Nebest B.V.
Marconiweg 2
4131 PD Vianen
Postbus 106
4130 EC Vianen

T 085 489 01 00
F 085 489 01 01
E info@nebest.nl
I www.nebest.nl

De Hofbogen te Rotterdam

Verificatieberekening boog 22 (B2)

Opdrachtgever	DUDOK Hofbogen Rotterdam BV
Documentnummer	40245-BER-02
Versie	2.0
Status	Definitief
Datum	9 juli 2021

Op al onze werkzaamheden is de 'Rechtsverhouding opdrachtgever - architect, ingenieur en adviseur DNR 2011' van toepassing.
Deze voorwaarden liggen op ons kantoor ter inzage en zijn ook in te zien op onze website (www.nebest.nl).

VERIFICATIEFORMULIER

Versie	Datum	Documentnr.	40245-BER-02		
2.0	09-07-2021	Omschrijving	De Hofbogen – Verificatieberekening boog 22 (B2)		
			Auteurs	**Gecontroleerd**	**Vrijgave**
		Naam	[redacted]	BSEn [redacted]	
		Handtekening	[redacted]	[redacted]	[redacted]

VERSIEBEHEER

Versie	Datum	Opmerking
1.0	26-02-2021	1e versie definitief
2.0	09-07-2021	2e versie, definitief, aanvulling aanvullend onderzoek.

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

INHOUDSOPGAVE

1 INLEIDING 5

2 OBJECTGEGEVENS 6

2.1 Ligging 6

2.2 Hoofddraagconstructie 6

2.3 Wapening 7
2.3.1 Kolommen en funderingssloof 7
2.3.2 Balk in geboorte 7
2.3.3 Gewelf 7

2.4 Fundering 8

2.5 Geotechnische gegevens 10

2.6 Relevante documenten 12

2.7 Relevante informatie uit nader onderzoek en inspecties 13

3 BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES 15

3.1 BG1 – Eigen gewicht 15

3.2 BG2 – Permanente belasting 15

3.3 BG3 – Variabele belasting 17

3.4 BG4 – Eenheidsbelasting dakpark 17

3.5 BG5+6 – Historische (spoor)belasting (variabel en permanent) 17

3.6 Belastingcombinaties 19

4 MODELVORMING 20

4.1 Omschrijving rekenmodel 20

4.2 Stijfheden 22

4.3 Steunpunten 22

4.4 Geotechnisch draagvermogen 23

5 CONSTRUCTIEVE ANALYSE 24

5.1 Validatie van het model 24

5.2 Paalfundatie 24

5.3 Onderbouw 28

5.4 Bovenbouw 28
5.4.1 Geboorte balk 28
5.4.2 Gewelf 29

5.5 Stationsemplacement zuidelijk deel 30

6 CONCLUSIE 32

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 1 Relevante ontwerpdocumenten

Bijlage 2 Bepaling belastingen

Bijlage 3 Bepaling stijfheden beton

Bijlage 4 Berekening paaldraagvermogen

Bijlage 5 Berekeningsrapportage Scia Engineer

Bijlage 6 Doorsnedecapaciteit beton

1 INLEIDING

Het Hofpleinviaduct, beter bekend als de Hofbogen, is het resterende deel van de constructie van de voormalige spoorlijn tussen Rotterdam Hofplein en Scheveningen. De onder- en bovenbouw van het oorspronkelijke viaduct zijn gerealiseerd in de periode tussen 1904 en 1908; het is één van de eerste constructies van gewapend beton in Nederland. Het viaduct is gelegen in Rotterdam-Noord en wordt gekenmerkt door zijn lengte van circa 1,8 km en zijn boogconstructies met variërende overspannings-lengtes.

De spoorlijn is sinds 2006 niet meer in gebruik. In 2017 heeft ProRail de spoorstaven en ballast van het viaduct verwijderd, waardoor het dak over de volledige lengte van het viaduct nu leeg is.

De nieuwe eigenaar van de Hofbogen en de gemeente Rotterdam hebben de intentie om op de huidige dakconstructie een dakpark te realiseren, waarin onder meer permanente buffering en regulering van regenwater gaat plaatsvinden. Het betreft het tracé vanaf het Hofplein tot aan de snelweg A20.

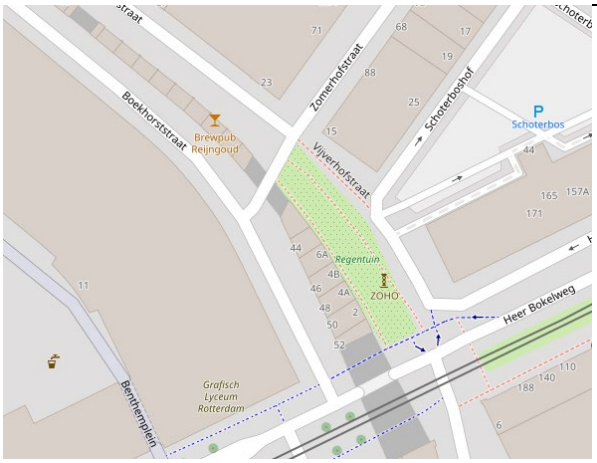
In de voorbereidingsfase van de geplande dakrenovatie en de realisatie van het dakpark is de behoefte ontstaan inzicht te verkrijgen in de onderhoudstoestand van de oorspronkelijke constructie van omstreeks 1900, het nieuwere betondek van omstreeks 1960 en de houten paalfundatie en daaruit voortvloeiend de eventuele onderhoudsbehoefte. Daarnaast dient te worden vastgesteld wat de maximaal toegestane dakbelasting is.

In het document 40245-UPN-01 zijn de uitgangspunten beschreven voor de herberekeningen van de verschillende constructietypen. Dit document geldt als basis voor de herberekening; hierin zijn de algemene uitgangspunten opgenomen. Het voorliggende document is een deelrapportage voor de constructieve herberekeningen en betreft het gedeelte binnen sectie 1.1 locatie B2. Dit gedeelte van het kunstwerk was oorspronkelijk onderdeel van het emplacement, maar is omstreeks 1974 onderbroken door het nieuwe viaduct aan de Heer Bokelweg.

2 OBJECTGEGEVENS

2.1 Ligging

De beschouwde boog (nr. 22) is gelegen aan de Boekhorststraat 46, tussen de heer Bokelweg en de Zomerhofstraat. De boog is typerend voor het emplacementgedeelte (sectie 1.1) en wijkt daarmee af van de normale bogen van de rest van het spoorviaduct. Oorspronkelijk was deze sectie aaneengesloten met het emplacement. Omstreeks 1974 is deze onderbroken door het viaduct Heer Bokelweg. De boog is een gesloten boog die onlangs in 2019 is gerenoveerd. Sindsdien is de ruimte onder de boog in het gebruik van een bloemist. In figuur 2.1 zijn de ligging en een vooraanzicht van de huidige situatie weergegeven.



(a)

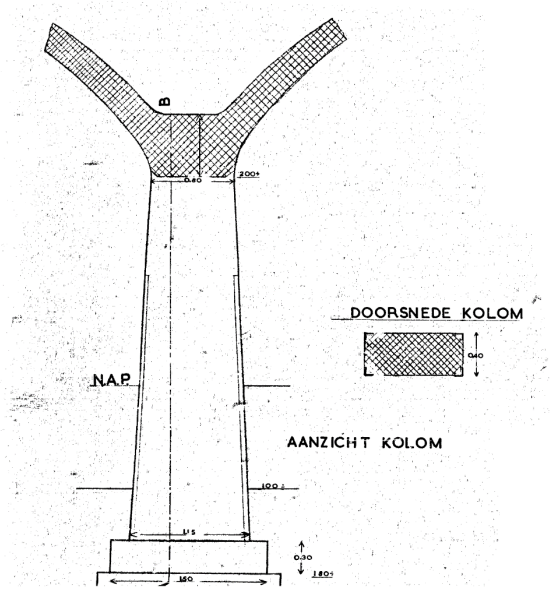
(b)

Figuur 2.1: Locatie beschouwde boog;
(a) plattegrond (Bron: OpenStreetMap); (b) Vooraanzicht op boog 22 (Bron: Cyclomedia)

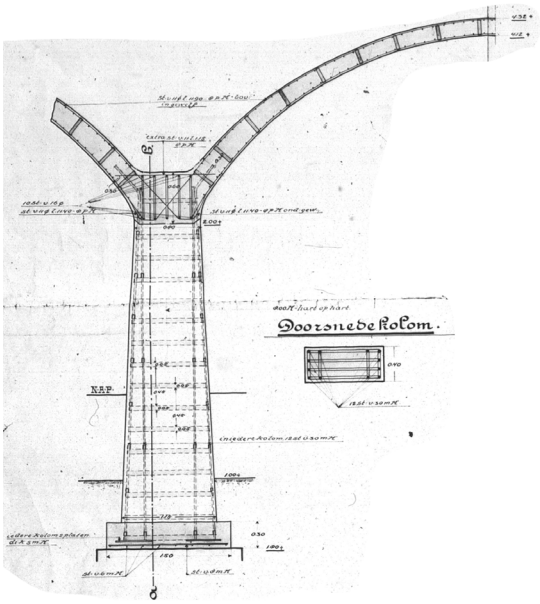
2.2 Hoofddraagconstructie

Boog 22 bestaat in tegenstelling tot de overige bogen van het spoorviaduct niet uit 4 getoogde balken maar uit een doorgaand gewelfde constructie. Het gewelf heeft een overspanning van circa 8 m, gelijk aan de overspanningen in het emplacement. De constructie bestaat als het ware uit een gebogen schaalconstructie. De dikte van de schaal bedraagt 300 mm bij de geboorte tot 200 mm in het midden van de overspanning. De ruimte tussen de dekvloer en het gewelf is waarschijnlijk (overeenkomstig het emplacement) gevuld met zand. De exacte opbouw boven het gewelf is echter onbekend.
De bogen van het viaduct tussen de Zomerhofstraat en het stationsgebouw hebben een verlopende breedte. Richting het stationsgebouw neemt de breedte van het viaduct toe. De geboorte van het gewelf tussen boog nr. 23 en 22 heeft een breedte van 10,4 m; de geboorte van het gewelf tussen boog 22 en 21 heeft een breedte van 11,5 m.

Bij de geboorten van het gewelf van boog nr. 22 zijn 7 kolommen toegepast, met afmetingen van 400 mm in de dwarsrichting en een verlopende dikte van 800 tot 1150 mm in de langsrichting van de overspanning zoals weergegeven in figuur 2.2. De kolomvoeten zijn verbonden met een gewapende betonstrook die gefundeerd is op een ongewapende betonsloof met houten funderingspalen. De opbouw van de fundering is verder gespecificeerd in paragraaf 2.4.



Figuur 2.2: Doorsnede kolom gewelf [2]



Figuur 2.3: Wapeningsdoorsnede kolom gewelf [1]

2.3 Wapening

2.3.1 Kolommen en funderingssloof

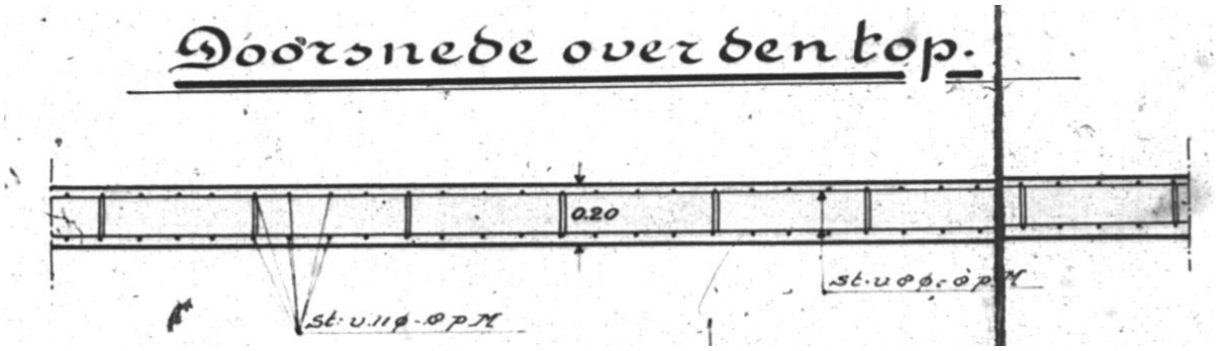
De kolommen van de gewelven zijn uitgevoerd met een wapening van 12 staven Ø 30 in combinatie met beugels van stalen strips met een breedte van 50 mm en een dikte van 3 mm [5]. De strips zijn geplaatst met een hart-op-hartafstand van 0,5 m. De kolommen hebben een verlopende dikte van 800 mm bovenin tot 1150 onderaan de voet waar deze gekoppeld is met de fundering. Met behulp van 2 stalen platen van 5 mm dik zijn de kolommen bevestigd aan een gewapende funderingsstrook van 300 mm dik en 1500 mm breed. De strook is gewapend met een dwarswapening van Ø8-125 en een langswapening van Ø6-200. De gewapende strook wordt ondersteund door een ongewapende beton-sloof van 1000 mm bij 1750 mm met daaronder een houten paalfundering.

2.3.2 Balk in geboorte

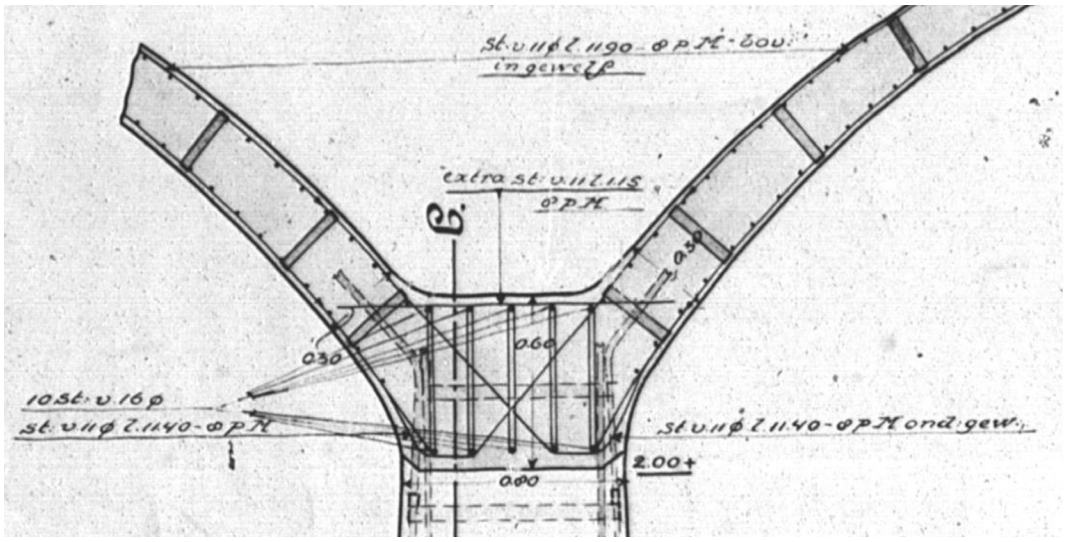
Op de kolommen is een dwarsbalk aanwezig waar de gewelven met elkaar zijn verbonden, zie figuur 2.5. De balk met een breedte van 800 mm en een hoogte van 600 mm is gewapend met 5 staven Ø16 onder en boven in de langsrichting. Van de tekeningen is niet af te leiden of er dwarskrachtwapening is toegepast.

2.3.3 Gewelf

Het gewelf zelf bestaat uit een betonnen schaal die 300 mm dik is ter plaatse van de geboorte en 200 mm in het midden van de overspanning. Het beton is gewapend met Ø11-125 in de overspan-ningsrichting en Ø8-125 in de dwarsrichting, zoals te zien in figuur 2.4. De wapening van het gewelf is ter plaatse van de geboorte gekoppeld met het aansluitende gewelf, zoals weergegeven in figuur 2.5. In het gewelf zijn beugels toegepast door middel van stalen strippen (50 mm breed en 3 mm dik) met een hart-op-hartafstand van 0,5 m in twee richtingen.



Figuur 2.4: Dwarsdoorsnede gewelf [1]



Figuur 2.5: Detail wapening geboorte gewelf [1]

2.4 Fundering

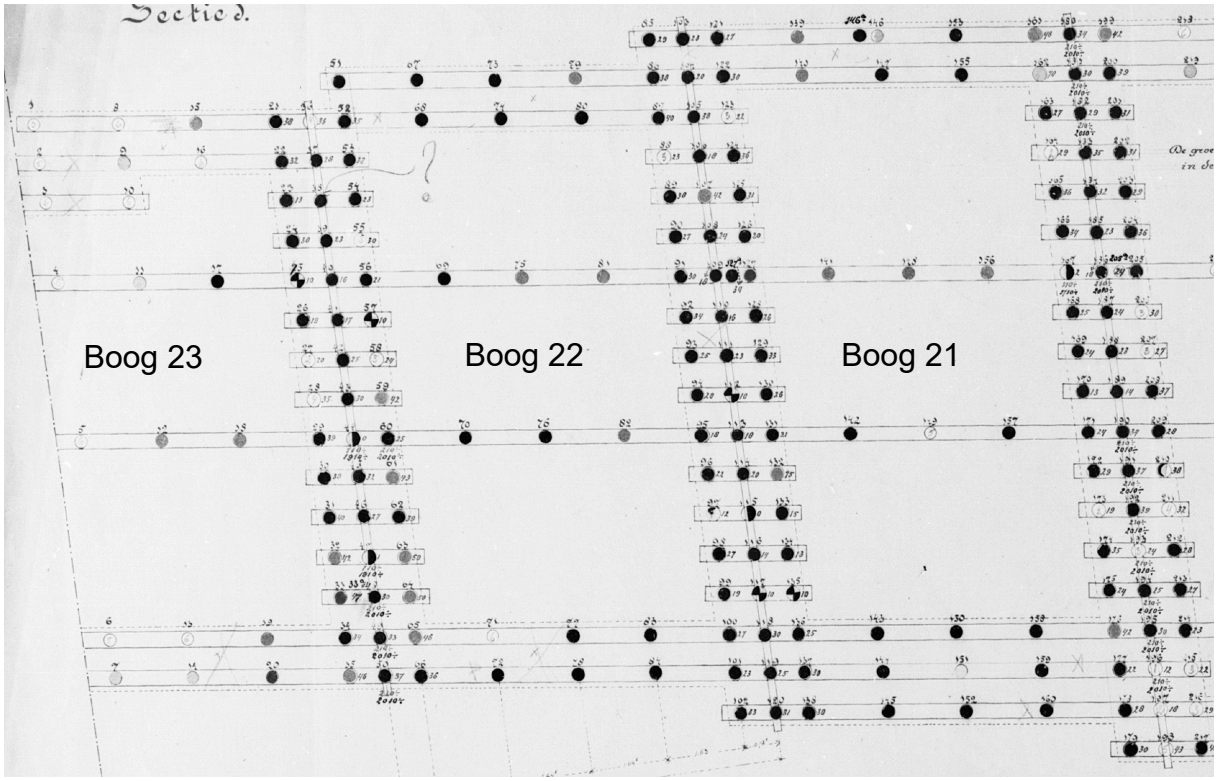
Zoals eerder beschreven, zijn kolommen van het gewelf verbonden met een gewapende betonstrook die gefundeerd is op een ongewapende betonsloof op houten funderingspalen. De ongewapende betonsloven en funderingspalen werden al een aantal jaren voor de bouw van de gewelven aangelegd. In figuur 2.6 tot en met figuur 2.8 zijn overzichten en details van de fundering weergegeven.

Uit de funderingstekeningen blijkt dat er zowel een betonsloof onder de kolommen als onder de gevels is aangebracht. De betonsloof onder de betonkolommen heeft een breedte van 1,75 m. De breedte van de betonsloof onder de gevels, in de langsrichting van de overspanning, bedraagt 1,0 m. De hoogte van de betonsloof bedraagt overal 1,0 m.

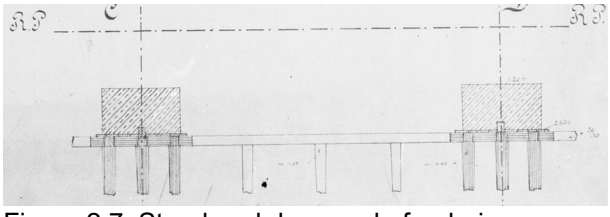
De ongewapende betonsloven zijn gefundeerd met behulp van dennenhouten palen en dennenhouten koppelbalken. Ter plaatse van de geboorte tussen boog 22 en 23 zijn 15 paalrijen van 3 palen aangebracht. Onder de geboorte tussen boog 21 en 22 zijn dit 18 paalrijen van 3 palen.
De funderingspalen hebben een lengte van 16 tot 18 meter. De inheidiepte van de kop van de funderingspaal bedraagt 2,10 m - RP (RottePeil = 0,60 m – NAP). Het paalpuntniveau van de palen bedraagt 18,1 – RP. Daarnaast zijn er diverse uitzonderingen met een inheidiepte van 20,1 m – RP.

Volgens het bestek [4] is het merendeel van de palen voor het emplacement (2393 stuks) 16 meter lang. De palen hebben een omtrek van 95 cm gemeten op 1 m onder de kop en 45 cm gemeten op

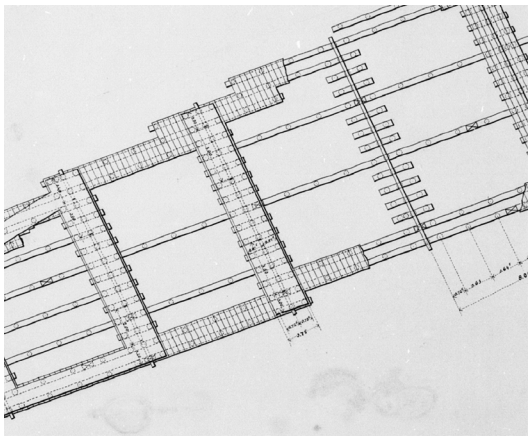
1 m boven de punt, overeenkomend met een diameter van circa 300 mm bovenin tot 140 mm onderin en een bijbehorende tapsheid van 11,4 mm/m.



Figuur 2.6: Funderingstekening emplacement sectie 1 vak 2, inclusief aantekeningen waargenomen stuit [7]



Figuur 2.7: Standaard doorsnede fundering emplacement onder normale gewelven [6]



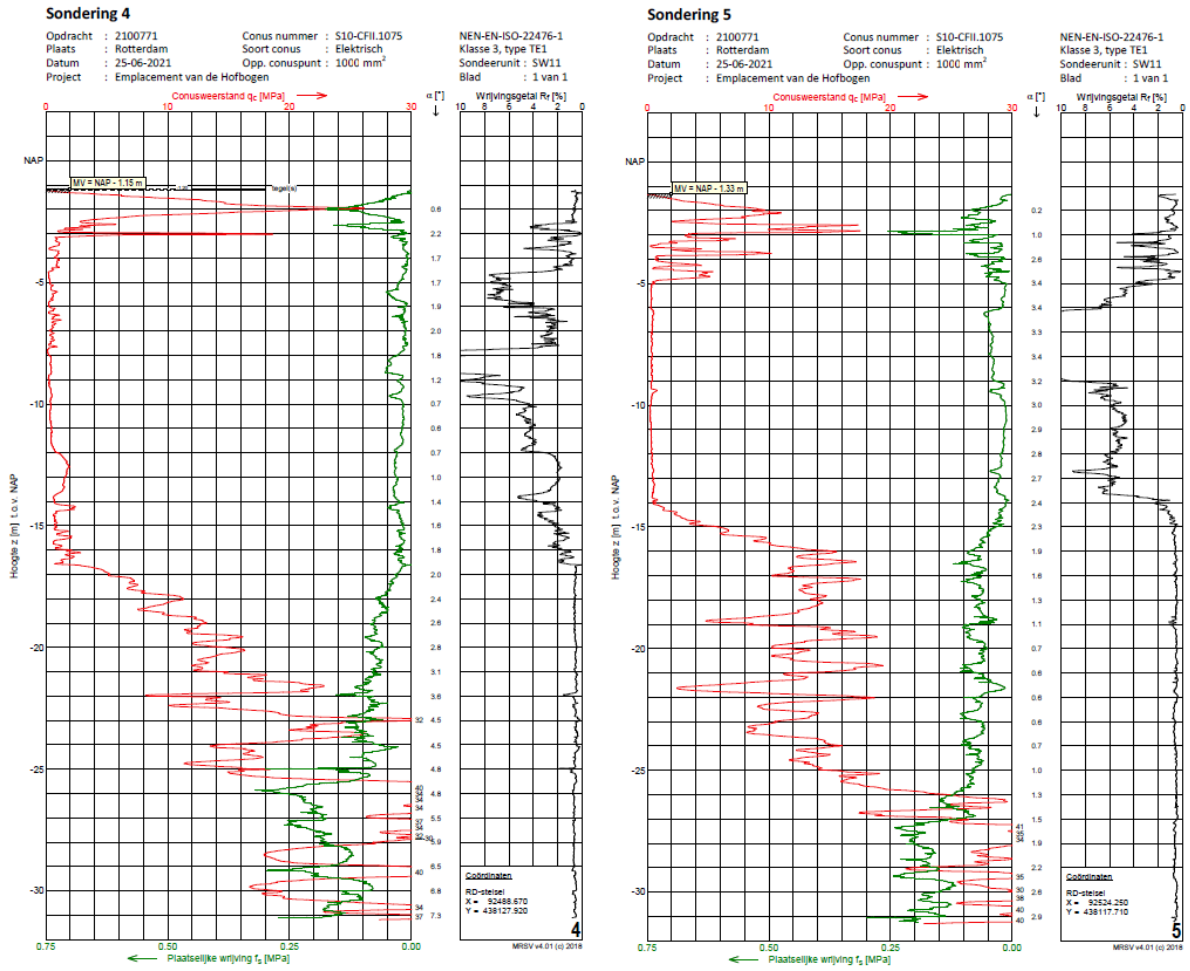
Figuur 2.8: Overzicht fundering met gewapende sloof, ongewapende sloof en koppelhout [8]

2.5 Geotechnische gegevens

In eerste instantie zijn de geotechnische gegevens voor het emplacementgedeelte gebaseerd op sondeergrafieken uit het palenplan van het viaduct Heer Bokelweg en de sonderingen afkomstig uit het DINOloket opgenomen in de uitgangspuntennota (40245-UPN-01). Aangezien op basis van deze sonderingen het paaldraagvermogen niet toereikend is zijn er nieuwe sonderingen uitgevoerd tijdens het aanvullend onderzoek. Deze nieuwe sonderingen zijn op 25 juni 2021 uitgevoerd door Mos Grondmechanica. De resultaten zijn opgenomen in het onderzoeksrapport “Aanvullende onderzoeken Emplacement en Station Bergweg” met kenmerk “40245-RAP-04”. Op basis van de nieuwe sonderingen is af te leiden dat de eerste zandlaag begint op circa -16 m NAP. De paalpunten bevinden zich op circa -18,7 m NAP.

In totaal zijn er zeven sonderingen uitgevoerd waarvan 2 in de nabijheid van boog 22. Voor het bepalen van het paaldraagvermogen van boog 22 zijn sondering 4 en 5 gebruikt. Sondering 2, 3, 6, 7 en 8 zijn gebruikt voor het bepalen van het paaldraagvermogen van de funderingspalen onder het stations gedeelte van het emplacement. De nieuwe sondeerlocaties zijn weergegeven in figuur 2.9. De resultaten van sondering 4 en 5 zijn weergegeven in figuur 2.10.

Figuur 2.9: Locaties nieuwe sonderingen



Figuur 2.10: Sonderingen 4 en 5

2.6 Relevante documenten

Nr.	Doc.nr.	Omschrijving	Door	Datum
1	*NL-UtHUA_A188493_Blad29_Wapening normale gewelven.jpg*	Wapening normale gewelven met kolommen emplacement	Z.H.E.S.M.	-
2	*HIB83F~1_herstellen kolommen en wanden bergruimten station hofplein_1960.jpg*	Herstellen van kolommen en wanden in bergruimten	N.V. Nederlandsche Spoorwegen	23-07-1960
3	*Polderman Hofpleintracé-205D-B-300-nwe-situatie-2017-11-24.pdf*	Nieuwe situatie overzichtstekening	Polderman	24-11-2017
4	*Bestek No 5_Fundering Emplacement.pdf*	Bestek fundering Emplacement	Z.H.E.S.M.	1901
5	EMPLACEMENT_Bouwtech beschrijving.pdf	Beschrijving van de bouwgeschiedenis en de bouwkundige staat stationsemplacement	Akropolis Architecten	01-10-2013
6	NL-UtHUA_A188607_Blad11_Fundering sectie 1 vak 1.pdf	Uitvoeringstekening fundering emplacement sectie 1 vak 1	Z.H.E.S.M.	27-09-1901
7	NL-UtHUA_A188606_Blad10_Fundering sectie 1 vak 2.pdf	Uitvoeringstekening fundering emplacement sectie 1 vak 2	Z.H.E.S.M.	27-09-1901
8	NL-UtHUA_A188583_Fundering emplacement.pdf	Fundering Emplacement Sectie 1, bestektekening	Z.H.E.S.M.	-
9	HI7AE4~1_palenplan en sondering heer bokelweg_1969.TIF	Palenplan met sonderingen onderdoorgang heer Bokelweg	N.V. Spoorweg opbouw	07-07-1969
10	NL-UtHUA_A188494.pdf	Blad 30, ontwerp perronmuren Emplacement	Z.H.E.S.M.	-
11	B-03 Dak bestaand@140113.pdf	Plattegrond Dak – Bestaand	Peña/Akropolis Architecten	13-01-2014
12	B-05 Doorsnede bestaand@140113.pdf	Gevels en doorsnede – Bestaand	Peña/Akropolis Architecten	13-01-2014
13	AB-08 dak@140113.pdf	Dak aanzicht – Herbestemming	Peña/Akropolis Architecten	13-01-2014
14	AB-20 doorsnedes@140113.pdf	Doorsnedes – Herbestemming	Peña/Akropolis Architecten	13-01-2014
15	A3 Detailboekje AB-50@140113.pdf	Details, Gevelfragmenten & Doorsnedes - Herbestemming	Peña/Akropolis Architecten	13-01-2014

Daarnaast is het volgende boek geraadpleegd:

Oosterhoff, J. (1999). *Bruggen In Nederland 1800-1940* (1ste editie). Matrijs.

2.7 Relevante informatie uit nader onderzoek en inspecties

In het nadere onderzoek zijn over de gehele lengte van de Hofbogen meerdere betonkernen uitgenomen. Deze kernen zijn beproefd om de karakteristieke druksterkte van het beton te bepalen. Voor sectie 1.1 zijn de volgende betonsterkteklassen bepaald:

- Kolommen en getoogde vloeren C25/30
- Ongewapende funderingssloven C8/10

Vastgesteld is dat voor de betonnen kolommen en getoogde vloeren van de oorspronkelijke boogconstructies van het emplacement een genormeerde betonsterkteklasse van C25/30 kan worden aangehouden. Echter, bij het uitvoeren van constructieve herberekeningen dient rekening te worden gehouden met een sterk verminderde samenhang van het beton van de gewelven in verband met scheuren (met een wijdte tot 10 mm), wat zeer waarschijnlijk het gevolg is van de brand waaraan de constructie omstreeks 1940 is blootgesteld. Daarnaast vertoonde ook een aantal geboorde betonkernen een onsamenhangend geheel.

De scheurvorming in de constructie is waargenomen aan de bovenzijde van de gewelven in de kruipruimte onder het huidige perron. Hier wijkt de constructie af van de overige bogen in het emplacement waar direct op de bogen een grond- of grindaanvulling is aangebracht. De belastingafdracht van het perron boven de kruipruimte door middel van langs- en dwarswanden kan een negatief effect hebben op de krachtswerking in de bogen. Naast de brandschade kan dus ook de constructieopbouw een oorzaak zijn van de extreme scheurvorming. Op dit moment is niet bekend of deze mate van scheurvorming zich uitsluitend ter plaatse van de huidige perronconstructie manifesteert of dat deze ook aanwezig is bij de overige gewelven.

De kolommen en de onderzijde van de gewelven zijn in de voorbijgaande jaren hersteld tot de oorspronkelijke constructiedikte. Op basis van visuele waarneming lijkt de constructie goed hersteld te zijn. Echter zijn ook op deze locaties nog aantastingen van het beton in de binnenschil waargenomen. Met het betononderzoek is eenzelfde wapeningsconfiguratie waargenomen als aangeven op de originele bouwtekeningen.

In aanvulling op het visuele en betononderzoek is tevens een funderingsonderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn de funderingen van sectie 2 en 3 onderzocht. Aangezien de fundering van sectie 2 op vergelijkbare wijze is uitgevoerd als sectie 1, zullen de inspectieresultaten van sectie 2 ook representatief zijn voor sectie 1.
Tijdens het funderingsonderzoek zijn paalkopdiameters opgemeten. Deze variëren van 240 tot 295 mm in doorsnede. De paalkoppen hebben een NAP-niveau van -3,45 m. De hoogte van de paalkoppen op de archieftekeningen zijn met -2,7 m NAP hoger. Waarschijnlijk zijn deze na het plaatsen op de juiste hoogte gezaagd. Op basis van de archiefgegevens is een paallengte van 15,25 tot 17,25 m afgeleid. De paalpunten hebben dan een NAP-niveau van -18,75 tot -20,75 m. De gronddekking op de ongewapende sloof is 1,1 m (maaiveld op NAP -0,95 m). De palen hebben een tapsheid van 7,5 tot 10,0 mm/m. Op basis van deze informatie is een puntdiameter van 135 mm bepaald.

Voor sectie 2 zijn tijdens het funderingsonderzoek monsters genomen van de houten palen. Op basis van deze monsters en de verwachte aantasting van het hout is de belastbaarheid van de palen bepaald bij de paalkop en bij het omslagpunt. Bij het omslagpunt gaan de slappe lagen over naar de dragende laag. Voor sectie 2 is bepaald dat het huidige constructieve draagvermogen van respectievelijk de paalkop en het omslagpunt gelijk is aan 501 kN en 227 kN. Over 30 jaar is deze sterkte 488 en 221 kN.

Aanvullend nader onderzoek
In een aanvullend nader onderzoek zijn nieuwe sonderingen gemaakt om de actuele grondsamenstelling nauwkeuriger in beeld te brengen. Daarnaast is op het stationsemplacement op het dak een vijftal locaties vrijgemaakt om de dakopbouw nauwkeurig in beeld te krijgen. Bij het vrij maken van de boogconstructie zijn tevens betonkernen genomen om de druksterkte en de carbonatatiediepte van het beton te bepalen. Hierbij zijn de volgende relevante zaken opgemerkt:

- Er is vastgesteld door voor de betonnen kolommen en getoogde vloeren van de oorspronkelijke boogconstructies van het Emplacement een genormeerde betonsterkteklasse van C25/30 kan worden aangehouden.
- Op basis van de aan de bovenzijde van de vrijgemaakte delen van de betonconstructie en de geboorde betonkernen kan worden gesteld dat aan de bovenzijde in mindere mate sprake is van scheuren en tevens ook van een betere samenhang van het beton.
- Ter plaatse van locatie 2 (boog 4) is over de volledige constructiehoogte een roze verkleuring van het toeslagmateriaal waargenomen. Deze verkleuring duidt op (langdurige) blootstelling aan temperaturen tussen 350 °C en 600 °C. Na blootstelling aan dergelijke temperaturen dient rekening te worden gehouden met blijvend sterkteverlies bij zowel beton (vanaf 250 °C) als betonstaal (vanaf 350 °C).
- De gemeten carbonatiediepte van maximaal 11 mm is minder dan de minimale dekking van 24 mm. Op basis van de meetresultaten wordt de kans op het (op termijn) ontstaan van carbonatiegeïnitieerde wapeningscorrosie verwaarloosbaar geacht.

De resultaten van de exacte dakopbouw zijn nader toegelicht in §5.5. De complete rapportage van het aanvullend nader onderzoek is opgenomen in het onderzoeksrapport met kenmerk 40245-RAP-04.

3 BELASTINGEN EN BELASTINGCOMBINATIES

Er is rekening gehouden met de volgende belastinggevallen:

BG1	Eigen gewicht dek
BG2	Permanente belasting
BG3	Variabele belasting
BG4	Eenheidsbelasting dakpark 1 kN/m2
BG5	Historische spoorbelasting – Bogieloc
BG6	Historische spoorbelasting – 60-tons proefbelasting

3.1 BG1 – Eigen gewicht

Het eigen gewicht wordt door Scia zelf gegenereerd. In het rekenmodel wordt enkel het constructief dragende deel geschematiseerd. Het eigen gewicht uit het gewelf, de geboorte, de kolommen en de fundatie worden dus automatisch berekend door Scia. De overige permanente belastingen zijn gedefinieerd in BG2.

3.2 BG2 – Permanente belasting

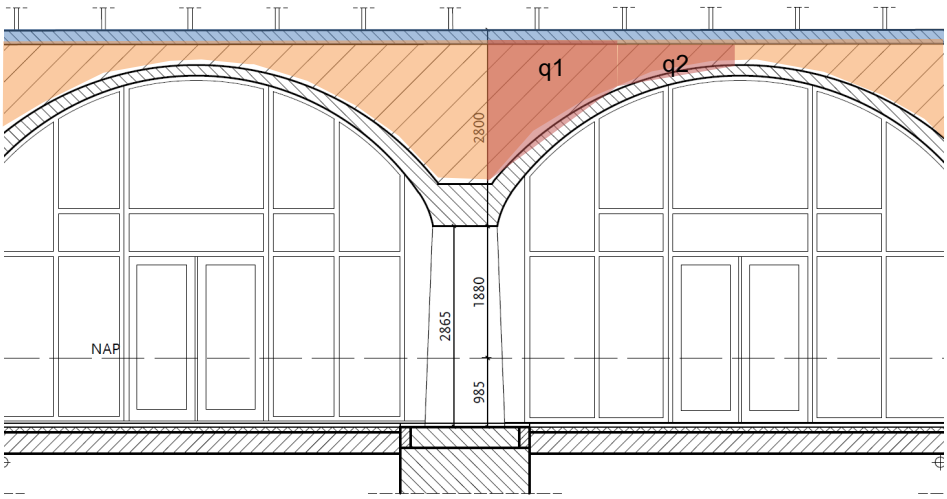
Aanvulling
Bovenop de gewelven is zand aangebracht tot aan bovendekniveau. De grond zal zorgen voor een permanente belasting op de gewelven. Het bovendek heeft geen constructieve functie en zal gelijkmatig afdragen op de zandopvulling en dus de gewelven. Volgens tekening [3] bevindt de bovenzijde bovendek zich op 2,2 m boven de bovenzijde balk oftewel 4,8 m + NAP en volgens tekening [1] bovenzijde gewelf op 4,32 m + NAP. Uitgaande van een bovendekdikte van 200 mm, zal de zandophoging in het midden van de overspanning een dikte van 280 mm bedragen en bij de geboorte 2000 mm.

De meest recente inmeting door VanderHelm toont aan dat het bovendek zich op 4,7 m + NAP bevindt en de onderzijde boog op circa 4,0 m + NAP. Rekening houdend met een dikte van het gewelf van 200 mm en een bovendek van 200 mm, is er 300 mm opvulhoogte resterend; dit is nagenoeg gelijk aan de hiervoor genoemde dikte van 280 mm. Voor de berekening wordt een zandpakket van 300 mm boven bovenzijde gewelf en 2000 mm boven bovenzijde geboorte in rekening gebracht.

Om tot een realistische belastingaanname te komen is de belasting van het zandpakket opgedeeld in 2 regio's, q_1 en q_2, zie figuur 3.1. Door het opdelen van de lineair toenemende belasting is de overschatting van het totale gewicht beperkt. De regio's zijn opgedeeld per kwart lengte van de overspanning. De hoogte van de bovenkant gewelf op het grensvlak q_1-q_2 is circa 350 mm lager dan de bovenkant midden overspanning. Voor het volumieke gewicht van zand is een waarde van 19 kN/m^3 gehanteerd.

De permanente belasting bedraagt dus:

Q	Max [kN/m^2]	min [kN/m^2]
q_1	43,0	17,4
q_2	17,4	10,7



Figuur 3.1: Schematisatie opdeling permanente belasting zandpakket in q1 en q2

Gevelopstand

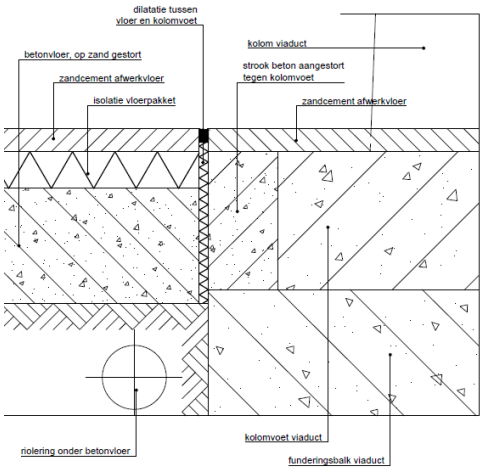
Aan de rand van de gewelven ter plaatse van de gevel is een gevelopstand aanwezig die de zand-aanvulling en ballast op hun plaats houdt. De gevelopstand is uitgevoerd in gewapend beton met een dikte van 100 mm, ondersteund door steunberen [5]. De bovenzijde gevelopstand is hierbij gelijk gehouden aan de bovenzijde dek. De permanente belasting uit de gevelopstand is met een lijnlast op de rand van het gewelf aangebracht met behulp van een lineair stijgende belasting vergelijkbaar met figuur 3.1.

De permanente lijnbelasting uit de gevelopstand bedraagt:

Q	Max [kN/m]	min [kN/m]
q1	5,5	2,1
q2	2,1	1,25

Funderingssloof

Volgens tekening [3], zie fragment in figuur 3.2, is in de nieuwe situatie de beganegrondvloer onder de gewelven gefundeerd op zand. De beganegrondvloer rust dus niet op de funderingssloven. Op de kolomvoet is wel een zandcement afwerkvloer aanwezig. Voor de afwerkvloer is een permanente belasting van 1 kN/m^2 (50 mm afwerkvloer) in rekening gebracht bovenop de funderingsbalk.



Figuur 3.2: Detail aansluiting nieuwe betonvloer tegen bestaande fundering [3]

3.3 BG3 – Variabele belasting

De variabele belasting bestaat uit een vlaklast van 5,0 kN/m^2. Deze vlaklast is zowel over de volledige oppervlakte van de drie gemodelleerde bogen aangebracht, als deels op één boog om de maximale momenten te berekenen.

Daarnaast is voor de begane grond (straatniveau) een variabele belasting boven de funderingsstrook aangebracht. De variabele belasting op de beganegrondvloer onder de boog is vanwege de funderingswijze van de vloer, in overeenstemming met de permanente belasting, niet meegenomen.

3.4 BG4 – Eenheidsbelasting dakpark

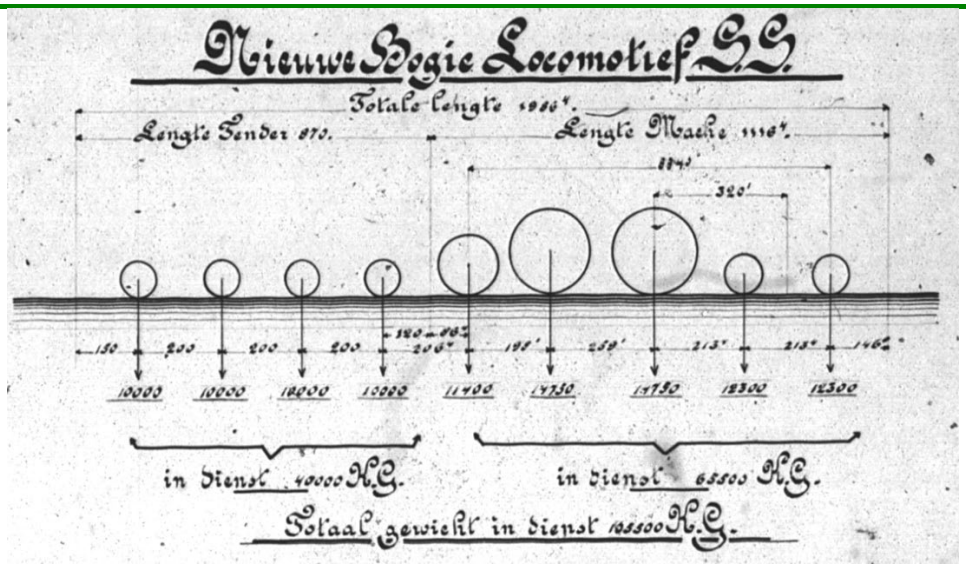
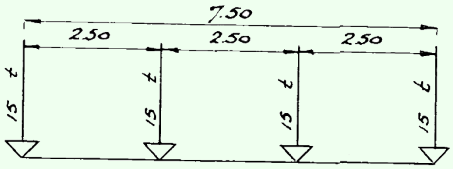
De grondaanvulling voor het dakpark wordt als eenheidsbelasting van 1 kN/m^2 ingevoerd over de gehele breedte van het dek. Met behulp van dit belastinggeval kan de invloed van een permanente belasting uit het dakpark per belastingeenheid worden gedefinieerd.

3.5 BG5+6 – Historische (spoor)belasting (variabel en permanent)

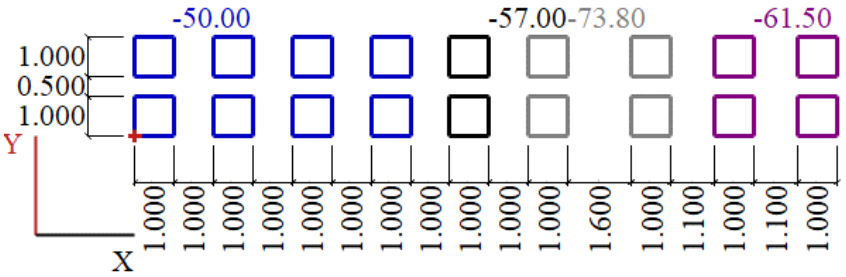
De volgende twee belastingen zijn meegenomen in de analyse: de 105-tons Bogielocomotief en de 60-tons proefbelasting zonder stootcoëfficiënt, zie ook figuur 3.3. De belastingen zijn ingevoerd als verdeelde vlaklasten vanwege de spreiding door het bovendek en het zandpakket. De vlaklasten zijn berekend op spreiding ter plaatse van een minimaal grondpakket met een hoogte van 0,5 m. De werkelijke spreiding ter plaatse van de geboorte zal dus hoger zijn.

Volgens tekening van het perron op het emplacement [10] lag oorspronkelijk de bovenkant spoorstaaf op 5,40 m + RP. Dit is circa 0,5 m boven de bovenkant gewelf en dus gelijk met de bovenzijde betonplaat. Later na aanpassing van het bovendek omstreeks circa 1958 is het spoor met 0,3 m verhoogd. De proefbelastingen zijn echter aangebracht voor de aanpassingen van het dek. In de berekening is daarom een spreiding van 0,50 m aangehouden.

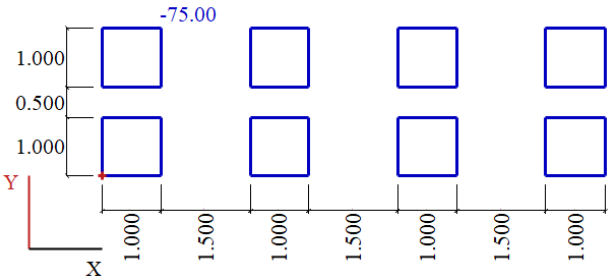
In figuur 3.3 zijn de aslasten van de proefbelasting weergegeven. Deze aslasten zijn per wiel verspreid over een oppervlak van 1,0 m bij 1,0 m vanwege een spreiding van 1:1 over een hoogte van 0,5 m. De in Scia ingevoerde belastingpatronen zijn weergegeven in figuur 3.4 en figuur 3.5.

'Bogieloc' ontwerpbelasting	 bron: tekening "Blad 46 - Viaduct Ammersooisestraat en Bergweg"
Proefbelasting met beladen wagon 1906	

Figuur 3.3: Historische belastingen op het kunstwerk



Figuur 3.4: Belastingpatroon Bogielocomotief



Figuur 3.5: Belastingpatroon 60 ton proefbelasting

3.6 Belastingcombinaties

Op basis van NEN-EN 1990 worden voor de UGT de volgende fundamentele belastingcombinaties aangehouden.

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

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

Hierin is:

G_k	:	karakteristieke waarde van een blijvende belasting
P	:	representatieve waarde van een voorspankracht
$Q_{k,1}$	:	karakteristieke waarde van de overheersende variabele belasting
$Q_{k,i}$	:	karakteristieke waarde van de gelijktijdig optredende veranderlijke belasting
γ_G	:	partiële factor voor blijvende belastingen
γ_Q	:	partiële factor voor veranderlijke belastingen
γ_P	:	partiële factor voor voorspankrachten
ξ	:	reductiefactor voor ongunstige, blijvende belastingen
Ψ_0	:	momentaanfactor in verband met combinatiewaarde van een veranderlijke belasting

Voor de partiële factoren is gebruikgemaakt van tabel A1.2 "*γ-factoren voor de uiterste grenstoestanden STR en GEO*", conform NEN 8700. Voor het bepalen van de factoren is uitgegaan van gevolgklasse 2 op verbouwniveau. Dit komt neer op:

- Voor alle permanente belasting vlg 6.10a: $\gamma_{Gj,sup}$ = 1,20
- Voor alle permanente belasting vlg 6.10b: $\xi\gamma_{Gj,sup}$ = 1,15
- Voor de veranderlijke dakbelasting (5 kN/m²): $\xi\gamma_{Q1}$ = 1,30

Voor de variabele belasting geldt de volgende combinatiefactor wanneer 6.10a maatgevend zou zijn:

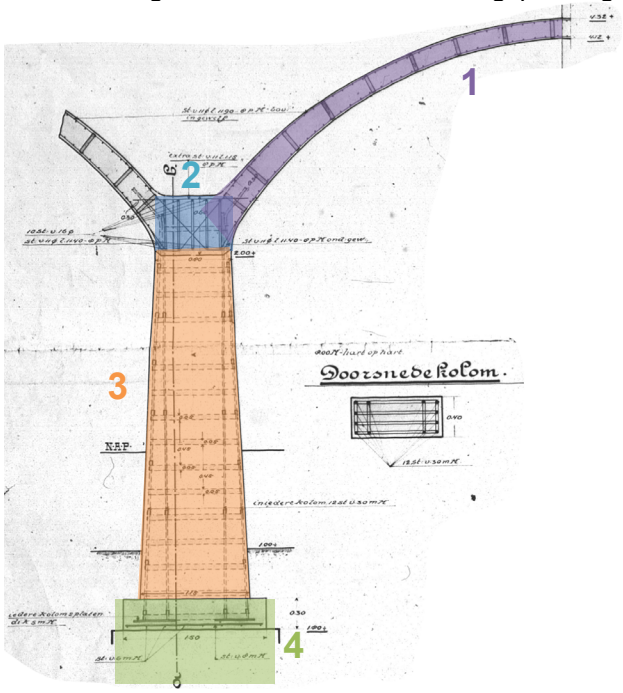
Ψ_0 = 0,4 voor categorie C bijeenkomstruimtes.

4 MODELVORMING

De boogconstructie is gemodelleerd met behulp van het rekenprogramma Scia Engineer. De werkelijke geometrie, zie paragraaf 2.2, is omgezet naar een representatieve schematisering die gebruikt is bij de herberekening. In dit hoofdstuk wordt de opzet van dit rekenmodel verder toegelicht. De volledige berekeningsuitvoer is opgenomen in bijlage 5.

4.1 Omschrijving rekenmodel

De modelvorming van het gewelf bestaat uit vier verschillende onderdelen. Een overzicht van de verschillende onderdelen is weergegeven in figuur 4.1. De onderdelen zijn verder omschreven in tabel 4.1. Voor de breedte van de beschouwde sectie is uitgegaan van een constante breedte. De breedte is hierbij gelijk aan de breedte ter plaatse van de geboorte tussen boog 22 en 23 met een waarde van 10,6 m. In het rekenmodel zijn de gewapende kolomvoet van 300 mm hoog en de ongewapende funderingsloof van 1 m hoog, als één funderingssloof gemodelleerd. De totale funderingshoogte van 1300 mm is gemodelleerd om de belastingspreiding naar de funderingspalen in rekening te brengen.



Figuur 4.1: Onderdelen rekenmodel gewelf

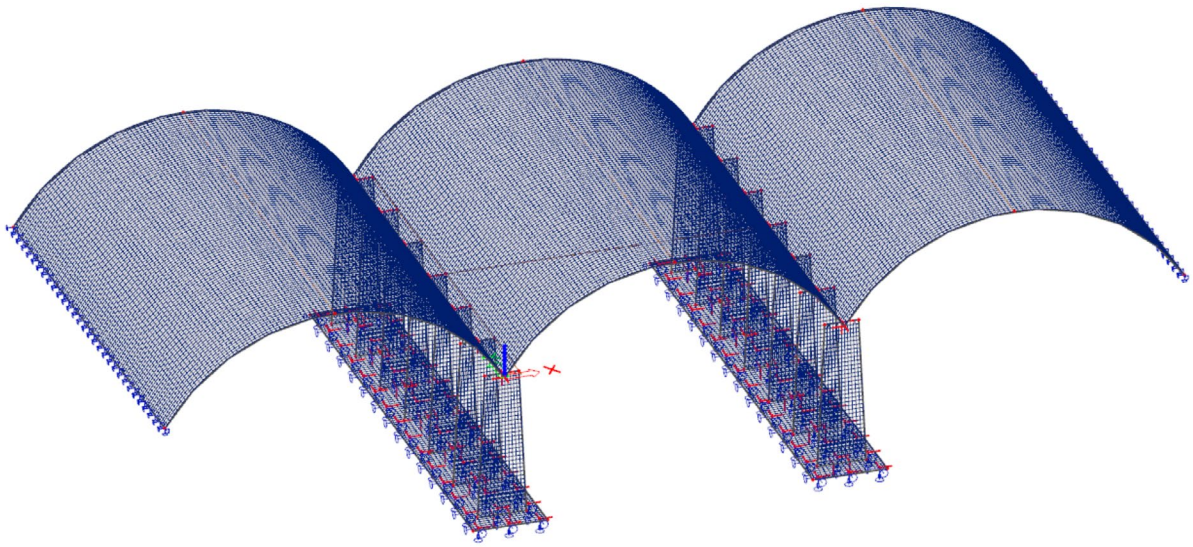
#	Onderdeel	Doorsnede	Overspanning / lengte	Modeltype
1	Gewelf	Breedte: 10,6 m Dikte: 0,2 tot 0,3 m	Overspanning: 8 m Hoogte: 2,22 m Radius: circa 4,4 m.	2D-plaat
2	Balk	Breedte: 0,80 m Hoogte: 0,60 m	Lengte: 10,6 m	1D-staaf
3	Kolommen	Breedte: 0,8 tot 1,15 m Dikte: 0,4 m	Hoogte: 3,5 m Hart-op-hart afstand: 1,7 m	2D-plaat
4	Funderingssloof	Breedte: 1,75 m Hoogte: 1,3 m	Lengte: 11,4 m	2D-plaat

Tabel 4.1: Gemodelleerde onderdelen gewelf emplacement

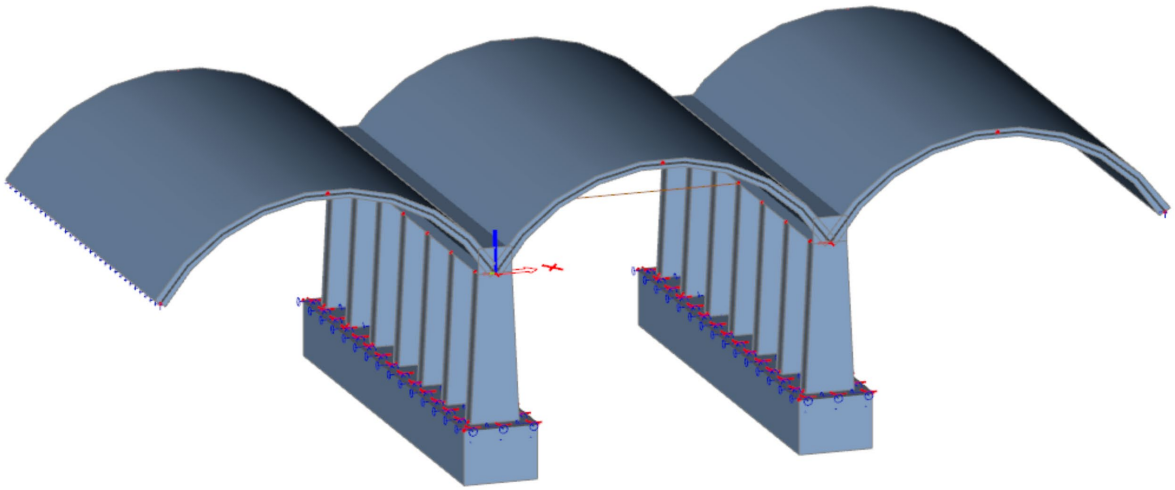
In totaal zijn drie geschakelde bogen gemodelleerd, waarbij de buitenste steunpunten van de buitenste bogen zijn gemodelleerd als vaste steunpunten in de geboorte. De twee steunpunten van de middelste boog zijn zo accuraat mogelijk gemodelleerd, waarbij ook de palen per stuk zijn gemodelleerd.

De gewelven, kolommen en funderingssloven zijn gemodelleerd met behulp van 2D-plaatelementen. De balken in de geboorte zijn met 1D-staafelementen gemodelleerd. De toegepaste plaattheorie is Mindlin-Reissner. Voor alle platen is een netgrootte van 100 mm gehanteerd. Voor de gewelven zijn de hartlijnen aangehouden bij het modelleren van de gekromde plaatgeometrie.

Een 3D-visualisatie van het toegepaste net is weergegeven in figuur 4.2, een isometrische weergave in figuur 4.3.



Figuur 4.2: Netgeneratie plaatelementen Scia-model



Figuur 4.3: Isometrisch aanzicht Scia-model

4.2 Stijfheden

De stijfheden van de betonnen onderdelen zijn bepaald met behulp van een fictieve elasticiteits-modulus voor beton volgens de berekening in Tabel NB-1 uit NEN-EN 1992-1-1. Voor betonkwaliteit is in de berekening C25/30 en C8/10 gehanteerd, overeenkomstig de resultaten uit het nadere onder-zoek. De berekeningsuitvoer van de fictieve stijfheid voor de betonnen onderdelen is opgenomen in bijlage 3.

In onderstaande tabel 4.2 zijn de berekende fictieve stijfheden van het beton weergegeven. In een aantal gevallen is de fictieve stijfheid gelijk aan de minimale fictieve stijfheid. Voor de ongewapende funderingsloof is een significant lagere elasticiteitsmodulus gehanteerd.

Onderdeel	Fictieve elasticiteitsmodulus [N/mm^2]
Gewelf (gemiddeld)	4.500
Balk	3.950
Kolom	18.000
Funderingssloof (ongewapend beton C8/10)	2.500

Tabel 4.2: Gehanteerde fictieve stijfheden per onderdeel

4.3 Steunpunten

De steunpunten van de bogen bestaan uit de houten funderingspalen. Deze funderingspalen zijn in het rekenmodel gemodelleerd als verende steunpunten onder de ongewapende funderingssloof. Onder de funderingsloof zijn in totaal 15 rijen palen aanwezig met een hart-op-hartafstand van 0,8 m. Per rij zijn 3 palen geplaatst met een hart-op-hartafstand van 0,725 m. De veerwaarde van de steun-punten vertegenwoordigt de veerstijfheid van de houten funderingspalen. Voor de veerwaarde is een verticale veerstijfheid van 25 MN/m gehanteerd. Dit is een hoge waarde voor de veerstijfheid van lange houten funderingspalen. Echter is de stijfheid van de palen relatief laag vergeleken met de funderingssloof, waardoor de belasting in grote mate wordt verdeeld over de palen.

Bij een houten paal met een gemiddelde diameter van 220 mm (300-140 mm) en een lengte van 16 m is de constructieve stijfheid gelijk aan:

$$\frac{9000 \cdot 0{,}25\ \pi\ 220^2}{16000} = 21{,}4\ MN/m$$

Het aannemen van de stijfheid van 25 MN/m geeft dus conservatieve waardes voor het bepalen van de maximale paalbelasting. De E-modulus van hout is niet gereduceerd voor belastingeffecten van lange duur onder vochtige omstandigheden. Bij het vergroten van de permanente belastingen zal de paalbelasting dus beter spreiden dan nu is aangehouden.

4.4 Geotechnisch draagvermogen

Het betreft voor alle steunpunten houten palen. De bijbehorende geotechnische parameters zijn;

- α_p = 1,00
- α_s = 0,012 (taps)
- β = 1,00
- S = 1,00
- γ_b en γ_s = 1,2 (druk)
- ξ_3 en ξ_4 = Afhankelijk van aantal sonderingen bij beschouwd onderdeel.

Voor vergelijkbare nieuwbouwpalen geldt α_p = 0,70. Volgens NEN 8707, bijlage G, is het voor bestaande bouwwerken van voor 2003 toegestaan om met de 'oude' α_p = 1,00 te rekenen. Een voorwaarde hierbij is dat de verhoging van de karakteristieke waarde van de belasting op de paalfundering niet meer dan 15% bedraagt. Om die reden wordt een maximale belastingverhoging van 15% als uitgangspunt aangehouden.

Vanwege de onderlinge paalafstanden (S) worden de palen voor het bepalen van de negatieve kleef beschouwd als paalgroep conform 7.3.2.2(e) van NEN 9997. Volgens het bestek voor de funderingswerken van het emplacement bedraagt de paalkopdiameter circa 300 mm en de puntdiameter ongeveer 140 mm. Op basis van oude sonderingen rondom de Heer Bokelweg bedraagt het theoretisch paaldraagvermogen van de palen 53 kN voor een alleen staande paal/randpaal en 92 kN bij een enkele paal van een paalgroep. Er is echter een grote spreiding te zien van het draagvermogen op basis van de oude sonderingen. Aanbevolen is daarom om nieuwe sonderingen te maken tijdens het aanvullend onderzoek .

In het onderzoeksrapport uit 1956 is beschreven dat er meerdere proefbelastingen zijn uitgevoerd in sectie 2. De fundering van deze sectie is nagenoeg gelijk als die bij het emplacement. Bij de tweede proefbelasting ter hoogte van de Simonstraat werd geconstateerd dat bij belastingen tot 30 ton de zakkingen met de tijd vrijwel tot rust kwamen. Bij belasting van 30 ton drukten de steunplaten echter zo diep in het hout van de kesp dat deze dreigde te versplinteren. Bij de derde proefbelasting onder een van de normale bogen ter hoogte van de Teilingerstraat werd de houten kesp vervangen door een stalen profiel, waarna de paal verder belast kon worden. Bij een belasting van 50 ton zakte de paal weg. Uit het tijd-zakkingsdiagram blijkt dat bij belastingen tot 25 ton de zettingen met de tijd tot rust komen. In het rapport is tevens benoemd dat de theoretisch toelaatbare belasting 9,5 ton bedraagt bij een paalpuntniveau van -18,25 m NAP en een puntdiameter van 130 mm. Op basis van deze bevindingen kan worden geconcludeerd dat een belastbaarheid van 92 kN aan de lage kant is. Tijdens de proefbelastingen konden namelijk belastingen tot 250 kN zonder probleem worden bereikt. Daarom zijn er tijdens het aanvullend onderzoek nieuwe sonderingen uitgevoerd.

Aanvullend onderzoek nieuwe sonderingen
In totaal zijn er 7 nieuwe sonderingen gemaakt rondom het stationsemplacement. In totaal 2 sonderingen nabij het noordelijk deel (nabij boog 22) en 5 sonderingen nabij het station gedeelte. Op basis van deze nieuwe sonderingen volgt een nieuw theoretisch paaldraagvermogen van de palen. In onderstaande tabel zijn deze resultaten weergegeven. Voor de volledige berekening van het paaldraagvermogen zie Bijlage 4.

Paaldraagvermogen $R_{c;d}$-F_{nk}	Enkele paal/randpaal	Paal in paalgroep
Noordelijk deel emplacement (boog 22)	94 kN	135 kN
Stationsemplacement (station gedeelte)	99 kN	141 kN

Tabel 4.3: Paaldraagvermogen per sectie (inclusief negatieve kleef)

5 CONSTRUCTIEVE ANALYSE

In dit hoofdstuk wordt de uitkomst van het rekenmodel beschouwd. De optredende krachten zullen per onderdeel worden getoetst. Daarnaast wordt per onderdeel beschouwd met welke factor de eenheids-belasting kan worden toegepast tot de grenswaarde wordt bereikt.

5.1 Validatie van het model

Om het model te valideren zijn de reactiekrachten voor de belastinggevallen getoetst met een hand-berekening. De handberekening van de reactiekracht is weergegeven in bijlage 2. Een overzicht hiervan is weergegeven in tabel 5.1.

Omschrijving	Rz, Scia Engineer [kN]	Berekend, bijlage 2 [kN]	Afwijking [%]
Eigen gewicht model BG1	3737,6	3823,1	2,2%
Permanente belasting BG2	5953,2	5912,1	0,7%
Variabele Belasting BG3.1	1431,6	1431,6	0,0 %
Variabele Belasting BG3.2	371,6	371,6	0,0 %
Eenheidsbelasting BG4	254,4	3*8*10,6=254,4	0,0%
Bogieloc BG5	1055,2	1055	0,0%
60t proefbelasting BG6	600,0	600	0,0%

Tabel 5.1: Validatie model

Uit de hiervoor staande validatie blijkt dat het rekenmodel klopt. Er is echter wel een afwijking te vinden tussen de verwachte reactiekrachten en berekende reactiekrachten in Scia voor het eigen gewicht in BG1. Het verschil is te wijten aan de benadering van de lengte en het bijbehorende eigen gewicht van de gekromde schaal.

5.2 Paalfundatie

Paaldraagvermogen op basis van sonderingen
De maximale paalbelasting in de huidige situatie onder een variabele belasting van 5,0 kN/m^2 op het dak is 124,9 kN. Wanneer het uitgangspunt is dat de maximale paalbelasting 135 kN bedraagt, conform paragraaf 4.4, en de paalbelasting 2,05 kN bedraagt per 1,0 kN/m^2 permanente belasting, dan kan de extra toelaatbare belasting bepaald worden met:

135 – 124,9 = 10,1 kN (resterende belastbaarheid)
10,1 / 2,05 = 4,9 (factor op belasting van 1,0 kN/m^2)
4,9 / 1,15 = 4,3 (factor inclusief partiële factor)

Op basis van deze analyse aan de hand van het maximaal berekende paaldraagvermogen met behulp van de nieuwe sonderingen kan worden gesteld dat de maximale extra rustende belasting op het dak van de bogen 4,3 kN/m^2 is.

Paalbelastingen in het verleden
In het verleden zijn enkele proefbelastingen uitgevoerd op de constructie. Onder deze belastingen zijn met behulp van het rekenmodel ook de paalbelastingen bepaald. Zo is de maximale paalbelasting als volgt:

- 123,3 kN onder de 60 ton proefbelasting (karakteristieke waarde).
- 123,7 kN onder de Bogieloc van 105,5 ton (karakteristieke waarde).
- 147,8 kN onder de Bogieloc van 105,5 ton (rekenwaarde UGT zonder dynamische factor).

Wanneer het uitgangspunt is dat de paalbelasting niet de paalbelastingen uit het verleden mag overschrijden (inclusief partiële factoren), wordt uitgegaan van een belastbaarheid van 147,8 kN. Onder een gelijkmatige belasting van 1,0 kN/m^2 is de belasting op de paal 2,05 kN. De oppervlakbelasting kan dan als volgt worden bepaald:

147,8 – 124,9 = 22,9 kN (resterende belastbaarheid)
22,9 / 2,05 = 11,2 (factor op belasting van 1,0 kN/m^2)
11,2 / 1,15 = 9,7 (factor inclusief partiële factor)

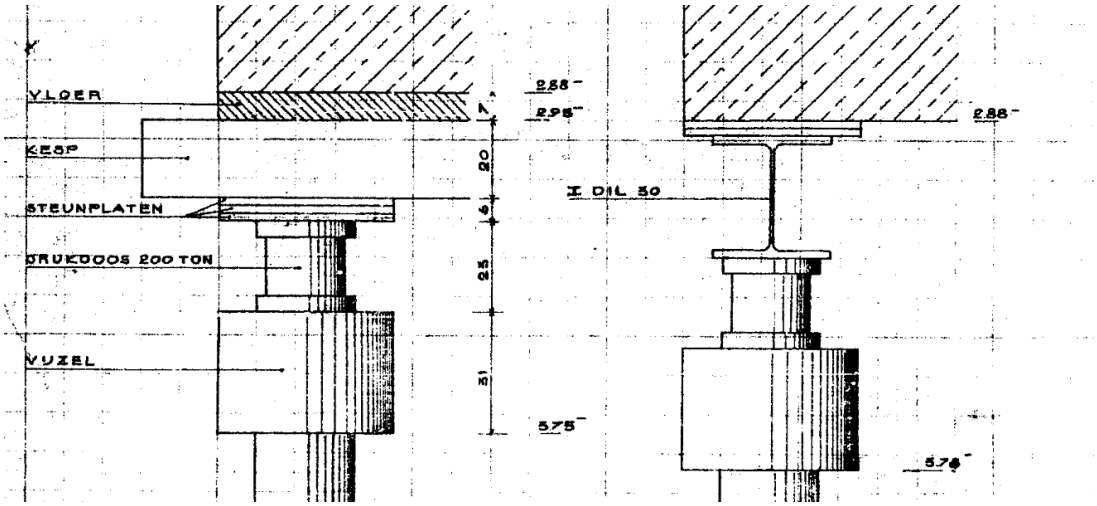
Op basis van deze analyse aan de hand van het maximaal berekende paaldraagvermogen kan worden gesteld dat de maximale extra rustende belasting op het dak van de bogen 9,7 kN/m^2 is. Het maximale paaldraagvermogen komt hierbij overeen met werkelijke belastingen uit het verleden.

Karakteristieke paalbelasting
Wanneer de karakteristieke belasting op de palen met meer dan 15% toeneemt, moet worden gerekend met een lagere paalpuntfactor van 0,7. Dit is bij een waarde van 123,7·1,15 = 142 kN. De karakteristieke paalbelasting in de huidige situatie (inclusief variabele belasting) is gelijk aan 106,2 kN. De dakbelasting mag dan niet groter zijn dan 17,4 kN/m^2

Belastbaarheid kespen
De ongewapende funderingssloof ligt op een houten balklaag met balken 300 x 200 (b x h). Deze balklaag wordt belast op discrete steunpunten. Voor het toetsen van de spanning in het hout loodrecht op de vezel geldt dan k_c = 1,5 (naaldhout) conform NEN-EN 1995-1-1 art. 6.1.5. Uitgegaan wordt van C24 en k_{mod} is gelijk aan 0,5 bij kilmaatklasse 3; hoog vochtgehalte en blijvende belasting omdat de variabele belasting maar een zeer klein deel is van de totale belasting. Onder deze uitgangspunten is de toelaatbare drukspanning gelijk aan: $f_{c,90,k}\cdot k_{c,90}\cdot k_{mod}/\gamma_M$ = 2,5·1,5·0,5/1,3 = 1,44 N/mm^2. De palen hebben een kopdiameter van gemiddeld 275 mm. Het effectieve oppervlak (+30 mm aan beide zijdes) is gelijk aan ongeveer 300 x 300 = 90000 mm^2. De toelaatbare rekenkundige kracht op de paalkop is gelijk aan 130 kN op basis van de sterkte van de balkenlaag.

Conform NEN 8707 geldt voor het plastische traject waarbij een indrukking van de kesp van 30% geaccepteerd wordt $\sigma_{c;90;d} \leq$ 2,0 N/mm^2. In dit geval is de capaciteit gelijk aan 180 kN. Tijdens het funderingsonderzoek zijn indrukkingen van 10 tot 40 mm waargenomen (5 tot 20%)

Tijdens de proefbelastingen op de palen bezweek (versplinteren of indrukken) de houten balklaag bij circa 30 ton. De afmetingen van de drukdoos en de vulplaten die tussen de paal en de balklaag zaten waren groter dan de paal zelf. Hierdoor was de bezwijkwaarde loodrecht op de vezel van het hout ook groter, zie figuur 5.1 voor de testopstelling.



Figuur 5.1: Testopstellingen paal beproeving; links voor bezwijken kesp, rechts na

Bij een maximale belastbaarheid van 180 kN is de toegestane belasting ten gevolge van het dakpark gelijk aan 23,4 kN/m^2 (niet maatgevend):

180 – 124,9 = 55,1 kN (resterende belastbaarheid)
55,1 / 2,05 = 26,9 (factor op belasting van 1,0 kN/m^2)
26,9 / 1,15 = 23,4 (factor inclusief partiële factor)

Constructieve sterkte paal
Voor de toetsing van de constructieve sterkte van de funderingspaal zijn de optredende spanningen bij het omslagpunt getoetst aan de toelaatbare spanning evenwijdig aan de vezel volgens:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d}$$

De sterkte van het hout is tijdens het funderingsonderzoek bepaald met behulp van een houtmonster-analyse. Hieruit volgt voor sectie 2 een toelaatbare spanning over 30 jaar evenwijdig aan de vezel van 7,3 N/mm^2. Uit ervaring die binnen Nebest is opgedaan met het bepalen van de druksterkte aan de hand van houtmonsteranalyses blijkt dat de werkelijke druksterkte hoger ligt. Op basis van deze kennis is uitgegaan van de maximaal toegestane spanning evenwijdig aan de vezel gegeven in NEN 8707. Hieruit volgt:

$f_{c,0,d} = 10{,}8\ N/mm^2$ (NEN 8707 artikel 3.5 (2))

Voor de toetsing van de paal bij het omslagpunt moet de belasting door negatieve kleef nog worden toegevoegd. De rekenwaarde voor negatieve kleef is gelijk aan 18 kN (bijlage 4; paalgroep). De sterkte van de paalkop is niet maatgevend.

De maximale drukkracht bij het omslagpunt in de huidige situatie onder een variabele belasting van 5,0 kN/m^2 op het dak is 125 + 18 = 143 kN.

Volgens het funderingsonderzoek uitgevoerd voor sectie 2, gerapporteerd in “40245-RAP-03 Hofbogen – Funderingsonderzoek”, bedraagt de gemiddelde diameter van de paal ter plaatse van het omslagpunt 161 mm inclusief de te verwachten aantasting binnen 30 jaar. Aangezien de fundering van sectie 2 vergelijkbaar is met de fundering van sectie 1, is deze waarde van het omslagpunt ook gehanteerd voor de berekening van boog 22. Op basis van deze gegevens is de maximale draagkracht ter plaatse van het omslagpunt 221 kN. De toegestane belasting ten gevolge van het dakpark is gelijk aan 33,0 kN/m^2, volgens onderstaande berekening.

221 – 143 = 78 kN (resterende belastbaarheid)
78 / 2,05 = 38,0 (factor op belasting van 1,0 kN/m^2)
38,0 / 1,15 = 33,0 (factor inclusief partiële factor)

Samenvatting
De analyse van de belastbaarheid van de fundering is samengevat in tabel 5.2. Uit de resultaten blijkt dat de toelaatbare rekenweerstand van de palen op basis van de beschikbare sonderingen maatgevend is. Op basis van deze situatie een extra permanente verdeelde belasting van 4,3 kN/m^2 mogelijk.

Uit de historische proefbelasting blijkt dat de paal hoger belast is dan berekend voor de huidige situatie. Op basis van de historische proefbelasting kan worden gesteld dat de toelaatbare extra permanente belasting 9,7 kN/m^2 bedraagt. De resultaten uit de berekening van de paalweerstand op basis van de sonderingen kunnen echter niet worden genegeerd. Daarnaast is de proefbelasting uit het verleden niet direct te vergelijken met de belasting in de toekomstige situatie. Door het verschil in langeduur- en korteduurbelasting kan de toelaatbare belasting door de proefbelasting alleen als indicatie worden opgevat. De resultaten uit de berekening op basis van de sonderingen zijn dus leidend.

Situatie/uitgangspunt	Maximale belasting paal	Belastbaarheid dak
Paaldraagvermogen sondering	135 kN	4,3 kN/m^2
Maximale belasting in verleden onder Bogieloc (UGT)	147,8 kN	9,7 kN/m^2
Belastingtoename ≤ 1,15 karakteristiek verleden	142 kN (BGT)	17,4 kN/m^2
Belastbaarheid kesp / houten balklaag	180 kN	23,4 kN/m^2
Belastbaarheid paal omslagpunt	221 kN (excl. negatieve kleef)	33,0 kN/m^2

Tabel 5.2: Samenvatting analyse fundering

5.3 Onderbouw

Een beschouwing van de gewapende funderingssloof wordt buiten beschouwing gelaten omdat deze niet als maatgevend wordt geacht gezien de grote hoogte en de kleine onderlinge afstand tussen de funderingspalen. De hoogte van de ongewapende funderingssloof inclusief de gewapende voetplaat is 1300 mm. Hierdoor kunnen de belastingen onder een hoek van 45 graden direct worden afgedragen op de funderingspalen. De gewapende voetplaat van 300 mm dik zal voor het grootste gedeelte de bijkomende trekspanningen opnemen om de krachten uit de kolommen in te leiden.

De kolommen hebben een hoogte van 3,5 m en een minimale doorsnede van 400 x 800 mm^2. De kolommen zijn in langsrichting gewapend met 12 staven Ø30. Het staaloppervlak in de doorsnede van de kolommen is gelijk aan 12·707 = 8484 mm^2. Hiermee is het wapeningspercentage gelijk aan 2,65%.

De drukcapaciteit van de kolommen op normaalkracht zonder de bijdrage van het staal in de doorsnede is gelijk aan:

400·800·25/1,5 = 5333 kN

De kritische knikbelasting op basis van Euler is niet maatgevend (> 65000 kN).

De drukkracht in de kolommen is gelijk aan 615,5 + p·13,13·1,15 (kN), met p is de factor van de uniforme belasting op het dak van 1,0 kN/m^2.

De horizontale belastingen op de constructie zijn minimaal. Daarnaast zijn de buigende momenten in de kolommen klein (My=-52,6 + p·0,06·1,15). De bijbehorende excentriciteit bedraagt:

e = M_y/N = 85,5 mm
e/h = 85,5 / 800 = 1/9,36 → De resultante van de drukkracht bevindt zich in de kern.

Daar er geen trekspanningen in de kolom aanwezig zijn, wordt verdere toetsing van de kolommen niet noodzakelijk geacht. Deze zullen niet maatgevend zijn voor het bepalen van de belastbaarheid.

5.4 Bovenbouw

5.4.1 Geboorte balk

Boven de kolommen ter plaatse van de geboorte van de gewelven is een gewapende balk aanwezig. De maatgevende krachten in de UGT in de maatgevende sneden zijn weergegeven in tabel 5.3. De toetsing op basis van deze snedekrachten is samengevat in tabel 5.4.

BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
UGT-6.10b/2	69,06	0,39	-201,58	0,36	-20,55	0,08
UGT-6.10b/2	88,01	0,00	0,00	0,00	-49,93	0,14

Tabel 5.3: Maatgevende snedekrachten

	Effect	**Weer-stand**	UC	UC bij p = **26**
Moment [kNm]	49,93 + (p·1,14)	99,9	**0,50**	0,84
Dwarskracht [kNm]	201,6 + (p·4,57)	339,2	**0,59**	1,0

Tabel 5.4: Toetsing maatgevende snedekrachten en effect eenheidsbelasting

5.4.2 Gewelf

Bij het bepalen van de momentcapaciteit is een vloeispanning van 240/1,15 = 208 N/mm^2 aangehouden. In het onderzoeksverslag van de NS uit 1956 is beschreven dat de kwaliteit van het staal overeenkomt met QR24

Toetsing
De toetsing van de normaalkracht, het buigende moment en de dwarskracht in het gewelf is samengevat in tabel 5.5. Hieruit volgt dat de momentcapaciteit maatgevend is. Uit de analyse volgt dat de maximale dakbelasting 75,0 kN/m^2 (inclusief partiële belastingfactor van 1,15) is wanneer enkel de gewelven worden beschouwd. Voor een dergelijke hoge permanente dakbelasting zal belastingcombinatie 6.10a maatgevend zijn, waardoor de werkelijke toegestane permanente belasting lager uitvalt. De toetsingen kunnen daarom nog worden verfijnd. Dit is echter niet noodzakelijk omdat het paaldraagvermogen maatgevend is.

	Effect	**Weerstand**	UC	UC bij p = **75**
Normaalkracht X [kN]	223,65+ (p·6,02)	3333	**0,07**	0,22
Veldmoment X [kNm]	7,52 of 2,96 + (p·0,21)	21,1	**0,36**	1,0
Veldmoment Y [kNm]	1,63 + (p·-0,02)	10,6	**0,15**	0,01
Steunpuntsmoment X [kNm]	-6,56 + (p·0,07)	34,9	**0,19**	0,01
Steunpuntsmoment Y [kNm]	-2,23+ (p·-0,03)	17,9	**0,12**	0,27
Dwarskracht X [kN]	9,81 + (p·0,46)	250,7	**0,04**	0,20
Dwarskracht Y [kN]	5,34 + (p·0,13)	244,7	**0,02**	0,07

Tabel 5.5: Overzicht toetsing en belastbaarheid getoogde balken (met behulp van sneden)

Vergelijking historische belasting
Ter vergelijking zijn de belastingen onder de effecten van de historische belasting samengevat in tabel 5.6. Wanneer wordt aangehouden dat de belastingeffecten niet groter mogen zijn dan onder de Bogieloc (UGT), is de maximale belastbaarheid gelijk aan 4,8 kN/m^2.

	60t proef UGT	**Bogieloc UGT**	**Nieuw UGT**
Veldmoment X [kNm]	15,5	12,9	12,9 (p=41,2 kN/m^2)
Steunpuntsmoment X [kNm]	-15,0	-12,3	-12,3 (p=71,3 kN/m^2)
Dwarskracht X [kN]	-35,4	-29,0	-29,0 (p=36,3 kN/m^2)

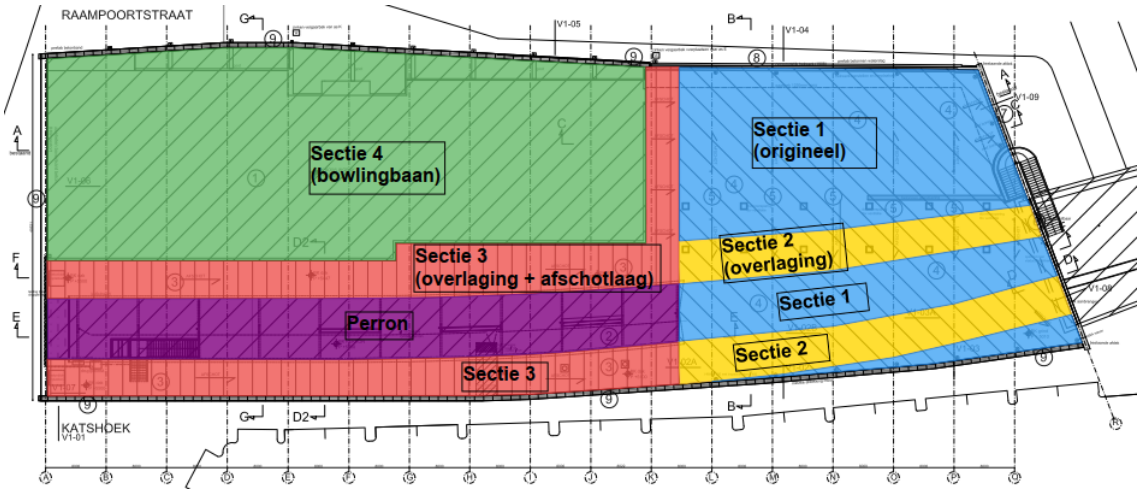
Tabel 5.6: Belastingeffecten door historische belastingen

Analyse scheurvorming
Ter plaatse van het perron op het stationsemplacement zijn scheuren aan de bovenzijde van het gewelf waargenomen. Deze scheurvorming is mogelijk te wijten aan de brandschade en door de belastingafdracht van het perron. De aanwezigheid van een dragende wand van het perron op de top van het gewelf zorgt namelijk voor een ongunstige krachtverdeling in de bogen. In de situatie van de normale overspanning is de permanente belasting gelijkmatig aanwezig over de bogen, waardoor er normaalkrachten in het gewelf ontstaan. In een extreme situatie in de UGT is een minimale normaalkracht aanwezig van 136 kN in combinatie met een optredend moment van 3,5 kNm. Dit resulteert in een spanningsbereik van het beton van -1,21 tot -0,53 N/mm^2. De doorsnede zal dus alleen onderhevig zijn aan drukspanningen. Het is daarom niet aannemelijk dat er ook extreme scheurvorming aanwezig is in boog 22 en de overige bogen met een zand- of grindaanvulling.

5.5 Stationsemplacement zuidelijk deel

De constructieopbouw van de bogen van het emplacementgedeelte aan de zuidelijke kant van de Heer Bokelweg, boog 1 tot en met 17, is nagenoeg gelijk aan de constructieopbouw van boog 22. Op het zuidelijke deel van het emplacement zijn echter verschillende wijzigingen aangebracht aan de bovenbouw die een effect hebben op de permanente belasting van de bogen.

Met de aanname dat de gewelven, geboortebalken, kolommen en fundering vergelijkbaar zijn uitgevoerd als bij boog 22, kan de totale toelaatbare permanente belasting voor het stationsemplacement (aanwezige permanente belasting + extra) op basis van de resultaten van boog 22 bepaald worden. Om een uitspraak te kunnen doen over de toelaatbare extra permanente belasting is een vergelijking uitgevoerd tussen de totale permanente belasting van boog nummer 22 en de verschillende secties van het zuidelijke emplacement. Een overzicht van de verschillende secties is weergegeven in figuur 5.2. Daarnaast is ook de toelaatbare extra permanente belasting bepaald op basis van de nieuwe sonderingen nabij het station.



Figuur 5.2: Overzicht verschillende doorsneden stationsemplacement

In tabel 5.7 is een vergelijking gemaakt van de verschillende opbouwen per sectie en de bijbehorende belastingen. De opbouw is gebaseerd op de beschikbare bestekstekeningen [11 t/m 15] en de resultaten van het nader onderzoek naar de laagopbouw op een vijftal locaties.

Sectie	Opbouw op top gewelf	Belasting	Totaal
Boog 22	- 0,2 m beton - 0,3 m zand	- 5 kN/m^2 - 5,7 kN/m^2	10,7 kN/m^2
1 – Origineel, onderzoekslocatie 3+4	- 0,72 m substraat met vegetatie à 16 kN/m^3 - 0,14 m isolatie en afwerking	- 11,5 kN/m^2 - 0,5 kN/m^2	12,0 kN/m^2
2 – Overlaging, onderzoekslocatie 3+4	- 0,52 m substraat met vegetatie à 16 kN/m^3 - 0,14 m isolatie en afwerking - 0,20 m beton (overlaging)	- 8,3 kN/m^2 - 0,5 kN/m^2 - 5 kN/m^2	13,8 kN/m^2
3 – Overlaging +afschot, onderzoekslocatie 5	- 0,32 m substraat met vegetatie à 14 kN/m^3 - 0,13 m beton afschot - 0,23 puinvulling à 15 kN/m^3 - 0,20 m beton (overlaging)	- 4,5 kN/m^2 - 3,3 kN/m^2 - 3,5 kN/m^2 - 5 kN/m^2	16,3 kN/m^2

4 – Bowlingbaan onderzoekslocatie 2(+1)	- 0,08 m substraat met vegetatie à 13 kN/m^3 - 0,05 m drainageplaat - 0,15 m betonvloer +afwerking (bowlingbaan) - 0,15 m betonvloer (1956) - 0,25 m zandvulling à 15,5 kN/m^3	- 1 kN/m^2 - 0,1 kN/m^2 - 3,8 kN/m^2 - 3,8 kN/m^2 - 3,9 kN/m^2	12,6 kN/m^2
Perron	Afwijkend	-	-

Tabel 5.7: Vergelijking opbouw per sectie

De totale toelaatbare permanente belasting voor boog 22 bedraagt 10,7 kN/m^2 + 4,3 kN/m^2 = 15,0 kN/m^2 (permanent + extra). Voor het stationsemplacement zal dit hoger zijn vanwege gunstigere uitkomsten uit het sonderingsonderzoek.

Paaldraagvermogen stationsemplacement op basis van nieuwe sonderingen
De maximale paalbelasting in de huidige situatie onder een variabele belasting van 5,0 kN/m^2 op het dak is 124,9 kN. Wanneer het uitgangspunt is dat de maximale paalbelasting 141 kN bedraagt, conform paragraaf 4.4, en de paalbelasting met 2,05 kN wordt verhoogd per 1,0 kN/m^2 extra permanente belasting, dan kan de extra toelaatbare belasting bepaald worden met:

141 – 124,9 = 16,1 kN (resterende belastbaarheid)
16,1 / 2,05 = 7,9 (factor op belasting van 1,0 kN/m^2)
7,9 / 1,15 = 6,8 (factor inclusief partiële factor)

Op basis van deze analyse aan de hand van het maximaal berekende paaldraagvermogen met behulp van de nieuwe sonderingen kan worden gesteld dat de maximale extra rustende belasting op het dak van de bogen 6,8 kN/m^2 is. De totale toelaatbare permanente belasting voor het stationsemplacement bedraagt dus: 10,7 + 6,8 = 17,5 kN/m^2.

Analyse
Op basis van de vergelijking in tabel 5.7 blijkt dat de totale permanente belasting in alle secties lager is dan de berekende toelaatbare totale belasting van 17,5 kN/m^2. Er is dus nog ruimte voor extra belasting/ophoging bij het stationsemplacement. Voor de verschillende secties resulteert dit in de volgende toelaatbare extra belasting:

Sectie 1: 17,5 – 12,0 = 5,5 kN/m^2
Sectie 2: 17,5 – 13,8 = 3,7 kN/m^2
Sectie 3: 17,5 – 16,3 = 1,2 kN/m^2
Sectie 4: 17,5 – 12,6 = 4,9 kN/m^2

De hierboven vermelde extra toelaatbare permanente belasting zijn al inclusief een variabele belasting van 5 kN/m^2. Voor het gehele dakpark boven het stationsemplacement is dus in zekere mate een verhoging van de belasting mogelijk.

Daarnaast kan de huidige indicatie van de toelaatbare belasting nog verfijnd worden door middel van een verificatieberekening. Voornamelijk in sectie 1 en 2 kan vermoedelijk meer permanente belasting worden aangebracht omdat de belastingreductie door het substraat boven de geboorten van de gewelven niet in rekening is gebracht.

6 CONCLUSIE

In deze berekeningsrapportage is boog 22 van het emplacement met een overspanning van 8,0 m beschouwd als onderdeel van de constructieve herberekeningen van het Hofpleinviaduct. Het doel van de berekening is om de belastbaarheid van het dak te bepalen en daarmee te onderzoeken of het mogelijk is om het viaduct in te richten als dakpark met waterbuffering.

In de berekening zijn kritische onderdelen getoetst, waarbij de belastbaarheid van het dak is bepaald. Hieruit is gebleken dat de belastbaarheid van de funderingspalen het meest kritische onderdeel is. In de herberekening zijn ook historische belastinggevallen beschouwd waarvan men zeker weet dat deze daadwerkelijk aanwezig zijn geweest. Deze belastinggevallen dienen als referentie.

In onderstaande tabel is per onderdeel de maximale extra permanente belasting p samengevat.

Onderdeel	Op basis van	Toetlaatbare permanente belasting [kN/m^2]
Fundering	Sondering	4,3
	Proefbelasting	9,7
	Sterkte kespen	23,4
	Sterkte hout	33,0
Geboorte balk	Dwarskracht	26,0
Gewelf	Veldmoment	75,0

Tabel 6.1: Overzicht toelaatbare permanente dakbelasting

Op basis van de nieuwe uitgevoerde sonderingen blijkt het paaldraagvermogen hoger dan berekend op basis van de oude sonderingen. De toelaatbare paalbelastingen blijken maatgevend voor de bepaling van de toelaatbare permanente dakbelasting. Op basis van het paaldraagvermogen bij de nieuwe sonderingen kan worden gesteld dat de toelaatbare extra permanente belasting 4,3 kN/m^2 bedraagt boven op de variabele belasting van 5 kN/m^2.

In navolging op de resultaten van de belastbaarheid van boog 22 kan ook worden geconcludeerd dat een verhoging van de belastbaarheid over de rest van het emplacement mogelijk is. De constructie-opbouw van het stationsemplacement is vergelijkbaar met boog 22. Met uitzondering van de perrons zijn de bogen gelijkmatig belast met een opvulling van zand en/of substraat en op een aantal locaties met een betondek of betonoverlaging. De opbouw van deze overlaging en opvulling verschilt per locatie. Daarom zijn er op vijf locaties onderzoeken naar de laagopbouw verricht. Op basis van deze onderzoeken kan worden gesteld dat ook voor het stationsemplacement extra toelaatbare permanente belasting mogelijk is. De extra toelaatbare belasting bovenop de variabele belasting van 5 kN/m^2 bedraagt, afhankelijk van de locatie, 1,2 kN/m^2 tot maximaal 5,5 kN/m^2.

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 1 Relevante ontwerpdocumenten

In deze bijlage zijn de onderstaande documenten opgenomen.

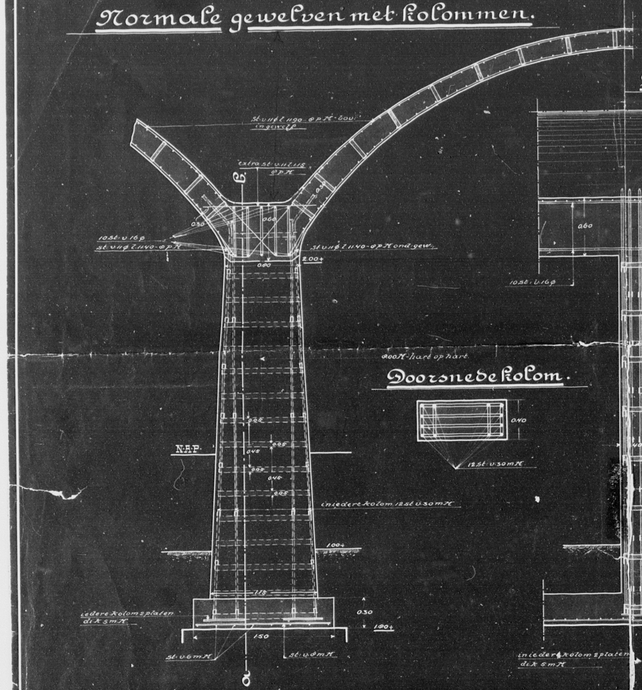
Nr.	Doc.nr.	Omschrijving	Door	Datum
1	*NL-UtHUA_A188493_Blad29_Wapening normale gewelven.jpg*	Wapening normale gewelven met kolommen emplacement	Z.H.E.S.M.	-
2	*HIB83F~1_herstellen kolommen en wanden bergruimten station hofplein_1960.jpg*	Herstellen van kolommen en wanden in bergruimten	N.V. Nederlandsche Spoorwegen	23-07-1960
3	*Polderman Hofpleintracé-205D-B-300-nwe-situatie-2017-11-24.pdf*	Nieuwe situatie overzichtstekening	Polderman	24-11-2017
6	NL-UtHUA_A188607_Blad11_Fundering sectie 1 vak 1.pdf	Uitvoeringstekening fundering emplacement sectie 1 vak 1	Z.H.E.S.M.	27-09-1901
7	NL-UtHUA_A188606_Blad10_Fundering sectie 1 vak 2.pdf	Uitvoeringstekening fundering emplacement sectie 1 vak 2	Z.H.E.S.M.	27-09-1901
8	NL-UtHUA_A188583_Fundering emplacement.pdf	Fundering Emplacement Sectie 1, bestektekening	Z.H.E.S.M.	-
9	HI7AE4~1_palenplan en sondering heer bokelweg_1969.TIF	Palenplan met sonderingen onderdoorgang heer Bokelweg	N.V. Spoorweg opbouw	07-07-1969
10	NL-UtHUA_A188494.pdf	Blad 30, ontwerp perronmuren Emplacement	Z.H.E.S.M.	-

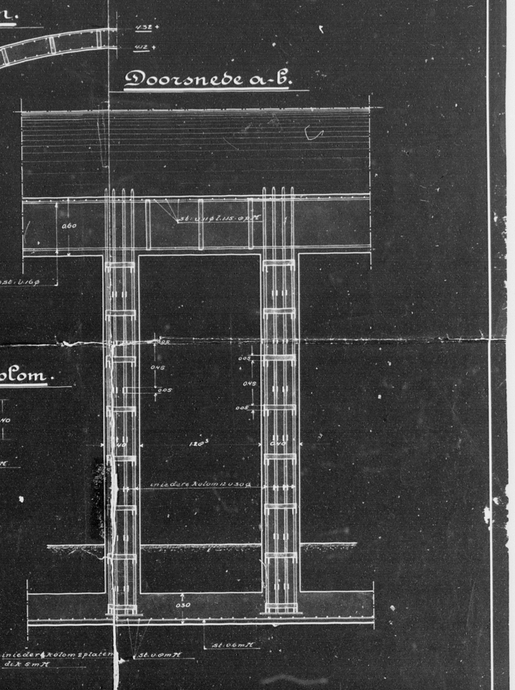
Tabel B1.1: Ontwerpdocumenten

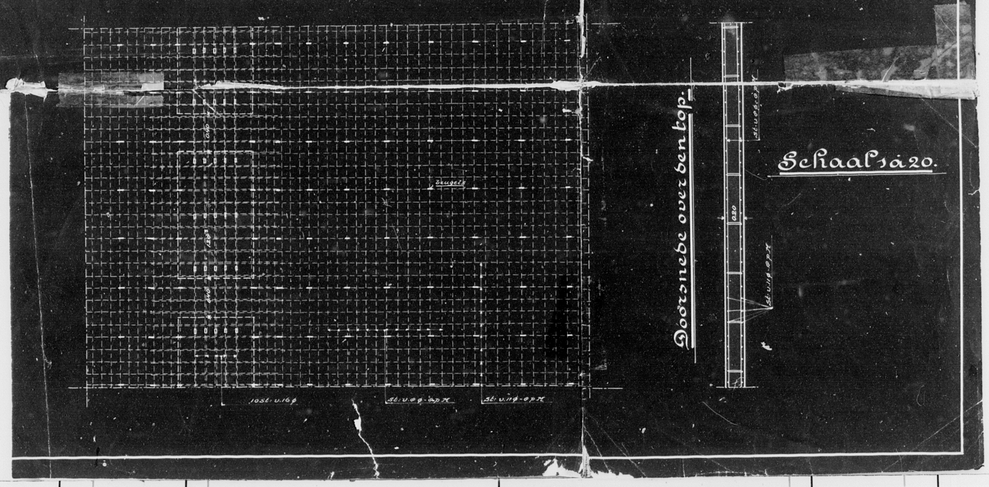
Blad 29.

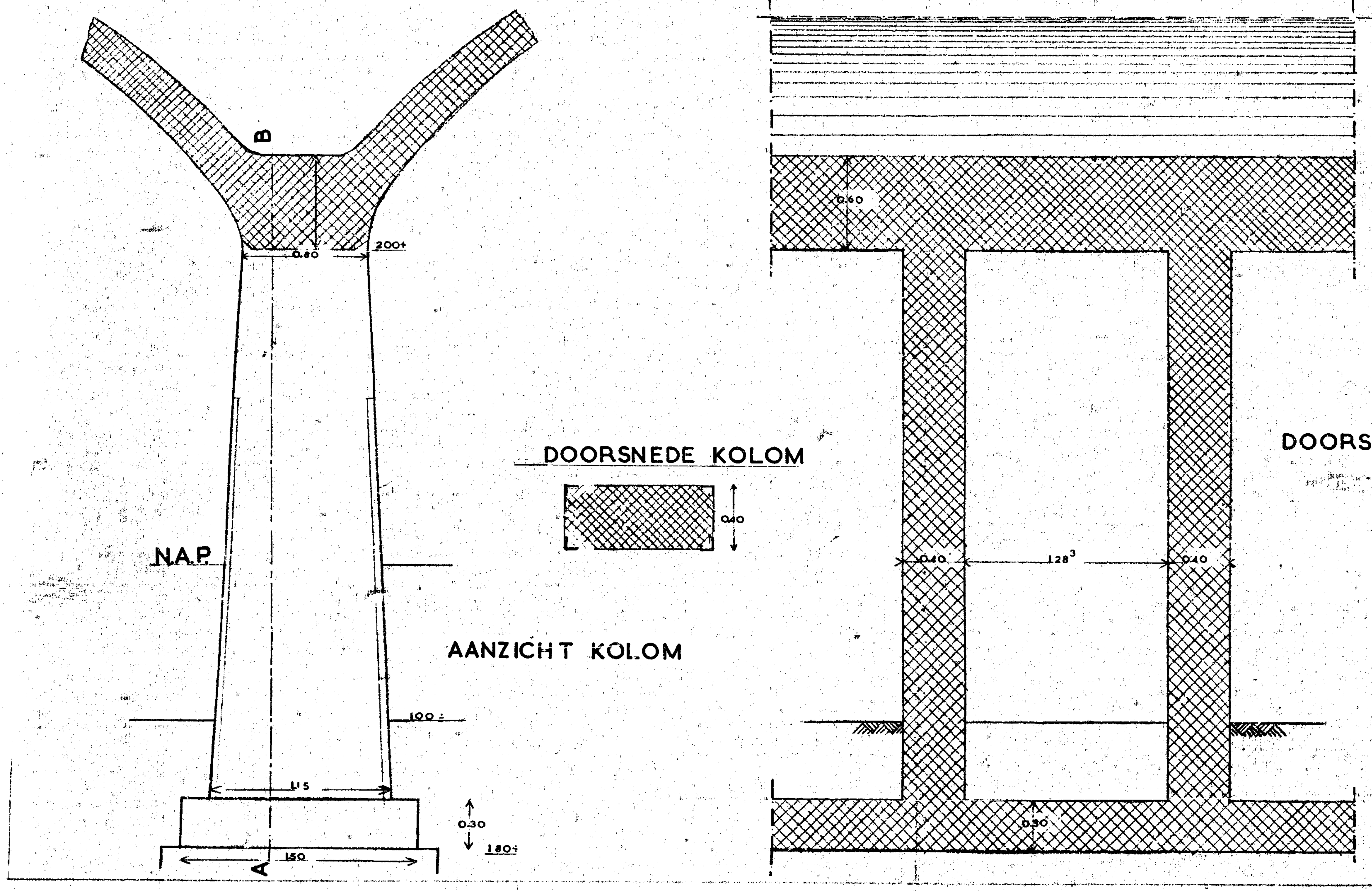
EMPLACEMENT Z.H.E.S.M. TE ROTTERDAM.

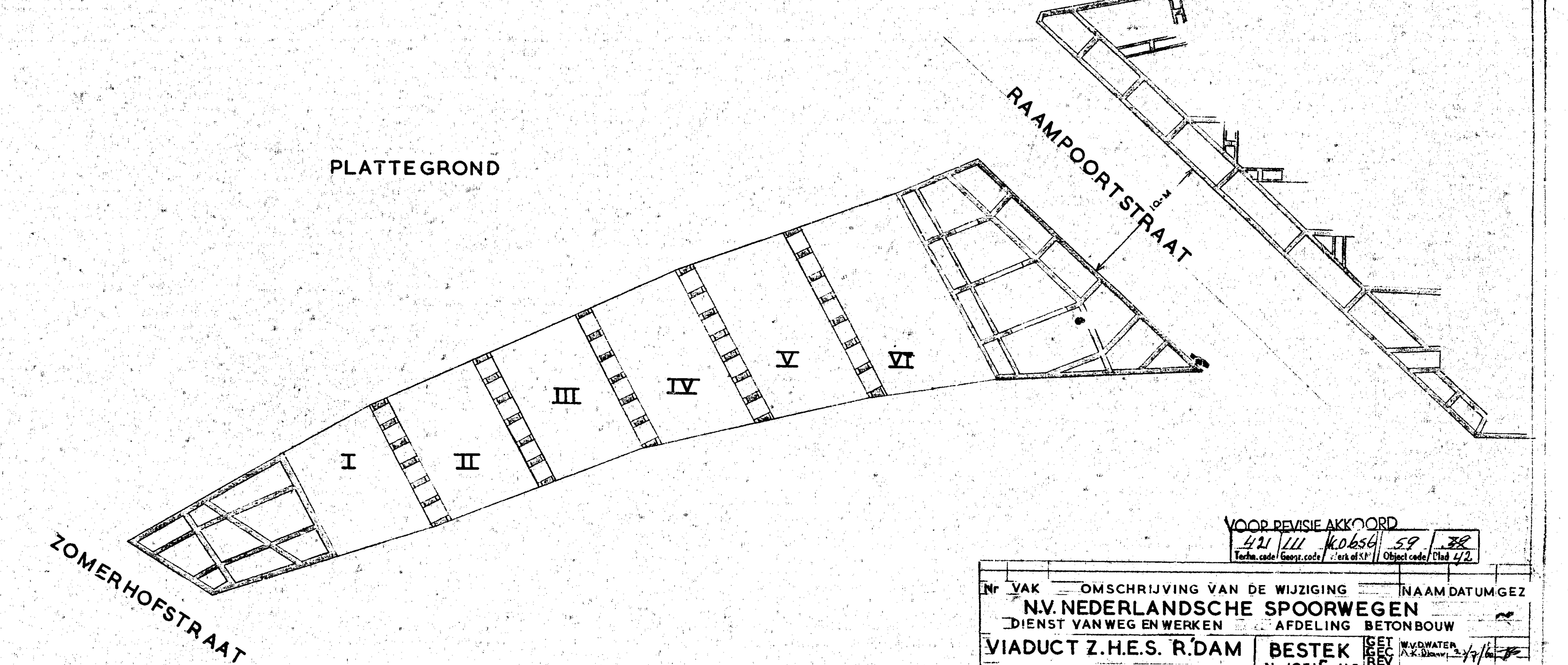
Normale gewelven met kolommen.











VOOR REVISIE AKKOORD

Techn. code	Geogr. code	Werk of KM	Object code	Blad
421	111	K.0b56	59	38 / 42

Nr VAK OMSCHRIJVING VAN DE WIJZIGING NAAM DATUM GEZ

N.V. NEDERLANDSCHE SPOORWEGEN

DIENST VAN WEG EN WERKEN — AFDELING BETONBOUW

VIADUCT Z.H.E.S. R'DAM

HERSTELLEN VAN KOLOMMEN EN WANDEN IN BERGRUIMTEN: I t/m VI

BESTEK Nr. 1051C NS

GET W.V.D.WATER
GEC A.K.Dieser 23/7/60
REV

NAAM DATUM GEZ

AFGEGEVEN V/D UITVOERING 4/8/'60

SCHAAL: 1:20 1:200

CODERING 499/IIIal/8/S1051C/596/32

5A4 KOKER LADE

DOSS.

BLAD WW3 32

000986616

Westgevel aan Boekhorststraat

detail nieuwe scheidingswand
schaal 1/10

detail opbouw vloerpakket
schaal 1/10

Situatietekening - schaal 1/1250

Oostgevel aan Vijverhofstraat

Doorsnede E-E

MATEN IN HET WERK CONTROLEREN

Project:

Hofpleinviaduct

Onderwerp:

Nieuwe situatie - overzichtstekening
Gedeelte : Boekhorststraat 44-54 (boognummers 161 -> 155)

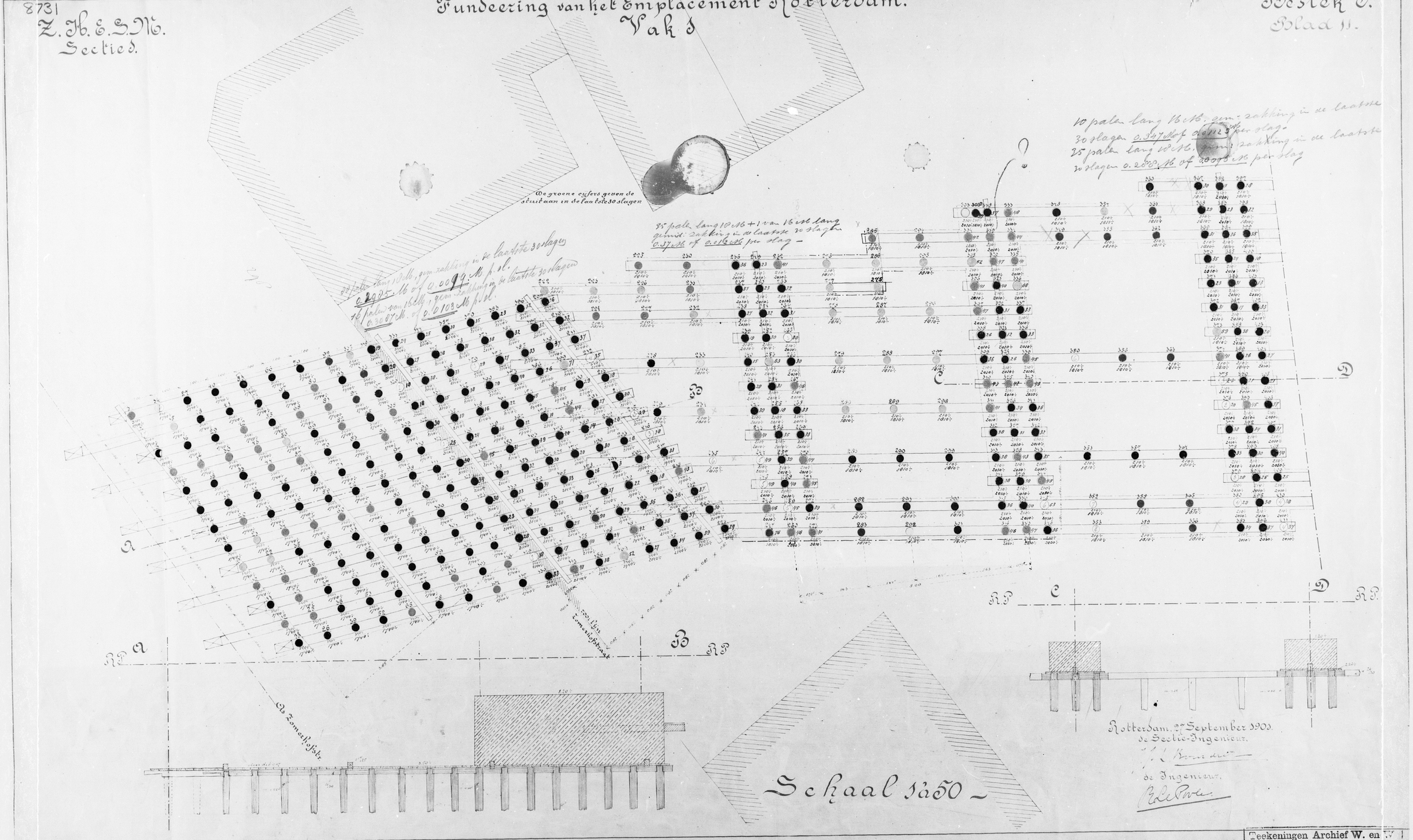
Datum:	Getekend:	Formaat:
24-11-2017	PM	A1
Werknummer:	Tekeningnummer:	Schaal:
205D	B-300	1:100

Polderman
bureau voor monumenten- en restauratieadvies
Eendrachtsweg 67, 3012 LG Rotterdam
tel. (010) 4363250
info@bureaupolderman.nl / www.bureaupolderman.nl

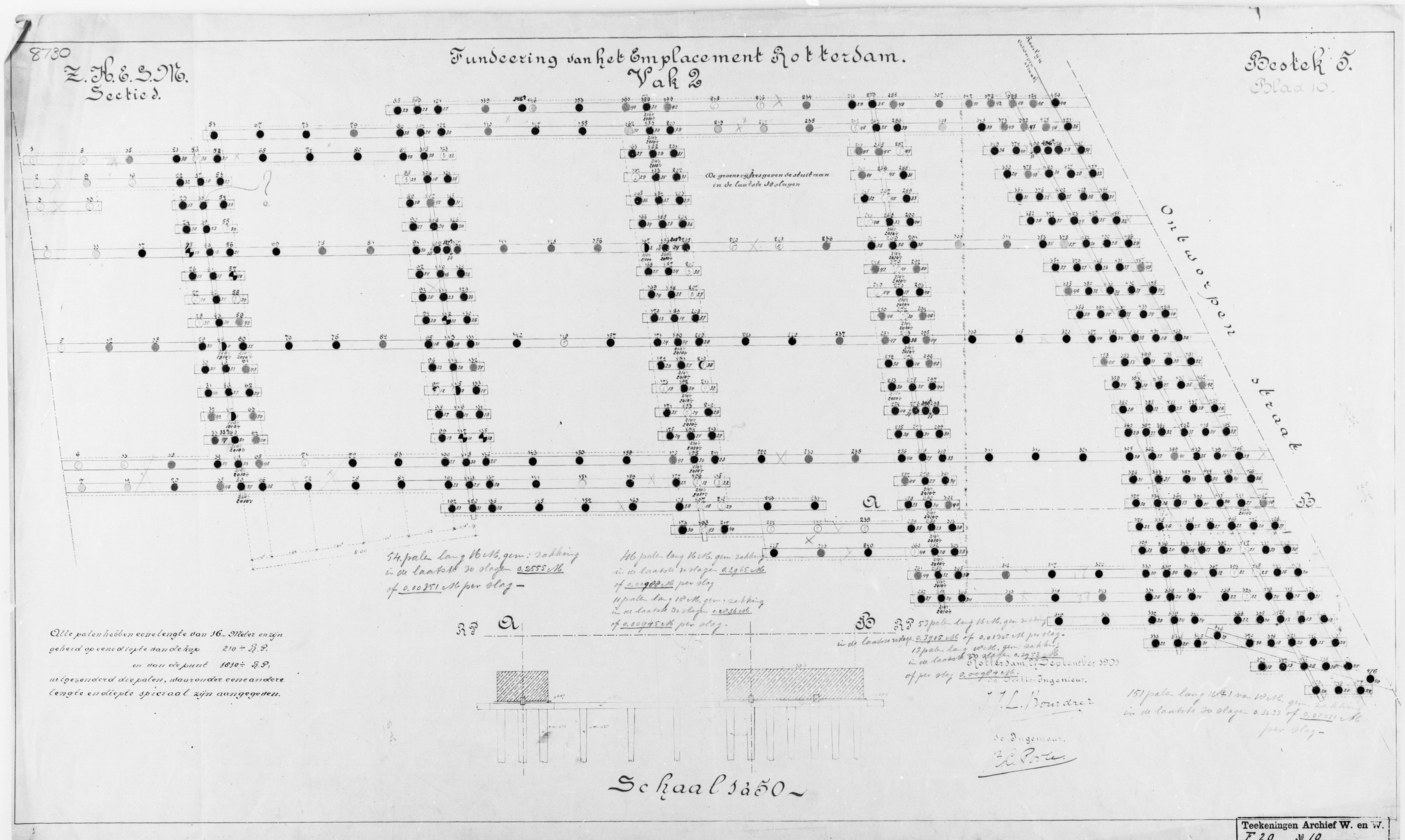
8731
Z. H. E. S. M.
Sectie 5.

Fundeering van het Emplacement Rotterdam.
Vak 5

Bestek 5.
Blad 11.



Teekeningen Archief W. en W.
F 20 № 11


8730
Z. H. E. S. M.
Sectie 3.
Fundeering van het Emplacement Rotterdam.
Vak 2
Bestek 5.
Blad 10.
De groene cijfers geven de stuit aan in de laatste 30 slagen
Ontwerpen straat
54. palen lang 16 M, gem: zakking in de laatste 30 slagen 0.2555 M of 0.00851 M per slag –
46 palen lang 16 M, gem: zakking in de laatste 30 slagen 0.2965 M of 0.00988 M per slag
11 palen lang 18 M, gem: zakking in de laatste 30 slagen 0.2836 M of 0.00945 M per slag.
Alle palen hebben eene lengte van 16 – Meter en zijn geheid op eene diepte van de kop 210 ÷ R.P. en van de punt 1810 ÷ R.P.; uitgezonderd die palen, waaronder eene andere lengte en diepte speciaal zijn aangegeven.
R.P.
A
B
R.P. 53 palen lang 16 M, gem zakking in de laatste 30 slagen 0.3915 M of 0.01305 M per slag
13 palen lang 18 M, gem: zakking in de laatste 30 slagen 0.2953 M of per slag 0.00984 M.
151 palen lang 16 M + 1 van 18 M, gem. zakking in de laatste 30 slagen 0.3033 of 0.01011 M per slag –
Rotterdam, 27 September 1903
De Sectie-Ingenieur,
J. J. L. Bourdrez
De Ingenieur,
Schaal 1 à 250 –
Teekeningen Archief W. en W.
F 20 № 10

8707.

1B.

LOCAALSPOORWEG ROTTERDAM-'s GRAVENHAGE-SCHEVENINGEN.

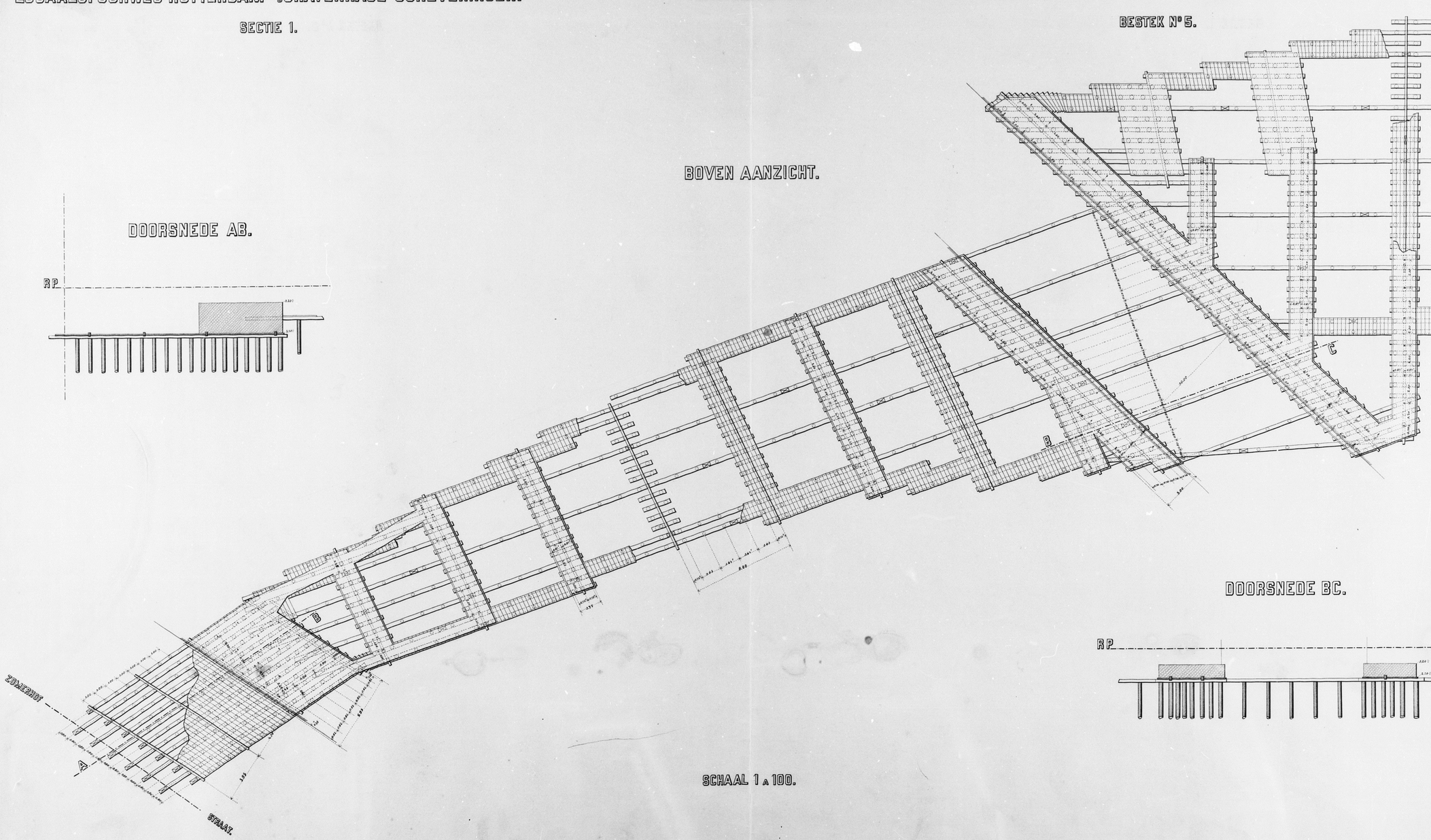
SECTIE 1.

Z.H.E.S.M.

FUNDEERING EMPLACEMENT TE ROTTERDAM.

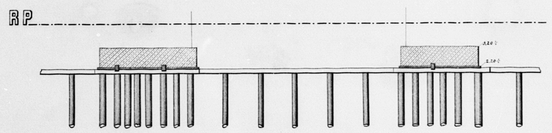
BESTEK N° 5.

BOVEN AANZICHT.



DOORSNEDE AB.

DOORSNEDE BC.



SCHAAL 1 A 100.

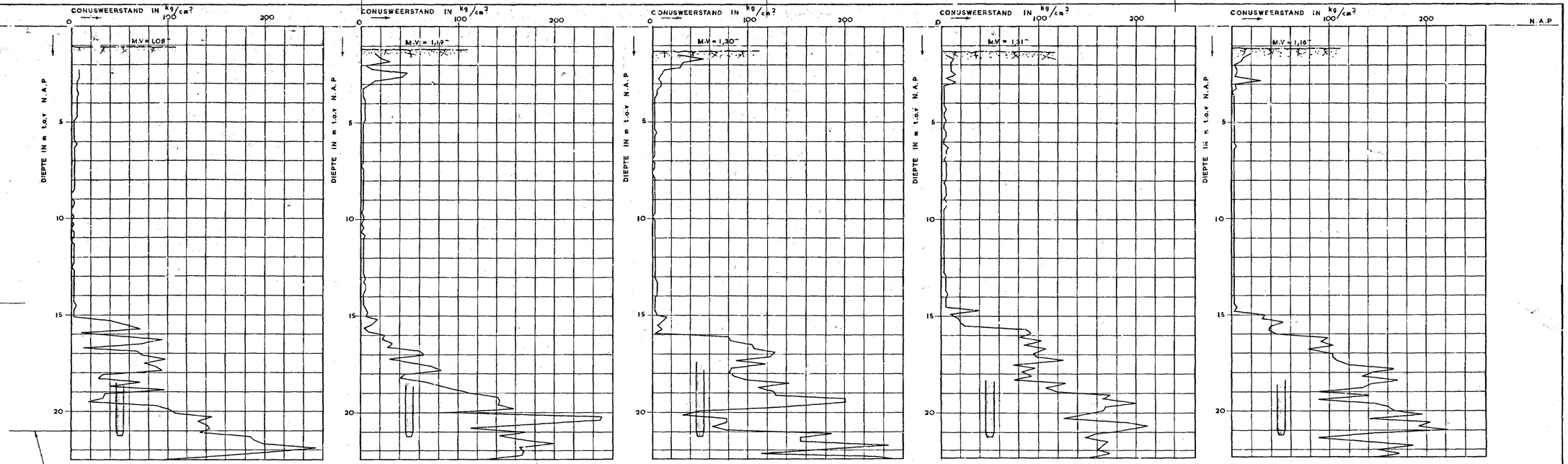
30 24 21 16 15 10·5 7·5

A0 A1 A2 A3 A4

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 mm

0 1 2 3 4 in

A4 A3 A2 15 16 A1 21 24 A0 30



SONDERING 1.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 317)

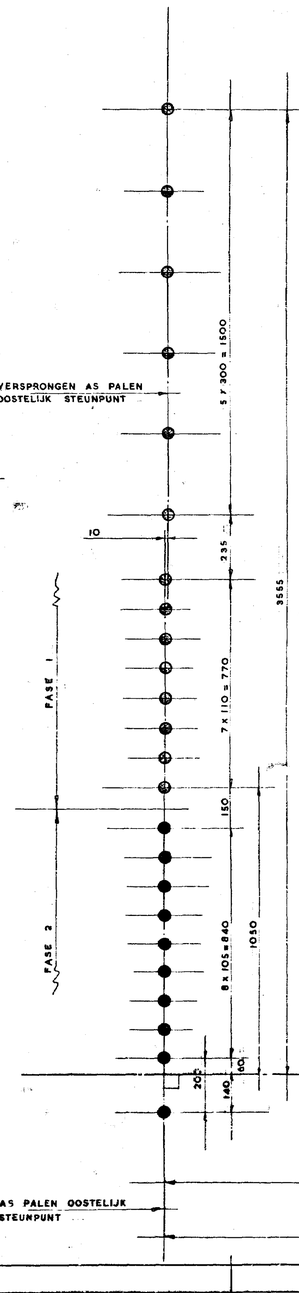
SONDERING 2.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 318)

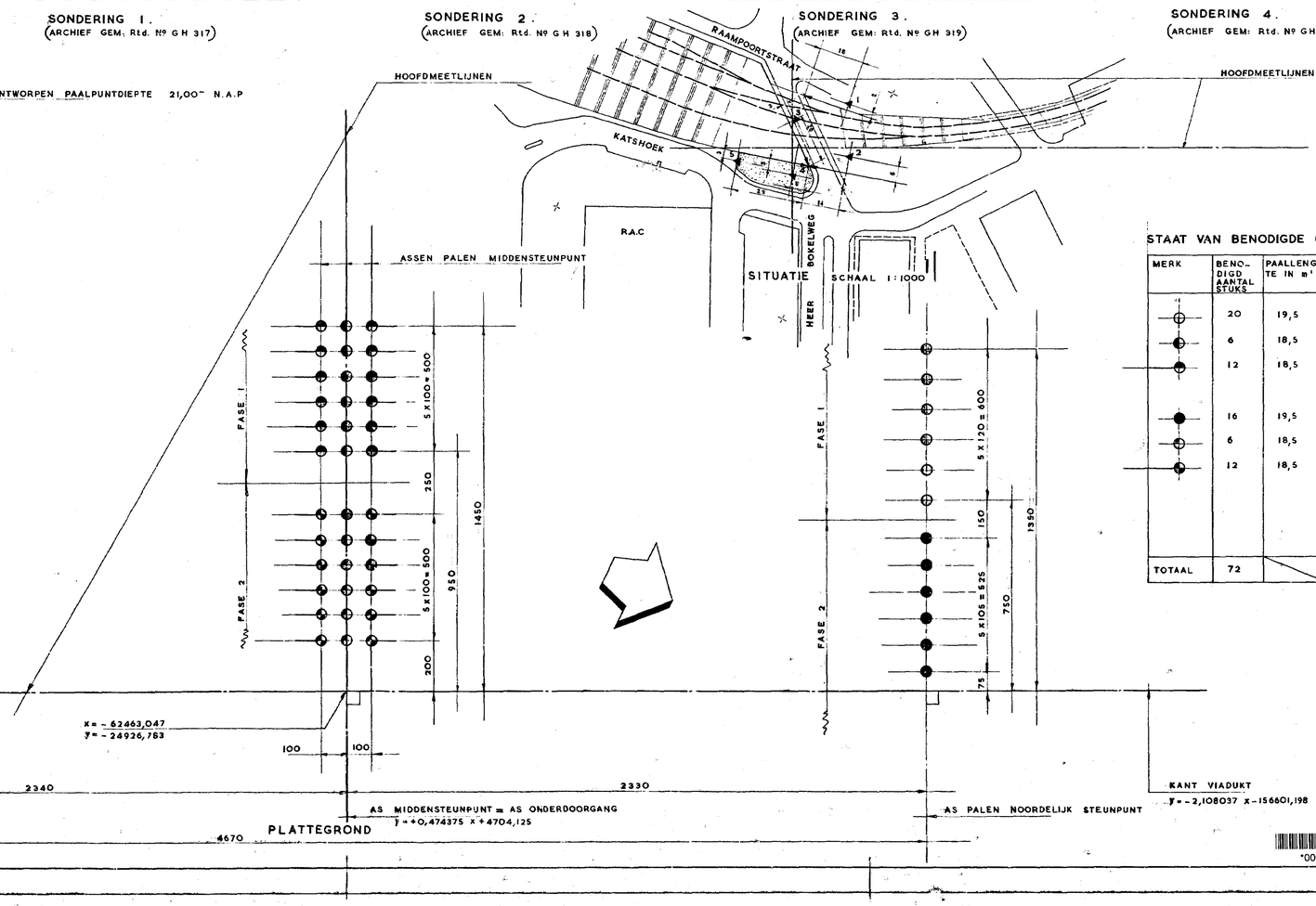
SONDERING 3.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 319)

SONDERING 4.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 320)

SONDERING 5.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 321)

ONTWORPEN PAALPUNTDIEPTE 21,00⁻ N.A.P





STAAT VAN BENODIGDE GEPREFABRICEERDE VOORGESPANNEN BETONPALEN

MERK	BENODIGD AANTAL STUKS	PAALLENGTE IN m'	TOTALE PAALLENGTE IN m'	PAALHELLING	PEIL AANSL. KONSTRUKTIE T.O.V. N.A.P IN m	BIJZONDERHEDEN: PAALSCHACHT 38 x 38 cm
	20	19,5	390	TE LOOD	2,30⁻	FASE 1 38 STUKS 723 m'
	6	18,5	111	TE LOOD	3,25⁻	
	12	18,5	222	6,7 : 1	3,25⁻	
	16	19,5	312	TE LOOD	2,30⁻	FASE 2 34 STUKS 645 m'
	6	18,5	111	TE LOOD	3,25⁻	
	12	18,5	222	6,7 : 1	3,25⁻	
TOTAAL	72		1368			

MATEN IN cm.
HOOGTEMATEN IN m T.O.V. N.A.P.

REVISIE TOEGEPAST

Deze tekening vervangt:			Deze tekening is vervangen door:
	Naam	Datum	AFGEGEVEN VOOR DE UITVOERING
Getekend	O.H.KÖHLER	7-7-69	H. Kuilboer 21/10/69
Gecalqueerd			BESTEK 84 Rtd.
Gecontroleerd			
Goedgekeurd			

Schaal: 1 : 100 / 1 : 1000
Formaat: 60 x 94 cm
Uitgave

N.V. SPOORWEG OPBOUW
BOUWBUREAU ROTTERDAM

ONDERDOORGANG HEER BOKELWEG
FUNDERING
palenplan met sonderingen en palenstaat

421/99 / 11101 / 11151 / 0.239 / K0230 / 591

blad 4
N Nº 25434

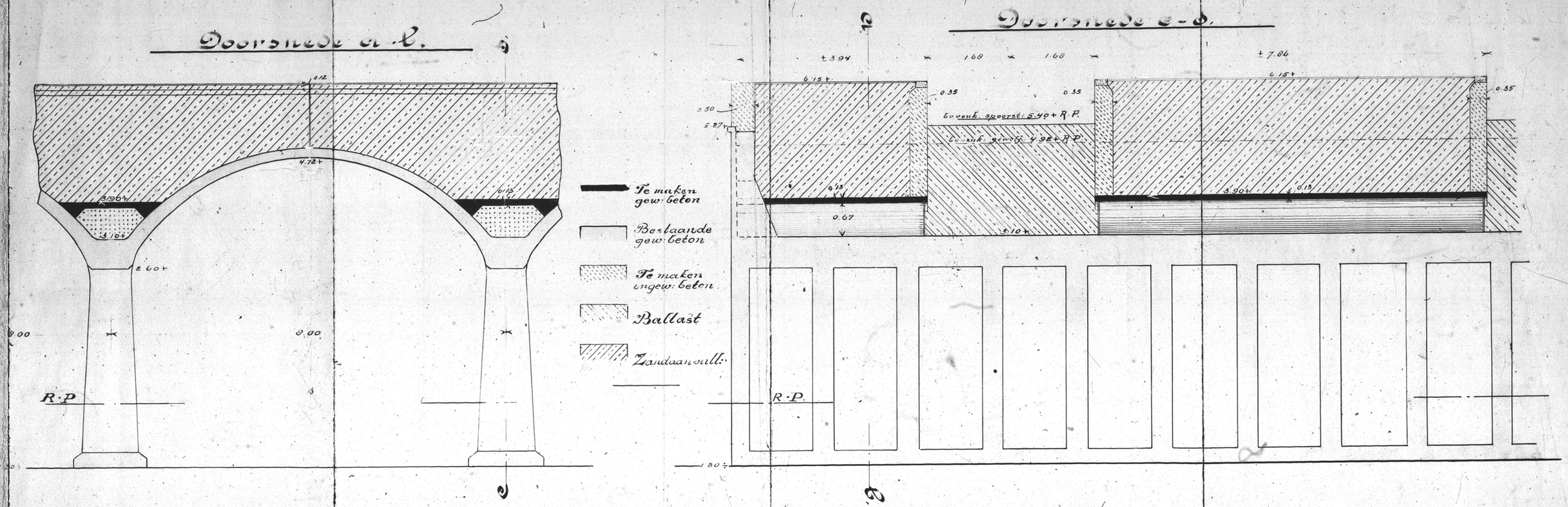
000986557

dd. APR. 1988

Blad 30.

Emplacement Z-H-E-S-M te Rotterdam.

Ontwerp Perronmuren.



Schaal 1 à 50.

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 2 Bepaling belastingen

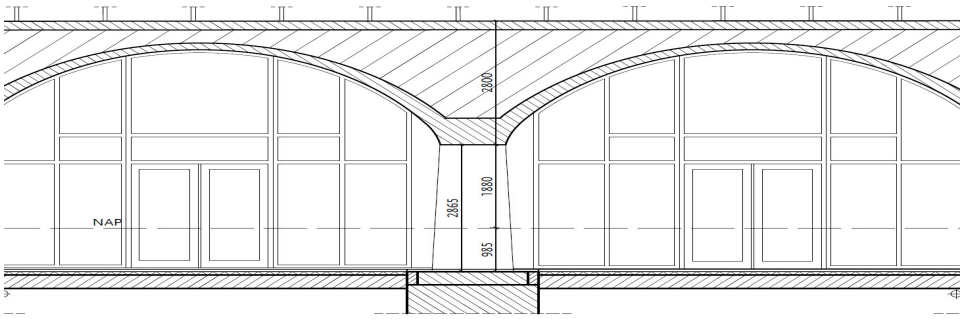
In deze bijlage zijn de belastingen per belastinggeval weergegeven. Daarnaast is de totale belasting per belastinggeval bepaald ter controle van het rekenmodel. Deze bijlage omvat in totaal 4 pagina’s.

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	10-2-2021
Onderdeel	Bepaling belastingen boog 22

Gewichtsberekening voor invoer en controle rekenmodel

1 Belastingen

1,1 BG1 - Eigen gewicht



basiseenheden [m] en [kN]

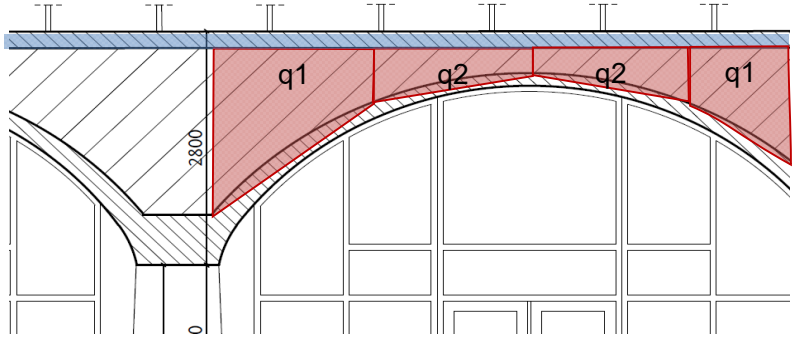
Gewichtsberekening totale model

	b	h	L	n	g [kN/m³]	g.tot	
Schaal	10,60	0,25	9,40	3,00	25,00	1868,25	kN
Balk	0,80	0,60	10,60	2,00	25,00	254,40	kN
Kolommen	0,40	0,98	3,50	14,00	25,00	477,75	kN
Fundering	1,75	1,30	11,40	2,00	25,00	1296,75	kN
					tot	3897,15	kN

Vergelijking met resultaten SCIA (handberekening * (gravitatieversnelling/10)): 3823,10 kN

1,2 BG2 - Permanente belasting aanvulling

De permanente belasting op de boog bestaat uit de aanvulling met zand inclussief een betondek
De lineaire belasting is opgedeeld in 2 verschillend delen, q1 en q2.



q1,max

basiseenheden [m] en [kN]

	h	g [kN/m³]	g.tot	
Betondek	0,20	25,00	5,00	kN/m^2
Zand	2,00	19,00	38,00	kN/m^2
		tot	43,00	kN/m^2

q1,min / q2,max

	h	g [kN/m³]	g.tot	
Betondek	0,20	25,00	5,00	kN/m^2
Zand	0,65	19,00	12,35	kN/m^2
		tot	17,35	kN/m^2

q2,min

	h	g [kN/m³]	g.tot	
Betondek	0,20	25,00	5,00	kN/m^2
Zand	0,30	19,00	5,70	kN/m^2
		tot	10,70	kN/m^2

Lijnbelasting keerwand/gevelopstand

q1,max	b	h	g [kN/m³]	g.tot	
Keerwand h=2,2 m	0,10	2,20	25,00	5,50	kN/m

q1,min / q2,max	b	h	g [kN/m³]	g.tot	
Keerwand h=0,85 m	0,10	0,85	25,00	2,13	kN/m

q2,min	b	h	g [kN/m³]	g.tot	
Keerwand h=0,5 m	0,10	0,50	25,00	1,25	kN/m

Berekening totale permanente belasting

	b	l	n	q	g.tot	
q1 max (vlak)	10,60	0,80	2,00	43	729,28	kN
q1 gemiddeld (vlak)	10,60	1,80	6,00	30,20	3457,30	kN
q2 gemiddeld (vlak)	10,60	1,80	6,00	14,05	1608,44	kN
q1 gemiddeld (lijn)		1,80	6,00	3,80	41,04	kN
q2 gemiddeld (lijn)		1,80	12,00	1,68	36,18	kN
q Begane Grond	11,40	1,75	2,00	1,00	39,90	kN
				tot	5912,14	kN

1,3 BG3 - Variabele belasting

De variabele belasting bestaat uit een vlaklast van 5,0 kN/m^2 overeenkomstig met de aanbevolen waarde voor gebruiksbelasting op vloeren van publieke ruimtes (klasse C) conform tabel NB,1 - 6,2 NEN-EN 1991-1-1.

Berekening totale variabele belasting

	b	l	n	q [kN/m^2]	g.tot	
Gebruiksbelasting	10,60	8,00	3,00	5,0	1272,00	kN

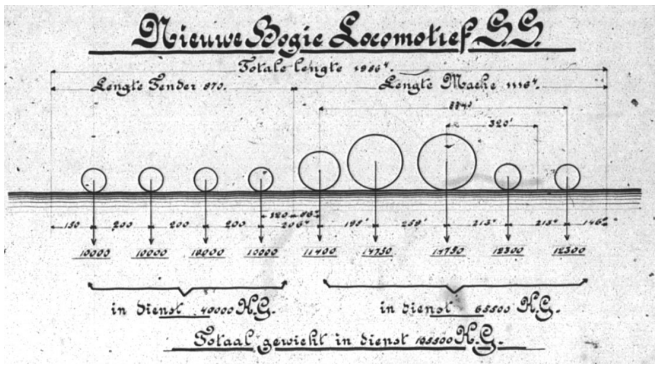
1,4 BG4 - Eenheidsbelasting dakpark

De grondaanvulling voor het dakpark wordt als een eenheidsbelasting van 1,0 kN/m^2 ingevoerd.

Berekening totale eenheidsbelasting

	b	l	n	q [kN/m^2]	g.tot	
eenheidsbelasting p	10,60	8,00	3,00	1,0	254,40	kN

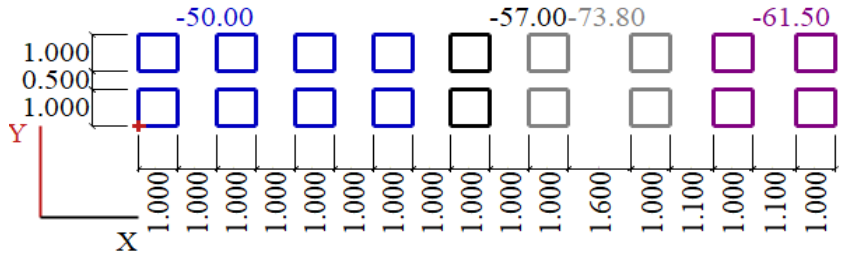
1,5 BG5 - Historische spoorbelasting Bogieloc



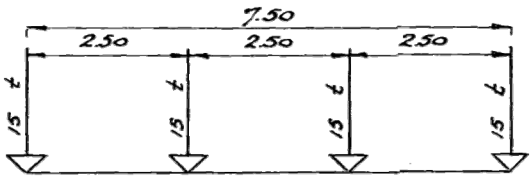
Spreiding aslasten

Hoogte ballastbed	0,20	m
Hoogte grondaanvulling	0,30	m
Totale hoogte	0,50	m
Totale spreiding (2x hoogte)	1,00	m
Spreidingsoppervlak	1,00	m^2

Aslasten (kN)	100,0	114,0	147,5	123,0		
Oppverlakte belasting (kN/m^2)	50,0	57,0	73,8	61,5		
stuks	8,0	2,0	4,0	4,0		
totaal	400,0	114,0	295,0	246,0	1055,00	kN



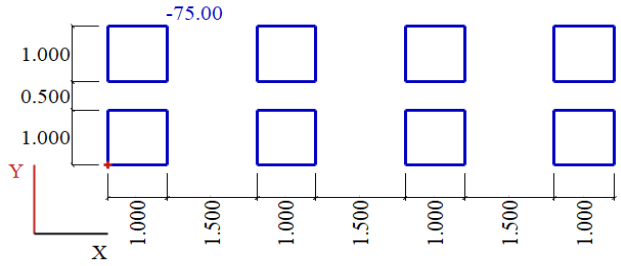
1,6 BG6 - Historische belasting 60t



Spreiding aslasten

Hoogte ballastbed	0,20	m
Hoogte grondaanvulling	0,30	m
Totale hoogte	0,50	m
Totale spreiding (2x hoogte)	1,00	m
Spreidingsoppervlak	1,00	m^2

Aslasten (kN)	150,0	
Oppverlakte belasting (kN/m^2)	75,0	
stuks	8,0	
totaal	600,0	kN



Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 3 Bepaling stijfheden beton

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	10-2-2021
Onderdeel	Bepaling orthotrope stijfheden o.b.v. RBK 1,1

1 Fictieve stijfheid gewelf bovenzijde (h: 200mm)

Bepaling factoren

Sterkteklasse	C25/30		
poissonverhouding	v12=	0	
	v21=	0,00	
breedte	b=	1000	mm
constructiehoogte	h=	200	mm

wapening	diam	n	diam	n	s1	s2	As	ρ
X-richting	11	8,00	0	0	125,0		760	0,380%
Y-richting	8	8,00			125,0		402	0,201%

Fictieve E	Ef1=	4854	N/mm^2	NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel NB-1
Fictieve E	Ef2=	3950	N/mm^2	

Traagheid langs	Ix=	0,000667	mm^4
Traagheid dwars	Iy=	0,000667	mm^4
Torsietraagheid	It=	0,002667	mm^4

2 Fictieve stijfheid gewelf geboorte (h: 300mm)

Bepaling factoren

Sterkteklasse	C25/30		
poissonverhouding	v12=	0	
	v21=	0,00	
breedte	b=	1000	mm
constructiehoogte	h=	300	mm

wapening	diam	n	diam	n	s1	s2	As	ρ
X-richting	11	8,00	0	0	125,0		760	0,253%
Y-richting	8	8,00			125,0		402	0,134%

Fictieve E	Ef1=	4119	N/mm^2	NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel NB-1
Fictieve E	Ef2=	3950	N/mm^2	

Traagheid langs	Ix=	0,00225	mm^4
Traagheid dwars	Iy=	0,00225	mm^4
Torsietraagheid	It=	0,009	mm^4

3 Fictieve stijfheid balk in geboorte

Bepaling factoren

Sterkteklasse	C25/30		
poissonverhouding	v12=	0	
	v21=	0,00	
breedte	b=	800	mm
constructiehoogte	h=	600	mm

wapening	diam	n	diam	n	s1	s2	As	ρ
X-richting	16	5,00	0	0	200,0		1005	0,209%
Y-richting							0	0,000%

Fictieve E	Ef1=	3950	N/mm^2	NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel NB-1
Fictieve E	Ef2=	3950	N/mm^2	

Traagheid langs	Ix=	0,0144	mm^4
Traagheid dwars	Iy=	0,0144	mm^4
Torsietraagheid	It=	0,0576	mm^4

4 Fictieve stijfheid kolom

Bepaling factoren

Sterkteklasse	C25/30		
poissonverhouding	v12=	0	
	v21=	0,00	
breedte	b=	400	mm
constructiehoogte	h=	800	mm

wapening	diam	n	diam	n	s1	s2	As	ρ
X-richting	30	12,00	0	0	83,3		8478	2,649%
Y-richting							0	0,000%

Fictieve E	Ef1=	18016	N/mm^2	NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2011 tabel NB-1
Fictieve E	Ef2=	3950	N/mm^2	

Traagheid langs	Ix=	0,017067	mm^4
Traagheid dwars	Iy=	0,017067	mm^4
Torsietraagheid	It=	0,068267	mm^4

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 4 Berekening paaldraagvermogen

In deze berekening is het maximale paaldraagvermogen bepaald met behulp van de beschikbare sonderingen. Het paaldraagvermogen is voor zowel het noordelijk deel als het zuidelijk deel (station) van het emplacement bepaald. De bijlage omvat in totaal 9 pagina's.

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen sectie 1.1
	Op basis van nieuwe sonderingen

Berekening paaldraagvermogen volgens NEN-EN 1997/NB en NEN 9997

Zie blad 3-4 voor sonderingen

Paalgegevens

puntafmetingen	d [m]=	0,140	houten paal	
equivalende paalpunt	D_{eq} [m]=	0,14		
puntoppervlak	A_{punt} [m^2]=	0,0154		
schachtafmetingen	d [m]=	0,140	0,220	(negatieve kleef)
schachtoppervlak	A_s [m^2]=	0,0154		
schachtomtrek	O_s [m^2/m]=	0,44	0,6912	(negatieve kleef)
minimale ondergrens paalinvloed	0,7*D[m]=	0,10		
maximale onderrgrens paalinvloed	4*D[m]=	0,56		
maximale bovengrens paalinvloed	8*D[m]=	1,12		
factor voor paalklasse	α_p =	1,00	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c of NEN 8707	
factor voor paalvoetvorm	β =	1,00	NEN 9997-1	
factor voor vorm doorsnede paalvoet	s=	1,00	NEN 9997-1	
factor voor schachtwrijving	α_s =	0,012	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c	
factor voor invloed van inbrengen	α_t =	0,007	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c	

Veiligheidsfactoren

partitiele weerstandsfactor voor punt	γ_b=	1,20	NEN 9997-1:2016; tabel A.6/7/8
partitiele weerstandsfactor voor schacht	γ_s=	1,20	NEN 9997-1:2016; tabel A.6/7/8
	γ=	1,20	
factor voor resultaten van grondproeven	ξ_3=	1,26	NEN 9997-1:2016; tabel A.10a/b
factor voor resultaten van grondproeven	ξ_4=	1,26	NEN 9997-1:2016; tabel A.10a/b
			(1 sondering bruikbaar)

Sonderingen

aantal sonderingen	N=	2	stuks

Referentiepeil	REF=	**NAP**
sondeernummer	4 en 5 van nieuwe sonderingen MOS grondmechanica (R2100771-01.pdf)	
PPN tov REF	-18,70	

laagopbouw: Maatgevende laagopbouw volgt uit sondering

	bovenkant grondlaag m tov REF	onderkant grondlaag m tov REF	q.c Mpa	wrijvings getal	Omschrijving grondsamenstelling	γ kN/m^3	$\phi'_{j;k}$ gr
laag 1	-0,70	-16,50		2-10%	zeer slap, onder GWS	2,00	20,00
laag 2	-16,50			0,5-1,5%	1e zandlaag	8,00	30,00

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen sectie 1.1
	Op basis van nieuwe sonderingen

Negatieve kleef

onderkant fundering	ok.fund[m]=	-2,80	
laatste laag negatieve kleef	ok.neg.kleef[m]=	-16,50	
korrelspanning op halve laaghoogte	σ'_v		
karakteristieke waarde neg. Kleef	$F_{nk;rep}=I_{nk}*O_s*\max(0,25;k_{o;j;k}*\tan(\delta_{j;rep})*\sigma'_v$		
maaiveldbelasting	p =	12,00 kN/m²	(ca 2 m grond)

(1m 18 kN/m3 en 1m 6 kN/m3 randpaal bovenbelasting gehalveerd)

bovenkant grondlaag m REF	onderkant grondlaag m REF	γ kN/m^3	σ'_v kPa	lengte neg.kleef m	$K_{o;j;k}$ 1-sin($\phi'_{j;k}$)	$\delta_{j;rep}$ 0,75*$\phi'_{j;k}$ gr	$F_{nk;rep}$ kN
-2,80	-16,50	2,00	25,70	13,70	0,66	15,00	60,84

$\gamma_{f;nk}$ = 1,00 F_{nk} [kN]= 61 rand paalgroep/alleen staande paal

$\sigma_{v;j-1;m;rep} = p_{sur;rep}$ = 0,00 kN/m²
$\sigma'_{v;j;sur;rep}$ = 27,40 kN/m²

H.o.h. palen lengterichting 0,725 m
H.o.h. palen dwarsrichting 0,800 m
A = 0,580 m^2

$\gamma_{f;nk}$ = 1,20 F_{nk} [kN]= 19 paalgroep; 1 slappe laag

Draagvermogen op druk

gemiddelde waarde conusweerstand traject I	$q_{c;I;gem}$
gemiddelde waarde conusweerstand traject II	$q_{c;II;gem}$
gemiddelde waarde conusweerstand traject III	$q_{c;III;gem}$
maximale puntweerstand	$q_{b;max}=0,5*\alpha_p*\beta_s*s*((q_{c;I;gem}+q_{c;II;gem})/2+q_{c;III;gem}) < 15$
maximum puntdraagkracht	$R_{b;cal;max}=q_{b;max}*A_s$
maximale paalschachtwrijving	$q_{s;max;z}=q_{c;z;a}*\text{red.}q_{s;max;z}*\alpha_s$
maxumum schachtwrijvingskracht	$R_{s;cal}=q_{s;max;z}*O_s*l_{schacht}$

voetdraagvermogen

sondering nr	paalpunt niveau m REF	$q_{c;I;gem}$ MPa	$q_{c;II;gem}$ MPa	$q_{c;III;gem}$ MPa	red. q_c	$q_{b;max}$ MPa	$R_{b;cal}$ kN
4	-18,70	12,50	12,00	8,00	1,00	10,13	156
5	-18,70	6,50	6,00	5,00	1,00	5,63	87

schachtwrijving

sondering nr	paalpunt niveau m REF	lengte m	$q_{c;z;a}$ MPa	red. $q_{s;max;z}$	$q_{s;max;z}$ MPa	$R_{s;cal}$ kN
4	-18,70	2,10	7,00	1,00	0,08	78
5	-18,70	4,30	10,50	1,00	0,13	238

sondering nr	paalpunt niveau m REF	$R_{b;cal}$ kN	$R_{s;cal}$ kN	$R_{c;cal}$ kN	variatie tov min	
4	-18,70	156	78	233	1,00	<- max 1,12 variatie
5	-18,70	87	238	325	1,39	<- variatie te groot

Vanwege een te grote variatie in de resultaten van de sonderingen (>12%) wordt alleen sondering 4 beschouwd.

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen sectie 1.1
	Op basis van nieuwe sonderingen

Resultaten bij druk

draagvermogen op basis van gemiddelde waarde voet- en schachtwrijving

$R_{b;cal;gem}$	$R_{s;cal;gem}$	$R_{c;cal;gem}$	$\xi 3$
kN	kN	kN	
156	78	233	1,26

draagvermogen op basis van minimum waarde voet- en schachtwrijving

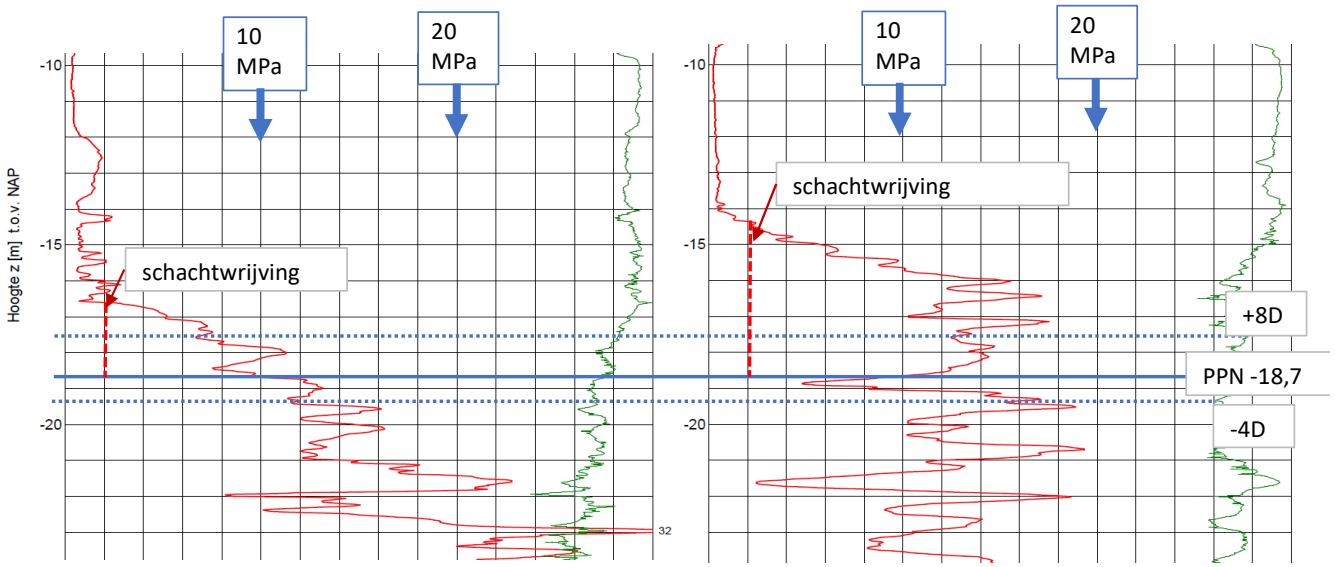
$R_{b;cal;min}$	$R_{s;cal;min}$	$R_{c;cal;min}$	$\xi 4$
kN	kN	kN	
156	78	233	1,26

karakteristieke waarde draagkracht	$R_{c;k}=\min(R_{c;cal;gem}/\xi_3$ en $R_{c;cal;min}/\xi_4)$
veiligheidsfactor	$\gamma_b=\gamma_s=\gamma$
rekenwaarde draagkracht	$R_{c;d}=R_{c;k}*\gamma$
rekenwaarde negatieve kleef	F_{nk}

$R_{c;k}$	γ	$R_{c;d}$	F_{nk}	$R_{c;d}-F_{nk}$	
kN		kN	kN	kN	
185	1,20	154	61	94	rand paalgroep/alleen staande paal
185	1,20	154	19	135	paalgroep

Maximaal toelaatbaar $R_{c;d}-F_{nk}$ [kN] = 94 (rand paalgroep)

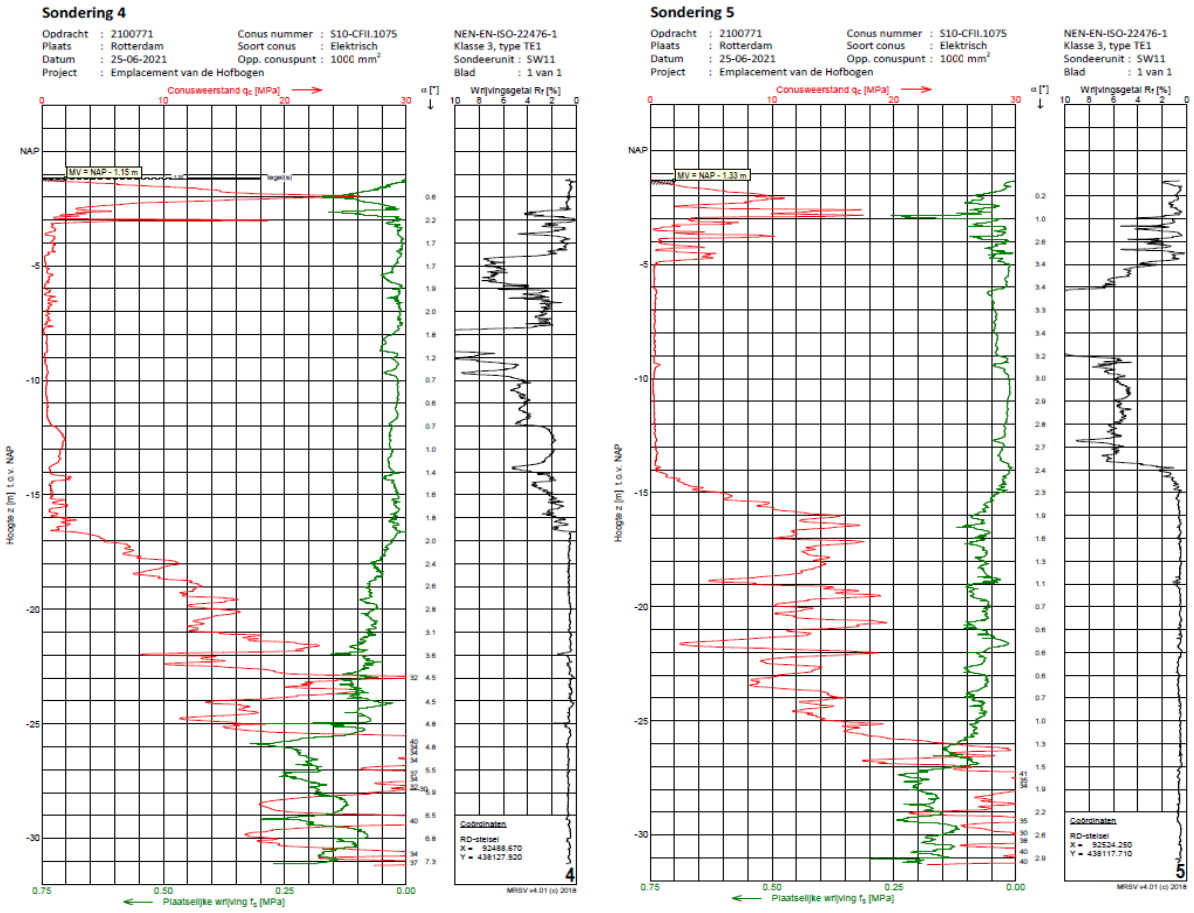
Maximaal toelaatbaar $R_{c;d}-F_{nk}$ [kN] = 135 (paalgroep)



maatgevende sonderingen

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen sectie 1.1
	Op basis van nieuwe sonderingen

Sonderingen 4 en 5, uitgevoerd op 15-06-2021 door MOS Grondmechanica



Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen Emplacement
	Op basis van nieuwe sonderingen

Berekening paaldraagvermogen volgens NEN-EN 1997/NB en NEN 9997

Zie blad 3-4-5 voor sonderingen

Paalgegevens

puntafmetingen	d [m]=	0,140	houten paal		
equivalende paalpunt	D_{eq} [m]=	0,14			
puntoppervlak	A_{punt} [m^2]=	0,0154			
schachtafmetingen	d [m]=	0,140		0,220	(negatieve kleef)
schachtoppervlak	A_s [m^2]=	0,0154			
schachtomtrek	O_s [m^2/m]=	0,44		0,6912	(negatieve kleef)
minimale ondergrens paalinvloed	0,7*D[m]=	0,10			
maximale onderrgrens paalinvloed	4*D[m]=	0,56			
maximale bovengrens paalinvloed	8*D[m]=	1,12			
factor voor paalklasse	α_p =	1,00	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c of NEN 8707		
factor voor paalvoetvorm	β =	1,00	NEN 9997-1		
factor voor vorm doorsnede paalvoet	s=	1,00	NEN 9997-1		
factor voor schachtwrijving	α_s =	0,012	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c		
factor voor invloed van inbrengen	α_t =	0,007	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c		

Veiligheidsfactoren

partitiele weerstandsfactor voor punt	γ_b=	1,20	NEN 9997-1:2016; tabel A.6/7/8
partitiele weerstandsfactor voor schacht	γ_s=	1,20	NEN 9997-1:2016; tabel A.6/7/8
	γ=	1,20	
factor voor resultaten van grondproeven	ξ_3=	1,20	NEN 9997-1:2016; tabel A.10a/b
factor voor resultaten van grondproeven	ξ_4=	0,96	NEN 9997-1:2016; tabel A.10a/b
			(2 sonderingen bruikbaar)

Sonderingen

aantal sonderingen	N=	5	stuks

Referentiepeil	REF=	**NAP**
sondeernummer	2-3 en 6-8 van nieuwe sonderingen MOS grondmechanica (R2100771-01.pdf)	
PPN tov REF	-18,70	

laagopbouw: Maatgevende laagopbouw volgt uit sondering

	bovenkant grondlaag m tov REF	onderkant grondlaag m tov REF	q.c Mpa	wrijvings getal	Omschrijving grondsamenstelling	γ kN/m^3	$\phi'_{j;k}$ gr
laag 1	-0,70	-16,50		2-10%	zeer slap, onder GWS	2,00	20,00
laag 2	-16,50			0,5-1,5%	1e zandlaag	8,00	30,00

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	8-7-2021
Onderdeel	Paaldraagvermogen Emplacement
	Op basis van nieuwe sonderingen

Negatieve kleef

onderkant fundering	ok.fund[m]=	-2,80	
laatste laag negatieve kleef	ok.neg.kleef[m]=	-16,50	
korrelspanning op halve laaghoogte	σ'_v		
karakteristieke waarde neg. Kleef	$F_{nk;rep}=l_{nk}*O_s*\max(0,25;k_{o;j;k}*\tan(\delta_{j;rep})*\sigma'_v$		
maaiveldbelasting	p =	12,00 kN/m²	(ca 2 m grond)

(1m 18 kN/m3 en 1m 6 kN/m3 randpaal bovenbelasting gehalveerd)

bovenkant grondlaag m REF	onderkant grondlaag m REF	γ kN/m^3	σ'_v kPa	lengte neg.kleef m	$K_{o;j;k}$ 1-sin($\phi'_{j;k}$)	$\delta_{j;rep}$ 0,75*$\phi'_{j;k}$ gr	$F_{nk;rep}$ kN
-2,80	-16,50	2,00	25,70	13,70	0,66	15,00	60,84

$\gamma_{f;nk}$ = 1,00 F_{nk} [kN]= 61 rand paalgroep/alleen staande paal

$\sigma_{v;j-1;m;rep} = p_{sur;rep}$ = 0,00 kN/m²
$\sigma'_{v;j;sur;rep}$ = 27,40 kN/m²

H.o.h. palen lengterichting 0,725 m
H.o.h. palen dwarsrichting 0,800 m
A = 0,580 m^2

$\gamma_{f;nk}$ = 1,20 F_{nk} [kN]= 19 paalgroep; 1 slappe laag

Draagvermogen op druk

gemiddelde waarde conusweerstand traject I	$q_{c;I;gem}$
gemiddelde waarde conusweerstand traject II	$q_{c;II;gem}$
gemiddelde waarde conusweerstand traject III	$q_{c;III;gem}$
maximale puntweerstand	$q_{b;max}=0,5*\alpha_p*\beta_s*s*((q_{c;I;gem}+q_{c;II;gem})/2+q_{c;III;gem}) < 15$
maximum puntdraagkracht	$R_{b;cal;max}=q_{b;max}*A_s$
maximale paalschachtwrijving	$q_{s;max;z}=q_{c;z;a}*\text{red.}q_{s;max;z}*\alpha_s$
maxumum schachtwrijvingskracht	$R_{s;cal}=q_{s;max;z}*O_s*l_{schacht}$

voetdraagvermogen

sondering nr	paalpunt niveau m REF	$q_{c;I;gem}$ MPa	$q_{c;II;gem}$ MPa	$q_{c;III;gem}$ MPa	red. q_c	$q_{b;max}$ MPa	$R_{b;cal}$ kN
2	-18,70	4,00	1,90	1,90	1,00	2,43	37
3	-18,70	13,50	13,00	12,50	1,00	12,88	198
6	-18,70	9,00	8,00	7,50	1,00	8,00	123
7	-18,70	7,00	5,00	5,00	1,00	5,50	85
8	-18,70	12,00	11,00	10,70	1,00	11,10	171

schachtwrijving

sondering nr	paalpunt niveau m REF	lengte m	$q_{c;z;a}$ MPa	red. $q_{s;max;z}$	$q_{s;max;z}$ MPa	$R_{s;cal}$ kN
2	-18,70	3,60	10,00	1,00	0,12	190
3	-18,70	2,20	14,00	1,00	0,17	163
6	-18,70	3,40	12,00	1,00	0,14	215
7	-18,70	2,60	10,80	1,00	0,13	148
8	-18,70	3,50	11,50	1,00	0,14	212

sondering nr	paalpunt niveau m REF	$R_{b;cal}$ kN	$R_{s;cal}$ kN	$R_{c;cal}$ kN	variatie tov min	
2	-18,70	37	190	227	1,00	<- max 1,12 variatie
3	-18,70	198	163	361	1,59	<- variatie te groot
6	-18,70	123	215	338	1,49	<- variatie te groot
7	-18,70	85	148	233	1,02	<- max 1,12 variatie
8	-18,70	171	212	383	1,69	<- variatie te groot

Vanwege een te grote variatie in de resultaten van de sonderingen (>12%) wordt alleen sondering 2 en 7 beschouwd.
De factoren voor het aantal resultaten grondproeven wordt hierbij aangepast naar overeenkomende waarde bij 2 proeven.

Resultaten bij druk

draagvermogen op basis van gemiddelde waarde voet- en schachtwrijving

$R_{b;cal;gem}$	$R_{s;cal;gem}$	$R_{c;cal;gem}$	$\xi 3$
kN	kN	kN	
61	169	230	1,20

draagvermogen op basis van minimum waarde voet- en schachtwrijving

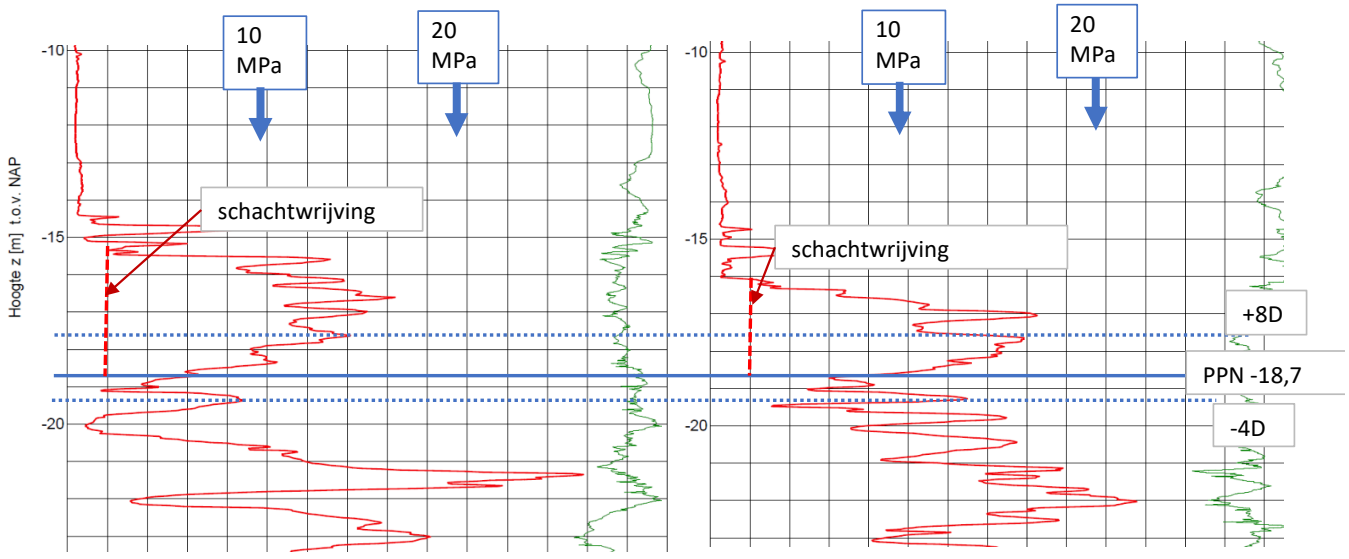
$R_{b;cal;min}$	$R_{s;cal;min}$	$R_{c;cal;min}$	$\xi 4$
kN	kN	kN	
37	148	186	0,96

karakteristieke waarde draagkracht	$R_{c;k}=\min(R_{c;cal;gem}/\xi_3$ en $R_{c;cal;min}/\xi_4)$
veiligheidsfactor	$\gamma_b=\gamma_s=\gamma$
rekenwaarde draagkracht	$R_{c;d}=R_{c;k}*\gamma$
rekenwaarde negatieve kleef	F_{nk}

$R_{c;k}$	γ	$R_{c;d}$	F_{nk}	$R_{c;d}-F_{nk}$	
kN		kN	kN	kN	
192	1,20	160	61	99	rand paalgroep/alleen staande paal
192	1,20	160	19	141	paalgroep

Maximaal toelaatbaar $R_{c;d}-F_{nk}$ [kN] = 99 (rand paalgroep)

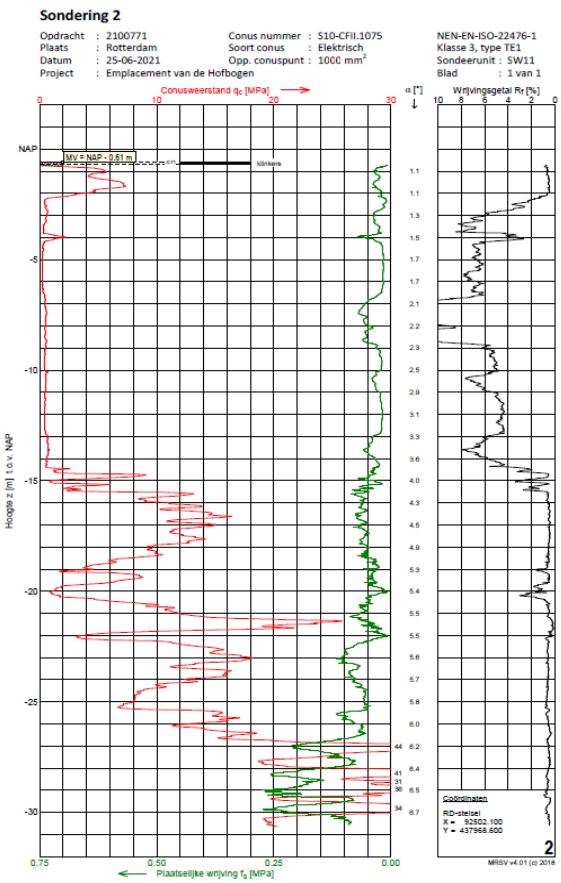
Maximaal toelaatbaar $R_{c;d}-F_{nk}$ [kN] = 141 (paalgroep)

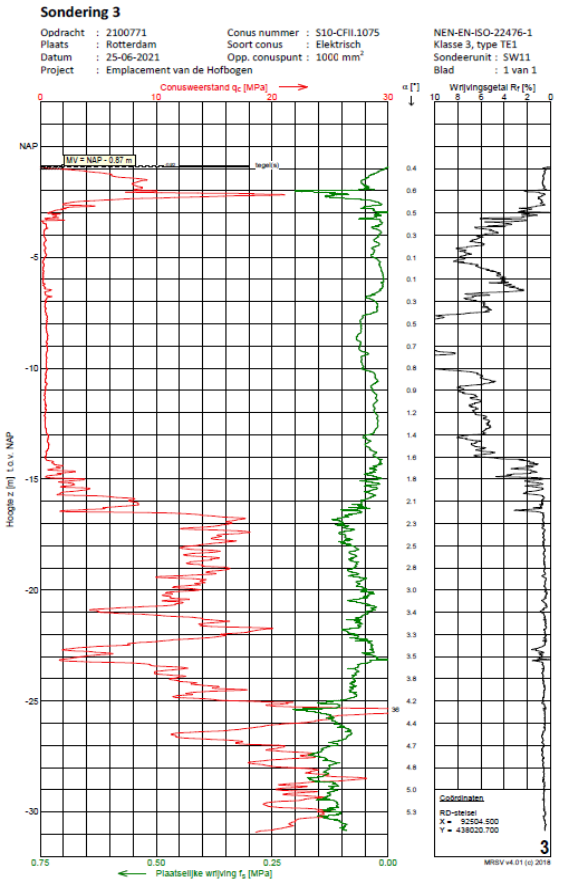


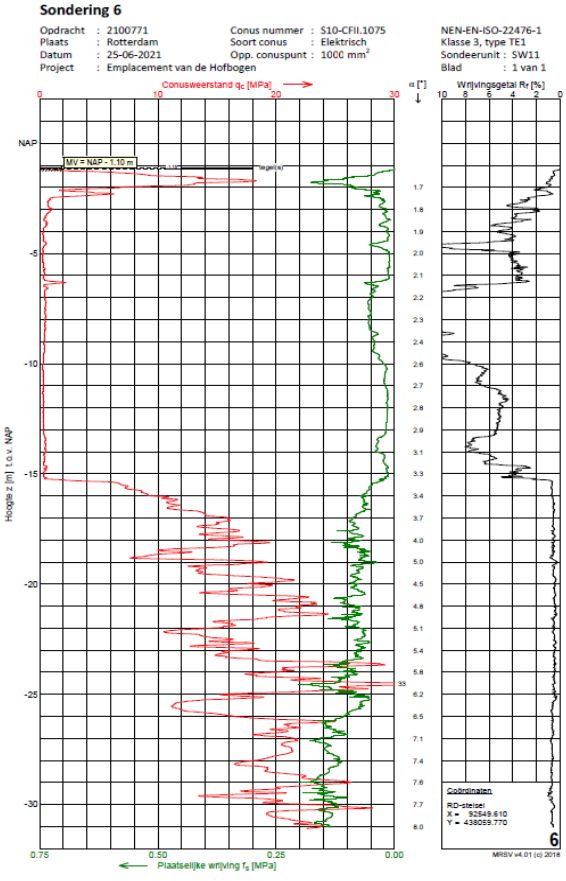
Sondering 2 Sondering 7

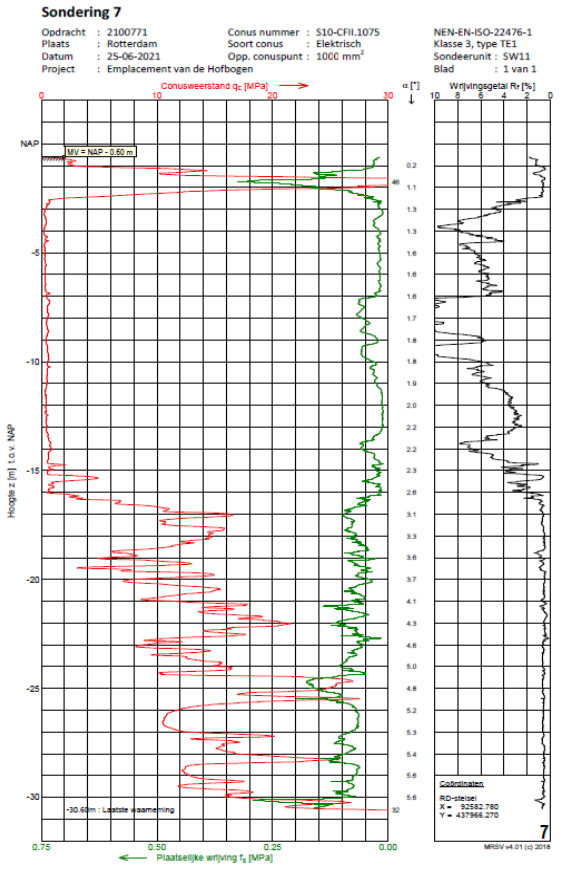
maatgevende sonderingen 2 en 7

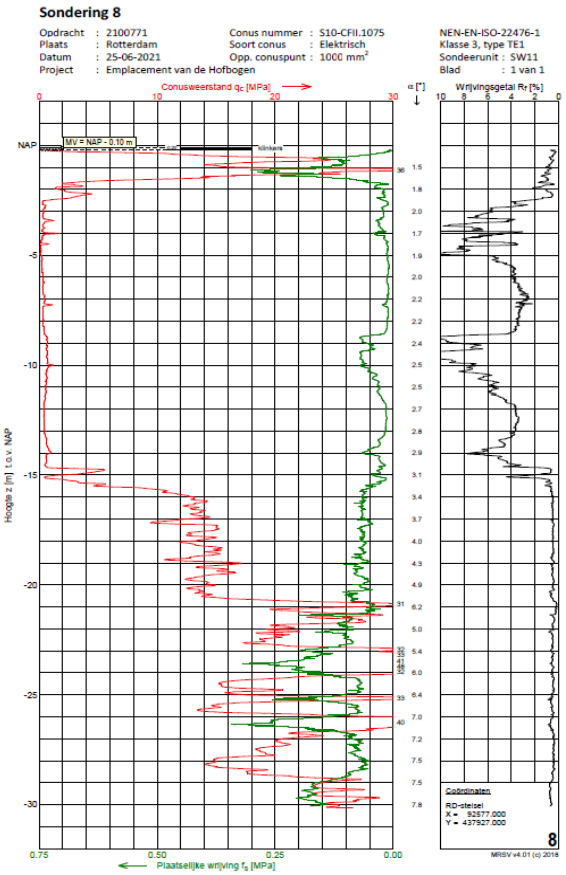
Sonderingen 2-3 en 6-8, uitgevoerd op 15-06-2021 door MOS Grondmechanica










Sondering 8
Opdracht : 2100771
Plaats : Rotterdam
Datum : 25-06-2021
Project : Emplacement van de Hofbogen
Conus nummer : S10-CFII.1075
Soort conus : Elektrisch
Opp. conuspunt : 1000 mm²
NEN-EN-ISO-22476-1
Klasse 3, type TE1
Sondeerunit : SW11
Blad : 1 van 1
Conusweerstand qc [MPa]
Wrijvingsgetal Rf [%]
α [°]
MV = NAP - 0.10 m
Hoogte z [m] t.o.v. NAP
Plaatselijke wrijving fs [MPa]
Coördinaten
RD-stelsel
X = 92677.000
Y = 437927.000
8
MRSV v4.01 (c) 2018

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 5 Berekeningsrapportage Scia Engineer

In deze bijlage is de berekeningsrapportage van het model in Scia opgenomen van het onderdeel “sectie 1.1 (emplacement)”. Deze bijlage kent in totaal 53 pagina’s.

1. Inleiding

1.1. Project

Licentienaam	Nebest B.V.
Project	Hofbogen Rotterdam
Onderdeel	Sectie 1.1 (emplacement)
Omschrijving	Boog 22
Auteur	[redacted]
Datum	09. 02. 2021
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	196
Aantal staven :	2
Aantal platen :	19
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	105
Aantal gebruikte materialen :	5
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

1.2. Inhoudsopgave

1. Inleiding 1
1.1. Project 1
1.2. Inhoudsopgave 1
1.3. Instellingen solver 2
2. Materialen 4
2.1. Materialen 4
3. Rekenmodel 4
3.1. Rekenmodel 4
3.2. 3D isometrisch zicht van boven 5
3.3. 3D isometrisch zicht van onder 5
3.4. 3D elementen net 6
3.5. Instellingen net 6
3.6. Knopen 6
3.7. Staven 8
3.8. Knoopondersteuningen 8
3.9. Ondersteuningen op 2D elementranden 10
3.10. 2D-element standaard-EEM 10
3.11. Integratie-element 10
4. Belastingen 12
4.1. Belastingsgevallen 12
4.2. Weergave belastingen 16
4.2.1. Weergave belastingen - BG1 16
4.2.1.1. weergave BG 16
4.2.2. Weergave belastingen - BG2 17
4.2.2.1. weergave BG 17
4.2.2.2. Genereer vrije lasten 17
4.2.2.3. Vrije oppervlakte last 19
4.2.2.4. Vlaklast 19
4.2.3. Weergave belastingen - BG3-1 20
4.2.3.1. weergave BG 20
4.2.3.2. Vlaklast 20
4.2.4. Weergave belastingen - BG3-2 21
4.2.4.1. weergave BG 21
4.2.4.2. Genereer vrije lasten 21
4.2.4.3. Vrije oppervlakte last 21
4.2.4.4. Vlaklast 21
4.2.5. Weergave belastingen - BG4 22
4.2.5.1. weergave BG 22
4.2.5.2. Vlaklast 22
4.2.6. Weergave belastingen - BG6-25 23
4.2.6.1. weergave BG 23
4.2.6.2. Genereer vrije lasten 23
4.2.6.3. Vrije oppervlakte last 24
4.2.7. Weergave belastingen - BG5-25 25
4.2.7.1. weergave BG 25
4.2.7.2. Genereer vrije lasten 25

4.2.7.3. Vrije oppervlakte last 26
5. Belastingcombinaties 27
5.1. Combinaties 27
5.2. Belastinggroepen 30
5.3. Resultaatklasses 30
6. Resultaten paalbelasting 31
6.1. Historische belastingen 31
6.1.1. Reacties; R_z 31
6.1.2. Reacties; R_z 31
6.1.3. Reacties; R_z 32
6.1.4. Reacties; R_z 32
6.2. Nieuwe situatie daktuin 33
6.2.1. Reacties; R_z 33
6.2.2. Reacties; R_z 33
7. Resultaten kolommen 34
7.1. Interne 1D-krachten; N; UGT 34
7.2. Interne 1D-krachten; N; BG4 34
7.3. Interne 1D-krachten; N; BGT-Bogieloc 35
7.4. Interne 1D-krachten; N; UGT Bogieloc 35
7.5. Interne 1D-krachten; M_y; UGT 36
7.6. Interne 1D-krachten; M_y; BG4 36
8. Resultaten balk geboorte 37
8.1. Interne 1D-krachten; V_z; UGT 37
8.2. Interne 1D-krachten; M_y; UGT 37
8.3. Interne 1D-krachten; UGT 38
8.4. Interne 1D-krachten; BG4 38
9. Resultaten gewelf 39
9.1. UGT-6.10b 39
9.1.1. Interne 2D-krachten; m_x 39
9.1.2. Interne 2D-krachten; m_x 39
9.1.3. Interne 2D-krachten; v_x 40
9.1.4. Interne 2D-krachten; n_x 40
9.2. BG4-eenheidsbelasting 41
9.2.1. Interne 2D-krachten; m_x 41
9.2.2. Interne 2D-krachten; v_x 41
9.2.3. Interne 2D-krachten; n_x 42
9.3. UGT Bogieloc 42
9.3.1. Interne 2D-krachten; m_x 42
9.3.2. Interne 2D-krachten; v_x 43
9.3.3. Interne 2D-krachten; n_x 43
9.4. UGT 60t-proef 44
9.4.1. Interne 2D-krachten; m_x 44
9.4.2. Interne 2D-krachten; v_x 44
9.4.3. Interne 2D-krachten; n_x 45
10. Berekeningsverslag 45

1.3. Instellingen solver

Naam	SolverSetup1
Negeer dwarskrachtvervormingen (Ay, Az >> A)	×
Initiële spanning	×
Aantal diktes van plaatrib	20
Maximumaantal bodeminteractie-iteraties	10
Maximum aantal iteraties	20
Aantal incrementen	1
Aantal knikvormen	2
Aantal sneden op gemiddelde staaf	10
Stap voor grond/waterdruk [m]	0,500
C1x [MN/m ^{3}]	1,0000e-01
C1y [MN/m ^{3}]	1,0000e-01
C1z [MN/m ^{3}]	1,0000e+01
C2x [MN/m]	5,0000e+00
C2y [MN/m]	5,0000e+00
Wapeningscoëfficiënt	1
Waarschuwing als de maximale translatie groter is dan [mm]	1000,0
Waarschuwing als de maximale rotatie groter is dan [mrad]	100,0

Parallelisme tolerantie voor automatische calculatie [deg]	10,00
Overspanningslengte ratio L/beff,max (1 kant) voor automatische calculatie [-]	8,00
Enkelvoudig opgelegde ligger [-]	1,00
Inwendige overspanning [-]	0,70
Eind overspanning [-]	0,85
Uitkraging [-]	2,00
Solver nauwkeurigheid ratio	1
Grond combinatie	Geen
Buigtheorie van plaat/schaal berekening	Mindlin
Type solver	Direct
Type van eigenwaarde solver	Lanczos
Berekeningsmethode	Picard

2. Materialen

2.1. Materialen

Naam	Type	ρ [kg/m³]	Dichtheid in natte toestand [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Kleur
C25/30	Beton	2500,0	2600,0	3,1500e+04	0.2	0,00	25,00	
C8/10 (ongewapend)	Beton	2500,0	2600,0	2,5000e+03	0.2	0,00	8,00	

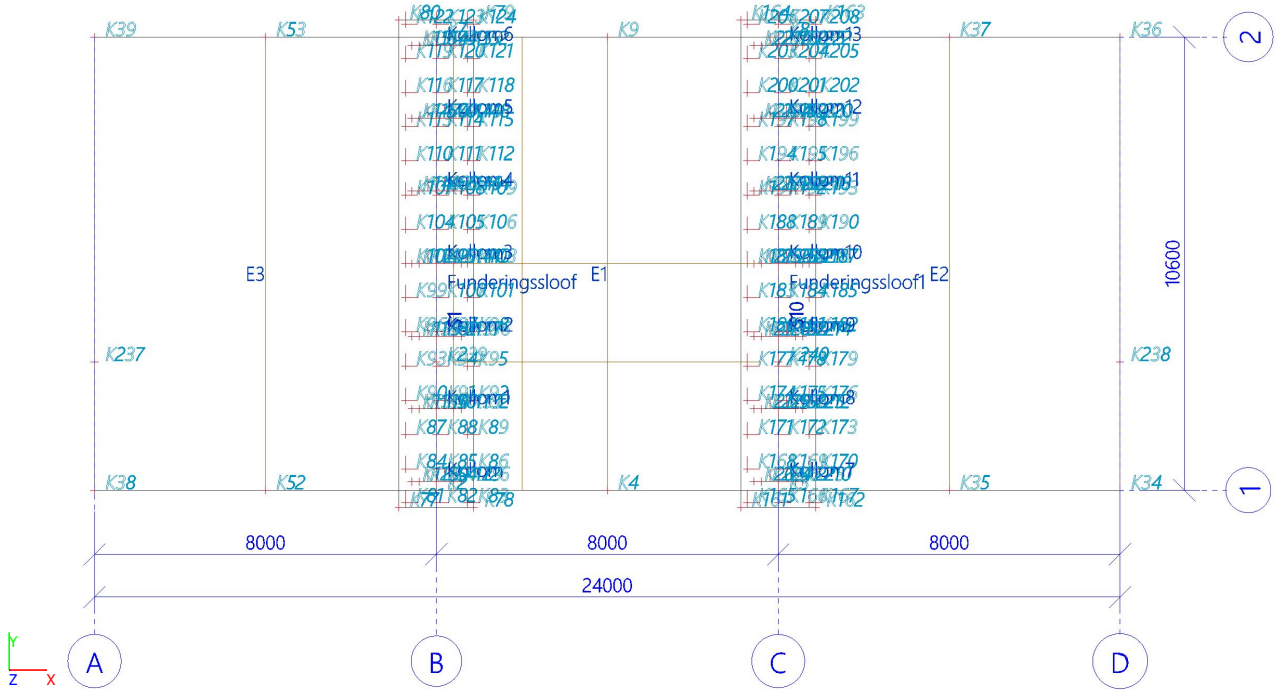
Verklaring van symbolen	
Dichtheid in natte toestand	De waarde van de dichtheid van het kenmerk nieuwe toestand wordt alleen gebruikt als een samengesteld dek wordt ingevoerd en rekening wordt gehouden met de belasting van het eigengewicht.

Beton EN 1992-2

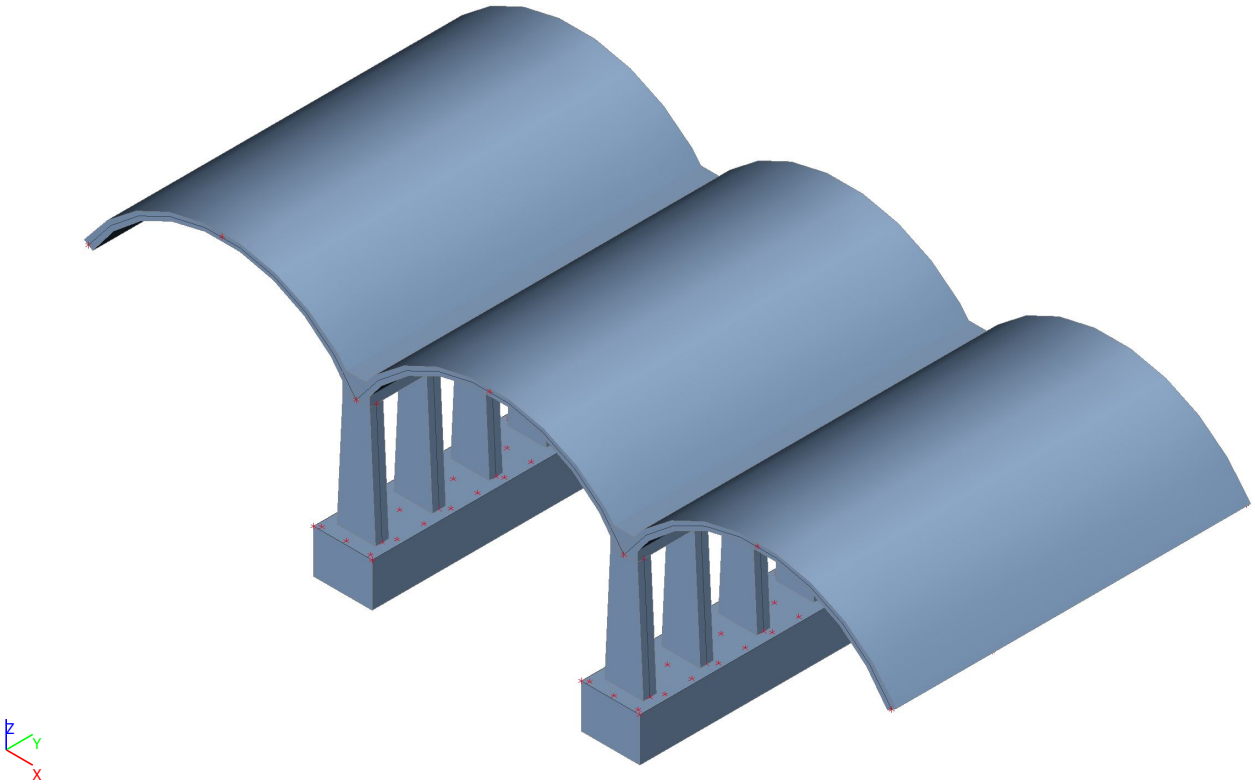
Naam	Type	Massa eenheid [kg/m³]	E-mod [MPa]	Poisson - nu	G-mod [MPa]	Thermisch uitz. [m/mK]	Kleur
C25/30 (fictief kolom)	Beton	2500,0	1,8000e+04	0.2	7,5000e+03	0,00	
C25/30 (fictief gewelf)	Beton	2500,0	4,5000e+03	0.2	1,8750e+03	0,00	
C25/30 (fictief balk geboorte)	Beton	2500,0	3,9500e+03	0.2	1,6458e+03	0,00	

3. Rekenmodel

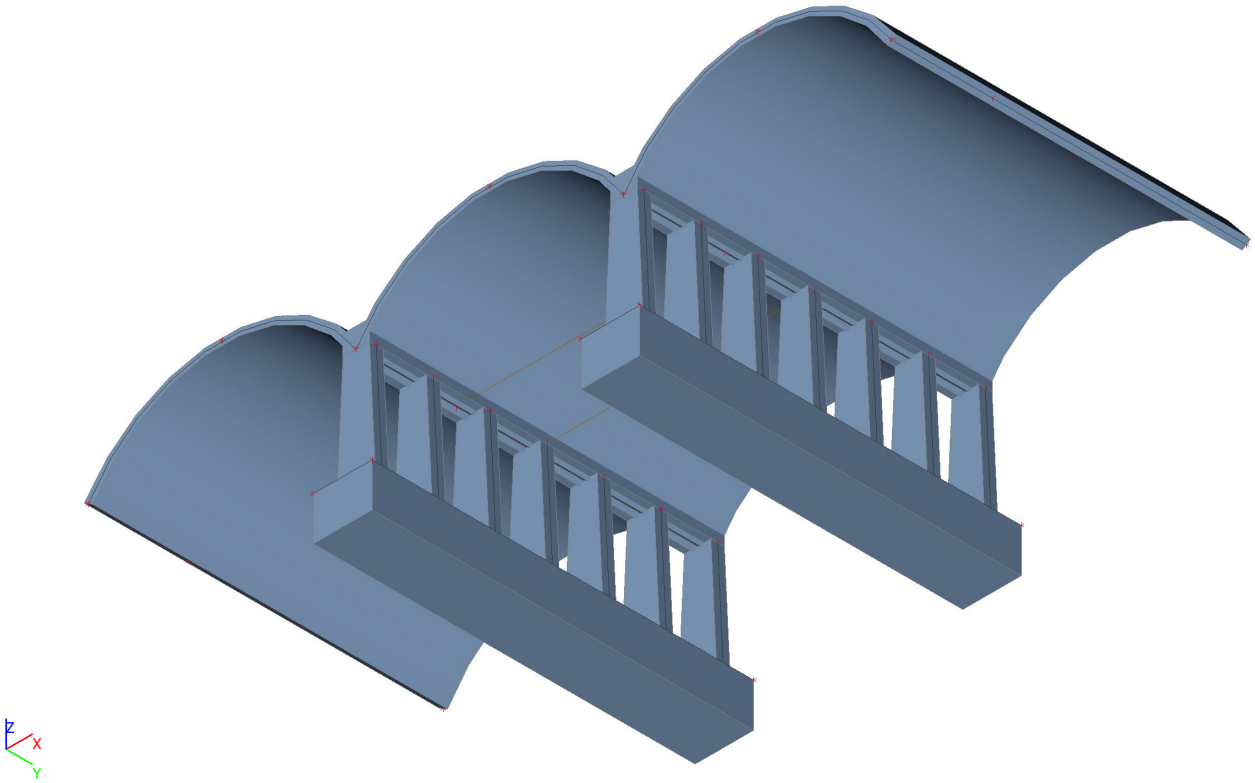
3.1. Rekenmodel



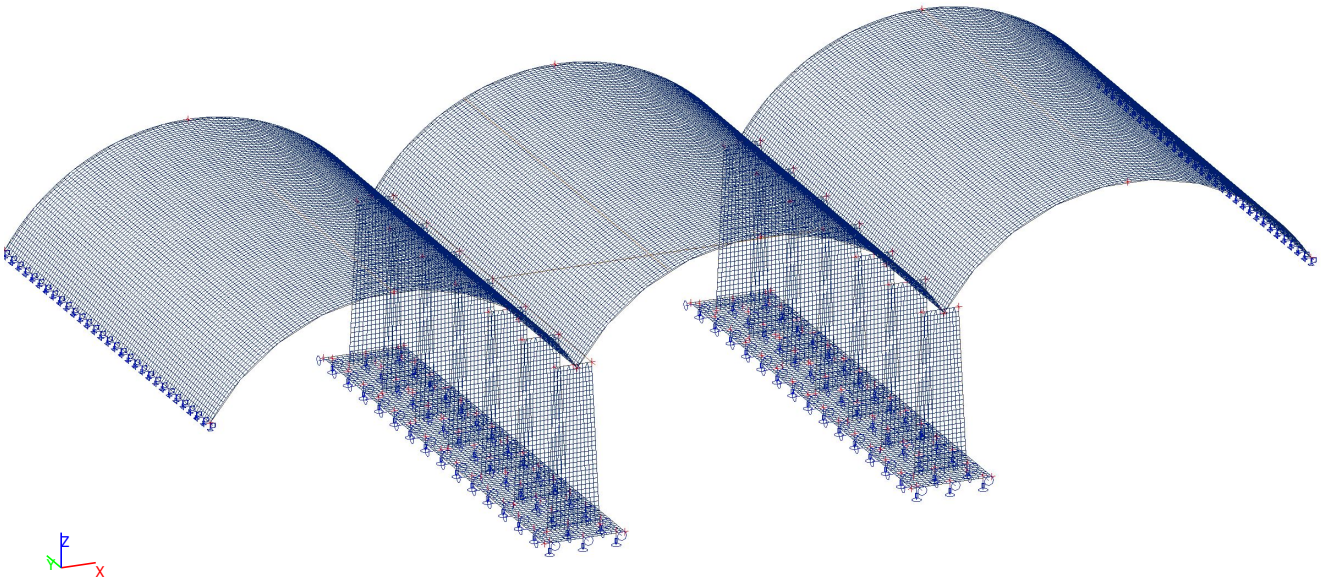
3.2. 3D isometrisch zicht van boven



3.3. 3D isometrisch zicht van onder



3.4. 3D elementen net



3.5. Instellingen net

Naam	NetInstelling1
Generatie van excentrische elementen op staven met variabele hoogte	×
Generatie van knopen op staven	×
Generatie van knopen bij puntlasten op staven	✓
Zwevende knopen voor voorspanning	✓
Elastisch net	✓
Pas automatische netverfijning toe	×
Constructie-entiteiten verbinden	✓
Verdeling op consoles en variabele staven	5
Verdeling voor 2D-1D upgrade	50
Gemiddeld aantal tussenpunten op 1D element	5
Gemiddelde grootte van 2D element/gekromd element [m]	0,100
Minimum lengte van staafelement [m]	0,100
Maximum lengte van staafelement [m]	1000,000
Gemiddelde grootte van kabels, staven op elastische bedding, niet-lineaire grondveer [m]	1,000
Maximale hoek uit het vlak van vierhoekig element [mrad]	30,0
Verh. voorgedefinieerd net	1.5
Minimumafstand tussen definitiepunt en -lijn [m]	0.001
Gemiddelde afmeting van paneelelement [m]	1,000
Netverfijning volgens het liggertype	Geen
Definitie van netelementen afmetingen voor panelen	Handmatig

3.6. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K2	0,000	0,000	0,000
K3	8,000	0,000	0,000
K4	4,000	0,000	2,220
K7	0,000	10,600	0,000
K8	8,000	10,600	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K9	4,000	10,600	2,220
K15	0,000	5,300	-3,500
K16	0,000	5,300	0,000
K28	8,000	5,300	0,000
K34	16,000	0,000	0,000

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K35	12,000	0,000	2,220
K36	16,000	10,600	0,000
K37	12,000	10,600	2,220
K38	-8,000	0,000	0,000
K39	-8,000	10,600	0,000
K52	-4,000	0,000	2,220
K53	-4,000	10,600	2,220
K54	0,000	0,200	0,000
K56	8,000	0,200	0,000
K1	0,000	1,900	0,000
K58	0,000	1,900	-3,500
K59	8,000	1,900	0,000
K61	0,000	3,600	0,000
K62	0,000	3,600	-3,500
K63	8,000	3,600	0,000
K65	0,000	7,000	0,000
K66	0,000	7,000	-3,500
K67	8,000	7,000	0,000
K69	0,000	8,700	0,000
K70	0,000	8,700	-3,500
K71	8,000	8,700	0,000
K73	0,000	10,400	0,000
K74	0,000	10,400	-3,500
K75	8,000	10,400	0,000
K77	-0,875	-0,400	-3,500
K78	0,875	-0,400	-3,500
K79	0,875	11,000	-3,500
K80	-0,875	11,000	-3,500
K81	-0,725	-0,300	-3,500
K82	0,000	-0,300	-3,500
K83	0,725	-0,300	-3,500
K84	-0,725	0,500	-3,500
K85	0,000	0,500	-3,500
K86	0,725	0,500	-3,500
K87	-0,725	1,300	-3,500
K88	0,000	1,300	-3,500
K89	0,725	1,300	-3,500
K90	-0,725	2,100	-3,500
K91	0,000	2,100	-3,500
K92	0,725	2,100	-3,500
K93	-0,725	2,900	-3,500
K94	0,000	2,900	-3,500
K95	0,725	2,900	-3,500
K96	-0,725	3,700	-3,500
K97	0,000	3,700	-3,500
K98	0,725	3,700	-3,500
K99	-0,725	4,500	-3,500
K100	0,000	4,500	-3,500
K101	0,725	4,500	-3,500
K102	-0,725	5,300	-3,500
K103	0,725	5,300	-3,500
K104	-0,725	6,100	-3,500
K105	0,000	6,100	-3,500
K106	0,725	6,100	-3,500
K107	-0,725	6,900	-3,500
K108	0,000	6,900	-3,500
K109	0,725	6,900	-3,500
K110	-0,725	7,700	-3,500
K111	0,000	7,700	-3,500
K112	0,725	7,700	-3,500
K113	-0,725	8,500	-3,500
K114	0,000	8,500	-3,500
K115	0,725	8,500	-3,500
K116	-0,725	9,300	-3,500
K117	0,000	9,300	-3,500
K118	0,725	9,300	-3,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K119	-0,725	10,100	-3,500
K120	0,000	10,100	-3,500
K121	0,725	10,100	-3,500
K122	-0,725	10,900	-3,500
K123	0,000	10,900	-3,500
K124	0,725	10,900	-3,500
K125	-0,575	0,200	-3,500
K126	0,575	0,200	-3,500
K129	0,400	0,200	0,000
K130	-0,400	0,200	0,000
K131	-0,575	1,900	-3,500
K132	0,575	1,900	-3,500
K133	0,400	1,900	0,000
K134	-0,400	1,900	0,000
K135	-0,575	3,600	-3,500
K136	0,575	3,600	-3,500
K137	0,400	3,600	0,000
K138	-0,400	3,600	0,000
K139	-0,575	5,300	-3,500
K140	0,575	5,300	-3,500
K141	0,400	5,300	0,000
K142	-0,400	5,300	0,000
K143	-0,575	7,000	-3,500
K144	0,575	7,000	-3,500
K145	0,400	7,000	0,000
K146	-0,400	7,000	0,000
K147	-0,575	8,700	-3,500
K148	0,575	8,700	-3,500
K149	0,400	8,700	0,000
K150	-0,400	8,700	0,000
K151	-0,575	10,400	-3,500
K152	0,575	10,400	-3,500
K153	0,400	10,400	0,000
K154	-0,400	10,400	0,000
K155	8,000	5,300	-3,500
K156	8,000	1,900	-3,500
K157	8,000	3,600	-3,500
K158	8,000	7,000	-3,500
K159	8,000	8,700	-3,500
K160	8,000	10,400	-3,500
K161	7,125	-0,400	-3,500
K162	8,875	-0,400	-3,500
K163	8,875	11,000	-3,500
K164	7,125	11,000	-3,500
K165	7,275	-0,300	-3,500
K166	8,000	-0,300	-3,500
K167	8,725	-0,300	-3,500
K168	7,275	0,500	-3,500
K169	8,000	0,500	-3,500
K170	8,725	0,500	-3,500
K171	7,275	1,300	-3,500
K172	8,000	1,300	-3,500
K173	8,725	1,300	-3,500
K174	7,275	2,100	-3,500
K175	8,000	2,100	-3,500
K176	8,725	2,100	-3,500
K177	7,275	2,900	-3,500
K178	8,000	2,900	-3,500
K179	8,725	2,900	-3,500
K180	7,275	3,700	-3,500
K181	8,000	3,700	-3,500
K182	8,725	3,700	-3,500
K183	7,275	4,500	-3,500
K184	8,000	4,500	-3,500
K185	8,725	4,500	-3,500
K186	7,275	5,300	-3,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K187	8,725	5,300	-3,500
K188	7,275	6,100	-3,500
K189	8,000	6,100	-3,500
K190	8,725	6,100	-3,500
K191	7,275	6,900	-3,500
K192	8,000	6,900	-3,500
K193	8,725	6,900	-3,500
K194	7,275	7,700	-3,500
K195	8,000	7,700	-3,500
K196	8,725	7,700	-3,500
K197	7,275	8,500	-3,500
K198	8,000	8,500	-3,500
K199	8,725	8,500	-3,500
K200	7,275	9,300	-3,500
K201	8,000	9,300	-3,500
K202	8,725	9,300	-3,500
K203	7,275	10,100	-3,500
K204	8,000	10,100	-3,500
K205	8,725	10,100	-3,500
K206	7,275	10,900	-3,500
K207	8,000	10,900	-3,500
K208	8,725	10,900	-3,500
K209	7,425	0,200	-3,500
K210	8,575	0,200	-3,500
K211	7,425	1,900	-3,500
K212	8,575	1,900	-3,500
K213	7,425	3,600	-3,500

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K214	8,575	3,600	-3,500
K215	7,425	5,300	-3,500
K216	8,575	5,300	-3,500
K217	7,425	7,000	-3,500
K218	8,575	7,000	-3,500
K219	7,425	8,700	-3,500
K220	8,575	8,700	-3,500
K221	7,425	10,400	-3,500
K222	8,575	10,400	-3,500
K223	8,400	0,200	0,000
K224	7,600	0,200	0,000
K225	8,400	1,900	0,000
K226	7,600	1,900	0,000
K227	8,400	3,600	0,000
K228	7,600	3,600	0,000
K229	8,400	5,300	0,000
K230	7,600	5,300	0,000
K231	8,400	7,000	0,000
K232	7,600	7,000	0,000
K233	8,400	8,700	0,000
K234	7,600	8,700	0,000
K235	8,400	10,400	0,000
K236	7,600	10,400	0,000
K237	-8,000	3,000	0,000
K238	16,000	3,000	0,000
K239	0,000	3,000	0,000
K240	8,000	3,000	0,000

3.7. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S1	Wandligger - Rechthoek (600; 800)	C25/30 (fictief balk geboorte)	10,600	K2	K7	Algemeen (0)
S10	Wandligger - Rechthoek (600; 800)	C25/30 (fictief balk geboorte)	10,600	K3	K8	Algemeen (0)

3.8. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K81	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn2	K82	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn3	K83	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn4	K84	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn5	K85	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn6	K86	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn7	K87	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn8	K88	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn9	K89	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn10	K90	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn11	K91	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K92	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K93	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K94	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K95	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K96	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn17	K97	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn18	K98	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn19	K99	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn20	K100	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K101	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K102	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K103	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K104	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K105	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K106	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn27	K107	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn28	K108	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn29	K109	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn30	K110	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn31	K111	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn32	K112	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn33	K113	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn34	K114	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn35	K115	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn36	K116	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn37	K117	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn38	K118	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn39	K119	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn40	K120	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn41	K121	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn42	K122	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn43	K123	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn44	K124	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn45	K15	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn46	K155	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn47	K165	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn48	K166	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn49	K167	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn50	K168	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn51	K169	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn52	K170	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn53	K171	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn54	K172	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn55	K173	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn56	K174	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn57	K175	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn58	K176	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn59	K177	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn60	K178	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn61	K179	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn62	K180	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn63	K181	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn64	K182	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn65	K183	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn66	K184	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn67	K185	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn68	K186	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn69	K187	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn70	K188	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn71	K189	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn72	K190	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn73	K191	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn74	K192	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn75	K193	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn76	K194	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn77	K195	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn78	K196	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn79	K197	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn80	K198	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn81	K199	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn82	K200	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn83	K201	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn84	K202	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn85	K203	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn86	K204	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn87	K205	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn88	K206	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn89	K207	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij
Sn90	K208	GCS	Standaard	Vast	Vast	Verend	Vrij	Vrij	Vrij

3.9. Ondersteuningen op 2D elementranden

Naam	2D-element Rand	Oors Coör	Pos x_1 Pos x_2	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sle1	E3	Vanaf begin	0.000	Vast	Vast	Vast	Vast	Vast	Vast
	1	Rela	1.000						
Sle2	E2	Vanaf begin	0.000	Vast	Vast	Vast	Vast	Vast	Vast
	3	Rela	1.000						

3.10. 2D-element standaard-EEM

Naam	Element type	Elementgedrag	Laag	Type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	schaal (98)	C25/30 (fictief gewelf)	variabel	200 300
E2	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	schaal (98)	C25/30 (fictief gewelf)	variabel	200 300
E3	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	schaal (98)	C25/30 (fictief gewelf)	variabel	200 300
Funderingssloof	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C8/10 (ongewapend)	constant	1300
Kollom	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom1	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom2	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom3	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom4	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom5	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom6	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Funderingssloof1	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C8/10 (ongewapend)	constant	1300
Kollom7	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom8	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom9	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom10	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom11	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom12	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400
Kollom13	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	C25/30 (fictief kolom)	constant	400

3.11. Integratie-element

Naam	Vorm	Links [m] Rechts [m]	Onder [m] Boven [m]	Integratie relatief aan positie van
IM1	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM2	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM7	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM8	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM9	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM10	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM11	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM12	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM13	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM14	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM15	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM16	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt
IM17	Rechthoek	0,200 0,200	0,600 0,600	Zwaartepunt

Naam	Vorm	Links [m]	Onder [m]	Integratie relatief aan positie van
		Rechts [m]	Boven [m]	
IM18	Rechthoek	0,200	0,600	Zwaartepunt
		0,200	0,600	

4. Belastingen

4.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG1	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z		
BG2	Permanent	Permanent Standaard	LG1			
BG3-1	Variabele belasting Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG3-2	Variabele belasting deels Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG4	Permanente belasting eenheid	Permanent Standaard	LG1			
BG6-0	60t-P Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-1	60ton-P-0,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-2	60ton-P-0,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-3	60ton-P-0,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-4	60ton-P-0,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-5	60ton-P-1,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-6	60ton-P-1,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-7	60ton-P-1,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-8	60ton-P-1,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-9	60ton-P-2,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-10	60ton-P-2,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-11	60ton-P-2,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-12	60ton-P-2,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-13	60ton-P-3,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-14	60ton-P-3,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-15	60ton-P-3,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-16	60ton-P-3,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-17	60ton-P-4,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-18	60ton-P-4,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-19	60ton-P-4,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-20	60ton-P-4,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-21	60ton-P-5,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-22	60ton-P-5,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-23	60ton-P-5,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG6-24	60ton-P-5,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
	Standaard	Statisch				
BG6-25	60ton-P-6,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-26	60ton-P-6,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-27	60ton-P-6,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-28	60ton-P-6,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-29	60ton-P-7,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-30	60ton-P-7,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-31	60ton-P-7,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-32	60ton-P-7,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-33	60ton-P-8,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-34	60ton-P-8,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-35	60ton-P-8,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-36	60ton-P-8,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-37	60ton-P-9,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-38	60ton-P-9,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-39	60ton-P-9,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-40	60ton-P-9,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-41	60ton-P-10,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-42	60ton-P-10,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-43	60ton-P-10,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-44	60ton-P-10,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-45	60ton-P-11,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-46	60ton-P-11,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-47	60ton-P-11,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-48	60ton-P-11,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG6-49	60ton-P-12,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-0	Bogieloc-P	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-1	Bogieloc-P-0,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-2	Bogieloc-P-0,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-3	Bogieloc-P-0,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-4	Bogieloc-P-0,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-5	Bogieloc-P-1,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-6	Bogieloc-P-1,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
BG5-7	Bogieloc-P-1,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-8	Bogieloc-P-1,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-9	Bogieloc-P-2,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-10	Bogieloc-P-2,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-11	Bogieloc-P-2,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-12	Bogieloc-P-2,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-13	Bogieloc-P-3,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-14	Bogieloc-P-3,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-15	Bogieloc-P-3,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-16	Bogieloc-P-3,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-17	Bogieloc-P-4,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-18	Bogieloc-P-4,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-19	Bogieloc-P-4,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-20	Bogieloc-P-4,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-21	Bogieloc-P-5,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-22	Bogieloc-P-5,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-23	Bogieloc-P-5,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-24	Bogieloc-P-5,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-25	Bogieloc-P-6,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-26	Bogieloc-P-6,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-27	Bogieloc-P-6,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-28	Bogieloc-P-6,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-29	Bogieloc-P-7,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-30	Bogieloc-P-7,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-31	Bogieloc-P-7,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-32	Bogieloc-P-7,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-33	Bogieloc-P-8,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-34	Bogieloc-P-8,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-35	Bogieloc-P-8,500 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-36	Bogieloc-P-8,750 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-37	Bogieloc-P-9,000 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-38	Bogieloc-P-9,250 m Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen
BG5-39	Bogieloc-P-9,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen

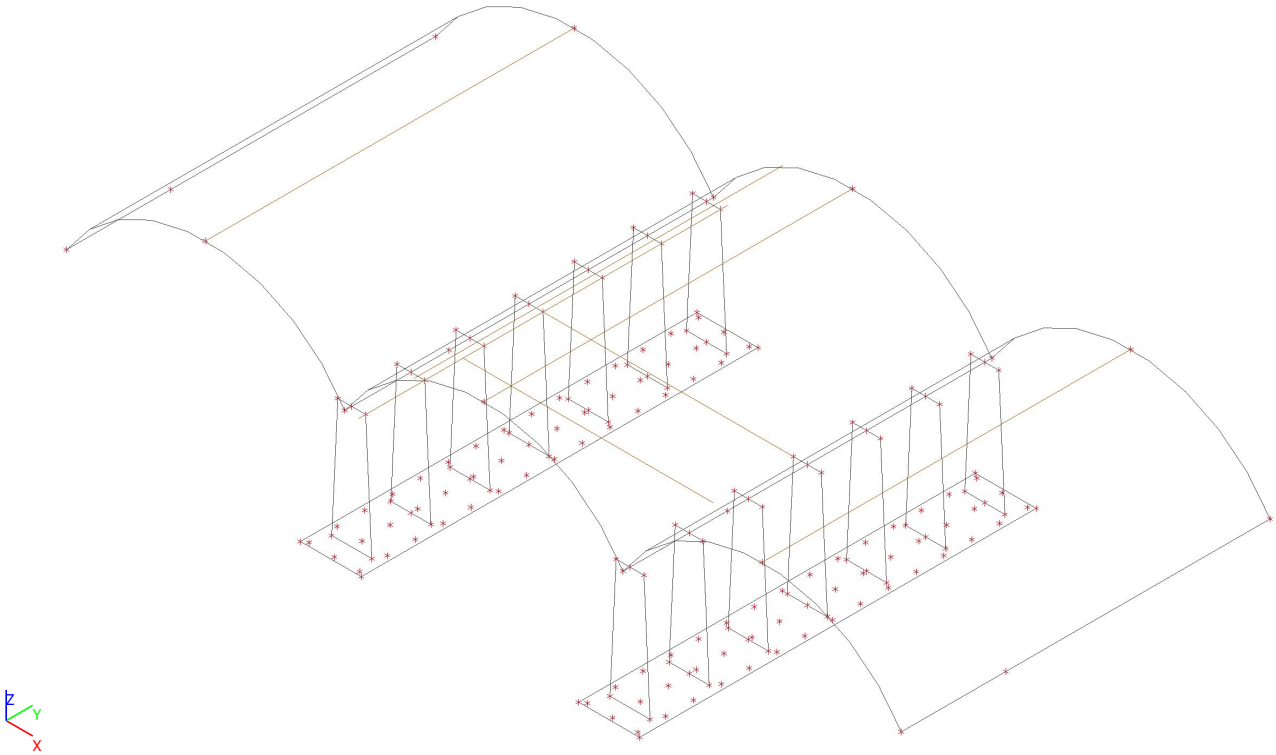
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype				
	Standaard	Statisch				
BG5-40	Bogieloc-P-9,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-41	Bogieloc-P-10,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-42	Bogieloc-P-10,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-43	Bogieloc-P-10,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-44	Bogieloc-P-10,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-45	Bogieloc-P-11,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-46	Bogieloc-P-11,250 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-47	Bogieloc-P-11,500 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-48	Bogieloc-P-11,750 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				
BG5-49	Bogieloc-P-12,000 m	Variabel	LG2		Kort	Geen
	Standaard	Statisch				

4.2. Weergave belastingen

4.2.1. Weergave belastingen - BG1

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

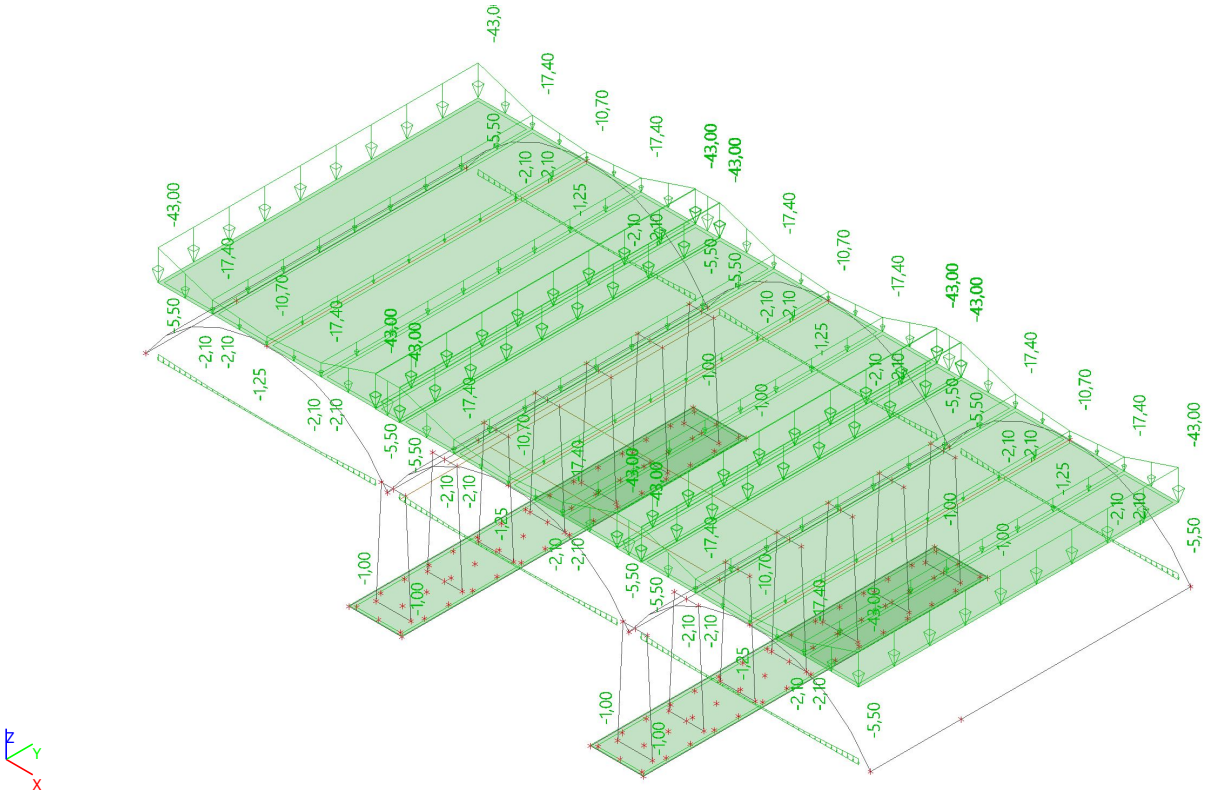
4.2.1.1. weergave BG



4.2.2. Weergave belastingen - BG2

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

4.2.2.1. weergave BG



4.2.2.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF962	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand1		GCS Projectie
GFF963	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand2		GCS Projectie
GFF964	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand3		GCS Projectie
GFF967	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand4		GCS Projectie
GFF968	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand5		GCS Projectie
GFF969	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand6		GCS Projectie
GFF984	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand7		GCS Projectie
GFF985	BG2 - Permanent	E1	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand8		GCS Projectie
GFF986	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand9		GCS Projectie
GFF987	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand10		GCS Projectie
GFF988	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand11		GCS Projectie

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
GFF989	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand12		GCS Projectie
GFF990	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand13		GCS Projectie
GFF991	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand14		GCS Projectie
GFF992	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand15		GCS Projectie
GFF993	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand16		GCS Projectie
GFF994	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand17		GCS Projectie
GFF995	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand18		GCS Projectie
GFF996	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand19		GCS Projectie
GFF997	BG2 - Permanent	E3	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand20		GCS Projectie
GFF998	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand21		GCS Projectie
GFF999	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand22		GCS Projectie
GFF1000	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand23		GCS Projectie
GFF1001	BG2 - Permanent	E2	Z Trapez	Lijn Kracht	Keerwand24		GCS Projectie
GFF1	BG2 - Permanent	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_max1	-43,00	GCS Projectie
GFF1002	BG2 - Permanent	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_max1	-43,00	GCS Projectie
GFF1004	BG2 - Permanent	E2	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_3		GCS Projectie
GFF1006	BG2 - Permanent	E2	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_4		GCS Projectie
GFF1008	BG2 - Permanent	E2	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_3		GCS Projectie
GFF1012	BG2 - Permanent	E3	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_6		GCS Projectie
GFF1016	BG2 - Permanent	E3	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_5		GCS Projectie
GFF1018	BG2 - Permanent	E2	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_4		GCS Projectie
GFF1020	BG2 - Permanent	E3	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_6		GCS Projectie
GFF1022	BG2 - Permanent	E3	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_5		GCS Projectie
GFF1026	BG2 - Permanent	E1	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_1		GCS Projectie
GFF1030	BG2 - Permanent	E1	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_1		GCS Projectie
GFF1031	BG2 - Permanent	E1	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q1_2		GCS Projectie
GFF1032	BG2 - Permanent	E1	Z Richting X	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_q2_2		GCS Projectie
GFF1034	BG2 - Permanent	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_max	-43,00	GCS Projectie
GFF1035	BG2 - Permanent	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	Zandaanvulling_max	-43,00	GCS Projectie

4.2.2.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	q1 [kN/m²]	q2 [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem
Zandaanvulling_q1_1	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_1	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q1_2	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_2	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_max	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Gelijkmatig	-43,00			Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q1_3	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_3	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q1_4	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_4	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q1_5	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_5	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q1_6	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-43,00	-17,40	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_q2_6	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Richting X		-17,40	-10,70	Van-tot	Auto	GCS
Zandaanvulling_max1	BG2 - Permanent	Z	Kracht	Gelijkmatig	-43,00			Van-tot	Auto	GCS

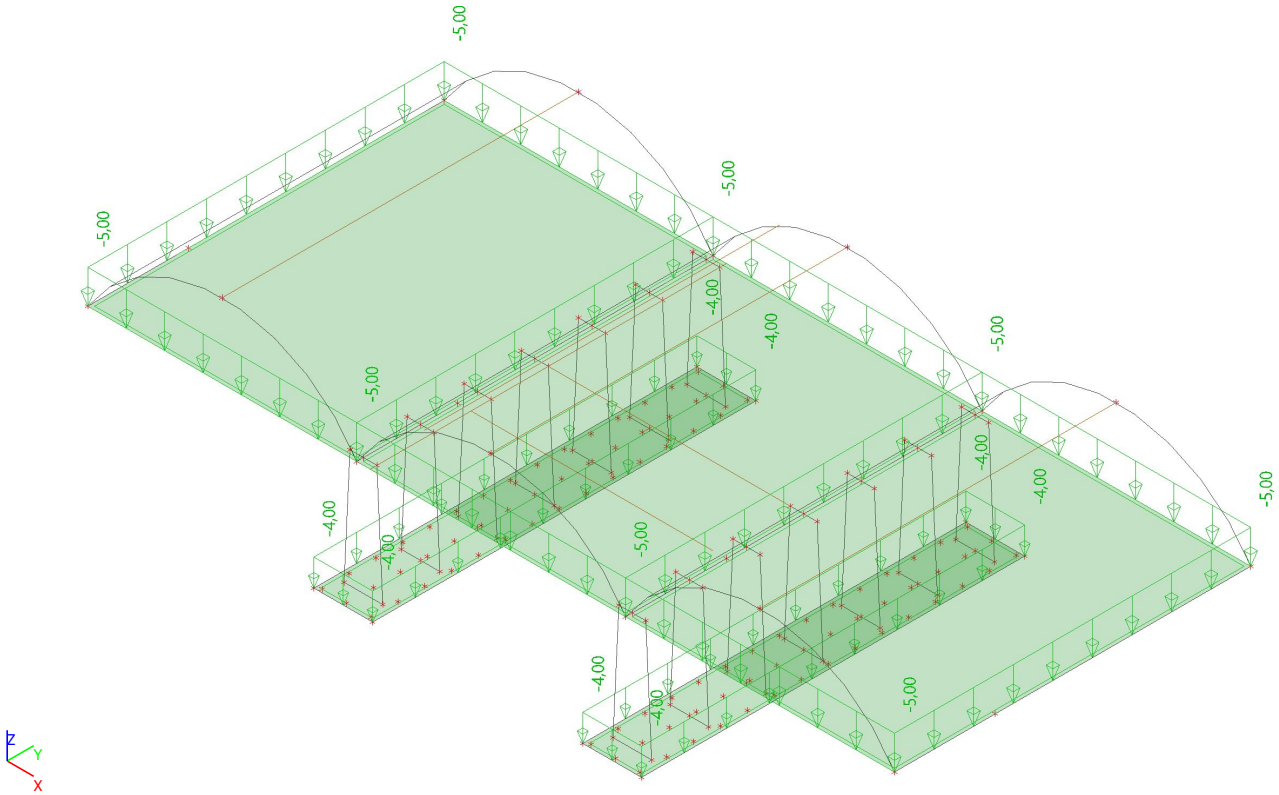
4.2.2.4. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
Afwerkvloer	Z	Kracht	-1,00	Funderingssloof1	BG2 - Permanent	GCS	Lengte
Afwerkvloer1	Z	Kracht	-1,00	Funderingssloof	BG2 - Permanent	GCS	Lengte

4.2.3. Weergave belastingen - BG3-1

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3-1	Variabele belasting	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

4.2.3.1. weergave BG



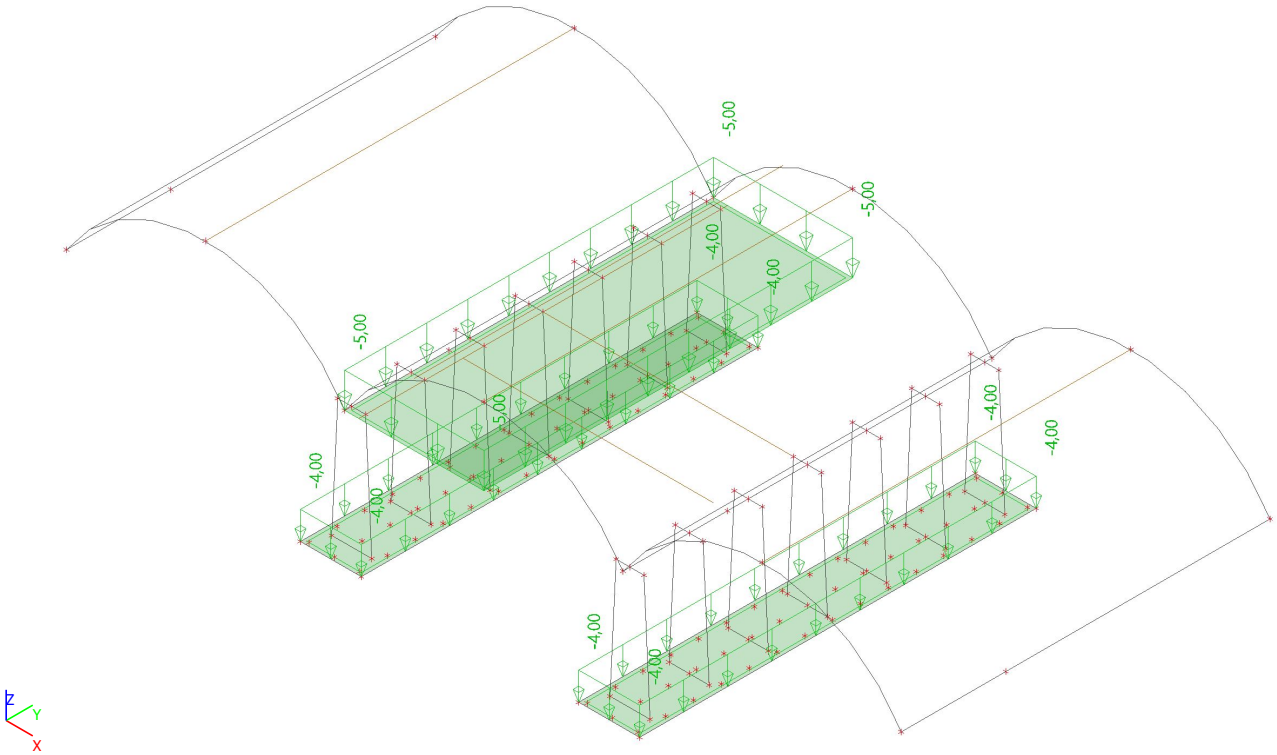
4.2.3.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-5,00	E3	BG3-1 - Variabele belasting	GCS	Projectie
SF2	Z	Kracht	-5,00	E1	BG3-1 - Variabele belasting	GCS	Projectie
SF3	Z	Kracht	-5,00	E2	BG3-1 - Variabele belasting	GCS	Projectie
Veranderlijk BG	Z	Kracht	-4,00	Funderingssloof1	BG3-1 - Variabele belasting	GCS	Lengte
Veranderlijk BG1	Z	Kracht	-4,00	Funderingssloof	BG3-1 - Variabele belasting	GCS	Lengte

4.2.4. Weergave belastingen - BG3-2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG3-2	Variabele belasting deels	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

4.2.4.1. weergave BG



4.2.4.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF1037	BG3-2 - Variabele belasting deels	E1	Z	Oppervlak	Veranderlijk	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Projectie

4.2.4.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
Veranderlijk	BG3-2 - Variabele belasting deels	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,00	+Z	Auto	GCS	Projectie

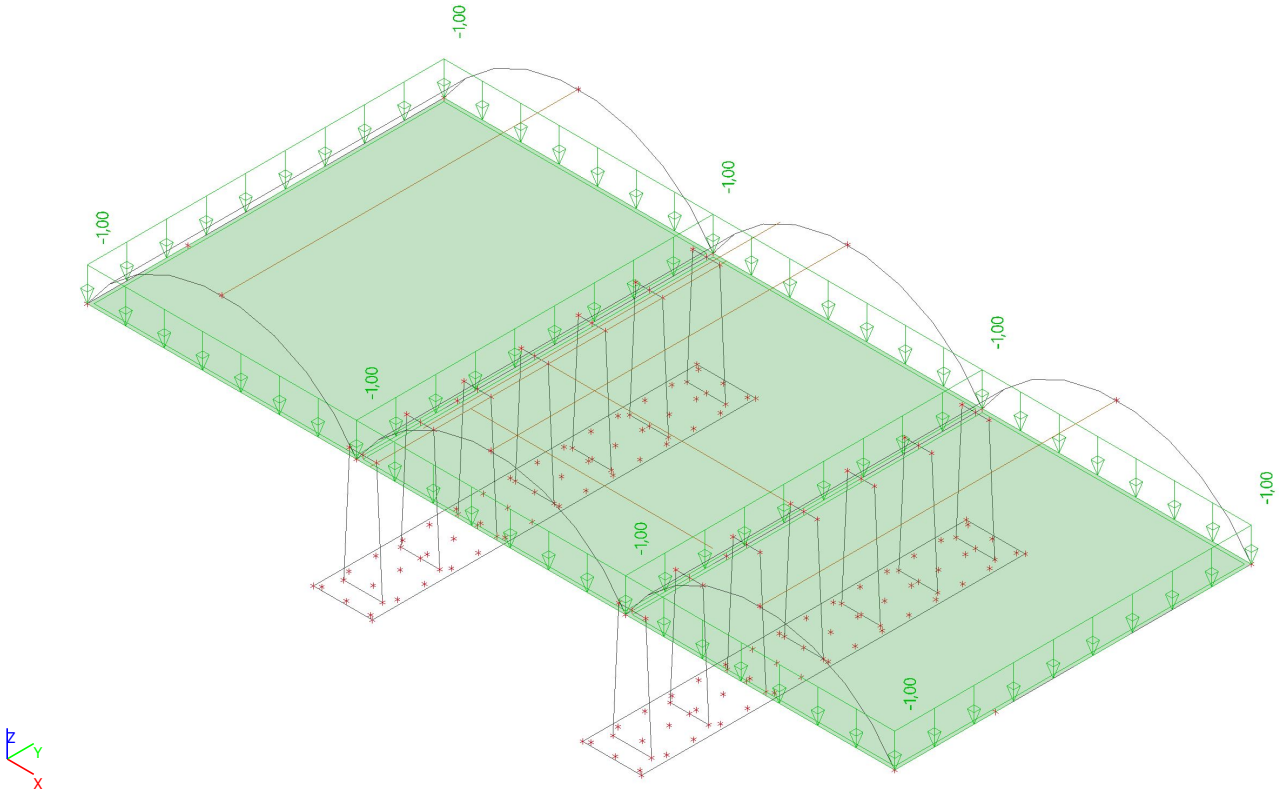
4.2.4.4. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
Veranderlijk BG2	Z	Kracht	-4,00	Funderingssloof1	BG3-2 - Variabele belasting deels	GCS	Lengte
Veranderlijk BG3	Z	Kracht	-4,00	Funderingssloof	BG3-2 - Variabele belasting deels	GCS	Lengte

4.2.5. Weergave belastingen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG4	Permanente belasting eenheid	Permanent	LG1
		Standaard	

4.2.5.1. weergave BG



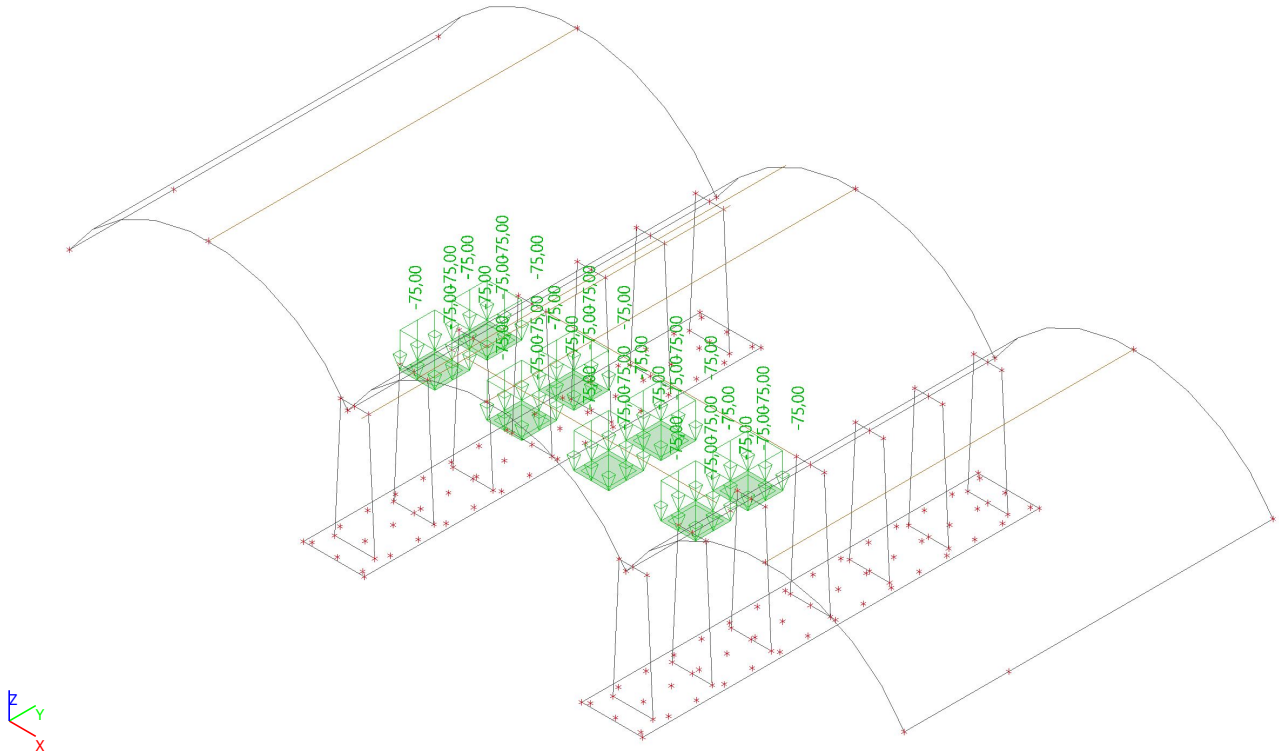
4.2.5.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
Eenheid P	Z	Kracht	-1,00	E1	BG4 - Permanente belasting eenheid	GCS	Projectie
Eenheid P1	Z	Kracht	-1,00	E2	BG4 - Permanente belasting eenheid	GCS	Projectie
Eenheid P2	Z	Kracht	-1,00	E3	BG4 - Permanente belasting eenheid	GCS	Projectie

4.2.6. Weergave belastingen - BG6-25

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6-25	60ton-P-6,000 m	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

4.2.6.1. weergave BG



4.2.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF1359	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF977	-75,00	GCS Projectie
GFF1360	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF977	-75,00	GCS Projectie
GFF1361	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF978	-75,00	GCS Projectie
GFF1362	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF978	-75,00	GCS Projectie
GFF1363	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF979	-75,00	GCS Projectie
GFF1364	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF980	-75,00	GCS Projectie
GFF1365	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF981	-75,00	GCS Projectie
GFF1366	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF982	-75,00	GCS Projectie
GFF1367	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF983	-75,00	GCS Projectie
GFF1368	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF983	-75,00	GCS Projectie
GFF1369	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E1	Z	Oppervlak	FF984	-75,00	GCS

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
			Gelijkmatig	Kracht			Projectie
GFF1370	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	E2	Z	Oppervlak	FF984	-75,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Projectie

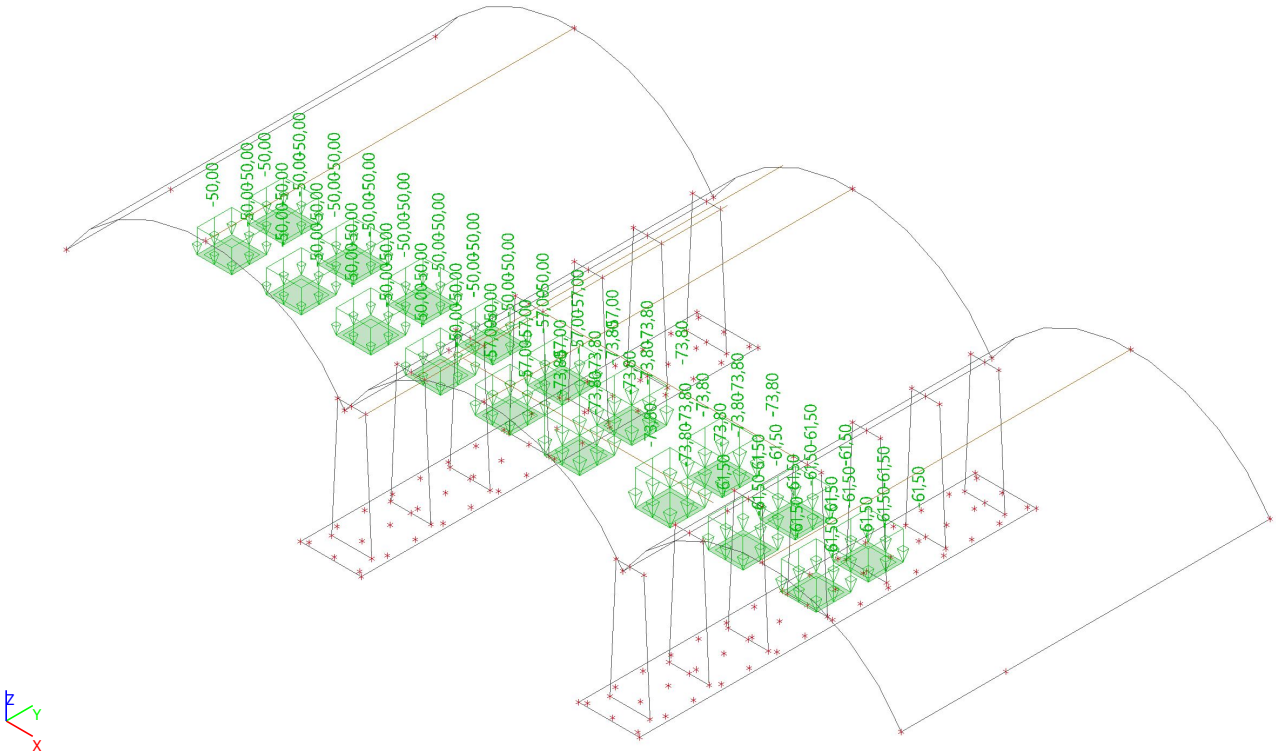
4.2.6.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF977	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF978	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF979	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF980	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF981	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF982	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF983	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF984	BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-75,00	+Z	Auto	GCS	Projectie

4.2.7. Weergave belastingen - BG5-25

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG5-25	Bogieloc-P-6,000 m	Variabel	LG2	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

4.2.7.1. weergave BG



4.2.7.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF2008	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1616	-50,00	GCS Projectie
GFF2009	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1617	-50,00	GCS Projectie
GFF2010	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1618	-50,00	GCS Projectie
GFF2011	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1619	-50,00	GCS Projectie
GFF2012	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1620	-50,00	GCS Projectie
GFF2013	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E3	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1621	-50,00	GCS Projectie
GFF2014	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1622	-50,00	GCS Projectie
GFF2015	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1623	-50,00	GCS Projectie
GFF2016	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1624	-57,00	GCS Projectie
GFF2017	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1625	-57,00	GCS Projectie
GFF2018	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z	Oppervlak	FF1626	-73,80	GCS

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich Verdeling	Belastingstype Type	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²] Waarde - P [kN/m]	Systeem Locatie
			Gelijkmatig	Kracht			Projectie
GFF2019	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1627	-73,80	GCS Projectie
GFF2020	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1628	-73,80	GCS Projectie
GFF2021	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E1	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1629	-73,80	GCS Projectie
GFF2022	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1630	-61,50	GCS Projectie
GFF2023	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1631	-61,50	GCS Projectie
GFF2024	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1632	-61,50	GCS Projectie
GFF2025	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	E2	Z Gelijkmatig	Oppervlak Kracht	FF1633	-61,50	GCS Projectie

4.2.7.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1616	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1617	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1618	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1619	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1620	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1621	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1622	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1623	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-50,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1624	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-57,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1625	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-57,00	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1626	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-73,80	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1627	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-73,80	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1628	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-73,80	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1629	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-73,80	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1630	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-61,50	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1631	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-61,50	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1632	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-61,50	+Z	Auto	GCS	Projectie
FF1633	BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	Z	Kracht	Gelijkmatig	-61,50	+Z	Auto	GCS	Projectie

5. Belastingcombinaties

5.1. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
UGT-6.10a		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,20
			BG2 - Permanent	1,20
			BG3-1 - Variabele belasting	0,65
			BG3-2 - Variabele belasting deels	0,65
			BG4 - Permanente belasting eenheid	0,00
UGT-6.10b		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG2 - Permanent	1,15
			BG3-1 - Variabele belasting	1,30
			BG3-2 - Variabele belasting deels	1,30
			BG4 - Permanente belasting eenheid	0,00
BGT-nieuw		Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - Permanent	1,00
			BG3-1 - Variabele belasting	1,00
			BG3-2 - Variabele belasting deels	1,00
			BG4 - Permanente belasting eenheid	0,00
BGT-Bogieloc		Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - Permanent	1,00
			BG5-1 - Bogieloc-P-0,000 m	1,00
			BG5-2 - Bogieloc-P-0,250 m	1,00
			BG5-3 - Bogieloc-P-0,500 m	1,00
			BG5-4 - Bogieloc-P-0,750 m	1,00
			BG5-5 - Bogieloc-P-1,000 m	1,00
			BG5-6 - Bogieloc-P-1,250 m	1,00
			BG5-7 - Bogieloc-P-1,500 m	1,00
			BG5-8 - Bogieloc-P-1,750 m	1,00
			BG5-9 - Bogieloc-P-2,000 m	1,00
			BG5-10 - Bogieloc-P-2,250 m	1,00
			BG5-11 - Bogieloc-P-2,500 m	1,00
			BG5-12 - Bogieloc-P-2,750 m	1,00
			BG5-13 - Bogieloc-P-3,000 m	1,00
			BG5-14 - Bogieloc-P-3,250 m	1,00
			BG5-15 - Bogieloc-P-3,500 m	1,00
			BG5-16 - Bogieloc-P-3,750 m	1,00
			BG5-17 - Bogieloc-P-4,000 m	1,00
			BG5-18 - Bogieloc-P-4,250 m	1,00
			BG5-19 - Bogieloc-P-4,500 m	1,00
			BG5-20 - Bogieloc-P-4,750 m	1,00
			BG5-21 - Bogieloc-P-5,000 m	1,00
			BG5-22 - Bogieloc-P-5,250 m	1,00
			BG5-23 - Bogieloc-P-5,500 m	1,00
			BG5-24 - Bogieloc-P-5,750 m	1,00
			BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	1,00
			BG5-26 - Bogieloc-P-6,250 m	1,00
			BG5-27 - Bogieloc-P-6,500 m	1,00
			BG5-28 - Bogieloc-P-6,750 m	1,00
			BG5-29 - Bogieloc-P-7,000 m	1,00
			BG5-30 - Bogieloc-P-7,250 m	1,00
			BG5-31 - Bogieloc-P-7,500 m	1,00
			BG5-32 - Bogieloc-P-7,750 m	1,00
			BG5-33 - Bogieloc-P-8,000 m	1,00
			BG5-34 - Bogieloc-P-8,250 m	1,00
			BG5-35 - Bogieloc-P-8,500 m	1,00
			BG5-36 - Bogieloc-P-8,750 m	1,00
			BG5-37 - Bogieloc-P-9,000 m	1,00
			BG5-38 - Bogieloc-P-9,250 m	1,00
			BG5-39 - Bogieloc-P-9,500 m	1,00

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG5-40 - Bogieloc-P-9,750 m	1,00
			BG5-41 - Bogieloc-P-10,000 m	1,00
			BG5-42 - Bogieloc-P-10,250 m	1,00
			BG5-43 - Bogieloc-P-10,500 m	1,00
			BG5-44 - Bogieloc-P-10,750 m	1,00
			BG5-45 - Bogieloc-P-11,000 m	1,00
			BG5-46 - Bogieloc-P-11,250 m	1,00
			BG5-47 - Bogieloc-P-11,500 m	1,00
			BG5-48 - Bogieloc-P-11,750 m	1,00
			BG5-49 - Bogieloc-P-12,000 m	1,00
UGT-Bogieloc		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG2 - Permanent	1,15
			BG5-1 - Bogieloc-P-0,000 m	1,30
			BG5-2 - Bogieloc-P-0,250 m	1,30
			BG5-3 - Bogieloc-P-0,500 m	1,30
			BG5-4 - Bogieloc-P-0,750 m	1,30
			BG5-5 - Bogieloc-P-1,000 m	1,30
			BG5-6 - Bogieloc-P-1,250 m	1,30
			BG5-7 - Bogieloc-P-1,500 m	1,30
			BG5-8 - Bogieloc-P-1,750 m	1,30
			BG5-9 - Bogieloc-P-2,000 m	1,30
			BG5-10 - Bogieloc-P-2,250 m	1,30
			BG5-11 - Bogieloc-P-2,500 m	1,30
			BG5-12 - Bogieloc-P-2,750 m	1,30
			BG5-13 - Bogieloc-P-3,000 m	1,30
			BG5-14 - Bogieloc-P-3,250 m	1,30
			BG5-15 - Bogieloc-P-3,500 m	1,30
			BG5-16 - Bogieloc-P-3,750 m	1,30
			BG5-17 - Bogieloc-P-4,000 m	1,30
			BG5-18 - Bogieloc-P-4,250 m	1,30
			BG5-19 - Bogieloc-P-4,500 m	1,30
			BG5-20 - Bogieloc-P-4,750 m	1,30
			BG5-21 - Bogieloc-P-5,000 m	1,30
			BG5-22 - Bogieloc-P-5,250 m	1,30
			BG5-23 - Bogieloc-P-5,500 m	1,30
			BG5-24 - Bogieloc-P-5,750 m	1,30
			BG5-25 - Bogieloc-P-6,000 m	1,30
			BG5-26 - Bogieloc-P-6,250 m	1,30
			BG5-27 - Bogieloc-P-6,500 m	1,30
			BG5-28 - Bogieloc-P-6,750 m	1,30
			BG5-29 - Bogieloc-P-7,000 m	1,30
			BG5-30 - Bogieloc-P-7,250 m	1,30
			BG5-31 - Bogieloc-P-7,500 m	1,30
			BG5-32 - Bogieloc-P-7,750 m	1,30
			BG5-33 - Bogieloc-P-8,000 m	1,30
			BG5-34 - Bogieloc-P-8,250 m	1,30
			BG5-35 - Bogieloc-P-8,500 m	1,30
			BG5-36 - Bogieloc-P-8,750 m	1,30
			BG5-37 - Bogieloc-P-9,000 m	1,30
			BG5-38 - Bogieloc-P-9,250 m	1,30
			BG5-39 - Bogieloc-P-9,500 m	1,30
			BG5-40 - Bogieloc-P-9,750 m	1,30
			BG5-41 - Bogieloc-P-10,000 m	1,30
			BG5-42 - Bogieloc-P-10,250 m	1,30
			BG5-43 - Bogieloc-P-10,500 m	1,30
			BG5-44 - Bogieloc-P-10,750 m	1,30
			BG5-45 - Bogieloc-P-11,000 m	1,30
			BG5-46 - Bogieloc-P-11,250 m	1,30
			BG5-47 - Bogieloc-P-11,500 m	1,30
			BG5-48 - Bogieloc-P-11,750 m	1,30
			BG5-49 - Bogieloc-P-12,000 m	1,30
BGT-60T		Omhullende - bruikbaarheid	BG1 - Eigen gewicht	1,00
			BG2 - Permanent	1,00
			BG6-1 - 60ton-P-0,000 m	1,00
			BG6-2 - 60ton-P-0,250 m	1,00
			BG6-3 - 60ton-P-0,500 m	1,00

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG6-4 - 60ton-P-0,750 m	1,00
			BG6-5 - 60ton-P-1,000 m	1,00
			BG6-6 - 60ton-P-1,250 m	1,00
			BG6-7 - 60ton-P-1,500 m	1,00
			BG6-8 - 60ton-P-1,750 m	1,00
			BG6-9 - 60ton-P-2,000 m	1,00
			BG6-10 - 60ton-P-2,250 m	1,00
			BG6-11 - 60ton-P-2,500 m	1,00
			BG6-12 - 60ton-P-2,750 m	1,00
			BG6-13 - 60ton-P-3,000 m	1,00
			BG6-14 - 60ton-P-3,250 m	1,00
			BG6-15 - 60ton-P-3,500 m	1,00
			BG6-16 - 60ton-P-3,750 m	1,00
			BG6-17 - 60ton-P-4,000 m	1,00
			BG6-18 - 60ton-P-4,250 m	1,00
			BG6-19 - 60ton-P-4,500 m	1,00
			BG6-20 - 60ton-P-4,750 m	1,00
			BG6-21 - 60ton-P-5,000 m	1,00
			BG6-22 - 60ton-P-5,250 m	1,00
			BG6-23 - 60ton-P-5,500 m	1,00
			BG6-24 - 60ton-P-5,750 m	1,00
			BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	1,00
			BG6-26 - 60ton-P-6,250 m	1,00
			BG6-27 - 60ton-P-6,500 m	1,00
			BG6-28 - 60ton-P-6,750 m	1,00
			BG6-29 - 60ton-P-7,000 m	1,00
			BG6-30 - 60ton-P-7,250 m	1,00
			BG6-31 - 60ton-P-7,500 m	1,00
			BG6-32 - 60ton-P-7,750 m	1,00
			BG6-33 - 60ton-P-8,000 m	1,00
			BG6-34 - 60ton-P-8,250 m	1,00
			BG6-35 - 60ton-P-8,500 m	1,00
			BG6-36 - 60ton-P-8,750 m	1,00
			BG6-37 - 60ton-P-9,000 m	1,00
			BG6-38 - 60ton-P-9,250 m	1,00
			BG6-39 - 60ton-P-9,500 m	1,00
			BG6-40 - 60ton-P-9,750 m	1,00
			BG6-41 - 60ton-P-10,000 m	1,00
			BG6-42 - 60ton-P-10,250 m	1,00
			BG6-43 - 60ton-P-10,500 m	1,00
			BG6-44 - 60ton-P-10,750 m	1,00
			BG6-45 - 60ton-P-11,000 m	1,00
			BG6-46 - 60ton-P-11,250 m	1,00
			BG6-47 - 60ton-P-11,500 m	1,00
			BG6-48 - 60ton-P-11,750 m	1,00
			BG6-49 - 60ton-P-12,000 m	1,00
UGT-60T		Omhullende - uiterst	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG2 - Permanent	1,15
			BG6-1 - 60ton-P-0,000 m	1,30
			BG6-2 - 60ton-P-0,250 m	1,30
			BG6-3 - 60ton-P-0,500 m	1,30
			BG6-4 - 60ton-P-0,750 m	1,30
			BG6-5 - 60ton-P-1,000 m	1,30
			BG6-6 - 60ton-P-1,250 m	1,30
			BG6-7 - 60ton-P-1,500 m	1,30
			BG6-8 - 60ton-P-1,750 m	1,30
			BG6-9 - 60ton-P-2,000 m	1,30
			BG6-10 - 60ton-P-2,250 m	1,30
			BG6-11 - 60ton-P-2,500 m	1,30
			BG6-12 - 60ton-P-2,750 m	1,30
			BG6-13 - 60ton-P-3,000 m	1,30
			BG6-14 - 60ton-P-3,250 m	1,30
			BG6-15 - 60ton-P-3,500 m	1,30
			BG6-16 - 60ton-P-3,750 m	1,30
			BG6-17 - 60ton-P-4,000 m	1,30
			BG6-18 - 60ton-P-4,250 m	1,30

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG6-19 - 60ton-P-4,500 m	1,30
			BG6-20 - 60ton-P-4,750 m	1,30
			BG6-21 - 60ton-P-5,000 m	1,30
			BG6-22 - 60ton-P-5,250 m	1,30
			BG6-23 - 60ton-P-5,500 m	1,30
			BG6-24 - 60ton-P-5,750 m	1,30
			BG6-25 - 60ton-P-6,000 m	1,30
			BG6-26 - 60ton-P-6,250 m	1,30
			BG6-27 - 60ton-P-6,500 m	1,30
			BG6-28 - 60ton-P-6,750 m	1,30
			BG6-29 - 60ton-P-7,000 m	1,30
			BG6-30 - 60ton-P-7,250 m	1,30
			BG6-31 - 60ton-P-7,500 m	1,30
			BG6-32 - 60ton-P-7,750 m	1,30
			BG6-33 - 60ton-P-8,000 m	1,30
			BG6-34 - 60ton-P-8,250 m	1,30
			BG6-35 - 60ton-P-8,500 m	1,30
			BG6-36 - 60ton-P-8,750 m	1,30
			BG6-37 - 60ton-P-9,000 m	1,30
			BG6-38 - 60ton-P-9,250 m	1,30
			BG6-39 - 60ton-P-9,500 m	1,30
			BG6-40 - 60ton-P-9,750 m	1,30
			BG6-41 - 60ton-P-10,000 m	1,30
			BG6-42 - 60ton-P-10,250 m	1,30
			BG6-43 - 60ton-P-10,500 m	1,30
			BG6-44 - 60ton-P-10,750 m	1,30
			BG6-45 - 60ton-P-11,000 m	1,30
			BG6-46 - 60ton-P-11,250 m	1,30
			BG6-47 - 60ton-P-11,500 m	1,30
			BG6-48 - 60ton-P-11,750 m	1,30
			BG6-49 - 60ton-P-12,000 m	1,30

5.2. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2	Variabel	Exclusief	Cat C : Bijeenkomst

5.3. Resultaatklassen

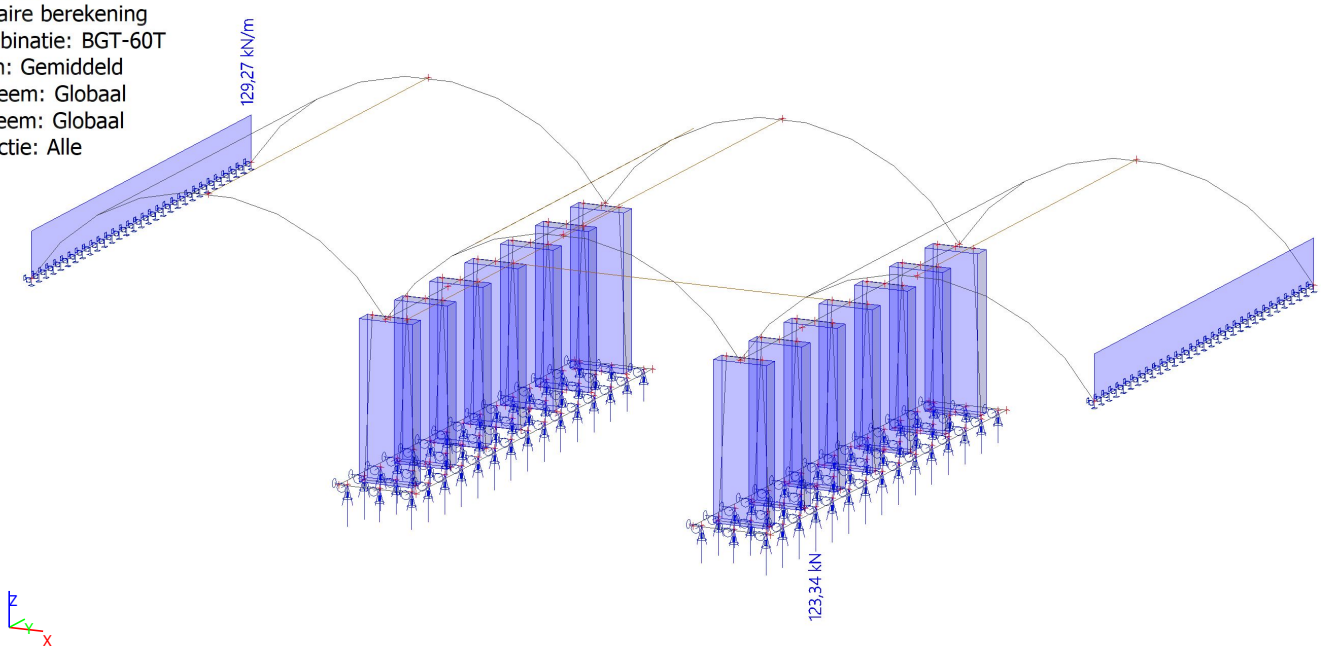
Naam	Lijst
Alle UGT	UGT-6.10a - Omhullende - uiterst
	UGT-6.10b - Omhullende - uiterst
	UGT-Bogieloc - Omhullende - uiterst
	UGT-60T - Omhullende - uiterst
Alle BGT	BGT-nieuw - Omhullende - bruikbaarheid
	BGT-Bogieloc - Omhullende - bruikbaarheid
	BGT-60T - Omhullende - bruikbaarheid
Alle UGT+BGT	UGT-6.10a - Omhullende - uiterst
	UGT-6.10b - Omhullende - uiterst
	UGT-Bogieloc - Omhullende - uiterst
	UGT-60T - Omhullende - uiterst
	BGT-nieuw - Omhullende - bruikbaarheid
	BGT-Bogieloc - Omhullende - bruikbaarheid
	BGT-60T - Omhullende - bruikbaarheid

6. Resultaten paalbelasting

6.1. Historische belastingen

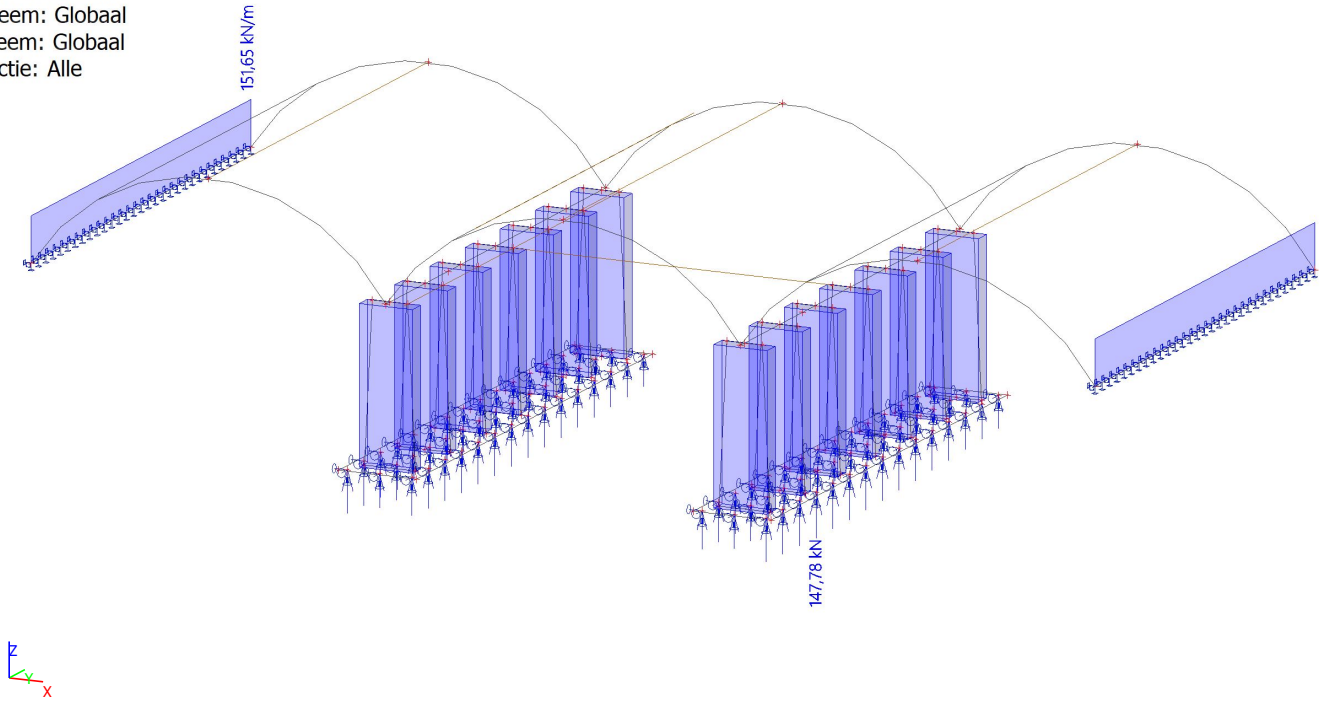
6.1.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: BGT-60T
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



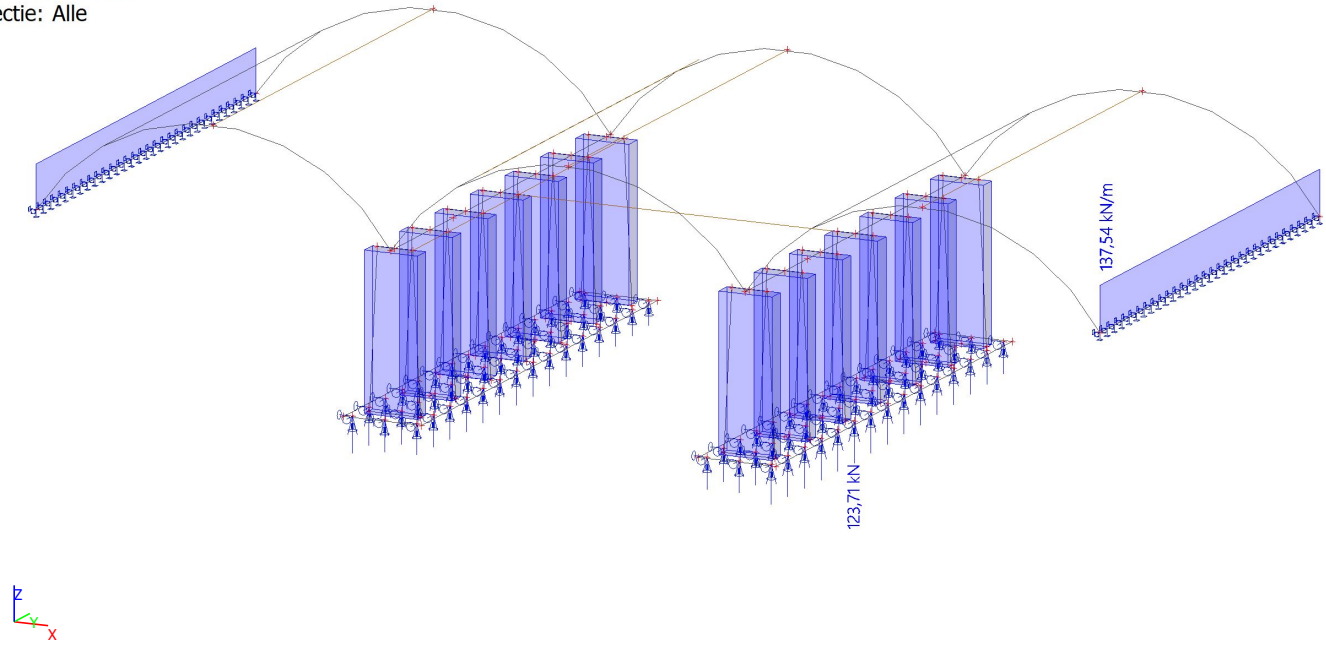
6.1.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-60T
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



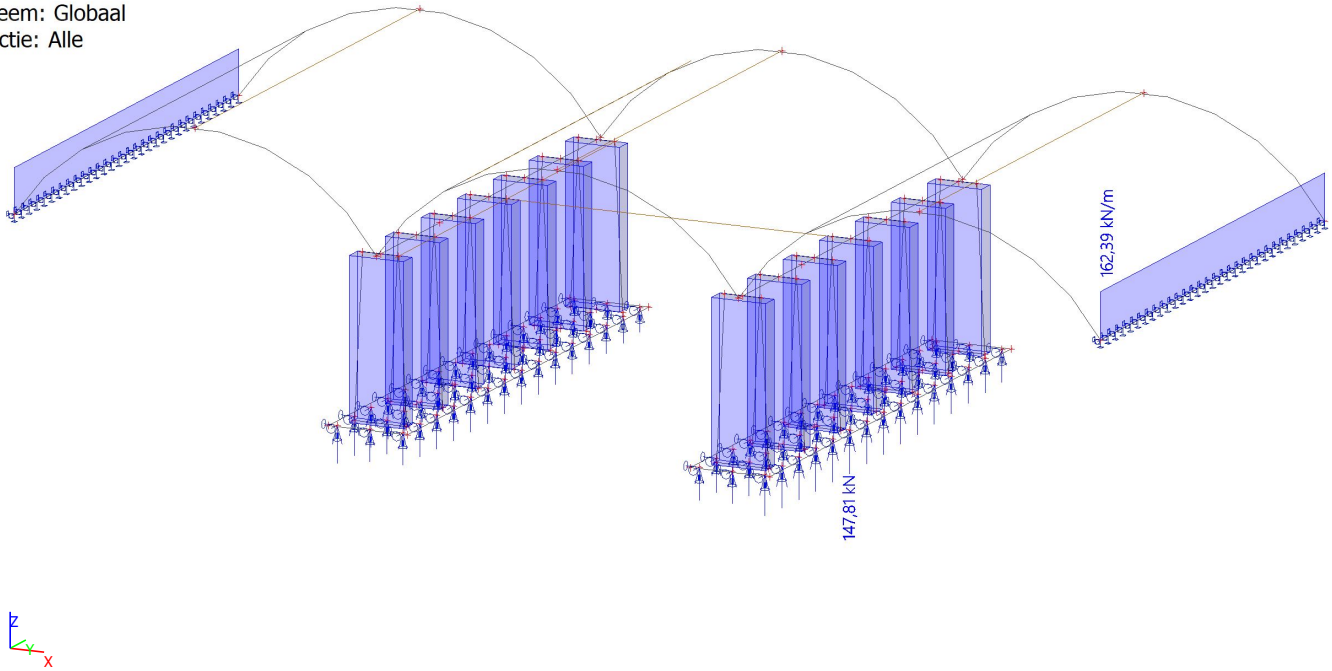
6.1.3. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: BGT-Bogieloc
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



6.1.4. Reacties; R_z

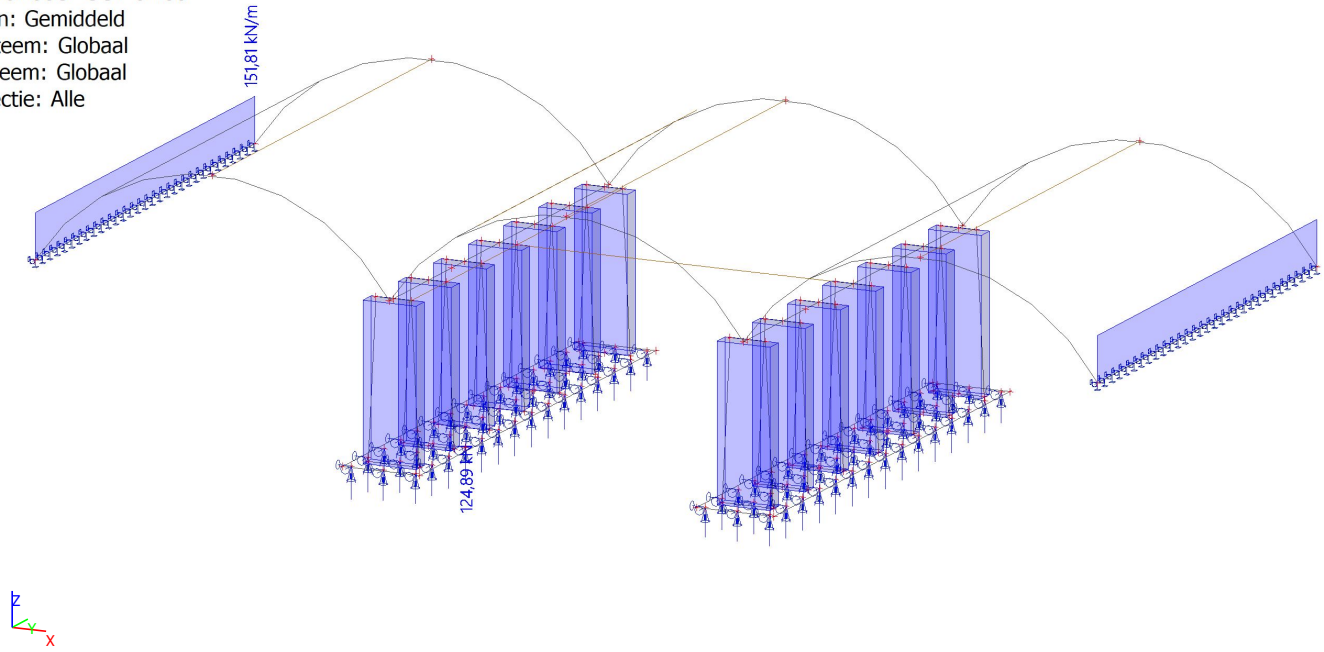
Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-Bogieloc
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



6.2. Nieuwe situatie daktuin

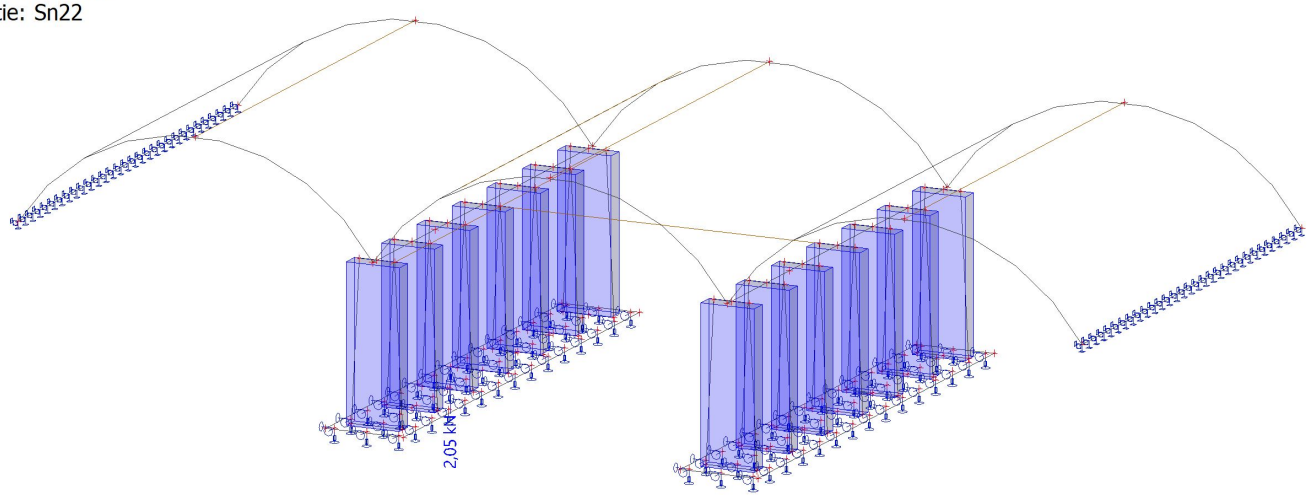
6.2.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle



6.2.2. Reacties; R_z

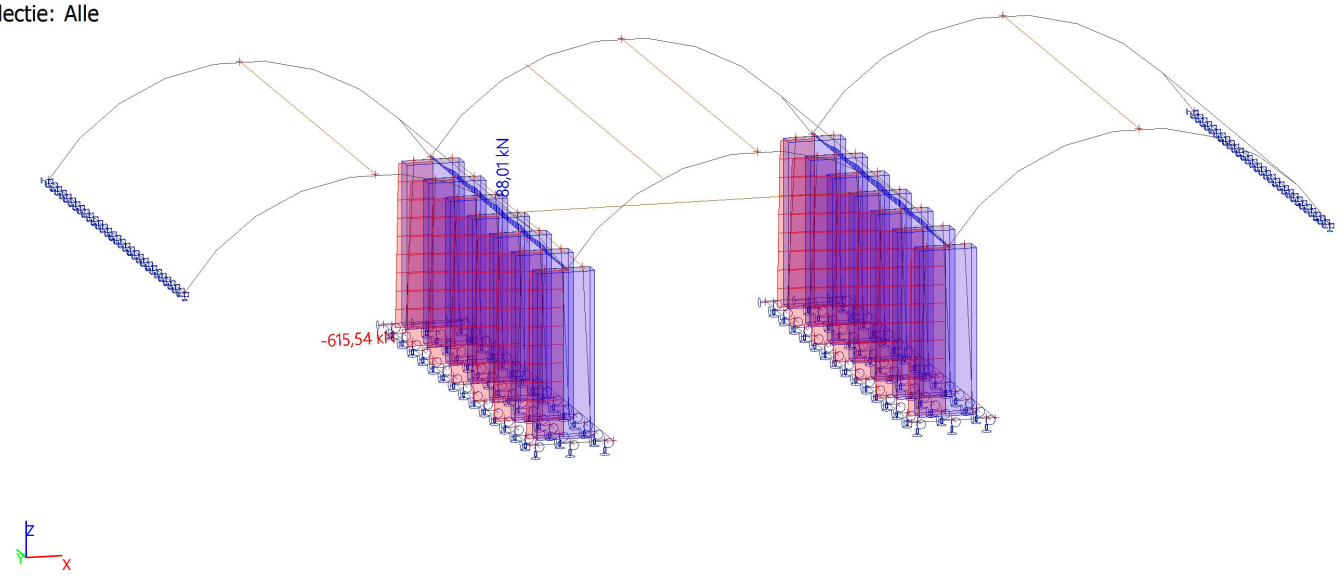
Waardes: R_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Baan: Gemiddeld
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Sn22



7. Resultaten kolommen

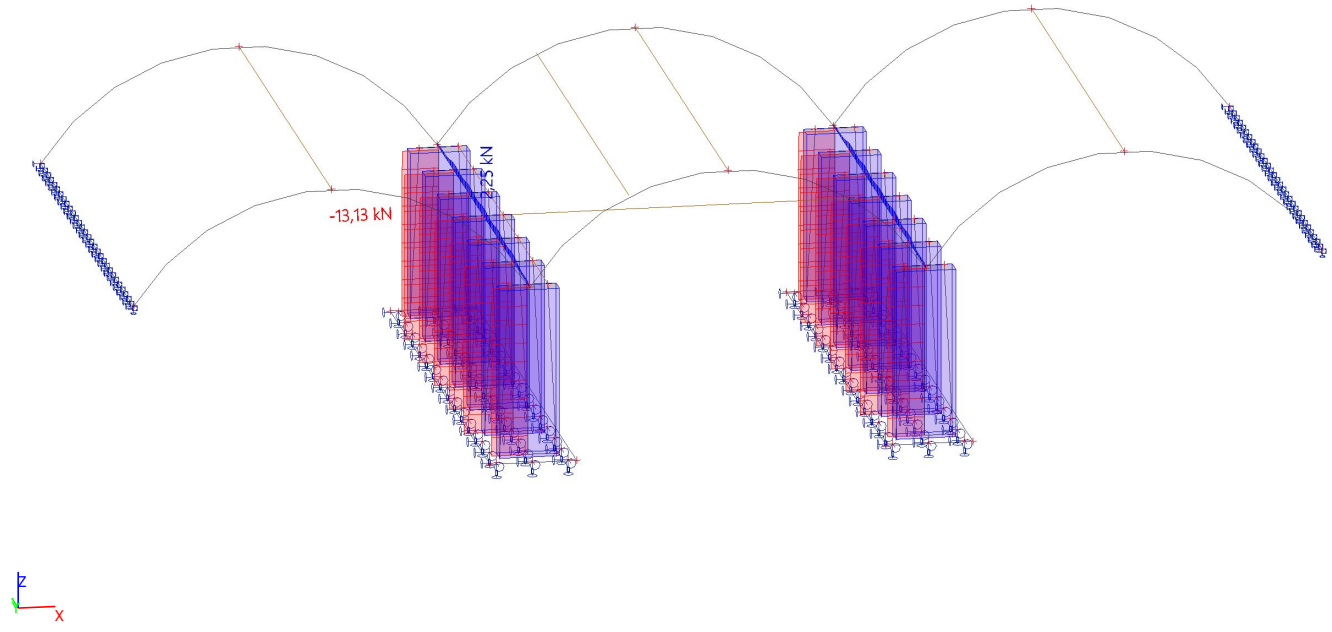
7.1. Interne 1D-krachten; N; UGT

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



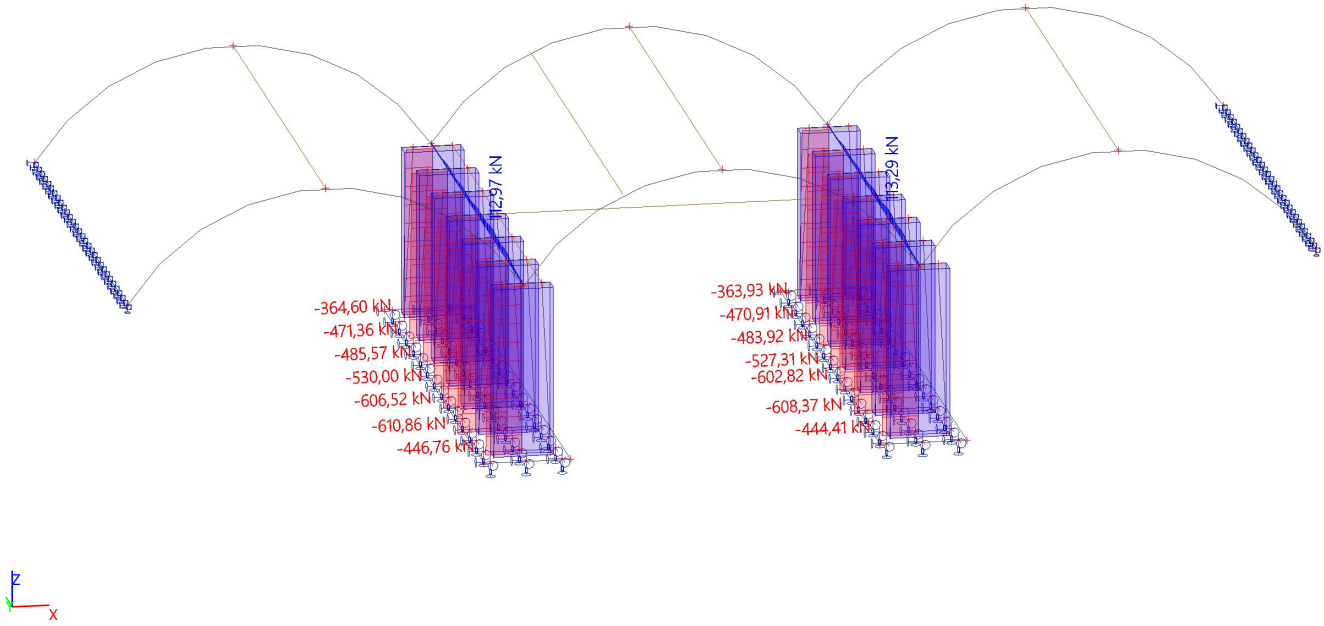
7.2. Interne 1D-krachten; N; BG4

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle



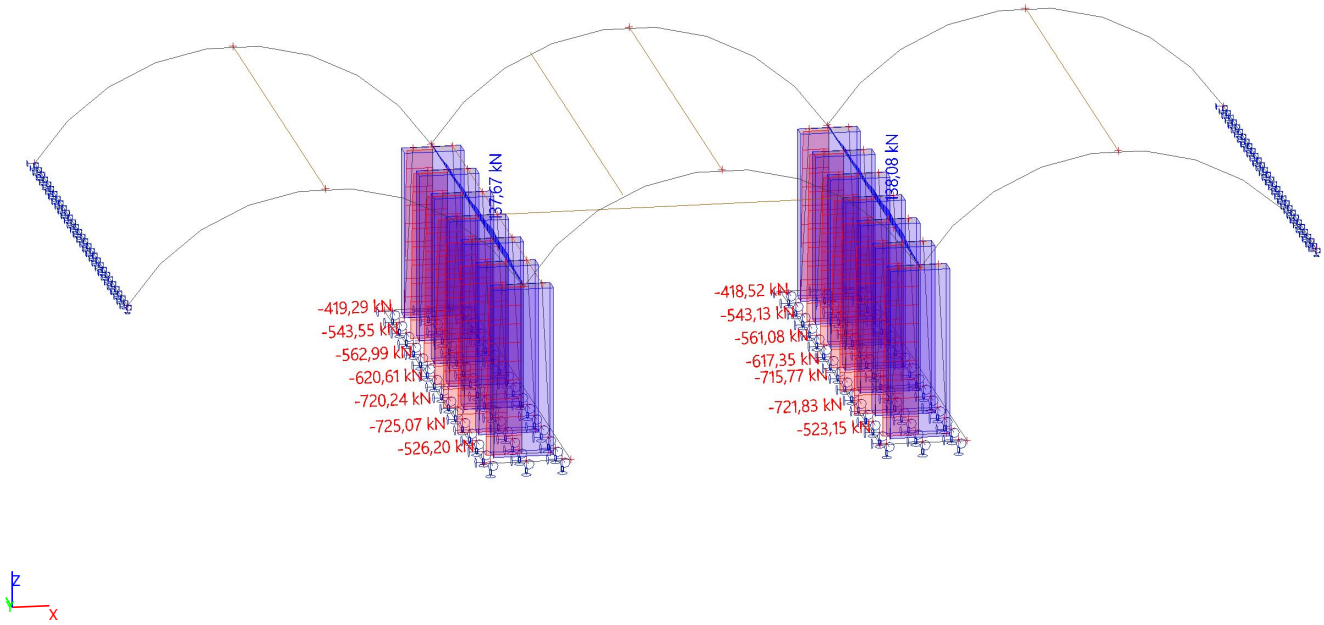
7.3. Interne 1D-krachten; N; BGT-Bogieloc

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: BGT-Bogieloc
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



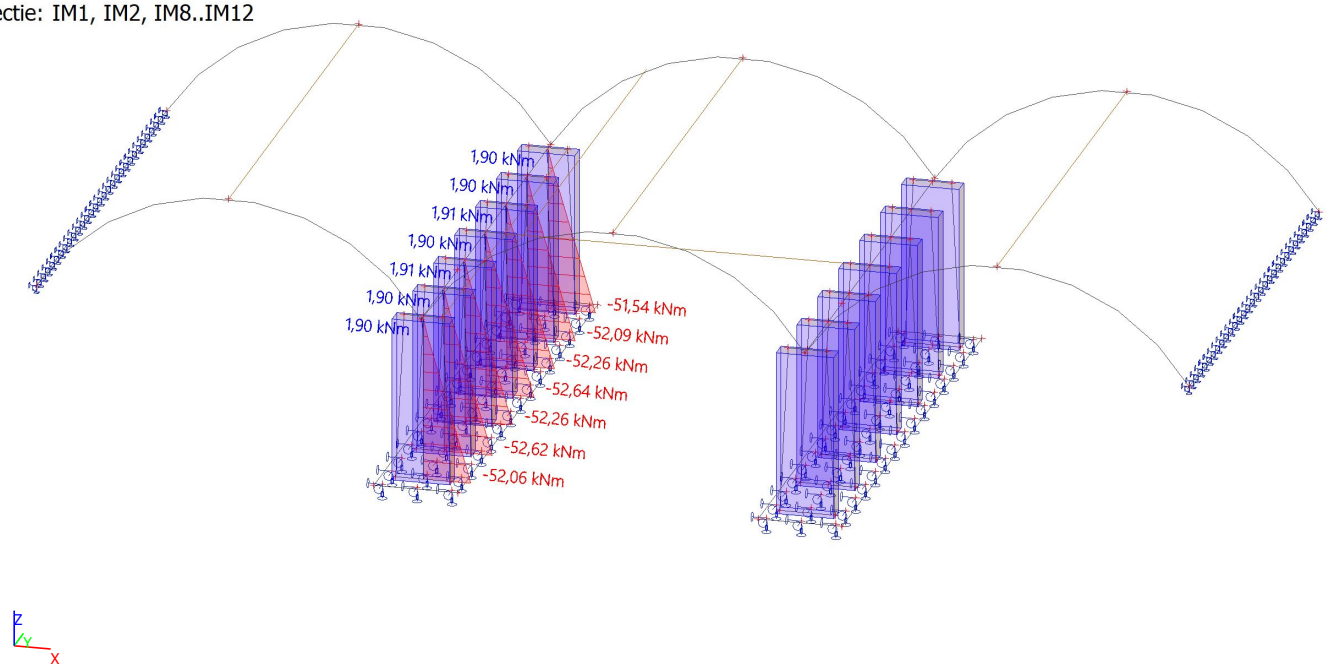
7.4. Interne 1D-krachten; N; UGT Bogieloc

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-Bogieloc
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



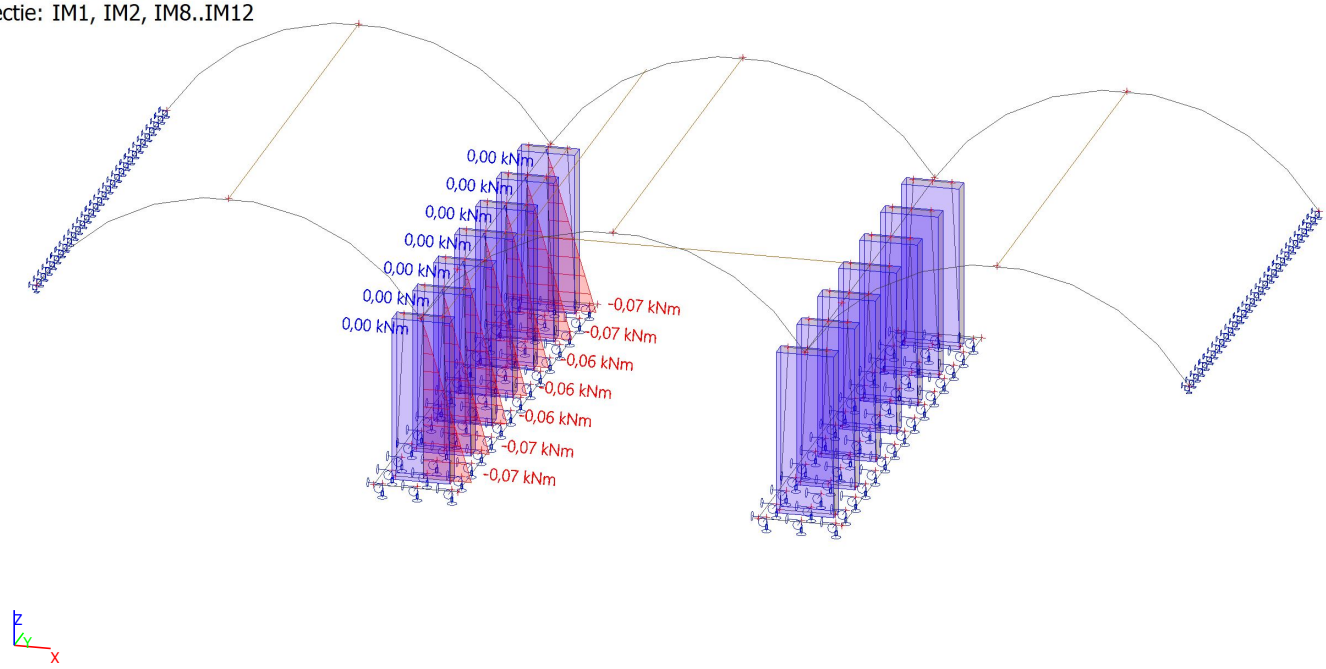
7.5. Interne 1D-krachten; M_y; UGT

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: IM1, IM2, IM8..IM12



7.6. Interne 1D-krachten; M_y; BG4

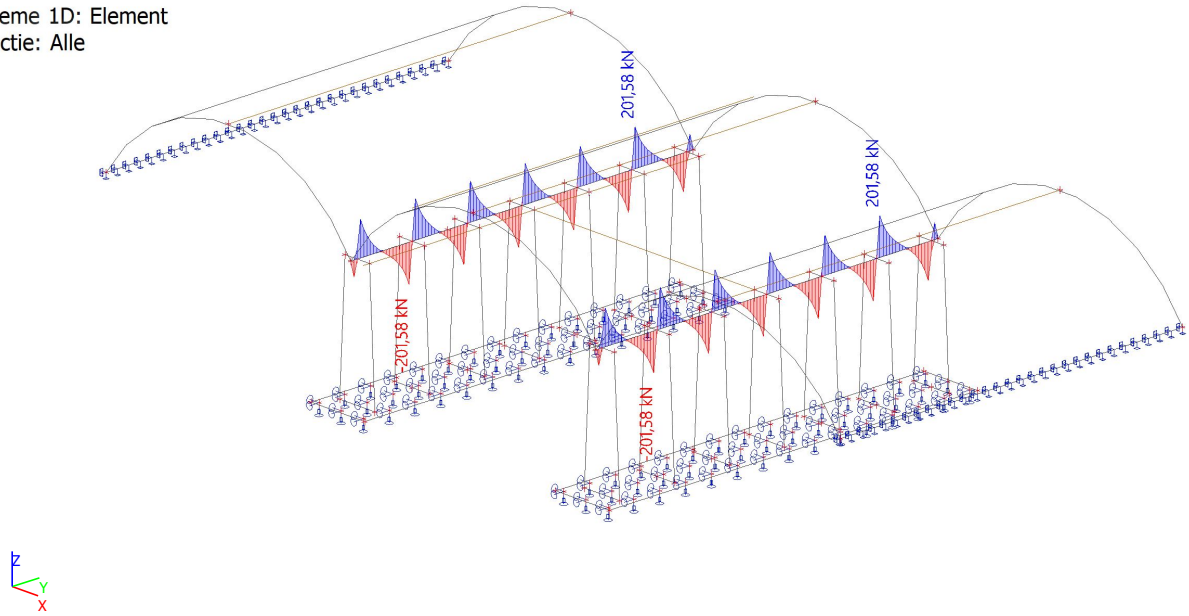
Waardes: M_y
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: IM1, IM2, IM8..IM12



8. Resultaten balk geboorte

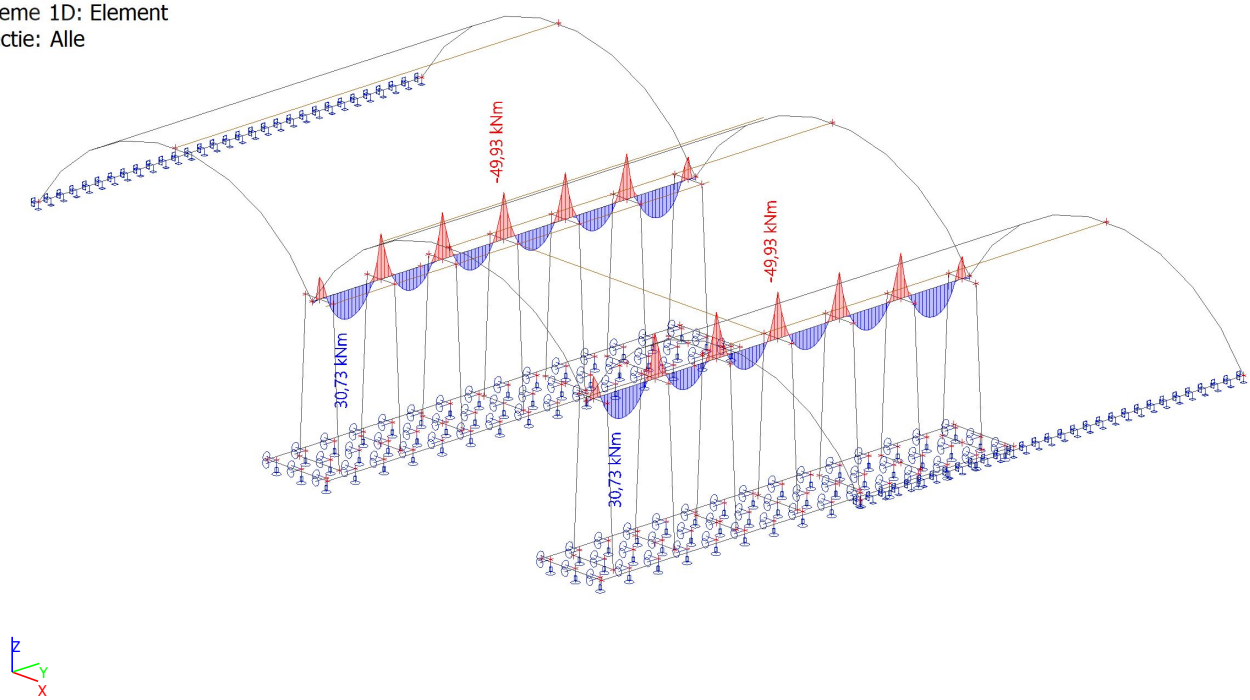
8.1. Interne 1D-krachten; V_z; UGT

Waardes: V_z
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



8.2. Interne 1D-krachten; M_y; UGT

Waardes: M_y
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Element
Selectie: Alle



8.3. Interne 1D-krachten; UGT

Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle

Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S1	0,000	UGT-6.10b/1	**5,52**	0,03	-4,52	0,01	2,06	0,00
S1	1,800-	UGT-6.10b/2	69,06	0,39	**-201,58**	0,36	-20,55	0,08
S1	8,800-	UGT-6.10b/2	69,06	-0,39	**201,58**	-0,36	-20,55	0,08
S1	0,300-	UGT-6.10b/3	22,74	**-5,18**	171,15	**-3,07**	-13,86	0,10
S1	10,300-	UGT-6.10b/3	22,74	**5,18**	-171,15	**3,07**	-13,86	0,10
S1	5,300-	UGT-6.10b/2	**88,01**	0,00	0,00	0,00	**-49,93**	0,14
S1	1,000-	UGT-6.10b/2	24,10	0,04	-7,62	0,08	**30,73**	-0,07
S1	9,700-	UGT-6.10b/3	19,31	-0,02	-6,74	0,67	27,90	**-1,19**
S1	3,600-	UGT-6.10b/3	75,66	0,00	2,10	-0,07	-45,30	**1,41**

Naam	Combinatiesleutel
UGT-6.10b/1	1.15*BG1 + 1.15*BG2
UGT-6.10b/2	1.15*BG1 + 1.15*BG2 + 1.30*BG3-1
UGT-6.10b/3	1.15*BG1 + 1.15*BG2 + 1.30*BG3-2

8.4. Interne 1D-krachten; BG4

Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Assenstelsel: Staaf
Extreme 1D: Globaal
Selectie: Alle

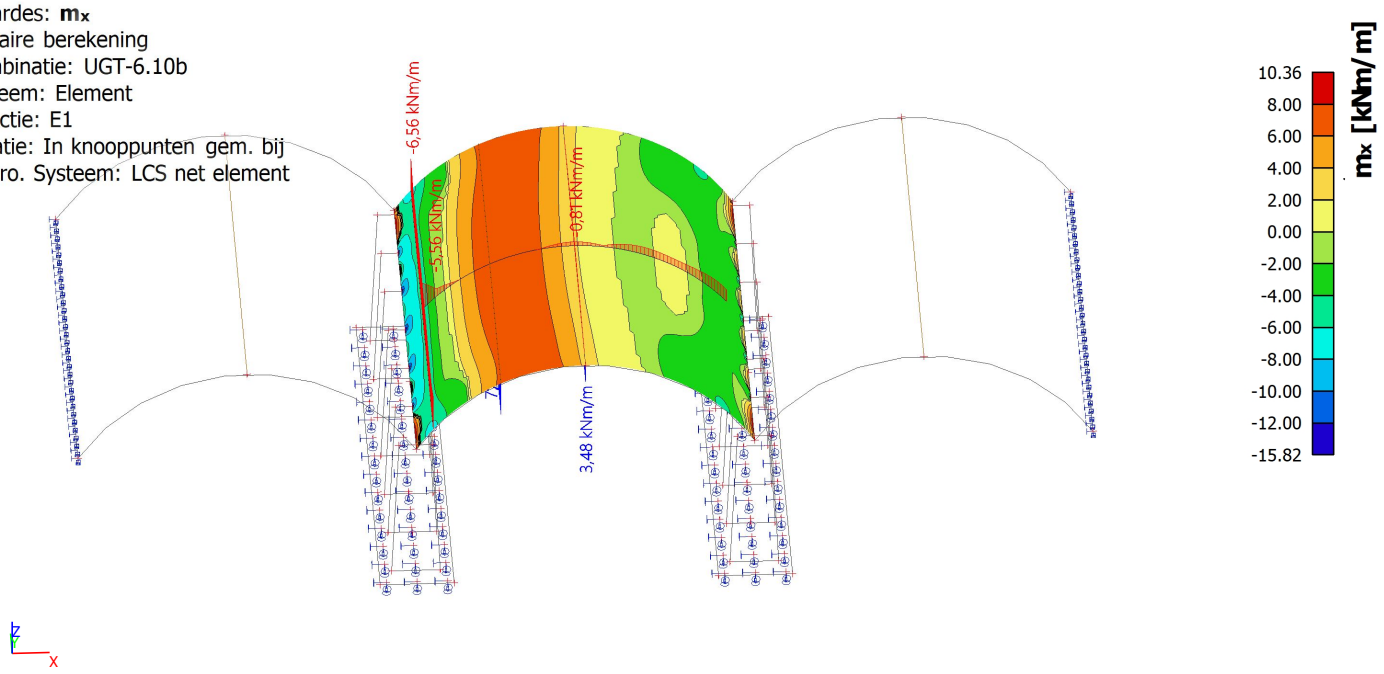
Naam	dx [m]	BG	N [kN]	V_y [kN]	V_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
S1	0,000	BG4	**0,16**	0,00	-0,16	0,00	0,05	0,00
S1	1,800-	BG4	1,79	**0,01**	**-4,57**	**0,01**	-0,46	0,00
S1	8,800-	BG4	1,79	**-0,01**	**4,57**	**-0,01**	-0,46	0,00
S1	5,300-	BG4	**2,25**	0,00	0,00	0,00	**-1,14**	0,00
S1	1,000-	BG4	0,72	0,00	-0,18	0,00	**0,68**	0,00
S10	3,600-	BG4	2,18	0,00	0,05	0,00	-1,13	**0,00**
S1	3,600-	BG4	2,18	0,00	0,05	0,00	-1,13	**0,00**

9. Resultaten gewelf

9.1. UGT-6.10b

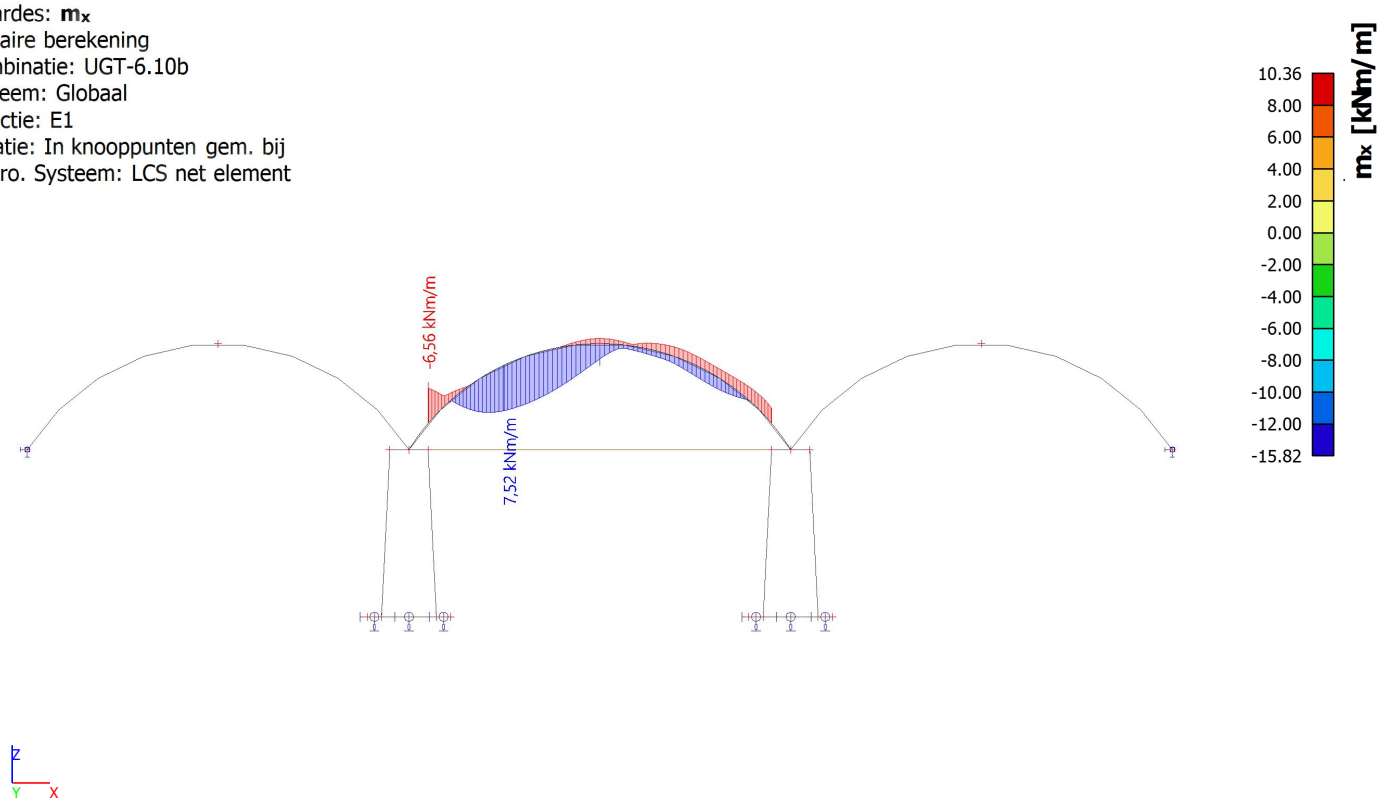
9.1.1. Interne 2D-krachten; m_x

Waardes: m_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Extreem: Element
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



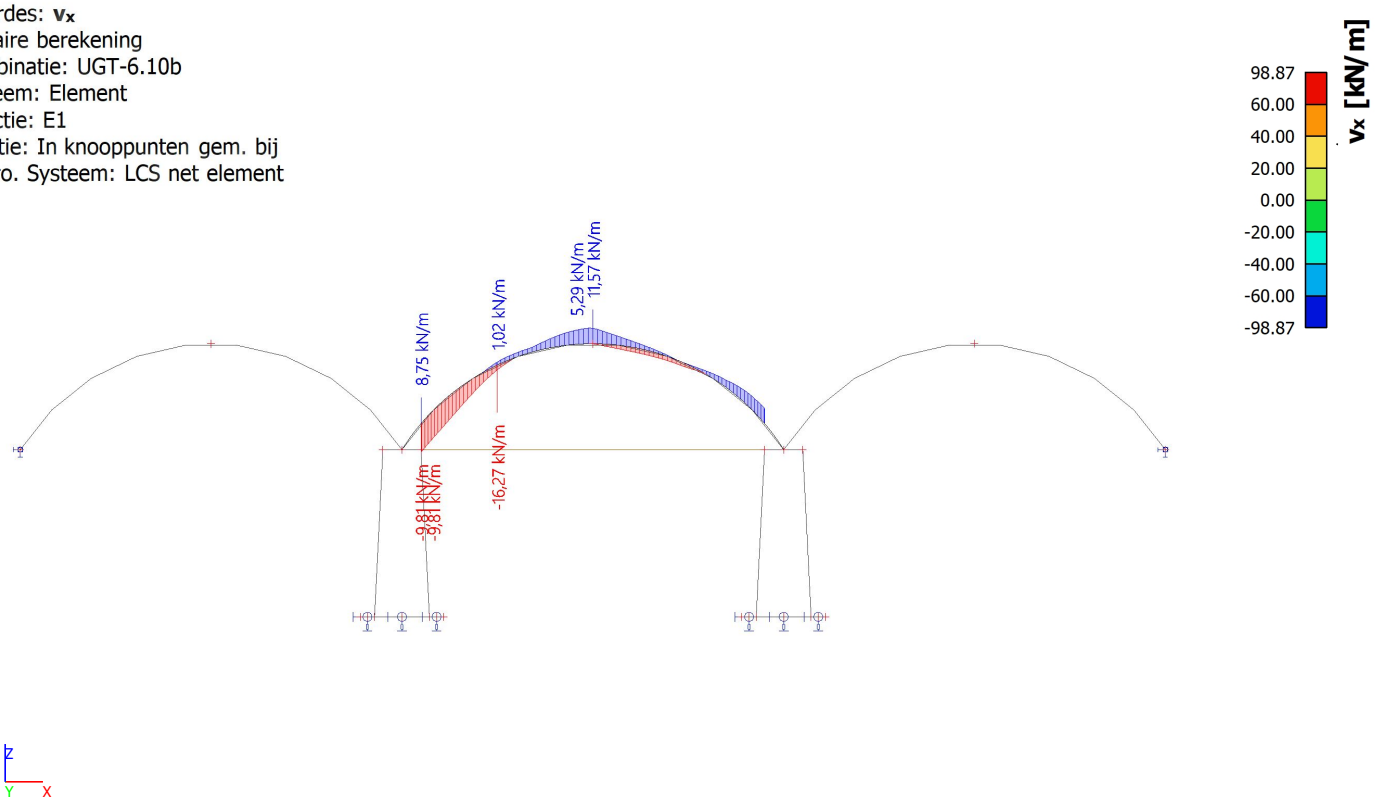
9.1.2. Interne 2D-krachten; m_x

Waardes: m_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



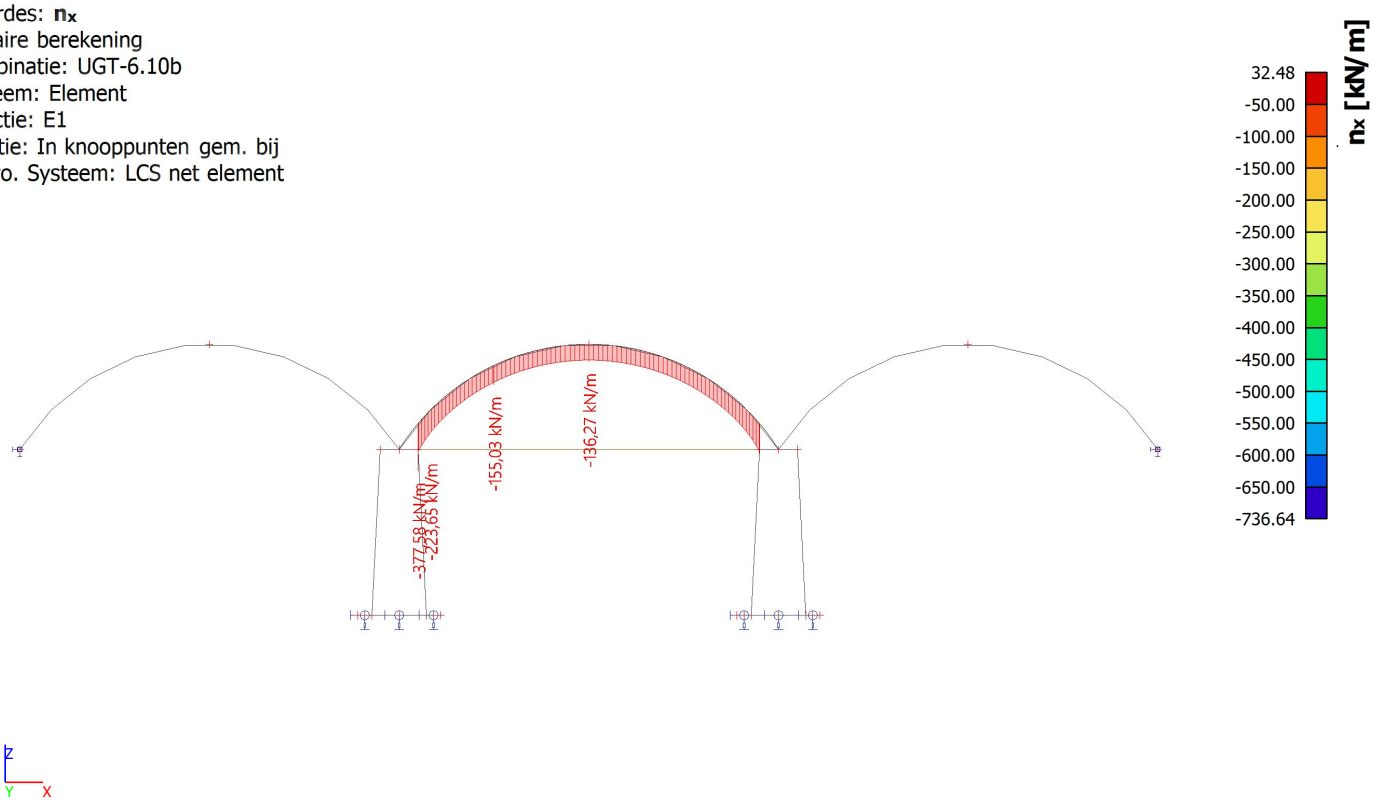
9.1.3. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Extreem: Element
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



9.1.4. Interne 2D-krachten; n_x

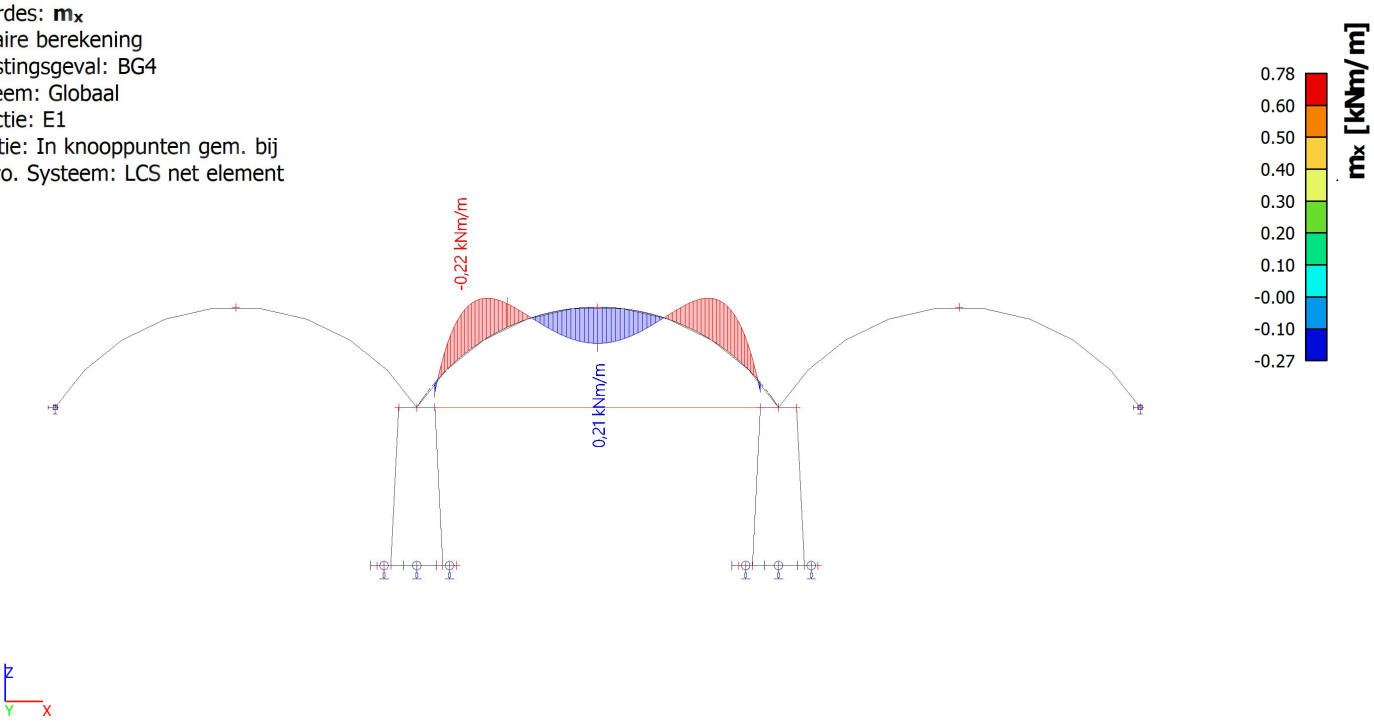
Waardes: n_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-6.10b
Extreem: Element
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



9.2. BG4-eenheidsbelasting

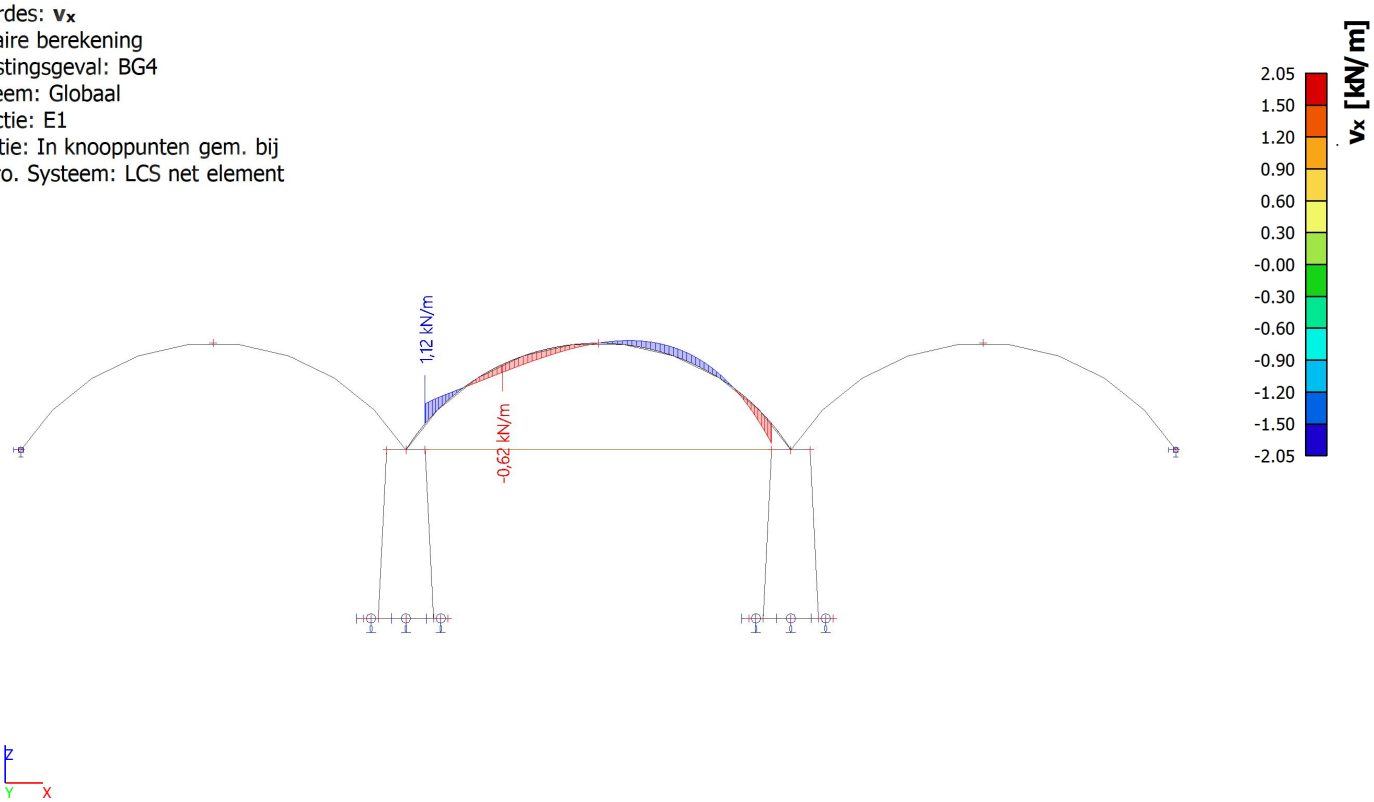
9.2.1. Interne 2D-krachten; m_x

Waardes: m_x
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



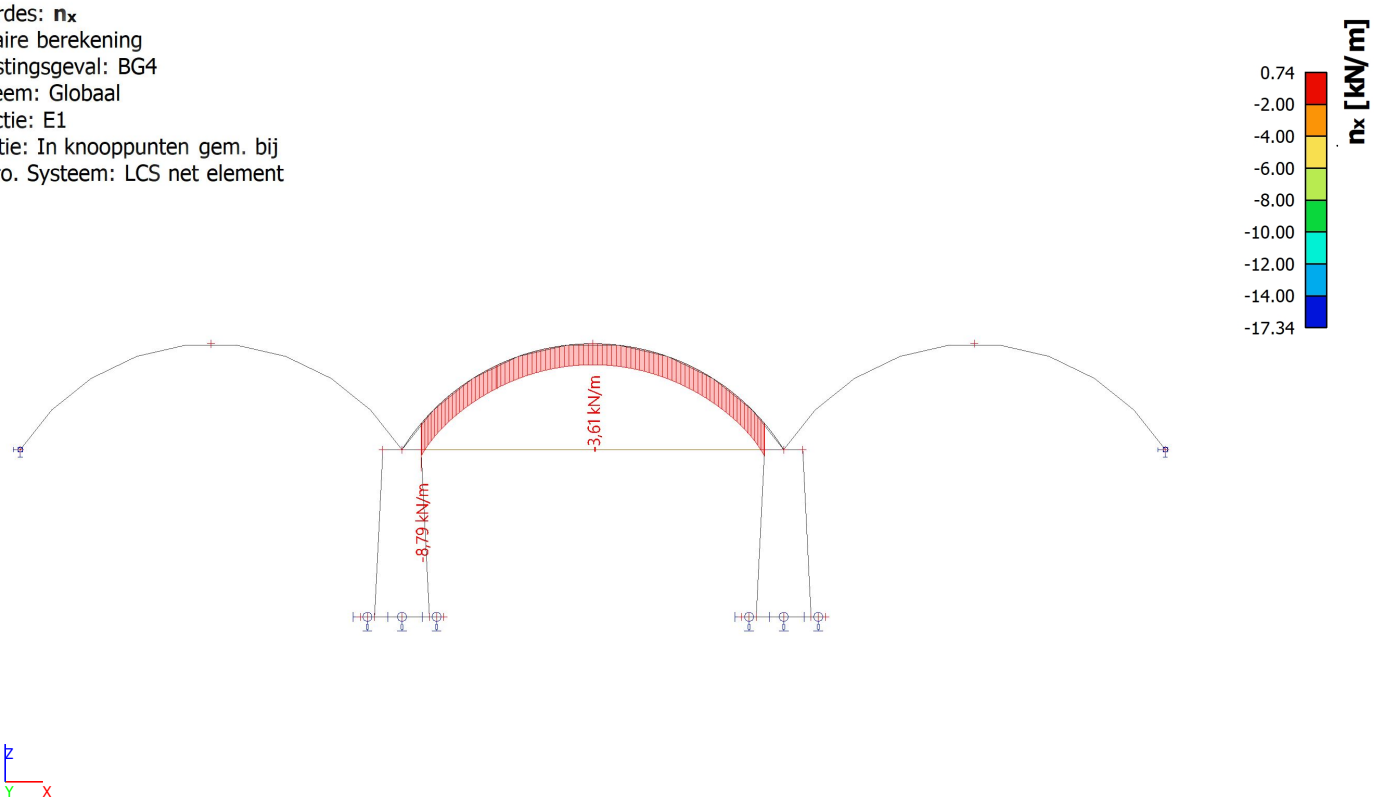
9.2.2. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



9.2.3. Interne 2D-krachten; n_x

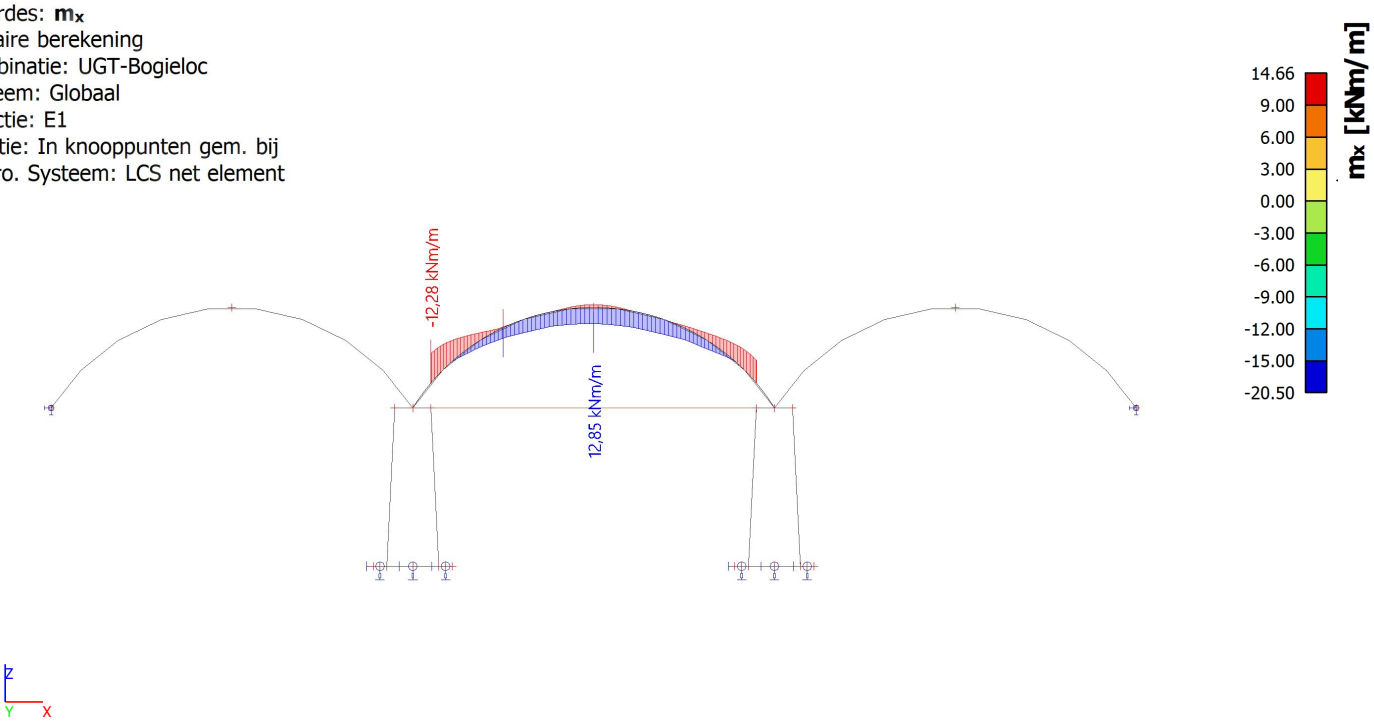
Waardes: n_x
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



9.3. UGT Bogieloc

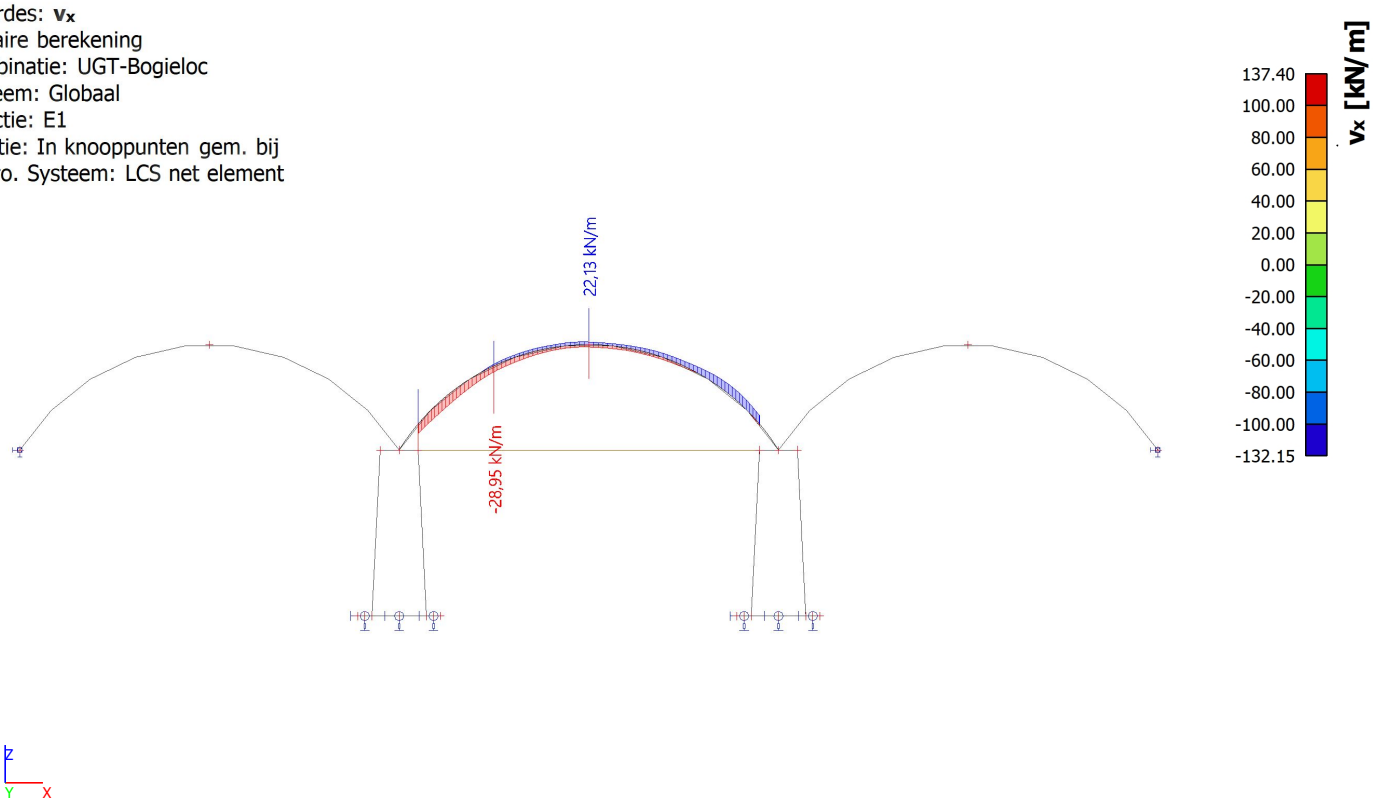
9.3.1. Interne 2D-krachten; m_x

Waardes: m_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-Bogieloc
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



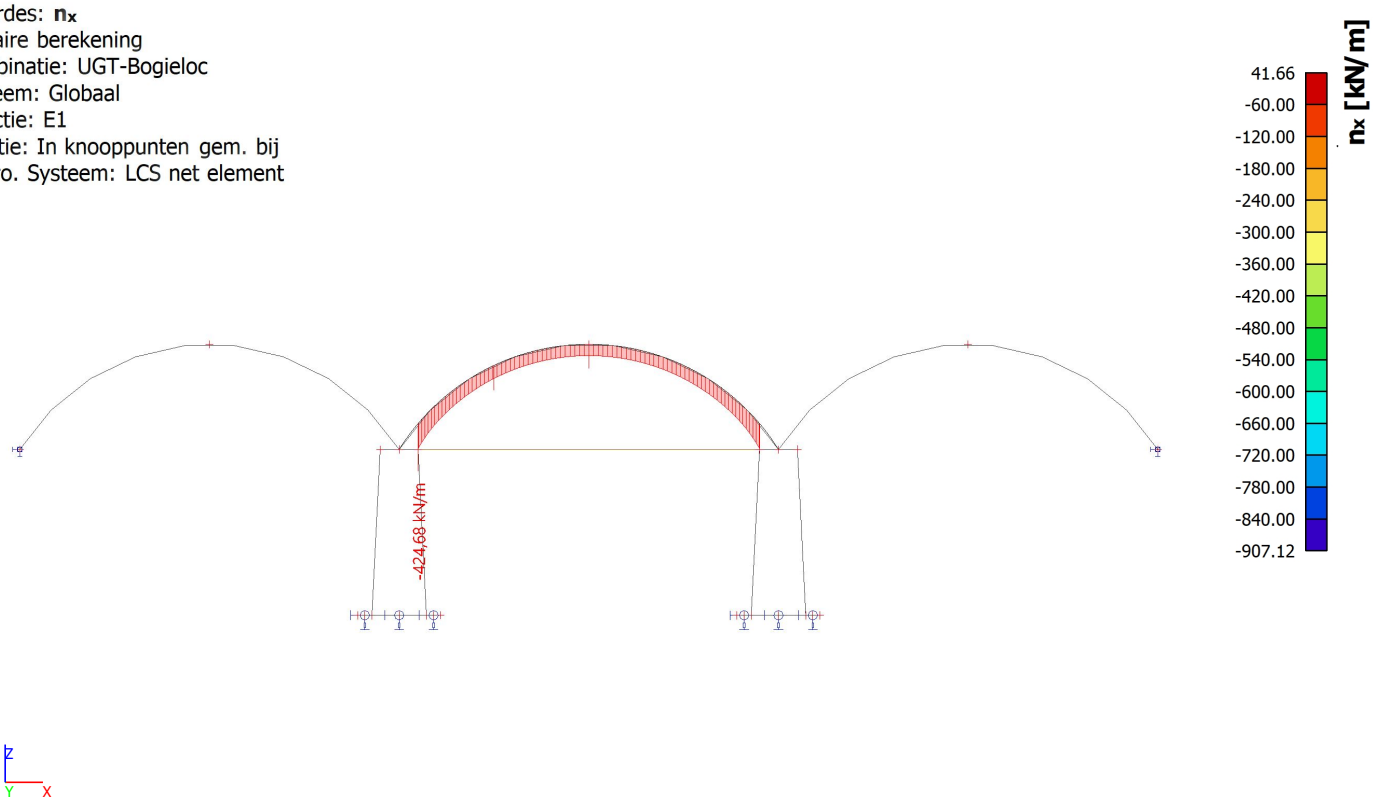
9.3.2. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-Bogieloc
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



9.3.3. Interne 2D-krachten; n_x

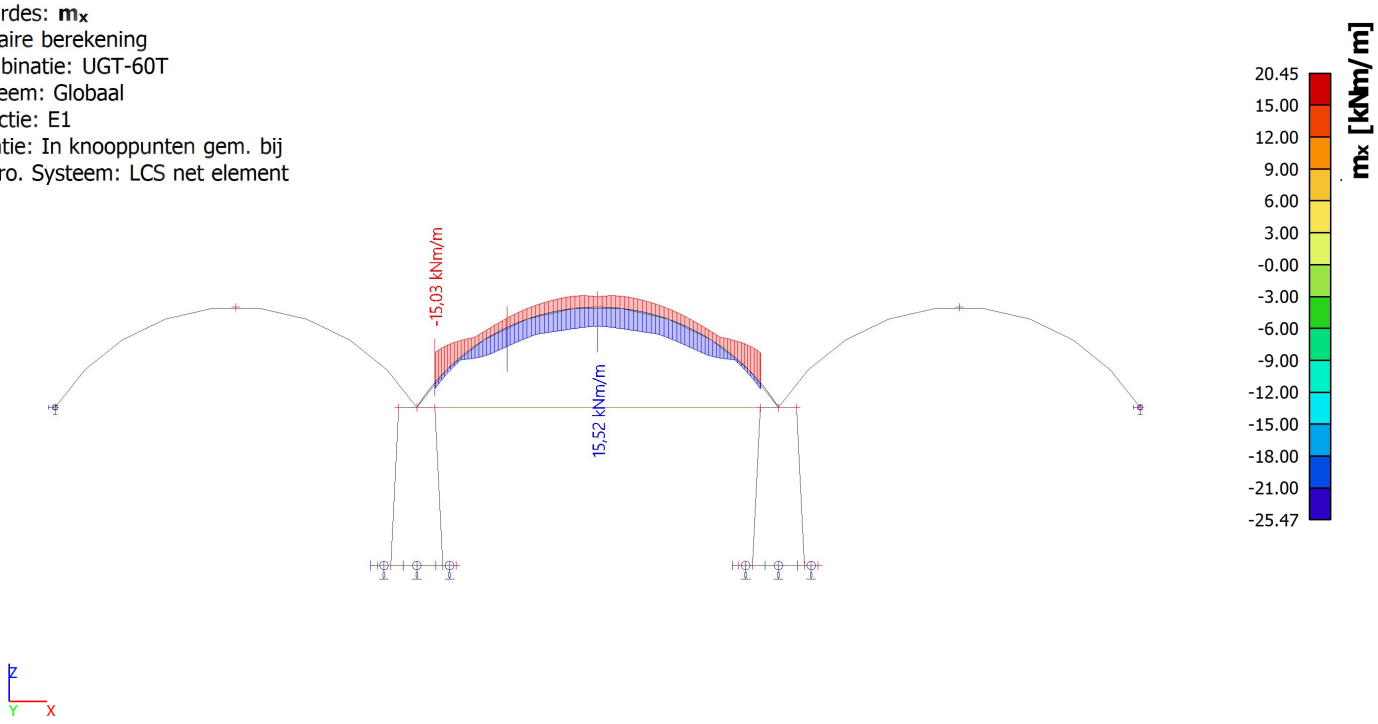
Waardes: n_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-Bogieloc
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



9.4. UGT 60t-proef

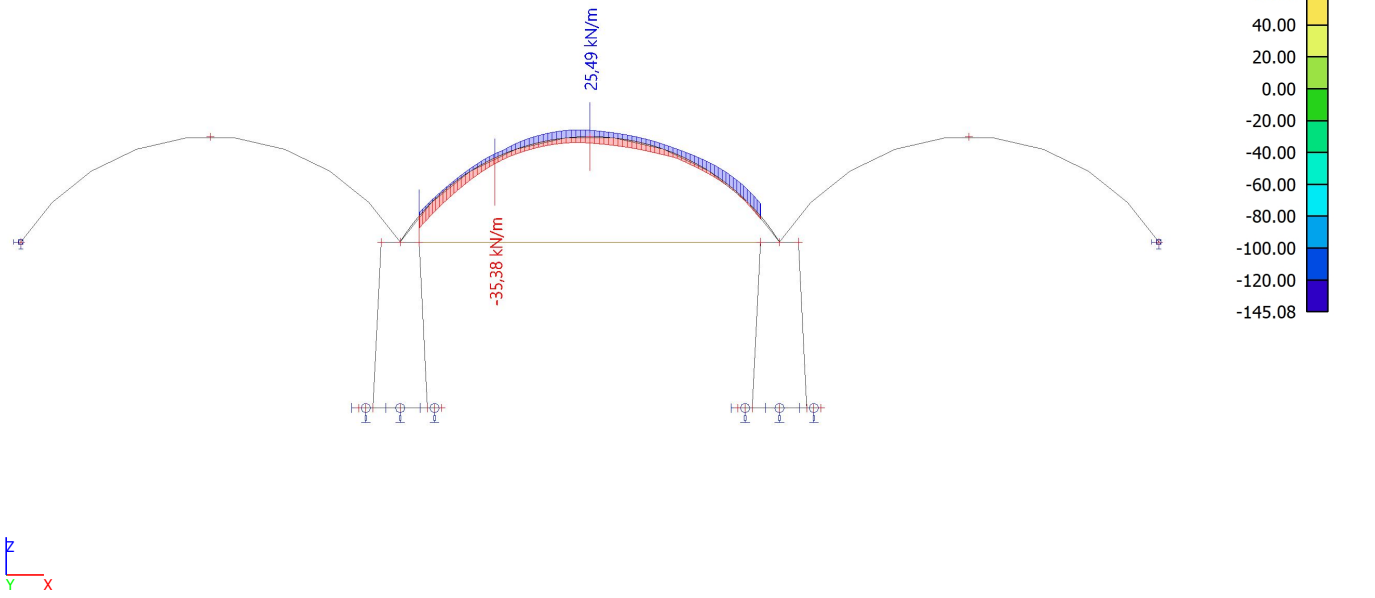
9.4.1. Interne 2D-krachten; m_x

Waardes: m_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-60T
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



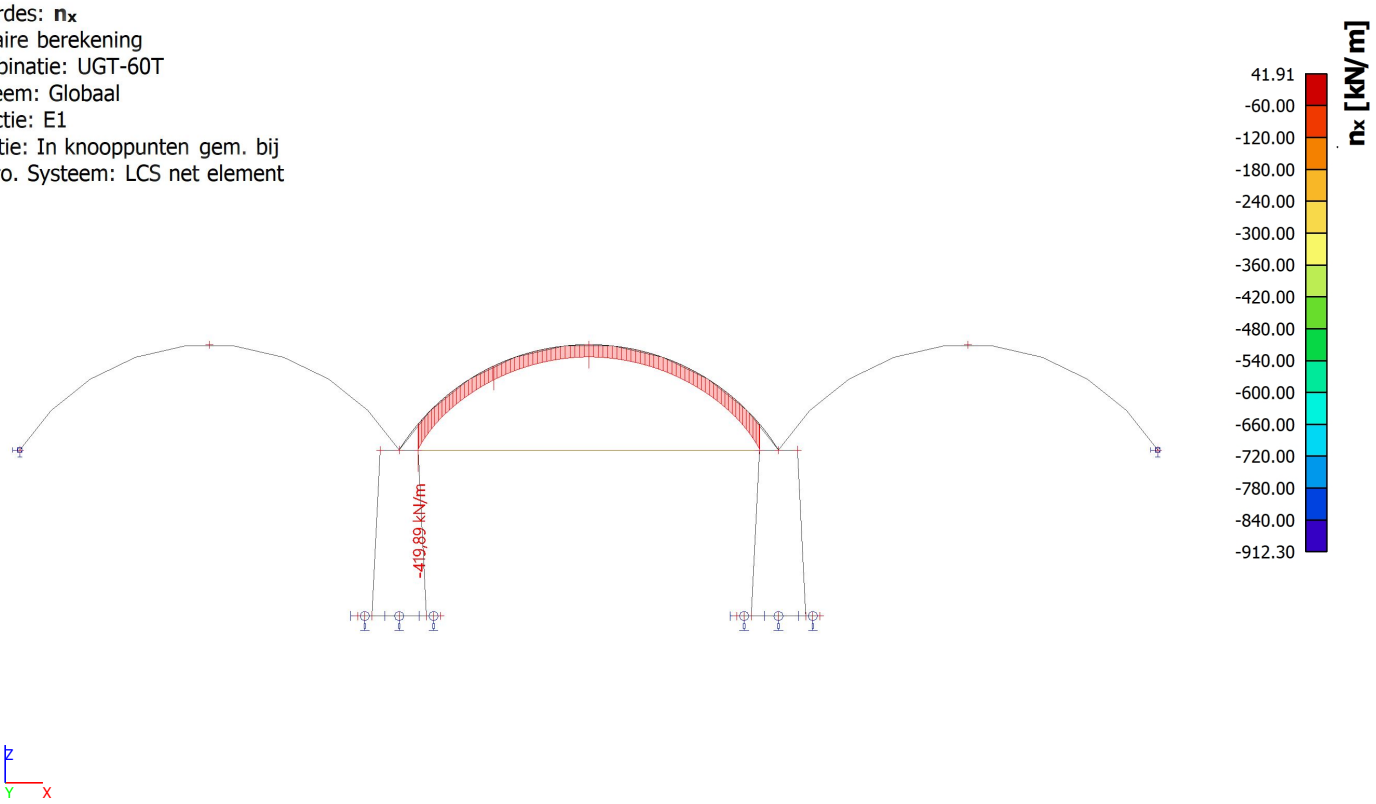
9.4.2. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-60T
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



9.4.3. Interne 2D-krachten; n_x

Waardes: n_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT-60T
Extreem: Globaal
Selectie: E1
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



10. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	
Aantal 1D-elementen	
Aantal netknopen	
Aantal vergelijkingen	
Buigtheorie	Mindlin
Belastingsgevallen	BG1, BG2, BG3-1, BG4, BG3-2, BG6-0, BG6-1, BG6-2, BG6-3, BG6-4, BG6-5, BG6-6, BG6-7, BG6-8, BG6-9, BG6-10, BG6-11, BG6-12, BG
Start van de berekening	11.02.2021 09:10
Einde berekening	11.02.2021 09:12

Som van lasten en reacties

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG1	Lasten	0,00	0,00	-3737,61
	reactie in de knopen	0,00	0,00	3152,33
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	585,28
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG2	Lasten	0,00	0,00	-5953,18
	reactie in de knopen	0,00	0,00	4220,22
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	1732,96
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG3-1	Lasten	0,00	0,00	-1431,60
	reactie in de knopen	0,00	0,00	1006,62
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	424,98
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG4	Lasten	0,00	0,00	-254,40

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie in de knopen	0,00	0,00	169,43
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	84,97
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG3-2	Lasten	0,00	0,00	-371,60
	reactie in de knopen	21,45	0,00	380,01
	reactie op de lijnen	-21,45	0,00	-8,41
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-0	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	0,00	62,85	617,74
	reactie op de lijnen	0,00	-62,85	-17,74
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-1	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-143,86	-32,91	416,74
	reactie op de lijnen	143,86	32,91	183,26
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-2	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-140,77	-27,61	432,02
	reactie op de lijnen	140,77	27,61	167,98
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-3	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-137,32	-21,45	446,94
	reactie op de lijnen	137,32	21,45	153,06
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-4	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-133,54	-14,32	461,43
	reactie op de lijnen	133,54	14,32	138,57
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-5	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-129,46	-6,30	475,45
	reactie op de lijnen	129,46	6,30	124,55
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-6	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-125,03	2,42	488,95
	reactie op de lijnen	125,03	-2,42	111,05
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-7	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-120,21	11,47	501,92
	reactie op de lijnen	120,21	-11,47	98,08
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-8	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-114,91	20,43	514,30
	reactie op de lijnen	114,91	-20,43	85,70
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-9	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-109,14	28,93	526,08
	reactie op de lijnen	109,14	-28,93	73,92
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-10	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-102,90	36,71	537,21
	reactie op de lijnen	102,90	-36,71	62,79
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-11	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-96,25	43,61	547,66

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie op de lijnen	96,25	-43,61	52,34
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-12	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-89,29	49,59	557,40
	reactie op de lijnen	89,29	-49,59	42,60
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-13	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-82,15	54,73	566,41
	reactie op de lijnen	82,15	-54,73	33,59
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-14	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-74,98	59,17	574,66
	reactie op de lijnen	74,98	-59,17	25,34
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-15	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-67,86	62,98	582,16
	reactie op de lijnen	67,86	-62,98	17,84
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-16	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-60,82	66,12	588,93
	reactie op de lijnen	60,82	-66,12	11,07
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-17	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-53,86	68,47	594,97
	reactie op de lijnen	53,86	-68,47	5,03
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-18	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-46,92	69,86	600,29
	reactie op de lijnen	46,92	-69,86	-0,29
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-19	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-40,01	70,24	604,91
	reactie op de lijnen	40,01	-70,24	-4,91
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-20	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-33,13	69,68	608,83
	reactie op de lijnen	33,13	-69,68	-8,83
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-21	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-26,29	68,35	612,03
	reactie op de lijnen	26,29	-68,35	-12,03
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-22	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-19,52	66,55	614,53
	reactie op de lijnen	19,52	-66,55	-14,53
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-23	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-12,88	64,73	616,31
	reactie op de lijnen	12,88	-64,73	-16,31
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-24	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	-6,39	63,36	617,38
	reactie op de lijnen	6,39	-63,36	-17,38

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-25	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	0,00	62,85	617,74
	reactie op de lijnen	0,00	-62,85	-17,74
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-26	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	6,39	63,36	617,38
	reactie op de lijnen	-6,39	-63,36	-17,38
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-27	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	12,88	64,73	616,31
	reactie op de lijnen	-12,88	-64,73	-16,31
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-28	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	19,52	66,55	614,53
	reactie op de lijnen	-19,52	-66,55	-14,53
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-29	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	26,29	68,35	612,03
	reactie op de lijnen	-26,29	-68,35	-12,03
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-30	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	33,13	69,68	608,83
	reactie op de lijnen	-33,13	-69,68	-8,83
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-31	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	40,01	70,24	604,91
	reactie op de lijnen	-40,01	-70,24	-4,91
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-32	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	46,92	69,86	600,30
	reactie op de lijnen	-46,92	-69,86	-0,30
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-33	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	53,86	68,47	594,97
	reactie op de lijnen	-53,86	-68,47	5,03
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-34	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	60,82	66,12	588,93
	reactie op de lijnen	-60,82	-66,12	11,07
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-35	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	67,86	62,98	582,16
	reactie op de lijnen	-67,86	-62,98	17,84
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-36	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	74,98	59,17	574,66
	reactie op de lijnen	-74,98	-59,17	25,34
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-37	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	82,15	54,73	566,41
	reactie op de lijnen	-82,15	-54,73	33,59
	contact 1D	0,00	0,00	0,00

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-38	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	89,29	49,59	557,40
	reactie op de lijnen	-89,29	-49,59	42,60
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-39	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	96,25	43,61	547,66
	reactie op de lijnen	-96,25	-43,61	52,34
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-40	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	102,90	36,71	537,21
	reactie op de lijnen	-102,90	-36,71	62,79
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-41	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	109,14	28,93	526,08
	reactie op de lijnen	-109,14	-28,93	73,92
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-42	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	114,91	20,43	514,30
	reactie op de lijnen	-114,91	-20,43	85,70
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-43	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	120,21	11,47	501,92
	reactie op de lijnen	-120,21	-11,47	98,08
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-44	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	125,03	2,42	488,95
	reactie op de lijnen	-125,03	-2,42	111,05
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-45	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	129,46	-6,30	475,45
	reactie op de lijnen	-129,46	6,30	124,55
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-46	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	133,54	-14,32	461,43
	reactie op de lijnen	-133,54	14,32	138,57
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-47	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	137,32	-21,45	446,94
	reactie op de lijnen	-137,32	21,45	153,06
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-48	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	140,77	-27,61	432,02
	reactie op de lijnen	-140,77	27,61	167,98
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG6-49	Lasten	0,00	0,00	-600,00
	reactie in de knopen	143,86	-32,91	416,74
	reactie op de lijnen	-143,86	32,91	183,26
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-0	Lasten	0,00	0,00	0,00
	reactie in de knopen	0,00	0,00	0,00
	reactie op de lijnen	0,00	0,00	0,00
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
BG5-1	Lasten	0,00	0,00	-855,20
	reactie in de knopen	-148,17	25,20	626,84
	reactie op de lijnen	148,17	-25,20	228,36
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-2	Lasten	0,00	0,00	-855,20
	reactie in de knopen	-149,12	27,42	641,73
	reactie op de lijnen	149,12	-27,42	213,47
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-3	Lasten	0,00	0,00	-855,20
	reactie in de knopen	-149,90	28,59	656,50
	reactie op de lijnen	149,90	-28,59	198,70
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-4	Lasten	0,00	0,00	-855,20
	reactie in de knopen	-150,27	28,95	671,07
	reactie op de lijnen	150,27	-28,95	184,13
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-5	Lasten	0,00	0,00	-855,20
	reactie in de knopen	-150,05	28,82	685,34
	reactie op de lijnen	150,05	-28,82	169,86
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-6	Lasten	0,00	0,00	-880,20
	reactie in de knopen	-149,20	28,50	699,27
	reactie op de lijnen	149,20	-28,50	180,93
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-7	Lasten	0,00	0,00	-905,20
	reactie in de knopen	-147,87	28,06	712,86
	reactie op de lijnen	147,87	-28,06	192,34
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-8	Lasten	0,00	0,00	-930,20
	reactie in de knopen	-146,21	27,50	726,16
	reactie op de lijnen	146,21	-27,50	204,04
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-9	Lasten	0,00	0,00	-955,20
	reactie in de knopen	-144,29	26,81	739,21
	reactie op de lijnen	144,29	-26,81	215,99
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-10	Lasten	0,00	0,00	-955,20
	reactie in de knopen	-142,03	26,00	752,04
	reactie op de lijnen	142,03	-26,00	203,16
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-11	Lasten	0,00	0,00	-955,20
	reactie in de knopen	-139,12	25,32	764,56
	reactie op de lijnen	139,12	-25,32	190,64
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-12	Lasten	0,00	0,00	-955,20
	reactie in de knopen	-135,28	25,02	776,67
	reactie op de lijnen	135,28	-25,02	178,53
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-13	Lasten	0,00	0,00	-955,20
	reactie in de knopen	-130,35	25,22	788,26
	reactie op de lijnen	130,35	-25,22	166,94
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-14	Lasten	0,00	0,00	-980,20

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie in de knopen	-124,35	25,91	799,23
	reactie op de lijnen	124,35	-25,91	180,97
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-15	Lasten	0,00	0,00	-1005,20
	reactie in de knopen	-117,57	26,73	809,62
	reactie op de lijnen	117,57	-26,73	195,58
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-16	Lasten	0,00	0,00	-1030,20
	reactie in de knopen	-110,32	27,34	819,46
	reactie op de lijnen	110,32	-27,34	210,74
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-17	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-102,81	27,45	828,78
	reactie op de lijnen	102,81	-27,45	226,42
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-18	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-95,14	26,89	837,62
	reactie op de lijnen	95,14	-26,89	217,58
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-19	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-87,14	25,85	845,90
	reactie op de lijnen	87,14	-25,85	209,30
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-20	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-78,65	24,56	853,52
	reactie op de lijnen	78,65	-24,56	201,68
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-21	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-69,60	23,18	860,38
	reactie op de lijnen	69,60	-23,18	194,82
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-22	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-60,04	21,83	866,41
	reactie op de lijnen	60,04	-21,83	188,79
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-23	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-50,06	20,53	871,52
	reactie op de lijnen	50,06	-20,53	183,68
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-24	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-39,76	19,23	875,68
	reactie op de lijnen	39,76	-19,23	179,52
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-25	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-29,19	17,88	878,84
	reactie op de lijnen	29,19	-17,88	176,36
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-26	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-18,37	16,47	880,99
	reactie op de lijnen	18,37	-16,47	174,21
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-27	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	-7,27	15,03	882,09

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	reactie op de lijnen	7,27	-15,03	173,11
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-28	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	4,11	13,69	882,10
	reactie op de lijnen	-4,11	-13,69	173,10
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-29	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	15,72	12,58	880,98
	reactie op de lijnen	-15,72	-12,58	174,22
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-30	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	27,41	11,75	878,72
	reactie op de lijnen	-27,41	-11,75	176,48
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-31	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	39,00	11,18	875,32
	reactie op de lijnen	-39,00	-11,18	179,88
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-32	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	50,31	10,71	870,81
	reactie op de lijnen	-50,31	-10,71	184,39
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-33	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	61,19	10,20	865,22
	reactie op de lijnen	-61,19	-10,20	189,98
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-34	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	71,57	9,50	858,63
	reactie op de lijnen	-71,57	-9,50	196,57
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-35	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	81,43	8,53	851,07
	reactie op de lijnen	-81,43	-8,53	204,13
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-36	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	90,78	7,36	842,62
	reactie op de lijnen	-90,78	-7,36	212,58
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-37	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	99,60	6,18	833,32
	reactie op de lijnen	-99,60	-6,18	221,88
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-38	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	107,94	5,30	823,25
	reactie op de lijnen	-107,94	-5,30	231,95
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-39	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	115,84	4,99	812,46
	reactie op de lijnen	-115,84	-4,99	242,74
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-40	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	123,36	5,24	801,04
	reactie op de lijnen	-123,36	-5,24	254,16

Belastingsgeval	Waarde	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-41	Lasten	0,00	0,00	-1055,20
	reactie in de knopen	130,58	5,81	789,07
	reactie op de lijnen	-130,58	-5,81	266,13
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-42	Lasten	0,00	0,00	-1049,05
	reactie in de knopen	137,58	6,17	776,68
	reactie op de lijnen	-137,58	-6,17	272,37
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-43	Lasten	0,00	0,00	-1018,30
	reactie in de knopen	144,40	5,86	763,94
	reactie op de lijnen	-144,40	-5,86	254,36
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-44	Lasten	0,00	0,00	-987,55
	reactie in de knopen	150,79	4,95	750,84
	reactie op de lijnen	-150,79	-4,95	236,71
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-45	Lasten	0,00	0,00	-956,80
	reactie in de knopen	156,46	3,78	737,33
	reactie op de lijnen	-156,46	-3,78	219,47
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-46	Lasten	0,00	0,00	-932,20
	reactie in de knopen	161,13	2,95	723,37
	reactie op de lijnen	-161,13	-2,95	208,83
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-47	Lasten	0,00	0,00	-932,20
	reactie in de knopen	164,59	2,98	708,93
	reactie op de lijnen	-164,59	-2,98	223,27
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-48	Lasten	0,00	0,00	-932,20
	reactie in de knopen	166,94	3,92	694,12
	reactie op de lijnen	-166,94	-3,92	238,08
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00
BG5-49	Lasten	0,00	0,00	-932,20
	reactie in de knopen	168,35	5,48	679,04
	reactie op de lijnen	-168,35	-5,48	253,16
	contact 1D	0,00	0,00	0,00
	contact 2D	0,00	0,00	0,00

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-02

Bijlage 6 Doorsnedecapaciteit beton

In deze bijlage is de berekeningsuitvoer van de doorsnedecapaciteiten van de betonnen onderdelen opgenomen. De bijlage omvat in totaal 25 pagina’s.

Project	Hofbogen Rotterdam
Project nr.	40245
Datum	22-02-21
Onderdeel	**Capaciteit gewelf**
	Langsrichting veld

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

Md	B	H
[kNm]	[mm]	[mm]
	1000	200

Aanwezige hoofdwapening:

diam1	n1	diam2	n2	c
[mm2]	[st]	[mm2]	[st]	[mm1]
11	8,00	0	0	25

Krachtswerking dwarskracht:

Vd	B	H
[kN]	[mm]	[mm]
	1000	200

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls	n-sneden	s= h.o.h.
[mm]	[st]	[mm]
12	2	500

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

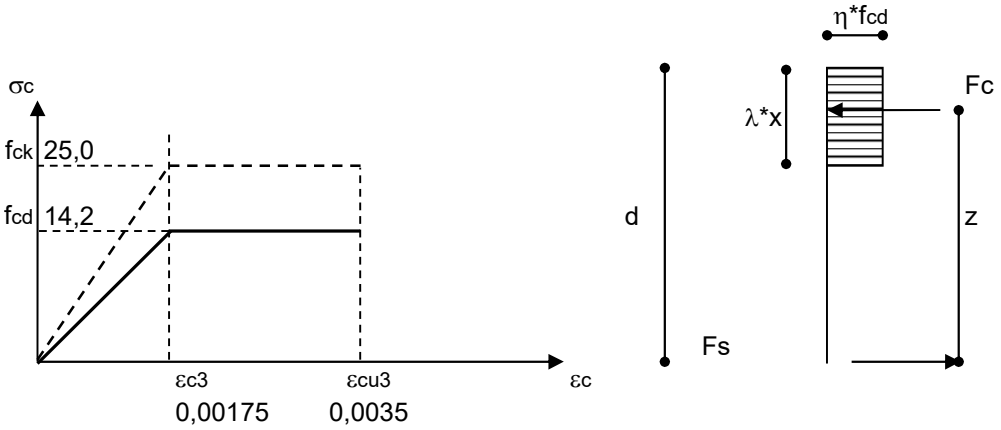
diam.	n-sneden	s= h.o.h.
[mm]	[st]	[mm]
0	0	0

Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

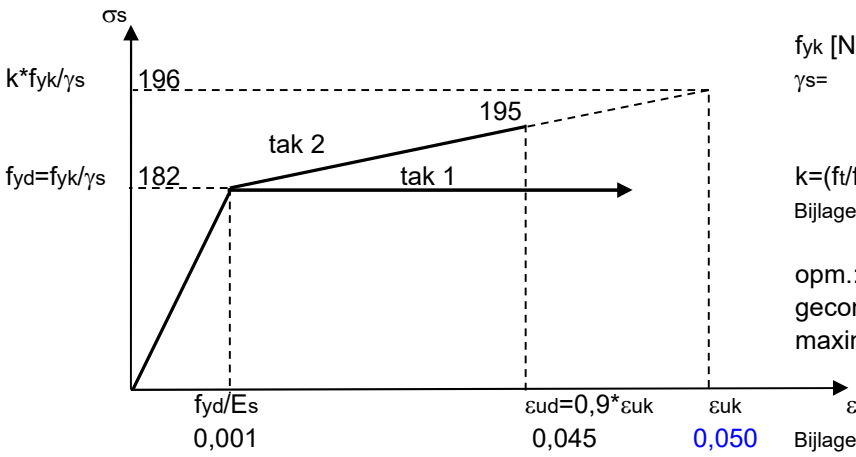
art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 14,2

f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

α_{cc}= 0,85 NB-3.1.6

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

art. 3.2.7 betonstaal



f_{yk} [N/mm2]= 209,0

γ_s= 1,15

NB-tabel 2.1N

k=(ft/fy)k= 1,08

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

opm.: bij tak 2 moet de maximale rek gecontroleerd worden, bij tak 1 hoeft de maximale rek niet gecontroleerd worden.

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1. Als de rek van de staven kleiner of gelijk is aan eud wordt ook gerekend met tak 2.

E_s [N/mm2]= 2,00E+05 3.2.7

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

B [mm]= 1000
H [mm]= 200

Aanwezige wapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
11	8,00	0	0,00	1000	760	182	138,2	25	11,0	12,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 138,2

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 12,2

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 157,5

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 153

Mu [kNm]=Fs*z= **21,09**

Toetsing hoogte drukzone : NB-6.1(8)

xu/d ≤ 500/(500+f) voor fck ≤ 50 N/mm2

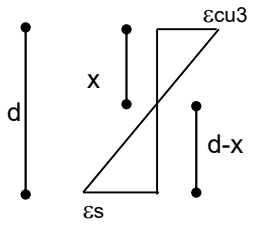
f.max= fyd*As/As=fyd [N/mm2]= 195

d [mm]= 157,5

xu/d= 0,72 U.C.

xu [mm]= 113 **0,11**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035

0,042 *Er mag ook gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,042 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 193,8

Fs [kN]=Asa*fyd= 147,4

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 13,0

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 157,5

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 152

Mu [kNm]=Fs*z= **22,4**

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

B [mm]= 1000
H [mm]= 200

1.3.1 Opneembare dwarskracht door beton

art. 6.2.2 $V_{Rd;c\ [kN]}$= [$C_{Rd,c}$*k*(100*ρ_1*f_{ck})^1/3 + k1*σ_{cp}]*bw*d= 82,6 RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 78,0
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 168,1 RBK 1.1

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$C_{Rd;c}$=0,18/γ_c= 0,12 NB-6.2.2

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

d [mm]= 158

fyk [N/mm2 209,0

k= 1+ $\sqrt{}$(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 2,00

k1= 0,15 NB-6.2.2
kp= 1,2 6.2.2 RBK

A_{sl} [mm2]= oppervlakte trekwapening welke ≥ (lb+d) voorbij de beschouwde doorsnede doorloopt= 380

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
11	8	0	0	760

b_w [mm]= 1000

ρ_1 = A_{sl}/bw*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0024

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 0,0

N_{ED} [N]= 0 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,49 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/fyk^(1/2)= 1,07 RBK-6.2.2

1.3.2 Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening (indien aanwezig)

art. 6.2.3 $V_{Rd;s}$ [kN]=[A_{sw}/s]*z*f_{ywd}*cotθ= 25,0
met $V_{Rd;max}$ [kN]= α_{cw}*bw*z*ν_1*f_{cd}/(cotθ+tanθ)= 548,3

θ [gr]=hoek tussen de drukdiagonaal en de as van de ligger loodrecht op de dwarskracht met:
1≤cotθ≤2,5 θ [gr]= 26,6
NB-6.2.3 tan θ [gr]= 0,50
cot θ [gr]= 2,00

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]	Asw [mm2]
12	2	500	226,2

d [mm]= 158

z [mm]= 152

f_{ywd} [N/mm2]= rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwapening= f_{yk}/γ_s= 181,7

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209

γ_s= 1,15 n.b. voor buitengewone situaties γ_σ= 1,0 NB-tabel 2.1N

α_{cw}= 1,00 NB-6.2.3

b_w [mm]= 1000

art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 16,7

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

art. 3.1.6 α_{cc}= 1,0 NB-3.1.6

art. 3.1.6 γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$\nu 1=\nu=0{,}6*[1-f_{ck}/250]$= 0,54 Indien spanning in dwarskrachtwapening < 0,8*f_{yk} mag voor ν1 zijn aangehouden: ν1= 0,6
NB-6.2.3/-6.2.2 voor $f_{ck}\leq$ 60 N/mm2

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

Md [kNm]	B [mm]	H [mm]
	1000	200

Aanwezige hoofdwapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	c [mm1]
8	8,00	0	0	36

Krachtswerking dwarskracht:

Vd [kN]	B [mm]	H [mm]
	1000	200

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
12	2	500

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

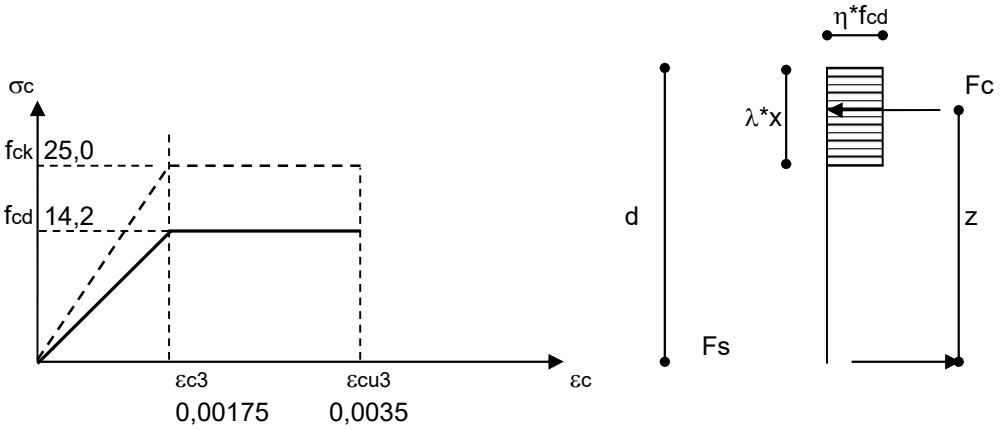
diam. [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
0	0	0

Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

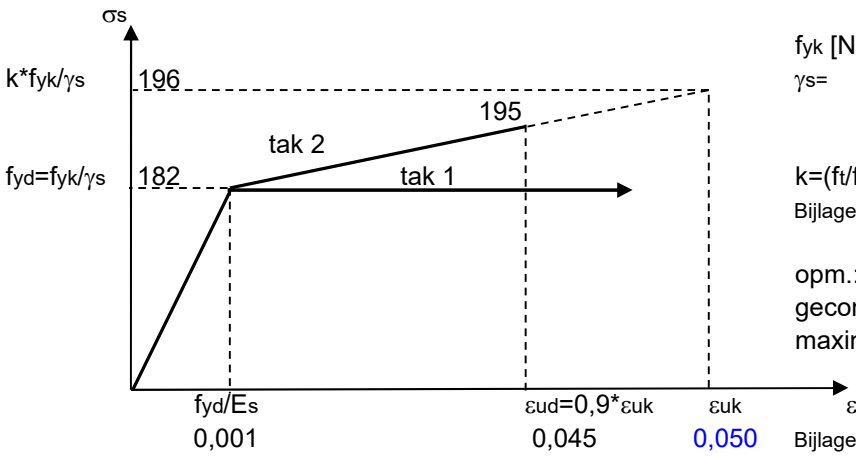
art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 14,2

f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

α_{cc}= 0,85 NB-3.1.6

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

art. 3.2.7 betonstaal



f_{yk} [N/mm2]= 209,0

γ_s= 1,15

NB-tabel 2.1N

k=(ft/fy)k= 1,08

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

opm.: bij tak 2 moet de maximale rek gecontroleerd worden, bij tak 1 hoeft de maximale rek niet gecontroleerd worden.

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1. Als de rek van de staven kleiner of gelijk is aan eud wordt ook gerekend met tak 2.

E_s [N/mm2]= 2,00E+05 3.2.7

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

B [mm]= 1000
H [mm]= 200

Aanwezige wapening:

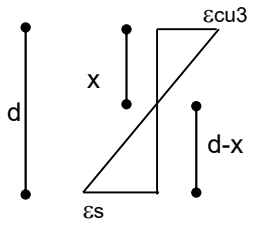
diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
8	8,00	0	0,00	1000	402	182	73,1	36	8,0	12,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 73,1
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 6,4
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 148,0
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 145

Mu [kNm]=Fs*z= **10,63**

Toetsing hoogte drukzone : NB-6.1(8)
xu/d ≤ 500/(500+f) voor fck ≤ 50 N/mm2
f.max= fyd*As/As=fyd [N/mm2]= 195
d [mm]= 148
xu/d= 0,72 U.C.
xu [mm]= 107 **0,06**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035
0,077 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,077 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 204,2
Fs [kN]=Asa*fyd= 82,1
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 7,2
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 148
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 145

Mu [kNm]=Fs*z= **tak 2 mag NIET gebruikt worden**

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

B [mm]= 1000
H [mm]= 200

1.3.1 Opneembare dwarskracht door beton

art. 6.2.2 $V_{Rd;c\ [kN]}$= [$C_{Rd,c}$*k*(100*ρ_1*f_{ck})^1/3 + k1*σ_{cp}]*bw*d= 64,1 RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 73,3
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 158,0 RBK 1.1

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$C_{Rd;c}$=0,18/γ_c= 0,12 NB-6.2.2

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

d [mm]= 148

fyk [N/mm2 209,0
k= 1+ $\sqrt{}$(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 2,00

k1= 0,15 NB-6.2.2
kp= 1,2 6.2.2 RBK
A_{sl} [mm2]= oppervlakte trekwapening welke ≥ (lb+d) voorbij de beschouwde doorsnede doorloopt= 201

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
8	8	0	0	402

b_w [mm]= 1000

ρ_1 = A_{sl}/bw*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0014

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 0,0

N_{ED} [N]= 0 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,49 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/fyk^(1/2)= 1,07 RBK-6.2.2

1.3.2 Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening (indien aanwezig)

art. 6.2.3 $V_{Rd;s}$ [kN]=[A_{sw}/s]*z*f_{ywd}*cotθ= 23,9
met $V_{Rd;max}$ [kN]= α_{cw}*bw*z*ν_1*f_{cd}/(cotθ+tanθ)= 522,4

θ [gr]=hoek tussen de drukdiagonaal en de as van de ligger loodrecht op de dwarskracht met:
1≤cotθ≤2,5 θ [gr]= 26,6
NB-6.2.3 tan θ [gr]= 0,50
cot θ [gr]= 2,00

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]	Asw [mm2]
12	2	500	226,2

d [mm]= 148

z [mm]= 145

f_{ywd} [N/mm2]= rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwapening= f_{yk}/γ_s= 181,7

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209

γ_s= 1,15 n.b. voor buitengewone situaties γ_σ= 1,0 NB-tabel 2.1N

α_{cw}= 1,00 NB-6.2.3

b_w [mm]= 1000

art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 16,7

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

art. 3.1.6 α_{cc}= 1,0 NB-3.1.6

art. 3.1.6 γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$\nu 1=\nu=0{,}6*[1-f_{ck}/250]$= 0,54 Indien spanning in dwarskrachtwapening < 0,8*f_{yk} mag voor $\nu 1$ zijn aangehouden: $\nu 1$= 0,6
NB-6.2.3/-6.2.2 voor $f_{ck} \leq$ 60 N/mm2

Project	Hofbogen Rotterdam
Project nr.	40245
Datum	22-02-21
Onderdeel	**Capaciteit gewelf**
	Langsrichting steunpunt

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

Md	B	H
[kNm]	[mm]	[mm]
	1000	300

Aanwezige hoofdwapening:

diam1	n1	diam2	n2	c
[mm2]	[st]	[mm2]	[st]	[mm1]
11	8,00	0	0	25

Krachtswerking dwarskracht:

Vd	B	H
[kN]	[mm]	[mm]
	1000	300

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls	n-sneden	s= h.o.h.
[mm]	[st]	[mm]
12	2	500

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

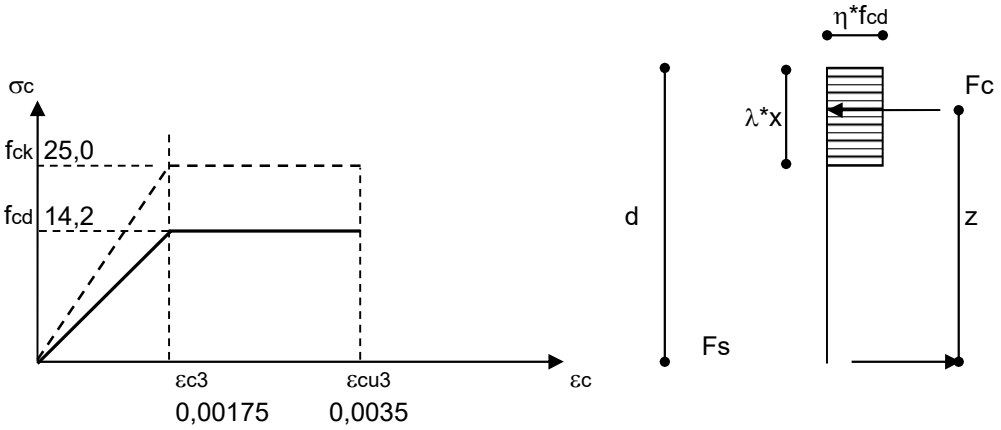
diam.	n-sneden	s= h.o.h.
[mm]	[st]	[mm]
0	0	0

Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



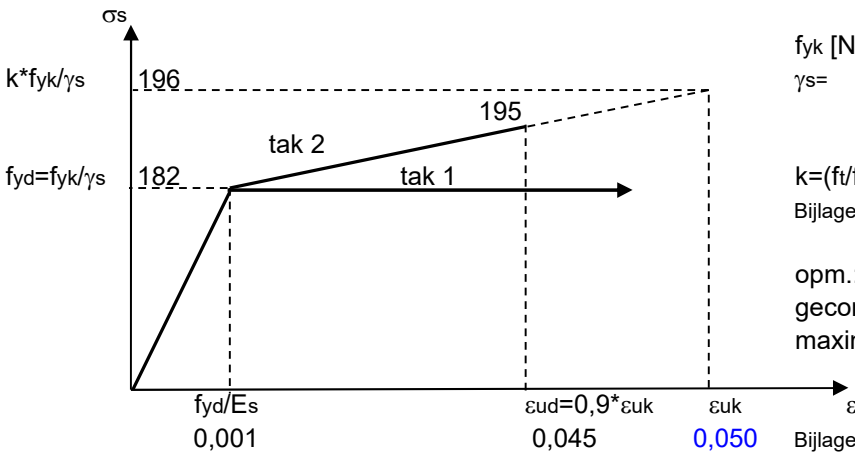
λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

art. 3.1.6 fcd [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= αcc*fck/γc= 14,2

fck [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

αcc=	0,85	NB-3.1.6	
γc=	1,5	n.b. voor buitengewone situaties γc= 1,2	NB-tabel 2.1N

art. 3.2.7 betonstaal



fyk [N/mm2]= 209,0

γs= 1,15

NB-tabel 2.1N

k=(ft/fy)k= 1,08

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

opm.: bij tak 2 moet de maximale rek gecontroleerd worden, bij tak 1 hoeft de maximale rek niet gecontroleerd worden.

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1. Als de rek van de staven kleiner of gelijk is aan eud wordt ook gerekend met tak 2.

Es [N/mm2]= 2,00E+05 3.2.7

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

B [mm]= 1000
H [mm]= 300

Aanwezige wapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
11	8,00	0	0,00	1000	760	182	138,2	25	11,0	12,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 138,2

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 12,2

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 257,5

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 253

Mu [kNm]=Fs*z= **34,90**

Toetsing hoogte drukzone : NB-6.1(8)

xu/d ≤ 500/(500+f) voor fck ≤ 50 N/mm2

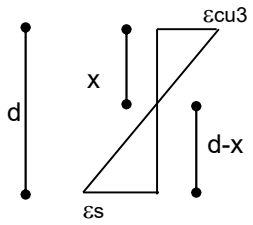
f.max= fyd*As/As=fyd [N/mm2]= 195

d [mm]= 257,5

xu/d= 0,72 U.C.

xu [mm]= 185 **0,07**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035

0,070 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,070 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 202,3

Fs [kN]=Asa*fyd= 153,8

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 13,6

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 257,5

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 252

Mu [kNm]=Fs*z= **tak 2 mag NIET gebruikt worden**

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

B [mm]= 1000
H [mm]= 300

1.3.1 Opneembare dwarskracht door beton

art. 6.2.2 $V_{Rd;c}$ [kN]= [$C_{Rd,c}$*k*(100*ρ_1*f_{ck})^1/3 + k1*σ_{cp}]*bw*d= 107,8 RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 116,3
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 250,7 RBK 1.1

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$C_{Rd;c}$=0,18/γ_c= 0,12 NB-6.2.2

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

d [mm]= 258

fyk [N/mm2 209,0
k= 1+ $\sqrt{}$(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 1,88

k1= 0,15 NB-6.2.2
kp= 1,2 6.2.2 RBK
A_{sl} [mm2]= oppervlakte trekwapening welke ≥ (lb+d) voorbij de beschouwde doorsnede doorloopt= 380

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
11	8	0	0	760

b_w [mm]= 1000

ρ_1 = A_{sl}/bw*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0015

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 0,0

N_{ED} [N]= 0 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,45 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/fyk^(1/2)= 0,97 RBK-6.2.2

1.3.2 Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening (indien aanwezig)

art. 6.2.3 $V_{Rd;s}$ [kN]=[A_{sw}/s]*z*f_{ywd}*cotθ= 41,4
met $V_{Rd;max}$ [kN]= α_{cw}*bw*z*ν_1*f_{cd}/(cotθ+tanθ)= 907,5

θ [gr]=hoek tussen de drukdiagonaal en de as van de ligger loodrecht op de dwarskracht met:
1≤cotθ≤2,5 θ [gr]= 26,6
NB-6.2.3 tan θ [gr]= 0,50
cot θ [gr]= 2,00

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]	Asw [mm2]
12	2	500	226,2

d [mm]= 258

z [mm]= 252

f_{ywd} [N/mm2]= rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwapening= f_{yk}/γ_s= 181,7

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209

γ_s= 1,15 n.b. voor buitengewone situaties γ_σ= 1,0 NB-tabel 2.1N

α_{cw}= 1,00 NB-6.2.3

b_w [mm]= 1000

art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 16,7

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

art. 3.1.6 α_{cc}= 1,0 NB-3.1.6

art. 3.1.6 γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$\nu 1=\nu=0{,}6*[1-f_{ck}/250]$= 0,54 Indien spanning in dwarskrachtwapening < 0,8*f_{yk} mag voor $\nu 1$ zijn aangehouden: $\nu 1$= 0,6
NB-6.2.3/-6.2.2 voor $f_{ck} \leq$ 60 N/mm2

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

Md [kNm]	B [mm]	H [mm]
	1000	300

Aanwezige hoofdwapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	c [mm1]
8	8,00	0	0	36

Krachtswerking dwarskracht:

Vd [kN]	B [mm]	H [mm]
	1000	300

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
12	2	500

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

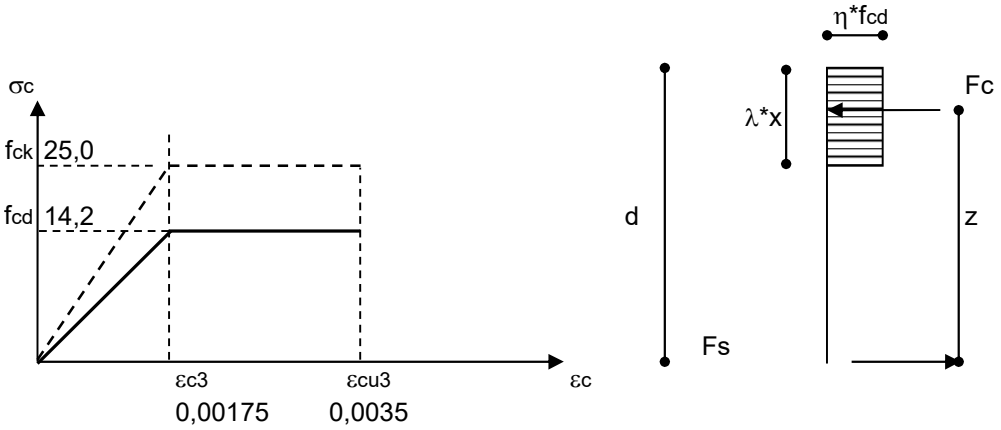
diam. [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
0	0	0

Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



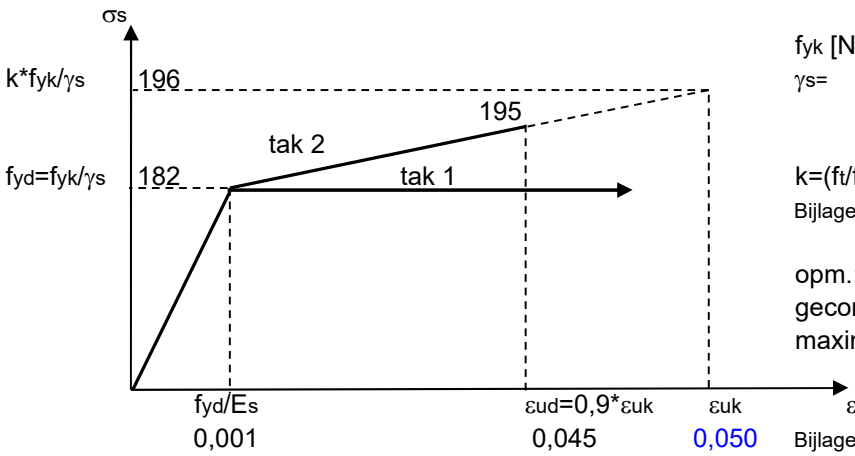
λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

art. 3.1.6 fcd [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= αcc*fck/γc= 14,2

fck [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

αcc=	0,85	NB-3.1.6	
γc=	1,5	n.b. voor buitengewone situaties γc= 1,2	NB-tabel 2.1N

art. 3.2.7 betonstaal



fyk [N/mm2]= 209,0

γs= 1,15

NB-tabel 2.1N

k=(ft/fy)k= 1,08

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

opm.: bij tak 2 moet de maximale rek gecontroleerd worden, bij tak 1 hoeft de maximale rek niet gecontroleerd worden.

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1. Als de rek van de staven kleiner of gelijk is aan eud wordt ook gerekend met tak 2.

Es [N/mm2]= 2,00E+05 3.2.7

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

B [mm]= 1000
H [mm]= 300

Aanwezige wapening:

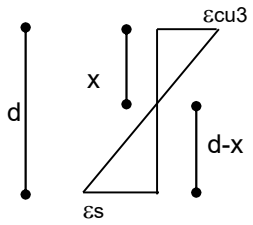
diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
8	8,00	0	0,00	1000	402	182	73,1	36	8,0	12,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 73,1
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 6,4
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 248,0
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 245

Mu [kNm]=Fs*z= **17,94**

Toetsing hoogte drukzone : NB-6.1(8)
xu/d ≤ 500/(500+f) voor fck ≤ 50 N/mm2
f.max= fyd*As/As=fyd [N/mm2]= 195
d [mm]= 248
xu/d= 0,72 U.C.
xu [mm]= 178 **0,04**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035
0,131 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,131 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 220,3
Fs [kN]=Asa*fyd= 88,6
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 7,8
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 248
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 245

Mu [kNm]=Fs*z= **tak 2 mag NIET gebruikt worden**

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

B [mm]= 1000
H [mm]= 300

1.3.1 Opneembare dwarskracht door beton

art. 6.2.2 $V_{Rd;c\ [kN]}$= [$C_{Rd,c}$*k*(100*ρ_1*f_{ck})^1/3 + k1*σ_{cp}]*bw*d= 85,8 RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 113,5
met een minimum van $V_{Rd;c\ [kN]}$= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 244,7 RBK 1.1

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$C_{Rd;c}$=0,18/γ_c= 0,12 NB-6.2.2

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

d [mm]= 248

fyk [N/mm2 209,0
k= 1+ $\sqrt{}$(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 1,90

k1= 0,15 NB-6.2.2
kp= 1,2 6.2.2 RBK
A_{sl} [mm2]= oppervlakte trekwapening welke ≥ (lb+d) voorbij de beschouwde doorsnede doorloopt= 201

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
8	8	0	0	402

b_w [mm]= 1000

ρ_1 = A_{sl}/bw*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0008

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 0,0

N_{ED} [N]= 0 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,46 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/fyk^(1/2)= 0,99 RBK-6.2.2

1.3.2 Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening (indien aanwezig)

art. 6.2.3 $V_{Rd;s}$ [kN]=[A_{sw}/s]*z*f_{ywd}*cotθ= 40,3
met $V_{Rd;max}$ [kN]= α_{cw}*bw*z*ν_1*f_{cd}/(cotθ+tanθ)= 881,5

θ [gr]=hoek tussen de drukdiagonaal en de as van de ligger loodrecht op de dwarskracht met:
1≤cotθ≤2,5 θ [gr]= 26,6
NB-6.2.3 tan θ [gr]= 0,50
cot θ [gr]= 2,00

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]	Asw [mm2]
12	2	500	226,2

d [mm]= 248

z [mm]= 245

f_{ywd} [N/mm2]= rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwapening= f_{yk}/γ_s= 181,7

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209

γ_s= 1,15 n.b. voor buitengewone situaties γ_σ= 1,0 NB-tabel 2.1N

α_{cw}= 1,00 NB-6.2.3

b_w [mm]= 1000

art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 16,7

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

art. 3.1.6 α_{cc}= 1,0 NB-3.1.6

art. 3.1.6 γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$\nu 1=\nu=0{,}6*[1-f_{ck}/250]$= 0,54 Indien spanning in dwarskrachtwapening < 0,8*f_{yk} mag voor $\nu 1$ zijn aangehouden: $\nu 1$= 0,6
NB-6.2.3/-6.2.2 voor $f_{ck} \leq$ 60 N/mm2

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

Md [kNm]	B [mm]	H [mm]
	800	600

Aanwezige hoofdwapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	c [mm1]
16	5,00	0	0	25

Krachtswerking dwarskracht:

Vd [kN]	B [mm]	H [mm]
	800	600

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
12	2	500

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

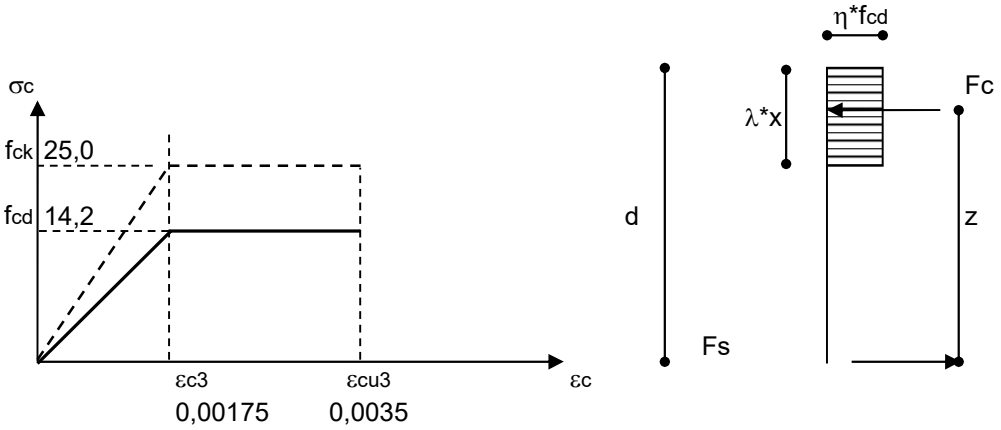
diam. [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
0	0	0

Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

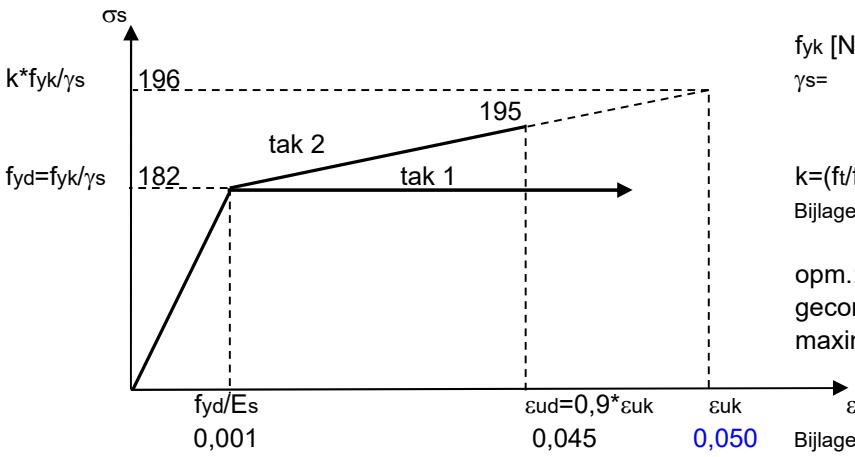
art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 14,2

f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 25,0

α_{cc}= 0,85 NB-3.1.6

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

art. 3.2.7 betonstaal



f_{yk} [N/mm2]= 209,0

γ_s= 1,15

NB-tabel 2.1N

k=(ft/fy)k= 1,08

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

opm.: bij tak 2 moet de maximale rek gecontroleerd worden, bij tak 1 hoeft de maximale rek niet gecontroleerd worden.

Bijlage C - tabel C.1 - klasse B

In eerste instantie wordt gerekend met tak 1. Als de rek van de staven kleiner of gelijk is aan eud wordt ook gerekend met tak 2.

E_s [N/mm2]= 2,00E+05 3.2.7

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

B [mm]= 800
H [mm]= 600

Aanwezige wapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
16	5,00	0	0,00	800	1005	182	182,7	25	16,0	12,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 182,7

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 20,2

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 555,0

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 547

Mu [kNm]=Fs*z= **99,93**

Toetsing hoogte drukzone : NB-6.1(8)

xu/d ≤ 500/(500+f) voor fck ≤ 50 N/mm2

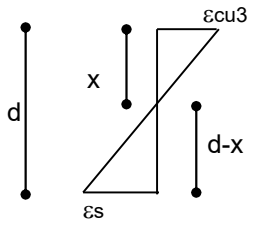
f.max= fyd*As/As=fyd [N/mm2]= 195

d [mm]= 555

xu/d= 0,72 U.C.

xu [mm]= 399 **0,05**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035

0,093 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,093 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 209,0

Fs [kN]=Asa*fyd= 210,1

Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 23,2

d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 555

z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 546

Mu [kNm]=Fs*z= **tak 2 mag NIET gebruikt worden**

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

B [mm]= 800
H [mm]= 600

1.3.1 Opneembare dwarskracht door beton

art. 6.2.2 $V_{Rd;c}$ [kN]= [$C_{Rd,c}$*k*(100*ρ_1*f_{ck})^1/3 + k1*σ_{cp}]*bw*d= 144,7 RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 157,3
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k1*σ_{cp})*bw*d= 339,2 RBK 1.1

γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$C_{Rd;c}$=0,18/γ_c= 0,12 NB-6.2.2

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

d [mm]= 555

fyk [N/mm2 209,0
k= 1+ $\sqrt{}$(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 1,60

k1= 0,15 NB-6.2.2
kp= 1,2 6.2.2 RBK
A_{sl} [mm2]= oppervlakte trekwapening welke ≥ (lb+d) voorbij de beschouwde doorsnede doorloopt= 503

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
16	5	0	0	1005

b_w [mm]= 800

ρ_1 = A_{sl}/bw*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0011

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 0,0

N_{ED} [N]= 0 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,35 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/fyk^(1/2)= 0,76 RBK-6.2.2

1.3.2 Opneembare dwarskracht door verticale dwarskrachtwapening (indien aanwezig)

art. 6.2.3 $V_{Rd;s}$ [kN]=[A_{sw}/s]*z*f_{ywd}*cotθ= 89,7
met $V_{Rd;max}$ [kN]= α_{cw}*bw*z*ν_1*f_{cd}/(cotθ+tanθ)= 1571,7

θ [gr]=hoek tussen de drukdiagonaal en de as van de ligger loodrecht op de dwarskracht met:
1≤cotθ≤2,5 θ [gr]= 26,6
NB-6.2.3 tan θ [gr]= 0,50
cot θ [gr]= 2,00

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]	Asw [mm2]
12	2	500	226,2

d [mm]= 555

z [mm]= 546

f_{ywd} [N/mm2]= rekenwaarde vloeigrens dwarskrachtwapening= f_{yk}/γ_s= 181,7

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 209

γ_s= 1,15 n.b. voor buitengewone situaties γ_σ= 1,0 NB-tabel 2.1N

α_{cw}= 1,00 NB-6.2.3

b_w [mm]= 800

art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 16,7

f_{ck} [N/mm2]= karakteristieke cilinderdruksterkte na 28 dagen= 25,0

art. 3.1.6 α_{cc}= 1,0 NB-3.1.6

art. 3.1.6 γ_c= 1,5 n.b. voor buitengewone situaties γ_c= 1,2 NB-tabel 2.1N

$\nu 1=\nu=0{,}6*[1-f_{ck}/250]$= 0,54 Indien spanning in dwarskrachtwapening < 0,8*f_{yk} mag voor $\nu 1$ zijn aangehouden: $\nu 1$= 0,6
NB-6.2.3/-6.2.2 voor $f_{ck} \leq$ 60 N/mm2