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 viaduct Heer Bokelweg

Opdrachtgever	Dudok
Documentnummer	40245-BER-01
Versie	1.0
Status	Definitief
Datum	29 januari 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).

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

VERIFICATIEFORMULIER

Versie	Datum	Documentnr.	40245-BER-01		
1.0	29-01-2021	Omschrijving	De Hofbogen – Verificatieberekening viaduct Heer Bokelweg		
			Auteurs	**Gecontroleerd**	**Vrijgave**
		Naam	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		Handtekening	[redacted]		

VERSIEBEHEER

Versie	Datum	Opmerking
1.0	29-01-2021	1e versie definitief

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

1 INLEIDING 5

2 OBJECTGEGEVENS 6

2.1 Aanleg viaduct Heer Bokelweg 1974 6

2.2 Hoofddraagconstructie 6

2.3 Relevante documenten 8

2.4 Geotechnische gegevens 8

2.5 Voorspansysteem 8

3 UITGANGSPUNTEN 9

3.1 Normen, richtlijnen en voorschriften 9

3.2 Veiligheidsniveau en ontwerplevensduur 10

3.3 Materiaaleigenschappen 10

3.4 Geotechnische parameters 11

3.5 Variabele belasting 11

3.6 Belastingcombinaties 12

3.7 Partiële factoren bestaande bouw 12

3.8 Rekenprogrammatuur 12

3.9 Overige uitgangspunten 12

4 BELASTINGEN 13

4.1 Overzicht 13

4.2 Eigen gewicht 13

4.3 Rustende belasting 13

4.4 Voorspanbelasting langsrichting 16

4.5 Voorspanbelasting dwarsrichting 16

4.6 Variabele belasting 17

4.7 Eenheidsbelasting 17

4.8 Historische (spoor)belasting 17

5 MODELVORMING 19

5.1 Omschrijving rekenmodel 19

5.2 Geotechnisch draagvermogen 21

6 CONSTRUCTIEVE ANALYSE 22

6.1 Paalfundatie 22

6.2 Beschouwing gedrag onder voorspanning 22

6.3 Spanningen dek 23
6.4 Bezwijkveiligheid dek 25
6.5 Onderbouw....26
6.6 Vergelijking met historisch belasting 26

7 CONCLUSIE 27

Bijlage 1 Ontwerpdocumenten

Bijlage 2 Berekening voorspanbelasting

Bijlage 3 Uitvoer Scia-rekenmodel

Bijlage 4 Berekening geotechnisch draagvermogen

Bijlage 5 Berekening capaciteit betondoorsnede (UGT)

1 INLEIDING

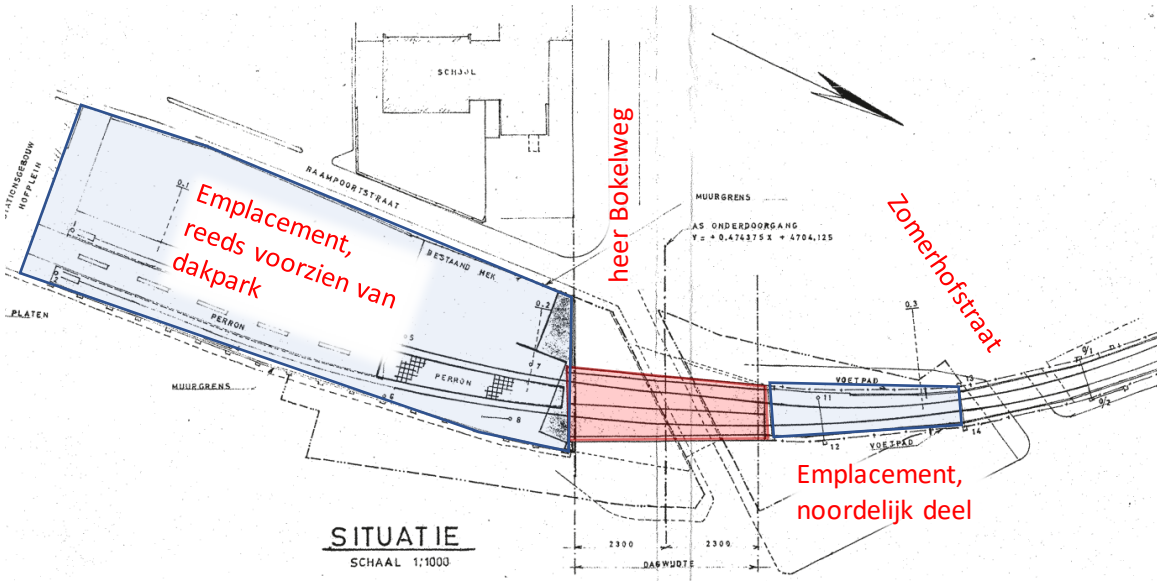
Het Hofpleinviaduct, beter bekend als de Hofbogen, is het resterende deel van de constructie van de voormalige spoorlijn tussen Rotterdam Hofplein en Scheveningen. De onder- en bovenbouw van het oorspronkelijke viaduct zijn gerealiseerd in de periode tussen 1904 en 1908; het is één van de eerste constructies 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 be-hoefte 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.

Dit document is de deelrapportage voor de constructieve herberekening van het viaduct Heer Bokelweg. Onderstaande figuur geeft de situering van het viaduct met de rode kleur aan.



Figuur 1.1: Situatie Heer Bokelweg

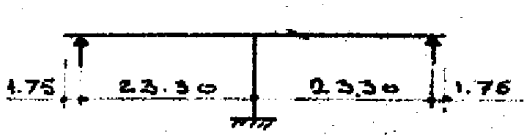
2 OBJECTGEGEVENS

2.1 Aanleg viaduct Heer Bokelweg 1974

Rond 1974 is het deel van het oorspronkelijke spoorviaduct dat de Heer Bokelweg kruist vervangen door een voorgespannen betonnen plaatviaduct. Dit kunstwerk heeft qua constructieopbouw niets gemeen met de rest van de Hofbogen en kan daardoor als een separaat kunstwerk worden beschouwd.

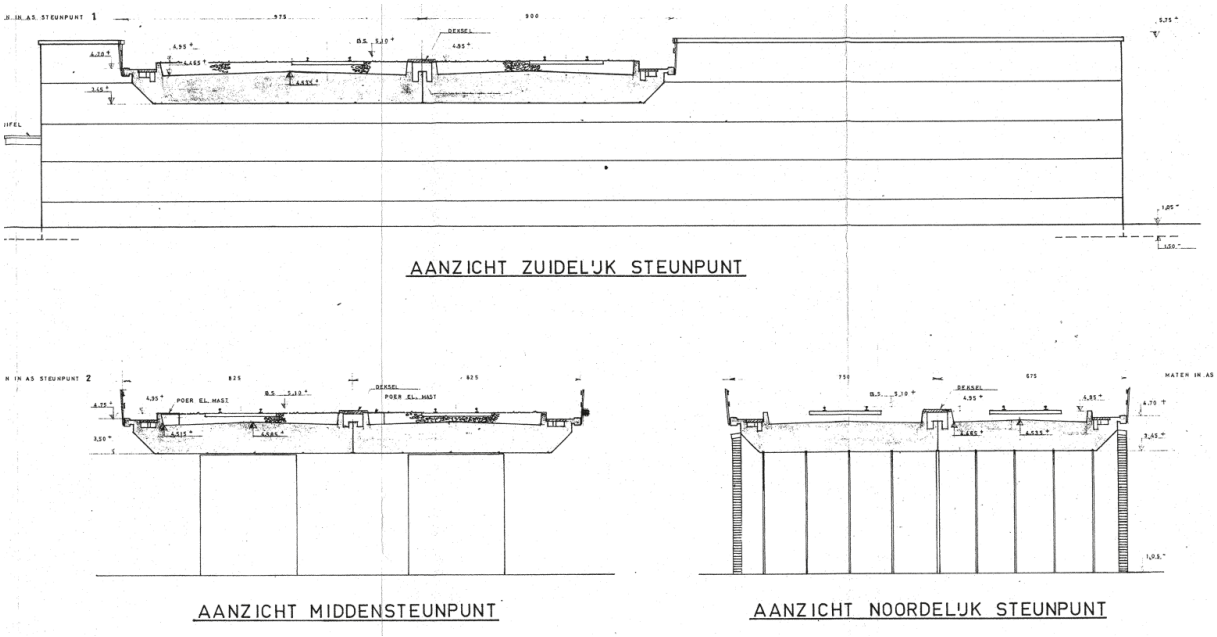
2.2 Hoofddraagconstructie

De hoofddraagconstructie bestaat uit twee, los van elkaar gestorte dekplaten. Oorspronkelijk was op ieder dekdeel één spoor gesitueerd. De dekken liggen op een gedeelde fundatie bestaande uit voorgespannen betonpalen. De dekplaten hebben dezelfde constructiehoogte maar verschillen wel in breedte. Beide platen zijn opgelegd op drie steunpunten en zijn in langs- en in dwarsrichting voorgespannen. In langsrichting is onderstaande schematisatie van toepassing.

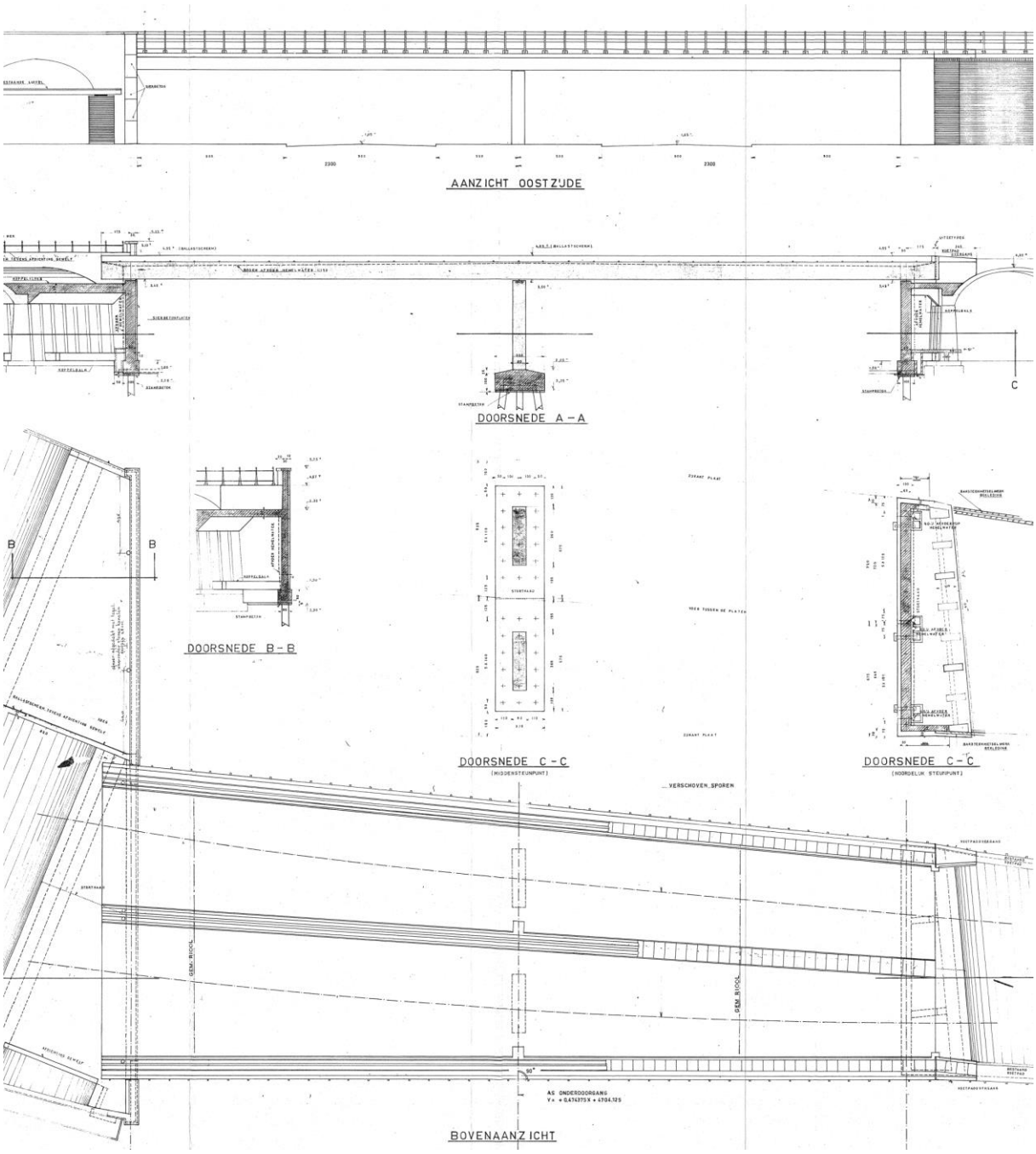


Figuur 2.1: Schema langsrichting

De steunpunten zijn gemaakt van gewapend beton. De eindsteunpunten zijn met wanden gekoppeld aan de oudere, gewelfde betonconstructie van het emplacement. Het middensteunpunt is een pijlerwand. Dit middensteunpunt neemt alle horizontale belasting op; de eindsteunpunten zijn daarom voorzien van ‘glijdende’ opleggingen. De hierna volgende figuren geven een indruk van het viaduct.



Figuur 2.2: Aanzichten op steunpunten



Figuur 2.3: Zijaanzicht, langsdoorsnede en bovenaanzicht

2.3 Relevante documenten

De beschikbare documenten zijn verstrekt door de opdrachtgever. Vanwege de aanzienlijke omvang van het archief is een opsomming van alle relevante archiefstukken opgenomen in bijlage 1. Vrijwel alle voor een herberekening relevante gegevens kunnen worden afgeleid uit de archiefgegevens.

Alleen gegevens van de oplegblokken van het middensteunpunt ontbreken. Dit middensteunpunt kreeg alle rem- en aanzetbelasting van de aanwezige sporen te verwerken. Door de toekomstige functie als dakpark komen al deze horizontale belastingen te vervallen. Het is daarom redelijkerwijs aan te nemen dat deze oplegpunten niet maatgevend zijn voor de belastbaarheid van het viaduct.

2.4 Geotechnische gegevens

Op het palenplan zijn vijf sonderingen weergegeven die zijn gebruikt voor het ontwerp van het viaduct. Deze tekening is opgenomen in de bijlage. De vijf sonderingen zullen worden gebruikt voor de herberekening.

2.5 Voorspansysteem

Uit revisiegegevens volgt dat in langsrichting het BBRV-systeem is toegepast. Dit zijn kabels met 55 stuks ø7mm strengen in sterkteklasse QP170. Dit is een bekend systeem en komt voor in tabel B4-2 van de RBK. Er geldt voor dit systeem geen verhoogd risico op waterstofverbrossing.

In dwarsrichting zijn Dywidag-staven ø32mm toegepast. Ook dit is een bekend systeem en komt voor in tabel B4-1 van de RBK. Er geldt voor dit systeem geen verhoogd risico op waterstofverbrossing.

3 UITGANGSPUNTEN

In dit hoofdstuk zijn de randvoorwaarden en uitgangspunten aangegeven die zijn aangehouden voor de herberekening.

3.1 Normen, richtlijnen en voorschriften

De volgende algemene normen zijn gebruikt:

NEN-EN 1990	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp, 2011. 1990+A1+A1/C2 en 1990+A1/C2/NB
NEN-EN 1991-1	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigengewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen, 2011. 1991-1+C1 en 1991-1+C1/NB
NEN-EN 1991-2	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen, 2015. 1991-2+C1:2015 en 1991-2+C1/NB:2019
NEN-EN 1992-1-1	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, 2011. 1992-1-1+C2 en 1992-1-1+C2/NB
NEN-EN 1992-2	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Betonnen bruggen – Regels voor ontwerp, berekening en detaillering, 2011. 1992-2+C1 en 1992-2+C1/NB
NEN-EN 1993-1-1	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen, 2016. 1993-1-1+C2/A1 en 1993-1-1+C2/NB
NEN-EN 1993-1-9	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-9: Vermoeiing, 2012. 1993-1-9+C2 en 1993-1-9:2006/NB:2011
NEN-EN 1993-2	Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 2: Stalen bruggen, 2016. 1993-2+C1 en 1993-2+C1/NB

De volgende specifieke normen voor bestaande bouw zijn gebruikt:

NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Grondslagen, 2011.
NEN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Belastingen, 2011.
NEN 8707	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren – Geotechnische constructies, 2018.

Verder is gebruikgemaakt van de richtlijnen en/of artikelen:

RBK 1.1	Richtlijnen Beoordeling Kunstwerken, document nr. RTD 1006:2013.
CROW-Aanbeveling 124	Constructieve veiligheid – bestaande bruggen en viaducten van decentrale overheden’

3.2 Veiligheidsniveau en ontwerplevensduur

Voor de te hanteren belastingfactoren wordt het veiligheidsniveau ‘gevolgklasse 2 bij verbouwen’ aangehouden uit NEN 8700 tabel A1.2(B). Dit betekent dat het viaduct voor de herberekening wordt gezien als een gebouw en niet als een brug. Voor bruggen zou tabel A2.2(B) van toepassing zijn.
Van oorsprong is het kunstwerk uiteraard wel een brug (spoorviaduct) maar na de verbouwing kan het niet meer worden bereden door (spoor)verkeer en krijgt het voornamelijk een verblijfsfunctie. Om die reden wordt het kunstwerk als gebouw gezien. Overigens zijn de partiële factoren voor gebouwen hoger dan voor bruggen; deze aanpak is daarom conservatief.

Voor de berekening wordt een referentieperiode aangehouden van dertig jaar.

3.3 Materiaaleigenschappen

Vooruitlopend op materiaalonderzoek wordt het volgende aangehouden.

Beton 1974 (Heer Bokelweg)

Conform tekening: “K400” voor dek en pijlerwand tussensteunpunt
Conform tekening: “K300” voor onderbouw

Onderstaande tabel geeft de eigenschappen van de genoemde sterkteklassen aan.

Beton	**K300 = C19/23**	**K400 = C28/35**	**[Eenheid]**
f_{ck}	19	28	N/mm^2
$f_{ck;cube}$	23	35	N/mm^2
f_{ctm}	2,1	2,8	N/mm^2
E_{cm}	30000	33000	N/mm^2

Tabel 3.1: Materiaaleigenschappen beton

Wapening 1974 (Heer Bokelweg)

Conform tekening: “FeB 40”.
Dwarsvoorspanning “Diwidag ø32 QP 105”
Langsvoorspanning “systeem BBRV 55 ø7 QP 170”

Onderstaande tabel geeft de eigenschappen van de genoemde sterkteklassen aan.

Type	**FeB40**	**[Eenheid]**
f_{yk}	400	N/mm^2
f_{yd}	348	N/mm^2
E_s	2,0 * 10^5	N/mm^2

Tabel 3.2: Materiaaleigenschappen wapening

Type	QP105 (staven)	QP170 (strengen)
f_{pk} [N/mm^2]	1030	1670
$f_{pk/ys}$ [N/mm^2]	936	1516
$f_{p0,1k}$ [N/mm^2]	785	1422
f_{pd} [N/mm^2]	713	1293
E_p [N/mm^2]	2,00 * 10^5	2,00 * 10^5

Tabel 3.3: Materiaaleigenschappen voorspanstaal RBK tabel 2.7

De werkvoorspanning is bekend vanuit de archiefgegevens.

3.4 Geotechnische parameters

Het betreft voor alle steunpunten prefab betonnen palen. De bijbehorende geotechnische parameters zijn:

- α_p = 1,00
- α_s = 0,010 (rechte schacht)
- β = 1,00
- S = 1,00
- γ_b en γ_s = 1,2 (druk)
- ξ_3 = volgens berekening
- ξ_4 = volgens berekening

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.

3.5 Variabele belasting

De voorgenomen bestemming van het voormalige spoordek wordt een openbaar toegankelijk dakpark. Hiervoor wordt een variabele belasting van 5 kN/m² aangehouden.

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

Door de aanwezigheid van de factor Ψ_0 in vergelijking 6.10a zal deze niet maatgevend zijn. Daarom is in deze rapportage alleen vergelijking 6.10b gebruikt voor het opstellen van de belastingcombinaties.

3.7 Partiële factoren bestaande bouw

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 6.10b: $\xi\gamma_{Gj,sup}$ = 1,15
- Voor de veranderlijke dakbelasting (5 kN/m²): $\xi\gamma_{Q1}$ = 1,30
- Voor voorspankrachten: γ_p = 1,00

3.8 Rekenprogrammatuur

Voor het modelleren en berekenen van de betreffende constructiedelen is gebruikgemaakt van Scia Engineer, versie 19.1.

3.9 Overige uitgangspunten

- Voor het toetsen op constructieve veiligheid is uitgegaan van een controle van de uiterste grenstoestand (ULS), het bezwijken van het te beschouwen deel.
- De invloed van de belastinggevallen temperatuur, sneeuw en wind zijn beperkt en daarom niet beschouwd.
- Bijzondere belastingen en horizontale belastingen (impact op/onder brug, aardbeving, wind horizontaal, rem-/aanzetbelasting) zijn niet beschouwd.

4 BELASTINGEN

4.1 Overzicht

Er is rekening gehouden met de volgende belastinggevallen:

BG1	Eigen gewicht
BG2	Rustende belasting
BG3	Voorspanbelasting, langsrichting
BG4	Voorspanbelasting, dwarsrichting
BG5-7	Variabele belasting 5 kN/m²
BG10-12	Eenheidsbelasting p kN/m²
BG20	Historische (spoor)belasting

Deze nummering wordt ook aangehouden in de Scia Engineer-berekening.

4.2 Eigen gewicht

Het eigen gewicht wordt berekend door Scia Engineer zelf. Om deze automatische belastingbepaling te controleren is een handberekening gemaakt van het eigen gewicht van de draagconstructie. Zie hiervoor figuur 4.1. De ingevoerde draagconstructie heeft een totale massa van 2652 ton. Dit zijn beide dekken, de landhoofden en de middenpijler samen. Het gewicht van de palen wordt niet mee-genomen.

4.3 Rustende belasting

Alleen het eigen gewicht van de draagconstructie zelf wordt automatisch door Scia Engineer bepaald. Delen die geen onderdeel zijn van de draagconstructie (zoals de wandbekleding bij de landhoofden) en delen die ter vereenvoudiging van het rekenmodel zijn weggelaten zijn als separaat belastinggeval (BG2) ingevoerd. Een overzicht van deze belastingen is gegeven in figuur 4.2.

Onder dit belastinggeval valt:

- De wandbekleding van de landhoofden
- De (voorheen) ballastkerende wanden op het dek
- De afdekplaten van de kabelgoten
- De leuningen langs de randen van de dekken
- Het afschot in het dek (50 mm in midden dek)

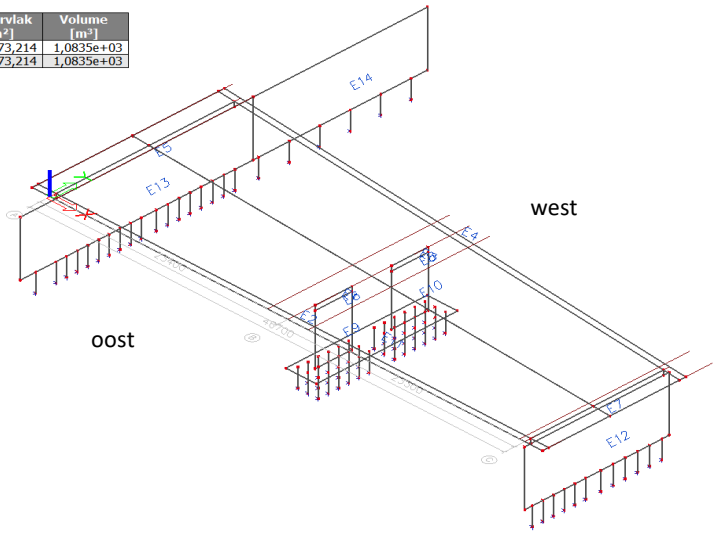
Eigen gewicht
Bepaald door Scia zelf = BG1
Overige delen die geen onderdeel zijn van draagconstructie = BG2
alles in m en kN tenzij anders aangegeven

BG1 **EG in Scia**

Scia element		B	H	L	G	n	Q [kN]	opm
E1	K400	7,65	1,00	50,20	25,00		9597	oostelijke plaat
E2	K400	0,60	0,60	50,20	25,00		452	oostelijke plaatrand
E3	K400	7,65	1,00	50,20	25,00		9596	westelijke plaat
E4	K400	0,60	0,60	50,20	25,00		452	westelijke plaatrand
E5	dummy				0,00		0	tpv steunpunten
E6	dummy				0,00		0	tpv steunpunten
E7	dummy				0,00		0	tpv steunpunten
E8	dummy				0,00		0	tpv steunpunten
E9	K300	3,60	5,55	0,80	25,00		400	pijlerwand middensteunpu
E10	K300	3,60	5,55	0,80	25,00		400	pijlerwand middensteunpu
E11	K300	3,00	13,90	1,20	25,00		1251	fundatiesloof mid.st.punt
E12	K300	14,25	6,00	0,60	25,00		1283	wand noordzijde
E13	K300	22,90	6,00	0,60	25,00		2061	wand zuidzijde
E14	K300	17,15	6,00	0,40	25,00		1029	wand zuid, emplacement
							26519	
					vergelijk		26519,64	akkoord

Materiaallijst
Selectie: Alle

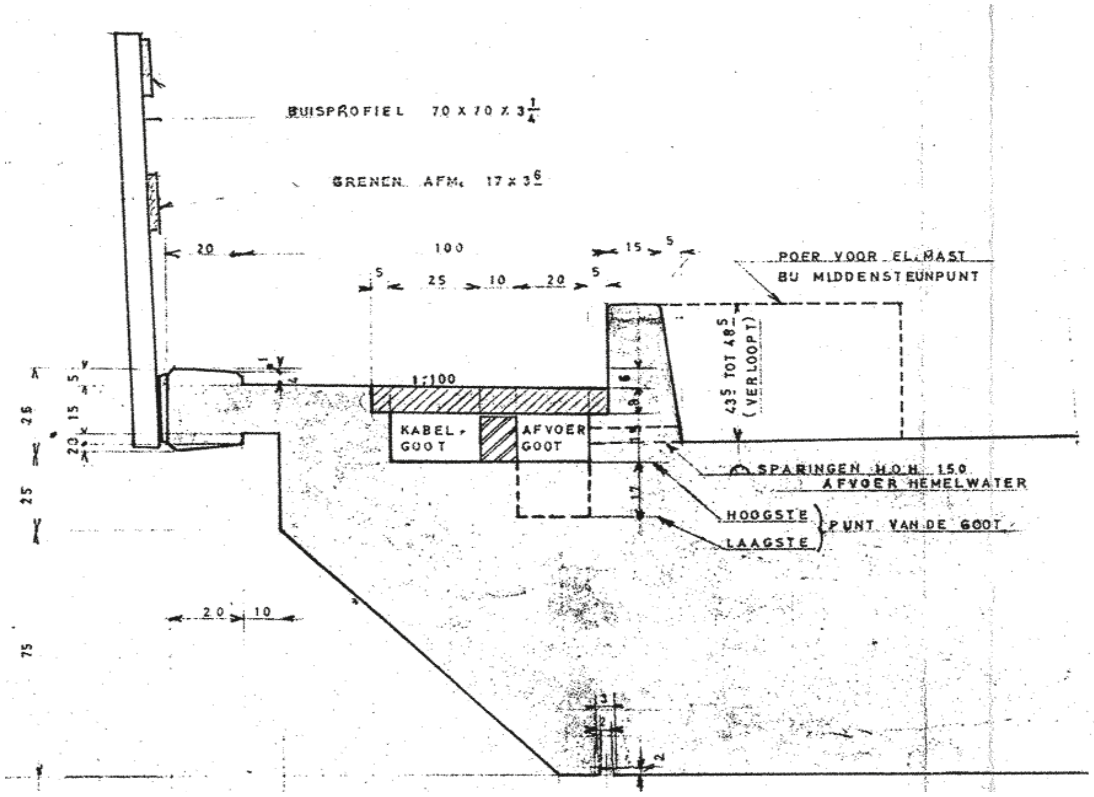
Materiaal	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
Beton	2651964,3	1473,214	1,0835e+03
Totaal	2651964,3	1473,214	1,0835e+03



Figuur 4.1: Overzicht en controle eigen gewicht (BG1)

BG2 Overig deel permanent geen onderdeel draagconstructie

	B	H	L	G	n	q [kN/m]	opm
bekleding lndhfd Z	0,10	5,00		25,00		12,50	sierbetonplaten
bekleding lndhfd N	0,10	5,00		25,00		12,50	sierbetonplaten
wand (ballast)	0,20	0,50		25,00		2,50	keerwandjes
afdekplaten kabelgoten		0,10		25,00		2,50	kN/m² stroken
leuning						0,50	langs rand dek
afschot dek		0,05		25,00		1,25	kN/m² midden dek



Figuur 4.2: Overzicht rustende belasting (BG2)

4.4 Voorspanbelasting langsrichting

Sinds de introductie van de VBC ’95 wordt voor het bepalen van de belasting ten gevolge van voorspanning de evenwichtsbelastingmethode (EBM) dwingend voorgeschreven. De rekenwijze die gebruik maakt van parasitaire momenten (UMM) is daarmee in onbruik geraakt. Het ontwerp van het viaduct Heer Bokelweg stamt uit de tijd dat UMM nog wel werd toegepast. Deze methode past al ruim 20 jaar niet meer in de huidige ontwerppraktijk en om die reden is besloten de verificatieberekening uit te voeren met de evenwichtsbelastingmethode.

Bij EBM worden de krommingsdrukken als gevolg van de voorspankabels als externe belasting ingevoerd in het rekenmodel. De holle kromming van de voorspankabels resulteert in een omhoog gerichte, gelijkmatig verdeelde belasting in het veld. Ter plaatse van de verankering en bij het middensteunpunt hebben de kabels een bolle kromming en ontstaat een neerwaarts gerichte belasting.

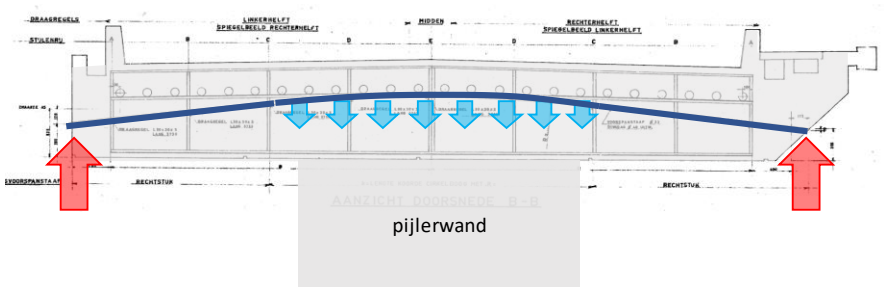
Voor het bepalen van de spanning in de voorspankabels is gebruikgemaakt van de revisiegegevens die zijn toegevoegd aan de oorspronkelijke berekening. Hieruit is af te leiden dat de gemiddelde werkvoorspanning (gemiddeld over de lengte van de kabel) 830 MPa was. Dit ligt in lijn met de maximaal toelaatbare blijvende voorspanning afgeleid uit de RBK: 1933 kN / 2120 mm² per kabel = 910 MPa. Daarnaast is voor het bepalen van de voorspanbelasting in langsrichting aangehouden:

- Per dek 24 kabels toegepast.
- Een kabel is 55 strengen ø7 QP 170.
- Het verloop van de kabels is afgeleid van de tekeningen van de supports. Dit zijn tekeningen (1)_Supporten westelijk viaduct en ligging VSP en (5)_Supporten oostelijk viaduct.
- Het verschil tussen de ligging van het hart van de kabels en het hart van de mantelbuizen is verwaarloosd.
- De berekening van de werkvoorspanning, dus inclusief effect verliezen door wrijving, krimp/kruip en relaxatie, zijn overgenomen van de revisie van het oorspronkelijke ontwerp. Dit zijn blad 4b en 4c. Deze bladen zijn opgenomen in bijlage 1.

Voor het omzetten van kabelkracht naar krommingsdrukken en vervolgens naar lijn- en vlaklasten in Scia wordt verwezen naar bijlage 2. Alleen de verticale voorspanbelasting is ingevoerd in het rekenmodel. De horizontale belasting door voorspanning en de betondrukspanning die dat tot gevolg heeft worden in een later stadium berekend bij de toetsing van het dek.

4.5 Voorspanbelasting dwarsrichting

Naast de langsvoorspanning is ook voorspanning in dwarsrichting toegepast. Dit is alleen toegepast in het invloedsgebied van de middenpijler. Door het eigen gewicht van het dek zal het dek in dwarsrichting willen doorbuigen. Door het toepassen van dwarsvoorspanning wordt dit effect tegengegaan; figuur 4.3 geeft dit principe weer. De rode pijlen zijn de verticale component van de verankering van de voorspanstaven.



Figuur 4.3: Principe dwarsvoorspanning

Voor het bepalen van de voorspanbelasting in dwarsrichting is aangehouden:

- Gebogen Dywidag staven ø32mm QP 105
- Toegepast zijn 30 staven per dek. De hoogte en de kromming verschillen per staaf. De geometrie van de voorspanstaven is weergegeven op tekening:
  (4)_Dwarsvoorspanning westelijke plaat en
  (25)_Dwarsvsp oostelijke plaat
- De berekening van de werkvoorspanning, dus inclusief effectverliezen, zijn overgenomen van de revisie van het oorspronkelijke ontwerp. Dit zijn blad 56 en 57. Deze bladen zijn opgenomen in bijlage 1.

Voor het omzetten van staafkracht naar krommingsdrukken en vervolgens naar lijn- en vlaklasten in Scia wordt verwezen naar bijlage 2.

4.6 Variabele belasting

Conform de uitgangspuntennota wordt een variabele belasting van 5 kN/m² aangehouden over het gehele dek. Deze belasting kan per overspanning optreden.

4.7 Eenheidsbelasting

Het doel van de berekening is het vinden van de belasting die het viaduct kan dragen. Hierbij is uitgegaan van een situatie dat het al dan niet aanwezige resterende deel van het oude ballastbed volledig wordt verwijderd. Omdat deze belasting bij aanvang niet bekend is, wordt gerekend met een eenheidslast van 10 kN/m². De uitgevoerde berekening is een lineaire berekening. De eenheidslast kan daarom eenvoudig achteraf ‘met de hand’ worden vergroot om tot de grenswaarde te komen.

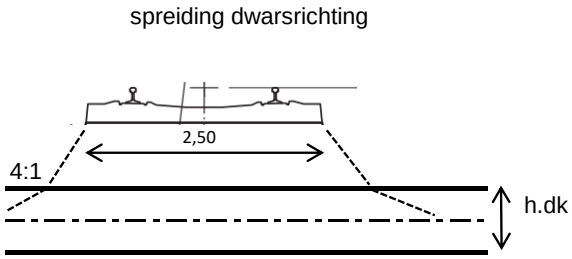
In de praktijk zal deze belasting bestaan uit het gewicht van grond, substraat en overige materialen die verband hebben met de aanleg van het dakpark. Om die reden wordt aangenomen dat deze belasting een permanent karakter heeft. De belasting wordt daarom verondersteld om tegelijkertijd aanwezig te zijn op beide dekken. Bij de aanleg van het dakpark moet worden voorkomen dat één overspanning volledig wordt belast en de andere overspanning geheel niet.

4.8 Historische (spoor)belasting

Voor een vergelijking met de tot op heden aanwezige belasting wordt als indicatie ook de voorheen aanwezige spoorbelasting beschouwd. In de uitgangspuntennota zijn de spoorbelastingen genoemd waarmee in het ontwerp van 1904 rekening is gehouden. Deze stoomloc’s hebben uiteraard nooit het viaduct Heer Bokelweg uit 1970 belast. De uitgangspuntennota is op dit punt daarom niet gevolgd. Er wordt uitgegaan van 0,5 m ballastbed in combinatie met een lijnlast (per spoor) van 80 kN/m, afgeleid van belastingmodel voor spoorwegbruggen LM 71. Deze belasting heeft primair tot doel om de

berekende paalbelastingen te vergelijken met de historische paalbelasting en daarmee een uitspraak te kunnen doen over het te verwachten zakkingsgedrag van de palen. Om die reden is gerekend zonder dynamische factor (dat is alleen nodig voor de bovenbouw van een viaduct). Voor de spreiding van de lijnlast is aangehouden (zie figuur 4.4):

- Lengte dwarsliggers 2,5 m
- Spreiding in het ballastbed 4:1
- Spreiding tot hartlijn dek 1:1



Figuur 4.4: Spreiding spoorbelasting

De totale spreidingsbreedte is dan 2,5 + 0,5/4 *2 + 1,0/2*2 = 3,75 m.
Dit geeft een vlaklast van 80 / 3,75 = 21,3 kN/m² over 3,75 m.

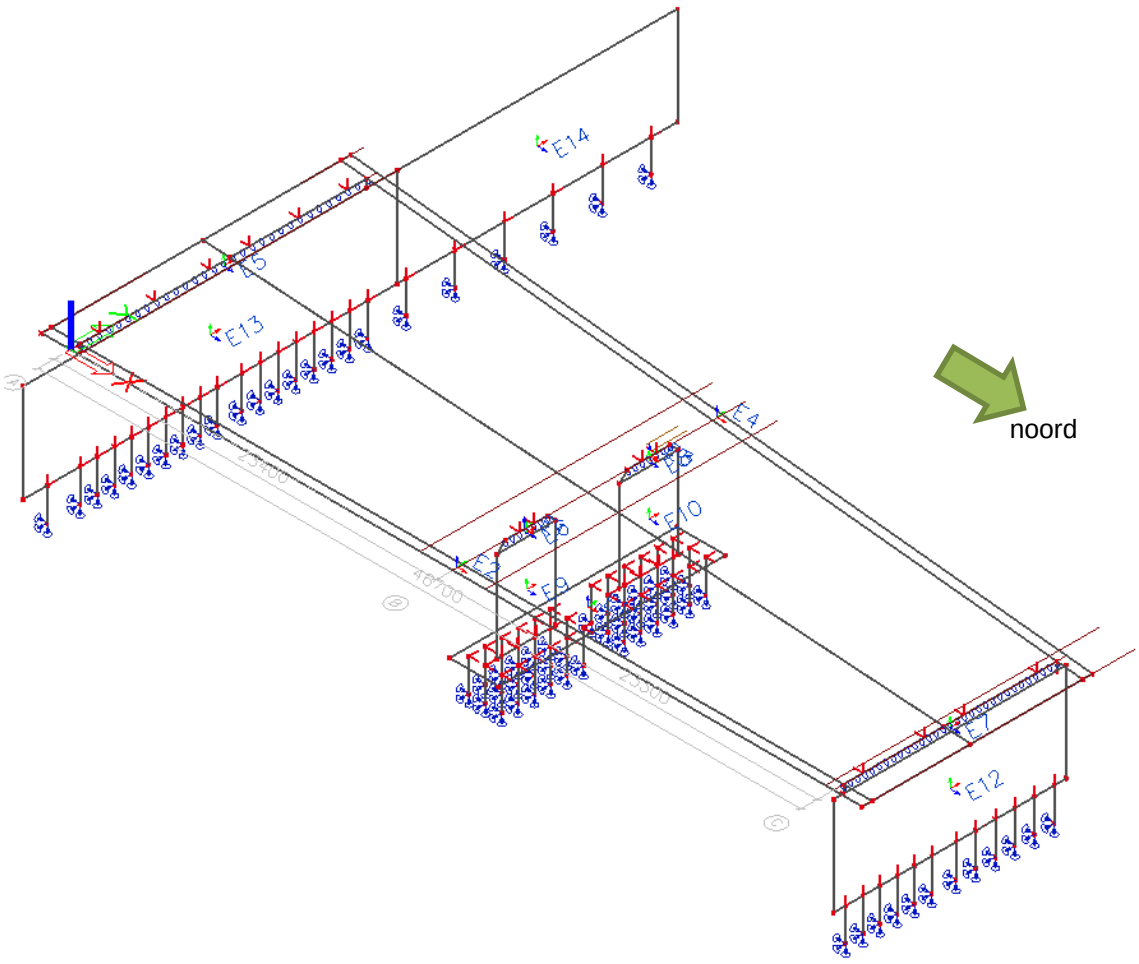
Voor het ballastbed wordt aangehouden 0,5 * 22 kN/m³ = 11 kN/m² over het deel tussen de ballast-kerende wanden van 0,5 m hoog.

5 MODELVORMING

De werkelijke geometrie, zie paragraaf 2.2, is omgezet naar een representatieve schematisering die gebruikt is bij de herberekening. De berekeningsuitvoer is opgenomen in bijlage 3.

5.1 Omschrijving rekenmodel

Voor alle constructieve beschouwingen wordt één rekenmodel gebruikt waarin zowel de boven- als de onderbouw is geschematiseerd. Dit rekenmodel is weergegeven in figuur 5.1. Het rekenmodel is alleen bedoeld voor verticale belasting. Daar het viaduct niet meer door treinverkeer wordt bereden, zijn rem- en aanzetkrachten komen te vervallen. Hierdoor speelt horizontale belasting geen rol van betekenis meer bij het bepalen van de belastbaarheid van het viaduct.



Figuur 5.1: Isometrisch beeld rekenmodel

Het volledige rekenmodel bestaat uit 2D-elementen (platen en schijven, aangeduid met E-nummers). De ‘staven’ onder de schijven zijn uiteraard de palen. Deze zijn voorgesteld als korte staafelementen, maar dit is alleen een hulpmiddel bij het invoeren van het rekenmodel. De staven zijn gewichtloos en zijn zo kort dat ze geen effect hebben op de krachtswerking: de verende steunpunten hadden ook direct op de platen kunnen aangrijpen zonder dat dit een gevolg zou hebben op de resultaten.
In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van het rekenmodel samengevat.

Onderdeel	Toelichting
Dek (E1+E3) en dekrand (E2+E4)	• Ingevoerd als isotrope plaat 1000 mm dik • E = 30 000 N/mm² als voor ongescheurd (voorgespannen) beton • Overspanning 23,4/23,3 m • Scharnierend opgelegd, verbinding met onderbouw via ‘dummy’ elementen (gewichtloos) • Netgrootte 1000 mm (als dikte dek) • De dekranden zijn voorgesteld als isotrope plaat 600 mm dik. Scheiding tussen plaat 1000 mm dik en 600 mm dik ter plaatse van ballastkerende wanden op dek • Verlopende breedte dekken (inclusief randelementen) oostelijk dek 9,86 tot 6,64 m westelijk dek 9,05 tot 7,44 m
Wanden landhoofden (E12+E13+E14)	• Ingevoerd als isotrope plaat 600 mm dik (E12+E13) • Ingevoerd als isotrope plaat 400 mm dik (E14) • E = 30 000 N/mm², voornamelijk axiaal belast op normaal-kracht. Dit is voor buiging een overschatting, maar voor belast-baarheid van het dek is dat niet relevant • Netgrootte als dek
Wanden middenpijler (E9+E10)	• Ingevoerd als isotrope plaat 800 mm dik (E9+E10) • E = 30 000 N/mm², voornamelijk axiaal belast op normaal-kracht. Dit is voor buiging een overschatting, maar voor belast-baarheid van het dek is dat niet relevant • Netgrootte als dek
Paalsloof middenpijler (E11)	• Ingevoerd als isotrope plaat 1200 mm dik • E = 30 000 N/mm², gedrongen constructie ongescheurd veron-dersteld • Netgrootte als dek
Fundatie	• Alle palen geschematiseerd als verende opleggingen 100 MN/m verticaal • 24 palen zuidelijk landhoofd • 36 palen middenpijler • 12 palen noordelijk landhoofd • Gemiddelde zakking als gevolg van eigen gewicht 3 à 4 mm

Tabel 5.1: Overzicht invoer rekenmodel

De maatvoering van het rekenmodel is grotendeels gebaseerd op de overzichtstekening van het viaduct: tekening “(41)_viaduct Heer Bokelweg” (opgenomen in bijlage 1).

Hoewel door de schaal niet zichtbaar op de afbeeldingen, is er tussen beide dekdelen een voeg aan-wezig. De dekken zijn onderling niet verbonden, maar delen wel een gezamenlijke onderbouw.

5.2 Geotechnisch draagvermogen

Voor het bepalen van het geotechnische draagvermogen is uitgegaan van de sondeergrafieken die zijn weergegeven op het palenplan. Zie hiervoor tekening “(40)_Sonderingen viaduct Heer Bokelweg” opgenomen in bijlage 1. Dit palenplan geeft ook het paalpuntniveau. Voor alle steunpunten geldt een paalpuntniveau van NAP -21 m. Een kleine variatie in paalpuntniveau (+ of -0,25 m) geeft weinig spreiding in het draagvermogen, behalve bij sondering 3. Hier is net boven het paalpuntniveau een teruggang in conusweerstand te zien ter hoogte van NAP -20 tot -21 m. Aangezien dit tijdens de bouw al is onderkend, is het aannemelijk dat bij het aanbrengen de palen tot minimaal NAP -21 m zijn aangebracht. Om die reden is een gevoeligheidsanalyse van fluctuaties in paalpuntniveau achterwege gelaten.

De palen zijn betonnen prefab palen met een schachtdoorsnede van NAP 0,38 x 0.38 m. In afwijking van de overige, veel oudere delen van de Hofbogen zijn hier geen houten palen toegepast. Het berekende netto draagvermogen is 925 kN per paal. Hierbij is rekening gehouden met circa 200 kN negatieve kleef. De berekening is opgenomen in bijlage 4.

Een voorwaarde hierbij is het toepassen van de ‘oude’ paalklassefactor α_p =1,0. Volgens NEN 8707 is dit toelaatbaar mits de karakteristieke waarde van de belasting op de paalfundering niet meer dan 15% bedraagt. Bij de toetsing van de palen moet worden gecontroleerd of aan deze voorwaarde wordt voldaan. Door het meenemen van de historische belasting (BG20) in het rekenmodel is dit mogelijk gemaakt.

6 CONSTRUCTIEVE ANALYSE

6.1 Paalfundatie

Voor de bepaling van de maximale belasting op het dek in relatie tot de paalfundatie is gebruikgemaakt van het rekenmodel zoals omschreven in het vorige hoofdstuk. De resultaten zijn opgenomen in bijlage 3, hoofdstuk 4. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de maximale paalreactie. Deze treedt op bij de palen onder het middensteunpunt; de palen onder de landhoofden krijgen duidelijk minder belasting.

De berekeningen zijn opgezet met een eenheidsbelasting 'Q' groot 10 kN/m² op het gehele dek.

Belastingcombinatie	Maatgevende paalreactie	Bron
BGT met Q=10 kN/m²	729 kN in knoop 88	bijlage 3, par. 4.3
BGT zonder Q=10 kN/m²	592 kN in knoop 88	bijlage 3, par. 4.4
BGT historisch (BG20)	794 kN in knoop 88	bijlage 3, par. 4.5
UGT verbouw met Q=10 kN/m²	831 kN in knoop 88	bijlage 3, par. 4.6

Tabel 6.1: Overzicht maatgevende paalreacties

Uit bovenstaande tabel is af te leiden dat voor iedere 10 kN/m² de paalreactie (729-592=) 137 kN toeneemt. Het paaldraagvermogen is 925 kN volgens paragraaf 5.2 in deze rapportage.

De UGT paalbelasting met Q=10 kN/m² is 831 kN, de restmarge is: 925 – 831 = 94 kN.

De toelaatbare belasting is dan: 10 + 10* (94/137) / 1,15 = 16,0 kN/m².

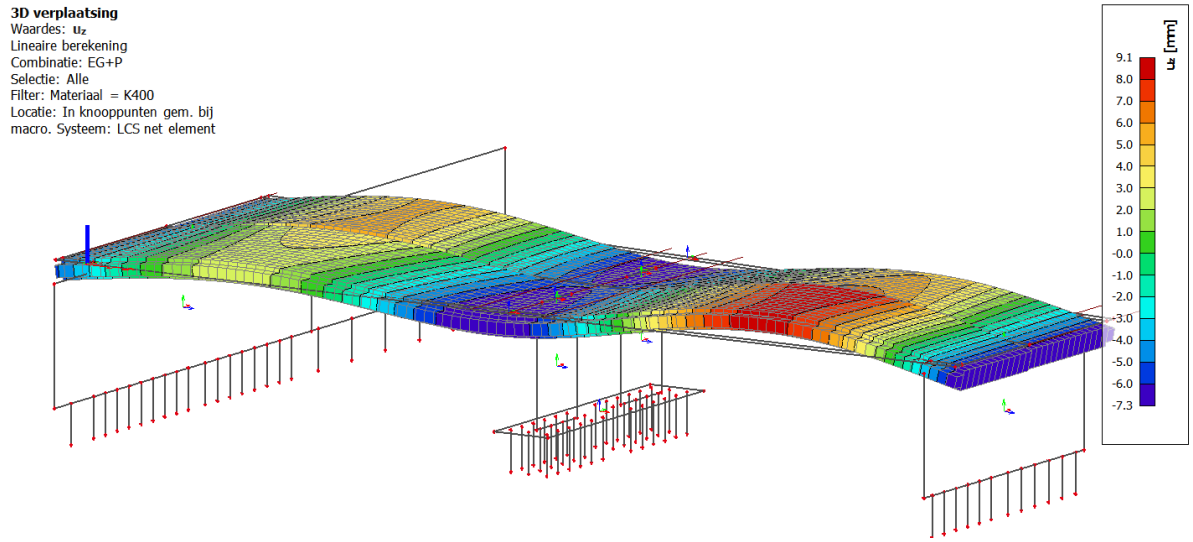
De BGT paalbelasting met Q=16 kN/m² is 729 + 137*0,6 = 811 kN.
De karakteristieke waarde neemt 811/794 = 1,02 → 2% toe.
Er is voldaan aan de beperking van 15% toename voor het rekenen met α_p =1,0.

Conclusie: de maximale belasting op het dek is 16 kN/m²
Deze waarde is exclusief een variabele belasting van 5 kN/m² (totale toelaatbare belasting 21 kN/m²).

6.2 Beschouwing gedrag onder voorspanning

Door voorspanning wordt het eigen gewicht gecompenseerd en doorgaans ook een deel van de permanente en veranderlijke belasting. Wanneer het brugdek onbelast is, zal het daarom een vervorming ondergaan waarbij in het veldmidden het brugdek omhoog beweegt. Dit opbollen zorgt ook voor een blijvende zeeg, zodat het brugdek optisch niet doorhangt. De richtwaarde voor een blijvende zeeg is 1/1000ste van de overspanning (ROBK); 23 mm bij dit viaduct.

De kruipcoëfficiënt is geschat op 1,50. De doorbuiging (eigenlijk opbolling) neemt daarmee in de tijd toe met circa een factor 2 ten opzichte van de direct optredende vervorming. Figuur 6.1 geeft de direct optredende vervorming van het dek aan ten gevolge van eigen gewicht, permanente belasting en langs- en dwarsvoorspanning.



Figuur 6.1: Vervorming dek ten gevolge van EG+PERM+VSP

De maximale opbolling is 7,3 + 9,1 = 16,4 mm bij het noordoostelijke dek.
De minimale opbolling is 7,3 + 3,0 = 10,3 mm bij het zuidoostelijke dek.

Zoals aangeven, neemt de vervorming toe door kruip met globaal een factor 2. De daadwerkelijk optredende opbolling zal daardoor tussen 20 en 30 mm liggen. Dit ligt in lijn met de richtwaarde van 1/1000ste van de overspanning. Hiermee is bevestigd dat de ingevoerde voorspanning een realistische belasting is.

Wat opvalt is dat het oostelijke dek minder goed in balans is dan het westelijke dek. Dit komt doordat voor beide dekken een constant aantal van 24 kabels is toegepast. Omdat het oostelijke dek meer in breedte verloopt, betekent dit dat de mate van voorspanning over de lengte van het dek een groter verloop heeft dan bij het westelijke dek. De onbalans bij het oostelijke dek is daarmee verklaarbaar.

In bijlage 3, hoofdstuk 5 is de vervorming per belastinggeval ter informatie gegeven.

6.3 Spanningen dek

Om scheuren in het dek te voorkomen is het van belang dat er in de BGT geen trekspanningen optreden in het dek. In het verleden was dit ook het uitgangspunt bij volledig voorgespannen beton. Er werd, naast de voorspanwapening, om die reden ook maar heel weinig overige (scheurwijdtebeperkende) wapening toegepast.

Bij het bepalen van de belastbaarheid van het dek is het daarom van belang om na te gaan wat de optredende spanningen zijn. De spanningen ten gevolge van alle verticale belastingen zijn afgeleid in bijlage 3, hoofdstuk 6. Ten gevolge van de horizontale component van voorspanning treedt over de volledige hoogte van het dek ook een constante drukspanning op. Omdat de breedte van de dekken variabel is, varieert ook deze drukspanning. De blijvende drukspanning, afgeleid uit de werkvoorspanning, is berekend in bijlage 2 en samengevat in tabel 6.2.

De gebruikelijke notatie voor spanningen in beton is negatief voor drukspanning en positief voor trekspanning.

positie	breedte [m]	F.pw.tot [kN]	h [m]	σ.b [N/mm²]
dek west, veld zuid	8,05	-42312	1,00	-5,26
dek west, steunpunt	7,65	-42312	1,00	-5,53
dek west, veld noord	7,25	-42312	1,00	-5,84
dek oost, veld zuid	8,445	-42312	1,00	-5,01
dek oost, steunpunt	7,645	-42312	1,00	-5,53
dek oost, veld noord	6,85	-42312	1,00	-6,18

Tabel 6.2: Horizontale (beton)drukspanning ten gevolge van werkvoorspanning

Uit de berekening in bijlage 3 volgt dat de spanning aan de bovenzijde van het dek, ter plaatse van de middensteunpunten, maatgevend is. De gemiddelde trekspanning is hier maximaal 2,8 N/mm² voor de BGT-combinatie inclusief een eenheidsbelasting van Q=10 kN/m². Het aandeel van alleen het belastinggeval Q=10 kN/m² (BG10) is 4,4 N/mm². Zonder BG10 heerst er dus een drukspanning van 2,8-4,4 = -1,6 N/mm². Alles exclusief de drukspanning van -5,53 N/mm² als gevolg van de horizontale component van voorspanning.

De bepaling van de belastbaarheid verloopt dan als volgt:

- Maximale trekspanning BGT incl. Q 2,80
- Drukspanning horizontale voorspanning -5,53
- Restmarge zodat betonspanning = 0 2,73

0 N/mm²

Voor iedere 10 kN/m² neemt de spanning 4,4 N/mm² toe.

De belastbaarheid is 10 + 2,73/4,40 * 10 = 16,2 kN/m²

Wanneer alleen de zuidzijde wordt belast met 5 kN/m² veranderlijke belasting, zal de noordelijke overspanning opbollen. De trekspanning aan de bovenzijde van het dek moet hier worden gecontroleerd. De trekspanning is hier maximaal 3,0 N/mm² voor de BGT-combinatie inclusief een eenheidsbelasting van Q=10 kN/m². Het aandeel van alleen het belastinggeval Q=10 kN/m² (BG10) is -2,3 N/mm². BG10 heeft hier dus een gunstig effect. Gecontroleerd moet worden of er geen trekspanning optreedt bij weglaten van BG10.

- Maximale trekspanning BGT incl. Q 3,00
- Maximale trekspanning BGT excl. Q 5,30 (3,0 - -2,3)
- Drukspanning horizontale voorspanning -5,53
- Restmarge zodat betonspanning = 0 -0,23

Er resteert een drukspanning van 0,23 N/mm², het dek voldoet. Deze toets heeft geen invloed op de belastbaarheid.

6.4 Bezwijkveiligheid dek

In de vorige paragraaf is bepaald bij welke belasting het dek in BGT ongescheurd blijft en daardoor duurzaam kan blijven functioneren. In deze paragraaf wordt getoetst of bij die belasting (Q=16 kN/m²) voldoende bezwijkveiligheid aanwezig is in het dek. In Scia zijn daarvoor UGT belastingcombinaties aangemaakt met een belastingfactor van 1,84 (=1,15 * 16/10) voor BG10.

De optredende krachtwerking is weergegeven in bijlage 3, hoofdstuk 7. Een samenvatting hiervan is opgenomen in de tweede en derde kolom van tabel 6.3.

De capaciteit is bepaald met diverse rekenbladen. Deze rekenbladen zijn opgenomen in bijlage 5. Een samenvatting hiervan is opgenomen in de vierde en vijfde kolom van tabel 6.3.

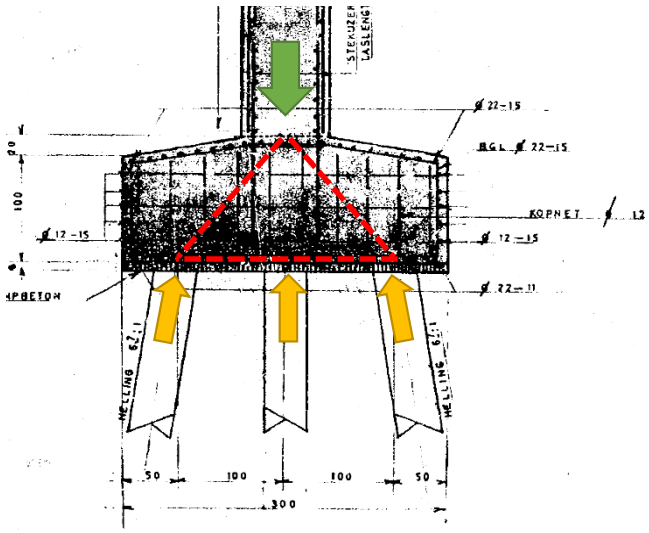
	optredend UGT in kN(m)/m	bron	capaciteit in kN(m)/m	bron	unity check
MxD- trek onderzijde langsrichting in veld	858	bijlage 3, par 7.1	2180	bijlage 5b	**0,39**
MxD+ trek bovenzijde langsrichting boven steunpunt	1653	bijlage 3, par 7.2	3575	bijlage 5c	**0,46**
MxD+ trek bovenzijde langsrichting in veld (onbalans)	112	bijlage 3, par 7.3	180	bijlage 5d	**0,62**
Vx afschuiving bij middensteunpunt gespreid over 4d	1125	bijlage 3, par 7.5	1235	bijlage 5d, par 1.3.1	**0,91**
MyD- trek onderzijde dwarsrichting met dwarsvoorspanning	305	bijlage 3, par 7.6	2696	bijlage 5f	**0,11**
MyD+ trek bovenzijde dwarsrichting boven steunpunt met dwarsvoorspanning	833	bijlage 3, par 7.9	1813	bijlage 5g	**0,46**
MyD- trek onderzijde dwarsrichting ZONDER voorspanning	141	bijlage 3, par 7.6, zuid-west zijde	424	bijlage 5e	**0,33**

Tabel 6.3: Samenvatting toetsing UGT

De bezwijkveiligheid bij Q = 16 kN/m² voldoet; de maximale unitycheck is 0,91 < 1.

6.5 Onderbouw

De onderbouw bestaat uit wandvormige elementen. Deze zijn met name gevoelig voor horizontale belastingen. Deze belastingen blijven door het gebruik als dakpark gelijk en de betonconstructie van de onderbouw hoeft daardoor niet getoetst te worden. De uitzondering hierop is de fundatiesloof van de middenpijler. De spanning in de onderwapening neemt wel toe wanneer het dek wordt belast. Onderstaande figuur geeft de schematisering en een eenvoudige handberekening. De belasting op de pijlerwand is afgeleid uit de UGT-combinatie met Q=16 kN/m², zie bijlage 3, hoofdstuk 8.



per paal (geel) hoh 1,0m	910	kN (a)
aftrek eg sloof	25	kN (b)
horizontaal in trekband	885	kN (a-b)
spreiden over breedte per paal	1,00	m
horizontaal per meter	885	kN/m
wapening r22-150 As =	2533	mm²/m
spanning	349	N/mm²
toelaatbaar FeB40	348	N/mm²
UC	1,00	

Figuur 6.2: Schema en berekening fundatiesloof.

Met een eenvoudige handberekening is de spanning in de wapening aan de onderzijde van de fundatiesloof bepaald. Hieruit volgt dat de fundatiesloof nog (net) voldoet bij de eerder bepaalde belasting op het dek.

6.6 Vergelijking met historisch belasting

Om de berekende belastbaarheid te vergelijken met een voormalige (spoor)belasting is voor de BGT een vergelijking gemaakt. Hierbij worden de trekspanningen in het dek vergeleken met de waarden van paragraaf 6.3 in deze rapportage. Een vergelijking met paalbelasting is al gemaakt in paragraaf 6.1 (2% toename). De optredende spanningen ten gevolge van de voormalige (spoor)belasting zijn opgenomen in bijlage 3, hoofdstuk 9.

- Maximale trekspanning BGT “historie” 5,50
- Drukspanning horizontale voorspanning -5,53

-0,03 N/mm²

De belastbaarheid van 16 kN/m² is zo gekozen dat de spanning boven het steunpunt circa 0 N/mm² is. Dit komt overeen met de spanning ten gevolge van de voormalige (spoor)belasting.

7 CONCLUSIE

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 overspanningslengtes.

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. Hiervoor dient te worden vastgesteld wat de maximaal toegestane dakbelasting is.

Dit document is de deelrapportage voor de constructieve herberekening van het viaduct Heer Bokelweg. Rond 1974 is het deel van het oorspronkelijke spoorviaduct dat de Heer Bokelweg kruist vervangen door een voorgespannen betonnen plaatviaduct. Dit kunstwerk heeft qua constructieopbouw niets gemeen met de rest van de Hofbogen en moet als een separaat kunstwerk worden beschouwd.

De hoofddraagconstructie bestaat uit twee, los van elkaar, in het werk gestorte dekplaten. Oorspronkelijk was op ieder dekdeel één spoor gesitueerd. De dekken liggen op een gedeelde fundatie bestaande uit voorgespannen betonpalen. De dekplaten hebben dezelfde constructiehoogte maar verschillen wel in breedte. Beide platen zijn opgelegd op drie steunpunten en zijn in langs- en in dwarsrichting voorgespannen. De steunpunten zijn gemaakt van gewapend beton.

Uit de constructieve herberekening volgt dat het dek met maximaal 16 kN/m² belast mag worden. Dit geldt voor de belasting op de bovenzijde van het beton van beide dekken en over de gehele breedte. Om enige marge te houden wordt geadviseerd om een afgeronde waarde van 15 kN/m² aan te houden. Dit betreft het gewicht van grond, substraat en overige materialen die verband hebben met de aanleg van het dakpark. Bovenop deze belasting is rekening gehouden met een variabele belasting van 5 kN/m².

Bij het aanbrengen van grond, substraat of overige materialen moet voorkomen worden dat één overspanning volledig wordt belast en de andere overspanning geheel niet. Het verschil tussen beide overspanningen mag niet groter zijn dan 5 kN/m². In de praktijk zal dit betekenen dat het materiaal van het dakpark laagsgewijs aangebracht moet worden.

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

Bijlage 1 Ontwerpdocumenten

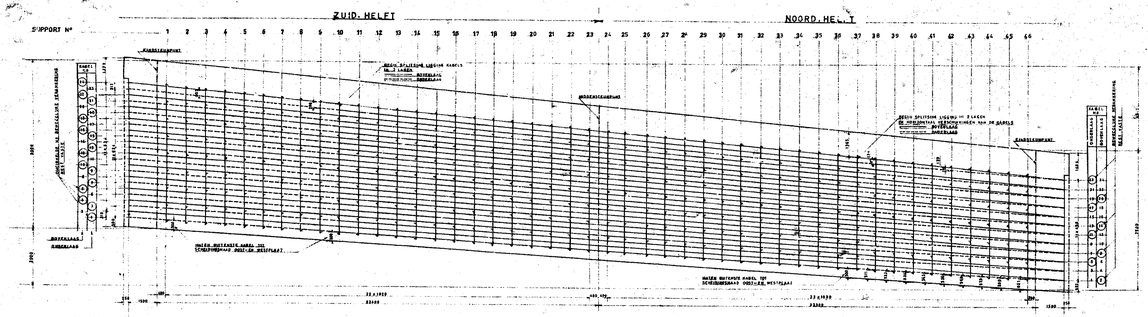
Tekeningen:

→ **(1)_Supporten Westelijk viaduct en ligging VSP**
(2)_Wapening middensteunpunt
(3)_Betonwerk
→ **(4)_Dwarsvoorspanning westelijke plaat**
→ **(5)_Supporten oostelijk viaduct**
(6)_Trapopgang en aansluitingen perron
(7)_Wapening koppelbalken
(8)_Betonwerk
→ **(9)_Wapening westelijke plaat**
(10)_Verankering langsvoorspanning
(11)_Wapening noordelijk landhoofd
→ **(12)_Wapening Oostelijke plaat**
(13)_Lengte dwarsvoorspanstaven Dywidag D32
(14)_Stelhoogte bekisting W- & O-plaat
(15)_Stelhoogte bekisting W & O-plaat
(16)_Herstelling viaduct_Bordesplaten
(17)_Supporten oostelijk viaduct
(18)_Supporten oostelijk viaduct
(19)_Supporten Oostelijk viaduct
(20)_Afdektegels voor afvoergoeten
(21)_Bekleding zuidelijk landhoofd
(22)_Bekledingsplaten
(23)_Wapening zuidelijk landhoofd oost
(24)_Afdekplaten
(25)_Dwarsvsp oostelijke plaat
(26)_Verankering dwarsvsp oostelijke plaat
(27)_Aanzicht sparingen dwarsvoorspanning
(28)_Invloedslijnen
(29)_HI5C5D~1_opleggingen heer bokelweg
(30)_Plattegrond viaduct Heer Bokelweg
→ **(40)_Sonderingen viaduct Heer Bokelweg**
→ **(41)_viaduct heer bokelweg**

De vetgedrukte tekeningen zijn voor de verificatieberekening het meest relevant en, samen met de hieronder genoemde berekeningen, opgenomen in deze bijlage.

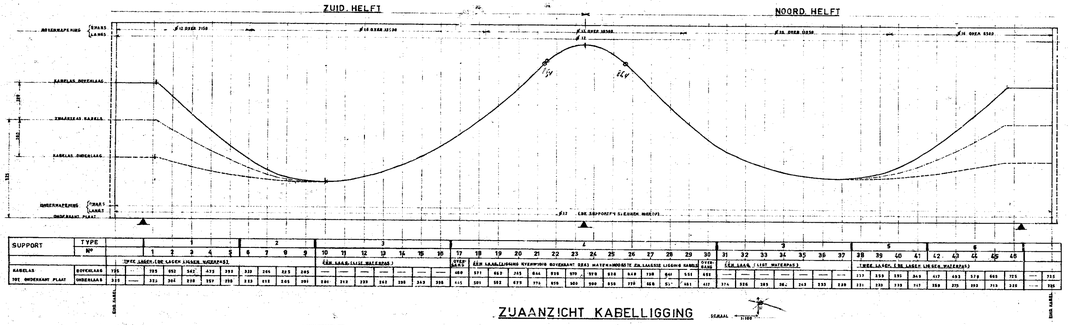
Berekeningen:
- blad 4b en 4c (revisie voorspanning)
- blad 56 en 57 (dwarsvoorspanning)

BOVENAANZICHT KABELLIGGING

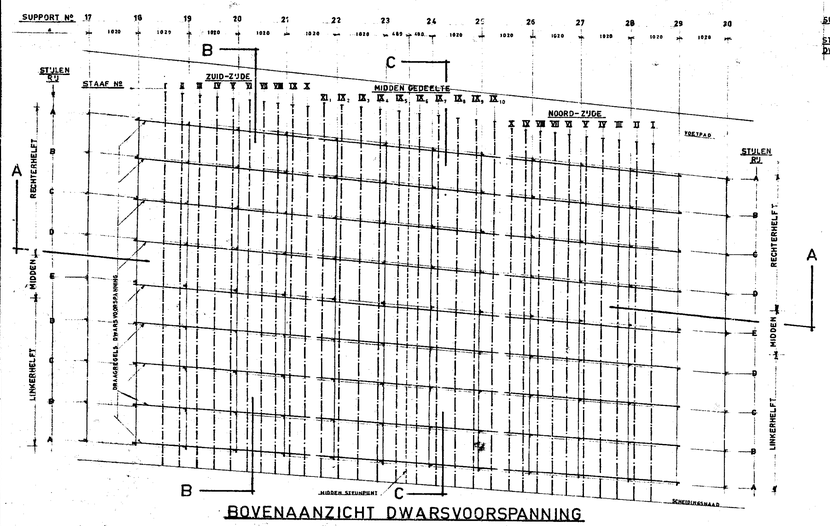


SUPPORT N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
L-AFSTAND TUSSEN DE UITERSTE KABELS	mm	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400
AFSTAND KABELASSEN OP DE DRAAGSCHIJFS	mm	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200
BIJ 2 LAGEN MEER AFST. BOVEN-T.O.V. ONDERLAAG	mm	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

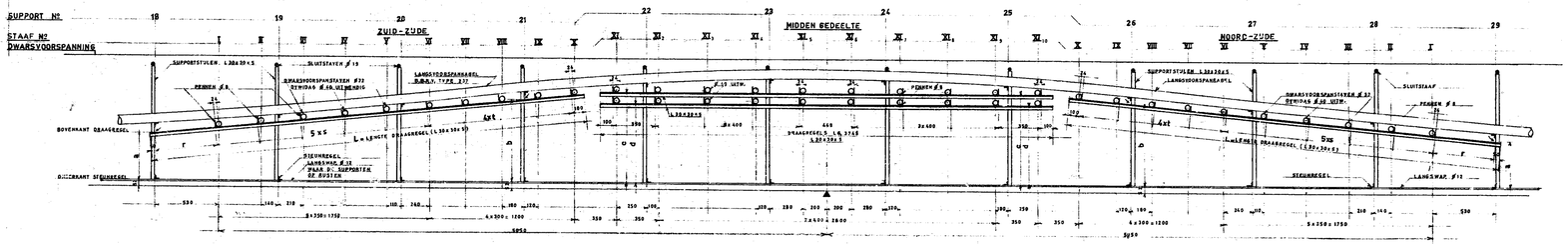
ZUAANZICHT KABELLIGGING



| SUPPORT | TYPE | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | | |



BOVENAANZICHT DWARSVOORSPANNING



AANZICHT DOORSNEDE A-A

	STIJLENRU	LENGTE DRAAGREGEL L 30x30x5 ZUID-ZIJDE	LENGTE DRAAGREGEL L 30x30x5 MIDDEN GEDEELTE	LENGTE DRAAGREGEL L 30x30x5 NOORD-ZIJDE	INDELING PENNEN Ø 8 OP DE DRAAGREGELS ZUID ZIJDE r	ZUID ZIJDE 5xs	ZUID ZIJDE 4xt	MIDDEN GEDEELTE	NOORD ZIJDE r	NOORD ZIJDE 5xs	NOORD ZIJDE 4xt	AFSTAND VAN ONDERKANT STEUNREGEL (SUPPONT) TOT BOVENKANT DRAAGREGEL ZUID ZIJDE SUPP. 18 a	SUPP. 21 b	MIDDEN GEDEELTE SUPP. 22 EN 25 c	d	NOORD ZIJDE SUPP. 26 b	SUPP. 29 a
LINKER HELFT	A	3606	3748	3606	50	506	5x350	4x300	100	100	350	3x400	448	3x400	350	100	300	344	441	297	345	309
	B	3611	"	3611	50	506½	5x350½	4x300½	100	"	"	"	"	"	"	"	332	408	545	391	444	332
	C	3616	"	3616	50	507	5x351	4x301	100	"	"	"	"	"	"	"	368	577	657	535	572	365
	D	3615	"	3615	50	507½	5x351½	4x301	100	"	"	"	"	"	"	"	394	667	740	642	682	390
MIDDEN	E	3621	"	3621	50	507½	5x351½	4x301½	100	"	"	"	"	"	"	"	407	696	768	678	691	398
RECHTER HELFT	D																					
	C																					
	B																					
	A																					

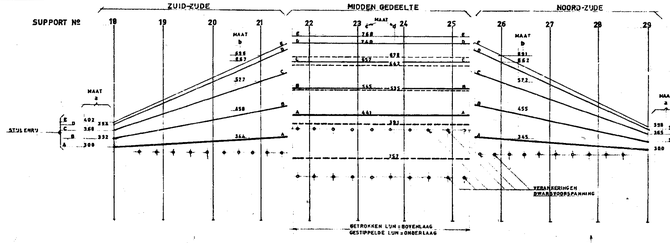
SPIEGELBEELD ZUID ZIJDE

ALS LINKERHELFT (BOVEN)

ALS LINKERHELFT (BOVEN)

SPIEGELBEELD LINKERHELFT (BOVEN)

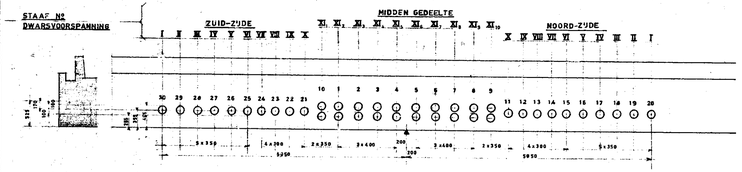
ALS LINKERHELFT (BOVEN)



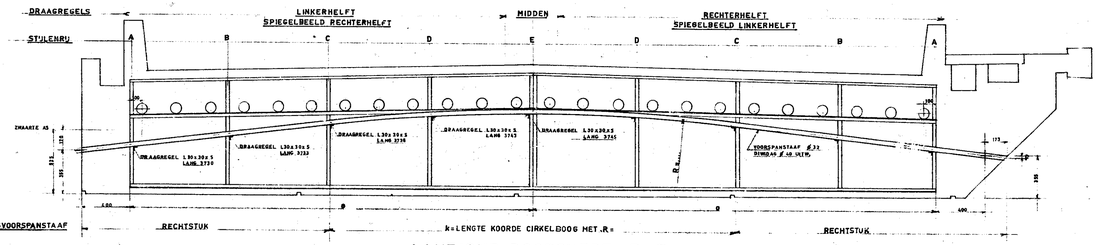
BOVENKANTEN DRAAGREGELS

SCHEMATISCH GETEKEND

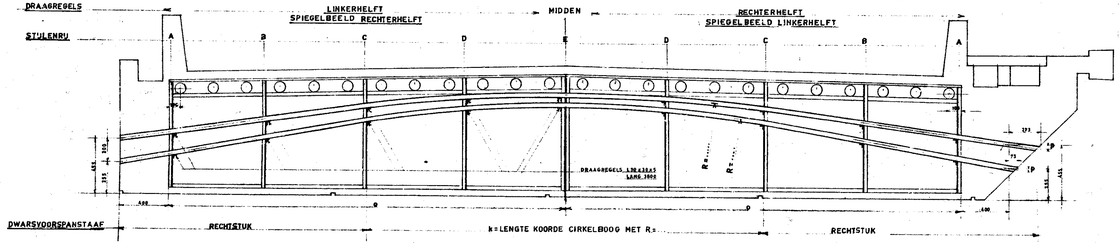
SCHAAL 1:50 1:100



AANZICHT VERANKERING (BIJ SCHEIDINGSHAAG)



AANZICHT DOORSNEDE B-B



AANZICHT DOORSNEDE C-C

MET ÉÉN VOORSPANSTAAF (ZIE DOORSNEDE B-B)

	DIV.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
ZUID ZIJDE	R tm m.	30.50	29.50	31.00	18.25	14.25	16.60	13.50	12.55	11.50	10.70
	R tm mm	3392	3388	3384	3376	3372	3364	3349	3336	3352	3348
	O tm mm	3372	3366	3361	3355	3350	3344	3338	3335	3330	3326
	p tm mm	10	12	14	16	18	20	22	23	25	27
NOORD ZIJDE	R tm m.	23.50	22.50	19.80	17.10	15.25	13.25	12.25	11.25	10.25	10.35
	R tm mm	3237	3236	3240	3244	3252	3256	3260	3268	3272	3276
	O tm mm	3210	3214	3219	3224	3230	3235	3240	3246	3251	3256
	p tm mm	10	12	14	16	18	20	22	24	25	27

MET TWEE VOORSPANSTAVEN (ZIE DOORSNEDE C-C)

HELFT EN GEDEELTE	Nº DIV.	XI_1	XI_2	XI_3	XI_4	XI_5	XI_6	XI_7	XI_8	XI_9	XI_{10}
BOVENLAAG	R tm m.	17.50	17.25	17.50	18.35	19.30	19.25	19.25	19.20	17.15	18.10
	R tm mm	3320	3314	3307	3301	3294	3288	3281	3275	3268	3262
	p tm mm	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
ONDERLAAG	R tm m	9.75	9.70	9.55	8.60	8.55	8.50	8.50	8.45	8.40	8.40
	O tm mm	—	—	—	ALS BOVENLAAG						
	p tm mm	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
LENGTE KOORDE	tm mm	3260	3256	3248	3238	3216	3208	3204	3196	3188	3184

MATEN IN m.m.

N.B. NA HET OPSTELLEN VAN DE SUPPORTEN, ZIJN DE DRAAGREGELS VOOR DE DWARSVOORSPANNING AAN TE LASSEN. DE DWARSVOORSPANSTAVEN AAN TE BRENGEN VÓÓR DE LANGSVOORSPANKABELS

MOORSPANSTAVEN (DYWIDAG Ø 32) MET R MINDER DAN 24 m VOORBUIGEN

REVISIE TOEGEPAST 16-5-74

"000986560"

Deze tekening vervangt:		Deze tekening is vervangen door:			
	Naam	Datum	Afgegeven voor de uitvoering	Schaal: 1:50 1:20	
Getekend	P.G.A.	27.10.69	H. Hulsberg 11/1 70	Formaat: 90×105	Uitgave
Gecalqu eerd			Bestek Nº 64 Rtd		
Gecontroleerd					
Goedgekeurd					

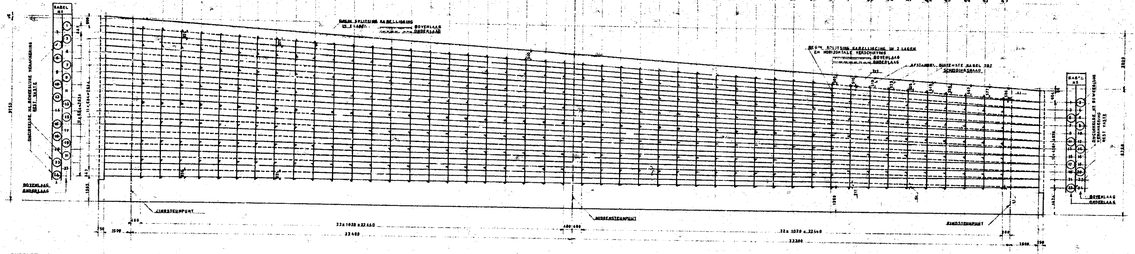
N.V. SPOORWEG OPBOUW
BOUWBUREAU ROTTERDAM

ONDERDOORGANG Hr. BOKELWEG.
DWARSVOORSPANNING WESTELIJKE PLAAT

421/99 | 1101 11151 | a.230 K 0 230 | 591 | blad N Nº 25460 7

ZUID HELFT — NOORD HELFT

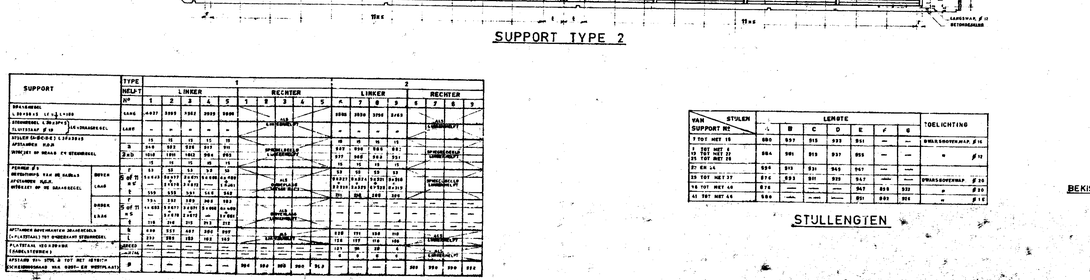
SUPPORT NR 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46



SUPPORT NR		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
L=AFSTAND TUSSEN DE VOLGENDE KABELS	(MM)	1334	1338	1336	1335	1333	1332	1330	1328	1326	1324	1322	1320	1318	1316	1314	1312	1310	1308	1306	1304	1302	1300	1298	1296	1294	1292	1290	1288	1286	1284	1282	1280	1278	1276	1274	1272	1270	1268	1266	1264	1262	1260	1258	1256	1254	1252
AFSTAND KABELASSEN OP DE DRAAGREGELS	(MM)	1+1334	2+1672	3+2008	4+2343	5+2678	6+3013	7+3348	8+3683	9+4019	10+4354	11+4690	12+5026	13+5362	14+5698	15+6034	16+6370	17+6706	18+7042	19+7378	20+7714	21+8050	22+8386	23+8722	24+9058	25+9394	26+9730	27+10066	28+10402	29+10738	30+11074	31+11410	32+11746	33+12082	34+12418	35+12754	36+13090	37+13426	38+13762	39+14098	40+14434	41+14770	42+15106	43+15442	44+15778	45+16114	46+16450
BIJ 1 LAAGS POST AFSTAND BOVEN- EN ONDERLAAG	(MM)	241	258	264	188	238	267	276	251	318	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

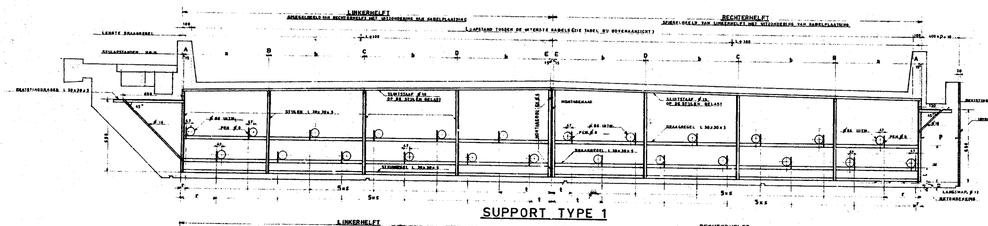
BOVENAANZICHT KABELLIGGING

ZUID HELFT — NOORD HELFT

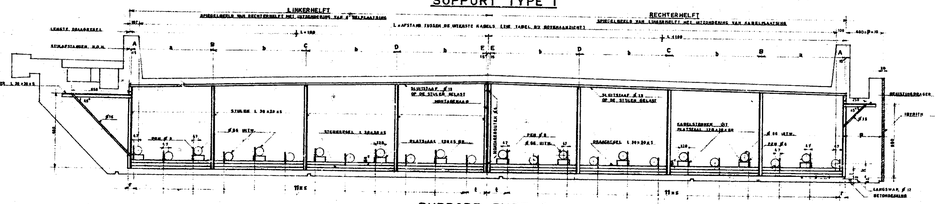


SUPPORT	TYPE HELFT	1						2							3								4									5					6			
	NR	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
KABELS (AANTAL EN LIGGING)	TYPE LAGEN (DRAAGREGELS LIGGEN WATERPAS)	TWEE LAGEN (DRAAGREGELS LIGGEN WATERPAS)																																											
KABELS TEN ONDERSTE PLAAT	BOVENLAAG	733	—	732	682	629	582	533	486	435	385	331	282	233	182	133	084	034	984	935	885	835	786	736	686	637	587	537	488	438	388	339	289	239	190	140	090	041	991	941	892	842	792	743	693	643	594
	ONDERLAAG	733	—	733	684	634	584	535	485	435	386	336	286	237	187	137	088	038	988	939	889	839	790	740	690	641	591	541	492	442	392	343	293	243	194	144	094	045	995	945	896	846	796	747	697	647	598

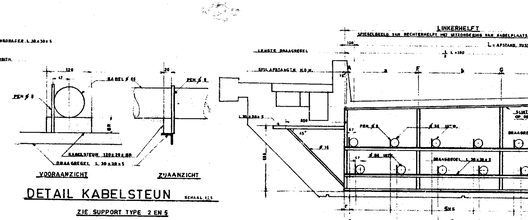
ZUIDAANZICHT KABELLIGGING



SUPPORT TYPE 1



SUPPORT TYPE 2

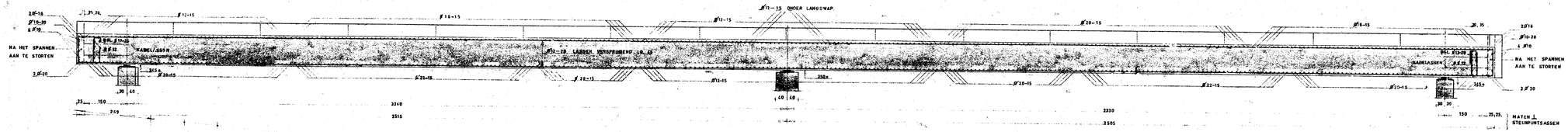


DETAIL KABELSTEUN

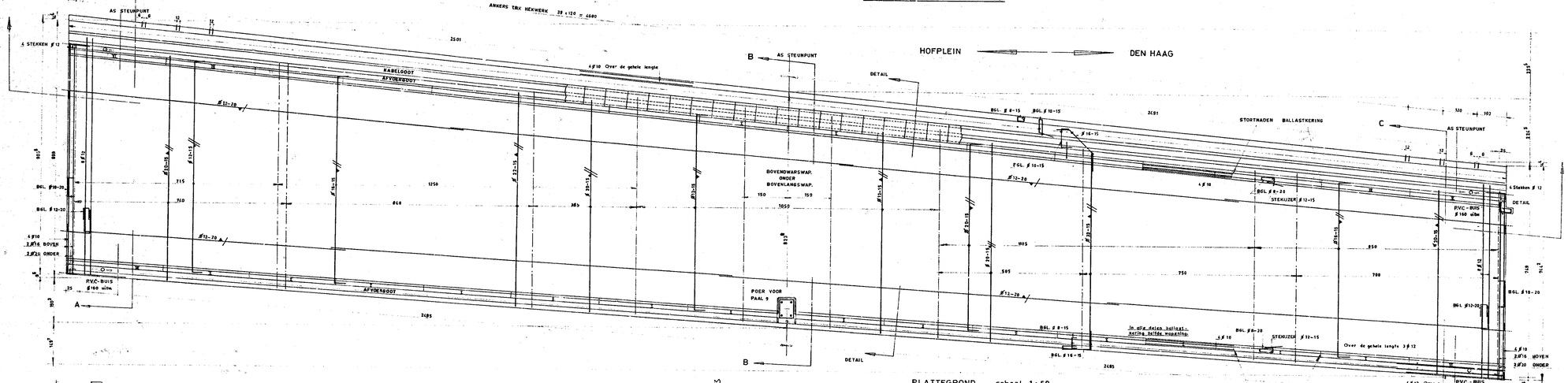
ZIE SUPPORT TYPE 2 EN 5

SUPPORT NR	TYPE HELFT	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	SPARE
	NR	24	23	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
LIGGING VAN DE GOOT		98	98	95	93	88	91	91	94	103	105	105	101	105	108	108	108	109	109	109	109	109	109	109
TEN OPZICHTE VAN HET HOH	GOOT	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
LENGTE	GOOT	—	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	—
L.HH.BH.V.	MEGES	—	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	—
LENGTE	GOOT	—	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	243	—
L.HH.BH.V.	MEGES	—	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	—

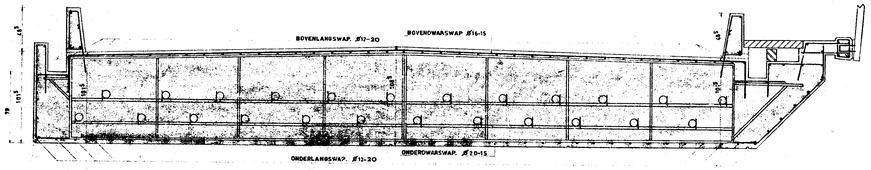
VAN STUTEN SUPPORT NR	LENGTE B	C	D	E	F	G	TOELICHTING
7 TOT HET 15	880	937	915	893	851	—	—	DWARSBOVENWAPP. $\not\!\!\!



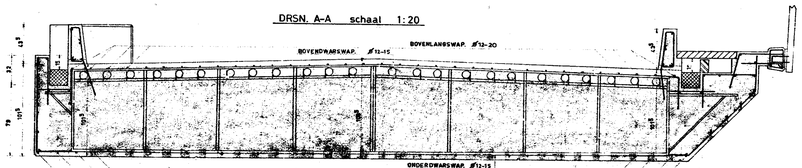
LANGSDOORSNEDE schaal 1:50



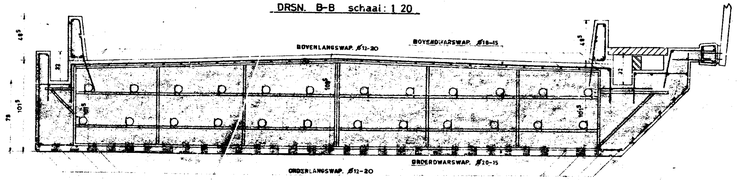
PLATTEGROND schaal 1:50



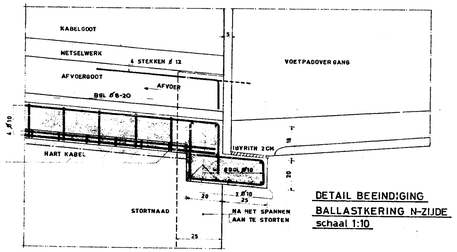
DRSN. A-A schaal 1:20



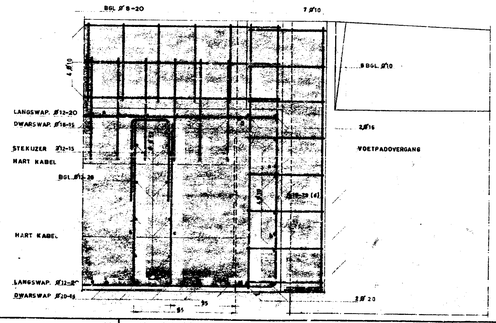
DRSN. B-B schaal: 1:20

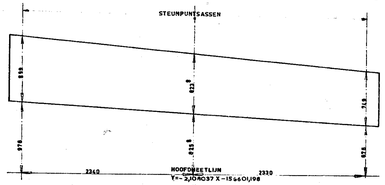


DRSN. C-C schaal 1:20



DETAIL BEEINDIGING BALLASTKERING N-ZIJDE schaal 1:10

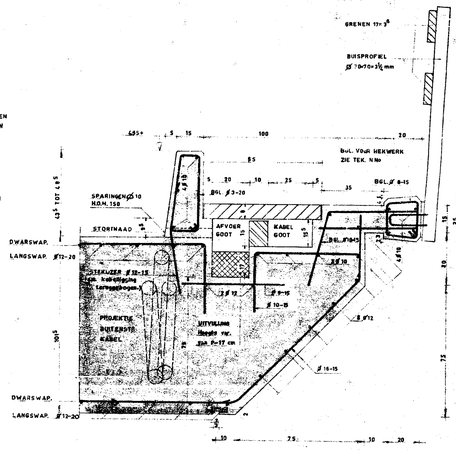




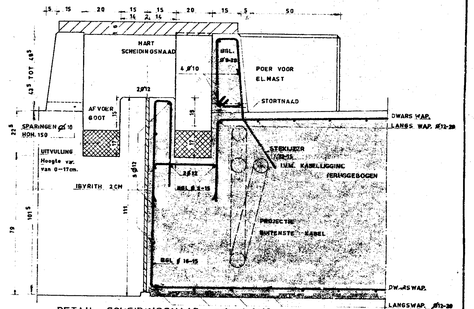
SCHEMA MAATVOERING schaal 1:250

MATEN IN CM TENZIJ ANDERS AANGEGEVEN
BETONKWALITEIT K 600
STAALKWALITEIT W FeE 40
BETONDEKKING 3 CM ; 4 cm ONDERKANT DEK
HEKWERK ZIE TEK. N No
SUPPORTEN ZIE TEK. N No 25452
OPLEGGINGEN ZIE TEK. N No 25451

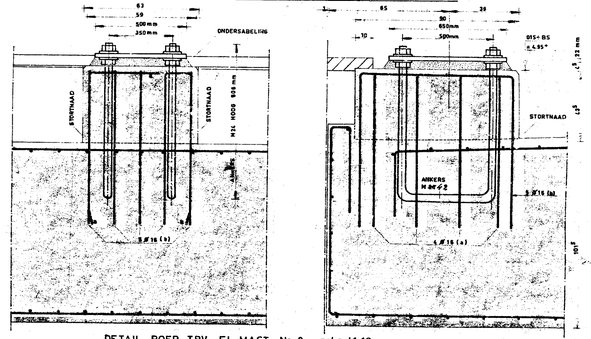
BALLASTKERING : deel I : wand 28 lg 200
" II " 1 " 3.0
" III " 1 " 300
" IV " 2 " 250
" V " 1 " 200
" VI " 1 " 270



DETAIL VOETPAD schaal 1:10



DETAIL SCHEIDINGSNAAD schaal 1:10



DETAIL POER TBV. EL MAST No 9 schaal 1:10

REVISIE TOEGEPAST

ontwerp	Buren	27-2-70	AFGEGEVEN VOOR DE UITVOERING
tekening			
gecontroleerd			
goedgekeurd			

Schaal 1:10 : 1:50
Formaat Liggend
H.O.B. 76

J.P. Kalberg 1/4 '70
BESTEK No 84 RTD.

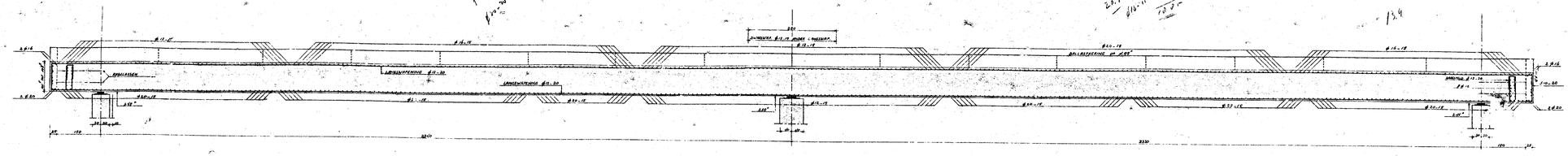
N.V. SPOORWEG OPBOUW
BOUWBUREAU ROTTERDAM

ONDERDOORGANG Hr. BOKELWEG
WAPENING WESTELIJKE PLAAT

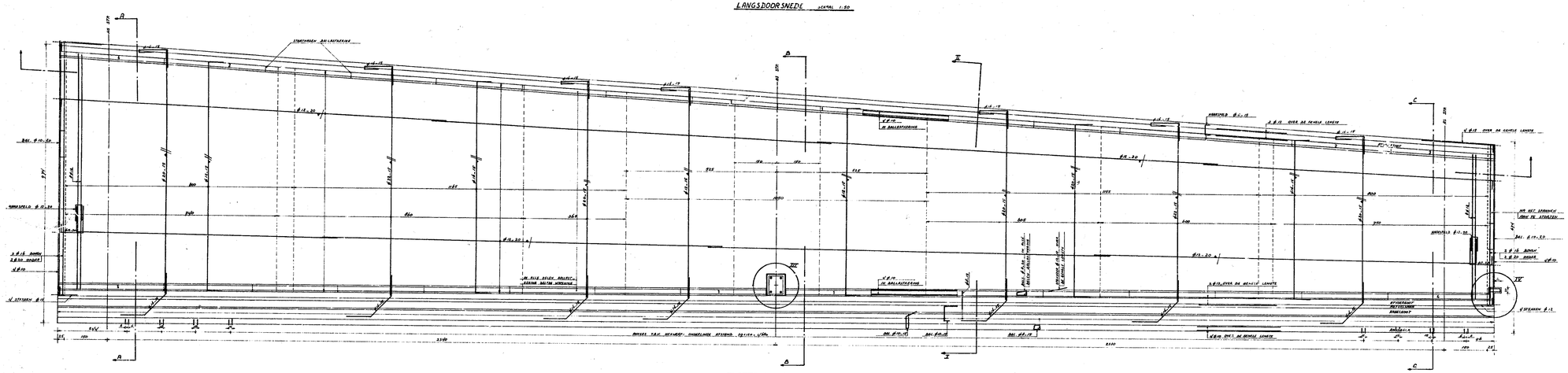
421/99 | 41151 (1161) | K.O. 230 o. 938 | 591

Blad 15
N Nº 25516

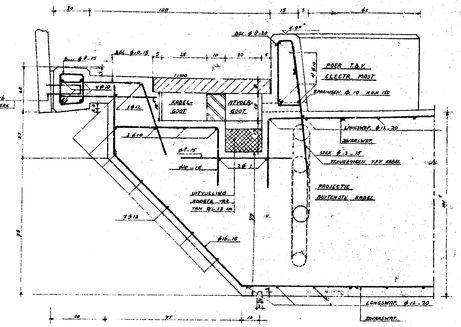
000986568



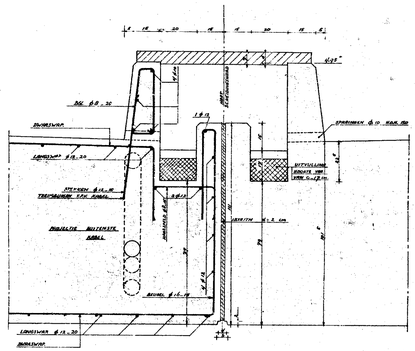
LANGSDOORSNEDE SCHAAL 1:50



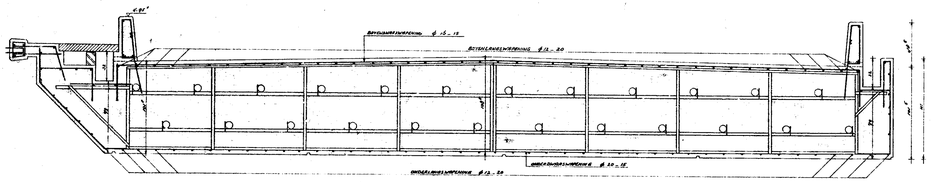
PLATTEGROND SCHAAL 1:50



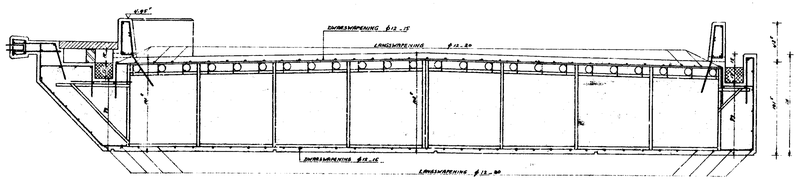
DETAIL I SCHAAL 1:10



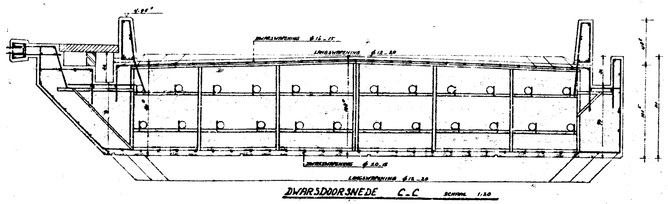
DETAIL II SCHAAL 1:10



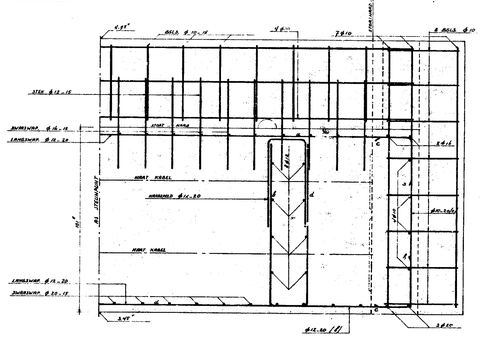
DWARSDOORSNEDE A-A SCHAAL 1:20

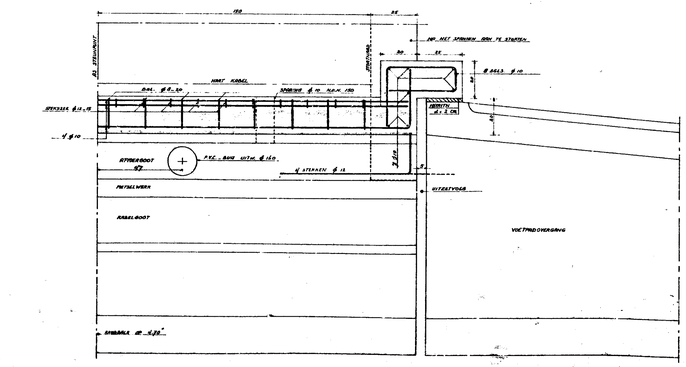


DWARSDOORSNEDE B-B SCHAAL 1:20

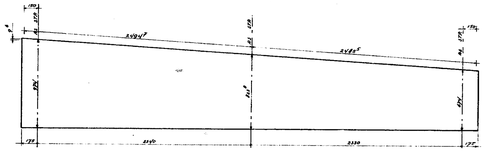


DWARSDOORSNEDE C-C SCHAAL 1:20

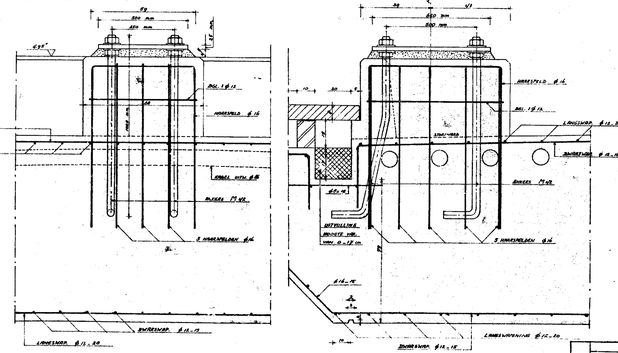




DETAIL IV SCHAAL 1:10



SCHEMA MAATVOERING SCHAAL 1:200



DETAIL III SCHAAL 1:10

B.S. : 0.10"
BETONKWALITEIT : K 400
STAALKWALITEIT : H'S E 40
BETONDEKKING : ONDERKANT BETONPLAAT 40 cm.
OVERIGE 2.5 cm
MORTEL : 1M cm. TEGEN ONDERS VERMELD.
TEKENINGEN : SUPPORTEN H NR. 25498.
HEKWERK H NR.

AANLEVERING deel 1 : eventueel 2.6 tij 3.00 m³
" 2 " " 2 tij 3.00 m³
" 3 " " 1 tij 3.60 m³
" 4 " " 2 tij 3.70 m³
" 5 " " 1 tij 2.80 m³

REVISIE TOEGEPAST 13-4-72

Deze tekening vervangt:

Deze tekening is vervangen door:

	Naam.	Datum
ontwerp	d.t.	2. 4-'70
tekening		
Gecontroleerd		
Goedgekeurd		

GEDRUKEN VOOR DE UITVOERING
H.J. Kuilboer 16/11 '70
DIENST DER OPENBARE WERKEN

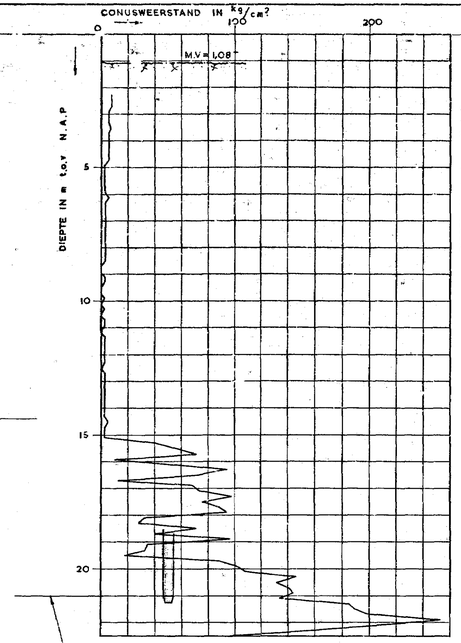
Schaal 1:10, 1:20, 1:200
Formaat A1
Uitgave

RIJKSWATERSTAAT
DIENST DER RIJKSWEGENBOUW
HOOFDBUREAU
ROTTERDAM

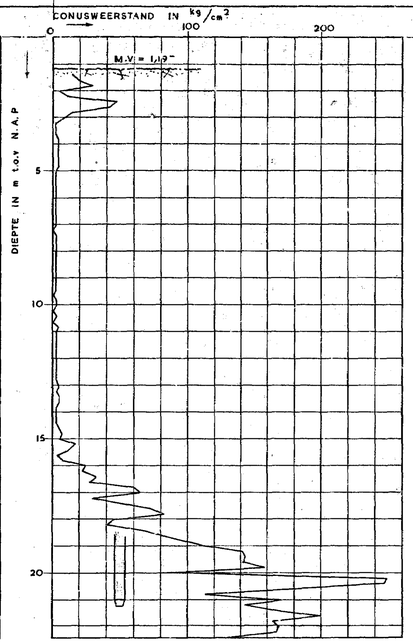
ONDERDOORGANG Hh. BOKELWEG
WAPENING OOSTELIJKE PLAAT.

421/193	1101/2487	0.250 K 2330	391	blad 13	W NR. 25530

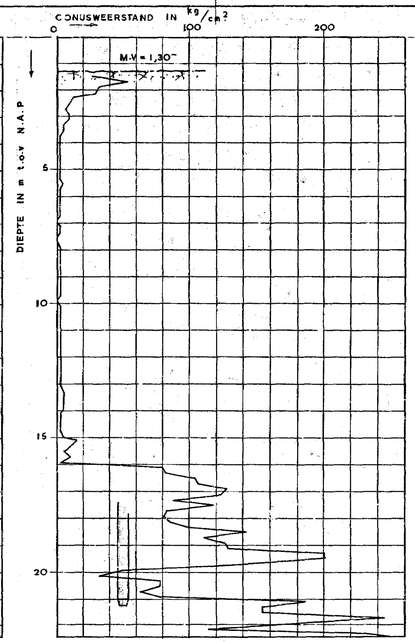
"0009865721"



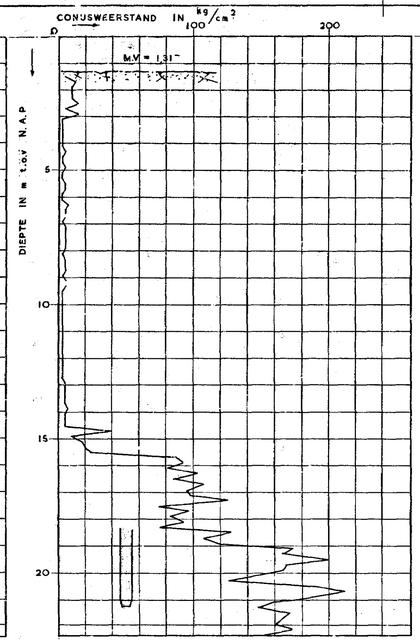
SONDERING 1.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 317)



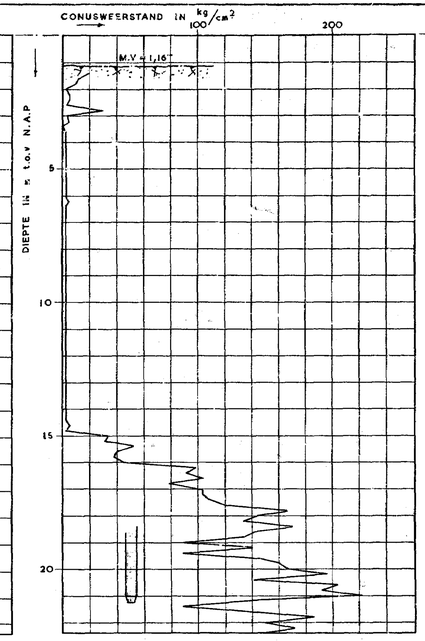
SONDERING 2.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 318)



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

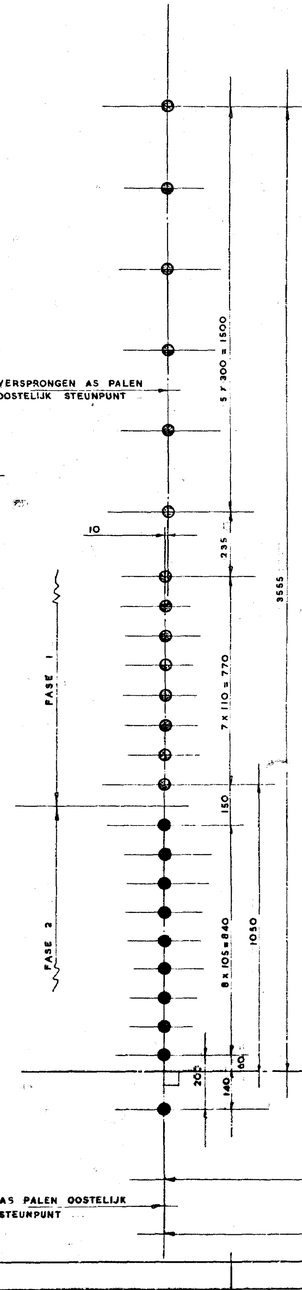


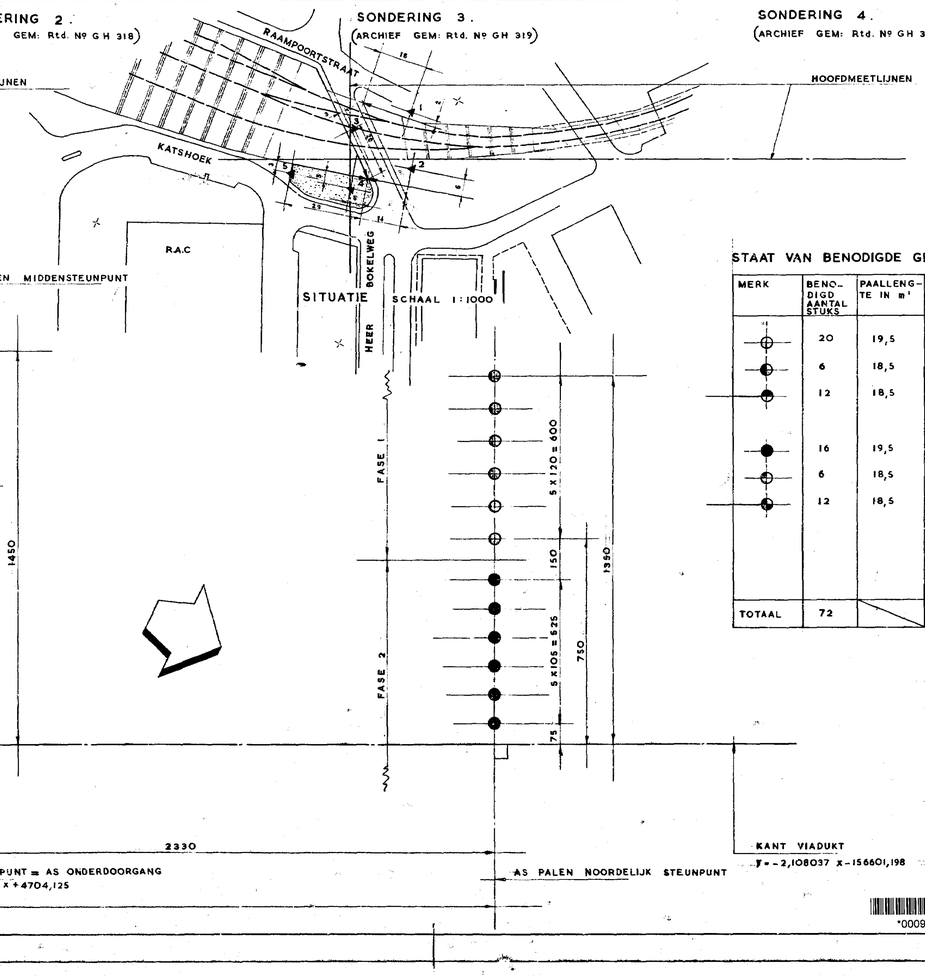
SONDERING 4.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 320)



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.

R.VISIE TOEGEPAST

Deze tekening vervangt:	Naam	Datum
Getekend	O.H.KÖHLER	7-7-69
Gecalqueerd		
Gecontroleerd		
Goedgekeurd		

Deze tekening is vervangen door:

AFGEGEVEN VOOR DE UITVOERING
H. Kuilboer 21/10/69
BESTEK 84 Rtd.

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

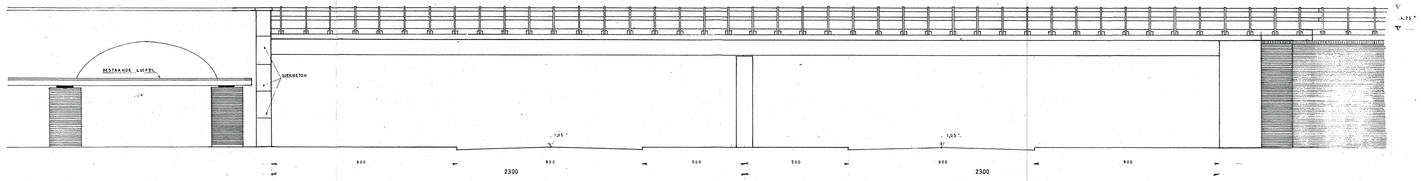
N.V. SPOORWEG OPBOUW
BOUWBUREAU ROTTERDAM

ONDERDOORGANG HEER BOKELWEG
FUNDERING
palenplan met sonderingen en palenstaat

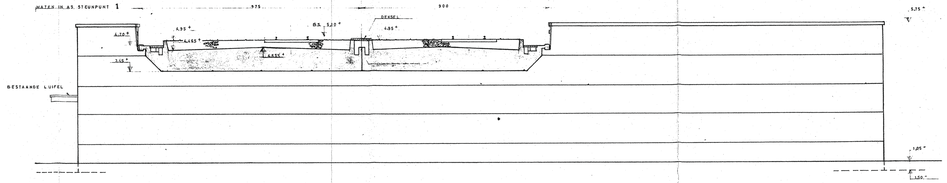
421/99 / 11101 / 11151 / 0.239 / K0230 / 591

blad 4
N Nº 25434

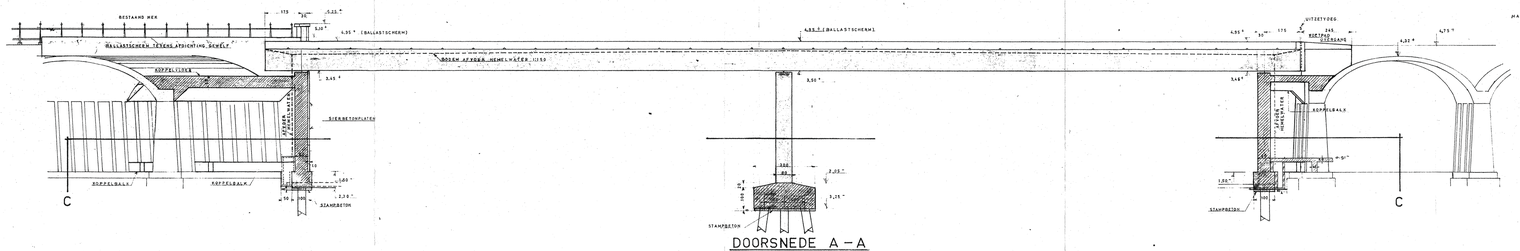
000986557



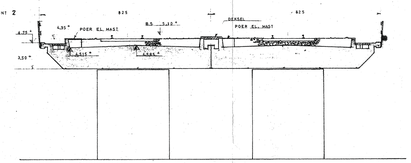
AANZICHT OOSTZIJDE



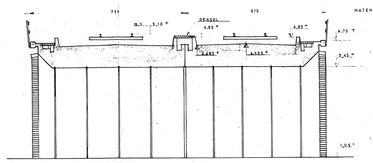
AANZICHT ZUIDELIJK STEUNPUNT



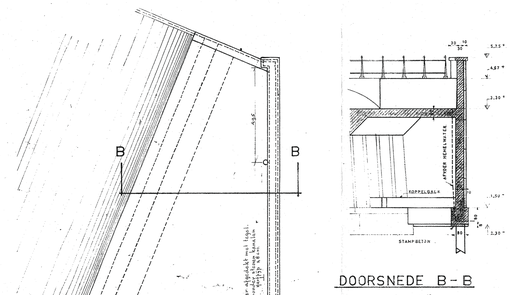
DOORSNEDE A – A



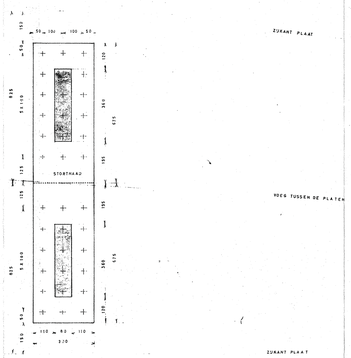
AANZICHT MIDDENSTEUNPUNT



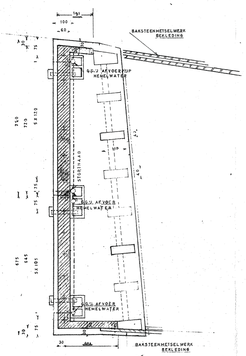
AANZICHT NOORDELIJK STEUNPUNT



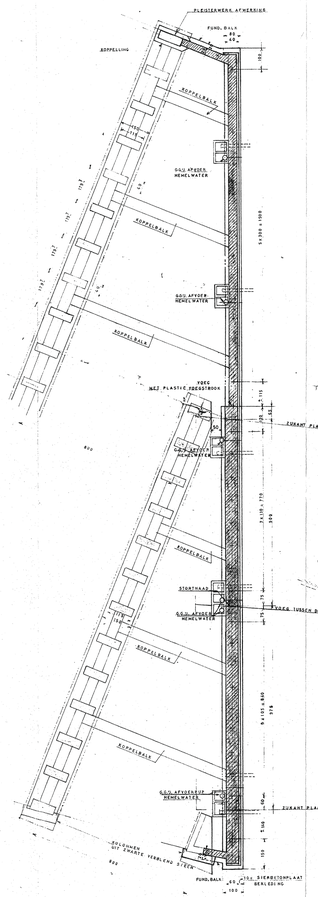
DOORSNEDE B – B



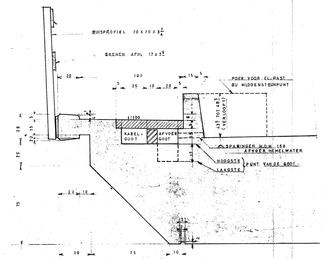
DOORSNEDE C – C
(MIDDENSTEUNPUNT)



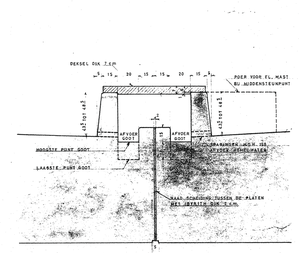
DOORSNEDE C – C
(NOORDELIJK STEUNPUNT)



DOORSNEDE C – C
(ZUIDELIJK STEUNPUNT)

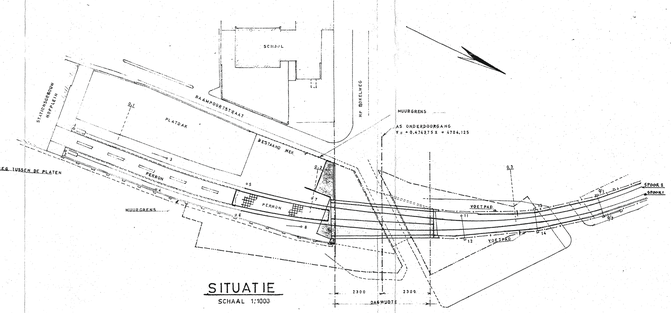


DETAIL VOETPAD
SCHAAL 1:20



DETAIL SCHEIDINGSNAAD
SCHAAL 1:20

BOVENAANZICHT



SITUATIE
SCHAAL 1:1000

MATEN IN cm.
PEILHATEN IN m. T.O.V. N.A.P.
B.S. + 5,10 *
K 300 } NIEUW TE MAKEN
K 400 }
BESTAAND
N.S. GRENS

A	M.D.
GEW.	GEWIJZIGD
GEOTTR.	GEOTTR.
DATUM	GOEDGEK.
KORTE OMSCHRIJVING DER WIJZIGING.	

Afgegeven voor de uitvoering
P. G. A. 12-3-69
Bestek Nr. 84 Rtd.

Schaal 1:20 / 1:100 / 1:1000
126 x 78 A

ONDERDOORGANG Hr. BOKELWEG
BETONWERK

Dienst van Weg en Werken
Bureau Technische Documentatie

421 | 111 | K 0238 | 591 | 1

Revisie Voorspanning

Voorgespannen 24 kabels type 237 i.p.v. 29 kabels type 196 tf.
(B.B.R.V. 55 ϕ7 GP 170)

→ Aanvangsvoorspankracht max 237 tf per kabel.
Overspannen 10% → 1,10 * 237 = 258 tf.

Wrijvingsverliezen als bepaald blz 3: 16,1%
→ restwaarde aan blinde zijde 0,839 * 258 = 216 tf.

Krimp: zie blz 3: $21,5 * 10^{-5}$

Kruip: $143 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{24 * 237}{1,05 * 7,50 * 4000} = 25,8 \cdot 10^{-5}$

krimp + kruip : $47,3 \cdot 10^{-5}$

→ Bij $E_{tag} - 2,0 \cdot 10^6$ kgf/cm² resulteert dit in een spanningsverlies groot $2,0 \cdot 10^6 \cdot 47,3 \cdot 10^{-5} = 946$ kgf/cm²

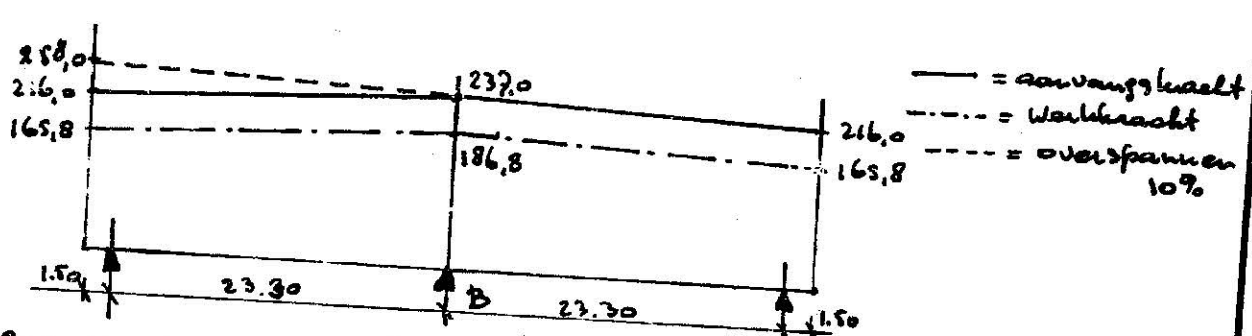
Relaxatie : R.V.B. 12,85% = 0,1285 * 0,65 * 170 = 14,2 kgf/mm² = 1420 kgf/cm²

Totaal verlies door krimp, kruip en relaxatie : 946 + 1420 =
= 2366 kgf/cm²

Kabel 55 ϕ7 = 21,20 cm²

→ Verlies aan kabelkracht $\frac{2366 * 21,20}{1000} = 50,2$ tf.

→ Verloop kabelkracht 1 kabel:



Wegens overspannen + aflaten zijn de kabelkrachten symmetrisch t.o.v. steunpunt B, onafhankelijk van de plaats Td spanzijde.

421/99/11151/K 0230/591/3 No 25405

Voorspanmacht (Vaanv.) t.p.v. Stp. B : $24 * 237 = 5688$ tf

(volgens berekening :

$29\{195,9 - \frac{3,00}{26,30} * (195,9 - 176,3)\} = 29\,(195,9 - 2,24) = 5618$ tf)

→ meer spanning $\frac{5688 - 5618}{5618} . 100\% = 1,25\%$.

Vaanvang t.p.v. punt 4 (max veldmoment)

$24\{216 + \frac{1,50 + \frac{4}{10} . 23,30}{1,50 + 23,30} (237 - 216)\} = 24 \times 225,16 = 5404$ tf.

(Volgens berekening : 5418 tf) → minder spanning

$\frac{5418 - 5404}{5418} . 100\% = 0,26\%$.

Vaanvang t.p.v. punt 16 = 5404 tf (als punt 4)

(Volgens berekening 5373 tf) → meer spanning

$\frac{5404 - 5373}{5373} . 100\% = 0,58\%$.

De afwijkingen in spanning in de drie belangrijke punten zijn klein. → niet verder invloed in de berekening.

421/99 / 11151 / K 0230 / 591 / S N° 25405

Voorspanning

Hiervoor is het sijsteem Dijwidag gekozen, staven ϕ 32, F = 804 mm²/staaf, QP 105.

V_A = 54.8 ton (maximaal)

V_w = 46.4 " "

μ = 0,20

φ = 0,5 °/m'.

In het deel van 2 x 2.25 worden de staven in twee lagen gelegd en 55 cm uit elkaar, horizontaal gemeten.

Max excentriciteit kabelresultante: 26.7 cm.

Doorlopen hoek: 2 x 21°

Wobbel: 7.50 x 0.5 = 3° 45'

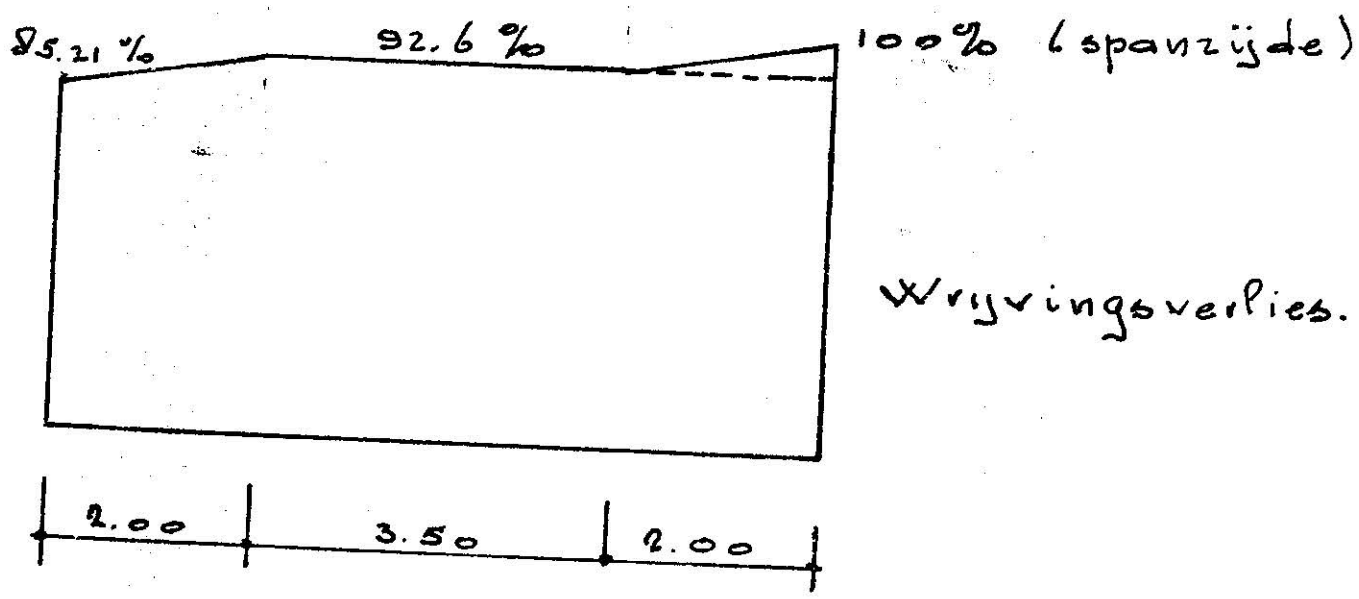
Totaal: 2 x 21 + 3° 45' = 45° 45' of

45,75 x 0.0175 = 0.8 rad.

$-\mu(\varphi + x\varphi') = -0.2 \times 0.8 = -0.16$

$\therefore e^{-\mu(\varphi + x\varphi')} = 0.8521.$

Door de ligging van de staven treden de verliezen vrijwel uitsluitend aan beide einden op.



Krimpverlies:

eindkrimp

voor spannen $0.005 \times 40 \times 25 \times 10^{-5}$ = 25×10^{-5}

Resterende krimp = 5×10^{-5}

20×10^{-5}

Kruipverlies:

$$\varepsilon_{kru} = 100 \times \frac{2 \times 54.800}{105 \times 55} \times \frac{20 \times 10^{-5}}{(40 - 22.5)\,400} = 6 \times 10^{-5} +$$

Krimp en kruip 26×10^{-5}

Relaxatie 14% ofwel 0.14 x 0.65 x 105 = 9.57 kgf/mm²

Spanningverlies door kr. en kr. $26 \times 10^{-5} \times 2.1 \times 10^{4}$ = 5,46 "

Totaal verlies: 9.57 + 5.46 = 15.03 kgf/mm² of

per staaf: 15.03 x 804 = 12,100 tf

421/99/11151/K0230/591/S nr 25405

Door 8 % te overspannen en daarna af te laten ontstaan de volgende voorspankrachten per staaf:

$V_A = 1.08 \times 0.65 \times 105 \times 804 \times 0.926 = 54.8$ tf.

$V_w = 54.8 - 12.1 = 42.70$ tf.

Spanningscontrole in het middendeel.

Staven h.o.h. 55 cm, twee boven elkaar.

$F_{beton} = 1.00 \times 1.05 = 1.05$ m²

$W = 1/6 \times 1.00 \times 1.05^2 = 0.1838$ m³

$V_w = 2 \times 100/55 \times 42.70 = 155.2$ tf.

$V_A = 2 \times 100/55 \times 54.80 = 199.6$ "

$M_{Vw} = 0.267 \times 155.2 = 41.5$ tfm

$M_{VA} = 0.267 \times 199.6 = 53.25$ "

$\sigma_{w.onder} = +78$ tf/m² , $\sigma_{w.boven} = -374$ tf/m²

$\sigma_{a.o.} = +100$ " , $\sigma_{a.b.} = -480$ "

$M_{dwang} = 2 \times 38.1 = 76.2$ tfm

$M_{e.g} = \frac{379}{571} \times 76.2 = 50.5$ tfm , $\sigma = 275$ tf/m²

$M_{mutl.} = 76.2 - 50.5 = 25.7$ tfm , $\sigma = 139$ tf/m².

	werkstadium		aanvangs stad.	
	onder	boven	onder	boven
voorsp.	+ 78	- 374	+ 100	- 480
eig. gew.	- 275	+ 275	- 275	+ 275
	- 197	- 99	- 175	- 205
nut. bel.	- 139	+ 139	- 139	+ 139
	- 336	+ 40	- 314	- 66

10.3 Breukveiligheid.

In dit geval is het voorspanstaal maatgevend.

$T = 2 \times 100/55 \times 804 = 2920$ mm²

$\sigma_{max} = 86$ kg/mm². $T_{max} = 86 \times 2920 = 251.0$ tf.

Een even grote betondruk wordt gevonden bij

$x = 0.275$ m.

$3/8\ x = 3/8 \times 0.275 = 0.103$ m.

$z = h - 3/8\ x = 0.792 - 0.103 = 0.689$ m.

$M_{br} = 0.689 \times 251.- = 173$ tfm.

$M_{br.ben.} = 1.75 \times 50.6 + 2.25 \times 25.6 = 88.5 + 57.7 = 146.2$ tfm

10.4 Scheurveiligheid

$\sigma_v = -374$ tf/m² $W = 0.1838$ m³

$M_v = 0.1838 (374 + 396) = 0.1838 \times 770 = 141.5$ tfm.

Vereist: $M_v < 0.8 \times 173 = 138.5$ tfm

$M_{v\ nr} = 1.1 \times 50.6 + 1.25 \times 25.6 = 87.5$ tfm.

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

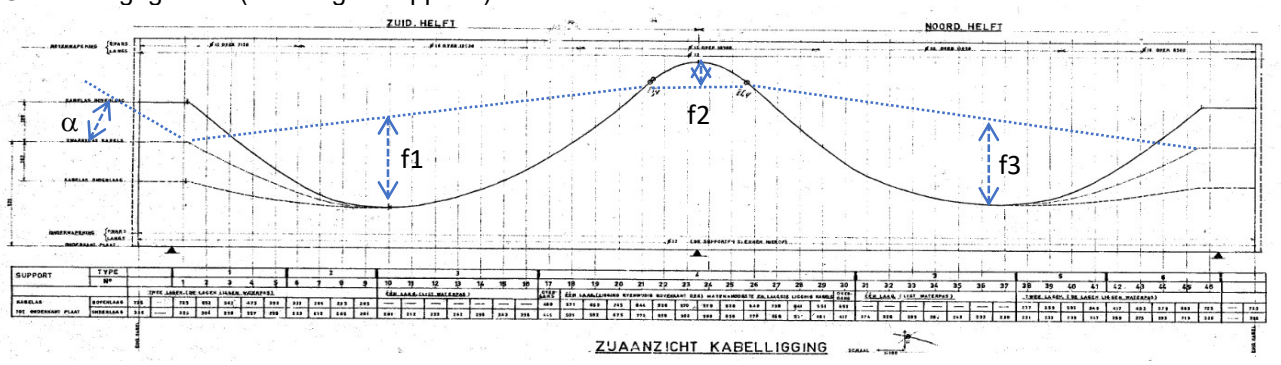
Bijlage 2 Berekening voorspanbelasting

Bijlage 2a voorspanbelasting in langsrichting, 3 bladzijden
Bijlage 2b voorspanbelasting in dwarsrichting, 2 bladzijden

bijlage 2a

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	Voorspanbelasting, langs

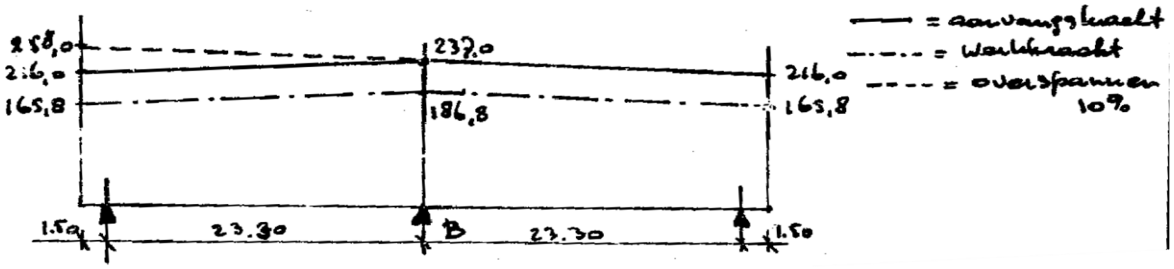
Uit archiefgegevens (tekeningen supports) :



gemiddelde kabelhoogte tov onderzijde dek, in mm :

bij eindsteunpunt		525		
in veldmidden		200	(zuid) of 230	(noord)
bij overgang hol-bol		808	(iteratief bepaald)	
bij middensteunpunt		935		
lengte kabel met kromming		46,00	m	
aantal segmenten		46,00	stuks→ 1,00	m per segment op tekening
veld, zuid	f1=	466,5	(pijl)	
	L=	21,00	m	
	qp=	0,00846	*Fp	(dus iedere 1000 kN kabelkracht geeft 8,46 kN krommingsdruk)
veld, noord	f3=	436,5	(pijl)	
	L=	21,00	m	
	qp=	0,00792	*Fp	
middensteunpunt	f2=	-127	(pijl)	
	L=	4,00	m	
	qp=	-0,06350	*Fp	
eindverankering	knik α =	4,09	graden, bovenkabels	
	knik α =	1,18	graden, onderkabels	
	knik α =	2,64	gemiddeld	
	Fv=	0,046	*Fp	

werkvoorspanning volgens archiefgegevens



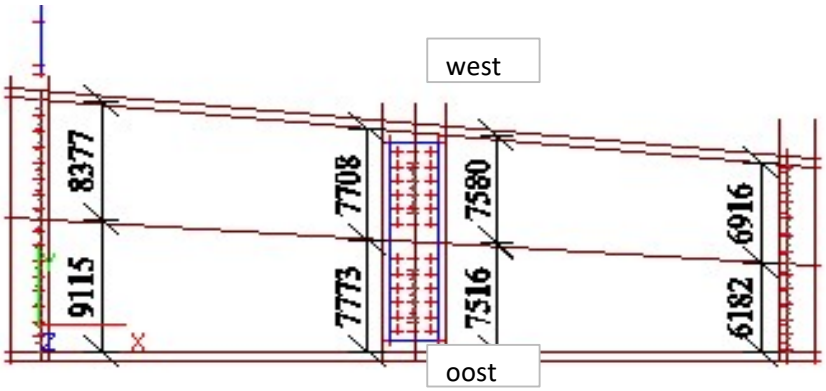
NEBEST

bijlage 2a

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	Voorspanbelasting, langs

werkvoorspanning bij verankering		1658	kN per kabel		
werkvoorspanning bij middensteunpunt		1868	kN per kabel		
gemiddeld		1763	kN per kabel	σ.pw=	831,60
krommingsdruk veld	qp.v=	14,92	kN per kabel omhoog		
krommingsdruk veld	qp.v=	13,96	kN per kabel omhoog		
krommingsdruk steunpunt	qp.v=	-111,95	kN per kabel omlaag		

beide dekken hebben 24 kabels



Verticale krachten op dek

Vetgedrukte waarden zijn ingevoerd in Scia

westelijk dek	B	n.kab	qp	P	L	Fv.tot	lijnlast
eindverankering		24				-1946	
zuidelijk veld	8,38	24	14,92	42,73			**-232,3**
	7,71	24	14,92	46,44			
			gemid:	**44,6**	21	7533	
zone boven	7,71	24	-111,95	-348,48			
steunpunt	7,58	24	-111,95	-354,46			
			gemid:	**-351,5**	4	-10748	
noordelijk veld	7,58	24	13,96	44,20			
	6,92	24	13,96	48,42			**-281,3**
			gemid:	**46,3**	21	7050	
eindverankering		24				-1946	
					som	-58	= ca 0 → akkoord

NEBEST

bijlage 2a

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	Voorspanbelasting, langs

oostelijk dek	B	n.kab	qp	P	L	Fv.tot	lijnlast
eindverankering		24				-1946	
zuidelijk veld	9,12	24	14,92	39,26			**-213,4**
	7,77	24	14,92	46,08			
			gemid:	**42,7**	21	7568	
zone boven	7,77	24	-111,95	-345,79			
steunpunt	7,52	24	-111,95	-357,29			
			gemid:	**-351,5**	4	-10750	
noordelijk veld	7,52	24	13,96	44,55			
	6,18	24	13,96	54,21			**-314,9**
			gemid:	**49,4**	21	7104	
eindverankering		24				-1946	
					som	29	= ca 0 → akkoord

Berekening gemiddelde drukspanningen

Spanningen als gevolg van axiale druk, dus zonder effect krommingsdruk

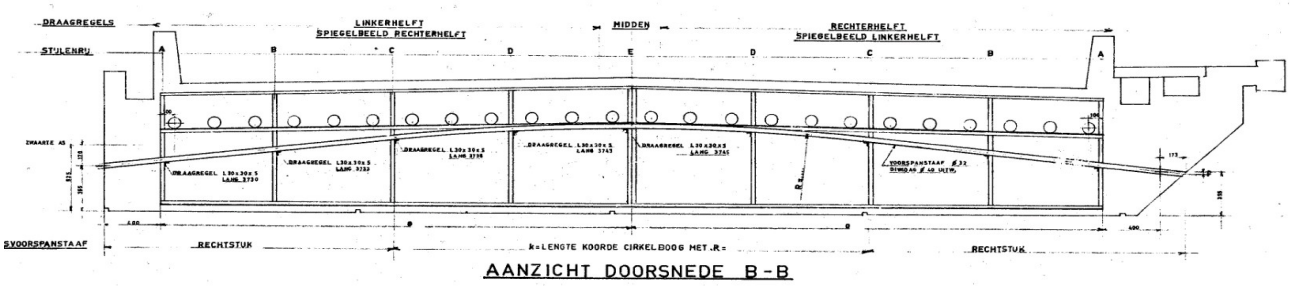
gemiddeld	1763	kN per kabel werkvoorspanning
aantal kabels	24	stuks
F.pw.tot=	42312	kN

positie	breedte	F.pw.tot	h	N/mm²
dek west, veld zuid	8,05	-42312	1,00	-5,26
dek west, steunpunt	7,65	-42312	1,00	-5,53
dek west, veld noord	7,25	-42312	1,00	-5,84
dek oost, veld zuid	8,45	-42312	1,00	-5,01
dek oost, steunpunt	7,65	-42312	1,00	-5,53
dek oost, veld noord	6,85	-42312	1,00	-6,18

bijlage 2b

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	Voorspanbelasting, dwars

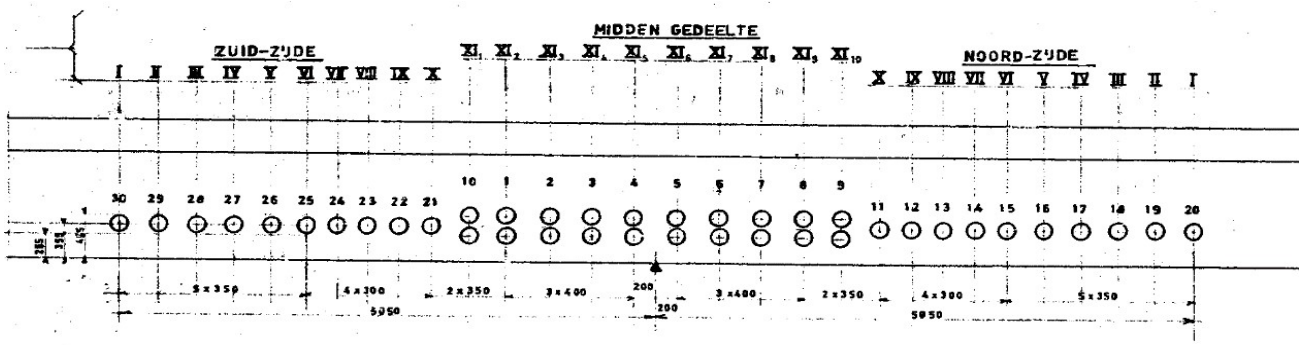
Uit archiefgegevens (tekeningen supports) :



AANZICHT DOORSNEDE B-B

Zie tekening (4)_Dwarsvoorspanning westelijke plaat
(25)_Dwarsvsp oostelijke plaat

Totale breedte dek ter hoogte van voorspanning =	2x O + 400 + 400 + 173
Helling ter plaatse van uittreden staaf =	173 / P
Kromming staaf middendeel (straal) =	R
Lengte waarover staaf gekromd is =	k



AANZICHT VERANKERING (BIJ SCHEIDINGSNAAD)

Voorspanbelasting wordt bepaald voor kabel I, X, XI-1 en XI-10. De tussenliggende waarden worden geinterpoleerd. Gemiddelde van dubbele kabels XI-1 t/m XI-10 gelijk genomen aan ligging X.

Basiseenheden kN, m en graden, tenzij anders vermeld

Staven diameter	32	mm type Dywidag
Werkvoorspanning	42,70	ton volgens archief (Berekening (8))
F.pw =	427,00	kN (nb. max RBK = 455 kN)
voorspanbelasting	qp = Fpw/R	over deel dat is gekromd
voorspanbelasting	Fv= sin α*F.pw	bij eindverankering

Westelijke dek

kabel	O	breedte	P [mm]	hoek α	R	k	Fv	qp	
I-zuid	3,37	7,72	10,00	3,31	29,20	3,39	24,64	14,62	
X-zuid	3,33	7,63	27,00	8,87	10,70	3,35	65,84	39,91	
XI-1	3,33	7,64	27,00	8,87	10,70	3,35	65,84	39,91	*2 kabels!
XI-10	3,26	7,50	27,00	8,87	10,35	3,28	65,84	41,26	*2 kabels!
X-noord	3,26	7,49	27,00	8,87	10,35	3,28	65,84	41,26	
I-noord	3,21	7,39	10,00	3,31	27,40	3,23	24,64	15,58	

hoek = BOOGTAN(P/173)*180/PI()

Oostelijk dek gelijk aangenomen (deel met kromming ca 0,02m langer → verwaarloosbaar)

Omrekening naar lijn en vlaklasten tbv invoer Scia

NEBEST

bijlage 2b

Project	Hofbogen	
Project nr.	40245	
Datum	27-11-2020	
Onderdeel	Voorspanbelasting, dwars	

		lijnlast tgv helling bij verankering				vlaklast tgv krommingsdruk		
	L	Fv	L/10 *	n	qv	qp	P.pw	
I-zuid	3,28	24,64	0,33	1,00	**75**	14,62	**45**	over oppervlak L*k
X-zuid	3,28	65,84	0,33	1,00	**201**	39,91	**122**	"
XI-1	3,85	65,84	0,39	2,00	**342**	39,91	**207**	"
XI-10	3,85	65,84	0,39	2,00	**342**	41,26	**214**	"
X-noord	3,28	65,84	0,33	1,00	**201**	41,26	**126**	"
I-noord	3,28	24,64	0,33	1,00	**75**	15,58	**48**	"
					[kN/m]		[kN/m²]	

*) gemiddelde lengte per staaf

evenwicht	westzijde	1237		762	k.gem= 3,31
	oostzijde	1237			
	totaal	2473		2523	
	verschil	-49	kN acceptabel		

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

Bijlage 3 Uitvoer Scia-rekenmodel

37 bladzijden

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 1
2. Invoer en geometrie 3
2.1. Project 3
2.2. Rekenmodel 3
2.3. Rekenmodel 4
2.4. Materialen 4
2.5. Materiaallijst 4
2.6. 2D-element standaard-EEM 5
2.7. Knoopondersteuningen 5
2.8. Scharnieren op 2D-elementranden 6
3. Belastingen 7
3.1. Belastingsgevallen 7
3.2. Weergave belastingen 8
3.2.1. Weergave belastingen - BG1 8
3.2.1.1. BG weergave 8
3.2.2. Weergave belastingen - BG2 9
3.2.2.1. BG weergave 9
3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand 9
3.2.2.3. Genereer vrije lasten 10
3.2.2.4. Vrije oppervlakte last 10
3.2.2.5. Vlaklast 10
3.2.3. Weergave belastingen - BG3 11
3.2.3.1. BG weergave 11
3.2.3.2. Lijnlast op 2D elementrand 11
3.2.3.3. Genereer vrije lasten 11
3.2.3.4. Vrije oppervlakte last 12
3.2.4. Weergave belastingen - BG4 13
3.2.4.1. BG weergave 13
3.2.4.2. Lijnlast op 2D elementrand 13
3.2.4.3. Genereer vrije lasten 14
3.2.4.4. Vrije oppervlakte last 14
3.2.5. Weergave belastingen - BG5 15
3.2.5.1. BG weergave 15
3.2.5.2. Vlaklast 15
3.2.6. Weergave belastingen - BG6 16
3.2.6.1. BG weergave 16
3.2.6.2. Genereer vrije lasten 16
3.2.6.3. Vrije oppervlakte last 16
3.2.7. Weergave belastingen - BG7 17
3.2.7.1. BG weergave 17
3.2.7.2. Genereer vrije lasten 17
3.2.7.3. Vrije oppervlakte last 17
3.2.8. Weergave belastingen - BG10 18
3.2.8.1. BG weergave 18
3.2.8.2. Vlaklast 18
3.2.9. Weergave belastingen - BG20 19
3.2.9.1. BG weergave 19
3.2.9.2. Genereer vrije lasten 19
3.2.9.3. Vrije oppervlakte last 19
3.2.9.4. Vlaklast 19
3.3. Combinaties 20
4. Fundatie 21
4.1. Reacties; R_z 21
4.2. Reacties; R_z middensteunpunt 21
4.3. Reacties BGT 22
4.4. Reacties BGT zonder Q (=10 kN/m2) 22
4.5. Reacties BGT historisch 22
4.6. Reacties UGT met Q=10 kN/m2 22
5. Vervorming 24
5.1. 3D verplaatsing; u_z 24
5.2. 3D verplaatsing; u_z 24
5.3. 3D verplaatsing; u_z 25
5.4. 3D verplaatsing; u_z 25
6. Spanningen dek 26
6.1. 2D-spanning/-rek; σ_x+ 26
6.2. 2D-spanning/-rek 26
6.3. 2D-spanning/-rek; σ_x+ 27

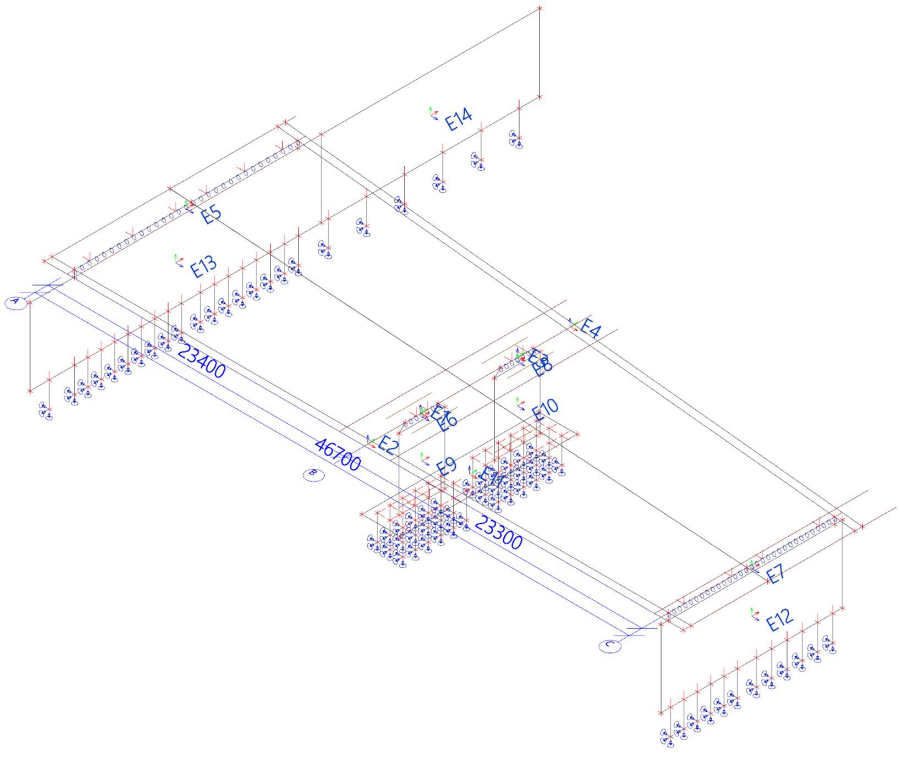
6.4. 2D-spanning/-rek 28
6.5. 2D-spanning/-rek; σ_x+ 29
6.6. 2D-spanning/-rek 29
7. UGT dek 31
7.1. Interne 2D-krachten; m_xD- 31
7.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 31
7.3. Interne 2D-krachten; m_xD+ 32
7.4. Interne 2D-krachten; v_x 32
7.5. Interne 2D-krachten 33
7.6. Interne 2D-krachten; m_yD- 33
7.7. Interne 2D-krachten; m_yD+ 34
7.8. Interne 2D-krachten; m_yD+ 34
7.9. Interne 2D-krachten 35
8. UGT Onderbouw 36
8.1. Interne 2D-krachten; F_z 36
8.2. Reacties; R_z 36
9. Historische belasting 37
9.1. 2D-spanning/-rek; σ_x+ (bovenzijde dek) 37
9.2. 2D-spanning/-rek; σ_x- (onderzijde dek) 37

2. Invoer en geometrie

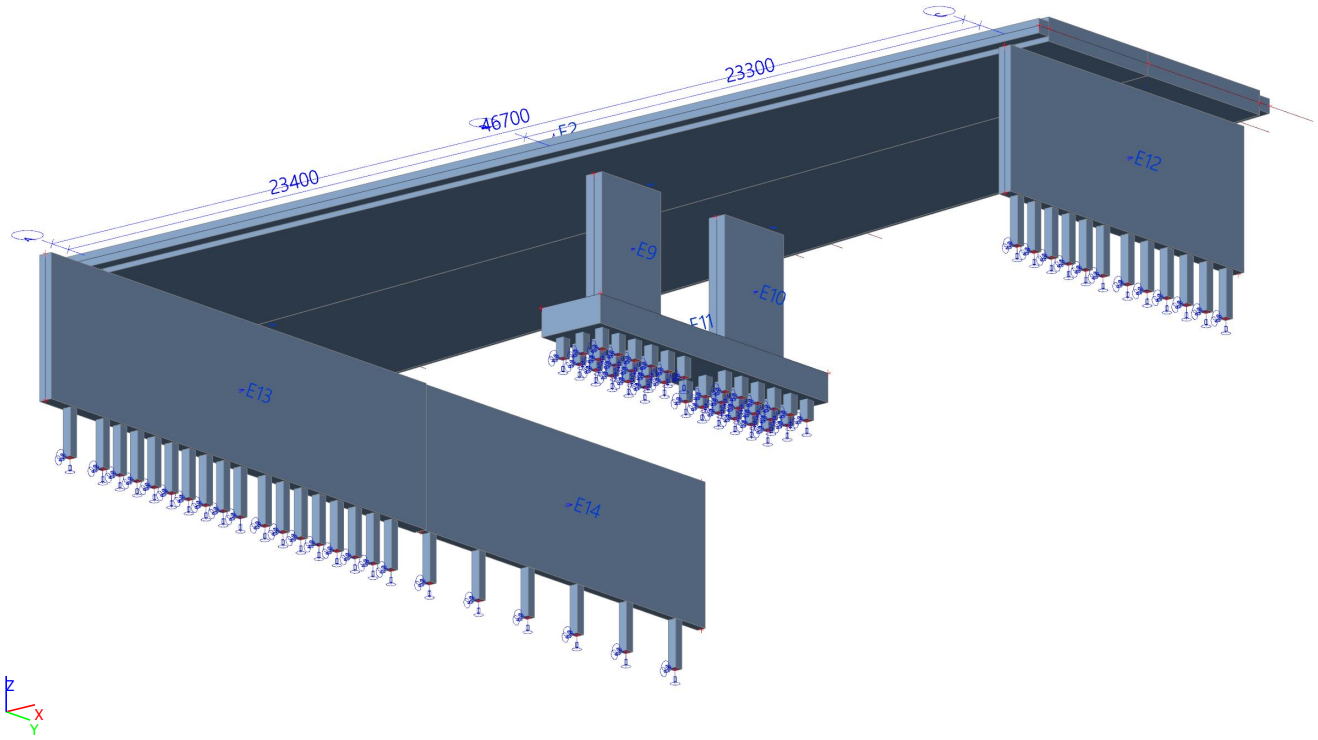
2.1. Project

Licentienaam	Nebest B.V.
Project	40245 Hofbogen, Heer Bokelweg
Onderdeel	Bijlage 3
Omschrijving	-
Auteur	[redacted]
Datum	nov/dec 2020
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	194
Aantal staven :	72
Aantal platen :	14
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	1
Aantal belastingsgevallen :	9
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s^2]	10,000
Nationale norm	EC - EN

2.2. Rekenmodel



2.3. Rekenmodel



2.4. 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
K400	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0.2	0,00	30,00	
gewichtloos	Beton	0,0	2600,0	3,0000e+04	0.2	0,00	30,00	
K300	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0.2	0,00	30,00	

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.

2.5. Materiaallijst

Selectie: Alle
Sorteertype: Materiaal

Samenvatting

Materiaal	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
Beton	2651964,3	1472,714	1,0834e+03
Totaal	2651964,3	1472,714	1,0834e+03

Opmerking: De waarde 'Oppervlak' vertegenwoordigt voor 1D-elementen de totale blootgestelde oppervlakte, en voor 2D-elementen correspondeert deze alleen met de oppervlakte van het vlak met het zwaartepunt.

Beton (1D)

Materiaal	Dichtheid [kg/m³]	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
gewichtloos	0,0	0,0	218,880	2,0794e+01
Totaal		0,0	218,880	2,0794e+01

Beton (2D)

Materiaal	Dichtheid [kg/m³]	Massa [kg]	Oppervlak [m²]	Volume [m³]
K400	2500,0	2009694,3	827,974	8,0388e+02
K300	2500,0	642270,0	407,460	2,5691e+02
gewichtloos	0,0	0,0	18,400	1,8400e+00
Totaal		2651964,3	1253,834	1,0626e+03

2.6. 2D-element standaard-EEM

Naam	Element type	Elementgedrag	Laag	Type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K400	constant	1000
E2	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K400	constant	600
E3	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K400	constant	1000
E4	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K400	constant	600
E5	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	gewichtloos	constant	100
E6	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	gewichtloos	constant	100
E7	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	gewichtloos	constant	100
E8	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	gewichtloos	constant	100
E9	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	800
E10	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	800
E11	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	1200
E12	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	600
E13	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	600
E14	Standaard	Standaard-EEM	Laag1	vloer (90)	K300	constant	400

2.7. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid X [MN/m]	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn1	K152	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn2	K154	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn3	K156	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn4	K158	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn5	K160	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn6	K162	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn7	K164	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn8	K166	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn9	K168	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn10	K170	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn11	K172	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn12	K174	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn13	K176	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn14	K178	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn15	K180	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn16	K182	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn17	K184	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn18	K186	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn19	K188	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn20	K190	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn21	K192	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn22	K194	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn23	K196	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn24	K198	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn25	K120	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn26	K121	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn27	K123	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn28	K125	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn29	K127	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn30	K129	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn31	K133	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02

Naam	Knoop	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz	Stijfheid X [MN/m]	Stijfheid Y [MN/m]	Stijfheid Z [MN/m]
Sn32	K135	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn33	K137	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn34	K139	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn35	K141	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn36	K143	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn37	K43	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn38	K45	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn39	K47	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn40	K49	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn41	K51	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn42	K53	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn43	K55	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn44	K57	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn45	K59	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn46	K61	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn47	K63	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn48	K65	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn49	K67	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn50	K69	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn51	K71	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn52	K73	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn53	K75	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn54	K77	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn55	K80	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn56	K81	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn57	K82	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn58	K83	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn59	K84	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn60	K85	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn61	K86	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn62	K87	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn63	K88	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn64	K89	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn65	K90	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn66	K91	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn67	K92	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn68	K93	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn69	K94	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn70	K95	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn71	K96	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02
Sn72	K97	Verend	Verend	Verend	Vrij	Vrij	Vrij	1,0000e+00	1,0000e+00	1,0000e+02

2.8. Scharnieren op 2D-elementranden

Naam	2D-element	Rand	ux uy uz	phix phiy phiz	Coör Oors	Pos x_1 Pos x_2
L1	E5	1	Vast Vast Vast	Vrij	Rela Vanaf begin	0.000 1.000
L4	E7	1	Vast Vast Vast	Vrij	Rela Vanaf begin	0.000 1.000
L5	E6	1	Vast Vast Vast	Vrij	Rela Vanaf begin	0.000 1.000
L6	E8	1	Vast Vast Vast	Vrij	Rela Vanaf begin	0.000 1.000

3. Belastingen

3.1. Belastingsgevallen

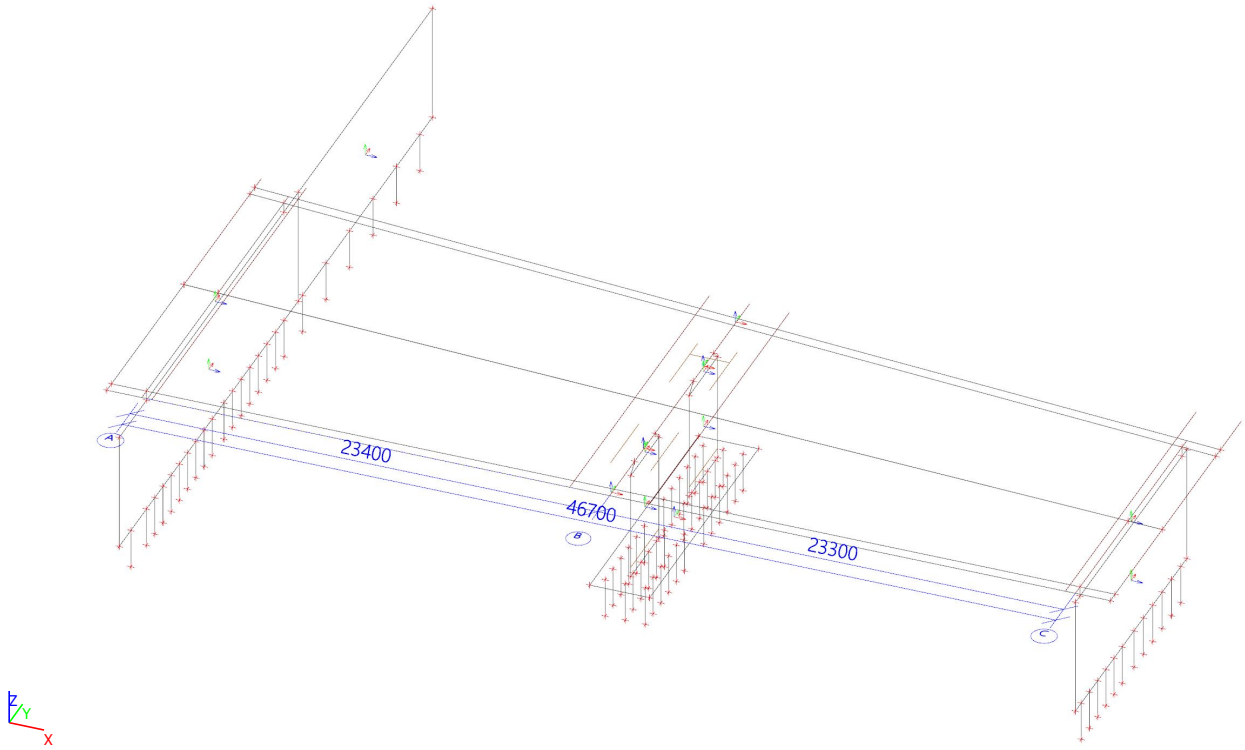
Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting
	Spec	Belastingtype		
BG1	eigen gewicht	Permanent	LG1	-Z
		Eigen gewicht		
BG2	perm	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG3	vsp langs	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG4	vsp dwars	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG5	var 5 kN/m²	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG6	var alleen zuid	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG7	var alleen noord	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG10	eenheidsbelasting Q kN/m²	Permanent	LG1	
		Standaard		
BG20	historische belasting	Permanent	LG1	
		Standaard		

3.2. Weergave belastingen

3.2.1. Weergave belastingen - BG1

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

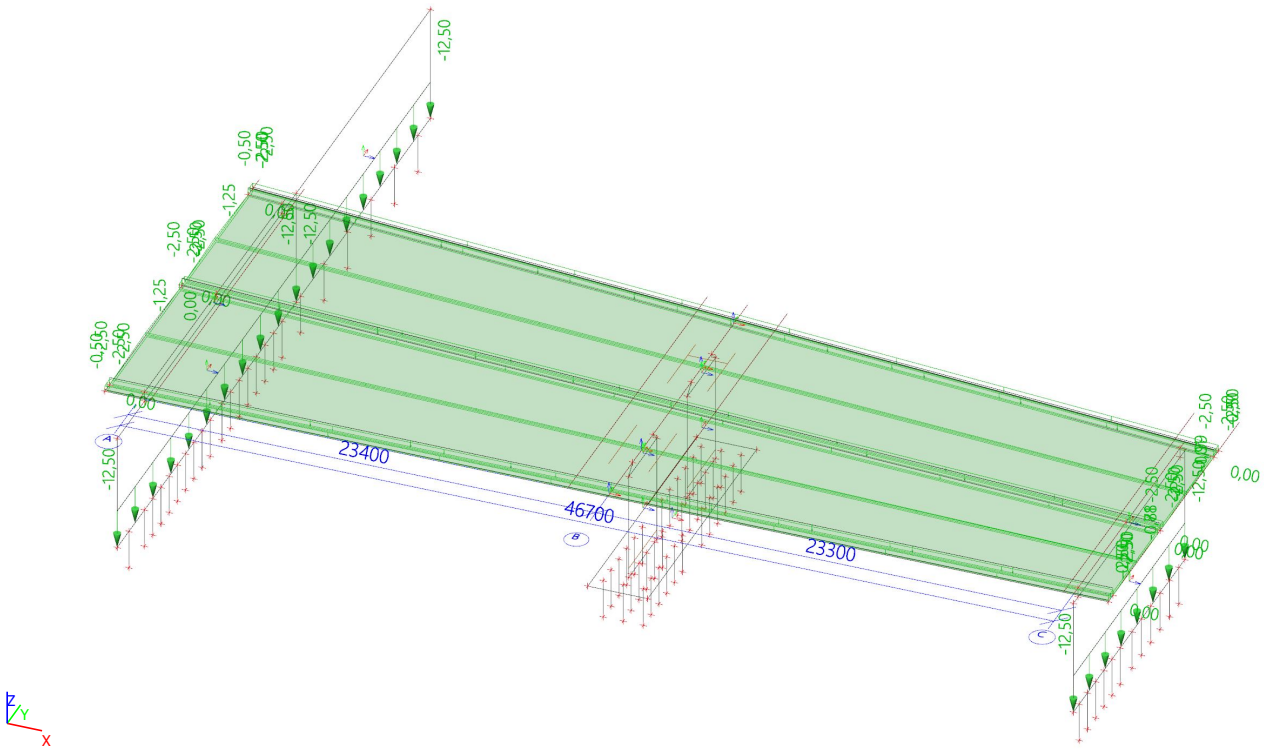
3.2.1.1. BG weergave



3.2.2. Weergave belastingen - BG2

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

3.2.2.1. BG weergave



3.2.2.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS5	E13	Kracht	Z	-12,50	0.000	Lengte	3
	BG2 - perm	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS6	E14	Kracht	Z	-12,50	0.000	Lengte	3
	BG2 - perm	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS7	E12	Kracht	Z	-12,50	0.000	Lengte	3
	BG2 - perm	GCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS8	E1	Kracht	Z	-2,50	0.000	Lengte	4
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS9	E3	Kracht	Z	-2,50	0.000	Lengte	2
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS10	E1	Kracht	Z	-2,50	0.000	Lengte	2
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS11	E3	Kracht	Z	-2,50	0.000	Lengte	4
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS12	E2	Kracht	Z	-0,50	0.000	Lengte	3
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS13	E4	Kracht	Z	-0,50	0.000	Lengte	3
	BG2 - perm	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

3.2.2.3. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF7	BG2 - perm	E1	Z	Oppervlak	FF7	-2,50	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF8	BG2 - perm	E3	Z	Oppervlak	FF7	-2,50	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF15	BG2 - perm	E1	Z	Oppervlak	FF14		Vrije last LCS
			3 punten	Kracht			Lengte
GFF16	BG2 - perm	E1	Z	Oppervlak	FF15		GCS
			3 punten	Kracht			Lengte
GFF17	BG2 - perm	E3	Z	Oppervlak	FF16		GCS
			3 punten	Kracht			Lengte
GFF18	BG2 - perm	E3	Z	Oppervlak	FF17		GCS
			3 punten	Kracht			Lengte

3.2.2.4. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	q1 [kN/m²]	q2 [kN/m²]	q3 [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem
FF7	BG2 - perm	Z	Kracht	Gelijkmatig	-2,50				Z=0	Auto	GCS
FF14	BG2 - perm	Z	Kracht	3 punten		0,00	0,00	-1,25	Z=0	Auto	Vrije last LCS
FF15	BG2 - perm	Z	Kracht	3 punten		0,00	0,00	-1,25	Z=0	Auto	GCS
FF16	BG2 - perm	Z	Kracht	3 punten		0,00	0,00	-1,25	Z=0	Auto	GCS
FF17	BG2 - perm	Z	Kracht	3 punten		0,00	0,00	-1,25	Z=0	Auto	GCS

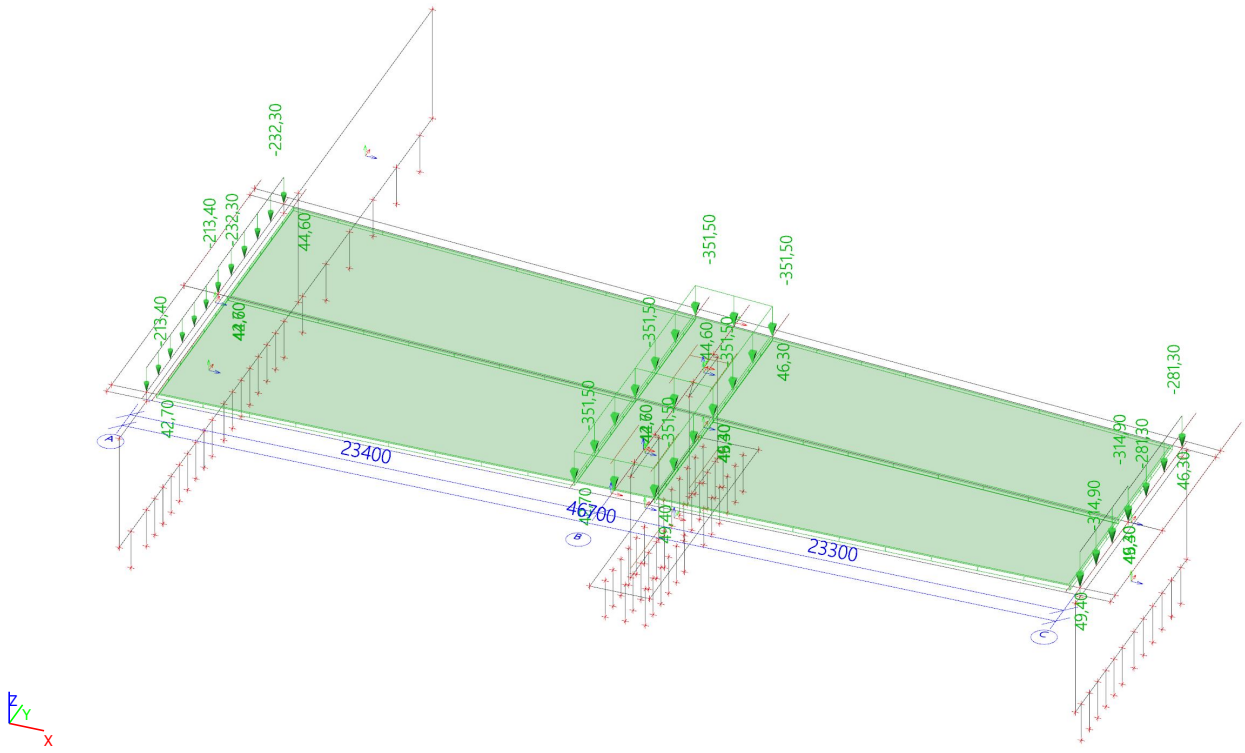
3.2.2.5. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	-2,50	E2	BG2 - perm	LCS	Lengte
SF2	Z	Kracht	-2,50	E4	BG2 - perm	LCS	Lengte

3.2.3. Weergave belastingen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	vsp langs	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.3.1. BG weergave



3.2.3.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	Belastingsgeval	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
		Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	BG3 - vsp langs	Kracht	Z	-232,30	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS2	BG3 - vsp langs	Kracht	Z	-281,30	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS3	BG3 - vsp langs	Kracht	Z	-314,90	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin
LFS4	BG3 - vsp langs	Kracht	Z	-213,40	0.000	Lengte	1
		LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

3.2.3.3. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF1	BG3 - vsp langs	E3	Z	Oppervlak	FF1	44,60	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF2	BG3 - vsp langs	E3	Z	Oppervlak	FF2	-351,50	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF3	BG3 - vsp langs	E3	Z	Oppervlak	FF3	46,30	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF4	BG3 - vsp langs	E1	Z	Oppervlak	FF4	42,70	GCS

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF5	BG3 - vsp langs	E1	Z	Oppervlak	FF5	-351,50	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF6	BG3 - vsp langs	E1	Z	Oppervlak	FF6	49,40	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte

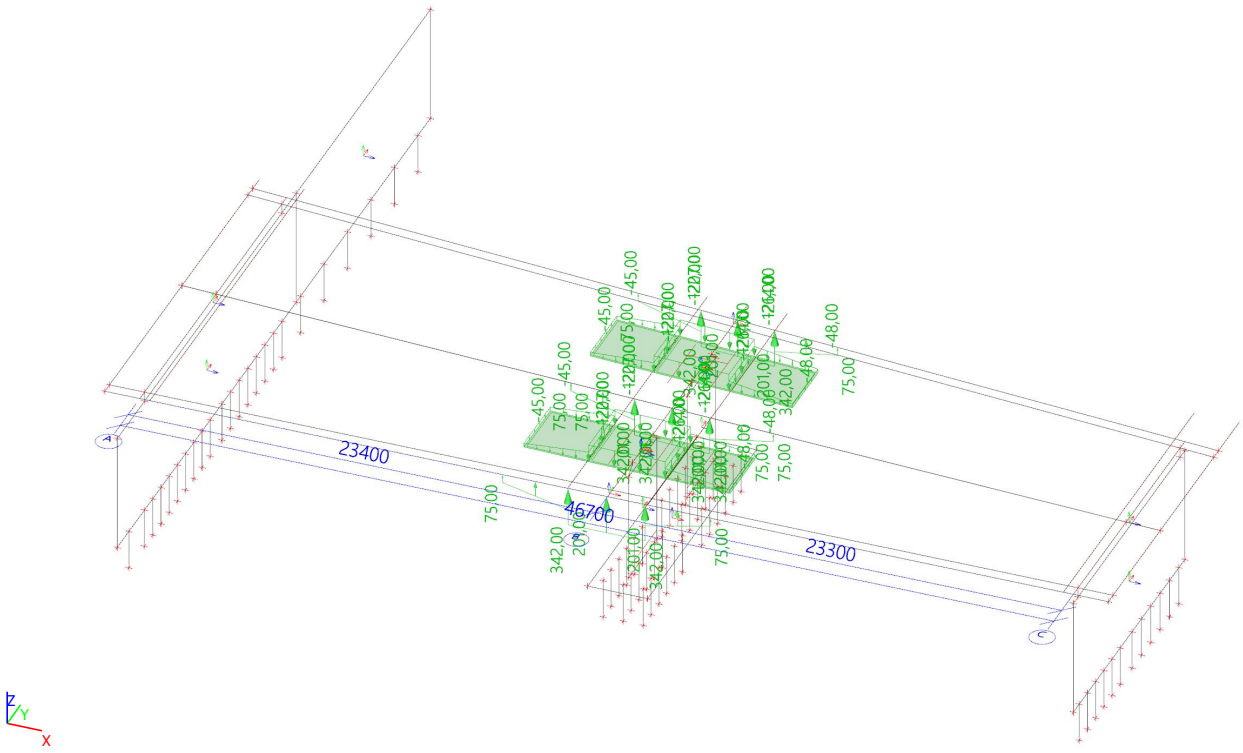
3.2.3.4. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF1	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	44,60	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF2	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	-351,50	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF3	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	46,30	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF4	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	42,70	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF5	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	-351,50	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF6	BG3 - vsp langs	Z	Kracht	Gelijkmatig	49,40	Z=0	Auto	GCS	Lengte

3.2.4. Weergave belastingen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG4	vsp dwars	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.4.1. BG weergave



3.2.4.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Coör	Oors
LFS14	E2	Kracht	Z	201,00	27,025	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	75,00	30,305	Abso	Vanaf begin
LFS15	E2	Kracht	Z	342,00	23,175	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	342,00	27,025	Abso	Vanaf begin
LFS16	E2	Kracht	Z	75,00	19,895	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	201,00	23,175	Abso	Vanaf begin
LFS19	E4	Kracht	Z	201,00	27,025	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	75,00	30,305	Abso	Vanaf begin
LFS20	E4	Kracht	Z	342,00	23,175	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	342,00	27,025	Abso	Vanaf begin
LFS21	E4	Kracht	Z	75,00	19,895	Lengte	3
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	201,00	23,175	Abso	Vanaf begin
LFS22	E1	Kracht	Z	75,00	19,895	Lengte	2
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	201,00	23,175	Abso	Vanaf einde
LFS23	E1	Kracht	Z	201,00	27,025	Lengte	2
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	75,00	30,305	Abso	Vanaf einde
LFS24	E1	Kracht	Z	342,00	23,175	Lengte	2
	BG4 - vsp dwars	GCS	Gelijkmatig		27,025	Abso	Vanaf einde
LFS25	E3	Kracht	Z	201,00	27,025	Lengte	4
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	75,00	30,305	Abso	Vanaf begin
LFS26	E3	Kracht	Z	342,00	23,175	Lengte	4
	BG4 - vsp dwars	GCS	Gelijkmatig		27,025	Abso	Vanaf begin

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1 [m]	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2 [m]	Coör	Oors
LFS27	E3	Kracht	Z	75,00	19,895	Lengte	4
	BG4 - vsp dwars	GCS	Trapez	201,00	23,175	Abso	Vanaf begin

3.2.4.3. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	Systeem
			Verdeling	Type		Locatie
GFF9	BG4 - vsp dwars	E1	Z	Oppervlak	FF8	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte
GFF10	BG4 - vsp dwars	E1	Z	Oppervlak	FF9	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte
GFF11	BG4 - vsp dwars	E1	Z	Oppervlak	FF10	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte
GFF12	BG4 - vsp dwars	E3	Z	Oppervlak	FF11	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte
GFF13	BG4 - vsp dwars	E3	Z	Oppervlak	FF12	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte
GFF14	BG4 - vsp dwars	E3	Z	Oppervlak	FF13	GCS
			3 punten	Kracht		Lengte

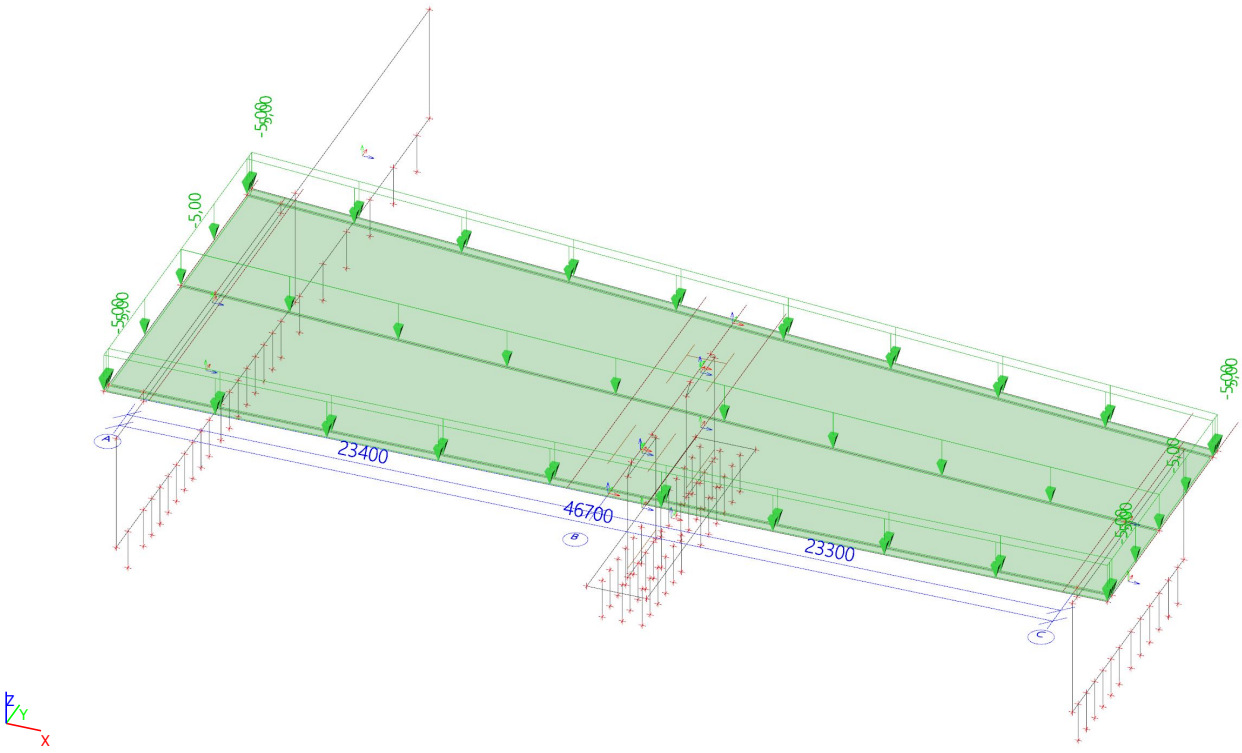
3.2.4.4. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q1 [kN/m²]	q2 [kN/m²]	q3 [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF8	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-45,00	-45,00	-122,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF9	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-48,00	-48,00	-126,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF10	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-207,00	-207,00	-214,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF11	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-45,00	-45,00	-122,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF12	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-48,00	-48,00	-126,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF13	BG4 - vsp dwars	Z	Kracht	3 punten	-207,00	-207,00	-214,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte

3.2.5. Weergave belastingen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG5	var 5 kN/m²	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.5.1. BG weergave



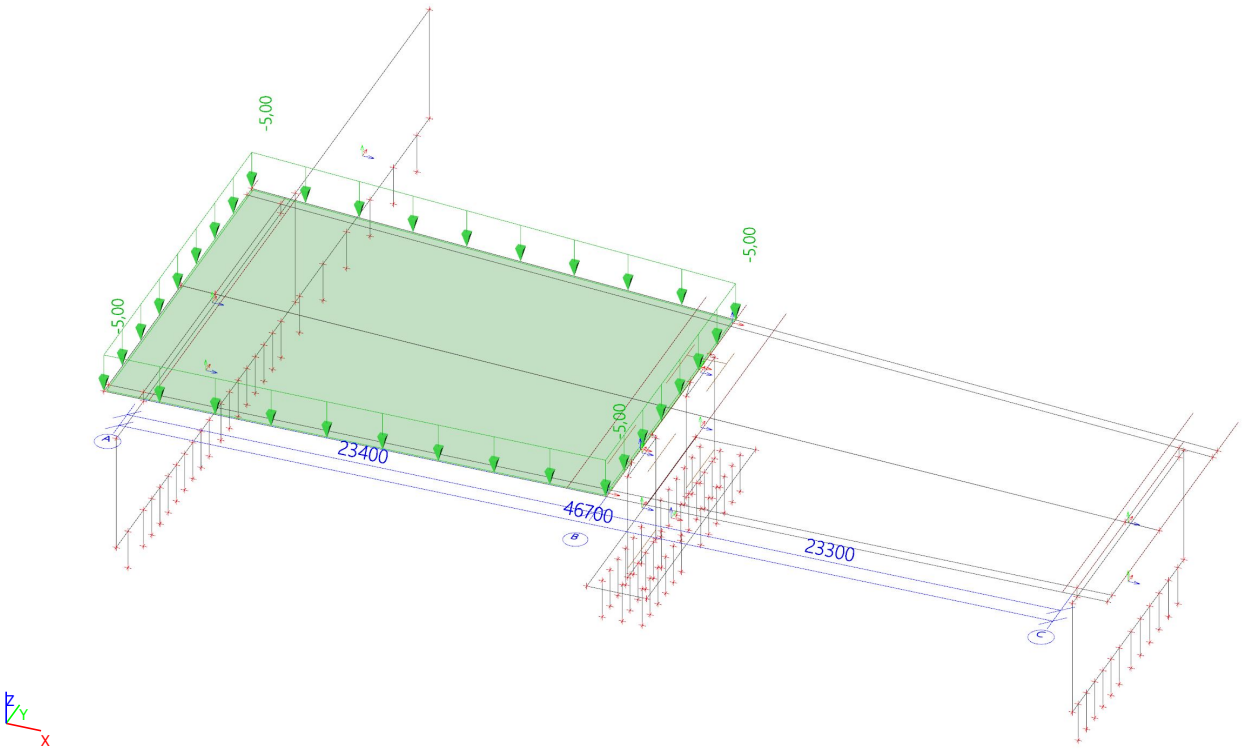
3.2.5.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF3	Z	Kracht	-5,00	E2	BG5 - var 5 kN/m²	LCS	Lengte
SF4	Z	Kracht	-5,00	E1	BG5 - var 5 kN/m²	LCS	Lengte
SF5	Z	Kracht	-5,00	E3	BG5 - var 5 kN/m²	LCS	Lengte
SF6	Z	Kracht	-5,00	E4	BG5 - var 5 kN/m²	LCS	Lengte

3.2.6. Weergave belastingen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG6	var alleen zuid	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.6.1. BG weergave



3.2.6.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF19	BG6 - var alleen zuid	E1	Z	Oppervlak	FF18	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF20	BG6 - var alleen zuid	E2	Z	Oppervlak	FF18	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF21	BG6 - var alleen zuid	E3	Z	Oppervlak	FF18	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF22	BG6 - var alleen zuid	E4	Z	Oppervlak	FF18	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte

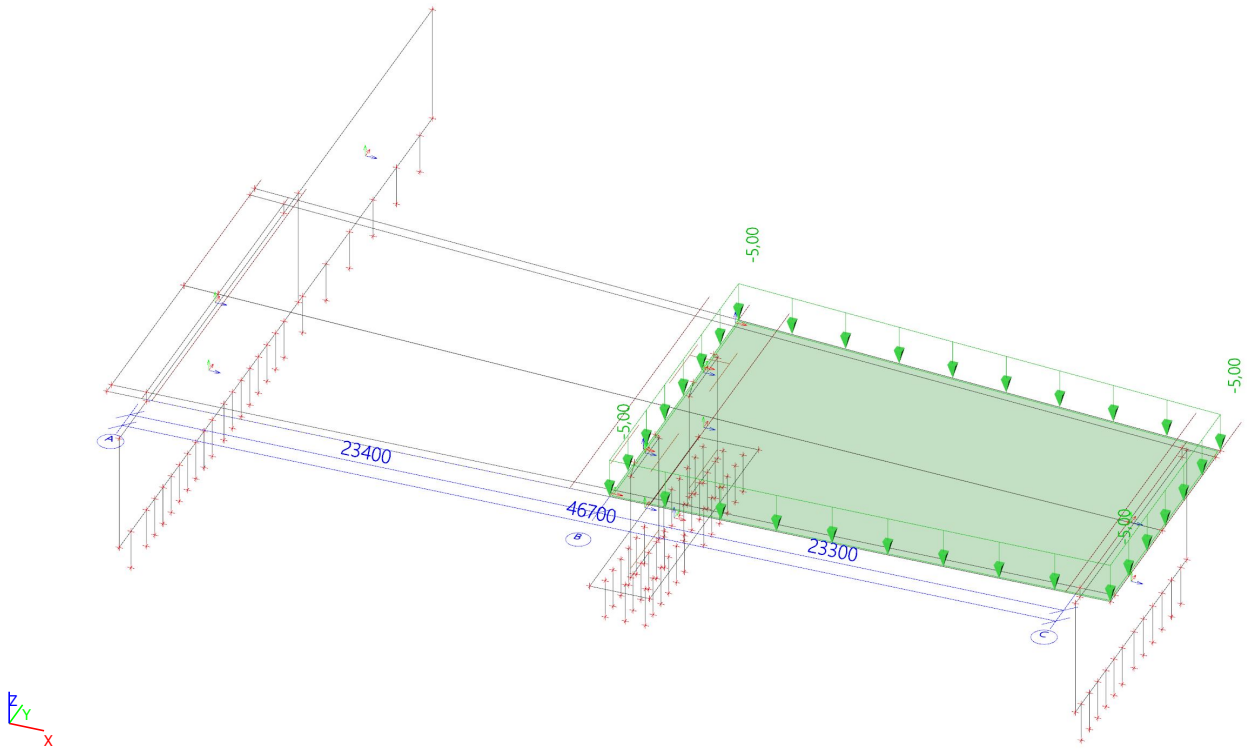
3.2.6.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF18	BG6 - var alleen zuid	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte

3.2.7. Weergave belastingen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG7	var alleen noord	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.7.1. BG weergave



3.2.7.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF23	BG7 - var alleen noord	E1	Z	Oppervlak	FF19	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF24	BG7 - var alleen noord	E2	Z	Oppervlak	FF19	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF25	BG7 - var alleen noord	E3	Z	Oppervlak	FF19	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF26	BG7 - var alleen noord	E4	Z	Oppervlak	FF19	-5,00	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte

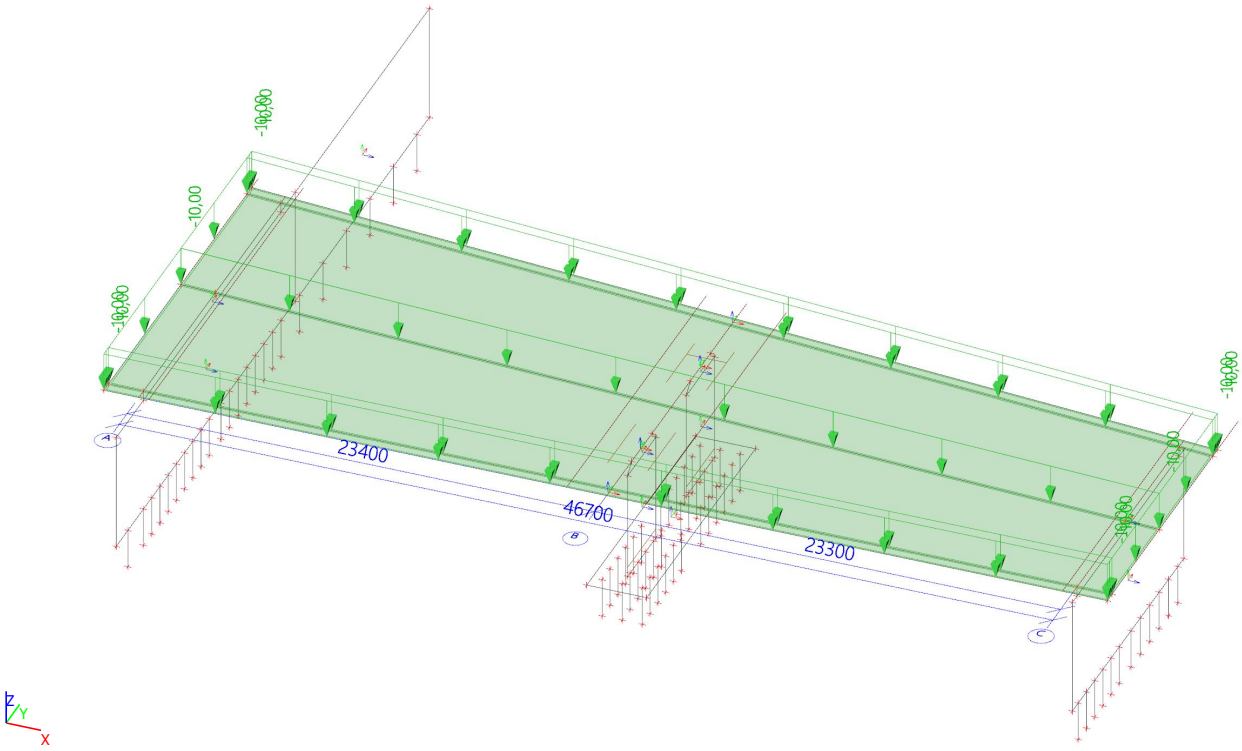
3.2.7.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF19	BG7 - var alleen noord	Z	Kracht	Gelijkmatig	-5,00	Z=0	Auto	GCS	Lengte

3.2.8. Weergave belastingen - BG10

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG10	eenheidsbelasting Q kN/m²	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.8.1. BG weergave



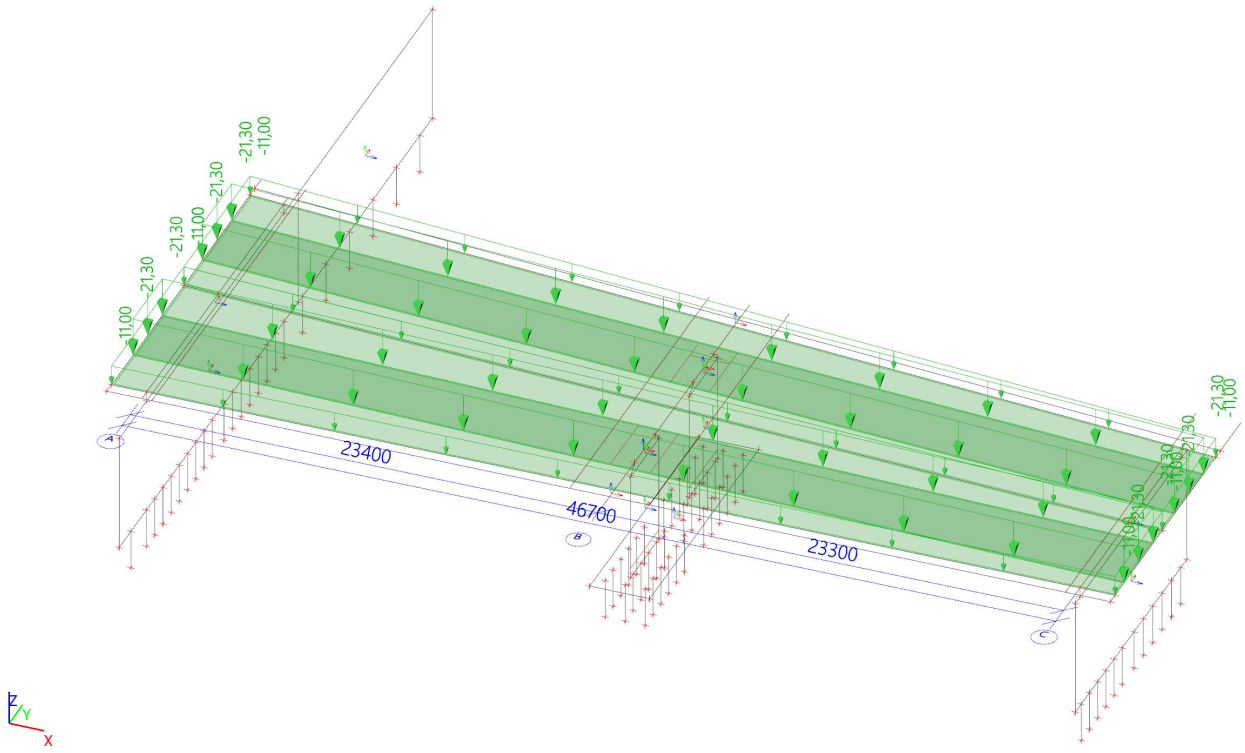
3.2.8.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF7	Z	Kracht	-10,00	E2	BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	LCS	Lengte
SF8	Z	Kracht	-10,00	E1	BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	LCS	Lengte
SF9	Z	Kracht	-10,00	E3	BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	LCS	Lengte
SF10	Z	Kracht	-10,00	E4	BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	LCS	Lengte

3.2.9. Weergave belastingen - BG20

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG20	historische belasting	Permanent	LG1
		Standaard	

3.2.9.1. BG weergave



3.2.9.2. Genereer vrije lasten

Naam	Belastingsgeval	2D-element	Rich	Belastingstype	Oorspronkelijke belasting	q [kN/m²]	Systeem
			Verdeling	Type		Waarde - P [kN/m]	Locatie
GFF35	BG20 - historische belasting	E1	Z	Oppervlak	FF22	-21,30	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte
GFF36	BG20 - historische belasting	E3	Z	Oppervlak	FF23	-21,30	GCS
			Gelijkmatig	Kracht			Lengte

3.2.9.3. Vrije oppervlakte last

Naam	Belastingsgeval	Rich	Type	Verdeling	q [kN/m²]	Geldigheid	Selecteer	Systeem	Locatie
FF22	BG20 - historische belasting	Z	Kracht	Gelijkmatig	-21,30	Z=0	Auto	GCS	Lengte
FF23	BG20 - historische belasting	Z	Kracht	Gelijkmatig	-21,30	Z=0	Auto	GCS	Lengte

3.2.9.4. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF11	Z	Kracht	-11,00	E1	BG20 - historische belasting	LCS	Lengte
SF12	Z	Kracht	-11,00	E3	BG20 - historische belasting	LCS	Lengte

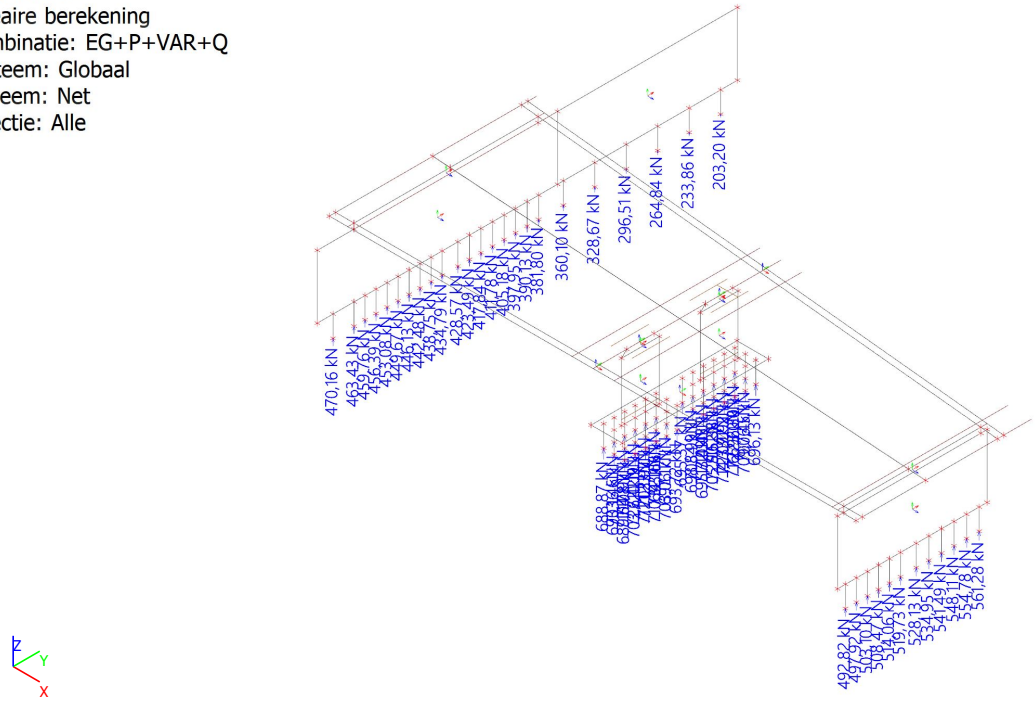
3.3. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
EG+P	BGT eigen gewicht en vsp	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
EG+P1	BGT test zonder dwarsvsp	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	0,00
EG+P+VAR	BGT	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG5 - var 5 kN/m²	1,00
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	0,00
EG+P+VAR+Q	BGT	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG5 - var 5 kN/m²	1,00
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,00
EG+P+VAR-zuid+Q	BGT alleen zuidzijde belast	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG6 - var alleen zuid	1,00
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,00
EG+P+VAR-noord+Q	BGT alleen noordzijde belast	Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG7 - var alleen noord	1,00
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,00
UGT - fund	EG+P+VAR+Q	Lineair - UGT	BG1 - eigen gewicht	1,15
			BG2 - perm	1,15
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG5 - var 5 kN/m²	1,30
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,15
UGT1	EG+P+VAR+Q=16	Lineair - UGT	BG1 - eigen gewicht	1,15
			BG2 - perm	1,15
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG5 - var 5 kN/m²	1,30
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,84
UGT2	EG+P+VAR-zuid+Q=16	Lineair - UGT	BG1 - eigen gewicht	1,15
			BG2 - perm	1,15
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG6 - var alleen zuid	1,30
			BG10 - eenheidsbelasting Q kN/m²	1,84
BGT historie		Lineair - BGT	BG1 - eigen gewicht	1,00
			BG2 - perm	1,00
			BG3 - vsp langs	1,00
			BG4 - vsp dwars	1,00
			BG20 - historische belasting	1,00

4. Fundatie

4.1. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR+Q
Systeem: Globaal
Extreem: Net
Selectie: Alle


470,16 kN
463,43 kN
456,76 kN
450,39 kN
444,31 kN
438,48 kN
432,89 kN
427,57 kN
422,51 kN
417,78 kN
413,41 kN
409,41 kN
405,78 kN
402,53 kN
399,73 kN
397,37 kN
395,47 kN
394,03 kN
393,04 kN
392,51 kN
392,43 kN
392,80 kN
393,62 kN
394,89 kN
396,61 kN
398,78 kN
401,40 kN
404,47 kN
407,99 kN
411,96 kN
416,38 kN
421,25 kN
426,57 kN
432,34 kN
438,56 kN
445,23 kN
452,35 kN
459,92 kN
467,94 kN
476,41 kN
485,33 kN
494,70 kN
504,52 kN
514,79 kN
525,51 kN
536,68 kN
548,30 kN
560,37 kN
572,89 kN
585,86 kN
599,28 kN
613,15 kN
627,47 kN
642,24 kN
657,46 kN
673,13 kN
689,25 kN
705,82 kN
722,84 kN
740,31 kN
758,23 kN
776,60 kN
795,42 kN
814,69 kN
834,41 kN
854,58 kN
875,20 kN
896,27 kN
917,79 kN
939,76 kN
962,18 kN
985,05 kN
1008,37 kN
1032,14 kN
1056,36 kN
1081,03 kN
1106,15 kN
1131,72 kN
1157,74 kN
1184,21 kN
1211,13 kN
1238,50 kN
1266,32 kN
1294,59 kN
1323,31 kN
1352,48 kN
1382,10 kN
1412,17 kN
1442,69 kN
1473,66 kN
1505,08 kN
1536,95 kN
1569,27 kN
1602,04 kN
1635,26 kN
1668,93 kN
1703,05 kN
1737,62 kN
1772,64 kN
1808,11 kN
1844,03 kN
1880,40 kN
1917,22 kN
1954,49 kN
1992,21 kN
2030,38 kN
2069,00 kN
2108,07 kN
2147,59 kN
2187,56 kN
2227,98 kN
2268,85 kN
2310,17 kN
2351,94 kN
2394,16 kN
2436,83 kN
2479,95 kN
2523,52 kN
2567,54 kN
2612,01 kN
2656,93 kN
2702,30 kN
2748,12 kN
2794,39 kN
2841,11 kN
2888,28 kN
2935,90 kN
2983,97 kN
3032,49 kN
3081,46 kN
3130,88 kN
3180,75 kN
3231,07 kN
3281,84 kN
3333,06 kN
3384,73 kN
3436,85 kN
3489,42 kN
3542,44 kN
3595,91 kN
3649,83 kN
3704,20 kN
3759,02 kN
3814,29 kN
3870,01 kN
3926,18 kN
3982,80 kN
4039,87 kN
4097,39 kN
4155,36 kN
4213,78 kN
4272,65 kN
4331,97 kN
4391,74 kN
4451,96 kN
4512,63 kN
4573,75 kN
4635,32 kN
4697,34 kN
4759,81 kN
4822,73 kN
4886,10 kN
4949,92 kN
5014,19 kN
5078,91 kN
5144,08 kN
5209,70 kN
5275,77 kN
5342,29 kN
5409,26 kN
5476,68 kN
5544,55 kN
5612,87 kN
5681,64 kN
5750,86 kN
5820,53 kN
5890,65 kN
5961,22 kN
6032,24 kN
6103,71 kN
6175,63 kN
6248,00 kN
6320,82 kN
6394,09 kN
6467,81 kN
6541,98 kN
6616,60 kN
6691,67 kN
6767,19 kN
6843,16 kN
6919,58 kN
6996,45 kN
7073,77 kN
7151,54 kN
7229,76 kN
7308,43 kN
7387,55 kN
7467,12 kN
7547,14 kN
7627,61 kN
7708,53 kN
7789,90 kN
7871,72 kN
7953,99 kN
8036,71 kN
8119,88 kN
8203,50 kN
8287,57 kN
8372,09 kN
8457,06 kN
8542,48 kN
8628,35 kN
8714,67 kN
8801,44 kN
8888,66 kN
8976,33 kN
9064,45 kN
9153,02 kN
9242,04 kN
9331,51 kN
9421,43 kN
9511,80 kN
9602,62 kN
9693,89 kN
9785,61 kN
9877,78 kN
9970,40 kN
10063,47 kN
10156,99 kN
10250,96 kN
10345,38 kN
10440,25 kN
10535,57 kN
10631,34 kN
10727,56 kN
10824,23 kN
10921,35 kN
11018,92 kN
11116,94 kN
11215,41 kN
11314,33 kN
11413,70 kN
11513,52 kN
11613,79 kN
11714,51 kN
11815,68 kN
11917,30 kN
12019,37 kN
12121,89 kN
12224,86 kN
12328,28 kN
12432,15 kN
12536,47 kN
12641,24 kN
12746,46 kN
12852,13 kN
12958,25 kN
13064,82 kN
13171,84 kN
13279,31 kN
13387,23 kN
13495,60 kN
13604,42 kN
13713,69 kN
13823,41 kN
13933,58 kN
14044,20 kN
14155,27 kN
14266,79 kN
14378,76 kN
14491,18 kN
14604,05 kN
14717,37 kN
14831,14 kN
14945,36 kN
15060,03 kN
15175,15 kN
15290,72 kN
15406,74 kN
15523,21 kN
15640,13 kN
15757,50 kN
15875,32 kN
15993,59 kN
16112,31 kN
16231,48 kN
16351,10 kN
16471,17 kN
16591,69 kN
16712,66 kN
16834,08 kN
16955,95 kN
17078,27 kN
17201,04 kN
17324,26 kN
17447,93 kN
17572,05 kN
17696,62 kN
17821,64 kN
17947,11 kN
18073,03 kN
18199,40 kN
18326,22 kN
18453,49 kN
18581,21 kN
18709,38 kN
18838,00 kN
18967,07 kN
19096,59 kN
19226,56 kN
19356,98 kN
19487,85 kN
19619,17 kN
19750,94 kN
19883,16 kN
20015,83 kN
20148,95 kN
20282,52 kN
20416,54 kN
20551,01 kN
20685,93 kN
20821,30 kN
20957,12 kN
21093,39 kN
21230,11 kN
21367,28 kN
21504,90 kN
21642,97 kN
21781,49 kN
21920,46 kN
22059,88 kN
22199,75 kN
22340,07 kN
22480,84 kN
22622,06 kN
22763,73 kN
22905,85 kN
23048,42 kN
23191,44 kN
23334,91 kN
23478,83 kN
23623,20 kN
23768,02 kN
23913,29 kN
24059,01 kN
24205,18 kN
24351,80 kN
24498,87 kN
24646,39 kN
24794,36 kN
24942,78 kN
25091,65 kN
25240,97 kN
25390,74 kN
25540,96 kN
25691,63 kN
25842,75 kN
25994,32 kN
26146,34 kN
26298,81 kN
26451,73 kN
26605,10 kN
26758,92 kN
26913,19 kN
27067,91 kN
27223,08 kN
27378,70 kN
27534,77 kN
27691,29 kN
27848,26 kN
28005,68 kN
28163,55 kN
28321,87 kN
28480,64 kN
28639,86 kN
28799,53 kN
28959,65 kN
29120,22 kN
29281,24 kN
29442,71 kN
29604,63 kN
29767,00 kN
29929,82 kN
30093,09 kN
30256,81 kN
30420,98 kN
30585,60 kN
30750,67 kN
30916,19 kN
31082,16 kN
31248,58 kN
31415,45 kN
31582,77 kN
31750,54 kN
31918,76 kN
32087,43 kN
32256,55 kN
32426,12 kN
32596,14 kN
32766,61 kN
32937,53 kN
33108,90 kN
33280,72 kN
33452,99 kN
33625,71 kN
33798,88 kN
33972,50 kN
34146,57 kN
34321,09 kN
34496,06 kN
34671,48 kN
34847,35 kN
35023,67 kN
35200,44 kN
35377,66 kN
35555,33 kN
35733,45 kN
35912,02 kN
36091,04 kN
36270,51 kN
36450,43 kN
36630,80 kN
36811,62 kN
36992,89 kN
37174,61 kN
37356,78 kN
37539,40 kN
37722,47 kN
37905,99 kN
38089,96 kN
38274,38 kN
38459,25 kN
38644,57 kN
38830,34 kN
39016,56 kN
39203,23 kN
39390,35 kN
39577,92 kN
39765,94 kN
39954,41 kN
40143,33 kN
40332,70 kN
40522,52 kN
40712,79 kN
40903,51 kN
41094,68 kN
41286,30 kN
41478,37 kN
41670,89 kN
41863,86 kN
42057,28 kN
42251,15 kN
42445,47 kN
42640,24 kN
42835,46 kN
43031,13 kN
43227,25 kN
43423,82 kN
43620,84 kN
43818,31 kN
44016,23 kN
44214,60 kN
44413,42 kN
44612,69 kN
44812,41 kN
45012,58 kN
45213,20 kN
45414,27 kN
45615,79 kN
45817,76 kN
46020,18 kN
46223,05 kN
46426,37 kN
46630,14 kN
46834,36 kN
47039,03 kN
47244,15 kN
47449,72 kN
47655,74 kN
47862,21 kN
48069,13 kN
48276,50 kN
48484,32 kN
48692,59 kN
48901,31 kN
49110,48 kN
49320,10 kN
49530,17 kN
49740,69 kN
49951,66 kN
50163,08 kN
50374,95 kN
50587,27 kN
50800,04 kN
51013,26 kN
51226,93 kN
51441,05 kN
51655,62 kN
51870,64 kN
52086,11 kN
52302,03 kN
52518,40 kN
52735,22 kN
52952,49 kN
53170,21 kN
53388,38 kN
53607,00 kN
53826,07 kN
54045,59 kN
54265,56 kN
54485,98 kN
54706,85 kN
54928,17 kN
55149,94 kN
55372,16 kN
55594,83 kN
55817,95 kN
56041,52 kN
56265,54 kN
56490,01 kN
56714,93 kN
56940,30 kN
57166,12 kN
57392,39 kN
57619,11 kN
57846,28 kN
58073,90 kN
58301,97 kN
58530,49 kN
58759,46 kN
58988,88 kN
59218,75 kN
59449,07 kN
59679,84 kN
59911,06 kN
60142,73 kN
60374,85 kN
60607,42 kN
60840,44 kN
61073,91 kN
61307,83 kN
61542,20 kN
61777,02 kN
62012,29 kN
62248,01 kN
62484,18 kN
62720,80 kN
62957,87 kN
63195,39 kN
63433,36 kN
63671,78 kN
63910,65 kN
64149,97 kN
64389,74 kN
64629,96 kN
64870,63 kN
65111,75 kN
65353,32 kN
65595,34 kN
65837,81 kN
66080,73 kN
66324,10 kN
66567,92 kN
66812,19 kN
67056,91 kN
67302,08 kN
67547,70 kN
67793,77 kN
68040,29 kN
68287,26 kN
68534,68 kN
68782,55 kN
69030,87 kN
69279,64 kN
69528,86 kN
69778,53 kN
70028,65 kN
70279,22 kN
70530,24 kN
70781,71 kN
71033,63 kN
71286,00 kN
71538,82 kN
71792,09 kN
72045,81 kN
72299,98 kN
72554,60 kN
72809,67 kN
73065,19 kN
73321,16 kN
73577,58 kN
73834,45 kN
74091,77 kN
74349,54 kN
74607,76 kN
74866,43 kN
75125,55 kN
75385,12 kN
75645,14 kN
75905,61 kN
76166,53 kN
76427,90 kN
76689,72 kN
76951,99 kN
77214,71 kN
77477,88 kN
77741,50 kN
78005,57 kN
78270,09 kN
78535,06 kN
78800,48 kN
79066,35 kN
79332,67 kN
79599,44 kN
79866,66 kN
80134,33 kN
80402,45 kN
80671,02 kN
80940,04 kN
81209,51 kN
81479,43 kN
81749,80 kN
82020,62 kN
82291,89 kN
82563,61 kN
82835,78 kN
83108,40 kN
83381,47 kN
83654,99 kN
83928,96 kN
84203,38 kN
84478,25 kN
84753,57 kN
85029,34 kN
85305,56 kN
85582,23 kN
85859,35 kN
86136,92 kN
86414,94 kN
86693,41 kN
86972,33 kN
87251,70 kN
87531,52 kN
87811,79 kN
88092,51 kN
88373,68 kN
88655,30 kN
88937,37 kN
89219,89 kN
89502,86 kN
89786,28 kN
90070,15 kN
90354,47 kN
90639,24 kN
90924,46 kN
91210,13 kN
91496,25 kN
91782,82 kN
92069,84 kN
92357,31 kN
92645,23 kN
92933,60 kN
93222,42 kN
93511,69 kN
93801,41 kN
94091,58 kN
94382,20 kN
94673,27 kN
94964,79 kN
95256,76 kN
95549,18 kN
95842,05 kN
96135,37 kN
96429,14 kN
96723,36 kN
97018,03 kN
97313,15 kN
97608,72 kN
97904,74 kN
98201,21 kN
98498,13 kN
98795,50 kN
99093,32 kN
99391,59 kN
99690,31 kN
99989,48 kN
100289,10 kN
100589,17 kN
100889,69 kN
101190,66 kN
101492,08 kN
101793,95 kN
102096,27 kN
102399,04 kN
102702,26 kN
103005,93 kN
103310,05 kN
103614,62 kN
103919,64 kN
104225,11 kN
104531,03 kN
104837,40 kN
105144,22 kN
105451,49 kN
105759,21 kN
106067,38 kN
106376,00 kN
106685,07 kN
106994,59 kN
107304,56 kN
107614,98 kN
107925,85 kN
108237,17 kN
108548,94 kN
108861,16 kN
109173,83 kN
109486,95 kN
109800,52 kN
110114,54 kN
110429,01 kN
110743,93 kN
111059,30 kN
111375,12 kN
111691,39 kN
112008,11 kN
112325,28 kN
112642,90 kN
112960,97 kN
113279,49 kN
113598,46 kN
113917,88 kN
114237,75 kN
114558,07 kN
114878,84 kN
115200,06 kN
115521,73 kN
115843,85 kN
116166,42 kN
116489,44 kN
116812,91 kN
117136,83 kN
117461,20 kN
117786,02 kN
118111,29 kN
118437,01 kN
118763,18 kN
119089,80 kN
119416,87 kN
119744,39 kN
120072,36 kN
120400,78 kN
120729,65 kN
121058,97 kN
121388,74 kN
121718,96 kN
122049,63 kN
122380,75 kN
122712,32 kN
123044,34 kN
123376,81 kN
123709,73 kN
124043,10 kN
124376,92 kN
124711,19 kN
125045,91 kN
125381,08 kN
125716,70 kN
126052,77 kN
126389,29 kN
126726,26 kN
127063,68 kN
127401,55 kN
127739,87 kN
128078,64 kN
128417,86 kN
128757,53 kN
129097,65 kN
129438,22 kN
129779,24 kN
130120,71 kN
130462,63 kN
130805,00 kN
131147,82 kN
131491,09 kN
131834,81 kN
132178,98 kN
132523,60 kN
132868,67 kN
133214,19 kN
133560,16 kN
133906,58 kN
134253,45 kN
134600,77 kN
134948,54 kN
135296,76 kN
135645,43 kN
135994,55 kN
136344,12 kN
136694,14 kN
137044,61 kN
137395,53 kN
137746,90 kN
138098,72 kN
138450,99 kN
138803,71 kN
139156,88 kN
139510,50 kN
139864,57 kN
140219,09 kN
140574,06 kN
140929,48 kN
141285,35 kN
141641,67 kN
141998,44 kN
142355,66 kN
142713,33 kN
143071,45 kN
143430,02 kN
143789,04 kN
144148,51 kN
144508,43 kN
144868,80 kN
145229,62 kN
145590,89 kN
145952,61 kN
146314,78 kN
146677,40 kN
147040,47 kN
147403,99 kN
147767,96 kN
148132,38 kN
148497,25 kN
148862,57 kN
149228,34 kN
149594,56 kN
149961,23 kN
150328,35 kN
150695,92 kN
151063,94 kN
151432,41 kN
151801,33 kN
152170,70 kN
152540,52 kN
152910,79 kN
153281,51 kN
153652,68 kN
154024,30 kN
154396,37 kN
154768,89 kN
155141,86 kN
155515,28 kN
155889,15 kN
156263,47 kN
156638,24 kN
157013,46 kN
157389,13 kN
157765,25 kN
158141,82 kN
158518,84 kN
158896,31 kN
159274,23 kN
159652,60 kN
160031,42 kN
160410,69 kN
160790,41 kN
161170,58 kN
161551,20 kN
161932,27 kN
162313,79 kN
162695,76 kN
163078,18 kN
163461,05 kN
163844,37 kN
164228,14 kN
164612,36 kN
164997,03 kN
165382,15 kN
165767,72 kN
166153,74 kN
166540,21 kN
166927,13 kN
167314,50 kN
167702,32 kN
168090,59 kN
168479,31 kN
168868,48 kN
169258,10 kN
169648,17 kN
170038,69 kN
170429,66 kN
170821,08 kN
171212,95 kN
171605,27 kN
171998,04 kN
172391,26 kN
172784,93 kN
173179,05 kN
173573,62 kN
173968,64 kN
174364,11 kN
174760,03 kN
175156,40 kN
175553,22 kN
175950,49 kN
176348,21 kN
176746,38 kN
177145,00 kN
177544,07 kN
177943,59 kN
178343,56 kN
178743,98 kN
179144,85 kN
179546,17 kN
179947,94 kN
180350,16 kN
180752,83 kN
181155,95 kN
181559,52 kN
181963,54 kN
182368,01 kN
182772,93 kN
183178,30 kN
183584,12 kN
183990,39 kN
184397,11 kN
184804,28 kN
185211,90 kN
185619,97 kN
186028,49 kN
186437,46 kN
186846,88 kN
187256,75 kN
187667,07 kN
188077,84 kN
188489,06 kN
188900,73 kN
189312,85 kN
189725,42 kN
190138,44 kN
190551,91 kN
190965,83 kN
191380,20 kN
191795,02 kN
192210,29 kN
192626,01 kN
193042,18 kN
193458,80 kN
193875,87 kN
194293,39 kN
194711,36 kN
195129,78 kN
195548,65 kN
195967,97 kN
196387,74 kN
196807,96 kN
197228,63 kN
197649,75 kN
198071,32 kN
198493,34 kN
198915,81 kN
199338,73 kN
199762,10 kN
200185,92 kN
200610,19 kN
201034,91 kN
201460,08 kN
201885,70 kN
202311,77 kN
202738,29 kN
203165,26 kN
203592,68 kN
204020,55 kN
204448,87 kN
204877,64 kN
205306,86 kN
205736,53 kN
206166,65 kN
206597,22 kN
207028,24 kN
207459,71 kN
207891,63 kN
208324,00 kN
208756,82 kN
209190,09 kN
209623,81 kN
210057,98 kN
210492,60 kN
210927,67 kN
211363,19 kN
211799,16 kN
212235,58 kN
212672,45 kN
213109,77 kN
213547,54 kN
213985,76 kN
214424,43 kN
214863,55 kN
215303,12 kN
215743,14 kN
216183,61 kN
216624,53 kN
217065,90 kN
217507,72 kN
217949,99 kN
218392,71 kN
218835,88 kN
219279,50 kN
219723,57 kN
220168,09 kN
220613,06 kN
221058,48 kN
221504,35 kN
221950,67 kN
222397,44 kN
222844,66 kN
223292,33 kN
223740,45 kN
224189,02 kN
224638,04 kN
225087,51 kN
225537,43 kN
225987,80 kN
226438,62 kN
226889,89 kN
227341,61 kN
227793,78 kN
228246,40 kN
228699,47 kN
229152,99 kN
229606,96 kN
230061,38 kN
230516,25 kN
230971,57 kN
231427,34 kN
231883,56 kN
232340,23 kN
232797,35 kN
233254,92 kN
233712,94 kN
234171,41 kN
234630,33 kN
235089,70 kN
235549,52 kN
236009,79 kN
236470,51 kN
236931,68 kN
237393,30 kN
237855,37 kN
238317,89 kN
238780,86 kN
239244,28 kN
239708,15 kN
240172,47 kN
240637,24 kN
241102,46 kN
241568,13 kN
242034,25 kN
242500,82 kN
242967,84 kN
243435,31 kN
243903,23 kN
244371,60 kN
244840,42 kN
245309,69 kN
245779,41 kN
246249,58 kN
246720,20 kN
247191,27 kN
247662,79 kN
248134,76 kN
248607,18 kN
249080,05 kN
249553,37 kN
250027,14 kN
250501,36 kN
250976,03 kN
251451,15 kN
251926,72 kN
252402,74 kN
252879,21 kN
253356,13 kN
253833,50 kN
254311,32 kN
254789,59 kN
255268,31 kN
255747,48 kN
256227,10 kN
256707,17 kN
257187,69 kN
257668,66 kN
258150,08 kN
258631,95 kN
259114,27 kN
259597,04 kN
260080,26 kN
260563,93 kN
261048,05 kN
261532,62 kN
262017,64 kN
262503,11 kN
262989,03 kN
263475,40 kN
263962,22 kN
264449,49 kN
264937,21 kN
265425,38 kN
265914,00 kN
266403,07 kN
266892,59 kN
267382,56 kN
267872,98 kN
268363,85 kN
268855,17 kN
269346,94 kN
269839,16 kN
270331,83 kN
270824,95 kN
271318,52 kN
271812,54 kN
272307,01 kN
272801,93 kN
273297,30 kN
273793,12 kN
274289,39 kN
274786,11 kN
275283,28 kN
275780,90 kN
276278,97 kN
276777,49 kN
277276,46 kN
277775,88 kN
278275,75 kN
278776,07 kN
279276,84 kN
279778,06 kN
280279,73 kN
280781,85 kN
281284,42 kN
281787,44 kN
282290,91 kN
282794,83 kN
283299,20 kN
283804,02 kN
284309,29 kN
284815,01 kN
285321,18 kN
285827,80 kN
286334,87 kN
286842,39 kN
287350,36 kN
287858,78 kN
288367,65 kN
288876,97 kN
289386,74 kN
289896,96 kN
290407,63 kN
290918,75 kN
291430,32 kN
291942,34 kN
292454,81 kN
292967,73 kN
293481,10 kN
293994,92 kN
294509,19 kN
295023,91 kN
295539,08 kN
296054,70 kN
296570,77 kN
297087,29 kN
297604,26 kN
298121,68 kN
298639,55 kN
299157,87 kN
299676,64 kN
300195,86 kN
300715,53 kN
301235,65 kN
301756,22 kN
302277,24 kN
302798,71 kN
303320,63 kN
303843,00 kN
304365,82 kN
304889,09 kN
305412,81 kN
305936,98 kN
306461,60 kN
306986,67 kN
307512,19 kN
308038,16 kN
308564,58 kN
309091,45 kN
309618,77 kN
310146,54 kN
310674,76 kN
311203,43 kN
311732,55 kN
312262,12 kN
312792,14 kN
313322,61 kN
313853,53 kN
314384,90 kN
314916,72 kN
315448,99 kN
315981,71 kN
316514,88 kN
317048,50 kN
317582,57 kN
318117,09 kN
318652,06 kN
319187,48 kN
319723,35 kN
320259,67 kN
320796,44 kN
321333,66 kN
321871,33 kN
322409,45 kN
322948,02 kN
323487,04 kN
324026,51 kN
324566,43 kN
325106,80 kN
325647,62 kN
326188,89 kN
326730,61 kN
327272,78 kN
327815,40 kN
328358,47 kN
328901,99 kN
329445,96 kN
329990,38 kN
330535,25 kN
331080,57 kN
331626,34 kN
332172,56 kN
332719,23 kN
333266,35 kN
333813,92 kN
334361,94 kN
334910,41 kN
335459,33 kN
336008,70 kN
336558,52 kN
337108,79 kN
337659,51 kN
338210,68 kN
338762,30 kN
339314,37 kN
339866,89 kN
340419,86 kN
340973,28 kN
341527,15 kN
342081,47 kN
342636,24 kN
343191,46 kN
343747,13 kN
344303,25 kN
344859,82 kN
345416,84 kN
345974,31 kN
346532,23 kN
347090,60 kN
347649,42 kN
348208,69 kN
348768,41 kN
349328,58 kN
349889,20 kN
350450,27 kN
351011,79 kN
351573,76 kN
352136,18 kN
352699,05 kN
353262,37 kN
353826,14 kN
354390,36 kN
354955,03 kN
355520,15 kN
356085,72 kN
356651,74 kN
357218,21 kN
357785,13 kN
358352,50 kN
358920,32 kN
359488,59 kN
360057,31 kN
360626,48 kN
361196,10 kN
361766,17 kN
362336,69 kN
362907,66 kN
363479,08 kN
364050,95 kN
364623,27 kN
365196,04 kN
365769,26 kN
366342,93 kN
366917,05 kN
367491,62 kN
368066,64 kN
368642,11 kN
369218,03 kN
369794,40 kN
370371,22 kN
370948,49 kN
371526,21 kN
372104,38 kN
372683,00 kN
373262,07 kN
373841,59 kN
374421,56 kN
375001,98 kN
375582,85 kN
376164,17 kN
376745,94 kN
377328,16 kN
377910,83 kN
378493,95 kN
379077,52 kN
379661,54 kN
380246,01 kN
380830,93 kN
381416,30 kN
382002,12 kN
382588,39 kN
383175,11 kN
383762,28 kN
384349,90 kN
384937,97 kN
385526,49 kN
386115,46 kN
386704,88 kN
387294,75 kN
387885,07 kN
388475,84 kN
389067,06 kN
389658,73 kN
390250,85 kN
390843,42 kN
391436,44 kN
392029,91 kN
392623,83 kN
393218,20 kN
393813,02 kN
394408,29 kN
395004,01 kN
395600,18 kN
396196,80 kN
396793,87 kN
397391,39 kN
397989,36 kN
398587,78 kN
399186,65 kN
399785,97 kN
400385,74 kN
400985,96 kN
401586,63 kN
402187,75 kN
402789,32 kN
403391,34 kN
403993,81 kN
404596,73 kN
405200,10 kN
405803,92 kN
406408,19 kN
407012,91 kN
407618,08 kN
408223,70 kN
408829,77 kN
409436,29 kN
410043,26 kN
410650,68 kN
411258,55 kN
411866,87 kN
412475,64 kN
413084,86 kN
413694,53 kN
414304,65 kN
414915,22 kN
415526,24 kN
416137,71 kN
416749,63 kN
417362,00 kN
417974,82 kN
418588,09 kN
419201,81 kN
419815,98 kN
420430,60 kN
421045,67 kN
421661,19 kN
422277,16 kN
422893,58 kN
423510,45 kN
424127,77 kN
424745,54 kN
425363,76 kN
425982,43 kN
426601,55 kN
427221,12 kN
427841,14 kN
428461,61 kN
429082,53 kN
429703,90 kN
430325,72 kN
430947,99 kN
431570,71 kN
432193,88 kN
432817,50 kN
433441,57 kN
434066,09 kN
434691,06 kN
435316,48 kN
435942,35 kN
436568,67 kN
437195,44 kN
437822,66 kN
438450,33 kN
439078,45 kN
439707,02 kN
440336,04 kN
440965,51 kN
441595,43 kN
442225,80 kN
442856,62 kN
443487,89 kN
444119,61 kN
444751,78 kN
445384,40 kN
446017,47 kN
446650,99 kN
447284,96 kN
447919,38 kN
448554,25 kN
449189,57 kN
449825,34 kN
450461,56 kN
451098,23 kN
451735,35 kN
452372,92 kN
453010,94 kN
453649,41 kN
454288,33 kN
454927,70 kN
455567,52 kN
456207,79 kN
456848,51 kN
457489,68 kN
458131,30 kN
458773,37 kN
459415,89 kN
460058,86 kN
460702,28 kN
461346,15 kN
461990,47 kN
462635,24 kN
463280,46 kN
463926,13 kN
464572,25 kN
465218,82 kN
465865,84 kN
466513,31 kN
467161,23 kN
467809,60 kN
468458,42 kN
469107,69 kN
469757,41 kN
470407,58 kN
471058,20 kN
471709,27 kN
472360,79 kN
473012,76 kN
473665,18 kN
474318,05 kN
474971,37 kN
475625,14 kN
476279,36 kN
476934,03 kN
477589,15 kN
478244,72 kN
478900,74 kN
479557,21 kN
480214,13 kN
480871,50 kN
481529,32 kN
482187,59 kN
482846,31 kN
483505,48 kN
484165,10 kN
484825,17 kN
485485,69 kN
486146,66 kN
486808,08 kN
487469,95 kN
488132,27 kN
488795,04 kN
489458,26 kN
490121,93 kN
490786,05 kN
491450,62 kN
492115,64 kN
492781,11 kN
493447,03 kN
494113,40 kN
494780,22 kN
495447,49 kN
496115,21 kN
496783,38 kN
497452,00 kN
498121,07 kN
498790,59 kN
499460,56 kN
500130,98 kN
500801,85 kN
501473,17 kN
502144,94 kN
502817,16 kN
503489,83 kN
504162,95 kN
504836,52 kN
505510,54 kN
506185,01 kN
506859,93 kN
507535,30 kN
508211,12 kN
508887,39 kN
509564,11 kN
510241,28 kN
510918,90 kN
511596,97 kN
512275,49 kN
512954,46 kN
513633,88 kN
514313,75 kN
514994,07 kN
515674,84 kN
516356,06 kN
517037,73 kN
517719,85 kN
518402,42 kN
519085,44 kN
519768,91 kN
520452,83 kN
521137,20 kN
521822,02 kN
522507,29 kN
523193,01 kN
523879,18 kN
524565,80 kN
525252,87 kN
525940,39 kN
526628,36 kN
527316,78 kN
528005,65 kN
528694,97 kN
529384,74 kN
530074,96 kN
530765,63 kN
531456,75 kN
532148,32 kN
532840,34 kN
533532,81 kN
534225,73 kN
534919,10 kN
535612,92 kN
536307,19 kN
537001,91 kN
537697,08 kN
538392,70 kN
539088,77 kN
539785,29 kN
540482,26 kN
541179,68 kN
541877,55 kN
542575,87 kN
543274,64 kN
543973,86 kN
544673,53 kN
545373,65 kN
546074,22 kN
546775,24 kN
547476,71 kN
548178,63 kN
548881,00 kN
549583,82 kN
550287,09 kN
550990,81 kN
551694,98 kN
552399,60 kN
553104,67 kN
553810,19 kN
554516,16 kN
555222,58 kN
555929,45 kN
556636,77 kN
557344,54 kN
558052,76 kN
558761,43 kN
559470,55 kN
560180,12 kN
560890,14 kN
561600,61 kN
562311,53 kN
563022,90 kN
563734,72 kN
564446,99 kN
565159,71 kN
565872,88 kN
566586,50 kN
567300,57 kN
568015,09 kN
568730,06 kN
569445,48 kN
570161,35 kN
570877,67 kN
571594,44 kN
572311,66 kN
573029,33 kN
573747,45 kN
574466,02 kN
575185,04 kN
575904,51 kN
576624,43 kN
577344,80 kN
578065,62 kN
578786,89 kN
579508,61 kN
580230,78 kN
580953,40 kN
581676,47 kN
582399,99 kN
583123,96 kN
583848,38 kN
584573,25 kN
585298,57 kN
586024,34 kN
586750,56 kN
587477,23 kN
588204,35 kN
588931,92 kN
589659,94 kN
590388,41 kN
591117,33 kN
591846,70 kN
592576,52 kN
593306,79 kN
594037,51 kN
594768,68 kN
595500,30 kN
596232,37 kN
596964,89 kN
597697,86 kN
598431,28 kN
599165,15 kN
599899,47 kN
600634,24 kN
601369,46 kN
602105,13 kN
602841,25 kN
603577,82 kN
604314,84 kN
605052,31 kN
605790,23 kN
606528,60 kN
607267,42 kN
608006,69 kN
608746,41 kN
609486,58 kN
610227,20 kN
610968,27 kN
611709,79 kN
612451,76 kN
613194,18 kN
613937,05 kN
614680,37 kN
615424,14 kN
616168,36 kN
616913,03 kN
617658,15 kN
618403,72 kN
619149,74 kN
619896,21 kN
620643,13 kN
621390,50 kN
622138,32 kN
622886,59 kN
623635,31 kN
624384,48 kN
625134,10 kN
625884,17 kN
626634,69 kN
627385,66 kN
628137,08 kN
628888,95 kN
629641,27 kN
630394,04 kN
631147,26 kN
631900,93 kN
632655,05 kN
633409,62 kN
634164,64 kN
634920,11 kN
635676,03 kN
636432,40 kN
637189,22 kN
637946,49 kN
638704,21 kN
639462,38 kN
640221,00 kN
640980,07 kN
641739,59 kN
642499,56 kN
643259,98 kN
644020,85 kN
644782,17 kN
645543,94 kN
646306,16 kN
647068,83 kN
647831,95 kN
648595,52 kN
649359,54 kN
650124,01 kN
650888,93 kN
651654,30 kN
652420,12 kN
653186,39 kN
653953,11 kN
654720,28 kN
655487,90 kN
656255,97 kN
657024,49 kN
657793,46 kN
658562,88 kN
659332,75 kN
660103,07 kN
660873,84 kN
661645,06 kN
662416,73 kN
663188,85 kN
663961,42 kN
664734,44 kN
665507,91 kN
666281,83 kN
667056,20 kN
667831,02 kN
668606,29 kN
669382,01 kN
670158,18 kN
670934,80 kN
671711,87 kN
672489,39 kN
673267,36 kN
674045,78 kN
674824,65 kN
675603,97 kN
676383,74 kN
677163,96 kN
677944,63 kN
678725,75 kN
679507,32 kN
680289,34 kN
681071,81 kN
681854,73 kN
682638,10 kN
683421,92 kN
684206,19 kN
684990,91 kN
685776,08 kN
686561,70 kN
687347,77 kN
688134,29 kN
688921,26 kN
689708,68 kN
690496,55 kN
691284,87 kN
692073,64 kN
692862,86 kN
693652,53 kN
694442,65 kN
695233,22 kN
696024,24 kN
696815,71 kN
697607,63 kN
698400,00 kN
699192,82 kN
699986,09 kN
700779,81 kN
701573,98 kN
702368,60 kN
703163,67 kN
703959,19 kN
704755,16 kN
705551,58 kN
706348,45 kN
707145,77 kN
707943,54 kN
708741,76 kN
709540,43 kN
710339,55 kN
711139,12 kN
711939,14 kN
712739,61 kN
713540,53 kN
714341,90 kN
715143,72 kN
715945,99 kN
716748,71 kN
717551,88 kN
718355,50 kN
719159,57 kN
719964,09 kN
720769,06 kN
721574,48 kN
722380,35 kN
723186,67 kN
723993,44 kN
724800,66 kN
725608,33 kN
726416,45 kN
727225,02 kN
728034,04 kN
728843,51 kN
729653,43 kN
730463,80 kN
731274,62 kN
732085,89 kN
732897,61 kN
733709,78 kN
734522,40 kN
735335,47 kN
736148,99 kN
736962,96 kN
737777,38 kN
738592,25 kN
739407,57 kN
740223,34 kN
741039,56 kN
741856,23 kN
742673,35 kN
743490,92 kN
744308,94 kN
745127,41 kN
745946,33 kN
746765,70 kN
747585,52 kN
748405,79 kN
749226,51 kN
750047,68 kN
750869,30 kN
751691,37 kN
752513,89 kN
753336,86 kN
754160,28 kN
754984,15 kN
755808,47 kN
756633,24 kN
757458,46 kN
758284,13 kN
759110,25 kN
759936,82 kN
760763,84 kN
761591,31 kN
762419,23 kN
763247,60 kN
764076,42 kN
764905,69 kN
765735,41 kN
766565,58 kN
767396,20 kN
768227,27 kN
769058,79 kN
769890,76 kN
770723,18 kN
771556,05 kN
772389,37 kN
773223,14 kN
774057,36 kN
774892,03 kN
775727,15 kN
776562,72 kN
777398,74 kN
778235,21 kN
779072,13 kN
779909,50 kN
780747,32 kN
781585,59 kN
782424,31 kN
783263,48 kN
784103,10 kN
784943,17 kN
785783,69 kN
786624,66 kN
787466,08 kN
788307,95 kN
789150,27 kN
789993,04 kN
790836,26 kN
791679,93 kN
792524,05 kN
793368,62 kN
794213,64 kN
795059,11 kN
795905,03 kN
796751,40 kN
797598,22 kN
798445,49 kN
799293,21 kN
800141,38 kN
800990,00 kN
801839,07 kN
802688,59 kN
803538,56 kN
804388,98 kN
805239,85 kN
806091,17 kN
806942,94 kN
807795,16 kN
808647,83 kN
809500,95 kN
810354,52 kN
811208,54 kN
812063,01 kN
812917,93 kN
813773,30 kN
814629,12 kN
815485,39 kN
816342,11 kN
817199,28 kN
818056,90 kN
818914,97 kN
819773,49 kN
820632,46 kN
821491,88 kN
822351,75 kN
823212,07 kN
824072,84 kN
824934,06 kN
825795,73 kN
826657,85 kN
827520,42 kN
828383,44 kN
829246,91 kN
830110,83 kN
830975,20 kN
831840,02 kN
832705,29 kN
833571,01 kN
834437,18 kN
835303,80 kN
836170,87 kN
837038,39 kN
837906,36 kN
838774,78 kN
839643,65 kN
840512,97 kN
841382,74 kN
842252,96 kN
843123,63 kN
843994,75 kN
844866,32 kN
845738,34 kN
846610,81 kN
847483,73 kN
848357,10 kN
849230,92 kN
850105,19 kN
850979,91 kN
851855,

4.3. Reacties BGT

Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR+Q
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Knoopreacties

Naam	BG	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn53/K75	EG+P+VAR+Q/1	**-0,15**	0,19	703,62	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn59/K84	EG+P+VAR+Q/1	**0,15**	-0,12	709,92	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0
Sn24/K198	EG+P+VAR+Q/1	-0,09	**0,34**	470,16	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn23/K196	EG+P+VAR+Q/1	0,07	**-0,43**	**203,20**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn63/K88	EG+P+VAR+Q/1	0,04	-0,01	**727,77**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Naam	Combinatiesleutel
EG+P+VAR+Q/1	BG1 + BG3 + BG2 + BG4 + BG5 + BG10

4.4. Reacties BGT zonder Q (=10 kN/m2)

Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Knoopreacties

Naam	BG	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn53/K75	EG+P+VAR/1	**-0,10**	0,15	570,39	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn59/K84	EG+P+VAR/1	**0,11**	-0,12	576,57	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0
Sn24/K198	EG+P+VAR/1	-0,05	**0,22**	352,91	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn23/K196	EG+P+VAR/1	0,04	**-0,29**	**211,70**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn63/K88	EG+P+VAR/1	0,03	-0,02	**591,21**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Naam	Combinatiesleutel
EG+P+VAR/1	BG1 + BG3 + BG2 + BG4 + BG5

4.5. Reacties BGT historisch

Lineaire berekening
Combinatie: BGT historie
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Knoopreacties

Naam	BG	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn53/K75	BGT historie/1	**-0,16**	0,24	766,39	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn59/K84	BGT historie/1	**0,16**	-0,15	771,84	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0
Sn24/K198	BGT historie/1	-0,12	**0,43**	507,74	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn23/K196	BGT historie/1	0,06	**-0,51**	**198,86**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn63/K88	BGT historie/1	0,05	-0,03	**793,15**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Naam	Combinatiesleutel
BGT historie/1	BG1 + BG3 + BG2 + BG4 + BG20

4.6. Reacties UGT met Q=10 kN/m2

Lineaire berekening
Combinatie: UGT - fund
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal

Selectie: Alle

Knoopreacties

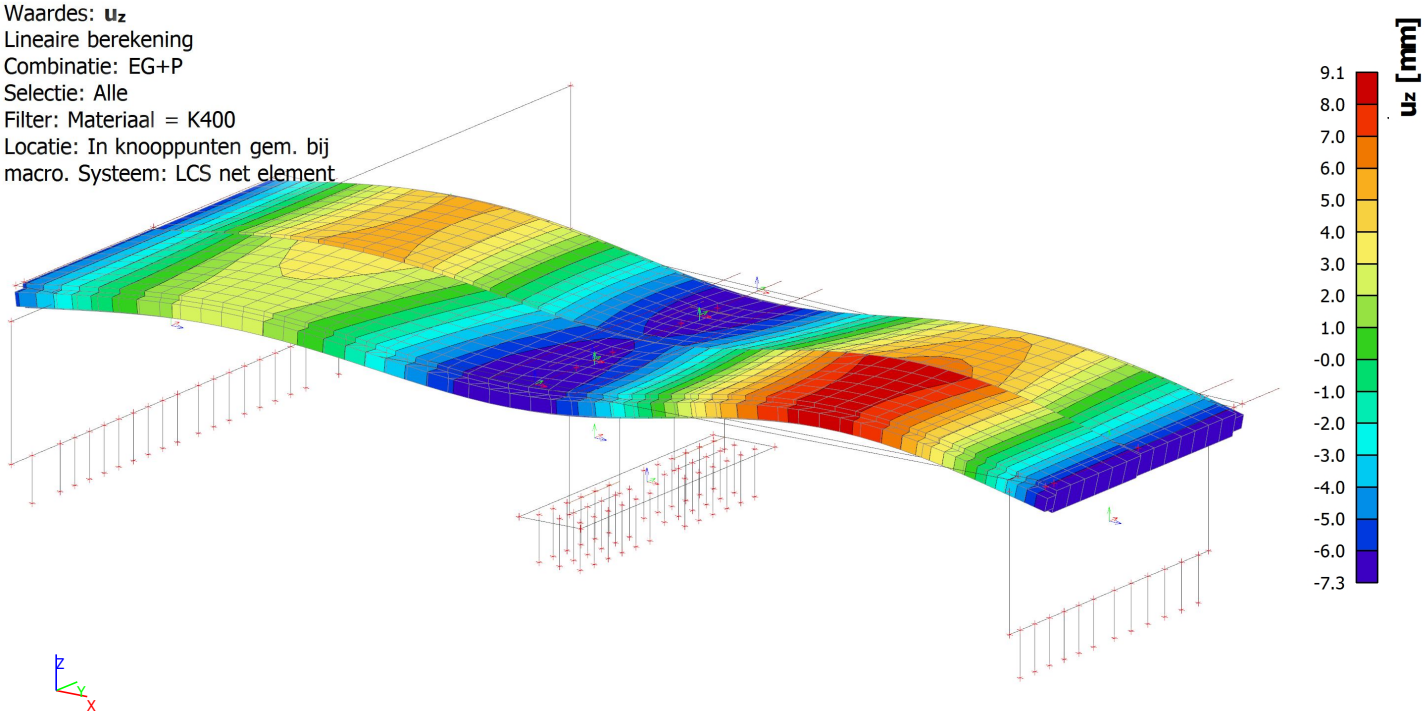
Naam	BG	R_x [kN]	R_y [kN]	R_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	e_x [mm]	e_y [mm]
Sn53/K75	UGT - fund/1	**-0,17**	0,22	803,13	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn59/K84	UGT - fund/1	**0,17**	-0,13	809,81	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,0	0,0
Sn24/K198	UGT - fund/1	-0,12	**0,42**	568,83	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn23/K196	UGT - fund/1	0,08	**-0,53**	**231,41**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Sn63/K88	UGT - fund/1	0,06	0,00	**830,10**	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0

Naam	Combinatiesleutel
UGT - fund/1	1.15*BG1 + BG3 + 1.15*BG2 + BG4 + 1.30*BG5 + 1.15*BG10

5. Vervorming

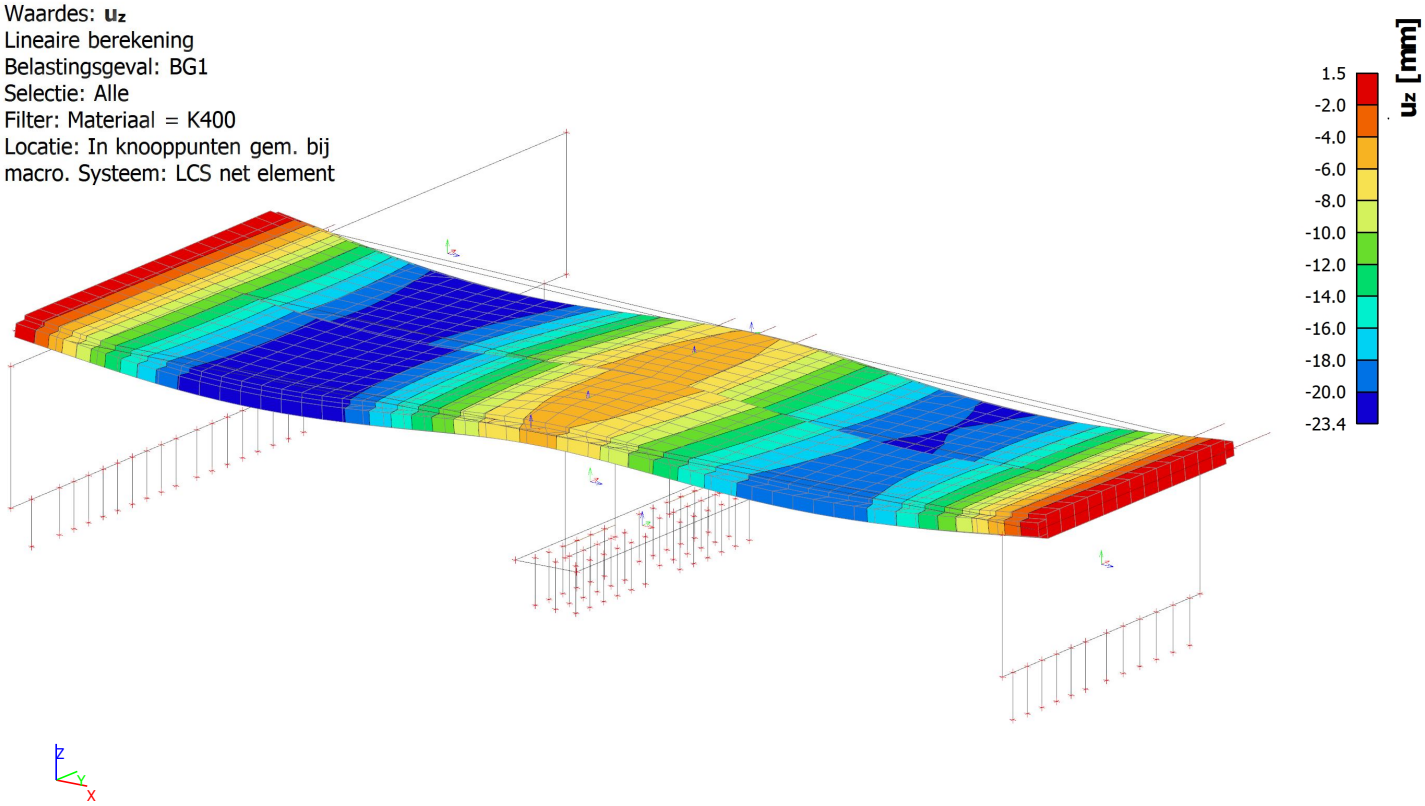
5.1. 3D verplaatsing; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Combinatie: EG+P
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



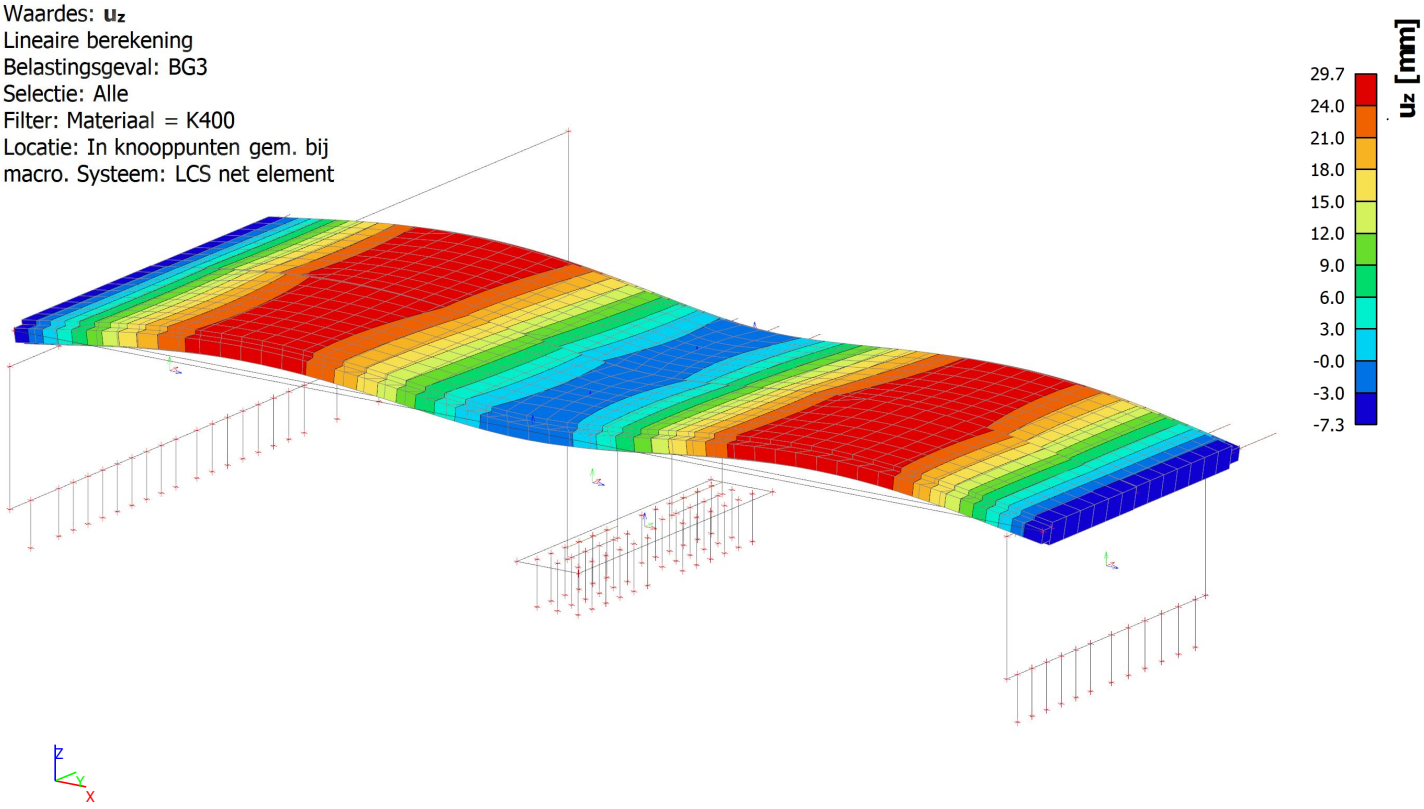
5.2. 3D verplaatsing; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG1
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



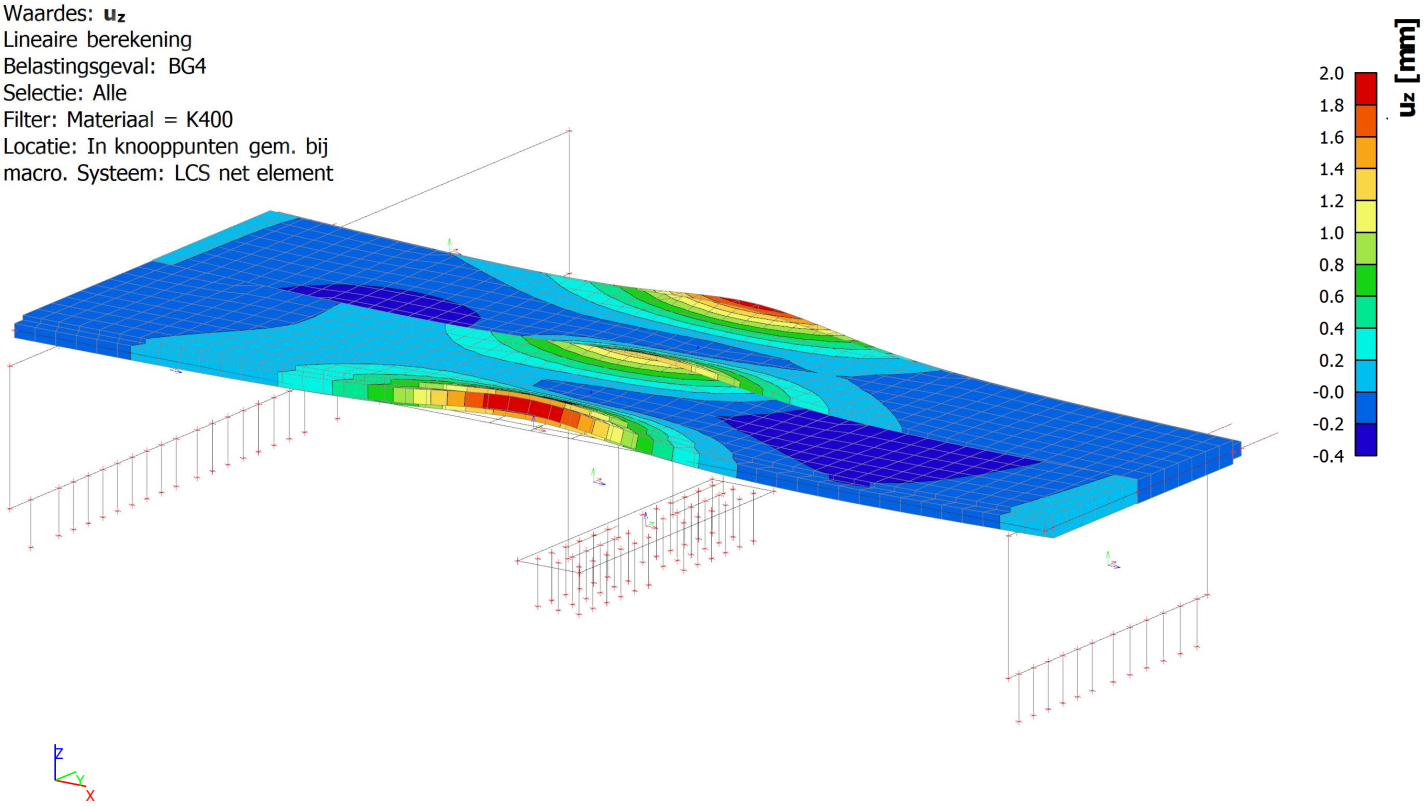
5.3. 3D verplaatsing; u_z

Waardes: u_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG3
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



5.4. 3D verplaatsing; u_z

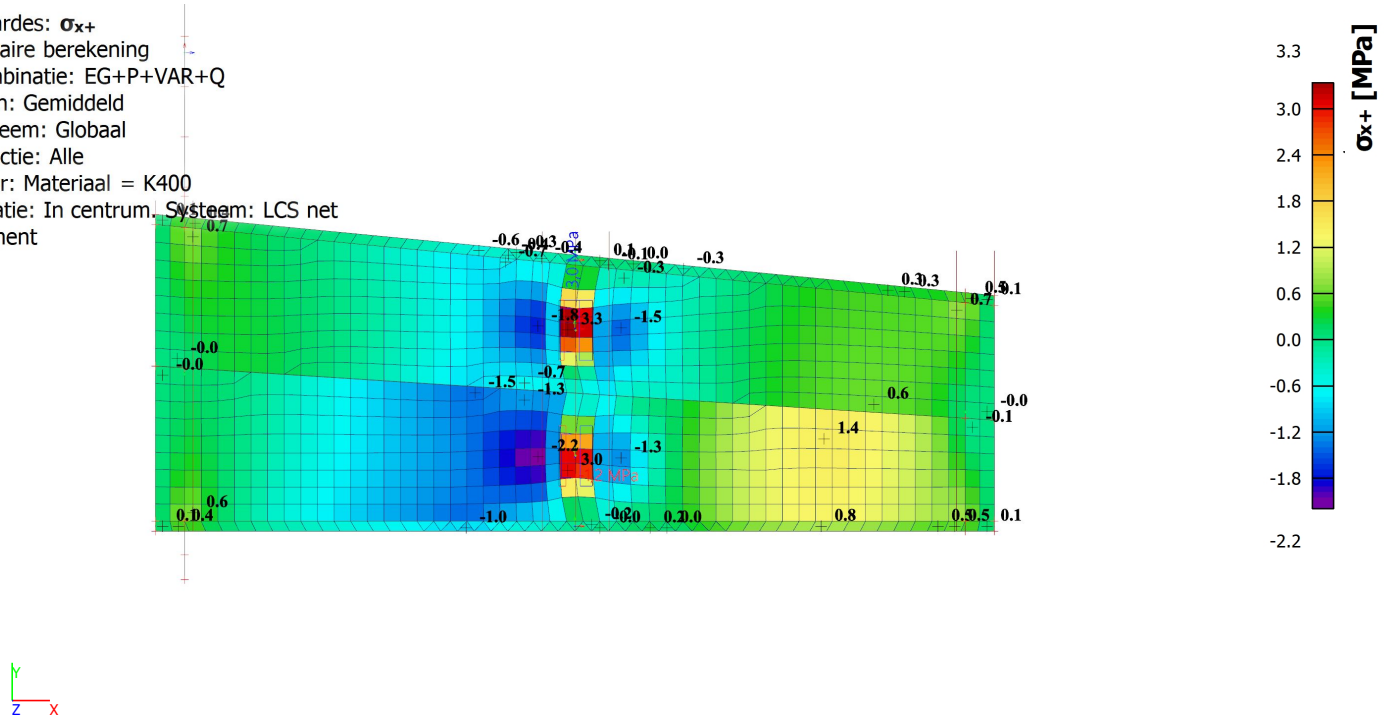
Waardes: u_z
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG4
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Systeem: LCS net element



6. Spanningen dek

6.1. 2D-spanning/-rek; σ_x+

Waardes: σ_{x+}
Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR+Q
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



6.2. 2D-spanning/-rek

Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR+Q
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element
Basisspanning - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
E1	Element: 246	21,148 4,447 0,000	EG+P+VAR+Q/1	**-2,2** **2,2**	-0,3 0,3	0,1 -0,2	0,2	0,0
E3	Element: 767	22,922 12,028 0,000	EG+P+VAR+Q/1	**3,3** **-3,4**	2,3 -2,1	-0,2 0,2	1,9	0,2
E1	Element: 78	23,202 1,321 0,000	EG+P+VAR+Q/1	0,1 0,2	**-2,0** 2,0	-0,1 0,1	0,1	0,0
E3	Element: 679	22,929 12,916 0,000	EG+P+VAR+Q/1	3,3 -3,2	**2,3** **-2,2**	0,5 -0,4	**2,1**	-0,3
E3	Element: 479	23,202 15,188 0,000	EG+P+VAR+Q/1	0,3 0,0	-2,0 **2,0**	0,1 -0,1	0,1	0,0
E3	Element: 724	22,065 10,377 0,000	EG+P+VAR+Q/1	-0,8 0,7	-0,5 0,5	**-0,9** **0,9**	0,3	0,2
E3	Element: 721	25,046 10,294	EG+P+VAR+Q/1	-1,1 1,0	-0,7 0,7	**0,9** **-0,9**	-0,2	0,1

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
		0,000						
E3	Element: 680	23,922 12,883 0,000	EG+P+VAR+Q/1	3,0 -3,0	2,2 -2,1	-0,5 0,4	**-2,0**	-0,3
E3	Element: 583	22,995 13,923 0,000	EG+P+VAR+Q/1	1,6 -1,5	-0,9 0,7	0,5 -0,5	0,9	**-1,3**
E1	Element: 144	22,995 2,599 0,000	EG+P+VAR+Q/1	1,4 -1,3	-0,8 0,7	-0,6 0,5	0,9	**1,2**

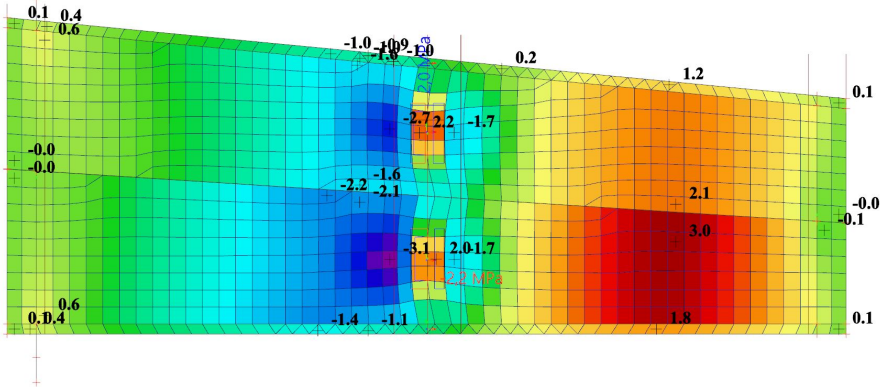
Basisspanning - Resultaten op snedes:

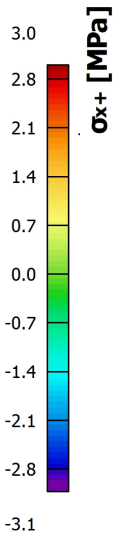
Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
Snede5	Element: 0	22,400 2,700 0,000	EG+P+VAR+Q	**-1,2** 1,2	0,0 0,0	0,1 -0,1	0,6	0,0
Snede9	Element: 0	22,400 12,800 0,000	EG+P+VAR+Q	**3,0** -3,0	2,2 -2,1	0,0 0,0	0,0	-0,3

Naam	Combinatiesleutel
EG+P+VAR+Q/1	BG1 + BG3 + BG2 + BG4 + BG5 + BG10

6.3. 2D-spanning/-rek; σ_x+

Waardes: σ_{x+}
Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR-zuid+Q
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element





6.4. 2D-spanning/-rek

Lineaire berekening
Combinatie: EG+P+VAR-zuid+Q
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element
Basisspanning - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
E1	Element: 246	21,148 4,447 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	**-3,1** **3,1**	-0,5 0,6	0,1 -0,2	0,1	0,0
E1	Element: 126	38,254 5,523 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	**3,0** -3,1	0,1 -0,1	0,2 -0,2	0,0	0,0
E1	Element: 56	37,261 6,748 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	3,0 **-3,1**	0,0 0,0	0,1 -0,1	-0,1	0,0
E1	Element: 78	23,202 1,321 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	-0,8 1,1	**-2,1** **2,0**	0,0 0,0	0,1	-0,1
E3	Element: 679	22,929 12,916 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	2,1 -2,1	**2,0** **-1,8**	0,5 -0,4	**2,0**	-0,3
E1	Element: 113	25,078 6,379 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	-1,4 1,2	-0,7 0,7	**-0,8** **0,8**	0,0	0,0
E3	Element: 721	25,046 10,294 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	-1,5 1,4	-0,9 0,9	**0,9** **-1,0**	-0,1	0,1
E3	Element: 680	23,922 12,883 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	2,1 -2,0	1,9 -1,8	-0,5 0,4	**-1,8**	-0,3
E3	Element: 583	22,995 13,923 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	0,6 -0,5	-1,0 0,9	0,5 -0,5	0,9	**-1,2**
E1	Element: 144	22,995 2,599 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q/1	0,4 -0,2	-1,0 0,9	-0,5 0,4	0,9	**1,1**

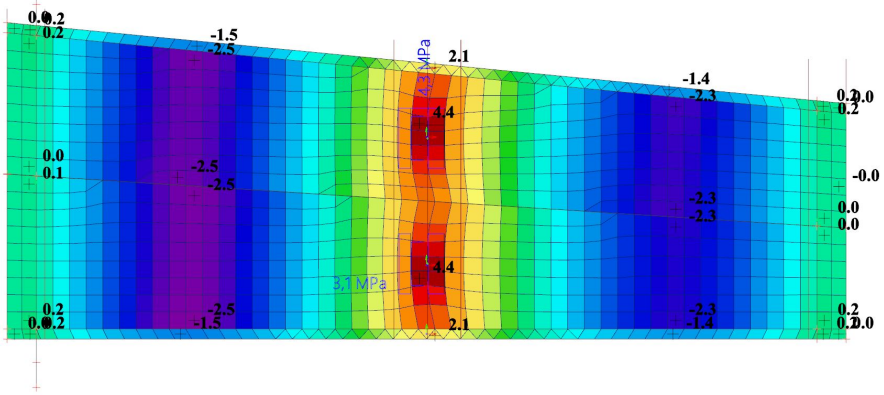
Basisspanning - Resultaten op snedes:

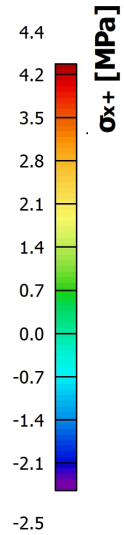
Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
Snede5	Element: 0	22,400 2,700 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q	**-2,2** 2,2	-0,2 0,3	0,1 -0,2	0,6	0,0
Snede9	Element: 0	22,400 12,800 0,000	EG+P+VAR-zuid+Q	**2,0** -1,9	1,9 -1,7	0,0 0,0	0,1	-0,3

Naam	Combinatiesleutel
EG+P+VAR-zuid+Q/1	BG1 + BG3 + BG2 + BG4 + BG10 + BG6

6.5. 2D-spanning/-rek; σ_x+

Waardes: σ_{x+}
Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG10
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element





6.6. 2D-spanning/-rek

Lineaire berekening
Belastingsgeval: BG10
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element
Basisspanning - Standaard resultaten

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	τ_{xy+} [MPa] τ_{xy-} [MPa]	τ_{xz} [MPa]	τ_{yz} [MPa]
E1	Element: 290	9,439 1,108 0,000	BG10	**-2,5** **2,6**	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0	0,0
E3	Element: 767	22,922 12,028 0,000	BG10	4,3 **-4,4**	1,6 -1,6	-0,3 0,3	0,4	0,1
E3	Element: 819	7,452 13,458 0,000	BG10	-2,4 2,4	**-0,1** **0,1**	0,2 -0,2	0,0	0,0
E3	Element: 679	22,929 12,916 0,000	BG10	**4,4** -4,3	**1,7** **-1,7**	-0,1 0,2	**0,5**	-0,1
E3	Element: 585	25,078 13,957 0,000	BG10	3,0 -3,0	0,7 -0,7	**-0,5** **0,5**	-0,2	-0,1
E3	Element: 460	4,471 17,263 0,000	BG10	-1,7 1,7	-0,1 0,1	**0,3** **-0,3**	-0,1	0,0
E3	Element: 680	23,922	BG10	4,3	1,7	-0,3	**-0,5**	0,0

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	T_{xy+} [MPa] T_{xy-} [MPa]	T_{xz} [MPa]	T_{yz} [MPa]
		12,883 0,000		-4,3	-1,7	0,3		
E3	Element: 583	22,995 13,923 0,000	BG10	4,0 -3,9	0,9 -0,9	-0,1 0,1	0,2	**-0,4**
E1	Element: 144	22,995 2,599 0,000	BG10	4,0 -4,0	0,9 -0,9	-0,2 0,2	0,2	**0,4**

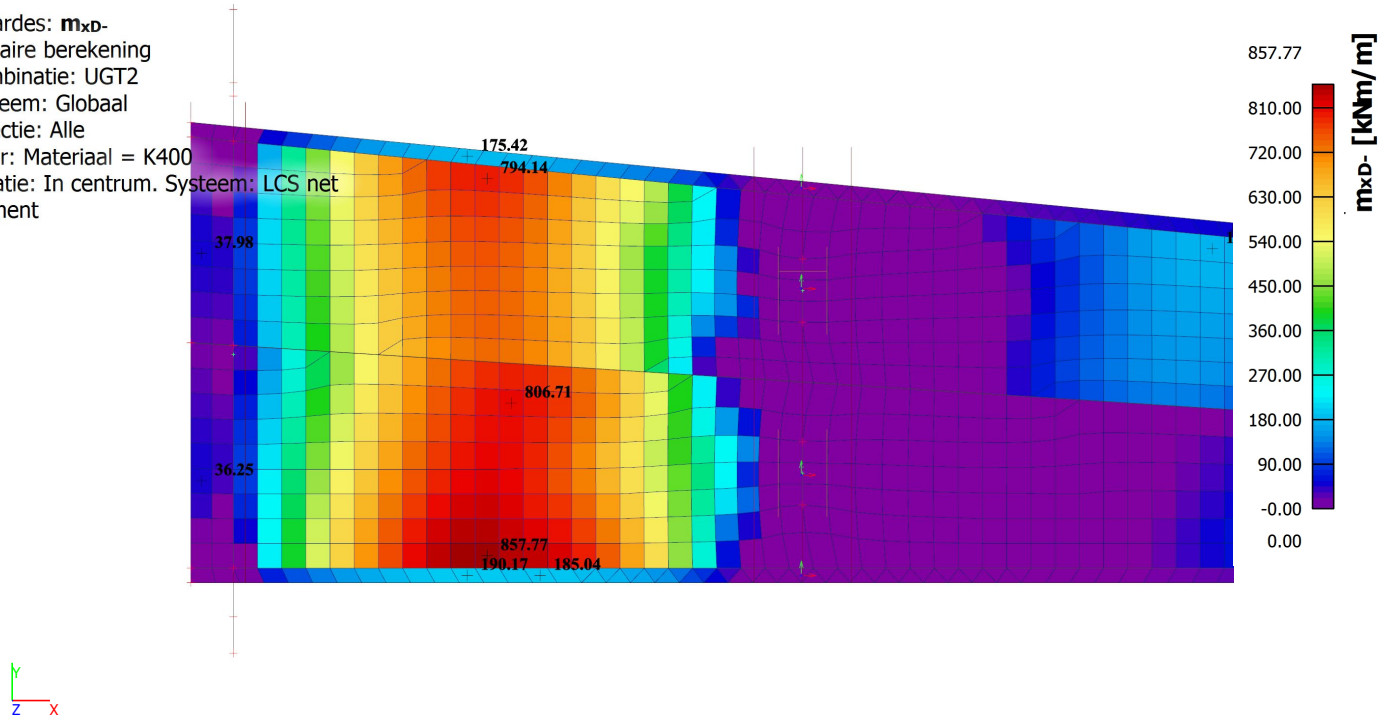
Basisspanning - Resultaten op snedes:

Naam	Net	Positie [m]	BG	σ_{x+} [MPa] σ_{x-} [MPa]	σ_{y+} [MPa] σ_{y-} [MPa]	T_{xy+} [MPa] T_{xy-} [MPa]	T_{xz} [MPa]	T_{yz} [MPa]
Snede5	Element: 0	22,400 2,700 0,000	BG10	**3,1** -3,1	1,0 -1,0	-0,1 0,0	0,3	0,0
Snede9	Element: 0	22,400 12,800 0,000	BG10	**4,3** -4,3	1,7 -1,7	-0,2 0,2	0,0	-0,1

7. UGT dek

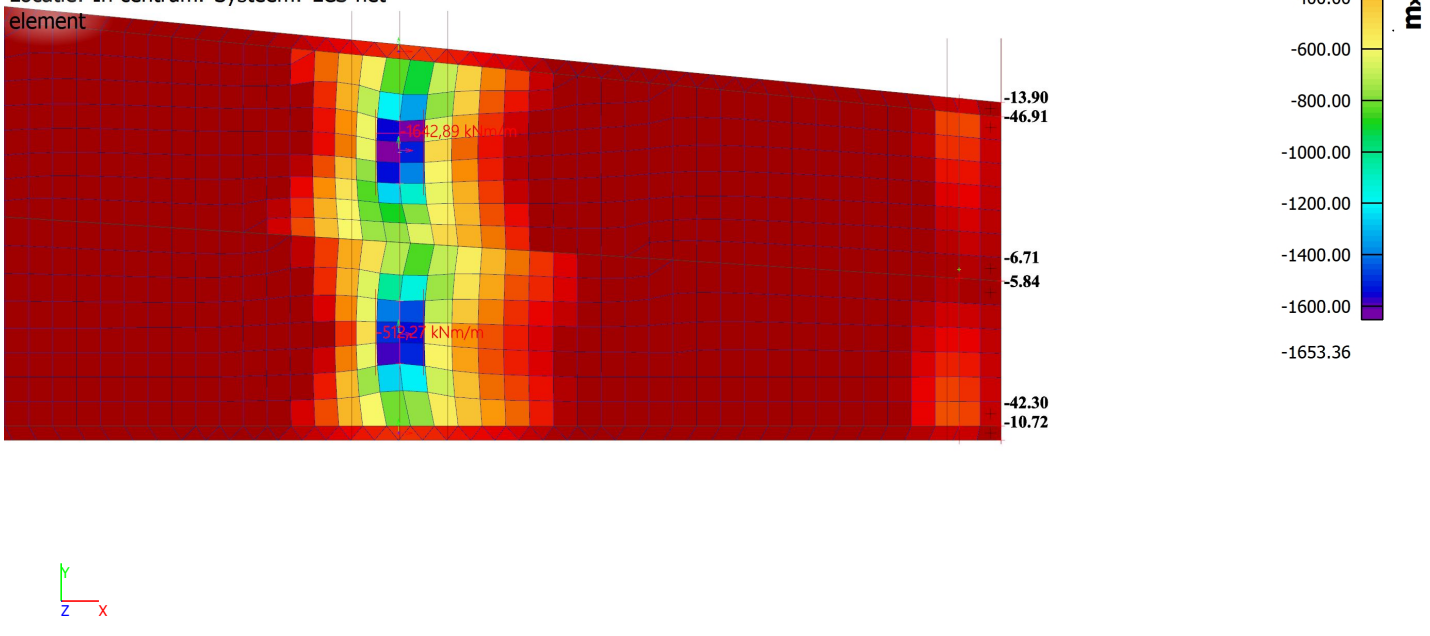
7.1. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT2
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



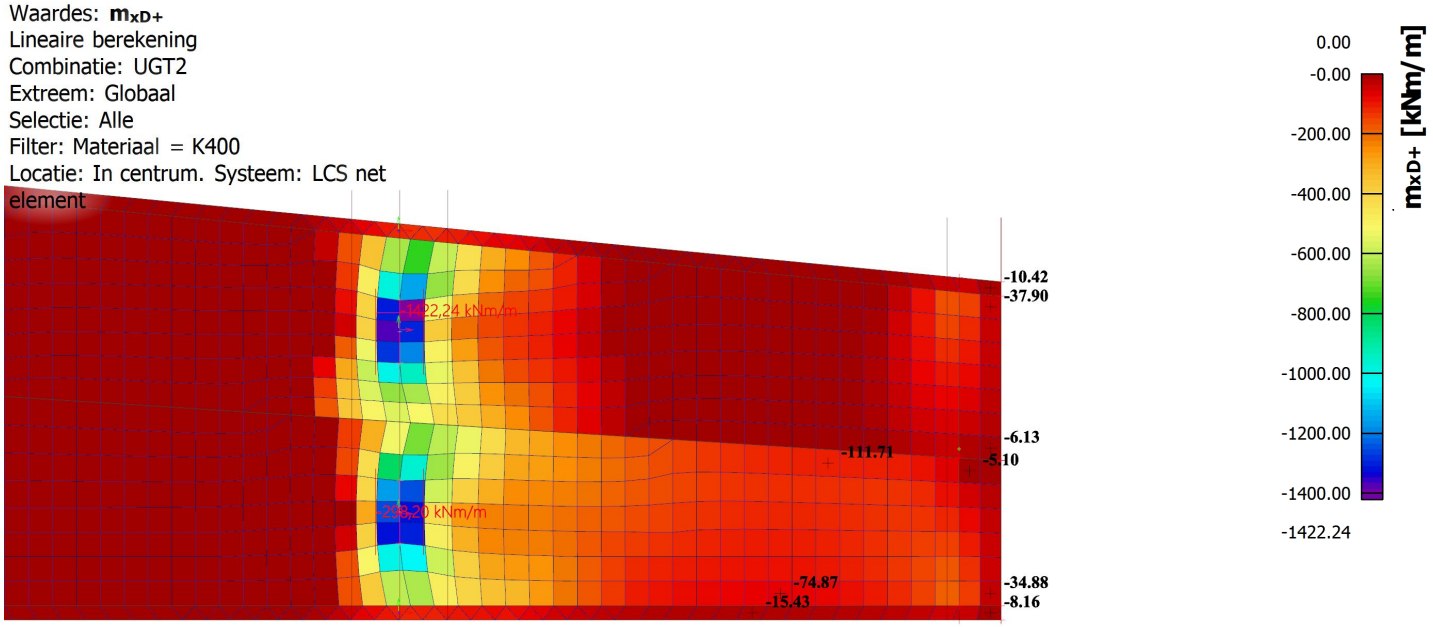
7.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



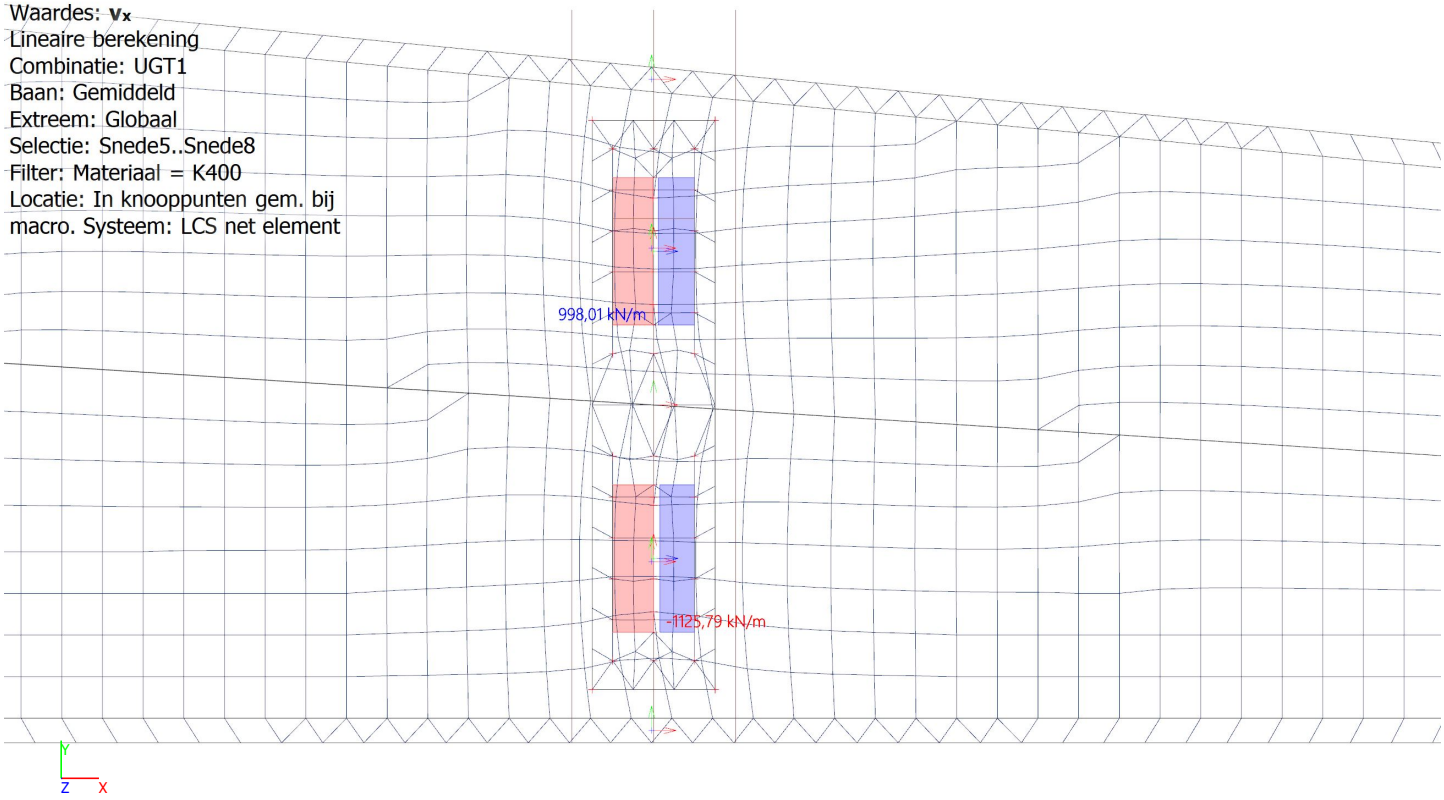
7.3. Interne 2D-krachten; m_xD+

Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT2
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



7.4. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Snede5..Snede8
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element



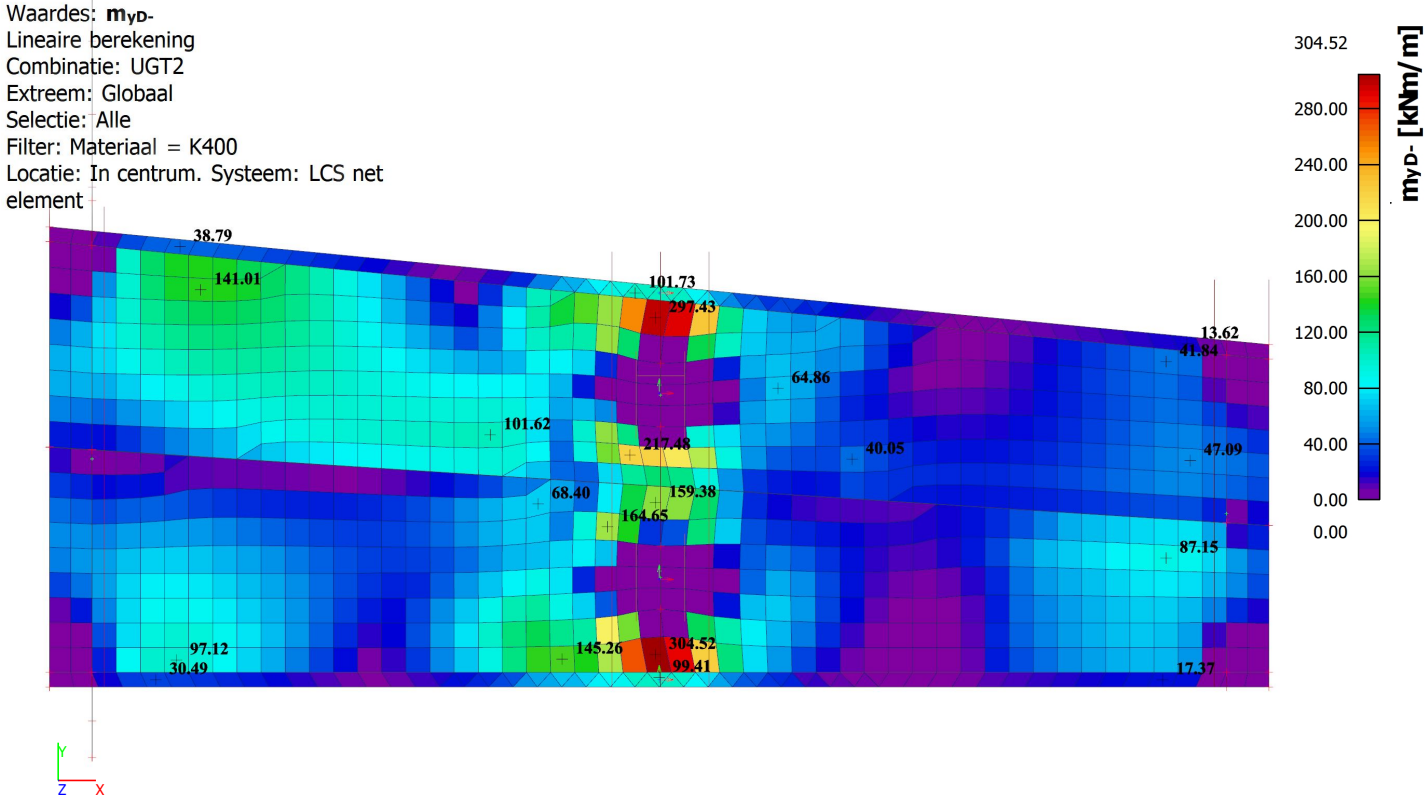
7.5. Interne 2D-krachten

Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Snede5..Snede8
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Basis grootheden - Resultaten op snedes:

Naam	Net	Positie [m]	BG	m_x [kNm/m] m_y [kNm/m]	m_{xy} [kNm/m]	v_x [kN/m] v_y [kN/m]	n_x [kN/m] n_y [kN/m]	n_{xy} [kN/m]
Snede5	Element: 0	22,400 2,700 0,000	UGT1	-815,05 -354,53	-7,21	**-1125,79** 15,83	-20,32 30,97	-23,69
Snede8	Element: 0	24,400 10,200 0,000	UGT1	-904,27 -368,61	25,17	**998,01** -29,94	-16,48 33,43	-17,62

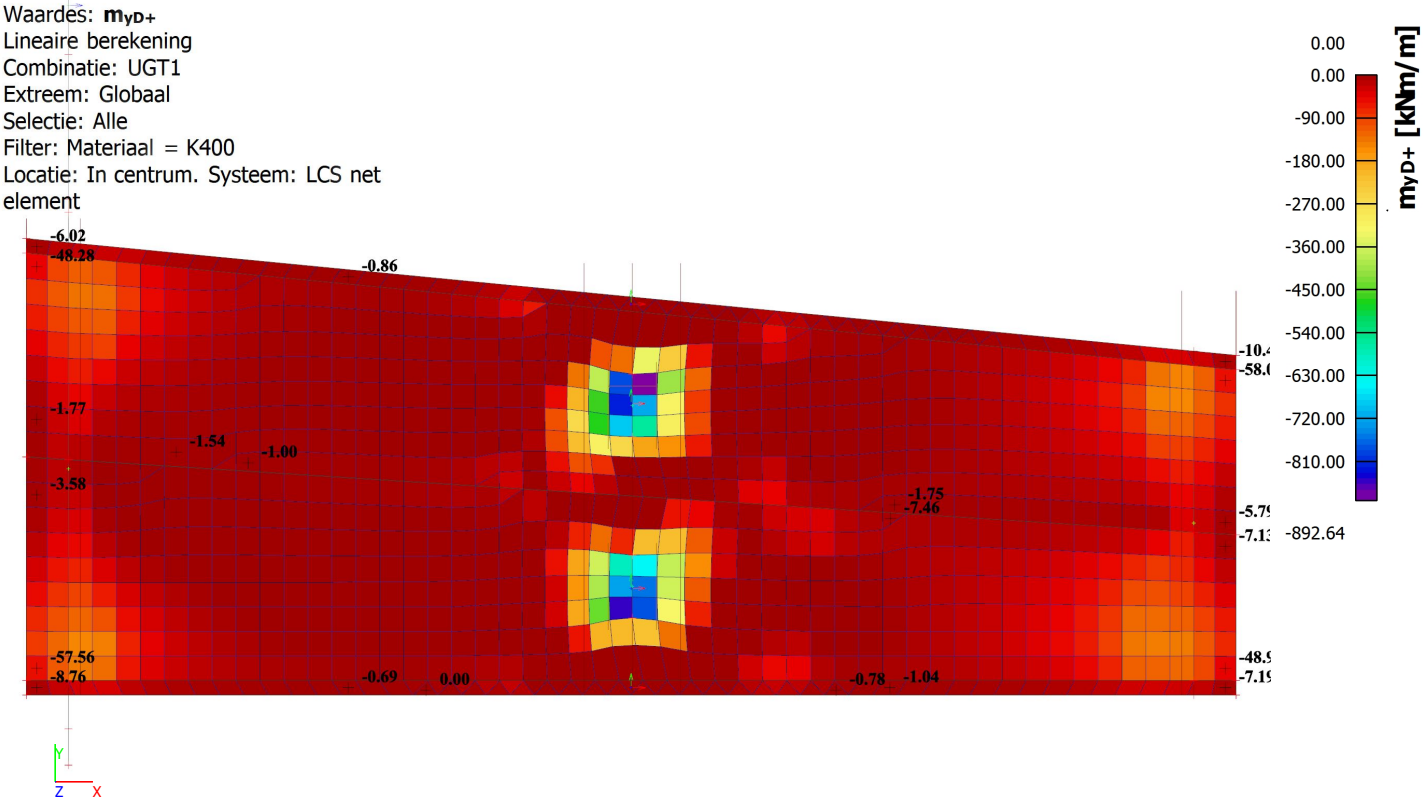
7.6. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT2
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



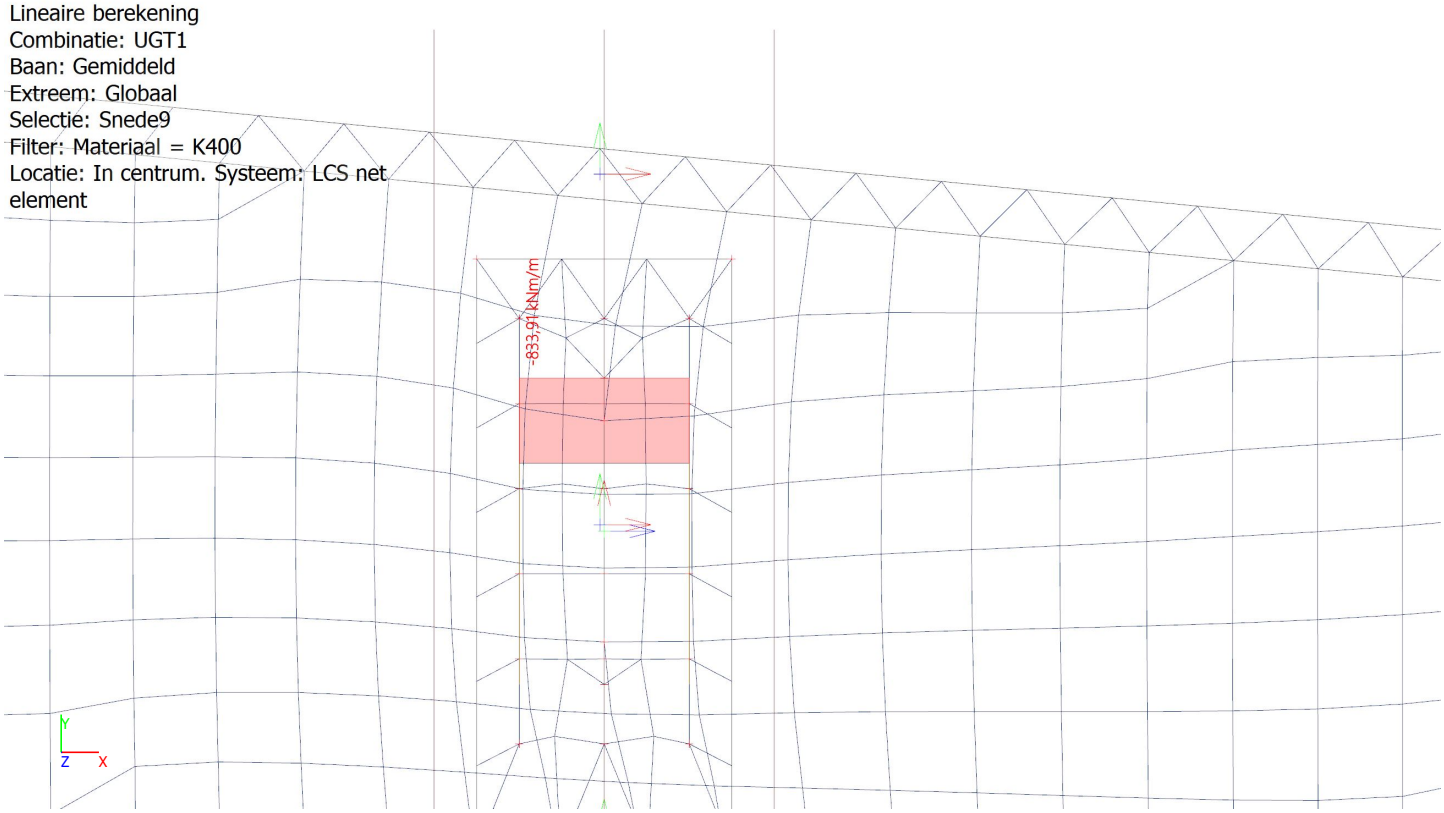
7.7. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



7.8. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Snede9
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



7.9. Interne 2D-krachten

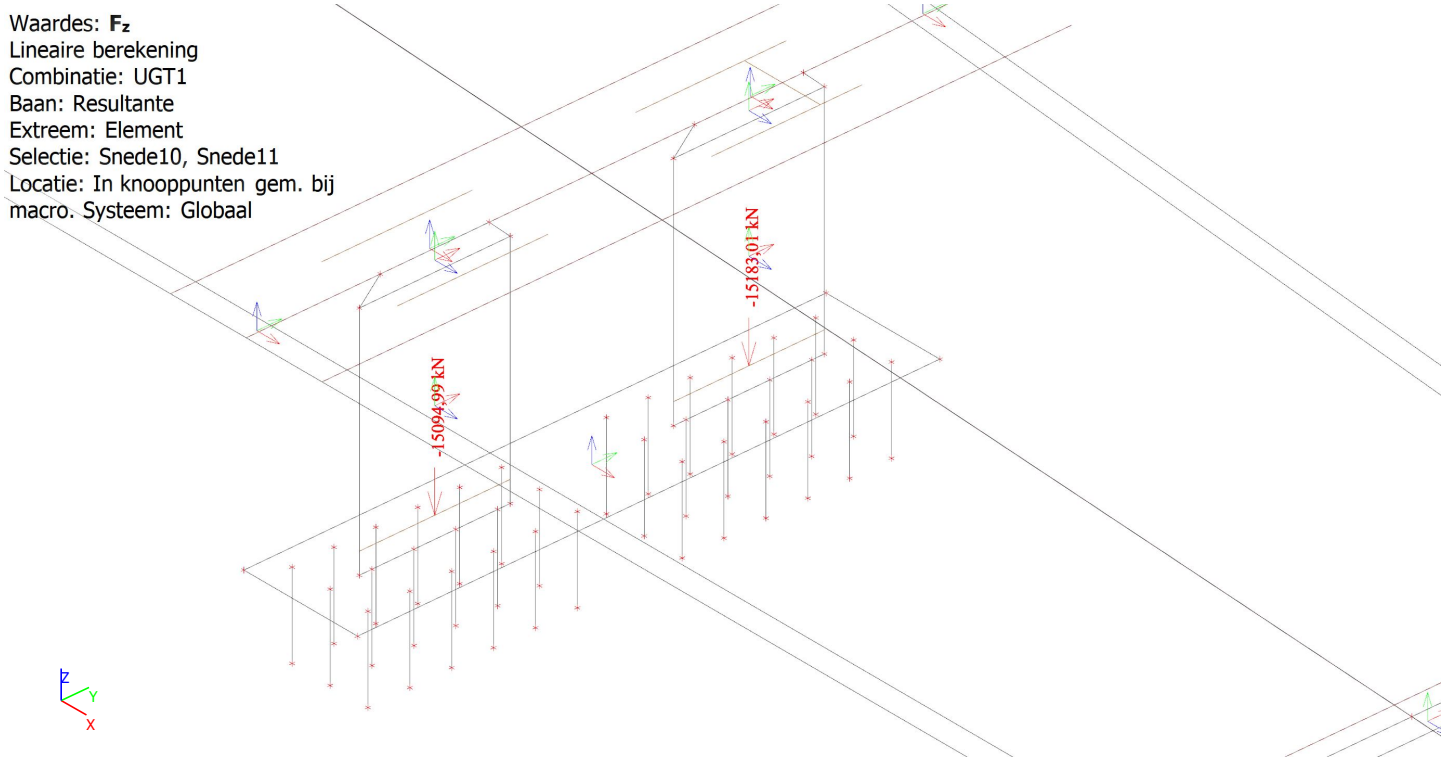
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Baan: Gemiddeld
Extreem: Globaal
Selectie: Snede9
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden - Resultaten op snedes:

Naam	Net	Positie [m]	BG	m_{xD+} [kNm/m] m_{xD-} [kNm/m]	m_{yD+} [kNm/m] m_{yD-} [kNm/m]	m_{cD+} [kNm/m] m_{cD-} [kNm/m]	n_{xD} [kN/m]	n_{yD} [kN/m]	n_{cD} [kN/m]
Snede9	Element: 0	22,400 12,800 0,000	UGT1	-1583,62 0,00	**-833,91** 0,00	-186,72 -1498,64	105,63	157,66	-130,84

8. UGT Onderbouw

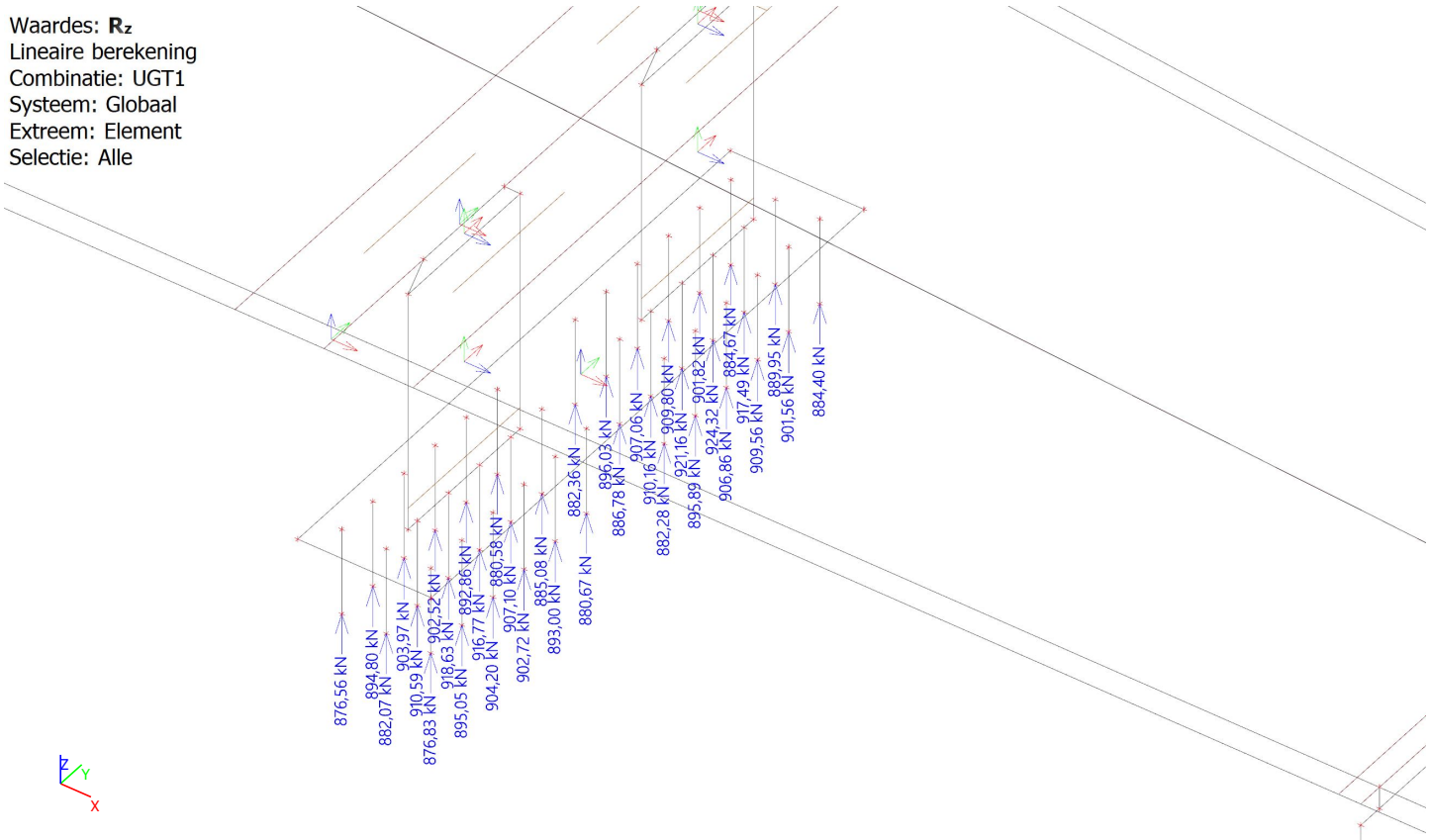
8.1. Interne 2D-krachten; F_z

Waardes: **Fz**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Baan: Resultante
Extreem: Element
Selectie: Snede10, Snede11
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: Globaal



8.2. Reacties; R_z

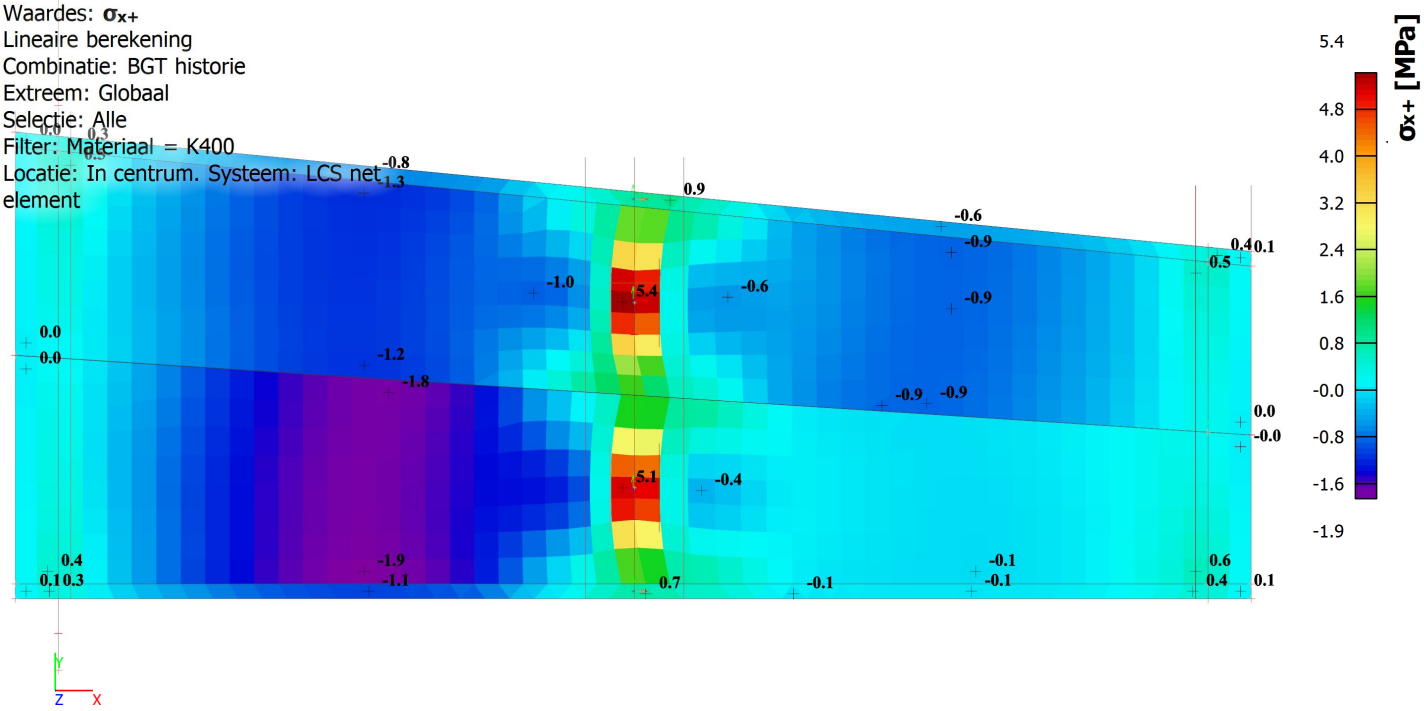
Waardes: **Rz**
Lineaire berekening
Combinatie: UGT1
Systeem: Globaal
Extreem: Element
Selectie: Alle



9. Historische belasting

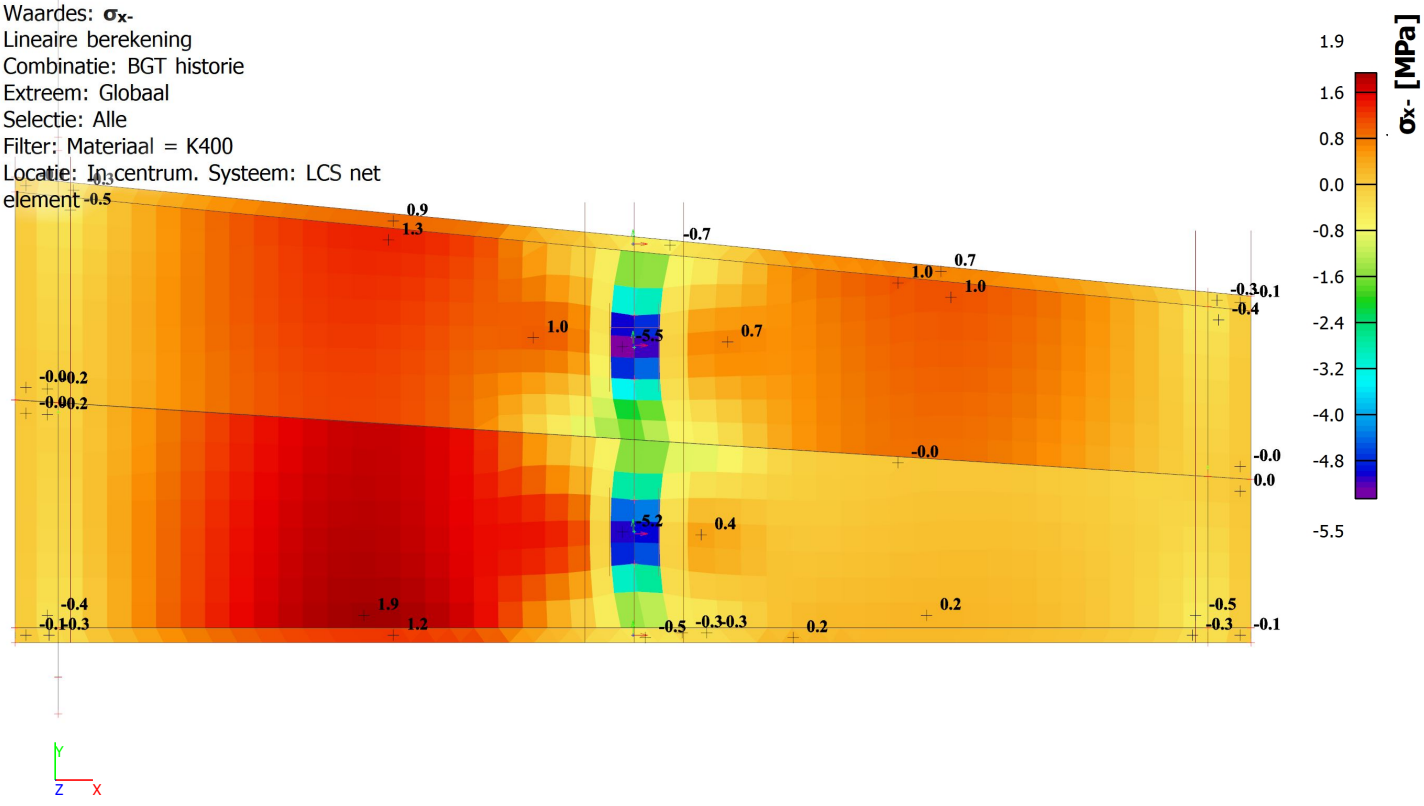
9.1. 2D-spanning/-rek; σ_x+ (bovenzijde dek)

Waardes: σ_{x+}
Lineaire berekening
Combinatie: BGT historie
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



9.2. 2D-spanning/-rek; σ_x- (onderzijde dek)

Waardes: σ_{x-}
Lineaire berekening
Combinatie: BGT historie
Extreem: Globaal
Selectie: Alle
Filter: Materiaal = K400
Locatie: In centrum. Systeem: LCS net element



Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

Bijlage 4 Berekening geotechnisch draagvermogen

6 bladzijden

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	paaldraagvermogen

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

zie blad 4-5-6 voor sonderingen

Paalgegevens

puntafmetingen	d [m]=	0,38	prefab paal
equivalende paalpunt	D_{eq} [m]=	0,43	
puntoppervlak	A_{punt} [m^2]=	0,1448	
schachtafmetingen	d [m]=	0,38	
schachtoppervlak	A_s [m^2]=	0,1444	
schachtomtrek	O_s [m^2/m]=	1,52	
minimale ondergrens paalinvloed	0,7*D[m]=	0,30	
maximale onderrgrens paalinvloed	4*D[m]=	1,72	
maximale bovengrens paalinvloed	8*D[m]=	3,44	
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 =	0,010	NEN 9997-1:2016; tabel 7.c
factor voor invloed van inbrengen	α_t =		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

Sonderingen

aantal sonderingen	N=	1	stuks

Referentiepeil	REF=	**NAP**
sondeernummer	1-5	
PPN tov REF	-21,00	

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	0,00	-16,00			zeer slap, onder GWS	2,00	20,00
laag 2	-16,00				1e zandlaag	8,00	30,00

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	paaldraagvermogen

Negatieve kleef

onderkant fundering	ok.fund[m]=	-3,25		
laatste laag negatieve kleef	ok.neg.kleef[m]=	-16,00		
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 =	30,00	kN/m²	(ca 1,75m grond)

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
-3,25	-16,00	2,00	42,75	12,75	0,66	15,00	207,12

$\gamma_{f;nk}$ = 1,00 F_{nk} [kN]= 207

Reductie door ontgraving

nvt

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	$q_{s;max;z}=q_{c;z;a}*red.q_{s;max;z}*\alpha_s$
maxumum schachtwrijvingskracht	$R_{s;cal}=q_{s;max;z}*O_s*l_{schacht}$

sondering / paalpunt — **voetdraagvermogen**

nr	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
1	-21,00	15,00	10,00	4,67	1,00	8,58	1243
2	-21,00	15,00	12,00	10,00	1,00	11,75	1697
3	-21,00	15,00	12,00	4,00	1,00	8,75	1264
4	-21,00	15,00	14,00	10,00	1,00	12,25	1769
5	-21,00	9,00	9,00	9,00	1,00	9,00	1300

sondering / paalpunt — **schachtwrijving**

nr	niveau m REF	lengte m	$q_{c;z;a}$ MPa	red. $q_{s;max;z}$	$q_{s;max;z}$ MPa	$R_{s;cal}$ kN
1,00	-21,00	5,00	4,00	1,00	0,04	304
2,00	-21,00	5,00	8,00	1,00	0,08	608
3,00	-21,00	5,00	6,00	1,00	0,06	456
4,00	-21,00	5,00	10,00	1,00	0,10	760
5,00	-21,00	5,00	9,00	1,00	0,09	684

sondering / paalpunt

nr	niveau m REF	$R_{b;cal}$ kN	$R_{s;cal}$ kN	$R_{c;cal}$ kN	variatie tov min	
1,00	-21,00	1243	304	1547	1,00	<- max 1,12 variatie
2,00	-21,00	1697	608	2305	1,49	<- variatie te groot
3,00	-21,00	1264	456	1720	1,11	<- max 1,12 variatie
4,00	-21,00	1769	760	2529	1,63	<- variatie te groot
5,00	-21,00	1300	684	1984	1,28	<- variatie te groot

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	paaldraagvermogen

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	
		1633	1,20

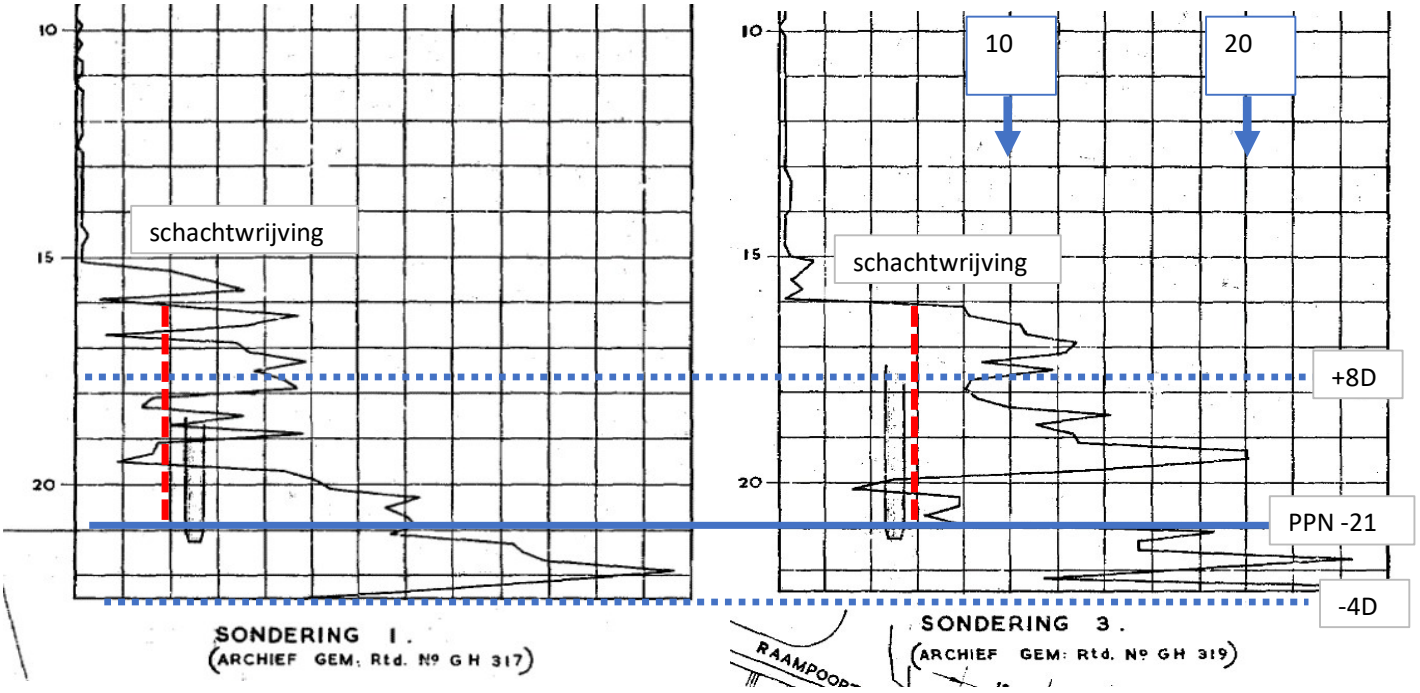
draagvermogen op basis van minimum waarde voet- en schachtwrijving

$R_{b;cal;min}$	$R_{s;cal;min}$	$R_{c;cal;min}$	$\xi 4$
kN	kN	kN	
1243	304	1547	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}

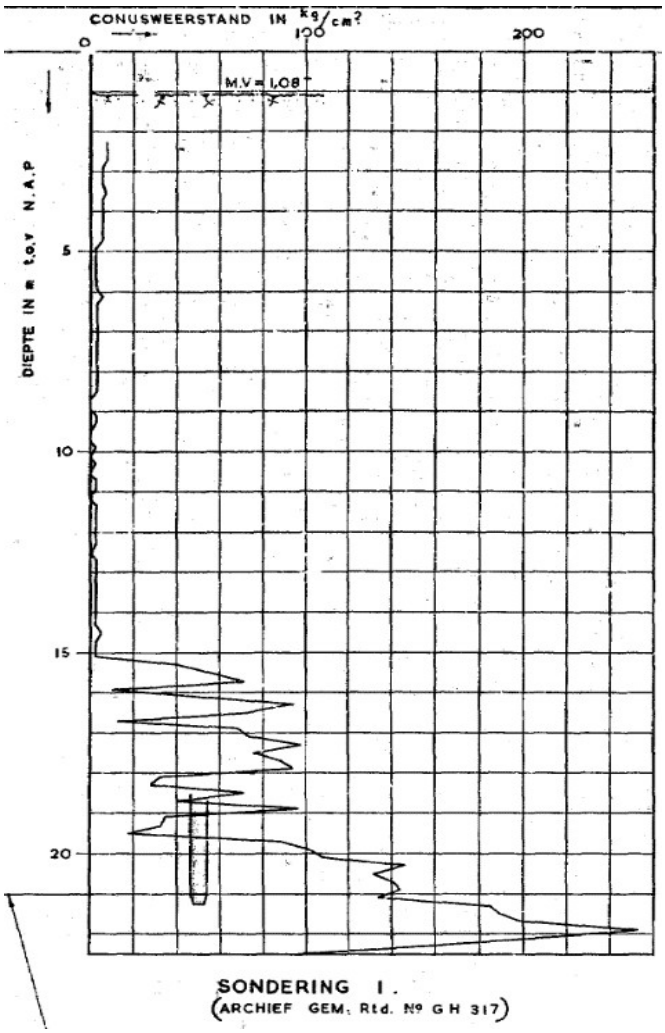
$R_{c;k}$	γ	$R_{c;d}$	F_{nk}	$R_{c;d}-F_{nk}$
kN		kN	kN	kN
1361	1,20	1134	207	927

Maximaal toelaatbaar $R_{c;d}-F_{nk}$ [kN] = 927

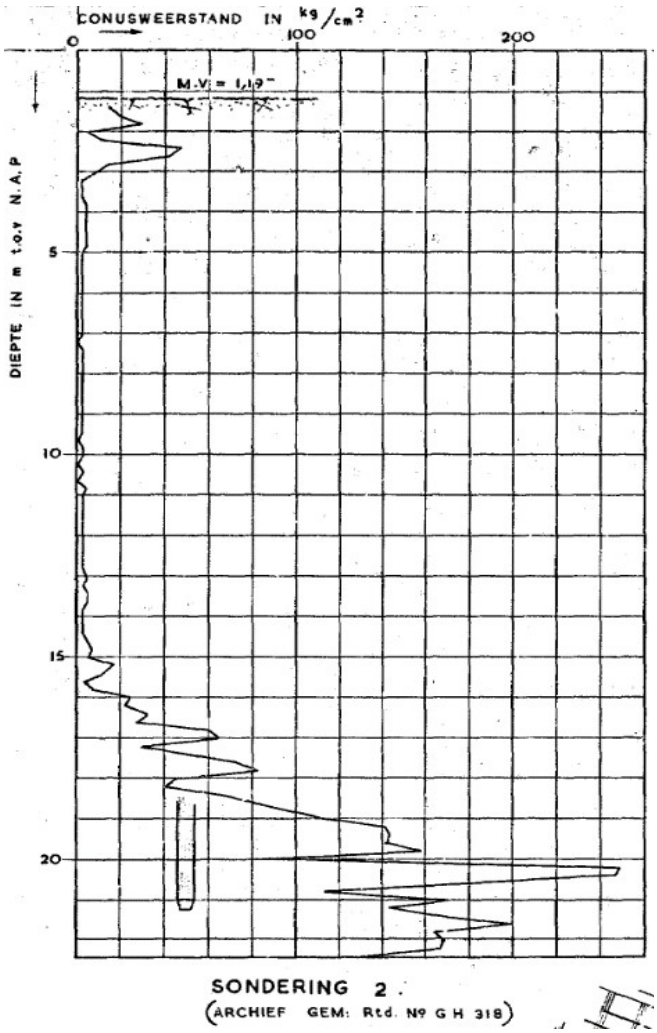


maatgevende sonderingen

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	paaldraagvermogen

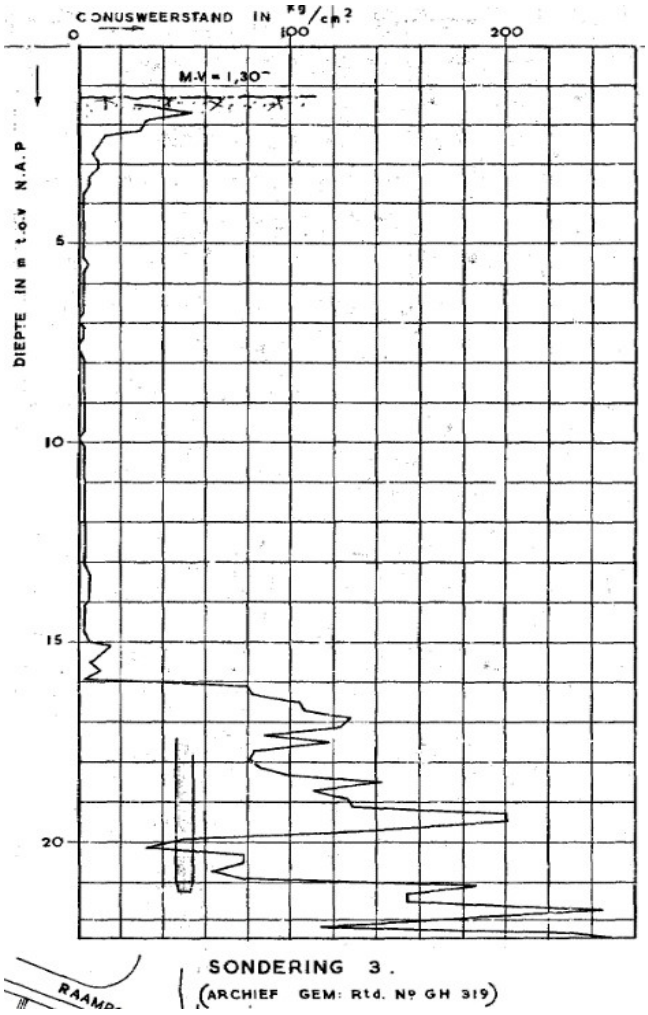


SONDERING 1.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 317)

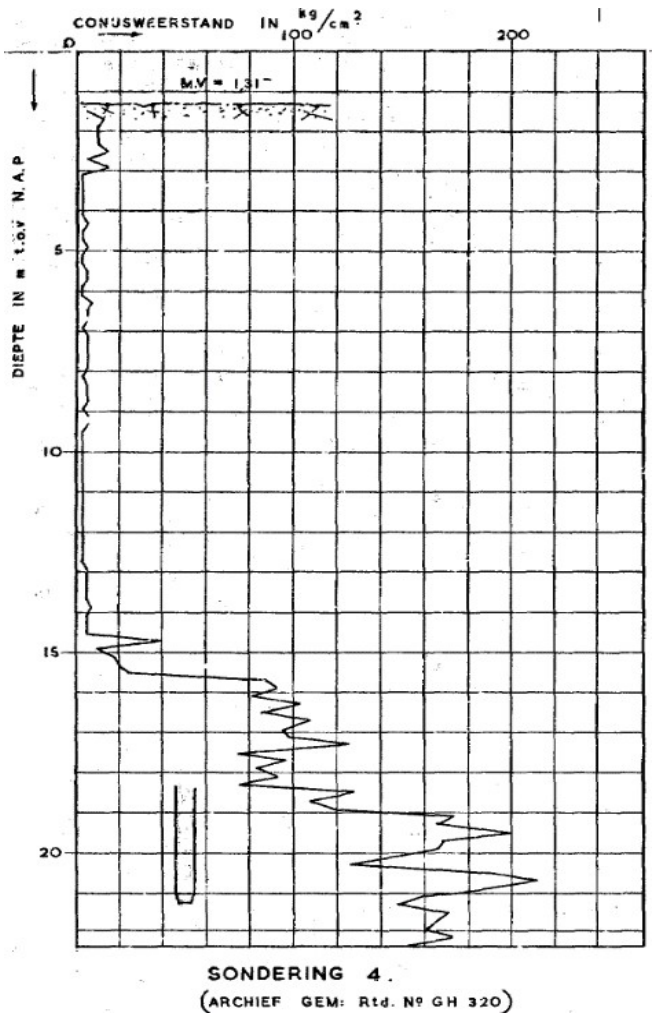


SONDERING 2.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº G H 318)

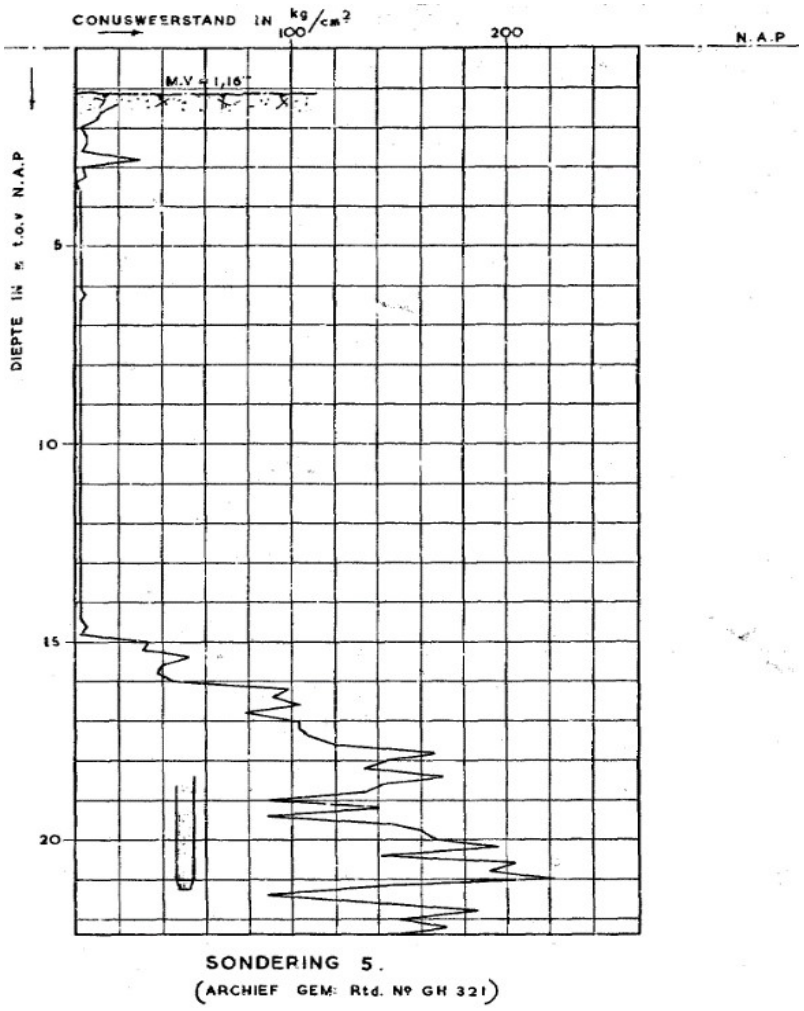
Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-2020
Onderdeel	paaldraagvermogen



SONDERING 3.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº GH 319)



SONDERING 4.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº GH 320)



SONDERING 5.
(ARCHIEF GEM: Rtd. Nº GH 321)

Titel : De Hofbogen te Rotterdam

Rapportnummer : 40245-BER-01

Bijlage 5 Berekening capaciteit betondoorsnede (UGT)

Bijlage 5a Toetsing breukmoment met voorspanning, langsrichting, in veldmidden
Bijlage 5b Toetsing breukmoment met voorspanning, langsrichting, 9 m uit middensteunpunt
Bijlage 5c Toetsing breukmoment met voorspanning, langsrichting, bij middensteunpunt
Bijlage 5d Toetsing breukmoment en dwarskracht, langsrichting
Bijlage 5e Toetsing breukmoment, dwarsrichting
Bijlage 5f Toetsing breukmoment met voorspanning, dwarsrichting, bij middensteunpunt
Bijlage 5g Toetsing breukmoment met voorspanning, dwarsrichting, bij rand

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Bepaling breukmoment voorspanligger

bijlage 5a

Bepaling breukmoment van voorgespannen ligger

Berekening breukmoment, oostelijk dek, in midden zuidelijk veld
Buigend moment onder maximale belasting geeft trek aan onderzijde dek

Geometrie, basiseenheid mm

h.samen	1000	
b.lijf	1000	
d.s	950	
d.p	800	
e.onder (z)	500	
e.top (z)	500	
Aligger	1000000	mm²
Druklaag	nvt	
h	0	
b	0	

Betonkwaliteit

Prefab deel

fck	30	N/mm²
fcd	20	N/mm²
Druklaag	nvt	
fck	0	N/mm²
fcd	0	N/mm²

Voorspanning

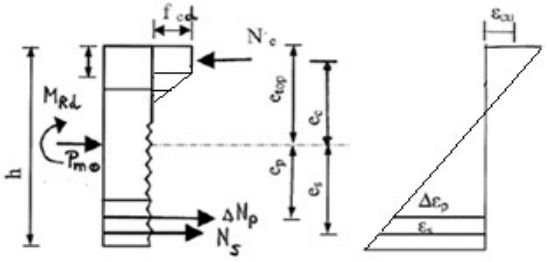
Staalkwaliteit	QP170		
ys	1,10	[-]	
fpk	1670	N/mm²	
fpd=fpk/ys	1518	N/mm²	
fp0,1k	1422	N/mm²	
fp0,1d	1293	N/mm²	
fpu = fpk*0,95/ys	1442	N/mm²	
σpm∞	830	N/mm²	(zie eerder)
Aantal strengen	nvt	stuks	
A/streng	nvt	mm²	
Ap totaal	6021	mm²	(per meter)

Wapening

Staalkwaliteit	FeB400		
fyk	400	N/mm²	
fyd	348	N/mm²	
ϕ	12	mm	
Aantal staven	5	mm	(per meter)
As	565	mm²	

Berekening breukmoment

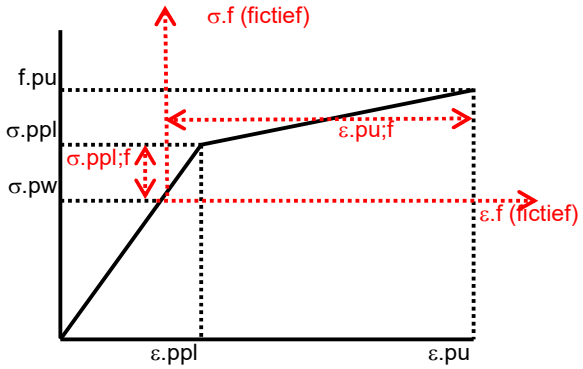
Np = Ap*σwerk	4997680	N
Ns = As*fyd	196691	N
ΔNp = Ap*(0,95*σpu-σpm	3252461	N
Nc	8446832	N
Ep	200000	N/mm²
betondruk agv werkvoorspanning =	5,00	N/mm²



Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Bepaling breukmoment voorspanligger

Berekening spanningen en rekken adhv fictieve sig-eps diagram
Alle rekken in %, spanningen in N/mm²

σ.pw=	830
ε.pw=	0,42%
ε.ppl=	0,65%
ε.ppl;f=	0,23%
σ.ppl;f=	468
f.pu;f=	612
ε.pu;f=	3,09%



k=	0,0035	/xu	stel xu=	508	(gevonden door iteratie)
k=	6,89E-06				
ε.s=	0,30%	-> fs/Es=	0,20%	wapening vloeit	
Δε.p=	0,20%				

ε.p=ε.pw+Δε.p=	0,62%	-> fp/Ep=	0,71%	voorspanning vloeit niet

als vsp vloeit:	σ.p=0,9*f.pu + (ε.p-ε.ppl)*0,1*f.pu/(ε.pu-ε.ppl)	σ.p=	1296
als vsp niet vloeit:	σ.p=ε.p*E	σ.p=	1233

σ.p=	1233
Δσ.p=	403

		N [kN]	y [mm]	M [kNm]		
Ns =	As*fyd=	197	-450	-89		
ΔN.p=	Ap*Δσp=	2424	-300	-727		
Nc=	-3/4*b*xu*fcd=	-7618	302	-2304		
F.pw=		4998	0	0		
		0		**-3120**	= Mu	(per meter dek)

NEBEST

bijlage 5b

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Bepaling breukmoment voorspanligger

Bepaling breukmoment van voorgespannen ligger

Berekening breukmoment, oostelijk dek, zuidelijk veld tpv maximaal MxD- (ca 9m vanaf middensteunpunt)
Buigend moment onder maximale belasting geeft trek aan onderzijde dek

Geometrie, basiseenheid mm

h.samen	1000	
b.lijf	1000	
d.s	950	
d.p	500	(conservatief geschat)
e.onder (z)	500	
e.top (z)	500	
Aligger	1000000	mm²
Druklaag	nvt	
h	0	
b	0	

Betonkwaliteit

Prefab deel

fck	30	N/mm²
fcd	20	N/mm²
Druklaag	nvt	
fck	0	N/mm²
fcd	0	N/mm²

Voorspanning

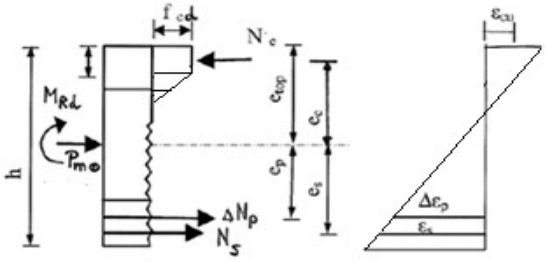
Staalkwaliteit	QP170		
ys	1,10	[-]	
fpk	1670	N/mm²	
fpd=fpk/ys	1518	N/mm²	
fp0,1k	1422	N/mm²	
fp0,1d	1293	N/mm²	
fpu = fpk*0,95/ys	1442	N/mm²	
σpm∞	830	N/mm²	(zie eerder)
Aantal strengen	nvt	stuks	
A/streng	nvt	mm²	
Ap totaal	6021	mm²	(per meter)

Wapening

Staalkwaliteit	FeB400		
fyk	400	N/mm²	
fyd	348	N/mm²	
ϕ	12	mm	
Aantal staven	5	mm	(per meter)
As	565	mm²	

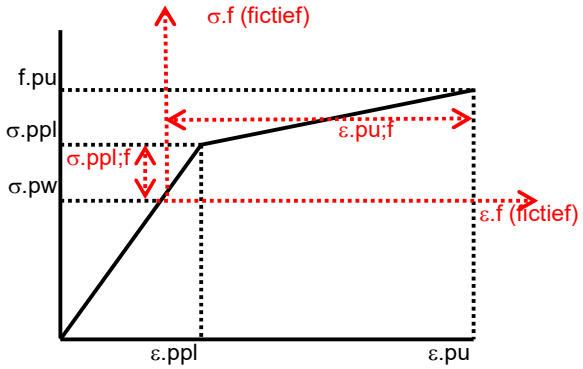
Berekening breukmoment

Np = Ap*σwerk	4997680	N
Ns = As*fyd	196691	N
ΔNp = Ap*(0,95*σpu-σpm	3252461	N
Nc	8446832	N
Ep	200000	N/mm²
betondruk agv werkvoorspanning =	5,00	N/mm²



Berekening spanningen en rekken adhv fictieve sig-eps diagram
Alle rekken in %, spanningen in N/mm²

σ.pw=	830
ε.pw=	0,42%
ε.ppl=	0,65%
ε.ppl;f=	0,23%
σ.ppl;f=	468
f.pu;f=	612
ε.pu;f=	3,09%



k=	0,0035	/xu	stel xu=	409	(gevonden door iteratie)
k=	8,56E-06				
ε.s=	0,46%	-> fs/Es=	0,20%	wapening vloeit	
Δε.p=	0,08%				

ε.p=ε.pw+Δε.p=	0,49%	-> fp/Ep=	0,71%	voorspanning vloeit niet

als vsp vloeit:	σ.p=0,9*f.pu + (ε.p-ε.ppl)*0,1*f.pu/(ε.pu-ε.ppl)	σ.p=	1290
als vsp niet vloeit:	σ.p=ε.p*E	σ.p=	986

σ.p=	986
Δσ.p=	156

		N [kN]	y [mm]	M [kNm]		
Ns =	As*fyd=	197	-450	-89		
ΔN.p=	Ap*Δσp=	939	0	0		
Nc=	-3/4*b*xu*fcd=	-6133	341	-2091		
F.pw=		4998	0	0		
		0		**-2180**	= Mu	(per meter dek)

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Bepaling breukmoment voorspanligger

bijlage 5c

Bepaling breukmoment van voorgespannen ligger
Berekening breukmoment, oostelijk dek, middensteunpunt
Buigend moment onder maximale belasting geeft trek aan bovenzijde dek

Geometrie, basiseenheid mm

h.samen	1000	
b.lijf	1000	
d.s	950	
d.p	900	
e.onder (z)	500	
e.top (z)	500	
Aligger	1000000	mm²
Druklaag	nvt	
h	0	
b	0	

Betonkwaliteit
Prefab deel

fck	30	N/mm²
fcd	20	N/mm²
Druklaag	nvt	
fck	0	N/mm²
fcd	0	N/mm²

Voorspanning

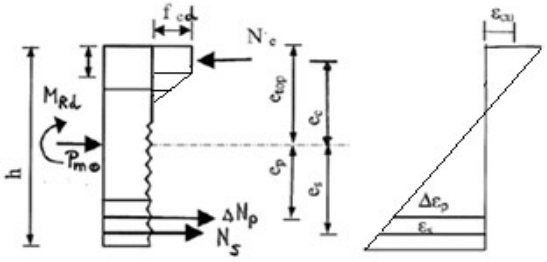
Staalkwaliteit	QP170		
ys	1,10	[-]	
fpk	1670	N/mm²	
fpd=fpk/ys	1518	N/mm²	
fp0,1k	1422	N/mm²	
fp0,1d	1293	N/mm²	
fpu = fpk*0,95/ys	1442	N/mm²	
σpm∞	830	N/mm²	(zie eerder)
Aantal strengen	nvt	stuks	
A/streng	nvt	mm²	
Ap totaal	6021	mm²	(per meter)

Wapening

Staalkwaliteit	FeB400		
fyk	400	N/mm²	
fyd	348	N/mm²	
ϕ	12	mm	
Aantal staven	5	mm	(per meter)
As	565	mm²	

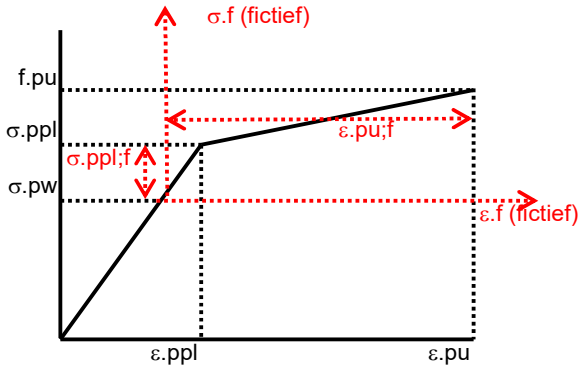
Berekening breukmoment

Np = Ap*σwerk	4997680	N
Ns = As*fyd	196691	N
ΔNp = Ap*(0,95*σpu-σpm	3252461	N
Nc	8446832	N
Ep	200000	N/mm²
betondruk agv werkvoorspanning =	5,00	N/mm²



Berekening spanningen en rekken adhv fictieve sig-eps diagram
Alle rekken in %, spanningen in N/mm²

σ.pw=	830
ε.pw=	0,42%
ε.ppl=	0,65%
ε.ppl;f=	0,23%
σ.ppl;f=	468
f.pu;f=	612
ε.pu;f=	3,09%



k=	0,0035	/xu	stel xu=	537	(gevonden door iteratie)
k=	6,52E-06				
ε.s=	0,27%	-> fs/Es=	0,20%	wapening vloeit	
Δε.p=	0,24%				

ε.p=ε.pw+Δε.p=	0,65%	-> fp/Ep=	0,71%	voorspanning vloeit niet

als vsp vloeit:	σ.p=0,9*f.pu + (ε.p-ε.ppl)*0,1*f.pu/(ε.pu-ε.ppl)	σ.p=	1298
als vsp niet vloeit:	σ.p=ε.p*E	σ.p=	1304

σ.p=	1304
Δσ.p=	474

		N [kN]	y [mm]	M [kNm]		
Ns =	As*fyd=	197	-450	-89		
ΔN.p=	Ap*Δσp=	2855	-400	-1142		
Nc=	-3/4*b*xu*fcd=	-8049	291	-2345		
F.pw=		4998	0	0		
		0		**-3575**	= Mu	(per meter dek)

NEBEST

bijlage 5d

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Gewapende doorsnede

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 28,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 400,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

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

Aanwezige hoofdwapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	c [mm1]
12	5,00	0	0	70

Krachtswerking dwarskracht:

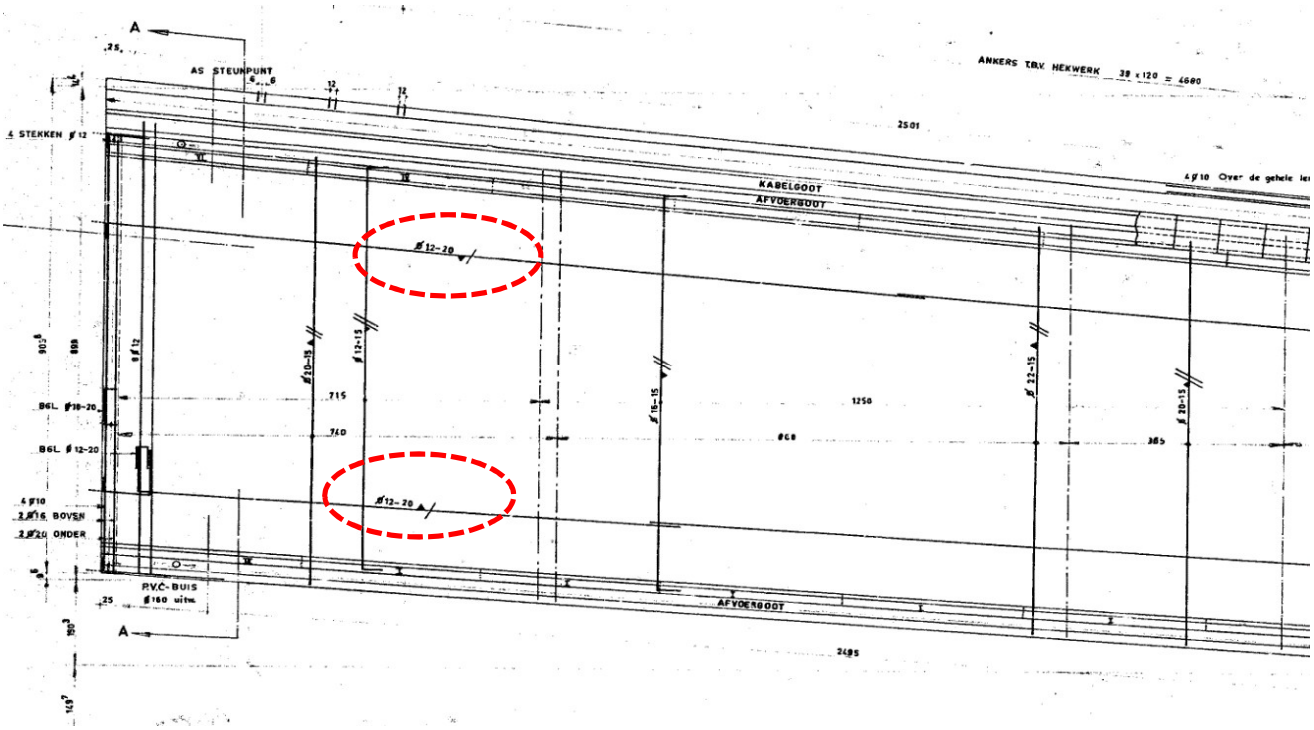
Vd [kN]	B [mm]	H [mm]
	1000	1000

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
0	2	150

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

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

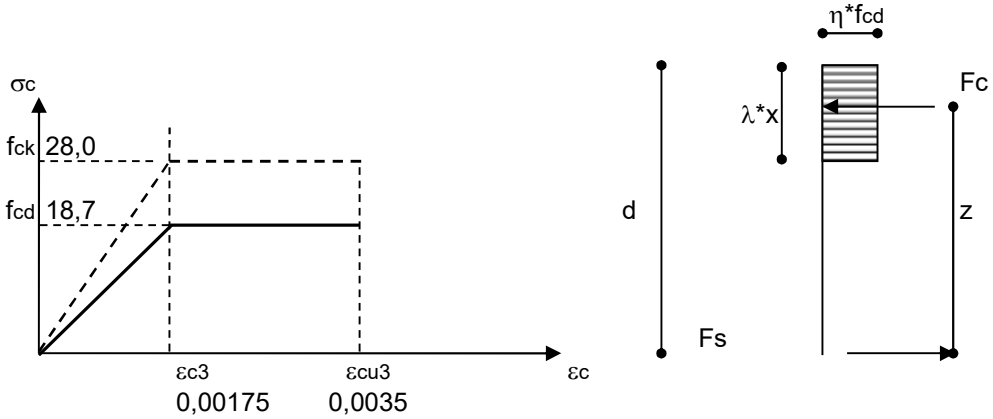


Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

1.2 Bepaling opneembare momenten

Rechthoekige doorsnede

art. 3.1.7 beton



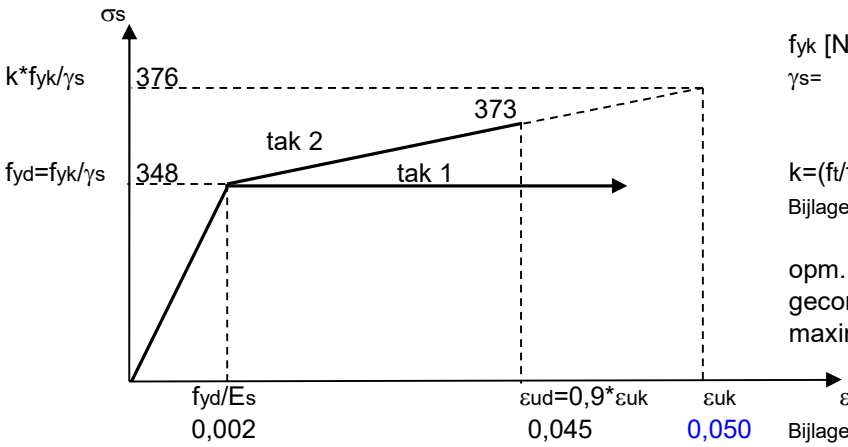
λ=	0,8	voor fck ≤ 50 Mpa
η=	1,0	voor fck ≤ 50 Mpa

art. 3.1.6 fcd [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= αcc*fck/γc= 18,7

fck [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 28,0

αcc=	1,0	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]= 400,0

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]= 1000

Aanwezige wapening:

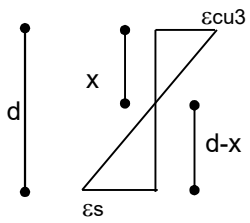
diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
12	5,00	0	0,00	1000	565	348	196,7	70	12,0	0,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 196,7
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 13,2
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 924,0
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 919

Mu [kNm]=Fs*z= **180,7**

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]= 373
d [mm]= 924
xu/d= 0,57 U.C.
xu [mm]= 529 **0,02**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035
0,242 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,242 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 486,4
Fs [kN]=Asa*fyd= 275,0
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 18,4
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 924
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 917

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

1.3 Bepaling opneembare dwarskracht

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

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}]*b_w*d= **762,3** RBK 1.1
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k_1*σ_{cp})*b_w*d= 1065,8
met een minimum van $V_{Rd;c}$ [kN]= (ν_{min}+k_1*σ_{cp})*b_w*d= 1235,4 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= 28,0

d [mm]= 924

fyk [N/mm2 400,0
k= 1+ √(200/d) ≤ 2,0 met d in mm k= 1,47

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= 0

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [mm2]	Asl [mm2]
12	5	0	0	565

b_w [mm]= 1000

ρ_1 = A_{sl}/b_w*d ≤ 0,02 ρ_1= 0,0000

σ_{cp} [N/mm2]= N_{ED}/A_c < 0,2*f_{cd} Ac is oppervlakte van de betondoorsnede σ_{cp} [N/mm2]= 5,5

N_{ED} [N]= 5,50E+06 NED is de normaalkracht in de doorsnede t.g.v. belasting op voorspanning

ν_{min}= 0,035*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)= 0,33 NB-6.2.2
ν_{min}= 0,83*kp^(3/2)*k^(3/2)*f_{ck}^(1/2)/f_{yk}^(1/2)= 0,51 RBK-6.2.2

NEBEST

bijlage 5e

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Gewapende doorsnede

1 Toetsing rechthoekige betondoorsnede - volgens EC2

1.1 Input

Input: f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 28,0

f_{yk} [N/mm2]= karakteristieke vloeigrens van betonstaal= 400,0

Krachtswerking op hoofdwapening:

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

Aanwezige hoofdwapening:

diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	c [mm1]
16	6,67	0	0	70

Krachtswerking dwarskracht:

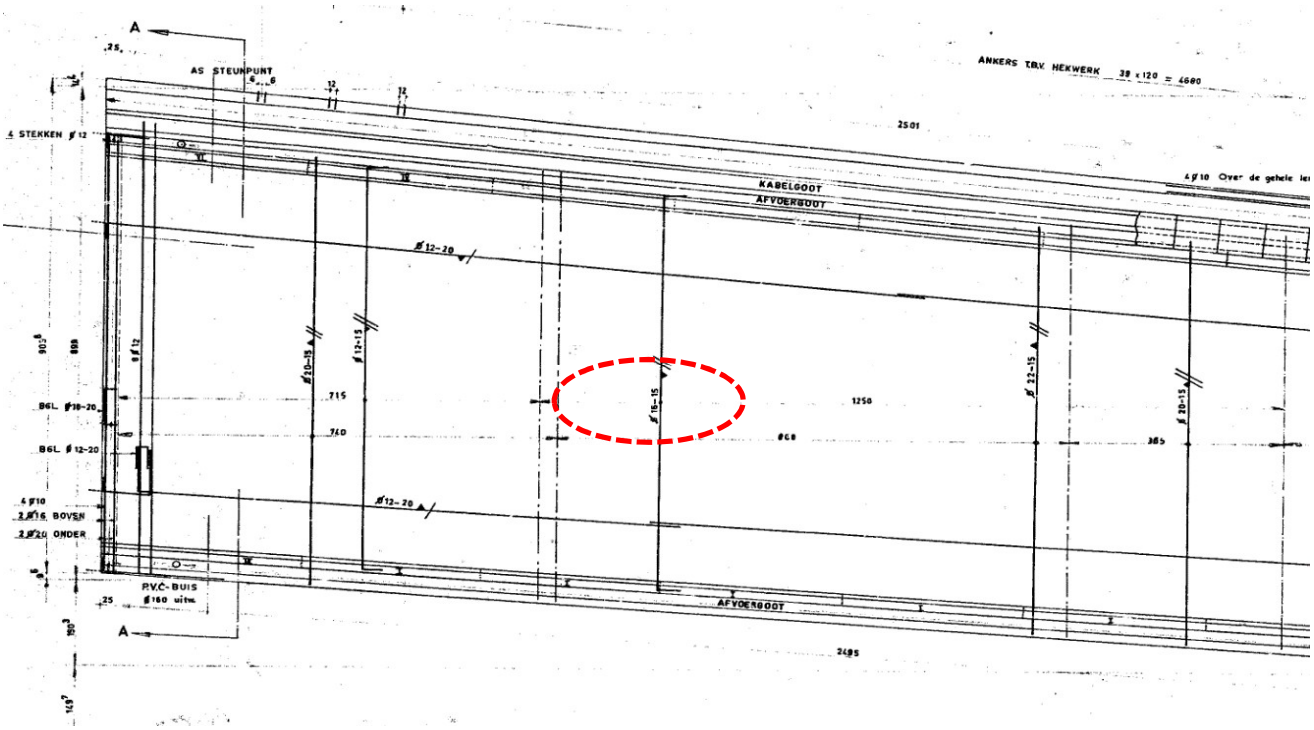
Vd [kN]	B [mm]	H [mm]
	1000	1000

Aanwezige verticale dwarskrachtwapening:

diam.bgls [mm]	n-sneden [st]	s= h.o.h. [mm]
0	2	150

Aanwezige schuine dwarskrachtwapening:

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

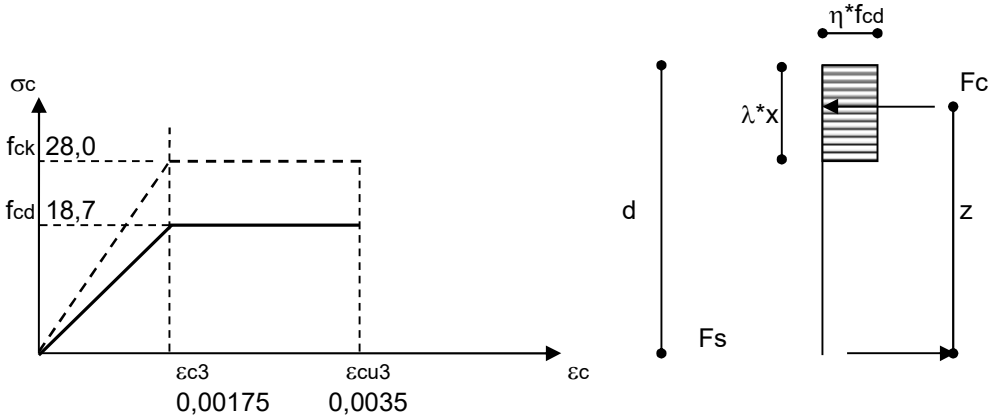


Voor input van diverse parameters zie onderstaande paragrafen.

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

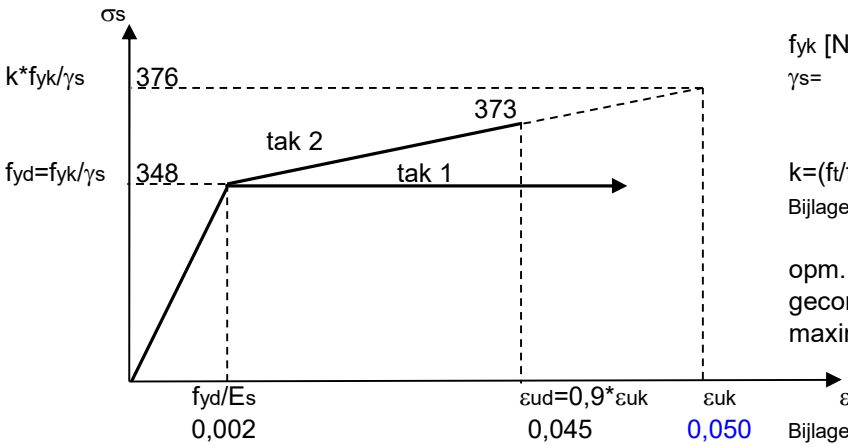
art. 3.1.6 f_{cd} [N/mm2]= rekenwaarde van druksterkte van beton= $\alpha_{cc}*f_{ck}/\gamma_c$= 18,7

f_{ck} [N/mm2]=karakteristieke cilinderdruksterkte van beton= 28,0

α_{cc}= 1,0 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]= 400,0

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

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Gewapende doorsnede

1.2.1 Opneembaar moment hoofdwapening

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

Aanwezige wapening:

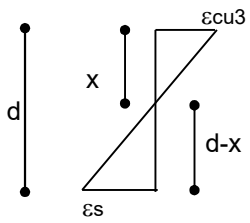
diam1 [mm2]	n1 [st]	diam2 [mm2]	n2 [st]	B [mm1]	Asa [mm2]	fyd [N/mm2]	Fs=Asa*fyd Fs [kN]	c [mm1]	diam.gem [mm1]	diam.bgls [mm1]
16	6,67	0	0,00	1000	1340	348	466,2	70	16,0	0,0

Met ΣH=0 volgt Fc=Fs, zodat Fc [kN]= 466,2
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 31,2
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 922,0
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 910

Mu [kNm]=Fs*z= **424,0**

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]= 373
d [mm]= 922
xu/d= 0,57 U.C.
xu [mm]= 528 **0,06**

De rek in het betonstaal εs is;



0,0035
0,100 *Er mag NIET gerekend worden met tak 2*

Berekening met tak 2

Bij εs van 0,100 is de maximaal toelaatbare staalspanning fyd [N/mm2] 404,4
Fs [kN]=Asa*fyd= 542,1
Fc= λ*x*η*fcd*B, hieruit volgt x [mm]= Fc/(λ*η*fcd*B)= 36,3
d [mm]=H-c-diam.bgls-diam.gem/2= 922
z [mm]= d-0,5*(λ*x)= 907

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

bijlage 5e

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	Gewapende doorsnede

NEBEST

bijlage 5f

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	breukmoment voorspan dwars

Bepaling breukmoment van voorgespannen ligger in dwarsrichting
Berekening breukmoment, dwarsvoorspanning bij top boog
Buigend moment onder maximale belasting geeft trek aan bovenzijde dek

Geometrie, basiseenheid mm

h.samen	1000	
b.lijf	1000	
d.s	950	
d.p	723	
e.onder (z)	500	
e.top (z)	500	
Aligger	1000000	mm²
Druklaag	nvt	
h	0	
b	0	

Betonkwaliteit
Prefab deel

fck	30	N/mm²
fcd	20	N/mm²
Druklaag	nvt	
fck	0	N/mm²
fcd	0	N/mm²

Voorspanning

Staalkwaliteit	QP105		
ys	1,10	[-]	
fpk	1030	N/mm²	
fpd=fpk/ys	936	N/mm²	
fp0,1k	785	N/mm²	
fp0,1d	714	N/mm²	
fpu = fpk*0,95/ys	890	N/mm²	
σpm∞	531	N/mm²	(zie eerder)
Aantal strengen	nvt	stuks	
A/streng	nvt	mm²	
Ap totaal	4020	mm²	(per meter)

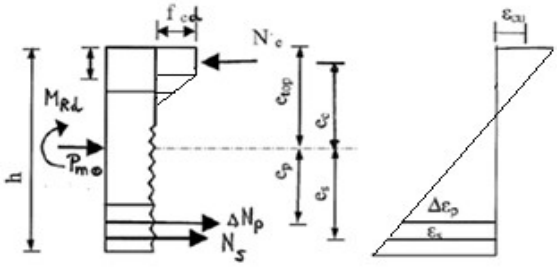
Wapening

Staalkwaliteit	FeB400		
fyk	400	N/mm²	
fyd	348	N/mm²	
ϕ	12	mm	
Aantal staven	7	mm	(per meter)
As	754	mm²	

Berekening breukmoment

Np = Ap*σwerk	2135000	N
Ns = As*fyd	262255	N
ΔNp = Ap*(0,95*σpu-σpm	1262174	N
Nc	3659429	N
Ep	200000	N/mm²

betondruk agv
werkvoorspanning = 2,14 N/mm²



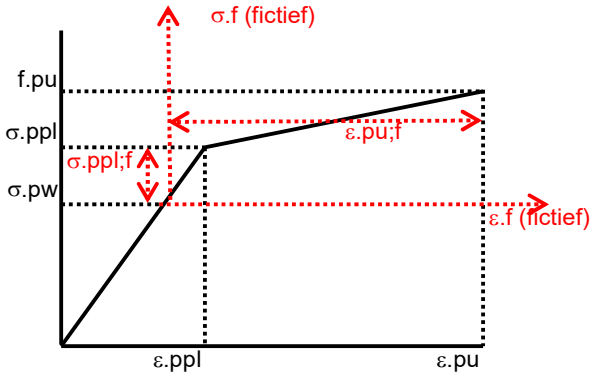
NEBEST

bijlage 5f

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	breukmoment voorspan dwars

Berekening spanningen en rekken adhv fictieve sig-eps diagram
Alle rekken in %, spanningen in N/mm²

σ.pw=	531
ε.pw=	0,27%
ε.ppl=	0,40%
ε.ppl;f=	0,13%
σ.ppl;f=	269
f.pu;f=	358
ε.pu;f=	3,23%



k=	0,0035	/xu	stel xu=	355	(gevonden door iteratie)
k=	9,87E-06				
ε.s=	0,59%	-> fs/Es=	0,20%	wapening vloeit	
Δε.p=	0,36%				
ε.p=ε.pw+Δε.p=		0,63%	-> fp/Ep=	0,39%	voorspanning vloeit niet

als vsp vloeit: σ.p=0,9*f.pu + (ε.p-ε.ppl)*0,1*f.pu/(ε.pu-ε.ppl) σ.p= 807
als vsp niet vloeit: σ.p=ε.p*E σ.p= 1258

σ.p=	1258
Δσ.p=	727

		N [kN]	y [mm]	M [kNm]		
Ns =	As*fyd=	262	-450	-118		
ΔN.p=	Ap*Δσp=	2923	-223	-652		
Nc=	-3/4*b*xu*fcd=	-5320	362	-1926		
F.pw=		2135	0	0		
		0		**-2696**	= Mu	(per meter dek)

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	breukmoment voorspan dwars

bijlage 5g

Bepaling breukmoment van voorgespannen ligger in dwarsrichting
Berekening breukmoment, dwarsvoorspanning bij hart dek
Buigend moment onder maximale belasting geeft trek aan bovenzijde dek

Geometrie, basiseenheid mm

h.samen	1000	
b.lijf	1000	
d.s	950	
d.p	500	
e.onder (z)	500	
e.top (z)	500	
Aligger	1000000	mm²
Druklaag	nvt	
h	0	
b	0	

Betonkwaliteit
Prefab deel

fck	30	N/mm²
fcd	20	N/mm²
Druklaag	nvt	
fck	0	N/mm²
fcd	0	N/mm²

Voorspanning

Staalkwaliteit	QP105		
ys	1,10	[-]	
fpk	1030	N/mm²	
fpd=fpk/ys	936	N/mm²	
fp0,1k	785	N/mm²	
fp0,1d	714	N/mm²	
fpu = fpk*0,95/ys	890	N/mm²	
σpm∞	531	N/mm²	(zie eerder)
Aantal strengen	nvt	stuks	
A/streng	nvt	mm²	
Ap totaal	4020	mm²	(per meter)

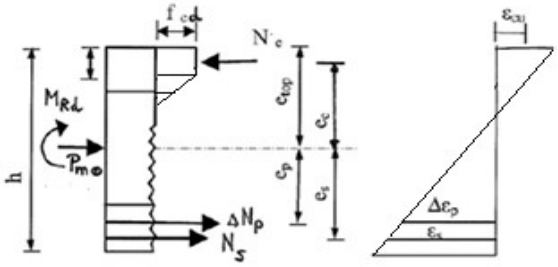
Wapening

Staalkwaliteit	FeB400		
fyk	400	N/mm²	
fyd	348	N/mm²	
ϕ	12	mm	
Aantal staven	7	mm	(per meter)
As	754	mm²	

Berekening breukmoment

Np = Ap*σwerk	2135000	N
Ns = As*fyd	262255	N
ΔNp = Ap*(0,95*σpu-σpm	1262174	N
Nc	3659429	N
Ep	200000	N/mm²

betondruk agv
werkvoorspanning = 2,14 N/mm²



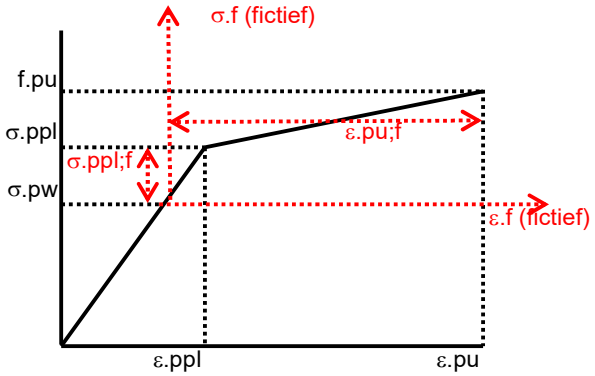
NEBEST

bijlage 5g

Project	Hofbogen
Project nr.	40245
Datum	27-11-20
Onderdeel	breukmoment voorspan dwars

Berekening spanningen en rekken adhv fictieve sig-eps diagram
Alle rekken in %, spanningen in N/mm²

σ.pw=	531
ε.pw=	0,27%
ε.ppl=	0,40%
ε.ppl;f=	0,13%
σ.ppl;f=	269
f.pu;f=	358
ε.pu;f=	3,23%



k=	0,0035	/xu	stel xu=	293	(gevonden door iteratie)
k=	1,20E-05				
ε.s=	0,79%	-> fs/Es=	0,20%	wapening vloeit	
Δε.p=	0,25%				

ε.p=ε.pw+Δε.p=	0,51%	-> fp/Ep=	0,39%	voorspanning vloeit niet

als vsp vloeit:	σ.p=0,9*f.pu + (ε.p-ε.ppl)*0,1*f.pu/(ε.pu-ε.ppl)	σ.p=	804
als vsp niet vloeit:	σ.p=ε.p*E	σ.p=	1027

σ.p=	1027
Δσ.p=	496

		N [kN]	y [mm]	M [kNm]		
Ns =	As*fyd=	262	-450	-118		
ΔN.p=	Ap*Δσp=	1993	0	0		
Nc=	-3/4*b*xu*fcd=	-4390	386	-1695		
F.pw=		2135	0	0		
		0		**-1813**	= Mu	(per meter dek)