A27 Houten – Hooipolder

Beoordeling te handhaven bestaande kunstwerken

38F-148 Voetgangersviaduct Bolgerijsekade

Zaaknummer 31047319

Opdrachtgever:
Rijkswaterstaat

Opsteller: E. Korterink
Gecontroleerd: P. Breevoort, F. Sengers

A27 Houten – Hooipolder

Beoordeling te handhaven bestaande kunstwerken

38F-148 Voetgangersviaduct Bolgerijsekade

Zaaknummer 31047319

Opdrachtgever:
Rijkswaterstaat

Opsteller: E. Korterink
Gecontroleerd: P. Breevoort, F. Sengers

Datum vrijgave	Beschrijving revisie	1e lijns goedkeuring	2e lijns goedkeuring	Vrijgave
8 april 2016	Versie 3.0 - Definitief	Hamza Ayaad 8/4/2016	Henk Otten	René de Boer

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Het kader: OTB/MER A27 Houten - Hooipolder 5
1.2 Leeswijzer 6
1.3 Scope 6
2 Objectomschrijving 7
2.1 Algemene gegevens 7
2.2 Hoofddraagconstructie 9
2.3 Toekomstige situatie 12
2.4 Toelaatbare verkeerssystemen, noodgevallen en tijdelijk afwijkende situaties 12
3 Archiefonderzoek 13
3.1 Beschikbare documenten en tekeningen 13
4 Inspecties en onderzoeken 14
4.1 Visuele inspectie 14
4.2 Constructieve inspectie 14
4.3 Onderzoek aan de constructie 16
5 Uitgangspunten verificatieberekening 17
5.1 Normen, richtlijnen en voorschriften 17
5.2 Rekenprogrammatuur 18
5.3 Uitgangspunten 18
6 Materiaalgegevens 19
6.1 Beton 19
6.2 Wapeningstaal 19
6.3 Voorspanstaal 20
7 Belastingen en belastingcombinaties 21
7.1 Belastingen 21
7.1.1 Permanente belasting 21
7.1.1.1 Eigen gewicht 21
7.1.1.2 Rustende belasting 21

7.1.2 Verkeersbelastingen 22
7.1.2.1 Gelijkmatig verdeelde belasting 23
7.1.3 Stootbelastingen 23
7.1.3.1 Stootbelastingen op de onderbouw 23
7.1.3.2 Stootbelastingen op de bovenbouw 25
7.2 Lastfactoren 26
7.3 Lastgroepen 26
7.4 Belastingcombinaties 27
8 Modelvorming 28
9 Constructieve analyse 31
9.1 Krachtsverdeling en analyse aanrijding onderbouw 31
9.1.1 Aanrijding pijler 1 31
9.1.2 Aanrijding kolom 2 32
9.1.3 Aanrijding kolom 3 34
9.1.4 Stempelwerking dek 34
9.2 Aanrijding bovenbouw 34
10 Verificatie 37
10.1 Toetsing aanrijding onderbouw 37
10.1.1 Toetsing pijler 1 37
10.1.2 Toetsing pijler 2 38
10.1.3 Resumé 39
10.2 Aanrijding bovenbouw 40
11 Conclusie en beoordeling 42
12 Beheersmaatregelen 43
13 Controle 45
13.1 Interne controle 45
13.2 Externe controle 45
13.3 Interne controle 46
13.4 Externe controle 47
13.5 Interne controle 49

Bijlagen

Bijlage 1 - Relevante tekeningen

Bijlage 2 – Constructieve inspectie

Bijlage 3 – Uitvoer rekenmodel

Bijlage 4 – Doorsnedecapaciteit DBet

Bijlage 5 – Doorsnedecapaciteit dwarskracht

1 Inleiding

Het voorliggende rapport is onderdeel van de beoordeling van de bestaande kunstwerken, in het kader van het MER en OTB A27 Houten - Hooipolder. Deze rapportage heeft betrekking op object 38F-148 Fiets- voetganger viaduct Bolgerijsekade. Het doel van deze rapportage is aan te tonen dat de hoofddraagconstructie (dek en onderbouw) voldoende constructieve veiligheid bezit ten aanzien van aanrijding vanuit de A27.

1.1 Het kader: OTB/MER A27 Houten - Hooipolder

Nu en in de toekomst is de capaciteit van de A27 tussen Houten en Hooipolder onvoldoende om het verkeer goed af te kunnen wikkelen. De voorziene reistijden voldoen niet aan de streefwaarden uit de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte. De te beperkte capaciteit zorgt voor negatieve effecten ten aanzien van de doorstroming op de A27, de bereikbaarheid van de regio, de verkeersdruk op het onderliggende wegennet en de verkeersveiligheid. Daarom heeft Rijkswaterstaat het voornemen de capaciteit van de A27 tussen aansluiting Houten en knooppunt Hooipolder te vergroten.

In figuur 1.1 is op hoofdlijnen weergegeven hoe het traject het traject A27 Houten-Hooipolder eruit zal zien na uitvoering van de maatregelen bij het voorkeursalternatief.

Figuur 1.1: Trajest A27 Houten - Hooipolder

1.2 Leeswijzer

De opbouw van de rapportage is conform de Richtlijn Bestaande Kunstwerken (RBK1.1). Deze opbouw is als volgt. Hoofdstuk 2 bevat een objectomschrijving. Het derde hoofdstuk geeft een overzicht van de beschikbare en gehanteerde gegevens, in het kader van het archiefonderzoek. De uitgevoerde inspecties en onderzoeken zijn in hoofdstuk 4 beschreven. In de hierop volgende hoofdstukken is de verificatieberekening uiteengezet. Hoofdstuk 5 en 6 beschrijven respectievelijk de uitgangspunten en de gehanteerde materiaalgegevens en hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de belastingen. Het model dat is beschouwd, is uiteengezet in hoofdstuk 8. Hoofdstuk 9 beschrijft de constructieve analyse. Vervolgens vindt in hoofdstuk 10 de verificatie plaats. Hoofdstuk 11 geeft de conclusie en de beoordeling van het kunstwerk. De beheersmaatregelen zijn opgenomen in hoofdstuk 12. Tot slot is in hoofdstuk 13, in het kader van kwaliteitsborging, een interne en externe controle opgenomen.

1.3 Scope

In document “Expert Judgement”, datum 29 september 2014, is de scope van de opdracht weergegeven. Figuur 1.2 is een fragment uit dit document.

Conclusie:	Constructieve veiligheid van het kunstwerk ten aanzien van een aanrijding van zowel de boven- als onderbouw vanuit de A27 dient te worden beoordeeld.

Figuur 1.2: Scope opdracht

2 Objectomschrijving

2.1 Algemene gegevens

Basisgegevens:

Naam kunstwerk:	Fiets- voetgangersviaduct Bolgerijsekade
Top-code:	38F-148
Stichtingsjaar:	1979

Het object is een fiets- voetgangersviaduct over de A27. De hoofdoverspanning van de constructie is 25 meter per rijrichting. De hellingbanen van de constructie zijn twee keer 30 meter per zijde met een helling 1:10. De totale constructielengte is circa 170 meter. De hoofdoverspanning en hellingbanen zijn 3,0 meter breed en hebben de vorm van trogconstructie. De bestaande doorrijhoogte is 4,80 meter.

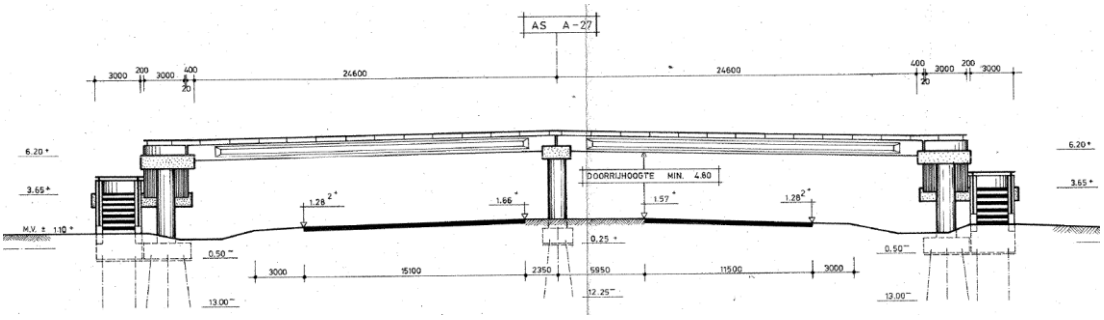
De dekconstructie bestaat uit voorgespannen liggers en dekplaten die met elkaar gekoppeld zijn. De ondersteuning van het dek bestaat uit kolomtafels op betonnen kolommen Ø1,0m. Iedere kolom is gefundeerd op een poer voorzien van prefab betonpalen. De oplegtafels zijn ingekast ter plaatse van de liggers zodat bovenzijde dek vlak aansluit.

Het kunstwerk is gelegen in de Bolgerijsekade en kruist de A27 ter hoogte van Vianen tussen Everdingen en Gorinchem (deeltraject 2). In figuur 2.1 is een afbeelding van het object opgenomen.

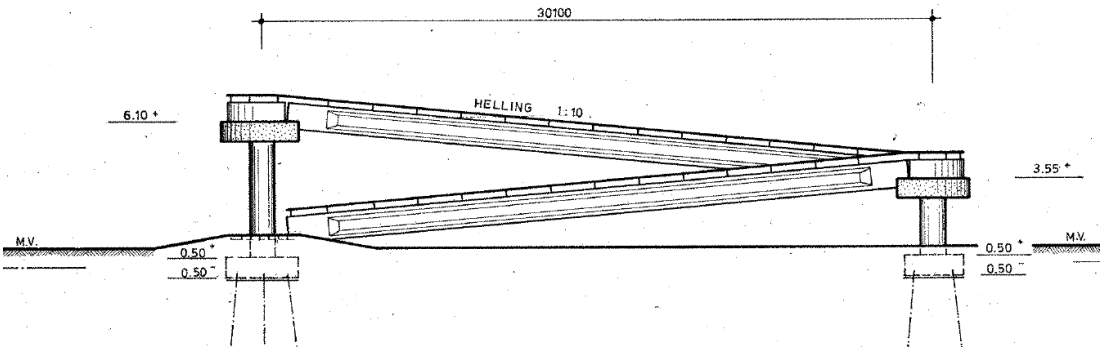
Figuur 2.1: Foto object *Bron: Cyclomedia Globespotter*

Figuur 2.2: Foto object *Bron: Cyclomedia Globespotter*

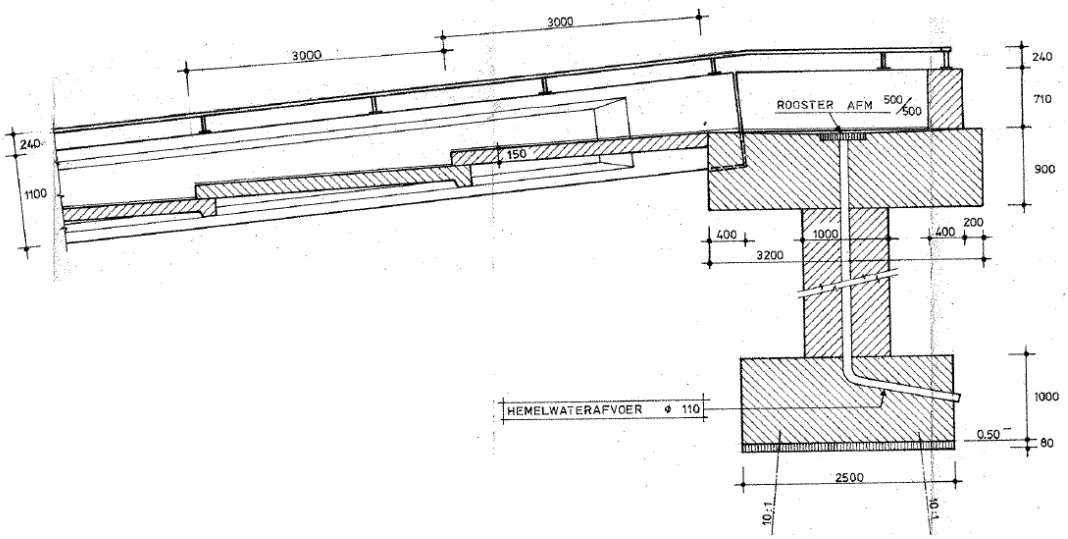
Van het kunstwerk zijn constructietekeningen en berekeningen beschikbaar. In de figuren 2.3 tot en met 2.6 zijn fragmenten uit de archiefstukken opgenomen.



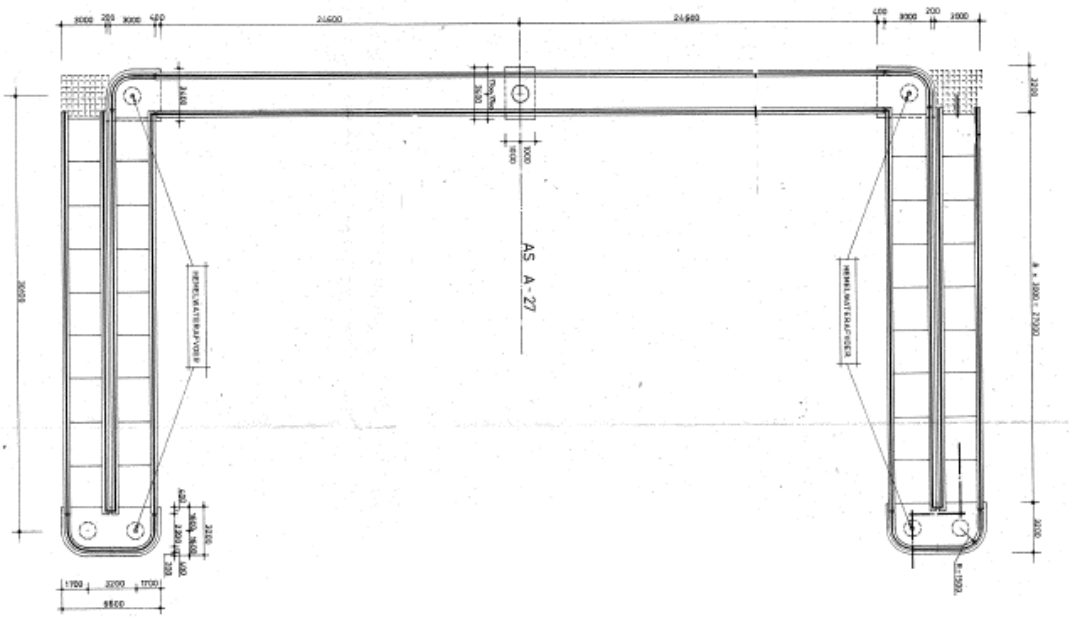
Figuur 2.3: Vooraanzicht constructie vanaf A27



Figuur 2.4: Zijaanzicht constructie



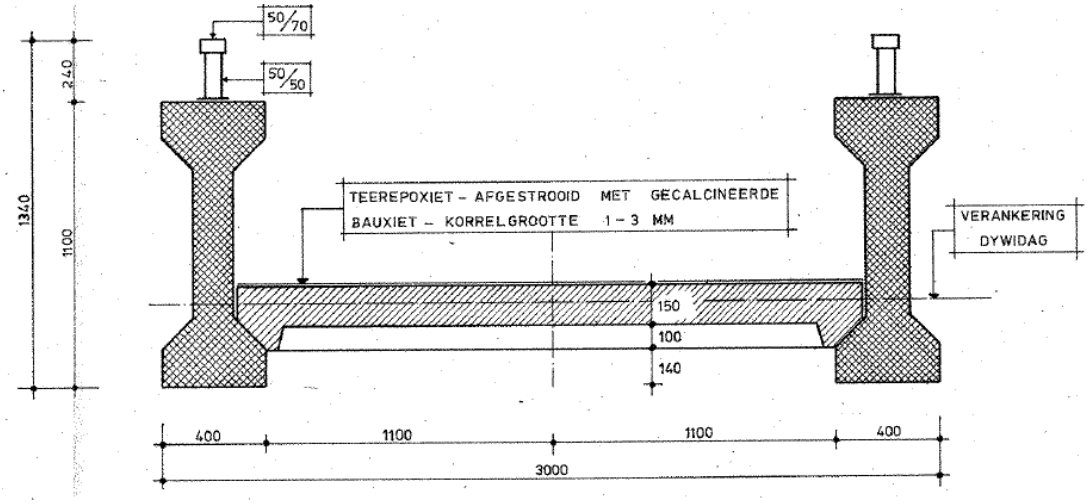
Figuur 2.5: Langsdoorsnede oplegging



Figuur 2.6: Bovenaanzicht

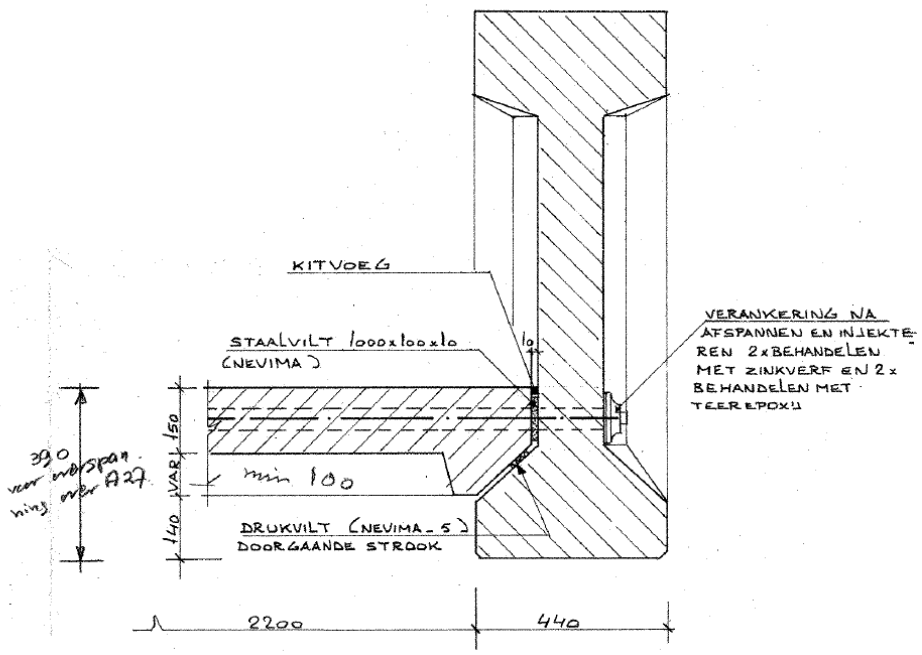
2.2 Hoofddraagconstructie

De hoofddraagconstructie van het dek bestaat uit voorgespannen I-profielen 1250/450 van Spanbeton. In de liggers zijn 26 voorspanstrengen Ø12,5 opgenomen en voorzien van zachtstaal bovenwapening en beugels. Tussen de liggers zijn prefab betonnen dekplaten geplaatst met een Dywidag verankering (1x per plaat). In de figuren 2.7 tot en met 2.9 zijn een doorsnede en details van de oplegging en verbinding weergegeven.

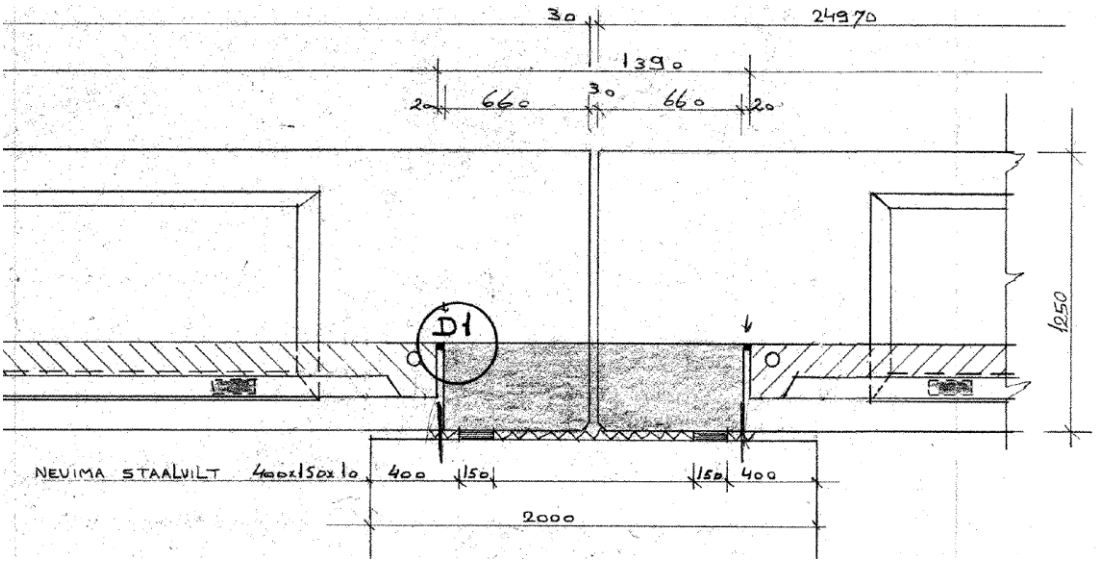


Figuur 2.7: Doorsnede dek

***NB:** Op de overzichtstekeningen zijn liggers 1100/400 aangegeven, op de werktekening van Spanbeton zijn de liggers 1250/440. Zie ook bijlage 1. De werktekeningen zijn aangehouden.*

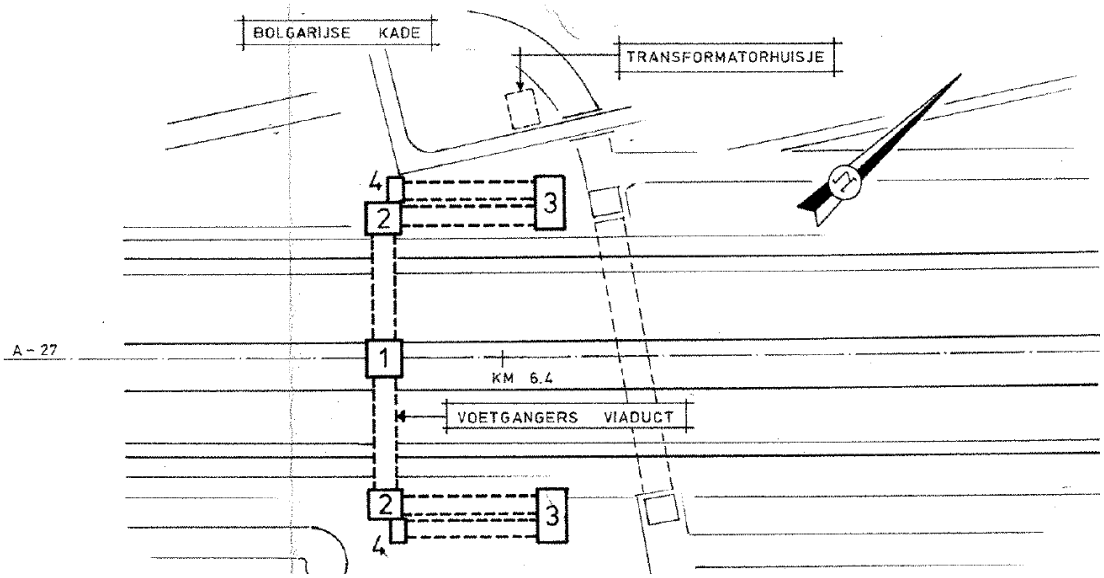


Figuur 2.8: Detail verbinding



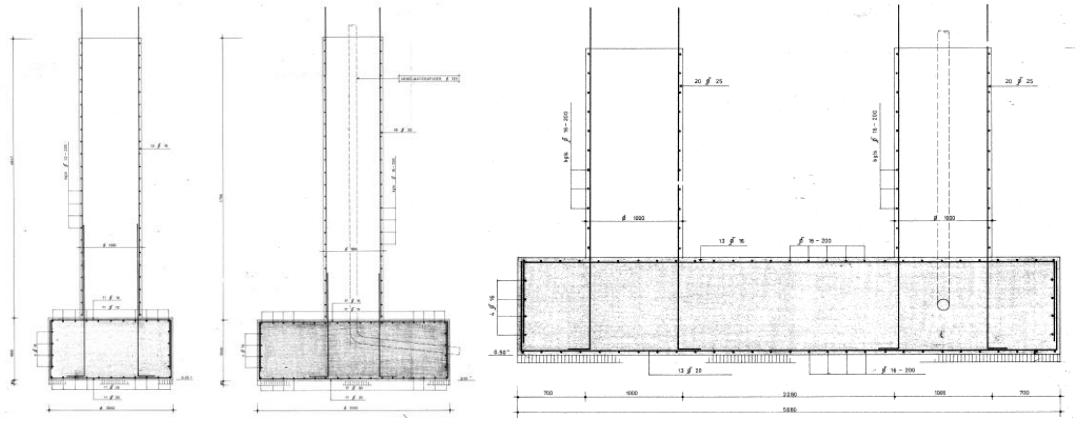
Figuur 2.9: Detail oplegging

De onderbouw bestaat uit betonnen kolommen Ø1000 op een fundatiesloof. Iedere fundatiesloof is gefundeerd op prefab betonnen schoorpalen vierkant 400 met een lengte van 13,00 meter en een paalhelling van 10:1. In figuur 2.10 is de nummering van de pijlers weergegeven.



Figuur 2.10: Overzicht pijlernummering

De pijlers 1 en 2 hebben een kolomhoogte van 4,70 meter. Pijler 3 heeft een hoogte van 2,15 meter. Steunpunt 4 is alleen een funderingsbalk op palen. In figuur 2.11 zijn de kolommen weergegeven.



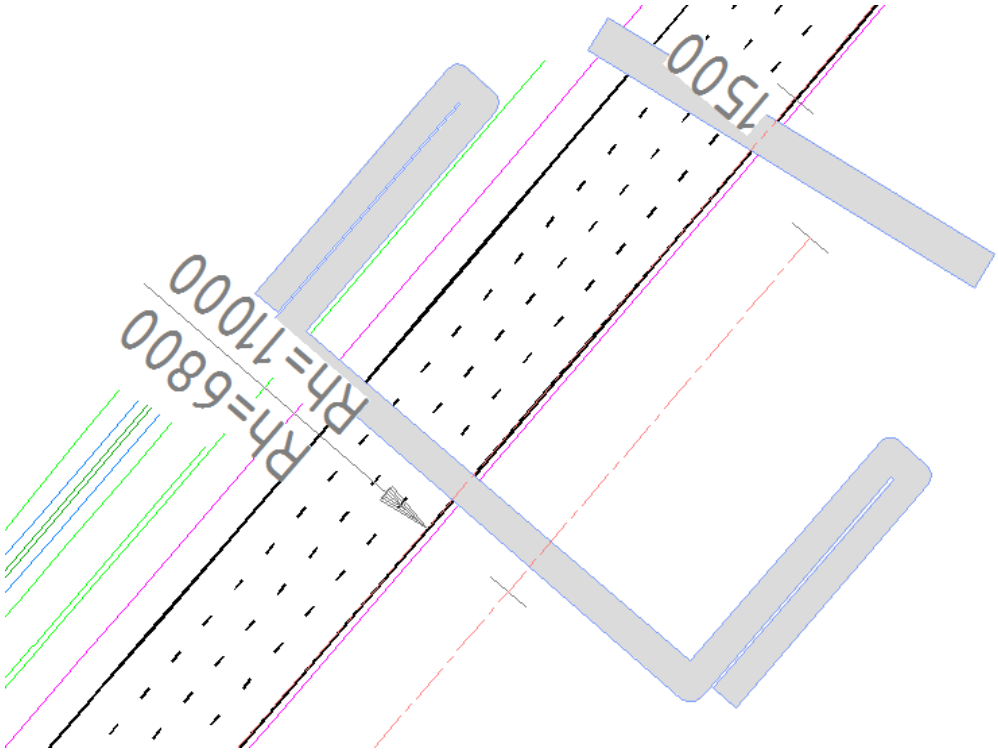
Figuur 2.11: Pijlers 1, 2 en 3

2.3 Toekomstige situatie

Ten behoeve van de beschrijving van de ingrepen die zijn voorzien, is het tracé opgedeeld in vier blokken. Het object is gelegen in het blok Everdingen –Scheiwijk.

Everdingen - Scheiwijk

Ter plaatse van het kunstwerk wordt de westbaan met 1 rijstrook verbreed. De oostbaan blijft ongewijzigd. In figuur 2.12 is het wegontwerp (elementair ontwerp) weergegeven met het bestaande kunstwerk (grijs gearceerd).



Figuur 2.12: Toekomstige indeling conform elementair ontwerp

2.4 Toelaatbare verkeerssystemen, noodgevallen en tijdelijk afwijkende situaties

De toelaatbare verkeerssystemen zijn voor dit object niet van invloed omdat het een constructie over de A27 betreft. Daarnaast wordt enkel gecontroleerd op aanrijding van de constructie.

3 Archiefonderzoek

Tijdens het archiefonderzoek is de beschikbare informatie over het bestaande kunstwerk inzichtelijk gemaakt. In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken.

3.1 Beschikbare documenten en tekeningen

Rijkswaterstaat heeft archiefstukken beschikbaar gesteld. In tabel 3.1 zijn de gebruikte tekeningen opgenomen.

Type	Titel	Kenmerk	Datum
Bestek	Vervaardigen en leveren voorgespannen betonpalen	Nr. W-2474	1978
Bestek	Vervaardigen en monteren brugliggers	Nr. W-2475	1978
Bestek	Onderbouw voetgangersviaduct	Nr. W-2476	1978 - 1979
Berekening onderbouw	Sterkte berekening voetgangers viadukt bolgerijse kade rijksweg A27	KW 38F-620	Onbekend
Berekening bovenbouw	Voetgangersviaduct Bolgarijse kade over rijksweg A27 (Spanbeton)	W9024	Mei 1979
Tekening 1	Voetgangersviaduct Bolgarijsekade (bestek W-2475)	B46898	28-08-1978
Tekening 11	Voetgangersviaduct Bolgarijsekade (bestek W-2476)	B46899	28-08-1978
Tekening 3	Voetgangersviaduct Bolgarijsekade – maatvoering	B46902	07-02-1979
Tekening 4	Maatvoering en wapening voetplaten en kolommen	B46903	01-03-1979
Tekening 9	Maatvoering en wapeningsschets kolomtafels	B46906	23-05-1979
Tekening 14	Detailtekening aansluiting	W9024-02	13-06-1979
Tekening 17 t/m 20	Liggertekening merk 0101 profiel I1250/450	W9024-101 t/m 202	Onbekend
Tekening 21 t/m 25	Elementtekeningen merk 0301 t/m 0306	W9024-301 t/m 306	Onbekend

Tabel 3.1: Archiefdocumenten

4 Inspecties en onderzoeken

4.1 Visuele inspectie

Op 03-08-2015 is door de constructeur een bezoek gebracht aan het kunstwerk. Hierbij is de werkelijke situatie vergeleken met de archiefstukken en is de algemene staat van het kunstwerk bekeken.

De bestaande traptreden zijn voorzien van een fietsgeul zoals ook te zien op figuur 2.2. Daarnaast is de onderdoorgaande weg (A27) breder dan op de archiefstukken en aan beide zijden voorzien van geleiderails. Verder zijn er geen constructieve afwijkingen waargenomen met de archiefstukken.

Figuur 4.1: Foto huidige situatie

4.2 Constructieve inspectie

De algehele staat van het kunstwerk is matig. De voegen tussen de dekplaten en de hoofdliggers zijn op diverse plaatsen lek waardoor er vochtplekken aan de onderzijde waarneembaar zijn. Daarnaast zijn er enkele scheuren waargenomen, afgedrukte betonschollen en diverse oude reparaties. Deze schades hebben nog niet direct invloed op de constructieve veiligheid, mits de schades worden hersteld. Daarnaast moet de brug periodiek geïnspecteerd worden.

Figuur 4.2: Foto onderzijde brug

Figuur 4.3: Foto onderzijde brug

Figuur 4.4: Foto aanzicht oplegtafel

Figuur 4.5: Foto onderzijde dwarsdrager

4.3 Onderzoek aan de constructie

Er is geen aanvullend materiaalonderzoek uitgevoerd.

5 Uitgangspunten verificatieberekening

In dit hoofdstuk zijn de gehanteerde uitgangspunten beschreven.

5.1 Normen, richtlijnen en voorschriften

De volgende richtlijnen zijn gebruikt.

- Richtlijn Beoordeling Kunstwerken (RBK), versie 1.1, d.d. 27 mei 2013
- Richtlijn Ontwerp Kunstwerken (ROK), versie 1.2, d.d. 1 januari 2013

Hierop zijn de volgende uitzonderingen van toepassing (vanuit de werkpakketbeschrijving).

- RBK paragraaf 1.8 AII: bij de beoordeling dient te worden uitgegaan van werkelijk gebruik conform het ontwerp volgens het (ontwerp) Tracébesluit.
- RBK paragraaf 1.8 AIII: bij de beoordeling dient te worden uitgegaan van werkelijk gebruik conform de huidige situatie.
- RBK paragraaf 1.5: voor de referentieperiode en de restlevensduur dient 30 jaar gerekend te worden vanaf het jaar 2025.
- RBK paragraaf 1.11 onderdeel E:
  - onderdoorgangen en duikers dienen in zijn geheel beoordeeld te worden met uitzondering van de fundering technische aspecten, tenzij het een risicovol onderdeel is.
  - risicovolle onderdelen van de onderbouw zoals oplegtafel, tandopleggingen, door grond belaste verticale wanden en dergelijke dienen te worden beoordeeld.
- RBK paragraaf 3.8:
  - de resultaten van uitgevoerde computerberekeningen dienen in de verificatieberekeningen beknopt te worden weergegeven met een grafische weergave van de maatgevende belastinggevallen, combinaties en berekeningsresultaten.
  - de volledige computerberekeningen dienen als bijlage aan de verificatieberekening te worden toegevoegd.
  - de onder paragraaf 1.11 punt E genoemde schaduwberekening betreft tevens verificatie van de door de constructie opneembare krachten en dient onder punt 8 van paragraaf 3.8 te worden opgenomen.

De volgende normen zijn gebruikt.

NEN-EN 1990	Eurocode: Grondslagen van hert constructief ontwerp, 2011Eurocode: Grondslagen van hert constructief ontwerp, 2011 1990+A1+A1/C2 en 1990+A1/C2/NB
NEN-EN 1991-1-7	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen – Buitengewone belastingen: stootbelastingen en ontploffing, 2011 1991-2+C1 en 1991-2+C2/NB
NEN-EN 1991-2	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, 2011 1991-1-7+C1 en 1991-1-7+C1/NB

NEN-EN 1992-1-1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, 2011 1992-1-1+C2 en 1992-1-1+C2/NB
NEN-EN 1992-2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Betonnen bruggen – Regels voor ontwerp, berekening en detaillering 1992-2+C1 en 1992-2+C1/NB
NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - belastingen

Tabel 5.1: Overzicht normen

Verder worden de volgende aanvullende rapportages gehanteerd.

- Rapportage onderzoek bestaande kunstwerken, versie 2.0, definitief, gedateerd 1 september 2014
- Rapportage onderzoek bestaande kunstwerken, 'Aanvulling', definitief, gedateerd 29 september 2014 (Expert judgement RBK commissie)

5.2 Rekenprogrammatuur

De modellen en berekeningen zijn opgesteld met Scia Engineer, versie 2014.

5.3 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

- Aanrijding is indien maatgevend gecombineerd met de frequente waarde van overige variabele belastingen.
- Naast aanrijding is niet gerekend met belastingen uit sneeuw en wind (niet maatgevend).
- Aanrijding van zowel onder- als bovenbouw is beoordeeld.
- Bij toetsing volgens AII is uitgegaan van de werkelijke rijstrookindeling uit het elementair ontwerp.

6 Materiaalgegevens

In de volgende paragrafen zijn de gehanteerde materiaalgegevens opgenomen.

6.1 Beton

De toegepaste materiaaleigenschappen zijn gegeven op de wapeningstekeningen en in het bestek. Hieruit volgt een betonsterkte van B22,5 voor alle in het werkt gestort beton (onderbouw) en B52,5 voor alle prefab beton (bovenbouw).

Op basis van tabel 2.2 uit de RBK is vanuit de toegepaste betonkwaliteit de oorspronkelijke kubusdruksterkte bepaald ($f_{ck,cube}$). De oorspronkelijke sterkte is de sterkte na 28 dagen waardoor k_t=1,00 is aangehouden. Op basis hiervan zijn onderstaande materiaalfactoren bepaald.

Type	**B22,5**	**B52,5**	**[eenheid]**
$f_{ck,cube}$ (o.b.v. RBK)	18,0	47,5	N/mm^2
$f_{ck} = 0{,}82 * f_{ck,cube}$	14,4	42,0	N/mm^2
f_{cm}	22,4	50,0	N/mm^2
f_{ctm}	1,78	3,62	N/mm^2
$f_{ctk0,05}$	1,24	2,54	N/mm^2
E_{cm}	28.000	35.600	N/mm^2
k_t	1,00	1,00	-

Tabel 6.1: Materiaalgegevens beton

6.2 Wapeningstaal

De toegepaste materiaaleigenschappen zijn gegeven in de archiefstukken. Op de wapeningstekeningen van de onderbouw is aangegeven dat er FeB400 is toegepast.

In de berekeningen van Spanbeton is voor de liggers en dekplaten uitgegaan van staalkwaliteit FeB500. Op de tekening van de dekplaten is de staalkwaliteit wel weergegeven, op de liggertekeningen niet.

Type	**FeB400**	**FeB500**	**[eenheid]**
f_{yk}	400	500	N/mm^2
f_{yd}	348	435	N/mm^2
E_s	200.000	200.000	N/mm^2

Tabel 6.2: Materiaalgegevens wapeningsstaal

6.3 Voorspanstaal

Het toegepaste voorspanstaal is beschreven in de archiefberekening. Er is gebruik gemaakt van 26 strengen Ø12,5 (A_p=93mm^2)FeP1860 met een aanvangsvoorspanning van 1395N/mm^2 en een blijvende werkvoorspanning van 1194N/mm^2. Dit valt binnen de toelaatbare werkvoorspanning uit de RBK.

AANVANGSVOORSPANNING		1395.0
KRIMP	29.6	
KRUIP	82.9	
RELAXATIE	89.0	
BLIJVENDE VOORSPANNING		1193.5

Figuur 6.1: Fragment archiefberekening liggers hoofdoverspanning

Op basis van tabel 2.7 uit de RBK zijn de bijbehorende materiaalkwaliteiten bepaald en weergegeven in onderstaande tabel.

Type	**FeP1860**	**[eenheid]**
f_{pk}	1860	N/mm^2
f_{pk}/γ_s	1690	N/mm^2
$f_{p0,1k}$	1600	N/mm^2
f_{pd}	1455	N/mm^2
E_p	195000	N/mm^2

Tabel 6.3: Materiaalgegevens voorspanstaal

7 Belastingen en belastingcombinaties

In dit hoofdstuk zijn de belastingen, belastingcombinaties en lastfactoren beschreven.

7.1 Belastingen

De berekeningen zijn deels uitgevoerd met het eindige elementenprogramma Scia Engineer. In de berekening is rekening gehouden met de volgende belastingen.

7.1.1 Permanente belasting

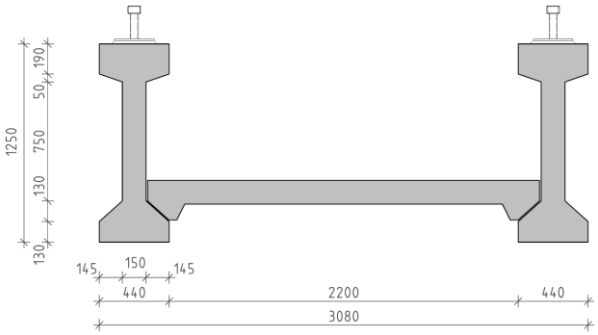
7.1.1.1 Eigen gewicht

In de verschillende rekenmodellen zijn de pijlers ingevoerd. Het eigen gewicht van de ingevoerde constructie wordt door Scia automatisch meegenomen. Per rekenmodel zijn de palen, de fundatieplaat, de kolom en de kolomtafels ingevoerd.

Op de kolomtafels zijn wanden aangebracht in het verlengde van de prefab liggers. Deze wanden hebben een hoogte van 0,85 meter en zijn 0,40 meter dik. Deze wanden zijn niet opgenomen in het rekenmodel en zijn als belasting ingevoerd. De belasting is Q_{wand} = 0,85*0,40*25 = 8,5 kN/m^1

7.1.1.2 Rustende belasting

Het eigen gewicht van de liggers is als belasting ingevoerd op de rand van de kolomtafel. Hierbij zijn de afmetingen uit de productietekeningen aangehouden. De geproduceerde liggers zijn groter dan aangegeven op de bestekstekeningen. In figuur 7.1 zijn de hoofdafmetingen van het dek weergegeven.



Figuur 7.1: Afmetingen dek

Het oppervlak van de ligger is 0,306m^2 en het gewicht is G = 7,65 kN/m^1. Het oppervlak van het dek is 0,396m^2 en het gewicht is G = 9,90 kN/m^1. Het gewicht van de leuningen, slijtlaag en balkjes onder de liggers is aangenomen op 0,50 kN/m^1.
Dit geeft een totaalgewicht van 25,70 kN/m^1 voor het gehele dek.

De gronddekking op de fundatieplaat heeft geen merkbare invloed op de optredende momenten en is niet meegenomen in de berekeningen.

7.1.2 Verkeersbelastingen

In tabel NB.10 van de NEN-EN 1991-2 zijn groepen van verkeersbelastingen op voetgangers en fietsbruggen vastgesteld. In dit geval is het dienstvoertuig niet van toepassing.

Belastingstype		Verticale krachten		Horizontale krachten
Belastingssysteem		Gelijkmatig verdeelde belasting	Dienstvoertuig	
Groepen van belastingen	gr 1	Karakteristieke waarde	0	Karakteristieke waarde
	gr 2	0.8× Karakteristieke waarde [a]	Karakteristieke waarde	Karakteristieke waarde
[a] Niet op de plaats van het dienstvoertuig, inclusief een ruimte van 5 m voor en achter.				

Figuur 7.2: NEN-EN 1991-2, tabel NB.10-5.1: Definitie van belastingsgroepen

Naast bovenstaande belastingen wordt voor aanrijding tegen de pijlers en andere dragende delen verwezen naar de NEN-EN 1991-1-7 stootbelastingen op bruggen. Bij het opstellen van de belastingcombinaties is uitgegaan van NEN-EN 1990 tabel NB.10.

Belasting	Symbool		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Verkeersbelastingen	gr1	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 [c]	0,4
		Horizontale belasting Q_{flk}			
	gr 2	Gelijkmatig verdeelde belasting q_{fk}	0,4	0,8 [b]	0
		Dienstvoertuig Q_{serv}			
		Horizontale belasting Q_{flk}			
	Geconcentreerde belasting Q_{fwk}		0	0,8 [b]	0
	Onbedoeld voertuig (zie 5.6.3)		0	0,8 [b]	0
Windkrachten	F_{Wk}	blijvende ontwerpsituatie	0,3	0,6 [b]	0
		Uitvoering	0,8	0	
Thermische belastingen	T_k		0,3	0,8	0,3 [a]
Sneeuwbelastingen	$Q_{Sn,k}$	blijvende ontwerpsituatie	0	0	0
		Uitvoering	0,8	0	
Belastingen tijdens de bouw	Q_c		1,0	0	1,0

[a] In de uiterste grenstoestand kan voor ψ_2 voor thermische belasting 0 worden aangehouden.

[b] Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0$.

[c] Voor aanrijding op of onder de brug en aanvaring is $\psi_1 = 0{,}4$.

OPMERKING Groepen verkeersbelastingen hoeven niet met elkaar te zijn gecombineerd.

Figuur 7.3: NEN-EN 1990, tabel NB.10 – A2.2: y-factoren voor voetgangers- en fietsbruggen

7.1.2.1 Gelijkmatig verdeelde belasting

Op het dek is een gelijkmatig verdeelde belasting aanwezig conform NEN-EN 1991-2 art. 5.1. Voor overspanningen groter dan 10 meter geldt de formule: $q_{f;k}$=2,0+120/(L+30). Bij een hoofdoverspanning van 24,6 meter is de gelijkmatig verdeelde belasting $q_{f;k}$ = 4,20 kN/m2

De verticale belasting op het dek geeft een extra normaaldrukkracht in de kolom en is daardoor gunstig voor de doorsnedecapaciteit bij aanrijden. De excentrische plaatsing van de liggers op de oplegtafel geeft een moment in de kolom. Dit moment kan afhankelijk van de richting van aanrijding gunstig of ongunstig werken. Echter is dit moment (mede door de frequente waarde) minimaal ten opzichte van het moment bij aanrijden. Deze belasting is verder niet opgenomen in de berekening.

7.1.3 Stootbelastingen

In de berekening van de onderbouw is geen aanrijding opgenomen. In het bestek van de bovenbouw is uitgegaan van een aanrijdbelasting van 900kN.

> 18. De dekken c.q. de liggers van de overspanningen over rijksweg 27 (A27) dienen te worden berekend op stootkrachten tengevolge van mogelijke aanrijdingen. Bij de berekening moet worden uitgegaan van de volgende statische krachten:
>
> a. een frontale horizontale kracht op de randligger, groot 900 kN (90 tf);

Echter staat in de berekening:

> De kracht van 900 kN is maatgevend voor bepaling van de wapening in de opstorting tussen de balkkoppen op de pijlers (door derden)
>
> De liggers van het viaduct zijn op zich niet bestand tegen een dergelijke hoge kracht en worden daarom van een praktische wapening voorzien
> Dit hoeft om de kans op verbrijzeling te beperken.

Indien er geen of beperkt rekening is gehouden met een aanrijdbelasting, zoals in dit geval, kan vaak alleen aan de nieuwbouweisen worden voldaan met kosten die niet in verhouding staan tot de afname van het risico. In die gevallen is het toegestaan om bij een beoordeling alleen rekening te houden met de oorspronkelijk in rekening gebrachte buitengewone belasting (NEN8701, hoofdstuk 4.4.1). Gezien het kunstwerk helemaal niet is gedimensioneerd op aanrijding is, kan het niet de bedoeling zijn de bestaande situatie te gedogen.

7.1.3.1 Stootbelastingen op de onderbouw

In tabel 7.4 zijn de aan te houden stootbelastingen op de onderbouw van de constructie gegeven waarbij de x-richting parallel aan de wegas ligt onafhankelijk van de rijrichting. Het aangrijpingspunt van de belasting ligt op 1,20 meter boven het wegoppervlak.

Verkeerscategorie		F_{dx} [a] kN	F_{dy} [a] kN	d_b m
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2 000	1 000	20
Rijkswegen in landelijke gebieden		1 500	750	15
Wegen in stedelijke gebieden		1 000	500	10
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	50	4
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	100	5

[a] x = normale rijrichting, y = loodrecht op de normale rijrichting.

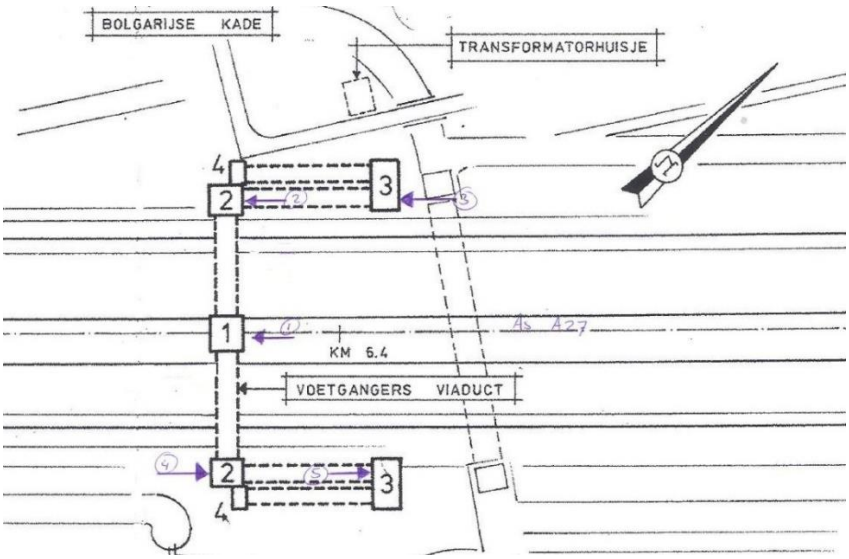
Figuur 7.4: NEN-EN 1991-1-7 Tabel NB.1-4.1: Rekenwaarde voor statische krachten door stootbelasting op de onderbouw

In aanvulling hierop geeft de RBK op dat voor buitengewone belasting door wegvoertuigen op de ondersteunende onderbouw minimaal 75% van de rekenwaarde volgens NEN-EN 1991-1-7 in rekening te dient worden gebracht. Bij versterking van een bestaande constructie moet wel met 100% van de aanrijdbelasting worden gerekend.

Volgens de aanvullende eis in de ROK op 4.3.1 (1) van NEN-EN 1991-1-7 kan worden aangenomen dat een voertuigkering met een prestatieklasse H4a of hoger in staat is de stootbelasting door wegverkeer geheel te voorkomen. In de huidige situatie is een voertuigkering met een lagere prestatieklasse aanwezig waardoor aanrijding meegenomen dient te worden.

In de figuur 7.5 zijn de maatgevende situaties weergegeven met bijbehorende maaiveldhoogte en hart funderingssloof. Doordat de constructie symmetrisch is, is aanrijding tegen de normale rijrichting in ondervangen. De aangehouden situaties zijn:

1. Aanrijding midden kolom — hart sloof +0,75m NAP — maaiveld +1,65m NAP
2. Aanrijding hoekkolom 2 westbaan — hart sloof +0,00m NAP — maaiveld +1,00m NAP
3. Aanrijding hoekkolom 3 westbaan — niet problematisch voor A27
4. Aanrijding hoekkolom 2 oostbaan — niet maatgevend boven situatie 2, zie par. 9.1.4.
5. Aanrijding hoekkolom 3 oostbaan — niet problematisch voor A27



Figuur 7.5: Aangehouden situaties bij aanrijding

Bij aanrijding van de onderbouw is voor AI uitgegaan van een aanrijdbelasting
F_{dx} = 75%*2000 = 1500 kN.

Bij AII mag deze belasting gereduceerd worden met de factor $(1-d/d_b)^{1/2}$ waarbij d is de afstand van het hart van de rijbaan tot de kolom en d_b=20 volgens tabel NB.1 – 4.1.
Voor de middenkolom geldt: $F_{dx} = (1-5{,}0/20)^{1/2} * 1500 = 1300$ kN
Voor de hoekkolom geldt: $F_{dx} = (1-10{,}7/20)^{1/2} * 1500 = 1025$ kN.

In de huidige situatie (AIII) is de afstand van de rijbaan naar de hoekkolom groter dan in het nieuwe wegontwerp (AII). Echter wordt de oostbaan maatgevend en is de afstand nagenoeg gelijk. Bij AIII mag worden uitgegaan van de oorspronkelijk aangehouden aanrijbelasting. AII en AIII zijn nagenoeg gelijk en daarom is er geen onderscheid gemaakt tussen beide situaties.

7.1.3.2 Stootbelastingen op de bovenbouw

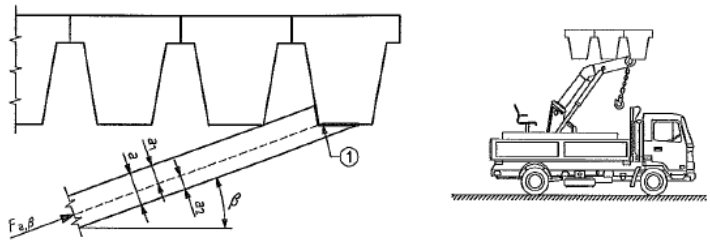
Bij aanrijden van de bovenbouw moet de belasting worden geplaatst tegen de zijkant van het dek. Figuur 7.6 geeft de aan te houden aanrijdbelastingen tegen de bovenbouw.

Verkeerscategorie		F_{dx} [a] kN	$F_{a,\beta}$ kN
Autosnelwegen, provinciale wegen en hoofdwegen		2 000	600
Rijkswegen in landelijke gebieden		1 500	450
Wegen in stedelijke gebieden		1 000	450
Binnenplaatsen en parkeergarages met toegang voor:	auto's	100	
	vrachtwagens (> 3,5 ton)	200	
[a] x = normale rijrichting			

Figuur 7.6: NEN-EN 1991-1-7 Tabel NB.2-4.2: Rekenwaarde voor statische krachten door stootbelasting op de bovenbouw

De aanrijdbelasting F_{dx} moet op de meest ongunstige plaats boven de onderdoorgaande rijbaan worden geplaatst evenwijdig aan de wegas. Hierbij heeft de belasting een aangrijpingsoppervlak van b=2,0 meter en h=0,25 meter.

De belasting $F_{a,\beta}$ moet aangrijpen tegen de onderkant van de bovenbouw en werkt in een verticaal vlak evenwijdig met de wegas van de rijbaan onder de meest ongunstige hoek β. Hierbij is b de hoek tussen de horizontaal en de in rijrichting omhoog gerichte belasting waarvoor geldt $0° \leq \beta \leq 30°$.



Verklaring

$F_{a,\beta}$	belasting onder een hoek β bij aanrijding
β	hoek onder horizontaal en de in de rijrichting omhoog gerichte belasting bij aanrijding
1	theoretische aangrijpingsvlak
a, a_1, a_2	hoogte van de werkzame oppervlakte van de kracht en gedeelten van die hoogte

Figuur 7.7: NEN-EN 1991-1-7 Figuur NB.1-4.1: Belasting van de bovenbouw door een opwippende giek van een kraan

Afhankelijk van de beschikbare doorrijhoogte kunnen de aanrijdbelastingen worden gereduceerd. Aangezien de werkelijke doorrijhoogte van 4,80 meter gelijk is aan de minimale doorrijhoogte geldt hier een reductiefactor van r_F=1,00.

Ter plaatse van het tussensteunpunt ligt het hart van de meest ongunstige rijbaan op 5,0 meter uit de ondersteuning. Bij de hoekkolom is dit minimaal 7,5 meter. Daarnaast is aanrijding in het hart van de overspanning mogelijk. Deze afstanden zijn bij AII meegenomen in de toetsing[1].

7.2 Lastfactoren

In RBK1.1, tabel 1.1 zijn de lastfactoren gegeven. Aangezien alleen de buitengewone combinaties zijn getoetst zijn alle lastfactoren γ=1,0. Daarnaast is er met betrekking tot aanrijding geen verschil tussen AI, AII of AIII.

De reductiefactoren voor verkeer, referentieperiode en restlevensduur zijn niet van toepassing op de aanrijdbelasting.

7.3 Lastgroepen

In het rekenmodel zijn omhullende combinaties aangemaakt. Dit betekent dat het programma zelf combinaties aanmaakt met behulp van regels die de gebruiker opgeeft. Deze regels zijn opgegeven door middel van lastgroepen.

Belastingen van één soort worden in een belastinggroep geplaatst. Aan een belastinggroep met veranderlijke belastingen kan een eigenschap worden toegekend die wordt gebruikt bij het combineren van deze belastingen. In dit model zijn de belastingen op drie verschillende manieren gecombineerd:

- Permanent: Altijd in elke belastingcombinatie aanwezig.
- Standaard: Alle belastingen in de groep kunnen wel en niet werkzaam zijn.
- Exclusief: Van alle belastingen in een groep kan er slechts één tegelijk werkzaam zijn.

In de rekenmodellen zijn onderstaande groepen meegenomen:

Groep	Omschrijving	Type	Eigenschap
LG1	Eigen gewicht en rustende belasting	Permanent	
LG2	Gelijkmatig verdeelde belasting	Variabel	Standaard
LG3	Aanrijdbelasting	Buitengewoon	Exclusief

Tabel 7:1: Verdeling lastgroepen

[1] situatie AI is in principe ongunstiger dan situatie AII. Aangezien situatie AII al niet voldoet is een aanvullende beschouwing voor AI niet relevant.

7.4 Belastingcombinaties

Voor de toetsing van de buitengewone belastingen zijn de fundamentele belastingcombinaties uit NEN-EN 1990 (incl. NB) aangehouden.

buitengewoon $1{,}0 \cdot G_{k,j,sup} + 1{,}0 \cdot P + 1{,}0 \cdot A + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k.i}$

met:

G_k	karakteristieke waarde van een blijvende belasting
P	representatieve waarde van een voorspankracht
A	Buitengewone belasting
$Q_{k,1}$	karakteristieke waarde van de overheersende variabele belasting
$Q_{k,i}$	karakteristieke waarde van de gelijktijdig optredende veranderlijke belasting
Ψ_0	momentaanfactor in verband met combinatiewaarde van een veranderlijke belasting

In bijlage A2 van NEN-EN 1990, artikel A.2.2 zijn regels gegeven voor belastingcombinaties voor het gelijktijdig optreden van verschillende belastinggevallen. In de Nationale Bijlage zijn aanvullingen gegeven op de combinatieregels.

De variabele belasting q_{fk} is bij aanrijding niet maatgevend, zie ook paragraaf 7.1.2.1.

In tabel 7.2 zijn de belastingcombinaties weergegeven.

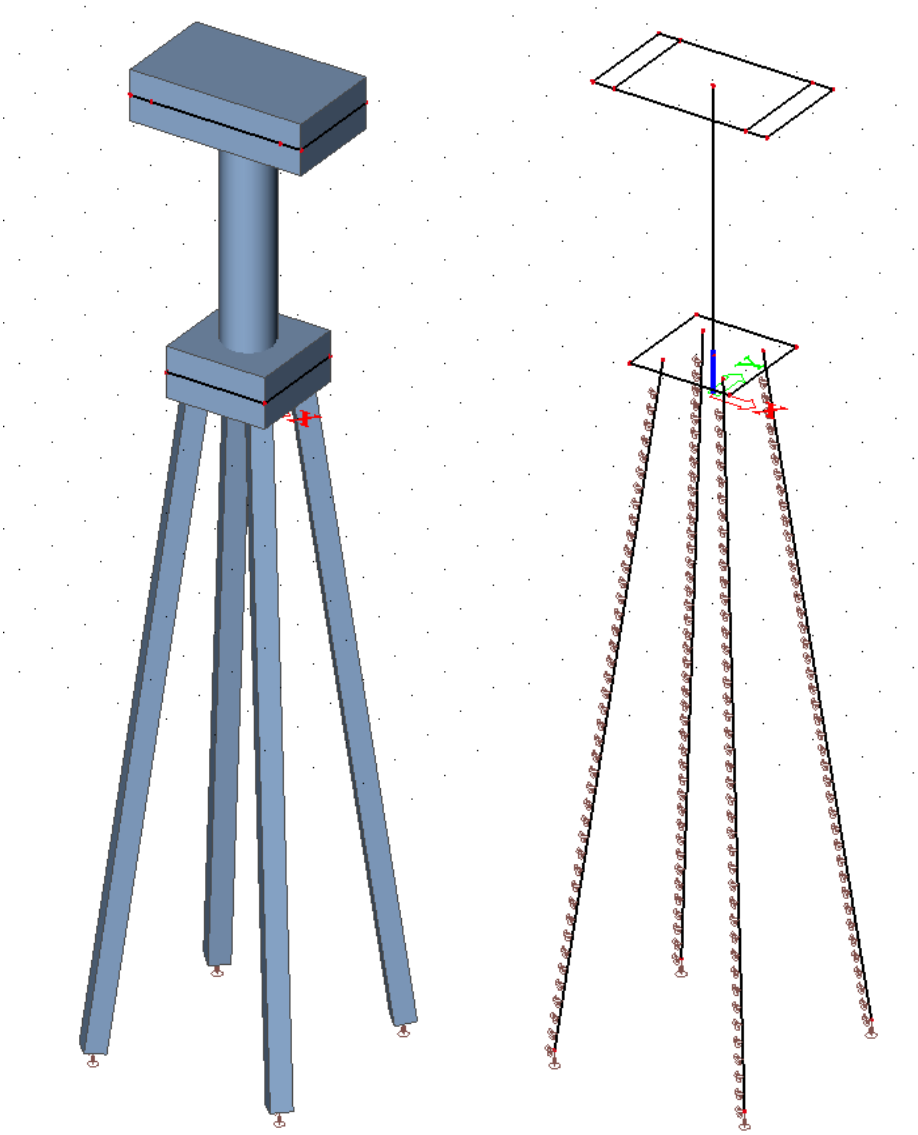
Naam	Belastinggevallen	Lastfactor
BC 1	BG 1 – Eigen gewicht dek BG 2 – Rustend asfalt	1,00 1,00
BC 2 Aanrijding	BG 1 – Eigen gewicht dek BG 2 – Rustend asfalt BG 3 – Aanrijding	1,00 1,00 1,00

Tabel 7.2: Belastingcombinaties

8 Modelvorming

De verschillende pijlers zijn als 3D-rekenmodel gemodelleerd in Scia. Hierbij is uitgegaan van de constructieafmetingen van de archieftekeningen en zoals beschreven in hoofdstuk 2.

Per pijler zijn de palen, de fundatieplaat, de kolom en de kolomtafel ingevoerd met de werkelijke afmetingen. In figuur 8.1 is het rekenmodel van pijler 1 weergegeven. Bij het opstellen van het model is uitgegaan van de hartlijnen van de fundatieplaat en kolomtafel en zijn de NAP maten overgenomen.



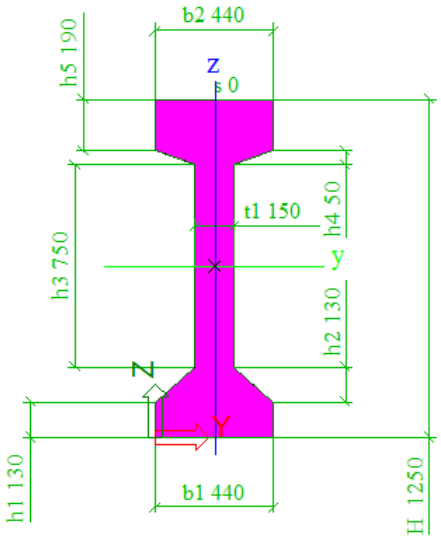
Figuur 8.1: Isometrisch aanzicht volumemodel en rekenmodel

De palen zijn ingevoerd met de lengte en schoorstand uit het rekenmodel. De bedding tegen de palen is bepaald met Menard en de sonderingen op de archieftekeningen.

Aangezien de constructie wordt belast door een aanrijdbelasting zal deze stijver reageren. Voor gedraineerde gronden zoals zand is de stijfheid circa 2x zo hoog. De bovenste 7 meter bestaat uit ongedraineerde klei en veenlagen. De aanrijdbelasting zal hierdoor worden omgezet in een wateroverspanning. Afhankelijk van het materiaal kan dit een hogere of een lagere bedding geven. Dit is afhankelijk van de ongedraineerde schuifsterkte. In deze berekening is ervoor gekozen in de kleilagen uit te gaan van de standaard bedding volgens Menard.
De bedding tegen de palen in de kleilagen is k_h = 1.800kN/m^2 en in de zandlagen is de bedding k_h = 2x15.000 = 30.000kN/m^2. De verticale veerstijfheid is aangenomen op k_v = 2x100 = 200MN/m.

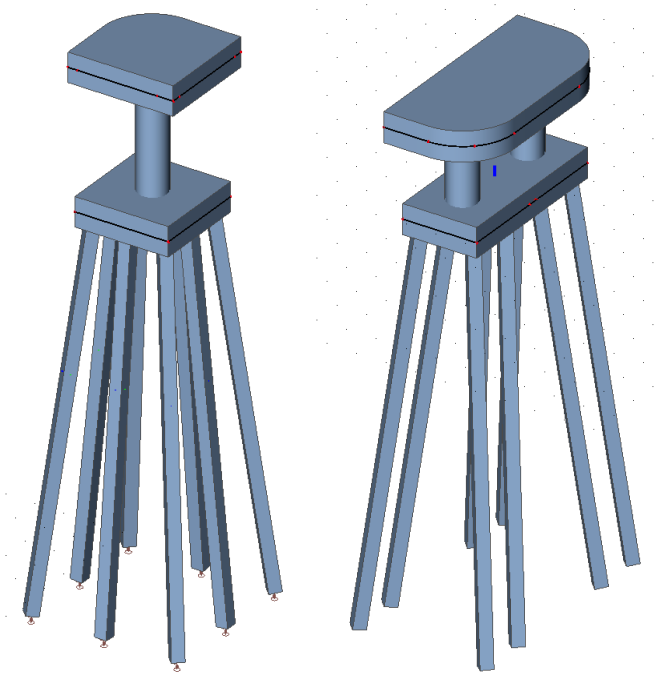
Doordat de constructie is gefundeerd op schoorpalen vierkant 400 is de invloed van de bedding beperkt. De fundatiepalen staan in een juk waardoor de horizontale belasting wordt omgezet in een druk- en/of trekkracht in de paal. Het verhogen of verlagen van de bedding met factor 2 heeft geen merkbare invloed op het moment in de kolom.

De liggers zijn opgelegd op een oplegstrook van staalvilt en EPS en zijn daardoor niet constructief verbonden aan de kolomtafels. Bij aanrijding van de onderbouw kan het dek belasting spreiden over meerdere kolommen bij de situaties 3 en 4 van figuur 7.5. In deze modellen zijn de twee liggers met dekplaten gemodelleerd tussen de steunpunten om de invloed te beschouwen. In figuur 8.2 is de doorsnede van de ligger weergegeven.

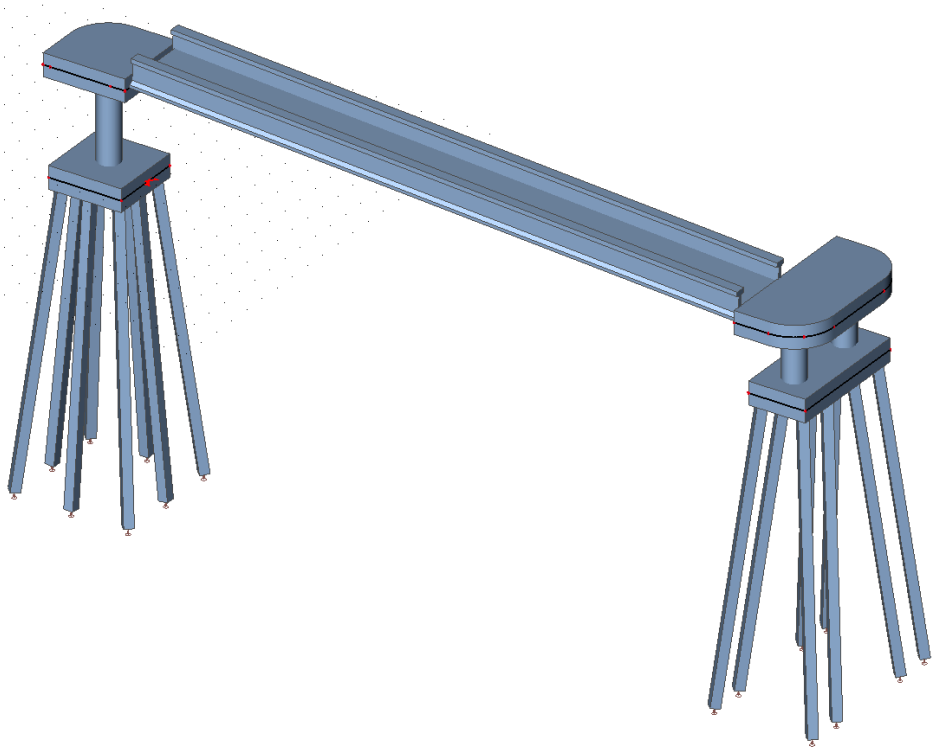


Figuur 8.2: Doorsnede hoofdligger

Alle constructie elementen zijn ingevoerd als ongescheurd beton. Het rekenmodel is ingesteld op Mindlin.



Figuur 8.3: Rekenmodel pijler 2 en pijler 3



Figuur 8.4: Rekenmodel pijler 2 en 3 gecombineerd

9 Constructieve analyse

In dit hoofdstuk is de constructieve analyse weergegeven. Per pijler is de krachtsverdeling en analyse weergegeven.

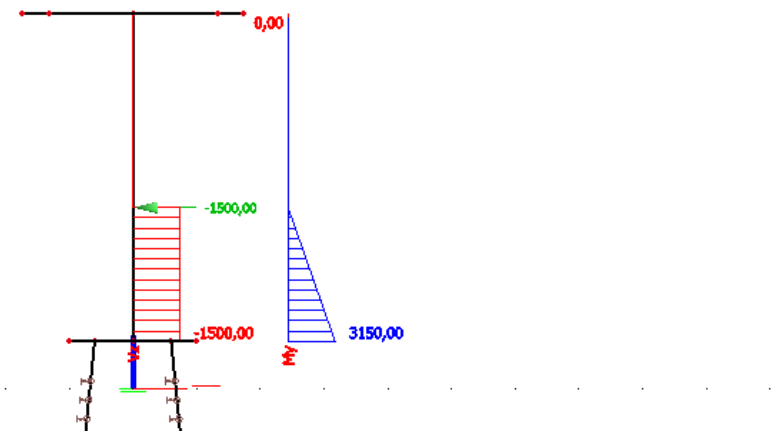
9.1 Krachtsverdeling en analyse aanrijding onderbouw

Dit hoofdstuk beschrijft de optredende krachtswerking bij aanrijding van de verschillende kolommen. In het volgende hoofdstuk zijn de doorsnedencontroles en toetsingen uitgevoerd.

9.1.1 Aanrijding pijler 1

Ter plaatse van pijler 1 ligt het maaiveld op NAP +1,65 meter en het hart van de funderingssloof op NAP +0,75 meter. Bij een aanrijdbelasting op 1,20 meter boven maaiveld volgt hieruit een aanrijding op 2,10 meter boven de inklemming van de kolom.

Het optredende moment in de kolom is: M_{Ed} = 2,1*1500 = 3150 kNm en de dwarskracht is V_{Ed} = 1500 kN/m. Voor situatie AII is geldt M_{Ed} = 2,1*1300 = 2730 kNm en V_{Ed} = 1300 kN/m.



Figuur 9.1: Rekenmodel pijler 1

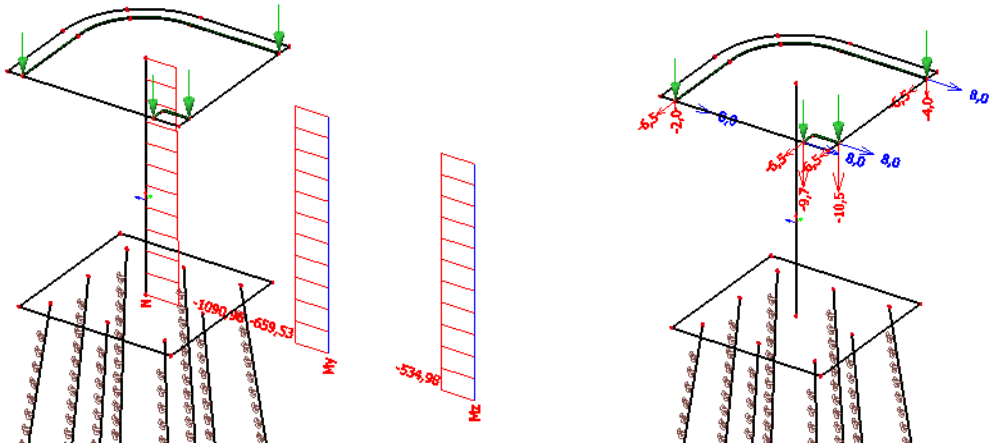
Door het eigen gewicht van de constructie ontstaat er een normaaldrukkracht in de kolom welke gunstig werkt in de toetsing. In tabel 9.1 is de normaalkracht bepaald ter plaatse van bovenzijde funderingssloof.

	l_x [m]	l_y [m]	l_z [m]	n	G [kN/m³]	F_z [kN]
Overspanning oostbaan		23,60		0,50	25,75	303,9
Overspanning westbaan		23,60		0,50	25,75	303,9
Kolomtafel	3,48	2,00	1,00		25	174,0
Rand kolomtafel	0,40	2,00	0,85		25	17,0
Kolom			4,65	¼π	25	91,3
Totaal						**890,0**

Tabel 9.1: Bepaling normaaldrukkracht

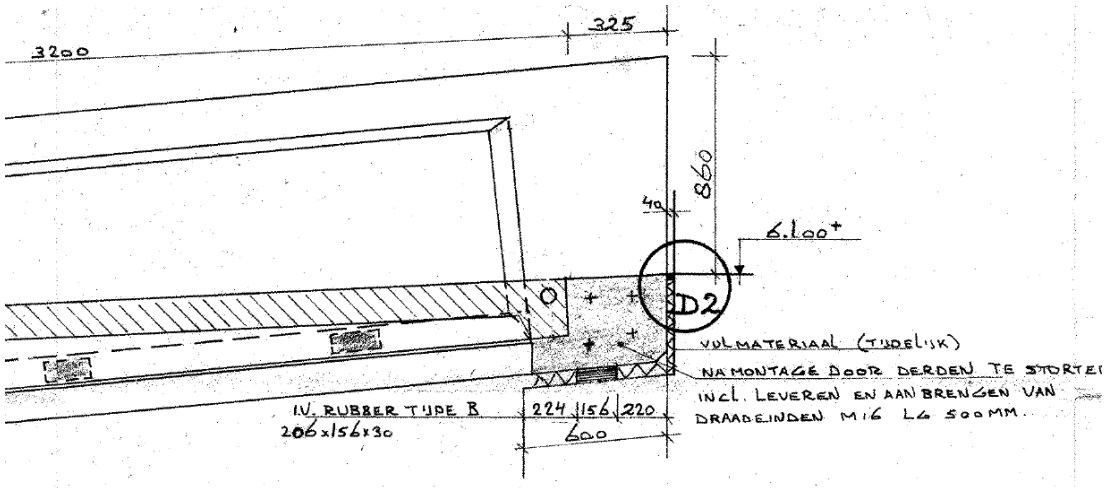
9.1.2 Aanrijding kolom 2

Pijler 2 is een hoekkolom waar op twee randen liggers zijn geplaatst. Hierdoor ontstaat er door de excentriciteit van de liggers dubbele buiging in de kolom. In figuur 9.2 zijn de momenten in de kolom en de verplaatsing van de kolomplaat weergegeven bij permanente belasting.



Figuur 9.2: Optredende momenten in kolom en verplaatsing kolomplaat

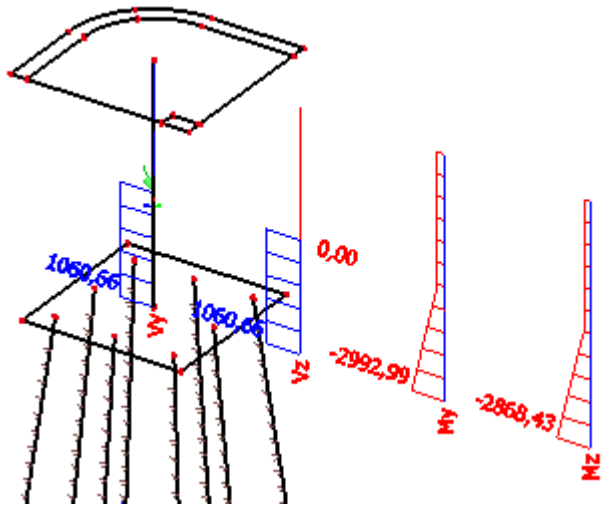
Uit de gevonden vervorming volgt dat de kolomkop door het eigen gewicht 8mm verplaatst. De aanwezige voeg tussen de kolomplaat en de ligger is 40mm waardoor de ligger deze vervorming niet verhinderd. Daarnaast is er geen constructieve verbinding aanwezig tussen de liggers en de pijlers.



Figuur 9.3: Detail voeg tussen kolomkop en ligger

Ter plaatse van pijler 2 ligt het maaiveld op NAP +1,00 meter en het hart van de funderingssloof op NAP +0,00 meter. Bij een aanrijdbelasting op 1,20 meter boven maaiveld volgt hieruit een aanrijding op 2,20 meter boven de inklemming van de kolom.

Bij aanrijding in de rijrichting van de oostbaan is het moment door aanrijding tegenwerkend aan het moment uit permanente belasting ($M_{x.eg}$ = 535 kNm en $M_{y.eg}$ = 660 kNm). Bij aanrijding vanaf de westbaan is het moment meewerkend aan het eigen gewicht en daarmee maatgevend. Daarnaast is er gekeken naar aanrijding schuin op de kolom zodat zowel M_x als M_y versterkt worden. Onderstaande figuur geeft de optredende momenten bij diagonale aanrijding. De optredende vervorming is in dit geval 39mm.



Figuur 9.4: Aanrijding diagonale richting

Moment bij AI	Moment Mx [kNm]	Moment My [kNm]
Permanent door e.g.	-535	-660
Rijrichting oostbaan	-535	-660 + 3300 = 2640
Rijrichting westbaan	-535	-660 - 3300 = 3960
Diagonaal	-535 – 3300/√2 = -2868	-660 - 3300/√2 = -2993

Tabel 9.2: Optredende momenten

Moment bij AII	Moment Mx [kNm]	Moment My [kNm]
AII rijrichting westbaan	-535	-660 - 2255 = 2915
AII diagonaal	-535 - 2255/√2 = -2130	-660 - 2255/√2 = -2255

Tabel 9.3: Optredende momenten AII en AIII

De richting van de aanrijding heeft geen invloed op de dwarskracht in de kolom. De optredende dwarskracht voor situaties AI en AII is respectievelijk 1500 kN/m en 1025kN/m. De normaalkracht in de kolom is 1114 kN.

	l_x [m]	l_y [m]	l_z [m]	n	G [kN/m³]	F_z [kN]
Overspanning oostbaan		23,60		0,50	25,75	303,9
Overspanning toerit		27,00		0,50	25,75	347,6
Kolomtafel	3,48	3,70	1,00		25	321,9
Rand kolomtafel	0,40	5,74	0,85		25	48,8
Kolom			4,70	¼π	25	92,3
Totaal						**1114,4**

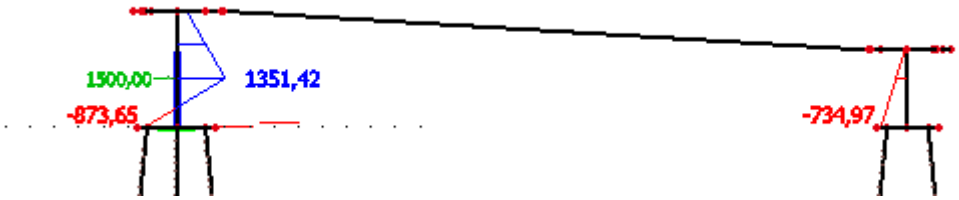
Tabel 9.4: Optredende normaalkracht

9.1.3 Aanrijding kolom 3

Pijler 3 is de hoekkolom in de toerit en bestaat uit één funderingsplaat met 2 kolommen. Aangezien de aanrijding van deze kolom niet problematisch is voor de A27 is aanrijding verder niet beoordeeld.

9.1.4 Stempelwerking dek

Bij de toetsing van de kolommen is ervan uitgegaan dat het dek niet als stempel werkt. Bij situatie 4 van figuur 7.5 mag dit wel meegenomen worden. In figuur 9.5 is de krachtwerking door aanrijding voor situatie 4 weergegeven. Hierbij wordt pijler 2 aangereden in de rijrichting van de oostbaan. De momenten zijn door aanrijding en exclusief de permanent aanwezige momenten.



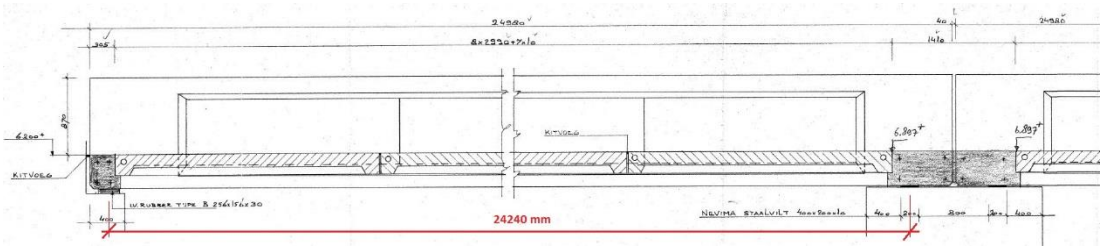
Figuur 9.5: aanrijding pijler 2 met dek

Hieruit volgt dat het moment door belastinggeval aanrijding afneemt van 3300 kNm naar 1351 kNm. Aangezien dit niet de maatgevende situaties zijn is dit verder niet beoordeeld.

9.2 Aanrijding bovenbouw

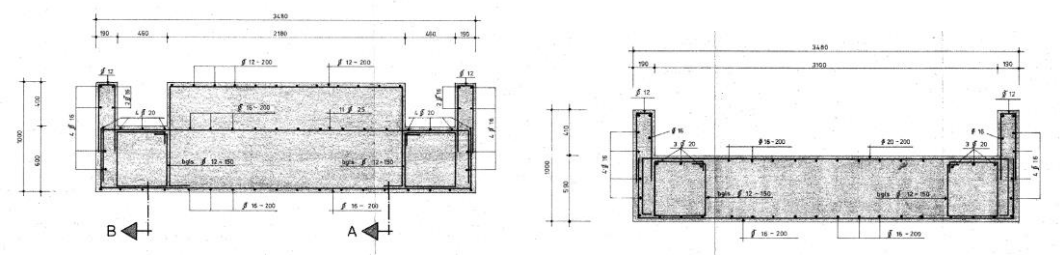
Dit hoofdstuk beschrijft de optredende krachtswerking bij aanrijding van het dek. In het volgende hoofdstuk zijn de doorsnedencontroles en toetsingen uitgevoerd.

In figuur 9.6 is de hoofdoverspanning van het dek weergegeven



Figuur 9.6: Overspanning hoofdliggers

In de kolomtafels is een inkassing opgenomen waarin de liggers zijn geplaatst. Via deze inkassing wordt de dwarskracht in de ligger overgedragen naar het steunpunt.

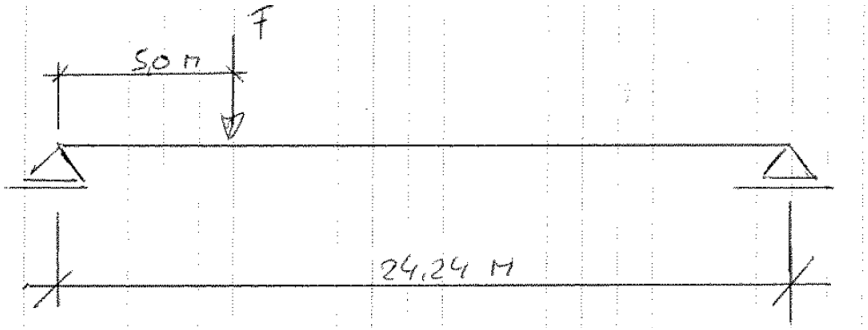


Figuur 9.7: Doorsnede oplegtafel middenpijler en hoekpijler

Voor toekomstvast gebruik (situatie AI) is uitgegaan van aanrijding van de bovenbouw direct naast de kolom. De reactiekracht grijpt aan in de hartlijn van de kolomtafel ofwel 0,50 meter boven bovenkant kolom. De kolomhoogtes zijn 5,15 meter voor kolom 1 en 5,20 meter voor kolom 2. Dit geeft in de kolommen 1 en 2 een moment van 10400 kNm.

Bij het werkelijke gebruik is de aanrijdbelasting tegen de bovenbouw binnen de geleiderails van de A27 aangehouden. Zoals beschreven komt dit neer op 5 meter uit het tussensteunpunt, in het hart van de overspanning en op 7,5 meter uit de hoekkolom. Per situatie is de reactiekracht vanuit de ligger naar de kolomtafel bepaald. Op basis van de kolomhoogte is het moment in de kolommen weergegeven.

Bij een aanrijding op 5 meter uit het tussensteunpunt ontstaat onderstaande schema. De reactiekracht in het middensteunpunt is R_1 = (L-5,0)/L = 0,79*F en in de hoekkolom R2 = 0,21*F. Hierbij is de aanrijdbelasting F = 2000 kN. (reductie tot 75% geldt alleen voor de onderbouw)

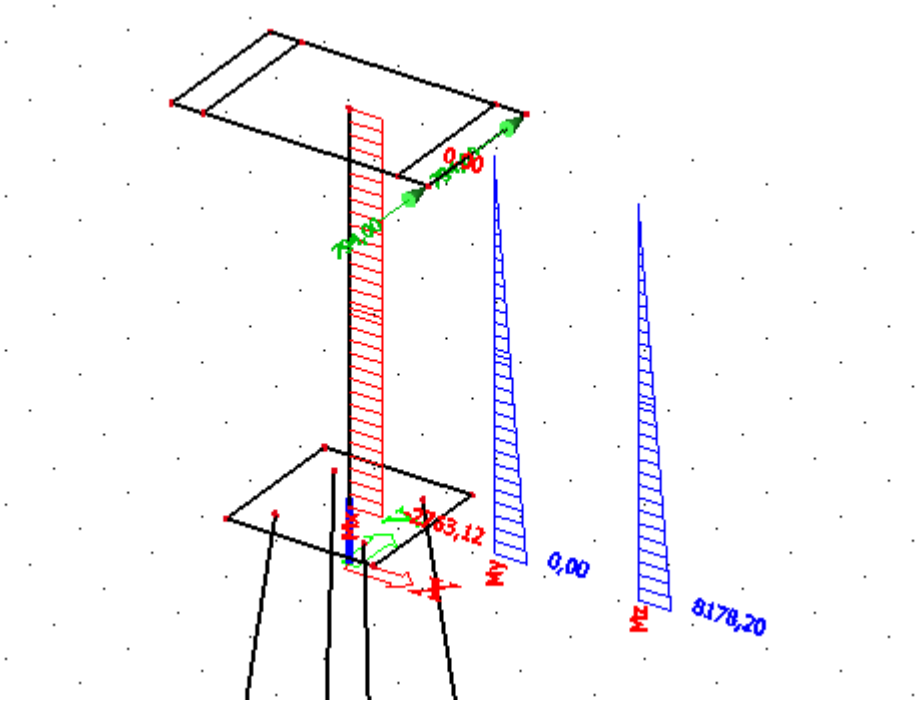


Figuur 9.8: Overspanning hoofdliggers

In tabel 9.5 is de reactiekracht per steunpunt en de bijbehorende momenten in de kolom voor AI weergegeven. Door de excentriciteit van de aanrijdbelasting ontstaat er een moment in x- en y-richting. Deze kolommomenten zijn bepaald in het rekenmodel.

Belastingssituatie	$R_{.oplegging}$ [kN]	$M_{x.kolom}$ [kN]	$M_{y.kolom}$ [kN]	$M_{z.kolom}$ [kN]
Aanrijding t.p.v. middenkolom	1587	**8178**	0	2736
Aanrijding t.p.v. hoekkolom	1257	**5306**	2610	2185

Tabel 9.5: Optredende momenten in de onderbouw



Figuur 9.9: Optredende momenten in de onderbouw

Deze optredende momenten in de kolommen zijn aanzienlijk hoger dan worden gevonden bij aanrijding van de onderbouw. Door de opbouw van de constructie wordt allereerst gecontroleerd of deze momenten opneembaar zijn. Deze toetsing is uitgevoerd in hoofdstuk 10.2.

Zoals beschreven in de archiefberekening zijn de liggers zodanig gewapend dat deze bij aanrijding niet zullen verbrijzelen. In tegenstelling tot het bestek zijn de liggers niet berekend op de voorgeschreven aanrijdbelasting van 900 kN. In de berekening is alleen een opwaarts gerichte aanrijdbelasting van 300kN opgenomen.

Het optredende moment in de liggers bij aanrijding van de bovenbouw is niet opneembaar.

10 Verificatie

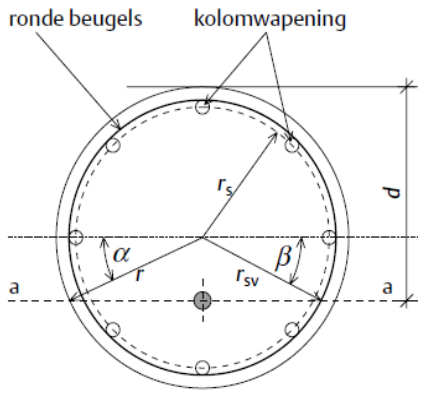
Dit hoofdstuk beschrijft de verificatie. De verificatie is gedaan door middel van toetsingen en de resultaten zijn weergegeven in unity checks (u.c. waarden).

10.1 Toetsing aanrijding onderbouw

De doorsnedecontrole is uitgevoerd volgens de NEN-EN 1992 met de beton en staalkwaliteit zoals gegeven in hoofdstuk 6. Deze snedekrachten zijn getoetst op overschrijding van de maximale capaciteit. Aangezien het een calamiteit betreft is bij de doorsnedetoetsing uitgegaan van γ_c=1,20 en γ_s=1,00.

Het maximaal toelaatbare moment in de ronde kolommen is bepaald met het doorsnedeprogramma DBet waarbij de belastingcombinatie is ingesteld op “accidental” en is alleen de horizontale tak van de wapening is meegenomen.

De toetsing van de dwarskracht in ronde kolommen is niet beschreven in de Eurocode en daarom gebaseerd op een artikel in de cement (cement 2006-2 Dwarskrachtwapening in ronde kolommen). Aangezien dit artikel is gebaseerd op de NEN 6720 is de snede getoetst op basis van de schuifspanning. De nuttige hoogte d wordt aangenomen als de hoogte van het zwaartepunt van de wapening onder de neutrale lijn tot de bovenzijde van de betondoorsnede.



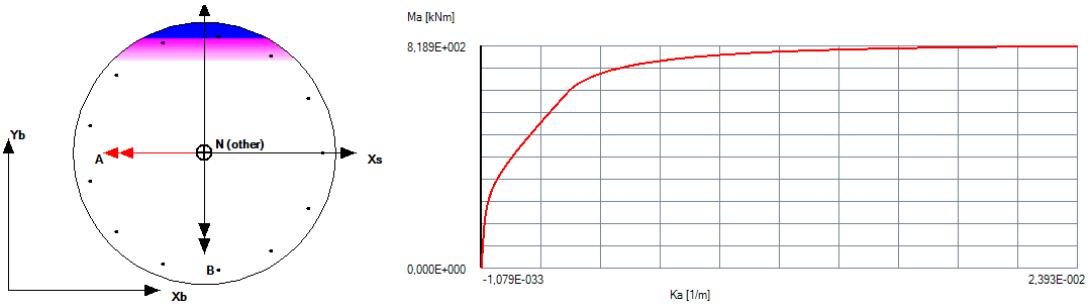
Figuur 10.1: Principe bepaling effectieve diameter in kolommen

Op basis van het artikel in de cement is in bijlage 5 de maximaal toelaatbare dwarskracht bepaald waarbij de filosofie van de Eurocode zoveel mogelijk is gehanteerd.

10.1.1 Toetsing pijler 1

De toegepaste wapening in de kolom is 13Ø16 met beugelwapening Ø12-200. Aangezien DBet uitgaat van staalkwaliteit B500B is de equivalente wapeningsdiameter bepaald. De equivalente diameter is: $Ø_{eq}=\sqrt{(Ø_{hw}^2 * f_{yk}/500)}$ = 14,31 mm

De toegepaste dekking is 30mm en de dekking op de hoofdwapening is 42mm. De aanwezige normaalkracht is 890kN en is opgenomen in de toetsing. In figuur 10.2 is het MNκ-diagram uit DBet weergegeven. Het maximaal opneembare moment is 819 kNm. De uitvoer van DBet is opgenomen in bijlage 4.



Figuur 10.2: capaciteit pijler 1

De maximaal toelaatbare dwarskracht in de kolommen is bepaald in bijlage 5. Hierbij is uitgegaan van de oorspronkelijke betonkwaliteit zoals beschreven in hoofdstuk 6. Bij het bepalen van de maximale dwarskracht is gekeken naar het aandeel beton ($V_{.Rd;c}$) het aandeel door de beugelwapening uitgegaan van hoek θ = 21,8° ($V_{.Rd;s}$) en de combinatie hiervan waarbij is uitgegaan van hoek θ = 45°. De maximaal toelaatbare dwarskracht is 780 kN/m. Hierbij is de toetsing met enkel beugelwapening maatgevend.

	$M_{.Ed}$ / $V_{.Ed}$ Ondergrens bij 75% belasting	**$M_{.Rd}$ / $V_{.Rd}$**	**Unity check** Ondergrens bij 75% belasting	**Unity check** Standaard bij 100% belasting
Moment	3150 kNm	819 kNm	3,84	5,12
Dwarskracht	1500 kN	780 kN	1,92	2,56

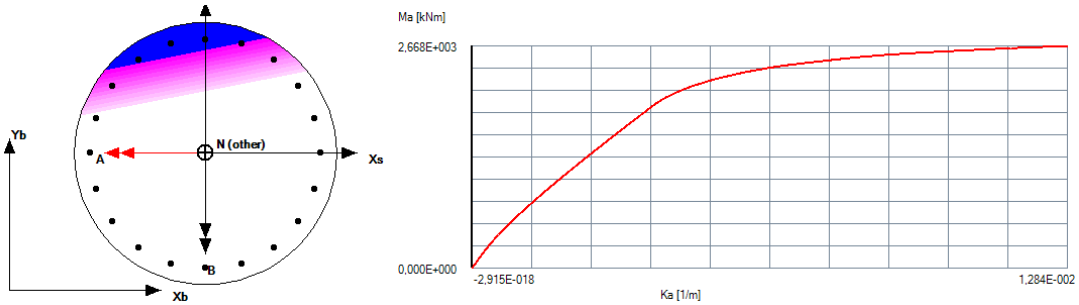
Tabel 10.1: Toetsing pijler 1

De constructie voldoet niet op aanrijding bij een toetsing met de minimale aanrijdbelasting van 75% van de rekenwaarde. Op basis van de gevonden unity check is bepaald dat de maximaal toelaatbare aanrijdbelasting 390kN is. Hiermee wordt ook niet voldaan aan de toetsing volgens situatie AII.

10.1.2 Toetsing pijler 2

De toegepaste wapening in de kolom is 20Ø32 met beugelwapening Ø16-200. In DBet is uitgegaan van een equivalente diameter van: $Ø_{eq}=\sqrt{(Ø_{hw}^2 * f_{yk}/500)}$ = 28,62 mm

De toegepaste dekking is 30mm en de dekking op de hoofdwapening is 46mm. De aanwezige normaalkracht is 1115kN. Het maximaal toelaatbare moment is 2720 kNm bij belasting in één richting. In figuur 10.3 is het MNκ-diagram uit DBet weergegeven bij een aanwezig moment van $M_{Ed,x}$ = 535 kNm. Het maximaal opneembare moment in y-richting is in dit geval $M_{Rd;y}$=2668 kNm. De uitvoer van DBet is opgenomen in bijlage 4.



Figuur 10.3: capaciteit pijler 2 bij M_x = 535 kNm

Bij diagonale aanrijding is uitgegaan van dubbele buiging. Bij dubbele buiging is conform NEN-EN 1992-1 art 5.8.9. uitgegaan van UC = $(M_{Ed;x}/M_{Rd;x})^2+(M_{Ed;x}/M_{Rd;x})^2$. Hierin is uitgegaan van het maximaal toelaatbare moment per richting van $M_{Ed;x}=M_{Ed;y}$=2714 kNm.

De maximaal toelaatbare dwarskracht in de kolommen is bepaald in bijlage 5. Hierbij is uitgegaan van de oorspronkelijke betonkwaliteit zoals beschreven in hoofdstuk 6. Bij het bepalen van de maximale dwarskracht is gekeken naar het aandeel beton ($V_{.Rd;c}$) het aandeel door de beugelwapening ($V_{.Rd;s}$) en de combinatie hiervan waarbij is uitgegaan van hoek θ = 45°. De maximaal toelaatbare dwarskracht is 1413 kN/m. Hierin is de toetsing met enkel de beugelwapening maatgevend.

	$M_{.Ed}$ / $V_{.Ed}$ Ondergrens bij 75% belasting	**$M_{.Rd}$ / $V_{.Rd}$**	**Unity check** Ondergrens bij 75% belasting	**Unity check** Standaard bij 100% belasting
Moment Mx + Moment My	535 kNm 3959 kNm	2714 kNm 2714 kNm	2,16	2,89
Moment Mx + Moment My	2993 kNm + 2868 kNm	2714 kNm + 2714 kNm	2,33	3,11
Dwarskracht	1500 kN	1413 kN	1,06	1,42

Tabel 10.2: Toetsing pijler 2

De constructie voldoet niet op aanrijding bij een toetsing met de minimale aanrijdbelasting van 75% van de rekenwaarde. Op basis van de gevonden unity check is bepaald dat de maximaal toelaatbare aanrijdbelasting tegen de kolom 850 kN is. Hiermee wordt ook niet voldaan aan de gestelde eisen voor aanrijding bij situatie AII.

10.1.3 Resumé

De bestaande kolommen zijn niet ontworpen op een aanrijdbelasting en voldoen allemaal niet aan de gestelde eisen. De kolommen 2 en 3 aan de zijkant van de A27 zijn hoekkolommen en daardoor zwaarder gewapend dan kolom 1 welke tussen de twee rijstroken in staat.

In de berekening is uitgegaan van een ondergrens van 75% van de rekenwaarde. Aangezien hier bij de toetsing niet aan wordt voldaan zijn aanvullende maatregelen nodig. Wanneer er wordt gekozen voor het versterken van de kolommen dienen deze te worden versterkt dat de volledige aanrijdbelasting conform ROK opgenomen kan worden.

10.2 Aanrijding bovenbouw

In paragraaf 9.2 zijn de optredende momenten in de kolommen bepaald bij aanrijding van de bovenbouw en in paragraaf 10.1 de toelaatbare momenten in de kolommen. Deze zijn weergegeven in tabel 10.3. Hierbij is getoetst op de maatgevende momenten per kolom.

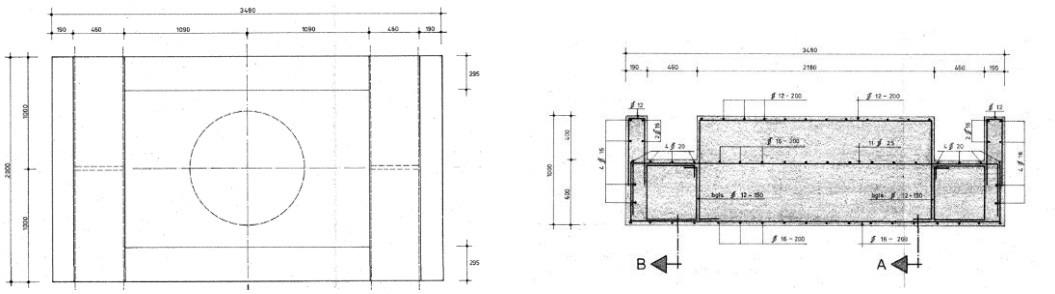
	M.Ed Ondergrens bij 75% belasting	**M.Rd**	**Unity check** Ondergrens bij 75% belasting	**Unity check** Standaard bij 100% belasting
Moment kolom 1	8178 kNm	819 kNm	9,98	13,30
Dwarskracht kolom 1	1587 kN	780 kN	2,03	2,71
Moment kolom 2	5306 kNm 2610 kNm	2662 kNm 2662 kNm	4,93	6,58
Dwarskracht kolom 2	1257 kN	1413 kN	0,89	1,19

Tabel 10.3: Toetsing kolommomenten bij aanrijding bovenbouw[2]

Bij aanrijding van de bovenbouw voldoen de kolommen niet. Het voorkomen van aanrijding van de bovenbouw kan enkel door de doorrijhoogte aanzienlijk te verhogen. Vanaf 7,0 meter hoeft aanrijding niet meer te worden getoetst. De doorrijhoogte dient circa 2,0 meter vergroot te worden. Dit is een grote kostenpost (disproportioneel groot).

Naast het bezwijken van de kolommen zal ook beoordeeld moeten worden of het dek van de oplegblokken schuift. Hiervoor zijn de reactiekrachten uit tabel 9.5 gebruikt. De liggers zijn opgelegd op 1x staalvilt 400x200x10mm per ligger.

Bij de middenkolom zijn inkassingen opgenomen waarin de liggers zijn geplaatst. De ruimte tussen de liggers is volledig opgevuld met gewapend beton waardoor afschuiven van de rand niet op zal treden. De volledige belasting wordt overgedragen naar de fundering.

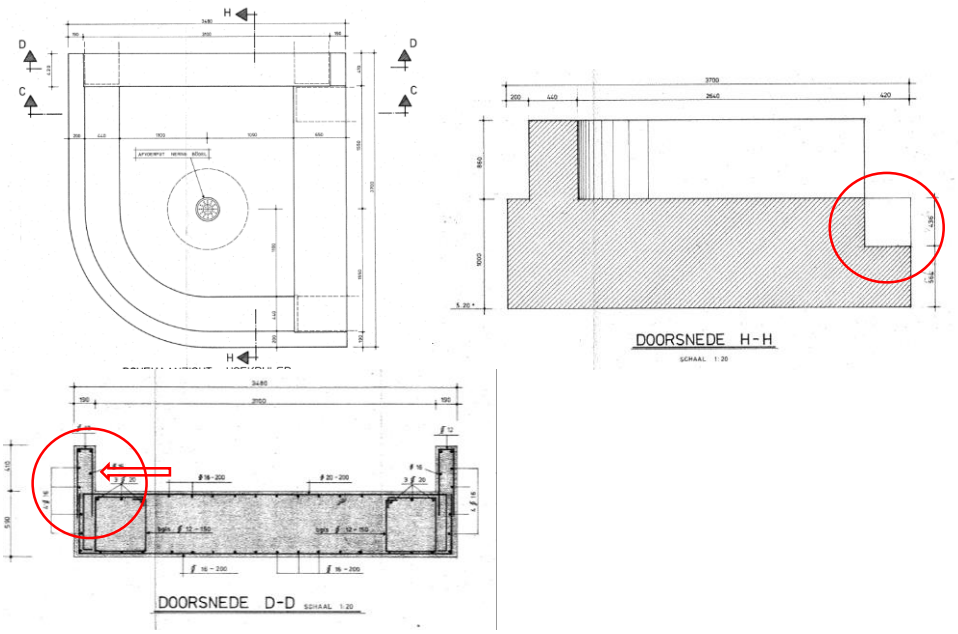


Figuur 10.4: Oplegtafel middenkolom.

Bij de hoekkolom is de ruimte tussen de twee liggers aangestort. Deze aanstort is alleen verbonden aan de liggers en niet constructief verbonden met de onderbouw. Dit is weergegeven in figuur 9.8. In figuur 10.4 is een bovenaanzicht van de kolomtafel weergegeven. Doorsnede D-D is de doorsnede

[2] Ook al voldoet dek niet op 2000 kN is voor de volledigheid de kolommen wel getoetst op de bijbehorende kracht ook al kan deze in principe niet optreden. Het dek zal namelijk eerder bezwijken voordat de volledige kracht wordt overgedragen aan de kolommen.

over het oplegvlak van de liggers en in doorsnede H-H is een doorsnede in langsrichting van de hoofdoverspanning.



Figuur 10.5: Doorsnede oplegtafel middenpijler en hoekpijler

De aanrijdbelasting kan niet via de oplegblokken worden overgedragen. De liggers zullen in de inkassing verschuiven tot tegen de betonnen "vleugelwand" welke in doorsnede H-H en D-D is aangegeven. Dit is een betonnen wandje van 0,42*0,43 meter met een wanddikte van 0,19 meter. Het afschuifoppervlak b = 0,42+0,43 = 0,85m en d = 0,19-0,03-0,006 = 0,154m. Voor toetsing van de snede geldt dan:

$v_{min} = 0{,}83 \times k_{cap}^{3/2} \times k^{3/2} \times f_{ck}^{1/2} / f_{yk}^{1/2} = 0{,}83 * 1{,}2^{3/2} * 2{,}0^{3/2} * 14{,}4^{1/2} / 400^{1/2} = 0{,}57\ N/mm^2$
$V_{Rd} = v_{min} * b * d = 0{,}57 * 850 * 154 * 10^{-3} = 75\ kN$

Waarbij:
$K_{cap} = 1{,}2$
$K = 1 + \sqrt{(200/d)} = 2{,}00$
$d \approx 190 – 30 – 12/2 = 154$ mm
$f_{ck} = 14{,}4\ N/mm^2$
$f_{yk} = 400\ N/mm^2$

De reactiekracht uit de liggers (2000kN bij AI of 1257kN bij AII) is niet opneembaar. Bij aanrijding zal het dek bij de hoekkolom van de ondersteuning afschuiven. Bij de middenkolom is dit niet het geval.

De dwarskracht en moment in de liggers zijn niet getoetst. Aangezien de liggers oorspronkelijk zijn getoetst op een aanrijdbelasting van 300 kN zullen de liggers niet voldoen.

11 Conclusie en beoordeling

In de vorige hoofdstukken is de verificatieberekening van het object 38F-148 Voetgangersviaduct Bolgerijsekade beschreven. Dit hoofdstuk geeft een conclusie en de beoordeling van het bestaande kunstwerk.

De bovenbouw voldoet niet op aanrijding, al bij relatief kleine kracht treedt er een calamiteit op. Echter in geval van disproportionele kosten, mag rekening worden gehouden met de in het ontwerp aangehouden belastingen op bovenbouw. Deze zou eigenlijk 900 kN moeten zijn (< 2000 kN), maar uit bestaande berekening blijkt dat de ligger helemaal niet op dergelijke aanrijding is berekend (enkel berekend op een kracht van 300 kN tegen onderzijde dek). De situatie is potentieel gevaarlijk, te meer dat de kracht van de bovenbouw niet kan worden doorgegeven naar de hoekkolommen.

Aanrijding van de bovenbouw kan enkel worden voorkomen door de doorrijhoogte aan te passen. Het verlagen van de A27 is een beheersmaatregel waarvan de kosten disproportioneel hoog zullen zijn. Het verhogen van de constructie geeft aan beide kanten een verlenging van de hellingbaan met 20 meter en nieuwe (extra) kolommen voor de kruising met de A27. Ook voor deze oplossing zullen de kosten aanzienlijk zijn.

De onderbouw voldoet eveneens niet bij aanrijding van de kolommen uitgaande van de minimaal voorgeschreven belasting (75% van de normatieve). Bij de toetsing is uitgegaan van de oorspronkelijke beton- en staalkwaliteit volgens tekening. Het toetsen met een hogere sterkteklasse heeft geen merkbare invloed op de toelaatbare momenten en een beperkte invloed op de dwarskracht (beugelwapening is maatgevend). De gevonden unity-checks zijn ook dermate hoog dat nauwkeurige berekeningen geen invloed hebben op de conclusie van de berekening.

Aanrijding van de onderbouw zou verholpen kunnen worden door het aanbrengen van een voertuigkering met minimaal prestatieklasse H4a. Situatie wordt hiermee veiliger, maar de risico's voor wat betreft aanrijding bovenbouw en (eventuele) effecten daarvan op de onderbouw, zullen blijven bestaan. Andere optie is het versterken van de kolommen, deze dienen dan zodanig versterkt te worden dat deze 100% van de aanrijdbelasting conform ROK op kunnen nemen.

Uit de bovenstaande volgt dat de constructie <u>niet</u> voldoet bij aanrijding[3].

Uit de inspectie volgen diverse (oude) schades. Deze hebben geen directe relatie met bovenstaande conclusie omdat deze schades niet door aanrijding komen. De algehele staat van het kunstwerk is matig. De schades moeten hersteld worden.

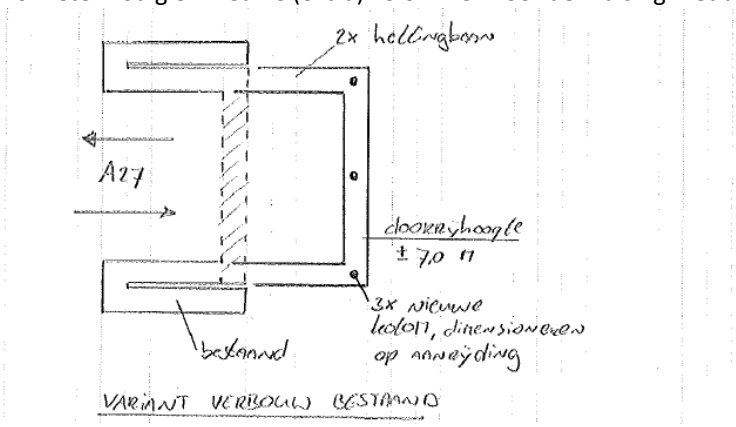
[3] Zoals ook in bovenstaande tekst benoemd mag in het geval van disproportionele kosten uitgegaan worden van de in het ontwerp aangehouden belastingen. Aangezien het ontwerp niet op aanrijding berekend is voldoet het oorspronkelijke ontwerp formeel wel aan de NEN8701 en RBK. Echter wordt afgeraden om deze situatie te accepteren (gevolgen bij aanrijding kunnen aanzienlijk zijn) en daarom is de constructie afgekeurd ten aanzien van aanrijding.

12 Beheersmaatregelen

Gezien de conclusie dat het bestaande kunstwerk niet voldoet zijn er meerdere (beheers)maatregelen mogelijk. Mede gezien het feit dat door de opdrachtgever en beheerder van het object wordt getwijfeld aan het nut/noodzaak van de constructie wordt geadviseerd in overleg met de beheerder een keuze te maken uit onderstaande mogelijkheden.

De keuze van de maatregel is aan de opdrachtgever en beheerder van het kunstwerk en is daardoor niet door het projectteam voor te schrijven.

- Bestaande situatie accepteren;
  Het aanpassen van de A27 heeft geen directe invloed op de constructie of het gebruik daarvan. Omdat in de bestaande en toekomstige situatie niet voldaan wordt aan de geldende eisen m.b.t. de constructieve veiligheid, adviseren wij om geen gebruik te maken van deze optie.
- Eventueel kan aanrijding van de onderbouw worden voorkomen door een voertuigkering aan te brengen. De veiligheid wordt hiermee verbeterd maar het risico op een calamiteit bij aanrijding van de bovenbouw blijft bij deze optie aanwezig. *Kostenindicatie: laag*
- De bestaande constructie verwijderen;
  Er wordt door de opdrachtgever en beheerder getwijfeld aan het nut/noodzaak van de huidige constructie. Overwogen moet worden of een investering aan de constructie noodzakelijk is of dat de constructie kan vervallen dan wel behouden in huidige situatie. *Kostenindicatie: gemiddeld*
- Compleet vervangen;
  Door de bestaande constructie compleet te vervangen kan het risico op aanrijding meegenomen worden in de nieuwe ontwerpberekeningen. Als alternatief kan er worden gekozen voor een verhoogde constructie of onderdoorgang zodat aanrijding niet meer aan de orde is.
  Kostenindicatie: hoog, levensduur 100 jaar.
- Het aanpassen van de constructie;
  Door de constructie aan te passen kan een hogere doorrijhoogte worden gecreëerd waardoor aanrijding van de bovenbouw wordt uitgesloten. Hiervoor is per zijde een extra hellingbaan van 20 meter nodig en nieuwe (extra) kolommen voor de kruising met de A27.



Kostenindicatie: hoog, levensduur 30 jaar

Het behoud van de bestaande constructie is de goedkoopste oplossing waarbij de constructieve veiligheid niet verslechterd ten opzichte van de bestaande situatie, echter wordt dit wel onvoldoende geacht. Wel blijft hierbij het risico op aanrijding en bijbehorende risico op bezwijken en andere gevolgen aanwezig.

Het vervangen van de gehele constructie zal duurder zijn dan enkel het aanpassen van de bestaande constructie. Echter geldt bij vervanging weer een nieuwbouw levensduur van 100 jaar in tegenstelling tot de restlevensduur van 30 jaar bij verbouw. Daarom hebben beide varianten kostenindicatie hoog gekregen. De investeringskosten op korte termijn zijn voor nieuwbouw aanzienlijk hoger.

13 Controle

Om de kwaliteit van deze rapportage te waarborgen, zijn een interne en externe controle uitgevoerd.

13.1 Interne controle

Op 10 september 2015 is door Dhr. P. Breevoort een controle uitgevoerd. De opmerkingen en de verwerking is opgenomen in onderstaande tabel. De genoemde verwerking is reeds uitgevoerd.

Pagina	Opmerking	Verwerking
4	Inleiding inkorten volgens opmerking Niek Talsma.	Verwerkt.
Alg	Diverse tekstuele aanpassingen	Verwerkt.
5	Scope toevoegen.	Verwerkt.
23	Figuurnummering niet juist.	Aangepast.

Tabel 13.1: Interne controle

13.2 Externe controle

Op 24 september 2015 is door Dhr. H Nosewicz van RWS een controle uitgevoerd. Verwerking van de opmerkingen is op 1 oktober besproken. De opmerkingen en de verwerking zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Pagina	Opmerking	Verwerking
Alg.	Diverse tekstuele aanpassingen	Zijn verwerkt
18	Conform EC0 dient te worden gerekend met frequente waarden van de overige variabele belastingen, tenzij ze verwaarloosbaar zijn	Deze zijn verwaarloosbaar. Is opgenomen in de tekst
23	Als de kosten van versterken disproportioneel zijn oorspronkelijke belasting aanhouden (NEN 8701)	Is meegenomen als situatie AIII
24	Conform de NEN-EN 1991-1-7 mag de kracht in geval van situatie AII gereduceerd worden met factor $(1-d/d_b)^{1/2}$. De ROK laat dit voor nieuwbouw niet toe (m.a.w. situatie AI).	Is opgenomen, aanrijdbelasting bepaald voor situaties AI en AII.
24	Aanrijding voor kolom 3 zal over het algemeen niet problematisch zijn voor de A27 en buiten beschouwing kunnen worden gelaten.	Is verwerkt
27	En LG2, c.q. frequente waarde van q_{fk}? Zal wel verwaarloosbaar zijn.	Klopt, deze heeft een verwaarloosbare invloed op de resultaten. Is beschreven in rapport.
33	e.e.a. is onduidelijk. 1500x2,2=3300, betekent dit dat het verschil van 3300-2640 =- 660 kN door de tweede kolom is opgenomen?	Dit verschil komt door de het eigen gewicht brugliggers die de hoekkolom excentrisch belasten. Dit moment is My=660 kNm, zie figuur 9.2. Is toegelicht in rapportage.

39	Reductie van de aanrijdkracht tot 900kN levert niets op → voor het middensteunpunt zou een H4 kering moeten worden aangebracht als beheersmaatregel (eigenlijk een kering dat het verschil tussen 900 en 390 kN kan opnemen)	Dit wordt als conclusie / beheersmaatregel opgenomen
40	Toelaatbare belasting ligt erg dicht bij 900kN, wellicht kan e.e.a. nog worden verfijnd? Eventueel een beperkte beheersmaatregel.	De voorgeschreven belasting van 900kN is maar beperkt opgenomen in de berekening van de bovenbouw, daarnaast is de belasting niet over te brengen naar de onderbouw (zie 10.2). Eventuele verfijning is niet uitgewerkt.
42	Mogelijke beheersmaatregel: dek verhoogd aanbrengen en/of A27 verlagen. Zal wel erg lastig zijn.	Zal in een korte omschrijving worden toegevoegd. Het verhogen van het kunstwerk met circa 2 meter geeft aan beide zijden een extra hellingbaan van 20 meter inclusief aanpassen van de kolommen. Het verlagen van de A27 lijkt gezien de ligging nabij het knooppunt geen optie.
43	Hoe groot zijn de paalkrachten, zijn deze opneembaar?	De fundering van het kunstwerk maakt geen onderdeel uit van het contract. De paalkrachten zijn niet gecontroleerd.

Tabel 13.2: Externe controle

13.3 Interne controle

Op 6-10-2015 is door dhr. P. Breevoort en op 9-10-2015 is door F. Sengers een vakinhoudelijke controle uitgevoerd. Gecontroleerd is of alle externe opmerkingen zijn verwerkt. Uit deze toetsing volgden enkele tekstuele aanpassingen en toevoegingen.

13.4 Externe controle

Op 20 november 2015 is door Dhr. H. Nosewicz van RWS een controle uitgevoerd. Verwerking van de opmerkingen is op 31 maart 2016 besproken. De opmerkingen en de verwerking zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Pagina	Opmerking	Verwerking
18	NH1 – par. 5.3 - Blijkbaar niet, zie hoofdstuk 13.2 en reactie op opmerking NH16	Tekstueel wordt toegevoegd: "Aanrijding is *indien maatgevend* gecombineerd…"
23	NH2 – par. 7.1.3 - Dit is nog steeds niet goed geformuleerd. Jullie geven aan dat dit in AIII is meegenomen, dus behoeft het kunstwerk aan geen belasting te voldoen (zie onder- ligger niet berekend op aanrijding). Wel gedogen dus?	Eerste zin is komen te vervallen.
23	NH3 – par. 7.1.3 - De grote vraag is nu geworden waar voldoet de ligger wel aan? Het heeft namelijk überhaupt geen zin om de onderbouw te dimensioneren op de krachten uit aanrijding bovenbouw van 2000 kN. Immers de energie van de aanrijding bovenbouw wordt voor een groot deel gebruikt / verloren bij het bezwijken van de ligger. Voor het advies naar de beheerder is een uitspraak over de capaciteit van de ligger eveneens belangrijk. Ik zou zeggen, probeer daar een schatting voor te maken en de berekening van de effecten op de onderbouw aan te passen. Als het namelijk zo is dat de aanrijding bovenbouw voor de onderbouw niet maatgevend is, dan kan de onderbouw zinvol van een voertuigkering worden voorzien.	Zoals besproken in overleg 31 maart 2016 is aanvullende beschouwing voor het dek niet nodig.
25	NH4 – par. 7.1.3.1 – Laatste zin van paragraaf is onduidelijk	Laatste zin vervalt en wordt vervangen door: "AII en AIII zijn nagenoeg gelijk daarom is er geen onderscheid gemaakt tussen beide situaties".
25	NH5 – par. 7.1.3.2 - Opmerkingen NH 13 en 14 niet verwerkt en tevens niet voorzien van verantwoording in hoofdstuk 13.2. Zie tevens opmerking NH3	NH13 vervalt. NH14: situatie AI voldoet ook niet, zoals besproken in overleg 31 maart 2016 enkel tekstueel toelichten. Op pagina 26 wordt voetnoot toegevoegd met opmerking: "situatie AI is in principe ongunstiger dan situatie AII. Aangezien situatie AII al niet voldoet is een aanvullende beschouwing voor AI niet relevant".

27	NH6 – par. 7.4 - Opmerking NH16 is niet verwerkt: a. Zie 5.3 EQU, STR en GEO niet genoemd	Punt a. In tekst staat aangegeven dat variabele belasting niet is meegenomen. Zie tevens par. 7.1.2.1 in rapport en reactie NH1. Geen aanpassing benodigd. Punt b vervalt
35	NH7 – par. 9.2 - Zie opmerking NH3	Zie NH3
36	NH8 – par. 9.2 - Zie NH3	Zie NH3
41	NH9 – par. 10.2 - Dus de kolommen behoeven niet op 2000 kN aanrijding bovenbouw te worden berekend. Zie ook NH3.	Bij par. 10.2 is tekst toegevoegd: “ook al voldoet dek niet op 2000 kN is voor volledigheid de kolommen wel getoetst op de bijbehorende kracht ook al kan deze in principe niet optreden. Dek zal namelijk eerder bezwijken”
41	NH10 – par. 10.2 - N.a.v. de reactie van Flow op NH31: in het contract punt 4.4.2 is gesteld dat risicovolle onderdelen van de onderbouw dienen toch worden beschouwd. Daarbij gaat mij niet om de volledige toetsing, maar om een indicatie of er überhaupt een kans bestaat dat de paalkrachten opneembaar zijn. Als niet dan heeft namelijk de versterking van de kolommen weinig zin.	Zoals afgesproken in overleg 31 maart 2016 is er geen extra beschouwing voor de palen benodigd.
42	NH11 – H11 - ? Helemaal niet: 300 kN betreft alleen aanrijding van onder?	Conclusie is aangepast, zie ook reactie volgende opmerking.
42	NH12 – H11 - Dit heeft geen zin als de bovenbouw nog steeds aangereden kan worden en te grote krachten in de kolommen veroorzaakt. Echter: omdat de ligger niet berekend is op aanrijding zullen de krachten op de kolommen beperkt zijn (indicatie?). Tevens kunnen de krachten op de hoekkolommen niet worden overgedragen.	Conclusie is aangepast waarbij delen van voorstel zijn meegenomen.

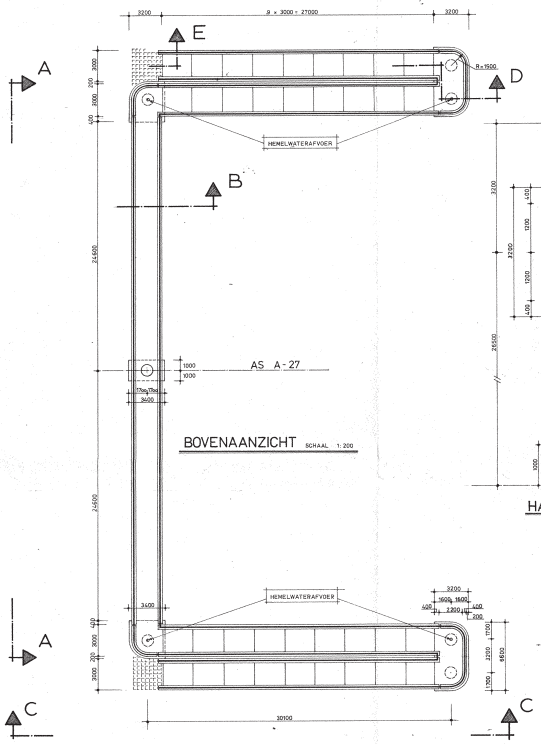
	De conclusies van de beoordeling zouden voor wat mij betreft als volgt kunnen worden opgebouwd: A. Bovenbouw voldoet niet op aanrijding, al bij relatief kleine kracht (welke?) treedt een calamiteit op. Echter in geval van disproportionele kosten, mag rekening worden gehouden met de in het ontwerp aangehouden belastingen op bovenbouw. Deze zou eigenlijk 900 kN moeten zijn (< 2000 kN), maar uit bestaande berekening blijkt dat de ligger helemaal niet op dergelijke aanrijding is berekend. De situatie is potentieel gevaarlijk, te meer dat de kracht van de bovenbouw niet kan worden doorgegeven naar de hoekkolommen, maar uitgaande van het oorspronkelijke ontwerp voldoet formeel wel (NEN 8701, RBK). B. Onderbouw voldoet niet bij aanrijding van de kolommen uitgaande van de minimaal voorgeschreven belasting (75% van de normatieve). Dit zou kunnen worden verholpen door het aanbrengen van een voertuigkering. Situatie wordt hiermee veiliger, maar de risico's voor wat betreft aanrijding bovenbouw en (eventuele) effecten daarvan op de onderbouw betreft, zullen blijven bestaan.	
43	NH13 + NH14 betreft advies tekst, informatief.	Aanbeveling is deels aangepast met advies tekst.

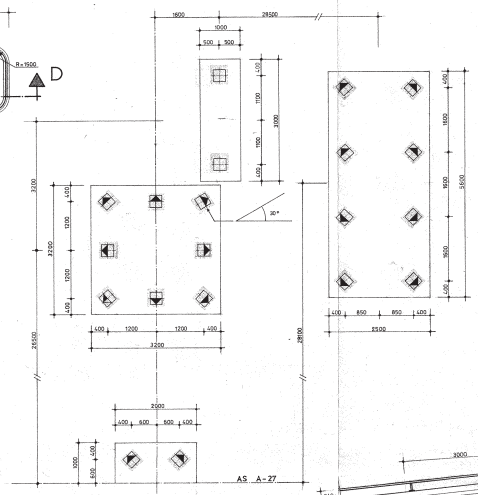
De tekstuele aanvullingen zijn verwerkt door F. Sengers.

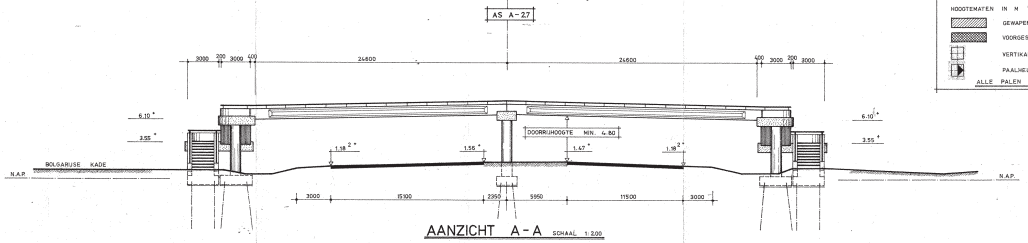
13.5 Interne controle

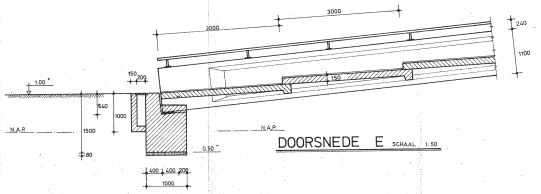
Op 7 april is door dhr. H. Awaad een vakinhoudelijke controle uitgevoerd. Gecontroleerd is of alle externe opmerkingen zijn verwerkt. Dit is het geval.

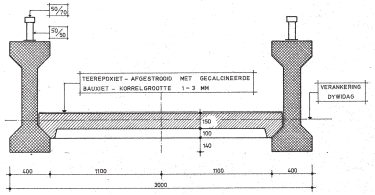
Bijlage 1

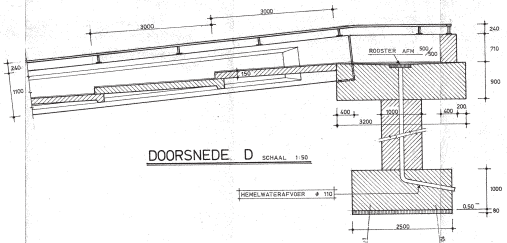


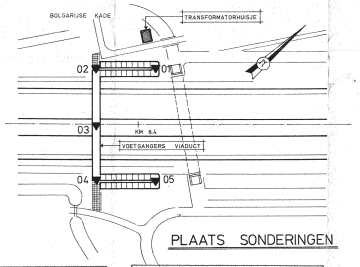


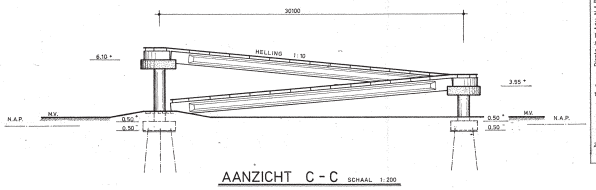


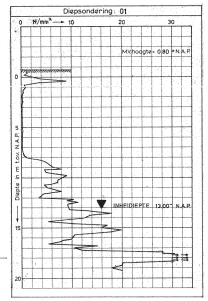


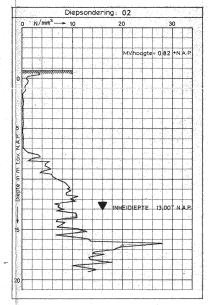


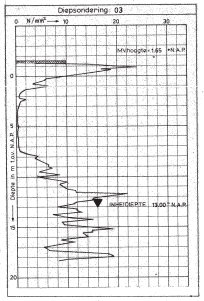


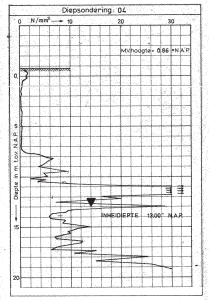


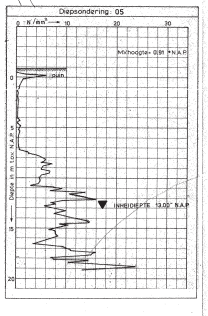






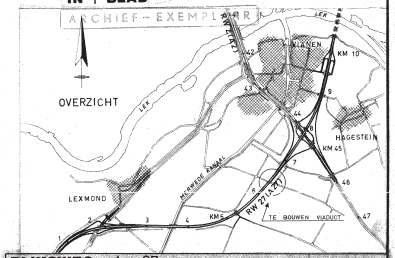






OPMERKINGEN
LENGTEMATEN IN MM
HOOGTEMATEN IN M T.O.V. N.A.P.
GEWAPEND BETON
VOORGESPANNEN BETON
VERTIKALE PAAL
PAALHELLING 10:1
ALLE PALEN LANG 13000

BESTEK NR. W - 2476
DIENST 1978 - 1979
IN 1 BLAD



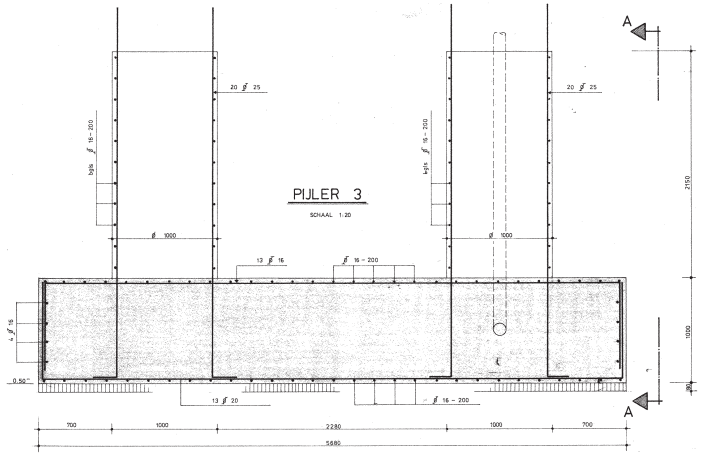
RIJKSWEG A - 27
PROJECT
GEDEELTE Reg. nr. B 46899
Voetgangersviaduct Bolgarijse Kade

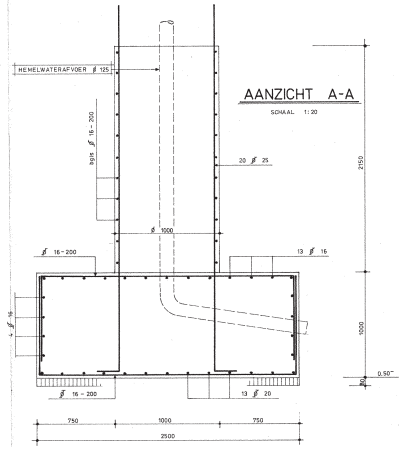
Schaal: 1:200 / 1:50 / 1:20 — 1

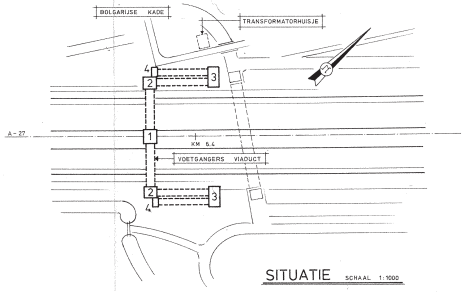
RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE WEGEN
Ontwerpafdeling
KUNSTWERKEN s-GRAVENHAGE

Gem.		Uitl. datum	Formaat: A1
Ge.		dd	Opdrachtnr.
Gecontr.		dd	Archiefnr.
Gezien		dd	GvB-78-090
Uitvoerende dienst: B 1919	Hoofd v.d. uitvoerende dienst	Hoofdingenieur-directeur	Registratiem. uitv. dienst

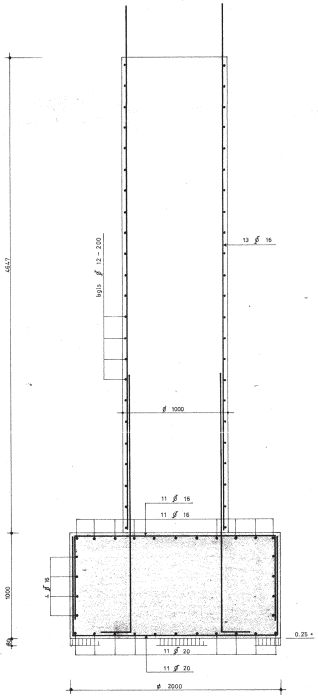
TPF 000 39 F 628 (140)

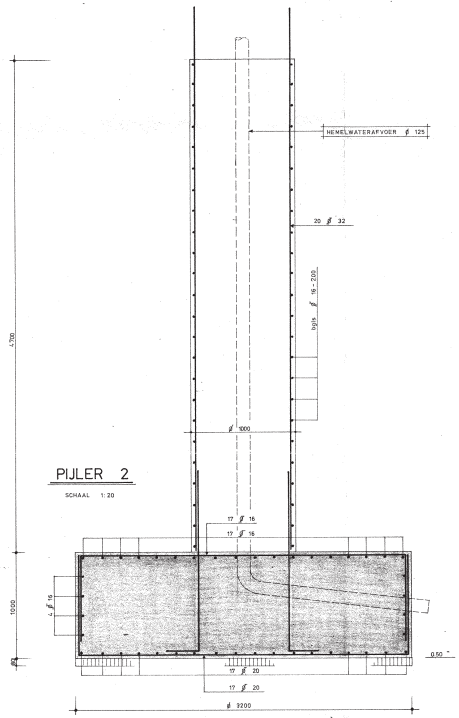






SITUATIE SCHAAL 1:1000





Gereed voor uitvoering
d.d. 790301
de Hoofding.
de t.h.a. VB
vervangt tek. nr.

GEW.	LENGTEMAAT FUNDERING PILJER 3	D.D. 27-4-'79		ACC. VB
GEW.	HOOGTEMAAT KOLOM PILJER 1 - B.K. WERKVLOER PILJER 2	D.D. 29-4-'79		ACC. VB
GEW.	hemelwaterafvoer, hoogtematen, werkvloer	d.d. 26-3-'79		acc. VB

OPMERKINGEN

Reg. nr. B 46903

ALGEMENE GEGEVENS

V.B.	'74	BETONDEKKING OP BUITENSTE WAPENING			
KWALITEIT BETON	B 22,5 KL. I	ONDERDEEL	ONDER	BOVEN	BUITEN
KWALITEIT STAAL	FeB 400	VOETPLATEN	50	30	30
		KOLOMMEN			30
SOORT CEMENT	KLASSE A				
HOEVEELHEID CEMENT kg/m³					

BIJBEHOREND TEKENINGEN

TEK NR	ONDERDEEL
GvB - 79 - 009	PALENPLAN
GvB - 79 - 035	FUNDERINGSBALK 4
GvB - 79 - 039	KOLOMTAFELS
GvB - 79 - 041	WAPENING KOLOMTAFELS

ARCHIEF - EXEMPLAAR

rijksweg A - 27 | TOP. COD. 38 F 620 (148)
projekt
gedeelte Lexmond - Lek

Voetgangersviaduct Bolgarijse Kade
Maatvoering & wapening
Voetplaten en kolommen pijlers

schalen 1 : 1000 / 1 : 200 — 4

rijkswaterstaat
directie wegen
afdeling ontwerpen
AFD. KUNSTWERKEN

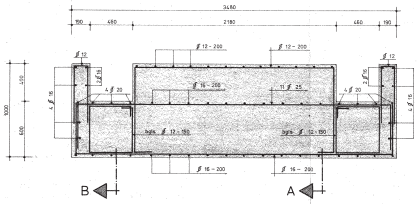
ontw.		dd.	par.	formaat A1
gct.	R. NAESSENS	dd. 790301	par.	opdrachtnr.
gekontr.		dd.	par.	archiefnr. GvB - 79 - 019
gez.		dd. 790301	par.	

BESTEK W - 2476

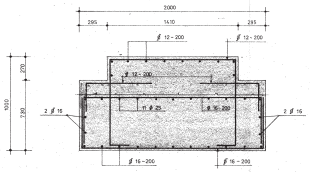
hoofd van de uitvoerende dienst B 1919

registratienr. uitv. dienst

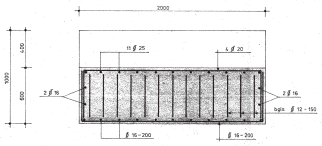
GvB-79-041



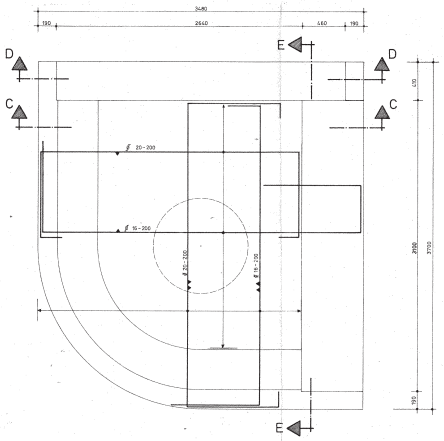
MIDDENPIJLER KOLOMTAFEL SCHAAL 1:20



DOORSNEDE A SCHAAL 1:20

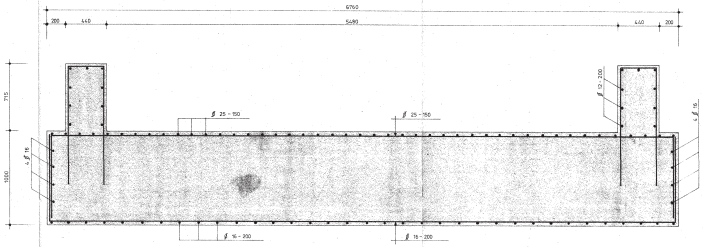


DOORSNEDE B SCHAAL 1:20

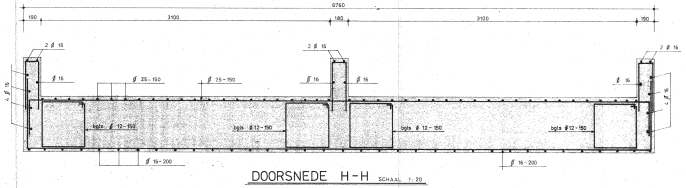


BOVENAANZICHT HOEKPIJLER

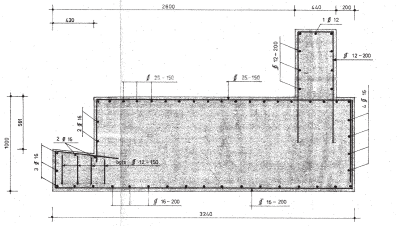
SCHAAL 1:20



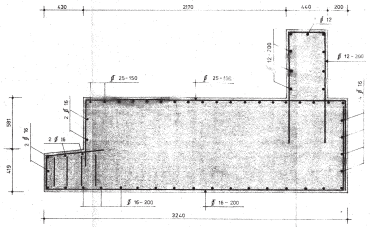
DOORSNEDE G-G SCHAAL 1:20



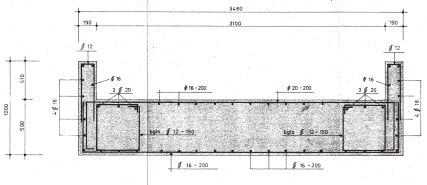
DOORSNEDE H-H SCHAAL 1:20



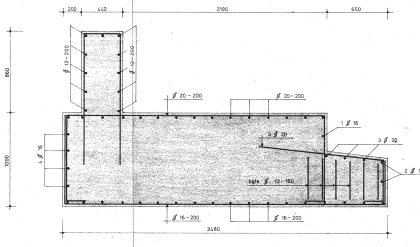
DOORSNEDE K-K SCHAAL 1:20



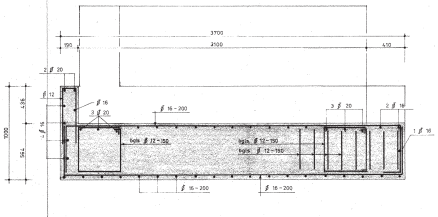
DOORSNEDE L-L SCHAAL 1:20



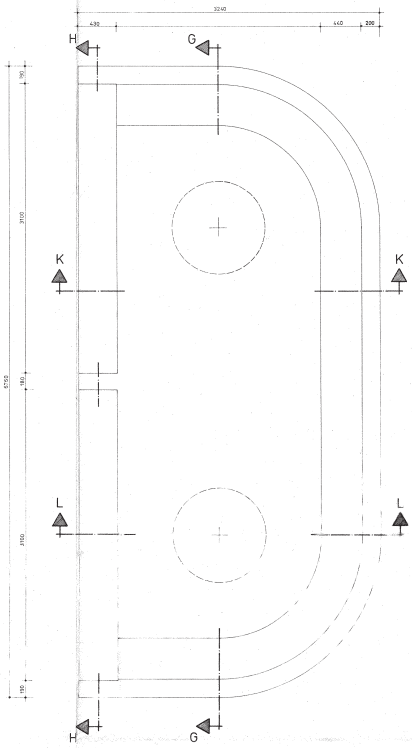
DOORSNEDE D-D SCHAAL 1:20



DOORSNEDE C-C SCHAAL 1:20



DOORSNEDE E-E SCHAAL 1:20



Gereed voor uitvoering
d.d. 79-05-23
de hoofding
de t.h.a. [illegible]
vervangt tek. nr.

Nr	GEWIJZIGD ONDERDEEL	D.D.	PAR	ACC
E				
D				
C				
B				
A				

OPMERKINGEN

ALGEMENE GEGEVENS

V.B.	*N.	BETONDEKKING OP BUITENSTE WAPENING			
KWALITEIT BETON	B 22,5 KL I	ONDERDEEL	ONDER	BOVEN	BUITEN
KWALITEIT STAAL	FeB 400	KOLOMTAFELS	30	30	30
SOORT CEMENT	KLASSE A				
HOEVEELHEID CEMENT in kg/m³					

BIJBEHORENDE TEKENINGEN

TEK NR	ONDERDEEL
GvB-79-539	MAATVOERING KOLOMTAFELS

Reg. nr. B 46906

rijksweg A-27 | TOP COD 38 F 620 (rvd)

projekt ARCHIEF-EXEMPLAAR

gedeelte Lexmond - Lek

Voetgangersviaduct Bolgarijse Kade

Maatvoering & wapeningsschets

Kolomtafels

schalen 1:20

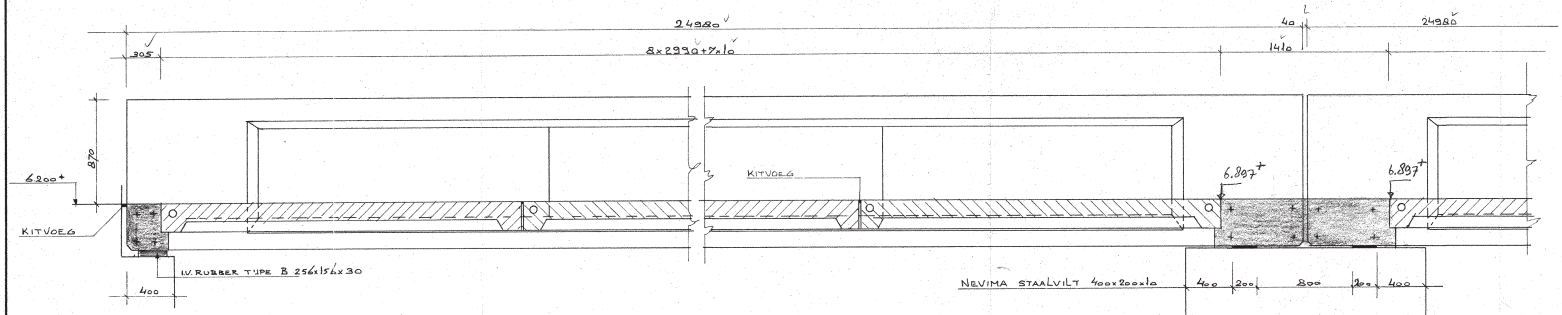
9

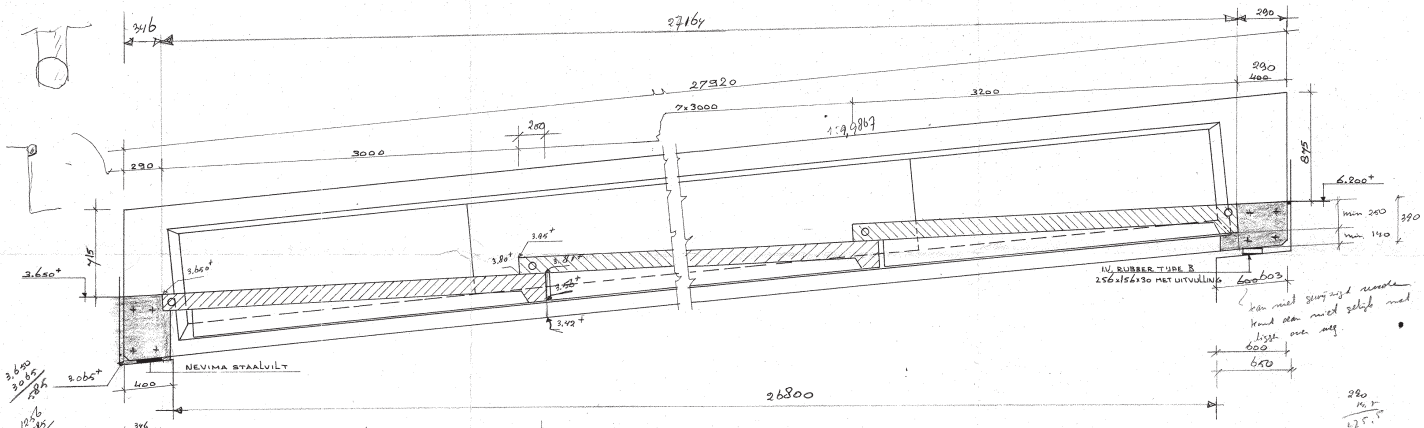
rijkswaterstaat
directie wegen
afdeling ontwerpen

ontw.		dd.	par.
get.	R NAESSENS	dd. 79-5-23	par.
gekontr.		dd.	par.
akk.		dd. 79-6-13	par. W

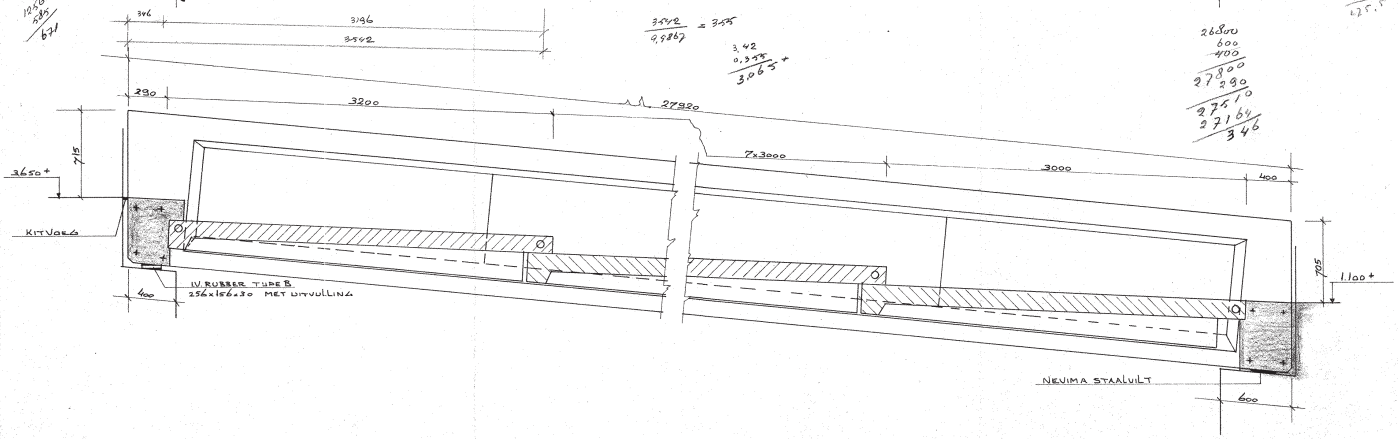
uitvoerende dienst: BESTEK W-2476

hoofd van de uitvoerende dienst: B 1919





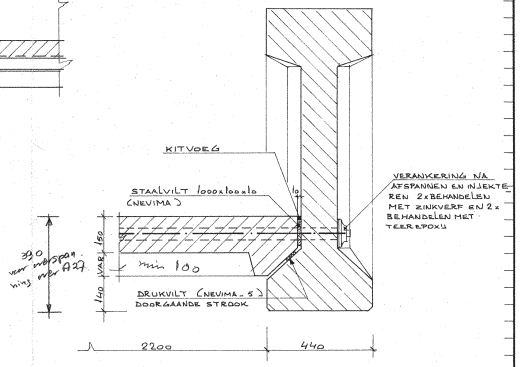
van met sleufzagen moeten kend dan niet zelfde met lizzet ook mag

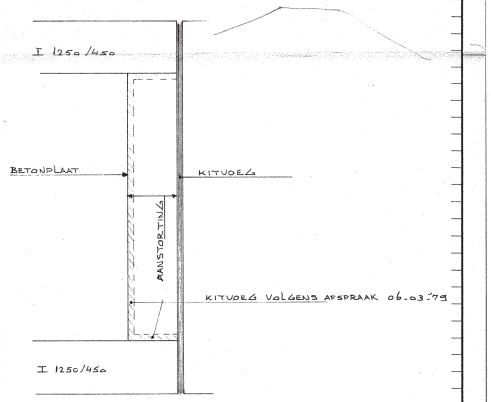


$\frac{3542}{0,9867} = 3555$

3.42
0.375
3.065+

26800
600
400
27800
290
27510
27160
346





13

GEMEENTE WERKEN
RELATIEF
No. 17182
12 MAART 1979

INDEX	DATUM	NAAM	WUZIGINGEN

Deze tekening en de inhoud van de bijbehorende bijlage, zoals beschrijvingen en berekeningen, zijn uns gesetzlijk eigendom. Zij mogen zonder onze toestemming niet worden vermenigvuldigd, aan derden ter inzage worden gegeven of gebruikt worden voor een ander doel dan waarvoor zij aan de ontvanger zijn verstrekt.

SCH.: 1:20 1:10

ONDERDEEL:

GET.: Kramer DAT.:

GEC.: GEZ.:

CODENAAM: LEXMOND-LEK

OPDRACHTGEVER:

CODE:

TEK.NR.: A9706-01

SPANBETON Nederlandse Spanbeton Maatschappij b.v.

Tel 01714-9115

B 1919

SCHIEEXEMPLAAR

ARCHIEF - EXEMPLAAR

B 1919

ODANBETON	CODE: LEXMOND - LEK	SCHEMA	
	OPDRACHTGEVER: RWS. DIR WEZEN	WERK NR. W 9024 - 102	

MERK	PROFIEL	AANTAL	M³	TON	LENGTE
0102	I 1250/450	4	9,00	22,5	27920

INDEX	DATUM	NAAM	WUZIGING

CODE:

GET. Kramer — GEZ.
GEC. G.W. Hebel — DAT.
BETONKWALITEIT PC1 41E/B25E
PLANNING LENGTE

BETON STAAL

TEK. NR.	NR.	AANTAL	LENGTE MM	⌀ MM	KWAL. 22	KWAL. 40	KWAL. 50	A G	B H	C K	D L	E M	F N	X W	Y Z	GEWICHT KG.
	T1a	5	27870	20			x	27870								345,0
	T12a	14	3400	8			x	±365	1185	375	1185	±365				18,8
	T10a	180	2400	8			x	1185	⌀40	1185						170,6
	T27a	194	1120	8			x	±190	95	375	225	±190		160	105	85,8
														185	120	,
	T13a	180	950	8			x	±190	130	375	130	±190		180	50	67,6
														180	50	,
9024-52	NET	10		6			x									6,0
																,
																,
																,
																,
																,
															TOTAAL	693,8

RIJKSWATERSTAAT
Dir. Waterw. afd. Tech. ondersteuning
VELLING KRAMEN 0 AAN ONDERZIJDE IN LANGSRICHTING 15x15 MM
AAN KOPVLAK 20x20 MM
d.d. 19 mei 79
de t.h.a.
de h. h.
BETONAFDELING

18

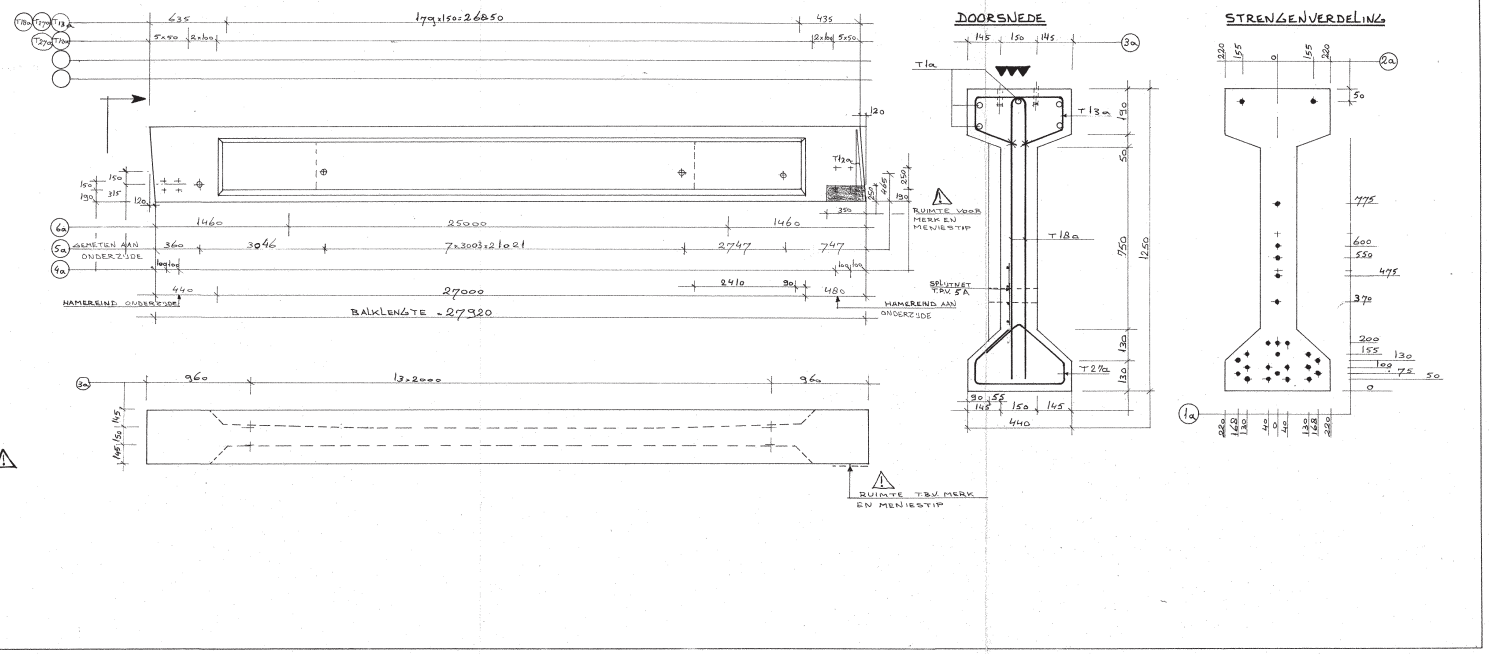
AFWERKING STORTVLAK ▼▼▼

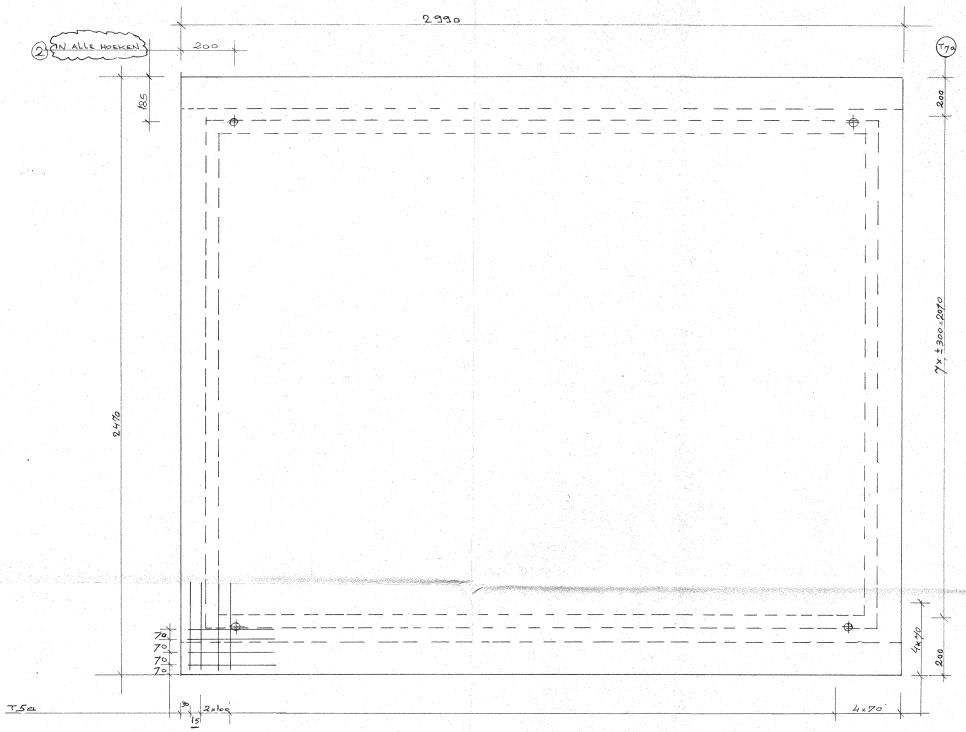
AFWERKING UITEINDEN ■ STRENGEN VLAK AFSLIPEN EN KOPVLAK 2x BEHANDELEN MET GRUZE EPOXU ⚠

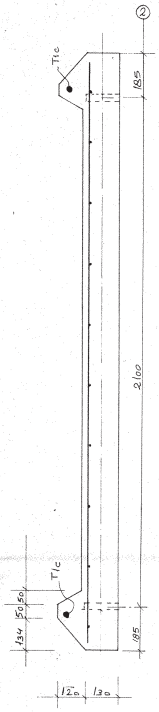
LU 13D	6a	2	HUSLOSSEN	T.P.V. HUSLUS BETON 20mm VERDIEPT UITSCHEPPEN
	5a	10	SPARING	⌀7%/66
BV 50	4a	8	SCHROEFHULS	M16
BV 50	3a	28	SCHROEFHULS	M16
	2a	2	STRENGEN ⌀12	⚠ 770/71500
	1a	24	STRENGEN ⌀12	1535/143000

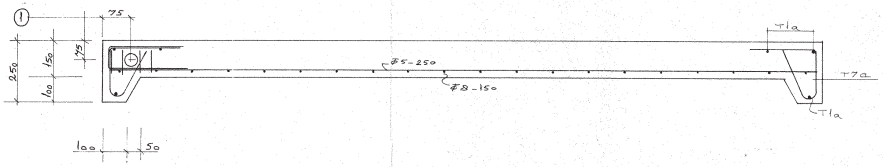
TEK. NR.	NR.	AANTAL	OMSCHRIVING	A G	B H	C K	D L	E M	F N	OPMERKINGEN
				AFMETINGEN IN MM						

VERZAMEL STAAT









BETONSTAAL												KWAL FEB 500
					AFMETINGEN IN MM							
TYPE	AANTAL	LENGTE MM	⌀ MM	GEW KG	A	B	C	D	E	F	X	Y
					a	H	K	L	M	N	W	Z
NET	1	2940	8-5	23,5	2940 x 2400				8-150	5-250		
T1a	6	2200	8	5,2	2200							
T7a	16	800	6	2,8	430	200	±206				0 180	470 100
T5a	32	1000	8	12,6	±480	90	±480					
T1c	2	2900	16	9,2	2900							

OPMERKINGEN

BETONDEKKING : 25 MM
KUBUSSTERKTE : P'_{c1} : 24 N/mm² o.B 30 (NA 28 DAGEN)
CEMENT : ENCI . PER M³ BETON 375 KG
POS.NR. 2 DIENT ERVOOR OM HET ELEMENT UIT HET MODEL TE HUSEN

RIJKSWATERSTAAT
Dir. Wegen, afd. 's-Gravenhage
GOEDGEKEURD:
d.d. 19 JUNI 1979
de t.h.a.
de h. Ir.
BETONAFDELING

		AFWERKING STORTVLAK				
2	4	SCHROEFHULS	M20 L=130		TYPE 1074	
1	1	OMHULLINGSBUIS	⌀ 72/66			
MERK POS	AANT.	BENAMING	AFMETINGEN	GEW.	KWALITEIT	

MERK	AANTAL	AFMETINGEN	GEWICHT	M³
0301	12	2990x2470x250	3156	1,26

INDEX	DATUM	NAAM	WUZIGINGEN

Deze tekening en de inhoud van de bijbehorende bijlage, zoals beschrijvingen en berekeningen, zijn ons geestelijk eigendom. Zij mogen zonder onze toestemming niet worden vermenigvuldigd, aan derden ter inzage worden gegeven of gebruikt worden voor een ander doel dan waarvoor zij aan de ontvanger zijn verstrekt.

SCH.: —
GET.: Kramer DAT.:
GEC. G. Wittebol GEZ. M. Peters
ONDERDEEL:
CODENAAM: LEXMOND-LEK W2475
OPDRACHTGEVER: RWS. DIR. WEGEN
CODE: —
TEK.NR. W9024 - 301

SPANBETON Nederlandse Spanbeton Maatschappij b.v.

21

ARCHIEF-EXEMPLAAR

B 1919

Bijlage 2

Inspectie kunstwerken
Flow 27

Bolgerijsekade. Objectcode 38F-148

Bolgerijsekade, Objectcode 38F-148
A27, hm.54.960.

wij verbinden

Inhoudsopgave

1 Samenvatting. 3

2 Inspectieresultaten. 4

3 Inspectieschets 12

1 Samenvatting.

Op 29 juni 2015 heeft Movares een inspectie uitgevoerd aan de Bolgerijsekade.

Objectcode: 38F-148.
Het object is gelegen in de A27 op hm. 54.960

Bij de inspectie zijn alle onderdelen van de betonconstructie visueel beoordeeld.

Algemene opmerkingen: vele chloride schades en wapening zichtbaar.

Er zijn behoudens onderstaande schades geen gebreken/tekortkomingen geconstateerd.
Aangetroffen schades.

- Diverse chloride schades en losse schol.
- Zichtbare wapening op diverse locaties.
- Lichte scheurvorming met kalkuitbloeding.
- Reparaties beginnen weer te scheuren.

Onderstaande opmerkingen vanuit de mail van 09-07-2015 zijn al richting RWS verstuurd.

Vanmiddag met onze betontechnoloog langs de Bolgerijsekade geweest.

Hier onze bevindingen:

1. Er is een losse betonschol zichtbaar (afgedrukt beton) waarbij het gevaar aanwezig is dat deze betonschol naar beneden kan vallen en zo een gevaar voor het wegverkeer kan opleveren.
   Locatie: rijrichting Breda – Utrecht boven de uitvoegstrook richting Utrecht / Amsterdam.
   Het is de 3^{e} betonplaat vanaf de het steunpunt.

2. Diverse betonplaten vertonen aan de onderzijde chlorideschades. Hierbij is het mogelijk dat op termijn ook losse schollen ontstaan.
   Het is daarom aan te bevelen om de onderzijde van de brug regelmatig (ca. 1 maal per jaar) op losse schollen te inspecteren.

Ons advies naar RWS is om met een korte wegafzetting de losse schol onder punt 1 te verwijderen.

2 Inspectieresultaten.

Kunstwerkcode	Bolgerijsekade 38F-148
Schade nr	*1*
Onderdeel:	*Onderkant dek, (trap naar de overspanning over de A27)*
Schade tekst:	*Op diverse locaties wapening zichtbaar Ca 8 locaties (totaal schade oppervlak ca 1 m2)*
Oorzaak:	*Chlorideschade*
Bereikbaarheid:	*Goed*
Foto's	*1-4*

Foto 1	Foto 2
Foto 3	Foto 4

Kunstwerkcode	Bolgerijsekade 38F-148
Schade nr	*2*
Onderdeel:	*Brugrand en bovenkant dek (trap naar de overspanning over de A27)*
Schade tekst:	*Zichtbare wapening*
Oorzaak:	*Carbonatatie*
Bereikbaarheid:	*Goed*
Foto's	*5-7*

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Kunstwerkcode	Bolgerijsekade 38F-148
Schade nr	*3*
Onderdeel:	*Onderkant dek (trap naar de overspanning over de A27)*
Schade tekst:	*Lichte scheurvorming met kalkuitbloeding (ca 2 m1 SW< 0.3 mm)*
Oorzaak:	*Onbekend*
Bereikbaarheid:	*Goed*
Foto's	*8-9*

Foto 8	Foto 9

Kunstwerkcode	Bolgerijsekade 38F-148
Schade nr	*4*
Onderdeel:	*Onderkant dek (trap naar de overspanning over de A27)*
Schade tekst:	*Oude reparaties beginnen los te raken/scheuren op enkele locaties*
Oorzaak:	*Slechte reparaties*
Bereikbaarheid:	*Goed*
Foto's	*10-11*

Foto 10	Foto 11

Kunstwerkcode	Bolgerijsekade 38F-148
Schade nr	*5*
Onderdeel:	*Onderkant dek (overspanning over de A27)*
Schade tekst:	*Op diverse locaties scheurvorming met roestuitbloeding, op 1 locatie losse schol boven wegdek (foto 14).*
Oorzaak:	*Chlorideschades*
Bereikbaarheid:	*Met wegafzetting en hoogwerker*
Foto's	*12-14*

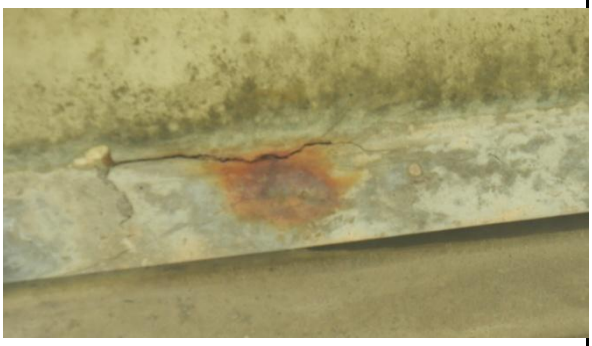


Foto 12	Foto 13

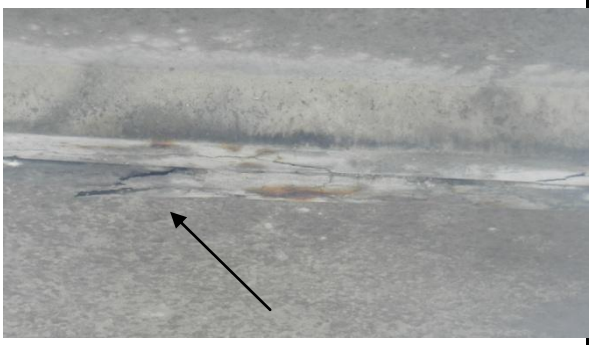
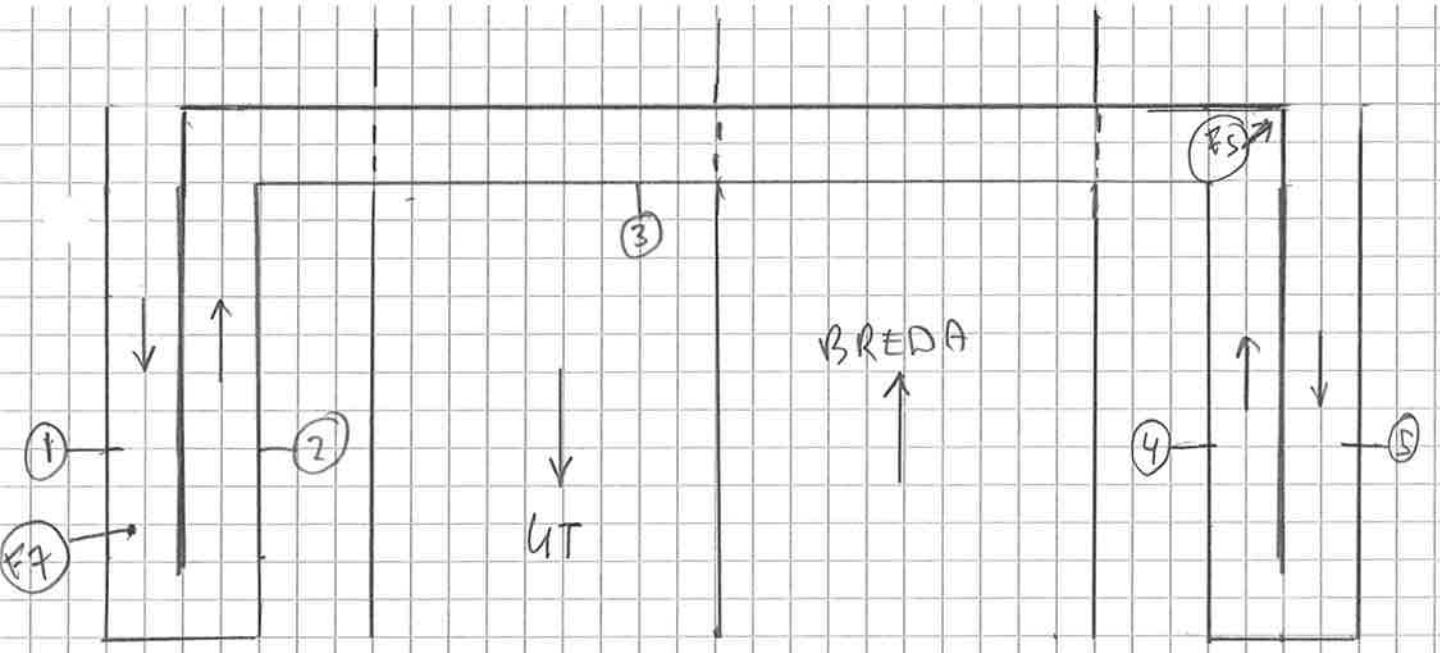
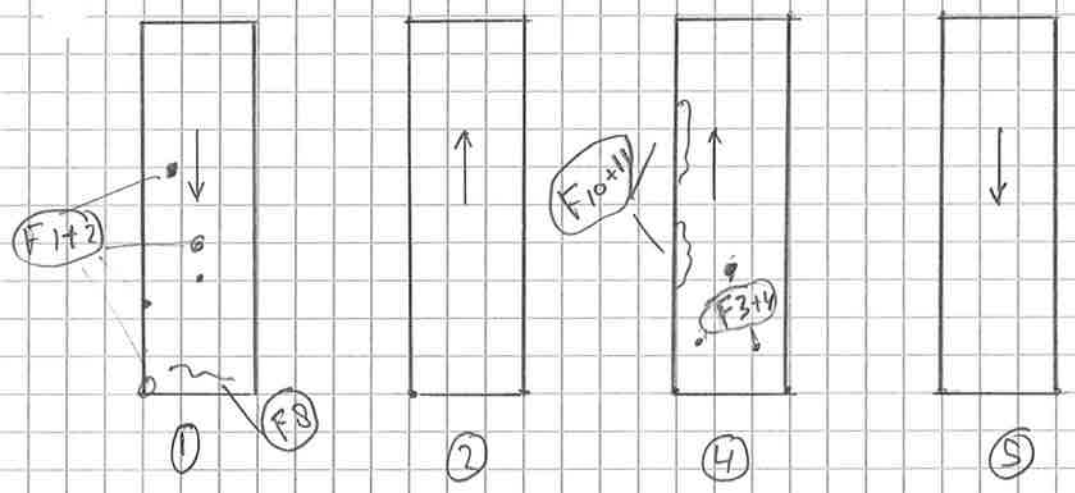



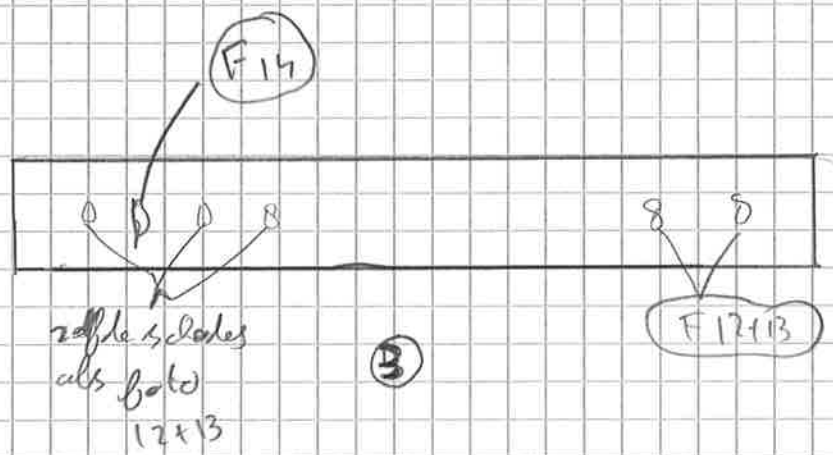
Foto 14	

3 Inspectieschets



- Onderkant dekken (1-4)





Bolgenschade. 38F-145 Km. 54.960

Tekening niet op schaal.

Bijlage 3

UITVOER BEREKENING PIJLER 1

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 2
2. Geometrie en Materialen 2
2.1. Materialen 2
2.2. Doorsneden 2
2.3. Materialen 4
2.4. Knopen 4
2.5. 2D-elementen 4
2.6. Staven 4
2.7. Knoopondersteuningen 5
2.8. Lijnondersteuningen op staven 5
2.9. Rekenmodel 6
3. Belastingen en Belastingcombinaties 7
3.1. Belastingsgevallen 7
3.2. Belastingsgevallen 7
3.2.1. Belastingsgevallen - BG1 7
3.2.2. Belastingsgevallen - BG2 8
3.2.2.1. Puntlast op knoop 8
3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand 8
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3 9
3.2.3.1. Puntlast op staaf 9
3.3. Combinaties 10
3.4. Resultaatklasses 10
4. Resultaten 11
4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My 11
4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 11

2. Geometrie en Materialen

2.1. Materialen

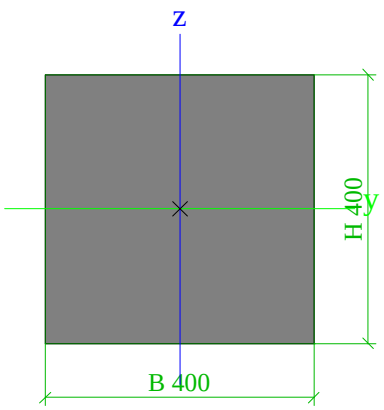
Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m^3]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.2. Doorsneden

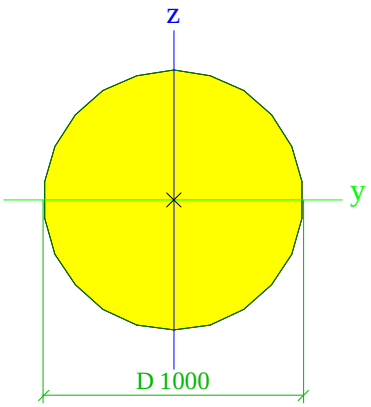
CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	400; 400	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C45/55_palen	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	1,6000e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	1,3333e-01	1,3333e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	1,6000e+00	1,6000e+00
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	200	200
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	2,1333e-03	2,1333e-03
iy [mm], iz [mm]	115	115
Wely [m^3], Welz [m^3]	1,0667e-02	1,0667e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	3,6027e-03	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



CS2		
Type	Cirkel	
Uitgebreid	1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C16/20	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	7,8540e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	7,0686e-01	7,0686e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	3,1414e+00	3,1414e+00
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	500	500
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	4,9087e-02	4,9087e-02
iy [mm], iz [mm]	250	250
Wely [m^3], Welz [m^3]	9,8175e-02	9,8175e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	1,6667e-01	1,6667e-01
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	9,8175e-02	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
Ay	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
Az	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
cYUCS	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
cZUCS	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting

Verklaring van symbolen	
	van het invoer assen systeem
IYLCS	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
IZLCS	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
IYZLCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem

Verklaring van symbolen	
Iy	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
Iz	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
iy	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
iz	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as
Wely	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Welz	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Wply	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Wplz	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Mply+	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment

Verklaring van symbolen	
Mply-	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
Mplz+	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
Mplz-	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
dy	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
dz	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
It	Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd
Iw	Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd
β y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Materialen

Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K1	-1,000	-1,000	0,750
K2	1,000	-1,000	0,750
K3	1,000	1,000	0,750
K4	-1,000	1,000	0,750
K5	0,600	0,600	0,750
K6	-0,600	0,600	0,750
K7	-0,600	-0,600	0,750
K8	0,600	-0,600	0,750
K9	-1,900	1,900	-12,250
K10	-1,900	-1,900	-12,250
K11	1,900	-1,900	-12,250

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K12	1,900	1,900	-12,250
K13	0,000	0,000	0,750
K14	0,000	0,000	5,900
K15	-1,740	-1,000	5,900
K16	1,740	-1,000	5,900
K17	1,740	1,000	5,900
K18	-1,740	1,000	5,900
K19	-1,320	-1,000	5,900
K20	1,320	-1,000	5,900
K21	-1,320	1,000	5,900
K22	1,320	1,000	5,900

2.5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Rekenmodel	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000
E2	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000

2.6. Staven

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Type
					Eindknoop	EEM-type
S1	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K6	Algemeen (0)
					K9	standaard
S2	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K7	Algemeen (0)
					K10	standaard

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Type
					Eindknoop	EEM-type
S3	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K8	Algemeen (0)
					K11	standaard
S4	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K5	Algemeen (0)
					K12	standaard
S5	CS2 - Cirkel (1000)	Laag1	5,150	Lijn	K13	Kolom (100)
					K14	standaard

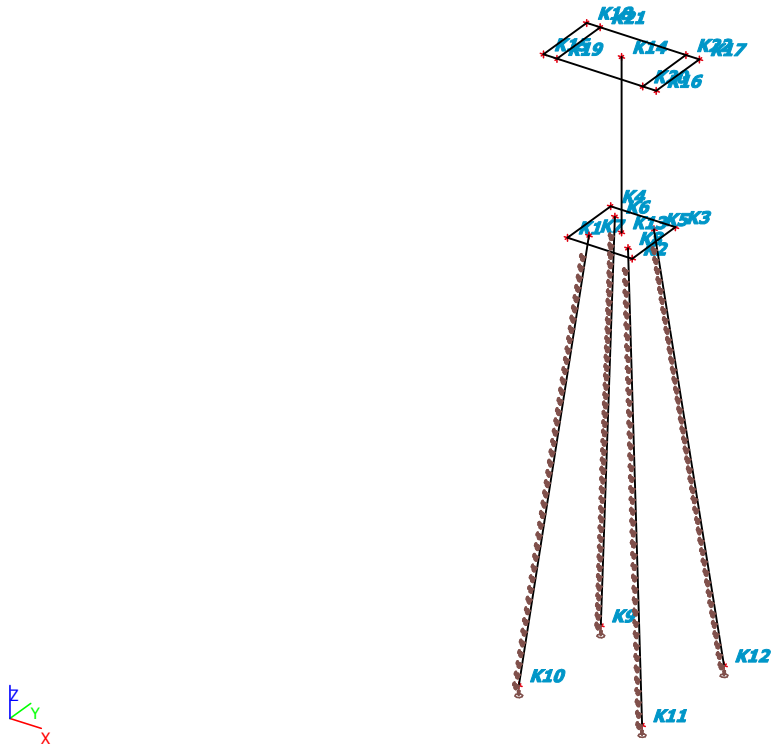
2.7. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K9	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K10	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K11	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K12	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

2.8. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors						
Slb1	Lijn	S1	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb2	Lijn	S2	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb3	Lijn	S3	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb4	Lijn	S4	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb5	Lijn	S1	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb6	Lijn	S2	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb7	Lijn	S3	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb8	Lijn	S4	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						

2.9. Rekenmodel



3. Belastingen en Belastingcombinaties

3.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	eigen gewicht	Permanent	LG1	-Z		
		Eigen gewicht				
BG2	rustend	Permanent	LG1			
		Standaard				
BG3	aanrijding	Variabel	LG2		Onmiddellijk	Geen
	Standaard	Statisch				

3.2. Belastingsgevallen

3.2.1. Belastingsgevallen - BG1

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

3.2.2. Belastingsgevallen - BG2

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

3.2.2.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast1	K19	BG2 - rustend	GCS	Z	Kracht	-151,93
Puntlast2	K21	BG2 - rustend	GCS	Z	Kracht	-151,93
Puntlast3	K22	BG2 - rustend	GCS	Z	Kracht	-151,93
Puntlast4	K20	BG2 - rustend	GCS	Z	Kracht	-151,93

3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	Belastingsgeval	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
		Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	BG2 - rustend	Kracht	Z	-7,66	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS3	BG2 - rustend	Kracht	Z	-7,66	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

3.2.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3	aanrijding	Variabel	LG2	Onmiddellijk	Geen
	Standaard	Statisch			

3.2.3.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	S5	GCS	-1500,00	2,100	Abso	1
	BG3 - aanrijding	X	Kracht		Vanaf begin	

3.3. Combinaties

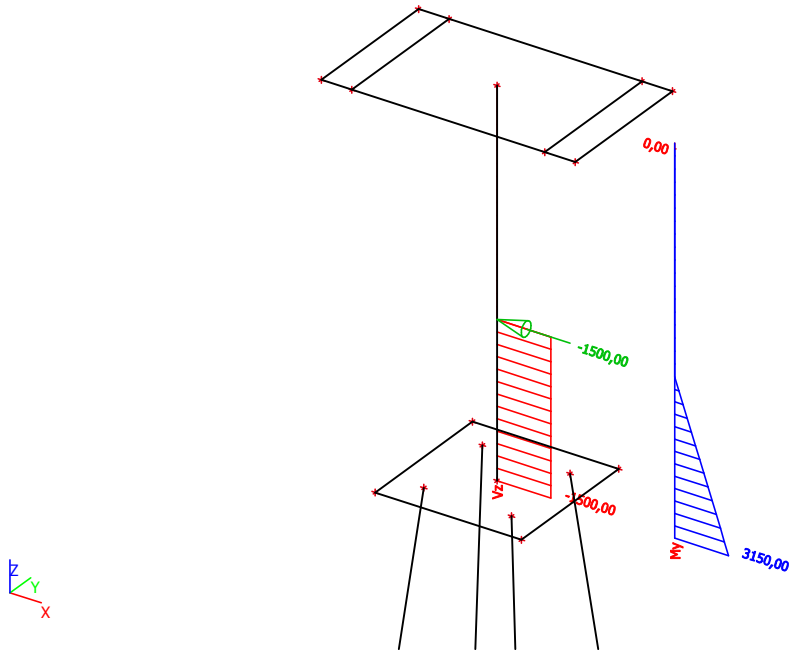
Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Lineair - UGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - rustend	1,00
			BG3 - aanrijding	1,00

3.4. Resultaatklasses

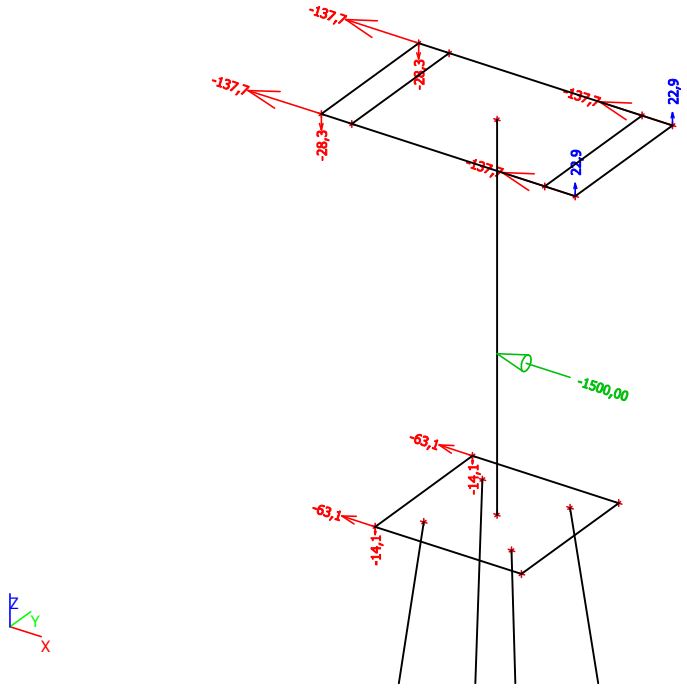
Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 - Lineair - UGT

4. Resultaten

4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My



4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



UITVOER BEREKENING PIJLER 2

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 2
2. Geometrie en Materialen 2
2.1. Materialen 2
2.2. Doorsneden 2
2.3. Materialen 4
2.4. Knopen 4
2.5. 2D-elementen 5
2.6. Staven 5
2.7. Knoopondersteuningen 5
2.8. Lijnondersteuningen op staven 6
2.9. Rekenmodel 7
3. Belastingen en Belastingcombinaties 8
3.1. Belastingsgevallen 8
3.2. Belastingsgevallen 8
3.2.1. Belastingsgevallen - BG1 8
3.2.1.1. Rekenmodel 8
3.2.2. Belastingsgevallen - BG2 9
3.2.2.1. Puntlast op knoop 9
3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand 9
3.2.2.3. Rekenmodel 9
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3 10
3.2.3.1. Puntlast op staaf 10
3.2.3.2. Rekenmodel 10
3.2.4. Belastingsgevallen - BG4 11
3.2.4.1. Puntlast op staaf 11
3.2.4.2. Rekenmodel 11
3.3. Combinaties 12
3.4. Resultaatklasses 12
4. Resultaten per combinatie 13
4.1. Resultaten per combinatie - Combi1 13
4.1.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 13
4.1.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 13
4.2. Resultaten per combinatie - Combi2 14
4.2.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 14
4.2.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 14
4.3. Resultaten per combinatie - Combi3 15
4.3.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 15
4.3.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 15
4.4. Resultaten per combinatie - Combi4 16
4.4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 16
4.4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 16

2. Geometrie en Materialen

2.1. Materialen

Beton EC2

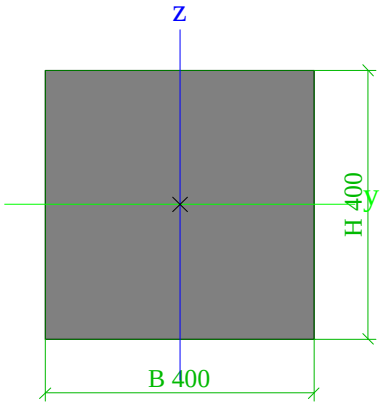
Naam	Type	Massa eenheid [kg/m^3]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.2. Doorsneden

CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	400; 400	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C45/55_palen	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	1,6000e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	1,3333e-01	1,3333e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	1,6000e+00	1,6000e+00

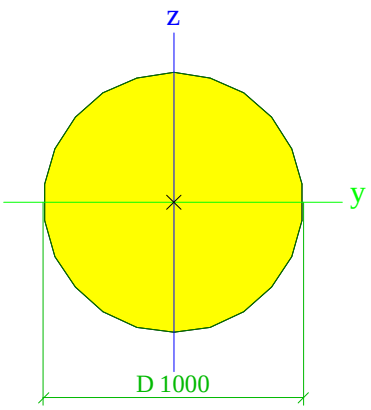
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	200	200
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	2,1333e-03	2,1333e-03
iy [mm], iz [mm]	115	115
Wely [m^3], Welz [m^3]	1,0667e-02	1,0667e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	3,6027e-03	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



CS2		
Type	Cirkel	
Uitgebreid	1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C16/20	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	7,8540e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	7,0686e-01	7,0686e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	3,1414e+00	3,1414e+00
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	500	500
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	4,9087e-02	4,9087e-02
iy [mm], iz [mm]	250	250
Wely [m^3], Welz [m^3]	9,8175e-02	9,8175e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	1,6667e-01	1,6667e-01
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	9,8175e-02	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
Ay	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
Az	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
cYUCS	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
cZUCS	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
IYLCS	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
IZLCS	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
IYZLCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
Iy	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
Iz	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
iy	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
iz	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
Wely	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Welz	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Wply	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Wplz	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Mply+	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
Mply-	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
Mplz+	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
Mplz-	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
dy	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
dz	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
It	Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd
Iw	Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd
β y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Materialen

Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K30	-1,600	24,960	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K31	1,600	24,960	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K32	1,600	28,160	0,000
K33	-1,600	28,160	0,000
K34	-1,200	27,760	0,000
K35	-1,200	26,560	0,000
K36	-1,200	25,360	0,000
K37	1,200	25,360	0,000
K38	0,000	25,360	0,000
K39	1,200	26,560	0,000
K40	1,200	27,760	0,000
K41	0,000	27,760	0,000
K42	0,000	26,560	0,000
K43	-2,500	29,060	-13,000
K44	-2,500	26,560	-13,000
K45	-2,500	24,060	-13,000
K46	2,500	29,060	-13,000
K47	2,500	26,560	-13,000
K48	2,500	24,060	-13,000
K49	0,000	24,060	-13,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K50	0,000	29,060	-13,000
K51	0,000	26,560	4,750
K52	1,860	28,300	4,750
K53	1,860	24,820	4,750
K54	-1,740	24,820	4,750
K56	0,000	28,300	4,750
K57	-1,740	26,560	4,750
K58	-1,242	27,832	4,750
K59	-1,420	24,820	4,750
K60	-1,420	26,560	4,750
K63	1,860	25,140	4,750
K67	1,860	27,980	4,750
K68	0,000	27,980	4,750
K72	1,320	24,820	4,750
K73	1,320	25,140	4,750
K75	-1,022	27,600	4,750
K76	-1,022	27,600	4,750

2.5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Rekenmodel	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E5	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000
E7	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000

2.6. Staven

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop	Type
					Eindknoop	EEM-type
S6	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K34	Algemeen (0)
					K43	standaard
S7	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,065	Lijn	K35	Algemeen (0)
					K44	standaard
S8	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K36	Algemeen (0)
					K45	standaard
S9	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K40	Algemeen (0)
					K46	standaard
S10	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,065	Lijn	K39	Algemeen (0)
					K47	standaard
S11	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K37	Algemeen (0)
					K48	standaard
S12	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,065	Lijn	K38	Algemeen (0)
					K49	standaard
S13	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,065	Lijn	K41	Algemeen (0)
					K50	standaard
S14	CS2 - Cirkel (1000)	Laag1	4,750	Lijn	K42	Kolom (100)
					K51	standaard

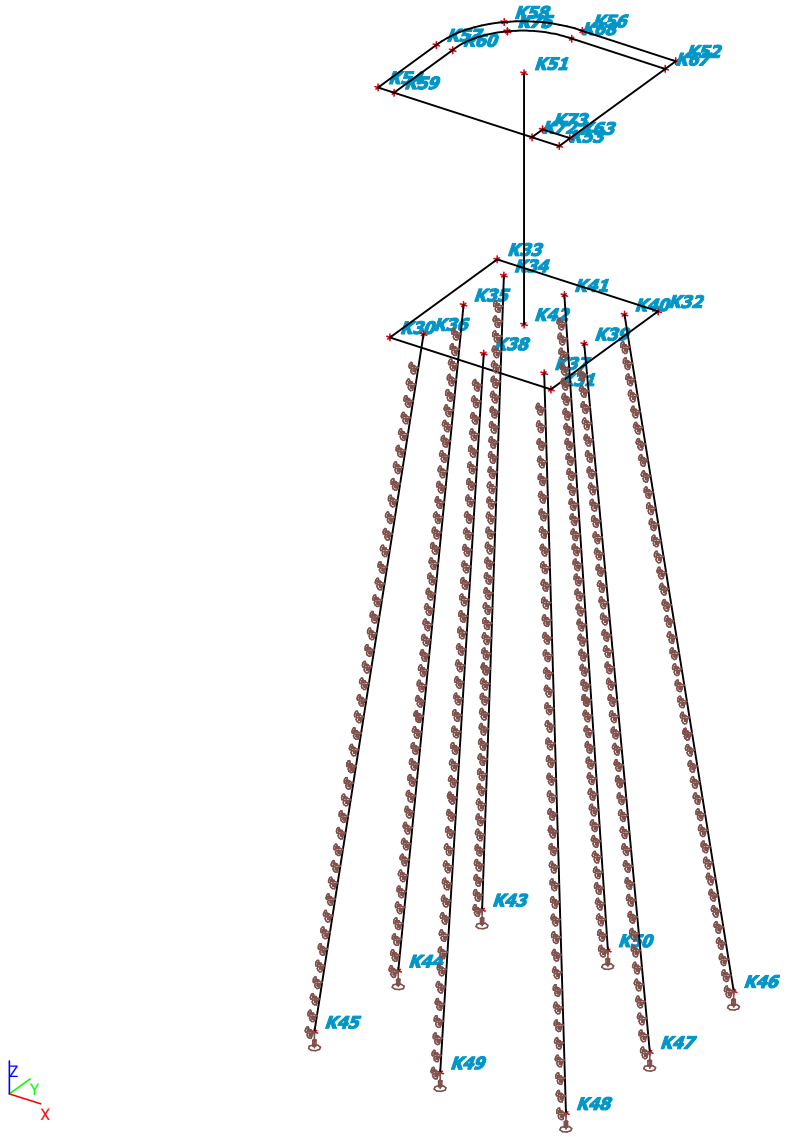
2.7. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn5	K43	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K44	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K45	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K46	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K47	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K48	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K49	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K50	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

2.8. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors						
Slb9	Lijn	S6	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb10	Lijn	S6	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb11	Lijn	S7	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb12	Lijn	S7	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb13	Lijn	S8	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb14	Lijn	S8	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb15	Lijn	S9	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb16	Lijn	S9	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb17	Lijn	S10	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb18	Lijn	S10	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb19	Lijn	S11	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb20	Lijn	S11	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb21	Lijn	S12	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb22	Lijn	S12	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb23	Lijn	S13	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb24	Lijn	S13	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						

2.9. Rekenmodel



3. Belastingen en Belastingcombinaties

3.1. Belastingsgevallen

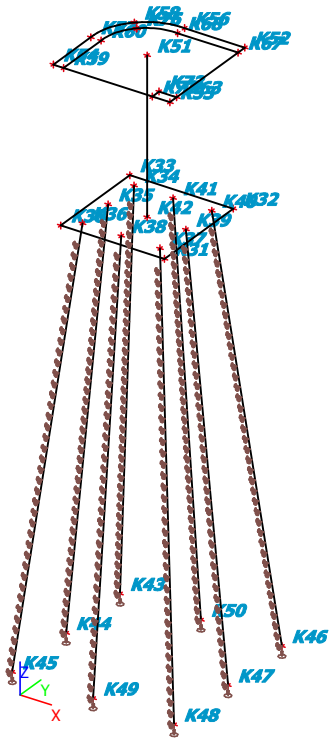
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1		Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2		Permanent Standaard	LG1			
BG3	Standaard	Variabel Statisch	LG2		Onmiddellijk	Geen
BG4	Standaard	Variabel Statisch	LG2		Onmiddellijk	Geen

3.2. Belastingsgevallen

3.2.1. Belastingsgevallen - BG1

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

3.2.1.1. Rekenmodel



3.2.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2		Permanent	LG1
		Standaard	

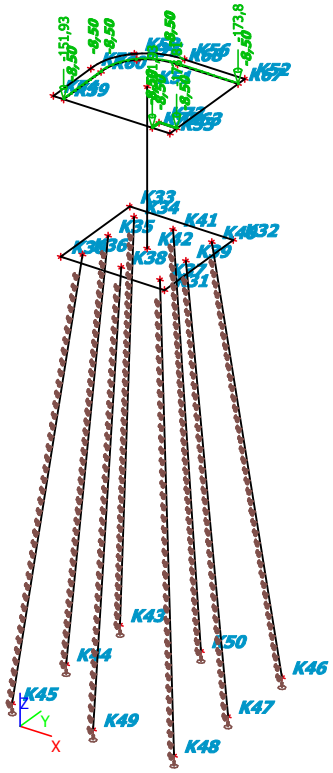
3.2.2.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast1	K63	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81
Puntlast2	K67	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81
Puntlast3	K72	BG2	GCS	Z	Kracht	-151,93
Puntlast4	K59	BG2	GCS	Z	Kracht	-151,93

3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	Belastingsgeval	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
		Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	BG2	Kracht	Z	-8,50	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS2	BG2	Kracht	Z	-8,50	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS3	BG2	Kracht	Z	-8,50	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS4	BG2	Kracht	Z	-8,50	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS5	BG2	Kracht	Z	-8,50	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

3.2.2.3. Rekenmodel



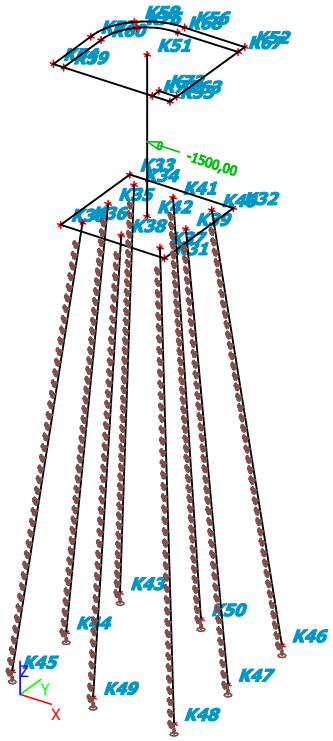
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3		Variabel	LG2	Onmiddellijk	Geen
	Standaard	Statisch			

3.2.3.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	S14	GCS	-1500,00	2,200	Abso	1
	BG3	X	Kracht		Vanaf begin	

3.2.3.2. Rekenmodel



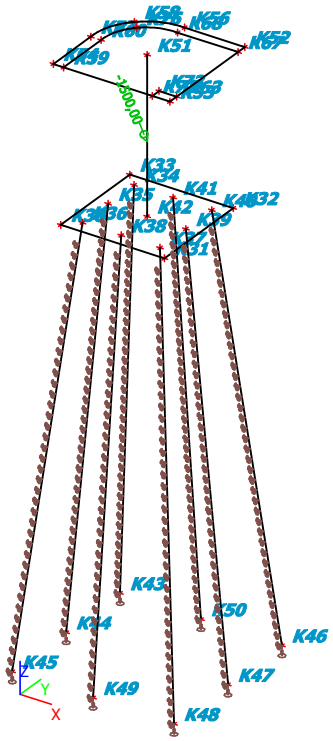
3.2.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG4		Variabel	LG2	Onmiddellijk	Geen
	Standaard	Statisch			

3.2.4.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F2	S14	GCS	-1500,00	2,200	Abso	1
	BG4	X	Kracht		Vanaf begin	

3.2.4.2. Rekenmodel



3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG1	1,00
			BG2	1,00
Combi2	aanrijding loodrecht	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3	1,00
Combi3	aanrijding diagonaal	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG4	1,00
Combi4	aanrijding loodrecht	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3	-1,00

3.4. Resultaatklasses

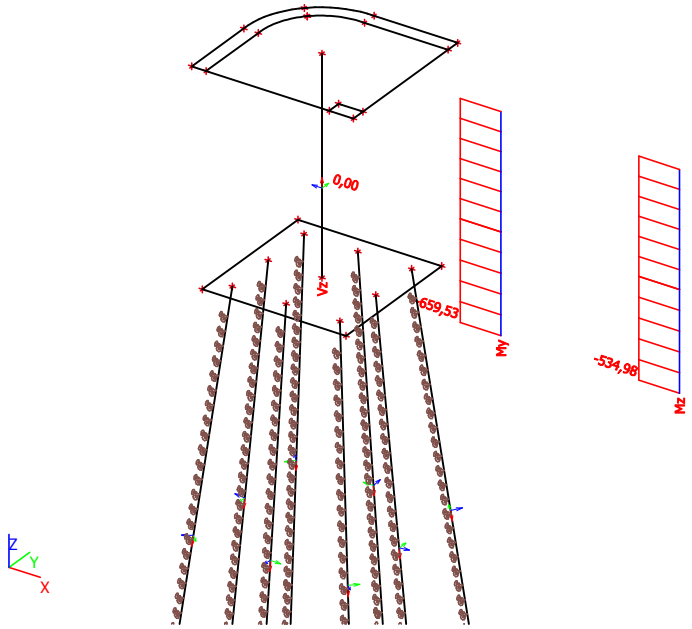
Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 - Omhullende - uiterst
	Combi2 - Lineair - UGT
	Combi3 - Lineair - UGT
	Combi4 - Lineair - UGT

4. Resultaten per combinatie

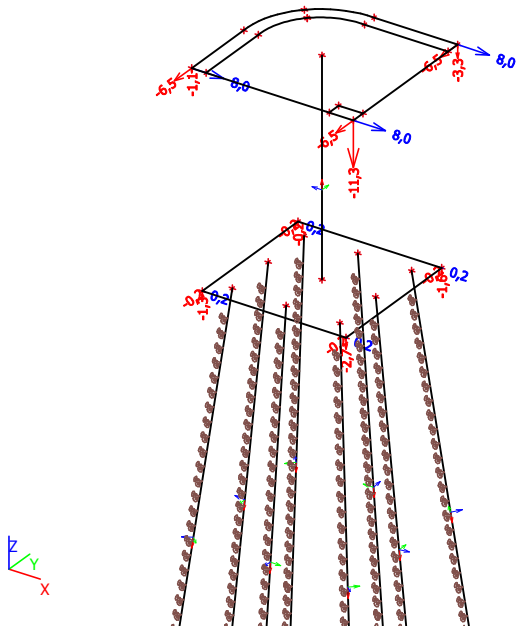
4.1. Resultaten per combinatie - Combi1

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG1	1,00
			BG2	1,00

4.1.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



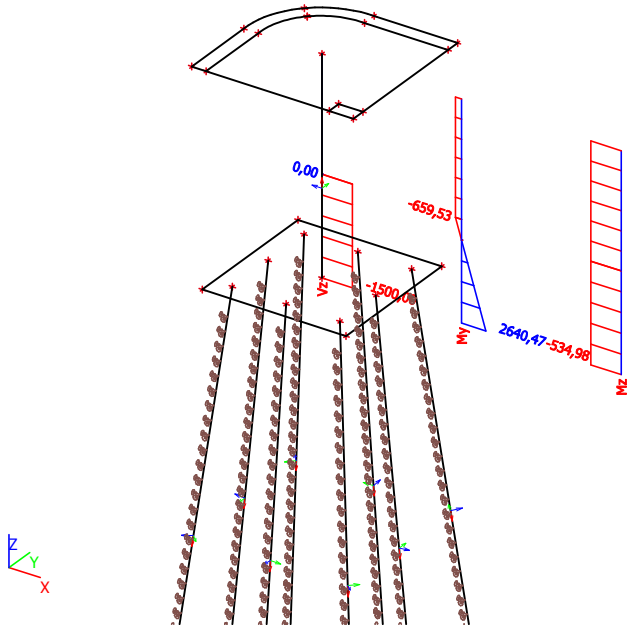
4.1.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



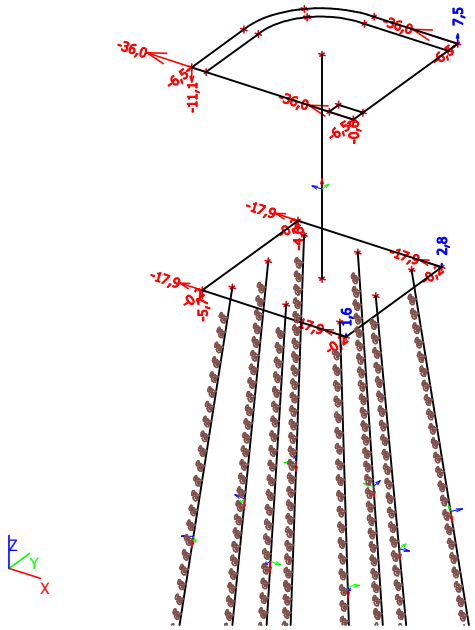
4.2. Resultaten per combinatie - Combi2

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi2	aanrijding loodrecht	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3	1,00

4.2.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



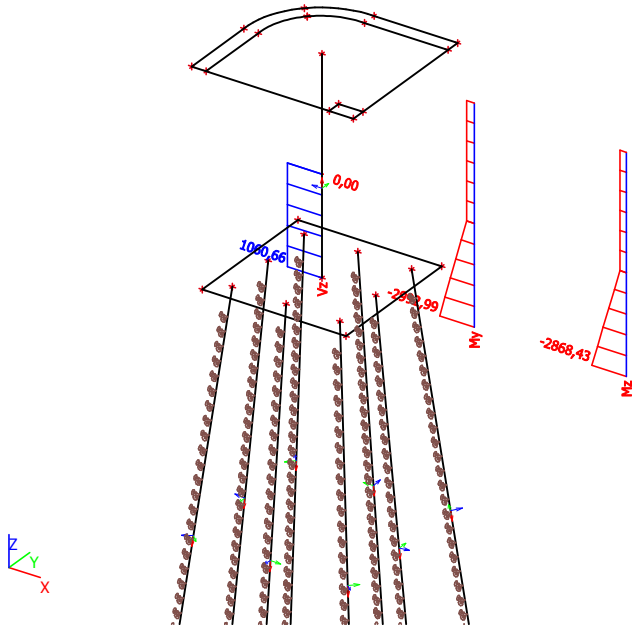
4.2.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



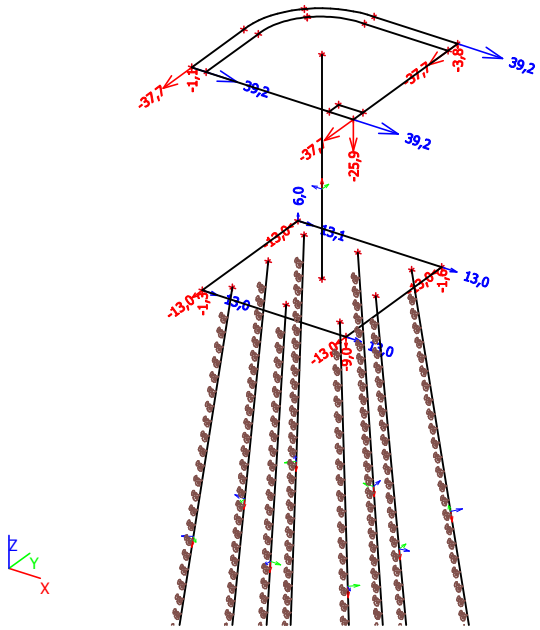
4.3. Resultaten per combinatie - Combi3

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi3	aanrijding diagonaal	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG4	1,00

4.3.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



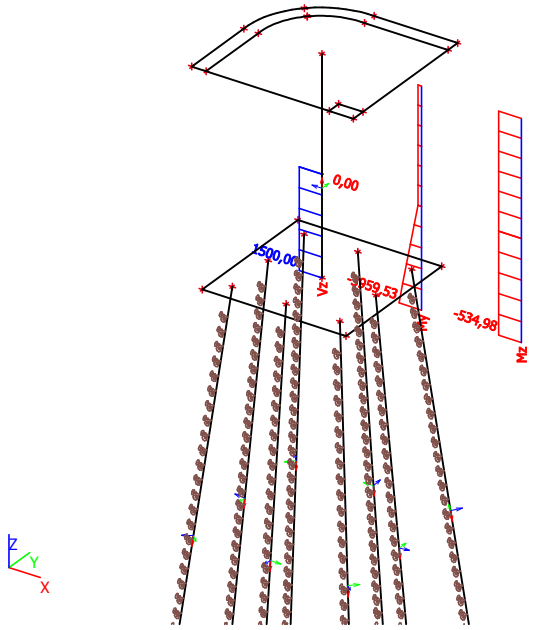
4.3.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



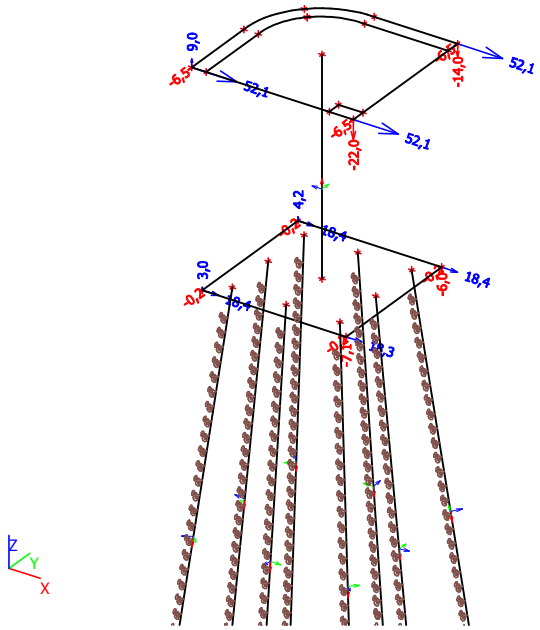
4.4. Resultaten per combinatie - Combi4

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi4	aanrijding loodrecht	Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3	-1,00

4.4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



4.4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



UITVOER BEREKENING PIJLER 3

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 2
2. Geometrie en Materialen 2
2.1. Materialen 2
2.2. Doorsneden 2
2.3. Materialen 4
2.4. Knopen 4
2.5. 2D-elementen 5
2.6. Staven 5
2.7. Knoopondersteuningen 5
2.8. Lijnondersteuningen op staven 6
2.9. Rekenmodel 7
3. Belastingen en Belastingcombinaties 8
3.1. Belastingsgevallen 8
3.2. Belastingsgevallen 8
3.2.1. Belastingsgevallen - BG1 8
3.2.1.1. Rekenmodel 8
3.2.2. Belastingsgevallen - BG2 9
3.2.2.1. Puntlast op knoop 9
3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand 9
3.2.2.3. Rekenmodel 10
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3 11
3.2.3.1. Puntlast op staaf 11
3.2.3.2. Rekenmodel 11
3.2.4. Belastingsgevallen - BG4 12
3.2.4.1. Puntlast op knoop 12
3.2.4.2. Rekenmodel 12
3.3. Combinaties 13
3.4. Resultaatklasses 13
4. Resultaten per combinatie 14
4.1. Resultaten per combinatie - Combi1 14
4.1.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 14
4.1.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 14
4.2. Resultaten per combinatie - Combi2 15
4.2.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 15
4.2.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 15
4.3. Resultaten per combinatie - Combi3 16
4.3.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 16
4.3.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 16
4.4. Resultaten per combinatie - Combi4 17
4.4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz 17
4.4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net 17

2. Geometrie en Materialen

2.1. Materialen

Beton EC2

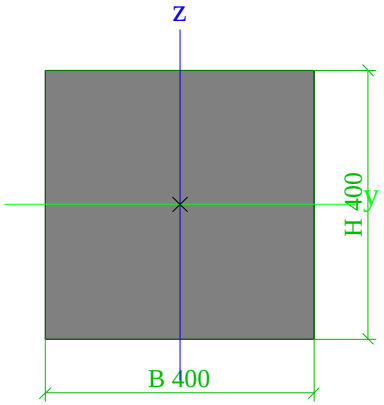
Naam	Type	Massa eenheid [kg/m^3]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.2. Doorsneden

CS1		
Type	Rechthoek	
Uitgebreid	400; 400	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C45/55_palen	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	1,6000e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	1,3333e-01	1,3333e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	1,6000e+00	1,6000e+00

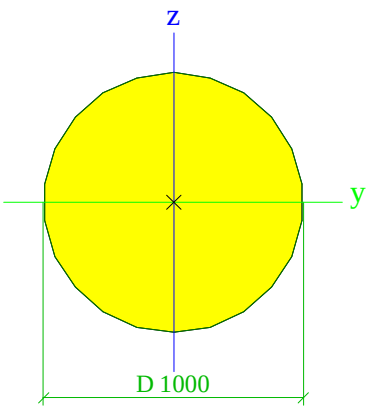
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	200	200
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	2,1333e-03	2,1333e-03
iy [mm], iz [mm]	115	115
Wely [m^3], Welz [m^3]	1,0667e-02	1,0667e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	0,0000e+00	0,0000e+00
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	3,6027e-03	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



CS2		
Type	Cirkel	
Uitgebreid	1000	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C16/20	
Bouwwijze	Algemeen	
A [m^2]	7,8540e-01	
Ay [m^2], Az [m^2]	7,0686e-01	7,0686e-01
AL [m^2/m], AD [m^2/m]	3,1414e+00	3,1414e+00
cYUCS [mm], cZUCS [mm]	500	500
α [deg]	0,00	
Iy [m^4], Iz [m^4]	4,9087e-02	4,9087e-02
iy [mm], iz [mm]	250	250
Wely [m^3], Welz [m^3]	9,8175e-02	9,8175e-02
Wply [m^3], Wplz [m^3]	1,6667e-01	1,6667e-01
Mply+ [Nm], Mply- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
Mplz+ [Nm], Mplz- [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
dy [mm], dz [mm]	0	0
It [m^4], Iw [m^6]	9,8175e-02	0,0000e+00
β y [mm], β z [mm]	0	0

Afbeelding



Verklaring van symbolen	
A	Gebied
Ay	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting
Az	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting
AL	Omtrek per eenheidslengte
AD	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
cYUCS	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
cZUCS	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
IYLCS	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
IZLCS	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
IYZLCS	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
Iy	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
Iz	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
iy	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
iz	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
Wely	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Welz	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Wply	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
Wplz	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
Mply+	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
Mply-	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
Mplz+	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
Mplz-	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
dy	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
dz	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Niet berekend of vereenvoudigd
It	Torsie constante - Niet berekend of vereenvoudigd
Iw	Welvings constante - Niet berekend of vereenvoudigd
β y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

2.3. Materialen

Beton EC2

Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	Thermisch uitz. [m/mK]	Karakteristieke cylinderdruksterkte fck(28) [MPa]
C16/20	Beton	2500,0	2,8600e+04	0.2	0,00	16,00
C40/50	Beton	2500,0	3,5200e+04	0.2	0,00	40,00
C45/55_palen	Beton	1500,0	3,6300e+04	0.2	0,00	45,00

2.4. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K77	-1,250	-2,800	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K78	1,250	-2,800	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K79	1,250	2,800	0,000
K80	-1,250	2,800	0,000
K81	-0,850	-2,400	0,000
K82	-2,150	-3,700	-13,000
K83	0,850	-2,400	0,000
K84	2,150	-3,700	-13,000
K85	-2,150	3,700	-13,000
K86	-0,850	2,400	0,000
K87	2,150	3,700	-13,000
K88	0,850	2,400	0,000
K89	-0,850	-0,800	0,000
K90	0,850	-0,800	0,000
K91	2,150	-2,100	-13,000
K92	-2,150	-2,100	-13,000
K93	-0,850	0,800	0,000
K94	0,850	0,800	0,000
K95	-2,150	2,100	-13,000
K96	2,150	2,100	-13,000
K34	0,000	-1,640	0,000
K35	0,000	1,640	0,000
K97	-1,500	-3,380	3,150
K98	0,000	-3,380	3,150
K99	1,740	-1,640	3,150
K100	1,740	1,640	3,150
K101	0,000	3,380	3,150
K102	-1,500	3,380	3,150
K103	0,000	-1,640	3,150

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K104	0,000	1,640	3,150
K105	1,230	-2,870	3,150
K106	1,230	2,870	3,150
K107	-1,500	-3,060	3,150
K108	0,000	-3,060	3,150
K109	-1,500	3,060	3,150
K110	0,000	3,060	3,150
K111	1,420	-1,640	3,150
K112	1,420	1,640	3,150
K113	1,004	-2,644	3,150
K114	1,004	2,644	3,150
K1	-1,500	-0,420	3,150
K115	-1,100	-0,420	3,150
K116	-1,500	0,420	3,150
K117	-1,100	0,420	3,150
K118	-1,500	-3,060	3,150
K119	0,000	-3,060	3,150
K120	1,420	-1,640	3,150
K121	1,004	-2,644	3,150
K122	-1,500	3,060	3,150
K123	0,000	3,060	3,150
K124	1,420	1,640	3,150
K125	1,004	2,644	3,150
K126	-1,500	-0,420	3,150
K127	-1,100	-0,420	3,150
K128	-1,100	0,420	3,150
K129	-1,500	0,420	3,150

2.5. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Rekenmodel	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E22	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000
E24	Laag1	vloer (90)	Standaard	C16/20	konstant	1000

2.6. Staven

Naam	Doorsnede	Laag	Lengte [m]	Vorm	Beginknoop Eindknoop	Type EEM-type
S15	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K81 K82	Algemeen (0) standaard
S16	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K83 K84	Algemeen (0) standaard
S17	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K86 K85	Algemeen (0) standaard
S18	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K88 K87	Algemeen (0) standaard
S19	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K89 K92	Algemeen (0) standaard
S20	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K90 K91	Algemeen (0) standaard
S21	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K93 K95	Algemeen (0) standaard
S22	CS1 - Rechthoek (400; 400)	Laag1	13,129	Lijn	K94 K96	Algemeen (0) standaard
S24	CS2 - Cirkel (1000)	Laag1	3,150	Lijn	K34 K103	Kolom (100) standaard
S25	CS2 - Cirkel (1000)	Laag1	3,150	Lijn	K35 K104	Kolom (100) standaard

2.7. Knoopondersteuningen

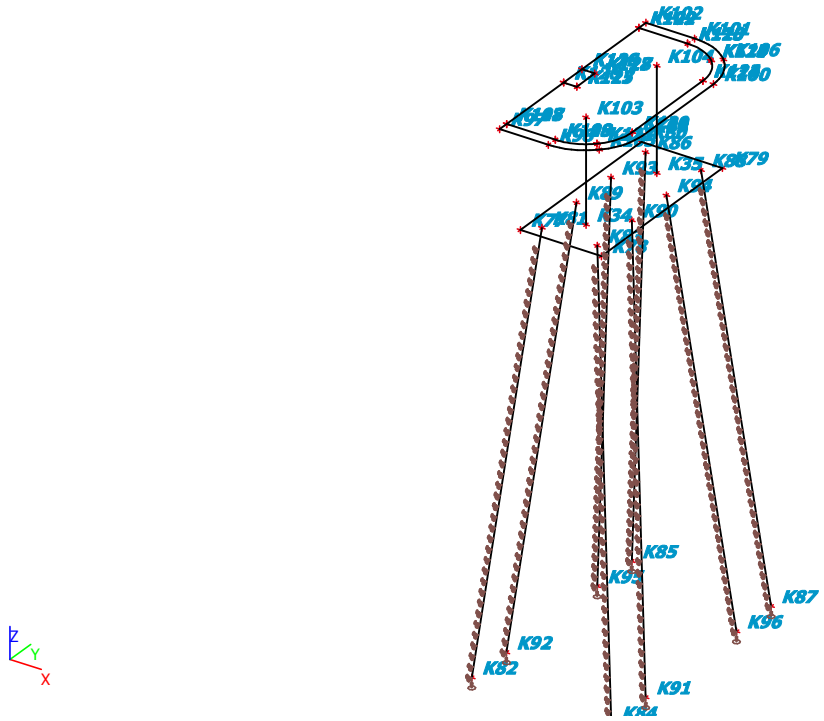
Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn13	K82	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K84	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn15	K85	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K87	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K91	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K92	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K95	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K96	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

2.8. Lijnondersteuningen op staven

Naam	Type	Staaf	Pos x_1 [m]	Coör	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
		Systeem	Pos x_2 [m]	Oors						
Slb25	Lijn	S15	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb26	Lijn	S15	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb27	Lijn	S16	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb28	Lijn	S16	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb29	Lijn	S17	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb30	Lijn	S17	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb31	Lijn	S18	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb32	Lijn	S18	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb33	Lijn	S19	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb34	Lijn	S19	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb35	Lijn	S20	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb36	Lijn	S20	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb37	Lijn	S21	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb38	Lijn	S21	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						
Slb39	Lijn	S22	0,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	5,000	Vanaf einde						
Slb40	Lijn	S22	5,000	Abso	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	Vrij
		GCS	12,500	Vanaf einde						

2.9. Rekenmodel



3. Belastingen en Belastingcombinaties

3.1. Belastingsgevallen

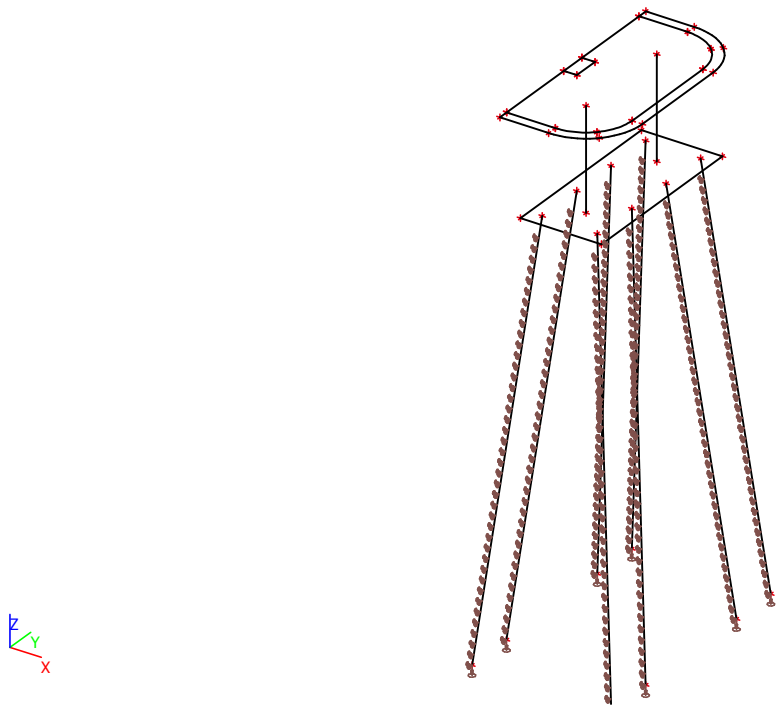
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1		Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2		Permanent Standaard	LG1			
BG3	aanrijding kolom Standaard	Variabel Statisch	LG2		Onmiddellijk	Geen
BG4	aanrijding dek Standaard	Variabel Statisch	LG2		Onmiddellijk	Geen

3.2. Belastingsgevallen

3.2.1. Belastingsgevallen - BG1

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

3.2.1.1. Rekenmodel



3.2.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2		Permanent	LG1
		Standaard	

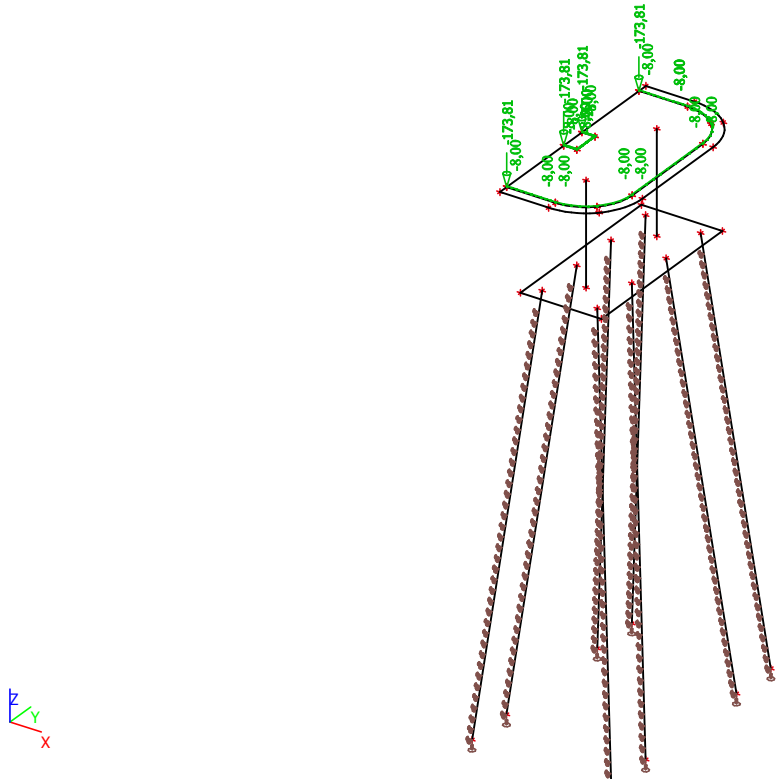
3.2.2.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast1	K107	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81
Puntlast2	K1	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81
Puntlast3	K116	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81
Puntlast4	K109	BG2	GCS	Z	Kracht	-173,81

3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	Belastingsgeval	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
		Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS2	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS3	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS4	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS5	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS6	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS7	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS8	BG2	Kracht	Z	-8,00	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

3.2.2.3. Rekenmodel



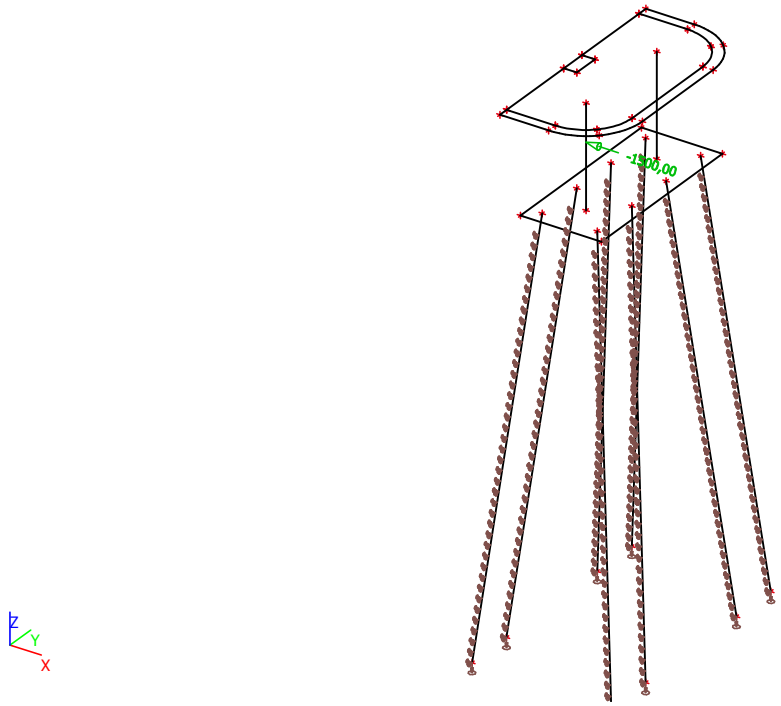
3.2.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3	aanrijding kolom	Variabel	LG2	Onmiddellijk	Geen
	Standaard	Statisch			

3.2.3.1. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x [m]	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	S24	GCS	-1500,00	2,000	Abso	1
	BG3 - aanrijding kolom	X	Kracht		Vanaf begin	

3.2.3.2. Rekenmodel



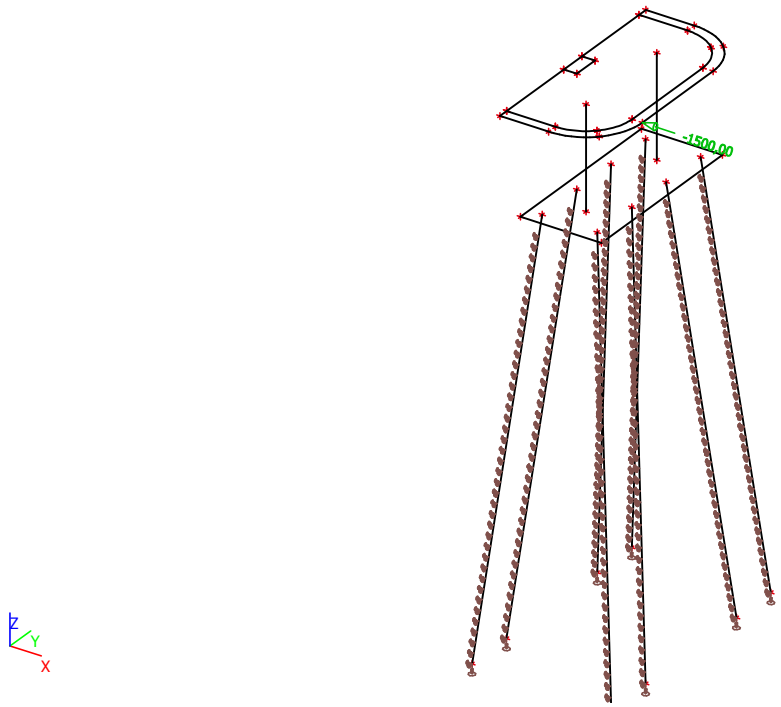
3.2.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG4	aanrijding dek Standaard	Variabel Statisch	LG2	Onmiddellijk	Geen

3.2.4.1. Puntlast op knoop

Naam	Knoop	Belastingsgeval	Systeem	Rich	Type	Waarde - F [kN]
Puntlast5	K99	BG4 - aanrijding dek	GCS	X	Kracht	-1500,00

3.2.4.2. Rekenmodel



3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG1	1,00
			BG2	1,00
Combi2		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3 - aanrijding kolom	1,00
Combi3		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG4 - aanrijding dek	1,00
Combi4		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3 - aanrijding kolom	-1,00

3.4. Resultaatklasses

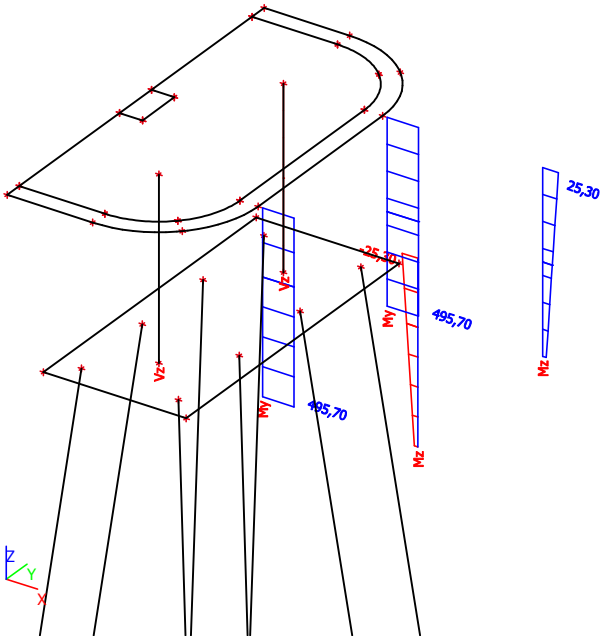
Naam	Lijst
Alle UGT	Combi1 - Omhullende - uiterst
	Combi2 - Lineair - UGT
	Combi4 - Lineair - UGT
	Combi3 - Lineair - UGT

4. Resultaten per combinatie

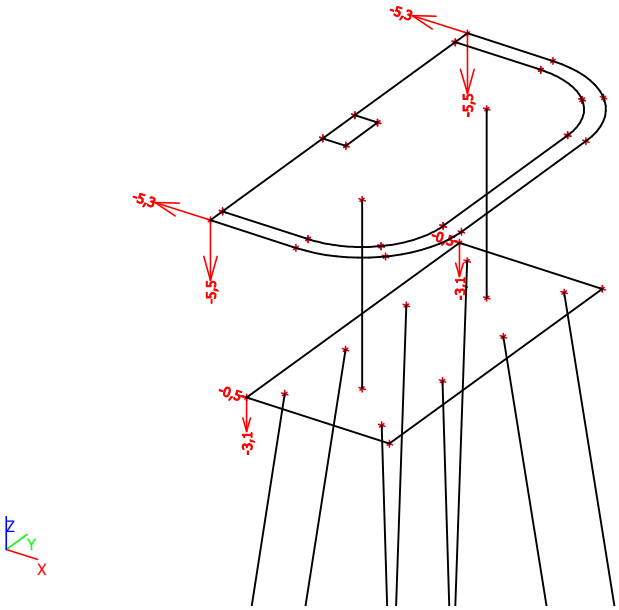
4.1. Resultaten per combinatie - Combi1

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi1		Omhullende - uiterst	BG1	1,00
			BG2	1,00

4.1.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



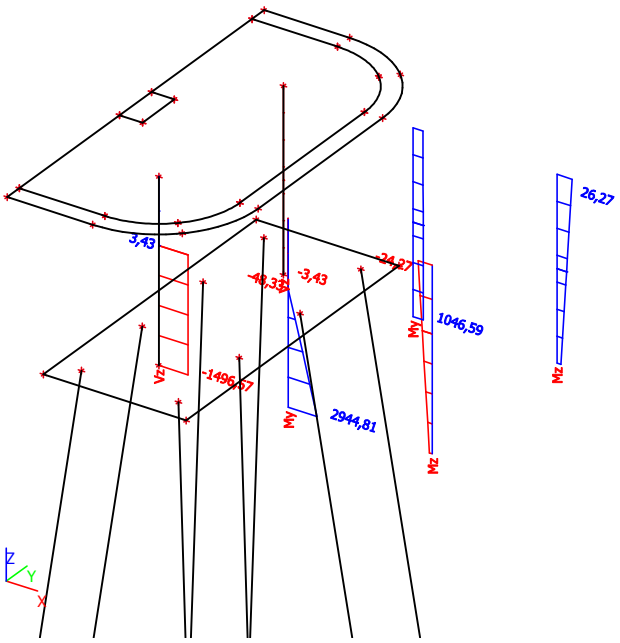
4.1.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



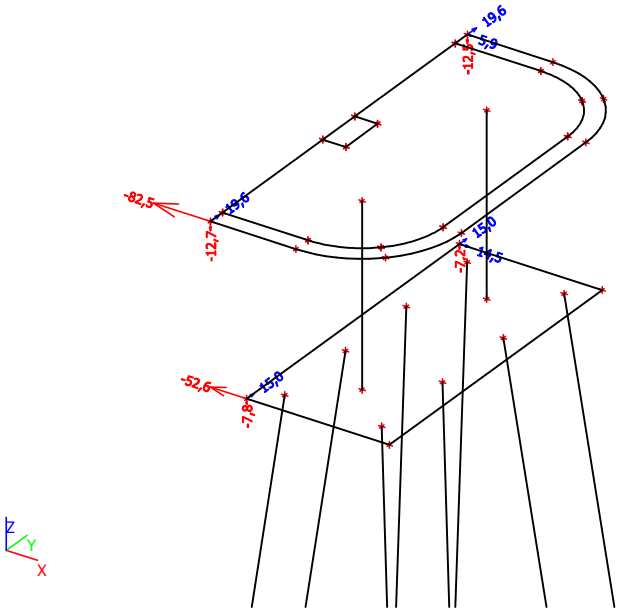
4.2. Resultaten per combinatie - Combi2

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi2		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3 - aanrijding kolom	1,00

4.2.1. Interne krachten in staat; Vz, My, Mz



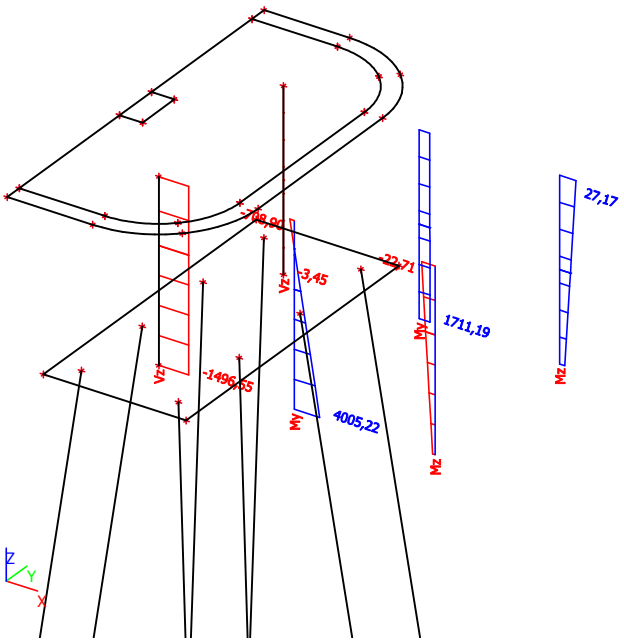
4.2.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



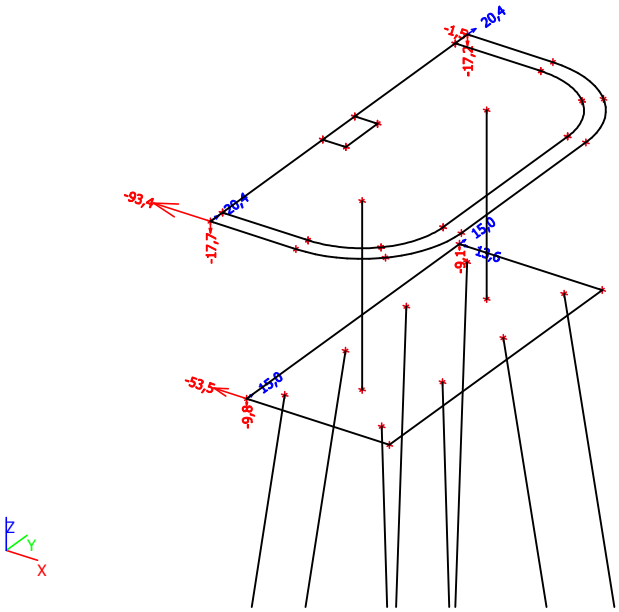
4.3. Resultaten per combinatie - Combi3

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi3		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG4 - aanrijding dek	1,00

4.3.1. Interne krachten in staat; Vz, My, Mz



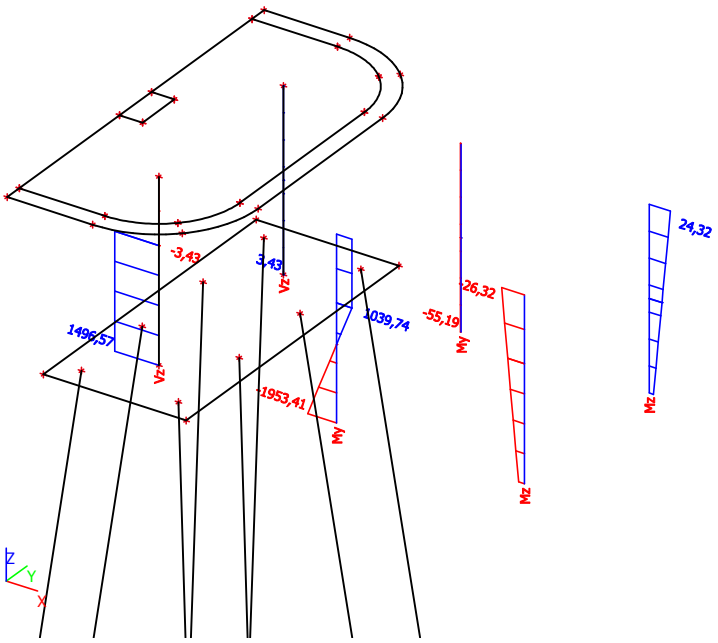
4.3.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



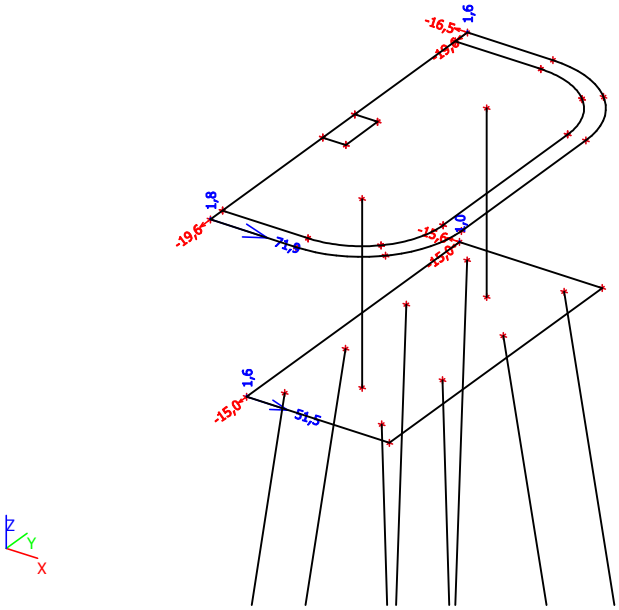
4.4. Resultaten per combinatie - Combi4

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi4		Lineair - UGT	BG1	1,00
			BG2	1,00
			BG3 - aanrijding kolom	-1,00

4.4.1. Interne krachten in staaf; Vz, My, Mz



4.4.2. Verplaatsing van knopen; Ux, Uy, Uz, Vervormde constructie, Vervormd net



Bijlage 4

Concrete Section Analysis with DBET EC2
Pijler 1

Project	**: Flow27**
Objectcode	**: 38F-148**
Objectnaam	**: Viaduct Bolgerijsekade**

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Applied Standard

NEN-EN 1992-2+C1 : 2011 (Bridges).

The National Annex of 'The Netherlands NEN-EN 1992-2+C1/NB:2011 is applied.

Topology of the section

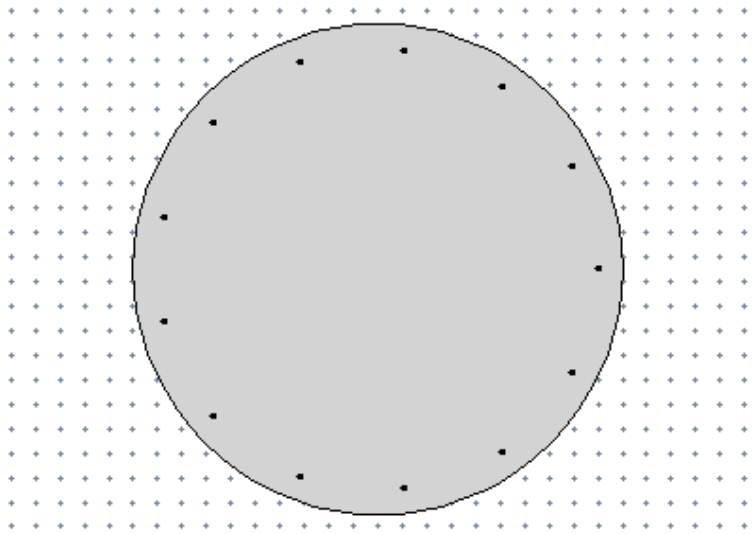


Figure 1 Topology of the section

Details of the basic shapes

Solid Circles

Shape No	Xm [mm]	Ym [mm]	R [mm]	Bars number	Spacing [mm]	C [mm]	Φ1 [mm]	Φ2 [mm]	ξs [-]	Quality
1	750,0	525,0	500,0	13	215,8	42,0	14,3	14,3	1,00	B500B

Shape No	Border No	Exposure classes	Structural class
1	1	No	S6

The (net) statical properties of the parts constructed out of the converted shapes

Part No	A [mm2]	Sx [mm3]	Sy [mm3]	Ixx [mm4]	Ixy [mm4]	Iyy [mm4]
1	7,833E+005	4,112E+008	5,875E+008	2,648E+011	3,084E+011	4,895E+011

Composition of load vector fEd (with respect to Xs and Ys)

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fp (ext.)	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fn (other)	-8,900E+002	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fm (other)	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
	---	---	---	---	---
fEd	-8,900E+002	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000

To compute fRd moment Ma is chosen as variable in vector fm(other).

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Results

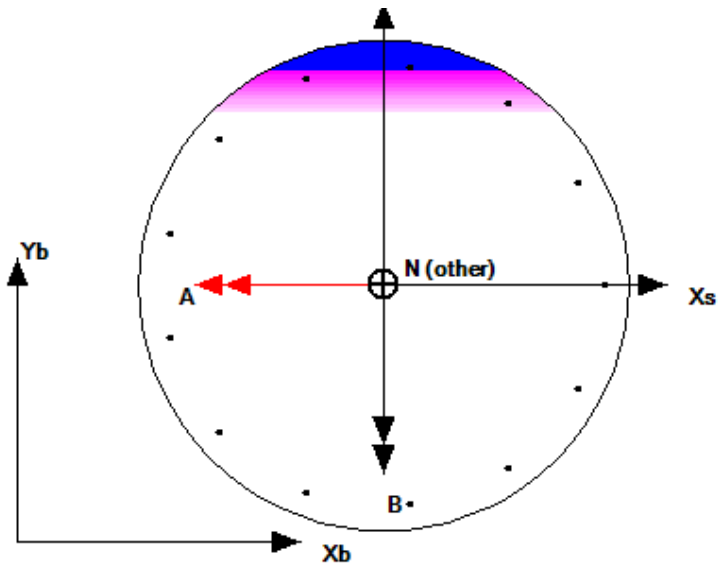


Figure 2 Computed situation for fRd.

Comparison between fEd and fRd

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fEd	-8,900E+002	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fRd	-8,900E+002	-8,189E+002	0,000E+000	8,189E+002	0,000E+000

Conclusion: Ma in vector fRd >= Ma in vector fEd ---> OK !

M-N-K Diagram

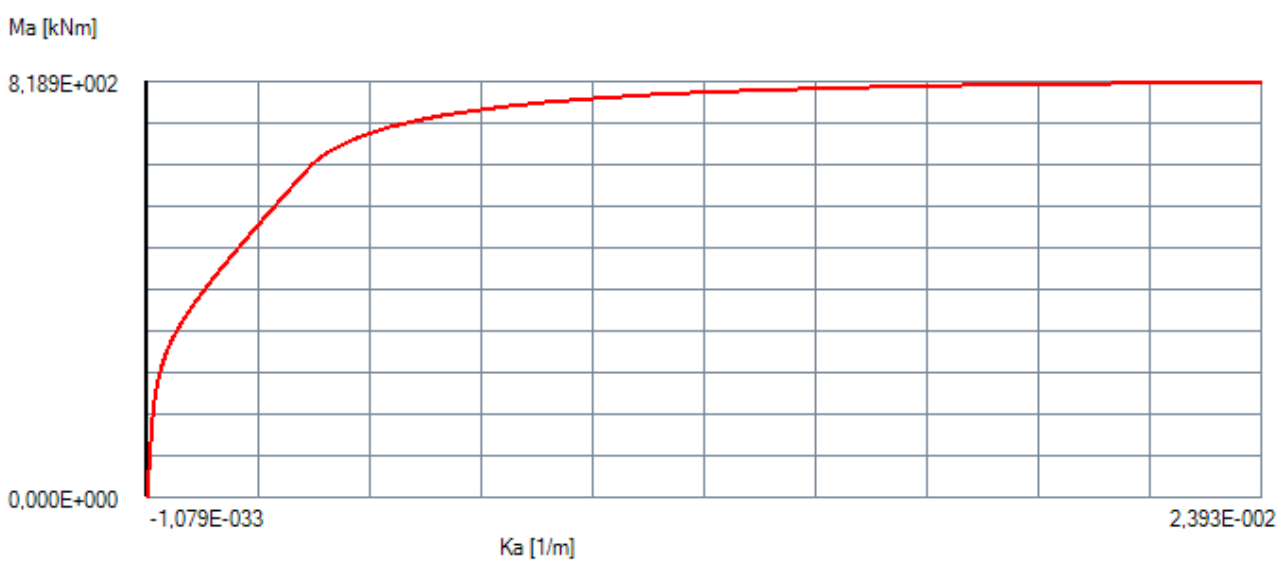


Figure 3 M-N-K Diagram

Characteristic point(s) of the diagram

N [kNm]	εz [o/oo]	Ma [kNm]	κa [1/m]	Mb [kNm]	κb [1/m]	Criterium
-8,900E+002	-4,023E-002	0,000E+000	1,374E-019	0,000E+000	-8,935E-020	ME
-8,900E+002	8,473E+000	8,189E+002	2,393E-002	0,000E+000	-5,111E-005	Fibre -3,50 o/oo

Concrete Section Analysis with DBET EC2
Pijler 2

Project	**: Flow27**
Objectcode	**: 38F-148**
Objectnaam	**: Viaduct Bolgerijsekade**

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Applied Standard

NEN-EN 1992-2+C1 : 2011 (Bridges).

The National Annex of 'The Netherlands NEN-EN 1992-2+C1/NB:2011 is applied.

Topology of the section

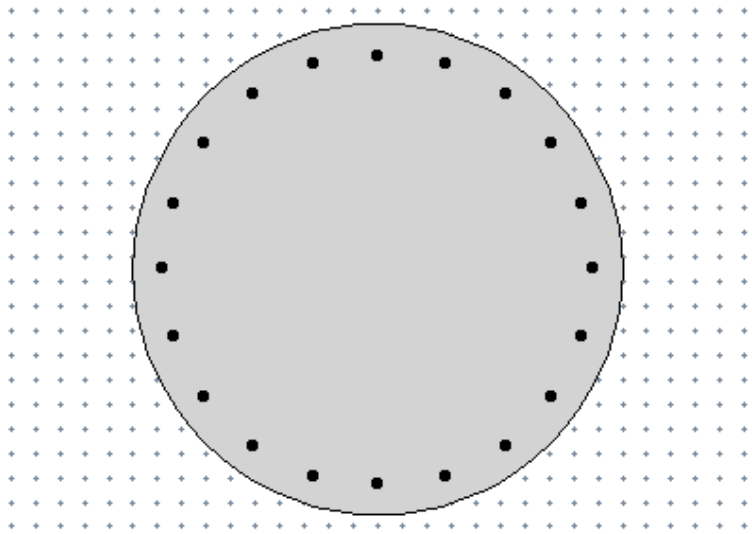


Figure 1 Topology of the section

Details of the basic shapes

Solid Circles

Shape No	Xm [mm]	Ym [mm]	R [mm]	Bars number	Spacing [mm]	C [mm]	Φ1 [mm]	Φ2 [mm]	ξs [-]	Quality
1	750,0	525,0	500,0	20	137,6	46,0	28,6	28,6	1,00	B500B

Shape No	Border No	Exposure classes	Structural class
1	1	No	S6

The (net) statical properties of the parts constructed out of the converted shapes

Part No	A [mm2]	Sx [mm3]	Sy [mm3]	Ixx [mm4]	Ixy [mm4]	Iyy [mm4]
1	7,725E+005	4,056E+008	5,794E+008	2,608E+011	3,042E+011	4,824E+011

Composition of load vector fEd (with respect to Xs and Ys)

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fp (ext.)	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fn (other)	-1,115E+003	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fm (other)	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
	---	---	---	---	---
fEd	-1,115E+003	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000

To compute fRd moment Ma is chosen as variable in vector fm(other).

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Results

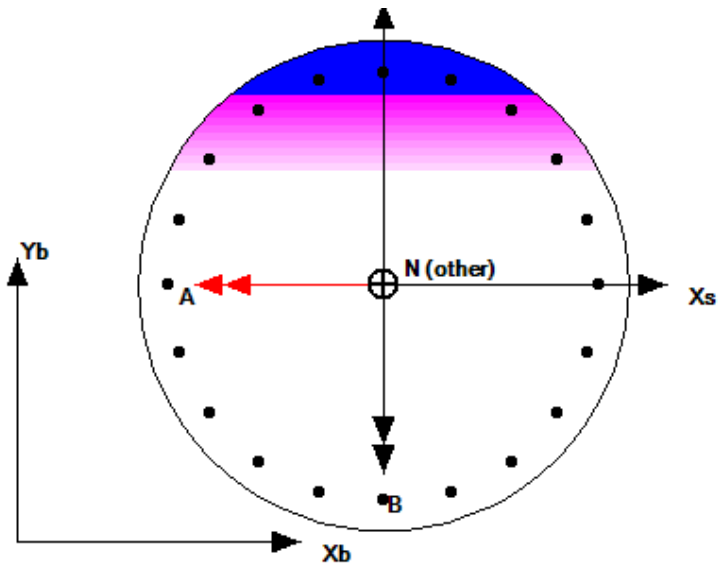


Figure 2 Computed situation for fRd.

Comparison between fEd and fRd

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fEd	-1,115E+003	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fRd	-1,115E+003	-2,720E+003	0,000E+000	2,720E+003	0,000E+000

Conclusion: Ma in vector fRd >= Ma in vector fEd ---> OK !

M-N-K Diagram

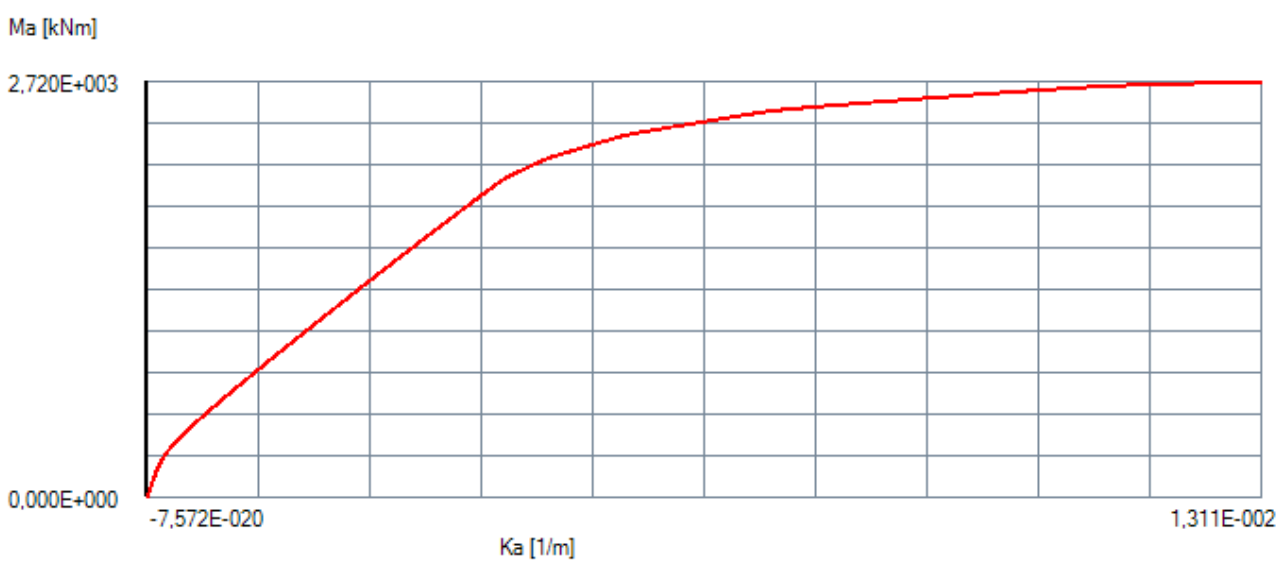


Figure 3 M-N-K Diagram

Characteristic point(s) of the diagram

N [kNm]	εz [o/oo]	Ma [kNm]	κa [1/m]	Mb [kNm]	κb [1/m]	Criterium
-1,115E+003	-4,650E-002	0,000E+000	-4,673E-020	0,000E+000	2,845E-019	ME
-1,115E+003	3,065E+000	2,720E+003	1,311E-002	0,000E+000	1,068E-016	Fibre -3,50 o/oo

Concrete Section Analysis with DBET EC2
Pijler 3

Project	**: Flow27**
Objectcode	**: 38F-148**
Objectnaam	**: Viaduct Bolgerijsekade**

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Applied Standard

NEN-EN 1992-2+C1 : 2011 (Bridges).

The National Annex of 'The Netherlands NEN-EN 1992-2+C1/NB:2011 is applied.

Topology of the section

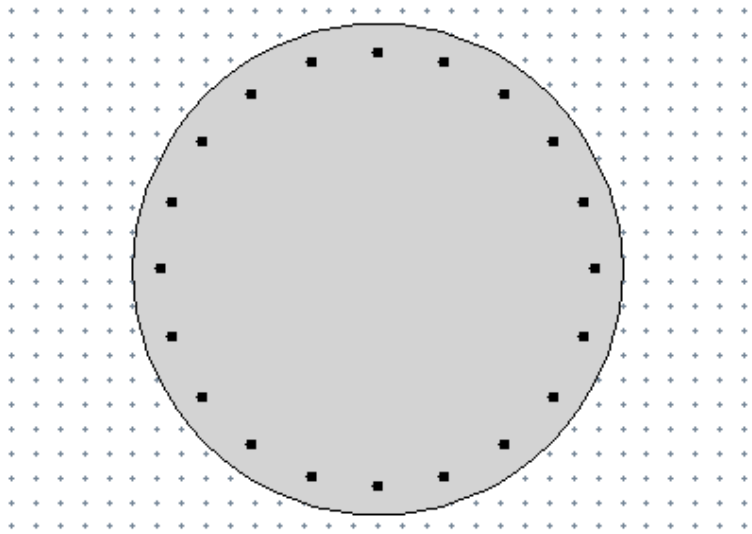


Figure 1 Topology of the section

Details of the basic shapes

Solid Circles

Shape No	Xm [mm]	Ym [mm]	R [mm]	Bars number	Spacing [mm]	C [mm]	Φ1 [mm]	Φ2 [mm]	ξs [-]	Quality
1	750,0	525,0	500,0	20	138,5	46,0	22,4	22,4	1,00	B500B

Shape No	Border No	Exposure classes	Structural class
1	1	No	S6

The (net) statical properties of the parts constructed out of the converted shapes

Part No	A [mm2]	Sx [mm3]	Sy [mm3]	Ixx [mm4]	Ixy [mm4]	Iyy [mm4]
1	7,775E+005	4,082E+008	5,832E+008	2,626E+011	3,062E+011	4,857E+011

Composition of load vector fEd (with respect to Xs and Ys)

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fp (ext.)	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fn (other)	-7,150E+002	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000	0,000E+000
fm (other)	0,000E+000	0,000E+000	-2,400E+001	0,000E+000	2,400E+001
	---	---	---	---	---
fEd	-7,150E+002	0,000E+000	-2,400E+001	0,000E+000	2,400E+001

To compute fRd moment Ma is chosen as variable in vector fm(other).

Project:

Structural Engineer :
Date : 07/08/2015

Results

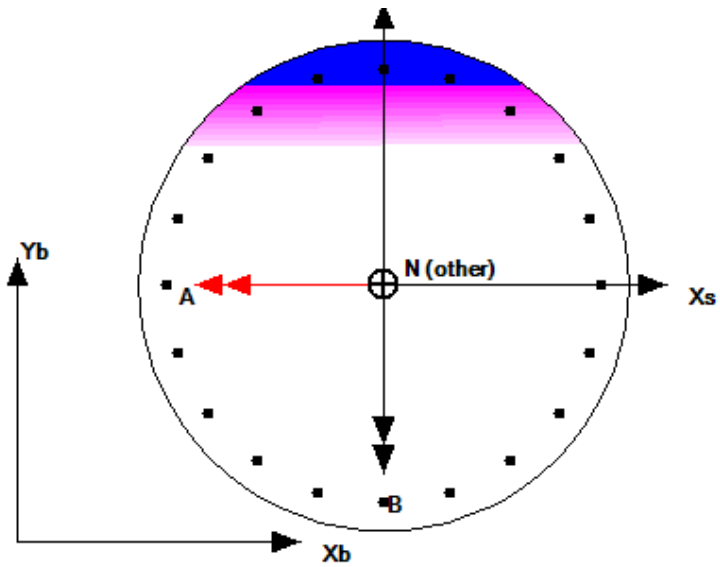


Figure 2 Computed situation for fRd.

Comparison between fEd and fRd

Vector	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Ma [kNm]	Mb [kNm]
fEd	-7,150E+002	0,000E+000	-2,400E+001	0,000E+000	2,400E+001
fRd	-7,150E+002	-1,801E+003	-2,400E+001	1,801E+003	2,400E+001

Conclusion: Ma in vector fRd >= Ma in vector fEd ---> OK !

M-N-K Diagram

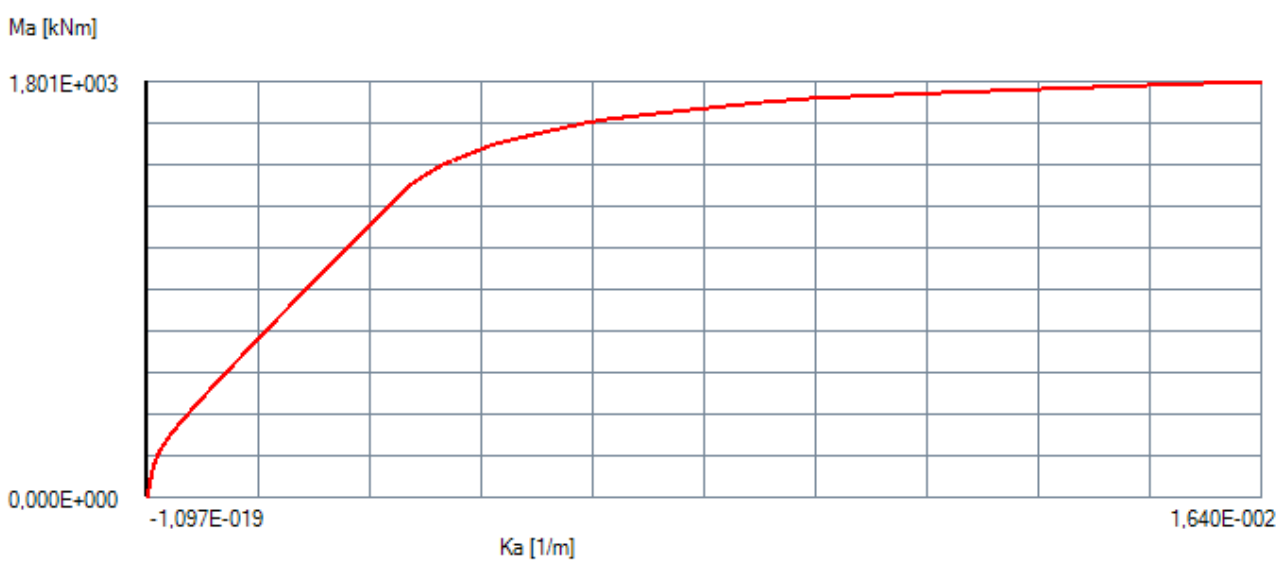


Figure 3 M-N-K Diagram

Characteristic point(s) of the diagram

N [kNm]	εz [o/oo]	Ma [kNm]	κa [1/m]	Mb [kNm]	κb [1/m]	Criterium
-7,150E+002	-3,093E-002	0,000E+000	4,131E-020	2,400E+001	1,608E-005	ME
-7,150E+002	4,705E+000	1,801E+003	1,640E-002	2,400E+001	2,052E-004	Fibre -3,50 o/oo

Bijlage 5

Dwarskrachtwapening in ronde kolommen en funderingspalen

op basis van Cement 2006-02

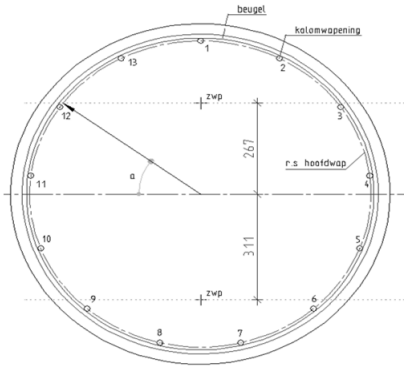
1 Pijler 1

1.1 Geometrie

diameter kolom	D=	1000	mm
straal kolom	r=	500	mm
toegepaste dekking	c=	30	mm

	Ø [mm]	n [mm]	s [mm]	As mm2
beugelwapening	12		200	
vert. wapening	16	13		2614

eff. diameter beugelwapening	$r_{.sv}$=D/2-c-$Ø_{.bgl}$/2=	464
eff. diameter hoofdwap.	r_s=$r_{.sv}$-$Ø_{.bgl}$/2-$Ø_{.hw}$/2=	450



1.2 Bepaling nuttige hoogte

Bepaling zwaartepunt wapening onder de neutrale lijn

aantal staven in kolom	n=	13	
hoek tussen de staven	360/n=	27,7	gr.

Door het aantal staven ligt het zwaartepunt boven en onder de neutrale lijn niet gelijk. Voor beide situaties is het zwaartepunt bepaald. Een zwaartepunt dichter naar de neutrale lijn is maatgevend.

boven de neutrale lijn:

staafnr.	A_s	hoek tov nl	afstand tot nl e	A_s*e
1	201	90,0	450,0	90478
2	201	117,7	398,5	80114
3	201	145,4	255,6	51397
4	201	173,1	54,2	10906
11	201	366,9	54,2	10906
12	201	394,6	255,6	51397
13	201	422,3	398,5	80114
	1407			375312

zwp=as*e/as= **267**

0,593 rs

MAATGEVEND

boven de neutrale lijn:

staafnr.	A_s	hoek tov nl	afstand tot nl e	A_s*e
5	201	200,8	-159,6	-32084
6	201	228,5	-336,8	-67724
7	201	256,2	-436,9	-87849
8	201	283,8	-436,9	-87849
9	201	311,5	-336,8	-67724
10	201	339,2	-159,6	-32084
	1206			375312

zwp=as*e/as= **311**

0,691 rs

hoek (a)	(α)=SIN-1(zwp/r)=	32,23	gr.
		0,563	rad.

effectieve hoogte kolom	d=r*(1+sin(α))=	767	mm	
oppervlak kolom	$A_{.kolom}$=¼∏d^2=	785398	mm2	
effectie oppervlak	**Av**=r^2(pi/2+a+sin(α)*cos(α)=	646119	mm2	*82%*
		0,646119	m2	

1.3 Bepaling doorsnedecapaciteit ongewapend

partitiele factoren: aanrijding is calamiteit

γ_c=	1,2	γ_s=	1,0	
Dwarskracht		V_{Ed}	1500	kN
Normaalkracht		N_{Ed}	890	kN
betonsterkte		f_{ck}	18	N/mm2
staalkwaliteit		f_{yk}	400	N/mm2
schuifspanning		v_{Ed}=	2,32	N/mm2
$C_{Rdc}=0,18*\gamma_c$			0,15	
k=1+(200/d)^0,5			1,51	
κ_{cap}			1,00	
A_{sl}			1407	
ρ			0,0022	
k_1			0,15	
σ_{cp}	gebaseerd op $A_{c,kolom}$		1,13	
$V_{Rdc}=C_{Rdc}*k*(100\rho*f_{ck})^{0,33}+k_1*\sigma_{cp})*A_v$			340,7	
v_{min}= 0,83*k^(3/2)*κ_{cap}^(3/2)*f_{ck}^(1/2)*f_{yk}^(-1/2)			0,33	conform RBK
$V_{Rdc,min}=(v_{min}+k_1*\sigma_{cp})*A_v$			321,1	
V_{Rdc}			**340,7**	**kN**
$v_{Rdc}=V_{Rdc}/A_v$			0,53	N/mm2

1.4 Bepaling doorsnedecapaciteit gewapend

1.4.1 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede

cot(θ)	2,50	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	12,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	226	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,690	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	780,37	
α_{cw} = 1	1,08	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*\upsilon_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	4156,37	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	**780,37**	

1.4.2 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede, aandeel beton en wapening

cot(θ)	1,00	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	12,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	226	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,690	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	312,15	
α_{cw} = 1	1,08	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*\upsilon_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	6026,74	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	312,15	
$V_{Rd,s}$ = V_{Rds} + $V_{Rd,c}$ =	652,86	

bij cot(θ)=1 mogen het aandeel beton en wapening conform de RBK worden opgeteld

1.4.3 Resumé

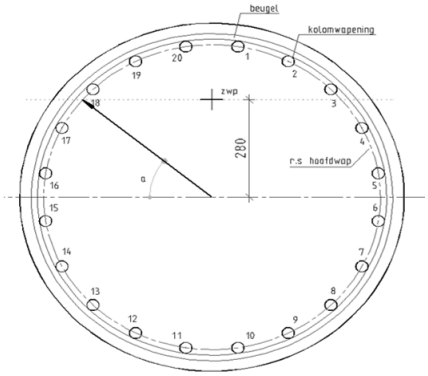
Opneembare dwarskracht door beton	$V_{Rd,c}$	341		
Opneembare dwarskracht door betonstaal	$V_{Rd,s}$	780	**UC=**	**1,92**
Opnaambare dwarskracht door beton en betonstaal	V_{Rd}	653		

2 Pijler 2

2.1 Geometrie

diameter kolom	D=	1000	mm
straal kolom	r=	500	mm
toegepaste dekking	c=	30	mm

	Ø [mm]	n [mm]	s [mm]	As mm2
beugelwapening	16		200	
vert. wapening	32	20		16085



eff. diameter spiraalwap	$r_{.sv}$=D/2-c-$Ø_{.bgl}$/2=	462
eff. diameter hoofdwap.	r_s=$r_{.sv}$-$Ø_{.bgl}$/2-$Ø_{.hw}$/2=	438

2.2 Bepaling nuttige hoogte

diameter wapening 32

Bepaling zwaartepunt wapening onder de neutrale lijn

aantal staven in kolom	n=	20	
hoek tussen de staven	360/n=	18	gr.

staafnr.	A_s	hoek tov nl	afstand tot nl e	A_s*e
1	804	9	70,4	56615
2	804	27	204,3	164304
3	804	45	318,2	255910
4	804	63	401,0	322465
5	804	81	444,5	357455
6	804	99	444,5	357455
7	804	117	401,0	322465
8	804	135	318,2	255910
9	804	153	204,3	164304
10	804	171	70,4	56615
	8042			2256885

zwp=as*e/as= **280,62**

0,641 rs

hoek (a) (α)=SIN-1(zwp/r)= 34,14 gr.

0,596 rad.

effectieve hoogte kolom	d=r*(1+sin(α))=	781	mm	
oppervlak kolom	$A_{.kolom}$=¼∏d^2=	785398	mm2	
effectie oppervlak	**Av**=r^2(pi/2+a+sin(α)*cos(α)=	657799	mm2	*84%*
		0,657799	m2	

2.3 Bepaling doorsnedecapaciteit ongewapend

partitiele factoren: aanrijding is calamiteit

γ_c= 1,2 γ_s= 1,0

Dwarskracht	$V_{.Ed}$	1500	kN
Normaalkracht	$N_{.Ed}$	1115	kN
betonsterkte	f_{ck}	18	N/mm2
staalkwaliteit	f_{yk}	400	N/mm2
schuifspanning	$v_{.Ed}$=	2,28	N/mm2

$C_{.Rdc}$=0,18*γ_c	0,15	
k=1+(200/d)^0,5	1,51	
κ_{cap}	1,00	
$A_{.sl}$	8042	
ρ	0,0122	
k_1	0,15	
σ_{cp} gebaseerd op $A_{c,kolom}$	1,42	
$V_{.Rdc}$=$C_{.Rdc}$*k*(100p*f_{ck})^0,33+k_1*$\sigma_{.cp}$)*A_v	556,5	
v_{min}= 0,83*k^(3/2)*κ_{cap}^(3/2)*f_{ck}^(1/2)*f_{yk}^(-1/2)	0,33	conform RBK
$V_{.Rdc,min}$=($v_{.min}$+k_1*$\sigma_{.cp}$)*A_v	354,2	
$V_{.Rdc}$	**556,5 kN**	
$v_{.Rdc}$=$V_{.Rdc}$/A_v	0,85 N/mm2	

2.4 Bepaling doorsnedecapaciteit gewapend

2.4.1 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede

cot(θ)	2,50	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	16,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	402	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,703	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	1412,58	
α_{cw} = 1	1,09	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*\upsilon_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	4307,18	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	**1412,58**	

2.4.2 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede, aandeel beton en wapening

cot(θ)	1,00	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	16,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	402	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,703	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	565,03	
α_{cw} = 1	1,09	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*u_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	6245,41	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	565,03	
$V_{Rd,s}$ = $V_{.Rds}$ + $V_{.Rd,c}$ =	1121,58	

bij cot(θ)=1 mogen het aandeel beton en wapening conform de RBK worden opgeteld

2.4.3 Resumé

Opneembare dwarskracht door beton	$V_{Rd,c}$	557		
Opneembare dwarskracht door betonstaal	$V_{.Rd,s}$	1413	**UC=**	**1,06**
Opnaambare dwarskracht door beton en betonstaal	$V_{.Rd}$	1122		

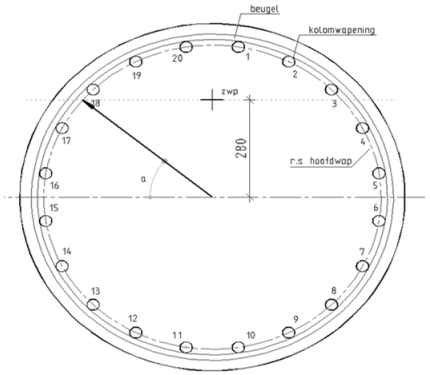
3 Pijler 3

3.1 Geometrie

diameter kolom	D=	1000	mm
straal kolom	r=	500	mm
toegepaste dekking	c=	30	mm

	Ø [mm]	n [mm]	s [mm]	As mm2
beugelwapening	16		200	
vert. wapening	25	20		9817

eff. diameter spiraalwap	$r_{.sv}$=D/2-c-$Ø_{.bgl}$/2=	462
eff. diameter hoofdwap.	r_s=$r_{.sv}$-$Ø_{.bgl}$/2-$Ø_{.hw}$/2=	441,5



3.2 Bepaling nuttige hoogte

diameter wapening		25	
Bepaling zwaartepunt wapening onder de neutrale lijn			
aantal staven in kolom	n=	20	
hoek tussen de staven	360/n=	18	gr.

staafnr.	A_s	hoek tov nl	afstand tot nl e	A_s*e
1	491	9	70,4	34555
2	491	27	204,3	100283
3	491	45	318,2	156195
4	491	63	401,0	196817
5	491	81	444,5	218173
6	491	99	444,5	218173
7	491	117	401,0	196817
8	491	135	318,2	156195
9	491	153	204,3	100283
10	491	171	70,4	34555
	4909			1377493

zwp=as*e/as= **280,62**
0,636 rs

hoek (a)	(α)=SIN-1(zwp/r)=	34,14	gr.
		0,596	rad.

effectieve hoogte kolom	d=r*(1+sin(α))=	781	mm	
oppervlak kolom	$A_{.kolom}$=¼∏d^2=	785398	mm2	
effectie oppervlak	**Av**=r^2(pi/2+a+sin(α)*cos(α)=	657799	mm2	*84%*
		0,657799	m2	

3.3 Bepaling doorsnedecapaciteit ongewapend

partitiele factoren: aanrijding is calamiteit

γ_c= 1,2 γ_s= 1,0

Dwarskracht	$V_{.Ed}$	1500	kN
Normaalkracht	$N_{.Ed}$	716	kN
betonsterkte	f_{ck}	18	N/mm2
staalkwaliteit	f_{yk}	400	N/mm2
schuifspanning	$v_{.Ed}$=	2,28	N/mm2

$C_{.Rdc}$=0,18*γ_c	0,15	
k=1+(200/d)^0,5	1,51	
κ_{cap}	1,00	
$A_{.sl}$	4909	
ρ	0,0075	
k_1	0,15	
σ_{cp} gebaseerd op $A_{c,kolom}$	0,91	
$V_{.Rdc}$=$C_{.Rdc}$*k*(100p*f_{ck})^0,33+k_1*$\sigma_{.cp}$)*A_v	443,2	
v_{min}= 0,83*k^(3/2)*κ_{cap}^(3/2)*f_{ck}^(1/2)*f_{yk}^(-1/2)	0,33	conform RBK
$V_{.Rdc,min}$=($v_{.min}$+k_1*$\sigma_{.cp}$)*A_v	304,0	
$V_{.Rdc}$	**443,2**	**kN**
$v_{.Rdc}$=$V_{.Rdc}$/A_v	0,67	N/mm2

3.4 Bepaling doorsnedecapaciteit gewapend

3.4.1 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede

cot(θ)	2,50	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	16,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	402	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,703	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	1412,58	
α_{cw} = 1	1,06	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*\upsilon_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	4173,92	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	**1412,58**	

3.4.2 Doorsnedecontrole gewapende doorsnede, aandeel beton en wapening

cot(θ)	1,00	1 ≤ cot(θ) ≤ 2,5
$Ø_{bgl}$ [mm]	16,00	
n_{sn} = aantal snedes per bgl / opgebogen staven	2,00	
α [graden]	90,00	
A_{sw} [mm^2] = $n_{sn}*\pi/4*Ø_{bgl}^2$	402	
s_l [mm] = hart op hart beugels (langsrichting)	200	
z[mm]=0,9*d	0,703	
f_{ywd} [MPa] rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwap.	400	
$V_{Rd,s}$ [kN] = $A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot(\theta)$	565,03	
α_{cw} = 1	1,06	
$\nu_1 = \nu = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	0,56	
$V_{Rd,max}$ [kN] = $\alpha_{cw}*b_w*z*\upsilon_1*f_{cd}*(\cot(\theta)+\tan(\theta))$	6052,18	
$V_{Rd,s}$ = min($V_{Rd,s}$;$V_{Rd,max}$)	565,03	
$V_{Rd,s}$ = $V_{.Rds}$ + $V_{.Rd,c}$ =	1008,25	

bij cot(θ)=1 mogen het aandeel beton en wapening conform de RBK worden opgeteld

3.4.3 Resumé

Opneembare dwarskracht door beton	$V_{Rd,c}$	443		
Opneembare dwarskracht door betonstaal	$V_{.Rd,s}$	1413	**UC=**	**1,06**
Opnaambare dwarskracht door beton en betonstaal	$V_{.Rd}$	1008		