

REPORT

Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot

Beoordeling volgens NEN8700-serie, CUR 124:2019
en RBK v1.2.1 (RTD1006:2022)

Klant: Gemeente Oirschot

Referentie: BJ1768-MI-RP-020223-1530

Status: Definitief/01

Datum: 7 maart 2023

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX Rotterdam
Mobility & Infrastructure
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot

Sub titel: Beoordeling volgens NEN8700-serie, CUR 124:2019 en RBK v1.2.1
(RTD1006:2022)

Referentie: BJ1768-MI-RP-020223-1530

Status: 01/Definitief

Datum: 7 maart 2023


Projectnaam: Verificatie Prinses Irenebrigadebrug

Projectnummer: BJ1768

Auteur(s): ir. E.A. (Evert) van Vugt

Opgesteld door: ir. E.A. (Evert) van Vugt 

Gecontroleerd door: ir. R.P.H. (Rob) Vergoossen

Datum/paraaf: 8-3-2023 

Goedgekeurd door: ir. R.P.H. (Rob) Vergoossen

Datum/paraaf: 8-3-2023 

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V. dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

MANAGEMENTSAMENVATTING

1	INLEIDING	1
1.1	Projectomschrijving	1
1.2	Doel van de verificatieberekening	2
1.3	Kwaliteitsbeheersing	2
2	UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN	3
2.1	Beschikbare gegevens	3
2.2	Ligging en wegindeling	4
2.3	Constructieve beschrijving	6
2.3.1	Bovenbouw	6
2.3.2	Onderbouw	9
2.3.3	Geconstateerde schades	10
2.4	Risicoanalyse	11
2.5	Normen en richtlijnen	11
2.6	Classificatie van de constructie	12
3	MATERIAALGEGEVENS	14
3.1	Beton	14
3.2	Betonstaal	14
3.3	Voorspanstaal	15
3.4	Overige materialen	15
4	BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES	16
4.1	Permanente belastingen	16
4.1.1	Eigengewicht	16
4.1.2	Voorspanning	16
4.1.3	Rustende belastingen	16
4.2	Veranderlijke belastingen	17
4.2.1	Verkeersbelasting door wegverkeer – verticaal	17
4.2.2	Verkeersbelasting door wegverkeer – horizontaal	19
4.2.3	Verkeersbelasting door wegverkeer – vermoeiing	19
4.2.4	Verkeersbelasting door fietsers en voetgangers	19
4.2.5	Windbelasting	19
4.2.6	Temperatuurbelasting	19
4.3	Buitengewone belastingen	20
4.4	Belastingcombinaties en -factoren	21

5	MODELLERING EN BEPALING BEZWIJKCAPACITEITEN	24
5.1	Algemeen	24
5.2	Modellering in ALP	24
5.2.1	Modelopzet en materiaalgedrag	24
5.2.2	Voorspanning	25
5.3	Modellering in SCIA voor mobiele belastingen	27
5.3.1	Modelopzet en materiaalgedrag	27
5.3.2	Wijze van toetsen op moment en dwarskracht	28
5.3.3	Toepassing van verkeerslasten	29
5.4	Toetssneden en bezwijkcapaciteit op buigend moment	30
5.5	Toetssneden en bezwijkcapaciteit op dwarskracht	30
5.5.1	Toetswijze volgens Eurocode met NEN8700-serie en RBK v1.2(.1)	31
5.5.2	Dwarskrachtcapaciteiten in langs- en dwarsrichting	32
6	REKENRESULTATEN EN TOETSEN	33
6.1	Toetsen op buigend moment	33
6.1.1	Moment in langsrichting	33
6.1.2	Moment in dwarsrichting	34
6.2	Toetsen op dwarskracht	35
6.2.1	Dwarskracht in langsrichting	35
6.2.2	Dwarskracht in dwarsrichting	36
6.3	Toetsen op vermoeiing	37
6.3.1	Toets van beton onder druk	37
6.3.2	Toets van voorspanstaal	38
7	BEOORDELING EN BEHEERMAATREGELEN	40
7.1	Resultaten en beoordeling	40
7.2	Advies over beheermaatregelen	40

Bijlagen

1. *Origineel bestek met tekening (1961)*
2. *Bestek en aannemingsovereenkomst (1962)*
3. *Constructieve inspectie met initiele risico-analyse (RHDHV, 2016)*
4. *Productinformatie voorspanstelsysteem en rubber oplegblokken*
5. *ALP 2000 – In-/uitvoer rekenfile*
6. *SCIA – Engineering Report*
7. *Resultaten – beoordeling op sterkte*
8. *Resultaten – beoordeling op vermoeiing*

MANAGEMENTSAMENVATTING

Waarom dit rapport?

Elke gemeente heeft als taak en wettelijke verplichting tot een deugdelijke instandhouding van de bruggen en viaducten die binnen het beheer vallen. De directe aanleiding voor de (vernieuwde) beoordeling van de **Prinses Irenebrigadebrug** vormt het in ongunstige zin verplaatsen van de geleiderails om aan te sluiten op de verkeerskundige aanpassingen in de directe omgeving. Dit betekent dat wegverkeer onder regulier gebruik excentrischer gaat rijden over de brug en dat vergroot het effect van de belastingen op de brug. Een ander punt is de gewijzigde normering voor bestaande kunstwerken in de periode na 2016 met de introductie van de aangepaste NEN8700-serie (definitieve versies van NEN 8700/8701 en ontwerpversie van NEN8702). Het doel van de nieuwe verificatieberekening is om inzicht te krijgen in de constructieve veiligheid voor een minimale restlevensduur van 30 jaar.

Wat is er gedaan?

De brug is beoordeeld volgens het Bouwbesluit 2012 op het aspect constructieve veiligheid, dus enkel de uiterste grenstoestanden zijn beschouwd (sterkte en vermoeiing). Een heldere en door Rijkswaterstaat geaccepteerde werkstructuur is gebruikt. De beoordeling is gericht op het huidig en gewenst toekomstig gebruik van de brug. De informatie uit de eerdere constructieve inspecties is in de beoordeling verwerkt, zodat de actuele situatie van de brug ten grondslag ligt aan de beoordeling.

Wat levert het op?

De beoordeling is uitgevoerd uitgaande van gevolgklasse **CC3** en het beoordelingsniveau '**gebruik**' volgens NEN 8700. Er is aangetoond en vastgelegd dat de bovenbouw de Prinses Irenebrigadebrug dan voldoet via het Bouwbesluit 2012 onder het **huidig en gewenst toekomst gebruik** zonder beperking voor een **restlevensduur van ten minste 30 jaar**. Dienstvoertuigen zijn toegestaan op het brede fietspad.

Het resultaat is aangetoond ondanks een tekort aan archiefinformatie: wapening en het voerspanverloop zijn niet bekend. Door ervaring met dit type constructies, kennis van historische ontwerprichtlijnen en het gebruik van oude productinformatie zijn er onderbouwde uitgangspunten afgeleid voor de betonsterkte en het voerspanverloop. Door de ruime marges in de toetsen op sterkte is het niet nodig om het werkelijke voerspanverloop en/of de aanwezig betonstaalwapening via kostbare onderzoeken te achterhalen. Het aangenomen voerspanverloop wijkt er mogelijk iets van af, maar doet dit niets af aan de conclusies van deze beoordeling. De betonstaalwapening is in bij de capaciteitsbepalingen in langsrichting genegeerd. De dwarsrichting is voor dit type bruggen (bij ruime marge in langsrichting) niet kritisch. Het achterhalen van de werkelijke betonsterkte is ook niet (meer) nodig. Er is conservatief gerekend met een ondergrens.

Door onze werkwijze zijn kostbare en tijdrovende onderzoeken aan de brug achterwege te blijven om tot een beoordeling te komen. Deze en/of (last)beperkende maatregelen voor het gebruik zijn niet nodig.

Hoe nu verder?

Uit dit rapport volgt dat de brug voldoet aan alle constructieve toetsen onder het normale gebruik van de brug. Permanent gebruik van een fietspad door wegverkeer is uitgesloten, maar dat is ook niet aan de orde. Vanuit het oogpunt van functionaliteit en verkeersveiligheid is het advies om ook aan de oostzijde een geleiderail te plaatsen tussen de rijweg en het fietspad. Het hoogteverschil is hier namelijk zeer klein, zodat er geen (fysieke) barrière is in de huidige situatie. Dit is in de nieuwe plannen ondervangen: onder het toekomstig gebruik is er een voertuigkering aan weerszijden van de rijbaan voorzien. Op die manier blijft verkeer altijd van de randen weg, niet alleen regulier maar ook onder een calamiteit.

1 INLEIDING

1.1 Projectomschrijving

Om in haar taak en wettelijke verplichting tot een veilige instandhouding te voorzien, heeft de gemeente Oirschot jaren geleden al besloten om een constructieve beoordeling uit te laten voeren voor de Prinses Irenebrigadebrug over het Wilhelminakanaal. In 2016 is door Royal HaskoningDHV al een beoordeling van de brug uitgevoerd op de aspecten van draagvermogen, calamiteitsituatie en vermoeiing *voor de bestaande situatie*. De aanleiding vormde een inspectie de brug, waarin naast de goede conditie werd afwijkingen zijn geconstateerd tussen de vormtekening en metingen/waarnemingen. Dit betrof belangrijke zaken als de positie van de geleiderails (nu minder relevant, want die gaan opnieuw wijzigen), het aantal opleggingen en vooral de dekdikten. Hieraan bleek een wijziging in constructietype aan ten grondslag te liggen: een gewapende plaat (vormtekening) is later toch uitgevoerd als een voorgespannen plaat. Er is in 2016 vastgesteld dat de constructieve veiligheid van de brug *onder het huidig gebruik* gewaarborgd is.

De directe aanleiding voor de nieuwe beoordeling van de brug vormt het in ongunstige zin verplaatsen van de geleiderails om aan te sluiten op de verkeerskundige aanpassingen in de omgeving. Dit betekent dat verkeer onder regulier gebruik excentrischer gaat rijden op de brug en dat vergroot het belastingeffect. Een ander punt is de gewijzigde normering voor bestaande kunstwerken in de periode na 2016 met de introductie van de aangepaste NEN8700-serie (nu definitieve versies van NEN 8700/8701 en ontwerpversie van NEN8702) en ook CUR124:2019. Ook dat aspect wordt in de nieuwe verificatie meegenomen.

De achtergrond van het aanpassen van de wegindeling op de brug ligt in het project 'Herinrichting Bestseweg en rotonde Bestseweg - Kempenweg Oirschot'. De uitgangspunten voor dit project zijn een veiligere inrichting van de Bestseweg en de rotonde met de Kempenweg. De toename van het verkeer geeft hier steeds vaker problemen met de doorstroming, waardoor er onveilige situaties met fietsers en voetgangers op de rotonde ontstaan. Als deel van dit project volgt er een verkeerskundige herindeling van de aansluitende delen van de brug en dus ook op de brug. Concreet betekent dit dat de huidige weg op de brug excentrisch(er) komt te liggen doordat er aan de westzijde een breed fietspad gerealiseerd wordt.



Figuur 1: Locatie Prinses Irenebrigadebrug in relatie tot projectopgave(n)

1.2 Doel van de verificatieberekening

Het doel van de verificatie is dat de gemeente Oirschot inzicht wil in de constructieve veiligheid van de brug volgens de vigerende normen voor het toekomstige gebruik voor een minimale restlevensduur van 30 jaar. Mocht het draagvermogen ontoereikend voor zijn, dan is er inzicht nodig in toelaatbare voertuigbelastingen (en/of wegingdeling).

Deze verificatieberekening legt de beoordeling van de brug aan het Bouwbesluit 2012 vast. Ook geeft het advies over de te nemen beheers- en uitvoeringsmaatregelen. Dit adviesrapport beschrijft de uitgevoerde werkzaamheden binnen de onderdelen volgens par 1.11 van de RBK v1.2(.1):

<i>Voorwerk</i>	A. Nota van uitgangspunten en randvoorwaarden B. Archiefonderzoek
<i>Onderzoek</i>	C. Constructieve inspectie D. Onderzoeken
<i>Beoordeling</i>	E. Verificatieberekening F. Beoordeling & G. Beheersmaatregelen

De onderdelen A t/m D komen terug in Hoofdstuk 2 t/m 4 en dit geheel vormt de uitgangspuntennota die is bedoeld bij onderdeel A. Het archiefonderzoek en de constructieve inspectie zijn in een eerder stadium al uitgevoerd. De bijbehorende documenten zijn als bijlagen opgenomen bij dit rapport. De invulling van D. (nader onderzoek aan de constructie) is afgewogen op basis van de resultaten van deze constructieve beoordeling. De risico's die de constructieve veiligheid en bruikbaarheid gedurende de restlevensduur beïnvloeden zijn hier met een risicoanalyse gekwalificeerd. Die analyse is gebaseerd op de samenhang van de bureaustudie, inspectiewerk (en onderzoek) en de verificatieberekening. Het benoemen van maatregelen is altijd een integraal onderdeel van het advies.

1.3 Kwaliteitsbeheersing

De kwaliteitsbewaking bij de totstandkoming van dit product is uitgevoerd in lijn met het kwaliteitsmanagementsysteem van Royal HaskoningDHV. Dit systeem is gecertificeerd volgens ISO 9001, ISO 14001 en OHSAS 18001.

2 UITGANGSPUNTEN EN RANDVOORWAARDEN

2.1 Beschikbare gegevens

Het archiefonderzoek van de brug is door de gemeente Oirschot zelf uitgevoerd, zowel in 2016 als ook recent. Hiertoe is het archief van de Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant doorzocht, welke bij het BHIC te Den Bosch gedeponereerd is. Bij het archiefonderzoek zijn het originele bestek (PWNB 24, december 1961) met een bestektekening en de overeenkomst van aanneming (april 1962) gevonden. Extra tekeningen (over de wapening en/of voorspanning) en ontwerpberekeningen zijn niet beschikbaar.

Type informatie	Aanwezig	Kwaliteit	Opmerkingen
Bestek	Ja	Goed leesbaar	Het bestek en een aannemingsovereenkomst zijn beschikbaar
Bestekstekeningen	Ja	Goed leesbaar	Een overzichtstekening is beschikbaar, maar dit is <u>niet</u> de bestaande situatie vanwege een latere wijziging van de constructie.
Wapeningstekeningen	Nee	-	Wapeningsconfiguratie is niet bekend.
Voorspantekeningen	Nee	-	Voorspansysteem (met type, kwaliteit en aantal) volgt uit het bestek, maar het verloop van de voorspanning is niet bekend.
Berekeningen	Nee	-	-
Herberekeningen	Beperkt	-	Een eigen beoordeling van het huidig gebruik uit 2016
Schademeldingen	Nee	-	-
Metingen	Nee	-	Tijdens de eigen constructieve inspectie zijn handmatige metingen uitgevoerd omdat dimensies afwijken van de oude bestektekening door de latere wijziging in constructietype.
Inspecties	Beperkt	-	Er is geen inspectieverleden bekend. Er is een eigen constructieve inspectie uitgevoerd als onderdeel van deze verificatieberekening.

Tabel 1: Overzicht beschikbare gegevens

In Tabel 2 staat de (oude) bestektekening die is gebruikt, maar waarvan al in 2016 is vastgesteld dat deze afwijkt van de situatie buiten. De tekening is opgenomen in Bijlage 1 met het originele bestek. Het latere ontwerpbestek met de wijziging in constructietype is opgenomen in Bijlage 2. In Tabel 3 staan de voor deze verificatieberekening relevante rapporten/bronnen. De productinformatie is opgenomen in Bijlage 4.

Ref.	Documentnr.	Omschrijving	Type
[T1]	-	Bestektekening – overzichtstekening	D

Tabel 2: Gebruikte tekeningen

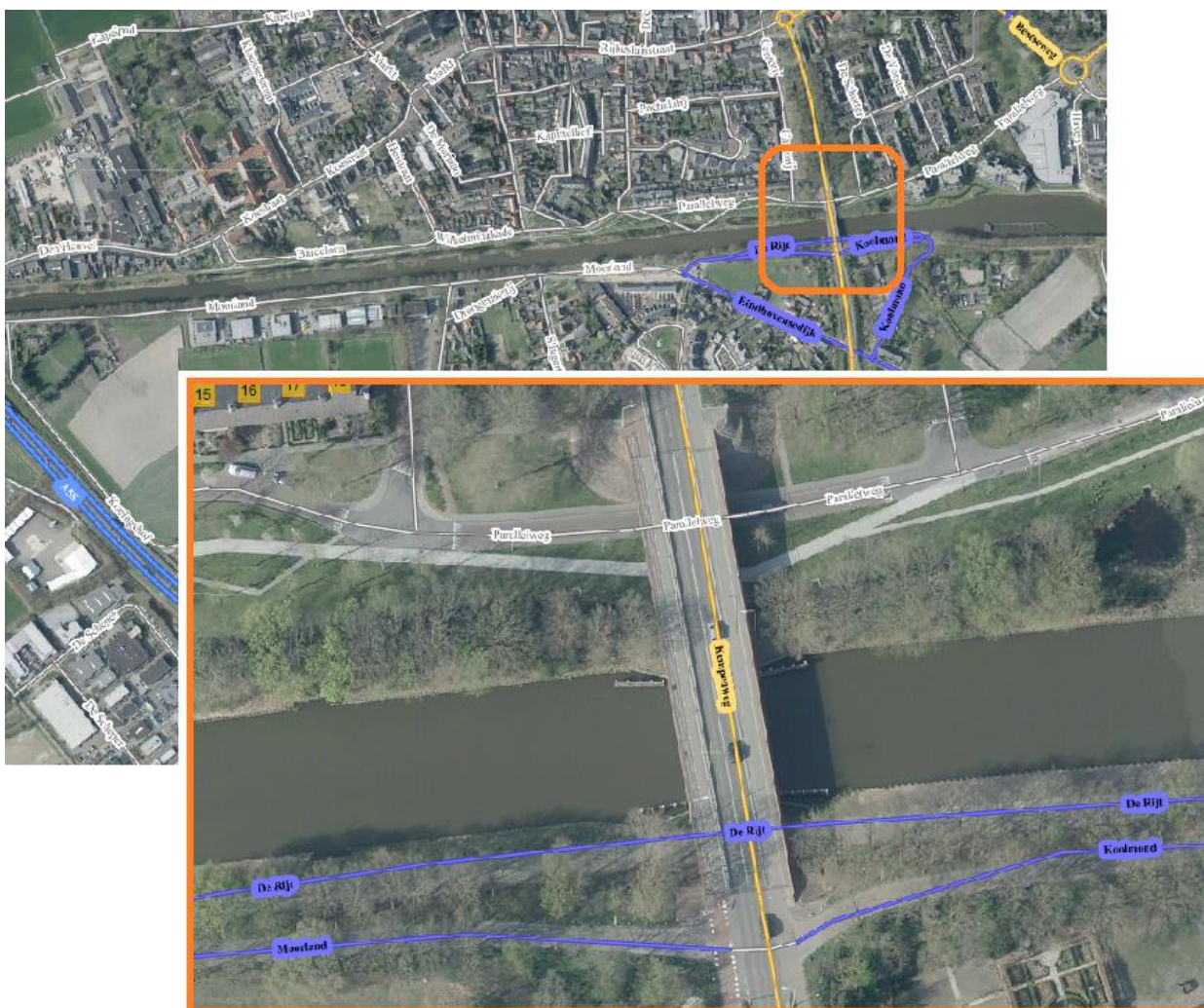
Ref.	Documentnr.	Omschrijving	Type
[R1]	PWNB24	Bestek 24-1961 voor de bouw van een brug over het Wilhelminakanaal, december 1961	D
[R2]	-	Aannemingsovereenkomst bouw brug in prov. weg Oirschot - Middelbeers, april 1962	D
[R3]	Nr.15.33	Technische Documentatie – <i>Richtlijnen dimensioneren van rubber opleggingen</i> , Ibis, 1961	
[R4]	Nr.15.17	Technische Documentatie – <i>Richtlijnen voor het plaatsen en verankeren van Freyssinet kabels 12Ø5 en 12Ø7</i> , Ibis, 1959	
[R5]	T&PBE6865-101-N001F01	<i>Constructieve inspectie en analyse Prinses Irenebrigadebrug</i> , RHDHV, juli 2016	

Tabel 3: Gebruikte rapporten en overige bronnen

2.2 Ligging en wegingdeling

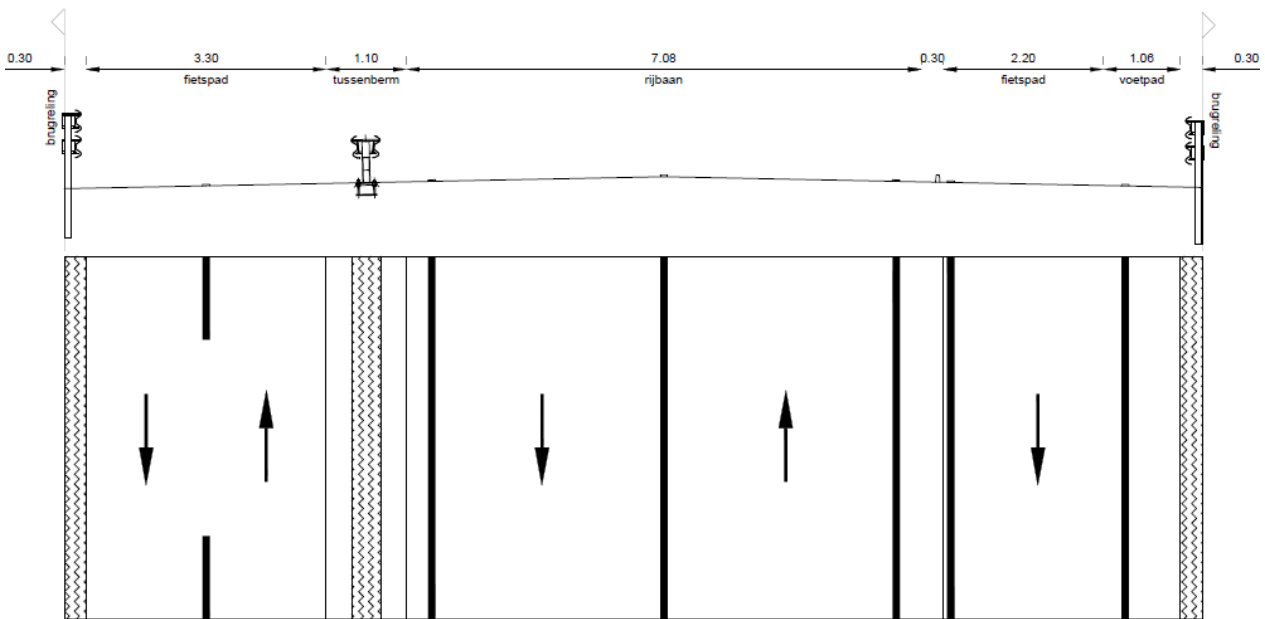
Huidige rijbaanindeling

De Prinses Irenebrigadebrug ligt binnen de gemeente Oirschot in de Kempenweg en over het Wilhemina-kanaal. Het deel van de Kempenweg ten zuiden van de A58 is ook bekend als de provinciale weg N395. Figuur 2 geeft een overzicht van de ligging van de brug en een (globaal) bovenaanzicht. De bestaande indeling van het dek bestaat uit een enkele rijstrook in beide richtingen met aan weerszijden een fietspad. Dit komt bij benadering overeen met het oorspronkelijke ontwerp. Figuur 3 toont de huidige wegingdeling.



Figuur 2: Locatie Prinses Irenebrigadebrug in Oirschot [bron: Cyclomedia Globespotter]

De ontwerpklasse van de brug is onbekend en mogelijk niet gelijk aan de destijds hoogste verkeersklasse A volgens de VOSB. Door het ontbreken van een voertuigkering en/of afdoende hoge schampkant in de huidige situatie, is het op dit moment mogelijk dat (bijvoorbeeld tijdens een ongeval op de brug of een onderhoudssituatie) tijdelijk gebruik gemaakt wordt van het fietspad aan de oostzijde. Er is geen ontwerp-berekening aanwezig om te verifiëren of met deze belastingsituatie rekening is gehouden, maar naar verwachting is dit niet gedaan omdat dit niet vroeger gebruikelijk was. In de toekomstige situatie is er voorzien in voertuigkeringen aan weerszijden van de rijbaan en is dat risico zodoende ondervangen.



Huidig profiel schaal: 1 : 50 (maatvoering indicatief)

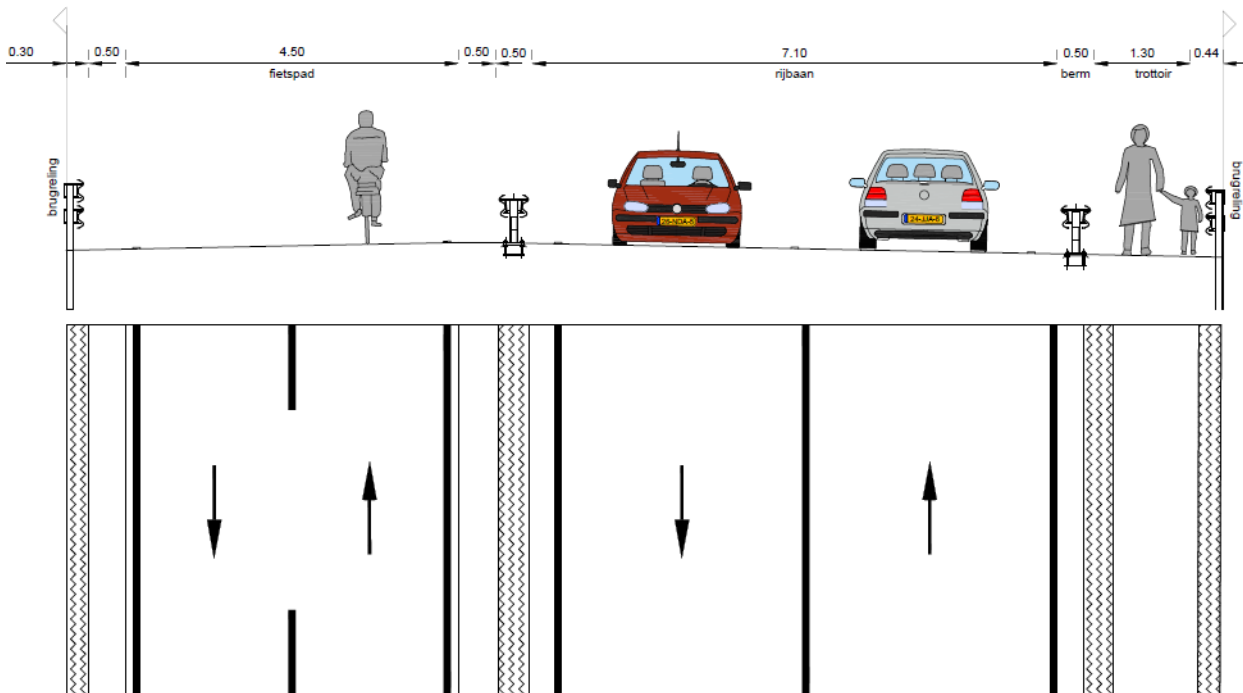
Figuur 3: Huidige indeling van de brug – boven = eigen foto (stand medio 2016), onder = profiel volgens opgave opdrachtgever

Beperkingen aan maximale aslasten voor het verkeer zijn er niet aangetroffen (en dat is onder het huidige gebruik terecht). Er is geen informatie over van de historische of huidige voertuigbewegingen over de brug in aantal en/of in gewicht, maar er is informatie opgegeven over de te verwachten intensiteit als onderdeel van het overkoepelende project: in hoofdlijn geldt er als verkeersomvang per 2030 een verwacht aantal van 10.000 voertuigen per etmaal per hoofdrichting, waarbinnen 800-900 stuks (zwaar) vrachtverkeer.

Toekomstige rijbaanindeling

Door de opdrachtgever is er een nieuwe wegindeling opgegeven, zie Figuur 4. Voor de volledigheid van het advies zijn de bestaande en de toekomstige wegindeling beoordeeld. Er is daarbij gerekend met het normatieve belastingmodel BM1 (zie par. 4.2) met een onderbouwde afstemming op de lokale situatie.

De verkeerssystemen volgens de RBK en NEN8700-serie zijn beschouwd. Welke van de systemen in de berekening betrokken is, hangt af van de rekenresultaten, de toegepaste verfijningen en het gehanteerde beoordelingsniveau. De RBK onderscheidt een langdurige instandhouding onder toekomstvast gebruik (AI) of onder werkelijk gebruik (AII-V1/V2) of anders een beoordeling van het directe risico (AIII-V1/V2). Naast de situatie tijdelijk verkeerd gebruik (V2 = noodgeval) kan zeker in de huidige situatie nog een buitengewone belastingcombinatie (= voertuig op de rand) optreden. Met deze verificatieberekening is er bepaald of de constructieve veiligheid in elk van deze verkeerssituaties gewaarborgd is.



Ideaal profiel schaal: 1 : 50 (maatvoering indicatief)

Figuur 4: Gewenst toekomstige indeling van de brug volgens opgave opdrachtgever

2.3 Constructieve beschrijving

2.3.1 Bovenbouw

Geometrie dek

De bovenbouw is een voorgespannen plaatconstructie en bestaat uit 4 overspanningen die in hoogte verlopen: de eindvelden zijn 14,62 m lang en gekromd met een straal van $R=150$ m. De tussenvelden zijn 24,36 m lang en de dekdikte verloopt gekromd met een straal van $R=110$ m. De kruisingshoek is recht met $90^\circ = 100$ gon. Figuur 5 toont een eigen foto met een zijaanzicht van de brug. De dekdiktes zijn niet van [T1] over te nemen, want die zijn gewijzigd door een latere wijziging van het constructietype. Na vergelijking van het bestek [R1] en de aannemingsovereenkomst [R2] volgt er:

- In de aannemingsovereenkomst is gesteld dat het dek in plaats van als gewapend betonnen brug uitgevoerd wordt als een voorgespannen brug. De slankheid is hierdoor toegenomen en het betonvolume is gereduceerd van 1256 m^3 tot 801 m^3 . Dit betekent dat dekdiktes zijn aangepast. Na meting bij de inspectie blijkt de minimale dekdikte ter plaatse van het veldmidden en de landhoofden 500 mm (geen 830 mm) en de maximale dikte ter plaatse van de tussensteunpunten 850 mm (geen 1480 mm). Met de beschikbare archiefgegevens valt niet vast te stellen welke ontwerpbelasting volgens de VOSB 1938 destijds is aangehouden. De slankheid van de brug is gering met $24/0,5 = 48$ respectievelijk $24/0,85 = 28$. Dit suggereert een lagere ontwerpklasse en/of een uitgenut ontwerp.
- In de aannemingsovereenkomst is het voorspanstelsel in aantal, type en kwaliteit opgenomen. De brug is ontworpen door een aannemer met de Stuvo-richtlijnen voor voorgespannen beton. Destijds was er nog weinig ervaring met in-situ voorgespannen plaatbruggen. Een voorgespannen massieve plaat is normaliter een robuust constructietype.
- Een gewijzigde bestekstekening met de nieuwe afmetingen van de brug, evenals een vorm- en/of wapenings- of voorspanstekening zijn niet gevonden in de archieven.

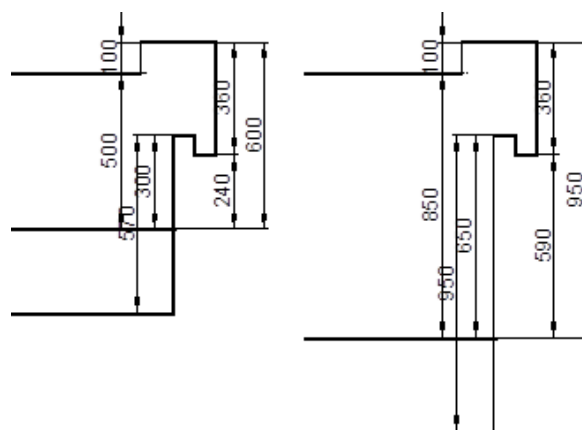


Figuur 5: Zijaanzicht van de brug (eigen foto, medio 2016).

Omdat de bestekstekening een gewapend betonnen brugvariant toont en de brug als voorgespannen plaatbrug is uitgevoerd, zijn er diverse afwijkingen op de bestekstekening vastgesteld:

- De minimale dekdikte ter plaatse van het veldmidden en de landhoofden bedraagt 500 mm (geen 830 mm) en de maximale dikte ter plaatse van de tussensteunpunten is 850 mm (geen 1480 mm);
- Bij elk van de tussensteunpunten zijn 4x 2 oplettingen 500x300x55 mm aanwezig en niet 4x 3 stuks met afmetingen van 500x300x46 mm;
- Bij elk landhoofd zijn 5 oplettingen 400x250x55 mm aanwezig (niet oplettingen 400x300x46 mm);
- De rijbaanindeling is (beperkt) aangepast. Aan de westzijde is een vrij liggend fietspad in twee richtingen aanwezig.

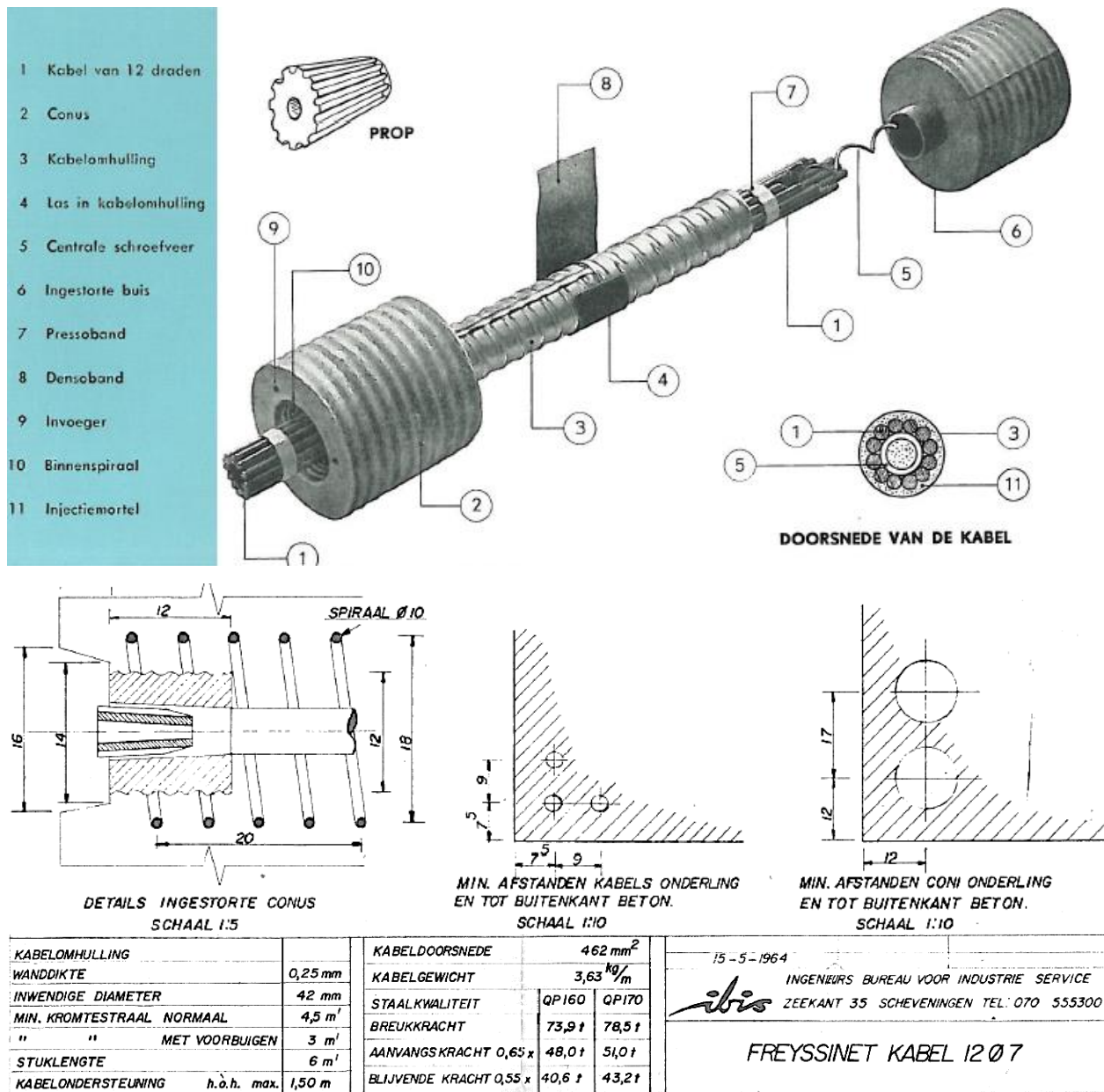
De dekdikte is op diverse punten met een duimstok en rolmaat ingemeten. De maatvoering ter plaatse van het landhoofd en het veldmidden staat in Figuur 6 (links). De maatvoering ter plaatse van het tussensteunpunt staat in Figuur 6 (rechts). Deze maten zijn als input gebruik voor het rekenmodel.



Figuur 6 Schets maatvoering ter plaatse van de landhoofden en het midden hoofdoverspanning (links) en de tussensteunpunten (rechts)

Voorspanning

Het voorspanstelsel volgt uit de aannemingsovereenkomst [R2] als aanpassing op het originele bestek [R1], zie Bijlage 2. Er zijn 95 voorspankabels toegepast van het type Freysinnet 12xØ7 mm ($A_{\text{kabel}} = 462 \text{ mm}^2$). De kwaliteit van het voorspanstaal is QP170 en niet het meer gangbare QP190. Uit oude productinformatie van dit voorspanstelsel is de opbouw van de verankeringen en de kabels te achterhalen [R4].



Figuur 7: Kenmerken voorspanstelsysteem Freyssinet 12xØ7 zoals volgt uit productinformatie ten tijde van de bouw [R3]

Het voorspanverloop is niet bekend. De (uiterste) grenswaarden qua ligging van de kabels volgt ook uit oude productinformatie. Vanuit kennis en ervaring zijn er voor het verloop dan onderbouwde aannamen te doen. Bij het resultaat zijn de aannamen afgewogen. Par. 5.2 gaat in op de vertaling naar krachtswerking.

Wapening

De wapening in het dek is niet bekend. De kwaliteit van de hoofdwapening volgt uit de aannemings-overeenkomst [R2] en is gelijk aan QR24 (= glad staal). Dat past bij het bouwjaar. Voor de constructieve beoordeling van deze voorgespannen brug is de (buigtrek)wapening van minder belang in langsrichting: de voorspanning is bepalend voor de bezwijkcapaciteiten op buigend moment (en dwarskracht). De dwarswapening is van belang voor de stijfheid en het opnemen van het moment in dwarsrichting. Ervaring leert dat dit in de praktijk altijd afdoende is, zeker als de dwarsstijfheid rekenkundig wordt verlaagd (en er meer in langsrichting wordt afgedragen). Hoofdstuk 5 gaat nader in op de modellering(en) en de toetsen.

Opleggingen

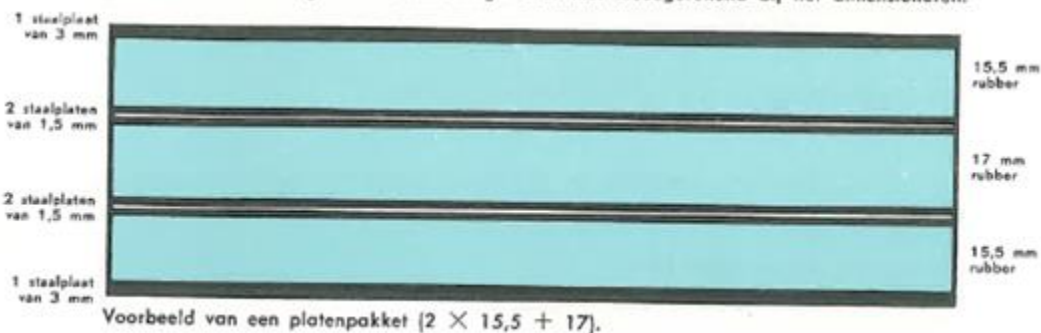
Door de wijziging van het constructietype in de aannemingsovereenkomst is ook het oplegsysteem niet meer zoals op [T1]. De inspectie toont dat aan: bij elk van de tussensteunpunten zijn er 4x 2 rubber opleg-blokken 500x300x55 mm aanwezig en bij elk landhoofd zijn er 5x rubber oplegblokken 400x250x55 mm aanwezig (geen opleggingen 400x300x46 mm). Het zijn nog de originele oplegblokken van het type B met een pakket aan stalen platen, rubber tussenlagen en een rubber omhulsel. Aan de hand van eigen foto's en oude productinformatie van dit type blokken [R3] is de verwachte opbouw geschat: 2 platen van 15,5 mm dikte plus een tussenplaat van 12 mm. Dit geeft een totale blokhoogte geeft van ca. $2 \times [3 \text{ (staal)} + 15,5 \text{ (rubber)} + 1,5 \text{ (staal)}] + 1 \times [1 \text{ (staal)} + 10 \text{ (rubber)} + 1 \text{ (staal)}] + 2 \times 3 \text{ (omhulling)} = 58 \text{ mm}$.



A. BESCHRIJVING

i.v. rubberopleggingen bestaan uit een enkele plaat of uit een pakket van een aantal op elkaar gehechte platen. Deze platen hebben een dikte van 1,2 cm (1 mm staalplaat + 10 mm rubber + 1 mm staalplaat) of van 2 cm (1,5 mm staalplaat + 17 mm rubber + 1,5 mm staalplaat). Om beschadiging tijdens het transport of bij het plaatsen te voorkomen, wordt voor de buitenste staalplaten van grote pakketten 3 mm gekozen, zodat de samenstelling van de buitenste platen dan wordt: 3 mm staalplaat + 15,5 mm rubber + 1,5 mm staalplaat.

De opleggingen worden geleverd in geverfde uitvoering (type A) of met rubber omhuld (type B). De dikte van de omhulling bedraagt circa 3 mm. In alle drie dimensies zijn de omhulde opleggingen dus 6 mm groter dan volgt uit het aantal en de afmetingen van de platen. De vervorming van de omhulling wordt niet meegerekend bij het dimensioneren.



Figuur 8: Kenmerken opbouw rubber oplegblokken type B zoals volgt uit productinformatie ten tijde van de bouw [R4]

2.3.2 Onderbouw

Het dek bestaat uit 4 velden en 5 opleglijnen. De landhoofden zijn hooggelegen en op palen gefundeerd. Bij de tussensteunpunten staan 4 kolommen met een bovenbalk, zie Figuur 9. Er is zijn geen relevante schades aan de onderbouw en/of verplaatsingen buiten de toleranties gemeld (of vastgesteld tijdens de eerdere constructieve inspectie). De krachtswerking in de onderbouw neemt rekenkundig niet/nauwelijks toe in relatie tot het ontwerp door de hoge overall veiligheidsfactor van minimaal 1.5 op alle lasten waar in de ontwerpnormen de boven- en onderbouw mee berekend werden. Om die redenen is de onderbouw van de brug in het vervolg buiten beschouwing gelaten volgens art. 1.11E uit de RBK v1.1 (en v1.2).

Voor de aanrijdbelasting door het wegverkeer is het samenspel beoordeeld tussen conditie, belasting en geometrie van/op de tussenpijlers. De goede conditie (geen schades), lage belasting (lokale weg) en de robuuste geometrie van de pijlers maken dat het risico vanuit aanrijding voldoende laag is. Een rekenkundige uitwerking van de (buitengewone) aanrijdbelasting blijft daarom achterwege.



Figuur 9: Aanzicht van de brug [bron: Streetsmart Cyclomedia, 2022].

2.3.3 Geconstateerde schades

Er is geen inspectieverleden van de brug bekend. Royal HaskoningDHV heeft in 2016 een constructieve inspectie uitgevoerd. Er zijn destijds geen constructieve schades geconstateerd die van invloed zijn op de bezwijkveiligheid van het dek. Dat past ook bij het constructietype van een voorgespannen plaat. Volgens opgave van de opdrachtgever is er nadien geen inspectiewerk meer uitgevoerd. Het advies is wel om dit op te pakken als onderdeel van het overkoepelende project om die langdurige instandhouding nog beter te onderschrijven. Gezien het constructietype is de kans voldoende klein ingeschat dat er hier alsnog constructieve schades/zaken uit volgen die van invloed zijn op deze verificatieberekening.

De notitie van de constructieve inspectie uit 2016 is in Bijlage 3 opgenomen. De boven- en onderbouw zijn destijds van dichtbij geïnspecteerd. De algemene conclusie over de constructieve veiligheid is dat de brug in goede staat is. De volgende bevindingen gerelateerd aan het (huidige) gebruik zijn vastgesteld:

- De brug is voelbaar in trilling door passage van zware voertuigen;
- De geleiderails staan niet meer als bij het ontwerp. Echter, bij het werkelijke gebruik (dan is er op beide fietspaden geen wegverkeer) is de randafstand groot, waardoor veel plaatbreedte gemobiliseerd wordt;
- Door het ontbreken van een voertuigkering en/of afdoend hoge schampkant is het mogelijk dat er verkeer onder tijdelijk verkeerd gebruik of een calamiteit tot op het fietspad dicht aan de rand komt.
- Het hoogteverschil tussen de bovenkant schampkant en bovenkant asfalt is ca. 20 mm, zodat er op dit moment niet of nauwelijks is overlaagd bovenop de originele asfaltlaag. Er is nu nog steeds DAB aanwezig op het dek en de dikte ervan is bij benadering 50-70 mm. Voor de toekomstige wegingdeling volgt er een nieuwe overlaging. De verwachting is dat dit pakket niet boven de 100 mm uit gaat komen.
- Het asfalt van de rijbaan is momenteel relatief goed van kwaliteit. Er is daarom gerekend met de gereduceerde vergrotingsfactor voor vermoeiingsbelastingen $\Delta\phi_{fat}$ volgens NEN-EN 1991-2+NB art. 4.6.1(6)). Door de nieuwe overlaging die nodig is bij de nieuwe wegingdeling blijft dit logischerwijs zo.
- De onderbouw bestaat uit kolommen met een bovenbalk. Deze zijn allen nagelopen en er zijn geen relevante schades vastgesteld. Er zijn ook geen zettingen geconstateerd of verplaatsingen van de oplettingen buiten de normale grenzen. Dit maakt dat de staat van de onderbouw goed is en geen aanleiding geeft tot een nadere rekenkundige beoordeling (van de onderbouw).
- De aanwezige voegovergangen zijn lek/verouderd. Deels (ter plaatse van de fietspaden) zijn er open voegen aanwezig. Dit is overigens in het originele ontwerp als zodanig voorzien;
- Diverse originele hemelwaterafvoeren zijn (deels) niet meer functioneel.

2.4 Risicoanalyse

Risicovolle onderdelen

Een bovenbouw als massieve voorgespannen plaat is normaliter weinig risicovol qua draagvermogen en/of degradatie. Vroeger werd in het ontwerp relatief veel voorspanning toegepast (geen trekspanningen toegelaten) en deze voorspanning ligt relatief diep in het beton. De beoordeling uit 2016 toont ook aan dat de veiligheid onder het huidig gebruik gewaarborgd is. Dit ondervangt het risico van de late wijziging in het slanke constructietype door de aannemingsovereenkomst [R2] als wijziging op het bestek [R1].

Schademechanismen

Of/hoe schademechanismen van invloed zijn op de beoordeling is uit de constructieve inspectie bepaald.

- Risico op aanrijding onderbouw
Een aanrijding tegen de pijlers (onderbouw) vanuit *wegverkeer* is mogelijk maar het constructieve risico daarvan is zeer gering gezien de conditie en geometrie van de pijlers en de lage verkeersklasse.
- Risico op overbelasting
De rustende belasting uit schampranden en asfalt is niet/nauwelijks gewijzigd. De wegingdeling op de brug is in het verleden wel aangepast (ten opzichte van het ontwerp), doordat de geleiderail aan de oostzijde *niet* meer aanwezig is. Dit leidt tot andere (rekenkundige) belastingsituaties door wegverkeer. Het risico in de *huidige wegingdeling* komt uit het feit dat het fietspad aan de oostzijde nu nog eenvoudig berijdbaar is door wegverkeer bij een calamiteit door het ontbreken van een geleiderail of een kerende stootrand. In de toekomstige situatie zijn er voertuigkeringen aan weerszijden van de rijweg voorzien.
- Risico aardbevingen
De constructie is niet ontworpen op aardbevingen. Dit kan consequenties hebben voor de onderbouw en de stabiliteit van het dek. Voor bestaande dekken is dit risico voldoende klein vanwege de kleine kans van optreden en de relatief lage belasting als gevolg ervan. Bovendien ligt Oirschot niet in een significant aardbevingsgebied (NEN-EN 1991-1-7 NB, zie ook paragraaf 6.3.2).
- Risico onderhouds- en schadehistorie
Er zijn geen gegevens over onderhoud en reparaties aan het object bekend en dat is wel een risico. Tijdens de inspectie zijn overigens geen bestaande schades of oudere betonreparaties gezien.
- Aantasting wapening door indringing van chloriden
De betondekking is lager dan wat tegenwoordig wordt toegepast in zones waarin dooizouten in contact kunnen komen met het beton. Indringing van chloriden kan plaatsvinden als water met opgeloste dooizouten in contact komt met betonoppervlakken. Op den duur kan wapening corroderen en daardoor de functie gaan verliezen. Tijdens de constructieve inspectie zijn dergelijke schades niet gezien bij de bovenbouw. Bovendien is er in de verificatie gerekend zonder aandeel uit betonstaal. De voorspanning ligt relatief ver in het beton (> 100 mm) en is daardoor vrijwel ongevoelig voor indringing van chloriden.

2.5 Normen en richtlijnen

De constructie is beoordeeld volgens het Bouwbesluit 2012. Bij de beoordeling van de constructieve veiligheid hoeven alleen de uiterste grenstoestanden te zijn beschouwd. Aan bruikbaarheidsgrenstoestanden worden wettelijk geen eisen gesteld. Dit houdt in dat bij de beoordeling niet hoeft te worden voldaan aan de ontwerpeisen voor bruikbaarheid en duurzaamheid uit de materiaalgebonden normen.

Tabel 4 geeft de normen, richtlijnen en voorschriften die van toepassing zijn in de beoordeling. De getoonde normen en richtlijnen zijn opgesteld met het oog op de toepassing voor hoofdinfrastructuur. Deze bieden mogelijkheden voor het afstemmen van belastingen op lokale situaties. Een richtlijn die de vertaalslag naar infrastructuur van decentrale overheden maakt is CUR124:2019.

Document	Titel	Organisatie
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011 NEN-EN 1990+A1+A1/C2/NB:2011	Grondslagen van het constructief ontwerp	NEN (Norm)
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 (Norm)
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011 NEN-EN 1991-1- 4+A1+C2:2011/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	NEN (Norm)
NEN-EN 1991-2+C1:2015 NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011	Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen inclusief Nationale Bijlage.	NEN (Norm)
NEN-EN 1992-1-1+C2:2015 NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2020	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen inclusief Nationale Bijlage	NEN (Norm)
NEN-EN 1992-2+C1:2011 NEN-EN 1992-2+C1:2011/NB:2016	Ontwerp en berekening van betonconstructies – Bruggen inclusief Nationale Bijlage (ontwerp)	NEN (Norm)
NEN 8700:2011/A1:2020	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Grondslagen	NEN (Norm)
NEN 8701:2011/A1:2020	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Belastingen	NEN (Norm)
NEN 8702:2018-Ontw.	Beoordeling constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Betonconstructies	NEN (Norm)
CUR 124:2019	Constructieve veiligheid bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden	CUR
RTD 1006:2022	Richtlijn Beoordeling Kunstwerken (RBK) v1.2.1, november 2022 (in dit rapport naar verwezen als RBK)	RWS (Richtlijn)

Tabel 4: Normen, richtlijnen en voorschriften van toepassing op deze berekening

2.6 Classificatie van de constructie

Gevolgklasse

De brug ligt buiten de hoofdinfrastructuur in een belangrijke ontsluiting van de gemeente Oirschot van/ naar de nabijgelegen rijksweg A58. De weg heeft een verhoogd aanbod van zwaar vrachtverkeer en een verhoogde functionele/economische waarde. Om die reden is de brug in te delen in gevolgklasse CC2 volgens tabel NB.21 van NEN-EN 1990 (“middelmatige gevolgen ten aanzien van het verlies van mensens levens en/of aanzienlijke economische of sociale gevolgen voor de omgeving”). Die klasse is gelijk aan de oude hoogste veiligheidsklasse 3. Via de oude normen zijn (vrijwel) alle bruggen op die klasse ontworpen.

Een kanttekening is het feit dat de brug over het Wilhelminakanaal ligt. Dat kanaal is een hoofdvaarweg en mogelijk is een **gevolgklasse CC3** om die reden gewenst door Rijkswaterstaat. Die wens is nu niet bekend, maar die hogere klasse is veiligheidshalve gehanteerd om discussies voor te zijn. De objecten van Rijkswaterstaat vallen allen in CC3 (hoofdinfrastructuur) en daar is de RBK dan ook op toegespitst.

Beoordelingsniveau

NEN 8700 kent drie beoordelingsniveaus. Op volgorde van afnemende betrouwbaarheidsindex β zijn dit:

- *Verbouw* Voor beoordeling van de te verbouwen delen van een constructie;
- *Gebruik* Beoordeling van constructies en constructiedelen die niet verbouwd worden;
- *Afkeur* Vaststellen of het wettelijk minimumniveau van constructieve veiligheid wordt behaald.

Het niveau 'afkeur' vormt het 'wettelijk minimumniveau van constructieve veiligheid' en impliceert een restlevensduur van 1 jaar ondanks de referentieperiode voor belastingen van 15 jaar. Het is om vast te stellen of de constructie acuut onveilig is. Als niet aan dit niveau wordt voldaan, zijn er direct maatregelen nodig (binnen 1 jaar) om de constructieve veiligheid te borgen. Het niveau 'verbouw' past bij het geval een fysiek verandering van de brug is voorzien. De herindeling van de bovenbouw is te zien als enkel een wijziging in belasting. Het niveau 'gebruik' is nu dus van toepassing omdat gekeken is naar maatregelen die passen bij blijvend gebruik van de brug. Het is te zien als een afkeurniveau bij een restlevensduur (minimaal 30 jaar). Aandachtspunten (of 'voorwaarden') die horen bij het niveau 'gebruik':

- De weerstand van de constructie mag niet verder afnemen dan waarmee rekening is gehouden → extra aandacht aan het beheer en onderhoud zodat de constructieve veiligheid gewaarborgd blijft;
- Er zijn geen constructieve schade aanwezig of de schade is verklaart/beheerst en het effect ervan op de weerstand van de constructie is in de beoordeling meegenomen → geen schades vastgesteld;
- De belasting gedurende de restlevensduur niet verder toeneemt dan waarmee rekening is gehouden → er is gerekend met normatief BM1 volgens NEN-EN 1992-1 bij een referentieperiode van 30 jaar;

In Tabel 5 staat het te gebruiken stappenplan voor de verificatieberekening gegeven. Belangrijk bij deze brug is het feit dat onder het huidig gebruik verkeer tot ver op het fietspad *kan* komen in het geval van een calamiteit. Pas bij het toekomst gebruik is er sprake van een voertuigkering en is dat risico er niet/minder. Voor de bestaande situatie rekenen met strikt fictief gebruik is onrealistisch en ook onnodig gezien de veranderingen die gaan komen, dus er is direct naar situatie AIII gestapt. Die situatie is uitgesplitst in de bestaande situatie en de toekomstige situatie.

Situatie	Indeling verkeer		Aanpassingen	Niveau uit NEN 8700	Toepassen in berekening
AI	Huidig	Fictief	Nee	Gebruik	Altijd
AII	Huidig	V1 werkelijk gebruik	Nee	Gebruik	Indien AI niet voldoet
		V2 noodgeval	Nee	Gebruik	Indien AI niet voldoet
AIII	Huidig	V1 werkelijk gebruik	Nee	Afkeur	Indien AII niet voldoet
		V2 noodgeval	Nee	Afkeur	Indien AII niet voldoet

Tabel 5: Stappenplan voor beoordeling bestaand kunstwerk zonder verbouwingen (markering toont wat er is gehanteerd)

Restlevensduur en referentieperiode

De brug is met ruim 60 jaar relatief oud. De restlevensduur is in overstemming met NEN 8700 en RBK vastgesteld dan op minimaal 30 jaar op het niveau 'gebruik' bij langdurige instandhouding. Referentieperioden zijn vastgesteld volgens NEN 8700, zie Tabel 6. Door het toepassen van de verkeersmodellen volgens de RBK, zijn enkele waarden niet beschikbaar in NEN 8700 maar deze volgen dan uit de RBK.

Situatie	Beoordelingsniveau	Referentieperiode
Situatie AI	Gebruik	30 jaar
Situatie AII-V1	Gebruik	30 jaar
Situatie AII-V2	Gebruik	6 maanden *
Situatie AIII-V1	Afkeur	15 jaar
Situatie AIII-V2	Afkeur	1 maand *

* Waarde volgens RBK v1.2

Tabel 6: Referentieperioden bij verschillende situaties (markering toont wat er is gehanteerd)

3 MATERIAALGEGEVENS

3.1 Beton

Voor de onderdelen waarvoor *geen* betononderzoek beschikbaar is, mag via art. 3.1.2-(11) van RBK v1.2 voor kunstwerken in normaal beton die zijn gesticht voor 1976 en die zijn ontworpen door Rijkswaterstaat een minimale sterkte aangehouden worden vanuit grootschalig betononderzoek. Aan deze voorwaarden is hier strikt genomen niet voldaan: Provinciale Waterstaat is eigenlijk niet gelijk aan Rijkswaterstaat en het ontwerp is van een aannemer. Gezien de kleine verschillen met de ontwerpklasse K400 en het feit dat er bij de bouw van de brug sprake zal zijn geweest van toezicht, is er voor deze brug de generieke sterkte van C35/45 aangehouden. Hierbij geldt wel factor $k_t = 0,85$ omdat de betonsterkte moet zijn beschouwd als bepaald op een ouderdom >28 dagen. Het vermoeden is dat de werkelijke betonsterkte nog hoger is.

Tabel 7 geeft de materiaaleigenschappen die horen bij de originele sterkte en de verhoogde grenswaarde. Door de factor $k_t = 0,85$ komt de treksterkte voor de verhoogde betonkwaliteit zelfs net lager uit als de treksterkte die hoort bij de verwachte ontwerpwaarde van K400. Het beïnvloedt het resultaat verder niet omdat de toets op afschuiftrekbreuk (voor de controle op dwarskracht) niet hoeft te worden uitgevoerd.

Betonklasse	Element	$f_{ck,cube}$ [MPa]	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	f_{cd} [MPa]	f_{ctd} [MPa]	E_{cm} [GPa]	ϵ_{c3} [‰]	ϵ_{cu3} [‰]
K400	Bovenbouw	28	35	2,77	18,7	1,29	32,3	1,75	3,50
C35/45 *	Bovenbouw	35	45	3,21	19,8	1,27	34,1	1,75	3,50

Tabel 7: Materiaalgegevens beton (* sterkte cf. RBK, inclusief k_t -factor)

Bij bepaling van de betoneigenschappen is uitgegaan van de factoren volgens Eurocode en RBK v1.2:

- $\alpha_{cc} = 1,0$ en $\alpha_{ct} = 1,0$
- $k_t = 0,85$
- $\gamma_c = 1,50$ (tijdelijk en blijvend)
- $\gamma_c = 1,50$ (vermoeiing)
- $\gamma_c = 1,20$ (buitengewoon)

3.2 Betonstaal

De toegepaste hoofdwapening (en hulpwapening) is onbekend, maar vrijwel zeker in een kwaliteit QR24 uitgevoerd. Tabel 8 geeft de bijbehorende materiaaleigenschappen volgens Tabel 3-4 van de RBK v1.2.

Oude norm	RBK v.1.2		
Betonstaalsoort	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	Ductiliteitsklasse
QR24	240	209	B

Tabel 8: Materiaalgegevens betonstaal

De materiaalfactoren voor betonstaal zijn bepaald in de Eurocode:

- $\gamma_s = 1,15$ (blijvend en tijdelijk)
- $\gamma_s = 1,15$ (vermoeiing)
- $\gamma_s = 1,00$ (buitengewoon)

Bij de omzetting van de materiaaleigenschappen naar de Eurocode is in de RBK v1.2 voor oude staal-soorten uit de GBV 1962 gebruik gemaakt van hogere waarden voor γ_s : $1,15 \times 1,8/1,7 = 1,21$. Dit is hier dus het geval is en dit wijkt af van de standaardwaarde $\gamma_s = 1,15$.

3.3 Voorspanstaal

De voorspanning in de plaat bestaat uit 95 kabels 12xØ7 mm ($A_{p;kabel} = 462 \text{ mm}^2$) van een kwaliteit **QP 170**. De materiaaleigenschappen van het voorspanstaal volgens Tabel 3-8 van de RBK v1.2 horen bij de ontwerprichtlijn RVB 1962/1967. Het voorspanstelsysteem van deze relatief oude brug is volgens de eerdere Stuvo-richtlijnen toegepast, zie art. 8 van Bijlage A in aanbestedingsovereenkomst [R2].

8. Voorschriften.

- Van toepassing worden verklaard:
 - a) Voorlopige keuringsvoorschriften voor hoofwaardig staal voor voorgespannen beton, uitgegeven door de Commissie "Betonstaal" vastgelegd op de 31e vergadering van de Commissie "Betonstaal" op 16 juli 1958.
 - b) Richtlijnen voor de toelaatbare spanningen en de veiligheidscoëfficiënt, bij constructies in voorgespannen beton uitgegeven door de "Studievereniging tot ontwikkeling van het voorgespannen beton". October 1957.

Dat gegeven leidt tot andere eigenschappen voor het voorspanstaal en vooral de mate van voorspannen. Figuur 10 toont een overzicht van toelaatbare aanvangs- en werkvoorspanningen per historische richtlijn.

Ontwerprichtlijn/ norm	Aanvangsvoorspankracht ($\sigma_{pm0,max} = \sigma_{pi,max}$)	Max. kracht tijdens spannen (P_{max} tbv overspannen)	Max. blijvende voorspanning
Stuvo (1957)	$0,60 \times f_{pk}$	$0,60 \times f_{pk}$	$0,50 \times f_{pk}$
R.V.B. (1962 & 1967)	$0,65 \times f_{pk}$	$1,1 \times 0,65 \times f_{pk} = 0,715 \times f_{pk}$	$0,55 \times f_{pk}$

Figuur 10: Overzicht van toegelaten aanvangs- en werkvoorspanningen per ontwerprichtlijn

De toepassing van de Stuvo-richtlijn betekent dus een lagere toegelaten aanvangs- en werkvoorspanning. Bovendien was het overspannen van het voorspanstaal *niet* toegestaan volgens de Stuvo-richtlijn (bij latere richtlijnen gebeurde dit overigens wel, zie Figuur 10) en dit is dus niet verrekend. Bij 'deskundige berekening en uitvoering' mochten de percentages van de Stuvo-richtlijn alsnog worden verhoogd (tot 67% resp. 55%), maar dat is niet vast te stellen en daarom is er gekozen om dit *niet* te verrekenen. Het leidt tot een aanpassing van de waarden uit de RBK v1.2. Tabel 9 toont de nu aangehouden waarden.

Staaikwaliteit	f_{pk} [MPa]	f_{pk}/γ_s [MPa]	$f_{p0,1k}$ [MPa]	f_{pd} [MPa]	ϵ [%]	Toelaatbare aanvangsspanning [MPa]	Toelaatbare werkvoorspanning [MPa]
QP170 (RBV 1962/67)	1670	1516	1422	1293	3,5	1084 (65%)	917 (55%)
QP170 (Stuvo-richtlijn)	1670	1516	1422	1293	3,5	1002 (60%)	835 (50%)

Tabel 9: Materiaaleigenschappen voorspanstaal (markering toont wat er is gehanteerd)

De volgende materiaalfactoren voor voorspanstaal zijn ontleend aan de Eurocode:

- $\gamma_s = 1,10$ (blijvend en tijdelijk)
- $\gamma_s = 1,10$ (vermoeding)
- $\gamma_s = 1,00$ (buitengewoon)

3.4 Overige materialen

De meest toegepaste materialen zoals asfalt en constructiestaal komen voor als rustende belastingen op het dek (en de fundering). Hiervoor zijn de gewichten bepaald aan de hand van NEN-EN 1991-1-1.

4 BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

4.1 Permanente belastingen

4.1.1 Eigengewicht

Voor het soortelijk gewicht van het beton is $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ aangehouden. Dit gewicht is inclusief het wapenings- en voorspanstaal. Het eigen gewicht wordt automatisch verrekend in het rekenmodel via $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$ en $g = 10 \text{ m/s}^2$.

4.1.2 Voorspanning

Voorspanstelsysteem

Er zijn 95 voorspankabels toegepast van het type Freysinnet 12xØ7 mm ($A_{\text{kabel}} = 462 \text{ mm}^2$). De kwaliteit van het voorspanstaal is QP170. De toegelaten aanvangs- en werkvoorspanningen staan in par. 3.3. Gezien de lengte en het verwachte verloop van de spankabels is er uitgegaan van dubbelzijdig spannen.

Voorspanverliezen

Bijlage 4 toont oude productinformatie van het systeem Freysinnet 12xØ7 mm. Belangrijk is de toepassing van propverankeringen. Deze hebben normaliter een relatief grote wigzetting. De RBK stelt dat er moet zijn uitgegaan van 14-16 mm voor dit type verankeringen bij het ontbreken van nadere gegevens. In latere productinformatie uit 1969 volgt een geringe wigzetting van 7 mm, die is veiligheidshalve niet gehanteerd. Door het gekromde verloop is er sprake van een bijbehorend wrijvingsverlies. Voor de wrijvingscoëfficiënt (μ) en wobble-factor (κ) zijn de relatief hoge waarden volgens de RBK aangehouden ($\mu = 0,26$ / $\kappa = 0,01$) omdat ook hiervoor nadere ontwerpgegevens ontbreken. Met het gebruikte programma ALP2000 is het wrijvingsverlies (en het verlies door wigzetting) direct berekend uitgaande van deze waarden en factoren.

Voor de tijdsafhankelijke verliezen door krimp, kruip en relaxatie geldt volgens RBK v1.1 voor systemen van voor 1975 een verlies van 20% (relatief hoge relaxatie) is aan te houden. Dit percentage komt goed overeen met de waarde volgens de huidige normen en is als vaste waarde opgegeven in het rekenmodel.

Voorspanverloop

Het voorspanverloop is niet bekend. Vanuit eigen ervaringen en oude productinformatie zijn er voor het verloop onderbouwde uitgangspunten gedaan. Door gebruik van de voorspanmodule in het programma ALP2000 is met minimale informatie een goede benadering van het voorspanverloop bepaald, zie par 5.2.

4.1.3 Rustende belastingen

Schampranden en randelementen en wegmeubilair

Het dek is verdeeld in een centrale rijbaan met fietspaden aan weerszijden. Er zijn geen schampstroken aanwezig, temeer ook omdat het hoogteverschil tussen de rijbaan en de fiets-/voetpaden gering is. Aan de buitenzijden van het dek staan leuning (1 kN/m'). Alleen aan de westzijde van de rijbaan staat er momenteel een geleiderail (2 kN/m'). In de toekomstige situatie staan deze aan weerszijden van de weg.

Asfalt/slijtlaag

Het hoogteverschil tussen de bovenkant schamprand en bovenkant asfalt is ca. 20 mm, zodat er niet of nauwelijks is overlaagd boven op de originele asfaltlaag. Er is nu nog DAB aanwezig op het dek en de dikte ervan is ca. 50-70 mm. Er is geen aanwijzing dat er in de nabije toekomst overlaagd gaat worden.

De fietspaden liggen nauwelijks hoger dan de rijbaan, zodat de permanente belasting op die delen vergelijkbaar is. Er is dan te rekenen met een verdeelde belasting over het hele dek van $0,1 = 2,3 \text{ kN/m}^2$. Met het oog op toekomstvastheid van het advies is gerekend met een verdeelde belasting van 3 kN/m^2 .

4.2 Veranderlijke belastingen

4.2.1 Verkeersbelasting door wegverkeer – verticaal

De in rekening te brengen verkeersbelasting hangt af van de situatie waarin de brug beoordeeld wordt en de functionaliteit ervan. Over het algemeen geldt bij alle situaties een vergelijkbare soort belasting op de constructie en afhankelijk van de situatie gelden andere belastinggroottes en positionering op het dek.

Door het ontbreken van de ontwerpberekening is de verkeersklasse waarop is ontworpen niet bekend, maar het vermoeden is de destijds hoogste klasse A volgens de VOSB 1938 gezien de ligging van de brug. Beperkingen aan maximale aslasten voor het verkeer zijn er niet aangetroffen (en dat is onder het huidige gebruik terecht). Er is geen informatie over van de historische of huidige voertuigbewegingen over de brug (in aantal en/of in gewicht), wel is er informatie opgegeven over de te verwachten intensiteit als onderdeel van het overkoepelende project. Op hoofdlijnen geldt er als verkeersomvang per 2030 een aantal van 10.000 voertuigen per etmaal per hoofdrichting, waarbinnen 800-900 stuks vrachtverkeer.

Standaard wordt bij een verificatieberekening gestart met fictief, toekomstvast gebruik waarbij het dek tussen de voertuigkeringen is vol gezet met verkeersbelasting. Bij dit specifieke object schrijft dit fictief gebruik voor dat de rijbaan plus het oostelijke fietspad volledig vol staan met verkeer. Dat is onrealistisch vanuit het originele ontwerp en/of de (toekomstige) functionaliteit. Er is daarom in de beoordeling direct uitgegaan van situatie All (= werkelijk gebruik), waarbij dit is opgedeeld in huidig en toekomstig gebruik. Binnen die situatie All is er ook gekeken naar tijdelijk verkeerd gebruik (van het fietspad).

Algemene beschrijving

De verkeersbelasting geldt volgens Belastingmodel 1 uit art. 4.3.2 in de NEN-EN 1991-2 en Nationale Bijlage. Deze belasting bestaat uit tandemstelsels (TS) en gelijkmatig verdeelde belastingen (UDL). De grootte hiervan volgt uit NEN-EN 1991-2+NB met de correctiefactoren α_Q en α_q en staat in Tabel 10. Buiten de hoofdinfrastructuur vervallen de verhogingen hiervan ongeacht het aantal rijstroken.

Positie	Index	Aslast TS	UDL
Theoretische rijstrook 1	1	300 kN	9,0 kN/m ²
Theoretische rijstrook 2	2	200 kN	2,5 kN/m ²
Overige theoretische rijstroken	I	-	2,5 kN/m ²
Resterend oppervlak	R	-	2,5 kN/m ²

Tabel 10: Grootte van de verkeersbelasting volgens model 1 (BM1)

Het gebruik van het 'decentrale lastmodel BM1' voor wegverkeersbruggen in het onderliggend wegennet via art. C.3.2 van NEN 8701 is hier niet toegestaan vanwege de omvang van de brug (invloeds lengte > 20 m) en ook vanwege de toekomstige verkeersintensiteit aan zwaar verkeer over de brug ($N_{\text{obs}} > 125.000$ zware voertuigen per jaar per hoofdrichting).

Plaatsing situatie AI (beoordeling toekomstvast)

De fictieve indeling van het dek is niet realistisch en sluit niet aan bij het ontwerp van destijds en/of de huidige en toekomstige functionaliteit van het dek. Om die reden is deze belastingsituatie niet uitgewerkt.

Plaatsing situatie All (beoordeling werkelijk gebruik)

Bij situatie All is volgens de RBK v1.2 te rekenen met de werkelijke indeling van de rijbaan in 3 situaties, zie kader.

De normale situatie (V1) en tijdelijk verkeerd gebruik (noodgeval, V2) vormen de basis van de constructieve beoordeling. Door de opdrachtgever zijn geen tijdelijk afwijkende situaties (V3) opgegeven. Ook hier geldt er dat de omschrijving uitgaat van bruggen gelegen in de hoofdinfrastructuur.

V1 (= normaal gebruik)

Bij normaal gebruik mogen werkelijke stroken zijn aangehouden, waarbij maximaal 3,0 m breedte is belast. Binnen elke werkelijke rijstrook staat één fictieve rijstrook. Deze hoeft niet in het midden te staan, maar het stelsel staat altijd in het midden van de fictieve strook. Er zijn twee situaties onderscheiden:

In de *bestaande situatie* geldt er een randafstand van ca. $3,3 + 1,1 = 4,4$ m aan de westzijde en ca. $1,1 + 2,2 = 3,3$ m aan de oostzijde. De rijbaanbreedte is dan ca. 7,4 m, zie Figuur 3. Dit is op te delen in twee rijstroken en een reststrook. Beide fietspaden moeten belast zijn verondersteld. Aan de oostzijde van de rijbaan staat er geen voertuigkering, zodat verkeer vrij eenvoudig op het fietspad kan komen. Dat is een gevaarlijke situatie, mogelijk vanuit constructief oogpunt maar vooral verkeerskundig gezien.

In de *toekomstige gewenste situatie* zijn er aan weerszijden van de rijbaan voertuigkeringen voorzien. De rijweg komt excentrischer op het brugdek te liggen: de randafstand aan de westzijde wordt vergroot tot ca. 6 m voor een breed fietspad in twee richtingen en die aan de oostzijde wordt verminderd tot ca. 1,8 m voor een smal voetpad (zie Figuur 4). Onder regulier gebruik is deze situatie altijd maatgevender dan de bestaande situatie. Het voordeel is wel dat door de voertuigkering de calamiteitssituatie met (zwaar) verkeer tot op de rand wordt voorkomen in lijn met art. 4.7.3.1 (1) van NEN-EN 1991-2.

V2 (= noodgeval)

Een noodgeval is kortdurend. Er mag zijn gerekend met een verlaagde referentieperiode van 1 maand per 5 jaar restlevensduur (reductiefactor voor de referentieperiode = ca. 0,9, zie par. 4.5) en er geldt dan een fictieve wegindeling *binnen* de voertuigkeringen.

Hier is er echter geen sprake van hoofdinfrastructuur (met een vluchtstrook) maar van een lokale situatie met fietspaden naast de weg en dat is anders. In de *bestaande situatie* kan 'eenvoudig' verkeer op het oostelijke fietspad komen. Het uitgangspunt is dat dit enkel gebeurt in een calamiteit en dat het fietspad niet wordt gebruikt voor het omleiden van verkeer langs een ongeval en/of in onderhoudssituaties. Het toetsen gaat via art. 4.7.3.1 (2) van NEN-EN 1991-2: er is een buitengewone aslast van $a_{Q2}Q_{2k}$ in rekening gebracht tot op de rand, maar die hoeft niet te zijn gecombineerd met enig andere veranderlijke belasting.

Situatie All-V1 en All-V2 (werkelijk gebruik bij directe afkeur)

Niet nader beschreven: vrijwel volledig gelijk aan situatie All-V1/V2 en er is aangetoond dat er in bovenliggende situaties al is voldaan aan de eisen.

Voor de karakteristieke verkeersbelasting volgens werkelijk gebruik wordt onderscheid gemaakt in:

- V1 Normale situatie
De indeling van de rijweg komt hierbij overeen met de huidige of toekomstige gewenste indeling. De verkeersbelasting staat op de rijstroken; de vluchtstrook wordt belast als resterend oppervlak.
- V2: Noodgeval
Hiervoor wordt de theoretische indeling volgens NEN-EN 1991-2 gebruikt. Een noodgeval wordt verondersteld één maal per vijf jaar voor te komen en maximaal één dag aan te houden wat overeenkomt met een referentieperiode van één maand per vijf jaar restlevensduur.
- Opmerking 1: Bij een restlevensduur van 30 jaar is de referentieperiode zes maanden.*
Opmerking 2: De breedte van de rijweg wordt gemeten vanaf 0,3 meter uit de stootranden of binnenzijden van de voertuigkeringen.
Opmerking 3: Voor de waarden van a_Q en a_a dient het werkelijk aantal rijstroken ongeacht de rijrichting te worden genomen (NEN 8701 artikel 5.1.5(2)).
Opmerking 4: Indien het noodgeval maatgevend is dient onderzocht te worden of met een aangepaste wegindeling kan worden gerekend. Bijvoorbeeld door de fysiek toegankelijke ruimte voor het verkeer te beperken (zie paragraaf 1.9).
- V3: Tijdelijk afwijkende situaties
Volgens opgave opdrachtgever.

4.2.2 Verkeersbelasting door wegverkeer – horizontaal

Horizontale verkeersbelastingen bestaan uit krachten door remmen/accelereren van voertuigen. De remkracht bedraagt: $Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{lk}) + 0,10 \cdot \alpha_{Q1} \cdot q_{1k} \cdot W_1 \cdot L$ met $180 \cdot \alpha_{Q1}$ (kN) $\leq Q_{lk} \leq 800$ kN. Dit komt neer op $Q_{lk} = \text{ca. } 600$ kN. Deze kracht werkt in langsrichting en grijpt aan op de bovenzijde van het wegdek. De kracht kan op de as van elke fictieve rijstrook aanwezig zijn. Er geldt dat deze kracht door de stijfheid van dit massieve dek over een groot aantal oplegblokken ($2 \times 5 + 3 \times 8 = 34$ stuks) wordt gespreid en als geringe trek- of drukspanningen in de plaat niet van invloed zijn op de constructieve veiligheid *van de bovenbouw*. Voor het toetsen van opleggingen en/of de onderbouw is het wel relevant, maar dat vormt nu geen scope.

4.2.3 Verkeersbelasting door wegverkeer – vermoeiing

De verkeersbelasting voor vermoeiing bestaat uit verschillende modellen naar gelang de nauwkeurigheid van de berekening. De modellen zijn vastgelegd in art. 4.6 van NEN-EN 1991-2. Bij betonnen constructies mogen de modellen 1, 4b en 5 in rekening zijn gebracht. NEN 8701 stelt dat trendreductiefactoren mogen worden toegepast bij in modellen 1 en 4b ten aanzien van de belastinggrootte en het aantal wisselingen.

- NEN-EN 1991-2 art. 4.6.2 stelt dat belastingmodel 1 voor vermoeiing gelijkvormig is aan belastingmodel 1 voor wegverkeer, waarbij de tandemstelsels voor 70% en de gelijkmatig verdeelde belasting voor 30% in rekening worden gebracht. Er is hier uitgegaan van categorie 2 (“Wegen met gemiddeld vrachtverkeer, zoals N-wegen”) met $N_{\text{obs,a,ai}} \leq 500.000$ zware voertuigen per jaar per rijstrook.
- Belastingmodel 4b bestaat uit een verzameling van diverse vrachtwagens. Het belastingmodel 4b wijkt af (bestaat uit losse voertuigen) en is complexer. Het toepassen van model 4b reduceert de toetsen flink, maar dat gebeurt pas na afweging van het nut met de resultaten van het conservatieve model 1. Uit Hoofdstuk 9 volgt dat het toepassen van het model 4b niet nodig is om te voldoen op vermoeiing.

Bij vermoeiing er geldt een vergrotingsfactor $\Delta\phi_{\text{fat}} = 1,30 \cdot (1-x/6)$ als één van de assen zich binnen 6 m van een voeg af bevindt. De maximale waarde van $\Delta\phi_{\text{fat}}$ bedraagt 1,30. Dit kan naar 1,15 in het geval van een kwalitatief goed wegdek. Door inspectie is deze staat vastgesteld en een reductie tot 1,15 is toegestaan. In de toekomstige situatie wordt de rijbaan verlegd en volgt er dus altijd ook een nieuwe overlaging.

4.2.4 Verkeersbelasting door fietsers en voetgangers

Volgens NEN-EN 1991-2+NB art. 4.5.1 kunnen met de verkeersbelastingen door verkeer ook belastingen op fiets- en voetpaden werken. Voor die groep geldt art. 5.3.2.1 met een gelijkmatig verdeelde belasting van $q_{fk} = 5$ kN/m². Deze belasting is gelijk aan die door een mensenmenigte en de belasting werkt overal waar geen wegverkeer aanwezig is en alleen als deze de krachtwerving verzwaard. Dit betekent dat er (aan weerszijden) gerekend is met een gecombineerde belasting van $0,4 \times 5 = 2$ kN/m² op de fietspaden. Een dienstvoertuig op het fietspad is nooit maatgevend boven het regulier verkeer (en/of de buitengewone situatie) aan de oostelijke rand van het symmetrische brugdek. Dat belastinggeval is niet apart uitgewerkt.

4.2.5 Windbelasting

Voor de bovenbouw is de windbelasting ten opzichte van de andere belastingen verwaarloosbaar klein. De krachten worden door de stijfheid van het dek opgenomen als kleine trek- en drukspanningen.

4.2.6 Temperatuurbelasting

De gelijkmatig over de hoogte verdeelde temperatuurlast (jaarlijkse fluctuatie) zorgt voor verlenging en verkorting en de lineair verlopende gradiënt (dagelijkse instraling) voor kromming. Temperatuurinvloeden resulteren in extra inwendige spanning. Vanwege voldoende rotatiecapaciteit hoeven die spanningen in de ULS niet te worden beschouwd. Inwendige spanningen door de eigentemperatuur hebben een geringe invloed op de krachtsverdeling en zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

4.3 Buitengewone belastingen

Belasting door impact

Conditie

Via de eerdere constructieve inspectie is vastgesteld dat er geen constructieve schade aan de onderbouw en pijlers aanwezig is en/of er zijn geen verplaatsingen buiten de toleranties zijn gemeld of gezien.

Geometrie

In de 'Aanvullende Richtlijn bij Berekeningen Spoorwagprojecten' (ARSP, okt 2009) van Rijkswaterstaat staat een risicobepaling over de aanrijdbelasting van kolommen bij *kruisende snelwegen*. De richtlijn stelt dat aan aanrijdbelasting wordt voldaan als de kolommen een equivalente betondoorsnede hebben van $> \varnothing 800$ mm (waarbij geen scharnieren zijn toegepast aan de onderzijde van de kolommen). Verder geldt:

- De intentie van de richtlijn was om destijds te prioriteren vanwege de controle van vele kunstwerken;
- De grenswaarde van de geometrie is van praktische aard zonder gericht onderzoek als grondslag;
- De ARSP is ingetrokken omdat de richtlijn *op andere punten* tot te gunstige resultaten kon leiden.

De RBK, Eurocodes en/of NEN8700/8701 maken geen melding van de praktische grens. Door intrekken van de ARSP is het wettelijke kader voor toepassing ervan vervallen, maar het is van praktische waarde gezien. De pijlers hebben een doorsnede 0,7 m x 0,7 m en dit is gelijk aan het equivalent van $\varnothing 800$ mm.

Belasting

De krachtswerking in de onderbouw neemt rekenkundig nauwelijks toe in de nieuwe situatie vanwege de hoge overall veiligheidsfactor waarmee in de ontwerpnorm de boven- en onderbouw berekend werd. De onderlangs kruisende weg valt nog niet eens in de 3^e categorie (wegen in stedelijk gebied), zodat er geldt $F_{dx} < 1000$ kN en $F_{dy} < 500$ kN. Dit is de helft van wat geldt voor autosnelwegen in art. 4.7.2.1 uit NEN-EN 1991-2+NB en art. 4.3.1 uit NEN-EN 1991-1-7+NB. De RBK v1.1 stelt als aanpassing van NEN 8701 dat er nog een belastingreductie tot 75% van de rekenwaarde uit NEN-EN 1991-1-7 toegestaan is.

Afweging en conclusie

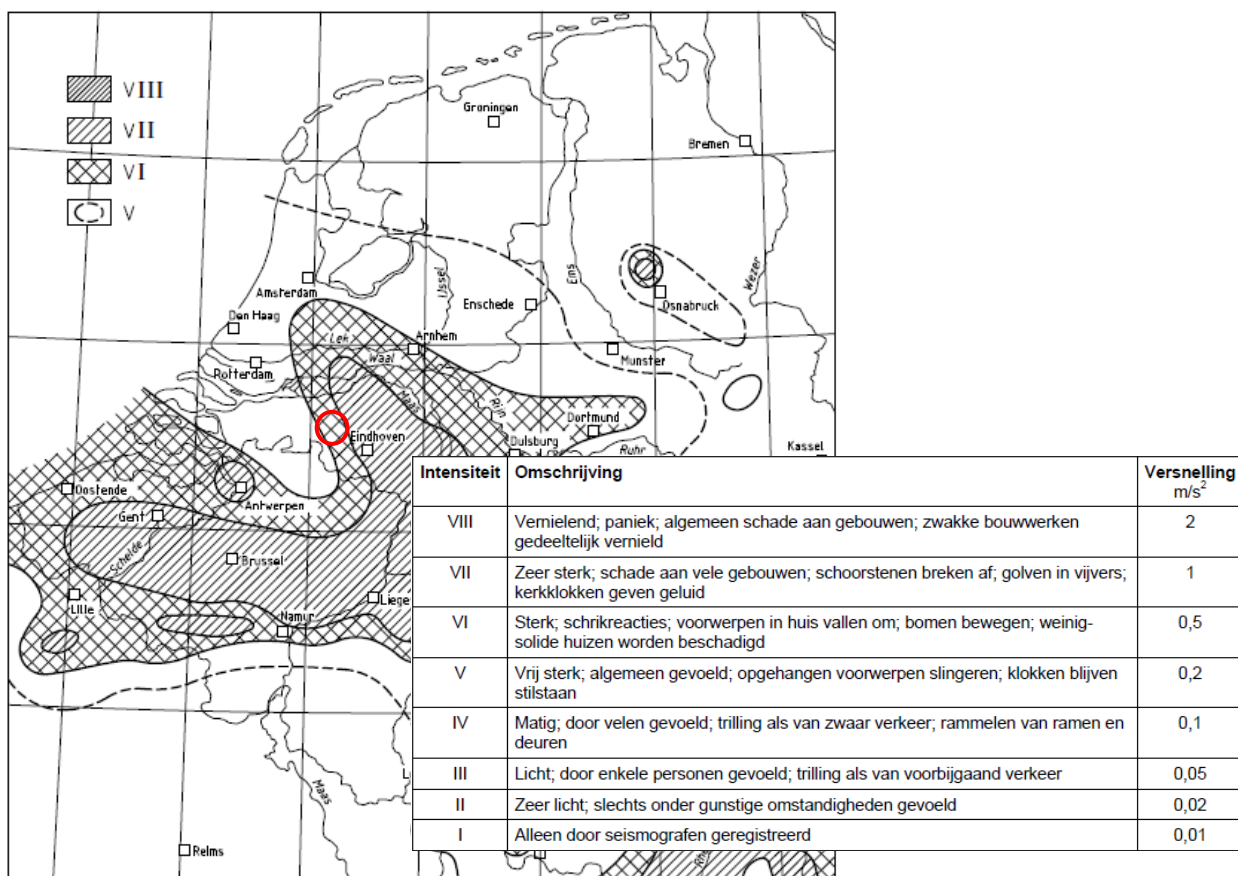
Voor aanrijdbelasting door het wegverkeer is het samenspel beoordeeld tussen de kenmerken. De goede conditie, lage belasting en geometrie van de pijlers maken dat het risico vanuit aanrijding laag is. Gezien dit lage risico blijft een rekenkundige uitwerking van de buitengewone aanrijdbelasting achterwege.

Belasting door brand

Volgens het Bouwbesluit 2012, art 2.14 dient de constructie van een bouwwerk geen gebouw zijnde niet te bezwijken binnen een gestelde tijdsduur, zodanig dat er tijd is om het te ontruimen. Bij dit relatief kleine object is de benodigde tijd voor ontruiming veel kleiner dan de gestelde ondergrens van 30 minuten. De weerstand tegen brandbelasting wordt bij betonnen constructies vooral bepaald door de thermische massa en de dekking op de wapening. Pas wanneer het beton ter hoogte van de wapening een hoge temperatuur bereikt, treedt verzwakking van de constructie op. Gezien de korte tijdsduur waarbinnen de brug kan worden ontruimd, is toetsing van de constructie op brand niet nodig.

Belasting door aardbeving

In NEN 8700, art. 3.2 staat dat voor het beoordelingsniveau 'verbouw' rekening gehouden moet worden met aardbevingsbelastingen. In Nederland geeft NEN-EN 1991-1-7+NB de benodigde informatie. De informatieve bijlage B in deze norm geeft de te hanteren aardbevingsbelastingen. Volgens figuur NB.4 en tabel NB.6 (zie Figuur 11) volgt dat gerekend moet worden met een horizontale versnelling van $0,5 \text{ m/s}^2$. De verticale belasting bedraagt $2/3$ van de horizontale belasting volgens NEN-EN 1991-1-7+NB.



Figuur 11: Aardbevingsgevoelige gebieden in Nederland en bijbehorende horizontale versnellingen volgens NEN-EN 1991-1-7+NB

De horizontale belasting volgt uit de massa traagheid van het dek en het momentaan aanwezig verkeer. Deze belasting kan eenvoudig in de vele oplegpunten opgenomen worden zonder verdere toetsing. De verticale belasting is de massa van het dek vermenigvuldigd met 2/3 maal de horizontale versnelling. Hieruit volgt een verticale versnelling van 1/3 m/s². Effectief betekent dat een verticale kracht van $m \times (9,81 + 1/3) = m \times 10,15$. De belasting door het eigengewicht is berekend met $m \times 10$ m/s² en bedraagt in de fundamentele combinaties minstens $1,15 \times 10 \times m = 11,5 \times m$. Het belastinggeval 'aardbeving' is in verticale zin dus nooit maatgevend.

4.4 Belastingcombinaties en -factoren

Alleen de uiterste grenstoestand is beschouwd met fundamentele en buitengewone belastingcombinaties en belastingcombinaties voor vermoeiing. Bij het opstellen ervan zijn verkeersbelastingen gegroepeerd.

Belastingcombinaties

Fundamentele belastingcombinaties worden gemaakt via vergelijkingen 6.10a en 6.10b uit NEN-EN 1990:

$$6.10a: \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$6.10b: \sum_{j \geq 1} \xi_j \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Voor vermoeiing gelden de combinaties volgens NEN-EN 1992-1-1, art. 6.8.3. Hierbij is alleen de verkeersbelasting als variabele belasting Q_{fat} beschouwd:

$$6.69: \left(\sum G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} \right) + Q_{fat}$$

De frequente belastingcombinatie is opgebouwd volgens vergelijking 6.15b uit NEN-EN 1990:

$$6.15b: \sum G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Er zijn geen buitengewone belastingen die in rekening worden gebracht. Een aanrijding door wegverkeer kan zich niet voordoen. Voor aardbevingssituaties geldt NEN-EN 1990, art. 6.4.3.4 maar de aardbevingbelasting is afgewogen en niet maatgevend. Aandachtspunt is wel dat naast de 'gewone' situatie AII-V2 er nog een buitengewone belastingcombinatie (= voertuig op de rand) kan optreden. Dit is meegenomen.

Belastingfactoren

Afhankelijk van het toe te passen beoordelingsniveau gelden verschillende belastingfactoren, zie Tabel 11. Deze tabel volgt uit de RBK v1.2(.1) en sluit aan op NEN 8700. De tabel toont de waarden voor constructies in gevolgklasse CC3 en voor bruggen waarvoor de (omgevings)vergunningen zijn verleend onder Bouwbesluit 2003 of eerder. Er is nu beoordeeld op het niveau 'gebruik'. Voor gunstig werkende belastingen geldt er $\gamma = 0,9$ voor permanente lasten (en $\gamma = 0$ voor variabele lasten). Bij formule 6.10a geldt er een combinatiefactor van 0,8 op verkeer en daarom is 6.10b altijd maatgevend voor deze brug.

		Blijvend 6.10 a	Blijvend 6.10 a/b	Blijvend 6.10 b	Verkeer	Wind	Overig veranderlijk
	β (CC3)	$\xi \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\xi \gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Nieuwbouwniveau	4,3	1,40	0,90	1,25	1,50	1,65	1,65
Verbouwniveau	3,6	1,30	0,90	1,15	1,30	1,60	1,50
Gebruiksniveau¹	3,3	1,25	0,90	1,15	1,25	1,50	1,30
Afkeurniveau	3,1	1,25	0,90	1,10	1,25	1,50	1,30

¹ De gegeven waarden komen overeen met CC3 in tabel A2.2(C) en tabel A2.2(D) van NEN8700.

Tabel 11: Belastingfactoren voor CC3 bij vergunning onder Bouwbesluit 2003 of eerder (via RBK v1.2 of NEN 8700, Tabel A2.2)

Combinatiefactoren

Bij het combineren van de belastingen gelden de factoren ψ_0 t/m ψ_2 volgens NEN-EN 1990 en NEN 8700. De belastingen uit verkeer zijn hierin gegroepeerd volgens NEN-EN 1991-2. Dat geeft de combinaties die staan in Tabel 12. Meerdere van de mogelijke combinaties hoeft niet berekend te worden:

- Groep 1b wordt afgewogen in de berekening, maar is naar verwachting niet maatgevend.
- Groep 2 en wind (W) (horizontale belastingen) zijn in de herberekening van de bovenbouw gezien de beperkte hoogte en wijze van opleggen niet maatgevend en om die reden niet nader beschouwd.
- Groep 3 en 4 zijn voor wegverkeersbruggen vaak niet maatgevend, maar op deze brug zijn (brede) fiets- en voetpaden aanwezig. Dit is meegenomen. Het lastgeval mensenmenigte is niet maatgevend boven verkeersbelasting volgens BM1. Groep 3 als 4 zijn daarom niet nader beschouwd.
- Door de opdrachtgever is geen bijzonder transport gespecificeerd en groep 5 is dus niet beschouwd.
- Groepen S (sneeuw) en A (buitengewoon) zijn in de herberekening niet maatgevend en daarom niet verder beschouwd.

- Temperatuur (T), krimp en kruip en steunpuntzetting hoeven voor controle van uiterste grenstoestand niet te zijn beschouwd als er voldoende rotatiecapaciteit en ductiliteit aanwezig is. De ROK stelt dat deze voldoende worden geacht als er een lineair elastische berekening volgens art. 5.4 van NEN-EN 1992-1-1 is opgesteld en dat is hier het geval. Er is voldoende rotatiecapaciteit aanwezig door de gestelde eis met betrekking tot de betondrukzonehoogte.

Belasting	Symbol	ψ_0	ψ_1	ψ_2	
Verkeersbelastingen (NEN-EN 1991-2+C1, tabel 4.4)	gr1a (LM1 + voet-/fietspad)	0,8	TS	0,8	0,4
			UDL	0,8	
			Horizontale bel.	0,8	
			Voet- en fietspadbel.	0,8 ^d	
	gr1b (LM2 enkele as)	0	0,8 ^b	0	
	gr2 (horizontaal dominant)	0,8	0,8 ^c	0	
Thermische bel.	T_k	0,3	0,8 ^b	0,3 ^a	
Wind	F_{wk} blijvende situatie	0,3	0,6 ^b	0	
	F_w^*	1,0	0	-	

a) In de ULS mag voor ψ_2 voor thermische belasting 0 zijn aangehouden.
b) Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$.
c) Voor scheurvorming zijn de waarden van ψ_1 gelijk aan die bij gr1a.
d) Voor scheurvormingsberekeningen moet $\psi_1 = 0,4$ zijn aangehouden

Belasting	Belastingscombinaties												
	gr1a	gr1b	gr2	gr3	gr4	gr5	W^b	T^b	S	$A1^{a,b}$			
TS	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
UDL	1	0	0,8	0	0	0,8	0,8	0,64	0,8	0,64	0	0,8	0,64
Enkele as	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horizontale belasting	0,8	0	1	0	0	0,8	0,64	0,8	0,64	0,8	0	0,64	0,8
Voetpaden	0,4	0	0,4	1	1	0	0,32	0,32	0,32	0,32	0	0,32	0,32
Mensenmenigte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Bijzondere voertuigen	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Wind ^c	F_{wk}	0,3	0	0,3	0	0,3	1	0,3	0,3	0	0	0	0
	F_w^*	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Temperatuur	0,3	0	0,3	0	0,3	0,3	0,3	1	1	0	0	0	0
Sneeuw	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Impact op of onder de brug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Aardbevingsbelasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^a A1 = aanrijding op of onder de brug en aanvaring.
^b Bij deze combinaties is in eerste kolom gr1a $\times \psi_0$ en de tweede kolom gr2 $\times \psi_0$. 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 12: Combinatiefactoren bruggen voor weg- en langzaam verkeer (NEN-EN 1990+NB Tabel NB.9-A2. / NEN 8700 Tabel A2.1)

Reductiefactoren voor referentieperiode, trend en verkeersintensiteit

De NEN 8701 maakt het mogelijk de grootte van de verkeersbelasting aan te passen aan verlaagde restlevensduur en referentieperiode. De factoren α_{trend} en ψ_t werken op de verkeerslasten en hangen af van de invloedslengte (hier ca. 30 m) en de referentieperiode (= 2023 + 30 jaar). De reducties zijn erg gering onder regulier gebruik (AII-V1), maar relevanter bij een noodgeval (AII-V2).

Belastingssituaties NEN8700	Restlevensduur [jaar]	Referentieperiode [jaar]	α_{trend} [-]	ψ_t [-]
AI - Verbouw - toekomstvast	30	30	0,97	0,99
AII - Verbouw - V1-normaal	30	30	0,97	0,99
AII - Verbouw - V2-noodgeval	30	0,5	0,97	0,93
AIII - Afkeur - V1-normaal	1	15	0,93	0,98
AIII - Afkeur - V2-noodgeval	1	0,083	0,98	0,91

Tabel 13: Overzicht reductiefactoren voor de verkeersbelasting voor $L \approx 20-30$ m (markering toont wat er is gehanteerd)

De karakteristieke waarden van de overige variabele belastingen zijn afgestemd op een referentieperiode van 50 jaar (verkeer: 100 jaar). Omdat de vermindering van de referentieperiode minder groot is, zal ook het effect in de berekening kleiner zijn. Voor deze belastingen is geen vermindering in rekening gebracht.

Het aantal vrachtwagens per jaar per rijstrook (N_{obs}) is hier kleiner is dan 2×10^6 stuks (= waarde die hoort bij de hoofdinfrastructuur) en dus de belasting iets worden gereduceerd via Tabel N.1 van NEN-EN 1991-2. Voor de opgegeven intensiteit van 800-900 zware voertuigen per etmaal is die reductie voor deze brug erg gering (ca. 2%, zeker na verrekenen van de verkeerstrend) en daarom genegeerd.

5 MODELLERING EN BEPALING BEZWIJKCAPACITEITEN

5.1 Algemeen

Afbakenen van de scope

De verificatieberekening limiteert zich tot de bovenbouw van de brug omdat er geen constructieve risico's bij de onderbouw van toepassing zijn ten aanzien van de conditie (vastgesteld tijdens de constructieve inspectie) en de aanrijdbelasting (afgewogen en niet van invloed op de constructieve veiligheid).

Tijdens de aanbesteding is het constructietype van de brug gewijzigd en daarmee samenhangend ook de geometrie. Sinds de bouw is er weinig gewijzigd aan/op de brug. Het valt op dat er nu alleen aan de westzijde een geleiderail is toegepast ter afscheiding van het fietspad. Aan de oostzijde is dit niet het geval en omdat er ook geen fysieke barrière door hoogteverschil is, kan het verkeer hier wel tot op de rand komen in het geval van een calamiteit. Er zijn recent (na 2016) wel reflectoren neergezet om de overgang beter te markeren. Het uitgangspunt is dat verkeer nooit over dit fietspad geleid is/wordt in het geval van een ongeval en/of onderhoudssituatie. In de toekomst wordt het brugdek heringedeeld: de rijbaan komt meer excentrisch te liggen en de fiets-/voetpaden worden dan beide afgeschermd door een voertuigkering.

Toegepaste theorieën en rekenprogrammatuur

Bij de herberekening zijn de volgende theorieën en uitgangspunten aangehouden:

- Het verband tussen betonspanning en -vervormingen is volgens de wet van Hooke;
- De verlengingen en verkortingen die de vezels bij buiging ondergaan zijn recht evenredig met de afstand tot de neutrale lijn;
- De Poissonverhouding is gelijk gesteld aan $\nu = 0$ volgens art. 3.1.3-(4) van NEN-EN 1992-1-1.

Voor de diverse berekeningen is gebruik gemaakt van de volgende software:

- ALP 2000, versie 4.5.0
- DBet versie 4.5.0
- SCIA v20.0
- Excel, Microsoft Office Professional Plus 2010 – 'handberekeningen'

De berekening van de belastingcombinaties gebeurt steeds voor de vooraf bepaalde toetsneden per afzonderlijk belastinggeval 'handmatig' in een spreadsheet omdat hiermee achteraf zaken zijn aan te passen of te verfijnen zonder het complete model te moeten reviseren. Deze aanpak maakt het mogelijk om diverse scenario's uit te werken en het biedt het de mogelijkheid om belastingaandelen te vergelijken.

5.2 Modelling in ALP

5.2.1 Modelopzet en materiaalgedrag

De kruisingshoek van de bovenbouw is haaks met 100 gon (90°). Gezien de verlopende hoogte van het brugdek over de lengte is gekozen om het dek te modelleren in het liggerprogramma ALP 2000 voor de aandelen uit eigen gewicht en voorspanning. Met de voorspanmodule in dit programma is relatief eenvoudig een goed voorspanverloop te benaderen, zeker nu nadere gegevens hierover ontbreken.

Voor de niet-uniforme belastingen moet een 'meewerkende plaatbreedte' bepaald worden. ALP verrekent met de theorie van Guyon Massonnet de verdeling van dergelijke lasten over de breedte van het brugdek.

Voor buigend moment biedt dit een goede benadering (hele brugdek werkt mee), maar voor dwarskracht is het gebruik van een ander spreidingsmodel nodig. Om die reden is er ook een EEM-model gemaakt in het pakket SCIA. Dat model is gebruikt voor de krachtswerking op buiging uit bijkomende belastingen.

In ALP is gebruik gemaakt van elastische materiaaleigenschappen, waarbij gerekend is met een fictieve stijfheid van $E = (35/1,5 \times 0,85)/0,0175 = 11.333 \text{ N/mm}^2$ voor het beton. De poisson ratio is gelijk aan $\nu = 0,15$ gehouden (niet van invloed op de gelijkmatig verdeelde lasten uit eigen gewicht en voorspanning). De RBK geeft geen regels over de elementgrootte voor liggermodellen, maar uit eigen ervaring volgt dat bij berekeningen in ALP de beste resultaten worden behaald als de elementgrootte wordt afgestemd op ca. $L/h = 1,0$. Dit is een fijner 'elementennet' dan standaard in ALP gehanteerd wordt. Bijlage 5 toont de in- en uitvoer van ALP.

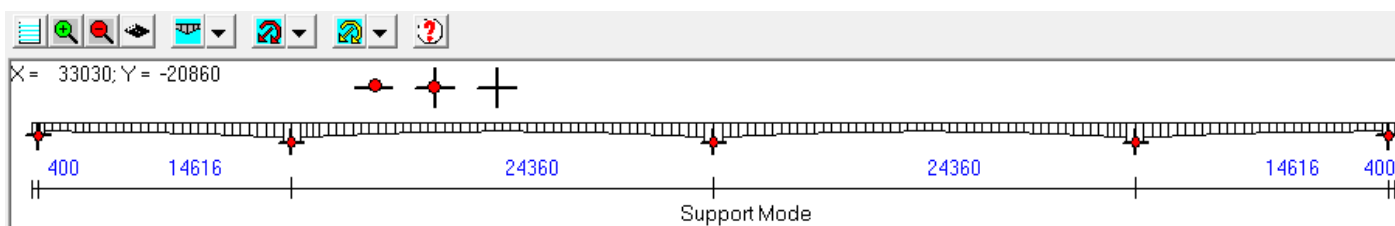
Het dek bestaat uit 4 overspanningen en 5 opleglijnen. Door de wijziging van het constructietype in de aannemingsovereenkomst is ook het oplegsysteem niet meer zoals op [T1]. De inspectie toont aan dat bij elk van de tussensteunpunten 4x 2 opleggingen 510x310x55 mm aanwezig zijn en bij elk landhoofd 5 opleggingen 400x250x55 mm. De opleggingen zijn rubber oplegblokken van het type B met stalen platen, rubber tussenlagen en een rubber omhulsel.

De opbouw van de blokken is onbekend. ALP is een liggermodel en dus is er enkel te rekenen met een 'lijnoplegging'. Het gaat dan vooral om de stijfheidsverdeling over de steunpunten. Eerst zijn er starre blokken toegepast om het verschil in oplegreactie onder eigengewicht te bepalen. De RBK stelt als benadering voor de verticale stijfheid een zakking van 1 mm onder eigengewicht. De (afgeronde) oplegreacties onder eigengewicht over de gehele dekbreedte:

- Steunpunten S1 = S5 $R_v = 1000 \text{ kN}$
- Steunpunten S2 = S4 $R_v = 5500 \text{ kN}$
- Steunpunt S3 $R_v = 6000 \text{ kN}$

Er geldt:

- ⇒ Het verschil in oplegreactie tussen de tussensteunpunten is beperkt. De gemiddelde oplegreactie is ruim een factor 5 hoger dan bij de eindsteunpunten. Dit wordt versterkt door het verloop van het dek.
- ⇒ Voor de uniforme lasten uit eigen gewicht en voorspanning is de impact van de stijfheid van de opleglijnen beperkt, de onderlinge verhouding is belangrijker. De algemene benadering volgens de RBK is in dit model gehanteerd. De horizontale veerstijfheid is gesteld op 1/100 ervan.



Figuur 12: Oplegsysteem en veldlengten in ALP

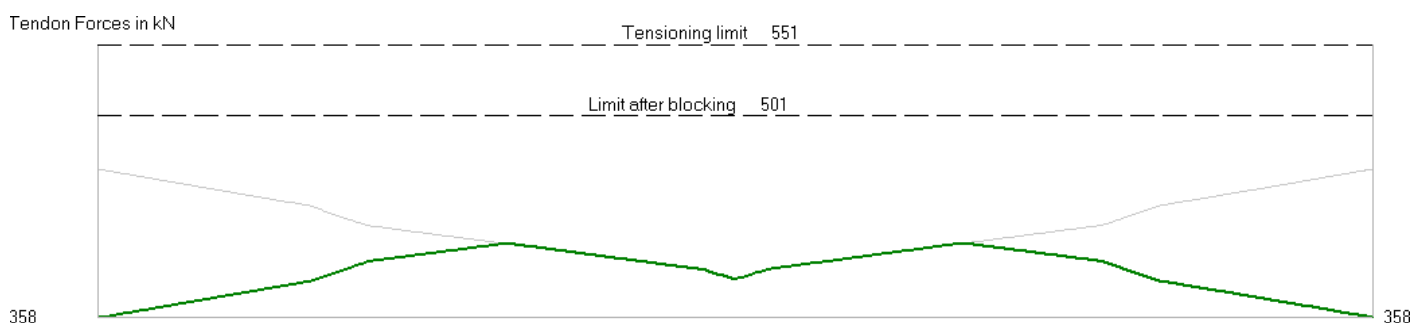
5.2.2 Voorspanning

Het voorspanverloop is niet bekend. Vanuit eigen kennis en ervaring zijn er voor het verloop onderbouwde uitgangspunten gedaan. In ALP is het voorspanverloop dan ook praktisch benaderd, waarbij handmatig een aanvangsvoorspanning van $\sigma_p = 0,60 \times 1670 = 1002 \text{ N/mm}^2$ is ingevoerd (zonder tijdsafhankelijke verliezen). Voor de tijdsafhankelijke voorspanverliezen is 20% aangehouden. In ALP is het wrijvingsverlies (en ook het verlies door wigzetting) direct verrekend uitgaande van relatief hoge waarden voor de wrijving ($\mu = 0,26$), de wobble-factor ($\kappa = 0,01$) en de wigzetting (14 mm) volgens de RBK v1.1/1.2(.1).

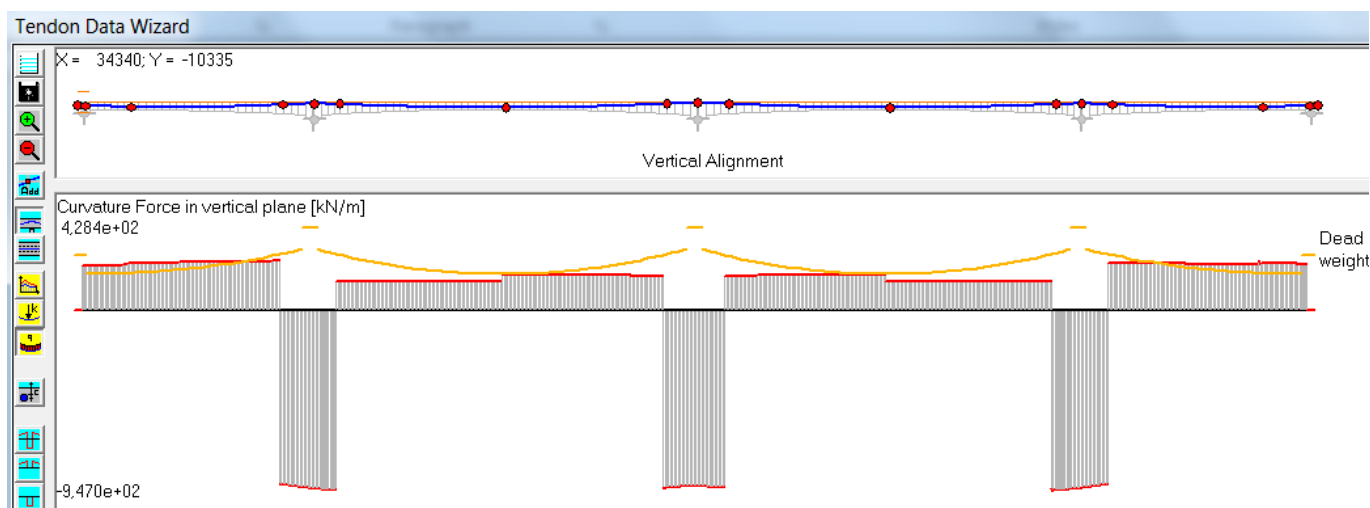
Door gebruik te maken van de voorspanmodule in het liggerprogramma ALP is met minimale informatie een goede benadering van de voorspanning te krijgen. Belangrijke aannamen:

- Omhulling voorspanstaal = 45 mm en dekking is minimaal 50 mm;
- Kromtestraal bij de tussensteunpunten is aangehouden op 40 m (gangbaar bij dit type constructies);
- De voorspanning grijpt aan in het hart van de plaat nabij de eindsteunpunten ($h/2 = 250$ mm), waarbij is uitgegaan dat de voorspanning over de eerste meter recht verloopt;
- De voorspanning ligt maximaal onderin in het midden van de tussenvelden (op 100 mm van onder) en maximaal bovenin bij het centrale tussensteunpunt (op 100 mm van boven). Overigens is die maat van 100 mm nog conservatief want minimum van 75-80 mm werd origineel zelfs toegestaan;
- De voorspanning ligt niet maximaal bovenin bij de steunpunten S2=S4 (aanname: 150 mm van boven);
- De voorspanning ligt niet maximaal onderin in de eindvelden, omdat dit niet nodig is en omdat het gangbaar is dat de voorspandruk vergelijkbaar is met de tussenvelden. Het buigpunt is geschoven om de voorspandruk gelijkmatig in het gehele veld te krijgen.

De resulterende 'tendon forces' staan in Figuur 13. Gezien de lengte en het verwachte verloop van de kabels is uitgegaan van dubbelzijdig spannen. Figuur 14 toont het gehanteerde voorspanverloop en de bijbehorende kromtedrukken over de lengte. Het eigen gewicht van de brug wordt dus (grotendeels) gebalanceerd door de (werk)voorspanning. Dat duidt op een acceptabel verloop van de voorspanning.

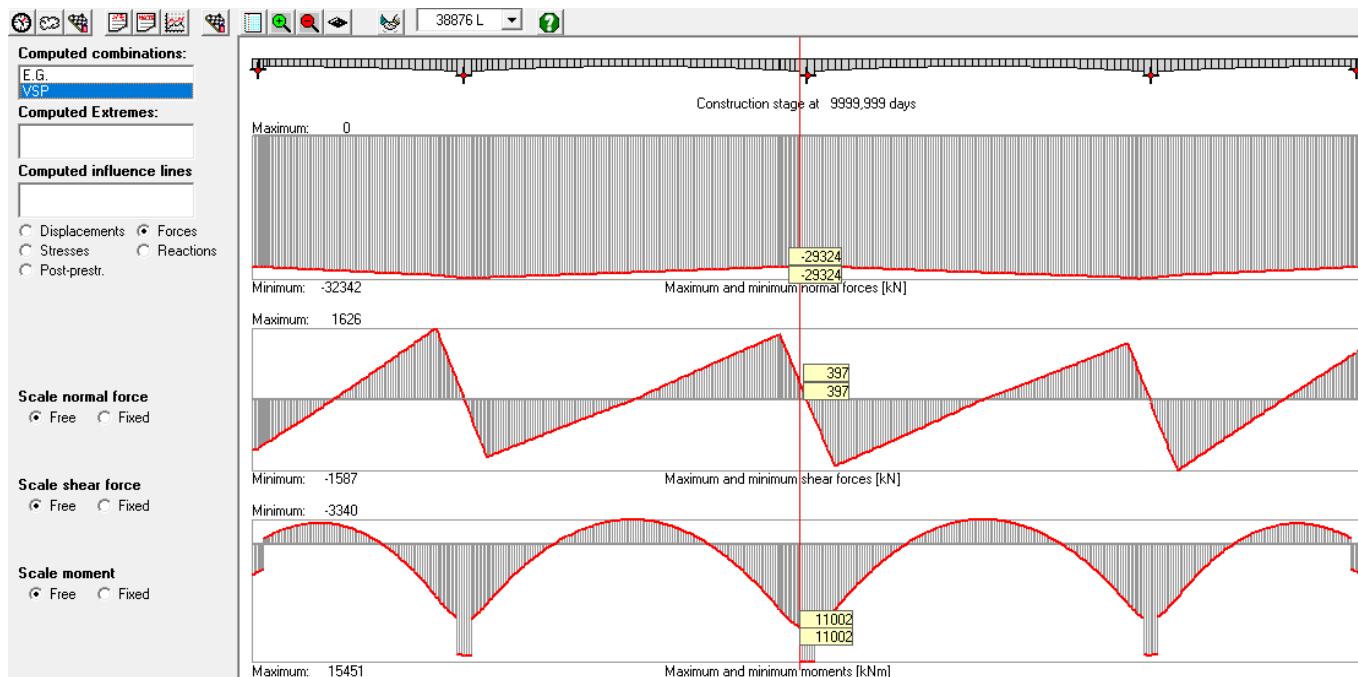


Figuur 13: 'Tendon forces' per kabel in ALP



Figuur 14: Gehanteerde voorspanverloop en bijbehorende kromtedrukken in ALP

Figuur 15 toont vervolgens de bijbehorende krachtswerking in de bovenbouw. De werkvoorspanning na invloed van de wigzetting is ca. 32.000 kN oftewel 730 N/mm^2 (= 44% van f_{pu}). Deze neemt af tot ca. 670 N/mm^2 (= 40% van f_{pu}) bij het centrale steunpunt. Deze waarden zijn relatief laag en dat komt vooral door de lage aanvangsspanning. Voor de toetsen op buiging is de invloed gering omdat een lagere werkvoorspanning dan maakt dat er meer 'restcapaciteit' aanwezig is in de voorspanning.



Figuur 15: Krachtswerking onder de aangenomen voorspanning

5.3 Modelling in SCIA voor mobiele belastingen

Voor het beoordelen van de bovenbouw op buiging en vooral dwarskracht onder de bijkomende lasten (rustende belastingen en verkeer) is er een model in het EEM-pakket SCIA gemaakt, zie Bijlage 6.

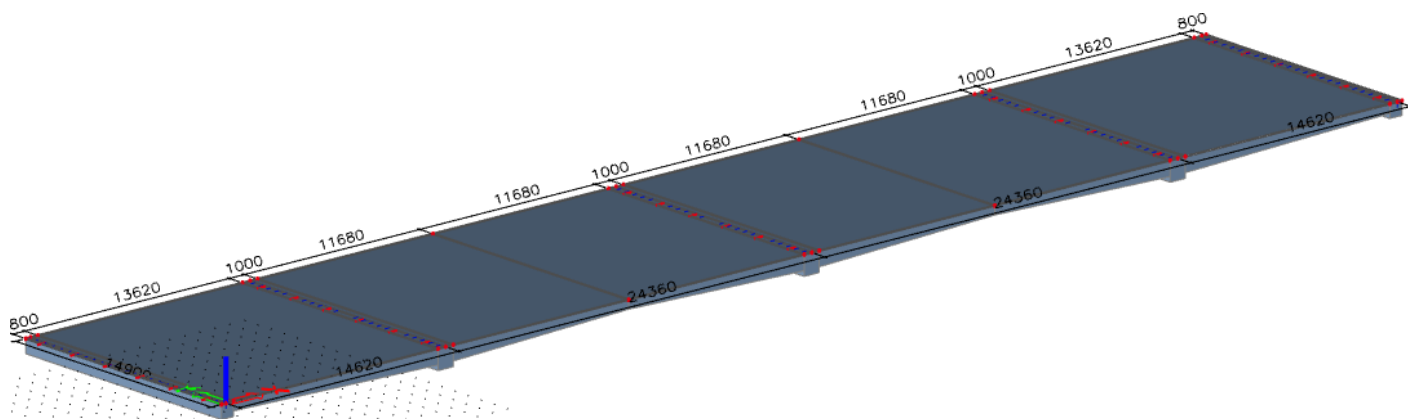
5.3.1 Modelopzet en materiaalgedrag

Orthotropie

De berekeningen zijn in SCIA uitgevoerd in een zogenaamd "Algemeen XYZ"-model. Dit modeltype geeft de meeste vrijheid in termen van modellering van de belastingen. Het elementennet is geconstrueerd met een basisgrootte van 0,25 m² per element (< 0,5 x h_{min}). Er is dan niet meer gewerkt met netverfijningen aan de vrije randen. Voor de krachtsverdeling is de theorie Mindlin-Reissner aangehouden.

Er is gekozen om het brugdek met een verlopende hoogte te modelleren, om zo het stijfheidsverschil in langsrichting zo goed mogelijk te verdisconteren. Het rekenen met een verlopende hoogte maakt dat er niet is te rekenen met orthotrope plaaieigenschappen terwijl er in werkelijkheid een duidelijk stijfheidsverschil is in langs- (voorgespannen) en dwarsrichting (gewapend). Dit is deels meegenomen door ook in SCIA te rekenen met een poisson ratio van $\nu = 0$. Voor het beton is er gerekend met een sterkte C35/45 met een stijfheid uitgaande van $E_{fic} = f_{cd}/1,75\% = (0,85 \times 35/1,5) / 1,75 \times 10^{-3} = 11.333 \text{ N/mm}^2$.

Ervaring leert dat orthotropo rekenen bij dit brugdektype de krachtswerking in langsrichting met <10% verhoogt. Die verhoging heeft dan alleen betrekking op de niet uniforme (dus mobiele) lasten, zodat er een marge van ca. 5% in de toetswaarden nodig is om dit effect te mogen negeren. Het wel meenemen van de orthotropie werkt de nauwkeurigheid van de berekening nu eerder tegen, omdat het knippen van de langsrichting in korte delen met constante dekdikte leidt tot discrete sprongen in krachtswerking. Het doel is en blijft het aantonen van de constructieve veiligheid van de brug onder het toekomstig gebruik.



Figuur 16: Oplegsysteem en veldlengten in ALP

Oplegcondities

Het brugdek ligt op rubber opleggingen type B en in dit geavanceerdere rekenmodel is de stijfheid ervan meegenomen en er ook niet meer uitgegaan van lijnopleggingen. De opleggingen zijn gemodelleerd als verende ondersteuning: lijnvormig over de lengte van het blok om te voorkomen dat te grote numerieke pieken ontstaan. De rotatiecomponenten ϕ_x , ϕ_z , ϕ_y zijn vrij aangehouden. De blokken zijn opgebouwd door binnen een rubberomhulling pakketten te stapelen met elk een rubberlaag tussen twee staalplaten.

De verticale veerstijfheid van de blokken is bepaald volgens de NEN-EN 1337-3, zie Bijlage 4. Er geldt:

- Bij de eindsteunpunten liggen 5 blokken 400x300x55 mm met elk een stijfheid van 280 MN/m' per blok en dus (700 MN/m)/m'. De buitenste blokken liggen op 1,2 m uit de rand, de tussenafstand is 3,125 m.
- Bij de tussensteunpunten liggen 4x 2 blokken 500x300x55 mm. De buitenste blokken liggen op 1,6 m uit de rand en de tussenafstand is 3,9 m. Per oplegpunt liggen de blokken ca. 20 cm uit elkaar. In deze lijnen zijn de beide blokken samengenomen tot een lijnoplegging van $2 \times (0,1 + 0,5 + 0,1) = 1,4$ m. De gecombineerde stijfheid van de twee blokken is aangehouden op $(2 \times 610 / 0,5) / 1,4 = 1740$ (MN/m')/m'.
- De horizontale stijfheid is gesteld op 1/100 van de verticale veerstijfheid.

5.3.2 Wijze van toetsen op moment en dwarskracht

Buigend moment – wapeningsmomenten

Door het toetsen van deze wapeningsmomenten is beoordeeld of de constructie voldoende capaciteit heeft. SCIA geeft deze momenten in de richtingen van het globale assenstelsel (x en y) voor de boven- en onderlaag (+ en -). Negatieve waarden bij de wapeningsmomenten hebben geen betekenis omdat het negatief buigend moment trek geeft in de andere wapeningslaag en daar afgelezen wordt.

Toepassing van middeling

Voor bepaling van de rekenwaarde van dwarskracht zijn de belastingaandelen in de toetssnede bepaald door middeling over een breedte 4xd volgens RBK v1.2. De nuttige hoogte verschilt afhankelijk van de toetssnede. Met SCIA is over de snede het gemiddelde bepaald. De toetssneden (op dwarskracht) liggen evenwijdig aan de opleglijn. Maatgevend is de overgang in dekdikte naast de dwarsbalken.

Bij de bepaling van de rekenwaarde van het buigend moment is de (last)spreading niet gegeven in de RBK. Algemeen geaccepteerd is een middeling over 2d. Hier is er conservatief gerekend vanuit de contourplots voor zowel de veldmomenten als steunpuntmomenten. Dit geeft een extra marge op de resultaten. Voor dit type (voorgespannen) constructies is buiging niet maatgevend boven dwarskracht.

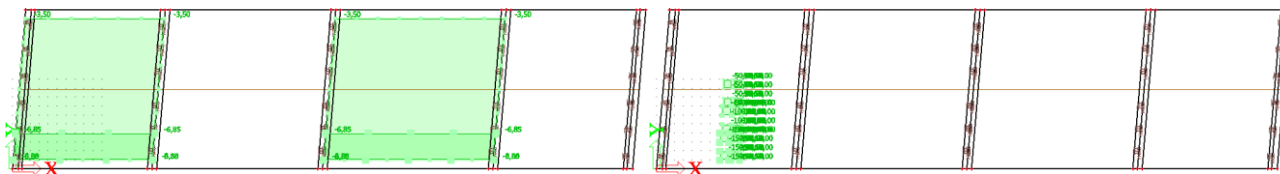
5.3.3 Toepassing van verkeerslasten

De aslasten zijn gespreid tot het hart van de betondoorsnede. Bij het toetsen op hoofdonderdelen zijn er twee deelgebieden en bijbehorende indelingen: huidige gebruik met een randafstand van 3,3 m en het gewenste toekomstig gebruik met een randafstand van 1,8 m. De symmetrie van de bovenbouw maakt dat de beide eindvelden gelijk zijn en de beide tussenvelden. Dat reduceert de te toetsen delen. Er is een verschil tussen de eind- en middenvelden in capaciteit (ligging van de kabels), daarom zijn beide getoetst.

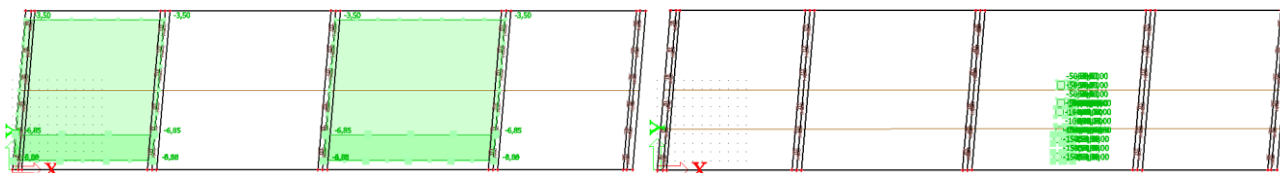
De aslasten mogen zijn gespreid tot het hart van het beton, waarbij er geldt $b_{\text{spreading;min}} = 0,4 + 2x (0,5/2 + 0,1) = 1,0$ m. Voor deze met een grotere dekdikte (dus dicht bij de tussensteunpunten) mag er meer zijn gespreid, maar dat is genegeerd. Het geeft verdeelde wiellasten van respectievelijk 150, 100 en 50 kN/m².

Voor het toetsen op buigend moment staan de laststelsels naast elkaar voor de rechte kruising. De maatgevende positioneringen van de mobiele belasting voor het buigend moment zijn bepaald via een invloedslijn in ALP met stappen van 0,1 m voor een puntlast van -100 kN. In het SCIA-model zijn de laststelsels handmatig geplaatst in het hart van de posities uit die invloedslijn. Er is nog lokaal gevarieerd om te valideren dat deze maatgevend zijn. De verdeelde verkeerslasten zijn via een schaakbordplaatsing maatgevend gecombineerd. Dit geeft de navolgende weergaven van UDL en TS per te toetsen onderdeel:

- Veldmoment veld 1 UDL op veld 1 en 3; TS op $x = 7,0$ m



- Veldmoment veld 3 UDL op veld 1 en 3; TS op $x = 44,3$ m (halverwege het tussenveld)



- Steunpuntmoment S2 UDL op veld 1, 2 en 4, TS op $x = 24$ m (aanliggende tussenveld)
- Steunpuntmoment S3 UDL op veld 2 en 3, TS op $x = 48$ m (aanliggende tussenveld)

In de toets op dwarskracht zijn de eind- en tussensteunpunten van belang door verschil in nuttige hoogte (en moment). De rechte kruising maakt dat er geen invloed is vanuit de scheefheid en dat de symmetrie te benutten is. Rekenen met de zware rijstrook aan de rand is maatgevend, net als in de toets op buiging.

De laststelsels zijn in het SCIA-model geplaatst dat de maximale dwarskracht optreedt. Dit gebeurt handmatig voor het dominante zwaarste laststelsel op $2.5d$ uit de toetssnede, zie par 5.5. In invloed van het 2^e laststelsel is beperkt en deze is handmatig gevarieerd: van naastliggend tot onder $4:3 = 37^\circ$ in het vlak. Gezien de bijdrage van het 2^e stelsel en de hoogte van de toetswaarden is er bepaald dat een verfijning van de positionering via lasttreinen niet nodig is omdat het de eindconclusies niet gaat wijzigen.

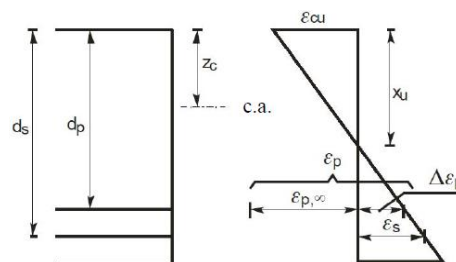
Net als bij het maximale steunpuntmoment staan voor het toetsen op dwarskracht bij tussensteunpunt 3 de velden 2 en 3 vol. Voor het beoordelen van steunpunten 2=4 staan de velden 1, 2 en 4 (of 1, 3 en 4) vol. Het eindsteunpunt is met deze positionering ook nog getoetst. Daar is de optredende dwarskracht laag maar ook de capaciteit minder hoog.

5.4 Toetsneden en bezwijkcapaciteit op buigend moment

De capaciteit van de doorsneden op buigend moment is bepaald voor de langsrichting (voorgespannen) en dwarsrichting (gewapend). De wapening in het brugdek is niet bekend. Voor de bezwijkcapaciteit in langsrichting is er conservatief enkel gerekend met het (dominante) aandeel uit voorspanning.

Momentcapaciteiten in langsrichting

De momentcapaciteit is handmatig berekend in Excel per toetsonderdeel, zie Bijlage 8 en Tabel 14. Er is gebruik gemaakt van het bilineaire σ, ϵ -diagram voor het beton. Het aandeel uit de (geringe) betonstaal-wapening in langsrichting is genegeerd. De spanning in het voorspanstaal is eveneens in het bilineaire diagram bepaald, maar hier is een hellende 2^e tak toegepast. Voor de capaciteit van het steunpuntmoment is de hoogte van het dek aangehouden, zodat de maatgevende snede is getoetst.



Positie	h [mm]	d _s [mm]	d _p [mm]	σ_{pw} [MPa]	M _{Rd} [kNm]
Veld 1=4 (maximaal moment, x = 6272L)	556	-	350	684	715
Veld 2=3 (maximaal moment, x = 26727L)	500	-	400	705	765
Steunpunt 2=4	850	-	650	729	1640
Steunpunt 3	850	-	700	668	1780

Tabel 14: Momentcapaciteiten in langsrichting

Temperatuurinvloed en krimp/kruip hoeven niet te zijn verrekend omdat er voldoende rotatiecapaciteit en ductiliteit aanwezig is. De toets op ductiliteit volgens art. 5.6.2(2) van NEN 1992-1-1 is niet aan de orde bij deze lineair-elastische berekening waarbij alleen de capaciteit uit het voorspanstaal is meegerekend. De rotatiecapaciteit volgens NEN-EN 1992-2, art. 5.5 is voldoende om de aannamen gestand te doen.

Momentcapaciteiten in dwarsrichting

De wapening in het brugdek is onbekend. Vergelijkbare objecten qua type, functionaliteit en stichtingsjaar (ontwerpbasis en materiaalkwaliteit) hebben veelal een wapening van minimaal $\varnothing 20$ -200 mm (meestal ligt er aanmerkelijk meer). De ondergrens geeft in de tussenvelden (velden 2 en 3) een bezwijkcapaciteit van M_{Rd} = 150 kNm/m. Dit komt overeen met ca. 20% van de bezwijkcapaciteit op buiging in langsrichting uit enkel voorspanning. Dit bevestigt de aangenomen wapening als een ondergrens. Volgens de destijds geldende GBV-richtlijnen mag namelijk in geen enkel plaatgedeelte de dwarswapening minder bedragen dan 20% van de bijbehorende hoofdwapening.

5.5 Toetsneden en bezwijkcapaciteit op dwarskracht

De dwarskrachtcapaciteit is bepaald voor de langsrichting (voorgespannen plaat) en de dwarsrichting (gewapende balk). Voor het toetsen op dwarskracht is er een rekenmodel in SCIA gemaakt. De toets is uitgevoerd voor het centrale tussensteunpunt (S3), voor het buitenste tussensteunpunt (S2=S4) en voor het eindsteunpunt (S1=S5). Door de rechte kruising en symmetrie is het aantal toetsneden beperkt.

Voor de doorgaande tussensteunpunten is de toets op afschuiftrekbreuk niet toegestaan. Voor het eindsteunpunt is het gezien als een verfijning. De vorm van de bovenbouw maakt dat het eindsteunpunt nooit maatgevend zal zijn. Er is daarom volstaan met de toetsen op afschuifbuigbreuk in een gescheurd gebied.

5.5.1 Toetswijze volgens Eurocode met NEN8700-serie en RBK v1.2(.1)

Er is sprake van een wijziging in aanpak tussen de RBKv1.1 (en NEN8702:2018-Ontw) en RBK v1.2(.1). Voor de toets op afschuifbuigbreuk mocht tot voor kort bij voorgespannen beton op rubber oplegblokken zijn verondersteld dat een scheurvlak zich schuin onder 30° ontwikkelt vanuit de dag van de oplegging en dat belasting aan de bovenzijde direct wordt afgedragen. Er moest enkel zijn gecontroleerd of de betondrukdiagonaal de afschuifspanning aankan. Er was geen onderscheid in ligger- of plaatconstructies. Via de RBK v1.2(.1) en NEN 8702:2018-Ontw is die hoek beperkt door een afhankelijkheid van de betondrukspanning: alleen voor $\sigma_{cp} > 5$ MPa geldt nog de hoek $\Theta = 30^\circ$ (in de praktijk dus bij liggers), voor waarden tussen 0 MPa en 5 MPa moet er lineair zijn geïnterpoleerd ter bepaling van de hoek Θ . Hier geldt er dan:

- Eindsteunpunt $\sigma_{cp} = 29.720 \times 10^3 / (14.900 \times 500) = 4,0$ MPa $\Theta = 33^\circ$
- Buitenste tussensteunpunten $\sigma_{cp} = 32.100 \times 10^3 / (14.900 \times 850) = 2,5$ MPa $\Theta = 37,5^\circ$
- Centraal tussensteunpunt $\sigma_{cp} = 29.300 \times 10^3 / (14.900 \times 850) = 2,3$ MPa $\Theta = 38^\circ$

De RBK v1.2(.1) benoemt in afwijking van v1.1 en van NEN 8702:2018-Ontw afwijkende verificatieregels voor massieve platen, zie par. 6.2.2.2 van RBK v1.2(.1). Nu er is gezocht naar een zo toekomstbestendig mogelijk advies, zijn deze afwijkende regels volgens de richtlijn van Rijkswaterstaat toegepast. Het vormt de laatste stand van de techniek/inzichten en het is vrijwel zeker dat het wordt opgenomen in NEN 8702. Het betekent het volgende voor het toetsen van het massieve voorgespannen brugdek (rechte kruising):

- Er geldt geen schuin scheurvlak meer, maar een verticaal scheurvlak → dit verhoogt de optredende krachtswerking, zeker ook omdat het gunstige aandeel uit voorspanning sterk vermindert (het effect van de kromming is minder dicht bij het tussensteunpunt)
- Het toetsen op afschuifbuigbreuk is niet nodig voor vlakken die dicht bij een afstand d_e vanaf de dag van de oplegging/dwarsbalk zijn gelegen → dit compenseert het voorgaande punt enigszins, maar er is gekozen om deze stap niet door te voeren: door te toetsen in de dag van de dwarsbalk blijft het advies marge houden en toekomstbestendig(er).
- De mobiele lasten (met spreiding tot bovenzijde van het dek) mogen dan staan op $2.5d$ vanaf de dag van de oplegging/dwarsbalk → de geconcentreerde belasting mag iets verderaf staan (2.5 ipv $2d$).
- In de berekening met het EEM-model mag de rekenwaarde van de optredende dwarskracht zijn bepaald door middeling over $4xd$ → ongewijzigd.
- Voor het berekenen van de langswapening in het verticale verificatievlak moet in het door buiging gescheurde deel de momentenlijn over een afstand d zijn verschoven in ongunstige richting → voor het toetsen op buiging is de dag van de oplegging genomen en bij de tussensteunpunten in de toets op buiging is dit verder niet relevant (trekband is vanwege de voorspanning altijd gewaarborgd).

En verder geldt er:

- De plaatfactor $k_{cap} = 1,2$ geldt voor monoliete massieve delen van platen met lijnvormige ondersteuning (dus gewapend of voorgespannen). Een plaat is lijnvormig ondersteund te veronderstellen als aan de volgende twee voorwaarden is voldaan:
 - o de afstand tussen de opleggingen is niet groter dan $5d_1$ (d_1 kan betrekking hebben op de plaatdikte of de dikte van de dwarsdrager) → door de interne dwarsbalk is er hier zeker aan voldaan
 - o bij een dwarsdrager is de langswapening aan de onderzijde van de plaat gepositioneerd boven de langswapening in de dwarsdrager → door de interne dwarsbalk is 300 mm hoger dan het aanliggende dek, dus hier is zeker aan voldaan ondanks dat de langswapening niet bekend is.
- De langswapening in zachtstaal nabij de steunpunten is onbekend. Gezien het bouwjaar is er zeker glad staal toegepast, dus met een relatief lage vloeigrens van 240 N/mm². Dat maakt dus dat de hoeveelheid wapening A_s dan vrij hoog is. Dit verhoogt de waarden ρ_l en d_e en werkt gunstig. Volledigheidshalve is de dwarskrachtcapaciteit enkel gebaseerd op de voorspanning.

- Vanwege de dwarsbalk ($b = 1,0 \text{ m} / h = 1,15 \text{ m}$) ligt de maatgevende snede bij de tussensteunpunten op de overgang tussen deze dwarsbalk en het dek ($h = 0,85 \text{ m}$). De dwarskrachtcapaciteit neemt af richting het veld door de afnemende nuttige hoogte (via dekdikte en voorspanverloop), maar de dwarskracht neemt ook sterk af naarmate de afstand tot het steunpunt toeneemt: meer spreiding van aslasten en gunstige bijdrage uit voorspanning over enkele meters. Dit maakt dat er is te volstaan met het toetsen van de verticale snede in de dag van de oplegbalk. Veiligheidshalve is de nuttige hoogte bepaald op een afstand d_e , wat neerkomt op een reductie van ca. 50 mm. Bij het eindsteunpunt neemt de nuttige hoogte toe van het steunpunt af terwijl de optredende dwarskracht dan afneemt. Het toetsen van enkel de dag van de dwarsbalk volstaat hier.

5.5.2 Dwarskrachtcapaciteiten in langs- en dwarsrichting

Er is getoetst op afschuifbuigbreuk. Het optellen van aandelen uit beton en beugels is niet aan de orde omdat er in de plaatconstructie geen/nauwelijks dwarskrachtwapening aanwezig is. De (geringe) bijdrage uit eventueel opgebogen wapeningstaven QR24 is genegeerd, omdat daar niks bekend over is. De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,cb}$ is bepaald via formule 3.9a van RBK v1.2.1. De ondergrens via formule 3.9b (en 3.10) is meegenomen, maar niet maatgevend. Aandachtspunten:

- De betonsterkte is aangehouden op C35/45 en er is gerekend met een plaatfactor $k_{cap} = 1.2$;
- Het wapeningspercentage is enkel gebaseerd op de voorspanning.
- De toetssneden liggen in de dag van de dwarsbalk en via RBK v1.2.1 is getoetst met verticale sneden.

Eindsteunpunten	S1=S5	500	850	850		dekdikte toetssnede
Buitenste tussensteunpunten	S2=S4	1000	1000	1000		breedte (capaciteit per m' breedte)
Centraal tussensteunpunt	S3	677	731	668		$F_{pw}/(n_p \times A_p)$ met F_{pw} uit ALP
Nuttige hoogte wapeningsstaal	d_s				mm	Zachtstaalwapening niet meegerekend
Nuttige hoogte voorspanstaal	d_p	290	600	650	mm	Aanname van een voorspanverloop
Doorsnede voorspanstaal	$A_{p,bruto}$	2946	2946	2946	mm ²	$n_p = 6,4 \text{ stuks/m}'$ $A_{p,k} = 462 \text{ mm}^2$
Plaatfactor massieve plaatconstructie	k_{cap}	1,2	1,2	1,2	-	zie RBK: aan de voorwaarden is voldaan
Basisfactor hoogte-effect	k	1,83	1,58	1,55	-	$1 + \sqrt{(200/d)} \leq 2,0$
Wapeningspercentage	ρ	1,0%	0,5%	0,5%	-	$A_{p,bruto} \times \sigma_{pw}$
Normaaldrukspanning beton	σ_{cp}	4,0	2,5	2,3	MPa	$N_{Ed}/(b \times h) < 0,4 \times f_{cd}$
Dwarskrachtcapaciteit RBK vgl. 3.9a	$V_{Rd,cb}$	1,46	0,97	0,91	MPa	$V_{Rd,cb} = 0,12 \times k_{cap} \times k \times (100 \times \rho_l \times f_{ck})^{1/3} + 0,15 \times \sigma_{cp}$
Correctiefactor voor betonstaalopp.	k_b	1,0	1,0	1,0	-	Capaciteit enkel obv voorspanning
Hoogtefactor	k_h	2,9	2,0	1,9	-	$k_h = 4,2e^{-(d/800)} \leq 3,4$
Min. dwarskrachtcapaciteit (vgl. 3.9b)	v_{min}	1,39	0,92	0,85	MPa	$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{(3/2)} f_{ck}^{(1/2)}$
Bezwijkcapaciteit afschuifbuigbreuk	$V_{Rd,cb}$	425	580	590	kN/m'	$V_{Rd,cb} = \max(V_{Rd,cb}; v_{min}) b d$

De toetsen op dwarskracht van de interne dwarsbalken bij de tussen- en eindsteunpunten zijn niet nader uitgewerkt omdat deze zeker voldoen. De capaciteit is relatief hoog terwijl de optredende belastingen onder toepassing van de rekenregels uit de Eurocode en/of RBK v1.2 laag zijn vanwege de toegestane directe krachtafdracht. Bij de eindsteunpunten liggen de blokken iets dichter bij elkaar en is de belasting ook nog aanzienlijk lager. Bij de tussensteunpunten liggen er 4x 2 blokken op een onderlinge afstand van 3,9 m. Ook dit benadert al een lijnoplegging vanwege de hoge interne dwarsbalk. De dwarsbelasting door dwarskracht (en ook buigend moment) is dan laag. Het daadwerkelijk toetsen ervan is niet nodig en ook niet mogelijk omdat de dwarswapening in niet bekend is. Dit vormt echter geen risico.

6 REKENRESULTATEN EN TOETSEN

Het toetsen van de krachtswerking op sterkte gebeurt onder werkelijk gebruik (All). Extra uitgangspunten:

- Beoordelingsniveau: **'gebruik'** volgens RBK v1.2.1 (gelijk aan NEN 8700:2011/A1:2020);
- Gevolgklasse: **CC3** (bovengrens, vanwege het overspannen van het Wilhelminakanaal);
- **Normatief BM1** uit NEN-EN 1991-2 (bovengrens):
 - o geen reductiefactoren toegepast voor verkeerstrend of referentieperiode;
 - o geen reductie toegepast voor het werkelijke aantal zware voertuigen per jaar per rijstrook.
- Er is gerekend op All-V1 met een randafstand = 1,8 m. Verkeer op het fietspad is, in afwijking van de beoordeling in 2016, niet gezien als All-V2 maar als calamiteit via art. 4.7.3.1 (2) van NEN-EN 1991-2.

'CC3-Gebruik', 6.10b	bel. factor	reductie $\alpha_{trend} \times \psi_t$	reductie N_{obs}	combin. factor	totaal 6.10b
eigengewicht	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
voorspanning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
rustende bel.	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
mobiel - UDL	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - TS	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - fietspad	1,30	1,00	1,00	0,40	0,52

6.1 Toetsen op buigend moment

6.1.1 Moment in langsrichting

Voor de toetsen van de langsmomenten is de symmetrie van het brugdek benut. Er is getoetst in een eindveld (veld 1 = veld 4), een tussenveld (veld 2 = veld 3), bij de buitenste tussensteunpunten (S2 = S4) en bij het centrale tussensteunpunt (= S3). De positie van het maximale moment uit de permanente lasten (eigengewicht en voorspanning) komt in het eindveld niet helemaal overeen met het maximale moment uit nuttige belastingen. Dit is ondervangen door de maximale effecten te combineren. Dat is conservatief, maar ook dan is het eindveld niet maatgevend boven de andere delen. Een verfijning is niet nodig.

De toetsen zijn uitgevoerd voor het werkelijk gebruik met onderscheid in regulier gebruik (toekomstig gebruik is dan ongunstiger dan het huidig gebruik) en met verkeer op het fietspad tot de rand als een calamiteit. Tabel 18 toont een uitsplitsing van de krachtswerking op buiging per locatie.

BM1 - situatie All (toekomstig gebruik)		eindveld (1=4) M [kNm/m]	stpt 2 - v1 M [kNm/m]	stpt 2 - v2 M [kNm/m]	tussenveld (2=3) M [kNm/m]	stpt 3 (-v2=-v3) M [kNm/m]
EG	ALP	109		-643	217	-828
VSP	ALP	-192		660	-221	727
RB	BG2	29		-160	60	-220
UDL/All - v1+v3	BG3	89		X	93	X
UDL/All - v1+v2+v4	BG4	X		-220	X	X
UDL/All - v2+v3	BG5	X		X	X	-251
TS/All - v1 (M)	BG11	250		X	X	X
TS/All - v3 (M)	BG12	X		X	250	X
TS/All - S2 (M)	BG13	X		-312	X	X
TS/All - S3 (M)	BG14	X		X	X	-254
F/V - v1+v3	BG21	67		X	72	X
F/V - v1+v2+v4	BG22	X		-133	X	X
F/V - v2+v3	BG23	X		X	X	-148

Het verrekenen van de belasting- en combinatiefactoren geeft de totale M_{Ed} per positie. De navolgende tabel toot de verrekening van de representatieve afzonderlijke aandelen tot een rekenwaarde per locatie. De toetsen op buiging voldoen met $uc = 0,7$ onder het toekomstig regulier gebruik, waarbij er conservatief is gerekend op basis van contourplots en zonder reducties voor verkeerstrend, -intensiteit en de verkorte referentieperiode. De verdeling van momenten is consistent over de lengte van het dek en dat 'bevestigt' het aangenomen voorspanverloop. De marges zijn zodanig dat verfijnen ervan geen meerwaarde heeft.

		eindveld (1=4)	stpt 2 - v1	stpt 2 - v2	tussenveld (2=3)	stpt 3 (-v2=-v3)
		M [kNm/m]	M [kNm/m]	M [kNm/m]	M [kNm/m]	M [kNm/m]
6.10a						
6.10b	EG	124		-736	249	-948
	VSP	-192		660	-221	727
	RB	33		-183	69	-252
	UDL	111		-274	116	-312
	TS	311		-388	311	-316
	F/V	35		-69	37	-77
	$M_{Ed;6.10b}$	423		-991	561	-1179
	M_{Rd}	714		-1640	766	-1780
	uc	0,59		0,60	0,73	0,66

Het brugdek heeft een gelijke bezwijkcapaciteit over de breedte. Zeker nu de rijbaan excentrischer op het brugdek ligt is de situatie met verkeer op het fietspad via art. 4.7.3.1 (2) van NEN-EN 1991-2 ruimschoots niet maatgevend boven het regulier toekomstig gebruik. Situatie AII-V2 tot op het fietspad tot aan de rand is niet als realistisch gezien, maar zelfs dan blijven de toetsen op buiging nog voldoen ($uc = 0,9$). In de toekomst worden er voertuigkeringen voorzien aan weerszijde van de rijbaan. Een dienstvoertuig op het brede fietspad aan de westzijde is op basis hiervan dan ook zeker toegestaan.

De ruime marges in de beoordeling op buiging onder het normatief BM1 past bij het constructietype als massief voorgespannen plaat. Dit ondanks de eerder vastgesteld slankheid van het dek. Een oorzaak ligt in het ontwerp volgens de eerste richtlijnen van voorgespannen beton, waarin een (extra) hoge overall factor op breukveiligheid gold. Bovendien is de capaciteitsbepaling vrij ongevoelig voor normensprongen.

6.1.2 Moment in dwarsrichting

De toets van het moment in dwarsrichting is kwalitatief uitgevoerd omdat wapeningsgegevens ontbreken.

De dwarsmomenten door eigengewicht en voorspanning zijn min of meer in evenwicht en ook gelijkmatig verdeeld over de dekbreedte. Deze veroorzaken geen noemenswaardige dwarsmomenten. Dat geldt hier ook voor de rustende belastingen: er zijn geen hoge schampkanten of zware randelementen aanwezig, dus het geheel is gemodelleerd als een constante belasting overeenkomend met ca. 130 mm asfalt via $q = 3 \text{ kN/m}^2$. Dit dwarsmoment uit die belasting(en) is ook te negeren.

Het maatgevende dwarsmoment volgt dan enkel uit de niet-uniforme mobiele lasten. In werkelijkheid is het dek veel stijver in langsrichting (voorgespannen) dan in dwarsrichting (gewapend en dus gescheurd), zodat het dwarsmoment uit die mobiele ook laag is. Er is meer dan voldoende restmarge in langsrichting aanwezig om waar nodig een hoge mate van herverdeling toe te staan. De dwarsrichting vormt geen risico. Er is geen noodzaak tot het vaststellen van die wapening via nader onderzoek aan het brugdek.

Voor de dwarsbalken geldt dat er meerdere opleggingen zijn toegepast, zodat de tussenafstand ervan steeds $< 5d$ is. Dit maakt dat het rekenkundig een lijnoplegging benadert en het risico ook daar laag is.

6.2 Toetsen op dwarskracht

6.2.1 Dwarskracht in langsrichting

Er zijn drie sneden getoetst: ter plaatse van het eindsteunpunt S1=S5, bij het buitenste tussensteunpunt S2 (=S4; zijde tussenveld) en bij het centrale tussensteunpunt (= S3). De dwarskracht door eigen gewicht en voorspanning volgen uit ALP aangezien deze belastingen constant over de breedte van het dek zijn.

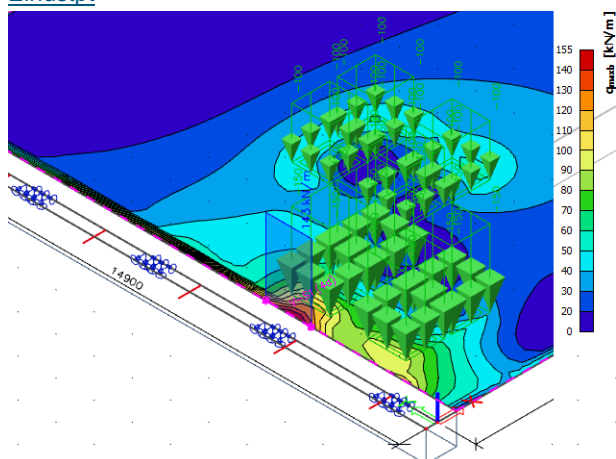
De toetsensneden liggen per steunpunt in de dag van de dwarsbalk. Er is getoetst met een verticale snede met een middelingslengte van $4d$ voor de krachtswerking uit de losse belastingaandelen. Dat is conservatief, maar toekomstbestendig mochten inzichten wijzigingen bij de definitieve NEN 8702. Verder:

- De gunstige (geringe) bijdrage uit het hoogteverloop van het brugdek is genegeerd;
- Reductie van de dwarskracht door voorspanning is bepaald op een afstand d_e vanaf die snede.
- De aslasten zijn gezet op een afstand $2.5d$ vanaf de dag van de dwarsbalk, maar wel gecorrigeerd met $0,25$ m om te verrekenen dat deze al deels zijn gespreid tot in het beton.
- Het 2^e stelsel is een keer naast het 1^e stelsel gezet en een keer op 3 m (45°) en 4 m (37°) naar achter om zo de maatgevende situatie mee te nemen in de toetsen.

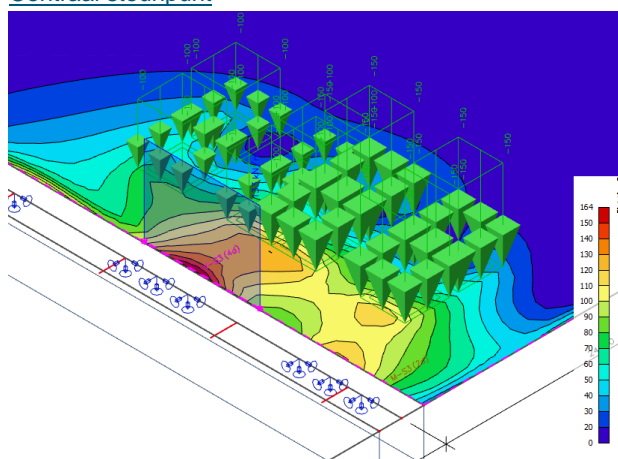
De toetsen zijn uitgevoerd voor het werkelijk gebruik met onderscheid in regulier gebruik (toekomstig gebruik is dan ongunstiger dan het huidig gebruik) en in tijdelijk verkeerd gebruik met verkeer op het fietspad tot de rand. Tabel 18 toont een uitsplitsing van de krachtswerking op buiging per locatie.

BM1 - situatie All (toekomstig gebruik)		eindstpt (S1=S5) V [kN/m]	tussenstpt (S2=S4), zijde ev V [kN/m]	tussenstpt (S2=S4), zijde tv V [kN/m]	centraal stpt (= S3) V [kN/m]
EG	ALP	48		172	188
VSP	ALP	-69		-59	-58
RB	BG2	14		47	50
UDL/All - v1+v3	BG3	46		X	X
UDL/All - v1+v2+v4	BG4	X		67	X
UDL/All - v2+v3	BG5	X		X	62
TS/All - S3 (V)	BG15	X		X	133
TS/All - S2 (V)	BG16	X		141	X
TS/All - S1 (V)	BG17	142		X	X
F/V - v1+v3	BG21	17		X	X
F/V - v1+v2+v4	BG22	X		24	X
F/V - v2+v3	BG23	X		X	22

Eindstpt



Centraal steunpunt



Het verrekenen van de belasting- en combinatiefactoren geeft de totale M_{Ed} per positie. De navolgende tabel toont de verrekening van de representatieve afzonderlijke aandelen tot een rekenwaarde per locatie. De toetsen op dwarskracht voldoen met $uc = 0,8$ onder het toekomstig regulier gebruik, waarbij er nog conservatief is gerekend zonder enige reducties voor verkeerstrend, verkeersintensiteit en de verkorte referentieperiode. Net als op buiging geldt ook hier dat een calamiteit met verkeer op de het fietspad ruimschoots niet maatgevend is boven deze situatie. Verkeer over het fietspad leiden (AII-V2) gebeurt niet, maar zelfs dan is er nog te voldoen in de toets op dwarskracht ($uc = 0,9$ afhankelijk van verfijning).

		<u>eindstpt</u> (S1=S5) V [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde ev V [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde tv V [kN/m]	<u>centraal stpt</u> (= S3) V [kN/m]
6.10a					
6.10b	EG	55		197	216
	VSP	-69		-59	-58
	RB	16		54	57
	UDL	57		83	77
	TS	177		176	166
	F/V	9		12	11
	$V_{Ed;6.10b}$	245		464	469
	V_{Rd}	425		580	590
	uc	0,58		0,80	0,80

Het brugdek heeft een gelijke bezwijkcapaciteit over de breedte. Nu de rijbaan excentrischer op het dek ligt is de situatie met verkeer op het fietspad niet maatgevend boven het regulier toekomstig gebruik. In de toekomst worden er voertuigkeringen voorzien aan weerszijden van de rijbaan, zodat zwaar verkeer dan van die randen/paden blijft. Een dienstvoertuig op het brede fietspad is ook qua dwarskracht toegestaan.

De marges in de toets zijn zodanig dat het verfijnen van het voerspanverloop via nader onderzoek geen meerwaarde heeft. De gevonden toetswaarden zijn nog extra conservatief omdat bij het bepalen van de bezwijkcapaciteit het aandeel uit betonstaal (in p en d_s) is genegeerd. Dit vergroot de capaciteit naar verwachting met 5-10%, maar ook voor het betonstaal geldt dat nader onderzoek ernaar niet nodig is.

De ruime marges in de beoordeling op dwarskracht onder het normatief BM1 past bij het constructietype als massief voorgespannen plaat. In vergelijking met voorgaande risicobeoordeling uit 2016 zijn de toetswaarden op dwarskracht iets verlaagd ondanks dat de rijbaan excentrischer ligt. De hoofdreden is het nu nauwkeuriger modelleren van het dek. De destijds gebruikte rekensheet volstond, maar was conservatief.

6.2.2 Dwarskracht in dwarsrichting

De toetsen op dwarskracht van de interne dwarsbalken bij de tussen- en eindsteunpunten zijn niet nader uitgewerkt omdat deze zeker voldoen. De capaciteit is relatief hoog terwijl de optredende belastingen onder toepassing van de rekenregels uit de Eurocode en/of RBK v1.1 laag zijn, vooral door de toegestane directe krachtsafdracht. Bij de eindsteunpunten liggen de blokken verder uit elkaar maar is de belasting ook lager. Bij de tussensteunpunten liggen 2x4 blokken verdeeld over de dekbreedte en dit benadert een lijnoplegging, zodat de optredende dwarsbelasting door dwarskracht (en ook buigend moment laag is).

6.3 Toetsen op vermoeiing

De vermoeiingsberekeningen zijn uitgevoerd met BM1(v) via NEN-EN 1991-2, art. 4.6.2. Voor vermoeiing zijn de permanente belastingen representatief verondersteld en is voor mobiele lasten gerekend met de vermoeiingscombinatie $0,7 \times Q_{ik}$, $0,3 \times Q_{ik}$ en $0,3 \times q_{rk}$. Dit is een (erg) conservatief model. Waar nodig zijn er aanvullingen en wijzigingen uit NEN-EN 1992-2(+NB), NEN8700-serie gebruikt. De toetsen op vermoeiing zijn uitgevoerd voor situatie All-v1 en huidig = toekomstig gebruik. Er is dan conservatief gerekend dat in de levensduur van de brug de weg al zo excentrisch heeft gelegen zoals nu beoogd is voor de toekomst.

Voor het aantal wisselingen is via Tabel NB.5-4.5(n) van NEN-EN-1991-2 uitgegaan van categorie 2 (= "Wegen met gemiddeld vrachtverkeer, zoals N-wegen") met $N_{obs,a,ai} \leq 500.000$ zware voertuigen per jaar per rijstrook. Er is een verkeersprognose opgegeven die neerkomt op ca. 200.000-300.000 zware voertuigen per jaar per rijstrook in 2030. De referentiewaarde is hierop aangepast. NEN 8701 staat via art. 5.2 reducties toe voor de historische verkeerstrend en het aantal lastwisselingen. Deze zijn verrekend vanaf het eindjaar van de rekenkundige restlevensduur (2023+30 = 2053) tot het bouwjaar (1962). Er is van een exponentieel verloop uitgegaan omdat dit iets ongunstiger is dan een lineair verloop. Er geldt:

- Reductie in *trend* gebeurt ten opzichte van het referentiejaar voor de belastinggrootte (= jaar 2060);
- Reductie in *aantal* gebeurt ten opzichte van 2050 als referentie bij Tabel 4.5(n) van NEN-EN 1991-2.

<u>Aantallen</u>			<u>Belastinggrootte</u>		
	0,5% stijging per jaar			0,2% stijging per jaar	
	jaar	factor		jaar	factor
bouwjaar	1962	0,64	bouwjaar	1962	0,82
nu	2023	0,87	nu	2023	0,93
prognose	2030	0,90	prognose	2030	0,94
referentiejaar	2050	1,00	levensduur	2053	0,99
levensduur	2053	1,02	referentiejaar	2060	1,00
cumulatief 1962-2053:		2,25E+07	cumulatief 1962-2053:		0,90

Op de brug rijdt het verkeer in twee richtingen. Art. 4.6.1(3) van NEN-EN 1991-2+C1:2011/ NB:2011 schrijft voor dat dan in 20% van de gevallen beide rijstroken door het zware tandemstelsel van BM1 (of een zware wagen van BM4b) belast dient te worden en in 80% van de gevallen óf de ene rijstrook óf de andere rijstrook door het meeste zware tandemstelsel van BM1 dient te worden belast. Voor de eenvoud van de vermoeiingsberekening is er hier gekozen om de toetsen op vermoeiing uit te voeren voor de situatie dat het zwaarste en één na zwaarste tandemstelsel van BM1 in 100% van de gevallen gelijktijdig op de twee rijstroken aanwezig zijn. Die rekenwijze is hier te zien als een veilige bovengrensbepaling.

6.3.1 Toets van beton onder druk

Het toetsen van beton onder druk kan voor betonnen bruggen op twee manieren:

1. Controle op onbeperkte vermoeiingslevensduur volgens NEN-EN 1992-1-1+C2:2011, art. 6.8.7 (2);
2. Toets met berekende vermoeiingslevensduur volgens NEN-EN 1992-2 +C1:2011, art. 6.8.7 (101).

NEN-EN 1992-1-1+C2:2011, art. 6.8.7(2) stelt dat beton onder druk uitgaande van de frequente belastingcombinatie voor controle op onbeperkte vermoeiingslevensduur moet voldoen aan het volgende criterium:

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,5 + 0,45 \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,9 \text{ voor } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \quad (6.77)$$

$$\leq 0,8 \text{ voor } f_{ck} > 50 \text{ MPa}$$

waarin: $\sigma_{c,max}$ is de maximale drukspanning in een vezel onder de vaak voorkomende belastingscombinatie (druk positief gemeten);

$\sigma_{c,min}$ is de minimale drukspanning in dezelfde vezel waarin $\sigma_{c,max}$ optreedt. Als $\sigma_{c,min}$ een trekspanning is, behoort $\sigma_{c,min}$ gelijk aan 0 te zijn genomen.

Er geldt voor de druksterkte $f_{cd} = 0,85 \times 35 / 1,5 = 19,8 \text{ N/mm}^2$ en voor de vermoeiingsdruksterkte $f_{cd,fat} = k_1 \beta_{cc}(t) f_{cd} (1 - f_{ck}/400) = 1 \times 1 \times 19,8 \times (1 - 35/400) = 18,1 \text{ N/mm}^2$ volgens NEN-EN 1992-1-1-NB:2016. Het toetsen van beton onder druk is relevant in de toetssneden op buiging.

De belastingaandelen zijn gecombineerd via de frequente combinatie. De betonspanningen zijn bepaald voor het maatgevende veldmoment (tussenveld) en steunpuntmoment (centraal steunpunt). Bijlage 8 geeft de totale rekensheet, in Tabel 15 staan de resultaten. Het toetsen van de betonspanningen aan het criterium toont aan dat de brug voldoet in de toets van beton onder druk met onbeperkte restlevensduur.

Berekenen van betonspanningen:

Kenmerken		Veld 1	Veld 2	Stpt 2	Stpt 3	
Hoogte doorsnede	h	<	500	<	850	mm
Breedte doorsnede	b	<	1000	<	1000	mm
Traagheidsmoment doorsnede	I	<	1,04E+10	<	5,12E+10	mm ⁴
Arm uiterste betonvezel boven	$e_b = e_o$	<	250	<	425	mm
Weerstandsmoment	$W_b = W_o$	<	4,17E+07	<	1,20E+08	mm ³

Frequente combinatie		$\sigma_{eg,d}$	$\sigma_{p,d}$	$\sigma_{rb,d}$	$\sigma_{basis,d}$	$\sigma_{UDL,d}$	$\sigma_{TS,d}$	$\Delta\sigma$	σ_{tot}
		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
boven	veld 2=3	-5,2	1,1	-1,4	-5,5	-1,8	-4,8	-6,6	-12,1
	stpt 3								
onder	veld 2=3	5,2	-9,5	0,5	-3,8	1,8	4,8	6,6	2,8
	stpt 3	-6,9	3,7	-1,8	-5,0	-1,7	-1,7	-3,4	-8,3

Belastingcombinatie voor vermoeiing		$\sigma_{eg,d}$	$\sigma_{p,d}$	$\sigma_{rb,d}$	$\sigma_{basis,d}$	$\sigma_{UDL,d}$	$\sigma_{TS,d}$	$\Delta\sigma$	σ_{tot}
		MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
boven	veld 2	-5,2	1,1	-1,4	-5,5	-0,7	-4,2	-4,9	-10,4
	stpt 3								
onder	veld 2	5,2	-9,5	0,5	-3,8	0,7	4,2	4,9	1,1
	stpt 3	-6,9	3,7	-1,8	-5,0	-0,6	-1,5	-2,1	-7,1

	σ_{max} [N/mm ²]	σ_{min} [N/mm ²]	$\sigma_{max} / f_{cd,fat}$	Criterium 1	Criterium 2	Resultaat
Tussenveld	-10,4	-5,5	0,58	0,64	0,90	voldoet
Steunpunt 3	-7,1	-5,0	0,40	0,62	0,90	voldoet

Tabel 15: Van betonspanningen op de maatgevende locaties (boven) naar de vereenvoudigde toets (onder)

De betonspanningen zijn basis van een ongescheurde doorsnede bepaald. Zolang in de karakteristieke combinatie de buigtrekspanning kleiner is dan f_{ctm} (= 3,2 MPa) mag er ongescheurd zijn gerekend. Hier is net niet aan voldaan: die 2,8 MPa in de frequente combinatie betekent in de karakteristieke combinatie een spanning $\sigma_{tot} = -3,8 + 0,9$ (reductie) $\times (6,6/0,8) = 3,6 \text{ MPa}$. Die kleine overschrijding is acceptabel: het toegepaste belastingmodel is erg conservatief qua grootte en plaatsing en bij het toelaatbare verfijnde Belastingmodel 4b wordt zeker aan de voorwaarde voldaan. De toets van beton daarom niet aangepast.

6.3.2 Toets van voorspanstaal

Onder de frequente combinatie treden er trekspanningen op aan de onderzijde voor het maatgevende tussenveld. Dit maakt dat ook het voorspanstaal is getoetst op vermoeiing volgens art. 6.8.4 van NEN-EN 1992-1-1+NB en 1992-2+NB. Op basis van de S-N-curve is het aantal toegestane lastwisselingen bepaald uit het optredende spanningsverschil. De rekenwaarde van het spanningsverschil door mobiele lasten is gebruikt om het diagram vast te leggen. De toets is alleen uitgevoerd voor het maatgevende tussenveld.

	EG	VSP	PERM	$M_{Ed,basik}$	$(All-V1)_{UDL}$	$(All-V1)_{TS}$	$M_{Ed,fat}$	$M_{Ed,tot}$	$N_{Ed,ALP}$	<i>Belastingcombinatie voor vermoeiing LM1</i>
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	
veld 1 (= 4)	109	-192	29	-54	27	175	202	148	2013	
stpt 2 (= 4)	-643	660	-160	-143	-66	-218	-284	-427	2148	
veld 2 (= 3)	217	-221	60	56	28	175	203	259	2081	
stpt 3	-828	727	-220	-321	-75	-178	-253	-574	1966	

Krachtenwerking

Basis belasting in de combinatie voor vermoeiing	Basis	56 kNm/m'
Minimale belasting in de combinatie voor vermoeiing	Min	56 kNm/m'
Maximale belasting in de combinatie voor vermoeiing	Max	259 kNm/m'
Belastingaandeel dat leidt tot minimale amplitude	Qfat-	0 kNm/m'
Belastingaandeel dat leidt tot maximale amplitude	Qfat+	203 kNm/m' (= excl. reductiefactor op belastingen)
Betonspanning door voorspanning (- = druk)	VSP (N)	-4,2 MPa

Staalspanningen

De staalspanningen zijn bepaald in DBET, zie bijgevoegde uitvoer. Hierbij is gerekend met de momenten volgens de belastingcombinatie voor vermoeiing.

Overzicht spanningen		Minimum	Maximum	
		$M_{c,d} + M_{w,min,d}$	$M_{c,d} + M_{w,max,d}$	Belastingcombinatie voor vermoeiing
Voorspanstaal	σ_p	706	745	N/mm ² DBET; Lastmodel BM1v incl. reductiefactor = 0,9

Snedekrachten en spanningen bij toetsing vermoeiing (NEN-EN 1992-1-1, art. 6.8.2)

Er is geen wapeningsstaal in langsrichting aangehouden. De factor η (vermenigvuldigingsfactor voor staalspanningen in wapening) is dus niet toegepast.

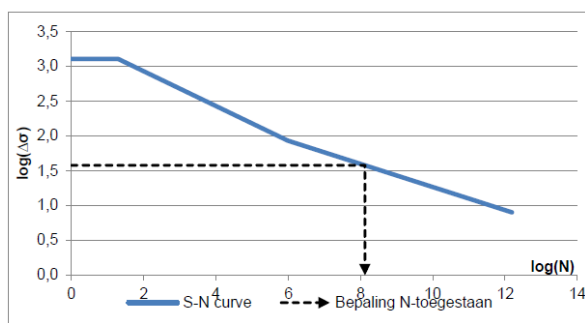
Met de rekenwaarden van de momenten is met een MNK-diagram in DBET de spanningswisseling in het voorspanstaal bepaald onder de wisselende belasting uit verkeer. Deze wisseling is beperkt omdat de wisselende belasting niet groot is en er relatief veel voorspanning is toegepast. Uit DBET volgt er een spanning van 745 MPa onder de vermoeiingscombinatie inclusief de reductiefactor op belasting (dus verschil van nog geen 40 MPa), zie Bijlage 8.3. Het leidt tot onderstaande toets. Het toegestane aantal wisselingen is bepaald door interpolatie in de S-N-curve en dit is (ruim) groter dan het optredende aantal cycli. De toets van het voorspanstaal voldoet zoals verwacht. De restmarge is groot: er is conservatief gerekend qua belastinggrootte (BM1v) en positionering ervan (excentrisch via toekomstig gebruik).

Toetsing voorspanstaal

De toetsing is uitgevoerd conform artikel 6.8.4 van NEN-EN 1992-1-1+NB en 1992-2+NB. Hierbij is op basis van de S-N-curve het aantal toegestane wisselingen bepaald uit het spanningsverschil. Hierbij is de rekenwaarde van het spanningsverschil gebruikt om het diagram vast te leggen.

Bepaling S-N-curve cf art. 6.8.4)

Uit NEN-EN 1992-2+NB tab. 6.101N volgt:	N^*	1,0E+06 stuks
spanningsexponent	k_1	4 -
spanningsexponent	k_2	6 -
spanningswisseling bij N^*	$\Delta\sigma_{Rsk}$	95 MPa
Mat.factor voorspanstaal (NEN-EN 1992-1-1+NB)	γ_s	1,1 -
Rekenwaarde spanningswisseling bij N^*	$\Delta\sigma_{Rsd}$	86 MPa
Knik tussen helling k_1 en k_2 ligt op $\log(\Delta\sigma_{Rsd,i})$		1,94 log(MPa)
Top van het diagram ligt op $\log(f_{pd})$	f_{pd}	1293 MPa
Rekenwaarde vloeispanning	$\log(f_{pd})$	3,11 log(MPa)


Optredende spanningswisseling en toelaatbaar aantal spanningswisselingen

Minimaal optredende spanning betonstaal	$\sigma_{p,min}$	706 MPa
Maximaal optredende spanning betonstaal	$\sigma_{p,max}$	745 MPa
Spanningsverschil	$\Delta\sigma_{Ek}$	38 MPa
Veiligheidsfactor vermoeiing (EC2-1-1+NB art. 2.4.2.3)	$\gamma_{f,fat}$	1,0 -
Rekenwaarde optredend spanningsverschil	$\Delta\sigma_{Ed}$	38,2 MPa
	$\log(\Delta\sigma_{Ed})$	1,58 MPa
Toegestaan aantal spanningswisselingen	$N(\Delta\sigma_{Ed})$	1,3E+08 stuks

DBET (onder EG + P + RB)
DBET (onder EG + P + RB + (UDL+TS))

$\sigma_{s,max} - \sigma_{s,min}$

Berekend door interpolatie (uitlezen van bovenstaande grafiek)

Toetsing spanningswisselingen

Aantal optredende cycli (zie boven)	n	2,25E+07 cycli
Controle	$D_{ed,p}$	0,17
	$n/N(\Delta\sigma_{Ed})$	Voldoet

7 BEOORDELING EN BEHEERMAATREGELEN

7.1 Resultaten en beoordeling

De bovenbouw de Prinses Irenebrigadebrug is beoordeeld volgens het Bouwbesluit 2012 en deze voldoet in de toetsen op buigend moment, dwarsdracht en vermoeiing bij het huidig en gewenste toekomstig gebruik zonder beperking. Dit ondervangt het tijdelijk verkeerd gebruik van het oostelijke fietspad (nu) in het geval van een calamiteit en dienstvoertuigen op het brede fietspad aan de westzijde van het brugdek. Er is getoetst op het beoordelingsniveau 'gebruik' volgens NEN 8700 onder **gevolgklasse CC3** met een **restlevensduur van 30 jaar**. In aanvulling hierop zijn ook de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Een generieke betonsterke van C35/45 vanuit grootschalig onderzoek van Rijkswaterstaat;
- Er is getoetst op normatief BM1 volgens NEN-EN 1991-2 *zonder* reducties voor de lokale omgeving. De opgegeven intensiteit (prognose) bedraagt ca. 250.000 zware voertuigen per jaar per hoofdrichting.
- Er is gerekend met regulier verkeer op een randafstand van 1,8 m. De oostelijke rand is maatgevend.
- Er is uitgegaan van een asfaltpakket van 100 mm. Momenteel ligt er vrijwel zeker niet meer dan dat. De resultaten zijn zodanig dat een dikker pakket (zeker tot 150 mm) toelaatbaar is.
- Het voorspanstelsysteem in de brug is bekend in type, aantal kabels en staalkwaliteit. Het kabelverloop is aangenomen vanuit ervaring met vergelijkbare dekken en de destijds geldende (praktische) richtlijnen. De capaciteiten op moment en dwarskracht zijn bepaald zonder aandeel uit het onbekende betonstaal.

De bovenbouw voldoet relatief ruim in de toetsen op moment in langsrichting (**uc = 0,7**) en dwarsrichting (**uc < 0,5**). Ook de toetsen dwarskracht voldoen (**uc = 0,8**). De toetsen op vermoeiing voldoen onder het conservatieve BM1v, zowel voor het beton onder druk als voor de voorspanning.

	Langsrichting		Dwarsrichting		Vermoeiing		
	Moment	Dwarskracht	Moment	Dwarskracht	Beton	Voorspanstaal	Betonstaal
Eindvelden	0,6	-		-	√	√	
Tussenvelden	0,7	-		-	√	√	
Eindsteunpunten	-	0,6	<<	<<	-	-	
Tussensteunpunten	0,7	0,8	<<	<<	√	√	

7.2 Advies over beheermaatregelen

Uit de verificatie volgt dat de brug voldoet aan de constructieve toetsen bij het niveau 'CC3-gebruik' onder het huidig en gewenst toekomstig gebruik. Verkeer op het fietspad bij een calamiteit is toelaatbaar, maar een permanent gebruik van het fietspad door wegverkeer is uitgesloten. Voor de veiligheid van de fietsers is het advies om aan de oostzijde een geleiderail te plaatsen. Dit is in de nieuwe plannen ondervangen: onder het toekomstig gebruik is er een voertuigkering aan weerszijden van de nieuwe rijbaan voorzien. Op die manier blijft verkeer altijd van de randen weg, niet alleen regulier maar ook in geval van een calamiteit.

Door de ruime marges in de toetsen op sterkte is het niet nodig geacht om het werkelijke verloop van de voorspanning te achterhalen door gericht nader onderzoek aan de brug. Het aangenomen verloop zal vast iets afwijken van het werkelijke verloop, maar doet dit niets af aan de conclusies van deze beoordeling. Dit geldt ook voor de nu onbekende zachtstaalwapening in het dek. Ook daarin zit geen constructief risico.

De huidige leuningenvoldoen aan het Bouwbesluit voor bestaande bouw. Voor verbouw en nieuwbouw moet er hogere leuningenvoldoen die niet doorvalbaar en niet overklauterbaar aanwezig zijn. Wij adviseren om bij de herindelings van het dek de leuningenvoldoen te vervangen door leuningenvoldoen die aan dit hogere niveau voldoen.

Bijlage 1

Origineel bestek met tekening (1961)

PROVINCIE NOORD-BRABANT.

PROVINCIALE WATERSTAAT
VAN NOORD-BRABANT.

Bestek nr. 24
Dienstjaar 1961,
met 1 tekening en
1 inschrijvingsbiljet (in 2-voud).

Besteding te 's-Hertogenbosch
op 19 december 1961 te 11 uur.

Dit bestek is verkrijgbaar voor f. 3,-.

BESTEK EN VOORWAARDEN VOOR het bouwen van een brug van gewapend beton over het Wilhelminakanaal en over de langs dit kanaal gelegen provinciale weg Best-Oirschot-Rijksweg nr. 63, in het tracé van de nieuwe provinciale weg Oirschot-Oostelbeers, voorkomend op het provinciale wegenplan.

I. Beschrijving.

Par. 1. Algemene omschrijving.

1. Het te maken werk bestaat in:

- A. het uitvoeren van grondwerken met bijkomende werken;
- B. het bouwen van een brug van gewapend beton, het aanbrengen van taludbekledingen en oevervoorzieningen en het maken van geleidewerken ten behoeve van de scheepvaart;
- C. het opbreken, opnemen, sorteren en voor wederverwerking opslaan van verhardingen en het uitvoeren van bestratingen;
- D. het onderhouden van de gemaakte werken, gedurende 6 maanden na de eerste oplevering, bedoeld in par. 31 van dit bestek.

2. Een en ander uitvoeren volgens de bepalingen van dit bestek en de daarbij behorende tekeningen, benevens de door de directie te verstrekken detailtekeningen en de door haar te geven aanwijzingen, met bijlevering van alle voor de uitvoering van de hierboven vermelde werken benodigde materialen, voor zover deze materialen, ingevolge dit bestek niet door de directie ter beschikking van de aannemer worden gesteld.

Par. 2. Plaatsbepaling, hoofdafmetingen en peil.

1. De werken uitvoeren in de gemeente Oirschot.

Het kunstwerk bouwen over het Wilhelminakanaal en over de provinciale weg langs dit kanaal; de lengte-as van de brug kruist de as van het kanaal in km 44.471 onder een hoek van $85^{\circ}56'.46''$.

24-1961.

2. De plaats van het te bouwen kunstwerk blijkt overigens uit de op de bestektekening aangegeven situatie.

3. De hoofdafmetingen van het kunstwerk zijn op de, bij dit bestek behorende, tekening reg. nr. 12432-B6 nader aangegeven; voor de hoeveelheden en afmetingen wordt tevens verwezen naar par. 3 en par. 4 van dit bestek.

4. De directie zal de aslijn van het kunstwerk en één of meer hoogte-merken op het terrein aangeven met medewerking van de aannemer, die daartoe zonder verrekening de nodige arbeidskrachten en hulpmiddelen ter beschikking stelt.

5. Ter inlichting van de aannemer, doch zonder enige verbinding van de directie, wordt medegedeeld dat het normale kanaalpeil 14,96 m + N.A.P. bedraagt. Door de rijkswaterstaat is medegedeeld, dat het tijdens de bouw van de brugpijlers mogelijk is het peil op tijdig verzoek van de aannemer gedurende korte tijd af te laten tot 14,76 m + N.A.P.

De hiervoor genoemde peilen en de andere hiervoor genoemde gegevens dienen uitsluitend ter inlichting van de aannemer; afwijkingen geven nimmer aanleiding tot schadevergoeding, bijbetaling of verrekening uit welke hoofde ook.

6. Het peil ten opzichte waarvan de hoogte van het kunstwerk is aangegeven, is het N.A.P.

Par. 3. Nadere omschrijving.

A. Het uitvoeren van grondwerken met bijkomende werken.

1. Deze werken omvatten:

- a. het schoonmaken en het ontzoden van terreinen, inbegrepen taluds, welke moeten worden ingegraven, aangevuld en/of opgehoogd of van taludbekledingen moeten worden voorzien; voorts het verwijderen van de op de taluds, op de zandcunetten en op de bermen van de op het te bouwen kunstwerk aansluitende opritten aangebrachte afdekgrond en het opslaan van die grond voor wederverwerking;
- b. het uitvoeren van de ontgravingen, voorzover deze nodig zijn voor het heien van de palen; het bouwen van landhoofden de pijlers van het kunstwerk, voor het aanbrengen van de taludbekledingen, straatkolken en grèsbuisleidingen en voor het opruimen en het aanbrengen van oevervoorzieningen;
- c. het aanbrengen van afdammingen en stempelingen, het uitvoeren van bemalingen met zonodig een aanvullende bemaling door verlaging van de grondwaterstand ten behoeve van het

24-1961.

gens
ij
e-
e-
of
van
ids-
ver-
ka-
t is
ge-
le

maken van de onder b bedoelde bouwputten en het uitvoeren van tijdelijke aanvullingen voor het maken van de funderingssloven van de zogenaamde scheepvaartpijlers; deze werken na voltooiing van het kunstwerk opruimen;

d. het terplaatse van de te bouwen brug, op aanwijzing van de directie, over een lengte van ongeveer 56 m' verwijderen van de langs de oevers van het Wilhelminakanaal aanwezige boordvoorziening, waaronder ook begrepen de op de bodem of op het kanaaltalud aanwezige steenbestorting; de afkomende materialen laden en vervoeren naar een door de directie nader aan te wijzen opslagterrein gelegen binnen een afstand van 3 km van het werk en aldaar opslaan; voor de constructie van de boordvoorziening wordt verwezen naar de op het hoofdbureau ter inzage liggende tekening reg. nr. 9532-B4;

ge-
af-
-
st-
n
op-

e. het aanvullen van de bouwputten tot de door de directie op te geven hoogten en onder het eveneens door de directie op of aan te geven talud, helling en wijze;

f. het uitvoeren van ontgravingen, aanvullingen en/of ophogingen ten behoeve van:

- 1e. het over een lengte van ongeveer 90 m' verleggen van de parallelweg langs de noordzijde van de provinciale weg langs het Wilhelminakanaal;
- 2e. het onder de brug doorvoeren van de langs de zuidelijke kanaaloever aanwezige openbare weg;
- 3e. het maken van een aansluiting voor voetgangers en wielrijders, van de zuidelijke kanaaldijk aan de op de brug aansluitende oprit;

zijn
1
ta-
e-

Ter toelichting wordt medegedeeld, dat in vorenbedoelde grondwerken mede zijn begrepen het maken van cunetten ten behoeve van het aanbrengen van ophoog- en straatzand onder de ingevolge dit bestek aan te brengen verhardingen;

g. het op aanwijzing van de directie maken en/of sparen en aanvullen met ophoogzand van rijbaan- en rijwielpad-cunetten van de op de brug aansluitende opritten, ten behoeve van de door derden op deze rijbaan en rijwielpaden aan te brengen verhardingen; de cunetten aansluiten aan de bestaande cunetten; de te maken zandcunetten dezelfde afmetingen (breedte en diepte) geven als die van de aanwezige cunetten;

h. het op aanwijzing van de directie op de vereiste hoogte en helling brengen van bermen en taluds, daaronder begrepen de bermen en taluds van de kanaaldijken en van de op de brug aansluitende opritten;

i. het aanbrengen van bezodigen.

2. Bij de ontgravingen vrijkomend zand, grond en teelaarde zorgvuldig van elkaar gescheiden houden. De voor wederwerking benodigde hoeveelheden zand, grond en teelaarde in het algemeen tijdelijk in depôt opslaan.

3. Het bij de ontgravingen vrijkomende zand op aanwijzing van de directie verwerken;

- a. in de bouwputten van de landhoofden en van de pijlers;
- b. in de aanvullingen achter de aan te brengen oevervoorzieningen;
- c. in overige nader door de directie aan te wijzen aanvullingen en/of ophogingen.

4. De aanvullingen en/of ophogingen van de zandcunetten onder de ingevolge het bepaalde in dit bestek en onder de door derden aan te brengen verhardingen, voor zover niet op aanwijzing van de directie gebruik moet worden gemaakt van het bij de ontgravingen vrijkomend niet verontreinigd zand, uitvoeren met door de aannemer te leveren zand, kwaliteit ophoogzand en kwaliteit straat- en afdekkand.

5. De in lid 4 bedoelde aanvullingen en/of ophogingen uitvoeren met zand, kwaliteit straat- en afdekkand:

- a. tot een dikte van 0,10 m beneden de onderkant van de aan te brengen tegels voor rijwielpaden, goten en keistroken;
- b. tot een dikte van 0,20 m beneden de onderkant van de aan te brengen bestrating van klinkerkeien;
- c. op de aan te brengen bestratingen en tegels als in veeg- en afdekkand.

6. De overige in lid 4 bedoelde aanvullingen en/of ophogingen uitvoeren met zand, kwaliteit ophoogzand:

- a. tot 0,06 m beneden de onderkant van de door derden aan te brengen verhardingen op de rijbaan en de rijwielpaden van de op de brug aansluitende opritten;
- b. voor zover nodig onder de in lid 5 onder a en b bedoelde zandaanvullingen.

7. De bij de ontgravingen vrijkomende zwarte grond en afdekkand verwerken als volgt:

- a. de meest vruchtbare grond tot een dikte van tenminste 0.15 m op de te maken of te herstellen bermen en taluds;
- b. tot een dikte van 0.06 m als afdekgrond op de zandcunetten voor de door derden te maken rijbaanverharding en rijwielpaden van de op de brug aansluitende opritten;
- c. in overige door de directie nader aan te wijzen aanvullingen en/of ophogingen.

8. Bij de ontgravingen vrijkomende, niet voor wederwerking ingevolge het bepaalde in dit bestek benodigde hoeveelheden grond en zand -voorzoover de directie op het behoud van deze grondsoorten prijs stelt- op aanwijzing en ten genoegen van de directie verwerken ten behoeve van het op de vereiste hoogte brengen van de op de brug aansluitende opritten.

9. De grond- en zandaanvullingen en/of ophogingen ten genoegen van de directie mechanisch verdichten overeenkomstig het bepaalde in par. 16.

10. Op door de directie aan te wijzen gedeelten van taluds door de aannemer te leveren plakzoden aanbrengen.

11. De bemalingen uitvoeren overeenkomstig het bepaalde in par. 17a.

Indien in opdracht van de directie voor het maken van de pijlers bronbemalingen moeten worden aangewend, deze bemalingen uitvoeren overeenkomstig het bepaalde in par. 17b.

12. Van deze onder par. 3 A genoemde werkzaamheden en leveringen vindt alleen verrekening plaats op de hoeveelheden genoemd in par. 4 lid 2 onder de volgnummers 1 tot en met 5.

B. Het bouwen van een brug van gewapend beton, het aanbrengen van taludbekledingen en oevervoorzieningen en het maken van geleidewerken ten behoeve van de scheepvaart.

1. Het kunstwerk bouwen volgens model en constructie als op tekening reg. nr. 12432-B6 is aangegeven en volgens nader door de directie te verstrekken detailtekeningen en te geven aanwijzingen.

2. De brug samenstellen uit twee landhoofden, drie pijlers en een brugdek.

3. De landhoofden en de pijlers funderen op terbeschikking te stellen gewapend betonpalen.

Elk van de twee landhoofden funderen op 26 stuks palen 24-1961.

(doorsnede 0,34 x 0,34 m²), elk van de drie pijlers funderen op 30 stuks palen (doorsnede 0,34 x 0,34 m²).

Te verwachten is, dat voor de landhoofden kan worden volstaan met palen, lang 13,50 m, en voor de tussenpijlers met palen, lang 8,50 m.

Bij het begin van het heiwerk eerst zonder extra verrekening 5 proefpalen slaan te weten 1 proefpaal onder elk landhoofd en elke pijler; de proefpalen in het blijvende werk opnemen.

De betonpalen tenminste 1 week voor het inheien over de volle lengte 2 maal met een door de directie ter beschikking te stellen bitumineus produkt bestrijken.

De palen nauwkeurig op hun plaats onder de op de bestektekening of nader op te geven helling en tot een diepte van ongeveer 6.50 m + N.A.P. inheien.

De palen van de landhoofden, na het storten en verharden van de werkvloeren, afhakken op de op ter inzage liggende detailtekeningen aangegeven hoogte. Daarna de palen bouchardereren tot 0,04 m boven de werkvloer. Om de gebouchardeerde paalkoppen een spiraalwapening \varnothing 8 mm met een spoed van 0,07 m aanbrengen.

De koppen van de palen onder de pijlers, na het storten en verharden van de werkvloeren, tot 0,04 m boven de werkvloeren ontdoen van beton; het vrijkomende langsijzer (lengte tenminste 0,50 m) volgens aanwijzing van de directie ombuigen en in het beton van de pijlers opnemen.

4. De funderingssloven van de landhoofden en van de pijlers aanleggen op een werkvloer van stampbeton (250 kg cement per m³), dik tenminste 0,07 m.

De werkvloer van de landhoofden en van de noordelijke pijler aanbrengen op de op de juiste hoogte afgewerkte en geëgaliseerde grondslag; de werkvloer van de zogenaamde scheepvaartpijlers aanbrengen op de op de juiste hoogte aangevulde bouwput voor deze pijlers.

5. De landhoofden samenstellen uit een funderingssloof, waarop een grondkerende wand, aan de einden voorzien van vleugels. Op de sloof verhogingen aanbrengen en daarop ter beschikking te stellen rubber-opleggingen aanbrengen, voorts een opstaande rand en afwateringssleuven met spuwars aanbrengen.
24-1961.

Aan de achterzijde van de grondkerende wanden een sponning aanbrengen voor het opleggen van de stootplaten.

Het bovenste gedeelte van de grondkerende wand en de overstekken van de vleugels mogen niet eerder worden gestort dan nadat het brugdek is ontkist.

6. De pijlers samenstellen uit een sloof en daarop rustend een portaal, bestaande uit vier kolommen, welke kolommen aan de bovenzijde worden gekoppeld door een balk.

Op de koppelbalk verhogingen aanbrengen en daarop ter beschikking te stellen rubber-opleggingen aanbrengen.

In de zogenaamde scheepvaartpijlers aan de zijde van het vaarwater sleuven sparen voor het opnemen van wrijfgordingen; in de sparingen door de directie ter beschikking te stellen roestvrije schroefhulsen stellen en inbetonneren.

7. Het brugdek bouwen in de vorm van een doorgaande plaatligger met gewelfd ondervlak, boven de steunpunten verstijfd doordwarsbalken en dragende op de in lid 5 en lid 6 genoemde rubberopleggingen.

Langs de beide buitenkanten van de rijplaat, in die rijplaat ingeklemde overstekken maken; de overstekken storten 2 dagen nadat het brugdek is gestort.

In het ondervlak van de overstekken waterhollen aanbrengen.

De rijplaat in de breedte-richting verdelen in een rijdek, breed 7.00 m, een rijwielpad, breed 2,00 m en een voetpad, breed 1,15 m; rijdek en rijwielpad scheiden door ter beschikking te stellen betonnen keerbanden, breed 0,44 m.

Ter weerszijden van de vorengenoemde keerbanden in de aan te brengen slijtlaag goten sparen. In de goten enigszins verdiept in het beton, op de op de tekening aangegeven plaatsen en/of op nader door de directie aan te geven plaatsen in totaal 20 stuks ter beschikking te stellen afvoerbuizen stellen en inbetonneren; op 16 van deze afvoerbuizen door de directie ter beschikking te stellen plastic buizen aansluiten; deze buizen langs de pijlers naar beneden voeren.

Het gedeelte van de rijplaat bestemd voor de hoofdrijbaan, voor het rijwielpad en voor het voetpad voorzien van een slijtlaag van steenslagbeton (400 kg cement per m³) gemiddeld dik 0,05 m.

24-1961.

In de steenslagbeton voor de slijtlaag, aan te brengen op het voetpad, een door de directie ter beschikking te stellen kleurstofverwerken.

In de slijtlaag van steenslagbeton in de as van de rijbaan, op 3,25 m ter weerszijden van deze as (langs de goten) en tussen rijwielpad en voetpad over lengten van respectievelijk 78 m', 2 x 78 m' = 156 m' en 2 x 78 m' = 156 m' verkeersstrepen van witte beton maken; de verkeersstreep in de as van de rijbaan en tussen rijwielpad en voetpad, breed 0.10 m maken; de andere verkeersstrepen 0.25 m breed maken. De beton voor de verkeersstrepen dezelfde dikte geven als de slijtlaag; de verkeersstrepen op dezelfde hoogte als de bovenkant van de rijplaat afwerken.

8. Bij de uiteinden van het brugdek, zowel in de landhoofden als in het brugdek, ter plaatse van de rijbaan, ter beschikking te stellen rijroosters en ter plaatse van de rijwielpaden en de voetpaden, ter beschikking te stellen stalen hoekbeschermingen aanbrengen.

In het brugdek ter beschikking te stellen steunconstructies plaatsen tot steun van de bovenwapening.

9. Op de overstekken ter beschikking te stellen stalen leuningen stellen en inbetonneren; tevoren sparingen houden voor de leuningstijlen.

De maten van de leuningen in het werk controleren.

10. Alle overige door de directie ter beschikking te stellen onderdelen stellen, ondersabelen en/of inbetonneren.

11. Aan de achterkanten van de landhoofden, opgelegd op de consôles van de grondkerende wanden in totaal 56 stuks stootplaten van gewapend beton (afmetingen 2.00 x 0.50 x 0.20 m³) aanbrengen.

De stootplaten op een afzonderlijke houten werkvloer maken. De stootplaten, nadat deze tweemaal met een door de directie ter beschikking te stellen bitumineus produkt zijn bestreken, op aanwijzing van de directie in het werk brengen.

12. De bekisting van de in het gezicht blijvende betonopervlakken, bekleden met nieuwe 1e soort beton-triplex, dik tenminste 0.004⁵ m; het gebruik van limba-hout of board is niet toegestaan.

De platen moeten volkomen gaaf, kantig en van gelijke afmetingen zijn; de platen op aanwijzing van de directie in verband leggen.

De naden tussen de platen dichten met plamuur.

24-1961.

13. Alle betonoppervlakken, behoudens die, welke na de aanvulling van het kunstwerk in het zicht komen, op de in dit bestek vermelde tijdstippen tweemaal bestrijken met door de directie ter beschikking te stellen bitumineus produkt.

Het betonwerk, dat na de aanvulling in het zicht komt - behoudens de bovenkant van de rijplaat - voorbehandelen en tweemaal op door de directie te bepalen tijdstippen bestrijken met door de directie ter beschikking te stellen verf.

Het bestrijken met het bitumineus produkt en met verf moet geschieden op aanwijzing van de directie; het verfwerk mag uitsluitend geschieden door ervaren schilders.

14. Na voltooiing van het betonwerk rijroosters, hoekbeschermingen en afvoerbuizen teren en de leuningenverven met ter beschikking te stellen menie en verven. Het verfwerk uitvoeren overeenkomstig het bepaalde in par. 23 A.

15. Het betonwerk voorzien van alle sparingsen, randen, verzwaringsen enz., welke niet nader zijn beschreven, doch op de bestek- of detailtekeningen zijn of worden aangegeven.

16. Op de, op de voorzijde van de landhoofden aansluitende taluds van de opritten taludbekledingen aanbrengen met door de directie ter beschikking te stellen klinkerkeien. De klinkerkeien straten in half-steensverband met de staande voegen in de richting van de helling van het talud.

In de taludbekledingen goten opnemen. De goten samenstellen uit door de directie ter beschikking te stellen betonnen gootprofielen, afmetingen 1.00 x 0.28 x 0.14 m³. De betongoten aansluiten op de spuwers van de landhoofden.

De taludbekledingen aanbrengen in een laag, dik 0,10 m, traskalkcementmortel, samenstelling: 1 traskalk: 1 cement: 6 zand (volume delen).

De voegen tot verzadigens toe volzetten met traskalkcementmortel. Daarna het bovenvlak - met zoutzuur en overvloedig water- schoonmaken; zorgdragen dat het zoutzuur niet op het beton van het kunstwerk kan lopen.

Langs de buitenranden - daaronder begrepen ook de onderzijde van de taludverdediging een in het werk te storten betonband (afmetingen 0.20 x 0.20 m²) aanbrengen; uitsluitend langs de buitenzijde van de betonband een op de juiste hoogte gestelde bekisting aanbrengen.

De betonband wapenen met 4 staven \varnothing 0.008 m en beugels / 24-1961.

\varnothing 0.006 m op onderlinge afstand van 0.15 m.

17. In de langs de onderzijde van de taluds ingevolge par. 3 C lid 2 aan te brengen goten 4 stuks, door de directie ter beschikking te stellen, straatkolken aanbrengen.

De straatkolken met grèsbuizen \varnothing 0.15 m op aanwijzing van de directie op de berm-sloot c.q. op het Wilhelminakanaal aansluiten.

De naden van de grèsbuizen met bitumineuze moffenkit met behulp van een voegspijker volvoegen en glad afstrijken.

Elke straatkolk samenstellen uit een betonbak volgens N-132, giëttijzeren inlaatstuk volgens N-133-C-KZ met rooster volgens N 130-BZ.

Ter verkrijging van een goede aansluiting van betonbak en inlaatstuk, ten genoegen van de directie, moffenkit gebruiken.

De betonbakken vóór het plaatsen in- en uitwendig tweemaal bestrijken met een door de directie goed te keuren bitumineus produkt.

De grèsbuizen op aanwijzing van de directie afwaterend leggen; de grèsbuizen in de droge aanbrengen.

18. Langs beide kanaaloevers onder en ter weerszijden van de scheepvaartpijlers oevervoorzieningen aanbrengen, bestaande uit aaneengesloten damwanden van gewapend betondamplanken, waarop aan weerszijden van de pijlers, een in het werk te storten deksloof van gewapend beton.

Te verwerken:

- a. 84 stuks ter beschikking te stellen gewapend-betondamplanken afmetingen 0.16 x 0.35 m², lang 5,50 m;
- b. 75 stuks ter beschikking te stellen gewapend-betondamplanken afmetingen 0.16 x 0.35 m², lang 6,50 m;
- c. 4 stuks ter beschikking te stellen gewapend-betondamplanken afmetingen 0.16 x 0.40 m², lang 6,50 m;
- d. 5 m³ beton voor gewapend beton (350 kg cement per m³) voor de deksloof, afmetingen 0,30 x 0,40 m²;
- e. 500 kg wapeningsstaal QR 24.

Terplaatse van de pijlers reiken de damplanken - nadat de damplanken aan de bovenzijde van beton zijn ontdaan - tot 0,04 m boven onderkant pijlersloof, aan weerszijden van de pijlers reiken zij \pm 1,00 m hoger.

De bovenste 0,30 m van alle damwanden slopen; het vrijkomende wapeningsijzer in het beton van de pijler c.q. het beton 24-1961.

van de deksloof opnemen.

De damwanden tenminste één week voor het inheien tweemaal met een door de directie ter beschikking te stellen bitumineus produkt bestrijken.

19. Ter weerszijden van de scheepvaartpijlers, op aanwijzing van de directie en volgens nader te verstrekken detailtekeningen, houten geleidewerken aanbrengen, verlopend onder 1 : 8 van de voorzijde van de pijlers naar de kanaalboorden. Aan elk van de geleidewerken verwerken:

- a. 8 stuks tropisch hardhouten verticale palen, lang 9,50 m, dwarsdoorsnede 0,32 x 0,32 m²; de palen inheien tot een diepte van 7,70 m + N.A.P.; de palen aanpunten;
- b. 18 m' (2 x 9 m') tropisch hardhouten gordingen, dwarsdoorsnede 0,20 x 0,30 m²;
- c. 5 vulstukken 0,18 x 0,29 m², lang 0,75 m en 5 klossen 0,20 x 0,29 m², lang 0,40 m;
- d. 1500 kg ijzer aan beugels, bouten, hakkelbouten, volgplaten, kramplaten, paalmutsen, haalpenen e.d.

De gordingen met voorloeven, diep 0,02 m en breed 0,05 m tegen de palen werken.

De vulstukken met een tand ter diepte van 0,02⁵ m in de gordingen inlaten.

De klossen met een schuine tand ter diepte van 0,02 m aan de onderzijde in de palen kepen.

De verbindingen uitvoeren met beugels, bouten, hakkelbouten, volgplaten en kramplaten; het ijzerwerk van de verbindingen langs de scheepvaartzijden verzonken aanbrengen.

De palen voorzien van plaatstalen paalmutsen, inwendig 0,26 x 0,26 m², dik 0,008 m en bevestigen met houtschroeven. De paalkoppen over een lengte van 0,46 m schuin afwerken.

Gordingen, vulstukken en klossen van vellingkanten voorzien.

Verf-, teer- en carbolineerwerk verrichten overeenkomstig het bepaalde in par. 23 B.

De voor de uitvoering van de geleidewerken benodigde palen, gordingen, vulstukken en klossen, alsmede de benodigde verf, teer en carbolineum zullen door de directie aan de aannemer ter beschikking worden gesteld; het ijzerwerk moet door de aannemer worden geleverd.

24-1961.

20. In de ingevolge lid 6 in de scheepvaartpijlers aan de zijde van het vaarwater gespaarde sleuven, tropisch hardhouten wrijfgordingen, dwarsdoorsnede 0,12 x 0,20 m², aanbrengen over een totale lengte van ongeveer 30 m'; in de gordingen lassen maken en de nodige gaten boren voor het aanbrengen (verzonken) van de in de ingebetonnerde schroefhulsen passende ter beschikking te stellen schroeven.

21. Ter bescherming van de pijler staande tussen de hoofdrijbaan van de provinciale weg langs het Wilhelminakanaal en de aan de noordzijde van deze hoofdrijbaan aanwezige parallelweg zullen door derden geleidewerken worden aangebracht. De eventueel voor het aanbrengen van deze werken door de aannemer ter beschikking te stellen arbeiders zullen worden verrekend overeenkomstig het bepaalde in par. 5 van dit bestek; eventuele andere kosten zullen worden verrekend op de stelpost.

22. Van deze onder par. 3 B genoemde leveringen en werkzaamheden vindt alleen verrekening plaats op de hoeveelheden genoemd in par. 4 lid 2 onder de volgnummers 6 t/m 25 en voor zover zulks in lid 21 uitdrukkelijk is bepaald overeenkomstig het bepaalde in par. 5 en op de Stelpost.

C. Het opbreken, opnemen, sorteren en voor wederverwerking opslaan van verhardingen en het uitvoeren van bestratingen.

1. Ten behoeve van het over een lengte van ongeveer 90 m' verleggen van de aan de noordzijde van de provinciale weg langs het Wilhelminakanaal aanwezige parallelweg, de op deze parallelweg aanwezige verhardingen op aanwijzing van de directie volledig opbreken, opnemen, sorteren, schoonmaken en voor wederverwerking opslaan:

Op te breken zijns:

- a. 500 m² bestrating van klinkerkeien.
- b. 200 m' kantstrook van 1 rij keien.

2. Op de ingevolge het bepaalde in par. 3 A gereedgemaakte, verdichte en onder profiel gebrachte zandbeddingen van:

1. de parallelweg langs de noordzijde van de provinciale weg langs het Wilhelminakanaal;
2. de onder de brug door te voeren op de zuidelijke kanaaldijk aanwezige openbare weg;

24-1961.

3. de aansluiting voor voetgangers en wielrijders van de zuidelijke kanaaldijk aan de op de brug aansluitende oprit, de volgende verhardingen aanbrengen van ingevolge het bepaalde in lid 1 vrijgekomen of van door de directie ter beschikking te stellen materialen:

- a. 3000 m² klinkerkeien;
- b. 650 m² betontegels 0,30 x 0,30 x 0,08 m³;
- c. 1450 m' keistrook van 1 rij keien;
- d. 100 m' goot van 5 rijen klinkers d.f.

3. De verhardingen aanbrengen onder door de directie nader op te geven helling en verband en voorts in goede aansluiting met de bestaande verhardingen.

4. Van deze onder par. 3 C genoemde leveringen en werkzaamheden vindt alleen verrekening plaats op de hoeveelheden, genoemd in par. 4 lid 2 onder de volgnummers 3 en 26 t/m 29.

D. Het onderhouden van de gemaakte werken.

1. Het onderhoud omvat de herstelling en zonodig de vernieuwing van die onderdelen, welke gedurende de onderhoudstermijn bij normaal gebruik, dan wel tengevolge van onvoldoende uitvoering gebreken mochten vertonen; verder het schoonhouden van berm en verhardingen.

De berm en taluds vóór de eerste en laatste oplevering op door de directie te bepalen tijdstippen maaien.

2. De aannemer zorgt, dat tijdens de uitvoering van het werk en tot de dag van de eindoplevering en goedkeuring, geregeld alle hinderlijke sporen, zonken en oneffenheden worden opgehaald.

3. Op de laatste dag van de onderhoudstermijn moet het gehele werk in het bijzonder het straatwerk, nogmaals worden opgeleverd volgens de in dit bestek vermelde breedten en de door de directie aangegeven hoogten.

4. Van de uit het bepaalde in deze paragraaf voortvloeiende werkzaamheden en leveringen vindt geen verrekening plaats.

Par. 4. Hoeveelheden en eenheidsprijzen.

1. De hoeveelheden van de voor de uit te voeren werken te leveren en/of te verwerken materialen en te verrichten werkzaamheden voor zover daarop verrekening plaats heeft, zijn uitdrukkelijk in het bestek vermeld en opgenomen in lid 2 van deze paragraaf. De opgenomen hoeveelheden omvatten, tenzij in de omschrijving anders is vermeld, zowel de levering als de verwerking.

2. Staat van verrekenbare hoeveelheden.

Volg-no.	Hoeveelheid	Eenheid	Omschrijving	Eenheidsprijs
1	3	st	Bouwput drooghouden, door verlaging van de grondwaterstand met behulp van bronbemaling, voor de bouw van de pijlers en het aanbrengen van de oevervoorzieningen (damwanden)	
2	750	m ³	Zand, kwaliteit ophoogzand	
3	1000	m ³	Zand, kwaliteit straat- en afdekzand	
4	100	uur	Trillen of stampen met explosiestamper van 500 kg, inclusief bediening	
5	800	m ²	Flakzoden	
6	1467	m'	Ter beschikking te stellen palen van gewapend beton (0,34 x 0,34 m ²) inheiden; verwerken van ter beschikking te stellen bitumineus produkt voor het tweemaal bestrijken van de palen	
7	10	m ³	Stampbeton voor werkvloeren (250 kg cement per m ³)	
8	280	m ³	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor de pijlers (sloven en portalen) en de landhoofden	
9	1256	m ³	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor het brugdek, inbegrepen balken, verzwaringen e.d.	
10	12	m ³	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor stootplaten	
11	44	m ³	Steenlagbeton (400 kg cement per m ³) voor slijtlagen	
12	9	m ³	Steenlagbeton (400 kg cement per m ³) voor slijtlagen; in de beton door de directie ter beschikking te stellen, kleurstof verwerken	
13	216000	kg	Wapeningsstaal Q.R. 24	
14	234	m'	Verkeersstrepen, breed 0,10 m, in het dek maken van witte beton	
15	156	m'	Verkeersstrepen, breed 0,25 m, in het dek maken van witte beton	

Volg- no.	Hoeveel- heid	Een- heid	Omschrijving	Eenheid- prijs
16	600	m ²	Taludbekledingen van ter beschikking te stellen klinkerkeien; klinkerkeien aanbrengen in half-steensverband in een laag dik 0.10 m door de aannemer te leveren traskalkcementmortel; voegen volzetten met eveneens door de aannemer te leveren traskalkcementmortel	
17	25	m'	Betongoten van ter beschikking te stellen gootprofielen aanbrengen.	
18	130	m'	Betonband (afmetingen doorsnede 0.20x 0.20 m ²) langs taludverdedigingen; exclusief wapening	
19	975	m'	Ter beschikking te stellen damplanken, afmetingen 0,35x0,16 m ² , lang 5,50 m en 6,50 m en 0,40x0,16 m ² , lang 6,50 m, van gewapend beton inheien; verwerken van ter beschikking te stellen bitumineus produkt voor het tweemaal bestrijken van de damplanken	
20	5	m ³	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor deksloof (0,30x0,40 m ²) op de damwand	
21	304	m'	Ter beschikking te stellen tropisch hardhouten palen 0,32x0,32 m ² , lang 9,50 m inheien	
22	6,5	m ³	Ter beschikking te stellen tropisch hardhout aan gordingen, vulstukken en klossen verwerken	
23	1500	kg	IJzer aan beugels, bouten, hakkelbouten, volgplaten, kramplaten, paalmutsen, haalpenen e.d. leveren en verwerken	
24	4	est	Ter beschikking te stellen straatkolken aanbrengen betonbak N-132, gietijzeren inlaatstuk N 133-C-KZ met rooster N 130-BZ inclusief leveren en aanbrengen van moffenkit voor aansluiting inlaatstukken; bitumineus produkt voor het tweemaal bestrijken betonbakken	

Volg- no.	Hoeveel- heid	Een- heid	Omschrijving	Eenheids- prijs
25	40	m'	Grèsbuis Ø 0.15 m, inclusief leveren en aanbrengen van bitumineuze kit	
26	3000	m ²	Bestrating van vrijkomende en/of ter beschikking te stellen klinkerkeien en/of klinkers d.f.	
27	650	m ²	Ter beschikking te stellen betontegels 0.30x0.30x0.08 m ³ volgens N 500-A zonder vellingkanten, kwaliteit I, volgens N 501 en voor zover nodig, betontegels 0.30x0.15x0.08 m ³ volgens N 500-B, zonder vellingkanten, kwaliteit I, volgens N 501, aanbrengen	
28	1450	m'	Keistroom van 1 rij vrijkomende en/of ter beschikking te stellen keien	
29	100	m'	Goot van 5 rijen klinkers d.f.	
30	5000		Stelpost	

3. Als eenheidsprijs bedoeld in par. 12 van de A.V. en waarnaar verrekening zal geschieden, gelden de bedragen, welke de aannemer bij de inschrijving moet opgeven.

4. De directie behoudt zich het recht voor om zich van alle in lid 2 bedoelde hoeveelheden te overtuigen op de wijze, welke haar gewenst voorkomt. Voor zover niet anders is bepaald worden alle hoeveelheden in het blijvende werk gemeten of gewogen.

5. De meting van de onder de volgnummers 2 en 3 van lid 2 opgenomen hoeveelheden zal geschieden op het werk terplaatse waar het zand wordt verwerkt, in de middelen van vervoer. De vervoermiddelen moeten zodanig zijn ingericht, dat zij kunnen worden afgestreken, zodat onmiddellijk kan worden gecontroleerd welke hoeveelheid het voertuig inhoudt. Indien zand, kwaliteit straatzand en afdekzand wordt verwerkt op plaatsen, waar volgens het bepaalde in par. 3 A ophoogzand moet worden verwerkt, dan zal dit zand als ophoogzand worden verrekend.

6. Op de onder volgnummer 4 van lid 2 genoemde hoeveelheid wordt alleen verrekend de tijd, gedurende welke de stampers of trillers in opdracht van de directie in gebruik zijn voor het verdichten van de grond- en zandaanvullingen en ophogingen.

7. In de eenheidsprijs van beton moet de bekisting, de verdichting en alle afwerkingen van de betonoppervlakken zijn begrepen.

8. Het wapeningsstaal wordt verrekend naar de theoretische verwerkte hoeveelheid, waarbij het s.g. wordt gesteld op 7.85. In aanvulling van par. 263 lid 3 van de A.V. wordt vastgesteld, dat knipverliezen, binddraad, supporten en afstandsijsler, alsmede klein ijslerwerk, zoals draadnagels, houtdraadbouten, moerbouten, houtschroeven e.d. niet worden verrekend.

9. Bij de meting van de onder volgnummer 25 van lid 2 genoemde hoeveelheid, zal elk bocht- en elk hulpstuk worden gerekend als één m'; ongeacht de werkelijke lengte van het betreffende bocht- of hulpstuk.

10. De verrekening van de onder de volgnummers 16, 17, 26, 27, 28 en 29 genoemde werkzaamheden geschiedt slechts éénmaal; herstratingen en het opnieuw stellen van gootprofielen en kantopsluitingen, welke dan ook, worden geacht te vallen onder par. 3 D ("Onderhoud").

11. Ten behoeve van metingen en wegingen voor het vaststellen van de geleverde en/of verwerkte hoeveelheden stelt de aannemer zonder verrekening de door de directie nodig geachte arbeiders en hulpmiddelen ter beschikking. De kosten van de metingen en wegingen komen ten laste van de aannemer.

12. Op het in de staat opgenomen bedrag achter volgnummer 30, stelpost, welk bedrag in de aannemingssom moet zijn begrepen, worden verrekend de daarvoor in aanmerking komende werkelijk gedane uitgaven, wegens werkzaamheden en leveringen, welke op last van de directie zijn geschied en niet krachtens het bestek of de A.V. van de aannemer kunnen worden gevorderd. De verrekening geschiedt tegen werkelijk door de aannemer gedane uitgaven zonder provisie of winst en tegen bewijzen van betaling. Bij overschrijding van het bedrag worden de werkelijk gedane uitgaven, voor zover de overschrijding betreft met 10% verhoogd. Bij toepassing van par. 12 lid 4 van de A.V. blijven deze bedragen buiten beschouwing.

13. Alle niet in lid 2 van deze paragraaf genoemde leveringen en werkzaamheden, welke voortvloeien uit de bepalingen van dit bestek of de A.V. worden niet verrekend.

14. De voornaamste van deze niet verrekenbare werkzaamheden en leveringen zijn opgenomen in lid 15 van deze paragraaf 24-1961.

ids-

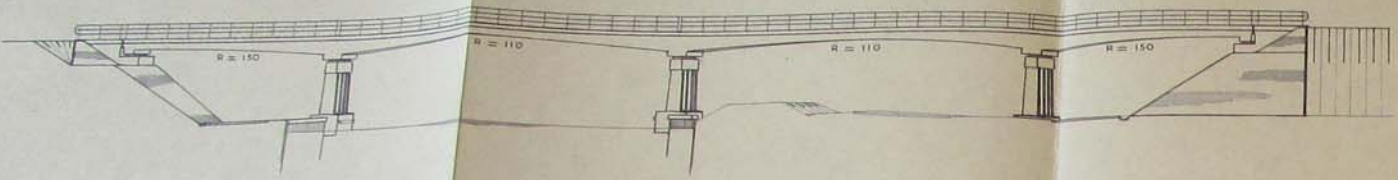
an
wel-

an
ijze,
saald
ge-

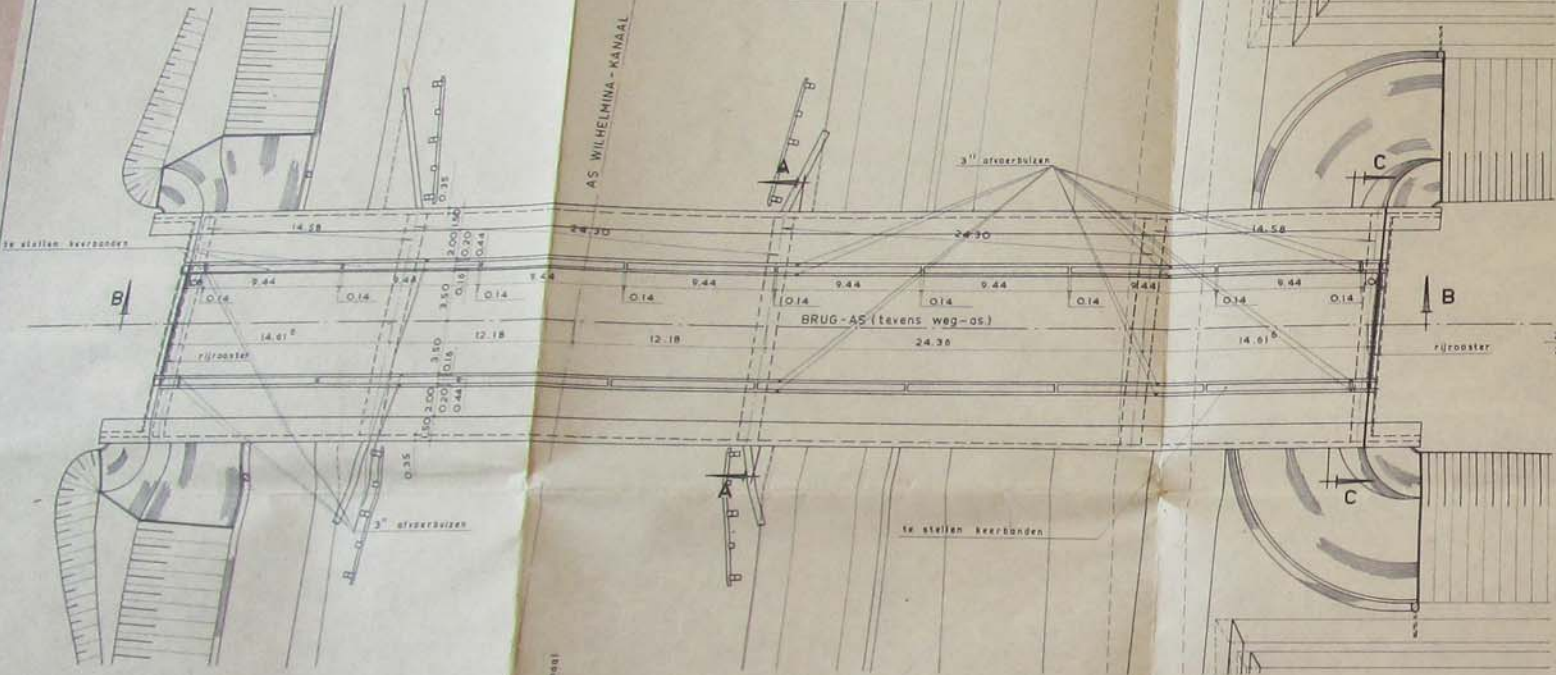
lid
aatse

kun-
n-
ind,
sen,
len
l.
l-
am-
ijn
p-

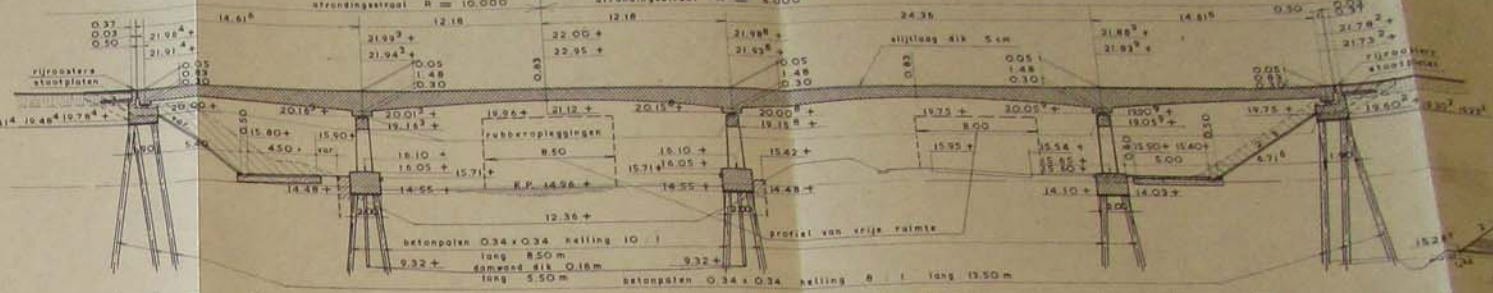
AANZICHT



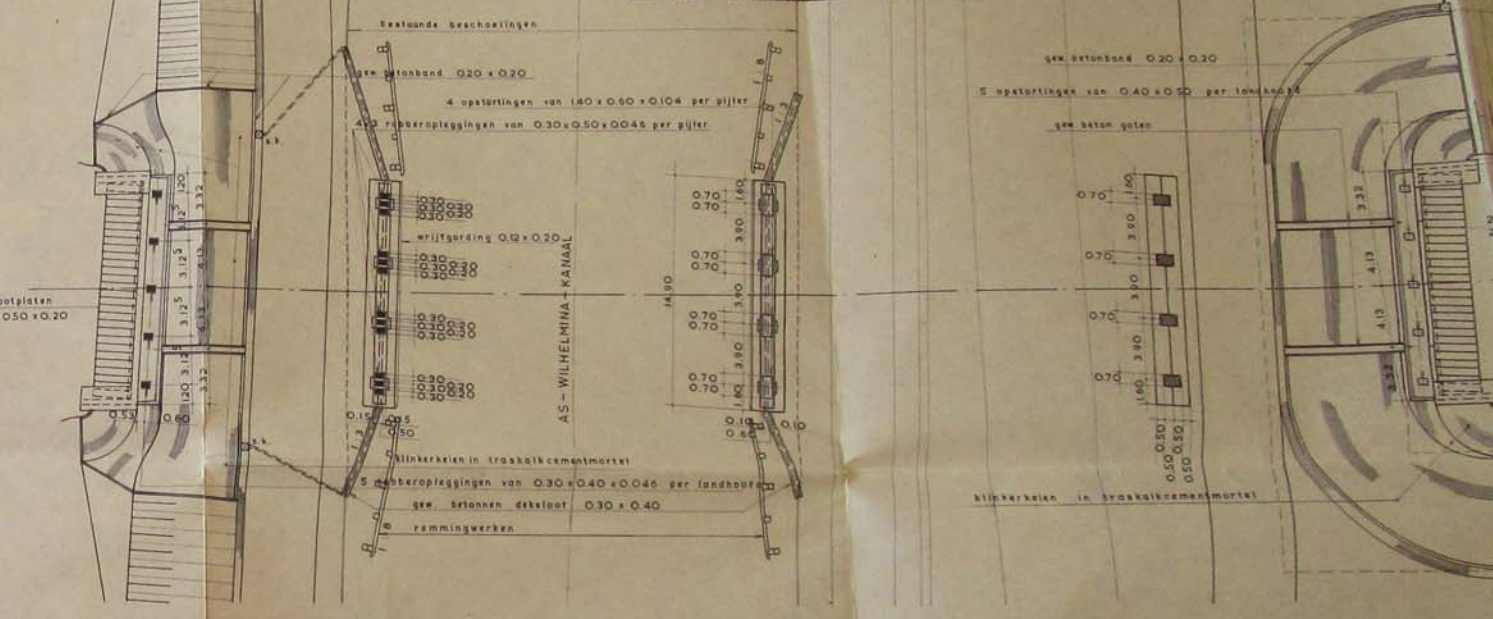
BOVENAANZICHT



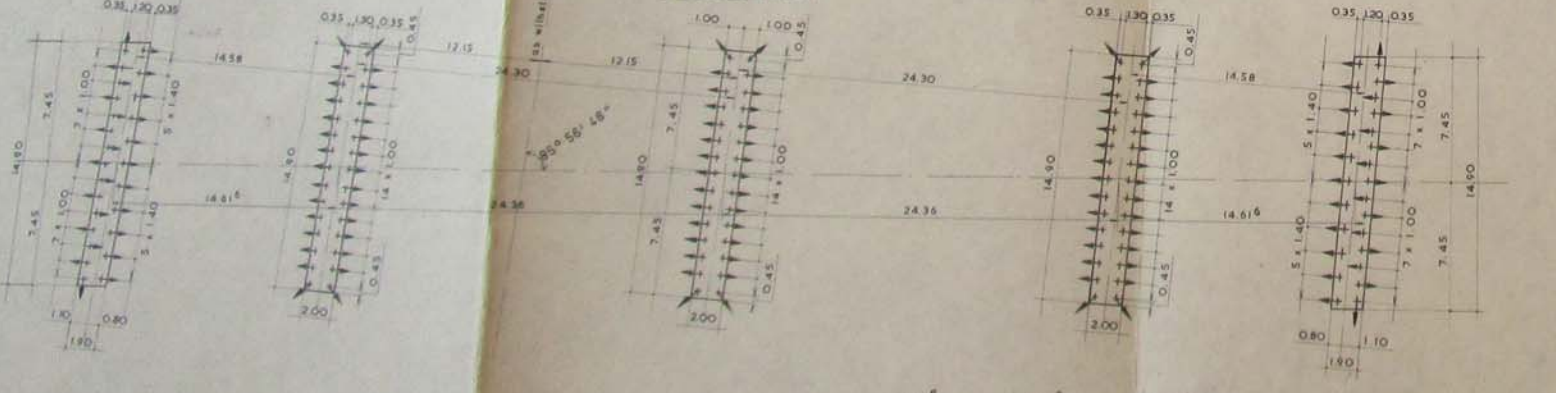
DOORSNEDE B-B



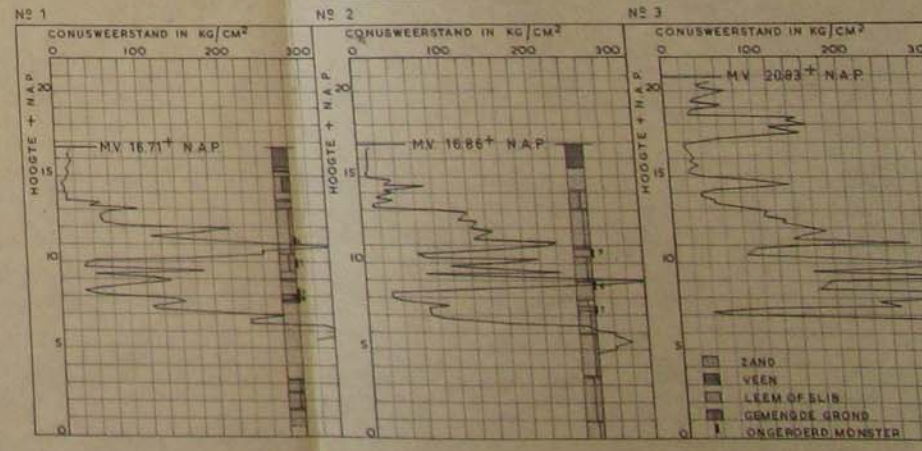
BOVENAANZICHT ONDERBOUW



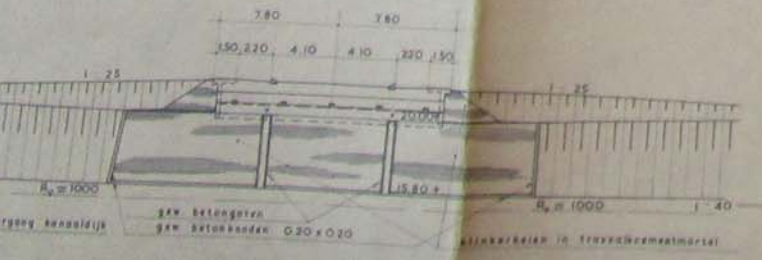
PALENPLAN



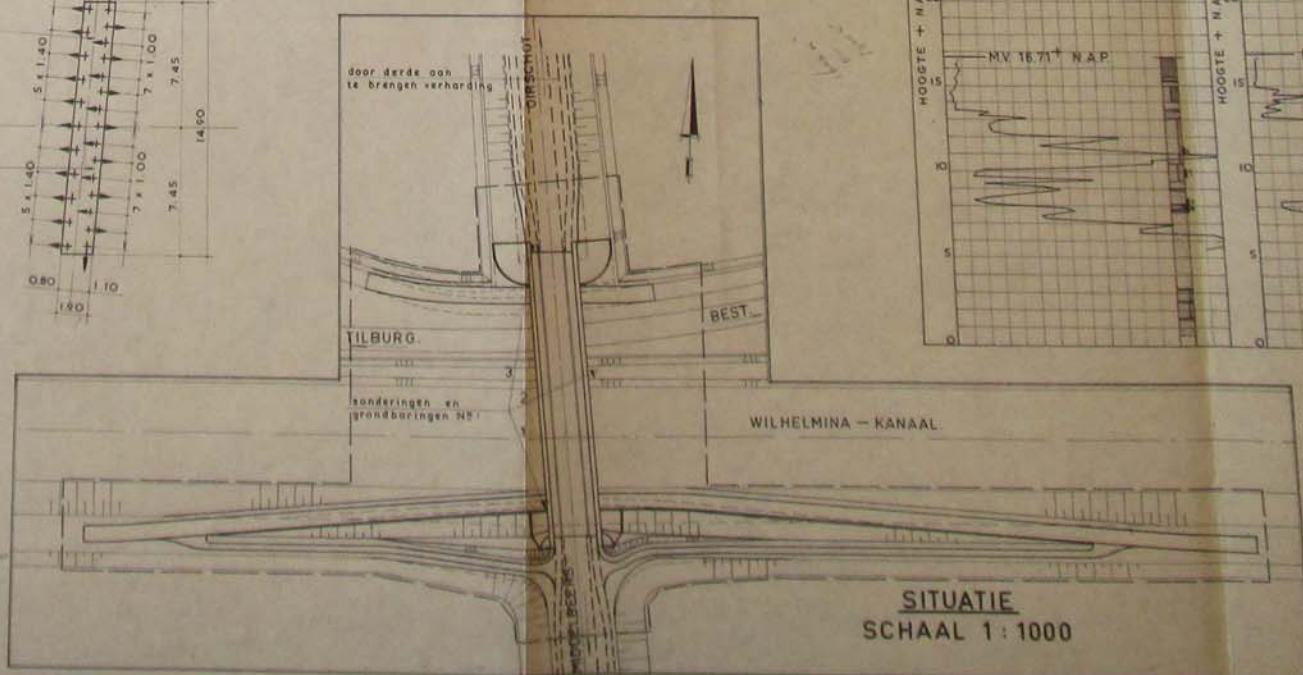
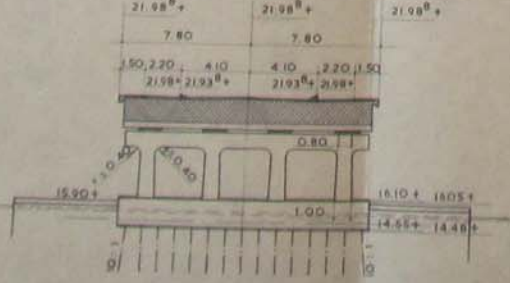
DIEPSONDERINGEN



AANZICHT ZUIDELIJK LANDHOOFD



DOORSNEDE A-A



**SITUATIE
SCHAAL 1:1000**

VERKLARING

- GEWAPEND BETON
- GROND ONTGRAVEN
- ZAND AANVULLEN
- TE MAKEN WERK
- BESTAANDE TOESTAND WELKE BLIJFT
- BESTAANDE TOESTAND WELKE VERVAULT
- 15.00 M BOVEN N.A.P.
- STRAATKOLK
- MATEN IN METERS
- PEILMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.
- GRINS WERK

Bijlage 2

Bestek en aannemingsovereenkomst (1962)

ger JWS

3143 H.

20 april 1962.

Bestek nr.24, dienstjaar 1961
(Bouw brug in prov.weg Oirschot-
Middelbeers).
Overeenkomst en directie.

4

Hierbij doe ik U toekomen een door mij ondertekend
exemplaar van de overeenkomst met bijlage tot aanneming
van de werkzaamheden, omschreven in nevenvermeld bestek.

Conform art. 13 van het "Reglement Openbare Aande-
stedingen" doe ik U hierbij tevens toekomen:

- 1e. een gewaarmerkt exemplaar van het onderhavige bestek
met bijbehorende, eveneens gewaarmerkte tekeningen;
- 2e. een gewaarmerkt exemplaar van de staat van aanwijzing
bij dit bestek.

Als directie wordt door mij aangewezen de Hoofdin-
genieur-adviseur van mijn dienst, Ir.J.W.M.de Wijs,
Willem van Oranjelaan 27, 's-Hertogenbosch (tel.32606),
die zich zal doen bijstaan door de Ingenieur-A Ir. A.J.
de Smit, Buitenhaven 52, 's-Hertogenbosch (tel.35362).

Met het hoofdtoezicht wordt belast de Technisch
hoofdamtenaar te klas H.Oosterink, Pieter Breughelstraat
58, 's-Hertogenbosch en met het dagelijks toezicht de
Technisch ambtenaar te klas F.A.W.M. van der Horst,
Baanderherenweg 24, Boxtel.

De Hoofdingenieur-Directeur
van de Provinciale Waterstaat,

M.V. Aannemersbedrijf
v/h A. Dubbers
Rijksweg 125
MALDEN.

L.A.L. Hamers.

OVEREENKOMST,

Ondergetekende, Ludovicus Antonius Leonardus Hamers,
Hoofdingenieur-Directeur van de Provinciale Waterstaat van
Noord-Brabant, daartoe gemachtigd bij besluit van Gedepute-
eerde Staten van Noord-Brabant van 7 maart 1962
G nr. 8404840 te Afd., contractant ter ene zijde,

verder genoemd: de provincie
Naaml.
Doorhaling van en de Comm. Venn. Aannemersbedrijf v/h A. Dubbers, Rijksweg
"Comm." en 125 te Malden (lid.), contractant ter andere zijde, verder
toevoeging van "Naaml." goed- genoomd: de aannemer,
gekeurd. verklaren te zijn overeengekomen als volgt:

I. De aannemer verbindt zich tot het bouwen van een
brug over het Wilhelminakanaal en over de langs dit
kanaal gelegen provinciale weg Best-Oirschot-Rijks-
weg no. 63, in het tracé van de nieuwe provinciale
weg Oirschot-Oostelbeers, voorkomend op het provin-
ciale wegennet (provinciale wegeplan) geheel volgens bestek nr. 24,
dienstjaar 1961 en de bij dit bestek behorende
staat van aanwijzing, met dien verstande dat:

a. het brugdek zal worden uitgevoerd in voorgespan-
nen beton;

b. de in par. 4, lid 2, onder de volgnummers 9 en
13 genoemde hoeveelheden als volgt worden gewij-
zigd:

Volgnummer	omschrijving	hoeveelheid
13	in plaats van 216000 kg te lezen	34.000 kg;
9	in plaats van 1256 m ³ te lezen	801 m ³ ;

II. Van het in voorgespannen beton uit te voeren brugdek zul-
len de door de Rijkswaterstaat en de Provincie nodig ge-
oordeide ontwerpen, berekeningen en tekeningen ter goed-
keuring aan de Rijkswaterstaat en de Provincie moeten
worden voorgelegd.

III. De uitvoering van het brugdek zal moeten geschieden overeenkomstig de door de Rijkswaterstaat en de Provincie goedgekeurde ontwerpen, berekeningen en tekeningen.

IV. Afwijkingen van de onder III bedoelde goedgekeurde tekeningen mogen niet plaats hebben dan met uitdrukkelijke toestemming van de directie, blijkende uit haar ondertekening op de gewijzigde tekening.

V. Op de voor de uitvoering van het brugdek in voorgespannen beton te leveren en/of te verwerken materialen en te verrichten werkzaamheden vindt behoudens op de hoeveelheid beton groot 801 m³ en de in par. 4, lid 2, onder de volgnummers 11, 12, 14 en 15 genoemde hoeveelheden geen verrekening plaats.

VI. De aannemer zal ten aanzien van de uitvoering van het brugdek in voorgespannen beton geen enkele aanspraak op schadevergoeding, bijbetaling of verlenging van de opleveringstermijn kunnen ontlenen.

VII. De Provincie betaalt de aannemer deswege op de wijze zoals in het bestek is voorgeschreven, de som van vierhonderd achtennegentigduizend gulden (f. 498.000,-), in welk bedrag een stelpost ad f. 5.000,- is begrepen, behoudens - met inachtneming van het bepaalde onder V - verrekening van meer en minder werk tegen de in de navolgende staat genoemde eenheidsprijzen en behoudens verrekening, voorzover dit in het bestek is omschreven, op de stelpost.

Volg-no	Omschrijving	Eenheid	Eenheidsprijs
1	Bouwput drooghouden door verlaging van de grondwaterstand met behulp van bronbemaling, voor de bouw van de pijlers en het aanbrengen van de geveer voorzieningen (damwanden)	st	400,--
2	Zand, kwaliteit ophoozand	m ³	3,50
3	Zand, kwaliteit straat- en afdekzand	m ³	4,--
4	Trillen of stampen met explosiestamper van 500 kg inclusief bediening	uur	7,--
5	Plakzoden	m ²	1,50
6	Ter beschikking te stellen palen van gewapend beton (0,34x0,34 m ²) inheien; verwerken van ter beschikking te stellen bitumineus produkt voor het tweemaal bestrijken van de palen	m'	12,--
7	Stampbeton voor werkvloeren (250 kg cement per m ³)	m ³	45,--
8	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor de pijlers (sloven en portalen) en de landhoofden	m ³	58,--
9	Beton voor gewapend beton (350 kg cement per m ³) voor het brugdek, inbegrepen balken, verzwaringen e.d.	m ³	60,--

1. Voorspanning.

a) Voorgespannen moet worden volgens systeem Freyssinet. De voorspanning bestaat uit 95 kabels 12 Ø 7 lang m¹.

De bovengenoemde lengte is aangegeven tot 65 cm buiten de buitenkant van de verankerings-elementen. Deze kabels leveren en verwerken met bijbehorende voorspanmaterialen.

b) De verschuldigde licentie-kosten komen ten laste van de aannemer.

2. Hoogwaardig staal QP 170.

a) Iedere rol moet zijn verpakt met tenminste 6 stuks goed bevestigde binddraden en voorzien zijn van een door de fabriek aangebrachte label waarop duidelijk vermeld is:

- 1) de naam van de fabriek waar de draad vervaardigd is.
- 2) de kwaliteit van de draad.
- 3) Het volgnummer overeenstemmend met het op de rol betrekking hebbend fabrieksattest.

b) De draden moeten in praktisch ongeroeste toestand worden geleverd en verwerkt en tijdens het transport en opslag zodanig zijn beschermd dat geen aantasting van de draad kan optreden. Bovendien mag deze bescherming geen nadelige invloed uitoefenen op de verankering of op de aanhechting van de beton op het staal.

De draden moeten zo tijdig worden aangevoerd, dat de directie de nodige proeven kan doen nemen, vóór tot verwerking wordt overgegaan.

c) Het materiaal zal volgens de voorschriften worden onderzocht op mechanische eigenschappen en eisen. De kosten van dit onderzoek komen ten laste van de aannemer.

d) Herkeuring op kosten van de aannemer ten aanzien van alle eisen en op het dubbele aantal proefstukken ter aanwijzing van de directie vindt plaats, indien de partij niet geheel voldoet aan één der gestelde keuringseisen.

e) Afkeuring vindt plaats indien bij eerste keuring aan meer dan één der gestelde keuringseisen niet wordt voldaan, of indien bij herkeuring niet aan alle gestelde keuringseisen wordt voldaan.

- f) Staal, dat beschadigd, geknikt of geroest is, mag niet verwerkt worden en moet direkt van het werkterrein worden verwijderd op een daartoe naar het oordeel van de directie geschikt tijdstip.

3. Formeren en stellen der kabels.

- a) Iedere kabel bestaat uit 12 draden, welke over de gehele lengte om een centrale spiraalveer gegroepeerd zijn. De draden dienen zodanig samengebonden te zijn, dat een constante groepering verzekerd is. Totdat de kabels in het werk worden aangebracht, moeten ze tegen weer en wind beschermd en vrij van de grond worden opgeslagen.
- b) De kabels plaatsen in een schroefgeribde plaatstalen kabelomhulling met diameter van ca. 4,5 cm, plaatdikte minstens 0.25 mm. De kabelomhulling mag niet geroest zijn. Knikken of lekken mogen niet voorkomen. Lassen in de kabelomhulling maken door middel van overlapping; de lassen dicht met densoband.
- c) De kabels overeenkomstig de werktekeningen stellen op een daartoe naar het oordeel van de directie geschikt tijdstip en op onderlinge afstanden van ca. 1,5 m fixeren, zodanig dat tijdens het storten van het beton geen verplaatsing van de kabels meer mogelijk is.
- d) De verankeringen mogen niet beschadigd zijn; de spiraal aan de binnenzijde van de conus mag niet geroest zijn. De conussen moeten voorzien zijn van een ingestort buisje ter bevestiging van de kabelomhulling.
- e) De proppen moeten van een carborundum laagje zijn voorzien.
- f) Voor de bevestiging van de conus zgn. conusvasthouders toepassen.
- g) Tijdens de eerste verhardingsphase en vóór het spannen controleren of de kabels in de kanalen heen en weer geschoven kunnen worden; indien de kabels niet heen en weer geschoven kunnen worden moeten ze na voldoende verharding van het

beton worden verwijderd, de desbetreffende kanalen gereinigd en de kabels opnieuw aangebracht worden. Een en ander geeft de aannemer geen recht op verrekening.

- h) Enige dagen na het storten eventuele verontreinigingen, betonresten e.d. aan de binnenzijde van de conussen verwijderen.

4. Spannen.

- a) Achter de voorspankabels een werksteiger aanbrengen ten behoeve van de werkzaamheden aan de kabels. Hoogte en afmetingen van de werksteigers behoeven de goedkeuring van de directie.
- b) Alvorens met de werkzaamheden van het spannen wordt begonnen moet na het betonneren van het dek tenminste 2½ week zijn verlopen en moet de druksterkte van de betreffende proefkubens tenminste 300 kg/cm² bedragen. De vereiste kubusvastheid na 28 dagen bedraagt 350 kg/cm².
- c) Het spannen van een kabel moet geschieden met 2 vijzels. De te gebruiken apparatuur (vijzels, pompen, slangen, manometers) moet in goede staat verkeren.
- d) Tijdens het spannen moeten de bemanningen van de vijzels door middel van een veldtelefoon met elkaar in contact kunnen treden.
- e) Bij het voorspannen dient de verlenging van de kabels bij tenminste vier manometerstanden te worden gemeten en genoteerd. De nulcorrectie moet in rekening worden gebracht. Na het ontspannen van de vijzel de intrekking van de draden meten en noteren.
- f) Als in een kabel breuk optreedt vervangt de aannemer op zijn kosten deze kabel door een nieuwe.
- g) Het spannen dient te geschieden door op dit gebied ervaren personeel.
- h) De aannemer moet de nodige veiligheidsmaatregelen treffen bij het spannen. De aannemer dient, alvorens deze werkzaamheden te beginnen, aan een der werknemers een schriftelijke instructie uit te reiken.

5. Injecteren.

- a) De samenstelling van de injectiespecie is 100 kg cement en 20 kg tras en ca. 45 l water.
- b) De injectie-mortel moet worden bereid met behulp van een sneldraaiende mengapparatuur.
- c) Direct voor het injecteren de kabelkanalen met perslucht doorblazen. Het injecteren moet zolang worden voortgezet, tot aan de zijde van de kabel, waar niet wordt geïnjecteerd, injectiemortel van dezelfde samenstelling uitkomt, als waarmee geïnjecteerd wordt.
- d) Het injecteren met behulp van perslucht is niet toegestaan.
- e) Als blijkt dat een kabelkanaal niet over de gehele lengte geïnjecteerd kan worden, moet het kanaal worden schoongespoeld en de oorzaak van de verstopping worden opgeheven. Indien nodig, moet de kabel hiertoe worden ontspannen en worden verwijderd: daarna de kabel opnieuw aanbrengen, spannen en injecteren.
- f) Bij lage temperaturen injecteren met Encielite en eventuele toevoegmiddelen.
De aannemer treft alle maatregelen die nodig zijn om bevriezing van water of verse injectie-specie te voorkomen. Niet injecteren, wanneer aanhoudend lage temperaturen met kans op vorst verwacht kunnen worden.

6. Nabehandeling.

- a) Na het injecteren de buiten de verankering stekende draadeinden tot op enkele centimeters afbranden of afsnijden.
- b) De sparings waarin de verankeringen zijn opgenomen, dichten met mortel, waarin P.C.I. is verwerkt. Dosering van de P.C.I. volgens voorschrift van de leverancier.

7. Aanvulling van de paragraaf bekisting:

Maatregelen treffen dat bij het voorspannen de verkorting niet wordt tegengehouden door de bekisting.

8. Voorschriften.

Van toepassing worden verklaard:

- a) Voorlopige keuringsvoorschriften voor hoofwaardig staal voor voorgespannen beton, uitgegeven door de Commissie "Betonstaal" vastgelegd op de 31e vergadering van de Commissie "Betonstaal" op 16 juli 1958.
- b) Richtlijnen voor de toelaatbare spanningen en de veiligheidscoëfficiënt, bij constructies in voorgespannen beton uitgegeven door de "Studievereniging tot ontwikkeling van het voorgespannen beton". October 1957.

Provinciale Waterstaat
van Noord-Brabant.

No. 46 Weekrapport No. 46 van de — tot en met

19,

Bestek nr. 24
Dienstjaar 1961.

no 46
no 46
no 46

betreffende de vordering van de werken omschreven
in nevenvermeld bestek, inhoudende het bouwen van
een brug over het Wilhelminakanaal en over de langs
dit kanaal gelegen provinciale weg Best-Oirschot-
Rijksweg nr. 63 in het tracé van de nieuwe provinciale
weg Oirschot-Oostelbeers, voorkomend op het provin-
ciale wegenplan.

Machtiging: besluit G.S. dd. 7-3-1962, G nr. 10840
Ie afd.

Anneemsom: f. 498.000.--

Aannemer: N.V. aannemersbedrijf voorheen A. Dubbers,
Rijksweg 125, Malden (Gld.) Tel. 08806-487.

Volg- nr.	Omschrijving	Een- heid	Laatste week	Vorig Rapport	Totaal	Volgens bestek
1	Bouwput drooghouden d.m.v. bron- bemaling	st.				3
2	Zand, kwaliteit ophoogzand	m3		1645	1645	750
3	Zand, kwaliteit straat- en afdek- zand	m3		884	884	1000
4	Trillen (500 kg)	uur		144 1/2	144 1/2	100
5	Plakzoden	m2	800		800	800
6	Betonpalen heien (0.34x0.34)	m'		1467	1467	1467
7	Stampbeton voor werkvloeren (250 kg)	m3		9.08	9.08	10
8	Beton voor gew.beton voor pijlers en landhoofden	m3		284.48	284.48	280
9	Beton voor gew.beton voor brug- dek (350 kg)	m3		805.46	805.46	801
10	Beton voor gew.beton voor stoot- platen (350 kg)	m3		11.2	11.2	12
11	Steenslagbeton (400 kg) voor slijtlagen	m3		52.13	52.13	44
12	Steenslagbeton met kleurstof (400 kg)	m3				9
13	Wapening-staal Q.R. 24	kg		34670.12	34670.12	34.000

De Heer Hoofdingenieur-Adviseur
van de Provinciale Waterstaat
Ir. J.W.M. de Wijs
te

's-HERTOGENBOSCH.

Volg- nr.	Omschrijving	Een- heid	Laatste week	Vorig Rapport	Totaal	Volgens bestek
14	Verkeersstrepen (breed 0.10 m)	m'		235.36	235.36	234
15	Verkeersstrepen (breed 0.25 m)	m'		156.32	156.32	156
16	Taludbekleding van k.k. in traskalk- cement	m2		603.24	603.24	600
17	Betongoten stellen	m'		28	28	25
18	Betonband (0.20x0.20 m2) bij taludverde- diging	m'		137.10	137.10	130
19	Damplanken (0.35x0.18 m2) heien	m'		975.50	975.50	975
20	Beton voor gew.beton (350 kg) voor deksloof	m3		3.42	3.42	5
21	Hardhouten palen (0.32x0.32 m2) heien	m'		304	304	304
22	Hardhouten gordingen etc. verwerken	m3		6.207	6.207	65
23	IJzer voor remmingwerk	kg		1370	1370	1500
24	Straatkolken aanbrengen	st		4	4	4
25	Grèsbuis Ø 15 leveren en verwerken	m'		48.50	48.50	40
26	Bestrating van k.k. of d.f.	m2		2760.10	2760.10	3000
27	Betontegels 0.30x0.30x0.08 m3 aan- brengen	m2				650
28	Keistrook van 1 rij keien	m'		1403.10	1403.10	1450
29	Goot van 5 rijen d.f.	m'		182.65	182.65	100
30	Stelpost	gld	1827.82	1245.05	3072.87	5000
31	Uren van een arbeider	uur	94 1/4		94 1/4	

Vordering der werkzaamheden, bijzondere mededelingen enz.

Weekrapport behorende bij eindafrekening
Verrekenend: Uren van een arbeider in staat van
stelpost toelichting.

De aannemer
gemachtigde

Oirschot 20 Mei 1963
De Technisch Ambtenaar,

Goedgekeurd en aan de aan-
nemer uitgereikt

's-Bosch 19
De Hoofdingenieur-Adviseur,

Bijlage 3

Constructieve inspectie met initiele risico-analyse (RHDHV, 2016)

Notitie / Memo

HaskoningDHV Nederland B.V.
Transport & Planning

Aan: Gemeente Oirschot t.a.v. Peter Stabel
Van: Rob Vergoossen
Datum: 7 juli 2016
Kopie: Boris Hommes
Ons kenmerk: T&PBE6865-101-100N001F01
Classificatie: Projectgerelateerd

Onderwerp: Constructieve inspectie en analyse Prinses Irenebrigadebrug in de Kempenweg over het Wilhelminakanaal

Bijlagen: BE6865-101-100_R001_D01_Inspectierapport pr. Irenebrigadebrug

Inleiding

Aanleiding

Gemeente Oirschot heeft aan Royal HaskoningDHV gevraagd om een constructieve inspectie en analyse voor de prinses Irenebrigadebrug gelegen in de Kempenweg over het Wilhelminakanaal in de gemeente Oirschot uit te voeren. Het archiefonderzoek van de brug is door de gemeente Oirschot zelf uitgevoerd. Hiertoe is het archief van de Provinciale Waterstaat van Noord-Brabant welke bij het BHIC te Den Bosch gedeponeerd doorzocht.

Archiefresultaten

Bij het archiefonderzoek zijn het originele bestek (bestek PWNB 24, december 1961) incl. bestekstekening en de overeenkomst van aanneming (april 1962) aanwezig. Hieruit blijkt dat:

- In de overeenkomst van aanneming (met aannemersbedrijf A. Dubbers te Malden) is gesteld dat het brugdek in plaats van een gewapend betonnen brug, uitgevoerd zal worden in een voorgespannen brug. De slankheid is door deze aanpassing toegenomen en het betonvolume is gereduceerd van 1256 m³ tot 801 m³.
- In de overeenkomst van aanneming is opgenomen het aantal (95) en type voorspankabels (Freysinnet 12Ø7) evenals de kwaliteit van het voorspanstaal. (QP170).
- Een gewijzigde bestekstekening met de nieuwe afmetingen van de brug, evenals vorm- en/of wapeningstekening niet gevonden zijn in de archieven.

Doel

Het doel van deze notitie is de bevindingen van de constructieve inspectie te rapporteren evenals een analyse van de constructie. Een advies voor vervolgonderzoek in het kader van de constructieve veiligheid van het object is eveneens gegeven.

Constructieve Inspectie

Op donderdag 7 juli 2016 hebben ing. Boris Hommes en ir. Rob Vergoossen beiden van Royal HaskoningDHV een constructieve inspectie uitgevoerd. De resultaten van deze inspectie evenals een fotoreportage zijn in de bijlage opgenomen. De conclusie van de constructieve inspectie ten aanzien van constructieve veiligheid is dat het object in een goede staat is. De lengte van overspanning en dekbreedte is conform de bestekstekening.

Afwijkingen in ontwerp en gebruik in het veld waargenomen

De volgende veiligheidsaspecten verdienen in de toekomst mogelijk aandacht:

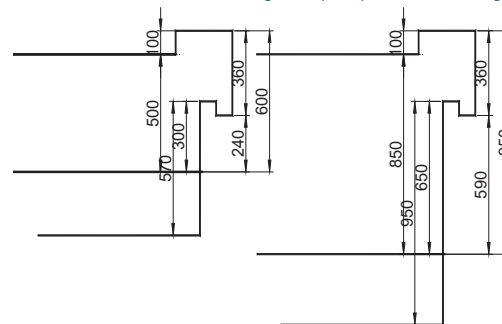
- De geleiderails zijn niet volgens NEN 5191 (geleiderail) en voldoen daardoor niet aan keringsniveau H2. Aan de oostzijde is geen afscherming en geen hoogteverschil tussen rijbaan en fietspad aanwezig. Hierdoor kan een voertuig eenvoudig van het fietspad gebruik maken. De bermbeveiliging aan de oostzijde (alleen leuning) en mogelijk ook aan de westzijde (afwijkende geleiderail) voldoet niet aan de eisen (H1 niveau);
- De leuning aan de zijkanten zijn doorvalbaar en overklauterbaar. De kerende hoogte is 1,0 m. Voor een bestaand brug voldoet dit aan de eisen van het Bouwbesluit, echter dit voldoet niet aan de nieuwbouweisen voor het bouwbesluit.
- De slankheid van de brug zorgt voor voelbare trillingen bij passage door zwaar verkeer.
- De aanwezige voegovergangen zijn lek/verouderd. Deels (t.p.v. fietspaden) zijn er open voegen aanwezig. Dit is overigens in het originele ontwerp als zodanig voorzien.
- Diverse originele hemelwaterafvoeren zijn niet meer functioneel.

Afwijkingen bestekstekening op basis van opname en metingen in het veld

Omdat de bestekstekening een gewapend betonnen brug weergeeft en het object een voorgespannen betonnen brug is, zijn er diverse afwijkingen van de bestekstekening.

- De minimale dikte van het dek ter plaatse van veldmidden en landhoofden bedraagt 50 cm (i.p.v. 83 cm);
- De maximale dikte van het dek ter plaatse van de tussensteunpunten bedraagt 85 cm (i.p.v. 148 cm);
- Bij elk van de tussensteunpunten zijn 4*2 opleggingen 51*31*5,5 cm aanwezig (i.p.v. 4*3 50*30*4,6)
- Bij elk landhoofd zijn 5 opleggingen 40*25*5,5 cm aanwezig (i.p.v. 40*30*4,6)
- De rijbaanindeling is (beperkt) aangepast. Aan de westzijde is een vrijliggend fietspad in twee richtingen aanwezig;
- De hemelwaterafvoerbuizen zijn (deels) niet meer functionerend.

De dekdikte is op diverse punten met duimstok/rolmaat ingemeten. De maatvoering nabij het landhoofd/veldmidden staat in figuur 1 (links). De maatvoering tpv tussensteunpunt in figuur 1 (rechts)



Figuur 1: Schets maatvoering landhoofd/midden hoofdoverspanning (links) resp. tpv tussensteunpunten (rechts)

Constructieve analyse

Bevindingen ten aanzien van ontwerp

- Op basis van de beschikbare archiefgegevens valt niet vast te stellen welke ontwerpbelasting (verkeersklasse A of B) volgens VOSB 1938 is aangehouden. De slankheid van de brug ($24/0,5=48$ resp. $24/0,85=28$) is beperkt.
- De brug is ontworpen door een aannemer als alternatief met de Stuvo richtlijnen voor voorgespannen beton. Destijds was nog relatief weinig ervaring beschikbaar met in-situ voorgespannen betonnen plaatbruggen.
- Het constructietype voorgespannen massieve plaat is normaliter een robuust constructietype met relatief veel marge in het ontwerp.

Bevindingen ten aanzien van gebruik

- De brug is voelbaar in trilling door passage van zware voertuigen.
- Bij het werkelijke gebruik (dat is op beide fietspaden geen wegverkeer) is de randafstand groot, waardoor veel plaatbreedte gemobiliseerd wordt.
- Door het ontbreken van een voertuigkering en/of afdoend hoge schampkant is het mogelijk dat (bijvoorbeeld tijdens een ongeval op de brug of een onderhoudssituatie) tijdelijk gebruik gemaakt wordt van het fietspad aan de oostzijde. Hierdoor is in dat geval de meewerkende plaatbreedte gering en mogelijk de constructieve veiligheid niet gewaarborgd.

Conclusies

- Op basis van de huidige gegevens is het niet met zekerheid vast te stellen of de constructieve veiligheid in alle situaties gewaarborgd is.
- Gelet op de afwezigheid van constructieve schades, het type constructie en het stichtingsjaar is de verwachting dat het object een restlevensduur kan hebben van meer dan 25 jaar.

Advies

Omdat de constructieve veiligheid in alle situaties op dit moment niet met zekerheid te garanderen valt, adviseren wij een van onderstaande acties uit te voeren:

- 1 Zodanig aanpassen van de wegindeling zodat tijdelijk verkeerd gebruik van de brug voorkomen kan worden;
- 2 Uitvoeren van een verificatieberekening van de brug waarbij het draagvermogen van de hoofd draagconstructie gecontroleerd wordt. Eventueel kan bepaald worden of een beperking in het gebruik door bebording noodzakelijk is;

Ad. 1: Hier blijft een restrisico aanwezig dat niet inzichtelijk is of de brug afdoende veiligheid bezit. Echter op basis van bewezen sterkte en constructietype is dit risico wellicht aanvaardbaar klein.

Ad. 2: Door inzichtelijk te maken voor welk gebruik de brug geschikt is, kunnen eventueel onderbouwde keuzen gemaakt worden voor aanpassing van de wegindeling. Ook wordt inzichtelijk of uitvoeren van groot onderhoud waarbij bijvoorbeeld leuningen, voegen, asfalt vervangen worden, economisch verantwoord is voor de brug.

pr.Irenebrigadebrug Prinses Irenebrigadebrug i.d Kempenweg

Objectnaam: Prinses Irenebrigadebrug i.d Kempenweg
 Objectnummer: pr.Irenebrigadebrug
 Objectsoort: brug
 Projectnummer: BE6865
 Inspectiedatum: 7-7-2016
 Weersgesteldheid: Half bewolkt
 Inspecteur: ing. Boris Hommes en ir. Rob Vergoossen
 Inspectieklasse: Constructieve inspectie
 Doel inspectie: controle op (nieuwe) schades en juistheid archiefinformatie
 Onderdelen inspectie: bovenbouw en zichtbare delen onderbouw indien gevoelig voor aanrijdingen
 Documenten: archiefstukken, zoals aangeleverd door gemeente Oirschot
 Inspectiemateriael: fotocamera, duimstok, rolmaat, ladder



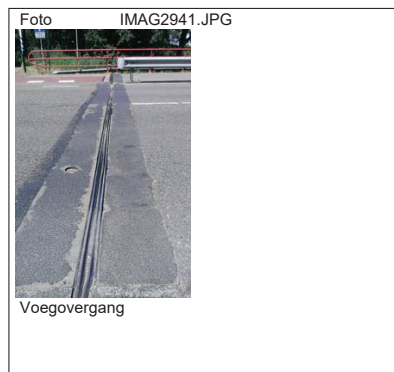
Opmerkingen:
 Het kunstwerk bestaat uit één dek. De onderbouw bestaat kolommen met een bovenbalk. Boven- en onderbouw zijn van dichtbij geïnspecteerd.

De volgende aspecten zijn beoordeeld:
 Zijn er constructieve schades? Nee
 Zijn er vervormingen/zettingen die duiden op schade? Nee, hoewel het dek voelbaar vervormt/trilt bij passage zware voertuigen.
 Staan de opleggingen scheef (buiten grenswaarden)? Nee
 Staat er een geluidscherm op het kunstwerk? Nee, ook geen lichtmasten
 Staan de geleiderails cf. ontwerp (randafstanden)? Nee, een beperkte verplaatsing meer naar het midden
 Welk type asfalt is aanwezig? Is er overlaagd? DAB, hoogte verschil b.k. schamkant - b.k. asfalt is circa 2 cm. Er is derhalve waarschijnlijk niet beperkt overlaagd (ca. 2/3 cm).
 Zijn er schades door lekkage (chloriden)? Nee. Er zijn (deels) open voegen bij de landhoofden. Bij de tussensteunpunten zijn tussenafvoerbuizen welke (gedeeltelijk) buiten werking zijn.
 Indien aanrijdbaar: wat zijn de kolomafmetingen? Kolommen >vierkant 700 x 700 mm (dit komt overeen met tekeningen)

Verder zijn de volgende objectspecifieke risico's beoordeeld:
 Zijn eerdere betonreparaties nog heel? Geen eerdere betonreparaties zichtbaar.
 Zijn er extra reparaties zichtbaar ten opzichte van de archiefinformatie? Geen extra reparaties zichtbaar

Objectnummer: pr.Irenebrigadebrug

Inspectiedatum: 7-7-2016

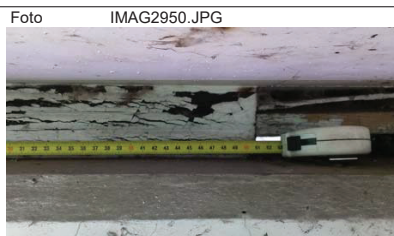


Objectnummer: pr.Irenebrigadebrug

Inspectiedatum: 7-7-2016



Oplegblokken langhoofden



Oplegblokken pijlers



Afwatering



Geometrie dek t.h.v. landhoofd



Geometrie dek t.h.v. landhoofd



Geometrie dek t.h.v. landhoofd

Objectnummer: pr.Irenebrigadebrug

Inspectiedatum: 7-7-2016



Geometrie dek t.h.v. landhoofd



Geometrie dek t.h.v. pijlers



Geometrie dek t.h.v. pijlers



Betonschade schamkant

Bijlage 4

Productinformatie voorspansysteem en rubber oplegblokken

4. Bij het transporteren van de voorgespannen constructies lette men er op, dat er bij de voorgeschreven oppikpunten voorzieningen moeten zijn aangebracht.

5. Voor het spannen en injecteren der kabels zijn andere richtlijnen opgesteld. Men bestudeert deze richtlijnen nauwkeurig.

Voorgespannen beton vergt evenals trouwens traditioneel gewapend beton de nodige aandacht en zorg.

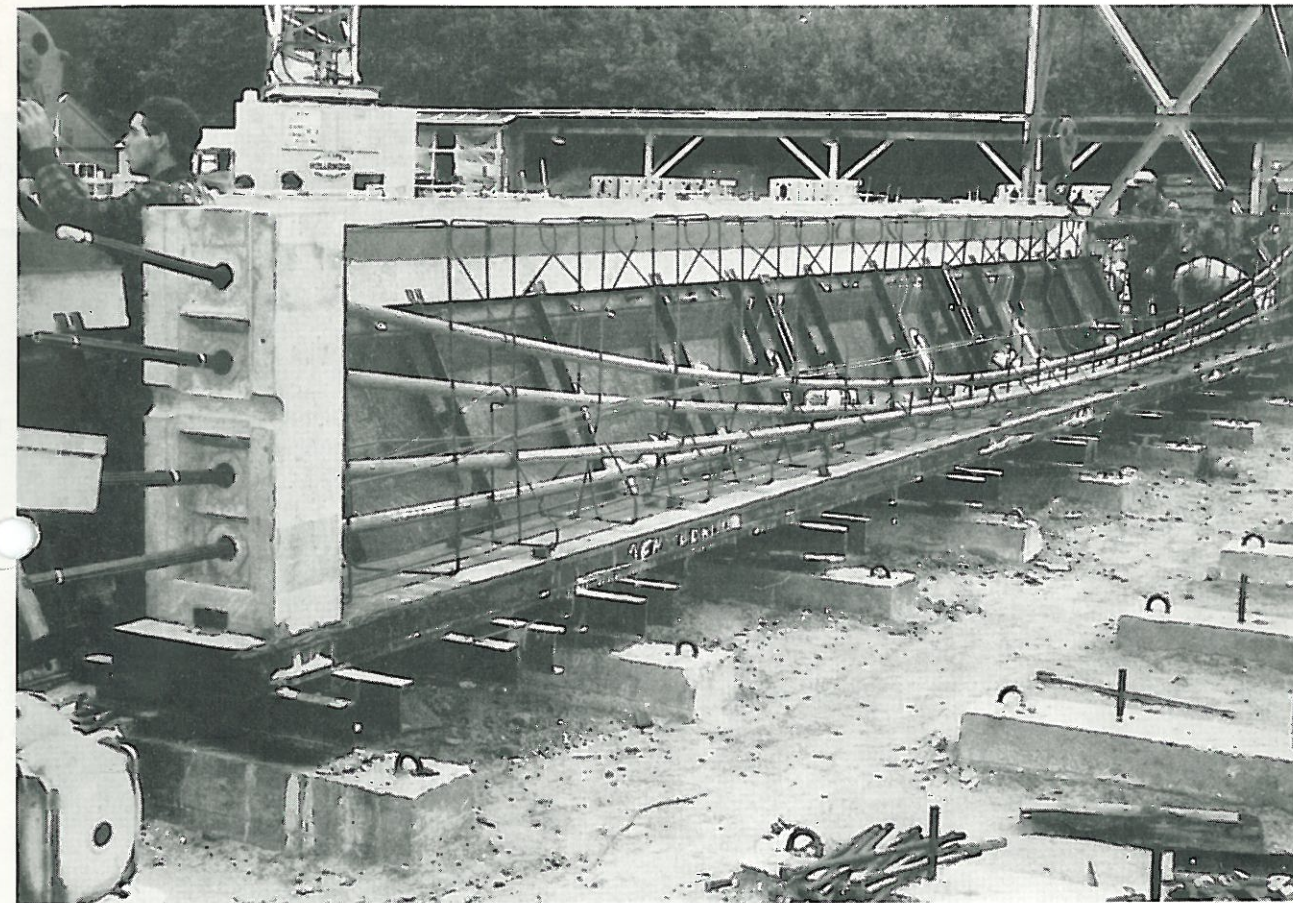
Men bedenke, dat bij voorgespannen beton „slecht werk” zich onmiddellijk wreekt!

JANUARI 1959



N.V. Ingenieurs Bureau voor Industrie Service
Zeekant 35 - Scheveningen - Telefoon 555300

1959
Richtlijnen voor het vervaardigen en plaatsen van Freyssinetkabels 12 Ø 5 en 12 Ø 7



RICHTLIJNEN VOOR HET VERVAARDIGEN EN PLAATSEN VAN FREYSSINETKABELS 12 Ø 5 EN 12 Ø 7

Deze richtlijnen zijn geen voorschriften; zij dienen slechts als leidraad voor het maken en plaatsen van Freyssinetkabels en zijn gebaseerd op een ruime ervaring!

Mochten tijdens de voorbereidingen en de uitvoering nog vragen rijzen of moeilijkheden ontstaan, zo stelle men zich zo snel mogelijk in verbinding met de N.V. I.B.I.S., Maanweg 76, Den Haag, telefoon: 987509, zodat extra kosten en moeite gespaard kunnen worden.

INHOUD

A	INLEIDING	3
B	MATERIALEN VOOR VOORGESPANNEN BETON	4
C	WERKTUIGEN VOOR HET VERVAARDIGEN VAN DE KABELS	6
D	WERKZAAMHEDEN VOOR HET VERVAARDIGEN VAN FREYSSINETKABELS	6
E	HET PLAATSEN VAN DE KABELS	7
F	HET INSTORTEN VAN DE CONUSSEN	9
G	BELANGRIJKE PUNTEN WAAROP GELET MOET WORDEN TIJDENS HET STORTEN VAN VOORGESPANNEN BETONCONSTRUCTIES	11
H	ENKELE ALGEMENE OPMERKINGEN	11

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 1 | Kabel van 12 draden hoogwaardig staal |
| 2 | Conus |
| 3 | Kabelomhulling |
| 4 | Las in kabelomhulling |
| 5 | Centrale schroefveer |
| 6 | Ingestorte buis |
| 7 | Pressoband |
| 8 | Densoband |
| 9 | Invoeger |
| 10 | Binnenspiraal |
| 11 | Injectiemortel |

A INLEIDING

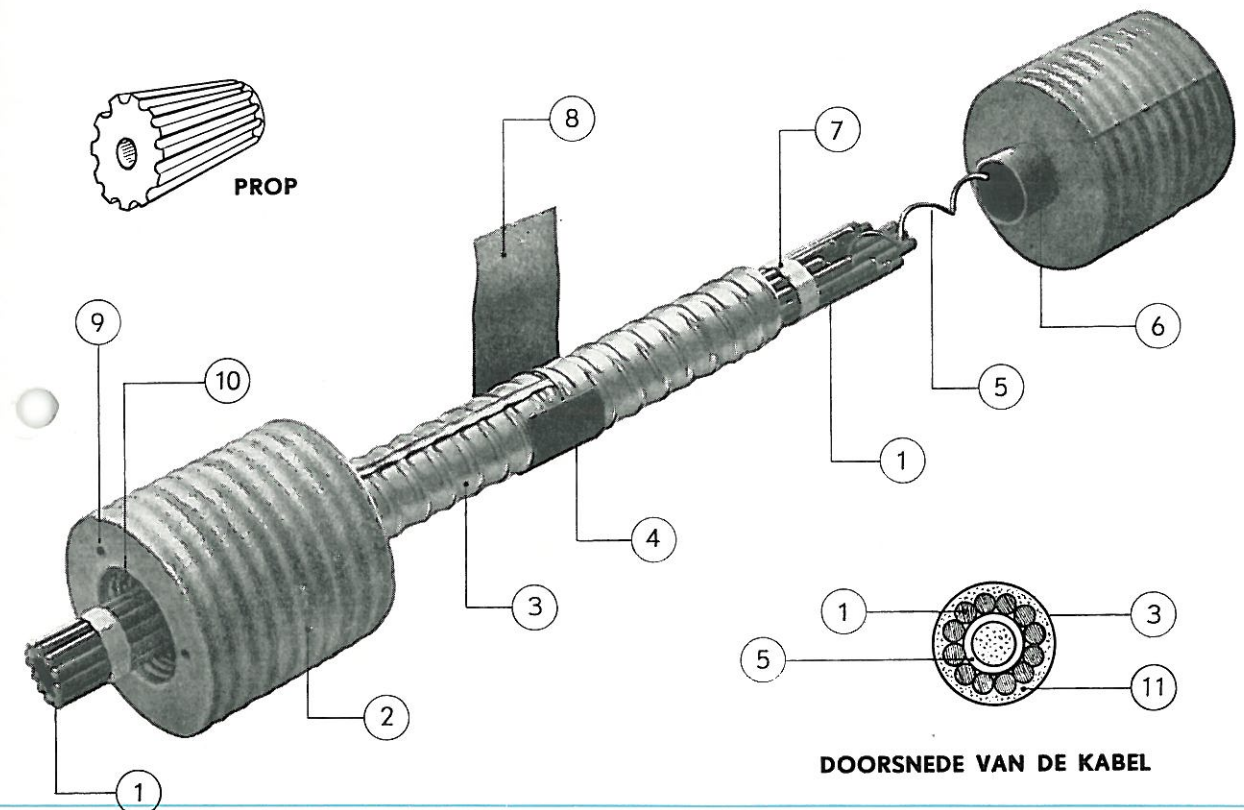
Freyssinetkabels worden gebruikt voor voorgespannen beton en bestaan uit 12 draden van hoogwaardig staal met een diameter van 5 of 7 mm, die gelegen zijn om een centrale schroefveer (zie figuur 1).

Men onderscheidt, afhankelijk van de diameter van de draad, dus 2 soorten kabels en wel:

12 Ø 5 mm met een uiteindelijk blijvende voorspankracht van ± 20 t.
12 Ø 7 mm met een uiteindelijk blijvende voorspankracht van ± 40 t.

De kabels komen te liggen in uitgespaarde gaten, die veelal verkregen worden, doordat om de kabel een kabelomhulling wordt geschoven, waardoor de kabel vrij van het beton blijft.

Indien deze vrije ligging gewaarborgd is, kan het verharde beton onder voorspanning gebracht worden door de kabels met spanvizels uit te rekken en daarna aan de uiteinden in verankeringen vast te wiggen. Dit geschiedt door een prop, waaromheen de 12 draden gelegen zijn, te drukken in het tapse gat van de conus.



Figuur 1 Freyssinetkabel met verankeringen.

B MATERIALEN VOOR VOORGESPANNEN BETON (zie figuur 1)

1 Hoogwaardig staal

Na aankomst op het werk moet het hoogwaardige staal zo snel mogelijk opgeslagen worden in een droge ruimte.

Vermijd door goede opslag roestvorming en beschadiging. Zorg er voor, dat de onderste rol van de stapel ca. 15 cm vrij ligt van de bodem.

Pas op voor een agressieve atmosfeer.

Noteer van elke rol de gegevens, die vermeld zijn op de aangehechte labels.

Indien er rollen zijn, die in het oog vallende afwijkingen vertonen — zoals uitgeknikte of gebroken draden — leg deze dan apart. Als de rollen om te transporteren aangehaakt moeten worden, zorg er dan voor, dat de haak of strop steeds de gehele streng omvat. Indien de rol alleen aan een paar draden wordt opgetrokken, bestaat de kans, dat deze draden uitknikken.

Het hoogwaardige staal is hard, zodat de uiteinden zeer scherp kunnen zijn en men zich er gemakkelijk aan bezeert.

Het gewicht van een rol staal draad ligt tussen de 100 en 150 kg; de diameter van een rol varieert tussen de 1,5 m' en 2,5 m'.

2 Kabelomhulling

De kabelomhulling is een dunwandige — overlans gelaste — blikken buis met een wanddikte van 0,2 of 0,25 mm; de inwendige diameter bedraagt 32 mm voor kabels 12 Ø 5 en 42 mm voor kabels 12 Ø 7.

De levering geschiedt in standaardlengten van 6 m'.

De kabelomhulling is kwetsbaar en moet voorzichtig behandeld worden.

Om roestvorming te voorkomen, moet de kabelomhulling droog opgeslagen worden en zodanig neergelegd, dat beschadiging uitgesloten is.

De kabelomhulling dient slechts ter bescherming van de kabel tegen het binnendringen van beton en bezit op zichzelf hoegenaamd geen stijfheid.

3 Centrale schroefveer

De centrale schroefveer is vervaardigd uit een staal draad met een diameter van 2 mm.

Deze veer komt in niet uitgerekte toestand op het werk in lengten van 10 m' en moet dus voor het gebruik worden uitgetrokken.

De uitwendige diameter in niet uitgerekte toestand bedraagt 17 mm voor kabels 12 Ø 5 en 21 mm voor kabels 12 Ø 7.

4 Conussen en proppen

De uitwendige maten van de conussen bedragen voor de kabels 12 Ø 5: hoogte en diameter 10 cm en voor de kabels 12 Ø 7: hoogte en diameter 12,5 cm.

De conussen kunnen voorzien zijn van een ingestort buisje en invoegers. De proppen voor kabels 12 Ø 5 hebben een lengte van 7,5 cm en voor kabels 12 Ø 7 een lengte van 9,5 cm. De proppen kunnen voorzien zijn van een ruwe laag bestaande uit lijm en carborundum-poeder; deze proppen worden alleen bij die staalsoorten toegepast, waarbij het verankeren met normale proppen moeilijkheden geeft.

Een droge opslag van de conussen is gewenst, dit in verband met het vermijden van roest op de binnenspiraal van het conische gat.

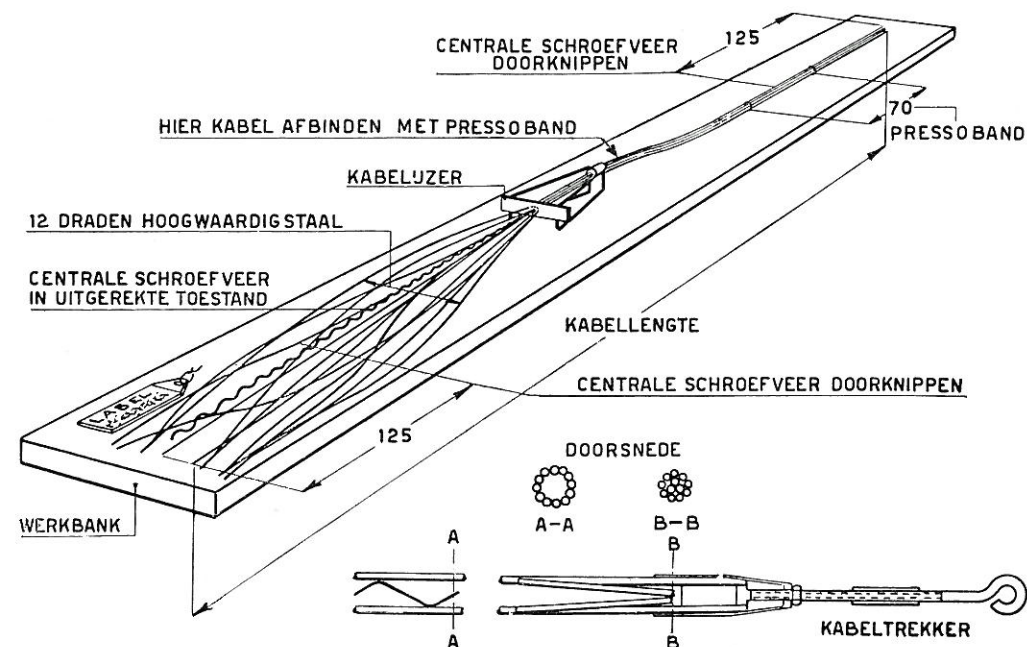
Een goede opslag van de proppen is noodzakelijk.

5 Densoband

Dit band met een breedte van 5 cm en een lengte van 10 m per rol dient om de lassen in de kabelomhulling af te dichten.

6 Pressoband

Dit band met een breedte van 1,5 cm en een lengte van 25 m per rol dient om de kabels af te binden.



Figuur 2
Vervaardigen
van een
Freyssinetkabel.



een nokkenkrans (9) lopen hetgeen het lossen van de wiggen ten gevolge heeft. (Het oude model van de Freyssinetvijzel was niet met deze terugloopvijzel voorzien, zodat de wiggen met de hand moesten worden losgeslagen.)

De vijzel wordt voor het opzetten ± 2 cm uit-gepompt. De olievoeding geschiedt door middel van een hogedrukpomp, die via 2 flexibele rubberen hogedrukslangen met de rode en groene slangaansluitingen van de vijzel verbonden zijn.

Enkele gegevens van de vijzel	type 12 Ø 5 mm	type 12 Ø 7 mm
nuttige slag in cm	20 en 25	20 en 30
oppervlakte van de spanplunjer in cm ² . .	78	157
oppervlakte van de blokkeerplunjer in cm ² .	33	71
max. te ontwikkelen kracht in tonnen . . .	35	67
max. toelaatbare oliedruk in kg/cm ² . . .	450	430
lengtemaat (zonder nuttige slag) in cm . .	60 - 75	65 - 75
gewicht in kg	38 - 65	92 - 110

Het onderhoud op de bouwplaats is gering en bestaat uit het goed schoonhouden van de vijzels, slangaansluitingen; bij dagelijks ge-

We onderscheiden 2 typen van vijzels:

type 12 Ø 5 mm, voor het spannen van maximaal 12 draden met een maximale draaddiameter van 5,3 mm.

type 12 Ø 7 mm, voor het spannen van maximaal 12 draden met een maximale draaddiameter van 8 mm.

Alle vijzels zijn van een nummer voorzien, dat zich bevindt op de deksel (5) en de draagbeugel.

bruik worden de vijzels éénmaal in de 3-4 weken schoongemaakt. De vijzels mogen slechts door deskundige monteurs uit elkaar gehaald worden.

2. Hogedruk-handpompen (zie fig. 16). Het voeden van de Freyssinetvijzel met olie onder een bepaalde druk geschiedt doorgaans door middel van een hogedruk-handpomp. Meer en meer wordt een electrisch werkende hogedrukpomp gebruikt, waarvoor speciale richtlijnen gelden.

Afsluiters.

De pomp is voorzien van 4 afsluiters. Twee afsluiters, de rode (1) en de groene (2), dienen om de olietoevoer af te sluiten en de twee andere, de blauwe (4) en de gele (3), dienen voor de olie-afvoer. De kranen mogen niet te vast worden dichtgedraaid. Bij het af-

laten van de druk opent men de kraan altijd voorzichtig. (Het te snel opendraaien van de kranen kan het defect raken van de manometers ten gevolge hebben.)

Manometers.

De pomp is voorzien van 2 manometers, één manometer (12) voor de spanvijzel en één manometer (13) voor de blokkeervijzel. Het meetbereik is van 0—800 kg/cm². De manometers zijn aangesloten op een spruitsiuk waarop 4 leidingen uitkomen.

1. olietoevoer; af te sluiten met rode (groene) kraan
2. leiding naar slangaansluiting (11) voor olietoevoer- en afvoer naar en van de vijzel
3. olie-afvoer; af te sluiten met blauwe (gele) kraan
4. leiding naar manometer

Grote en kleine plunjer.

In het pomphuis (7) is opgenomen een grote en een kleine plunjer, die naar keuze gebruikt kunnen worden.

1. de grote plunjer wordt gebruikt in het geval men veel olie moet pompen met lage druk, d.w.z. bij het spanningloos uitpompen van spanvijzel of blokkeervijzel, het op de nulstand brengen van de vijzel en eventueel het

terug laten lopen van de vijzel.

2. de kleine plunjer wordt gebruikt in het geval men weinig olie moet pompen met hoge druk, d.w.z. bij het spannen, blokkeren en het lossen van de wiggen.

Men wake er voor dat de manometers vooral tijdens het vervoer niet beschadigd worden. De manometers zijn van een nummer voorzien. Het verstellen van de grote naar de kleine plunjer of omgekeerd geschiedt door de omstelhandle (5) om te duwen of - te trekken. Het omzetten van de omstelhandle mag alleen gebeuren wanneer de pompzwenkel (6) in zijn laagste stand is, d.w.z. helemaal naar beneden staat, zoals in fig. 16. Wanneer dit niet het geval is lukt het omschakelen niet!

Stangen.

De pomp is voorzien van 2 draagstangen (9). Door deze stangen in de bovenste draagoren te steken, kan de pomp met 2 man vervoerd worden.

Men vergete niet de pompzwenkel dan los te draaien en te verwijderen. Door de stangen in de onderste oren te steken, komt de pomp stevig te staan, en kan niet kantelen tijdens het pompen. Men plaatse de pomp zoveel mogelijk in een horizontale stand op een stevige vlakke ondergrond.

Enkele gegevens van de hogedrukpomp:

gewicht	± 100 kg
minimum oliestand in het reservoir (10) . .	10 cm
afmetingen van de pomp zonder zwenkel en stangen	lengte 60 cm; breedte 50 cm; hoogte 100 cm
afmetingen van de pomp met zwenkel en stangen	lengte 150 cm; breedte 50 cm; hoogte 100 cm

Het bijvullen en ledigen van het reservoir geschiedt via de afschroefbare vuldop (8).

Men vult de handpomp alleen met normale spindel-olie.

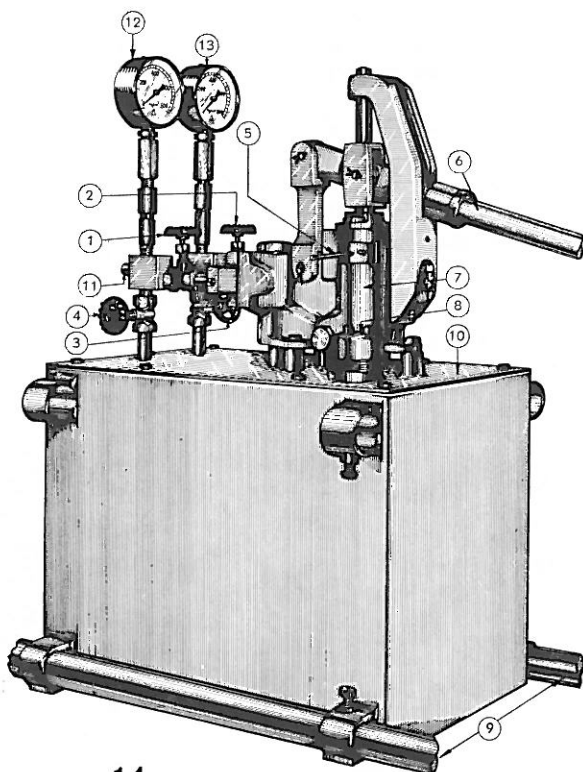
Het onderhoud op de bouwplaats is gering en bestaat uit het goed schoonhouden van de pomp, die zichzelf smeert. De pomp en het pomphuis mogen slechts door deskundige monteurs uit elkaar gehaald worden.

3. Hogedrukslangen

De flexibele hogedrukleiding bestaat uit rubber versterkt met 2 gevlochten staaldradlagen. De hogedrukslangen kunnen op eenvoudige wijze verbonden en losgemaakt worden. Per vijzel heeft men 2 hogedrukslangen nodig. De einden zijn voorzien van koppelingen waaraan de aansluitnippels bevestigd zijn, die de demonteerbare verbinding van de hogedrukleiding met de vijzel of de pomp

verbinden.

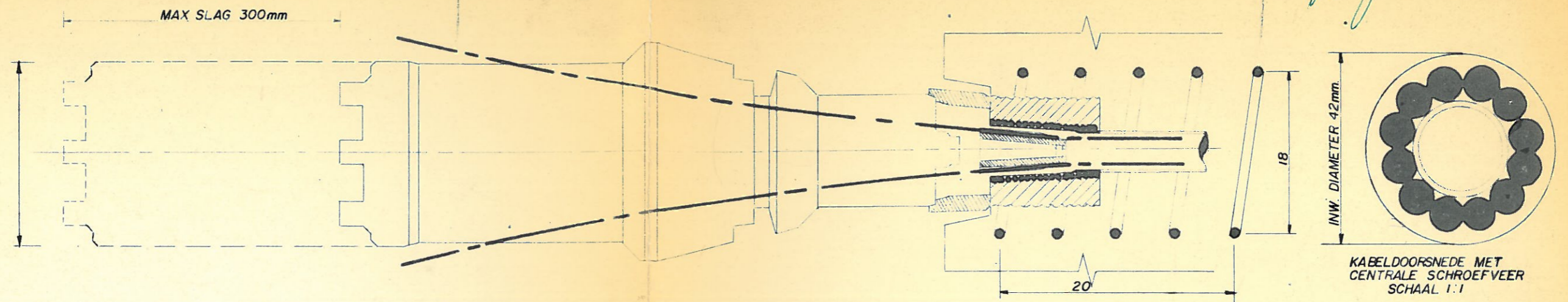
De aansluitnippel, die op de vijzel past wordt aangesloten door het aanklemmen met een bout. Teneinde een goede afdichting te verkrijgen is de nippel voorzien van een uitstekende, cilindrische rand, die drukt op een pakkingring van leer, gelegen in een groef op de vijzel. Alvorens de verbinding tot stand te brengen lette men er op dat er geen vuil aan de nippels gekleefd zit.



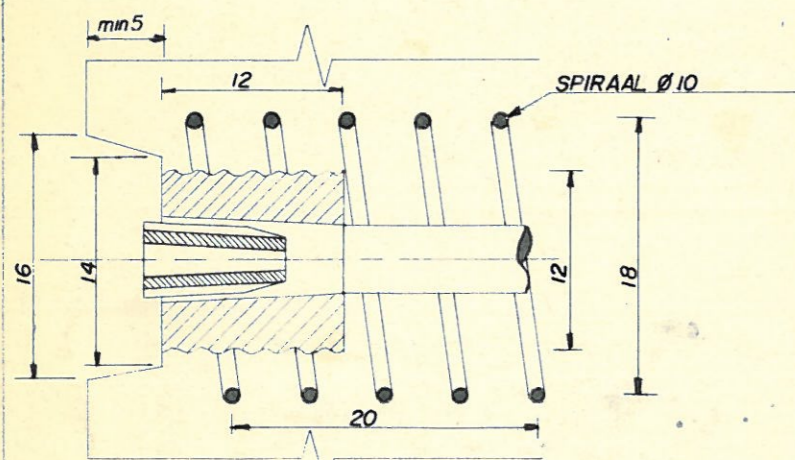
Figuur 16 Hogedruk handpomp

- | | |
|--------------------|----------------------------------|
| 1 rode afsluiter | 8 vuldop |
| 2 groene afsluiter | 9 draagstangen |
| 3 gele afsluiter | 10 olie reservoir |
| 4 blauwe afsluiter | 11 leiding naar slangaansluiting |
| 5 omstelhandle | 12 manometer spanvijzel |
| 6 pompzwenkel | 13 manometer blokkeervijzel |
| 7 pomphuis | |

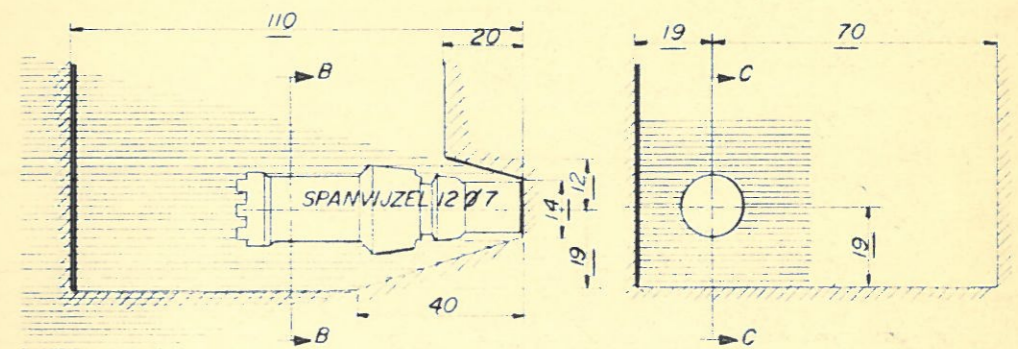
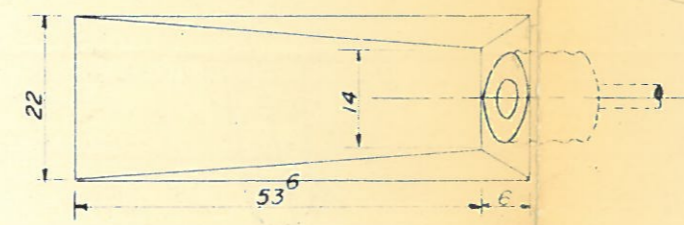
*Bevestigings
het glijde de vers!*



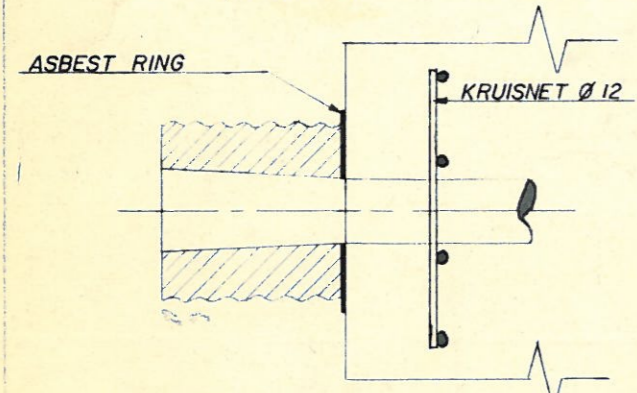
KABELDOORSNEDE MET
CENTRALE SCHROEFVEER
SCHAAL 1:1



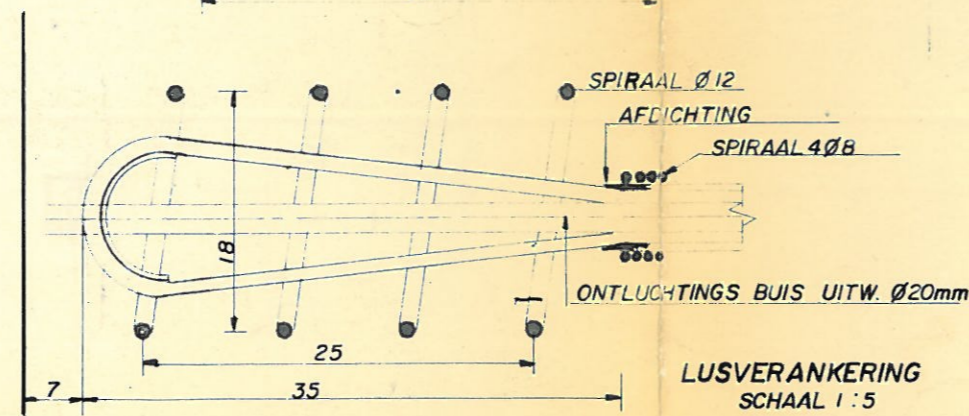
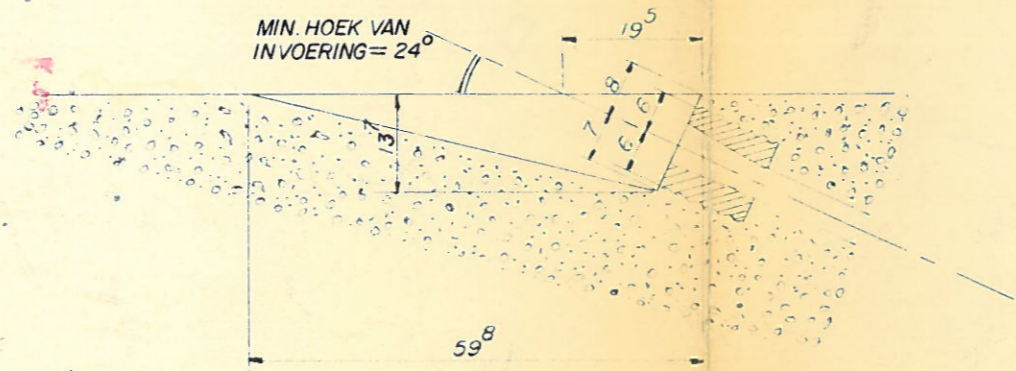
DETAILS INGESTORTE CONUS
SCHAAL 1:5



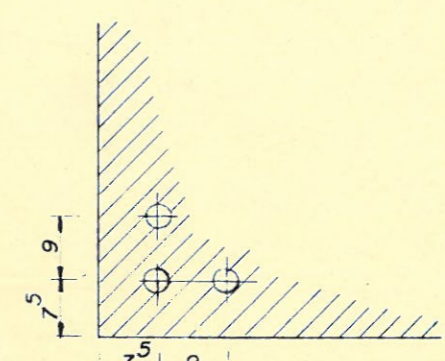
GEVARENZONE
MIN. VEREISTE RUIMTE VOOR HET SPANNEN ACHTER EN
RONDOM DE VIJZEL (ONDERSTREEPTE MATEN ZIJN MIN MATEN)
SCHAAL 1:20



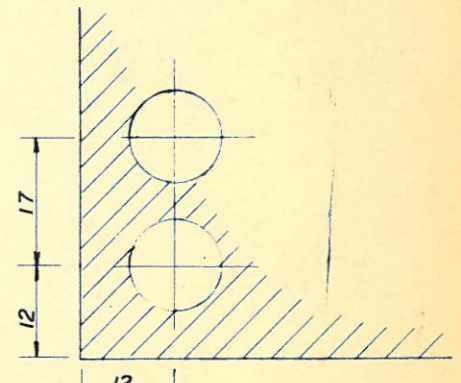
DETAILS VERSTERKTE CONUS
(TEGEN BUITENKANT BETONGEPLAATST)
SCHAAL 1:5



LUSVERANKERING
SCHAAL 1:5



MIN. AFSTANDEN KABELS ONDERLING
EN TOT BUITENKANT BETON.
SCHAAL 1:10



MIN. AFSTANDEN CONI ONDERLING
EN TOT BUITENKANT BETON.
SCHAAL 1:10

KABELOMHULLING		KABELDOORSNEDE	462 mm ²	
WANDDIKTE	0,25 mm	KABELGEWICHT	3,63 kg/m	
INWENDIGE DIAMETER	42 mm	STAALKWALITEIT	QP160	QP170
MIN. KROMTESTRAAL NORMAAL	4,5 m'	BREUKKRACHT	73,9 t	78,5 t
" " MET VOORBUIGEN	3 m'	AANVANGSKRACHT 0,65 x	48,0 t	51,0 t
STUKLENGTE	6 m'	BLIJVENDE KRACHT 0,55 x	40,6 t	43,2 t
KABELONDERSTEUNING h.o.h. max.	1,50 m			

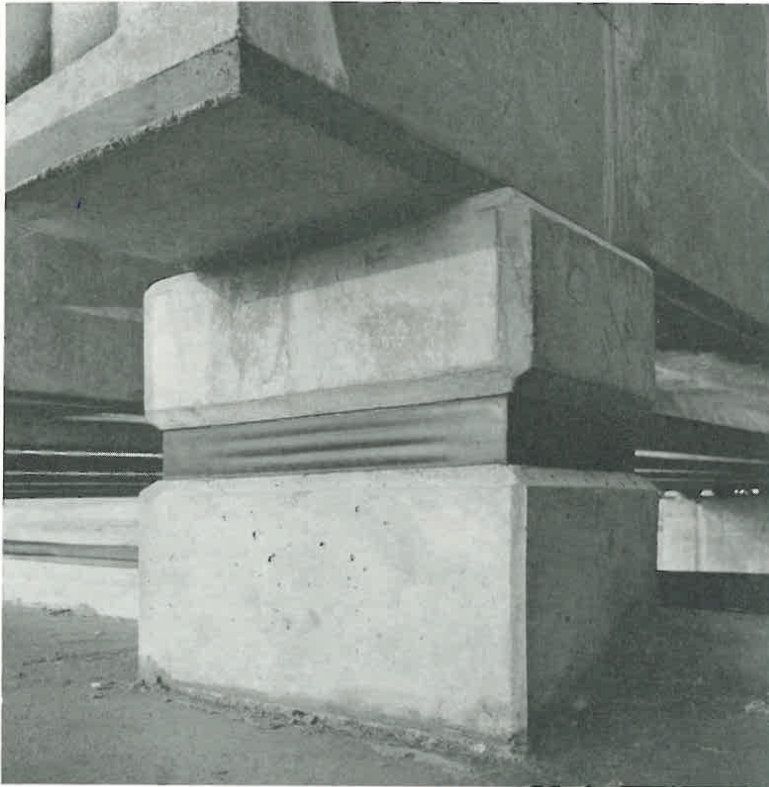
15-5-1964

ibis

INGENIEURS BUREAU VOOR INDUSTRIE SERVICE
ZEKANT 35 SCHEVENINGEN TEL. 070 555300

FREYSSINET KABEL 12 Ø 7

ORDERN^o
3245 B
bl. na tek
1



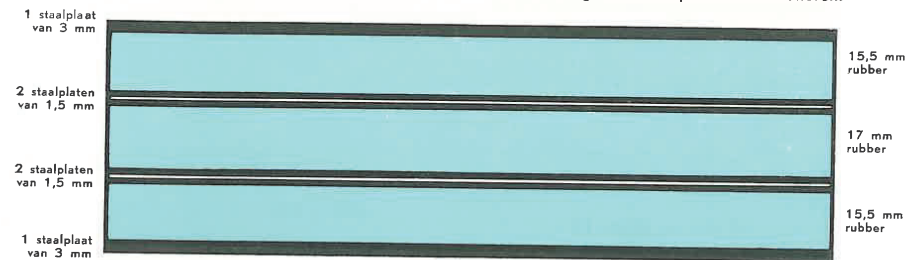
Richtlijnen voor het dimensioneren van
i.v. rubberopleggingen

Richtlijnen voor het dimensioneren van **i.v.** rubberopleggingen

A. BESCHRIJVING

i.v. rubberopleggingen bestaan uit een enkele plaat of uit een pakket van een aantal op elkaar gehechte platen. Deze platen hebben een dikte van 1,2 cm (1 mm staalplaat + 10 mm rubber + 1 mm staalplaat) of van 2 cm (1,5 mm staalplaat + 17 mm rubber + 1,5 mm staalplaat). Om beschadiging tijdens het transport of bij het plaatsen te voorkomen, wordt voor de buitenste staalplaten van grote pakketten 3 mm gekozen, zodat de samenstelling van de buitenste platen dan wordt: 3 mm staalplaat + 15,5 mm rubber + 1,5 mm staalplaat.

De opleggingen worden geleverd in geverfde uitvoering (type A) of met rubber omhuld (type B). De dikte van de omhulling bedraagt circa 3 mm. In alle drie dimensies zijn de omhulde opleggingen dus 6 mm groter dan volgt uit het aantal en de afmetingen van de platen. De vervorming van de omhulling wordt niet meegeteld bij het dimensioneren.



Voorbeeld van een platenpakket (2 × 15,5 + 17).

Het omhullen van de pakketten geschiedt in mallen, welke aangepast zijn aan de afmetingen van de platen. Dit heeft het noodzakelijk gemaakt de afmetingen van de opleggingen te standaardiseren.

Het is raadzaam bij het dimensioneren deze standaardafmetingen aan te houden. (Zie brochure IBIS nr 1527). Bij afwijkende afmetingen liggen levertijd en prijs minder gunstig.

B. GEGEVENS

Voor het bepalen van de afmetingen van de opleggingen zijn de volgende gegevens noodzakelijk:

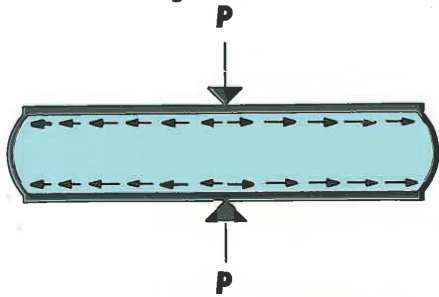
maximum verticale belasting per oplegging	$P_{max.}$	(t)
minimum verticale belasting per oplegging	$P_{min.}$	(t)
max. hor. verschuiving in lengterichting van het kunstwerk	Δ	(cm)
max. hor. verschuiving in breedterichting van het kunstwerk	Δ_1	(cm)
max. verdraaiing in lengterichting van het kunstwerk	α	(—)
max. verdraaiing in breedterichting van het kunstwerk	α_1	(—)*
max. hor. belasting (b.v. remkrachten) per oplegging in lengterichting	H	(t)
max. hor. belasting (b.v. remkrachten) per oplegging in breedterichting	H_1	(t)
beschikbare ruimte in lengterichting	λ_0	(cm)
beschikbare ruimte in dwarsrichting	μ_0	(cm)

* Opleggingen, die in beide richtingen een verdraaiing moeten kunnen ondergaan ($\alpha_1 \neq 0$), zullen hier niet behandeld worden. In eventueel voorkomende gevallen wende men zich tot de N.V. IBIS.

C. MATERIAALEIGENSCHAPPEN EN TOELAATBARE SPANNINGEN

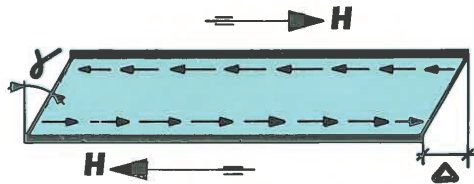
De werking van de rubberoplegging berust op een combinatie van de volgende belastingen of vervormingen:

1. Samendrukking



Tengevolge van de belasting P wordt de oplegging samengedrukt. Hierdoor ontstaan schuifspanningen van het type τ_1 tussen de rubber en de staalplaten.

2. Verschuiving



Verschuiving wordt veroorzaakt door een horizontale kracht H of door een horizontale verplaatsing Δ . De hierdoor ontstane schuifspanningen τ_2 tussen rubber en staalplaat zijn van een ander type dan voor het geval van samendrukking.

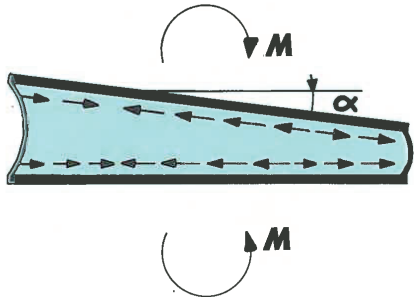
De elasticiteitsmodulus van de rubber bedraagt ongeveer: $E = 37,5 \text{ kg/cm}^2$.

De verschuivingshoek γ veroorzaakt door Δ (en Δ_1) bedraagt maximaal: $\gamma = \text{bgtg } 0,6$.

Indien deze verschuiving veroorzaakt wordt door een combinatie van Δ (en Δ_1) en H (en H_1) mag deze hoek maximaal zijn: $\gamma = \text{bgtg } 0,7$.

De glijdingsmodulus van de rubber bedraagt ongeveer: $G = 12,5 \text{ kg/cm}^2$.

3. Verdraaiing



Verdraaiing wordt meestal veroorzaakt door
a) het doorbuigen van de constructie;
b) eventuele maatafwijkingen bij prefabricage.
De hierdoor opgewekte schuifspanningen tussen rubber en staalplaat zijn weer van het type τ_1 .

De verdraaiingshoek wordt aangegeven door α .

De maximaal toelaatbare schuifspanning τ_1 , veroorzaakt door P en α is gesteld op: $\tau_1 \leq 30 \text{ kg/cm}^2$. Proeven hebben aangetoond, dat de schuifspanningen van het type τ_2 , veroorzaakt door Δ en H , bij de schuifspanningen τ_1 mogen worden opgeteld, mits voldaan wordt aan de voorwaarden voor de hoek γ , zoals hiervoor omschreven. Beide typen schuifspanningen mogen dus onafhankelijk van elkaar beschouwd worden.

Bij het dimensioneren van de opleggingen dient rekening gehouden te worden met de toelaatbare drukspanningen in de constructie ter plaatse van deze opleggingen.

D. HET BEPALEN VAN HET AANTAL PLATEN EN DE PLAATDIKTE

Indien geen horizontale belastingen optreden, bedraagt de minimum totale rubberdikte:

$$d \geq \frac{\Delta_{\text{tot.}}}{0,6};$$

$$d \geq \frac{\Delta_{\text{tot.}}}{0,6}; \Delta_{\text{tot.}} = \sqrt{\Delta^2 + \Delta_1^2}$$

Heeft men rekening te houden met een horizontale belasting in lengterichting H en is $\Delta_1 = 0$, dan is

$$d \geq \frac{\Delta}{0,6}$$

$$d \geq \frac{\Delta}{0,7 - \frac{1000 H}{G \cdot F}}$$

waarin $F =$ oppervlak van de oplegging in cm^2 .

Stelt men voorlopig:

$$F = \frac{1000 \cdot P_{\text{max.}}}{80}, \text{ dan is:}$$

$$d \geq \frac{\Delta}{0,6}$$

$$d \geq \frac{\Delta}{0,7 \left(1 - \frac{9 H}{P_{\text{max.}}}\right)}$$

Zijn H , H_1 , Δ en Δ_1 alle $\neq 0$, dan geldt als algemene formule voor de minimum totale rubberdikte:

$$d \geq \frac{\Delta_{\text{tot.}}}{0,7 \left[\sqrt{1 - \left\{ 9 \frac{(\Delta_1 \cdot H - \Delta \cdot H_1)}{\Delta_{\text{tot.}} \cdot P_{\text{max.}}} \right\}^2} - 9 \frac{(\Delta \cdot H + \Delta_1 \cdot H_1)}{\Delta_{\text{tot.}} \cdot P_{\text{max.}}} \right]} \quad \left. \vphantom{\frac{\Delta_{\text{tot.}}}{0,7}} \right\} 2)$$

Aan de hand van de vereiste minimum totale rubberdikte kan de opbouw van het pakket gekozen worden.

Stel $d = 2,5 \text{ cm}$.

Men heeft de keuze tussen een drieplaats pakket met $3 \times 10 \text{ mm}$ rubber en een tweeplaats pakket met $2 \times 15,5 \text{ mm}$ of $2 \times 17 \text{ mm}$ rubber.

In het algemeen worden de platen met 10 mm rubber toegepast bij kleine, de platen met $15,5$ en 17 mm rubber bij grote belastingen; de grens ligt ongeveer bij 50 t . Bovendien wordt de keuze soms bepaald door de verhouding tussen de maximale belasting en de maximale verdraaiing: een dunne rubberplaat neemt meer belasting, maar minder verdraaiing op dan een dikke.

E. HET BEPALEN VAN DE HORIZONTALE AFMETINGEN

Heeft men de opbouw van het pakket bepaald, dan worden de horizontale afmetingen vastgesteld aan de hand van de nomogrammen I en II.

Hierbij gaat men als volgt te werk:

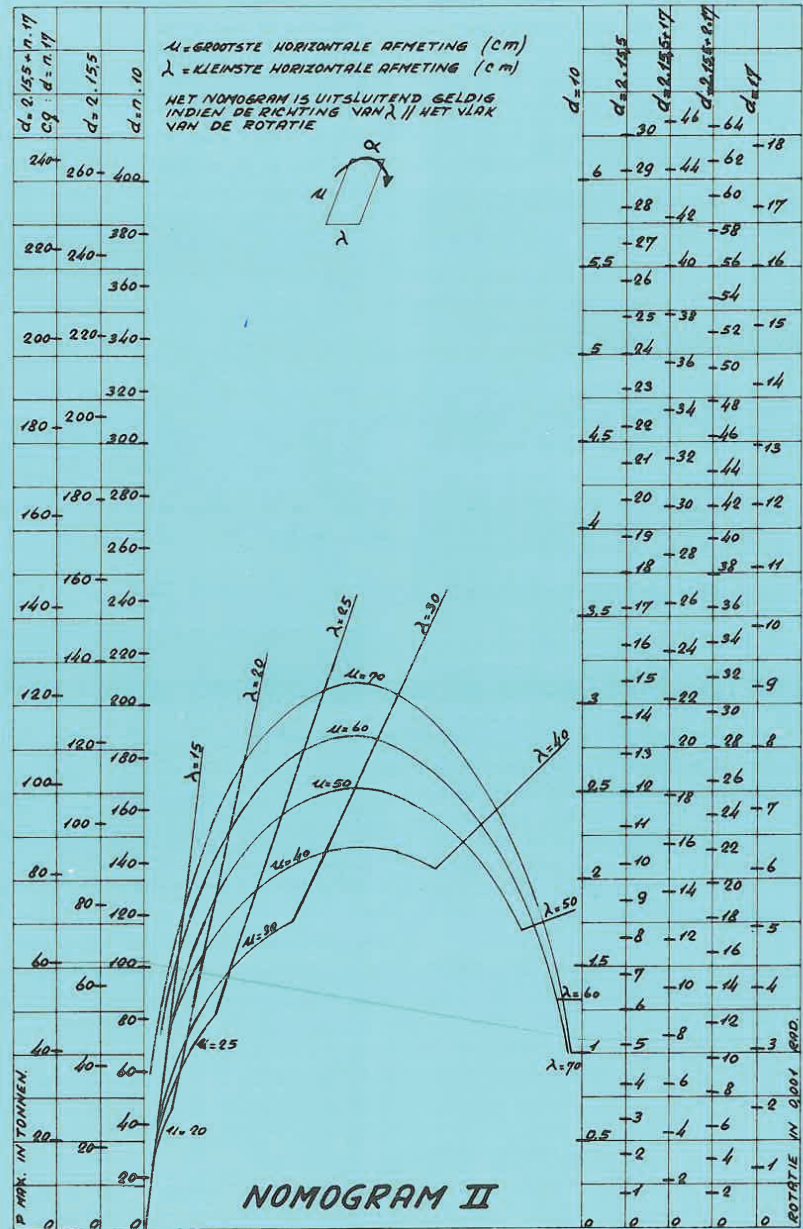
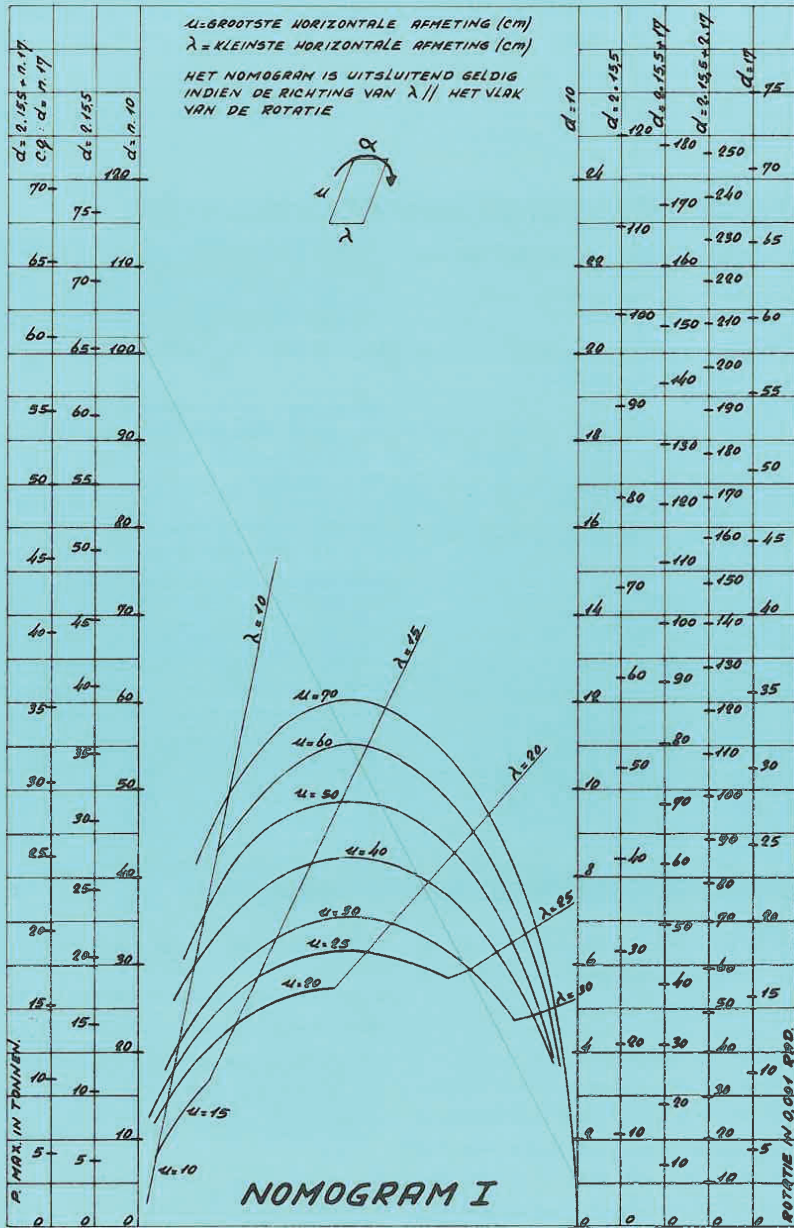
1. de maximum verticale belasting wordt links afgelezen op de lijn, behorende bij de gekozen pakketopbouw. Heeft men verscheidene platen met 10 mm , resp. $15,5$ en 17 mm rubber, dan geldt de lijn $d = n \cdot 10$, resp. $d = 2 \cdot 15,5 + n \cdot 17$. Het gevonden punt wordt horizontaal overgebracht naar de lijn $d = n \cdot 10$.

Noem het gevonden punt op deze lijn A.

2. de maximum verdraaiing (in $0,001$ radialen) wordt rechts afgelezen op de lijn, behorende bij de gekozen pakketopbouw. Heeft men meer dan één plaat van 10 , resp. 17 mm , dan deelt men de verdraaiing door het aantal platen.

Het gevonden punt wordt overgebracht naar de lijn $d = 10$.

Dit wordt punt B.



3. A en B worden verbonden door een rechte. Het linker snijpunt van AB met een lijn $\mu = \text{constant}$ geeft de minimum waarde voor λ bij deze μ .

Ligt het snijpunt van AB met $\mu = 40$ cm b.v. tussen $\lambda = 25$ en $\lambda = 30$, dan kiese men $\lambda = 30$.

In het algemeen vindt men twee snijpunten met een lijn $\mu = \text{constant}$. Men dient dan steeds het linker snijpunt,

met de kleinste λ waarde aan te houden. Het rechter snijpunt geeft geen goede oplossing.

4. Uit de verschillende snijpunten van AB met de lijnen $\mu = \text{constant}$ kan een μ - λ combinatie gekozen worden, die past bij 't beschikbare oppervlak voor de oplegging. Met het oog op de stabiliteit van de oplegging, dient ook nog voldaan te worden aan de voorwaarde:

$$\lambda \geq 5 d \quad 3)$$

F. HORIZONTALA REACTIE

Nadat de dimensies van de oplegging zijn vastgesteld dient de maximum horizontale reactie R_h (in tonnen) veroorzaakt door de verschuiving, met de volgende formule nagegaan te worden:

$$R_h = \sqrt{\left(\frac{\Delta_1 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot 12,5}{1000 d} + H\right)^2 + \left(\frac{\Delta_1 \cdot \lambda \cdot \mu \cdot 12,5}{1000 d} + H_1\right)^2} \quad 4)$$

Voor deze reactie gelden de volgende voorwaarden:

a) indien de verschuiving veroorzaakt wordt door Δ (en Δ_1)

$$R_h \leq \frac{\lambda \cdot \mu \cdot 7,50}{1000} \quad 5)$$

b) indien de verschuiving veroorzaakt wordt door Δ (en Δ_1) en H (en H_1)

$$R_h \leq \frac{\lambda \cdot \mu \cdot 8,75}{1000} \quad 6)$$

G. WRIJVING TUSSEN OPLEGGING EN AANGRENZEND BETON OF STAAL

Tenslotte moet worden onderzocht of de wrijving tussen de oplegging en de aangrenzende constructie voldoende is voor het opnemen van de maximum horizontale reactie.

De wrijving is voldoende, indien

$$\frac{R_h}{P_{\min.}} < f \quad 7)$$

waarbij $P_{\min.}$ = de minimum belasting, die gelijktijdig met H en H_1 kan optreden.

De wrijvingscoëfficiënt f tussen de oplegging en het aangrenzend materiaal is afhankelijk van dit materiaal. Als waarde van f kan worden aangenomen:

oplegging type A:	nat	droog
beton, los op elkaar:	0,35	0,50
beton, gestort op de oplegging:	0,75	
staal, (geverfd):	0,45	0,50

8

oplegging type B:	nat	droog
beton, los op elkaar:	0,28	0,33
beton, gestort op de oplegging:		0,46
staal, (geverfd):	0,24	0,29

In deze waarden is geen veiligheidscoëfficiënt opgenomen.

Is de wrijving niet voldoende voor het opnemen van de maximum horizontale reactie, dan heeft men de keuze uit de volgende mogelijkheden:

1. Men aanvaardt een zeker glijden tussen de oplegging en het aangrenzend constructiedeel. Bij betonconstructies houdt dit volstrekt niet in, dat de constructie bij herhaalde maximale horizontale belastingen blijft "wandelen".

Een aanzienlijk deel van de horizontale reactie is hier n.l. gewoonlijk het gevolg van verschuivingen, veroorzaakt door de krimp en ev. de kruip van het beton.

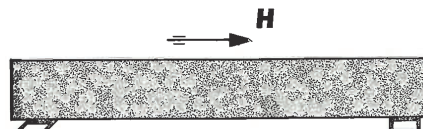
In de volgende figuren wordt een beeld van dit glijden gegeven.



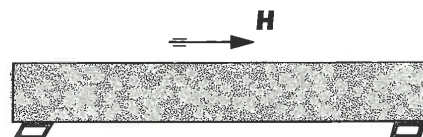
a)



b)



c)



d)



e)

Figuur a) toont een betonbalk op rubberopleggingen. Figuur b) toont de stand van de opleggingen na de verkorting van de betonbalk door krimp en kruip.

Indien hierbij nog een horizontale kracht H komt, zullen de opleggingen een stand aannemen volgens figuur c).

De zekerheid tegen glijden wordt nu overschreden voor de linkeroplegging. De balk neemt een nieuwe stand aan volgens figuur d).

Als de horizontale kracht H niet meer op de constructie werkt, zullen de opleggingen weer terug komen, zodat de slechts eenmaal optredende vervormingen door kruip en krimp hiermee gedeeltelijk zijn gecompenseerd. (figuur e).

Is dit glijden tussen oplegging en aangrenzend constructiedeel onaanvaardbaar, dan kan men:

2. het aantal platen van het pakket vergroten. Hierdoor wordt het gedeelte van de horizontale reactie, dat een gevolg is van Δ en Δ_1 gereduceerd.

3. het oppervlak F van de oplegging trachten te verkleinen door van 20 mm platen over te gaan op 12 mm platen. Hierdoor wordt de horizontale reactie verkleind.

4. de oplegging aan boven- en onderzijde fixeren. Heeft men b.v. een oplegging type A met 3 mm staal aan de buitenzijden en op de oplegging een constructie in ter plaatse gestorte beton, dan kan men de oplegging in een sponning van enkele mm's in het ter plaatse gestorte beton houden.

Voor bijzondere gevallen worden wel opleggingen geleverd, waarvan de buitenste staalplaten verzaard zijn en aan twee tegenover elkaar liggende randen uitsteken. Door middel van deze staalplaten kunnen de opleggingen met bouten aan de aangrenzende constructiedelen bevestigd worden.

5. aan één zijde een vaste oplegging maken.

Deze richtlijnen zijn opgesteld voor iv rubberopleggingen. Zij zijn niet van toepassing op andere rubberopleggingen met mogelijk andere materiaaleigenschappen.

Bij het ontwerpen van de aangrenzende constructiedelen dient men er rekening mede te houden, dat de drukspanning in de oplegging niet gelijkmatig over het oppervlak is verdeeld.

Bij een lange stripoplegging is het verloop van de drukspanning in breedterichting bij benadering parabolisch; de maximum drukspanning in het midden van het oppervlak is hierbij ongeveer 1,5 x de gemiddelde spanning. Bij een vierkante oplegging bereikt de drukspanning in het midden ongeveer het tweevoudige van de gemiddelde spanning.

Bij prefabricage moet men de stabiliteit tijdens de montage in het oog houden. Zo nodig wende men zich tot de N.V. IBIS.

Voorbeeld I

Stel $P_{\max.} = 30 \text{ t.}$

$P_{\min.} = 15 \text{ t.}$

$\Delta = 1 \text{ cm}$

$\alpha = 0,008$

H en H_1 verwaarloosbaar

beschikbaar oppervlak: $\lambda_0 = 15 \text{ cm}$

$\mu_0 = 40 \text{ cm}$

opleggingen van het type A, gebetonneerd aan betonconstructie

$$d \geq \frac{1}{0,6} = 1,67 \text{ cm.} \quad 1)$$

We kiezen een tweelaats pakket met $2 \times 10 \text{ mm}$ rubber.

In nomogram I verbinden we de punten 30 t. voor $d = n \cdot 10$ met 0,004 (per plaat) voor $d = 10$. De snijpunten met $\mu = 20, 25, 30$ en 40 cm geven als oplossingen: $40 \times 10, 30 \times 15, 25 \times 15$ en 20×20 . Van deze oplossingen valt 20×20 af bij gebrek aan plaats, 30×15 en 25×15 zijn geen standaard afmetingen; blijft dus als oplossing 40×10 .

$$R_h = \sqrt{\left(\frac{1 \times 40 \times 10 \times 12,5}{1000 \times 2}\right)^2} = 2,5 \text{ t.} \quad 4)$$

$$\frac{\lambda \cdot \mu \cdot 7,5}{1000} = \frac{40 \times 10 \times 7,5}{1000} = 3,0 \text{ t.,}$$

zodat voldaan is aan de voorwaarde:

$$R_h = 2,5 \text{ t.} \leq \frac{\lambda \cdot \mu \cdot 7,5}{1000} = 3,0 \text{ t.} \quad 5)$$

$$\frac{R_h}{P_{\min.}} = \frac{2,5}{15} = 0,167 \quad 7)$$

zodat voldoende veiligheid tegen glijden bestaat.

Voorbeeld II

Stel $P_{\max.} = 120 \text{ t.}$

$P_{\min.} = 50 \text{ t.}$

$\Delta = 2 \text{ cm}$

$\alpha = 0,010$

$H = 4 \text{ t.}$

$\lambda_0 = 40 \text{ cm}$

$\mu_0 = 60 \text{ cm}$

betonconstructie met geprefabriceerde liggers;

oplegging type B

$$d \geq \frac{2}{0,6} = 3,33 \text{ cm}$$

$$d \geq \frac{2}{0,7 \left(1 - 9 \frac{2 \times 4}{2 \times 120}\right)} = 4,08 \text{ cm} \quad 1)$$

We kiezen een drieplaats pakket met $15,5 + 17 + 15,5 = 48 \text{ mm}$ rubber.

In nomogram II geeft $P_{\max.} = 120 \text{ t.}$ op de lijn $d = (2 \cdot 15,5 + n \cdot 17)$ horizontaal naar de lijn $d = n \cdot 10$ punt A.

$\alpha = 0,010$ op de lijn $d = (2 \cdot 15,5 + 17)$ horizontaal naar de lijn $d = 10$ geeft punt B.

AB wijst als oplossingen aan: $70 \times 20, 60 \times 25, 50 \times 30, 40 \times 40$.

70×20 valt af omdat:

a. niet voldaan is aan de voorwaarde 3) $\lambda < 5 d$,

b. er geen plaats voor is,

c. het buiten de standaard afmetingen valt.

60×25 en 40×40 zijn eveneens geen standaard afmetingen. Blijft dus als oplossing 50×30 .

$$R_h = \sqrt{\left(\frac{2 \times 50 \times 30 \times 12,5}{1000 \times 4,8} + 4\right)^2} = 11,8 \text{ t.} \quad 4)$$

$$\frac{\lambda \cdot \mu \cdot 8,75}{1000} = \frac{50 \times 30 \times 8,75}{1000} = 13,1 \text{ t.}$$

zodat voldaan is aan de voorwaarde:

$$R_h = 11,8 \text{ t.} \leq 13,1 \text{ t.} \quad 6)$$

$$\frac{R_h}{P_{\min.}} = \frac{11,8}{50} = 0,236 < 0,33 \quad 7)$$

Deze oplegging heeft dus ook voldoende veiligheid tegen glijden.

Voorbeeld III

Stel $P_{\max.} = 150 \text{ t.}$

$P_{\min.} = 40 \text{ t.}$

$\Delta = 1 \text{ cm}$

$\Delta_1 = 0,5 \text{ cm}$

$\alpha = 0,006$

$H = 8 \text{ t.}$

staalconstructie,

oplegging type B

Δ en Δ_1 geven als $\Delta_{\text{tot.}} = 1,12 \text{ cm}$

$$d \geq \frac{1,12}{0,6} = 1,87 \text{ cm}$$

$$d \geq \frac{1,12}{0,7 \left\{ \sqrt{1 - \left(\frac{9 \times 0,5 \times 8}{1,12 \times 150}\right)^2} - \frac{9 \times 1 \times 8}{1,12 \times 150} \right\}} = 2,93 \text{ cm} \quad 2)$$

We kiezen een tweelaats pakket met $2 \times 15,5 = 31 \text{ mm}$ rubber.

Nomogram II geeft als oplossingen: $70 \times 25; 60 \times 25; 50 \times 30; 40 \times 40; 50 \times 30$ wordt gekozen.

$$R_h = \sqrt{\left(\frac{1 \times 50 \times 30 \times 12,5}{1000 \times 3,1} + 8\right)^2 + \left(\frac{0,5 \times 50 \times 30 \times 12,5}{1000 \times 3,1}\right)^2} \quad 4)$$

$$R_h = \sqrt{14^2 + 3^2} = 14,3 \text{ t.} \quad 5)$$

$$\frac{\lambda \cdot \mu \cdot 8,75}{1000} = \frac{50 \times 30 \times 8,75}{1000} = 13,1 \text{ t.}$$

zodat nu niet is voldaan aan de voorwaarde:

$$R_h = 14,3 \text{ t.} \leq \frac{\lambda \cdot \mu \cdot 8,75}{1000} = 13,1 \text{ t.} \quad 6)$$

$$\frac{R_h}{P_{\min.}} = \frac{14,3}{40} = 0,358 \leq 0,29 \quad 7)$$

Deze oplegging bezit dus onvoldoende veiligheid tegen glijden. Indien de oplegging groter gemaakt wordt zal de verhouding $\frac{R_h}{P_{\min.}}$ nog ongunstiger zijn. Beter is het een grotere dikte te kiezen bij dezelfde horizontale afmetingen.

We kiezen bijvoorbeeld een drieplaats pakket met $(2 \times 15,5 + 17) = 48 \text{ mm}$ rubber.

$$R_h = \sqrt{\left(\frac{1 \times 50 \times 30 \times 12,5}{1000 \times 4,8} + 8\right)^2 + \left(\frac{0,5 \times 50 \times 30 \times 12,5}{1000 \times 4,8}\right)^2} \quad 4)$$

$$R_h = \sqrt{12^2 + 2^2} = 12,2 \text{ t.}$$

Nu is wel voldaan aan de voorwaarde:


$$R_h = 12,2 \text{ t.} \leq \frac{\lambda \cdot \mu \cdot 8,75}{1000} = 13,1 \text{ t.} \quad 6)$$

$$\frac{R_h}{P_{\min.}} = \frac{12,2}{40} = 0,305 \geq 0,29 \quad 7)$$

De oplegging heeft dus nog steeds onvoldoende veiligheid tegen glijden.

Voor dit geval zou dus een oplossing volgens G 1^e—5^e gezocht kunnen worden.

Ook is het mogelijk voor de oplegging het type A te kiezen waardoor deze veiligheid verhoogd wordt.

Rechthoekig of rond oplegblok volgens Eurocode NEN-EN 1337-3					
Project:	Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot	Datum:			2-3-2023
Projectnr.:	BJ1768	Naam:			ir. E.A. van Vugt
Omschrijving:	Bepaling veerstijfheid rubber oplegblokken - as 1 = as 5	Versie:	v1.0		

1. Invoer geometrie oplegblok Rechthoekig oplegblok 256 mm x 406 mm x 58 mm

Vorm oplegblok		rechthoekig		
Afmeting oplegblok parallel aan de as van het brugdek		256	mm	ophaalcode: <input type="text"/> (blanco mag ook)
Afmeting oplegblok loodrecht op de as van het brugdek		406	mm	
Breedte oplegblok	a	=	256 mm	kleinste dwarsafmeting van het oplegblok
Lengte oplegblok	b	=	406 mm	grootste afmeting van het oplegblok
Effectieve breedte / breedte staalplaat	a'	=	250 mm	$a' = a - (2 \times t_{co})$
Effectieve lengte / lengte staalplaat	b'	=	400 mm	$b' = b - (2 \times t_{co})$
Aantal rubber lagen	n	=	3 stuks	
Dikte rubber tussenlaag	t _i	=	14 mm	minimaal 5 mm en maximaal 25 mm conform EN 1337-3 art. 5.3.2 (hier: 2x15.5+1x12)
Dikte staalplaat	t _s	=	2,8 mm	minimaal 2 mm conform EN 1337-3 art. 4.4.3.1 maar oude blokopbouw is leidend
Dikte bovenzijde en onderzijde rubber	t _c	=	3 mm	indien t _c ≤ 2,5 mm, dan mag de rubberdikte van de boven- en onderzijde niet worden meegenomen.
Dikte rubber zijkant	t _{co}	=	3 mm	minimaal 4 mm conform EN 1337-3 art. 5.3.2 Figuur 2 maar originele blokopbouw is leidend
Totale rubberdikte t.b.v. afschuiving	T _e	=	47 mm	
Totale rubberdikte incl. omhullig	T _q	=	47 mm	
Totale nominale dikte van het oplegblok	T _b	=	58 mm	
Totale oppervlak oplegging	A	=	103.936 mm ²	
Effectieve oppervlak	A ₁	=	100.000 mm ²	
Vormfactor	S ₁	=	5,63 [-]	tussenlaag is maatgevend voor vormfactor (dikste laag)

2. Invoer materiaal eigenschappen en overige factoren

Rubber	Glijdingsmodulus	G _e	=	0,9	N/mm ²	Belastingsfactor	K _l	=	1,0
	Elasticiteitsmodulus	E	=	2.000	N/mm ²	Rotatielimitatie	K _{r,d}	=	3,0
Staal	Staalkwaliteit		=	S235					
Oppervlak	Wrijvingsfactor	K _f	=	0,6	voor wrijving met beton				

5. Stijfheid

Horizontale veerstijfheid	k _{hor}	=	2000 kN/m	breedte van de opleglijn	14,9 m
Verticale veerstijfheid	k_{vert}	=	280 MN/m	aantal blokken per opleglijn	5 stuks
Rotatiestijfheid	k _{a,a}	=	0,6 MNm	breedte van het oplegblok	0,4 m, dus k _v = 350 MN/m ²
	k _{a,b}	=	2,6 MNm		

Rechthoekig of rond oplegblok volgens Eurocode NEN-EN 1337-3

Project: **Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot**
 Projectnummer: **BE8496**
 Omschrijving: **Bepaling veerstijfheid rubber oplegblokken - as 2 = as 3 = as 4**

Datum: **2-3-2023**
 Naam: **ir. E.A. van Vugt**
 Versie: **v1.0**


1. Invoer geometrie oplegblok
Rechthoekig oplegblok 306 mm x 506 mm x 58 mm

Vorm oplegblok		rechthoekig		
Afmeting oplegblok parallel aan de as van het brugdek		306	mm	ophaalcode: <input type="text"/> (blanco mag ook)
Afmeting oplegblok loodrecht op de as van het brugdek		506	mm	
Breedte oplegblok	a	=	306 mm	kleinste dwarsafmeting van het oplegblok
Lengte oplegblok	b	=	506 mm	grootste afmeting van het oplegblok
Effectieve breedte / breedte staalplaat	a'	=	300 mm	$a' = a - (2 \times t_{co})$
Effectieve lengte / lengte staalplaat	b'	=	500 mm	$b' = b - (2 \times t_{co})$
Aantal rubber lagen	n	=	3	stuks
Dikte rubber tussenlaag	t _i	=	14	mm
Dikte staalplaat	t _s	=	2,8	mm
Dikte bovenzijde en onderzijde rubber	t _c	=	3	mm
Dikte rubber zijkant	t _{co}	=	3	mm
Totale rubberdikte t.b.v. afschuiving	T _e	=	47	mm
Totale rubberdikte incl. omhullig	T _q	=	47	mm
Totale nominale dikte van het oplegblok	T _b	=	58	mm
Totale oppervlak oplegging	A	=	154.836	mm ²
Effectieve oppervlak	A ₁	=	150.000	mm ²
Vormfactor	S ₁	=	6,86	[-]

minimaal 5 mm en maximaal 25 mm conform EN 1337-3 art. 5.3.2 (hier: 2x15.5+1x12)
 minimaal 2 mm conform EN 1337-3 art. 4.4.3.1 maar oude blokopbouw is leidend
 indien t_c ≤ 2,5 mm, dan mag de rubberdikte van de boven- en onderzijde niet worden meegenomen.
 minimaal 4 mm conform EN 1337-3 art. 5.3.2 Figuur 2 maar originele blokopbouw is leidend

tussenlaag is maatgevend voor vormfactor (dikste laag)

2. Invoer materiaal eigenschappen en overige factoren

Rubber	Glijdingsmodulus	G _e	=	0,9	N/mm ²	Belastingsfactor	K _l	=	1,0
	Elasticiteitsmodulus	E	=	2.000	N/mm ²	Rotatielimitatie	K _{r,d}	=	3,0
Staal	Staalkwaliteit			S235					
Oppervlak	Wrijvingsfactor	K _f	=	0,6	voor wrijving met beton				

5. Stijfheid

Horizontale veerstijfheid	k _{hor}	=	3000 kN/m	breedte van de opleglijn	14,9 m
Verticale veerstijfheid	k_{vert}	=	610 MN/m	aantal oplegpunten	4 stuks
Rotatiestijfheid	k _{a,a}	=	1,9 MNm		
	k _{a,b}	=	9,1 MNm		

Bijlage 5

ALP 2000 – In-/uitvoer rekenfile



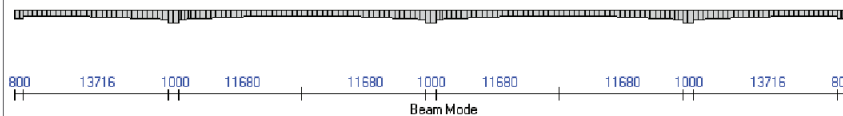
Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with 10 columns: Node ID, X, Y, Z, U, V, W, UX, VY, WZ. Contains 154 rows of numerical data representing structural analysis results.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with 10 columns: Node ID, X, Y, Z, U, V, W, UX, VY, WZ. Contains 181 rows of numerical data representing structural analysis results.





Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

GENERATED BEAM PARTS

Table with columns: Part no, X_left [mm], X_Right [mm], Length [mm], Gen. Sect. at left no, Gen. Sect. at right no. Rows 1-75.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with columns: Part no, X_left [mm], X_Right [mm], Length [mm], Gen. Sect. at left no, Gen. Sect. at right no. Rows 76-154.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

155	71899	72378	479	164	165
156	72378	72857	479	165	166
157	72857	73336	479	166	167
158	73336	73815	479	167	168
159	73815	74294	479	168	169
160	74294	74773	479	169	170
161	74773	75252	479	170	171
162	75252	75702	450	171	172
163	75702	76152	450	172	173
164	76152	76602	450	173	174
165	76602	77052	450	174	175
166	77052	77502	450	175	176
167	77502	77952	450	176	177
168	77952	78252	300	178	179
169	78252	78352	100	179	180
170	78352	78752	400	180	181

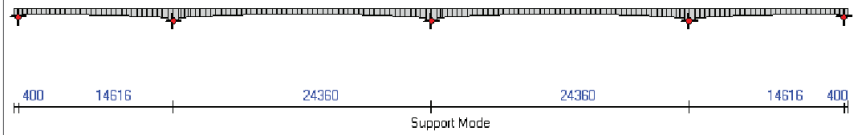
SUPPORTS

```

=====
Support   X           Y           Horizontally  Vertically  Rotation  Placed at  Removed at
no        [mm]        [mm]        fixed         fixed       fixed     [days]    [days]
1         400         -770        False         False       False     0          10000,00
2        15016        -1150       False         False       False     0          10000,00
3        39376        -1150       False         False       False     0          10000,00
4        63736        -1150       False         False       False     0          10000,00
5        78352         -770        False         False       False     0          10000,00

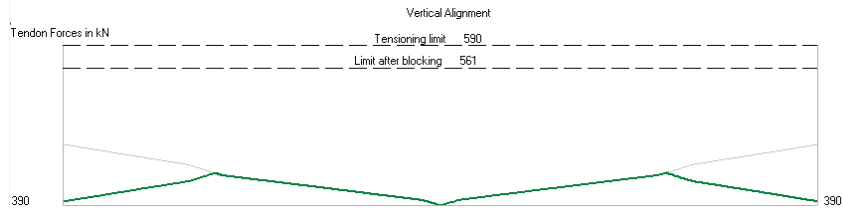
Support   Spring X           Spring Y           Spring M
no        [kN/mm]         [kN/mm]         [kNm/rad]
1         1,0000e+01       1,0000e+03       0
2         5,5000e+01       5,5000e+03       0
3         6,0000e+01       6,0000e+03       0
4         5,5000e+01       5,5000e+03       0
5         1,0000e+01       1,0000e+03       0

```





Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw



COLLECTION kabels GROUP 1

GROUP PROPERTIES

```

Number of Tendons      : 95
Area of one Tendon    : 462 [mm2]
Limit stress at tensioning : 1277 [MPa]
Limit stress after blocking : 1215 [MPa]
Applied tensioning stress : 1002 [MPa]
Relaxation             : 0 [%]
Additional loss: low   : 0 [%]
                    average : 20,00 [%]
                    high    : 0 [%]
Tensioning method     : first at left second at right
Tensioned at          : 28,00 [days]
Removed at            : 10000,00 [days]
Modulus of elasticity : 200000 [MPa]
Friction coefficient: low : 0,260000
                    average : 0,260000
                    high    : 0,260000
Wobble effect:       low : 0,010000 [rad/m]
                    average : 0,010000 [rad/m]
                    high    : 0,010000 [rad/m]
    
```

BASIC TOPOLOGICAL DATA

GIVEN POINTS IN VERTICAL PLANE XY

Point no	X [mm]	Y [mm]	Tan(Alfa-V) [-]	Line Type
1	0	-250	-0,037789	<Fixed>
2	500	-269	-0,037789	Left End
3	3400	-350	-0,018145	Left End
4	13034	-199	0,049550	Left End
5	15016	-150	0	Left End
6	16647	-183	-0,040775	Middle
7	27196	-398	0	Middle
8	37419	-148	0,048925	Middle
9	39376	-100	0	Middle
10	41333	-148	-0,048925	Middle
11	51556	-398	0	Middle
12	62109	-183	0,040675	Middle
13	63736	-150	0	Middle
14	65672	-197	-0,048400	Right End
15	75252	-350	0,016495	Right End
16	78252	-269	0,037629	Right End
17	78752	-250	0,037629	Right End



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

GIVEN POINTS IN HORIZONTAL PLANE XY

Point no	X [mm]	Y [mm]	Tan(Alfa-H) [-]	Line Type
1	0	7450	0	
2	78752	7450	0	3rd order

COMPUTED DATA

1.	Total length	:	78779	[mm]		
2.	Total rotation	:	0,62946	[rad]		
3.	Minimum radius in vertical plane	:	39,881	[m]		
4.	Minimum radius in horizontal plane	:	0	[m]		
	(Friction and wobble)		Low	Average	High	
5.	Slip influence length left end	:	15793	15793	15793	[mm]
6.	Slip influence length right end	:	15846	15846	15846	[mm]
7.	Left elongation at stressing	:	330	330	330	[mm]
8.	Left elongation after blocking	:	323	323	323	[mm]
9.	Right elongation at stressing	:	31	31	31	[mm]
10.	Right elongation after blocking	:	24	24	24	[mm]



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

COMPUTED TOPOLOGY

Table with 8 columns: Point no, X [mm], Y-V [mm], Y-H [mm], Tan(Alfa-V) [-], Tan(Alfa-H) [-], Fhi [rad], S [mm]. Contains 75 rows of data.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with 8 columns: Point no, X [mm], Y-V [mm], Y-H [mm], Tan(Alfa-V) [-], Tan(Alfa-H) [-], Fhi [rad], S [mm]. Contains 154 rows of data.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with 12 columns containing numerical data for project verification.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with 12 columns containing numerical data for project verification.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with columns for numerical values (e.g., 471, 54676, -379, 7450, 0,012023) and their corresponding results.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with columns for numerical values (e.g., 550, 63861, -150, 7450, -0,003125) and their corresponding results.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

629	73336	-369	7450	0,003508	0	0,595361	73361
630	73456	-369	7450	0,004319	0	0,596172	73481
631	73576	-368	7450	0,005130	0	0,596983	73601
632	73695	-367	7450	0,005941	0	0,597794	73721
633	73815	-367	7450	0,006751	0	0,598605	73840
634	73935	-366	7450	0,007562	0	0,599416	73960
635	74055	-365	7450	0,008373	0	0,600227	74080
636	74174	-364	7450	0,009184	0	0,601038	74200
637	74294	-363	7450	0,009995	0	0,601848	74319
638	74414	-361	7450	0,010806	0	0,602659	74439
639	74534	-360	7450	0,011617	0	0,603470	74559
640	74653	-359	7450	0,012428	0	0,604281	74679
641	74773	-357	7450	0,013239	0	0,605092	74798
642	74893	-355	7450	0,014049	0	0,605902	74918
643	75013	-354	7450	0,014860	0	0,606713	75038
644	75132	-352	7450	0,015671	0	0,607524	75158
645	75252	-350	7450	0,016482	0	0,608334	75277
646	75365	-348	7450	0,017287	0	0,609139	75390
647	75477	-346	7450	0,018080	0	0,609932	75503
648	75590	-344	7450	0,018872	0	0,610724	75615
649	75702	-342	7450	0,019665	0	0,611516	75728
650	75815	-340	7450	0,020457	0	0,612308	75840
651	75927	-337	7450	0,021250	0	0,613100	75953
652	76040	-335	7450	0,022043	0	0,613893	76065
653	76152	-332	7450	0,022835	0	0,614685	76178
654	76265	-330	7450	0,023628	0	0,615477	76290
655	76377	-327	7450	0,024420	0	0,616269	76403
656	76490	-324	7450	0,025213	0	0,617061	76515
657	76602	-321	7450	0,026005	0	0,617853	76628
658	76715	-318	7450	0,026798	0	0,618645	76740
659	76827	-315	7450	0,027590	0	0,619437	76853
660	76940	-312	7450	0,028383	0	0,620229	76965
661	77052	-309	7450	0,029175	0	0,621021	77078
662	77165	-306	7450	0,029968	0	0,621812	77190
663	77277	-302	7450	0,030760	0	0,622604	77303
664	77390	-299	7450	0,031553	0	0,623396	77416
665	77502	-295	7450	0,032345	0	0,624188	77528
666	77615	-291	7450	0,033138	0	0,624979	77641
667	77727	-288	7450	0,033930	0	0,625771	77753
668	77840	-284	7450	0,034723	0	0,626563	77866
669	77952	-280	7450	0,035515	0	0,627354	77978
670	78027	-277	7450	0,036044	0	0,627882	78053
671	78102	-274	7450	0,036572	0	0,628410	78129
672	78177	-272	7450	0,037101	0	0,628937	78204
673	78252	-269	7450	0,037629	0	0,629465	78279
674	78277	-268	7450	0,037629	0	0,629465	78304
675	78302	-267	7450	0,037629	0	0,629465	78329
676	78327	-266	7450	0,037629	0	0,629465	78354
677	78352	-265	7450	0,037629	0	0,629465	78379
678	78452	-261	7450	0,037629	0	0,629465	78479
679	78552	-258	7450	0,037629	0	0,629465	78579
680	78652	-254	7450	0,037629	0	0,629465	78679
681	78752	-250	7450	0,037629	0	0,629465	78779



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

MINIMUM DBET FORCES AND MOMENTS

Table with columns: Beam no, Part no, y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm], y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm]. Rows 1-53.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with columns: Beam no, Part no, y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm], y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm]. Rows 54-107.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

10	153	-296	-25	674	546	-290	-25	569	843
10	154	-290	-25	569	843	-284	-25	467	1091
10	155	-284	-25	467	1091	-279	-25	367	1291
10	156	-279	-25	366	1291	-274	-25	268	1442
10	157	-274	-25	268	1442	-270	-25	171	1547
10	158	-270	-25	171	1547	-266	-25	75	1606
10	159	-266	-25	75	1606	-263	-25	-19	1619
10	160	-263	-25	-19	1619	-260	-25	-112	1588
10	161	-260	-25	-113	1588	-257	-25	-204	1512
10	162	-257	-25	-205	1512	-255	-25	-290	1401
10	163	-255	-25	-290	1400	-253	-25	-375	1251
10	164	-253	-25	-375	1251	-252	-25	-460	1063
10	165	-252	-25	-460	1063	-251	-25	-544	837
10	166	-251	-25	-544	837	-250	-25	-628	573
10	167	-250	-25	-628	573	-250	-25	-712	272
11	168	-385	-25	-712	275	-385	-25	-798	49
11	169	-385	-25	-798	49	-385	-25	-827	-33
11	170	-385	0	115	-23	-385	0	0	0

P R E S T R E S S I N G

Averages of:

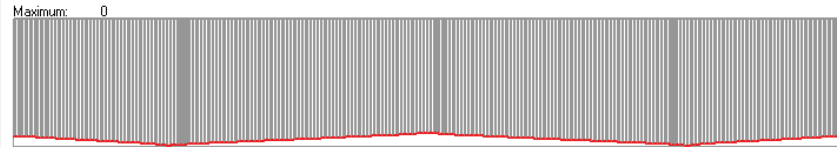
Collection	Group:	Max.Force [kN]	Min.Force [kN]	Max.Concr. [MPa]	Min.Concr. [MPa]	Difference [MPa]
kabels	1	886	886	1,14	1,14	0



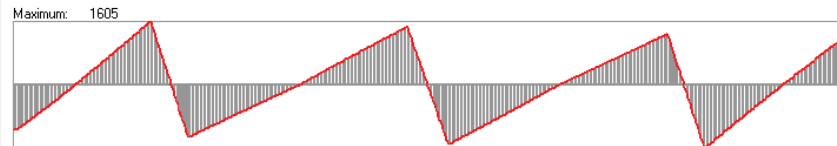
Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw



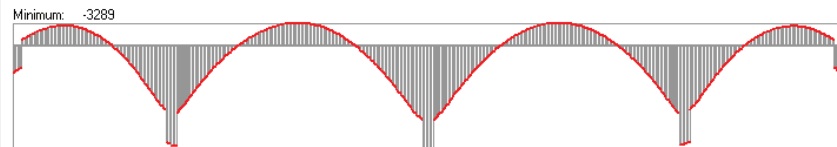
Construction stage at 9999.999 days



Maximum and minimum normal forces [kN]



Maximum and minimum shear forces [kN]



Maximum and minimum moments [kNm]

COMPUTED RESULTS

COMBINATION: VSP

Construction stage at 9999.999 [days]
Basic loads in combination:
1,000 * prestressing (average friction)



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

MAXIMUM DBET FORCES AND MOMENTS

Table with columns: Beam no, Part no, Left End (Fy, M), Right End (Fy, M). Contains numerical data for various beam parts.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

MINIMUM DBET FORCES AND MOMENTS

Table with columns: Beam no, Part no, y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm], y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm]. Rows 1-73 showing force and moment data for various beam parts.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

Table with columns: Beam no, Part no, y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm], y{Fx} [mm], Fx [kN], Fy [kN], M [kNm]. Rows 5-152 showing force and moment data for various beam parts.



Project: Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot
Onderdeel: ALP-model bovenbouw

10	153	-296	-30676	-432	-1562	-290	-30606	-331	-1924
10	154	-290	-30606	-331	-1924	-284	-30535	-231	-2221
10	155	-284	-30535	-231	-2221	-279	-30464	-131	-2454
10	156	-279	-30464	-131	-2454	-274	-30393	-32	-2638
10	157	-274	-30393	-32	-2638	-270	-30321	67	-2744
10	158	-270	-30321	67	-2744	-266	-30249	165	-2802
10	159	-266	-30248	166	-2802	-263	-30176	263	-2798
10	160	-263	-30175	264	-2798	-260	-30102	360	-2732
10	161	-260	-30102	361	-2732	-257	-30029	457	-2604
10	162	-257	-30028	458	-2604	-255	-29958	552	-2445
10	163	-255	-29957	552	-2445	-253	-29886	646	-2214
10	164	-253	-29886	646	-2214	-252	-29814	739	-1942
10	165	-252	-29814	740	-1942	-251	-29742	832	-1599
10	166	-251	-29742	832	-1599	-250	-29669	925	-1229
10	167	-250	-29669	925	-1229	-250	-29596	1017	-790
11	168	-385	-29597	1017	3206	-385	-29548	1078	3515
11	169	-385	-29548	1078	3515	-385	-29539	1077	3621
11	170	-385	-29692	1117	3561	-385	-29655	1116	4003

P R E S T R E S S I N G

Averages of:

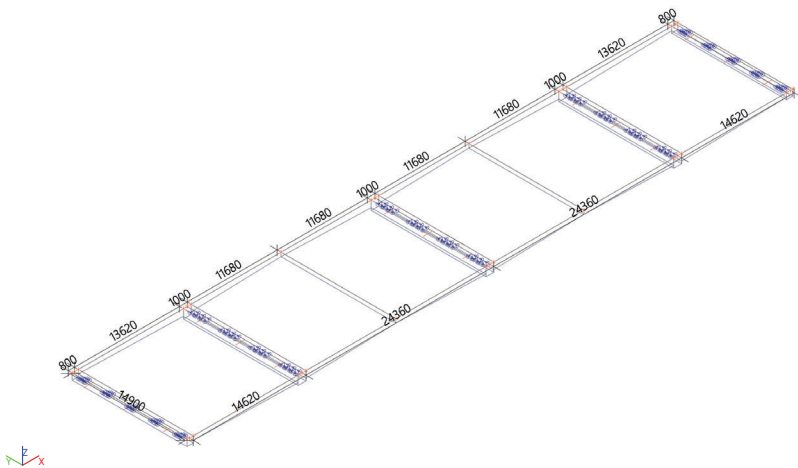
Collection	Group:	Max.Force [kN]	Min.Force [kN]	Max.Concr. [MPa]	Min.Concr. [MPa]	Difference [MPa]
kabels	1	29864	29864	-4,59	-4,59	0

Bijlage 6

SCIA – Engineering Report

1. Project

Gebruiker van licentie	evert.van.vugt@rhdhv.com
Project	Verificatie Prinses Irenebrigadebrug
Onderdeel	Rekenmodel bovenbouw
Omschrijving	Rekenmodel bovenbouw
Auteur	ir. E.A. van Vugt
Datum	09 / 02 / 2023
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	34
Aantal staven :	0
Aantal platen :	11
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	0
Aantal belastingsgevallen :	22
Aantal gebruikte materialen :	2
Gravatieversnelling [m/s ²]	9,810
Nationale norm	EC - EN



2. Inhoudsopgave

1. Project	1
2. Inhoudsopgave	2
3. Opbouw rekenmodel	4
3.1. Knopen	4
3.2. 2D-elementen	4
3.3. 2D-element interne randen	4
3.4. Ondersteuningen op 2D elementranden	5
3.5. Belastingsgevallen	6
3.6. Instellingen net	6
4. Belastingsgevallen	7
4.1. Belastingsgevallen - BG1	7
4.2. Belastingsgevallen - BG2	7
4.3. Belastingsgevallen - BG3	8
4.4. Belastingsgevallen - BG4	8
4.5. Belastingsgevallen - BG5	9
4.6. Belastingsgevallen - BG6	9
4.7. Belastingsgevallen - BG7	10
4.8. Belastingsgevallen - BG8	10
4.9. Belastingsgevallen - BG11	11
4.10. Belastingsgevallen - BG12	12
4.11. Belastingsgevallen - BG14	13
4.12. Belastingsgevallen - BG15	13
4.13. Belastingsgevallen - BG21	14
4.14. Belastingsgevallen - BG23	15
4.15. Belastingsgevallen - BG24	16
4.16. Belastingsgevallen - BG25	16
4.17. Belastingsgevallen - BG27	17
4.18. Belastingsgevallen - BG28	18
4.19. Belastingsgevallen - BG31	19
4.20. Belastingsgevallen - BG35	19
4.21. Belastingsgevallen - BG33	20
4.22. Belastingsgevallen - BG34	20
5. Resultaten	22
5.1. Buiging - langsrichting - eindvelden	22
5.1.1. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG2	22
5.1.2. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG3	22
5.1.3. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG6	23
5.1.4. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG11	23
5.2. Buiging - langsrichting - tussenvelden	24
5.2.1. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG2	24
5.2.2. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG3	24
5.2.3. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG6	25
5.2.4. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG12	25
5.3. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten	26
5.3.1. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG2	26
5.3.2. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG4	26
5.3.3. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG7	27
5.3.4. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG14	27
5.4. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt	28
5.4.1. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG2	28
5.4.2. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG5	28
5.4.3. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG8	29
5.4.4. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG15	29
5.5. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten	30
5.5.1. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG2	30
5.5.2. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG3	30
5.5.3. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG6	31
5.5.4. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG24	31
5.5.5. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG28	32
5.6. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten	32
5.6.1. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG2	32
5.6.2. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG4	33
5.6.3. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG7	33
5.6.4. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG23	34
5.6.5. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG27	34

5.7. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt	35
5.7.1. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG2	35
5.7.2. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG5	35
5.7.3. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG8	36
5.7.4. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG21	36
5.7.5. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG25	37
5.8. Berekeningsverslag	38

3. Opbouw rekenmodel

3.1. Knopen

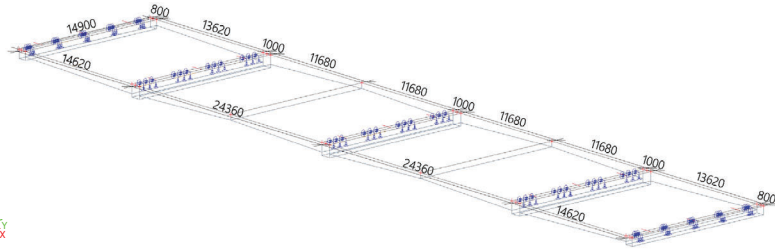
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]	Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	0,500	0,000	0,000	K22	62,840	14,900	0,000
K2	14,120	0,000	0,000	K23	63,840	14,900	0,000
K3	14,120	14,900	0,000	K24	63,840	0,000	0,000
K4	0,500	14,900	0,000	K25	77,460	0,000	0,000
K5	15,120	14,900	0,000	K26	77,460	14,900	0,000
K6	15,120	0,000	0,000	K27	78,260	14,900	0,000
K7	26,800	0,000	0,000	K28	78,260	0,000	0,000
K8	26,800	14,900	0,000	K29	0,000	0,000	0,000
K9	-0,300	0,000	0,000	K30	0,000	14,900	0,000
K10	-0,300	14,900	0,000	K31	14,620	0,000	0,000
K11	38,480	0,000	0,000	K32	14,620	14,900	0,000
K12	38,480	14,900	0,000	K33	38,980	0,000	0,000
K17	39,480	14,900	0,000	K34	38,980	14,900	0,000
K18	39,480	0,000	0,000	K35	63,340	0,000	0,000
K19	51,160	0,000	0,000	K36	63,340	14,900	0,000
K20	51,160	14,900	0,000	K37	77,960	0,000	0,000
K21	62,840	0,000	0,000	K38	77,960	14,900	0,000

3.2. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E2	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	500 850
E3	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	constant	1150
E4	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	850 500
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	constant	800
E5	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	500 850
E6	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	constant	1150
E7	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	850 500
E8	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	500 850
E9	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	constant	1150
E10	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	variabel	850 500
E11	Laag1	vloer (90)	Standaard	C35/45 - E_fic	constant	770

3.3. 2D-element interne randen

Naam	2D-element 1	Lengte [m]	Vorm	Knoop	Rand
Rand1	E1	14,900	Lijn	K29 K30	Lijn
Rand2	E3	14,900	Lijn	K31 K32	Lijn
Rand3	E6	14,900	Lijn	K33 K34	Lijn
Rand4	E9	14,900	Lijn	K35 K36	Lijn
Rand5	E11	14,900	Lijn	K37 K38	Lijn



3.4. Ondersteuning op 2D elementranden

Naam	Rand	Oors	Pos x1 [m]	X	Stijfheid X [MN/m ²]	Y	Stijfheid Y [MN/m ²]	Z	Stijfheid Z [MN/m ²]	Rx	Ry	Rz
		Coör	Pos x2 [m]									
Sle3	1	Vanaf begin Abso	0,900 2,300	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle4	1	Vanaf begin Abso	4,800 6,200	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle5	1	Vanaf begin Abso	8,700 10,100	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle6	1	Vanaf begin Abso	12,600 14,000	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle7	1	Vanaf begin Abso	0,900 2,300	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle8	1	Vanaf begin Abso	4,800 6,200	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle9	1	Vanaf begin Abso	8,700 10,100	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle10	1	Vanaf begin Abso	12,600 14,000	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle11	1	Vanaf begin Abso	0,900 2,300	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle12	1	Vanaf begin Abso	4,800 6,200	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle13	1	Vanaf begin Abso	8,700 10,100	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle14	1	Vanaf begin Abso	12,600 14,000	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+01	Verend	1,7400e+03	Vrij	Vrij	Vrij
Sle15	1	Vanaf begin Abso	1,000 1,400	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle16	1	Vanaf begin Abso	4,125 4,525	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle17	1	Vanaf begin Abso	7,250 7,650	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle18	1	Vanaf begin Abso	10,375 10,775	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle19	1	Vanaf begin Abso	13,500 13,900	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle20	1	Vanaf begin Abso	1,000 1,400	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle21	1	Vanaf begin Abso	4,125 4,525	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle22	1	Vanaf begin Abso	7,250 7,650	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle23	1	Vanaf begin Abso	10,375 10,775	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij
Sle24	1	Vanaf begin Abso	13,500 13,900	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+00	Verend	7,0000e+02	Vrij	Vrij	Vrij

3.5. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	EG	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1			
BG3	UDL/AII-V1 - v1+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG4	UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5	UDL/AII-V1 - v2+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6	Fiets-/voetpad - v1+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG7	Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG8	Fiets-/voetpad - v2+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG11	TS/AII-V1 - M_v1	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG12	TS/AII-V1 - M_v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG14	TS/AII-V1 - M_S2	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG15	TS/AII-V1 - M_S3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG21	TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG23	TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG24	TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG25	TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG27	TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG28	TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG31	UDL/AII-V2 - v1+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG35	UDL/AII-V1 - v2+v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG33	TS/AII-V2 - M_v3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG34	TS/AII-V2 - V_S3	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen

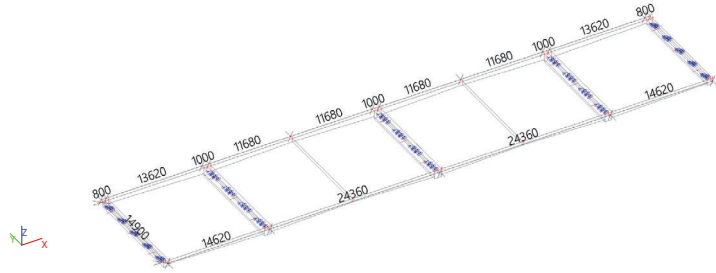
3.6. Instellingen net

Naam	Netinstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	X
Generatie van knopen op staven	X
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	X
Constructie-entiteiten verbinden	✓
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 paneelelement [m]	1,000
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

4. Belastingsgevallen

4.1. Belastingsgevallen - BG1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1	EG	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z

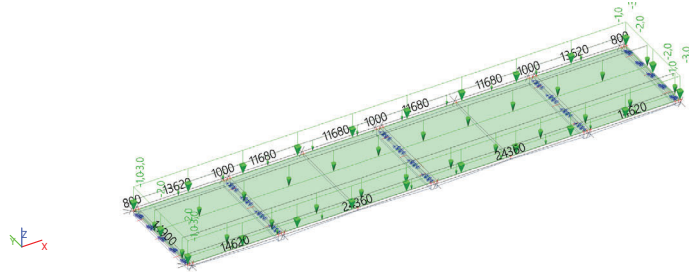


4.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG2 - RB	Z	Kracht	Gelijkmatig	-3,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

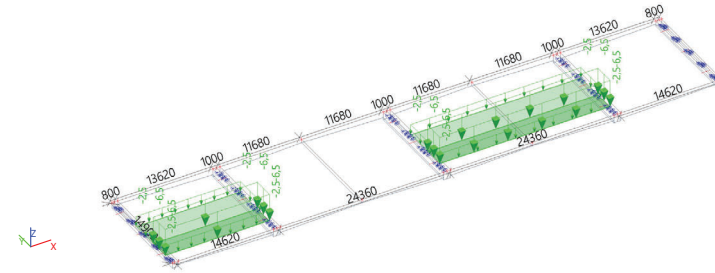
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	Waarde - P1 [kN/m]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FL1	BG2 - RB	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FL2	BG2 - RB	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FL3	BG2 - RB	Z	Kracht	Gelijkmatig	-1,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FL4	BG2 - RB	Z	Kracht	Gelijkmatig	-1,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3	UDL/AII-V1 - v1+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

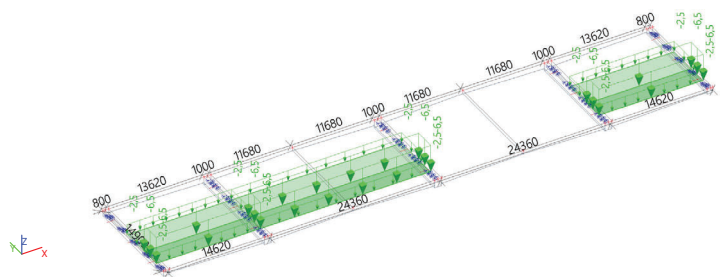
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF86	BG3 - UDL/AII-V1 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF87	BG3 - UDL/AII-V1 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF88	BG3 - UDL/AII-V1 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF89	BG3 - UDL/AII-V1 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG4	UDL/AII-V1 - v1+v2+4 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

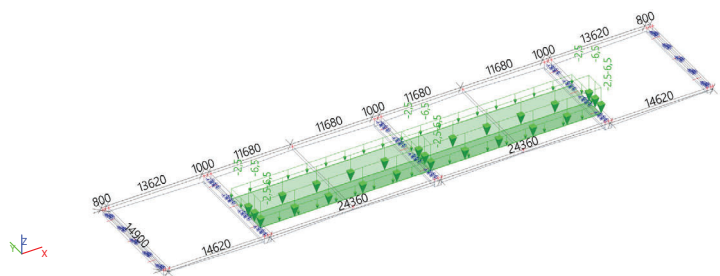
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF90	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF91	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF92	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF93	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF170	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF171	BG4 - UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	UDL/AII-V1 - v2+v3	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

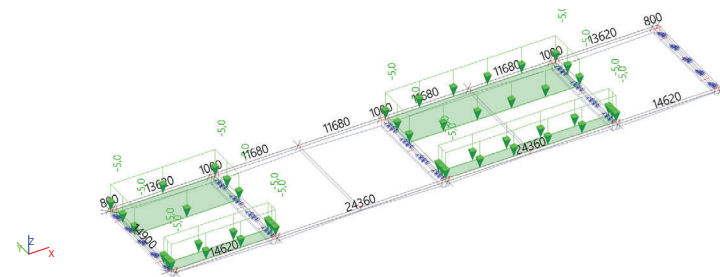
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF94	BG5 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF95	BG5 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF96	BG5 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF97	BG5 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	Fiets-/voetpad - v1+v3	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

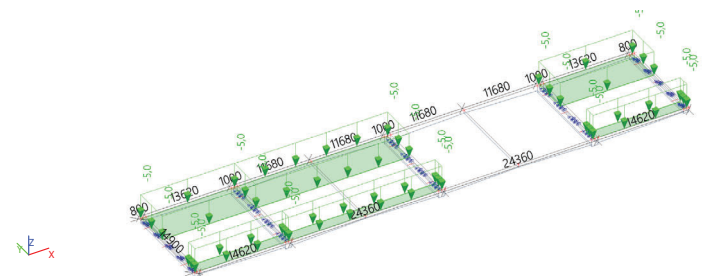
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF172	BG6 - Fiets-/voetpad - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF173	BG6 - Fiets-/voetpad - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF174	BG6 - Fiets-/voetpad - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF175	BG6 - Fiets-/voetpad - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF176	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF177	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF178	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF179	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF180	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF181	BG7 - Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

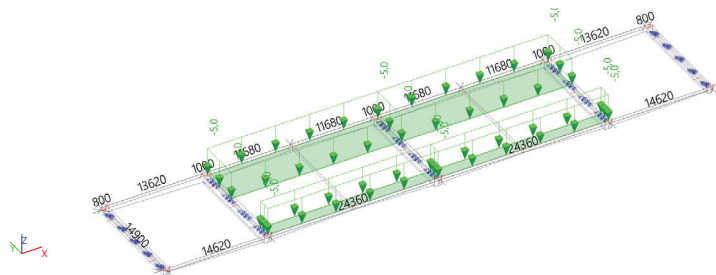


4.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG8	Fiets-/voetpad - v2+v3	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

Project Verificatie Prinses Irenebrigadebrug

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF182	BG8 - Fiets-/voetpad - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF183	BG8 - Fiets-/voetpad - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF184	BG8 - Fiets-/voetpad - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto </td <td>GCS</td> <td>Lenkte</td>	GCS	Lenkte
FF185	BG8 - Fiets-/voetpad - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte

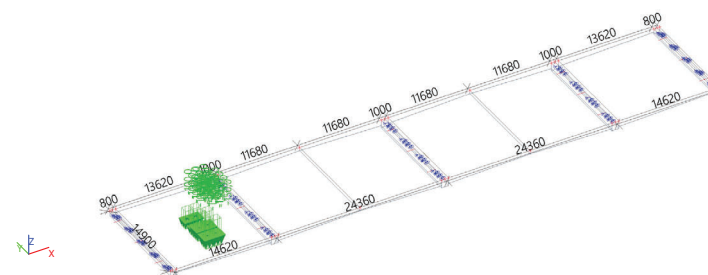


4.9. Belastingsgevallen - BG11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG11	TS/AII-V1 - M_v1 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF98	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF99	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF100	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF101	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF102	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF103	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF104	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF105	BG11 - TS/AII-V1 - M_v1	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte

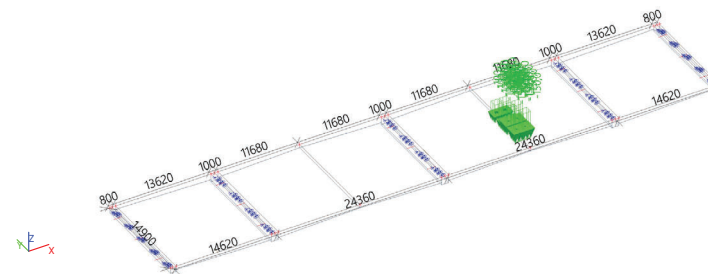
Project Verificatie Prinses Irenebrigadebrug



4.10. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG12	TS/AII-V1 - M_v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

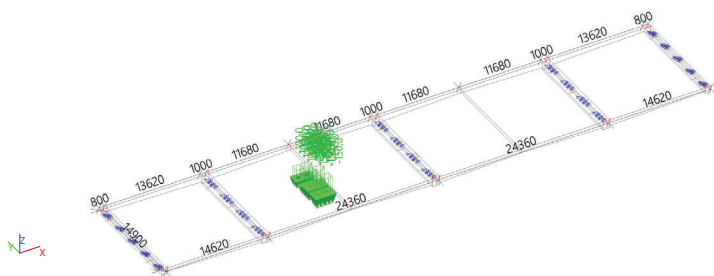
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF106	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF107	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF108	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF109	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF110	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF111	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF112	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte
FF113	BG12 - TS/AII-V1 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lenkte



4.1.1. Belastingsgevallen - BG14

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
Spec		Belastingtype			
BG14	TS/AII-V1 - M_S2 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF122	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF123	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF124	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF125	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF126	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF127	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF128	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF129	BG14 - TS/AII-V1 - M_S2	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

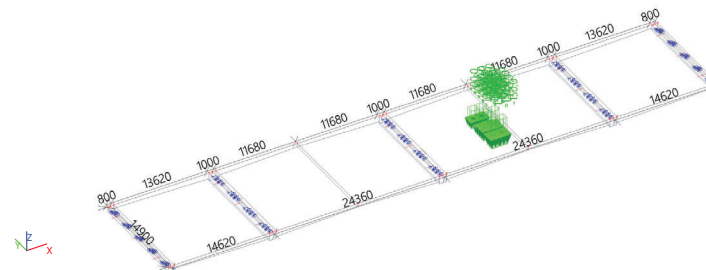


4.1.2. Belastingsgevallen - BG15

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
Spec		Belastingtype			
BG15	TS/AII-V1 - M_S3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF130	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF131	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF132	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF133	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF134	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF135	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

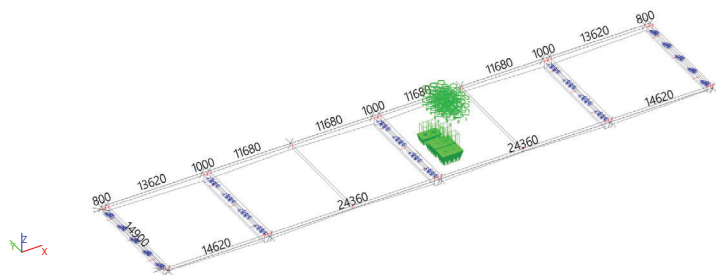
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF136	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF137	BG15 - TS/AII-V1 - M_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.1.3. Belastingsgevallen - BG21

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
Spec		Belastingtype			
BG21	TS/AII-V1 - V_S3 (90o) Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

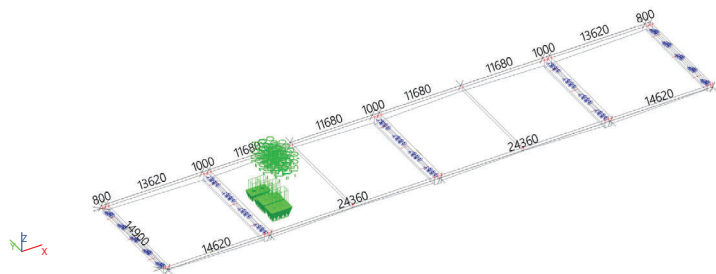
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF138	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF139	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF140	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF141	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF142	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF143	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF144	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF145	BG21 - TS/AII-V1 - V_S3 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.14. Belastingsgevallen - BG23

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG23	TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

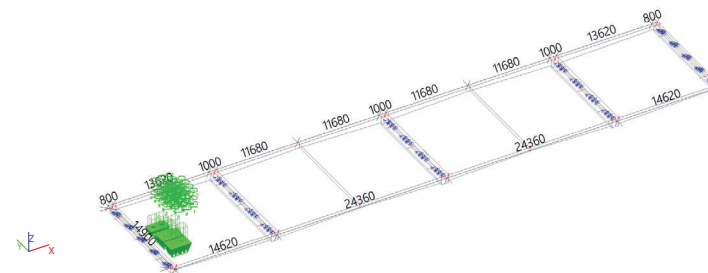
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF154	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF155	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF156	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF157	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF158	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF159	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF160	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF161	BG23 - TS/AII-V1 - V_S2 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.15. Belastingsgevallen - BG24

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG24	TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF162	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF163	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF164	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF165	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF166	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF167	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF168	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF169	BG24 - TS/AII-V1 - V_S1 (90o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



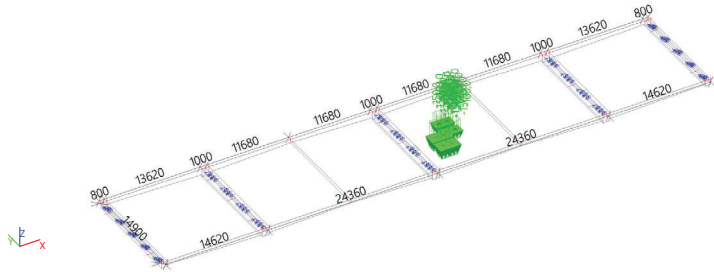
4.16. Belastingsgevallen - BG25

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG25	TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec	Belastingtype			
	Standaard	Statisch			

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF186	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF187	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF188	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF189	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF190	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

Project Verificatie Prinses Irenebrigadebrug

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF191	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF192	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF193	BG25 - TS/AII-V1 - V_S3 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

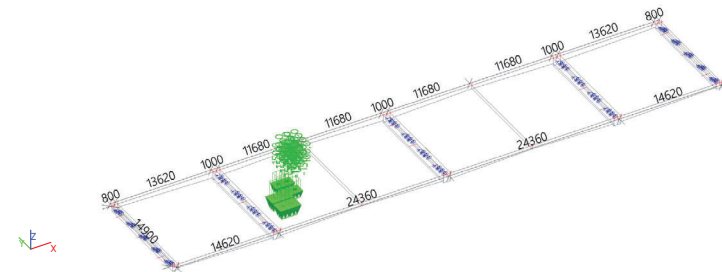


4.17. Belastingsgevallen - BG27

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG27	TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec Belastingtype	Statisch			
	Standaard				

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF202	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF203	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF204	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF205	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF206	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF207	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF208	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF209	BG27 - TS/AII-V1 - V_S2 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

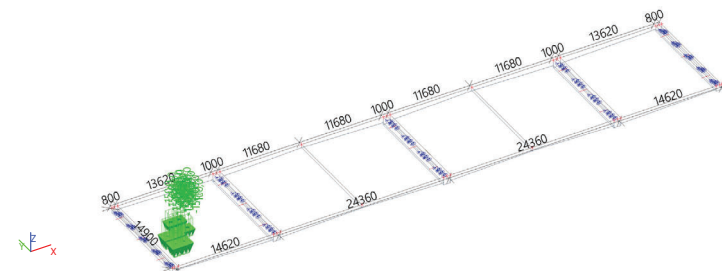
Project Verificatie Prinses Irenebrigadebrug



4.18. Belastingsgevallen - BG28

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG28	TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Spec Belastingtype	Statisch			
	Standaard				

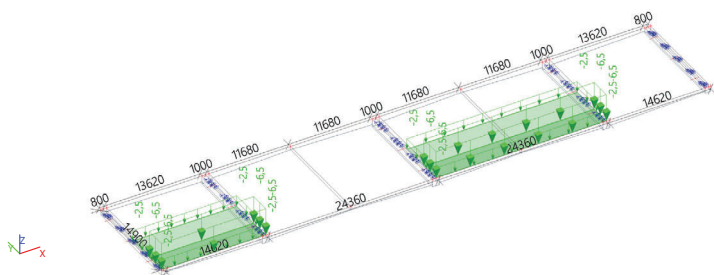
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF210	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF211	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF212	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF213	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF214	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF215	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF216	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF217	BG28 - TS/AII-V1 - V_S1 (55o)	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.19. Belastingsgevallen - BG31

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG31	UDL/AII-V2 - v1+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

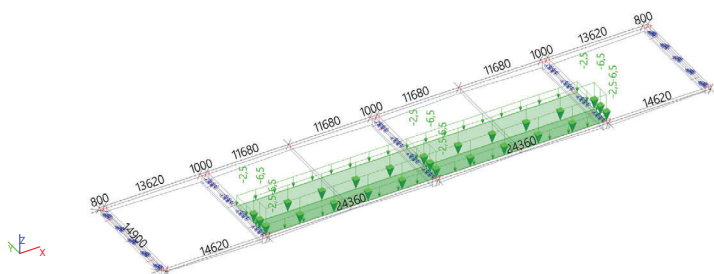
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF218	BG31 - UDL/AII-V2 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF219	BG31 - UDL/AII-V2 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF220	BG31 - UDL/AII-V2 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF221	BG31 - UDL/AII-V2 - v1+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.20. Belastingsgevallen - BG35

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG35	UDL/AII-V1 - v2+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

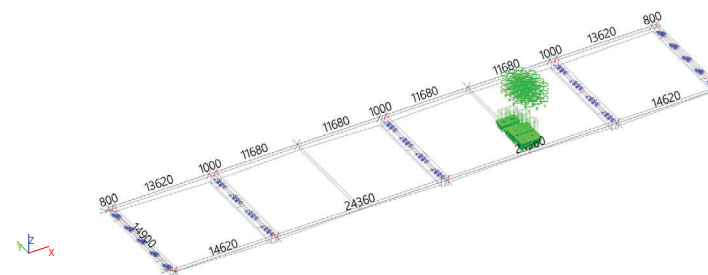
Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF246	BG35 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF247	BG35 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF248	BG35 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,5	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF249	BG35 - UDL/AII-V1 - v2+v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-6,5	Alle	Auto	GCS	Lengte



4.21. Belastingsgevallen - BG33

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG33	TS/AII-V2 - M_v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF222	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF223	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF224	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF225	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF226	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF227	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF228	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF229	BG33 - TS/AII-V2 - M_v3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

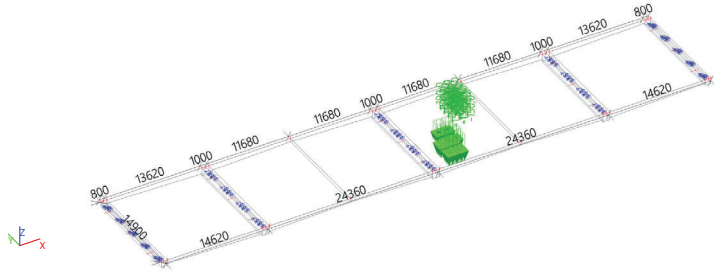


4.22. Belastingsgevallen - BG34

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG34	TS/AII-V2 - V_S3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF230	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF231	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF232	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF233	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-150,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF234	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF235	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m ²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF236	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte
FF237	BG34 - TS/AII-V2 - V_S3	Z	Kracht	Gelijkmatig	-100,0	Alle	Auto	GCS	Lengte



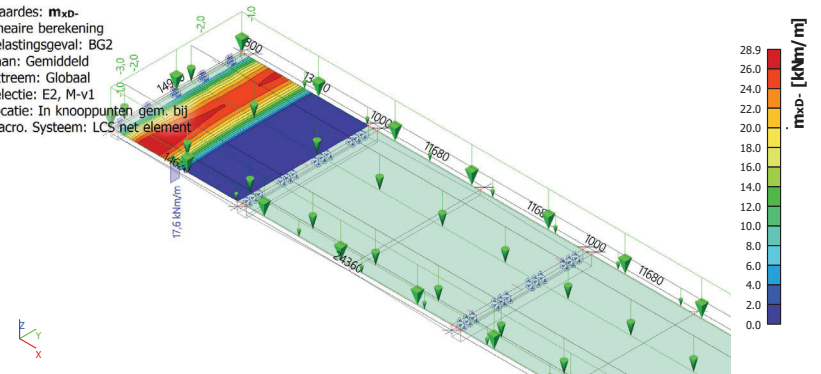
5. Resultaten

5.1. Buiging - langsrichting - eindvelden

5.1.1. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	RB	Permanent	LG1
		Standaard	

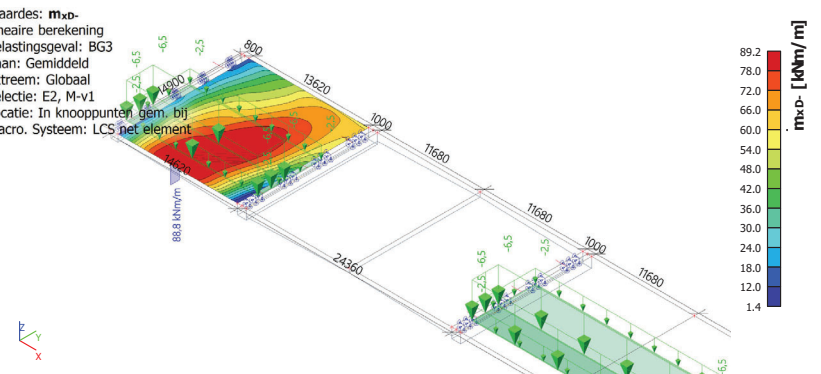
Waardes: **m_{x0}**
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG2
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: E2, M-v1
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.1.2. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3	UDL/AII-V1 - v1+v3	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

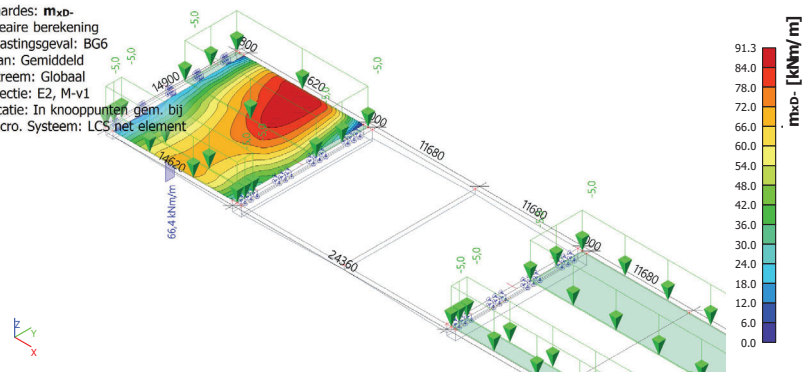
Waardes: **m_{x0}**
 Lineaire berekening
 Belastingsgeval: BG3
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Globaal
 Selectie: E2, M-v1
 Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.1.3. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	Fiets-/voetpad - v1+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

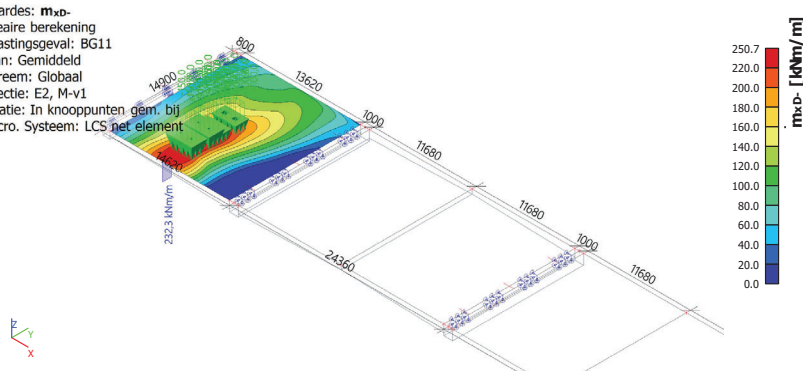
Waardes: **m.x.d.**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG6
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E2, M-v1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.1.4. Buiging - langsrichting - eindvelden - BG11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG11	TS/AII-V1 - M_v1 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Waardes: **m.x.d.**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG11
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E2, M-v1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

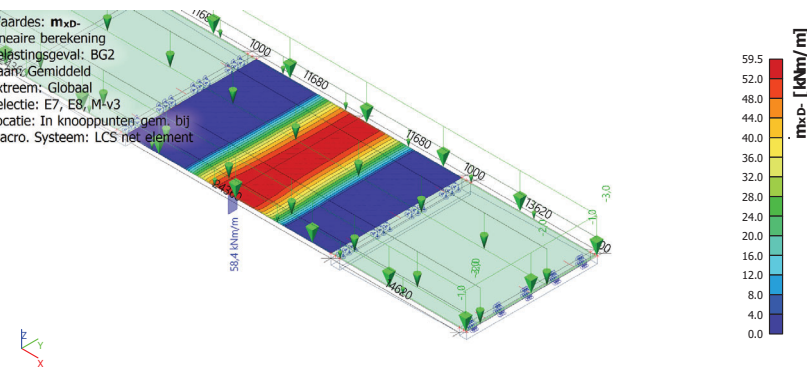


5.2. Buiging - langsrichting - tussenvelden

5.2.1. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1

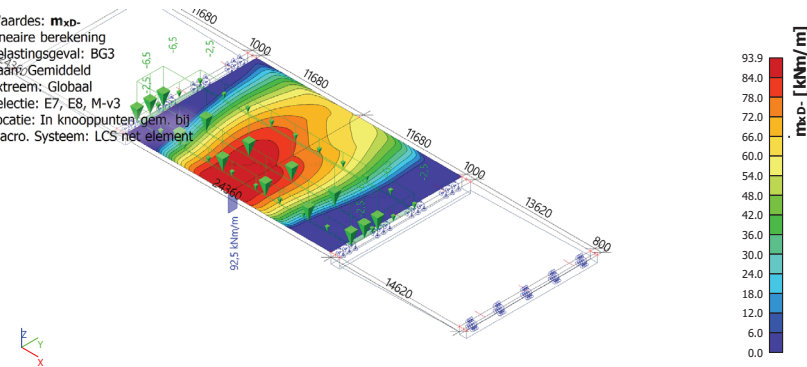
Waardes: **m.x.d.**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG2
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E7, E8, M-v3
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.2.2. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	UDL/AII-V1 - v1+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

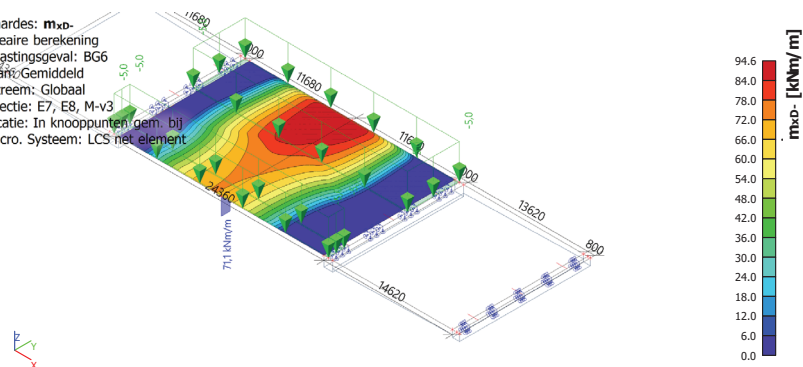
Waardes: **m.x.d.**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG3
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E7, E8, M-v3
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.2.3. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG6	Spec Fiets-/voetpad - v1+v3 Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

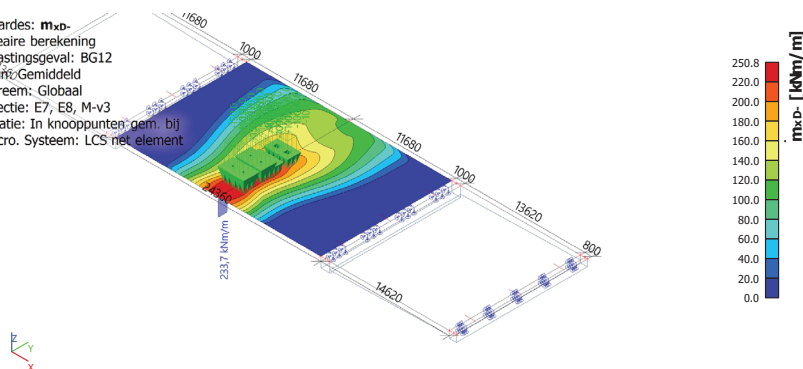
Waardes: **m_{x0}**-
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG6
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E7, E8, M-v3
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.2.4. Buiging - langsrichting - tussenvelden - BG12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG12	Spec TS/AII-V1 - M_v3 Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Waardes: **m_{x0}**-
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG12
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E7, E8, M-v3
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element

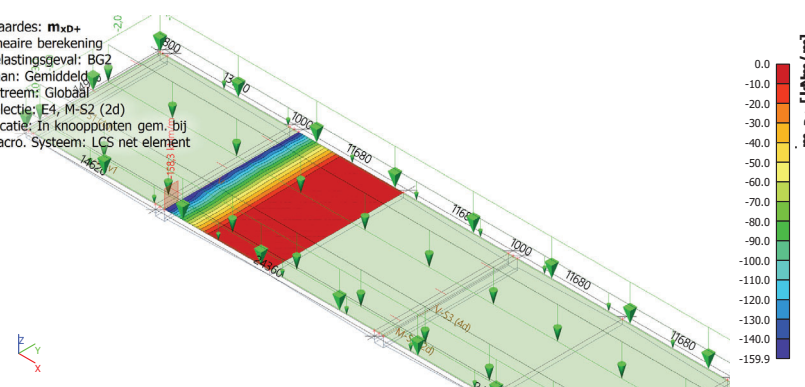


5.3. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten

5.3.1. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
BG2	Spec RB	Belastingtype Permanent Standaard	LG1

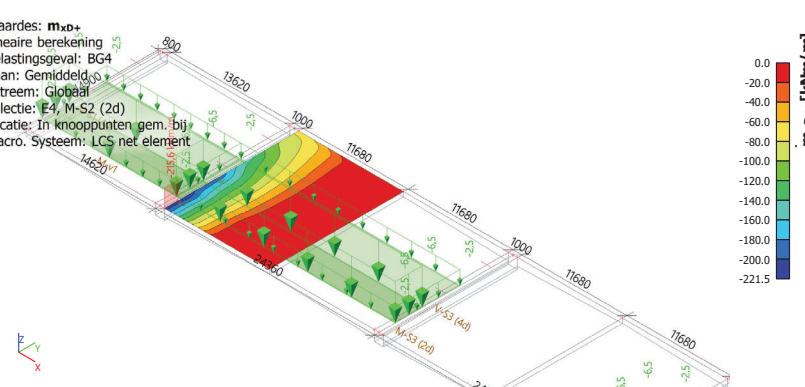
Waardes: **m_{x0}**-
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG2
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E4, M-S2 (2d)
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



5.3.2. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG4

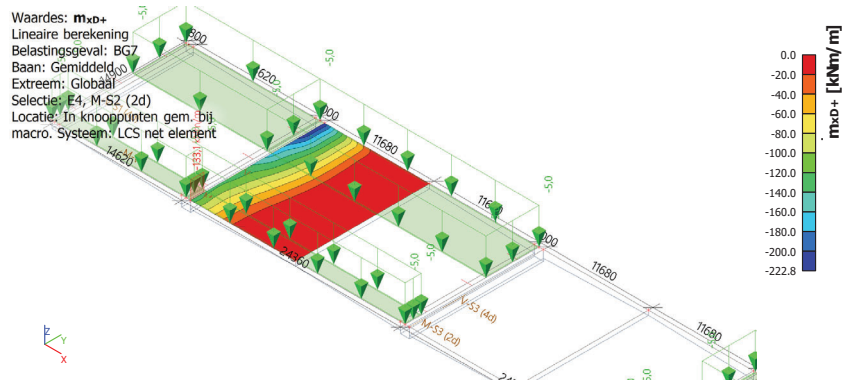
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	Spec UDL/AII-V1 - v1+v2+4 Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen

Waardes: **m_{x0}**-
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: E4, M-S2 (2d)
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



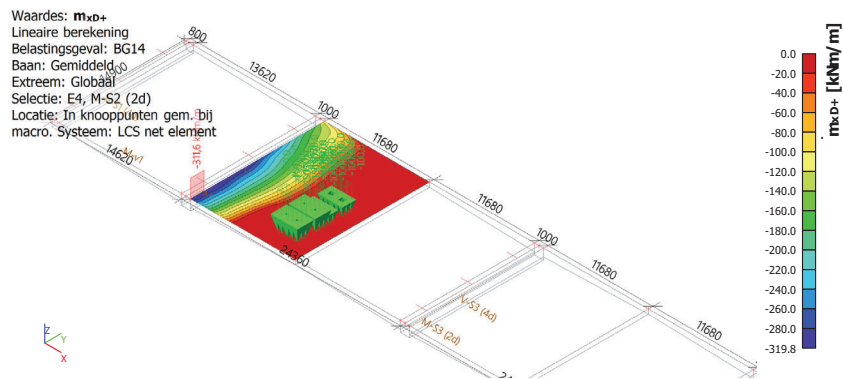
5.3.3. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Fiets-/voetpad - v1+v2+v4 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.3.4. Buiging - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG14

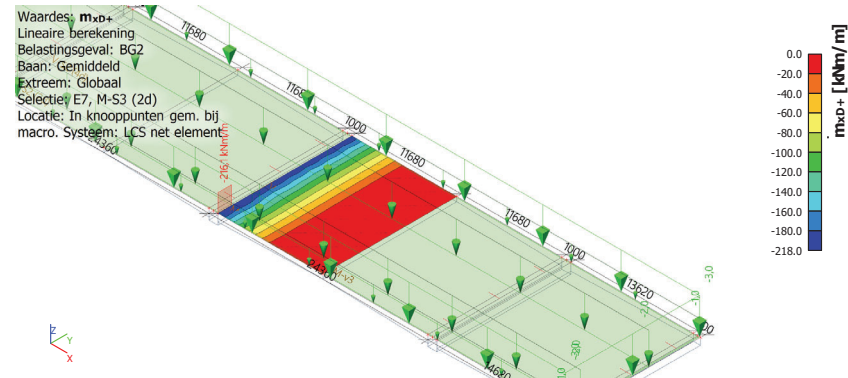
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG14	TS/AII-V1 - M_S2 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.4. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt

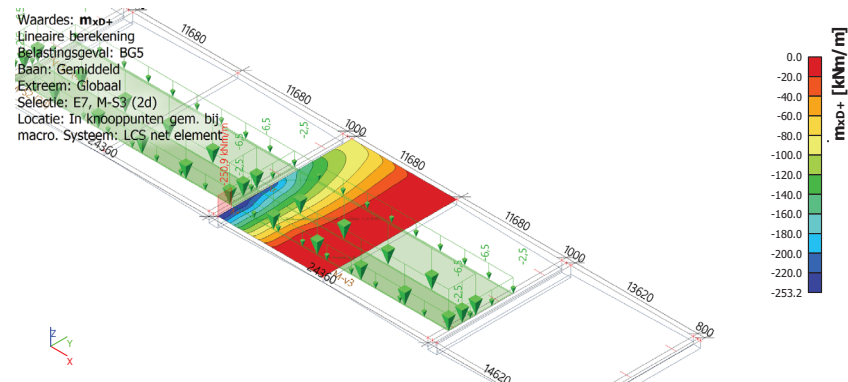
5.4.1. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1



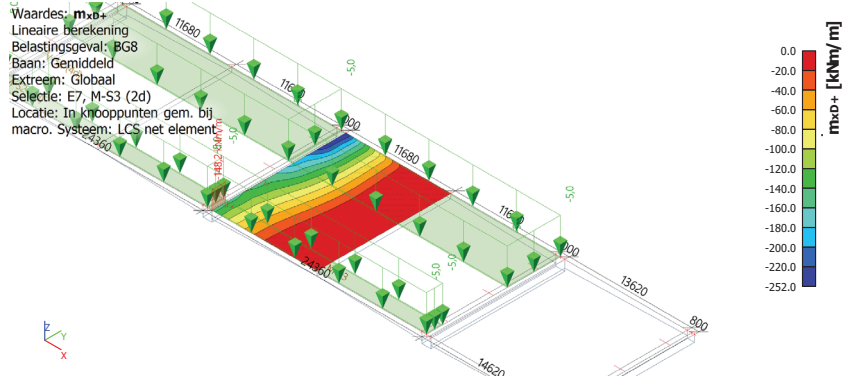
5.4.2. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG5	UDL/AII-V1 - v2+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



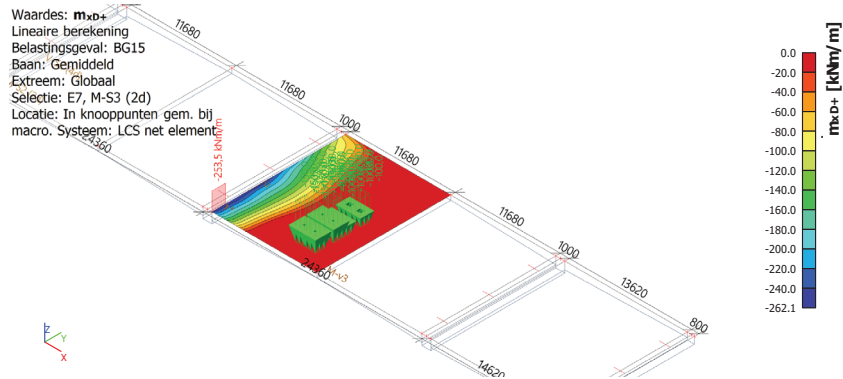
5.4.3. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG8	Fiets-/voetpad - v2+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.4.4. Buiging - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG15

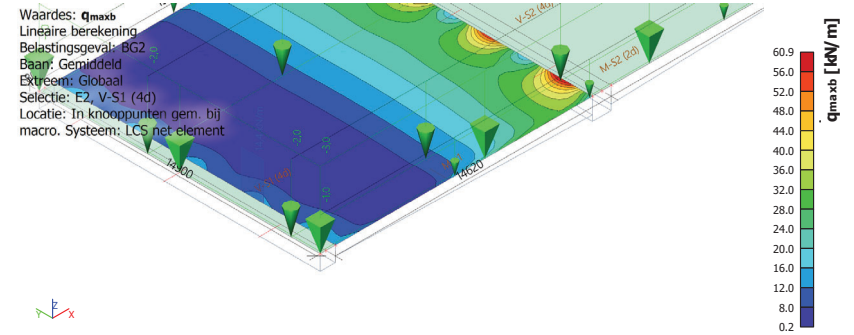
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG15	TS/AII-V1 - M_S3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.5. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten

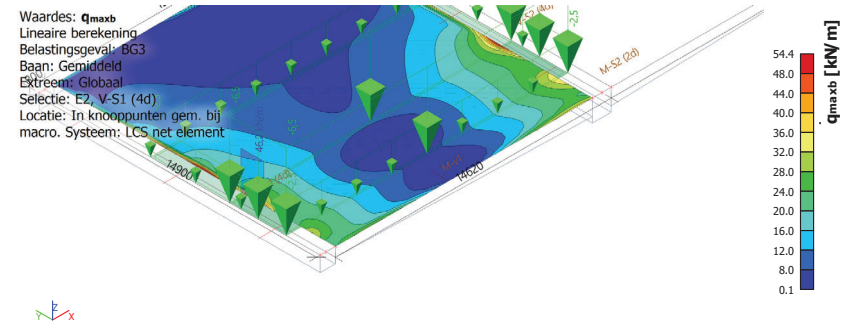
5.5.1. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1



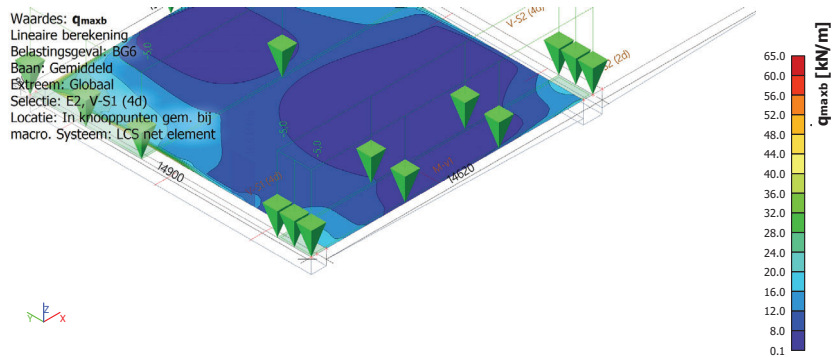
5.5.2. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG3	UDL/AII-V1 - v1+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



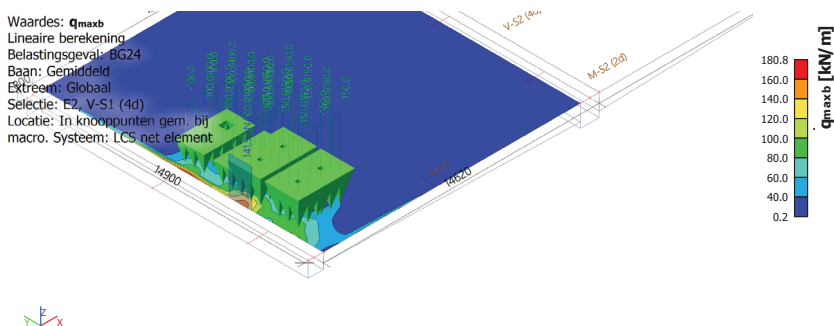
5.5.3. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
BG6	Spec Fiets-/voetpad - v1+v3 Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



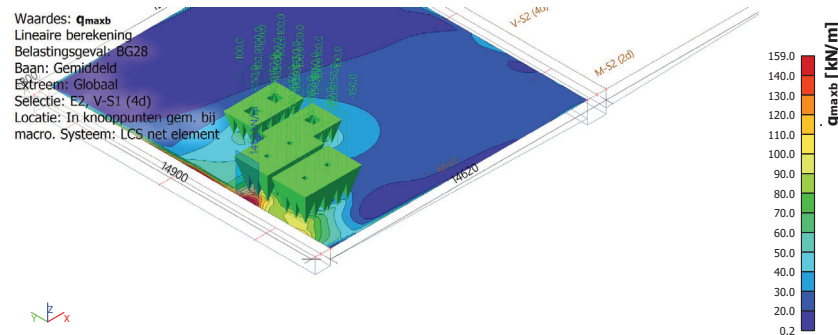
5.5.4. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG24

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
BG24	Spec TS/AII-V1 - V_S1 (90c) Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.5.5. Dwarskracht - langsrichting - eindsteunpunten - BG28

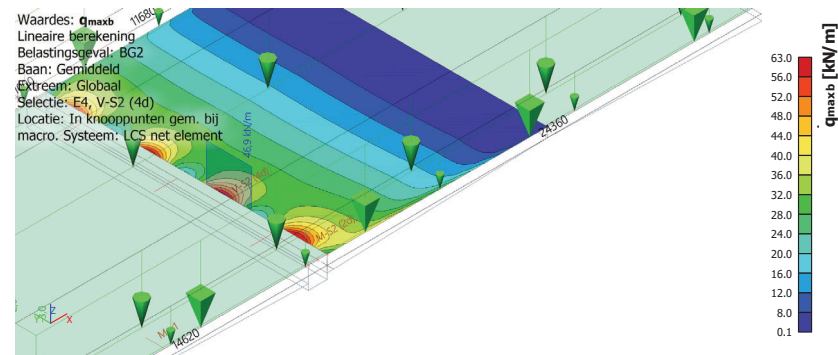
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
BG28	Spec TS/AII-V1 - V_S1 (55c) Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.6. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten

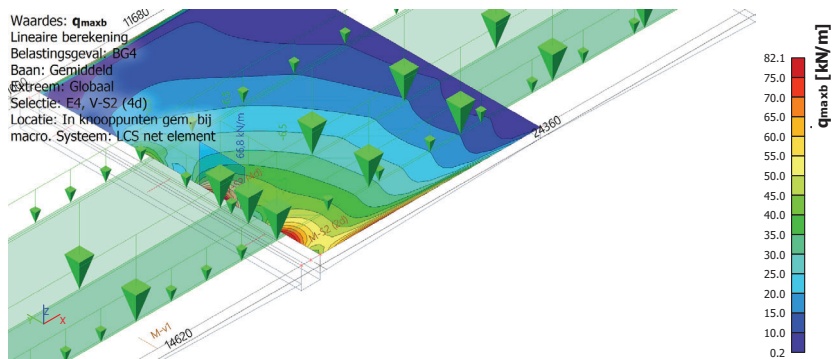
5.6.1. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
BG2	Spec RB Standaard	Belastingtype Permanent Standaard	LG1



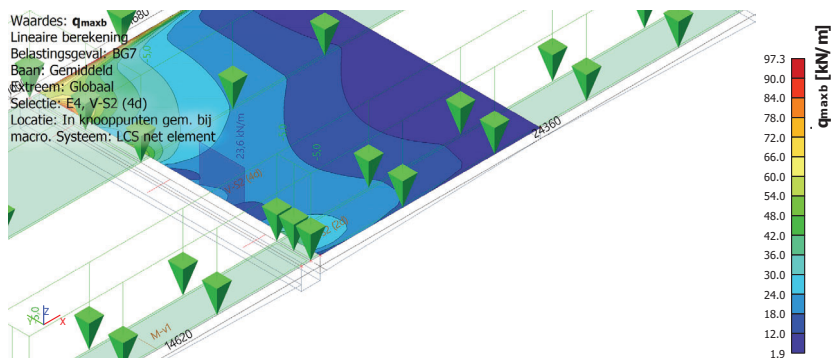
5.6.2. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG4	Spec	Belastingtype	LG2	Kort	Geen
	UDL/AII-V1 - v1+v2+4	Variabel			
	Standaard	Statisch			



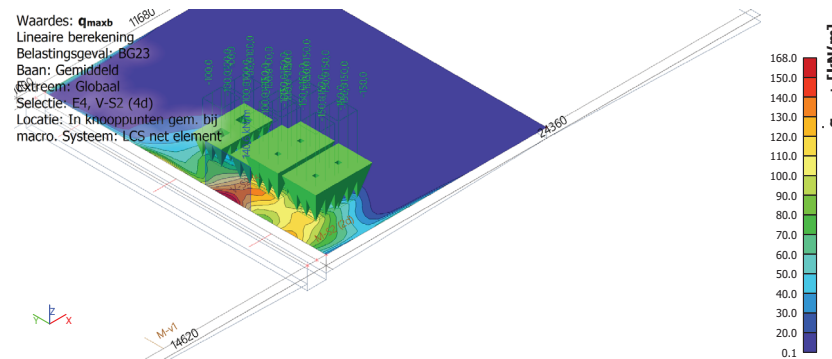
5.6.3. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG7	Spec	Belastingtype	LG2	Kort	Geen
	Fiets-/voetpad - v1+v2+v4	Variabel			
	Standaard	Statisch			



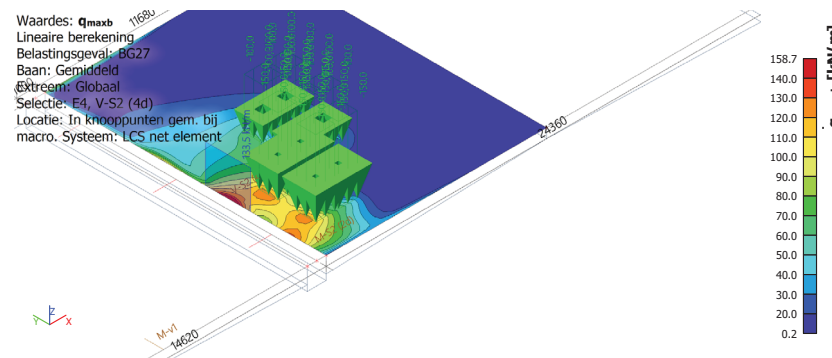
5.6.4. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG23

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG23	Spec	Belastingtype	LG2	Kort	Geen
	TS/AII-V1 - V_S2 (90a)	Variabel			
	Standaard	Statisch			



5.6.5. Dwarskracht - langsrichting - buitenste tussensteunpunten - BG27

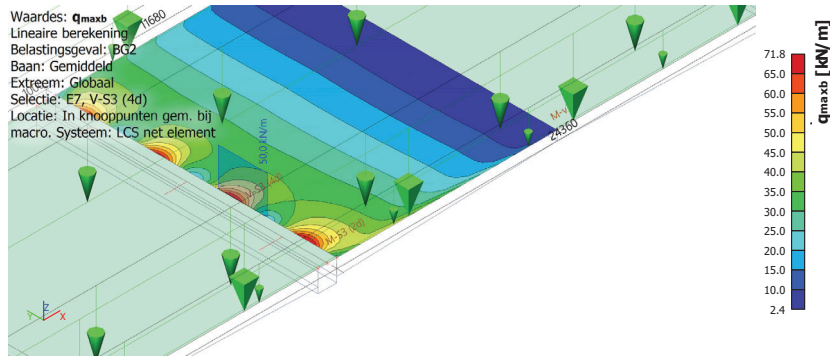
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG27	Spec	Belastingtype	LG2	Kort	Geen
	TS/AII-V1 - V_S2 (55c)	Variabel			
	Standaard	Statisch			



5.7. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt

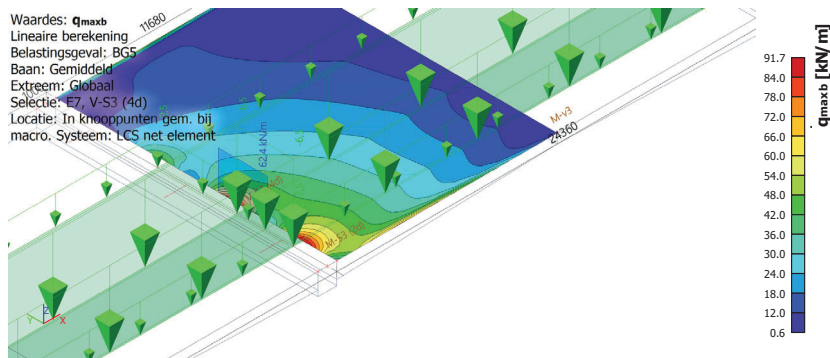
5.7.1. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	RB	Permanent Standaard	LG1



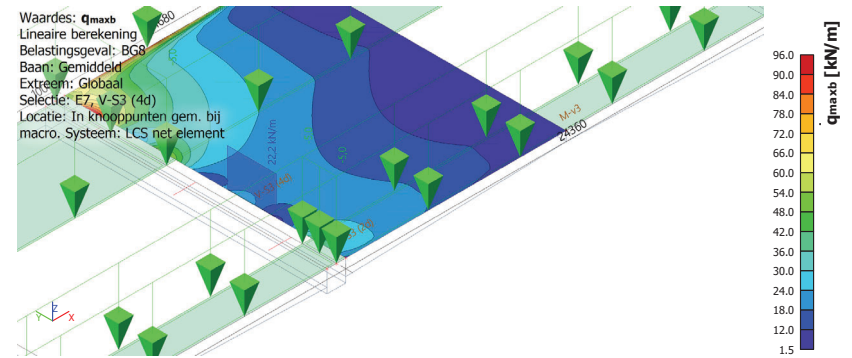
5.7.2. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
	Spec	Belastingtype			
BG5	UDL/AII-V1 - v2+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



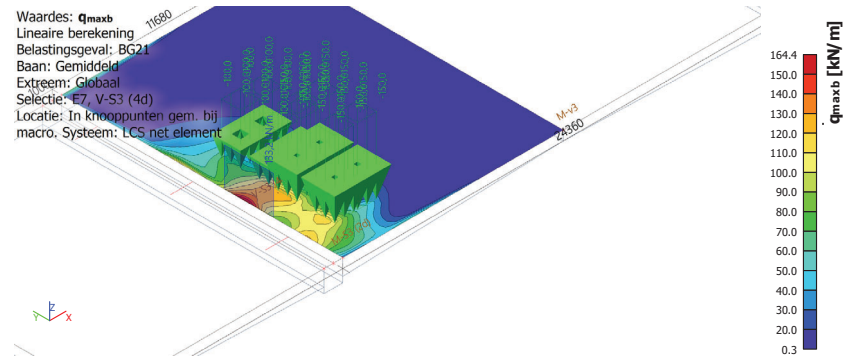
5.7.3. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	Fiets-/voetpad - v2+v3 Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



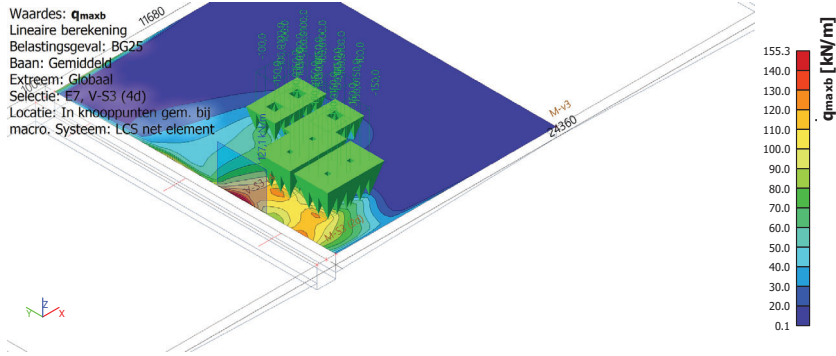
5.7.4. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG21

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastinggeval
	Spec	Belastingtype			
BG21	TS/AII-V1 - V_S3 (90c) Standaard	Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.7.5. Dwarskracht - langsrichting - centraal tussensteunpunt - BG25

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
BG25	Spec TS/AII-V1 - V_S3 (S50) Standaard	Belastingtype Variabel Statisch	LG2	Kort	Geen



5.8. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	18872
Aantal netknoopen	19225
Aantal vergelijkingen	115350
Buigtheorie	Mindlin

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	Z [kN]
BG1	Lasten	-19962,7
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	19962,7
	contact 1D	0,0
BG2	Lasten	-3978,3
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	3978,3
	contact 1D	0,0
BG3	Lasten	-1473,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1473,0
	contact 1D	0,0
BG4	Lasten	-2032,5
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	2032,5
	contact 1D	0,0
BG5	Lasten	-1827,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1827,0
	contact 1D	0,0
BG11	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG12	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG14	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG15	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG21	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG23	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0

Belastingsgeval	Waarde	Z [kN]
BG24	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG6	Lasten	-1512,3
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1512,3
	contact 1D	0,0
BG7	Lasten	-2086,7
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	2086,7
	contact 1D	0,0
BG8	Lasten	-1875,7
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1875,7
	contact 1D	0,0
BG25	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG27	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG28	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG31	Lasten	-1473,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1473,0
	contact 1D	0,0
BG33	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG34	Lasten	-1000,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1000,0
	contact 1D	0,0
BG35	Lasten	-1827,0
	reactie in de knopen	0,0
	reactie op de lijnen	1827,0
	contact 1D	0,0

Bijlage 7

Resultaten – beoordeling op sterkte

7.1 – Toetsen op buiging

7.2 – Toetsen op dwarskracht

In dit rekenblad is de momencapaciteit van een rechthoekige voorgespannen doorsnede berekend.

Invoer

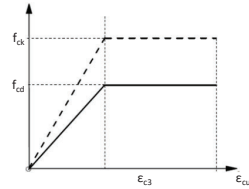
Geometrie

Hoogte doorsnede	h	556 mm	(beam part 17 op x = 6292)
Breedte doorsnede	b	1000 mm	

Betoneigenschappen (bilineair σ, ϵ -diagram)

Betonklasse	C35/45
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck} 35
Kt-factor RBK	k_t 0,85
Rekenwaarde betondruksterkte	f_{cd} 19,8 MPa
Volheidsfactor	α 0,75
Afstandsfactor	β 0,389
Uiterste betonstuik	ϵ_{cu3} 3,5 ‰

$k_t \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c$ met $\gamma_c = 1,5$
en $\alpha_{cc} = 1,0$

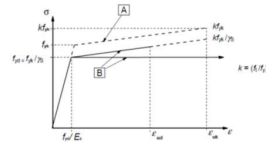


Wapening (bilineair σ, ϵ -diagram)

Type wapening	QR 24	
Rekenwaarde vloeigrens wapening	f_{yd} 209 MPa	
E-modulus cf. NEN-EN 1992-1-1+NB	E_s 200000 MPa	
Diameter wapening	ϕ 12 mm	
Hart-op-hart afstand wapening	s 200 mm	
Verdeelwapening onder hoofdwapening	ϕ_v 12 mm	
Dekking	c 30 mm	
Hoeveelheid wapening	A_s 0 mm ²	0,25 * π * ϕ^2 * (b/s)
Nuttige hoogte wapening	d_s 508 mm	h - c - ϕ_v - ϕ / 2

RBK v1.1 tabel 2.6

Art. 3.2.7 (4)

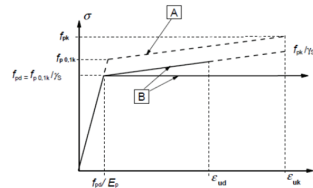


Voorspanning

Type voorspanstaal	QP 170	
Karakteristieke sterkte	f_{pk} 1670 MPa	
Veiligheidsfactor	γ_p 1,1	
Rekenwaarde vloeispanning	f_{pd} 1293 MPa	
Elasticiteitsmodulus	E_p 195000 MPa	
Rekenwaarde vloeirek	ϵ_{pd} 6,63 ‰	
Karakteristieke rekgrens	ϵ_{uk} 35 ‰	
Rekenwaarde rekgrens	ϵ_{ud} 31,5 ‰	
Voorspanstelsysteem	12x ϕ 7mm (Freyssinet)	
Hoeveelheid voorspanstaal per kabel	$A_{p,k}$ 462 mm ²	
Aantal kabels per meter breedte	n_k 6,38 stuks	b/s_p ($s_p = 156,84$ mm)
Hoeveelheid voorspanning	A_p 2946 mm ²	
Werkvoorspanning	σ_{pm} 684 MPa	$0,8 \times (1,0 \times 0,6) \approx 0,48 \times f_{pk}$
Werkvoorspankracht	P_{pm} 2013 kN	
Nuttige hoogte	d_p 350 mm	Maximale nuttige hoogte
Rek t.g.v. werkvoorspanning	ϵ_{pm} 3,51 ‰	
Afstand P_{pm} tot (meest) gedrukte vezel	z_c 278 mm	

f_{pd} / E_p

0,9 * ϵ_{uk} cf. NEN-EN 1992-1-1+NB art. 3.3.6



Berekening momencapaciteit

Inschatting hoogte betondrukzone

Inschatting betondrukkracht	N_c	3809 kN
Bijbehorende drukzonehoogte	x_u	256 mm
Keuze drukzonehoogte voor vervolg	x_u^*	217,6 mm

$N_{pm} + \Delta N_p + N_c = A_p \cdot \sigma_{pm} + A_s \cdot (f_{pd} - \sigma_{pm}) + A_s \cdot f_{yd}$
 $(A_s \cdot f_{yd} + A_p \cdot (f_{pd} - \sigma_{pm}) + N_{pm}) / (\alpha \cdot b \cdot f_{cd})$

Keuze na controle op het krachteenwicht (zie verderop)

Berekening staalrekken en -spanningen

Rek wapeningsstaal	ϵ_{su}	4,67 ‰
Bijbehorende spanning in het staal	σ_{su}	209 MPa
Toename rek voorspanstaal	$\Delta \epsilon_p$	2,13 ‰
Totaal aanwezige rek	ϵ_{pu}	5,63 ‰
Controle vloeien voorspanstaal		vloeit niet
Spanning in voorspanstaal	σ_{pu}	1099 MPa

$\epsilon_{su} \cdot (d_p / x_u - 1)$

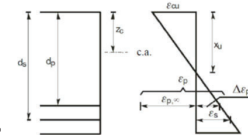
$\min(\epsilon_{su} \cdot E_s, f_{cd})$

$\epsilon_{su} \cdot (d_p / x_u - 1)$

$\epsilon_{pm} + \Delta \epsilon_p$

staal vloeit als $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p$

$\epsilon_{pu} \cdot E_p$, indien $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p : f_{pd} \cdot ((\epsilon_p - f_{pd} / E_p) / (\epsilon_{ud} - f_{pd} / E_p)) \cdot (f_{pu} / \gamma_p - f_{pd})$



Berekening en controle krachteenwicht

Normaalkracht t.g.v. staal	N	1223 kN
Normaalkracht beton - voorspanning	$N_c - N_{pm}$	1223 kN
Aanpassingen aan x_u uitvoeren:	x_u	↓

$A_s \cdot \sigma_{su} + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{pm})$

$N_c = \alpha \cdot b \cdot x_u \cdot f_{cd} = 3236,8$ kN

($\Delta = 0,1$ kN)

Berekening momencapaciteit

Momencapaciteit	M_{rd}	714 kNm
-----------------	----------	---------

$A_s \cdot \sigma_{su} \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{pm}) \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + N_{pm} \cdot (z_c - \beta \cdot x_u)$

In dit rekenblad is de momencapaciteit van een rechthoekige voorgespannen doorsnede berekend.

Invoer

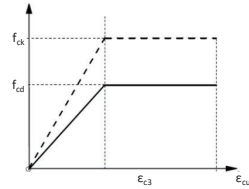
Geometrie

Hoogte doorsnede	h	850 mm
Breedte doorsnede	b	1000 mm

Betoneigenschappen (bilineair σ, ϵ -diagram)

Betonklasse	C35/45
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck} 35
Kt-factor RBK	k_t 0,85 -
Rekenwaarde betondruksterkte	f_{cd} 19,8 MPa
Volheidsfactor	α 0,75 -
Afstandsfactor	β 0,389 -
Uiterste betonstuik	ϵ_{cu3} 3,5 ‰

$k_t \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c$ met $\gamma_c = 1,5$
en $\alpha_{cc} = 1,0$

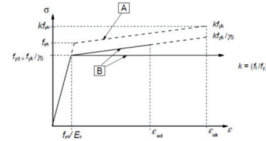


Wapening (bilineair σ, ϵ -diagram)

Type wapening	QR 24	
Rekenwaarde vloeigrens wapening	f_{yd} 209 MPa	
E-modulus cf. NEN-EN 1992-1-1+NB	E_s 200000 MPa	
Diameter wapening	ϕ 12 mm	
Hart-op-hart afstand wapening	s 200 mm	
Verdeelwapening onder hoofdwapening	ϕ_v 12 mm	
Dekking	c 30 mm	
Hoeveelheid wapening	A_s 0 mm ²	$0,25 \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot (b/s)$
Nuttige hoogte wapening	d_s 802 mm	$h - c - \phi_v - \phi / 2$

RBK v.1.1 tabel 2.6

Art. 3.2.7 (4)

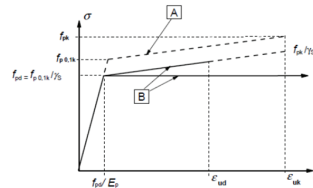


Voorspanning

Type voorspanstaal	QP 170	
Karakteristieke sterkte	f_{pk} 1670 MPa	
Veiligheidsfactor	γ_p 1,1 -	
Rekenwaarde vloeispanning	f_{pd} 1293 MPa	
Elasticiteitsmodulus	E_p 195000 MPa	
Rekenwaarde vloeirek	ϵ_{pd} 6,63 ‰	
Karakteristieke rekgrens	ϵ_{uk} 35 ‰	
Rekenwaarde rekgrens	ϵ_{ud} 31,5 ‰	
Voorspanstelsysteem	12xØ7mm (Freyssinet)	
Hoeveelheid voorspanstaal per kabel	$A_{p,k}$ 462 mm ²	
Aantal kabels per meter breedte	n_k 6,38 stuks	b/s_p ($s_p = 156,84$ mm)
Hoeveelheid voorspanning	$A_{p,m}$ 2946 mm ²	
Werkvoorspanning	$\sigma_{p,m}$ 729 MPa	$0,8 \times (1,0 \times 0,6) \approx 0,48 \times f_{pk}$
Werkvoorspankracht	$P_{p,m}$ 2148 kN	
Nuttige hoogte	d_p 650 mm	Maximale nuttige hoogte
Rek t.g.v. werkvoorspanning	$\epsilon_{p,m}$ 3,74 ‰	
Afstand $P_{p,m}$ tot (meest) gedrukte vezel	z_c 425 mm	

f_{pd} / E_p

$0,9 \cdot \epsilon_{uk}$ cf. NEN-EN 1992-1-1+NB art. 3.3.6



Berekening momencapaciteit

Inschatting hoogte betondrukzone

Inschatting betondrukkracht	N_c	3809 kN
Bijbehorende drukzonehoogte	x_u	256,0 mm
Keuze drukzonehoogte voor vervolg	x_u^*	260,3 mm

$N_{p,m} + \Delta N_p + N_c = A_p \cdot \sigma_{p,m} + A_s \cdot (f_{pd} - \sigma_{p,m}) + A_s \cdot f_{yd}$
 $(A_s \cdot f_{yd} + A_p \cdot (f_{pd} - \sigma_{p,m}) + N_{p,m}) / (\alpha \cdot b \cdot f_{cd})$

Keuze na controle op het krachtevenwicht (zie verderop)

Berekening staalrekken en -spanningen

Rek wapeningsstaal	ϵ_{sw}	7,28 ‰
Bijbehorende spanning in het staal	σ_{sw}	209 MPa
Toename rek voorspanstaal	$\Delta \epsilon_p$	5,24 ‰
Totaal aanwezige rek	ϵ_{pu}	8,98 ‰
Controle vloeien voorspanstaal	Staal vloeit	
Spanning in voorspanstaal	σ_{pu}	1314 MPa

$\epsilon_{sw} \cdot (d_p / x_u - 1)$

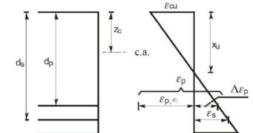
$\min(\epsilon_{sw}, \epsilon_{sw} \cdot E_{sw} / f_{yk})$

$\epsilon_{sw} \cdot (d_p / x_u - 1)$

$\epsilon_{p,m} + \Delta \epsilon_p$

staal vloeit als $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p$

$\epsilon_{pu} \cdot E_p$, indien $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p : f_{pd} + ((\epsilon_p - f_{pd} / E_p) / (\epsilon_{ud} - f_{pd} / E_p)) \cdot (f_{pu} - f_{pd})$



Berekening en controle krachtevenwicht

Normaalkracht t.g.v. staal	N	1724 kN
Normaalkracht beton - voorspanning	$N_c - N_{p,m}$	1724 kN
Aanpassingen aan x_u uitvoeren:	$x_u \downarrow$	

$A_s \cdot \sigma_{sw} + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{p,m})$

$N_c = \alpha \cdot b \cdot x_u \cdot f_{cd} = 3872$ kN

($\Delta = 0,6$ kN)

Berekening momencapaciteit

Momencapaciteit	M_{rd}	1641 kNm
-----------------	----------	----------

$A_s \cdot \sigma_{sw} \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{p,m}) \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + N_{p,m} \cdot (z_c - \beta \cdot x_u)$

In dit rekenblad is de momencapaciteit van een rechthoekige voorgespannen doorsnede berekend.

Invoer

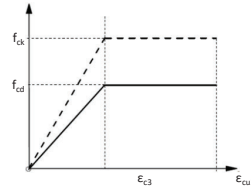
Geometrie

Hoogte doorsnede	h	500 mm	(beam part 62 op x = 26727)
Breedte doorsnede	b	1000 mm	

Betoneigenschappen (bilineair σ, ϵ -diagram)

Betonklasse	C35/45
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck} 35
Kt-factor RBK	k_t 0,85
Rekenwaarde betondruksterkte	f_{cd} 19,8 MPa
Volheidsfactor	α 0,75
Afstandsfactor	β 0,389
Uiterste betonstuik	ϵ_{cu3} 3,5 ‰

$k_t \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c$ met $\gamma_c = 1,5$
en $\alpha_{cc} = 1,0$

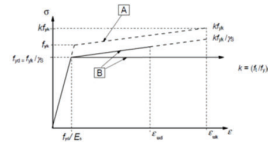


Wapening (bilineair σ, ϵ -diagram)

Type wapening	QR 24	
Rekenwaarde vloeigrens wapening	f_{yd} 209 MPa	
E-modulus cf. NEN-EN 1992-1-1+NB	E_s 200000 MPa	
Diameter wapening	ϕ 12 mm	
Hart-op-hart afstand wapening	s 200 mm	
Verdeelwapening onder hoofdwapening	ϕ_v 12 mm	
Dekking	c 30 mm	
Hoeveelheid wapening	A_s 0 mm ²	0,25 * π * ϕ^2 * (b/s)
Nuttige hoogte wapening	d_s 452 mm	h - c - ϕ_v - ϕ / 2

RBK v.1.1 tabel 2.6

Art. 3.2.7 (4)

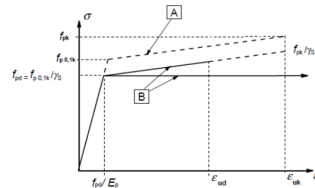


Voorspanning

Type voorspanstaal	QP 170	
Karakteristieke sterkte	f_{pk} 1670 MPa	
Veiligheidsfactor	γ_p 1,1	
Rekenwaarde vloeispanning	f_{pd} 1293 MPa	
Elasticiteitsmodulus	E_p 195000 MPa	
Rekenwaarde vloeirek	ϵ_{pd} 6,63 ‰	
Karakteristieke rekgrens	ϵ_{uk} 35 ‰	
Rekenwaarde rekgrens	ϵ_{ud} 31,5 ‰	
Voorspanstelsysteem	12x ϕ 7mm (Freyssinet)	
Hoeveelheid voorspanstaal per kabel	$A_{p,k}$ 462 mm ²	
Aantal kabels per meter breedte	n_k 6,38 stuks	b/s_p ($s_p = 156,84$ mm)
Hoeveelheid voorspanning	A_p 2946 mm ²	
Werkvoorspanning	σ_{pm} 706 MPa	0,8x(1,0x0,6) \approx 0,48 x f_{pk}
Werkvoorspankracht	P_{pm} 2081 kN	
Nuttige hoogte	d_p 400 mm	Maximale nuttige hoogte
Rek t.g.v. werkvoorspanning	ϵ_{pm} 3,62 ‰	
Afstand P_{pm} tot (meest) gedrukte vezel	z_c 250 mm	

f_{pd} / E_p

0,9 * ϵ_{uk} cf. NEN-EN 1992-1-1+NB art. 3.3.6



Berekening momencapaciteit

Inschatting hoogte betondrukzone

Inschatting betondrukkracht	N_c	3809 kN
Bijbehorende drukzonehoogte	x_u	256,0 mm
Keuze drukzonehoogte voor vervolg	x_u^*	234,9 mm

$N_{pm} + \Delta N_p + N_c = A_p \cdot \sigma_{pm} + A_s \cdot (f_{pd} - \sigma_{pm}) + A_s \cdot f_{yd}$
 $(A_s \cdot f_{yd} + A_p \cdot (f_{pd} - \sigma_{pm}) + N_{pm}) / (\alpha \cdot b \cdot f_{cd})$

Keuze na controle op het krachteenwicht (zie verderop)

Berekening staalrekken en -spanningen

Rek wapeningsstaal	ϵ_{sw}	3,23 ‰
Bijbehorende spanning in het staal	σ_{sw}	209 MPa
Toename rek voorspanstaal	$\Delta \epsilon_p$	2,46 ‰
Totaal aanwezige rek	ϵ_{pu}	6,08 ‰
Controle vloeien voorspanstaal		vloeit niet
Spanning in voorspanstaal	σ_{pu}	1186 MPa

$\epsilon_{sw} \cdot (d_s / x_u - 1)$

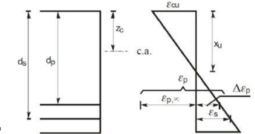
$\min(\epsilon_{sw} \cdot E_s, f_{yd})$

$\epsilon_{sw} \cdot (d_p / x_u - 1)$

$\epsilon_{pm} + \Delta \epsilon_p$

staal vloeit als $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p$

$\epsilon_{pu} \cdot E_p$, indien $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p : f_{pd} + ((\epsilon_p - f_{pd} / E_p) / (\epsilon_{sw} - f_{pd} / E_p)) \cdot (f_{pu} / \gamma_p - f_{pd})$



Berekening en controle krachteenwicht

Normaalkracht t.g.v. staal	N	1413 kN
Normaalkracht beton - voorspanning	$N_c - N_{pm}$	1414 kN
Aanpassingen aan x_u uitvoeren:	$x_u \downarrow$	

$A_s \cdot \sigma_{sw} + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{pm})$

$N_c = \alpha \cdot b \cdot x_u^* \cdot f_{cd} = 3494,1$ kN

($\Delta = 0,6$ kN)

Berekening momencapaciteit

Momencapaciteit	M_{rd}	766 kNm
-----------------	----------	---------

$A_s \cdot \sigma_{sw} \cdot (d_s - \beta \cdot x_u) + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{pm}) \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + N_{pm} \cdot (z_c - \beta \cdot x_u)$

In dit rekenblad is de momencapaciteit van een rechthoekige voorgespannen doorsnede berekend.

Invoer

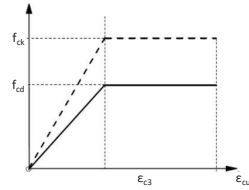
Geometrie

Hoogte doorsnede	h	850 mm
Breedte doorsnede	b	1000 mm

Betoneigenschappen (bilineair σ, ϵ -diagram)

Betonklasse	C35/45
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck} 35
Kt-factor RBK	k_t 0,85 -
Rekenwaarde betondruksterkte	f_{cd} 19,8 MPa
Volheidsfactor	α 0,75 -
Afstandsfactor	β 0,389 -
Uiterste betonstuik	ϵ_{cu3} 3,5 ‰

$k_t \cdot \alpha_{cc} \cdot f_{cd} / \gamma_c$ met $\gamma_c = 1,5$
en $\alpha_{cc} = 1,0$

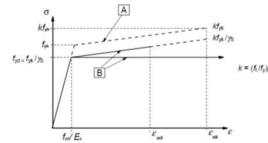


Wapening (bilineair σ, ϵ -diagram)

Type wapening	QR 24	
Rekenwaarde vloeigrens wapening	f_{yd} 209 MPa	
E-modulus cf. NEN-EN 1992-1-1+NB	E_s 200000 MPa	
Diameter wapening	ϕ 12 mm	
Hart-op-hart afstand wapening	s 200 mm	
Verdeelwapening onder hoofdwapening	ϕ_v 12 mm	
Dekking	c 30 mm	
Hoeveelheid wapening	A_s 0 mm ²	$0,25 \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot (b/s)$
Nuttige hoogte wapening	d_s 802 mm	$h - c - \phi_v - \phi / 2$

RBK v.1.1 tabel 2.6

Art. 3.2.7 (4)

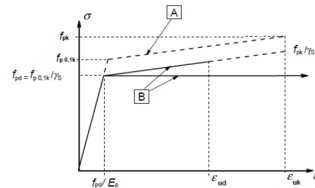


Voorspanning

Type voorspanstaal	QP 170	
Karakteristieke sterkte	f_{pk} 1670 MPa	
Veiligheidsfactor	γ_p 1,1 -	
Rekenwaarde vloeispanning	f_{pd} 1293 MPa	
Elasticiteitsmodulus	E_p 195000 MPa	
Rekenwaarde vloeirek	ϵ_{pd} 6,63 ‰	
Karakteristieke rekgrens	ϵ_{uk} 35 ‰	
Rekenwaarde rekgrens	ϵ_{ud} 31,5 ‰	
Voorspanstelsysteem	12xØ7mm (Freyssinet)	
Hoeveelheid voorspanstaal per kabel	$A_{p,k}$ 462 mm ²	
Aantal kabels per meter breedte	n_k 6,38 stuks	b/s_p ($s_p = 156,84$ mm)
Hoeveelheid voorspanning	$A_{p,m}$ 2946 mm ²	
Werkvoorspanning	$\sigma_{p,m}$ 668 MPa	$0,8 \times (1,0 \times 0,6) \approx 0,48 \times f_{pk}$
Werkvoorspankracht	$P_{p,m}$ 1966 kN	
Nuttige hoogte	d_p 700 mm	Maximale nuttige hoogte
Rek t.g.v. werkvoorspanning	$\epsilon_{p,m}$ 3,42 ‰	
Afstand $P_{p,m}$ tot (meest) gedrukte vezel	z_c 425 mm	

f_{pd} / E_p

$0,9 \cdot \epsilon_{uk}$ cf. NEN-EN 1992-1-1+NB art. 3.3.6



Berekening momencapaciteit

Inschatting hoogte betondrukzone

Inschatting betondrukkracht	N_c	3809 kN
Bijbehorende drukzonehoogte	x_u	256,0 mm
Keuze drukzonehoogte voor vervolg	x_u^*	260,9 mm

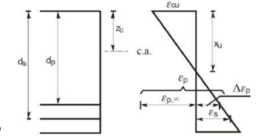
$N_{p,m} + \Delta N_p + N_c = A_p \cdot \sigma_{p,m} + A_s \cdot (f_{pd} - \sigma_{p,m}) + A_s \cdot f_{yd}$
 $(A_s \cdot f_{yd} + A_p \cdot (f_{pd} - \sigma_{p,m}) + N_{p,m}) / (\alpha \cdot b \cdot f_{cd})$

Keuze na controle op het krachteenwicht (zie verderop)

Berekening staalrekken en -spanningen

Rek wapeningsstaal	ϵ_{sw}	7,26 ‰
Bijbehorende spanning in het staal	σ_{sw}	209 MPa
Toename rek voorspanstaal	$\Delta \epsilon_p$	5,89 ‰
Totaal aanwezige rek	ϵ_{pu}	9,32 ‰
Controle vloeien voorspanstaal	Staal vloeit	
Spanning in voorspanstaal	σ_{pu}	1317 MPa

$\epsilon_{sw} \cdot (d_p / x_u - 1)$
 $\min(\epsilon_{sw} \cdot E_s, f_{yk})$
 $\epsilon_{sw} \cdot (d_p / x_u - 1)$
 $\epsilon_{p,m} + \Delta \epsilon_p$
 staal vloeit als $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p$
 $\epsilon_{pu} \cdot E_p$, indien $\epsilon_{pu} > f_{pd} / E_p : f_{pd} + ((\epsilon_p - f_{pd} / E_p) / (\epsilon_{ud} - f_{pd} / E_p)) \cdot (f_{pk} / \gamma_p - f_{pd})$



Berekening en controle krachteenwicht

Normaalkracht t.g.v. staal	N	1914 kN
Normaalkracht beton - voorspanning	$N_c - N_{p,m}$	1914 kN
Aanpassingen aan x_u uitvoeren:	$x_u \downarrow$	

$A_s \cdot \sigma_{sw} + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{p,m})$
 $N_c = \alpha \cdot b \cdot x_u \cdot f_{cd} = 3880,4$ kN
 $(\Delta = 0,1$ kN)

Berekening momencapaciteit

Momencapaciteit	M_{rd}	1782 kNm
-----------------	----------	----------

$A_s \cdot \sigma_{sw} \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + A_p \cdot (\sigma_{pu} - \sigma_{p,m}) \cdot (d_p - \beta \cdot x_u) + N_{p,m} \cdot (z_c - \beta \cdot x_u)$

Project: **BJ1786 - Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot**
 Onderdeel: **Buigend moment - overzicht krachswerking per snede en toetsing**
 Opgesteld: **ir. E.A. van Vugt**
 Gecontroleerd: **ir. R.P.H. Vergoossen**

 Datum: **2-3-2023**
 Datum: **Zie rapport**

BM1 - situatie AII-V1 (gewenst toekomstig gebruik)		<u>eindveld (1=4)</u>	<u>stpt 2-v1</u>	<u>stpt 2 - v2</u>	<u>tussenveld (2=3)</u>	<u>stpt 3 (-v2=-v3)</u>
Krachswerking op buiging		MxD- [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]	MxD- [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]
EG	ALP	109		-643	217	-828
VSP	ALP	-192		660	-221	727
RB	BG2	29		-160	60	-220
UDL/AII - v1+v3	BG3	89			93	
UDL/AII - v1+v2+v4	BG4			-220		
UDL/AII - v2+v3	BG5					-251
TS/AII - v1 (M)	BG11	250				
TS/AII - v3 (M)	BG12				250	
TS/AII - S2 (M)	BG13			-312		
TS/AII - S3 (M)	BG14					-254
F/V - v1+v3	BG21	67			72	
F/V - v1+v2+v4	BG22			-133		
F/V - v2+v3	BG23					-148

Belastingfactoren volgens RBKv1.1 '-gebruik', CC3, 6.10b

	bel. factor	reductie $\alpha_{trend} \times \psi_t$	reductie N_{obs}	combin. factor	totaal 6.10b
eigengewicht	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
voorspanning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
rustende bel.	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
mobiel - UDL	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - TS	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - fietspad	1,30	1,00	1,00	0,40	0,52

		<u>eindveld (1=4)</u>	<u>stpt 2-v1</u>	<u>stpt 2 - v2</u>	<u>tussenveld (2=3)</u>	<u>stpt 3 (-v2=-v3)</u>
		MxD- [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]	MxD- [kNm/m]	MxD+ [kNm/m]
6.10a						
6.10b	EG	124		-736	249	-948
	VSP	-192		660	-221	727
	RB	33		-183	69	-252
	UDL	111		-274	116	-312
	TS	311		-388	311	-316
	F/V	35		-69	37	-77
	M_{Ed;6.10b}	423		-991	561	-1179
	M_{Rd}	714		-1640	766	-1780
	uc	0,59		0,60	0,73	0,66

Beoordeling conform Eurocode 1992-1-1+NB, NEN-EN 1992-2+NB en RBK v.1.2(.1).
 Dwarskrachtcapaciteit zonder dwarskrachtwapening (RBK, formules 3.9a, 3.9b en 3.10)

Kruisingshoek kunstwerk α **90,0 °**
 Resthoek $90^\circ - \alpha$ β **0,0 °**

Materiaalgegevens

Betonkwaliteit		C35/45		
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	35 MPa		
Rekenwaarde cilinderdruksterkte	f_{cd}	19,8 MPa	inclusief $k_t =$ 0,85	(ontwerpsterkte, $\gamma_c = 1,50$)
Staalkwaliteit wapening		QR24		
Karakteristieke vloeispanning wapening	f_{yk}	240 MPa		
Rekenwaarde vloeispanning wapening	f_{yd}	209 MPa		
Rekenwaarde treksterkte voorspanning	f_{pd}	1293 MPa		
Werkvoorspanning	σ_{pw}	677 MPa	ALP	

Doorsnede-eigenschappen

Hoogte snede ter plaatse van de toetsing	h	500 mm		
Beschouwde breedte	b	1000 mm		
Langswapening	ϕ (mm) s (mm) A_s (mm ² /m')			$A_s = \Sigma 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_i^2 \cdot (1000 / (s_i / \cos(\beta)))$
	wapening brugdek			
Dekking op de wapening (inclusief verdeelwap.)	$c =$		mm	Dekking: 30 mm, verdeelwapening onbekend

Berekening dwarskrachtcapaciteit (geen dwarskrachtwapening aanwezig)

RWS INFORMATIE | DEFINITIEF | RTD 1006 | 16 NOVEMBER 2022

(11) De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,cb}$ is gegeven door:

$$V_{Rd,cb} = [0,12 k_{cap} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/2} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{w,gem} d_e \quad (3.9a \text{ RBK})$$

Met een minimum van

$$V_{Rd,cb} = [v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{w,gem} d_e \quad (3.9b \text{ RBK})$$

$$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad (3.10 \text{ RBK})$$

waarin: k_b is de correctiefactor voor het betonstaaloppervlak en bijhorende staalsoort;
 $= 1,25$ voor glad staal
 $= 1,00$ voor geribd staal
 $k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$ met d in [mm]

Nuttige hoogte wapeningsstaal	d_s		mm	$h - c - \text{MAX}(\phi_i) / 2$
Nuttige hoogte voorspanstaal	d_p	290 mm		aanname
Doorsnede voorspanstaal	$A_{p,bruto}$	2946 mm²	Aantal kabels n_p 6,38 stuks/m'	Doorsnede $A_{p,k}$ 462 mm²
Deel voorspanning effectief	R	100%		
Netto doorsnede voorspanstaal	A_p	2946 mm²		$A_{p,bruto} \cdot R$
Nuttige hoogte wapening en voorspanstaal	d_t	290 mm		$(d_s \cdot A_s + d_p \cdot A_p) / (A_s + A_p)$
Breedte middelingssnede SCIA Engineer	$4x d_t$	1160 mm		Niet van toepassing
Gemiddelde breedte cf. RBK art 6.2.2 (1)	$b_{w,gem}$	1000 mm		
Plaatfactor massieve plaatconstructies	k_{cap}	1,2 -		zie RBK: aan de voorwaarden is hier voldaan.
Factor hoogteeffect	k	1,83 -		$1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$
Wapeningspercentage langswapening	ρ	1,02% -		$(A_s + A_p) / (d \cdot b_{w,gem})$
Normaaldrukkracht t.g.v. voorspanning	$N_{Ed,bruto}$	1994 kN		$A_{p,bruto} \cdot \sigma_{pw} \text{ N/mm}^2$
Idem inclusief effect kabels deels verankerd	N_{Ed}	1994 kN		$N_{Ed,bruto} \cdot R$
Normaaldrukspanning beton	σ_{cp}	4,0 MPa		$N_{Ed} / (b \cdot h) < 0,4 \cdot f_{cd} = 7,9 \text{ MPa}$
Dwarskrachtcapaciteit RBK vgl. 3.9a	$V_{Rd,c}$	424 kN		$(0,18 / 1,5 \cdot k_{cap} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/2} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{w,gem} \cdot d_t$
Correctiefactor voor betonstaalopp.	k_b	1,0 -		Capaciteit obv voorspanning; waarde voor glad staal (1.25) geldt nu niet
Hoogtefactor	k_h	2,9 -		$k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$
Min. dwarskrachtcapaciteit (vgl. 3.9b)	v_{min}	0,73 MPa		$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{(3/2)} f_{ck}^{(1/2)}$
	$V_{Rd,c,min}$	383 kN		$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{w,gem} \cdot d_t$

Beoordeling conform Eurocode 1992-1-1+NB, NEN-EN 1992-2+NB en RBK v.1.2(.1).
 Dwarskrachtcapaciteit zonder dwarskrachtwapening (RBK, formules 3.9a, 3.9b en 3.10)

Kruisingshoek kunstwerk α **90,0 °**
 Resthoek $90^\circ - \alpha$ β **0,0 °**

Materiaalgegevens

Betonkwaliteit		C35/45		
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	35 MPa		
Rekenwaarde cilinderdruksterkte	f_{cd}	19,8 MPa	inclusief $k_t =$ 0,85	(ontwerpsterkte, $\gamma_c = 1,50$)
Staalkwaliteit wapening		QR24		
Karakteristieke vloeispanning wapening	f_{yk}	240 MPa		
Rekenwaarde vloeispanning wapening	f_{yd}	209 MPa		
Rekenwaarde treksterkte voorspanning	f_{pd}	1293 MPa		
Werkvoorspanning	σ_{pw}	731 MPa	ALP	

Doorsnede-eigenschappen

Hoogte snede ter plaatse van de toetsing	h	850 mm		
Beschouwde breedte	b	1000 mm		
Langswapening	ϕ (mm) s (mm) A_s (mm ² /m')			$A_s = \Sigma 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_i^2 \cdot (1000 / (s_i / \cos(\beta)))$
	wapening brugdek			
Dekking op de wapening (inclusief verdeelwap.)	$c =$		mm	Dekking: 30 mm, verdeelwapening onbekend

Berekening dwarskrachtcapaciteit (geen dwarskrachtwapening aanwezig)

RWS INFORMATIE | DEFINITIEF | RTD 1006 | 16 NOVEMBER 2022

(11) De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,cb}$ is gegeven door:

$$V_{Rd,cb} = [0,12 k_{cap} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/2} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{wgem} d_e \quad (3.9a \text{ RBK})$$

Met een minimum van

$$V_{Rd,cb} = [v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{wgem} d_e \quad (3.9b \text{ RBK})$$

$$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad (3.10 \text{ RBK})$$

waarin: k_b is de correctiefactor voor het betonstaaloppervlak en bijhorende staalsoort;
 $= 1,25$ voor glad staal
 $= 1,00$ voor geribd staal
 $k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$ met d in [mm]

Nuttige hoogte wapeningsstaal	d_s		mm	$h - c - \text{MAX}(\phi_i) / 2$
Nuttige hoogte voorspanstaal	d_p	600 mm		aanname
Doorsnede voorspanstaal	$A_{p,bruto}$	2946 mm²	Aantal kabels n_p 6,38 stuks/m'	Doorsnede $A_{p,k}$ 462 mm²
Deel voorspanning effectief	R	100%		
Netto doorsnede voorspanstaal	A_p	2946 mm²		$A_{p,bruto} \cdot R$
Nuttige hoogte wapening en voorspanstaal	d_t	600 mm		$(d_s \cdot A_s + d_p \cdot A_p) / (A_s + A_p)$
Breedte middelingssnede SCIA Engineer	$4x d_t$	2400 mm		Niet van toepassing
Gemiddelde breedte cf. RBK art 6.2.2 (1)	b_{wgem}	1000 mm		
Plaatfactor massieve plaatconstructies	k_{cap}	1,2 -		zie RBK: aan de voorwaarden is hier voldaan.
Factor hoogteeffect	k	1,58 -		$1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$
Wapeningspercentage langswapening	ρ	0,49% -		$(A_s + A_p) / (d \cdot b_{wgem})$
Normaaldrukkracht t.g.v. voorspanning	$N_{Ed,bruto}$	2155 kN		$A_{p,bruto} \cdot \sigma_{pw} \text{ N/mm}^2$
Idem inclusief effect kabels deels verankerd	N_{Ed}	2155 kN		$N_{Ed,bruto} \cdot R$
Normaaldrukspanning beton	σ_{cp}	2,5 MPa		$N_{Ed} / (b \cdot h) < 0,4 \cdot f_{cd} = 7,9 \text{ MPa}$
Dwarskrachtcapaciteit RBK vgl. 3.9a	$V_{Rd,c}$	579 kN		$(0,18 / 1,5 \cdot k_{cap} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/2} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{wgem} \cdot d_t$
Correctiefactor voor betonstaalopp.	k_b	1,0 -		Capaciteit obv voorspanning; waarde voor glad staal (1.25) geldt nu niet
Hoogtefactor	k_h	2,0 -		$k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$
Min. dwarskrachtcapaciteit (vgl. 3.9b)	v_{min}	0,54 MPa		$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{3/2} f_{ck}^{1/2}$
	$V_{Rd,c,min}$	552 kN		$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{wgem} \cdot d_t$

Beoordeling conform Eurocode 1992-1-1+NB, NEN-EN 1992-2+NB en RBK v.1.2(.1). Kruisingshoek kunstwerk α **90,0 °**
 Dwarskrachtcapaciteit zonder dwarskrachtwapening (RBK, formules 3.9a, 3.9b en 3.10) Resthoek $90^\circ - \alpha$ β **0,0 °**

Materiaalgegevens

Betonkwaliteit		C35/45		
Karakteristieke cilinderdruksterkte	f_{ck}	35 MPa		
Rekenwaarde cilinderdruksterkte	f_{cd}	19,8 MPa	inclusief $k_t =$ 0,85	(ontwerpsterkte, $\gamma_c = 1,50$)
Staalkwaliteit wapening		QR24		
Karakteristieke vloeispanning wapening	f_{yk}	240 MPa		
Rekenwaarde vloeispanning wapening	f_{yd}	209 MPa		
Rekenwaarde treksterkte voorspanning	f_{pd}	1293 MPa		
Werkvoorspanning	σ_{pw}	668 MPa	ALP	

Doorsnede-eigenschappen

Hoogte snede ter plaatse van de toetsing	h	850 mm		
Beschouwde breedte	b	1000 mm		
Langswapening	\varnothing (mm) s (mm) A_s (mm ² /m')			$A_s = \Sigma 0,25 \cdot \pi \cdot \varnothing_i^2 \cdot (1000 / (s_i / \cos(\beta)))$
	wapening brugdek			
Dekking op de wapening (inclusief verdeelwap.)	$c =$			Dekking: 30 mm, verdeelwapening onbekend

Berekening dwarskrachtcapaciteit (geen dwarskrachtwapening aanwezig)

RWS INFORMATIE | DEFINITIEF | RTD 1006 | 16 NOVEMBER 2022

(11) De rekenwaarde van de dwarskrachtweerstand $V_{Rd,cb}$ is gegeven door:

$$V_{Rd,cb} = [0,12 k_{cap} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/2} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{w,gem} d_e \quad (3.9a \text{ RBK})$$

Met een minimum van

$$V_{Rd,cb} = [v_{min} + 0,15 \sigma_{cp}] b_{w,gem} d_e \quad (3.9b \text{ RBK})$$

$$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{3/2} f_{ck}^{1/2} \quad (3.10 \text{ RBK})$$

waarin: k_b is de correctiefactor voor het betonstaaloppervlak en bijhorende staalsoort;
 $= 1,25$ voor glad staal
 $= 1,00$ voor geribd staal
 $k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$ met d in [mm]

Nuttige hoogte wapeningsstaal	d_s			$h - c - \text{MAX}(\varnothing_i) / 2$
Nuttige hoogte voorspanstaal	d_p	650 mm		aanname
Doorsnede voorspanstaal	$A_{p,bruto}$	2946 mm²	Aantal kabels n_p 6,38 stuks/m'	Doorsnede $A_{p,k}$ 462 mm²
Deel voorspanning effectief	R	100%		
Netto doorsnede voorspanstaal	A_p	2946 mm²		$A_{p,bruto} \cdot R$
Nuttige hoogte wapening en voorspanstaal	d_t	650 mm		$(d_s \cdot A_s + d_p \cdot A_p) / (A_s + A_p)$
Breedte middelingssnede SCIA Engineer	$4x d_t$	2600 mm		Niet van toepassing
Gemiddelde breedte cf. RBK art 6.2.2 (1)	$b_{w,gem}$	1000 mm		
Plaatfactor massieve plaatconstructies	k_{cap}	1,2 -		zie RBK: aan de voorwaarden is hier voldaan.
Factor hoogteeffect	k	1,56 -		$1 + \sqrt{200/d} \leq 2,0$
Wapeningspercentage langswapening	ρ	0,45% -		$(A_s + A_p) / (d \cdot b_{w,gem})$
Normaaldrukkracht t.g.v. voorspanning	$N_{Ed,bruto}$	1967 kN		$A_{p,bruto} \cdot \sigma_{pw} \text{ N/mm}^2$
Idem inclusief effect kabels deels verankerd	N_{Ed}	1967 kN		$N_{Ed,bruto} \cdot R$
Normaaldrukspanning beton	σ_{cp}	2,3 MPa		$N_{Ed} / (b \cdot h) < 0,4 \cdot f_{cd} = 7,9 \text{ MPa}$
Dwarskrachtcapaciteit RBK vgl. 3.9a	$V_{Rd,c}$	590 kN		$(0,18 / 1,5 \cdot k_{cap} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/2} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{w,gem} \cdot d_t$
Correctiefactor voor betonstaalopp.	k_b	1,0 -		Capaciteit obv voorspanning; waarde voor glad staal (1.25) geldt nu niet
Hoogtefactor	k_h	1,9 -		$k_h = 4,2 e^{(-d/800)} \leq 3,4$
Min. dwarskrachtcapaciteit (vgl. 3.9b)	v_{min}	0,46 MPa		$v_{min} = 0,035 k_b k_h k_{cap}^{3/2} f_{ck}^{1/2}$
	$V_{Rd,c,min}$	526 kN		$(v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_{w,gem} \cdot d_t$

Project: **BJ1786 - Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot**
 Onderdeel: **Dwarskracht, afschuifbuigbreuk - overzicht krachtwerving per snede en toetsing**
 Opgesteld: **ir. E.A. van Vugt** Datum: **2-3-2023**
 Gecontroleerd: **ir. R.P.H. Vergoossen** Datum: **Zie rapport**

BM1 - situatie AII-V1 (gewenst toekomstig gebruik)		<u>eindstpt</u> (S1=S5) [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde ev [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde tv [kN/m]	<u>centraal stpt</u> (=S3) [kN/m]	
EG	ALP	48		172	188	
VSP	ALP	-69		-59	-58	
RB	BG2	14		47	50	
UDL/AII - v1+v3	BG3	46		x	x	
UDL/AII - v1+v2+v4	BG4	x		67	x	
UDL/AII - v2+v3	BG5	x		x	62	
TS/AII - S3 (V)	BG15	x		x	133	
TS/AII - S2 (V)	BG16	x		141	x	
TS/AII - S1 (V)	BG17	142		x	x	
F/V - v1+v3	BG21	17		x	x	
F/V - v1+v2+v4	BG22	x		24	x	
F/V - v2+v3	BG23	x		x	22	

Belastingfactoren volgens RBKv1.1 '-gebruik', CC3, 6.10b

	bel. factor	reductie $\alpha_{trend} \times \psi_t$	reductie N_{obs}	combin. factor	totaal 6.10b
eigengewicht	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
voorspanning	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
rustende bel.	1,15	1,00	1,00	1,00	1,15
mobiel - UDL	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - TS	1,25	1,00	1,00	1,00	1,25
mobiel - fietspad	1,30	1,00	1,00	0,40	0,52

		<u>eindstpt</u> (S1=S5) [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde ev [kN/m]	<u>tussenstpt</u> (S2=S4), zijde tv [kN/m]	<u>centraal stpt</u> (=S3) [kN/m]	
6.10a						
6.10b	EG	55		197	216	
	VSP	-69		-59	-58	
	RB	16		54	57	
	UDL	57		83	77	
	TS	177		176	166	
	F/V	9		12	11	
	V_{Ed,6.10b}	245		464	469	
	V_{Rd}	425		580	590	
	uc	0,58		0,80	0,80	

Bijlage 8

Resultaten – beoordeling op vermoeding

Project: **BJ1786 - Verificatieberekening Prinses Irenebrigadebrug te Oirschot**
 Onderdeel: **Buigend moment - overzicht krachtwerking per snede voor toetsen op vermoeiing**
 Opgesteld: **ir. E.A. van Vugt** Datum: **2-3-2023**
 Gecontroleerd: **ir. R.P.H. Vergossen** Datum: **Zie rapport**

Berekening van de frequente belastingcombinatie (zgn. eenvoudige toetsing) en de vermoeiingscombinatie voor de overige toetsen. De vergrotingsfactor $\Delta\phi_{fat}$ is niet van invloed omdat de sneden buiten 6 m vanaf de voegen ligt. Er is eerst gecontroleerd of het beton door vermoeiing op trek wordt belast. Dit bepaalt de noodzakelijk berekeningen. De analyse gebeurt voor AII-V1 zonder belasting op fietspaden.

Belastinggeval	Frequente belastingcombinatie				Factoren combinatie vermoeiing			
	Factor	Red.	$\psi_{1,1}$	totaal	Factor	Red.	$\psi_{1,1}$	totaal
Eigen gewicht	1,00	-	-	1,00	1,00	-	-	1,00
Voorspanning	1,00	-	-	1,00	1,00	-	-	1,00
Rustende bel.	1,00	-	-	1,00	1,00	-	-	1,00
Mobiel - UDL	1,00	1,00	0,80	0,80	0,30	1,00	-	0,30
Mobiel - TS	1,00	1,00	0,80	0,80	0,70	1,00	-	0,70

	EG	VSP	PERM	$M_{Ed,basis}$	UDL	TS	$M_{Ed,fat}$	$M_{Ed,tot}$	$N_{Ed,ALP}$	<i>Frequente combinatie</i>
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	
veld 1 (= 4)	109	-192	29	-54	71	200	271	217	2013	
stpt 2 (= 4)	-643	660	-160	-143	-176	-250	-426	-568	2148	
veld 2 (= 3)	217	-221	60	56	74	200	274	331	2081	
stpt 3	-828	727	-220	-321	-201	-203	-404	-725	1966	

	EG	VSP	PERM	$M_{Ed,basis}$	(AII-V1) _{UDL}	(AII-V1) _{TS}	$M_{Ed,fat}$	$M_{Ed,tot}$	$N_{Ed,ALP}$	<i>Belastingcombinatie voor vermoeiing LM1</i>
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kN]	
veld 1 (= 4)	109	-192	29	-54	27	175	202	148	2013	
stpt 2 (= 4)	-643	660	-160	-143	-66	-218	-284	-427	2148	
veld 2 (= 3)	217	-221	60	56	28	175	203	259	2081	
stpt 3	-828	727	-220	-321	-75	-178	-253	-574	1966	

Berekenen van betonspanningen:

Kenmerken		Veld 1	Veld 2	Stpt 2	Stpt 3
Hoogte doorsnede	h	<	500	<	850 mm
Breedte doorsnede	b	<	1000	<	1000 mm
Traagheidsmoment doorsnede	I	<	1,04E+10	<	5,12E+10 mm ⁴
Arm uiterste betonvezel boven	$e_b = e_o$	<	250	<	425 mm
Weerstandsmoment	$W_o = W_o$	<	4,17E+07	<	1,20E+08 mm ³

Frequente combinatie

$\sigma_{eg,d}$	$\sigma_{p,d}$	$\sigma_{rb,d}$	$\sigma_{basis,d}$	$\sigma_{UDL,d}$	$\sigma_{TS,d}$	$\Delta\sigma$	σ_{tot}
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa

boven	veld 2=3	-5,2	1,1	-1,4	-5,5	-1,8	-4,8	-6,6	-12,1
	stpt 3								

onder	veld 2=3	5,2	-9,5	0,5	-3,8	1,8	4,8	6,6	2,8
	stpt 3	-6,9	3,7	-1,8	-5,0	-1,7	-1,7	-3,4	-8,3

Belastingcombinatie voor vermoeiing

$\sigma_{eg,d}$	$\sigma_{p,d}$	$\sigma_{rb,d}$	$\sigma_{basis,d}$	$\sigma_{UDL,d}$	$\sigma_{TS,d}$	$\Delta\sigma$	σ_{tot}
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa

boven	veld 2	-5,2	1,1	-1,4	-5,5	-0,7	-4,2	-4,9	-10,4
	stpt 3								

onder	veld 2	5,2	-9,5	0,5	-3,8	0,7	4,2	4,9	1,1
	stpt 3	-6,9	3,7	-1,8	-5,0	-0,6	-1,5	-2,1	-7,1

Toetsing op vermoeiing

Toetsing op vermoeiing volgens NEN-EN 1992-1-1. Indien van toepassingen zijn aanvullingen en wijzigingen uit NEN-EN 1992-2 en de nationale bijlage(n) in acht genomen. Voor deze bestaande constructie zijn ook NEN8700 en NEN 8701 gebruikt.

Belastingcombinaties en wisselende belasting voor belastingmodel 1 voor vermoeiing

Voor toetsing op vermoeiing geldt een eigen belastingcombinatie. Hieruit volgen twee belastingen: een voor het maximale effect van de wisselende belastingen en een voor het minimale effect van de wisselende belastingen. De berekening van de belastingen is uitgevoerd in een aparte sheet. De wisselende belasting bestaat in dit geval uit LM1 1 voor vermoeiing.

Het aantal optredende wisselingen is op basis van NEN 8701 aangepast aan de voorgeschiedenis van het kunstwerk.

		3 (N-wegen)		
Aantal verwachte zware voertuigen per jaar	N_{obs}	3,0E+05	per jaar	
Reductie aantal bewegingen per jaar	Red,N	0,50%	per jaar	NEN 8701 art. 5.2: 0,5% per jaar, met 2050 als basis
Stichtingsjaar		1962		
Huidig jaar		2023		
Einde levensduur		2053		
Totale levensduur kunstwerk bij restlevensduur van 30 jaar		92 jaar		
Aantal belastingcycli tijdens geplande levensduur	n	2,76E+07 cycli zonder reductie		
	n_{exp}	2,25E+07 cycli met reductie		Som van N_{obs} van 1962 tot en met 2053 (= 2023 + 30 jaar)

Krachtswerking en spanningen

Krachtswerking

Basis belasting in de combinatie voor vermoeiing	Basis	56 kNm/m'	
Minimale belasting in de combinatie voor vermoeiing	Min	56 kNm/m'	
Maximale belasting in de combinatie voor vermoeiing	Max	259 kNm/m'	
Belastingaandeel dat leidt tot minimale amplitude	Qfat-	0 kNm/m'	
Belastingaandeel dat leidt tot maximale amplitude	Qfat+	203 kNm/m'	(= excl. reductiefactor op belastingen)
Betonspanning door voorspanning (- = druk)	VSP (N)	-4,2 MPa	

Staalspanningen

De staalspanningen zijn bepaald in DBET, zie bijgevoegde uitvoer. Hierbij is gerekend met de momenten volgens de belastingcombinatie voor vermoeiing.

Overzicht spanningen

		Minimum	Maximum	
		$M_{c,d} + M_{w,min,d}$	$M_{c,d} + M_{w,max,d}$	Belastingcombinatie voor vermoeiing
Voorspanstaal	σ_p	706	745	N/mm ² DBET ; Lastmodel BM1v incl. reductiefactor = 0,9

Snedekrachten en spanningen bij toetsing vermoeiing (NEN-EN 1992-1-1, art. 6.8.2)

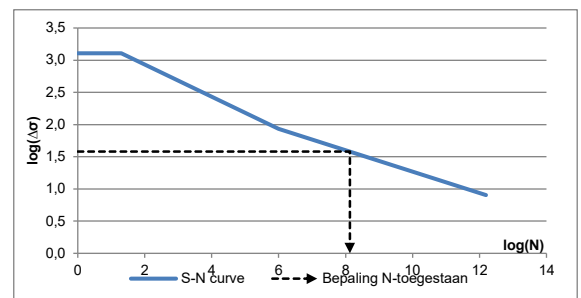
Er is geen wapeningsstaal in langsrichting aangehouden (conservatief). De factor η (vermenigvuldigingsfactor voor staalspanningen in wapening) is dus niet toegepast hier.

Toetsing voorspanstaal

Deze toetsing is uitgevoerd conform artikel 6.8.4 van NEN-EN 1992-1-1+NB en 1992-2+NB. Hierbij is op basis van de S-N-curve het aantal toegestane wisselingen bepaald uit het spanningsverschil. Hierbij is de rekenwaarde van het spanningsverschil gebruikt om het diagram vast te leggen.

Bepaling S-N-curve cf art. 6.8.4

Uit NEN-EN 1992-2+NB tab. 6.101N volgt:	N^*	1,0E+06 stuks
spanningsexponent	k_1	4 -
spanningsexponent	k_2	6 -
spanningswisseling bij N^*	$\Delta\sigma_{Rsk}$	95 MPa
Mat.factor voorspanstaal (NEN-EN 1992-1-1+NB 2.4.2.4)	γ_s	1,1 -
Rekenwaarde spanningswisseling bij N^*	$\Delta\sigma_{Rsd}$	86 MPa
Knik tussen helling k_1 en k_2 ligt op $\log(\Delta\sigma_{Rsd,i})$		1,94 log(MPa)
Top van het diagram ligt op $\log(f_{pd})$	f_{pd}	1293 MPa
Rekenwaarde vloeispanning	$\log(f_{pd})$	3,11 log(MPa)



Optredende spanningswisseling en toelaatbaar aantal spanningswisselingen

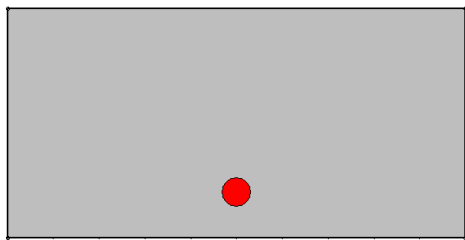
Minimaal optredende spanning betonstaal	$\sigma_{p,min}$	706 MPa
Maximaal optredende spanning betonstaal	$\sigma_{p,max}$	745 MPa
Spanningsverschil	$\Delta\sigma_{Ek}$	38 MPa
Veiligheidsfactor voor vermoeiing (EC2-1-1+NB art. 2.4.2.3)	$\gamma_{F,fat}$	1,0 -
Rekenwaarde optredend spanningsverschil	$\Delta\sigma_{Ed}$	38,2 MPa
	$\log(\Delta\sigma_{Ed})$	1,58 MPa
Toegestaan aantal spanningswisselingen	$N(\Delta\sigma_{Ed})$	1,3E+08 stuks

DBET (onder EG + P + RB)
 DBET (onder EG + P + RB + (UDL+TS))
 $\sigma_{s,max} - \sigma_{s,min}$

Berekend door interpolatie (uitlezen van bovenstaande grafiek)

Toetsing spanningswisselingen

Aantal optredende cycli (zie boven)	n	2,25E+07 cycli	
Controle	$D_{ed,p}$	0,17	$n/N(\Delta\sigma_{Ed})$
Conclusie toetsing		Voldoet	



ONTWERPGEGEVENS

Veelhoek v1 : B45 Beginpunt 1(0 ; 0)

VN	NX[mm]	NY[mm]	L[mm]	c[mm]	Bs	Es	n	D[mm]	Hoh[mm]	Aanhechtfactor	Materiaal
2	1000	0	1000	25							
3	1000	500	500	25							
4	0	500	1000	25							
1	0	0	500	25							

Losse wapeningstaven of voorspankabels

No	X[mm]	Y[mm]	D[mm]	A[mm ²]	Materiaal	Do[mm]	Fp[kN]	sp[MPa]	ksi
1	500	100	61	2946	Fep 1670	61	2081	706	1,00 L
							2081	706	G
							2081	706	H

Gebruikte Materialen uit de DataBase

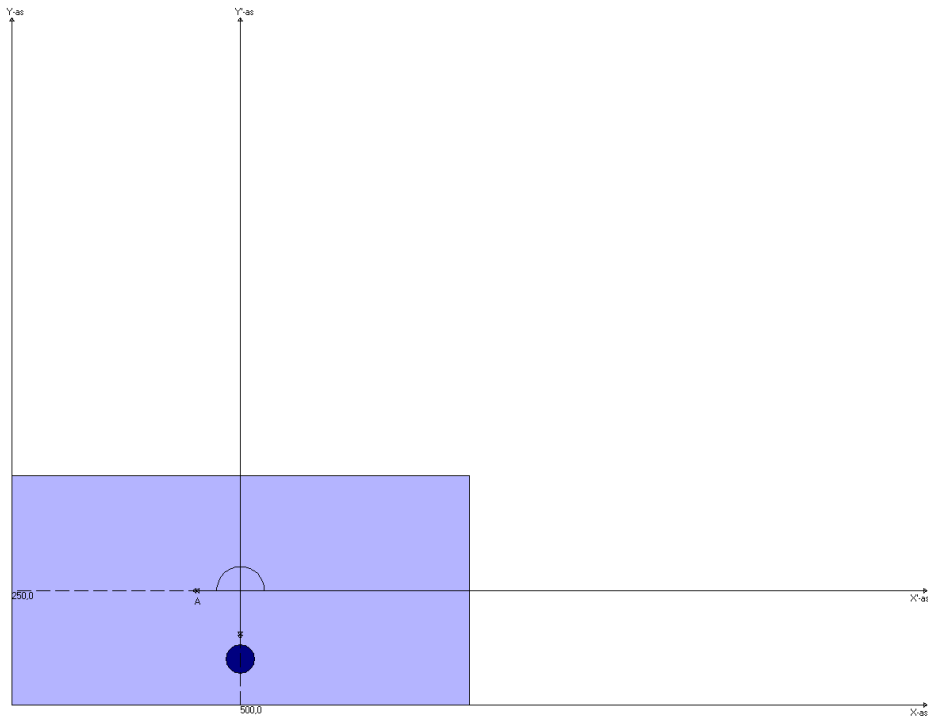
Beton	f'ck	f'b	fbm	E'b	Esg
C35,0/45,0	45	20	1,65	3,23	33500
Voorspanstaal	fpurep	fpu	fprep	fp	epu[o/o]
Fep 1670	1670	1520	1440	1310	3,50

Statische grootheden van de vormen

Vorm	X[mm]	Y[mm]	A[mm ²]	Ixx [mm ⁴]	Iyy [mm ⁴]	Ixy [mm ⁴]
v1	500	250	5,00000e+05	1,04167e+10	4,16667e+10	0

E-zware doorsnede grootheden [Effektieve E-Modulus EA/A = 12442 MPa]

X[mm]	Y[mm]	E-A[N]	E-Ixx[Nmm ²]	E-Iyy[Nmm ²]	E-Ixy[Nmm ²]
500	237	6,22108e+09	1,29415e+14	4,72111e+14	0



BEREKENINGSRESULTATEN VAN HET MNK DIAGRAM VOLGENS TGB ARTIKEL 7.2.2

Belastinggeval: Mu

X as: Midden X = 500
 Y as: Midden Y = 250
 Hoek tussen A-as en X-as = 180,000 [Grad.]

Belastinggegevens	N [kN]	M (A) [kNm]	M (B) [kNm]
voorspanning	-2,08051e+03	-2,21000e+02	0
+ overigen bij afspannen	-2,08051e+03	-4,00000e+00	0
+ constant deel	-2,08051e+03	1,79000e+02	0
variabele:		M (A)	

Materiaalfactoren (Gamma_m)
 Beton druksterkte: 1,634
 Beton treksterkte: 1,400
 Betonstaal: 1,150
 Voorspanstaal: 1,060

Overige instellingen

Er is geen rekening gehouden met gaten t.p.v. beton- en voorspanstaal
 De tweede tak van het voorspanstaal is aangepast volgens de ROBK
 Er is geen rekening gehouden met aanhechtfactoren
 Voorspankrachten vermenigvuldigd met factor : 1,0000
 Spanningen van voorspanstaal vermenigvuldigd met factor : 1,0000 * 1,0000 = 1,0000
 Factor voor treksterkte f_{bm} = 1,000

Spanning-Rek relaties van gebruikte materialen

Materiaal	Knikpunt	Rek [o/oo]	Spanning [MPa]
C35,0/45,0	1	-3,5000	-19,829
	2	-1,7500	-19,829
	3	0	0
	4	0,2854	3,234
Fep 1670	1	0	0
	2	7,0896	1417,925
	3	35,0000	1520,399

MNK Diagram

N [kN]	M (A) [kNm]	M (B) [kNm]	e [o/oo]	K (A) [1/mm]	K (B) [1/mm]	Criterium:	Punt:
-2,08051e+03	-4,00000e+00	0	-0,367	-3,38904e-08	1,39021e-17	Afspannen	
-2,08051e+03	1,79000e+02	0	-0,387	1,37343e-06	-5,63390e-16	Afspan. + Const.	
-2,08051e+03	3,60465e+02	0	-0,407	2,76895e-06	-9,78170e-16	Mr (-)	C35,0/45,0K+1
-2,08051e+03	3,60465e+02	0	-0,351	3,34201e-06	-1,14894e-15	Mr (+)	
-2,08051e+03	5,34428e+02	0	-0,175	6,30037e-06	-2,02852e-15	C35,0/45,0	K-1
-2,08051e+03	7,93913e+02	0	0,091	1,43654e-05	-3,69987e-15	Mu ->C35,0/45,0	K-2



Detail uitvoer stand: 2 Afspan. + Const. (x = 531,86 [mm])

Veelhoek v1

zijde	hoek	e[o/oo]	s[MPa]	bs	e[o/oo]	s[MPa]	hoek	e[o/oo]	s[MPa]	es	e[o/oo]	s[MPa]
1	1	-0,044	-0,5				2	-0,044	-0,5			
2	2	-0,044	-0,5				3	-0,730	-8,3			
3	3	-0,730	-8,3				4	-0,730	-8,3			
4	4	-0,730	-8,3				1	-0,044	-0,5			

Losse Voorspanning

No:	e[o/oo]	s[MPa]	Fpu-factor
1	3,723	744,5	1,000