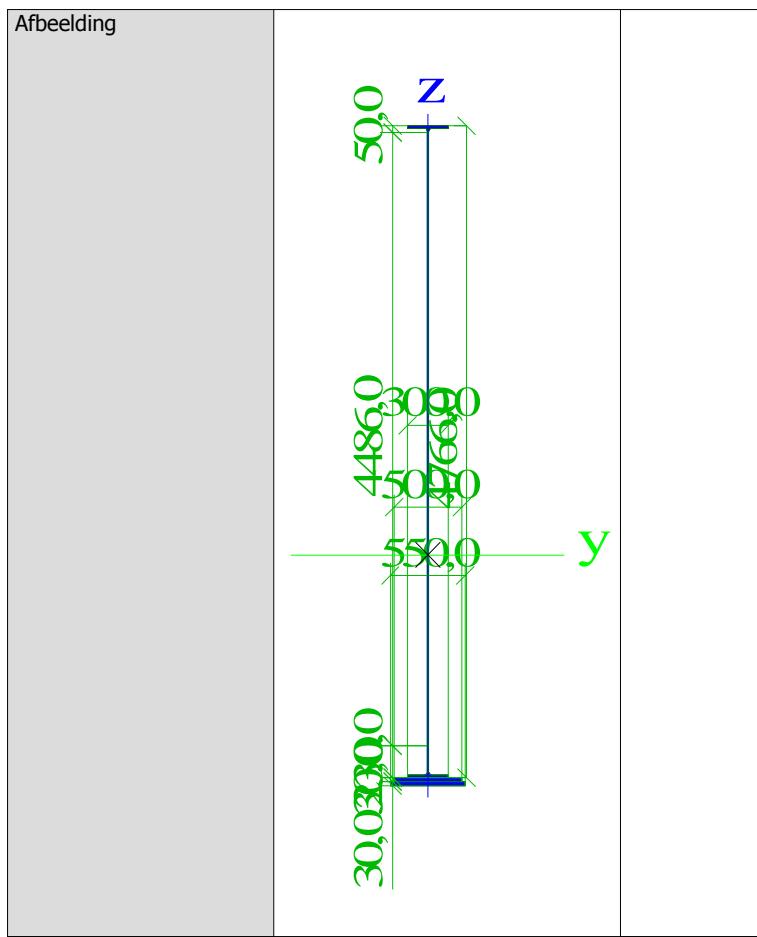


Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 4592)1		
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	4312,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	9,8407e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3838e-02	5,4915e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	1,0949e+01	1,0949e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-3040,8
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,7444e-01	8,1913e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1670,0	91,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,0255e-02	2,9786e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4286e-01	5,2105e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	5,00e+07	5,00e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,82e+06	1,82e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,5426e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	932,5	0,0

A technical drawing of a vertical profile diagram. The vertical axis is labeled with values from bottom to top: 30,033,900, 43120, 505920, 5550, 5050, 5050, 300, and 500. The horizontal axis is labeled with 'y' and 'z'. A blue line represents the main profile, and green lines show various segments and offsets. The diagram illustrates a stepped profile with multiple levels and transitions.

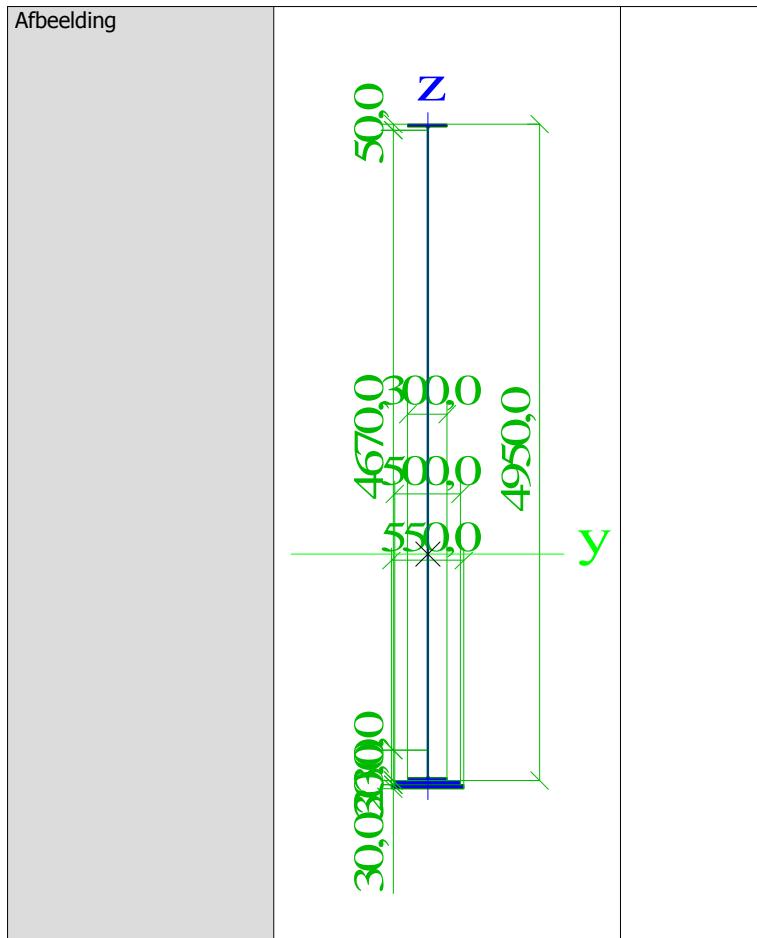
Hoofdlijker (500*30 + 550*30, h = 4766)

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	4486,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	d
Ay [m ²], Az [m ²]	1,0050e-01	5,6984e-02
Al [m ² /m], Ad [m ² /m]	4,3849e-02	1,1297e+01
cy.ucs [mm], cz.ucs [mm]	1,1297e+01	-3139,6
a [deg]	0,0	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	
i _y [mm], i _z [mm]	3,0071e-01	8,1915e-04
Wel.y [m ³], Wel.z [m ³]	1729,8	90,3
Wpl.y [m ³], Wpl.z [m ³]	9,5781e-02	2,9787e-03
M _{pl.y,+} [Nm], M _{pl.y,-} [Nm]	1,5151e-01	5,2167e-03
M _{pl.z,+} [Nm], M _{pl.z,-} [Nm]	5,30e+07	5,30e+07
d _y [mm], d _z [mm]	1,83e+06	1,83e+06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	8,4795e-06	0,0000e+00
	937,4	0,0



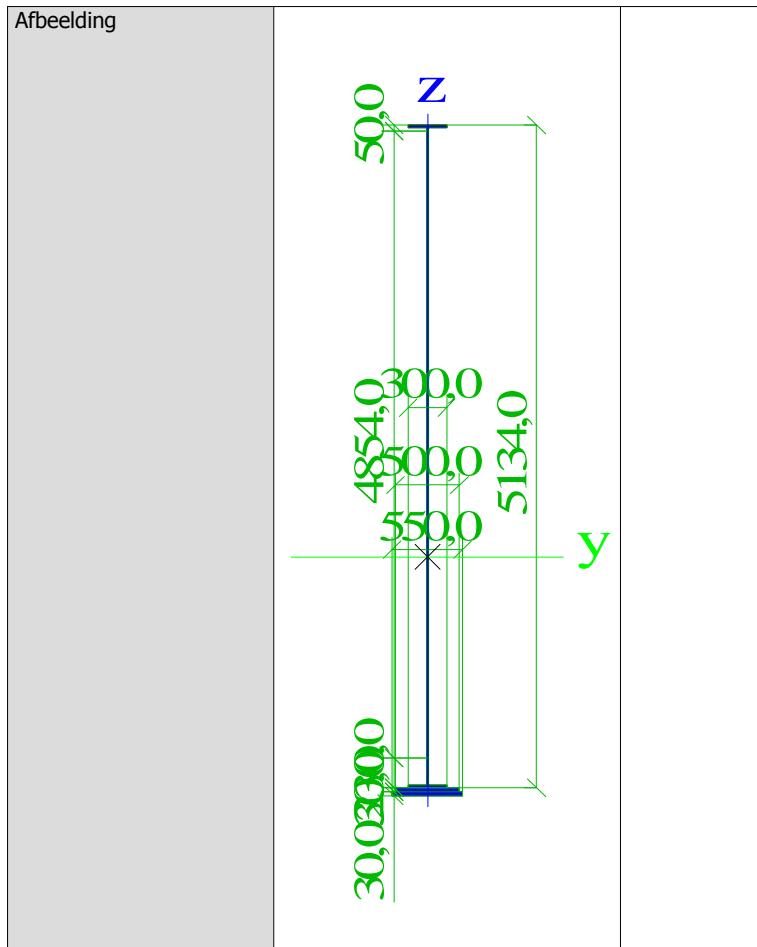
Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 4950)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4670,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		1,0270e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3860e-02	5,9163e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,1665e+01	1,1665e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-3243,5
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		3,3011e-01	8,1918e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1792,8	89,3
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		1,0178e-01	2,9788e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		1,6086e-01	5,2234e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		5,63e+07	5,63e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		1,83e+06	1,83e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		8,4258e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		941,7	0,0



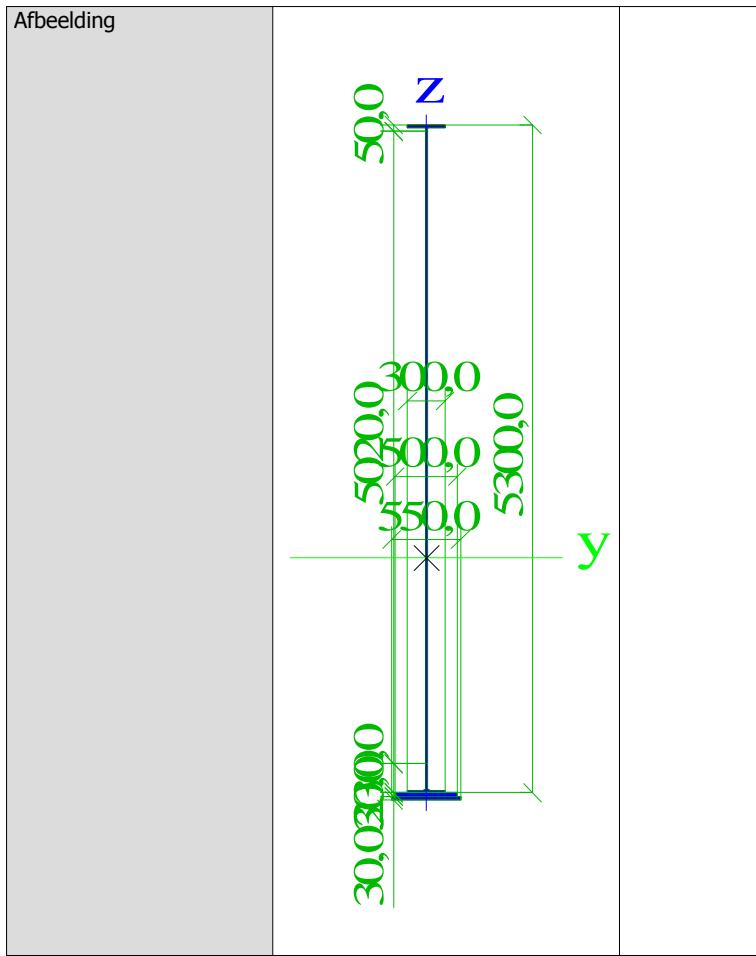
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 5134)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4854,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	d	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,0491e-01	4,3870e-02	6,1336e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,2033e+01	1,2033e+01
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-3347,0
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		3,6123e-01	8,1920e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1855,6	88,4
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]		1,0793e-01	2,9789e-03
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]		1,7041e-01	5,2300e-03
M _{p1.y,+} [Nm], M _{p1.y,-} [Nm]		5,96e+07	5,96e+07
M _{p1.z,+} [Nm], M _{p1.z,-} [Nm]		1,83e+06	1,83e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		8,3839e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]		945,4	0,0



Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 5300)1

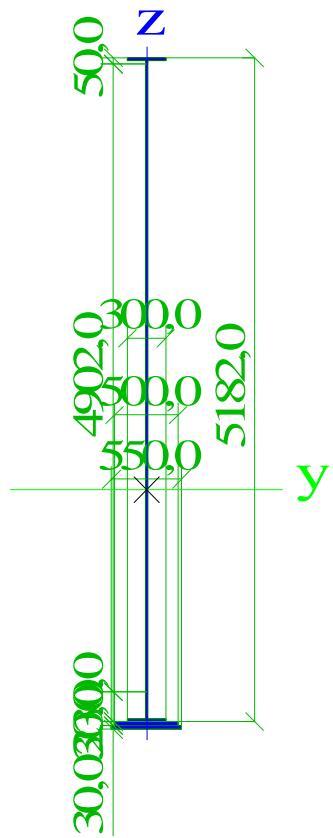
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	5020,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	1,0690e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3879e-02	6,3290e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,2365e+01	1,2365e+01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-3439,9
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,9080e-01	8,1923e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1912,0	87,5
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,1361e-01	2,9790e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,7920e-01	5,2360e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,27e+07	6,27e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,83e+06	1,83e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,3551e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	948,2	0,0



Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 5182)1

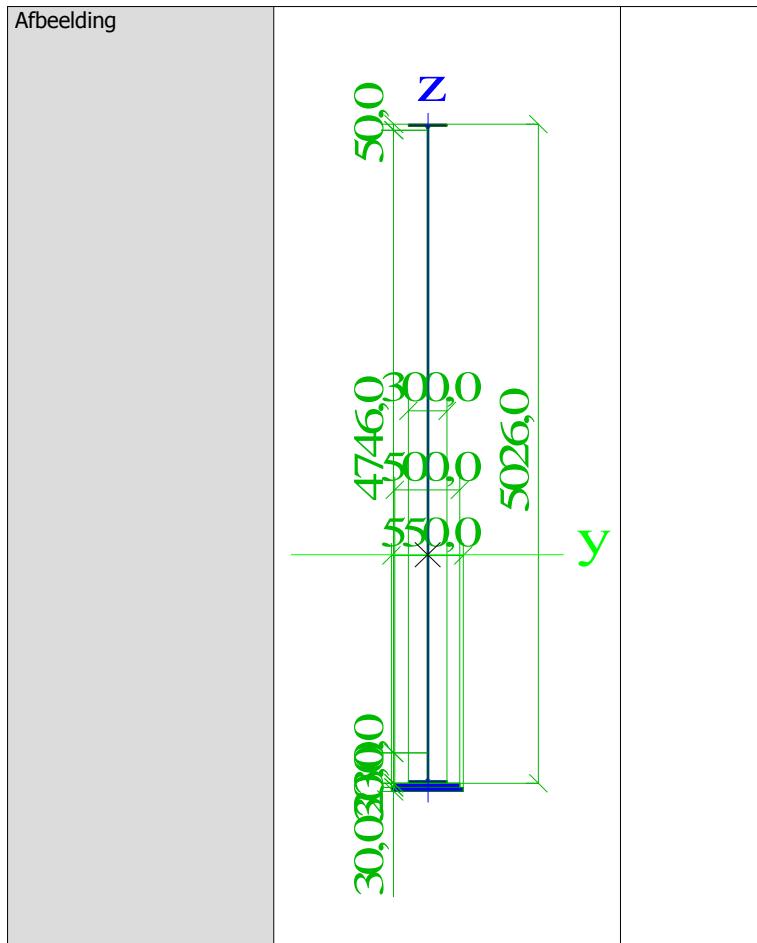
Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4902,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		1,0549e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3873e-02	6,1901e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,2129e+01	1,2129e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-3373,9
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		3,6963e-01	8,1921e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1871,9	88,1
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		1,0956e-01	2,9789e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		1,7293e-01	5,2317e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		6,05e+07	6,05e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		1,83e+06	1,83e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		8,3748e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		946,3	0,0

Afbeelding



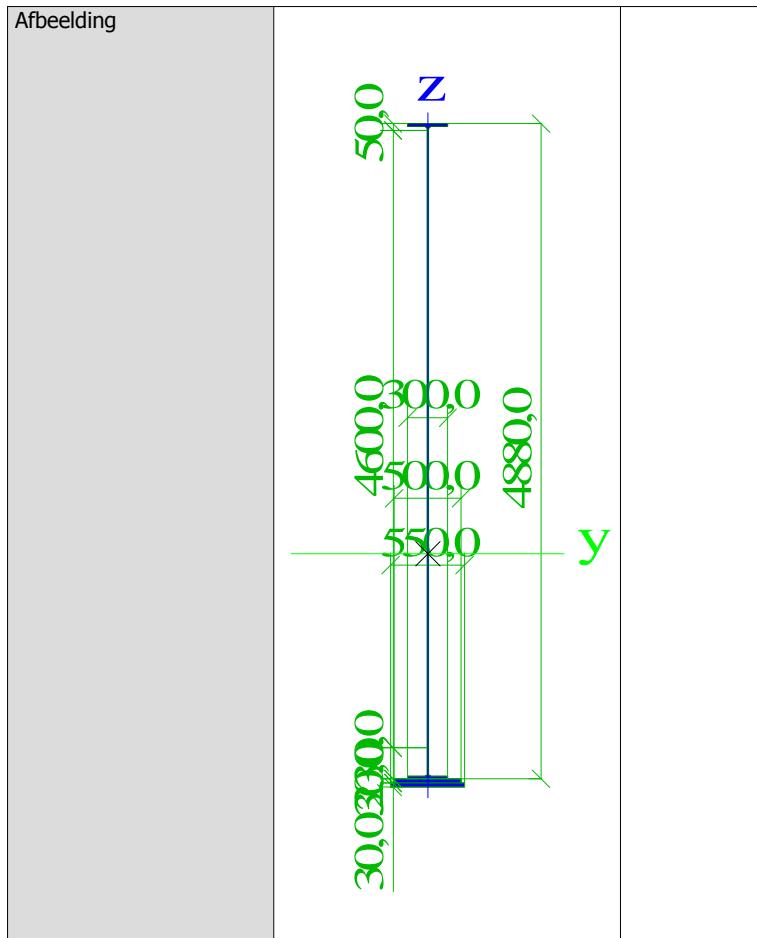
Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 5026)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebred	4746,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		1,0362e-01	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3864e-02	6,0061e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,1817e+01	1,1817e+01
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-3286,3
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		3,4275e-01	8,1919e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1818,8	88,9
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		1,0430e-01	2,9789e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		1,6478e-01	5,2261e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		5,77e+07	5,77e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		1,83e+06	1,83e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		8,4072e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		943,3	0,0



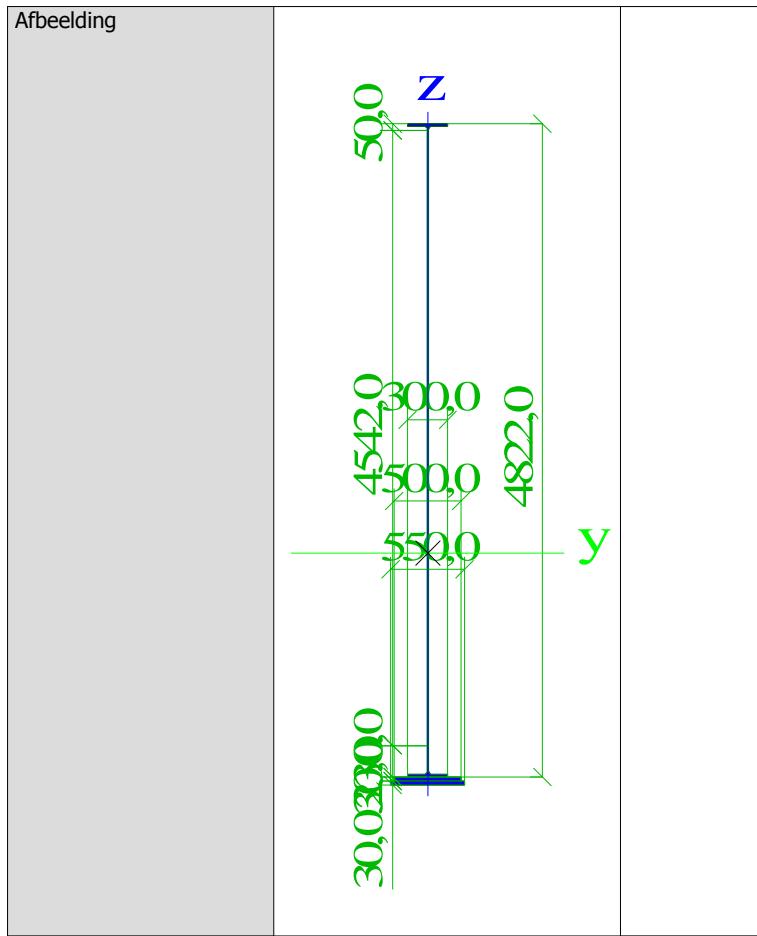
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 4880)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4600,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	1,0186e-01	d	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3856e-02	5,8335e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1525e+01	1,1525e+01	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	-3204,0	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,1873e-01	8,1917e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1768,9	89,7	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	9,9477e-02	2,9788e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,5728e-01	5,2208e-03	
M _{ply,+} [Nm], M _{ply,-} [Nm]	5,50e+07	5,50e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,83e+06	1,83e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,4448e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	940,2	0,0	



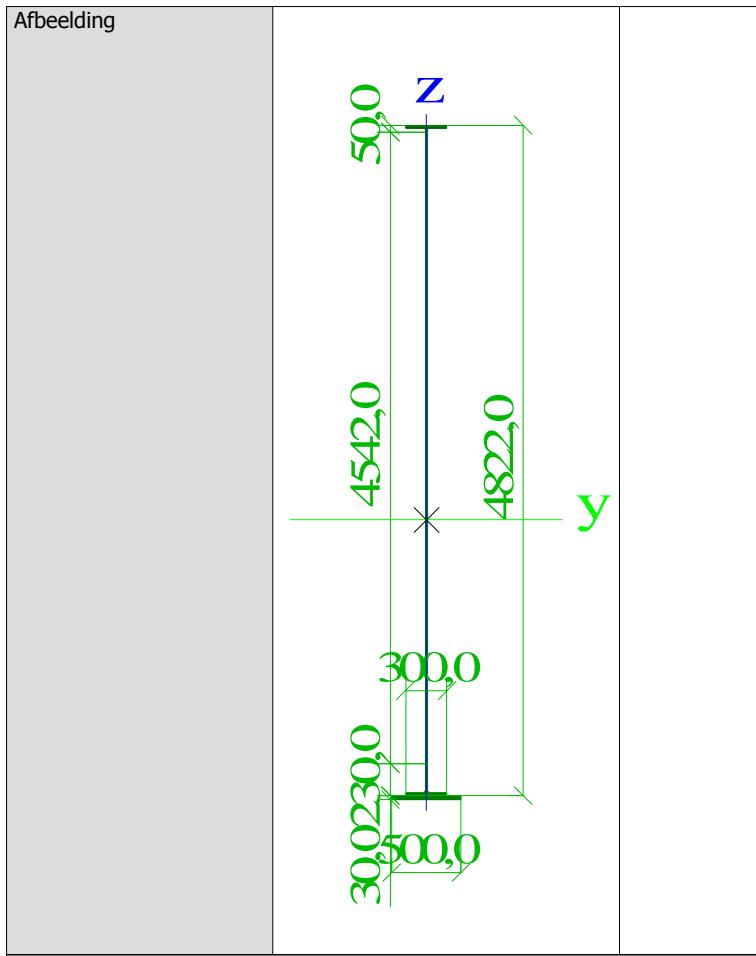
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 4822)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4542,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	1,0117e-01		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3852e-02	5,7648e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1409e+01	1,1409e+01	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-3171,3	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,0948e-01	8,1916e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1749,0	90,0	
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	9,7589e-02	2,9788e-03	
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	1,5433e-01	5,2188e-03	
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	5,40e+07	5,40e+07	
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	1,83e+06	1,83e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,4618e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	938,8	0,0	



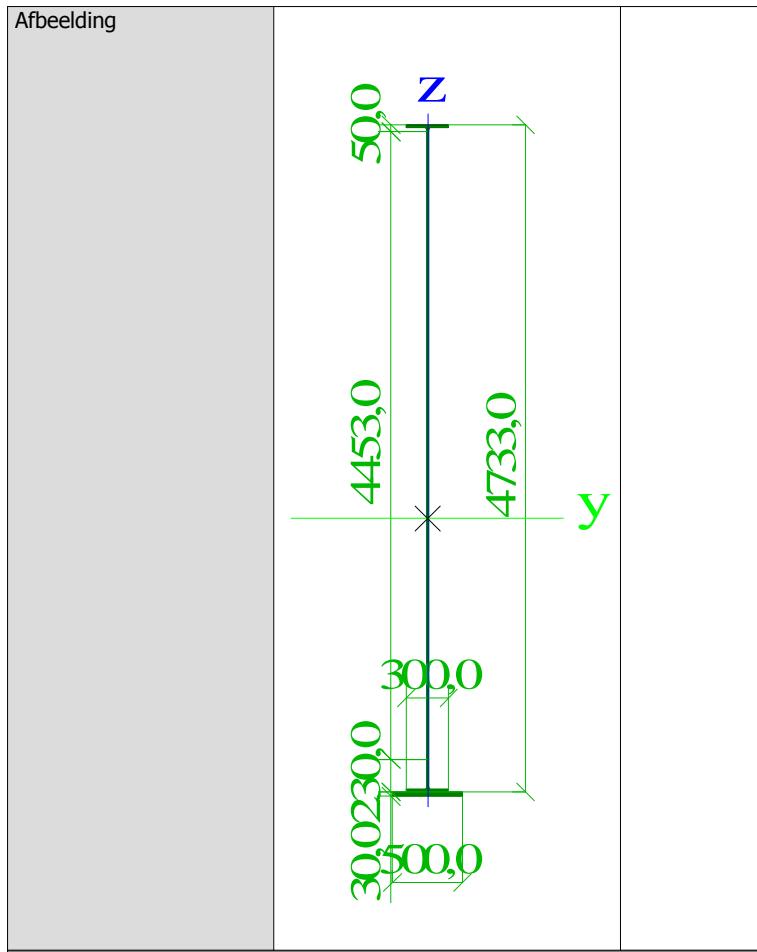
Hoofdligger (500*30, h = 4822)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	4542,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	8,4667e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7649e-02	5,7507e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1249e+01	1,1249e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-2840,8
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5279e-01	4,0322e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1727,9	69,0
W _{e1,y} [m ³], W _{e1,z} [m ³]	8,8985e-02	1,6129e-03
W _{p1,y} [m ³], W _{p1,z} [m ³]	1,2979e-01	2,9500e-03
M _{p1,y,+} [Nm], M _{p1,y,-} [Nm]	4,54e+07	4,54e+07
M _{p1,z,+} [Nm], M _{p1,z,-} [Nm]	1,03e+06	1,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,0821e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	466,4	0,0



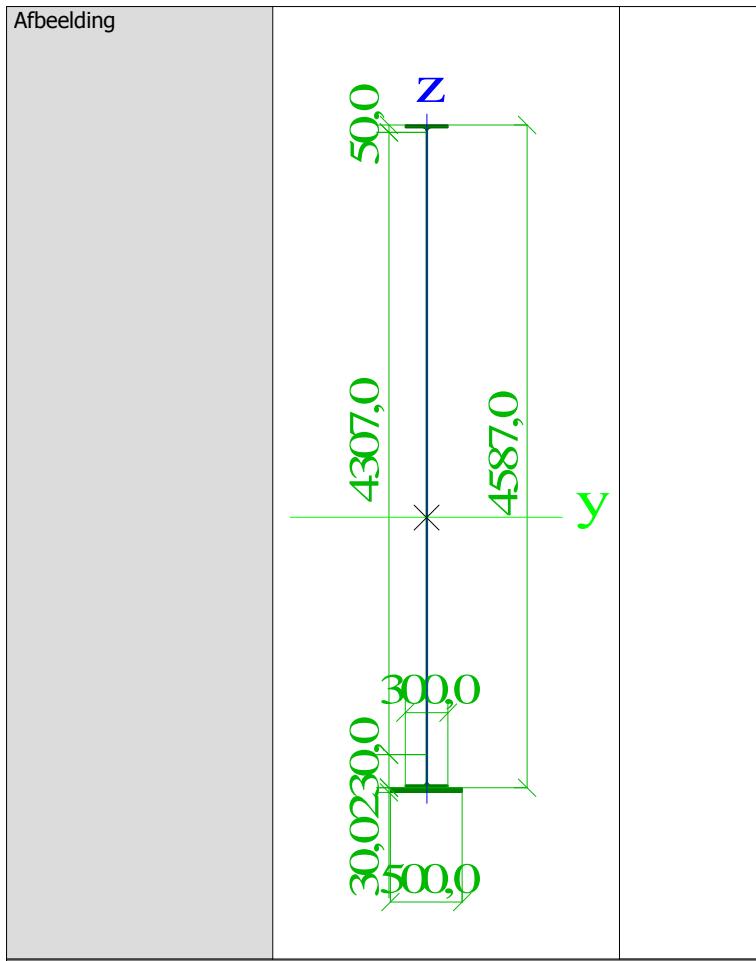
Hoofdligger (500*30, h = 4733)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4453,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		8,3599e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,7645e-02	5,6490e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,1071e+01	1,1071e+01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-2793,8
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		2,4136e-01	4,0321e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1699,2	69,4
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		8,6392e-02	1,6128e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		1,2605e-01	2,9468e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		4,41e+07	4,41e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		1,03e+06	1,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		5,0592e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		467,1	0,0



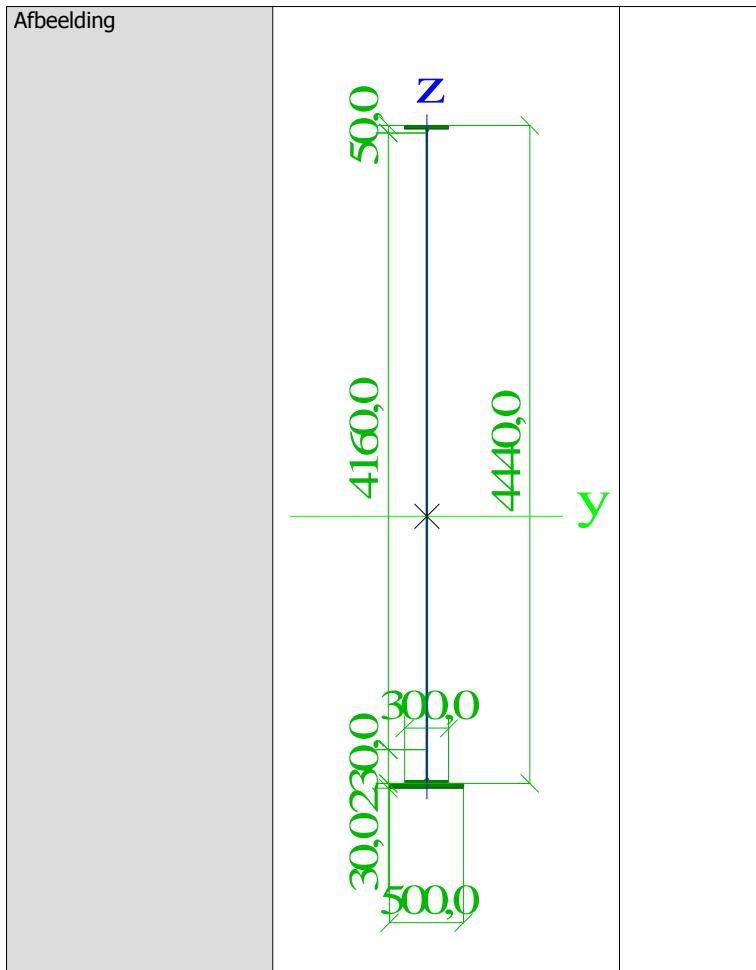
Hoofdligger (500*30, h = 4587)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	4307,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	8,1847e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7639e-02	5,4818e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,0779e+01	1,0779e+01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2716,6
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2333e-01	4,0319e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1651,9	70,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	8,2210e-02	1,6127e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,2001e-01	2,9415e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	4,20e+07	4,20e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,03e+06	1,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,0235e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	468,2	0,0



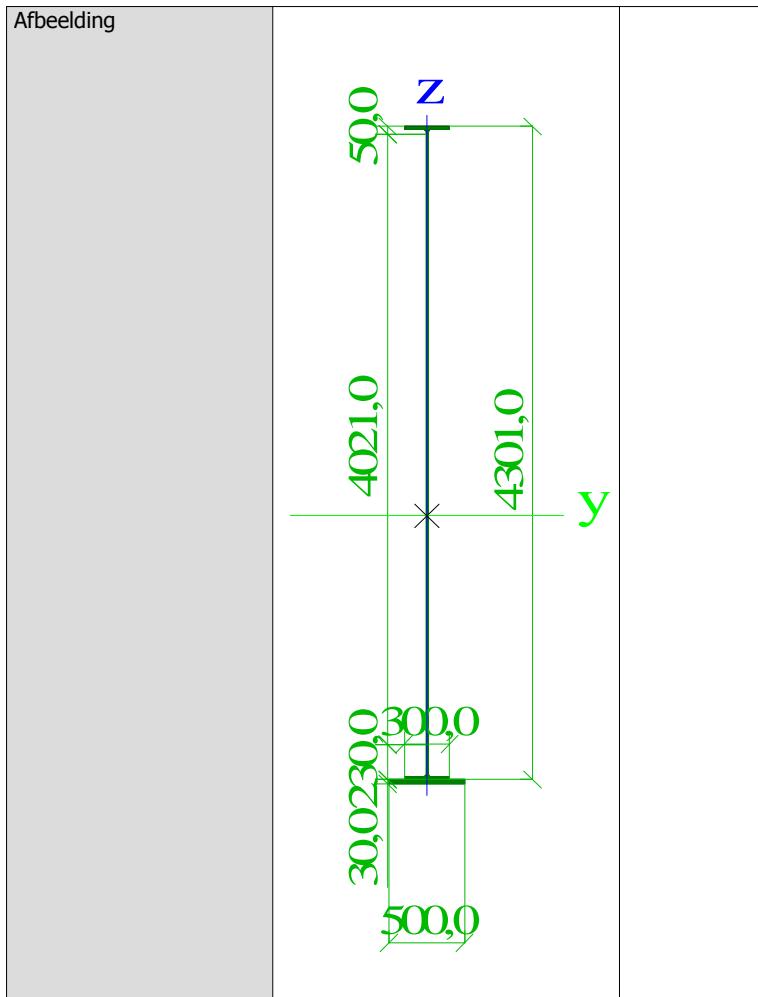
Hoofdlijger (500*30, h = 4440)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	4160,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m ²]	8,0083e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7633e-02	5,3130e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,0485e+01	1,0485e+01
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-2638,6
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,0605e-01	4,0317e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1604,1	71,0
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	7,8092e-02	1,6127e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,1406e-01	2,9363e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	3,99e+07	3,99e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,03e+06	1,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,9903e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	469,1	0,0



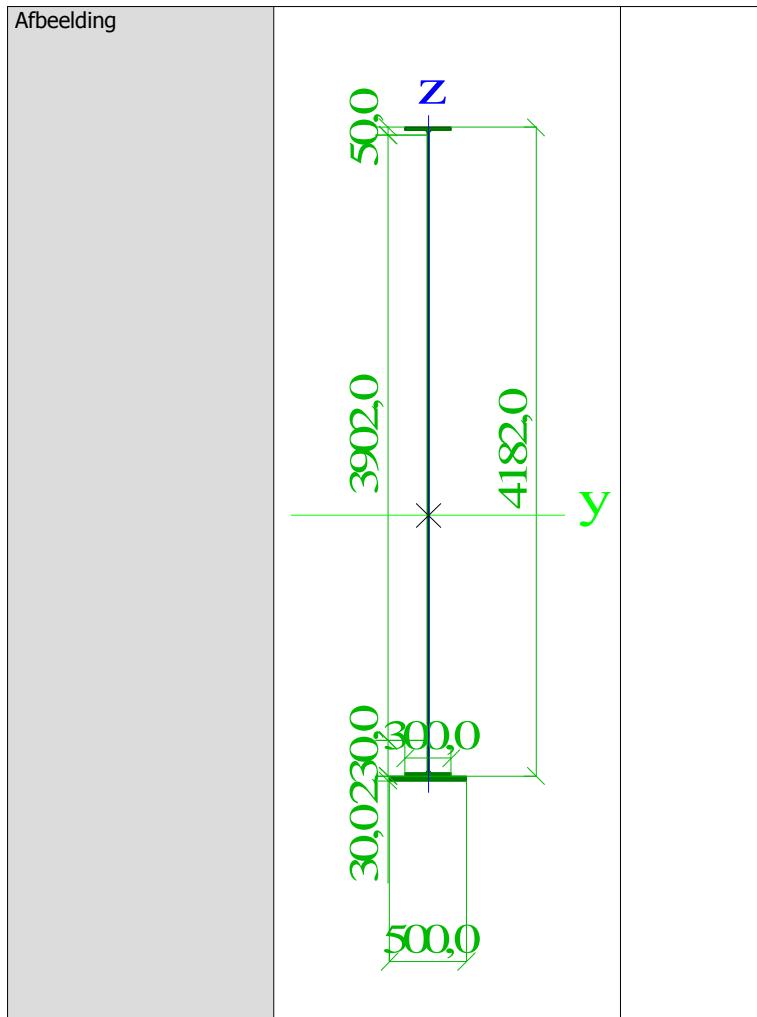
Hoofdlijger (500*30, h = 4301)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	4021,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
d [m ²]	d	7,8415e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,7627e-02	5,1528e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,0207e+01	1,0207e+01
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]		0,0	-2564,7
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,9051e-01	4,0315e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1558,7	71,7
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		7,4281e-02	1,6126e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		1,0855e-01	2,9312e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		3,80e+07	3,80e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		1,03e+06	1,03e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		4,9616e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		469,7	0,0



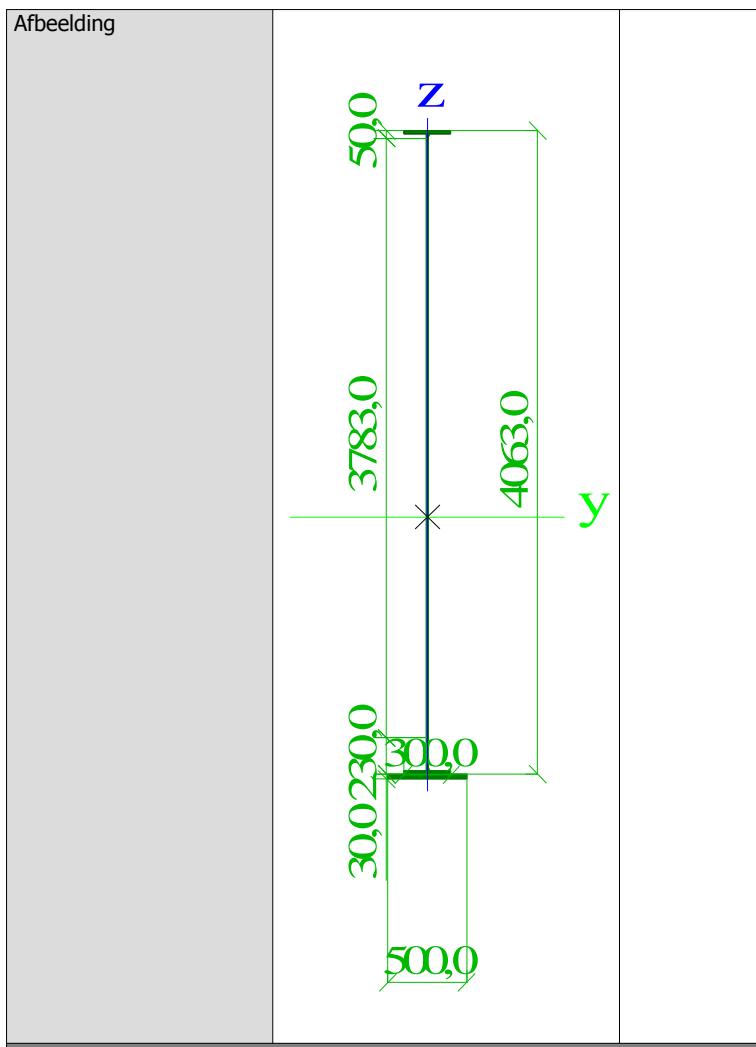
Hoofdlijger (500*30, h = 4182)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	3902,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	7,6987e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7622e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,9690e+00	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	
a [deg]	-2501,3	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	
i _y [mm], i _z [mm]	1,7781e-01	
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	4,0313e-04	
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	1519,7	
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	72,4	
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	7,1085e-02	
d _y [mm], d _z [mm]	1,6125e-03	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0393e-01	
β _y [mm], β _z [mm]	2,9270e-03	
	3,64e+07	
	1,02e+06	
	0,0	
	4,9393e-06	
	0,0000e+00	
	470,1	
	0,0	



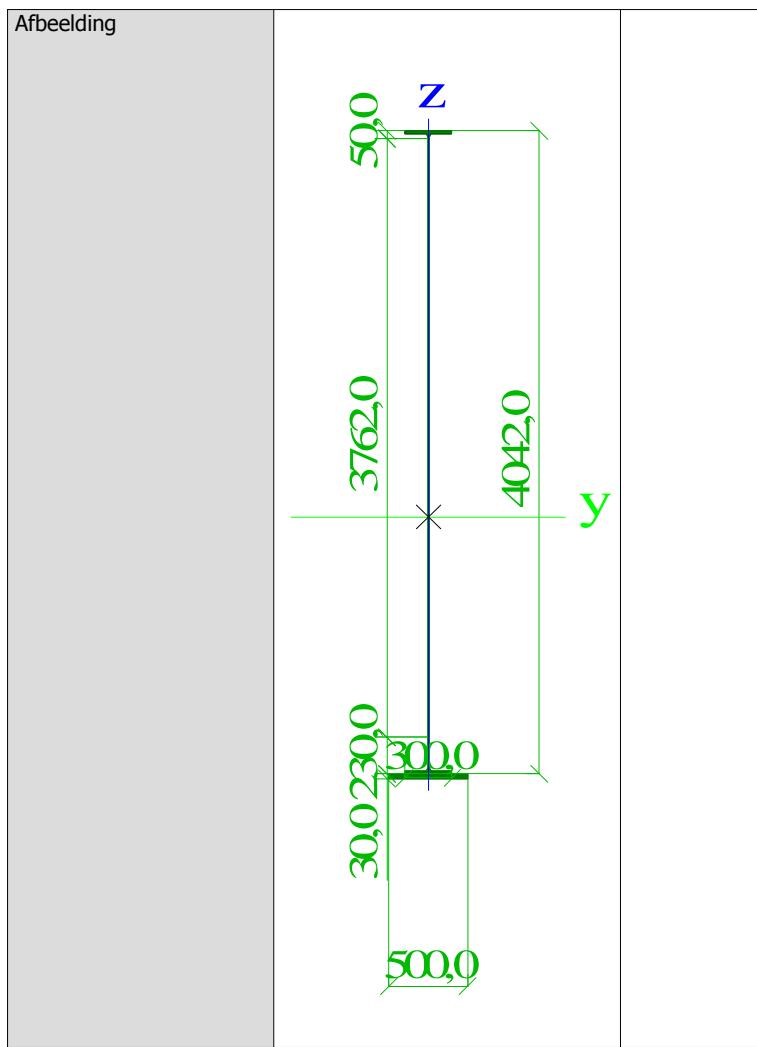
Hoofdlijger (500*30, h = 4063)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3783,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		7,5559e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,7617e-02	4,8773e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		9,7310e+00	9,7310e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-2437,8
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,6564e-01	4,0311e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1480,6	73,0
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]		6,7948e-02	1,6124e-03
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]		9,9390e-02	2,9227e-03
M _{p1.y.+} [Nm], M _{p1.y.-} [Nm]		3,48e+07	3,48e+07
M _{p1.z.+} [Nm], M _{p1.z.-} [Nm]		1,02e+06	1,02e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		4,9195e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]		470,3	0,0



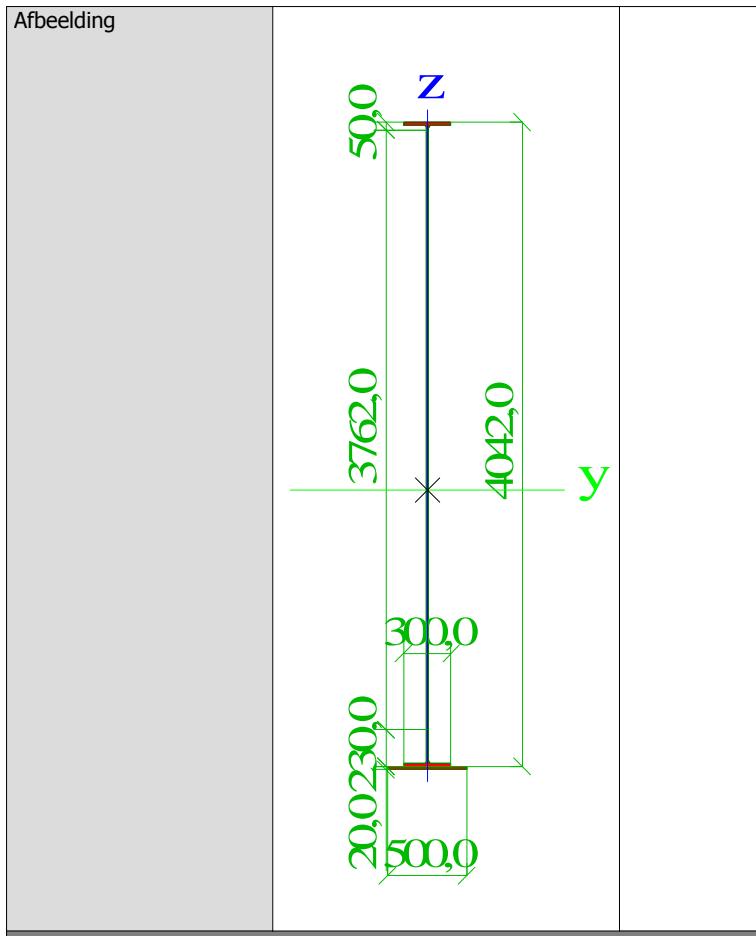
Hoofdligger (500*30, h = 4042)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	3762,0; 30,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,5307e-02	4,8530e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,7616e-02	9,6890e+00
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	9,6890e+00	0,0
a [deg]	0,0	-2426,5
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	1,6355e-01
i _y [mm], i _z [mm]	1,6355e-01	4,0311e-04
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1473,7	73,2
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	6,7401e-02	1,6124e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	9,8598e-02	2,9219e-03
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	3,45e+07	3,45e+07
d _y [mm], d _z [mm]	1,02e+06	1,02e+06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	4,9162e-06	0,0000e+00
		470,3



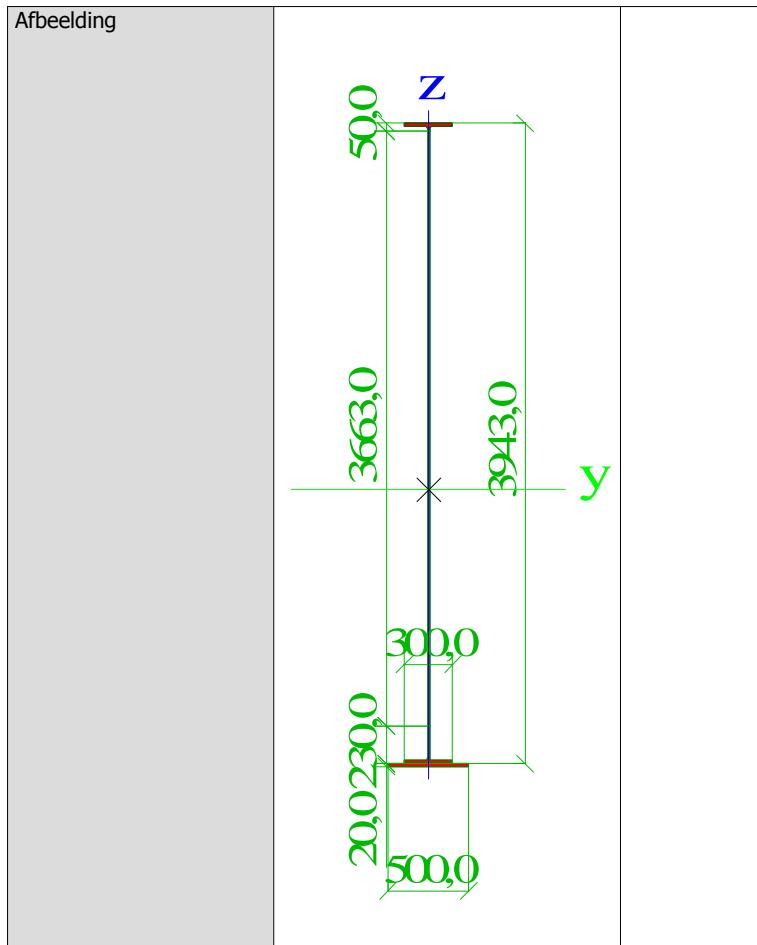
Hoofdlijger (500*20, h = 4042)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	3762,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	7,0307e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2700e-02	4,8295e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,6690e+00	9,6690e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-2309,9
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4914e-01	2,9894e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1456,4	65,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,4566e-02	1,1958e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	9,0972e-02	2,2969e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,18e+07	3,18e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8,04e+05	8,04e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,0959e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	314,0	0,0



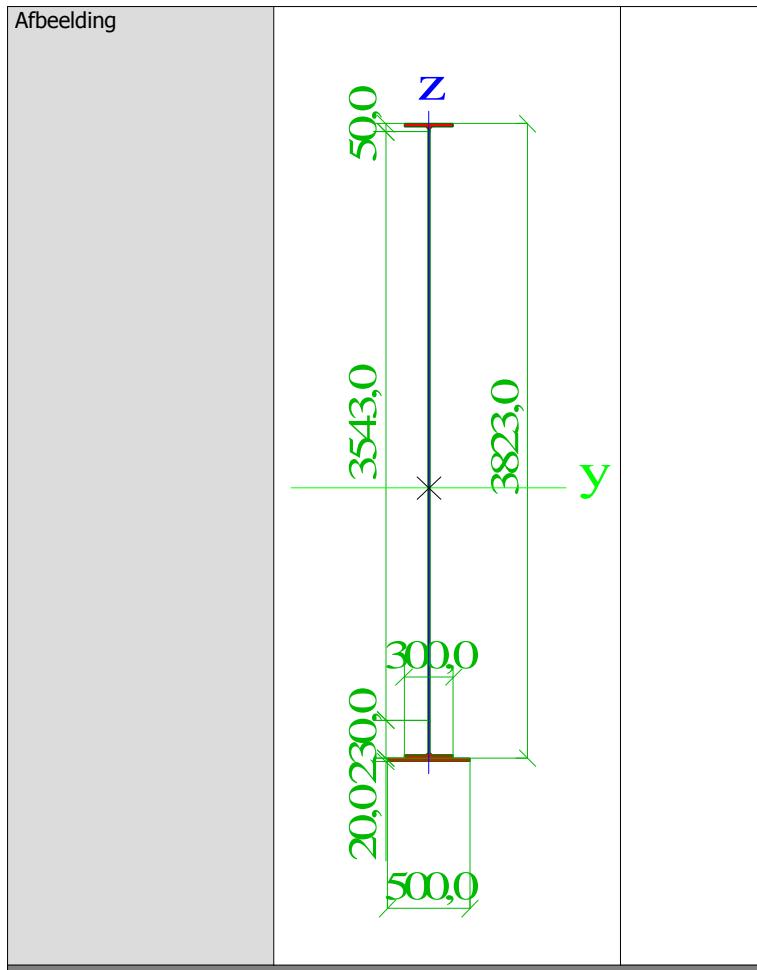
Hoofdligger (500*20, h = 3943)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3663,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	6,9119e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2695e-02	4,7164e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,4710e+00	9,4710e+00	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	-2258,2	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,4028e-01	2,9893e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1424,6	65,8	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	6,2123e-02	1,1957e-03	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	8,7522e-02	2,2934e-03	
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	3,06e+07	3,06e+07	
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	8,03e+05	8,03e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,0675e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	314,7	0,0	



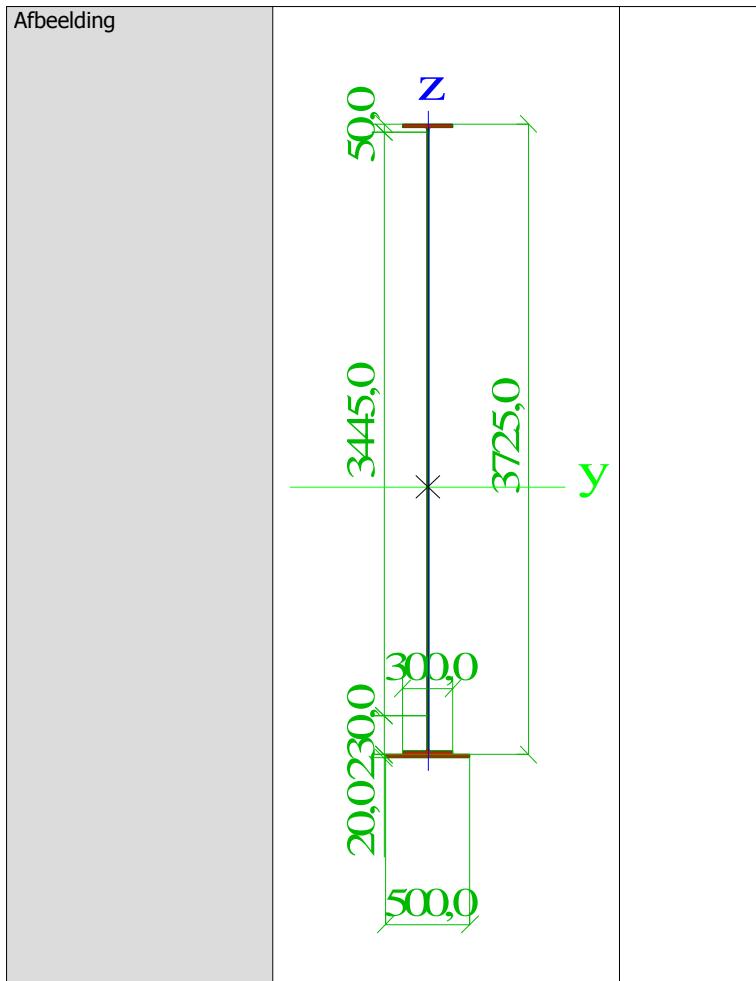
Hoofdligger (500*20, h = 3823)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebred	3543,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	6,7679e-02	d	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2690e-02	4,5790e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,2310e+00	9,2310e+00	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	-2195,4	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,3000e-01	2,9891e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1386,0	66,5	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,9216e-02	1,1956e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,3418e-02	2,2890e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,92e+07	2,92e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	8,01e+05	8,01e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,0347e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	315,5	0,0	



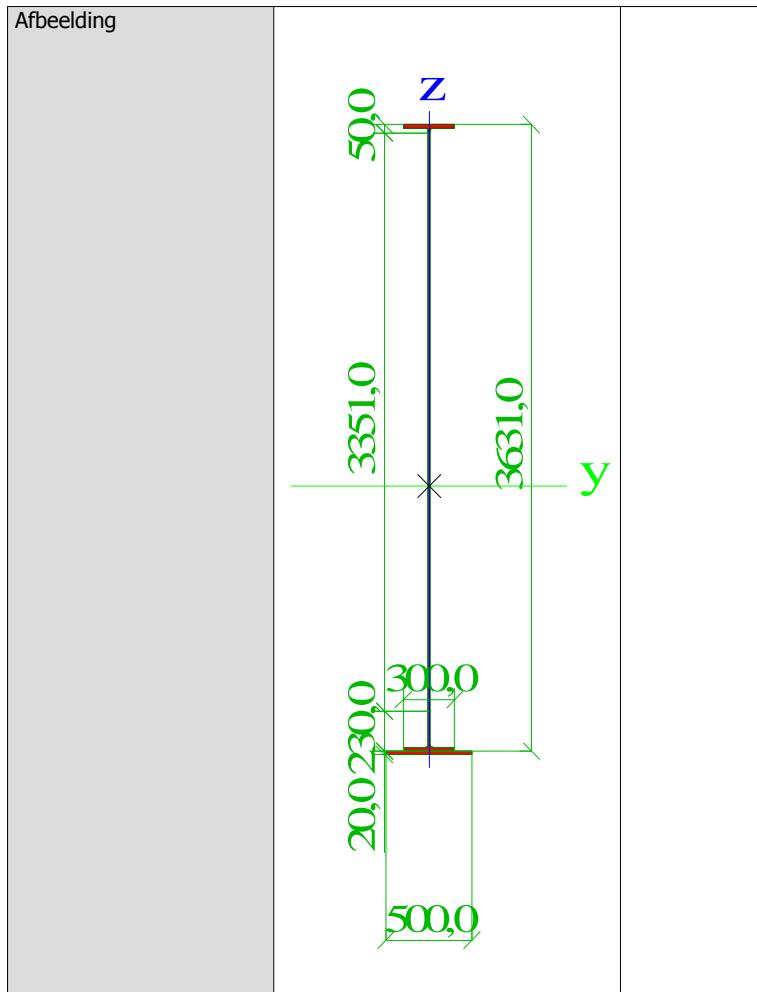
Hoofdlijger (500*20, h = 3725)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3445,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	6,6503e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2686e-02	4,4665e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,0350e+00	9,0350e+00	
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2144,1	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,2197e-01	2,9890e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1354,3	67,0	
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	5,6887e-02	1,1956e-03	
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	8,0130e-02	2,2855e-03	
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	2,80e+07	2,80e+07	
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	8,00e+05	8,00e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,0092e-06	0,0000e+00	
b _y [mm], b _z [mm]	316,1	0,0	



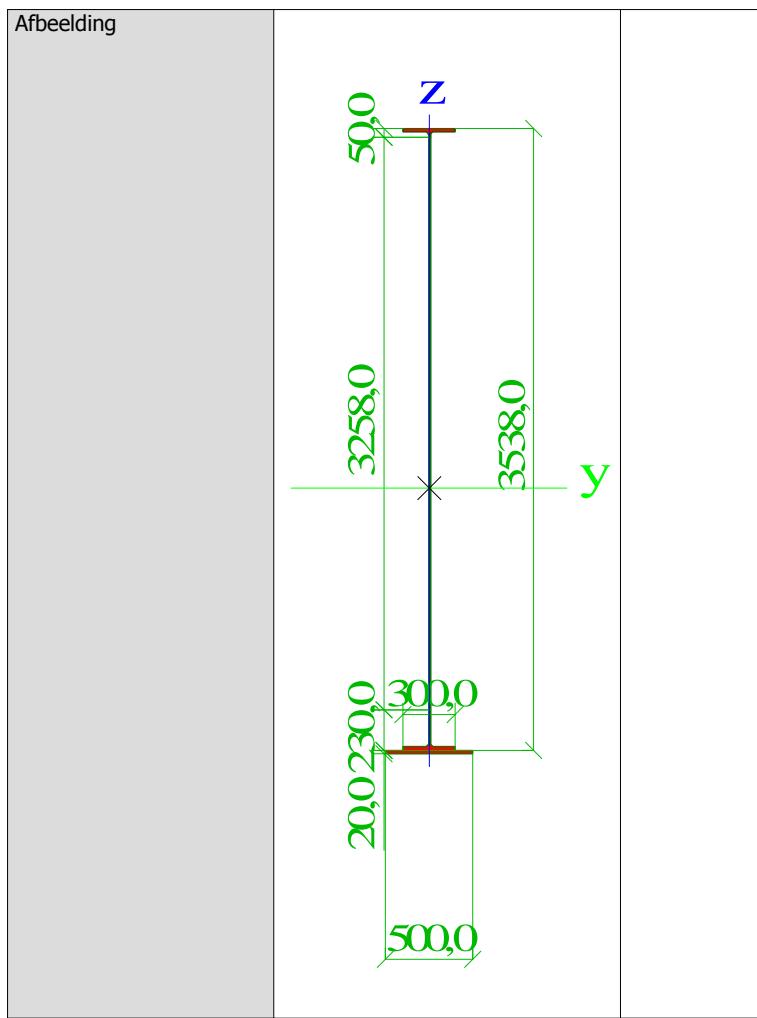
Hoofdlijger (500*20, h = 3631)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3351,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	6,5375e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2681e-02	4,3583e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		8,8470e+00	8,8470e+00
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]		0,0	-2094,7
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,1456e-01	2,9888e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1323,8	67,6
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		5,4690e-02	1,1955e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		7,7031e-02	2,2821e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		2,70e+07	2,70e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		7,99e+05	7,99e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,9861e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]		316,5	0,0



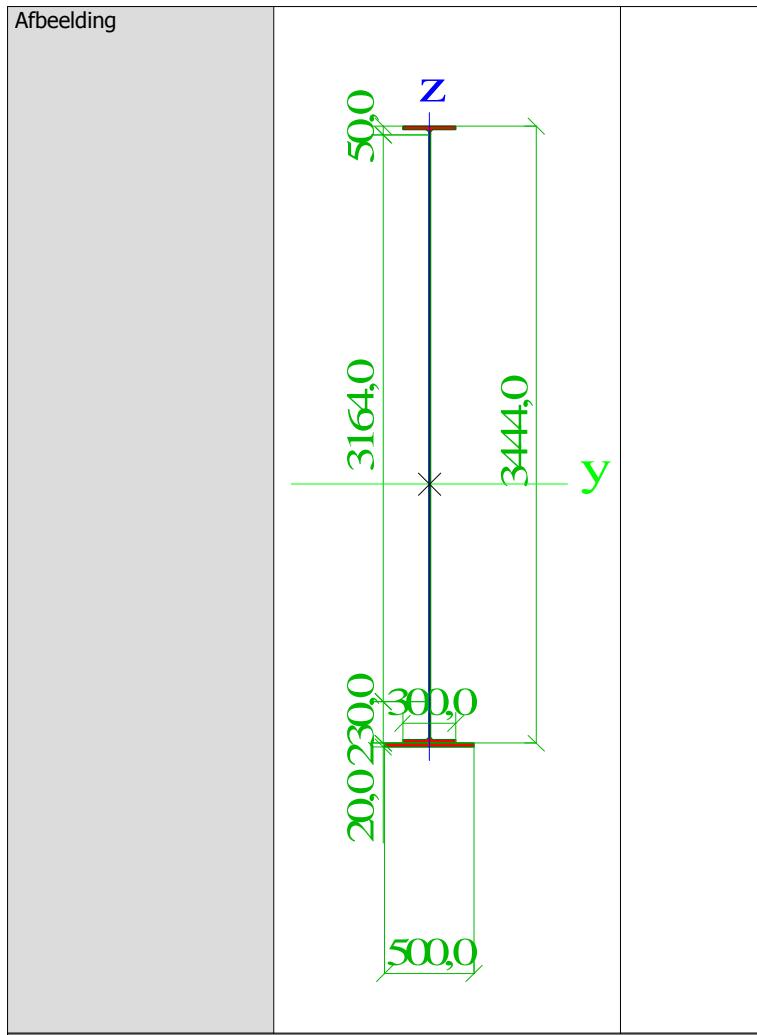
Hoofdligger (500*20, h = 3538)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3258,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	6,4259e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2677e-02	4,2510e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		8,6610e+00	8,6610e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]		0,0	-2045,8
a [deg]		0,00	0,00
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,0752e-01	2,9887e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1293,5	68,2
W _{e1,y} [m ³], W _{e1,z} [m ³]		5,2554e-02	1,1955e-03
W _{p1,y} [m ³], W _{p1,z} [m ³]		7,4017e-02	2,2788e-03
M _{p1,y,+} [Nm], M _{p1,y,-} [Nm]		2,59e+07	2,59e+07
M _{p1,z,+} [Nm], M _{p1,z,-} [Nm]		7,98e+05	7,98e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,9646e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		316,9	0,0



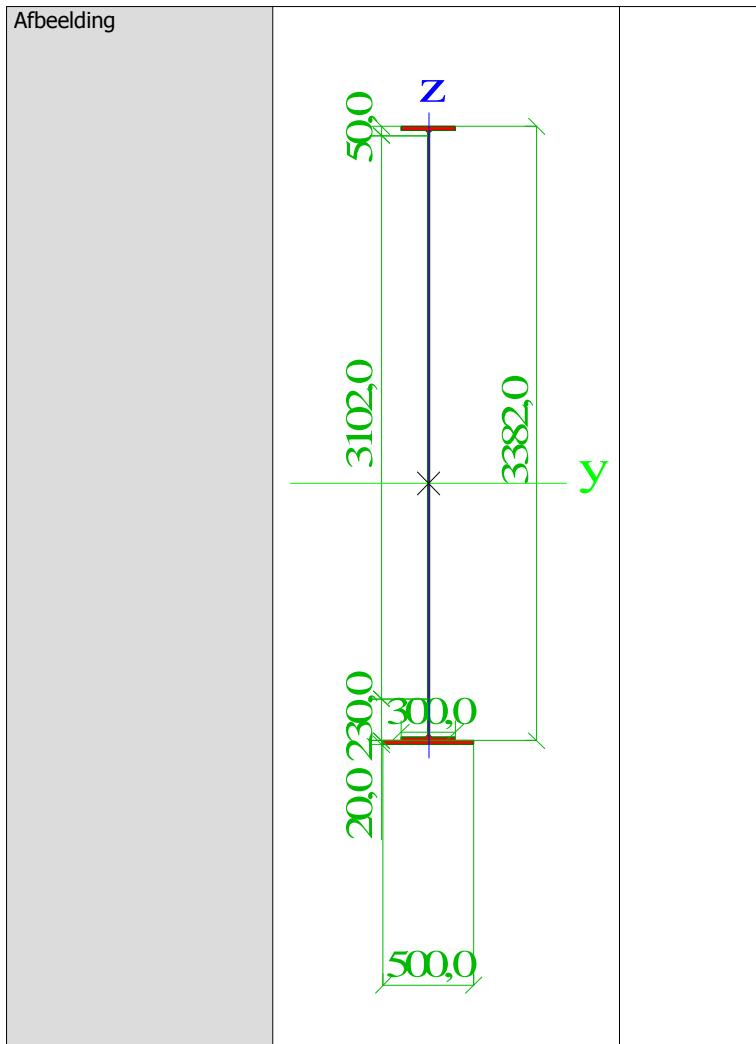
Hoofdlijger (500*20, h = 3444)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	3164,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	6,3131e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2673e-02
A _t [m ² /m], A _d [m ² /m]		8,4730e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0
a [deg]		-1996,3
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		0,00
i _y [mm], i _z [mm]		1,0068e-01
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		2,9886e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		1262,8
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		68,8
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		5,0431e-02
d _y [mm], d _z [mm]		1,1954e-03
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		7,1023e-02
β_y [mm], β_z [mm]		2,2754e-03
		2,49e+07
		7,96e+05
		0,0
		3,9444e-06
		0,0000e+00
		317,1
		0,0



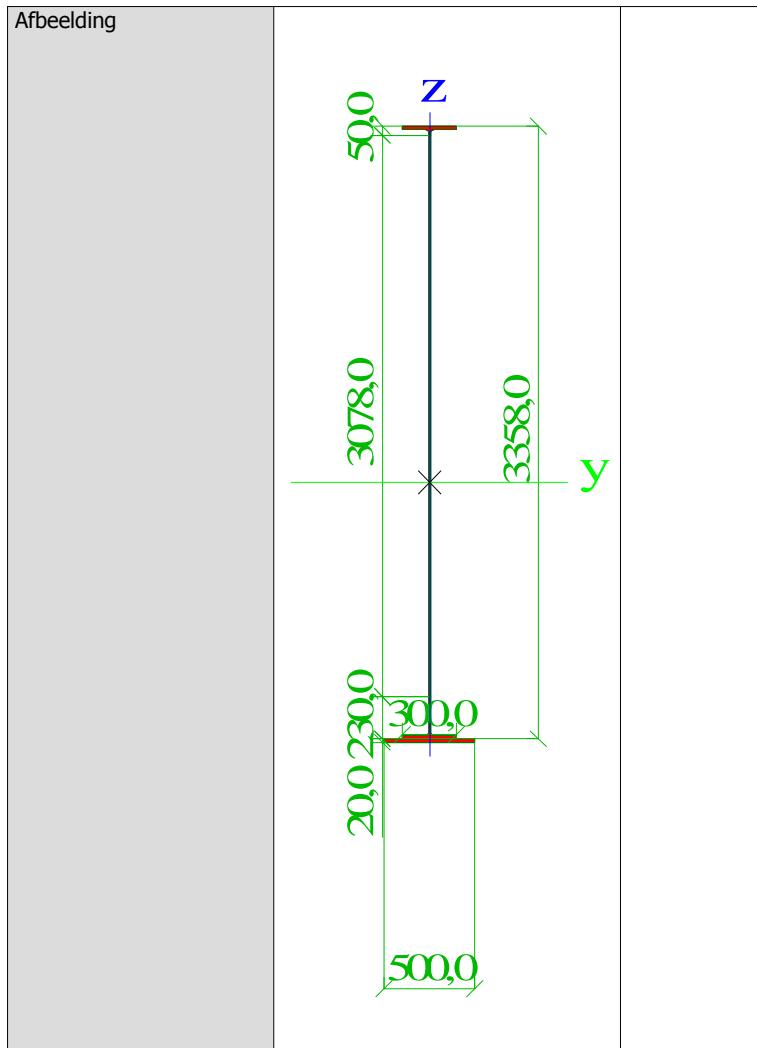
Hoofdlijger (500*20, h = 3382)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebred	3102,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		6,2387e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2670e-02	4,0703e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		8,3490e+00	8,3490e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]		0,0	-1963,7
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		9,6320e-02	2,9885e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1242,5	69,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		4,9051e-02	1,1954e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		6,9078e-02	2,2732e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		2,42e+07	2,42e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		7,96e+05	7,96e+05
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,9319e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		317,3	0,0



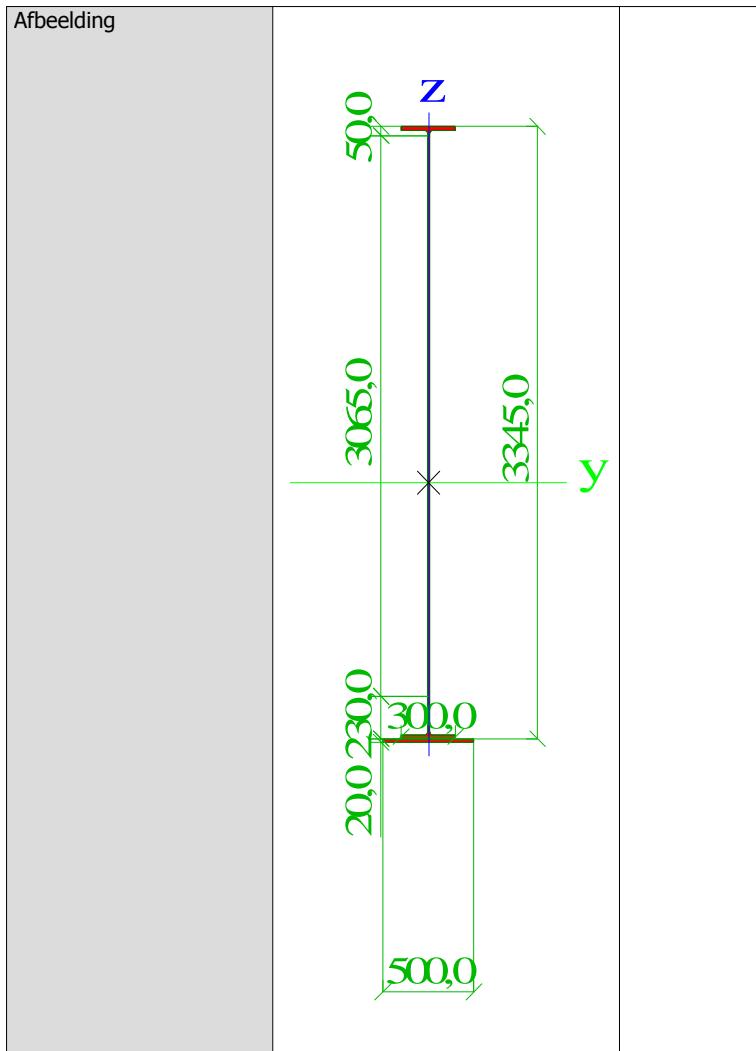
Hoofdlijger (500*20, h = 3358)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	3078,0; 20,0; 500,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z	d	d
A [m ²]	6,2099e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2668e-02	4,0424e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,3010e+00	8,3010e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1951,0
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,4665e-02	2,9884e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1234,7	69,4
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,8522e-02	1,1954e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,8331e-02	2,2723e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,39e+07	2,39e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,95e+05	7,95e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,9273e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	317,3	0,0



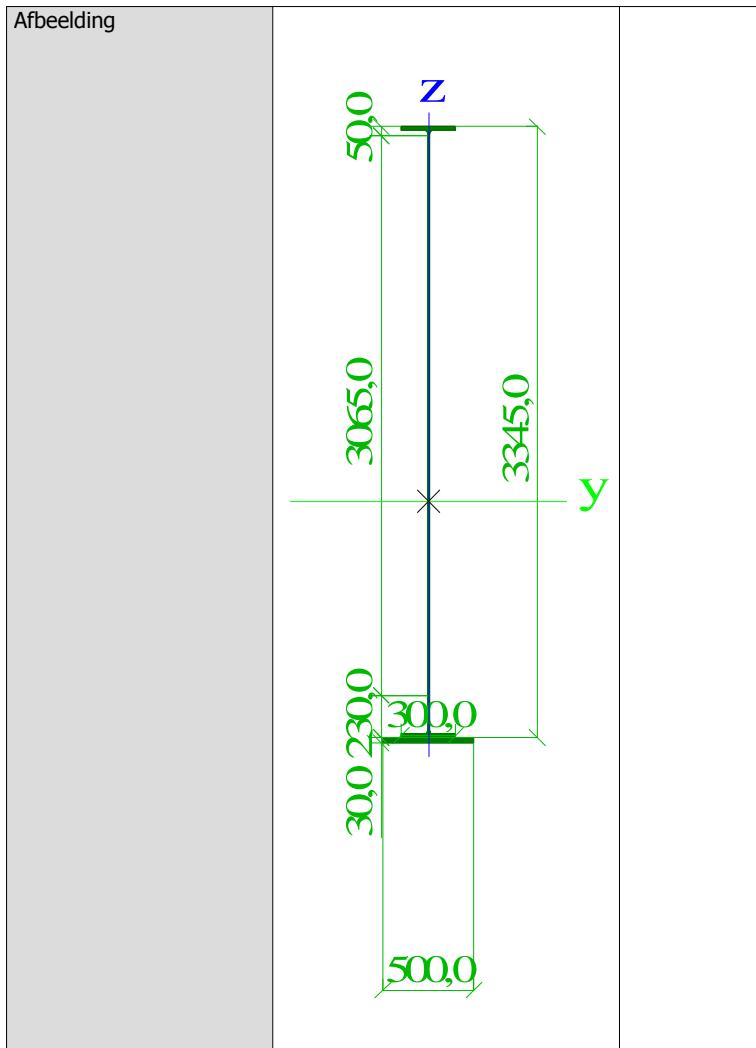
Hoofdlijger (500*20, h = 3345)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3065,0; 20,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 135%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	6,1943e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2668e-02	4,0273e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,2750e+00	8,2750e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1944,1	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,3776e-02	2,9884e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1230,4	69,5	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,8236e-02	1,1954e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,7928e-02	2,2718e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,38e+07	2,38e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,95e+05	7,95e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,9248e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	317,3	0,0	



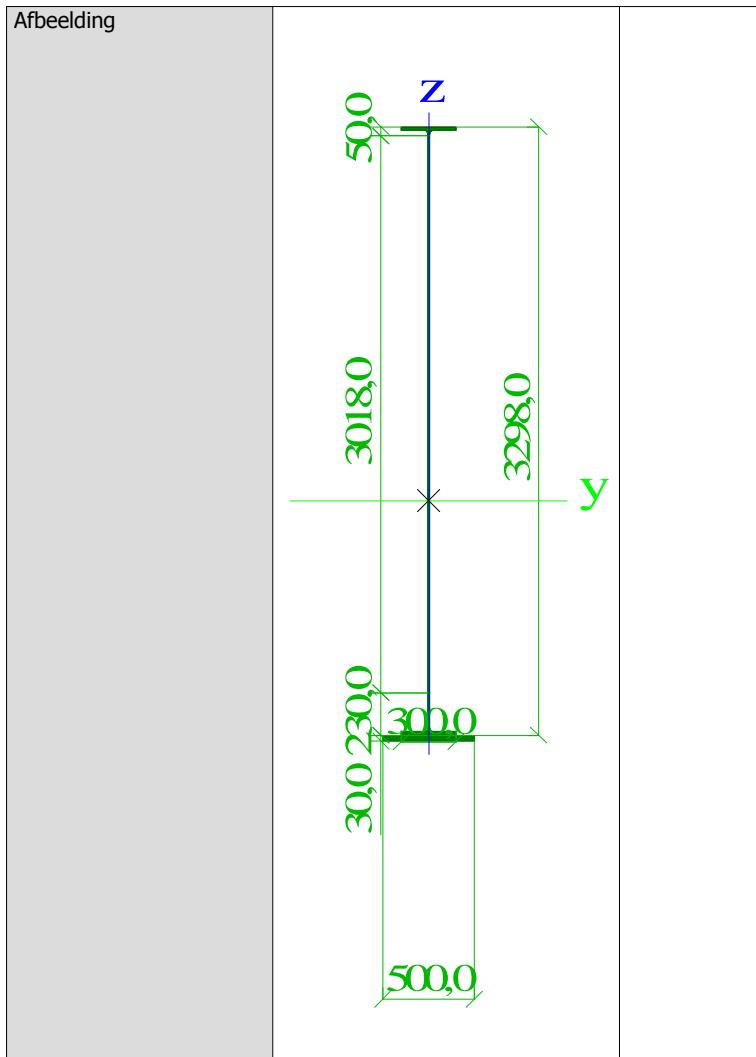
Hoofdlijger (500*30, h = 3345)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3065,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		6,6943e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,7580e-02	4,0363e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		8,2950e+00	8,2950e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-2050,6
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		1,0318e-01	4,0301e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1241,5	77,6
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		5,0318e-02	1,6120e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		7,3811e-02	2,8968e-03
M _{pl.y,+} [Nm], M _{pl.y,-} [Nm]		2,58e+07	2,58e+07
M _{pl.z,+} [Nm], M _{pl.z,-} [Nm]		1,01e+06	1,01e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		4,8659e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]		467,2	0,0



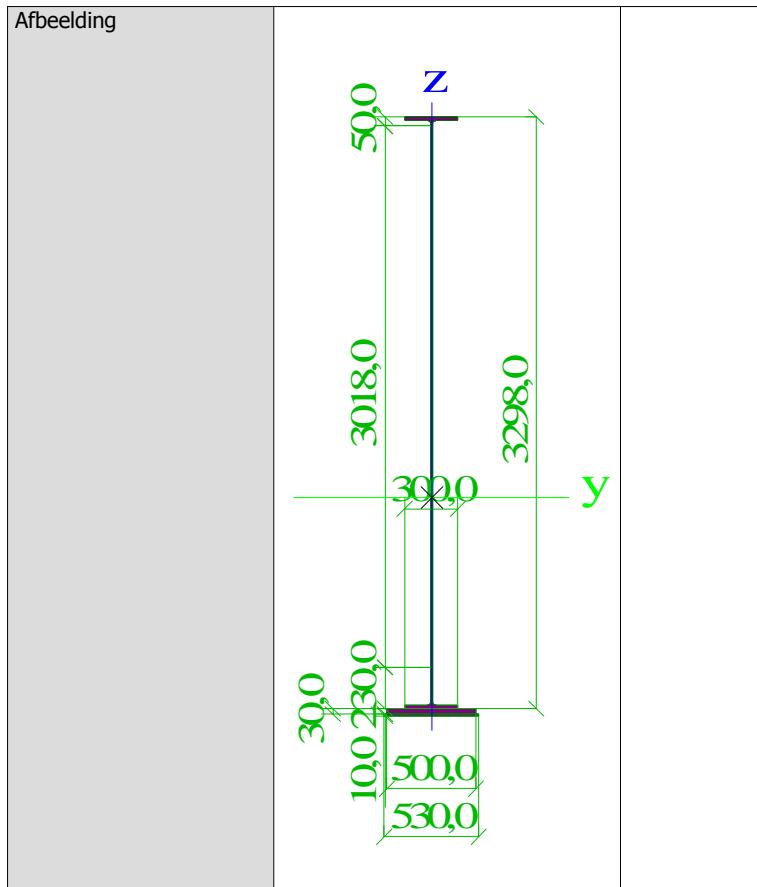
Hoofdlijger (500*30, h = 3298)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	3018,0; 30,0; 500,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 125%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	6,6379e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7577e-02	3,9807e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,2010e+00	8,2010e+00	
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-2025,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,9716e-02	4,0300e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1225,6	77,9	
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]	4,9242e-02	1,6120e-03	
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]	7,2245e-02	2,8951e-03	
M _{p1.y,+} [Nm], M _{p1.y,-} [Nm]	2,53e+07	2,53e+07	
M _{p1.z,+} [Nm], M _{p1.z,-} [Nm]	1,01e+06	1,01e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,8675e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	466,6	0,0	



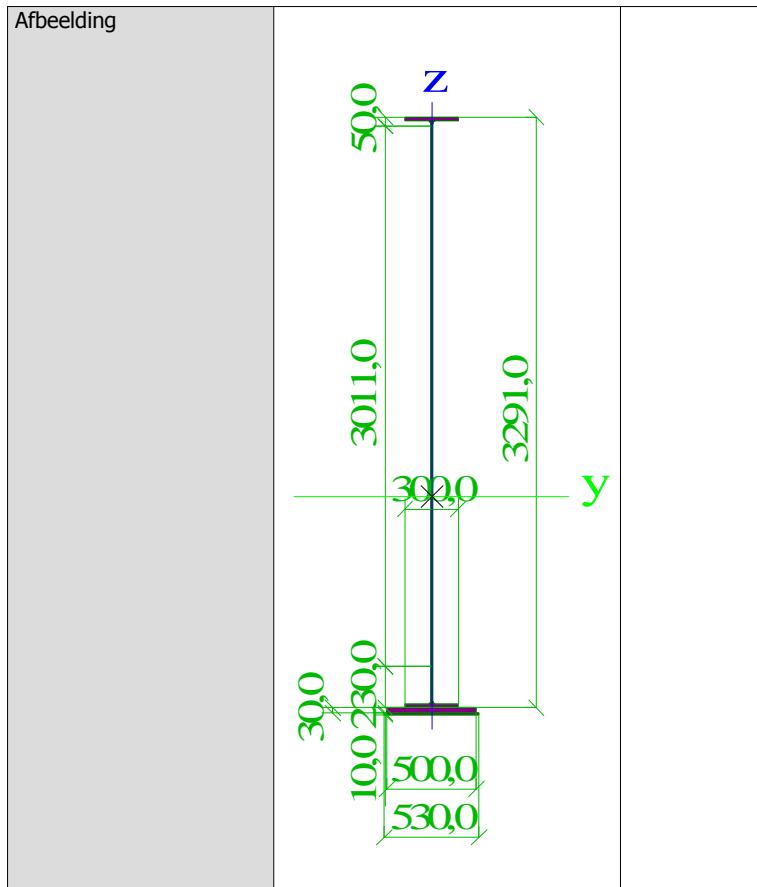
Hoofdligger (500*30 + 530*10, h = 3298)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	3018,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	7,1679e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2922e-02	3,9737e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,2810e+00	8,2810e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2121,7
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0811e-01	5,2707e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1228,1	85,8
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,0955e-02	1,9889e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,7272e-02	3,5974e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,70e+07	2,70e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,26e+06	1,26e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,1043e-06	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	610,4	0,0



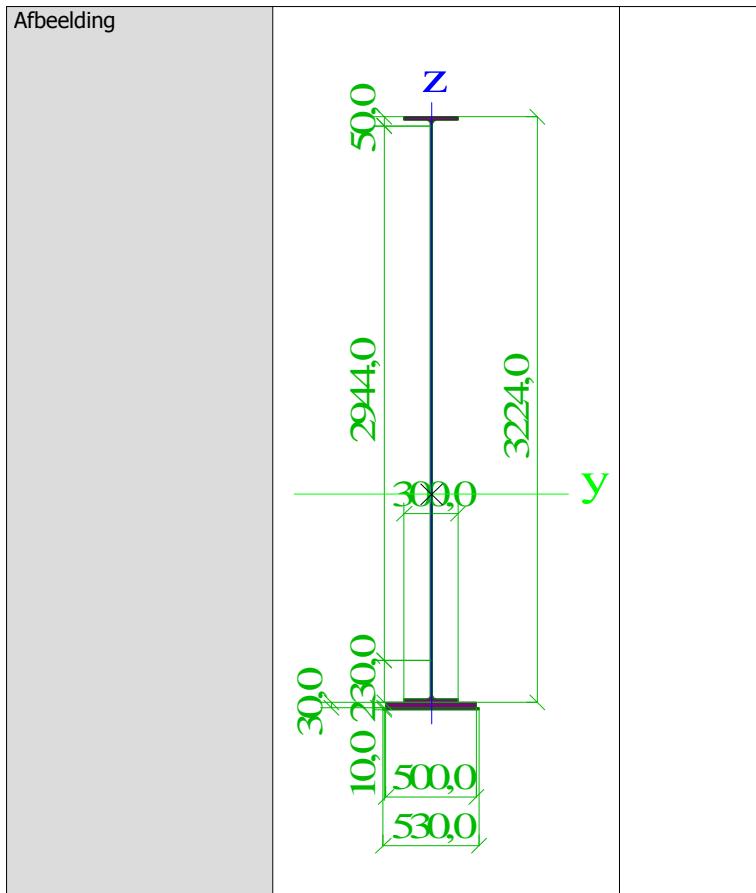
Hoofdligger (500*30 + 530*10, h = 3291)1

Type	Grafische doorsnede
Uitgebreid	3011,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	7,1595e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2921e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	8,2670e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0
a [deg]	-2117,8
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00
i _y [mm], i _z [mm]	1,0756e-01
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,2706e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1225,7
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	85,8
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,0789e-02
d _y [mm], d _z [mm]	1,9889e-03
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,7021e-02
β_y [mm], β_z [mm]	3,5971e-03
	2,70e+07
	1,26e+06
	0,0
	0,0
	6,1069e-06
	610,2
	0,0

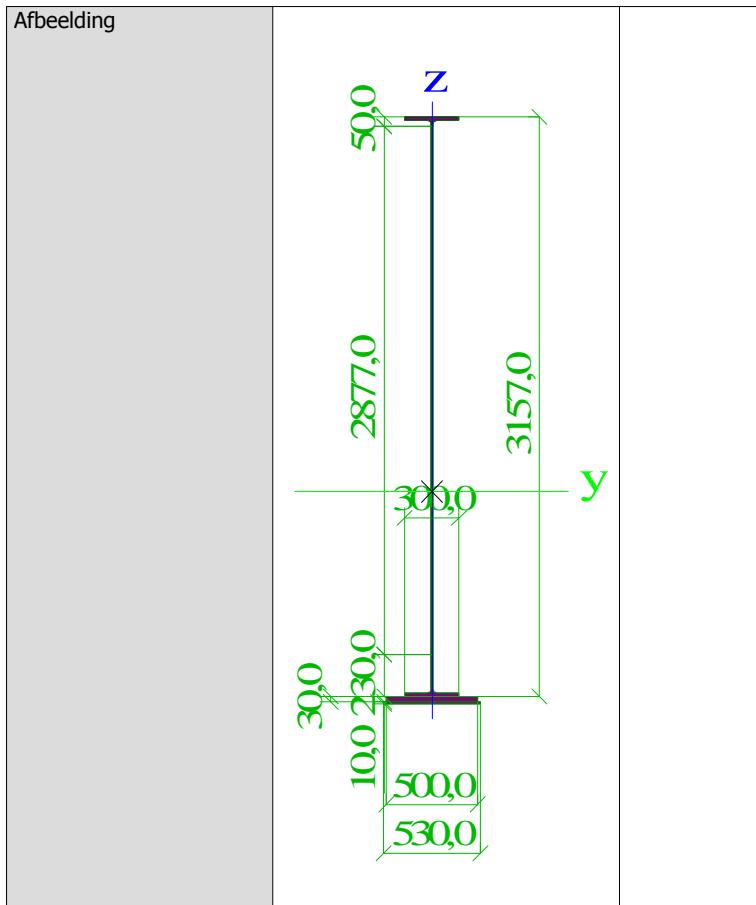


Hoofdlijger (500*30 + 530*10, h = 3224)1

Type	Grafische doorsnede
Uitgebreid	2944,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	7,0791e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2916e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	8,1330e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0
a [deg]	-2080,1
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00
i _y [mm], i _z [mm]	1,0237e-01
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	5,2705e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,8847e-02
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	8,1330e+00
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	0,0
d _y [mm], d _z [mm]	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	608,1

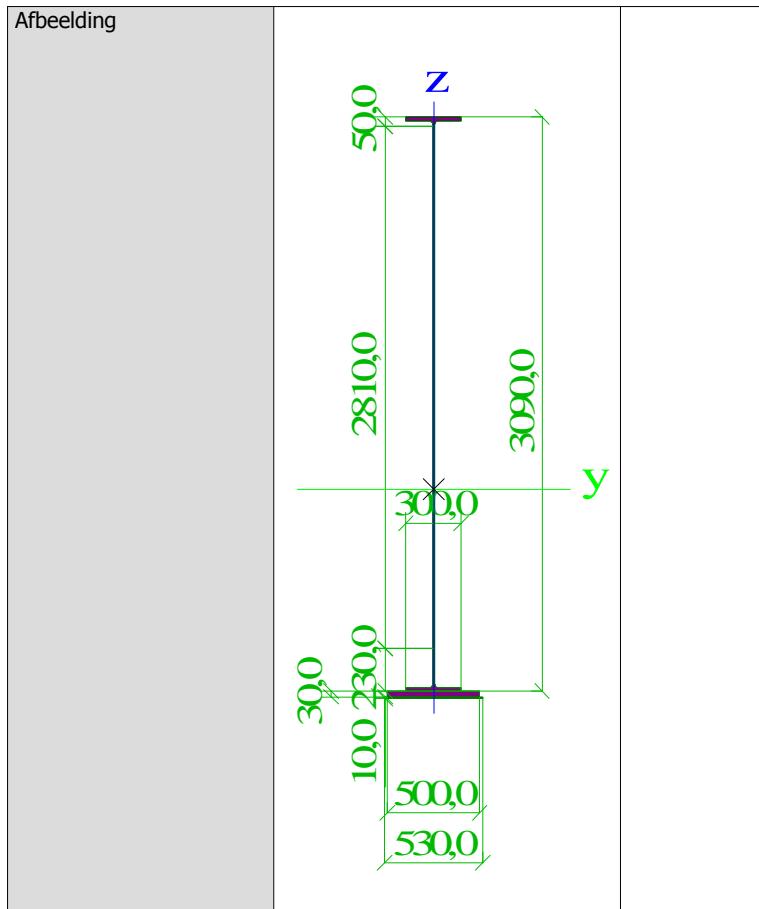


Hoofdlijger (500*30 + 530*10, h = 3157)1	
Type	Grafische doorsnede
Uitgebreid	2877,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	■
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	6,9987e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2911e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	7,9990e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0
a [deg]	-2042,2
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00
i _y [mm], i _z [mm]	9,7329e-02
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	5,2705e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1179,3
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	86,8
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	4,7659e-02
d _y [mm], d _z [mm]	1,9888e-03
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,2278e-02
β _y [mm], β _z [mm]	2,53e+07
	3,5923e-03
	2,53e+07
	1,26e+06
	0,0
	0,0
	6,1626e-06
	0,0000e+00
	605,8



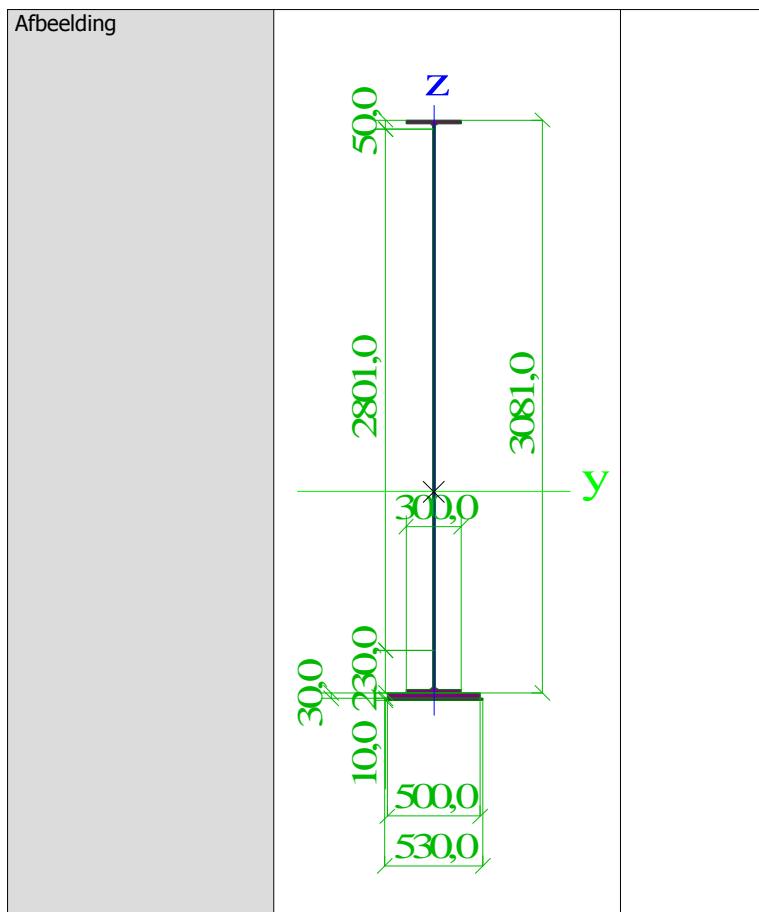
Hoofdligger (500*30 + 530*10, h = 3090)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2810,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur	■	
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	6,9183e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2905e-02	3,7230e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,8650e+00	7,8650e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2004,3
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,2446e-02	5,2704e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1156,0	87,3
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	4,6125e-02	1,9888e-03
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	6,9947e-02	3,5899e-03
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	2,45e+07	2,45e+07
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	1,26e+06	1,26e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,1951e-06	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	603,4	0,0



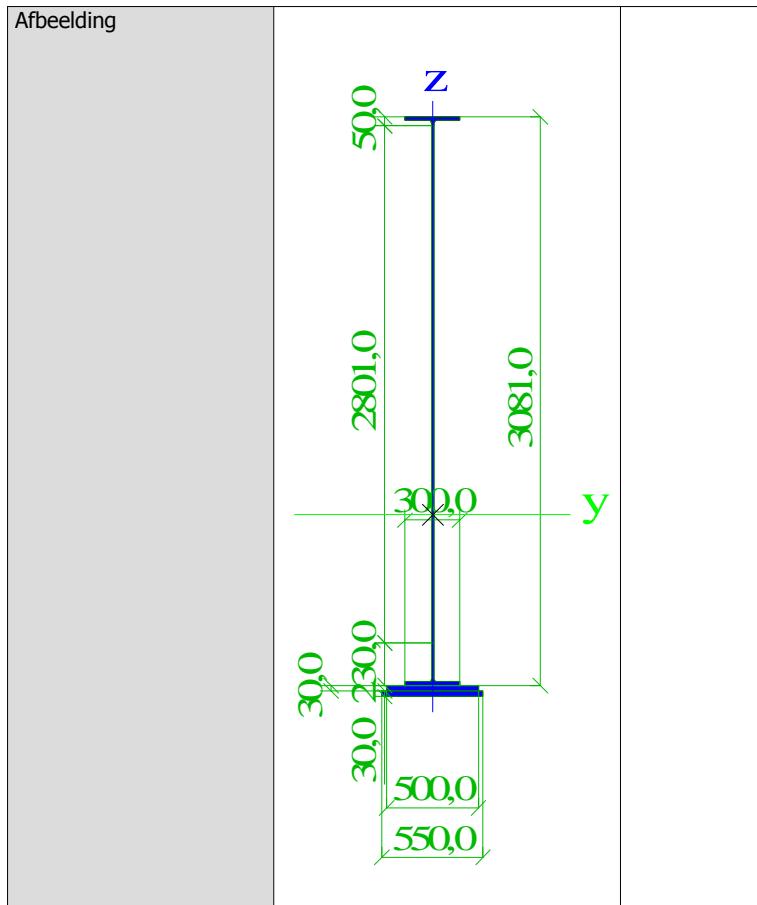
Hoofdligger (500*30 + 530*10, h = 3081)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2801,0; 30,0; 500,0; 10,0; 530,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	6,9075e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,2904e-02	3,7122e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,8470e+00	7,8470e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1999,2	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,1802e-02	5,2703e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1152,8	87,3	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,5920e-02	1,9888e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,9636e-02	3,5896e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,44e+07	2,44e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,26e+06	1,26e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,1997e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	603,0	0,0	



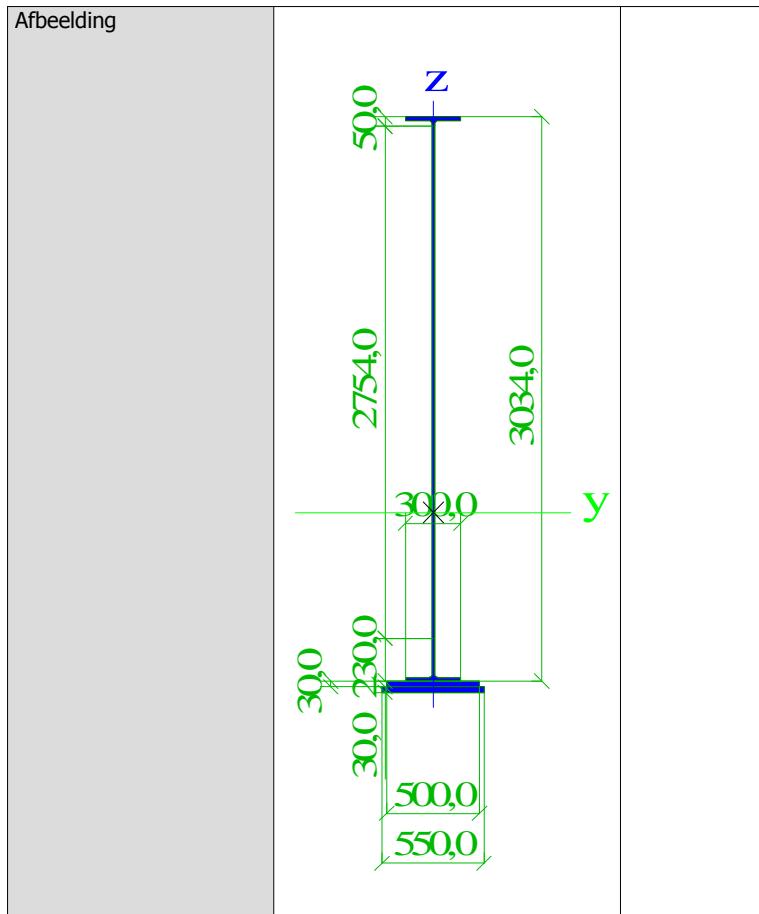
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3081)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2801,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	8,0275e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3706e-02	3,7100e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,9270e+00	7,9270e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-2157,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,0414e-01	8,1891e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1139,0	101,0	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,8280e-02	2,9778e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,5360e-02	5,1561e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,64e+07	2,64e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,9684e-06	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	850,5	0,0	



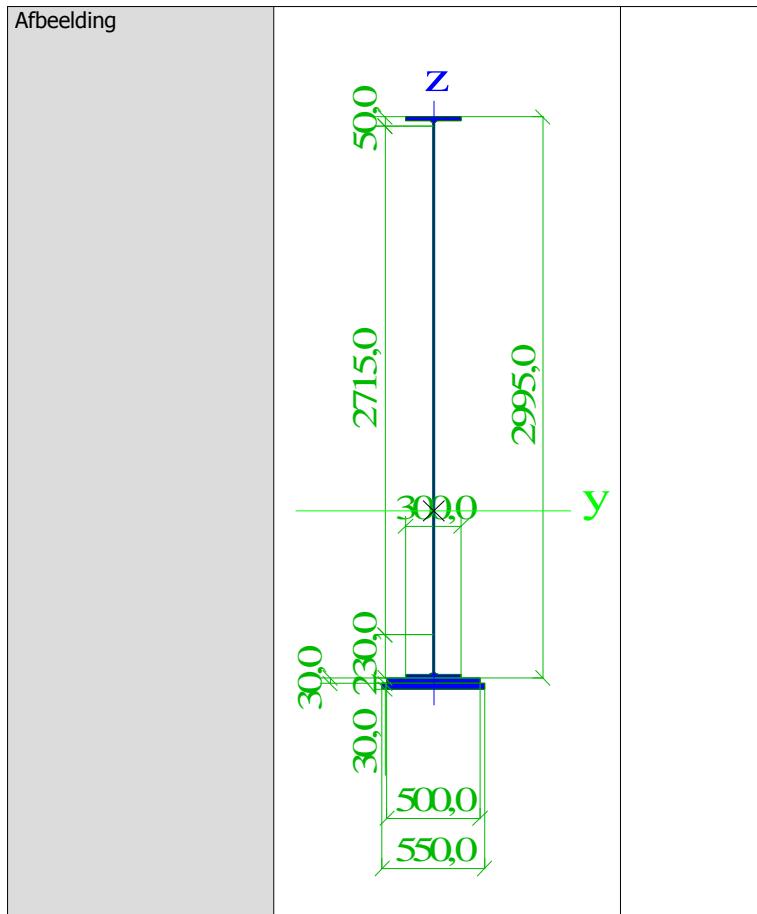
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 3034)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2754,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,9711e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3700e-02		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,8330e+00		
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0		
α [deg]	-2128,6		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,0037e-01		
i _y [mm], i _z [mm]	8,1890e-04		
W _{e1.y} [m ³], W _{e1.z} [m ³]	1122,1		
W _{p1.y} [m ³], W _{p1.z} [m ³]	101,4		
M _{p1.y.+} [Nm], M _{p1.y.-} [Nm]	4,7152e-02		
M _{p1.z.+} [Nm], M _{p1.z.-} [Nm]	2,9778e-03		
d _y [mm], d _z [mm]	7,3480e-02		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,1544e-03		
β _y [mm], β _z [mm]	2,57e+07		
	2,57e+07		
	1,80e+06		
	0,0		
	0,0		
	846,3		
	0,0000e+00		

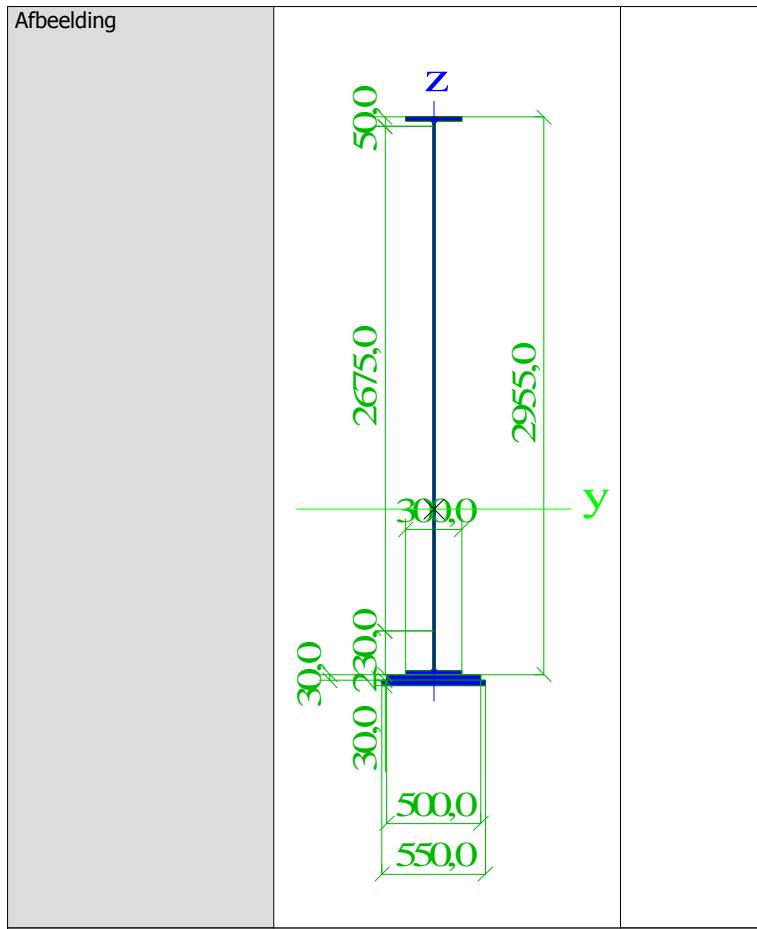


Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2995)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2715,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,9243e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3695e-02	3,6327e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,7550e+00	7,7550e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-2105,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,7303e-02	8,1890e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1108,1	101,7	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,6225e-02	2,9778e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,1930e-02	5,1530e-03	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,52e+07	2,52e+07	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0131e-05	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	842,8	0,0	

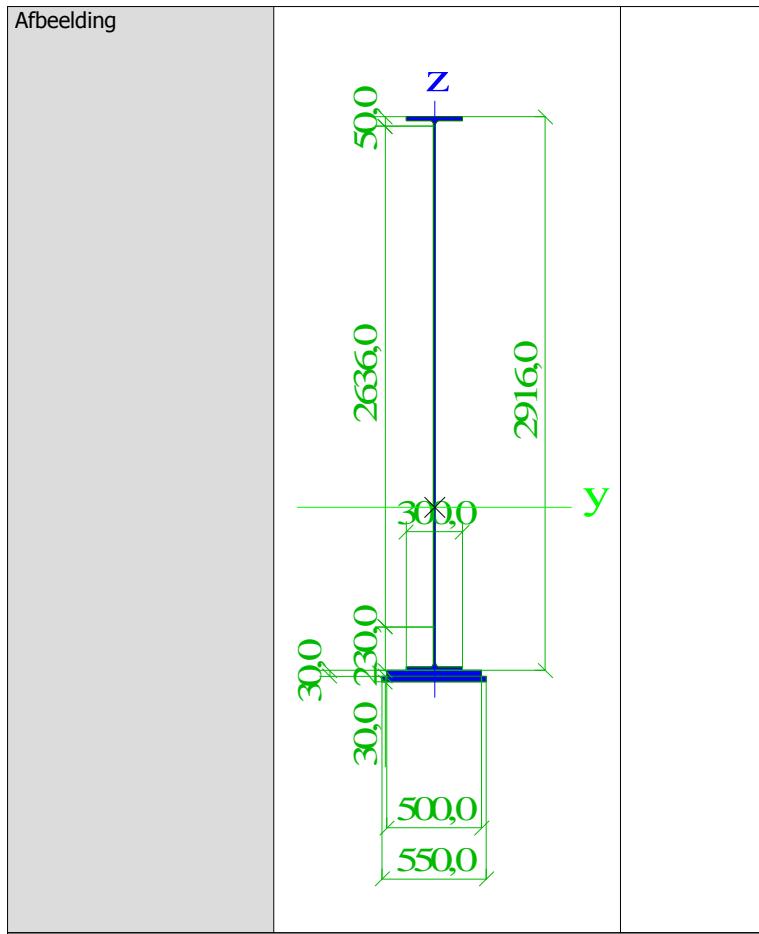


Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 2955)1		
Type	Grafische doorsnede	
Uitgebred	2675,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	7,8763e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3690e-02	3,5929e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,6750e+00	7,6750e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	-2080,7
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,4217e-02	8,1889e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1093,7	102,0
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,5282e-02	2,9778e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,0350e-02	5,1515e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,46e+07	2,46e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0211e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	839,1	0,0



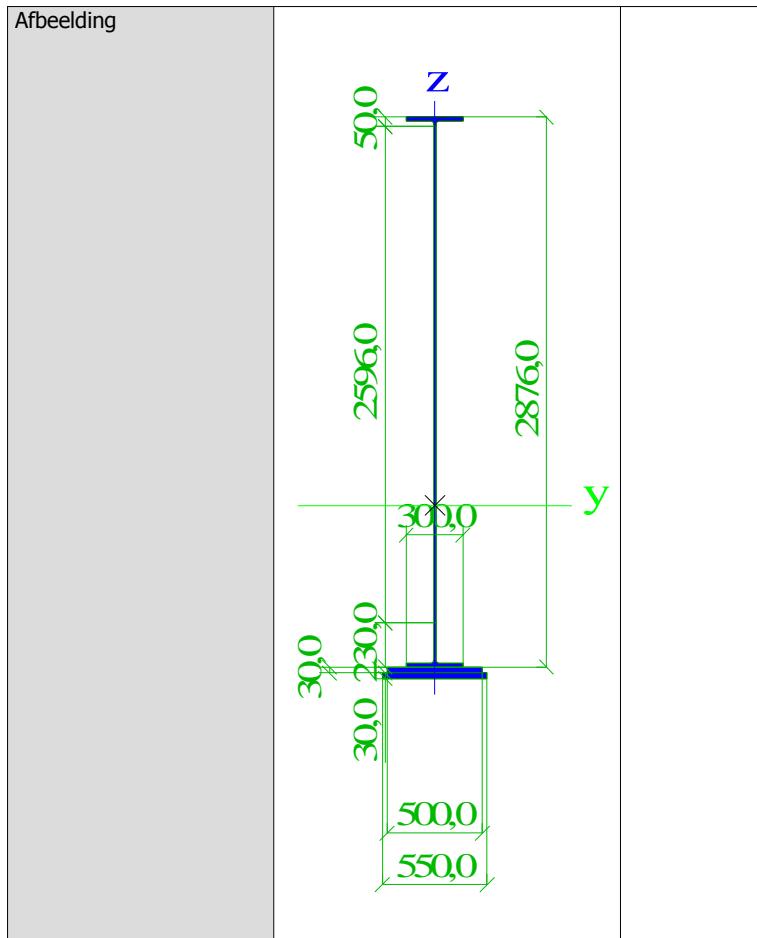
Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 2916)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2636,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	7,8295e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3685e-02	3,5526e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		7,5970e+00	7,5970e+00
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0	-2056,9
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		9,1267e-02	8,1888e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1079,7	102,3
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]		4,4370e-02	2,9778e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]		6,8819e-02	5,1501e-03
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]		2,41e+07	2,41e+07
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]		1,80e+06	1,80e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		1,0293e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		835,4	0,0



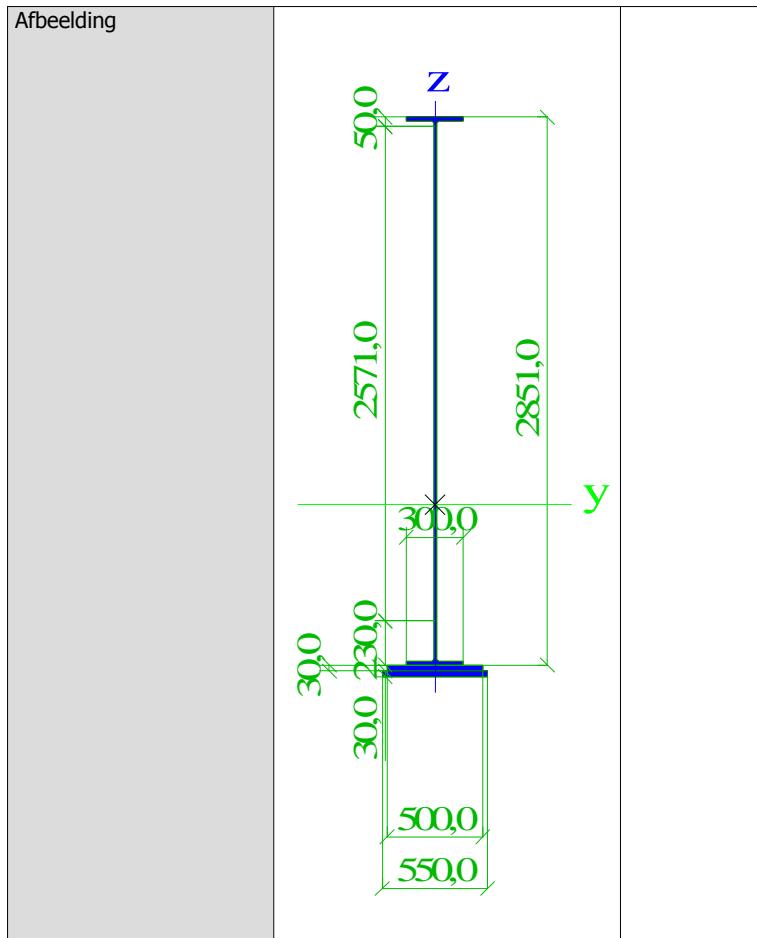
Hoofdlijger (500*30 + 550*30, h = 2876)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2596,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]		7,7815e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3680e-02	3,5102e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		7,5170e+00	7,5170e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-2032,5
α [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		8,8299e-02	8,1888e-04
i _y [mm], i _z [mm]		1065,2	102,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		4,3443e-02	2,9777e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		6,7258e-02	5,1487e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		2,35e+07	2,35e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		1,80e+06	1,80e+06
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		1,0381e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		831,5	0,0



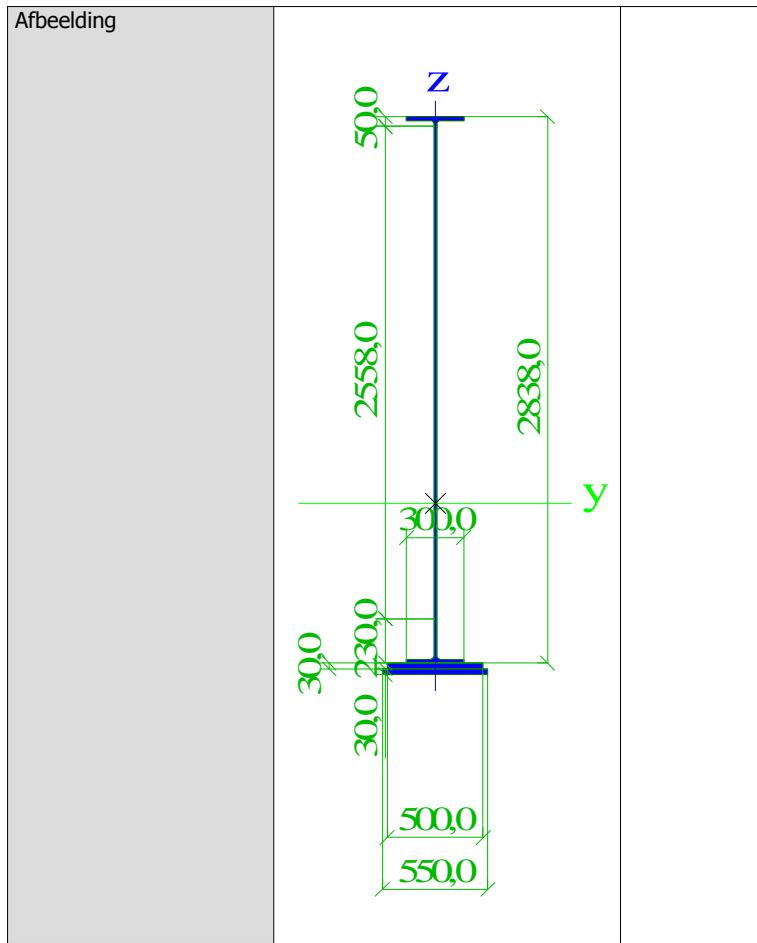
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2851)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2571,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,7515e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3676e-02		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,4670e+00		
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0		
α [deg]	-2017,3		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00		
i _y [mm], i _z [mm]	8,6475e-02		
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1056,2		
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	4,2867e-02		
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	2,9777e-03		
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	6,6287e-02		
d _y [mm], d _z [mm]	5,1478e-03		
d _t [mm], d _w [mm]	2,32e+07		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,32e+07		
β _y [mm], β _z [mm]	1,80e+06		
	0,0		
	1,80e+06		
	0,0		
	0,0437e-05		
	0,0000e+00		
	829,0		



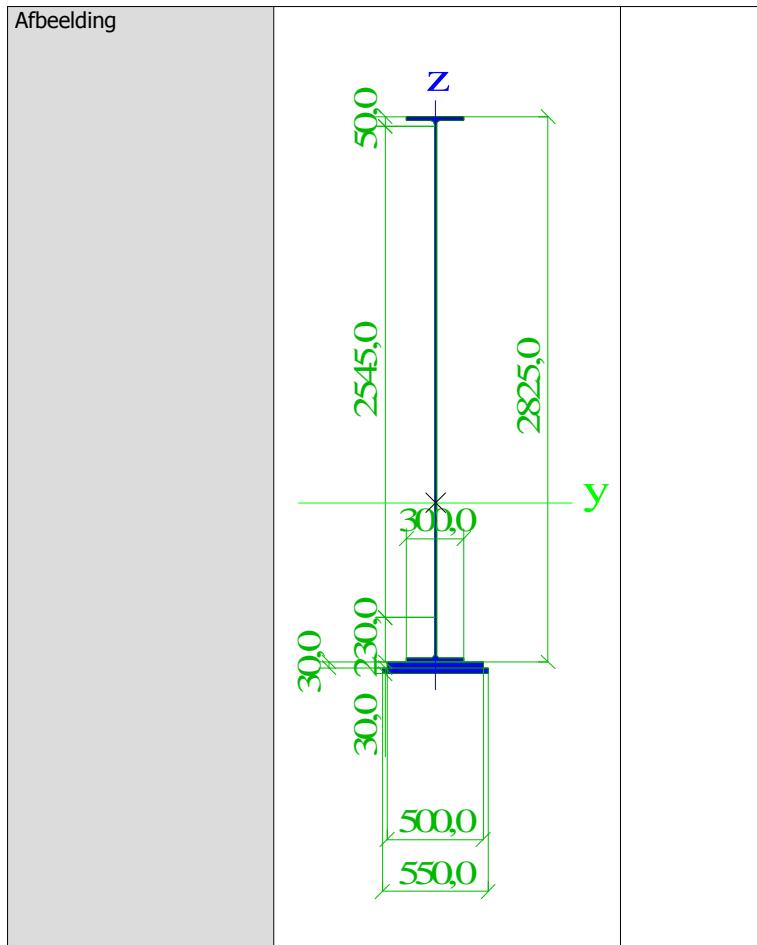
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2838)1

Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2558,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,7359e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3675e-02		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,4410e+00		
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0		
α [deg]	-2009,3		
0,00			
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,5535e-02		
i _y [mm], i _z [mm]	1051,5		
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,9777e-03		
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	5,1473e-03		
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	2,30e+07		
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,80e+06		
d _y [mm], d _z [mm]	0,0		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0		
β _y [mm], β _z [mm]	0,0		
827,7	0,0000e+00		



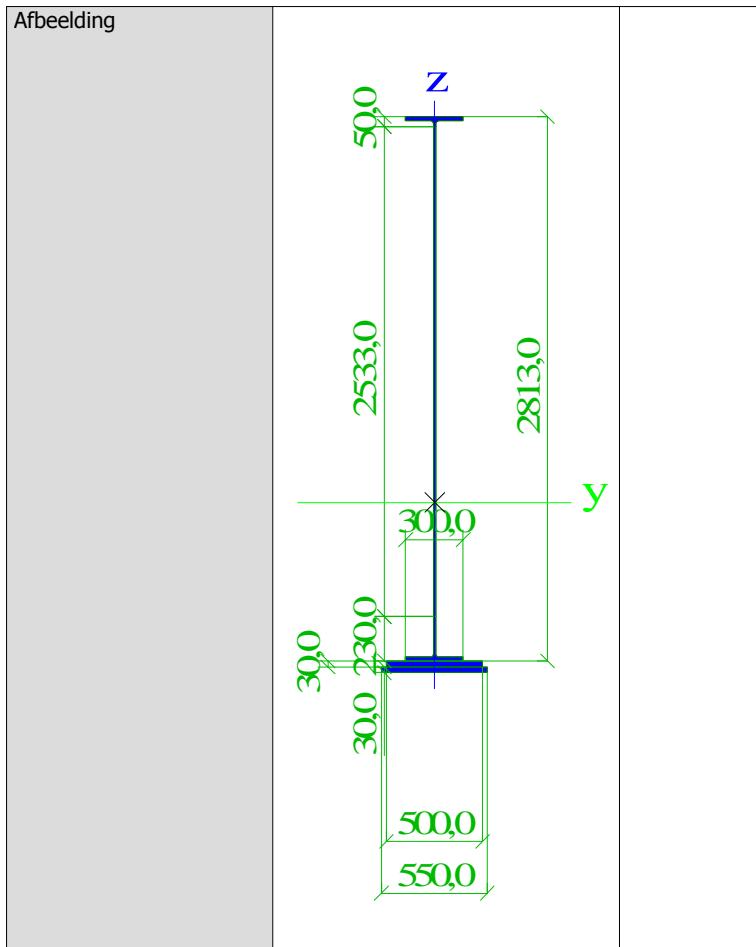
Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2825)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2545,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	7,7203e-02	3,4548e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	4,3673e-02	7,4150e+00
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	7,4150e+00	0,0
a [deg]	0,0	-2001,4
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	8,1887e-04
i _y [mm], i _z [mm]	8,4602e-02	1046,8
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1046,8	103,0
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,2272e-02	2,9777e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,5281e-02	5,1469e-03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,28e+07	2,28e+07
d _y [mm], d _z [mm]	1,80e+06	1,80e+06
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
B _y [mm], B _z [mm]	1,0497e-05	826,4
	0,0000e+00	0,0



Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2813)1

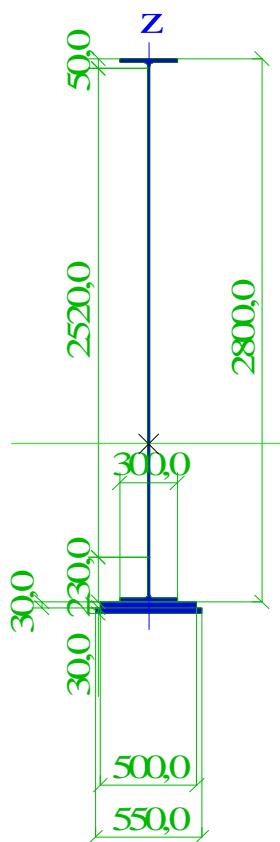
Type	Grafische doorsnede		
Uitgebreid	2533,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,7059e-02	d	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3671e-02	3,4417e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,3910e+00	7,3910e+00	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	-1994,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,3745e-02	8,1887e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	1042,5	103,1	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	4,1999e-02	2,9777e-03	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	6,4819e-02	5,1464e-03	
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	2,27e+07	2,27e+07	
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0526e-05	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	825,2	0,0	



Hoofdligger (500*30 + 550*30, h = 2800)1

Type	Grafische doorsnede	
Uitgebreid	2520,0; 30,0; 500,0; 30,0; 550,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 120%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	7,6903e-02	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,3669e-02	3,4273e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	7,3650e+00	7,3650e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-1986,0
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,2824e-02	8,1887e-04
i _y [mm], i _z [mm]	1037,8	103,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,1703e-02	2,9777e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	6,4318e-02	5,1460e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	2,25e+07	2,25e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,80e+06	1,80e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,0557e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	823,8	0,0

Afbeelding



Verklaring van symbolen

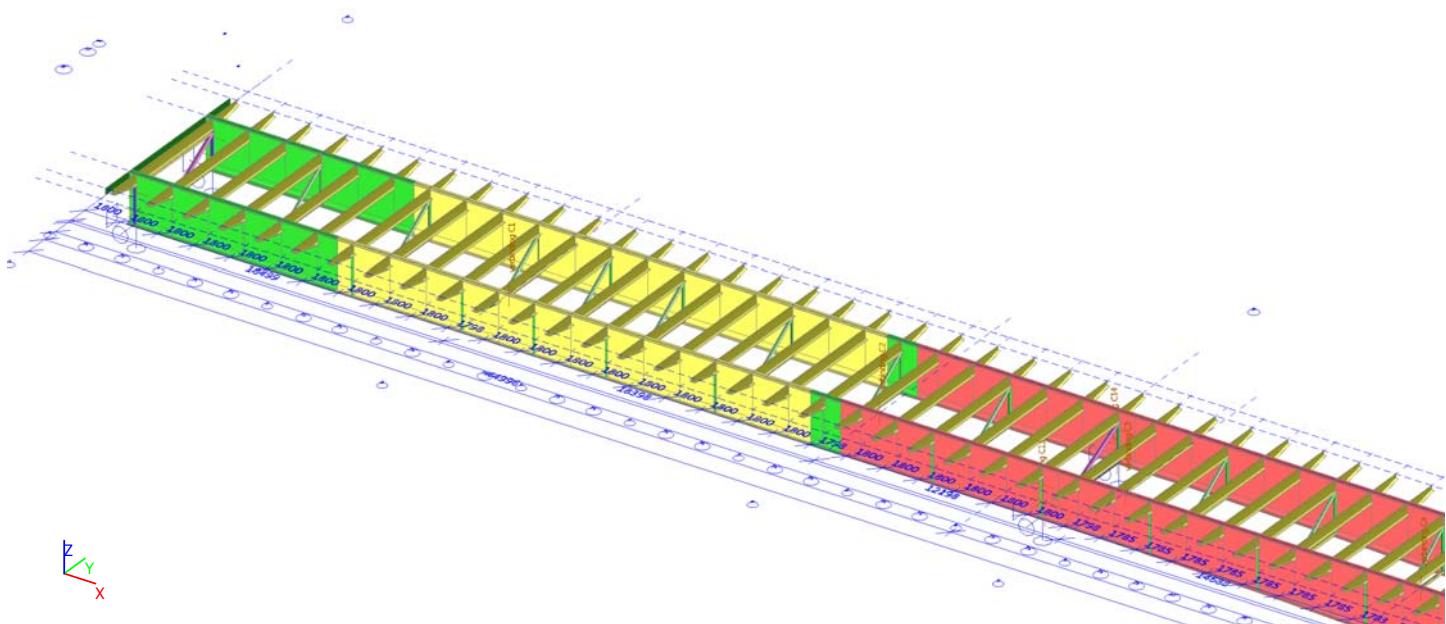
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$C_Y.UCS$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$C_Z.UCS$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{Y,Z,LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen

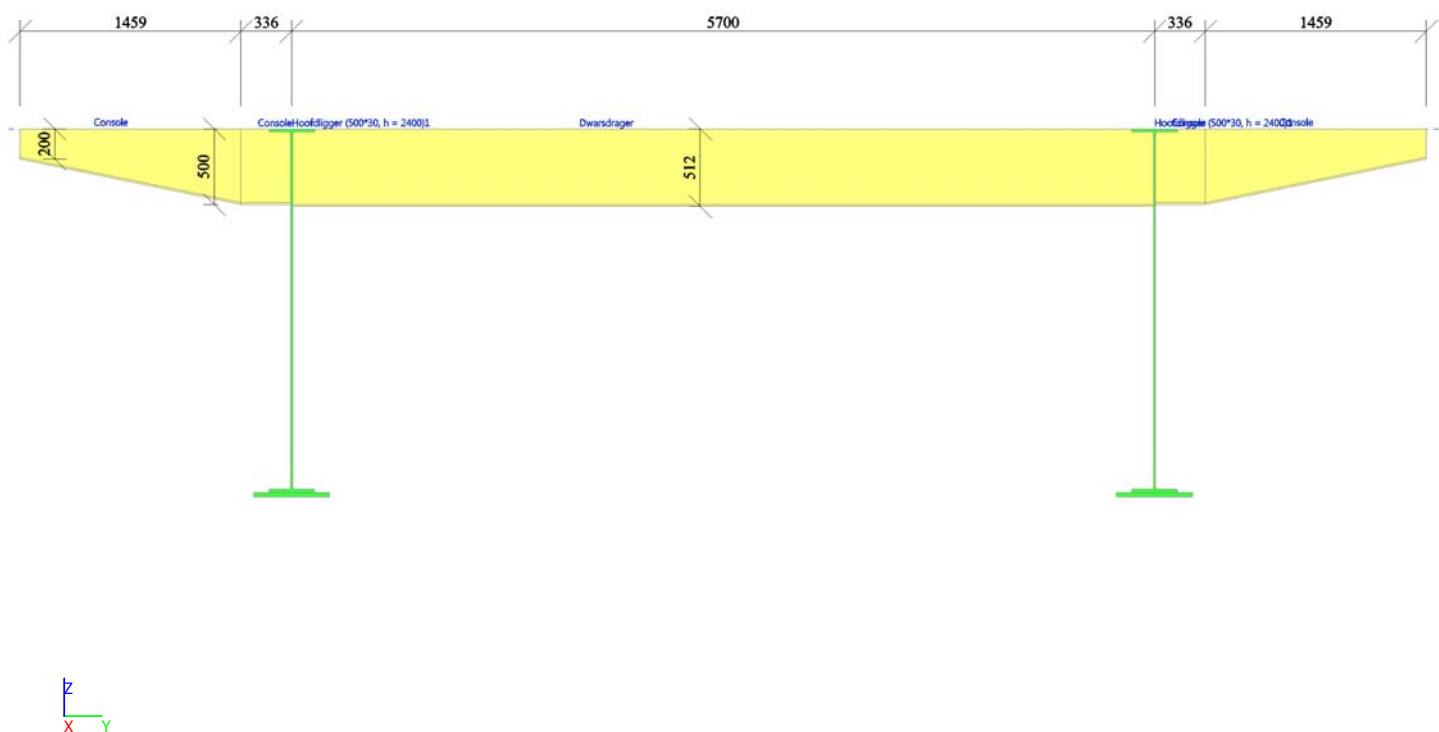
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief M_y moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief M_y moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief M_z moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief M_z moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I_t	Torsie constante
I_w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

9. Dwarsdragers

9.1. 3D overzicht

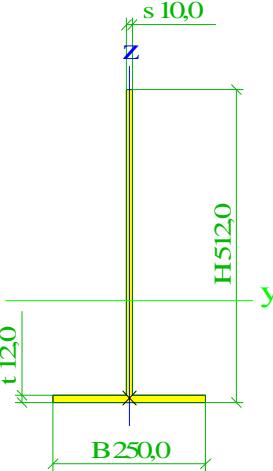


9.2. Constructie



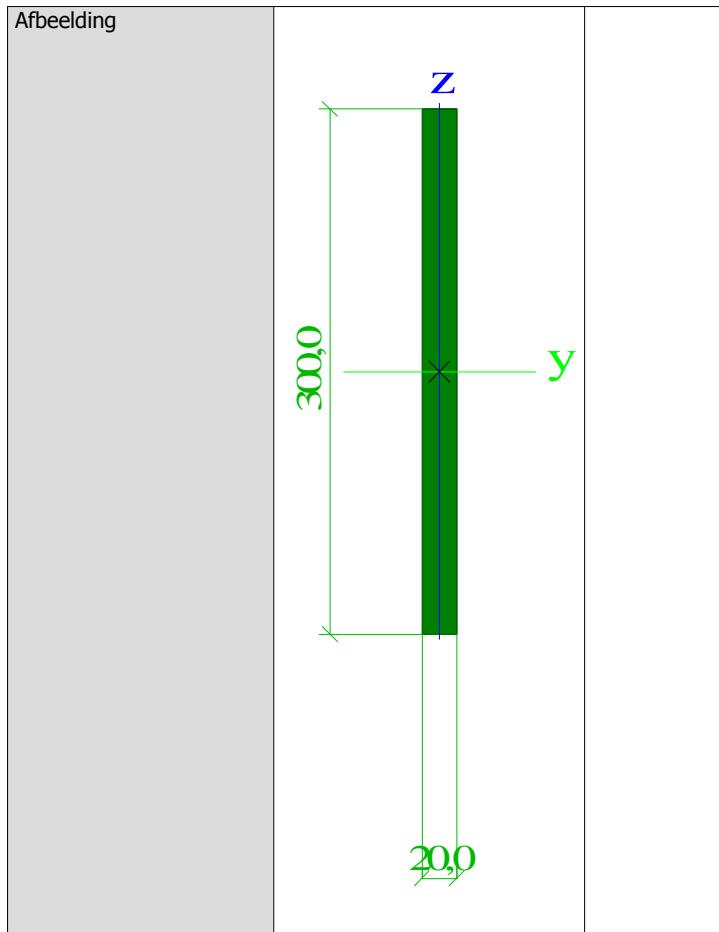
9.3. Doorsneden

Dwarsdrager

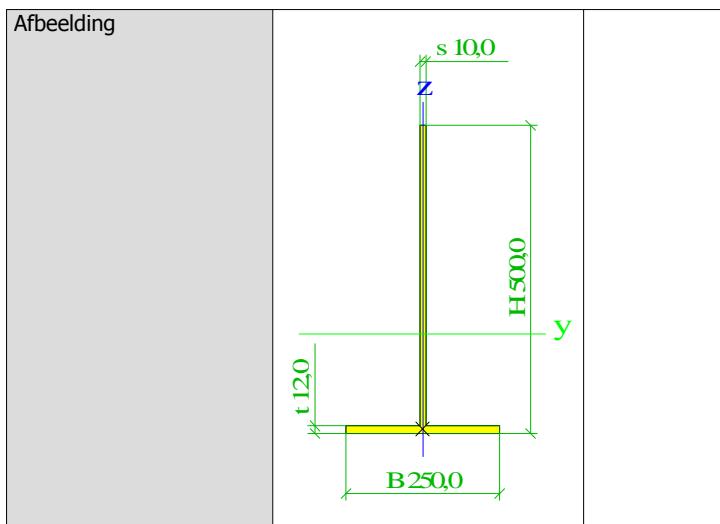
Type	T		
Uitgebred	512,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1		
Vormnorm	6 - T-doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 138%)		
Bouwwijze	gelast		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	c	c	
A [m ²]	8,0000e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7636e-03	4,5889e-03	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,5239e+00	1,5239e+00	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	125,0	166,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2708e-04	1,5667e-05	
i _y [mm], i _z [mm]	168,5	44,3	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,5631e-04	1,2533e-04	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1680e-03	2,0000e-04	
M _{ply,+} [Nm], M _{ply,-} [Nm]	4,09e+05	4,09e+05	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	7,00e+04	7,00e+04	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-158,8	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,1267e-07	6,4912e-37	
β _y [mm], β _z [mm]	404,1	0,0	
Afbeelding			

Einddwarsdrager 300*20

Type	Grafische doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 138%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z	d	d	
A [m ²]	6,0000e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	5,0000e-03	5,0000e-03	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,4000e-01	6,4000e-01	
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	0,0	0,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	4,5000e-05	2,0000e-07	
i _y [mm], i _z [mm]	86,6	5,8	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,0000e-04	2,0000e-05	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,5000e-04	3,0000e-05	
M _{ply,+} [Nm], M _{ply,-} [Nm]	9,67e+04	9,67e+04	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,45e+03	6,45e+03	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,1999e-07	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	0,0	0,0	



Console			
Type	T		
Uitgebreid	500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1		
Vormnorm	6 - T-doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 138%)		
Bouwwijze	gelast		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	7,8800e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7631e-03	4,4710e-03	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,4999e+00	1,4999e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	125,0	160,8	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,1300e-04	1,5666e-05	
i _y [mm], i _z [mm]	164,4	44,6	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	6,2798e-04	1,2533e-04	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,1204e-03	1,9970e-04	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,92e+05	3,92e+05	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,99e+04	6,99e+04	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-153,7	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,0867e-07	2,4074e-38	
β _y [mm], β _z [mm]	393,2	0,0	



Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Flensbreedte t - Flensdikte s - Lijfdikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet r2 - Straal bij lijfbasis a1 - Flenshellingshoek a2 - Lijfrelling
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{Y.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{Z.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{Y.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{Z.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{Yz.LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el.y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el.z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl.y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{pl.z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl.y.+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl.y.-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl.z.+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl.z.-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d _z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I _t	Torsie constante
I _w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

9.4. Consoles

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H1	S2	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H2	S5	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H3	S7	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H4	S10	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H5	S49	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H6	S52	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H7	S86	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H8	S89	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H9	S161	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H10	S164	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H11	S198	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H12	S201	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H13	S235	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H14	S238	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H15	S309	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H16	S312	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H17	S351	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H18	S354	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H19	S388	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H20	S391	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H21	S398	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H22	S401	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H23	S405	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H24	S408	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H25	S445	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H26	S448	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H27	S484	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H28	S487	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H29	S526	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H30	S529	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H31	S568	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H32	S571	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H33	S610	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H34	S613	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H35	S652	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H36	S655	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H37	S692	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H38	S695	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H39	S729	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H40	S732	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H41	S766	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H42	S769	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H43	S803	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H44	S806	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H45	S840	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H46	S843	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H47	S877	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H48	S880	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H49	S914	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H50	S917	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H51	S983	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H52	S986	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H53	S988	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H54	S991	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H55	S993	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H56	S996	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H57	S1064	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H58	S1067	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H59	S1104	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H60	S1107	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H61	S1141	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H62	S1144	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H63	S1212	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H64	S1215	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H65	S1220	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H66	S1223	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H67	S1257	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H68	S1260	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H69	S1328	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H70	S1331	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H71	S1336	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H72	S1339	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H73	S1373	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H74	S1376	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H75	S1444	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H76	S1447	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H77	S1452	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H78	S1455	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H79	S1491	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H80	S1494	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H81	S1531	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H82	S1534	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H83	S1570	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H84	S1573	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H85	S1610	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H86	S1613	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H87	S1647	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H88	S1650	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H89	S1718	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H90	S1721	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H91	S1726	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H92	S1729	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H93	S1763	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H94	S1766	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H95	S1802	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H96	S1805	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H97	S1842	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H98	S1845	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H99	S1911	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H100	S1914	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H101	S1950	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H102	S1953	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H103	S1958	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H104	S1961	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H105	S2027	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H106	S2030	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H107	S2066	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H108	S2069	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H109	S2075	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H110	S2078	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H111	S2112	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H112	S2115	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H113	S2151	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H114	S2154	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H115	S2191	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H116	S2194	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H117	S2228	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H118	S2231	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H119	S2267	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H120	S2270	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H121	S2307	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H122	S2310	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H123	S2344	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H124	S2347	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H125	S2383	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H126	S2386	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H127	S2423	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H128	S2426	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H129	S2428	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H130	S2431	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H131	S2467	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H132	S2470	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H133	S2539	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H134	S2542	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H135	S2544	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H136	S2547	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H137	S2583	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H138	S2586	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H139	S2655	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H140	S2658	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H141	S2692	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H142	S2695	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H143	S2699	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H144	S2702	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H145	S2771	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H146	S2774	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H147	S2776	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H148	S2779	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H149	S2815	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H150	S2818	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H151	S2887	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H152	S2890	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H153	S2892	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H154	S2895	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H155	S2931	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H156	S2934	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H157	S3003	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H158	S3006	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H159	S3040	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H160	S3043	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H161	S3079	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H162	S3082	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H163	S3151	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H164	S3154	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H165	S3156	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H166	S3159	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H167	S3227	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H168	S3230	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H169	S3290	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H170	S3293	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H171	S3329	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H172	S3332	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H173	S3369	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H174	S3372	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H175	S3406	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H176	S3409	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H177	S3413	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H178	S3416	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H179	S3485	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H180	S3488	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H181	S3490	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H182	S3493	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H183	S3529	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H184	S3532	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H185	S3601	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H186	S3604	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H187	S3606	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H188	S3609	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H189	S3645	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H190	S3648	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H191	S3717	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H192	S3720	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H193	S3754	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H194	S3757	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H195	S3793	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H196	S3796	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H197	S3865	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H198	S3868	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H199	S3870	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H200	S3873	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H201	S3945	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H202	S3948	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H203	S3950	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H204	S3953	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H205	S3991	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H206	S3994	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H207	S4028	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H208	S4031	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H209	S4103	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H210	S4106	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H211	S4140	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H212	S4143	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H213	S4177	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H214	S4180	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H215	S4246	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H216	S4249	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H217	S4288	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H218	S4291	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H219	S4325	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H220	S4328	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H221	S4335	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H222	S4338	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H223	S4342	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H224	S4345	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H225	S4380	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H226	S4383	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H227	S4419	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H228	S4422	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H229	S4461	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H230	S4464	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H231	S4503	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H232	S4506	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H233	S4545	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H234	S4548	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H235	S4587	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H236	S4590	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H237	S4627	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H238	S4630	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H239	S4664	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H240	S4667	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H241	S4701	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H242	S4704	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H243	S4738	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H244	S4741	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H245	S4775	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H246	S4778	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H247	S4812	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H248	S4815	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H249	S4849	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H250	S4852	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H251	S4917	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H252	S4920	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H253	S4925	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H254	S4928	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H255	S4930	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H256	S4933	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H257	S5001	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H258	S5004	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H259	S5041	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H260	S5044	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H261	S5078	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H262	S5081	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H263	S5149	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H264	S5152	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H265	S5157	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0

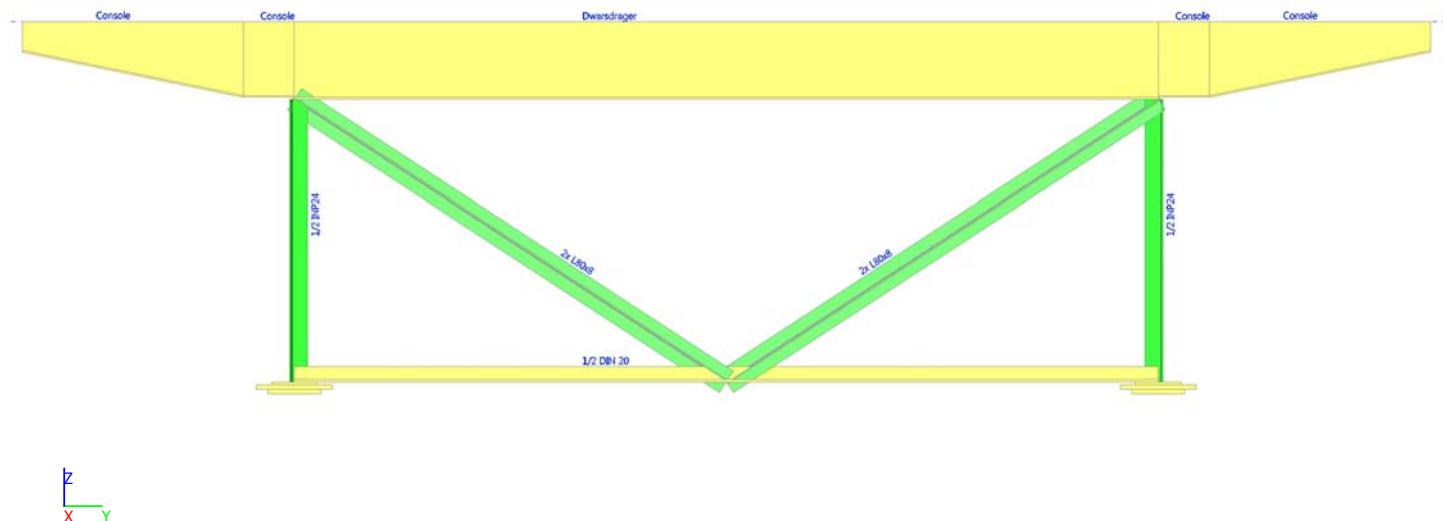
Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H266	S5160	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H267	S5194	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H268	S5197	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H269	S5265	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H270	S5268	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H271	S5273	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H272	S5276	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H273	S5310	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H274	S5313	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H275	S5381	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H276	S5384	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H277	S5389	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H278	S5392	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H279	S5428	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H280	S5431	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H281	S5468	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H282	S5471	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H283	S5507	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H284	S5510	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H285	S5547	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H286	S5550	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H287	S5584	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H288	S5587	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H289	S5655	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H290	S5658	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H291	S5663	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H292	S5666	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H293	S5700	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H294	S5703	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H295	S5739	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H296	S5742	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0
							250,0
H297	S5779	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
							250,0

Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
H298	S5782	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H299	S5848	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H300	S5851	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H301	S5887	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H302	S5890	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H303	S5895	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H304	S5898	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H305	S5964	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H306	S5967	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H307	S6003	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H308	S6006	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H309	S6012	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H310	S6015	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H311	S6049	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H312	S6052	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H313	S6088	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H314	S6091	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H315	S6128	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H316	S6131	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H317	S6165	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H318	S6168	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H319	S6204	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H320	S6207	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H321	S6244	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H322	S6247	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H323	S6281	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H324	S6284	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H325	S6320	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H326	S6323	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H327	S6360	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H328	S6363	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H329	S6365	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0 250,0
H330	S6368	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	200,0

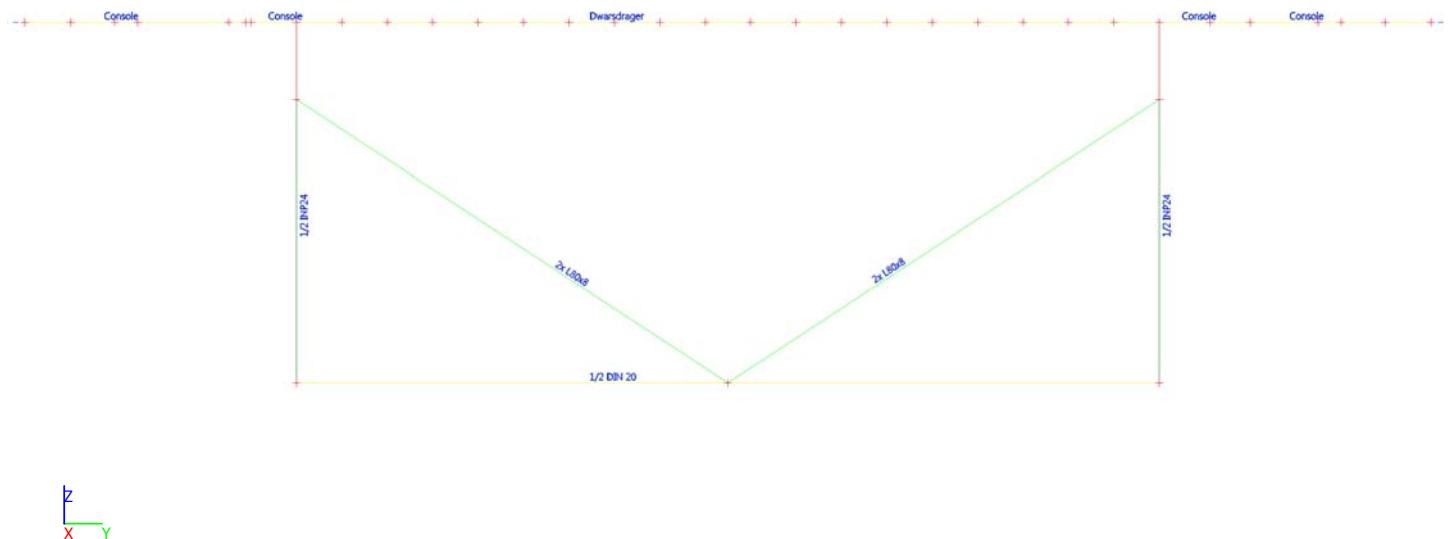
Naam	Staaf	Doorsnede	Positie	Alignment	Lengte x	Coör	hoogte [mm]
							250,0
H331	S6404	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
H332	S6407	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	250,0
H333	S6476	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Begin	default	1.000	Rela	200,0
H334	S6479	Console - T (500,0; 250,0; 12,0; 10,0; 0,1)	Eind	default	1.000	Rela	250,0

10. K-verband normale dwarsdrager

10.1. Constructiemodel k-verband

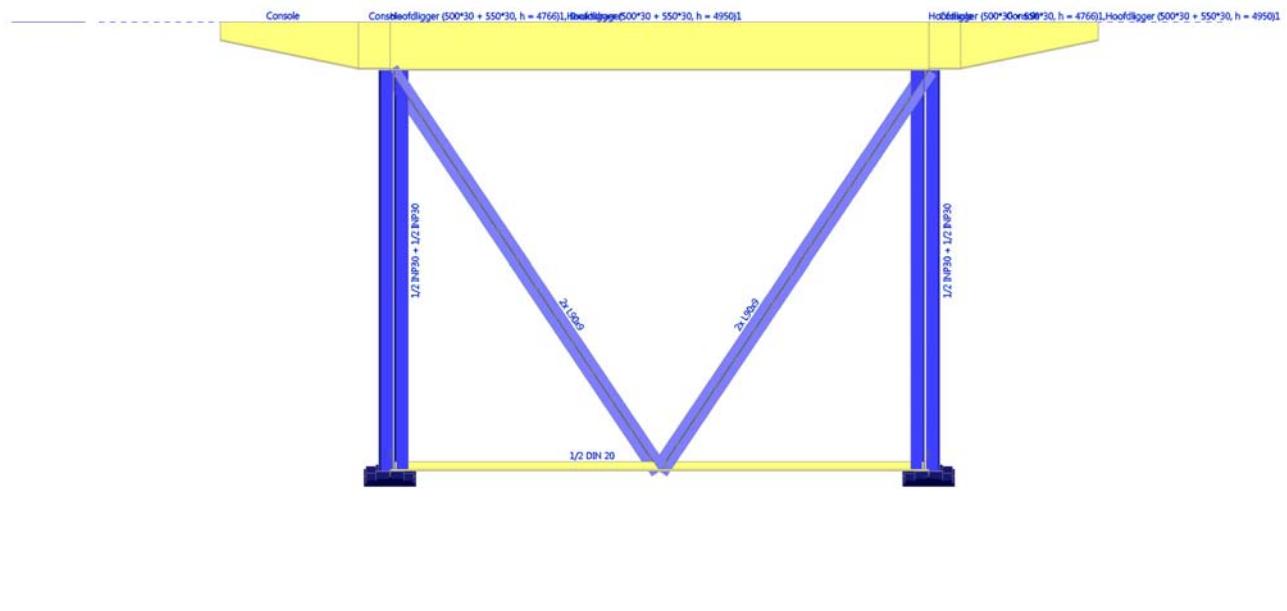


10.2. Constructiemodel k-verband

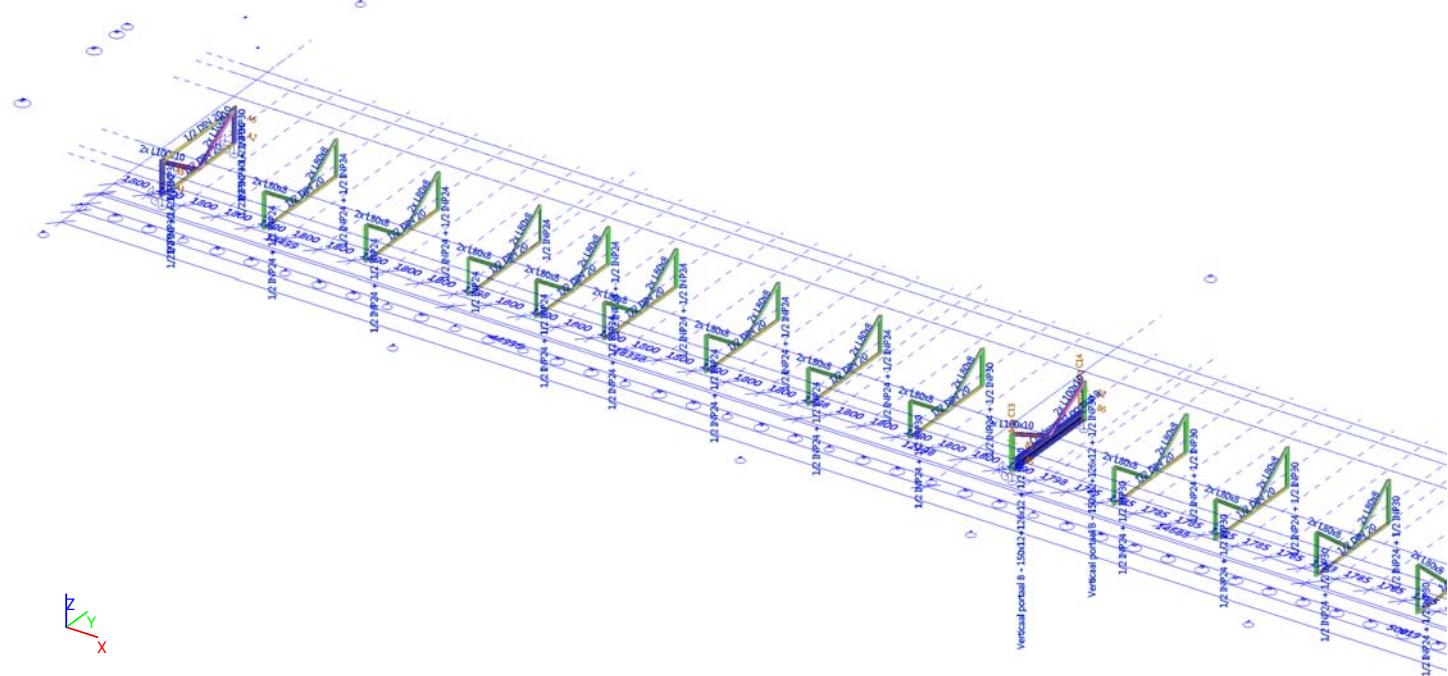


Tussen de knoop tpv bovenzijde langsligger/dwarsdrager en de onderzijde van de dwarsdrager is een starre binding gebruikt (rood weergegeven).

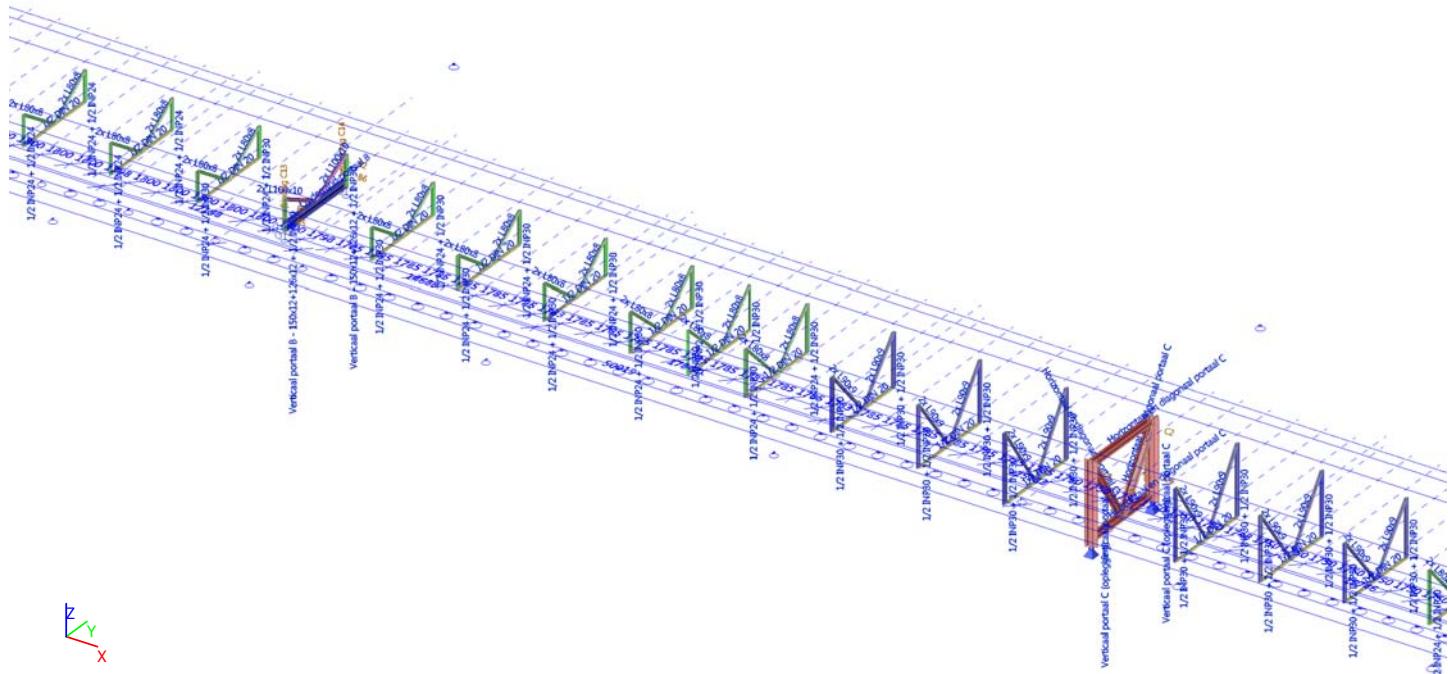
10.3. Constructiemodel k-verband normale dwarsdrager



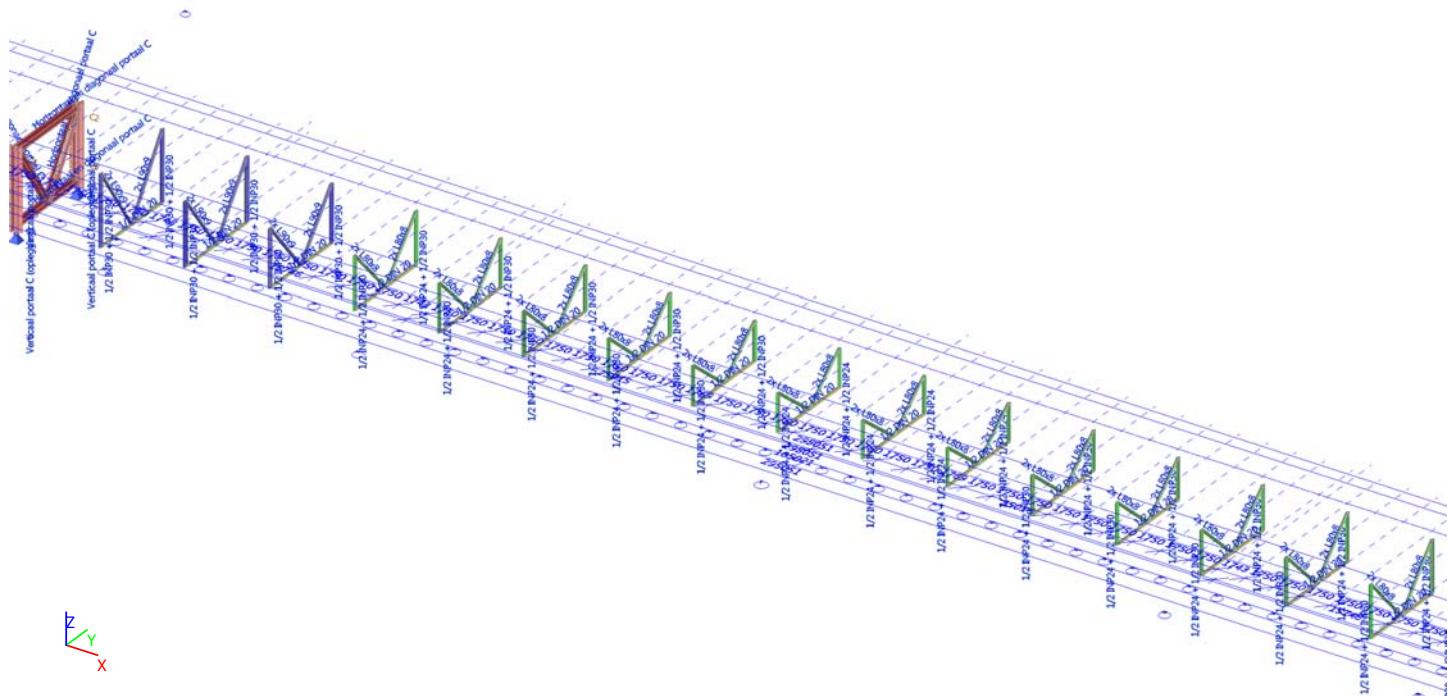
10.4. Overzicht K-verbanden 1e overspanning



10.5. Overzicht K-verbanden 2e overspanning



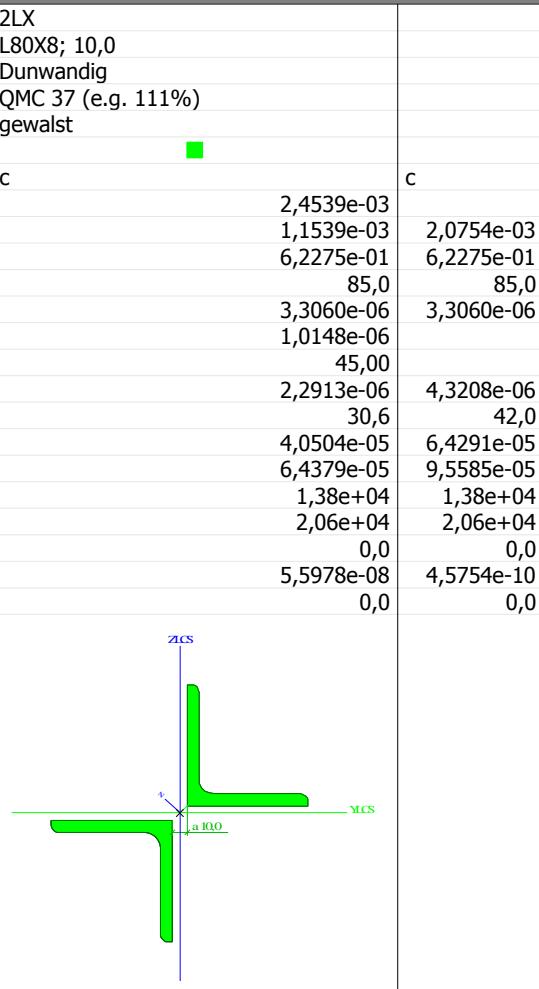
10.6. Overzicht K-verbanden 3e overspanning



10.7. Doorsneden

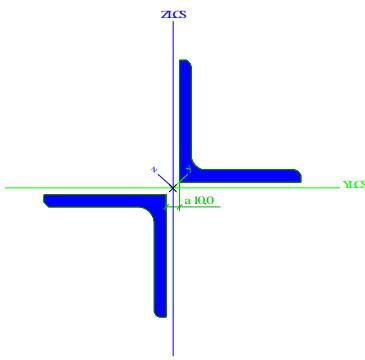
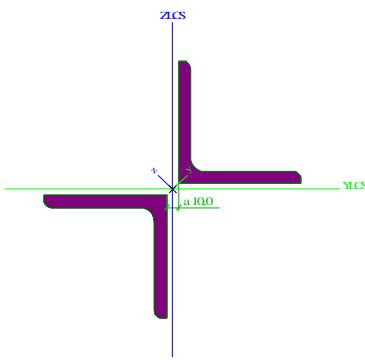
2x L80x8

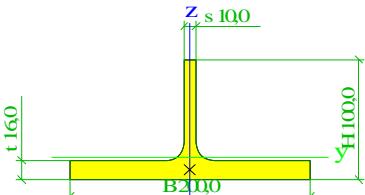
Type	2LX		
Uitgebreid	L80X8; 10,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 111%)		
Bouwwijze	gewalst		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]			
A _y [m ²], A _z [m ²]			
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]			
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]			
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]			
I _{yZ,LCS} [m ⁴]			
α [deg]			
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]			
i _y [mm], i _z [mm]			
W _{e1,y} [m ³], W _{e1,z} [m ³]			
W _{p1,y} [m ³], W _{p1,z} [m ³]			
M _{p1,y,+} [Nm], M _{p1,y,-} [Nm]			
M _{p1,z,+} [Nm], M _{p1,z,-} [Nm]			
d _y [mm], d _z [mm]			
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]			
β _y [mm], β _z [mm]			
Afbeelding			



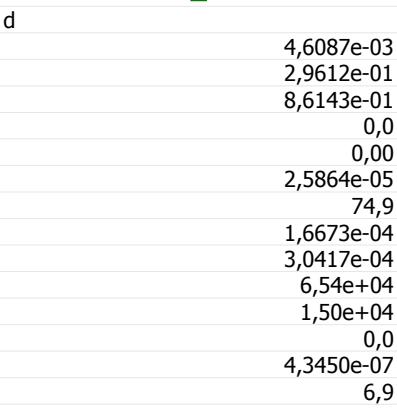
2x L90x9

Type	2LX		
Uitgebreid	L90X9; 10,0		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 111%)		
Bouwwijze	gewalst		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]			
A _y [m ²], A _z [m ²]			
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]			
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]			
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]			
I _{yZ,LCS} [m ⁴]			
α [deg]			
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]			
i _y [mm], i _z [mm]			
W _{e1,y} [m ³], W _{e1,z} [m ³]			
W _{p1,y} [m ³], W _{p1,z} [m ³]			
M _{p1,y,+} [Nm], M _{p1,y,-} [Nm]			
M _{p1,z,+} [Nm], M _{p1,z,-} [Nm]			
d _y [mm], d _z [mm]			
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]			
β _y [mm], β _z [mm]			

Afbeelding		
2x L100x10		
Type	2LX	
Uitgebreid	L100X10; 10,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 124%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		
I _{y,UCS} [m ⁴], I _{z,UCS} [m ⁴]		
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]		
I _{y,z,LCS} [m ⁴]		
a [deg]		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		
i _y [mm], i _z [mm]		
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		
d _y [mm], d _z [mm]		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		
β _y [mm], β _z [mm]		
Afbeelding		
1/2 DIN 20		
Type	T	
Uitgebreid	100,0; 200,0; 16,0; 10,0; 15,0	
Vormnorm	6 - T-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 111%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		
a [deg]		

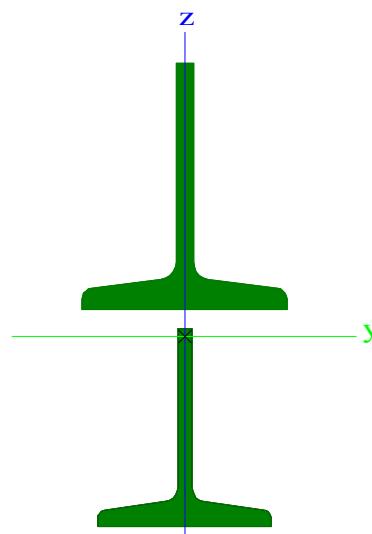
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,2265e-06	1,0681e-05
i _y [mm], i _z [mm]	23,2	50,8
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,7292e-05	1,0681e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,4820e-05	1,6293e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,18e+04	1,18e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,50e+04	3,50e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-10,3
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,0373e-07	2,1378e-40
β _y [mm], β _z [mm]	17,9	0,0
Afbeelding		

1/2 INP24 + 1/2 INP24

Type	Grafische doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	4,6087e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,9612e-01	9,8771e-04
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	8,6143e-01	8,6143e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-29,1
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,5864e-05	2,1992e-04
i _y [mm], i _z [mm]	74,9	218,4
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	1,6673e-04	4,1495e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,0417e-04	6,9969e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,54e+04	6,54e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,50e+04	1,50e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,3450e-07	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	6,9	0,0
Afbeelding		

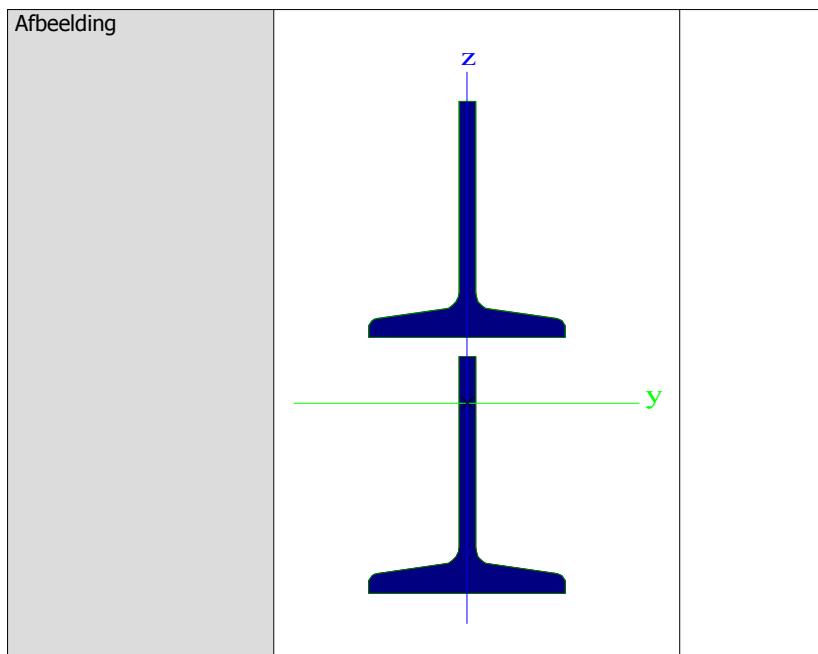
1/2 INP24 + 1/2 INP30

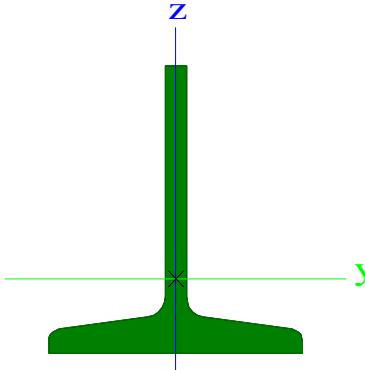
Type	Grafische doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)	

Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	5,7547e-03	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,7252e-01	7,1162e-04
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,5513e-01	9,5513e-01
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-10,7
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,7176e-05	3,3461e-04
i _y [mm], i _z [mm]	80,4	241,1
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,2297e-04	5,3537e-03
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	3,6716e-04	9,5816e-05
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	7,89e+04	7,89e+04
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	2,06e+04	2,06e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,3454e-07	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	1,4	0,0
Afbeelding		
		

1/2 INP30 + 1/2 INP30

Type	Grafische doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	d	6,9007e-03	d
A _y [m ²], A _z [m ²]		4,3400e-01	2,7211e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,0488e+00	1,0488e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		0,0	-35,4
a [deg]		0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		5,9088e-05	4,4929e-04
i _y [mm], i _z [mm]		92,5	255,2
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]		3,0877e-04	7,1887e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]		5,5895e-04	1,2166e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]		1,20e+05	1,20e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]		2,62e+04	2,62e+04
d _y [mm], d _z [mm]		0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		9,5666e-07	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]		8,8	0,0



1/2 INP24	
Type Vorm type Onderdeelmateriaal Bouwwijze Kleur Knik y-y, Knik z-z $A [m^2]$ $A_y [m^2], A_z [m^2]$ $A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]$ $c_{y,UCS} [mm], c_{z,UCS} [mm]$ $\alpha [deg]$ $I_y [m^4], I_z [m^4]$ $i_y [mm], i_z [mm]$ $W_{el,y} [m^3], W_{el,z} [m^3]$ $W_{pl,y} [m^3], W_{pl,z} [m^3]$ $M_{pl,y,+} [Nm], M_{pl,y,-} [Nm]$ $M_{pl,z,+} [Nm], M_{pl,z,-} [Nm]$ $d_y [mm], d_z [mm]$ $I_t [m^4], I_w [m^6]$ $\beta_y [mm], \beta_z [mm]$ Afbeelding	Grafische doorsnede Dunwandig QMC 37 (e.g. 0%) Algemeen 

Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse

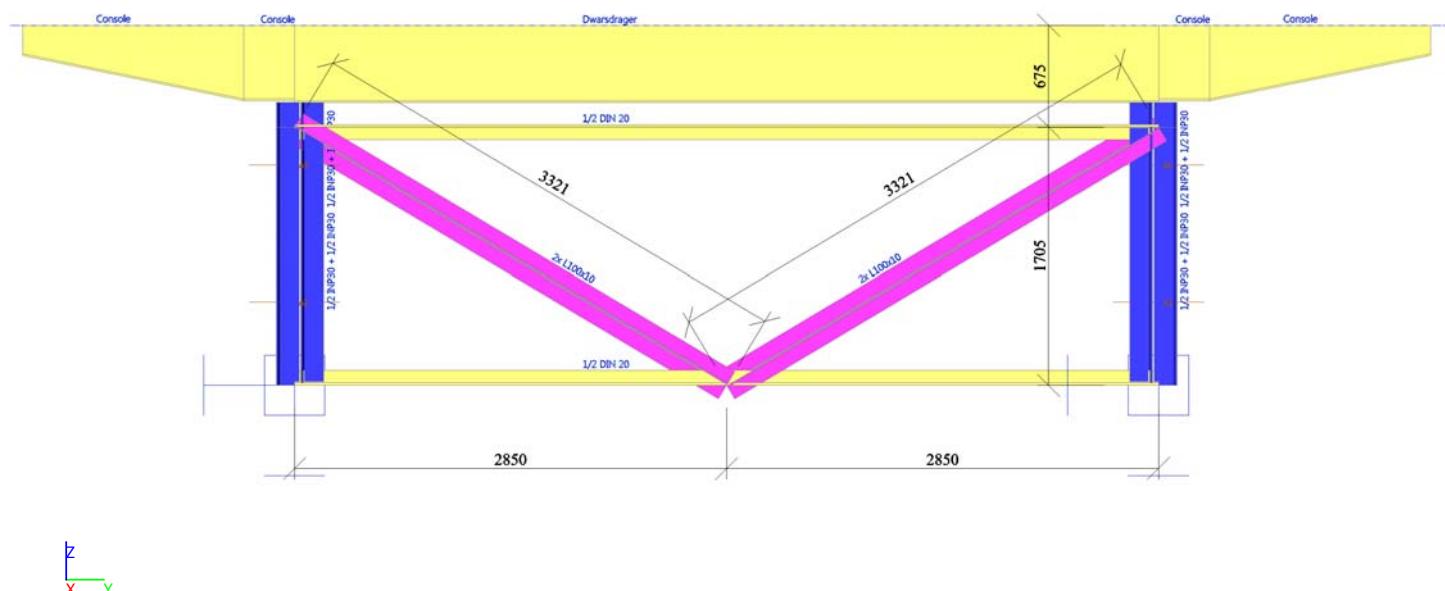
Verklaring van symbolen	
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_L	Omtrek per eenheidslengte

Verklaring van symbolen	
A _d	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{y,UCS}	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{z,UCS}	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{y,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z,LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{y,z,LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
a	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el,y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el,z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as

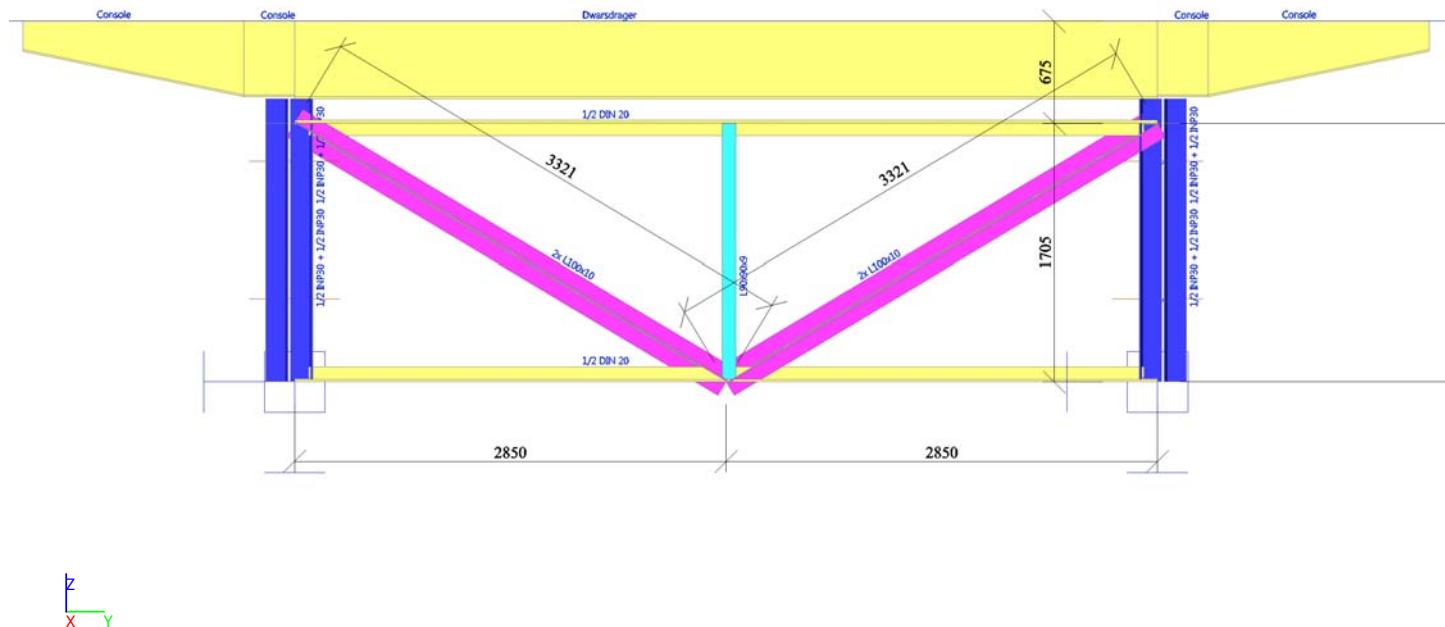
Verklaring van symbolen	
W _{pl,y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{pl,z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl,y,+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl,y,-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl,z,+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl,z,-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d _z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I _t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I _w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β _y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β _z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

11. Portalen

11.1. Constructiemodel portaal A noord

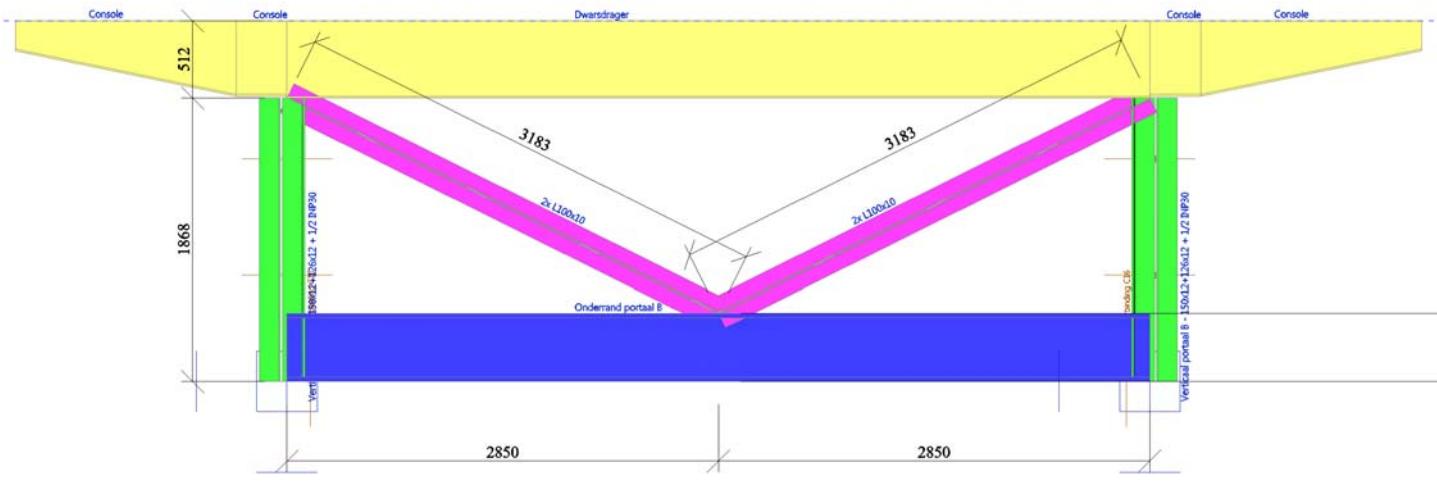


11.2. Constructiemodel Portaal A landhoofd zuid

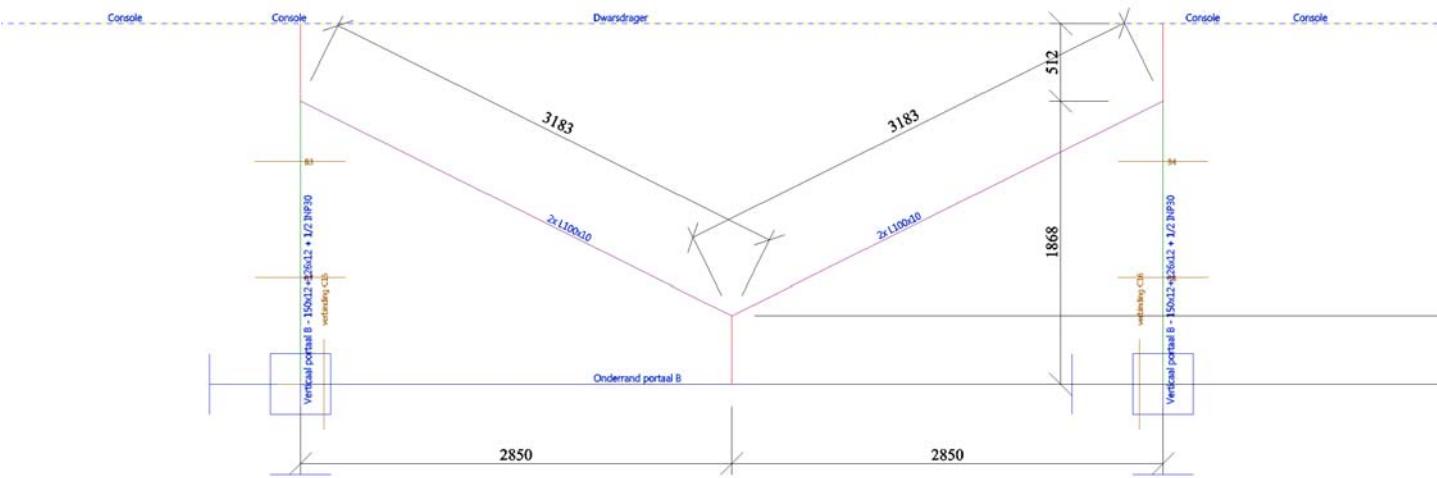


Tussen de knoop tgv bovenzijde langsligger/dwarsdrager en de onderzijde van de dwarsdrager is een starre binding gebruikt (rood weergegeven).

11.3. Constructiemodel Portaal B

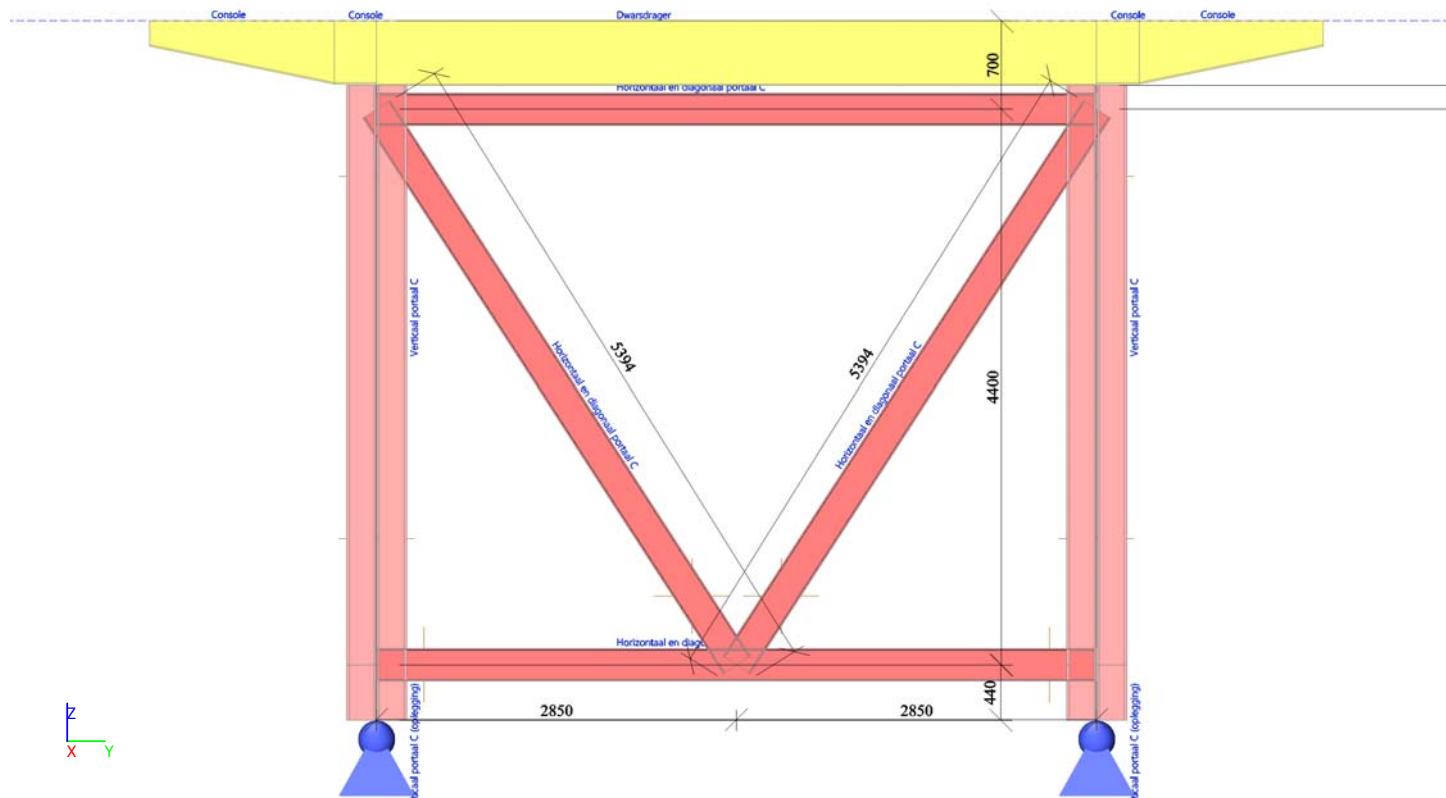


11.4. Constructiemodel Portaal B



Tussen de knoop t.p.v. bovenzijde langsligger/dwarsdrager en de onderzijde van de dwarsdrager is een starre binding gebruikt (rood weergegeven). Ook is ter plaatse van de aansluiting van de diagonalen een starre binding naar de systeemlijn van de onderrand gemaakt (rood weergegeven).

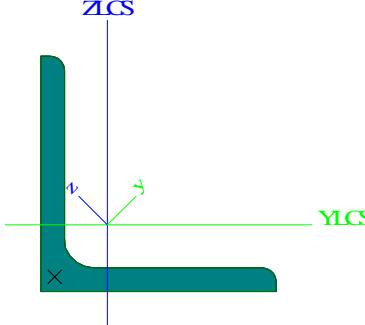
11.5. Constructiemodel Portaal C

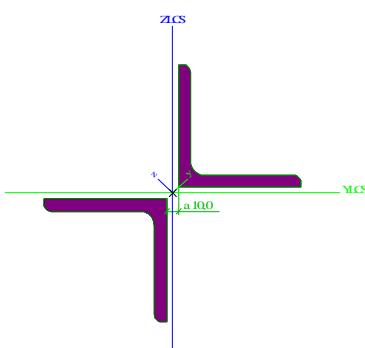


Tussen de knoop t.p.v. bovenzijde langsligger/dwarsdrager en de onderzijde van de dwarsdrager is een starre binding gebruikt

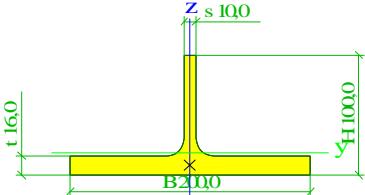
11.6. Doorsneden

L90x90x9		
Type	L90X9	
Vormnorm	4 - L-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 111%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	1,5500e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,3024e-03	1,3168e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,5000e-01	3,5051e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	25,4	25,4
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]	1,1600e-06	1,1600e-06
I _{y,z,LCS} [m ⁴]	-6,7916e-07	
a [deg]	45,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	1,8400e-06	4,7800e-07
i _y [mm], i _z [mm]	34,5	17,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,8867e-05	1,3338e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	4,5863e-05	2,3580e-05
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	9,86e+03	9,86e+03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	5,07e+03	5,07e+03
d _y [mm], d _z [mm]	-28,3	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	4,4566e-08	2,1916e-11
β_y [mm], β_z [mm]	0,0	115,0

Afbeelding	
------------	---

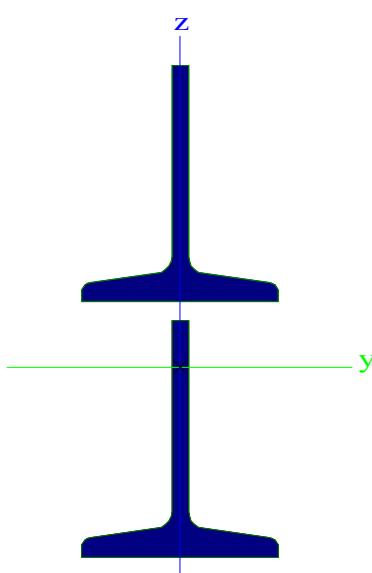
2x L100x10	
Type	2LX
Uitgebreid	L100X10; 10,0
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 124%)
Bouwwijze	gewalst
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	
A _y [m ²], A _z [m ²]	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	
I _{y,LCS} [m ⁴], I _{z,LCS} [m ⁴]	
I _{y,z,LCS} [m ⁴]	
α [deg]	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	
i _y [mm], i _z [mm]	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	
d _y [mm], d _z [mm]	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	
β _y [mm], β _z [mm]	
Afbeelding	

1/2 DIN 20	
Type	T
Uitgebreid	100,0; 200,0; 16,0; 10,0; 15,0
Vormnorm	6 - T-doorsnede
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 111%)
Bouwwijze	gewalst
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	
A _y [m ²], A _z [m ²]	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	
α [deg]	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	
c	c
4,1384e-03	
3,0358e-03	
5,8706e-01	
100,0	
0,00	
2,2265e-06	
	1,0681e-05

i_y [mm], i_z [mm] $W_{el,y}$ [m^3], $W_{el,z}$ [m^3] $W_{pl,y}$ [m^3], $W_{pl,z}$ [m^3] $M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm] $M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm] d_y [mm], d_z [mm] I_t [m^4], I_w [m^6] β_y [mm], β_z [mm] Afbeelding	23,2 2,7292e-05 5,4820e-05 1,18e+04 3,50e+04 0,0 3,0373e-07 17,9	50,8 1,0681e-04 1,6293e-04 1,18e+04 3,50e+04 -10,3 2,1378e-40 0,0
		

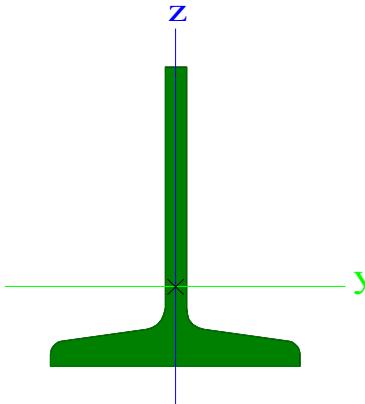
1/2 INP30 + 1/2 INP30

Type	Grafische doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m^2]		
A_y [m^2], A_z [m^2]	6,9007e-03	2,7211e-03
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	4,3400e-01	1,0488e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	1,0488e+00	
α [deg]	0,0	-35,4
I_y [m^4], I_z [m^4]	5,9088e-05	4,4929e-04
i_y [mm], i_z [mm]	92,5	255,2
$W_{el,y}$ [m^3], $W_{el,z}$ [m^3]	3,0877e-04	7,1887e-03
$W_{pl,y}$ [m^3], $W_{pl,z}$ [m^3]	5,5895e-04	1,2166e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,20e+05	1,20e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,62e+04	2,62e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0,0	0,0
I_t [m^4], I_w [m^6]	9,5666e-07	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	8,8	0,0
Afbeelding		

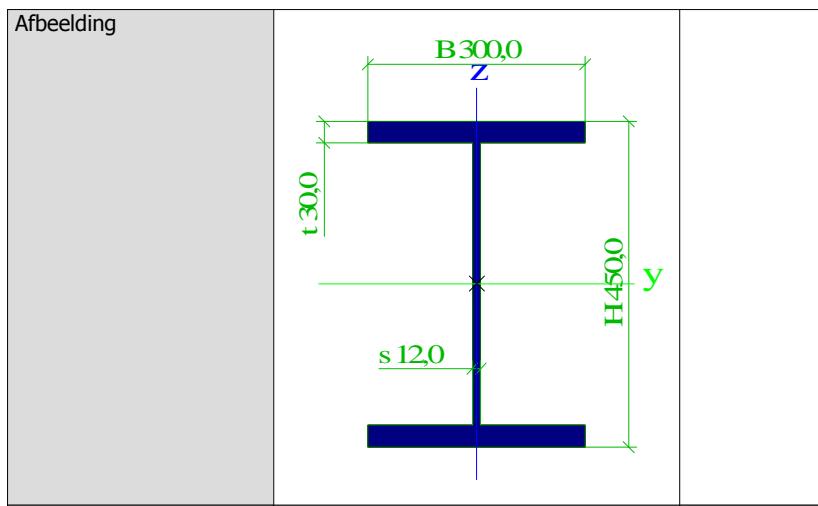


1/2 INP30

Type	Grafische doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)	

Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	d	3,4503e-03
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,1700e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		5,2441e-01
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		0,0
α [deg]		-110,4
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		0,00
i _y [mm], i _z [mm]		6,9062e-06
W _{eI,y} [m ³], W _{eI,z} [m ³]		44,7
W _{pI,y} [m ³], W _{pI,z} [m ³]		6,2576e-05
M _{pI,y,+} [Nm], M _{pI,y,-} [Nm]		3,5944e-03
M _{pI,z,+} [Nm], M _{pI,z,-} [Nm]		1,1280e-04
d _y [mm], d _z [mm]		2,43e+04
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		1,31e+04
β _y [mm], β _z [mm]		0,0
Afbeelding		0,0
		

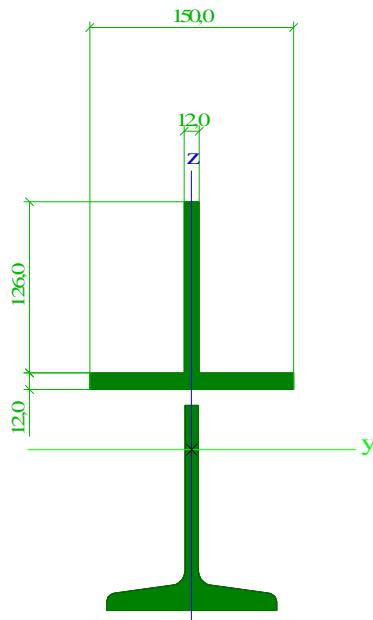
Onderrand portaal B		
Type	I	
Uitgebreid	450,0; 300,0; 30,0; 12,0; 0,1	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 181%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	a	b
A _y [m ²], A _z [m ²]		2,2680e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		1,6287e-02
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]		5,4761e-03
α [deg]		2,0758e+00
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		150,0
i _y [mm], i _z [mm]		225,0
W _{eI,y} [m ³], W _{eI,z} [m ³]		0,00
W _{pI,y} [m ³], W _{pI,z} [m ³]		8,5447e-04
M _{pI,y,+} [Nm], M _{pI,y,-} [Nm]		1,3506e-04
M _{pI,z,+} [Nm], M _{pI,z,-} [Nm]		194,1
d _y [mm], d _z [mm]		77,2
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		3,7976e-03
β _y [mm], β _z [mm]		9,0037e-04



Verticaal portaal B - 150x12+126x12 + 1/2 INP30

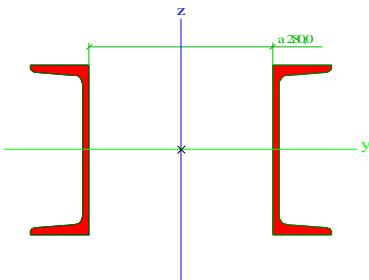
Type	Grafische doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	6,7623e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,1217e-01	3,2406e-03	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1004e+00	1,1004e+00	
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	-38,1	
a [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,6029e-05	5,6396e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	91,0	288,8	
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,0774e-04	7,5195e-03	
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	5,4430e-04	1,3287e-04	
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,17e+05	1,17e+05	
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,86e+04	2,86e+04	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,2838e-07	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	8,5	0,0	

Afbeelding

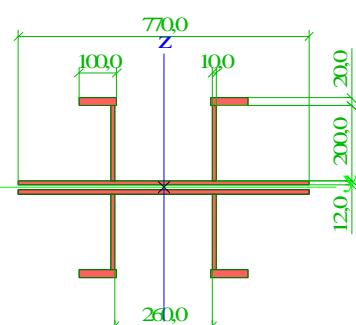


Horizontaal en diagonaal portaal C

Type	2Uo	
Uitgebreid	UNP260; 280,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 124%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	9,6590e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	4,7507e-03	5,1220e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,6654e+00	1,6654e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	230,0	130,0
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,6512e-05	2,6509e-04
i _y [mm], i _z [mm]	100,0	165,7
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,4240e-04	1,1525e-03
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	8,8508e-04	1,5809e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,90e+05	1,90e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	3,40e+05	3,40e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,1022e-07	1,4038e-06
β _y [mm], β _z [mm]	0,0	0,0
Afbeelding		



Verticaal portaal C		
Type	Grafische doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 0%)	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	3,4480e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,7071e+00	1,0813e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,6080e+00	5,6080e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0	0,0
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	5,5708e-04	1,3106e-01
i _y [mm], i _z [mm]	127,1	1949,6
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,3407e-03	3,4042e-01
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	2,9898e-03	6,0374e-03
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	6,43e+05	6,43e+05
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	1,30e+06	1,30e+06
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	2,4813e-05	0,0000e+00
β _y [mm], β _z [mm]	0,0	0,0
Afbeelding		



Verklaring van symbolen	
Vormnorm	h - Hoogte b - Breedte t - Dikte r - Straal bij flensbasis r1 - Straal bij flensvoet W1 - Boutafstand W2 - Boutafstand W3 - Boutafstand
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A _l	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{Y.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{Z.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{Y.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{Z.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{Yz.LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as

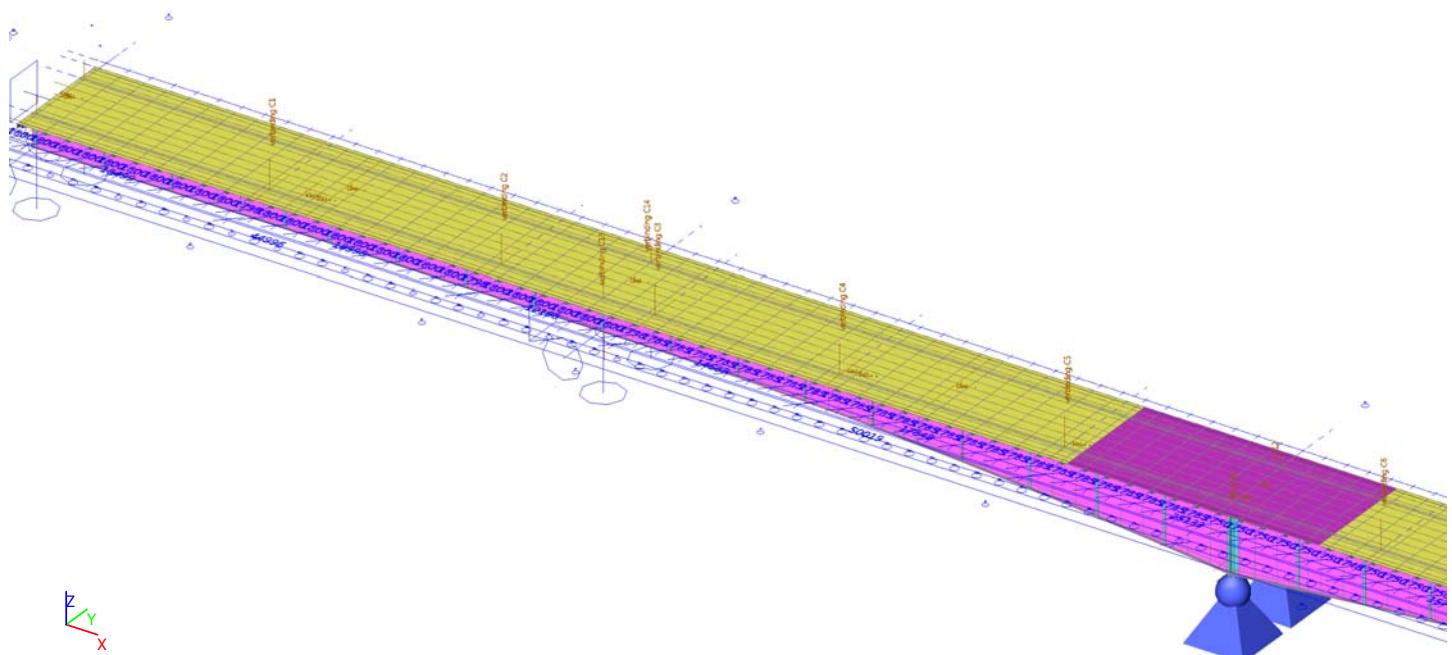
Verklaring van symbolen	
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el.y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el.z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl.y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{pl.z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl.y.+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl.y.-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl.z.+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl.z.-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d _z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I _t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I _w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

12. Dekconstructie

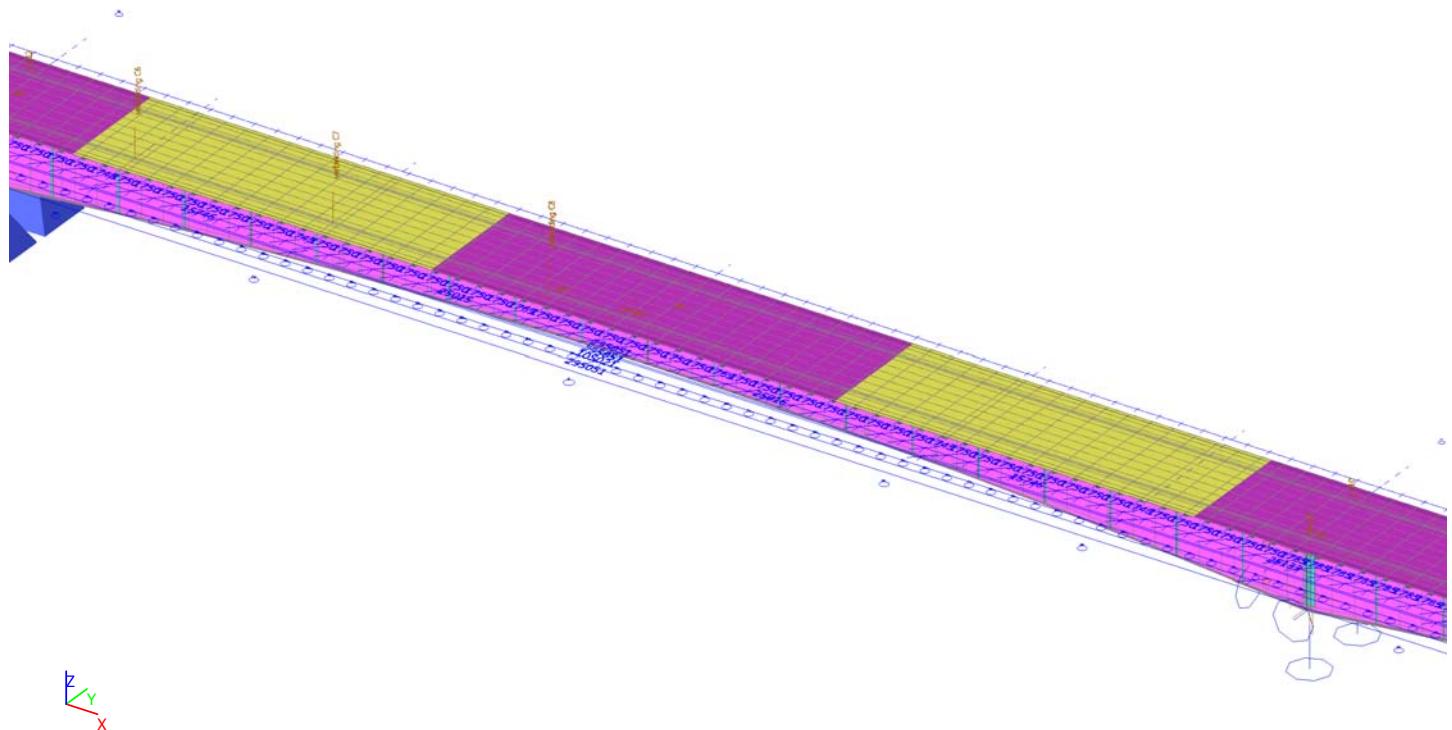
12.1. Dekplaat

In de dekplaat zijn twee diktes toegepast. De gele delen hebben een plaatdikte van $t = 10$ mm, de roze delen $t = 12$ mm.

12.2. Dek 1e en 2e overspanning



12.3. Dek 3e overspanning



12.4. 2D-elementen

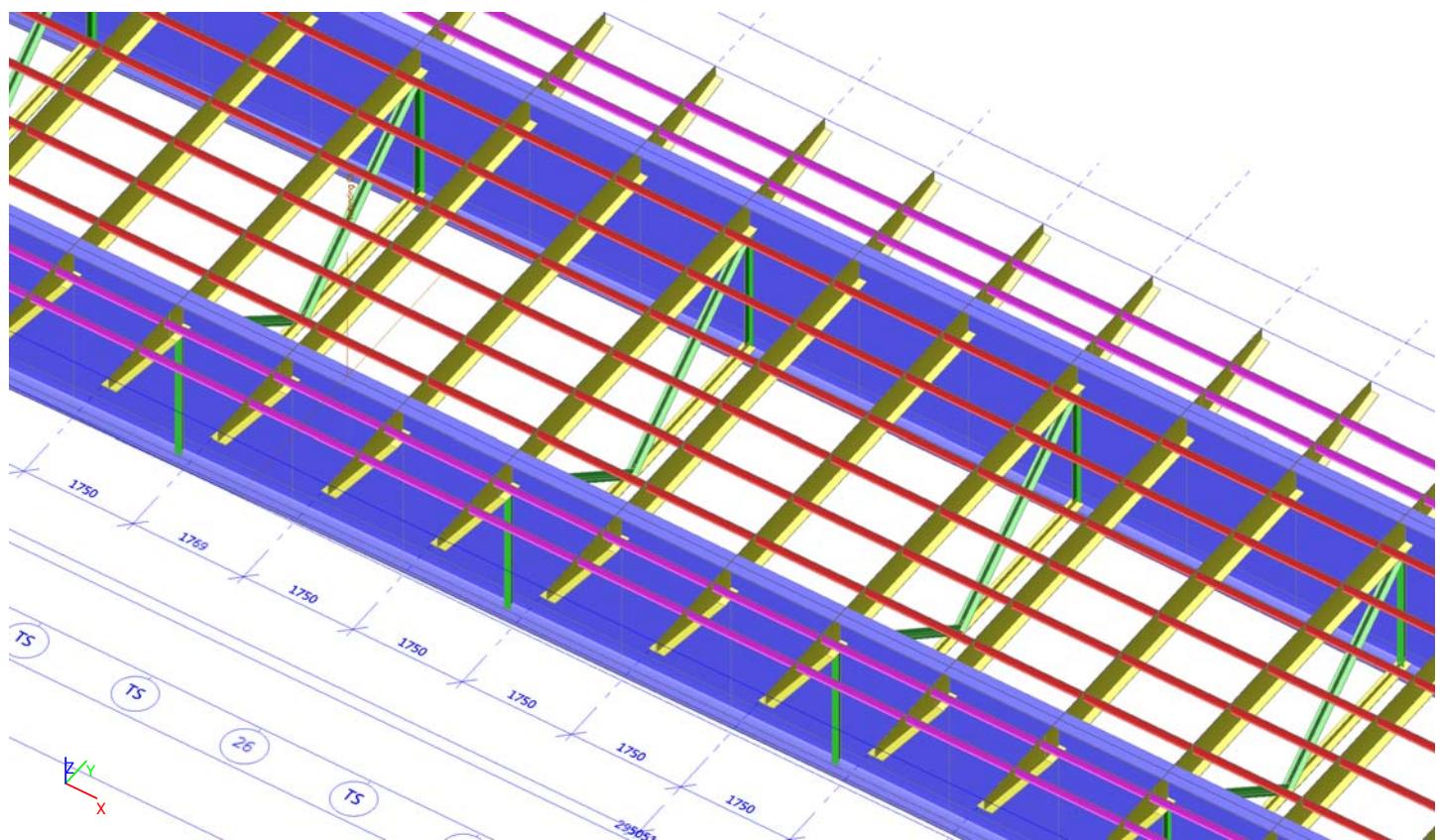
Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]	Toevoegen
E1	Dekplaat (t = 10 mm)	plate (90)	Standard	LQmc 52 (e.g. 108%)	constant	10,0	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34
E150	Dekplaat (t = 12 mm)	plate (90)	Standard	LQmc 52 (e.g. 108%)	constant	12,0	ST1 - plaatsing deel 0-14 en 20-34
E240	Dekplaat (t = 12 mm)	plate (90)	Standard	LQmc 52 (e.g. 108%)	constant	12,0	ST2 - plaatsing deel 14-20

Niet alle platen zijn in bovenstaande tabel weergegeven. Per type plaat is één element weergegeven (10/12 mm + bouwfases).

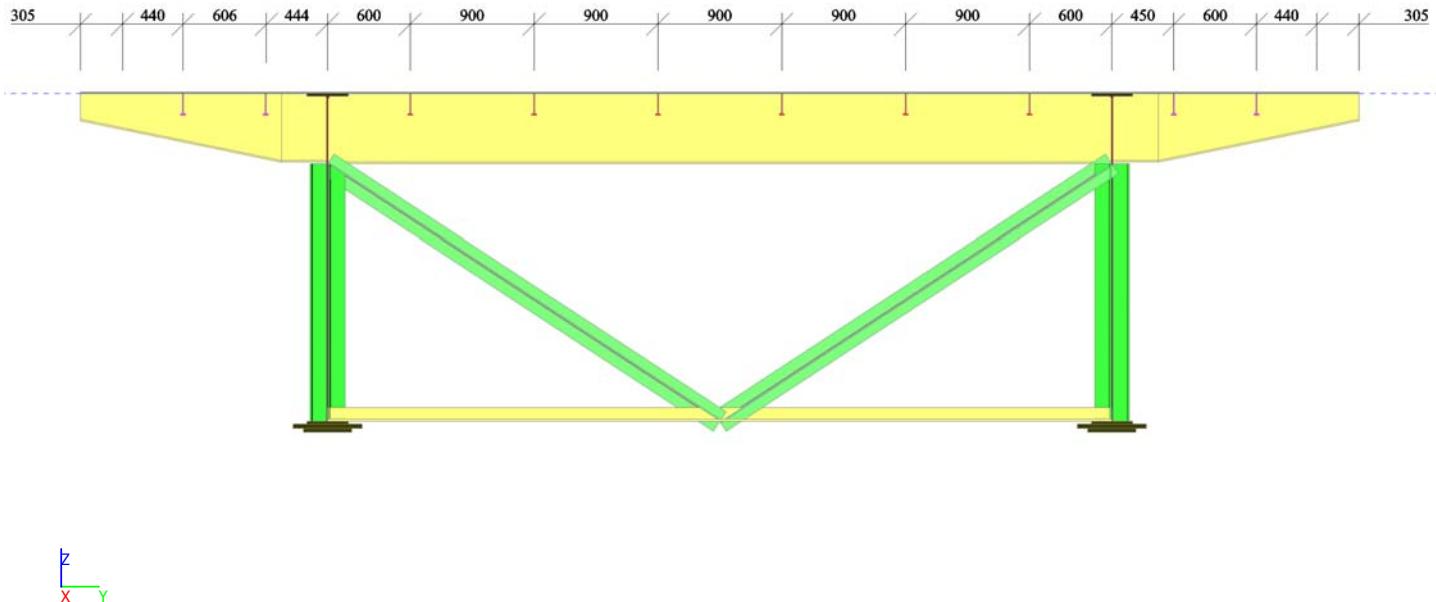
12.5. Bulbs en randstripen

Om het rekenmodel niet te zwaar te maken, zijn de bulbs per 3 (rood weergegeven) of per 2 (roze weergegeven) samengevoegd. De doorsnede-eigenschappen en het gewicht zijn respectievelijk met 3 en 2 vermenigvuldigd om het correcte gedrag te modelleren. Aan de buitenzijde zijn daarnaast in het groen nog de randstrip (445x10) en de eerste verstijvingsrib (100x8) weergegeven.

12.6. Overzicht

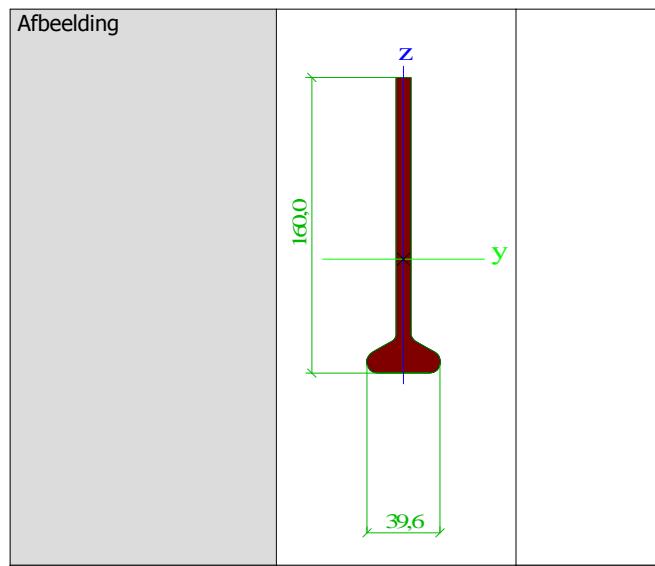


12.7. Doorsnede dek

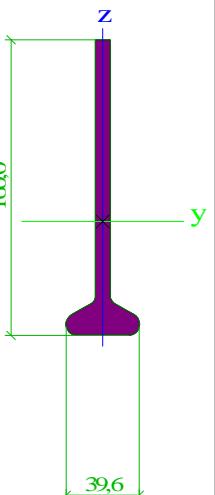
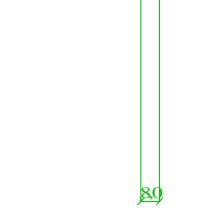


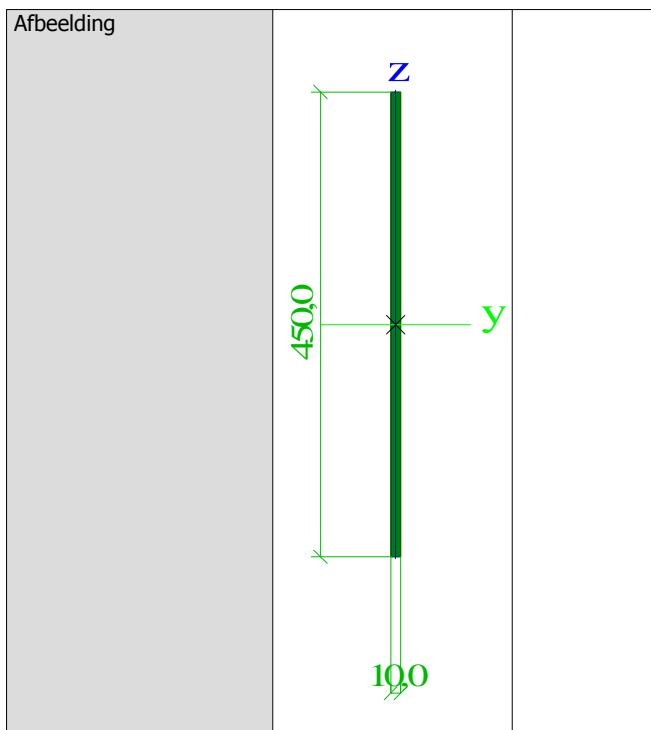
12.8. Doorsneden

Bulb (3x)	
Type	Grafische doorsnede
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 324%)
Bouwwijze	gelast
Kleur	■
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	5,1368e-03
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,7619e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	3,7886e-01
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	0,0
a [deg]	-98,3
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00
i _y [mm], i _z [mm]	1,3307e-05
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	50,9
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	1,3538e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	9,7099e-06
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,3004e-04
d _y [mm], d _z [mm]	8,05e+04
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	7,56e+03
b _y [mm], b _z [mm]	0,0
	0,0
	19,1
	0,0000e+00



Bulb (2x)	
Type	Grafische doorsnede
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (e.g. 216%)
Bouwwijze	gelast
Kleur	■
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	3,4245e-03
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8413e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,3158e-03
	3,7886e-01
	3,7886e-01

Cy.ucs [mm], Cz.ucs [mm]	0,0	-98,3	
a [deg]	0,00		
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	8,8712e-06	1,2946e-07	
i _y [mm], i _z [mm]	50,9	6,1	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	9,0255e-05	6,4733e-06	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	1,5336e-04	1,4396e-05	
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	5,37e+04	5,37e+04	
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	5,04e+03	5,04e+03	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	9,6884e-08	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	19,1	0,0	
Afbeelding			
Bulb 100*8			
Type	Grafische doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 108%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	8,0000e-04		
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,6667e-04	6,6667e-04	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	2,1600e-01	2,1600e-01	
Cy.ucs [mm], Cz.ucs [mm]	0,0	-50,0	
a [deg]	0,00		
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	6,6667e-07	4,2667e-09	
i _y [mm], i _z [mm]	28,9	2,3	
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	1,3333e-05	1,0667e-06	
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	2,0000e-05	1,6000e-06	
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	4,30e+03	4,30e+03	
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	3,44e+02	3,44e+02	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,5360e-08	0,0000e+00	
β _y [mm], β _z [mm]	0,0	0,0	
Afbeelding			
Bulb rand 445*10			
Type	Grafische doorsnede		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	QMC 37 (e.g. 108%)		
Bouwwijze	Algemeen		
Kleur	■		
Knik y-y, Knik z-z			
d		d	d
A [m ²]	4,5000e-03		
A _y [m ²], A _z [m ²]	3,7500e-03		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	9,2000e-01		
Cy.ucs [mm], Cz.ucs [mm]	0,0		
a [deg]	0,00		
Iy [m ⁴], Iz [m ⁴]	7,5938e-05		
i _y [mm], i _z [mm]	129,9		
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	3,3750e-04		
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	5,0625e-04		
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,09e+05		
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	2,42e+03		
d _y [mm], d _z [mm]	0,0		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,3500e-07		
β _y [mm], β _z [mm]	0,0		



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
C _{Y.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _{Z.ucs}	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{Y.lcs}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{Z.lcs}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{Yz.lcs}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
W _{el.y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el.z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl.y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{pl.z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl.y.+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl.y.-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl.z.+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl.z.-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
d _z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt
I _t	Torsie constante
I _w	Welvings constante
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

13. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	x
Generatie van knopen op staven	x
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwerverende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Verdeling op consoles en variabele staven	5

Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,250
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1,5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0,001
Gemiddelde afmeting van panelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

14. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	X
Initiële spanning	X
Pas wijzigende factoren eigenschappen toe	✓
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Parallelisme tolerantie voor automatische calculatie [deg]	10,00
Overspanningslengte ratio L/beff,max (1 kant) voor automatische calculatie [-]	8,00
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,00
Inwendige overspanning [-]	0,70
Eind overspanning [-]	0,85
Uitkraging [-]	2,00
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Mindlin
Type solver	Direct

Appendix

Bijlage P – Invoer SCIA - Aanbruggen

IJsselbrug



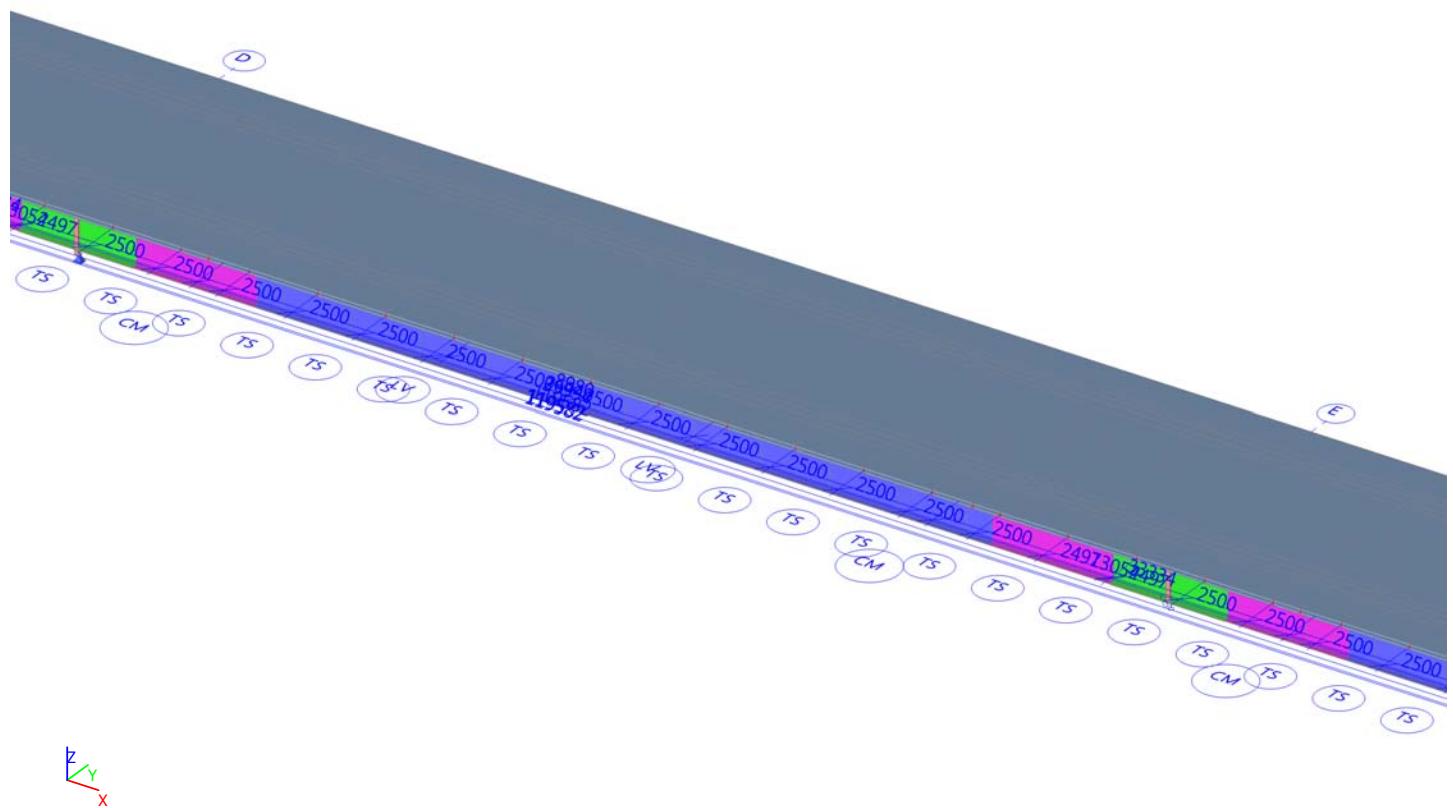
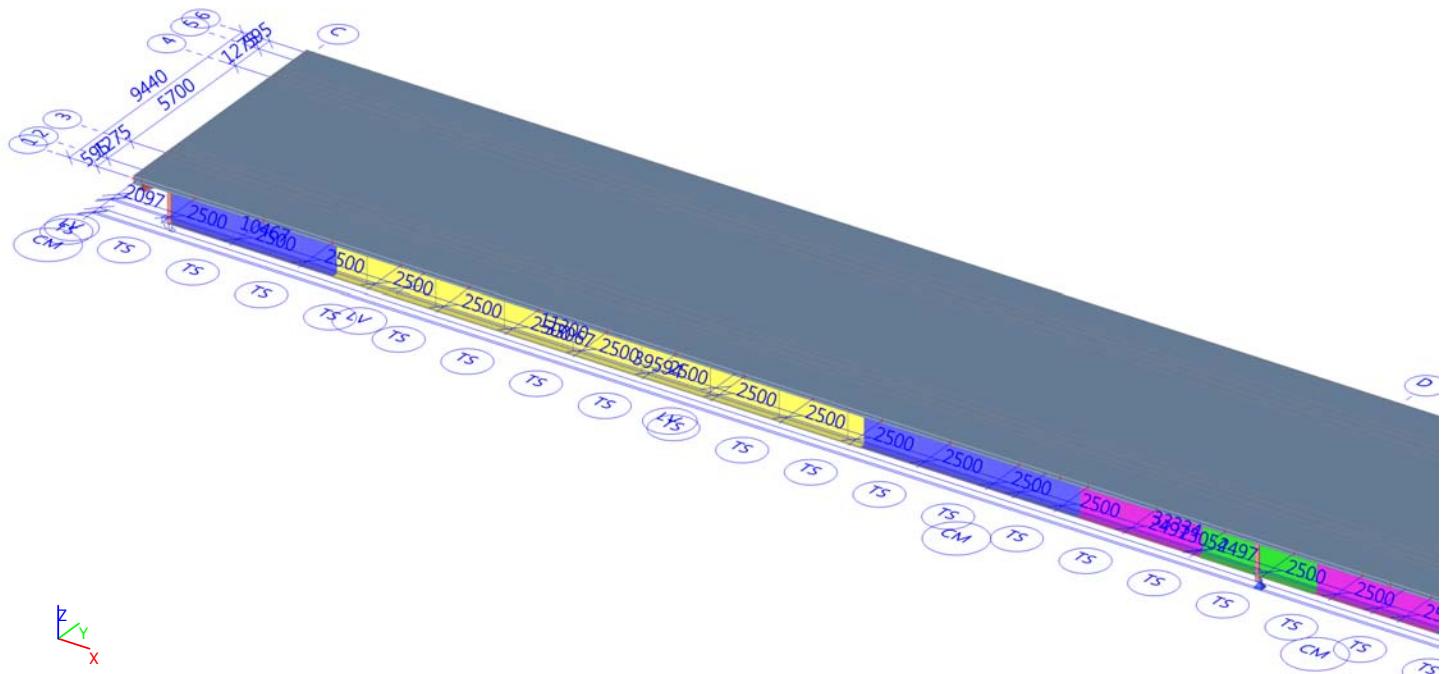
1. Inhoudsopgave

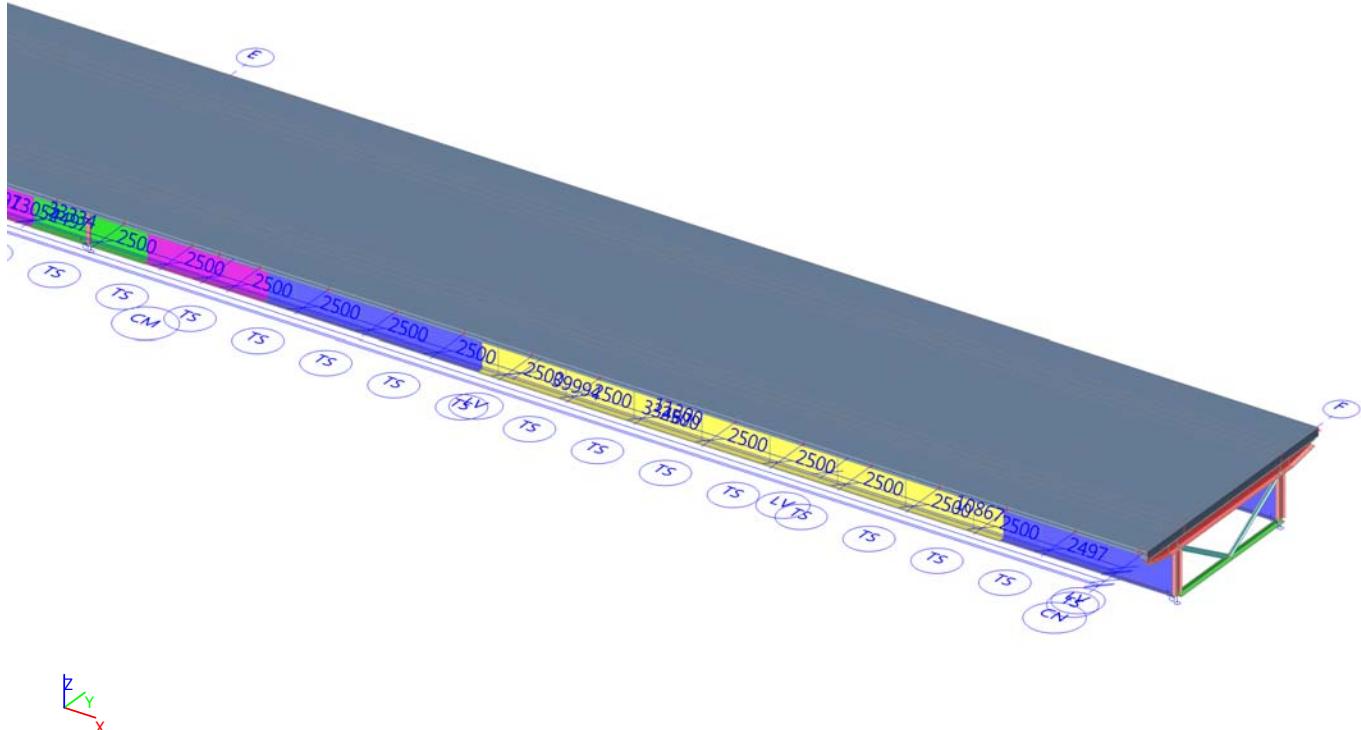
1. Inhoudsopgave	1
2. Project	1
3. Overzicht van het model	2
4. Bouwfasering	3
4.1. Bouwfasen	3
4.2. Instellingen bouwfasen	3
4.3. Stijfheidsverandering	4
4.4. Phase 1 and 2	5
4.5. Phase 4 and 5	5
4.6. Phase 6-11	6
5. Opleggingen	6
5.1. Overzicht opleggingen	6
5.2. Knoopondersteuningen	7
5.3. Portaal tpv vaste oplegging	7
5.4. Portaal tpv rolopleggingen	8
6. Materialen	8
7. Hoofdliggers	9
7.1. Hoofdliggers	9
7.2. Doorsneden	9
7.3. Afstand tussen de hoofdliggers	12
8. Dwarsdragers	12
8.1. Einddwarsdrager	12
8.2. Dwarsdragers met portaal	13
8.3. Doorsneden	13
8.4. Afstand tussen de dwarsdragers	20
9. Starre bindingen	21
9.1. Starre bindingen voor verbinding K-verband	21
9.2. Starre bindingen	21
10. Betondek	22
10.1. Betondek op dwarsdragers en hoofdligger	22
10.2. Doorsnede over het betondek	23
10.3. Voorgespannen betondek	23
11. 2D-element interne randen	24
12. Instellingen solver	27
13. Instellingen net	28

2. Project

Licentienaam	Royal HaskoningDHV
Project	IJsselbrug
Onderdeel	Aanbrug
Omschrijving	-
Auteur	Abdulkadir Akyel
Datum	14. 05. 2018
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	755
Aantal staven :	439
Aantal platen :	474
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	16
Aantal belastingsgevallen :	185
Aantal gebruikte materialen :	12
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Overzicht van het model





4. Bouwfasing

4.1. Bouwfassen

Naam	Fase volgorde	Omschrijving	Globale tijd [dag]
ST1	1	Eigen gewicht staal	1,00
ST2	2	Stortgewicht voorgespannen beton	2,00
ST4	3	Voorgespannen betondek in model en vijzelen	4,00
ST5	4	Storten gewapend beton	5,00
ST6	5	Gewapend betondek in model en neerlaten	6,00
ST7	6	Asfalt verharding	7,00
ST8a	7	Overige permanente belastingen a	8,00
ST8b	8	Overige permanente belastingen b	9,00
ST8c	9	Overige permanente belastingen c	10,00
ST8d	10	Overige permanente belastingen d	11,00
ST9	11	Krimp en kruip	12,00
ST10	12	Voorspanverlies	13,00
ST11	13	Variabele belastingen	14,00

4.2. Instellingen bouwfassen

Type	Stijfheidsverandering
$\gamma_{G,\min}$ [-]	1,00
$\gamma_{G,\max}$ [-]	1,00
$\gamma_{P,\min}$ [-]	1,00
$\gamma_{P,\max}$ [-]	1,00
ψ [-]	1,00
$\gamma_{kruip,\min}$ [-]	
$\gamma_{kruip,\max}$ [-]	
Aantal "time-nodes" tussen twee bouwfassen	
Relatieve Vochtigheid [%]	
Automatische berekening van tijdstappen	

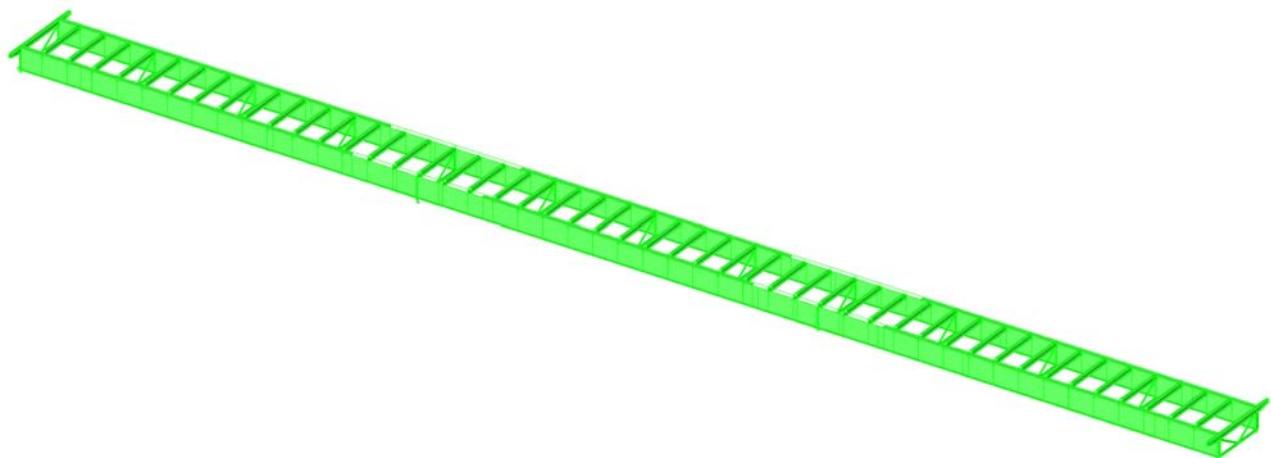
Totaal aantal door gebruiker ingevoerde tijdstappen	
Tijdstip van storten [dag]	
Verhardingstijd [dag]	
Verhardingstijd van staal-beton delen van doorsnede [dag]	
Lijnondersteuning (bekisting)	
Tijdstip van vrijlaten van verplaatsingen in X-richting [dag]	
Tijdstip van vrijlaten van verplaatsingen in Z-richting [dag]	
Gemiddeld wapeningspercentage [%]	
Genereer uitvoer tekstbestand	
Naam van gegenereerde UGT-combinatie (max)	F{O}-MAX
Naam van gegenereerde UGT-combinatie (min)	F{O}-MIN
Gegenereerd bel. geval naam voor kruip	F{O}-SLS
Naam van gegenereerde BGT-combinatie	
Naam van gegenereerde niet-lineaire combinatie	
Naam van gegenereerde normcombinatie	F{O}-{CODE}

4.3. Stijfheidsverandering

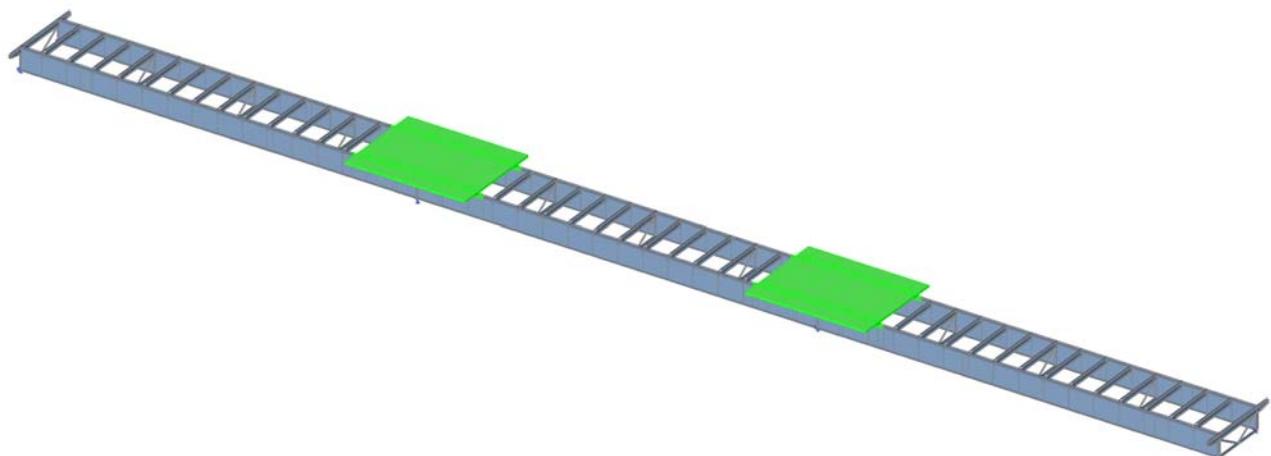
Naam	t [dag]	E [-]
Voorgespannen beton	0,00	0,28
	1,00	0,39
	2,00	0,33
	3,00	0,42
	4,00	0,42
	5,00	0,42
	6,00	0,42
	7,00	0,42
	8,00	0,32
	9,00	0,33
	10,00	1,00
Gewapend beton	0,00	0,28
	1,00	0,39
	2,00	0,39
	3,00	0,39
	4,00	0,39
	5,00	0,39
	6,00	0,32
	7,00	0,33
	8,00	1,00

De stijfheid van beton is een functie van de tijd en wordt gedefinieerd als een factor $E(t)/E_{ref}$, waarbij E_{ref} de ongescheurde stijfheid is. De tijd is fictief gebruikt, waarbij elke $t + 1$ overeenkomt met de volgende fase. $t = 0$ komt altijd overeen met de fase waarin het betreffende betondek wordt toegevoegd. Dit verschilt dus tussen het gewapende betondek en het voorgespannen betondek.

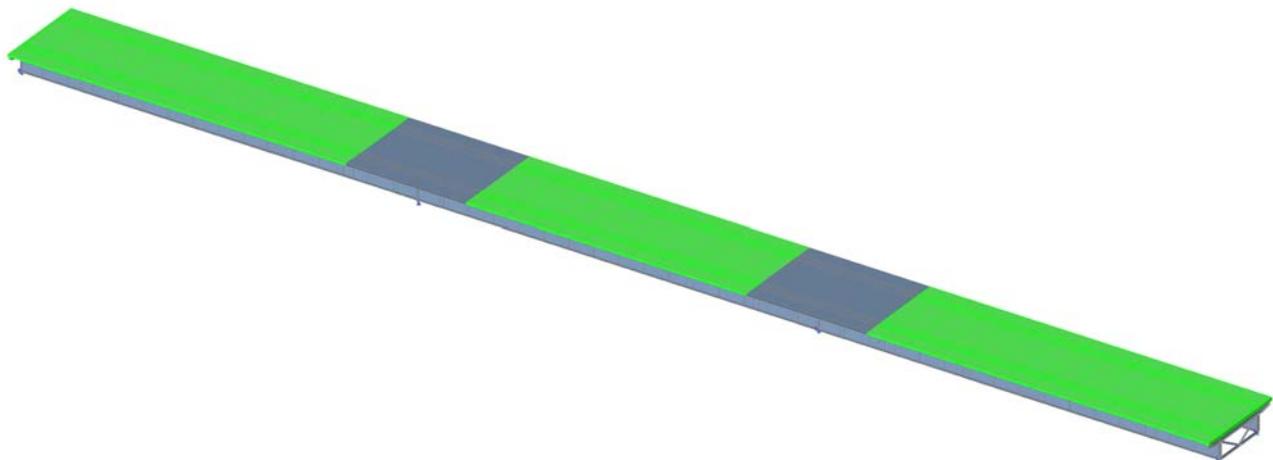
4.4. Phase 1 and 2



4.5. Phase 4 and 5

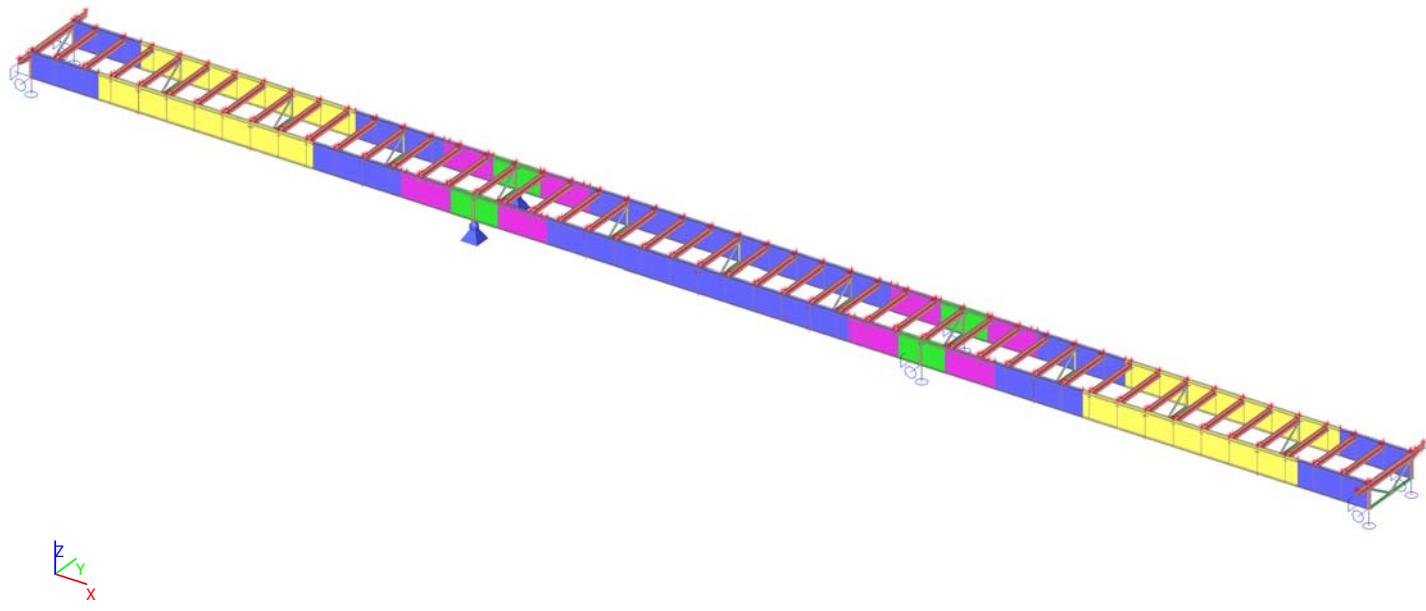


4.6. Phase 6-11



5. Opleggingen

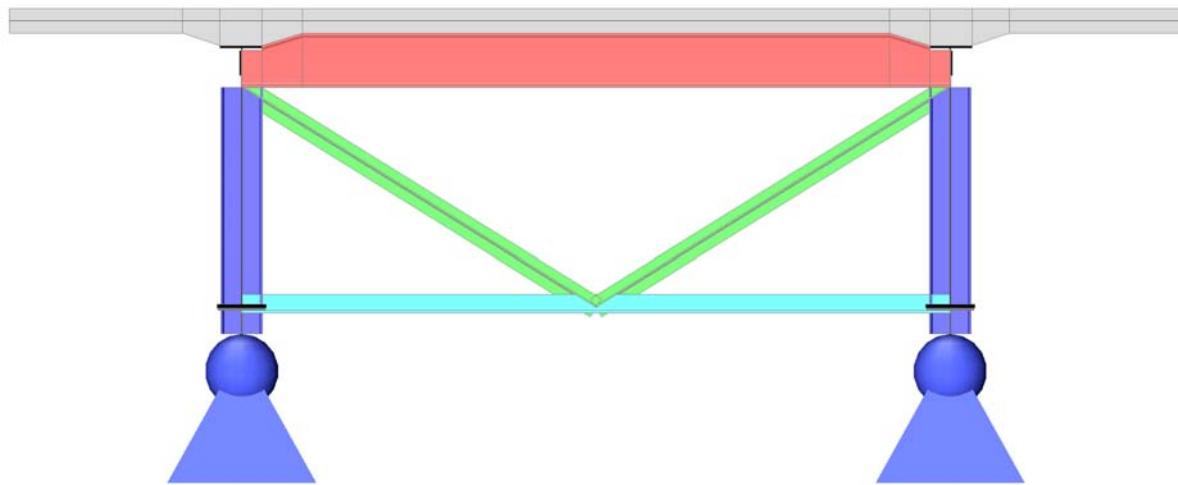
5.1. Overzicht opleggingen



5.2. Knoopondersteuningen

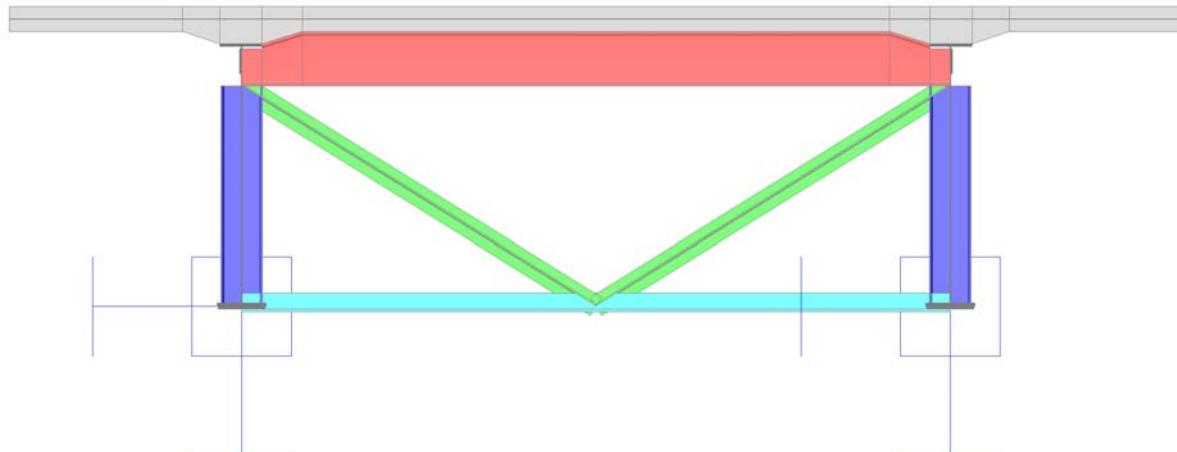
Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Verwijderen
Sn1	N6	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn4	N16	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn9	N404	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn10	N412	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn11	N621	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn12	N622	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn5	N839	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen
Sn6	N840	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Geen

5.3. Portaal tpv vaste oplegging





5.4. Portaal tpv rolopleggingen



6. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
LQmc 52	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (141%)	11068,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (147%)	11539,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (207%)	16249,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
LQmc 52 (268%)	21038,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	350,0 350,0	510,0 510,0	■
Qmc 37	7850,0	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
Qmc 37 (105%)	8242,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
Qmc 37 (109%)	8556,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■
Qmc 37 (119%)	9341,5	2,1000e+05 8,0769e+04	0,3 0,00	0,0 40,0	40,0 80,0	215,0 215,0	340,0 340,0	■

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Kleur
C32/40 (voorgespannen beton)	Concrete	2500,0		2600,0	3,3000e+04	0,2	0,00	32,00
C32/40 (gewapend beton)	Concrete	2500,0		2600,0	3,3000e+04	0,2	0,00	32,00

Verklaring van symbolen

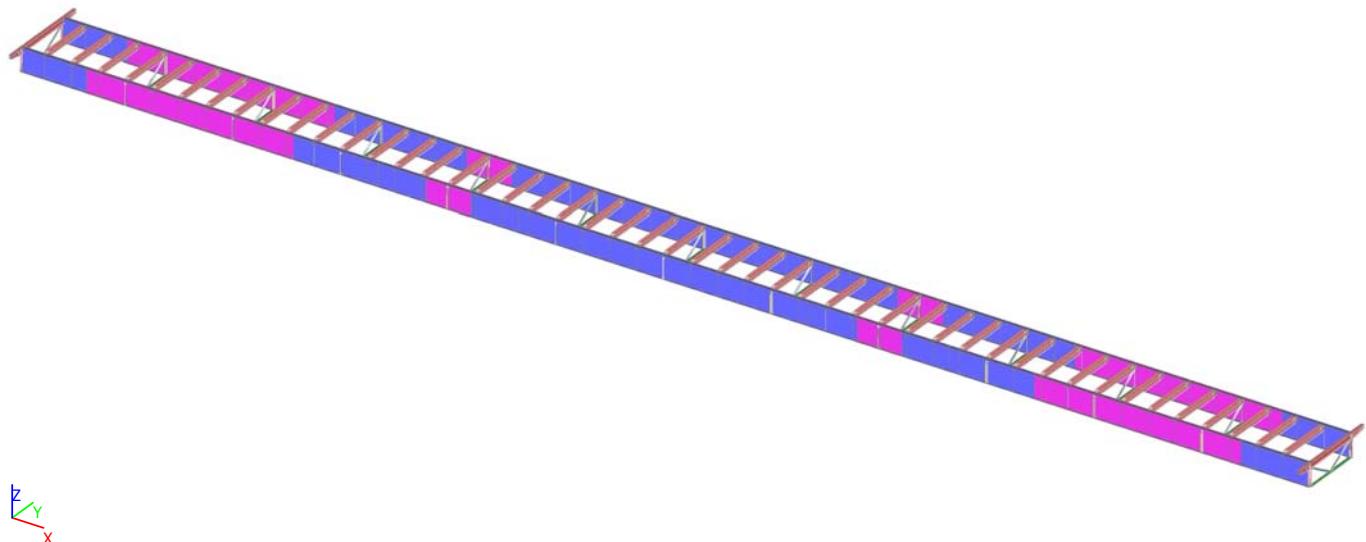
Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.
-----------------------------	---

Wapening EC2

Naam	Type	ρ [kg/m ³]	E _{mod} [MPa]	G _{mod} [MPa]	a [m/mK]	f _{y,k} [MPa]
QR 42	Reinforcement steel	7850,0	2,0000e+05	8,3333e+04	0,00	420,0

7. Hoofdliggers

7.1. Hoofdliggers

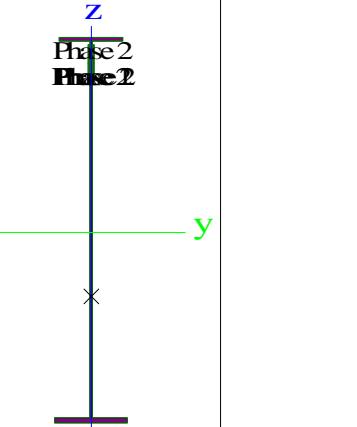
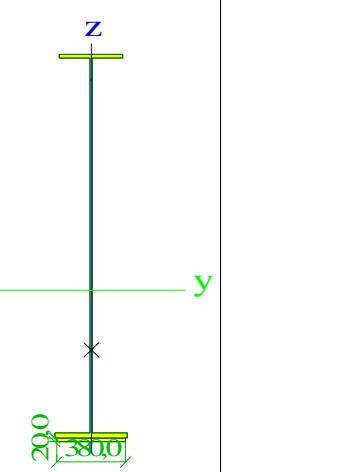


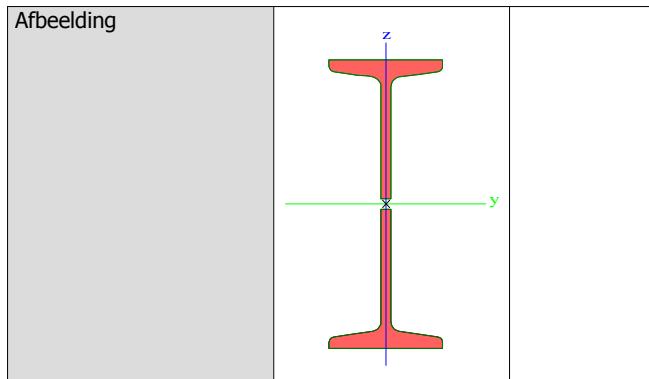
Het blauwe deel van de hoofdligger heeft een constante I-vormige doorsnede. Het paars deel heeft een extra opdikplaat in de onderflens

7.2. Doorsneden

Hoofdligger (268%)	
Type	General cross-section
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (268%)
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	■
Knik y-y, Knik z-z	d
A [m ²]	4,6920e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,7754e-02
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	5,7320e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	200,0
α [deg]	0,00
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,1834e-02
i _y [mm], i _z [mm]	823,7
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	2,9850e-02
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	3,5343e-02

M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,24e+07	1,24e+07
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	6,48e+05	6,48e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-349,6
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	6,6287e-06	2,1068e-04
β_y [mm], β_z [mm]	689,0	0,0

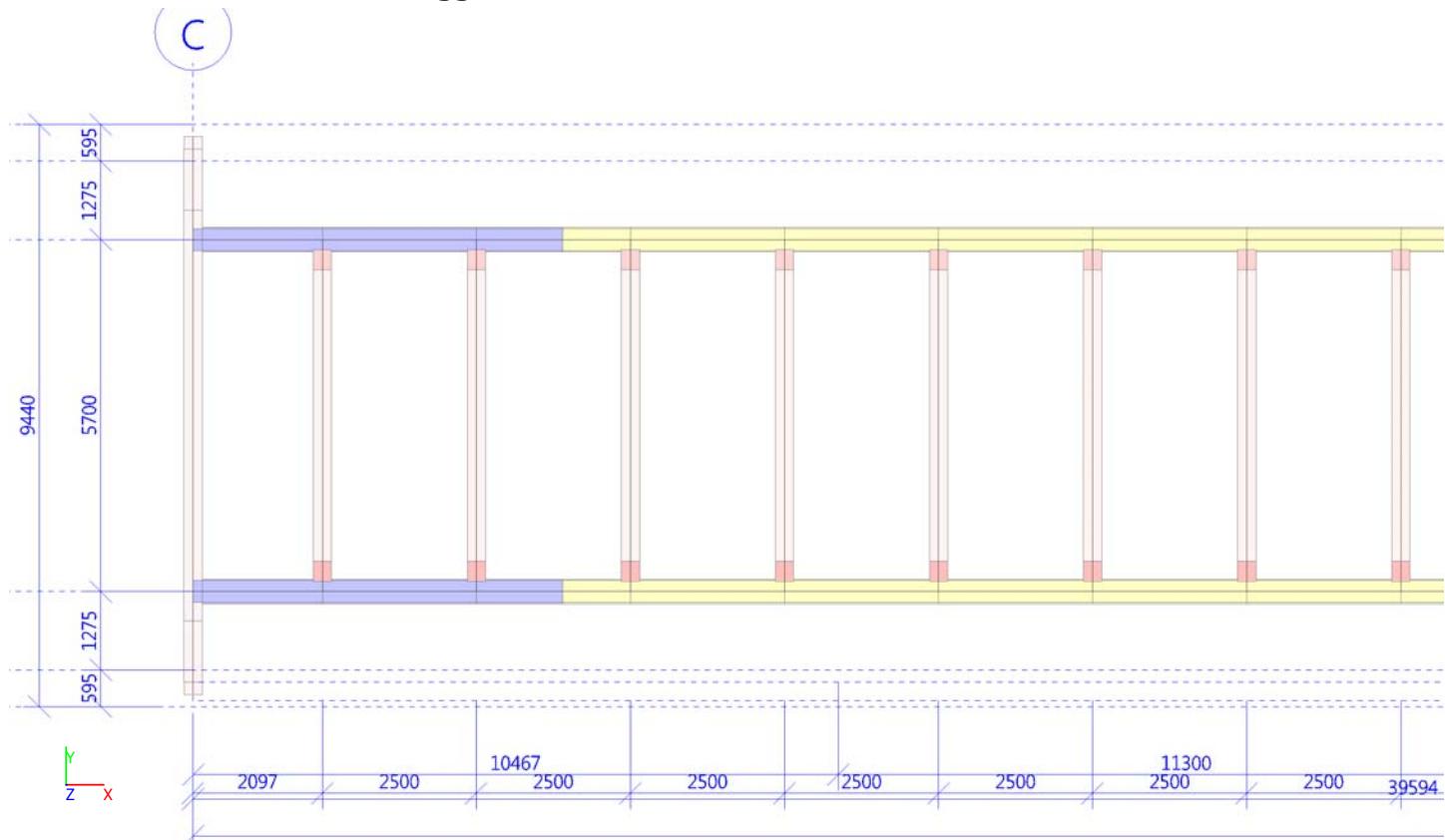
Afbeelding			
			
Hoofdlijger+380*20 (207%)			
Type	General cross-section		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (207%)		
Bouwwijze			
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	5,4520e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,4871e-02	2,5426e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,7720e+00	5,7720e+00	
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	200,0	894,9	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,9067e-02	3,1306e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	846,5	75,8	
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	3,2205e-02	1,5653e-03	
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	4,2193e-02	2,5727e-03	
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	1,48e+07	1,48e+07	
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	9,00e+05	9,00e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-409,3	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,6938e-05	2,4289e-04	
β _y [mm], β _z [mm]	1026,8	0,0	
Afbeelding			
Hoofdlijger+380*20 (141%)			
Type	General cross-section		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	LQmc 52 (141%)		
Bouwwijze			
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]	5,0520e-02		
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,3021e-02	2,4766e-02	
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,7320e+00	5,7320e+00	
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0	-1298,0	
α [deg]	0,00		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	3,4083e-02	3,1254e-04	
i _y [mm], i _z [mm]	821,4	78,7	
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	2,6258e-02	1,5627e-03	
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	3,6920e-02	2,5287e-03	
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	1,29e+07	1,29e+07	
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	8,85e+05	8,85e+05	
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-326,7	
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,5113e-05	2,4183e-04	
β _y [mm], β _z [mm]	1002,5	0,0	
Afbeelding			
			
K-verband, verticaal (INP 32 12mm tussen)			
Type	General cross-section		
Vorm type	Dunwandig		
Onderdeelmateriaal	Qmc 37		
Bouwwijze			
Kleur			
Knik y-y, Knik z-z			
A [m ²]			
A _y [m ²], A _z [m ²]			
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]			
c _y .ucs [mm], c _z .ucs [mm]			
α [deg]			
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]			
i _y [mm], i _z [mm]			
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]			
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]			
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]			
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]			
d _y [mm], d _z [mm]			
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]			
β _y [mm], β _z [mm]			



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$C_{Y,UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$C_{Z,UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z,LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{Y,Z,LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

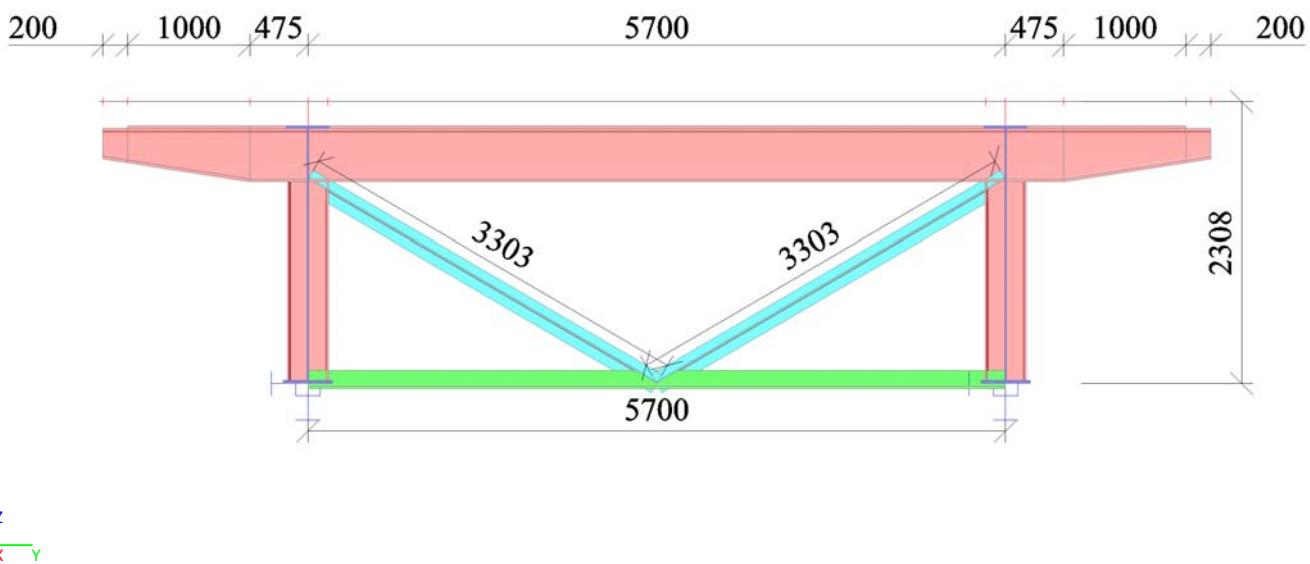
Verklaring van symbolen	
$W_{el,y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el,z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl,y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl,z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl,y,+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief M_y moment
$M_{pl,y,-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief M_y moment
$M_{pl,z,+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief M_z moment
$M_{pl,z,-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief M_z moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I_t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I_w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

7.3. Afstand tussen de hoofdliggers

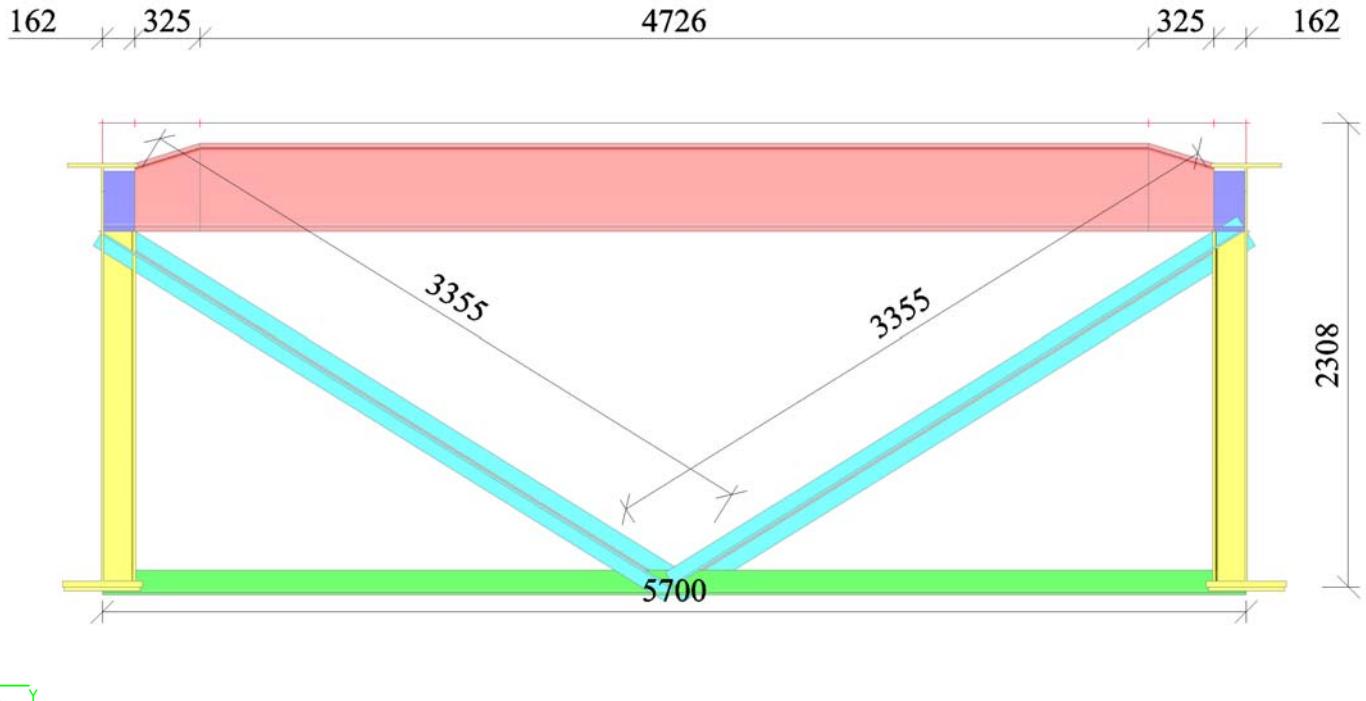


8. Dwarsdragers

8.1. Einddwarsdrager

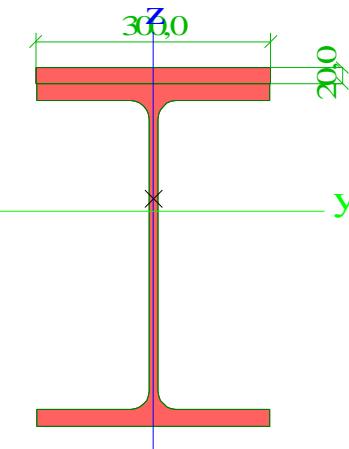
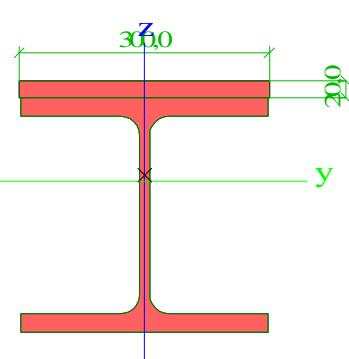


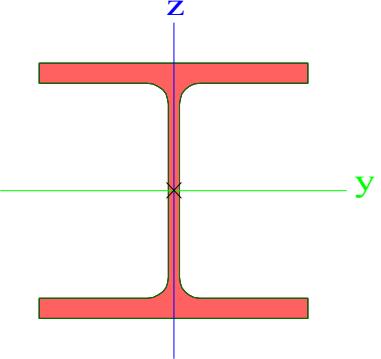
8.2. Dwarsdragers met portaal



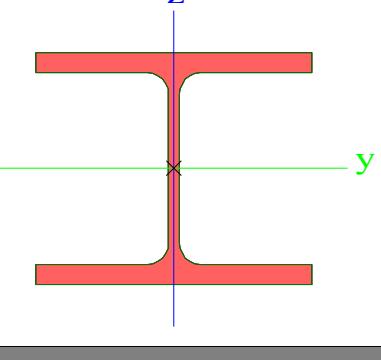
8.3. Doorsneden

Einddwarsdrager (DIE 45 + 300*20)		
Type	General cross-section	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	2,4259e-02	
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,7711e-02	5,6812e-03
A _l [m ² /m], A _d [m ² /m]	2,0463e+00	2,0463e+00
c _{y,ucs} [mm], c _{z,ucs} [mm]	0,0	56,6
a [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,8111e-04	1,4118e-04
i _y [mm], i _z [mm]	190,6	76,3
W _{e,y} [m ³], W _{e,z} [m ³]	3,1966e-03	9,4122e-04
W _{p,y} [m ³], W _{p,z} [m ³]	3,9321e-03	1,4397e-03
M _{p,y,+} [Nm], M _{p,y,-} [Nm]	9,24e+05	9,24e+05
M _{p,z,+} [Nm], M _{p,z,-} [Nm]	3,38e+05	3,38e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	15,8
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,5205e-06	5,6791e-06
β _y [mm], β _z [mm]	-121,9	0,0

Afbeelding	
Einddwarsdrager (DIE 45, h=338 mm + 300*20)	
Type	General cross-section
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	Qmc 37
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,2381e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,7775e-02
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	1,7333e+00
a [deg]	0,0
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	118,7
i _y [mm], i _z [mm]	0,00
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	3,3990e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,23,2
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,8762e-03
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,2749e-03
d _y [mm], d _z [mm]	5,35e+05
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	5,35e+05
β _y [mm], β _z [mm]	3,37e+05
Afbeelding	
Einddwarsdrager (console, begin)	
Type	General cross-section
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	Qmc 37
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	d
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,6381e-02
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,2367e-02
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	1,6873e+00
	0,0
	78,3

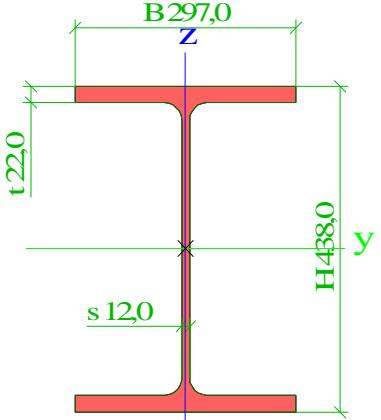
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	2,3990e-04	9,6161e-05
i_y [mm], i_z [mm]	121,0	76,6
$W_{el,y}$ [m^3], $W_{el,z}$ [m^3]	1,7044e-03	6,4755e-04
$W_{pl,y}$ [m^3], $W_{pl,z}$ [m^3]	1,9173e-03	9,8403e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	4,51e+05	4,51e+05
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	2,31e+05	2,31e+05
d_y [mm], d_z [mm]	0,0	0,0
I_t [m^4], I_w [m^6]	2,5008e-06	1,5838e-06
β_y [mm], β_z [mm]	0,0	0,0
Afbeelding		

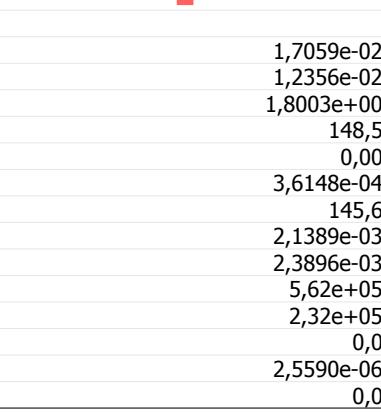
Einddwarsdrager (console, eind)

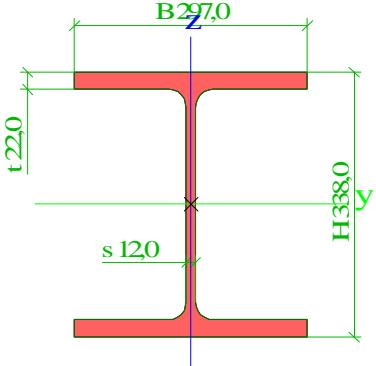
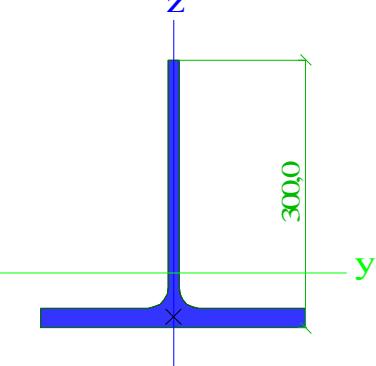
Type	General cross-section	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37	
Bouwwijze	Algemeen	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m^2]		
A_y [m^2], A_z [m^2]	1,6003e-02	3,2258e-03
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	1,2343e-02	1,6243e+00
$c_{y,UCS}$ [mm], $c_{z,UCS}$ [mm]	1,6243e+00	0,0
α [deg]	0,0	78,3
I_y [m^4], I_z [m^4]	0,0	0,0
i_y [mm], i_z [mm]	1,8353e-04	9,6156e-05
$W_{el,y}$ [m^3], $W_{el,z}$ [m^3]	107,1	77,5
$W_{pl,y}$ [m^3], $W_{pl,z}$ [m^3]	1,4683e-03	6,4752e-04
$M_{pl,y,+}$ [Nm], $M_{pl,y,-}$ [Nm]	1,6623e-03	9,8289e-04
$M_{pl,z,+}$ [Nm], $M_{pl,z,-}$ [Nm]	3,91e+05	3,91e+05
d_y [mm], d_z [mm]	2,31e+05	2,31e+05
I_t [m^4], I_w [m^6]	0,0	0,0
β_y [mm], β_z [mm]	2,4831e-06	1,2194e-06
Afbeelding		

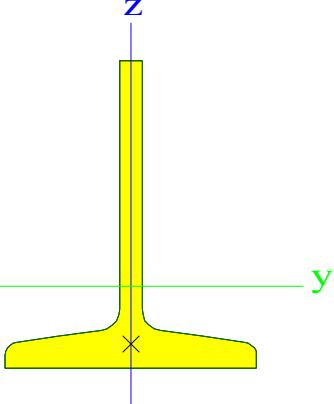
Dwarsdrager (DIE 45)

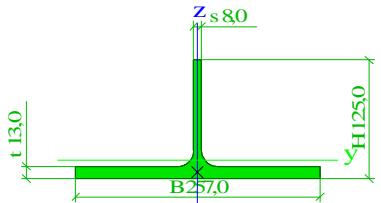
Type	I	
Uitgebreid	438,0; 297,0; 22,0; 12,0; 23,0	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37	

Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]	1,8259e-02	5,3928e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,2404e-02	2,0003e+00
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]	2,0003e+00	2,0003e+00
α [deg]	148,5	219,0
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	0,00	
i _y [mm], i _z [mm]	6,4409e-04	9,6183e-05
W _{eI,y} [m ³], W _{eI,z} [m ³]	187,8	72,6
W _{pI,y} [m ³], W _{pI,z} [m ³]	2,9410e-03	6,4770e-04
M _{pI,y,+} [Nm], M _{pI,y,-} [Nm]	3,2726e-03	9,8966e-04
M _{pI,z,+} [Nm], M _{pI,z,-} [Nm]	7,69e+05	7,69e+05
d _y [mm], d _z [mm]	2,33e+05	2,33e+05
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	0,0	0,0
β _y [mm], β _z [mm]	2,6166e-06	4,1559e-06
Afbeelding		
		

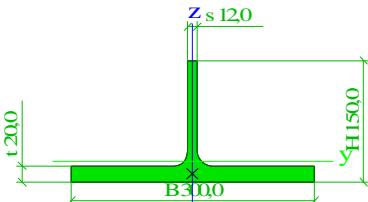
Dwarsdrager (DIE 45, h = 338mm)		
Type	I	
Uitgebreid	338,0; 297,0; 22,0; 12,0; 23,0	
Vormnorm	1 - I-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]		
A _y [m ²], A _z [m ²]		
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]		
c _{y,UCS} [mm], c _{z,UCS} [mm]		
α [deg]		
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]		
i _y [mm], i _z [mm]		
W _{eI,y} [m ³], W _{eI,z} [m ³]		
W _{pI,y} [m ³], W _{pI,z} [m ³]		
M _{pI,y,+} [Nm], M _{pI,y,-} [Nm]		
M _{pI,z,+} [Nm], M _{pI,z,-} [Nm]		
d _y [mm], d _z [mm]		
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]		
β _y [mm], β _z [mm]		
Afbeelding		
		

Afbeelding	
	
Dwarsdrager (DIE 45, T-sectie)	
Type	General cross-section
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	Qmc 37
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	1,0101e-02
A _y [m ²], A _z [m ²]	6,1569e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	1,1742e+00
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0
a [deg]	-158,1
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	7,1712e-05
i _y [mm], i _z [mm]	84,3
W _{el.y} [m ³], W _{el.z} [m ³]	2,9994e-04
W _{pl.y} [m ³], W _{pl.z} [m ³]	5,2937e-04
M _{pl.y.+} [Nm], M _{pl.y.-} [Nm]	1,14e+05
M _{pl.z.+} [Nm], M _{pl.z.-} [Nm]	1,07e+05
d _y [mm], d _z [mm]	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	1,3449e-06
β _y [mm], β _z [mm]	187,9
Afbeelding	
K-verband, verticaal (1/2INP 32)	
Type	General cross-section
Vorm type	Dunwandig
Onderdeelmateriaal	Qmc 37
Bouwwijze	Algemeen
Kleur	
Knik y-y, Knik z-z	
A [m ²]	3,8859e-03
A _y [m ²], A _z [m ²]	2,3880e-01
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	5,5504e-01
c _x .ucs [mm], c _z .ucs [mm]	0,0
a [deg]	-117,4
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	8,8860e-06
i _y [mm], i _z [mm]	47,8
	267,0

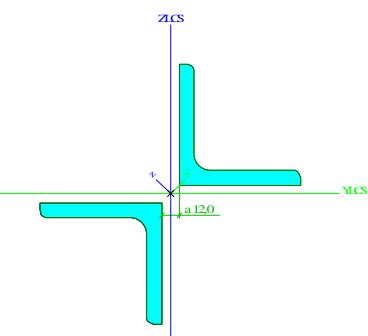
$W_{el,y} [\text{m}^3]$, $W_{el,z} [\text{m}^3]$	7,5665e-05	4,2290e-03
$W_{pl,y} [\text{m}^3]$, $W_{pl,z} [\text{m}^3]$	1,3641e-04	7,1617e-05
$M_{pl,y,+} [\text{Nm}]$, $M_{pl,y,-} [\text{Nm}]$	3,21e+04	3,21e+04
$M_{pl,z,+} [\text{Nm}]$, $M_{pl,z,-} [\text{Nm}]$	1,68e+04	1,68e+04
$d_y [\text{mm}]$, $d_z [\text{mm}]$	0,0	-30,0
$I_t [\text{m}^4]$, $I_w [\text{m}^6]$	3,3696e-07	1,6574e-10
$\beta_y [\text{mm}]$, $\beta_z [\text{mm}]$	100,2	0,0
Afbeelding		

K-verband, horizontaal (1/2DIE 26))		
Type	T	
Uitgebreid	125,0; 257,0; 13,0; 8,0; 17,0	
Vormnorm	6 - T-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37 (109%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m^2]		
$A_y [\text{m}^2]$, $A_z [\text{m}^2]$	4,3633e-03	
$A_L [\text{m}^2/\text{m}]$, $A_D [\text{m}^2/\text{m}]$	3,1306e-03	1,0478e-03
$c_{y,UCS} [\text{mm}]$, $c_{z,UCS} [\text{mm}]$	7,4934e-01	7,4934e-01
$\alpha [\text{deg}]$	128,5	19,6
	0,00	
$I_y [\text{m}^4]$, $I_z [\text{m}^4]$	3,7459e-06	1,8403e-05
$i_y [\text{mm}]$, $i_z [\text{mm}]$	29,3	64,9
$W_{el,y} [\text{m}^3]$, $W_{el,z} [\text{m}^3]$	3,5551e-05	1,4321e-04
$W_{pl,y} [\text{m}^3]$, $W_{pl,z} [\text{m}^3]$	6,7148e-05	2,1744e-04
$M_{pl,y,+} [\text{Nm}]$, $M_{pl,y,-} [\text{Nm}]$	1,44e+04	1,44e+04
$M_{pl,z,+} [\text{Nm}]$, $M_{pl,z,-} [\text{Nm}]$	4,68e+04	4,68e+04
$d_y [\text{mm}]$, $d_z [\text{mm}]$	0,0	-13,1
$I_t [\text{m}^4]$, $I_w [\text{m}^6]$	2,0843e-07	2,1641e-39
$\beta_y [\text{mm}]$, $\beta_z [\text{mm}]$	25,1	0,0
Afbeelding		

K-verband, horizontaal (1/2DIN 30))		
Type	T	
Uitgebreid	150,0; 300,0; 20,0; 12,0; 18,0	
Vormnorm	6 - T-doorsnede	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37 (105%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m^2]		
	c	7,7016e-03
		c

A _y [m ²], A _z [m ²]	5,5840e-03	1,9109e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	8,8448e-01	8,8448e-01
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	150,0	25,5
α [deg]	0,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	9,3632e-06	4,5035e-05
i _y [mm], i _z [mm]	34,9	76,5
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	7,5177e-05	3,0023e-04
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	1,4658e-04	4,5611e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	3,15e+04	3,15e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	9,81e+04	9,81e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	-15,3
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	8,8064e-07	3,5434e-39
β_y [mm], β_z [mm]	30,2	0,0
Afbeelding		

K-verband, diagonaal (L80x10)

Type	2LX	
Uitgebreid	L80X10; 12,0	
Vorm type	Dunwandig	
Onderdeelmateriaal	Qmc 37 (119%)	
Bouwwijze	gewalst	
Kleur		
Knik y-y, Knik z-z		
A [m ²]	3,0219e-03	
A _y [m ²], A _z [m ²]	9,9743e-04	2,5565e-03
A _L [m ² /m], A _D [m ² /m]	6,2275e-01	6,2275e-01
c _{y.ucs} [mm], c _{z.ucs} [mm]	86,0	86,0
I _{y.LCS} [m ⁴], I _{z.LCS} [m ⁴]	4,3536e-06	4,3536e-06
I _{y.LCS} [m ⁴]	1,5819e-06	
α [deg]	45,00	
I _y [m ⁴], I _z [m ⁴]	2,7717e-06	5,9355e-06
i _y [mm], i _z [mm]	30,3	44,3
W _{el,y} [m ³], W _{el,z} [m ³]	4,8997e-05	8,4750e-05
W _{pl,y} [m ³], W _{pl,z} [m ³]	7,8669e-05	1,2545e-04
M _{pl,y,+} [Nm], M _{pl,y,-} [Nm]	1,69e+04	1,69e+04
M _{pl,z,+} [Nm], M _{pl,z,-} [Nm]	2,70e+04	2,70e+04
d _y [mm], d _z [mm]	0,0	0,0
I _t [m ⁴], I _w [m ⁶]	3,1823e-07	0,0000e+00
β_y [mm], β_z [mm]	0,0	0,0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen

A	Gebied
A _y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A _z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting -

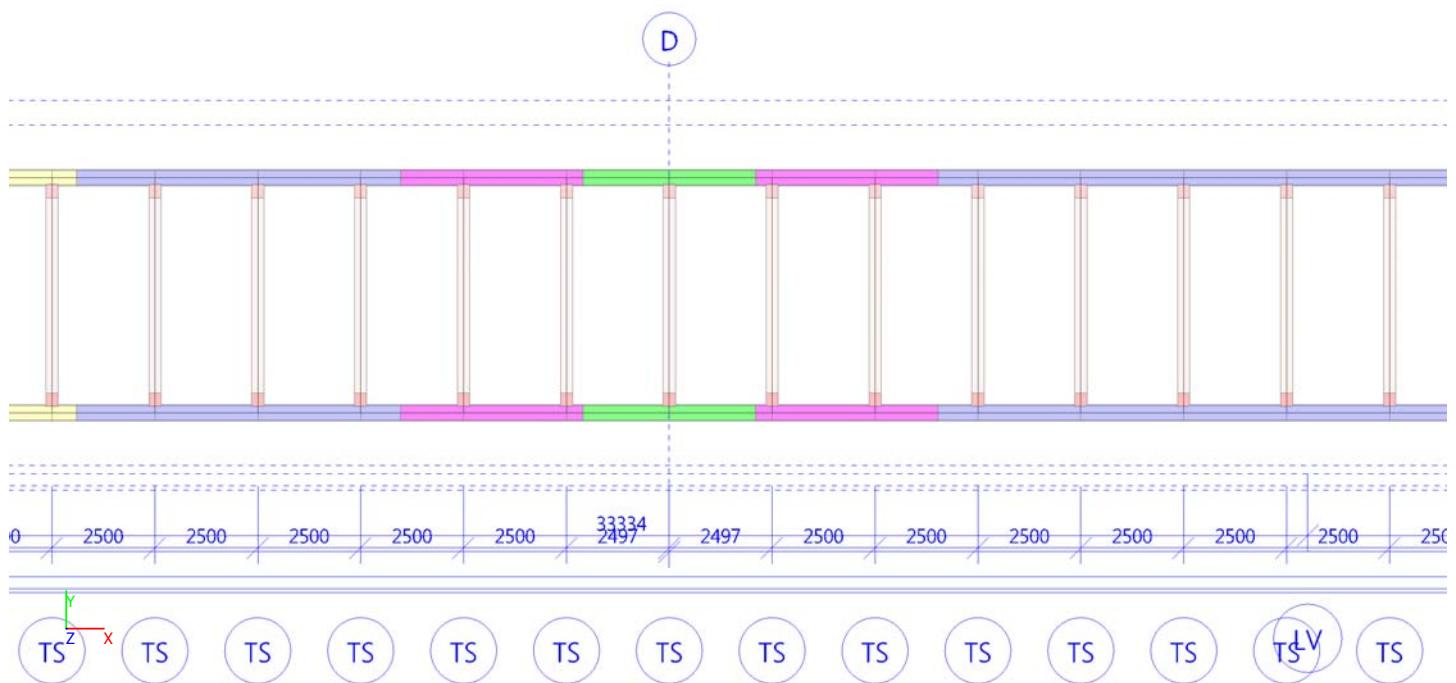
Verklaring van symbolen

	Berekend door 2D EEM analyse
A _L	Omtrek per eenheidslengte
A _D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte

Verklaring van symbolen	
C _y .UCS	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
C _z .UCS	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
I _{y.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
I _{z.LCS}	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
I _{y.z.LCS}	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I _y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I _z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i _y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i _z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
W _{el.y}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
W _{el.z}	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
W _{pl.y}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as

Verklaring van symbolen	
W _{pl.z}	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
M _{pl.y.+}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
M _{pl.y.-}	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
M _{pl.z.+}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
M _{pl.z.-}	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d _y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d _z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I _t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I _w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

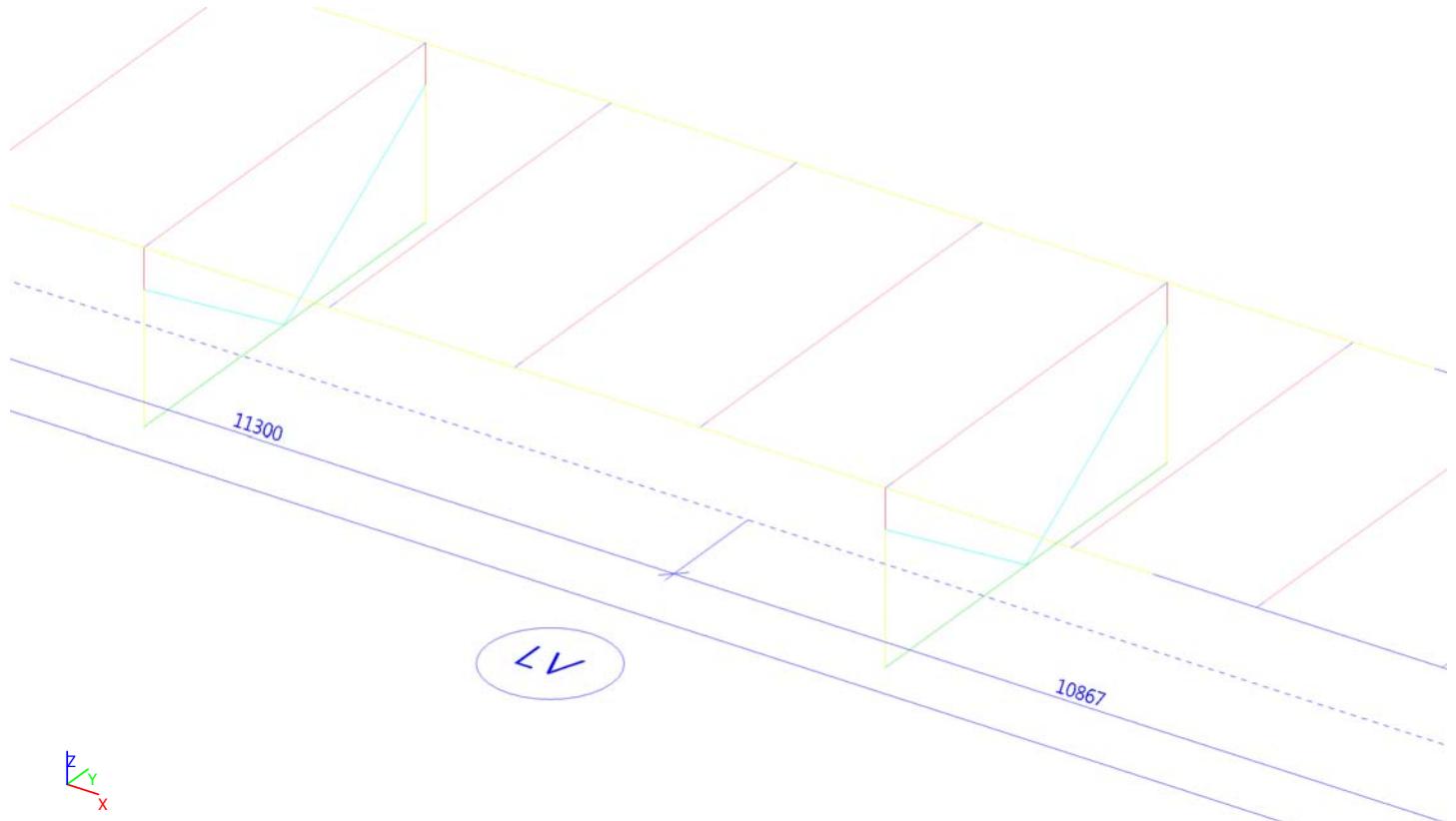
8.4. Afstand tussen de dwarsdragers



9. Starre bindingen

De hartlijnen van de diagonalen van het K-verband kruist met de hoofdlijger ter plaatse van de onderrand van de dwarsdrager. De verbinding tussen diagonalen en de hoofdliggers is gerealiseerd met hulp van de kopplaten. Dit knooppunt is door middel van een oneindig stijve staaf (starre binding) verbonden met de bovenflens van de hoofdlijger.

9.1. Starre bindingen voor verbinding K-verband



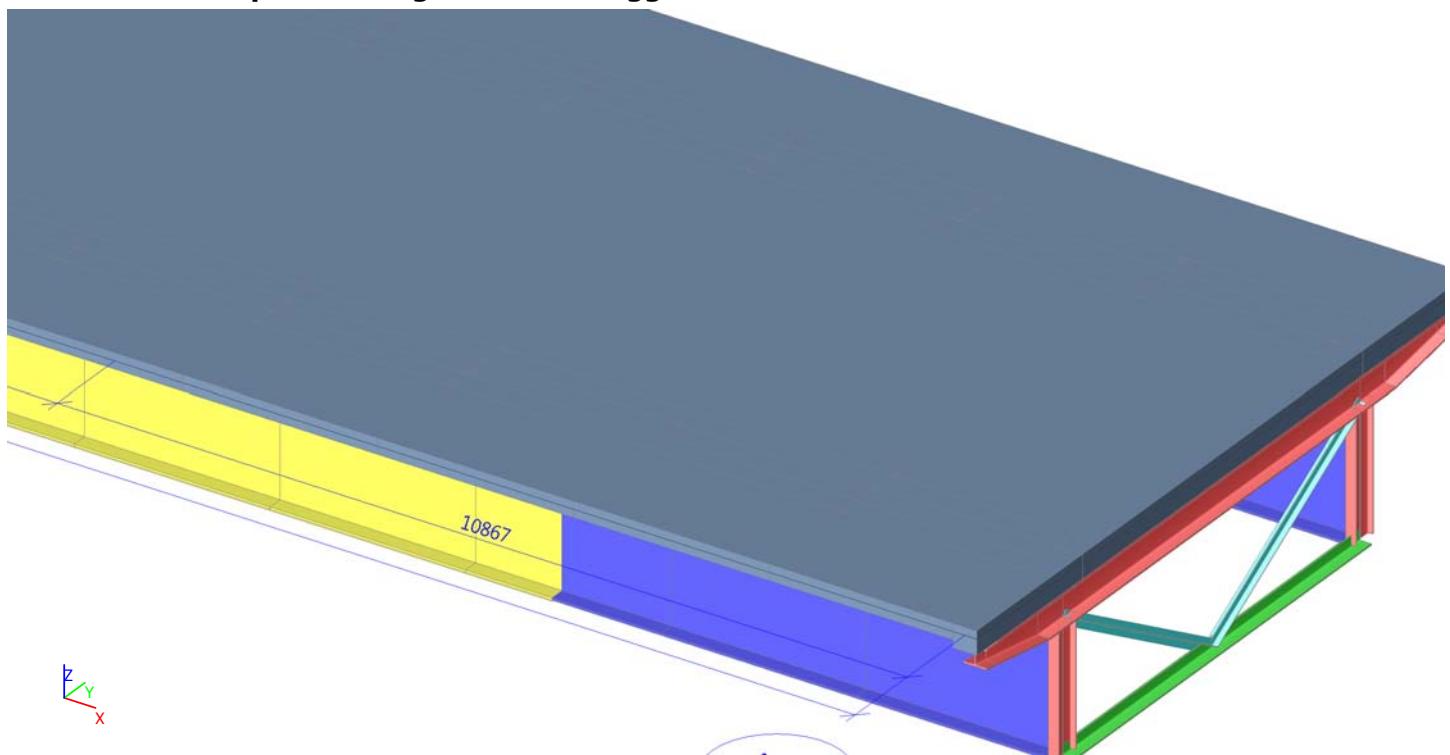
9.2. Starre bindingen

Naam	Master	'Slave'	Scharnier op 'master'	Scharnier op 'slave'
RA1	N1	N5	X	X
RA2	N3	N15	X	X
RA3	N31	N26	X	X
RA4	N32	N28	X	X
RA5	N158	N147	X	X
RA6	N163	N149	X	X
RA7	N205	N200	X	X
RA8	N210	N202	X	X
RA9	N258	N264	X	X
RA10	N263	N265	X	X
RA11	N324	N319	X	X
RA12	N329	N321	X	X
RA13	N383	N372	X	X
RA14	N388	N374	X	X
RA15	N399	N403	X	X
RA16	N401	N411	X	X
RA17	N419	N414	X	X
RA18	N420	N416	X	X
RA19	N526	N515	X	X
RA20	N531	N517	X	X
RA21	N573	N568	X	X
RA22	N578	N570	X	X
RA23	N624	N630	X	X
RA24	N629	N631	X	X

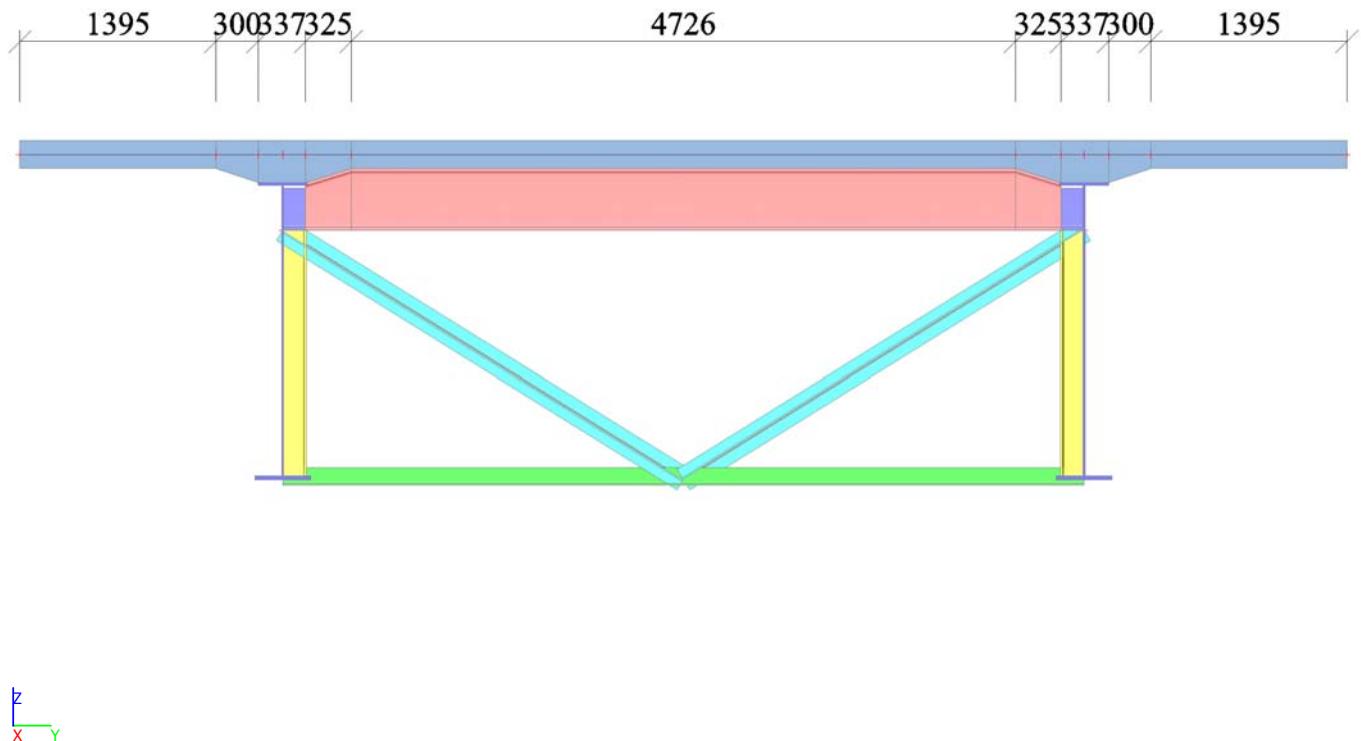
Naam	Master	'Slave'	Scharnier op 'master'	Scharnier op 'slave'
RA25	N679	N674	X	X
RA26	N684	N676	X	X

10. Betondek

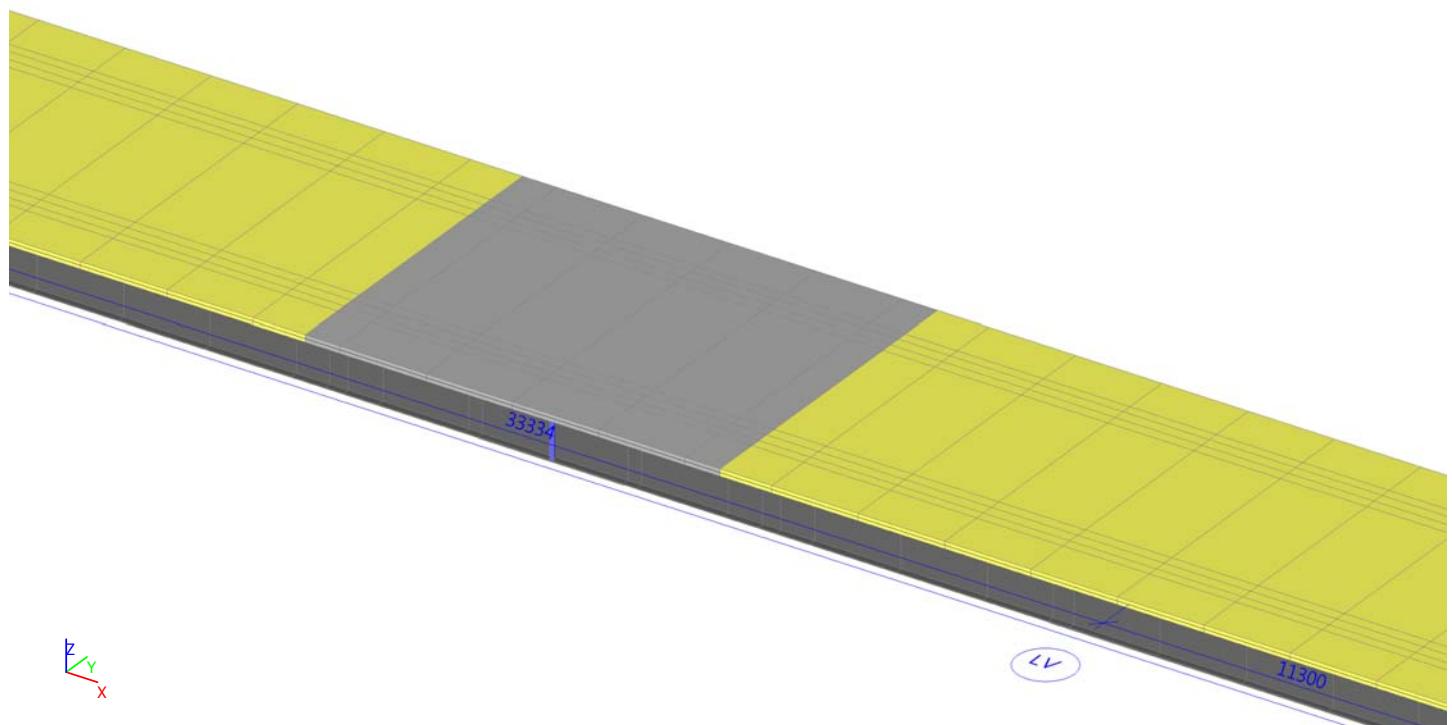
10.1. Betondek op dwarsdragers en hoofdligger



10.2. Doorsnede over het betondek



10.3. Voorgespannen betondek



Het voorgespannen betondek is grijs weergegeven, het gewapende betondek is geel weergegeven.

11. 2D-element interne randen

Naam	2D-element 1	Lengte [m]	Vorm	Knoop	Rand
ES4	S513	0,150	Line	N1 N65	Line
ES5	S4	1,947	Line	N65 N2	Line
ES6	S8	1,947	Line	N66 N4	Line
ES13	S14	2,500	Line	N2 N73	Line
ES14	S27	2,500	Line	N73 N89	Line
ES15	S36	2,500	Line	N89 N31	Line
ES16	S45	2,500	Line	N31 N117	Line
ES17	S54	2,500	Line	N117 N123	Line
ES18	S63	2,500	Line	N123 N129	Line
ES19	S72	2,500	Line	N129 N158	Line
ES20	S81	2,500	Line	N158 N170	Line
ES21	S99	2,500	Line	N170 N176	Line
ES22	S90	2,500	Line	N176 N182	Line
ES23	S108	2,500	Line	N182 N205	Line
ES24	S117	2,500	Line	N205 N223	Line
ES26	S448	1,003	Line	N820 N229	Line
ES27	S135	2,500	Line	N229 N235	Line
ES28	S144	2,497	Line	N235 N258	Line
ES29	S153	2,497	Line	N258 N289	Line
ES30	S162	2,500	Line	N289 N295	Line
ES31	S467	1,003	Line	N295 N824	Line
ES32	S466	1,497	Line	N824 N301	Line
ES33	S180	2,500	Line	N301 N324	Line
ES34	S189	2,500	Line	N324 N342	Line
ES35	S198	2,500	Line	N342 N348	Line
ES36	S207	2,500	Line	N348 N354	Line
ES37	S216	2,500	Line	N354 N383	Line
ES38	S433	2,500	Line	N383 N709	Line
ES39	S424	2,500	Line	N709 N703	Line
ES40	S415	2,500	Line	N703 N697	Line
ES41	S406	2,500	Line	N697	Line

Naam	2D-element 1	Lengte [m]	Vorm	Knoop	Rand
				N679	
ES42	S397	2,500	Line	N679 N656	Line
ES43	S484	1,497	Line	N656 N826	Line
ES44	S485	1,003	Line	N826 N650	Line
ES45	S379	2,500	Line	N650 N644	Line
ES46	S370	2,497	Line	N644 N624	Line
ES47	S361	2,497	Line	N624 N603	Line
ES48	S352	2,500	Line	N603 N597	Line
ES49	S502	1,003	Line	N597 N822	Line
ES51	S334	2,500	Line	N591 N573	Line
ES52	S325	2,500	Line	N573 N550	Line
ES53	S307	2,500	Line	N550 N544	Line
ES54	S316	2,500	Line	N544 N538	Line
ES55	S298	2,500	Line	N538 N526	Line
ES56	S289	2,500	Line	N526 N497	Line
ES57	S280	2,500	Line	N497 N491	Line
ES58	S271	2,500	Line	N491 N485	Line
ES59	S262	2,500	Line	N485 N419	Line
ES60	S253	2,500	Line	N419 N457	Line
ES61	S244	2,500	Line	N457 N451	Line
ES62	S231	2,500	Line	N451 N400	Line
ES63	S221	2,347	Line	N400 N443	Line
ES64	S511	0,150	Line	N443 N399	Line
ES66	S18	2,500	Line	N4 N78	Line
ES67	S23	2,500	Line	N78 N94	Line
ES68	S32	2,500	Line	N94 N32	Line
ES69	S41	2,500	Line	N32 N122	Line
ES70	S50	2,500	Line	N122 N128	Line
ES71	S59	2,500	Line	N128 N134	Line
ES72	S68	2,500	Line	N134 N163	Line
ES73	S77	2,500	Line	N163 N175	Line
ES74	S95	2,500	Line	N175 N181	Line
ES75	S86	2,500	Line	N181 N187	Line

Naam	2D-element 1	Lengte [m]	Vorm	Knoop	Rand
ES76	S104	2,500	Line	N187 N210	Line
ES77	S113	2,500	Line	N210 N228	Line
ES79	S441	1,003	Line	N819 N234	Line
ES80	S131	2,500	Line	N234 N240	Line
ES81	S140	2,497	Line	N240 N263	Line
ES82	S149	2,497	Line	N263 N294	Line
ES83	S158	2,500	Line	N294 N300	Line
ES84	S458	1,003	Line	N300 N823	Line
ES85	S459	1,497	Line	N823 N306	Line
ES86	S176	2,500	Line	N306 N329	Line
ES87	S185	2,500	Line	N329 N347	Line
ES88	S194	2,500	Line	N347 N353	Line
ES89	S203	2,500	Line	N353 N359	Line
ES90	S212	2,500	Line	N359 N388	Line
ES91	S429	2,500	Line	N388 N714	Line
ES92	S420	2,500	Line	N714 N708	Line
ES93	S411	2,500	Line	N708 N702	Line
ES94	S402	2,500	Line	N702 N684	Line
ES95	S393	2,500	Line	N684 N661	Line
ES96	S477	1,497	Line	N661 N825	Line
ES97	S476	1,003	Line	N825 N655	Line
ES98	S375	2,500	Line	N655 N649	Line
ES99	S366	2,497	Line	N649 N629	Line
ES100	S357	2,497	Line	N629 N608	Line
ES101	S348	2,500	Line	N608 N602	Line
ES102	S495	1,003	Line	N602 N821	Line
ES104	S330	2,500	Line	N596 N578	Line
ES105	S321	2,500	Line	N578 N555	Line
ES106	S303	2,500	Line	N555 N549	Line
ES107	S312	2,500	Line	N549 N543	Line
ES108	S294	2,500	Line	N543 N531	Line
ES109	S285	2,500	Line	N531 N502	Line
ES110	S276	2,500	Line	N502	Line

Naam	2D-element 1	Lengte [m]	Vorm	Knoop	Rand
				N496	
ES111	S267	2,500	Line	N496 N490	Line
ES112	S258	2,500	Line	N490 N420	Line
ES113	S249	2,500	Line	N420 N462	Line
ES114	S240	2,500	Line	N462 N456	Line
ES115	S235	2,500	Line	N456 N402	Line
ES116	S225	2,347	Line	N402 N827	Line
ES118	S503	0,527	Line	N822 N816	Line
ES119	S503	0,970	Line	N816 N591	Line
ES120	S449	0,970	Line	N223 N818	Line
ES121	S449	0,527	Line	N818 N820	Line
ES122	S440	0,970	Line	N228 N817	Line
ES123	S440	0,527	Line	N817 N819	Line
ES124	S494	0,527	Line	N821 N815	Line
ES125	S494	0,970	Line	N815 N596	Line
ES126	S513	1,837	Line	N11 N834	Line
ES127	S515	5,376	Line	N834 N835	Line
ES128	S516	1,837	Line	N835 N14	Line
ES129	S511	1,837	Line	N407 N833	Line
ES130	S512	5,376	Line	N833 N832	Line
ES131	S510	1,837	Line	N832 N410	Line
ES132	S516	0,150	Line	N66 N3	Line
ES133	S510	0,150	Line	N827 N401	Line

12. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	X
Initiële spanning	X
Pas wijzigende factoren eigenschappen toe	✓
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Parallelisme tolerantie voor automatische calculatie [deg]	10,00

Overspanningslengte ratio L/beff,max (1 kant) voor automatische calculatie [-]	8,00
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,00
Inwendige overspanning [-]	0,70
Eind overspanning [-]	0,85
Uitkraging [-]	2,00
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Mindlin
Type solver	Direct

13. Instellingen net

Naam	MeshSetup1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Generatie van knopen op staven	X
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwevende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,200
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1,5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0,001
Gemiddelde afmeting van paneellement [m]	0,200
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

Appendix

Bijlage Q – Invoer SCIA – Hoofdbrug lokaal model

IJsselbrug



1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave	1
2. Project	1
3. Overzicht	1
3.1. Overzicht	2
3.2. Assen	2
3.3. Afstanden tussen dwarsdragers	3
4. Dwarsdragers	3
4.1. Dwarsdrager as 11	4
4.2. Dwarsdrager as 12	4
4.3. Dwarsdrager as 13	5
4.4. Dwarsdrager as 14	5
4.5. Tussendwarsdrager	6
5. Dekconstructie	6
5.1. Bovenaanzicht	6
5.2. Onderaanzicht	7
5.3. Bulbs onderijzde dek	7
5.4. Bulbs en dwarsdragers	8
6. Geometrie	8
6.1. Hoofdliggers	8
6.2. Toelichting	9
6.3. Dwarsdrager	10
6.4. Console	11
6.5. Aansluiting dwarsdrager - hoofdligger	11
6.6. Verstijvers op lijf hoofdliggers	12
6.7. K-frame	13
6.8. Bulbs	15
6.9. Console	16
7. Opleggingen	16
7.1. Knoopondersteuningen	16
7.2. Oplegcondities	17
8. Materialen	17
9. Instellingen solver	17
10. Instellingen net	18

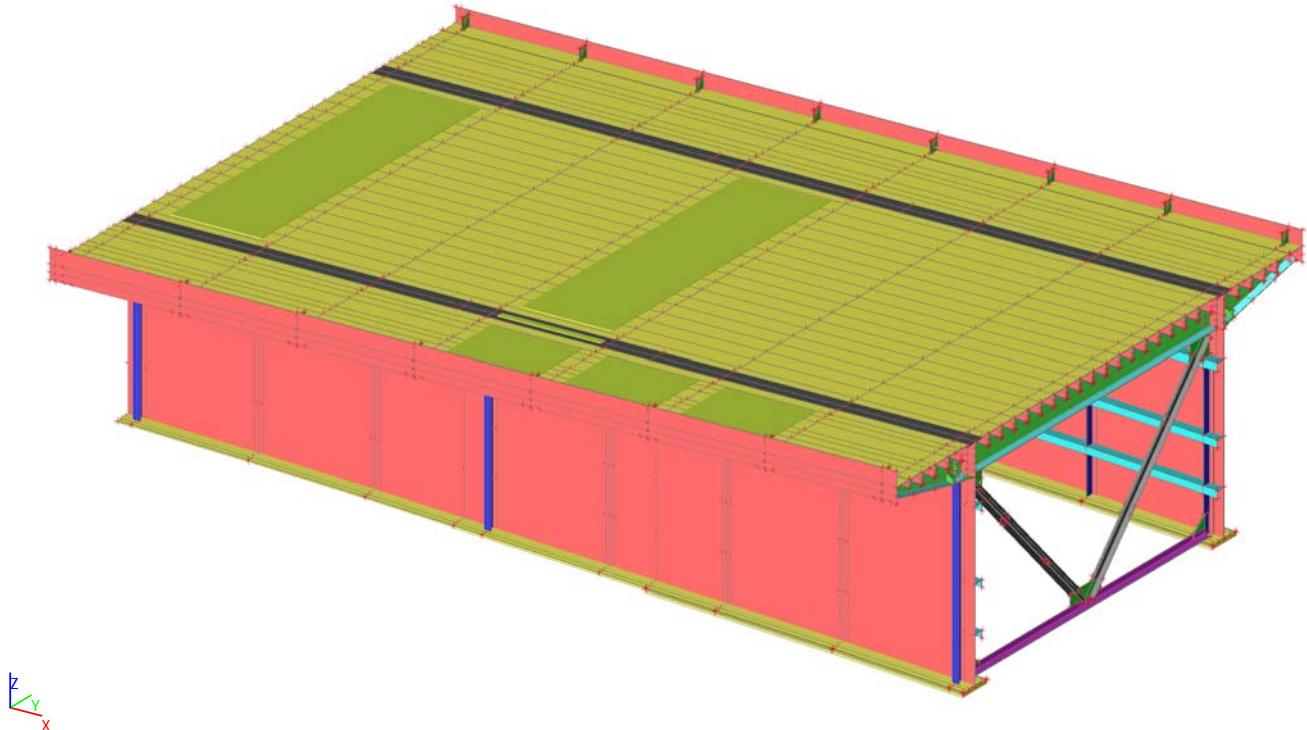
2. Project

Licentienaam	Royal HaskoningDHV
Project	IJsselbrug
Onderdeel	Hoofdoverspanning
Omschrijving	Lokaal model
Auteur	Ernst Klamer
Datum	06. 03. 2018
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	5423
Aantal staven :	0
Aantal platen :	2266
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	100
Aantal gebruikte materialen :	13
Gravitatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN

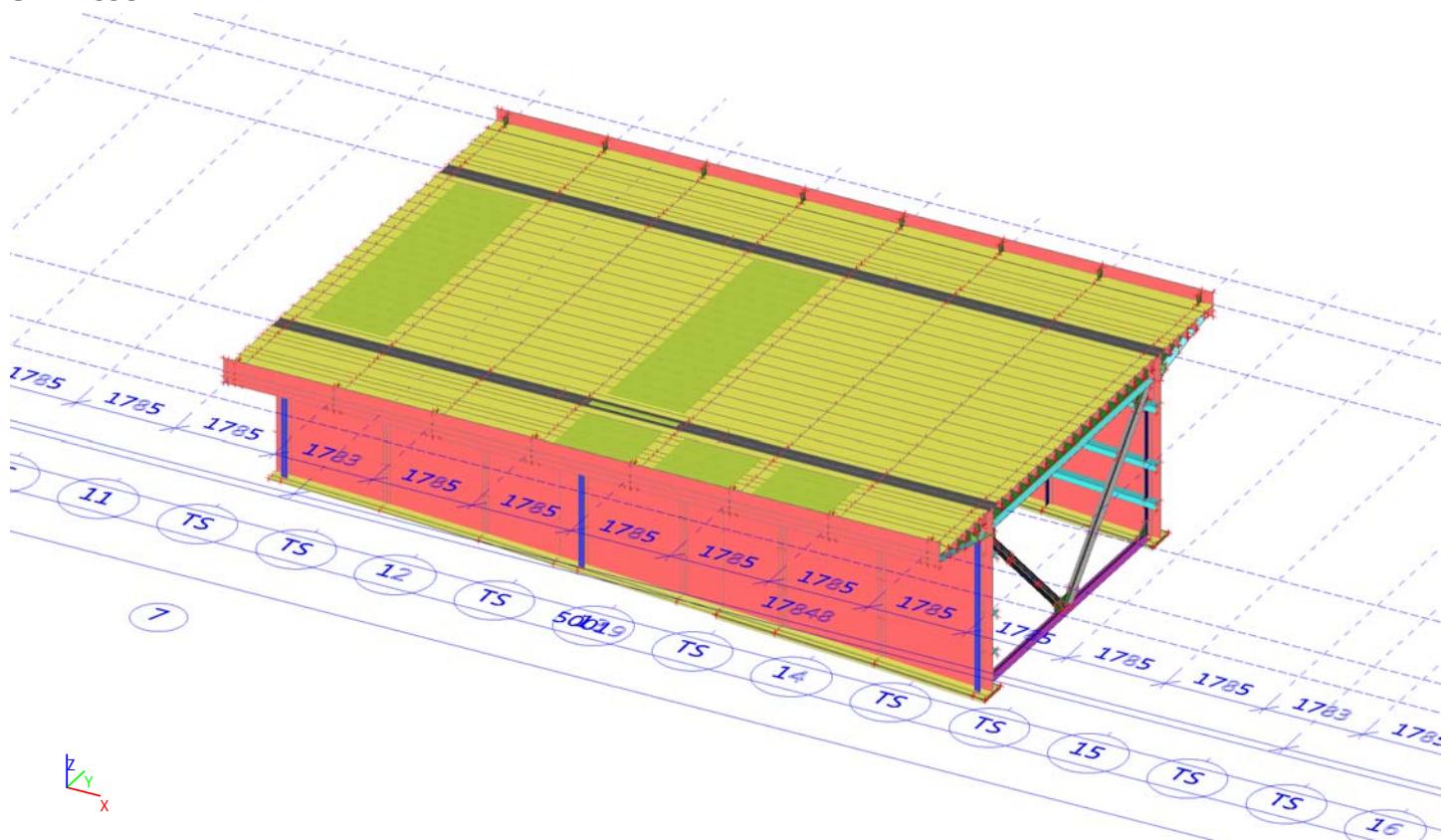
3. Overzicht

De lokale model is gemaakt voor een deel van hoofdbrug. De model is opgebouwd van dwarsdrager 11 t/m 14.

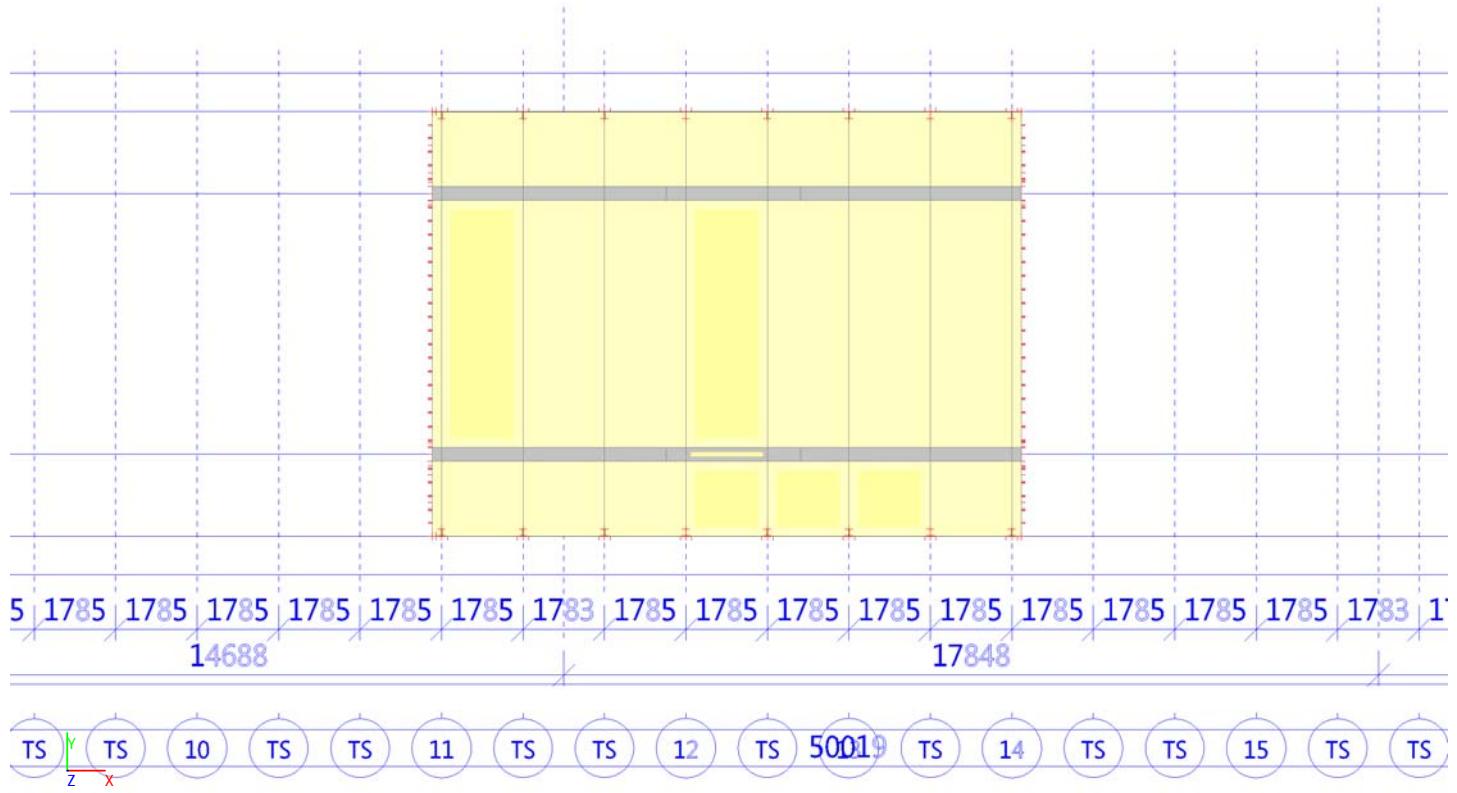
3.1. Overzicht



3.2. Assen



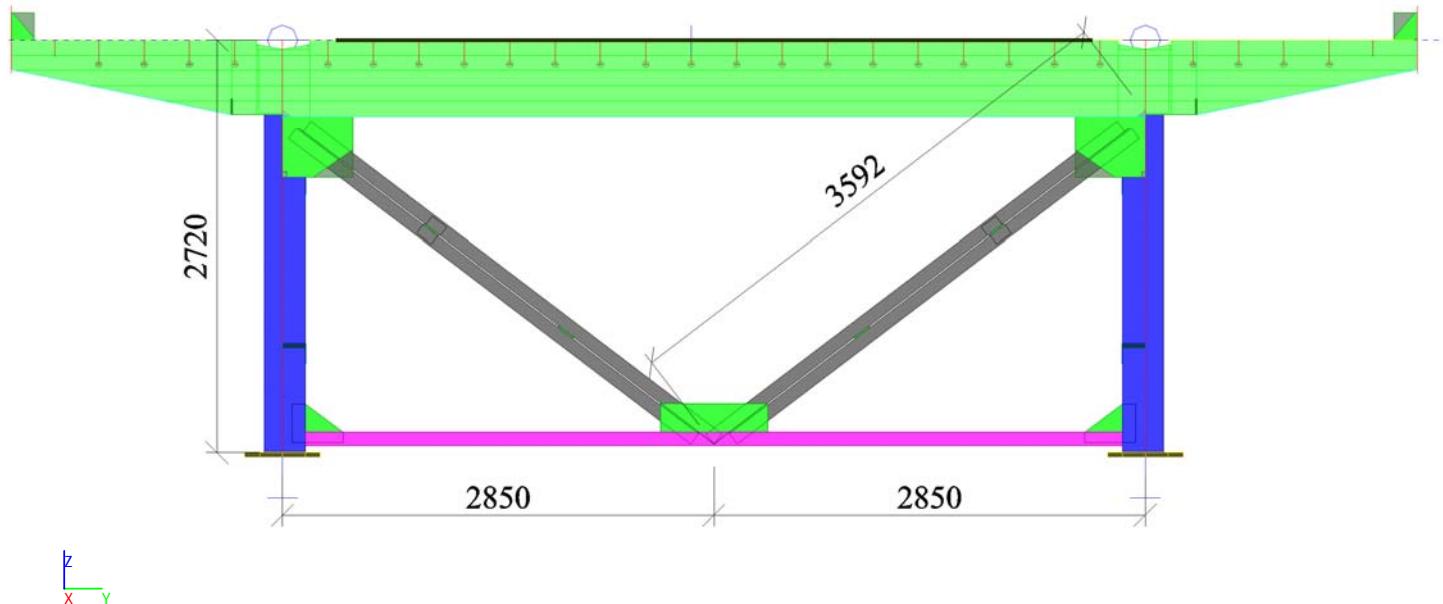
3.3. Afstanden tussen dwarsdragers



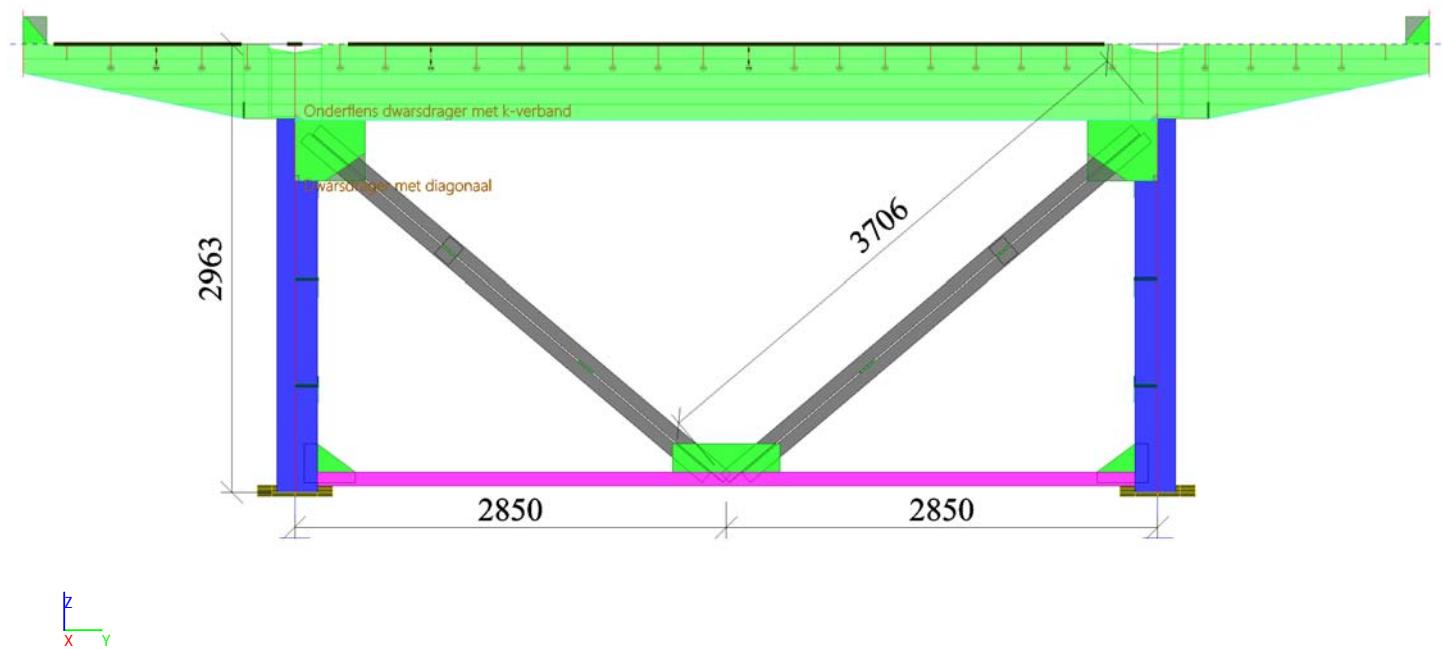
4. Dwarsdragers

Door de variable doorsnede van de hoofdliggers verandert de hoogte van de K-verbanden. Hier wordt voor elk K-verband een overzicht gegeven, alsmede een overzicht van de tussendwarsdrager.

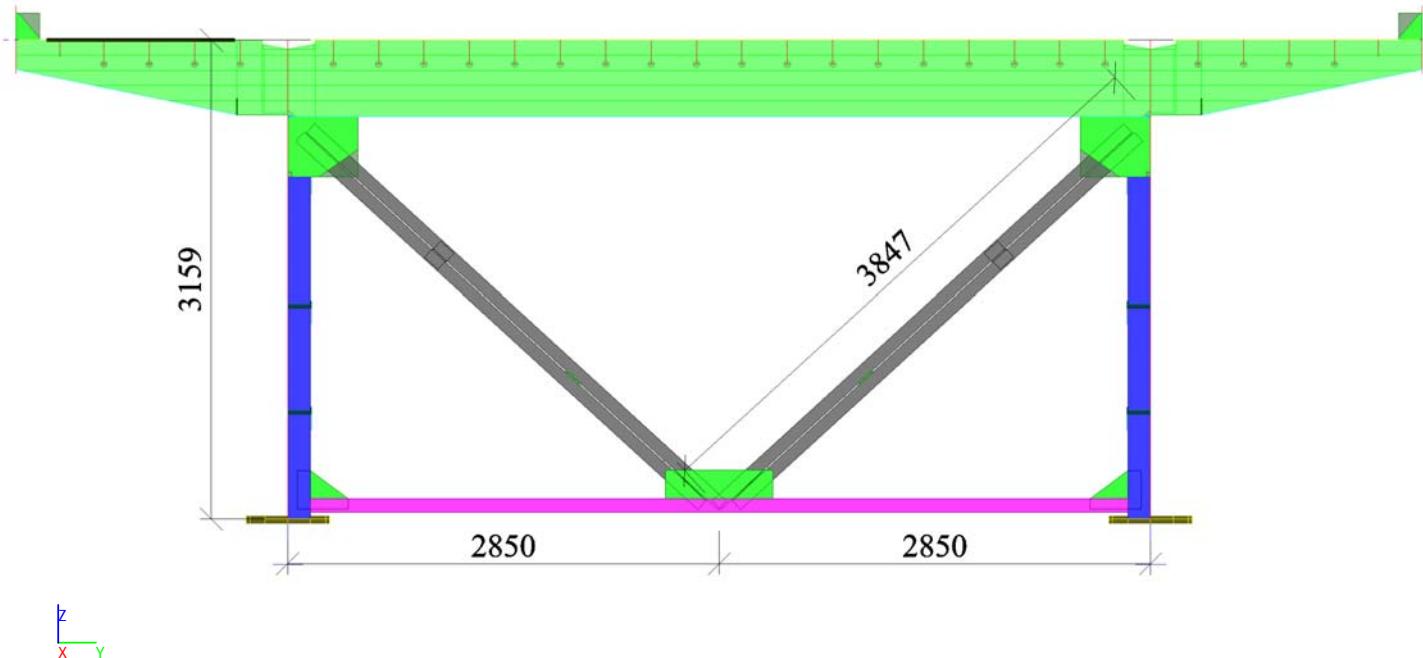
4.1. Dwarsdrager as 11



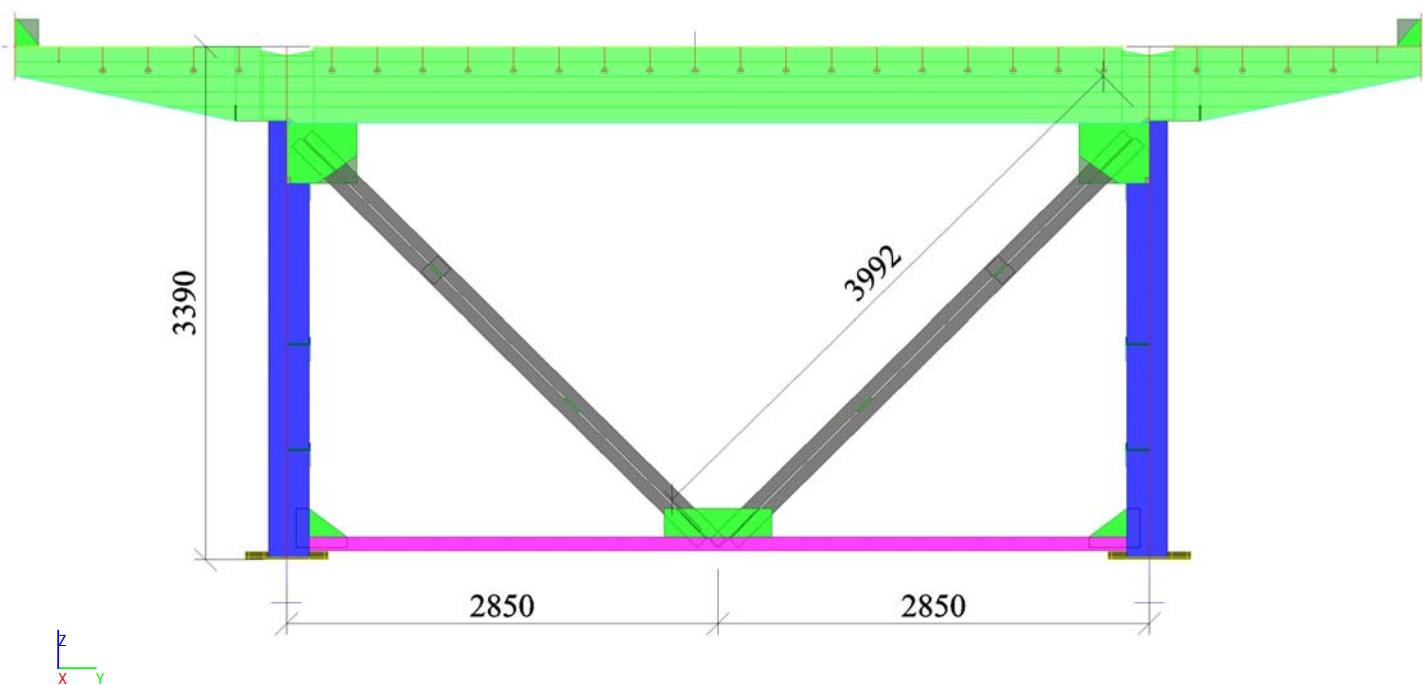
4.2. Dwarsdrager as 12



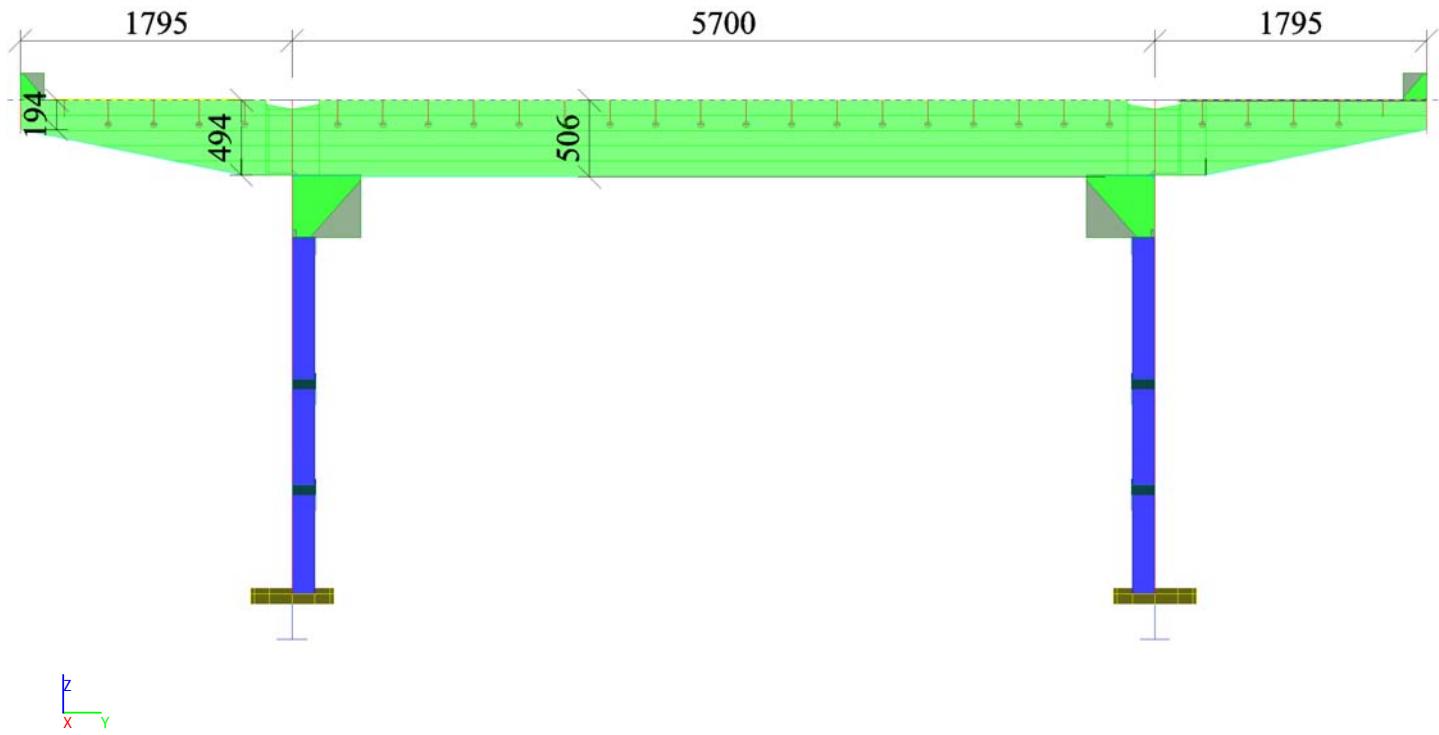
4.3. Dwarsdrager as 13



4.4. Dwarsdrager as 14

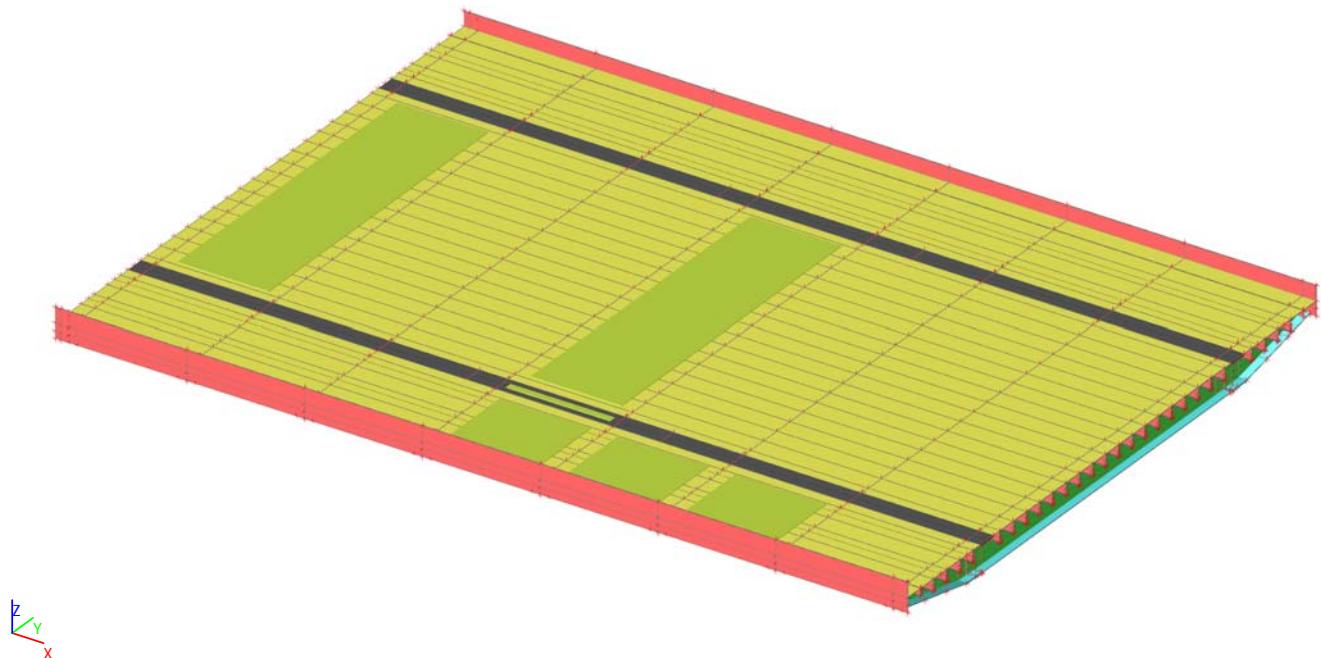


4.5. Tussendwarsdrager

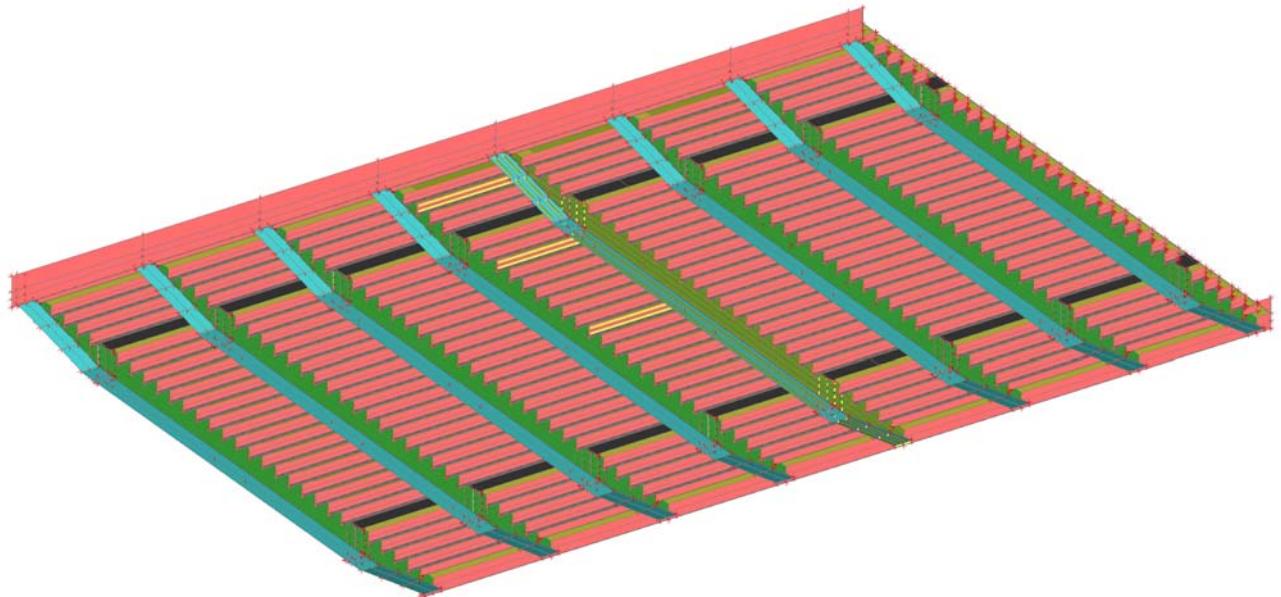


5. Dekconstructie

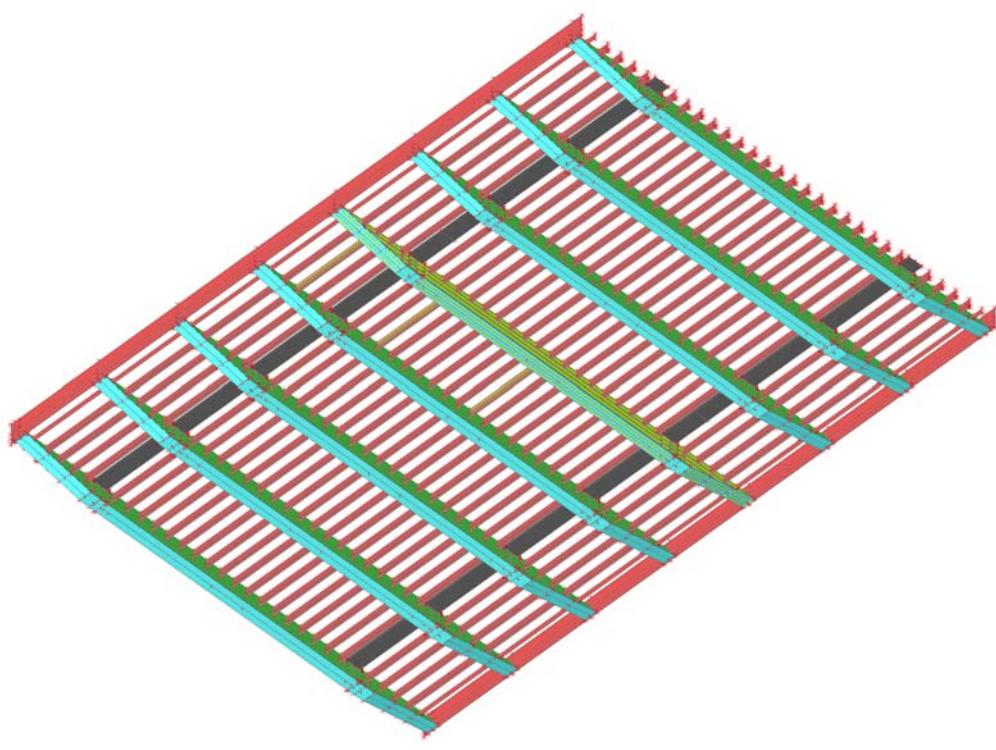
5.1. Bovenaanzicht



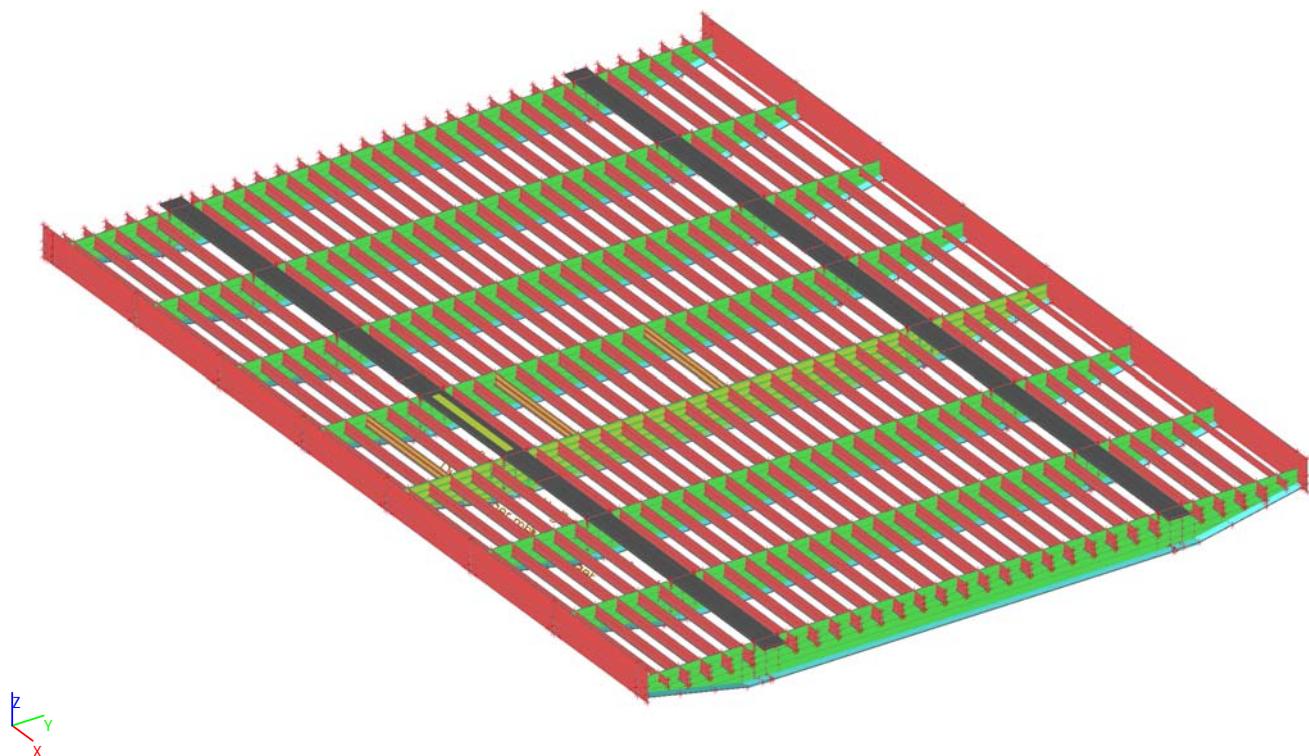
5.2. Onderaanzicht



5.3. Bulbs onderijzde dek

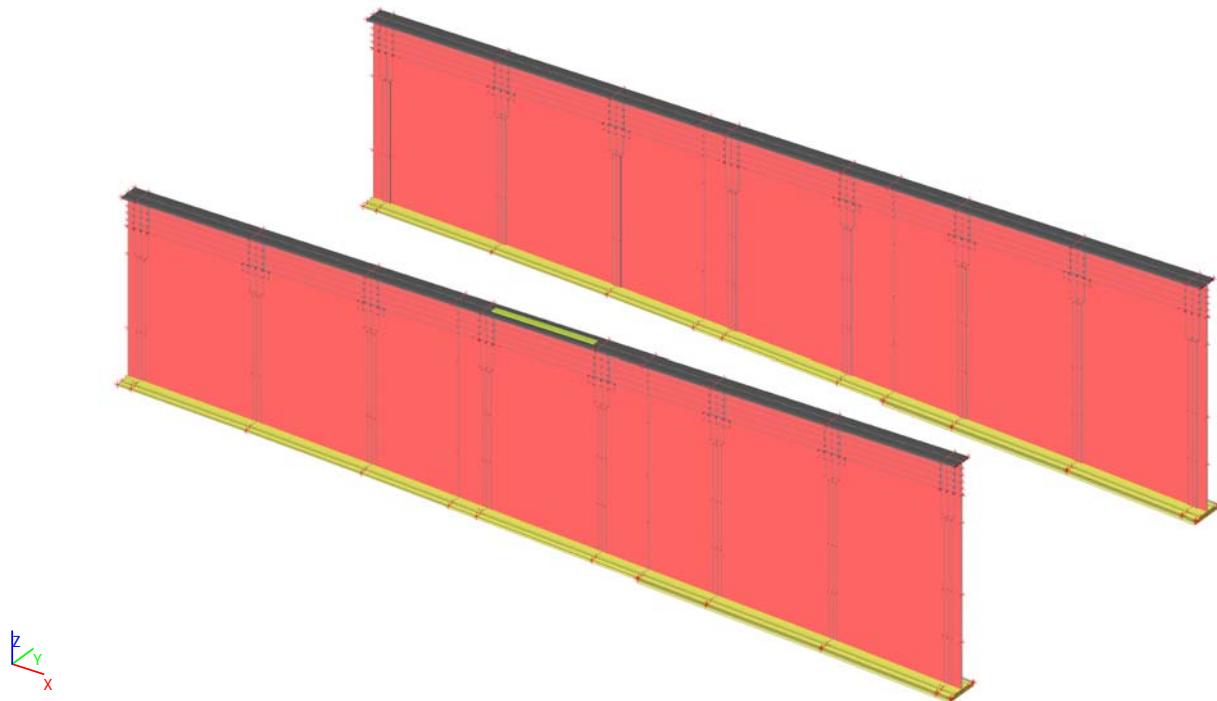


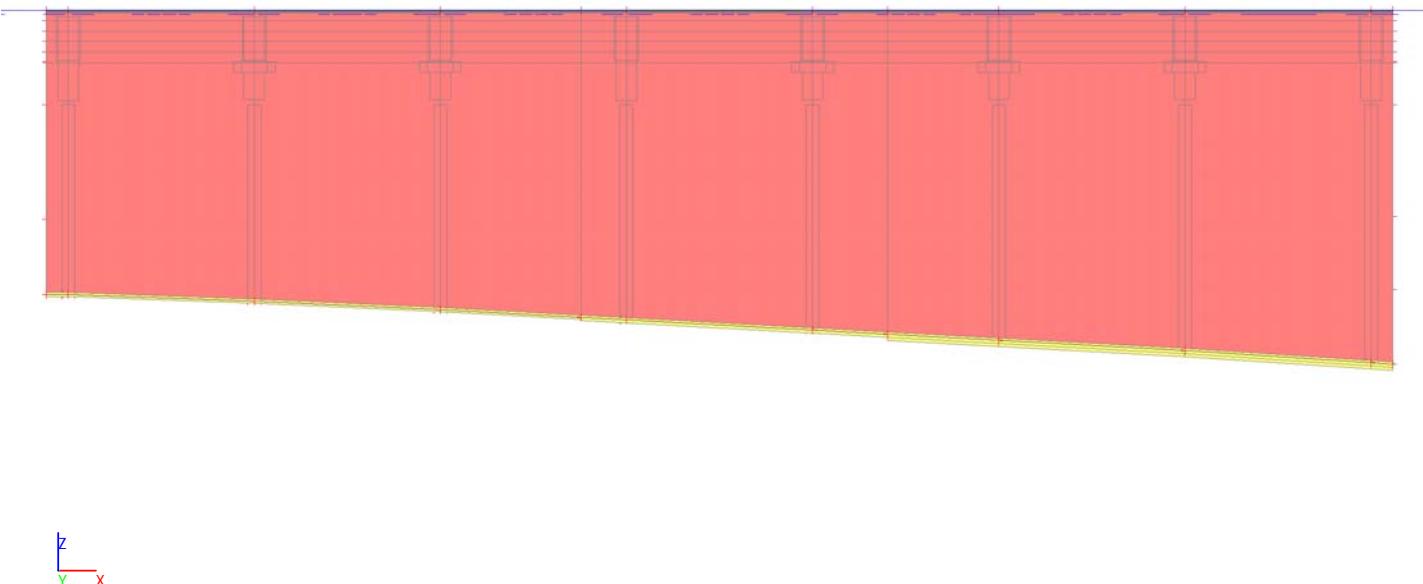
5.4. Bulbs en dwarsdragers



6. Geometrie

6.1. Hoofdliggers

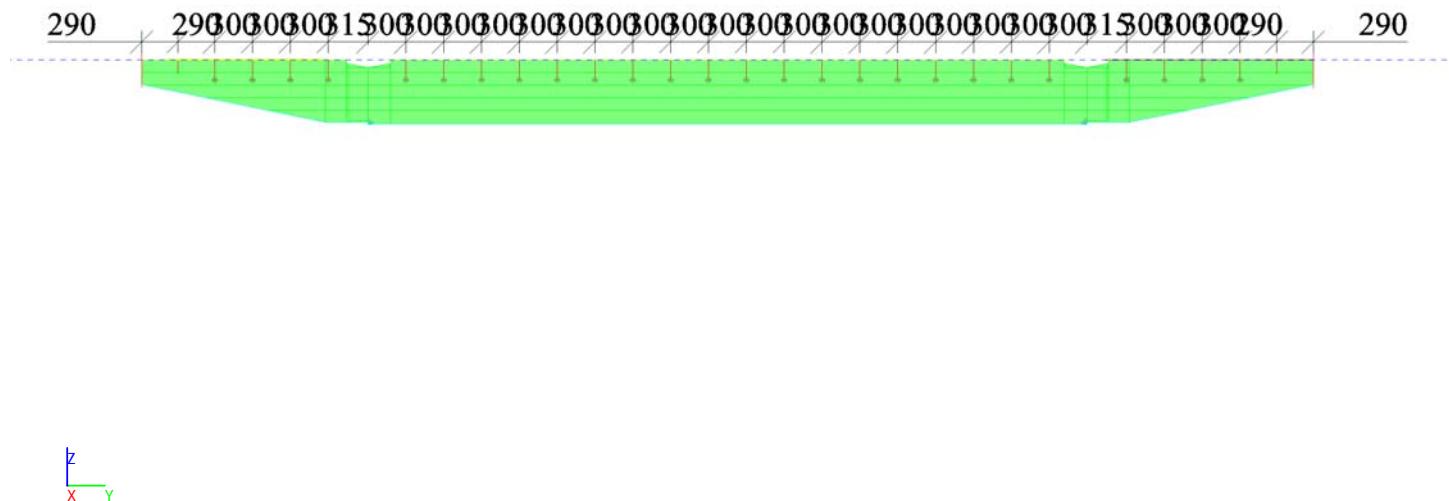




6.2. Toelichting

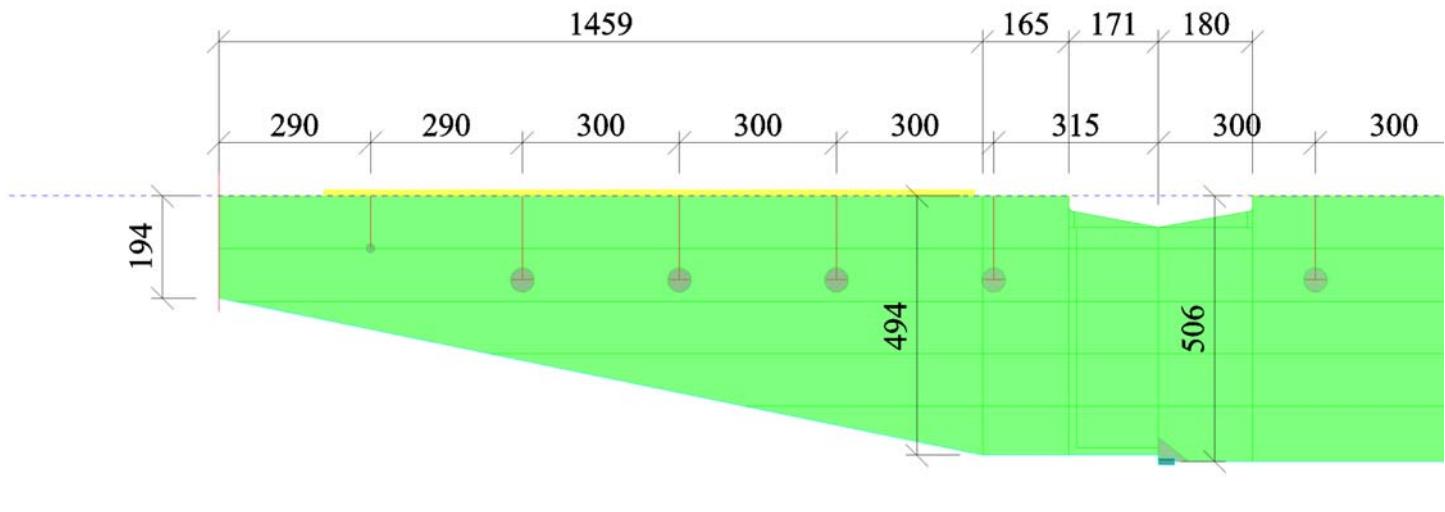
Om het lijf en de flenzen constructief samen te kunnen laten werken, moet de systeemlijn van de platen doorgetrokken worden totdat ze elkaar snijden. Hierdoor is de lengte van het lijf iets langer gemodelleerd tot hart van de flenzen. Voor de hoogte van de hoofdligger wordt het hoogte van de systemlijn aangehouden. De onderflens is uitgevoerd met verschillende plaatdiktes ivm de opdikplaten.

6.3. Dwarsdrager

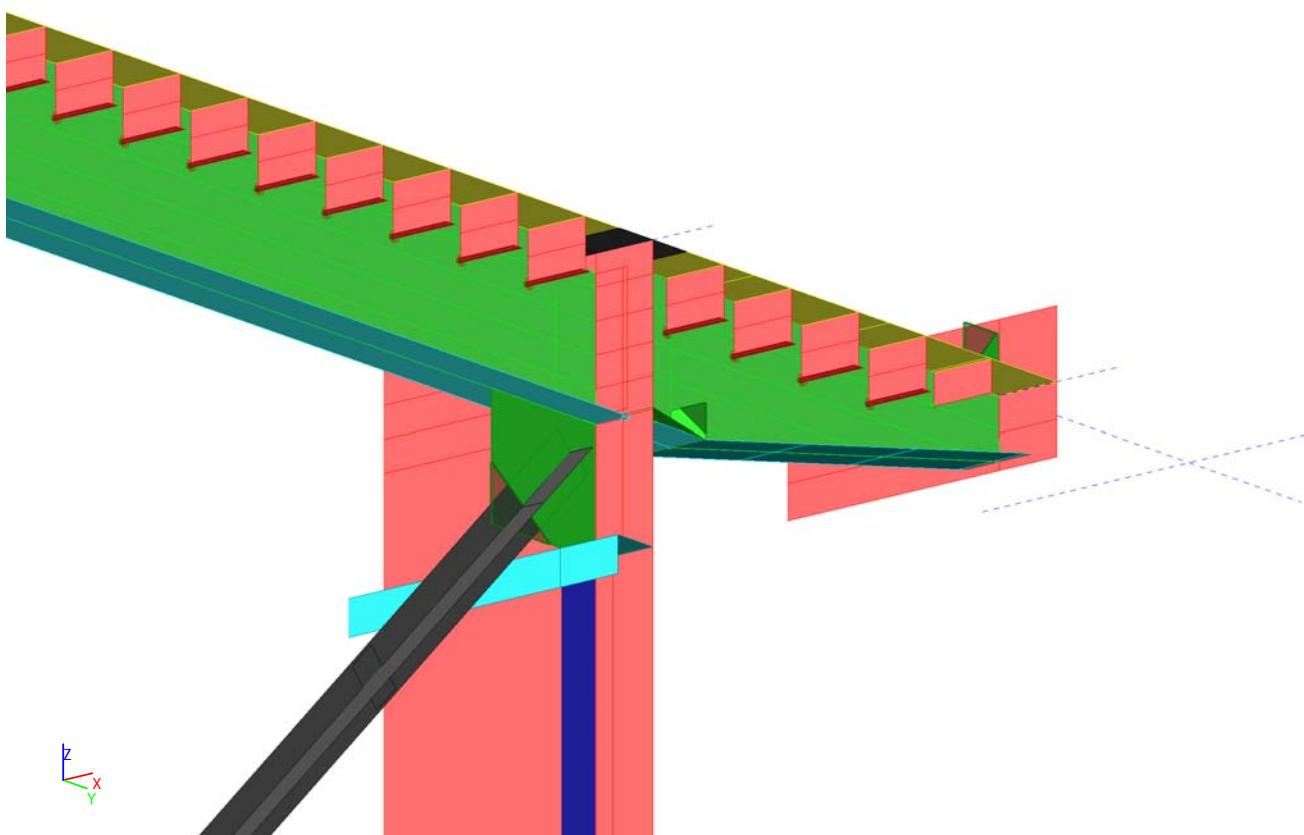


De kopplaten en L stukken voor de verbindingen zijn gemodelleerd met lokale verdikking van de flens en/of het lijf van de hoofdlijger en/of de dwarsdragers. De afrondingen in de kopplaten of in de profielen zijn ook meegemodellerd.

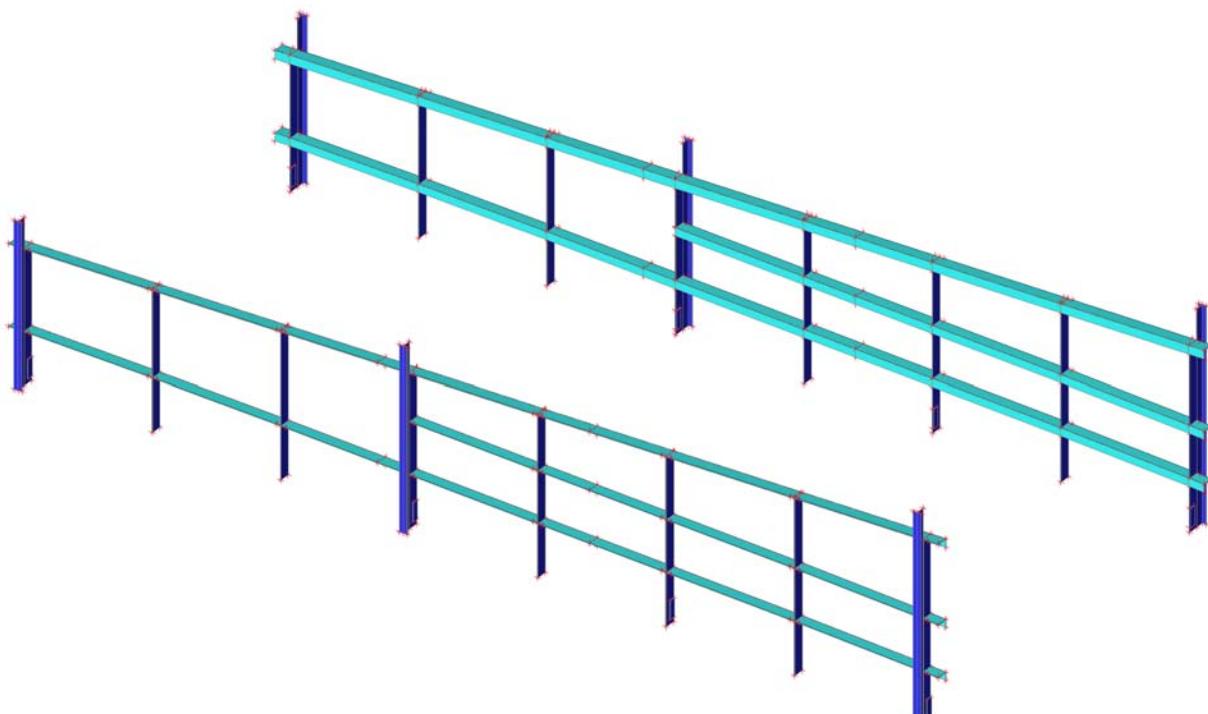
6.4. Console



6.5. Aansluiting dwarsdrager - hoofdligger

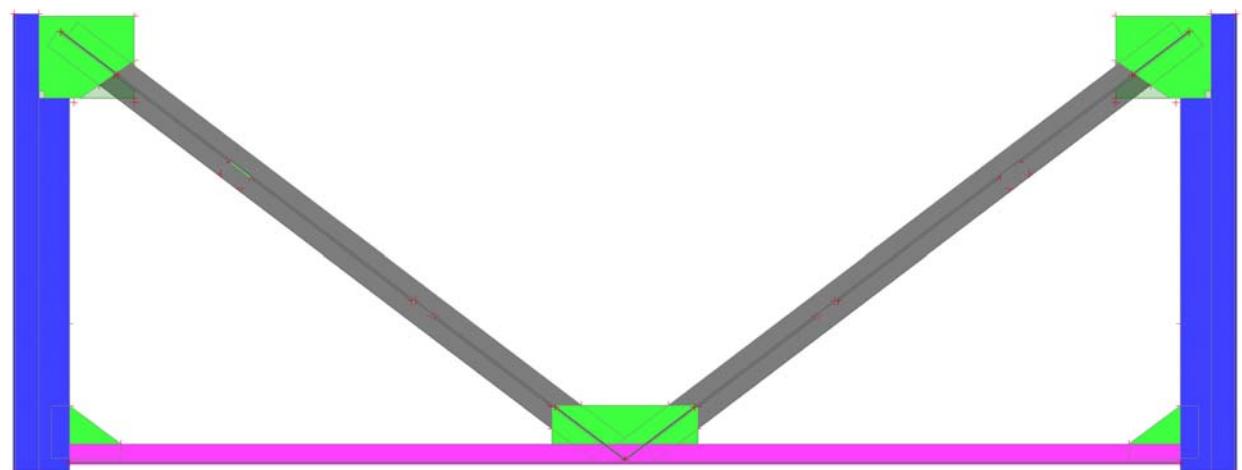


6.6. Verstijvers op lijf hoofdliggers

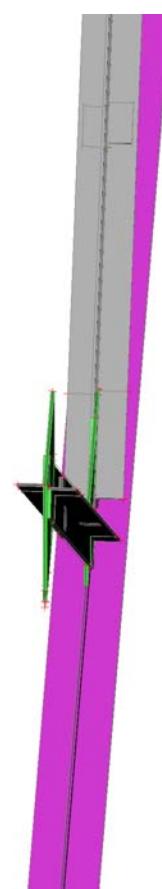
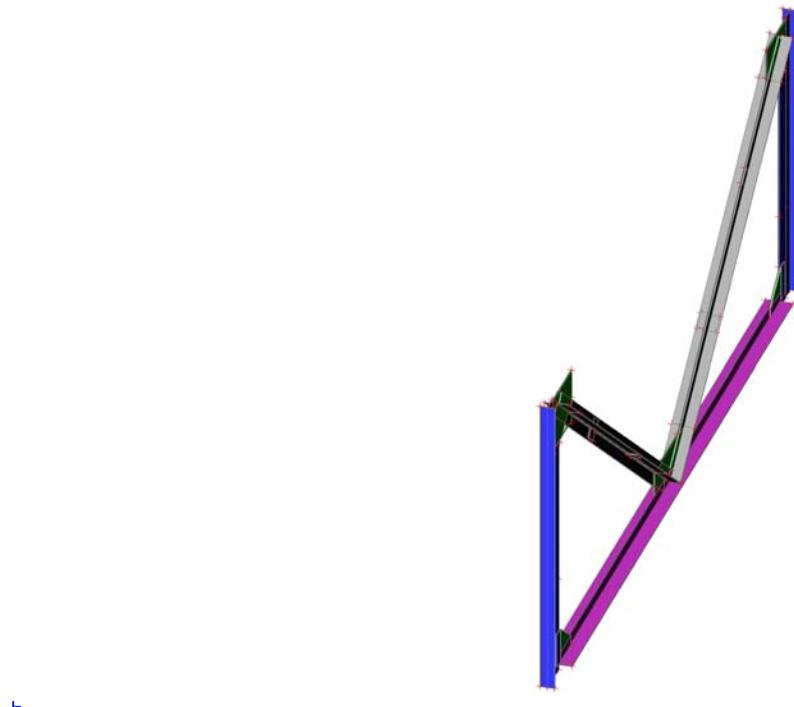




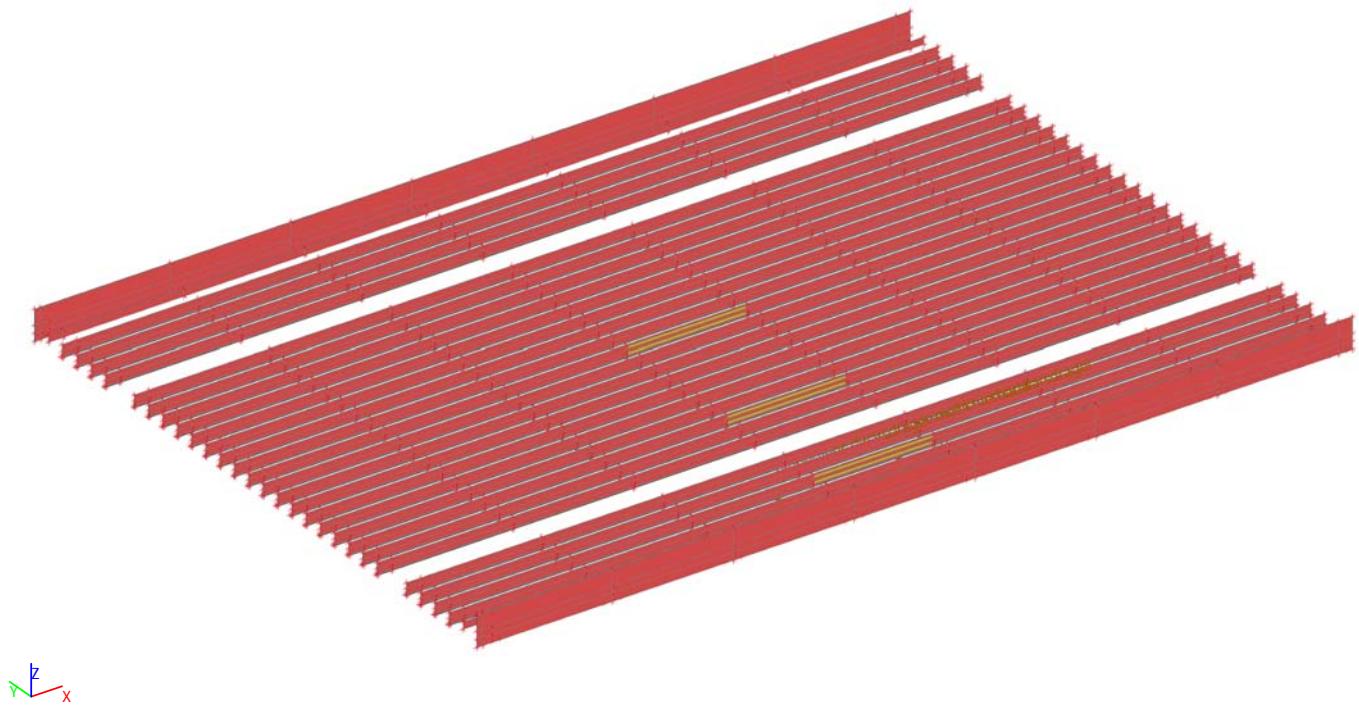
6.7. K-frame



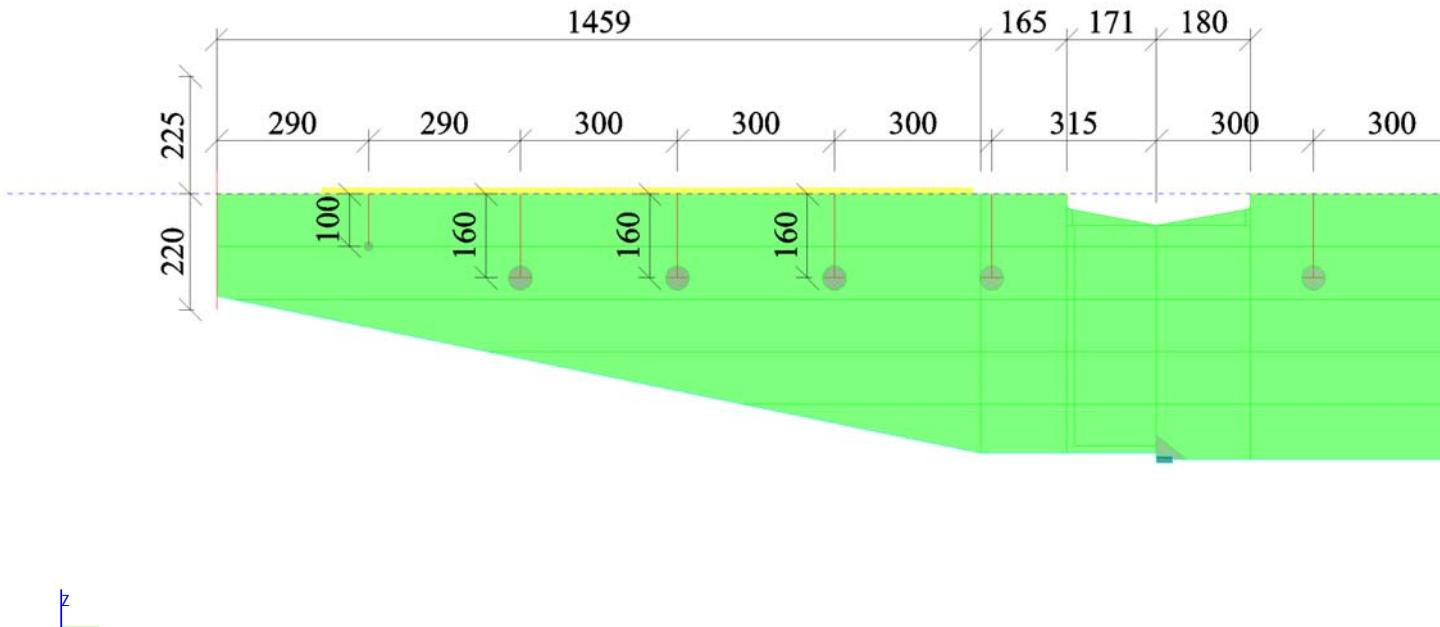
Project IJsselbrug
Onderdeel Hoofdoverspanning
Auteur Ernst Klamer
Huidige datum 29.01.2019
Projectbestandsnaam Lokaal model V11.esa



6.8. Bulbs



6.9. Console



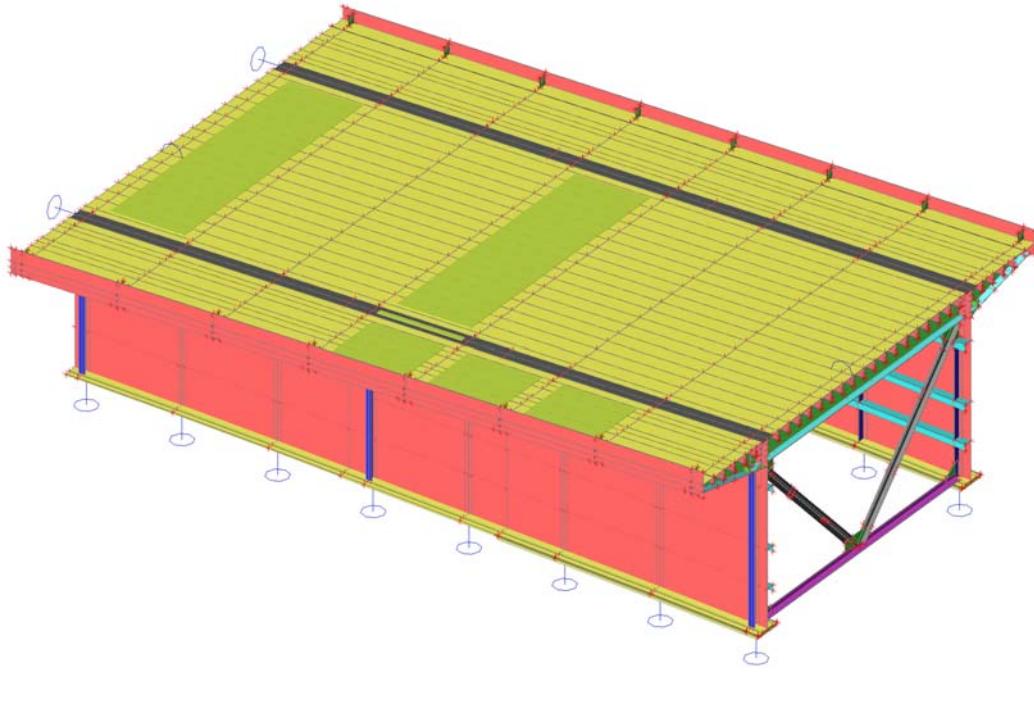
Bulbs zijn gemodelleerd met twee platen die een T-stuk vormen. De flens van deze T-stukken zijn zodanig gekozen dat de totale doorsnede hetzelfde oppervlak en weerstandsmoment als van de werkelijke bulbs heeft, zoals aangegeven op tekening.

7. Opleggingen

7.1. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	N3722	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	N3961	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	N39	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	N1183	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K1289	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K1290	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K6764	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K6757	GCS	Standaard	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	N40	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	N515	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	N1687	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	N1848	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	N2546	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	N2934	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	N3612	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	N2798	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	N2413	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	N1705	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	N1222	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	N1184	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

7.2. Oplegcondities



8. Materialen

Staal EC3

Naam	ρ [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	Onderlimiet [mm]	Bovenlimiet [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Kleur
		G_{mod} [MPa]	a [m/mK]					
LQmc 52	7850,0	2,1000e+05	0,3	0,0	40,0	350,0	510,0	■
		8,0769e+04	0,00	40,0	80,0	350,0	510,0	
QMC 37	7850,0	2,1000e+05	0,3	0,0	40,0	215,0	340,0	■
		8,0769e+04	0,00	40,0	80,0	215,0	340,0	

9. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	X
Initiële spanning	X
Pas wijzigende factoren eigenschappen toe	✓
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ³]	1,0000e-01
C1y [MN/m ³]	1,0000e-01
C1z [MN/m ³]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0
Parallelisme tolerantie voor automatische calculatie [deg]	10,00
Overspanningslengte ratio L/beff,max (1 kant) voor automatische calculatie [-]	8,00

Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,00
Inwendige overspanning [-]	0,70
Eind overspanning [-]	0,85
Uitkraging [-]	2,00
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Mindlin
Type solver	Direct

10. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Generatie van knopen op staven	X
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwervende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	X
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	1
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,050
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1,5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0,001
Gemiddelde afmeting van paneellement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig



With its headquarters in Amersfoort, The Netherlands, Royal HaskoningDHV is an independent, international project management, engineering and consultancy service provider. Ranking globally in the top 10 of independently owned, nonlisted companies and top 40 overall, the Company's 6,000 staff provide services across the world from more than 100 offices in over 35 countries.

Our connections

Innovation is a collaborative process, which is why Royal HaskoningDHV works in association with clients, project partners, universities, government agencies, NGOs and many other organisations to develop and introduce new ways of living and working to enhance society together, now and in the future.

Memberships

Royal HaskoningDHV is a member of the recognised engineering and environmental bodies in those countries where it has a permanent office base.

All Royal HaskoningDHV consultants, architects and engineers are members of their individual branch organisations in their various countries.

Integrity

Royal HaskoningDHV is the first and only engineering consultancy with ETHIC Intelligence anti-corruption certificate since 2010.



royalhaskoningdhv.com

