Willemsbrug onderbouw (Bru0151)

Herberekening kelder- en opleglandhoofd

Opdrachtgever:	Gemeente Amsterdam
Referentie:	INFR170422
Revisie:	1 - Definitief
Datum:	27 november 2018

Titel document:	Willemsbrug onderbouw (Bru0151)
Ondertitel document:	Herberekening kelder- en opleglandhoofd
Referentie:	INFR170422
Revisie:	1
Datum:	27-11-2018
Opdrachtgever:	Gemeente Amsterdam
Projectnummer opdrachtgever:	
Project:	

Opgesteld door:	[redacted]	Paraaf:
Gecontroleerd door:		Paraaf:
Goedgekeurd door:		Paraaf:

Samenvatting

In dit rapport wordt een herberekening uitgevoerd van de onderbouw van de Willemsbrug te Amsterdam. Het betreft een in het werk gestort gewapende betonnen constructie. De onderbouw van de basculebrug bestaat uit een opleglandhoofd en een kelderlandhoofd gefundeerd op houten (schoor)palen.

De brug is gebouwd omstreeks 1930. Van de onderbouw zijn geen ontwerpberekeningen beschikbaar. De belastbaarheid van de onderbouw is onbekend. Wel zijn er enkele wapeningstekeningen uit het archief aanwezig.

Aangezien dit object met een leeftijd van ca. 90 jaar de economische levensduur heeft bereikt, is het de wens van de gemeente Amsterdam om de onderbouw constructief te beoordelen.

Om een uitspraak te kunnen doen over de belastbaarheid van de onderbouw is de geometrie van de onderbouw bepaald aan de hand van bestaande tekeningen. Door middel van beschikbare wapeningstekeningen is de geometrie van de wapening in de onderbouw vastgesteld. De materiaalkwaliteiten zijn conform archiefgegevens en de “Leidraad beoordeling constructieve veiligheid v1.0” van de gemeente Amsterdam aangehouden. Met behulp van een eindige elementen methode softwarepakket is de krachtswerking in het opleglandhoofd en kelderlandhoofd bepaald. De reactiekrachten uit het val zijn aangeleverd door de gemeente Amsterdam (IBA). De maatgevende snedekrachten zijn getoetst aan de capaciteit van het opleglandhoofd en kelderlandhoofd.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten wordt geconcludeerd dat wordt voldaan aan het vereiste veiligheidsniveau voor bestaande constructies op verbouwniveau voor een restlevensduur van 30 jaar.

Voor het volledige advies wordt verwezen naar hoofdstuk 6.

Inhoudsopgave

1	**Inleiding**	**6**
1.1.	Projectomschrijving	6
1.2.	Objecthistorie	8
1.3.	Scope	10
1.4.	Leeswijzer	10
2	**Basisinformatie en uitgangsdocumenten**	**11**
2.1.	Normen en richtlijnen	11
2.2.	Archiefinformatie	12
2.3.	Documenten	12
2.4.	Computerprogrammatuur	12
2.5.	Materialen	13
2.5.1.	Beton – in het werk gestort	13
2.5.2.	Wapening	13
2.5.3.	Constructiestaal	14
2.5.4.	Houtsterkteklasse	14
2.5.5.	Metselwerk	14
2.6.	Gevolgklasse, referentieperiode en restlevensduur	14
3	**Beschrijving constructie en modellering**	**15**
3.1.	Algemeen	15
3.2.	Geotechniek	16
3.3.	Opleglandhoofd	18
3.3.1.	Beschrijving opleglandhoofd	18
3.3.2.	Geometrie opleglandhoofd	19
3.3.3.	Funderingspalen	22
3.3.4.	Wapening	23
3.3.5.	Modellering opleglandhoofd	24
3.3.6.	Controle invoer van belastingen	25
3.4.	Kelderlandhoofd	26
3.4.1.	Beschrijving kelderlandhoofd	26
3.4.2.	Geometrie kelderlandhoofd	29
3.4.3.	Funderingspalen	32
3.4.4.	Wapening	33
3.4.5.	Modellering kelderlandhoofd	37
3.4.6.	Controle invoer van belastingen	38
4	**Belastinggevallen en –combinaties**	**39**
4.1.	Permanente belastinggevallen op opleglandhoofd	39
4.1.1.	Eigen gewicht (BG1)	39
4.1.2.	Opwaartse waterdruk (BG2)	39
4.1.3.	Eigen gewicht metselwerk en natuursteen (BG3)	39
4.1.4.	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek (BG4)	40
4.1.5.	Grondbelasting (BG5)	41
4.2.	Veranderlijke belastinggevallen op opleglandhoofd	42

4.2.1. Mobiele belasting uit het brugdek (BG6 t/m BG7) 42
4.2.2. Horizontale verkeersbelastingen (BG8) 43
4.3. Permanente belastinggevallen op kelderlandhoofd 44
4.3.1. Eigen gewicht (BG1) 44
4.3.2. Opwaartse waterdruk (BG2) 44
4.3.3. Rustende belasting (BG3) 45
4.3.4. Permanente belasting en eigen gewicht brugdek en kelderdek (BG4) 48
4.3.5. Grondbelasting (BG5) 49
4.4. Veranderlijke belastinggevallen op kelderlandhoofd 50
4.4.1. Mobiele belasting (BG6 t/m BG7) 50
4.4.2. Horizontale verkeersbelastingen (BG8) 52
4.4.3. Verkeersbelasting op kelderdak (BG9) 53
4.4.4. Windbelasting 54
4.5. Factoren 54
4.5.1. Partiële belastingfactoren 54
4.5.2. Combinatiefactoren 54
4.6. Belastingcombinaties 55
4.6.1. Algemeen 55
4.6.2. Reductiefactoren 55
4.6.3. Gehanteerde belastingcombinaties 55

5 Berekeningsresultaten en toetsing 56
5.1. Algemeen 56
5.2. Resultaten en toetsing kritische onderdelen opleglandhoofd 57
5.2.1. Paalkrachten opleglandhoofd 57
5.2.2. Funderingsplaat opleglandhoofd 59
5.3. Resultaten en toetsing overige onderdelen opleglandhoofd 63
5.3.1. Stabiliteit frontwand 63
5.4. Resultaten en toetsing kritische onderdelen kelderlandhoofd 66
5.4.1. Paalkrachten kelderlandhoofd 66
5.4.2. Vloer kelderlandhoofd 68
5.4.3. Dak basculekelder 72

6 Conclusie en advies 80
6.1. Conclusie 80
6.2. Advies 81

BIJLAGEN 82
A. Uitgangspunten belastingen op onderbouw, Ingenieursbureau Amsterdam. 82
B. Scia in- en uitvoer opleglandhoofd 83
B.1. In- en uitvoer opleglandhoofd 84
B.2. In- en uitvoer opleglandhoofd - lage stijfheden 85
C. Scia in- en uitvoer kelderlandhoofd 86
D. Doorsnedecapaciteit betondoorsnede 87
E. Relevante archiefinformatie 88
F. Schouw 89

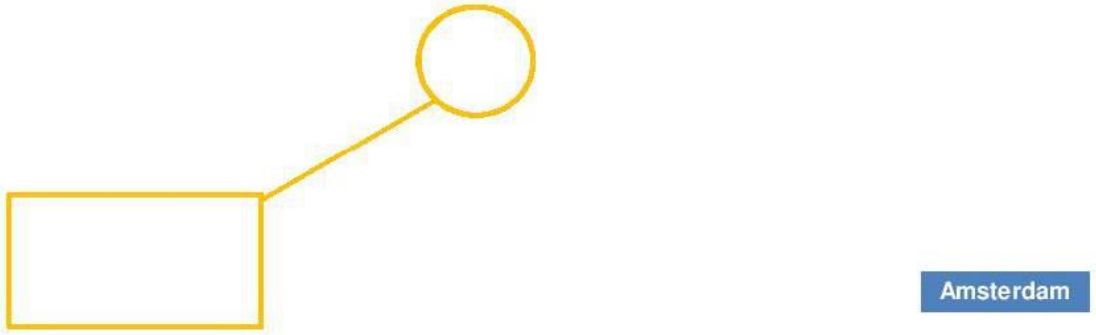
1 Inleiding

1.1. Projectomschrijving

In opdracht van de Gemeente Amsterdam wordt een herberekening uitgevoerd van de onderbouw van de Willemsbrug. Gezien de leeftijd van het object, is het de wens van Gemeente Amsterdam om de onderbouw constructief te beoordelen. Gemeente Amsterdam heeft een herberekening uitgevoerd van het stalen val, de reactiekrachten uit het val op de onderbouw zijn ter beschikking gesteld.

In dit rapport wordt de onderbouw (kelderlandhoofd en opleglandhoofd) gecontroleerd en onderzocht of de belastingen, volgens Eurocode, NEN8700-serie en de Leidraad beoordeling constructieve veiligheid v1.0 (opgesteld door Gem. Amsterdam) voor een restlevensduur van 30 jaar en bij onbeperkt gebruik, met voldoende veiligheid kunnen worden opgenomen.

De Willemsbrug is een basculebrug te Amsterdam tussen het Haarlemmerplein en het Nassauplein in over de Singelgracht. De brug is een Rijksmonument en ligt in de ontsluitingsroute S103. De brug is ontworpen door [redacted] en in het jaar 1928 gebouwd ter vervanging van een brug uit 1877. Het dak van de basculekelder bestaat ingebetonneerde stalen liggers. Tevens is achter de basculekelder nog een gang met een bereden kelderdak aanwezig.



Figuur 1.1.1.1-1 - Situatie (Bron: Google Maps)

Er zijn geen schades aangetroffen die duiden op overbelasting van de onderbouw in de vorm van (on)gelijkmatige zettingen of scheurvorming.

De volgende afbeeldingen geven een impressie van het object en de rijbaanindeling op het object weer.

Figuur 1.1-2 - Rijbaanindeling op object (bron: Google Streetview 2017)

Figuur 1.1-3 – Aanzicht Willemsbrug zuidzijde

Figuur 1.1-4 – Toegang basculekelder

Figuur 1.1-5 - Onderzijde val

Figuur 1.1-6 – Natuursteen met stichtingsjaar en NAP

De schouw (constructieve inspectie) door de constructeur is uitgevoerd op 23-10-2018 in het bijzijn van een inspecteur van [redacted] en deels in het bijzijn van de directievoerder [redacted] van Gemeente Amsterdam. De verslaglegging is opgenomen in bijlage F.

1.2. Objecthistorie

Aanleg bron: Wikipedia en www.amsterdamse-school.nl

De Willemsbrug is in 1925 ontworpen door [redacted] en is gebouwd in 1928 ter vervanging van een oudere brug uit 1877. De oude brug uit 1877 was voorzien van tramrails maar werd bij de elektrificatie niet voorzien van bovenleiding. Omdat vanaf het Nassauplein een flauwe bocht voor de brug lag kon het voorkomen dat de tram bij onvoldoende snelheid stroomloos op de brug kwam te staan. De bestuurders namen dan ook altijd een flinke aanloop. Op 2 januari 1924 liep motorwagen 9 van tramlijn 18 door sneeuw en ijs echter vlak voor de brug uit de rails, ramde de balustrade en kwam met zijn kop in het water van de Singelgracht terecht. Met veel moeite werd de tram door de brandweer de volgende dag uit het water getakeld. Het personeel en de passagiers kwamen met de schrik vrij.

Op de nieuwe brug verschenen ook tramrails maar nu wel met bovenleiding. Tot 19 januari 1955 bereed tram 12 de brug maar werd toen vervangen door een buslijn, waarna de rails op de brug werden verwijderd. Bus 22 rijdt als opvolger nog altijd over de brug. (bron: Wikipedia).

De volgende afbeeldingen geven een impressie van de aanleg weer.

Figuur 1.2-1 – Archieffoto's Willemsbrug (bron: https://amsterdamse-school.nl/objecten/objecten-in-de-openbare-ruimte/brug-151,-willemsbrug/)

Recente nieuwsberichten:
Op 3 maart 2018 werd een deel van de brug voor enige tijd afgesloten. Een waterleiding liggende direct ten zuidwesten van de brug was gesprongen en spoelde de kadewand met voetpad en fietspad weg. De landhoofden van de brug bleven weliswaar staan, maar men nam het zekere voor het onzekere. Om verdere afkalving door golfslag te voorkomen (er wordt nog druk gevaren hier) werd de kademuur beschermd met een stalen damwand.

25 april 2018 was er een storing waardoor het val niet volledig sloot. Doordat voetgangers de slagbomen negeerden ontstond hierdoor een onveilige situatie.

Figuur 1.2-2 - Archiefbeeld - Maart 2018 – kade ingestort

Figuur 1.2-3 - Archiefbeeld - April 2018 – Storing

De beschikbare archiefinfo dateert door de jaren heen. Het is onduidelijk of dit renovatiewerkzaamheden betrof, of enkel in kaart brengen van installaties. Geen relevante informatie die duidt op wijzigingen aan onderbouw.

Tabel 1-1 Objecthistorie

Datum	Omschrijving
1927	Ontwerp
1928	Aanleg
1972	Restauratie/vervanging stalen val
2013	Verbreding fietspad zuidzijde (wijziging rijbaanindeling)

1.3. Scope

In onze offerte [Doc2] zijn de uitgangspunten en de te doorlopen stappen voor voorliggende berekening opgenomen. De scope omvat een controle van de maatgevende snedekrachten en reële bezwijkmechanismen ten aanzien van de onderbouw (basculekelder en opleglandhoofd).

- Opleglandhoofd:
  - Gewapend betonnen plaat op houten funderingspalen;
  - Kantelstabiliteit.

- Kelderlandhoofd:
  - Gewapend betonnen constructie (vloer, wanden en dak) op houten funderingspalen;
  - Bereden kelderdak (deel staal-beton, deel gewapend beton).

De scope is in onderstaande afbeelding rood omlijnd. Het brugwachtershuisje (incl. fundering) maakt geen onderdeel uit van de scope.

Figuur 3.1.2 – Langsdoorsnede onderbouw

De reactiekrachten op de onderbouw uit het stalen val zijn vastgesteld op basis van een door gemeente Amsterdam uitgevoerde herberekening ([Doc.1], zie par. 2.3). Op basis van de in [Doc.1] gehanteerde uitgangspunten (verkeersbelasting, rijbaanindeling, gevolgklasse, restlevensduur, toetsniveau en evt. reducties), zal de krachtwerking in de onderbouw worden vastgesteld. Er zullen onder andere controles worden uitgevoerd ten aanzien van de moment- en dwarskrachtcapaciteit van de (staal-)betonnen onderdelen. Tevens zal een oordeel worden gegeven over de belasting op de houten funderingspalen.

Conform de Leidraad beoordeling constructieve veiligheid van gemeente Amsterdam ([12], zie par. 2.1) behoeft de open stand niet te worden beschouwd. Aanvaring wordt niet beschouwd.

1.4. Leeswijzer

- In hoofdstuk 2 worden de basisinformatie en de uitgangspunten gegeven;
- In hoofdstuk 3 wordt de geometrie, wapening en dekkingen van constructie omschreven en wordt de wijze van modelleren toegelicht;
- In hoofdstuk 4 de gehanteerde belastinggevallen, factoren en- combinaties worden gegeven;
- In hoofdstuk 5 volgen de resultaten en toetsingen van de constructie;
- In hoofdstuk 6 volgt de conclusie.

2 Basisinformatie en uitgangsdocumenten

2.1. Normen en richtlijnen

De volgende normen en richtlijnen zijn gehanteerd.

Tabel 2.1.2-1 – Normen en richtlijnen

Ref.	Versie NEN:jaar (taal)	Deel	Omschrijving
[1]	NEN-EN 1990 A1+A1/C2:2011(NL) NB: 2011 (NL)	-	Grondslagen van het constructief ontwerp Nationale bijlage
[2]	NEN-EN 1991-1-1 C1:2011(NL) NB: 2011 (NL)	1-1	Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen Nationale bijlage
[3]	NEN-EN 1991-2 C2:2015 (NL) NB: 2011 (NL)	2	Verkeersbelastingen op bruggen Nationale bijlage
[4]	NEN-EN 1992-1-1+C2:2011 (NL) NB: 2016 (NL)	1-1	Ontwerp en berekening van betonconstructies Algemene regels voor gebouwen Nationale bijlage
[5]	NEN-EN 1992-2+C1:2011 (NL) NB: 2016 (NL)	1-1	Betonnen bruggen: regels voor ontwerp, berekening en detaillering Nationale bijlage
[6]	NEN-EN 1993-1-1+C2 (NL) NB: 2011 (NL)	1-1	Ontwerp en berekening van staalconstructies: Algemene regels en regels voor gebouwen Nationale bijlage
[7]	NEN-EN 1993-1-8+C2:2011 (NL) NB: 2011 (NL)	1-8	Staalconstructies: ontwerp en berekening van verbindingen Nationale bijlage
[8]	NEN-EN 1993-2+C1:2011 (NL) NB:2011 (NL)	2	Stalen bruggen Nationale bijlage
[9]	NEN 8700 2011 (NL)	-	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen
[10]	NEN 8701 2011 (NL)	-	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren Belastingen op bruggen
[11]	Richtlijn Beoordeling Kunstwerken versie 1.1 (RTD 1006:2013)	-	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand kunstwerk bij verbouw en afkeuren
[12]	Leidraad beoordeling constructieve veiligheid	-	Van toepassing op bruggen in beheer bij de Gemeente Amsterdam

2.2. Archiefinformatie

Alleen de voor voorliggende herberekening relevante aangeleverde archiefinformatie is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 2.2.1: Documentatie

Ref.	Bestandsnaam	Omschrijving	Datum
[T1]	Blad -1 Bestekstekening-1927 -.pdf	Enkelvoudige basculeburg No.151 o/d Singelgracht v/h Nassauplein Overzichtstekening	1927
[T2]	Blad 48 Betonconstructie kelder.jpg	Doorsneden A-A t/m F-F betonkelder Geometrie en wapening	(1927)
[T3]	Blad 49 Betonconstructie kelder.jpg	Geometrie en wapening betonkelder 1.60 + AP	(1927)
[T4]	Blad 50 Betonconstructie kelder.jpg	Geometrie en wapening betonkelder 2.90 - AP	(1927)
[T5]	Blad 51 Palenplan kelderlandhoofd.jpg	Palenplan kelderlandhoofd	(1927)
[T6]	Blad 55 Fundering landhoofd.jpg	Palenplan opleglandhoofd	(1927)
[T7]	Blad 12 Stalen stoelen.pdf	Dwarsdoorsnede kelderdak basculekelder	(1927)
[T8]	331 Stalen rijdek.pdf	Stalen rijdek – t.b.v. positie opleggingen	1972
[T9]	Bestekstekening aanpassen brugdek 30-05-2013.pdf	Verbreding fietspad BRU0151 (zuidkant)	2013

Opmerking: De jaartallen tussen haakjes ( ) zijn geschat.

2.3. Documenten

Overige relevante informatie is opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 2.2.1: Documentatie

Ref.	Omschrijving	Auteur	Datum
[Doc1]	Belastingen uit stalen val: • Aanvullende informatie herberekening brug 151; oplegreacties; d.d.11-04-2018 • Engineering rapport; Brug 151, d.d 19-03-2018	Gem. Amsterdam	19-03-2018 / 11-04-2018
[Doc2]	INFR170422-OFF-MKO-2018-001_Bru0151	[redacted]	19-02-2018

2.4. Computerprogrammatuur

De volgende computerprogrammatuur is gebruikt:

Tabel 2.3.1: Programmatuur

Software	Toepassing	Versie
[redacted]	Berekening volgens EEM	17.1.80

2.5. Materialen

De voor deze berekening van toepassing zijnde materialen zijn met bijbehorende eigenschappen weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 2.4.1: materialen

Toepassing	Materiaal	Kwaliteit	Eigenschappen	Bron	Soortelijk gewicht
Beton	Beton	C25/30	Zie par. 2.5.1	[11]	25 kN/m^3
	Stampbeton	C12/15	Zie par. 2.5.1	[-]	20 kN/m^3
	Wapening	QR22	Zie par. 2.5.2	[11]	78,5 kN/m^3
Staal	Stalen liggers	S235	Zie par. 2.5.3	[12]	78,5 kN/m^3
Palen	Hout	C24	Zie par. 2.5.4	[12]	0 kN/m^3
Metselwerk	Metselwerk	[-]	Zie par. 2.5.5	[12]	0 kN/m^3

2.5.1. Beton – in het werk gestort

De betonkwaliteit wordt niet vermeld op de beschikbare archieftekeningen. Voor de minimale betonkwaliteit mag conform [12] C28/35 worden aangehouden. In lijn met de Eurocode wordt vooralsnog uitgegaan van betonsterkteklasse C25/30.

Tabel 2.4.2 - Aangehouden materiaaleigenschappen in het werk gestort beton

sterkte klasse	γ_c [-]	f_{ck} [N/mm^2]	f_{cd} [N/mm^2]	f_{ctd} [N/mm^2]	E_{cm} [N/mm^2]	$E_{cm;gescheurd}$ * [N/mm^2]	ε_{c3} [‰]	ε_{cu3} [‰]	α [-]	β [-]
C25/30	1,5	25	16,7	1,2	31000	10000	1,75	3,50	0,75	0,39

* Voor de berekening wordt uitgegaan van een elasticiteitsmodulus van 1/3 van de oorspronkelijke waarde.

De dekking wordt niet vermeld op de archieftekeningen. Aangenomen wordt dat deze 25 mm bedraagt. Dit is een aannemelijke dekking voor constructies uit deze tijd.

Voor de volumieke massa van het (ongewapende) stampbeton, wordt 20 kN/m^3 aangehouden.

2.5.2. Wapening

De staalkwaliteit wordt niet vermeld. Voor de minimale betonstaalkwaliteit mag volgens [12] ten minste betonstaalsoort QR24 worden aangehouden.

Tabel 2.4.4 – Aangehouden materiaaleigenschappen betonstaal (conform [11], tabel 2.6)

Kwaliteit [-]	Profiel [-]	f_{yk} [N/mm^2]	γ_s [-]	f_{yd} [N/mm^2]	E_s [N/mm^2]	Ductiliteitsklasse [-]
QR24	glad	224	1,15	209	200000	B

2.5.3. Constructiestaal

De staalkwaliteit van de (ingebetonneerde) stalen liggers wordt niet vermeld. Voor de staalkwaliteit mag volgens [12] staalsoort S235 worden aangehouden.

Tabel 2.4.4 – Aangehouden materiaaleigenschappen constructiestaal (conform [12])

Kwaliteit [-]	f_{yd} [N/mm²]	E_s [N/mm²]
S235	235	210000

2.5.4. Houtsterkteklasse

De sterkteklasse van de houten funderingspalen is onbekend. Volgens [12] par. 2.7.4 mag worden aangenomen dat de sterkteklasse ten minste C24 bedraagt.

Tabel 2.4.4 – Aangehouden materiaaleigenschappen houtsterkteklasse

Kwaliteit [-]	Type	$f_{m,k}$ [N/mm²]	$f_{c0,k}$ [N/mm²]	$f_{t0,k}$ [N/mm²]	$f_{v,k}$ [N/mm²]	E [N/mm²]	$E_{0.05}$ [N/mm²]
C24	naaldhout	24,0	21,0	14,5	4,0	11000	7400

2.5.5. Metselwerk

Voor de eigenschappen van het metselwerk wordt in eerste instantie uitgegaan van de in onderstaande tabel vermelde waarden. De volumieke massa van het metselwerk wordt in het rekenmodel op 0 kN/m³ gesteld.

Tabel 2.4.4 – Aangehouden materiaaleigenschappen metselwerk

Onderdeel	f_k [N/mm²]	γ [-]	$f_{v0,k}$ [N/mm²]	$f_{t0,k}$ [N/mm²]	f_{xk1} [N/mm²]	f_{xk2} [N/mm²]	E [N/mm²]
Metselwerk	3,1	2,0	0,3	14,5	0,1	0,4	31000

2.6. Gevolgklasse, referentieperiode en restlevensduur

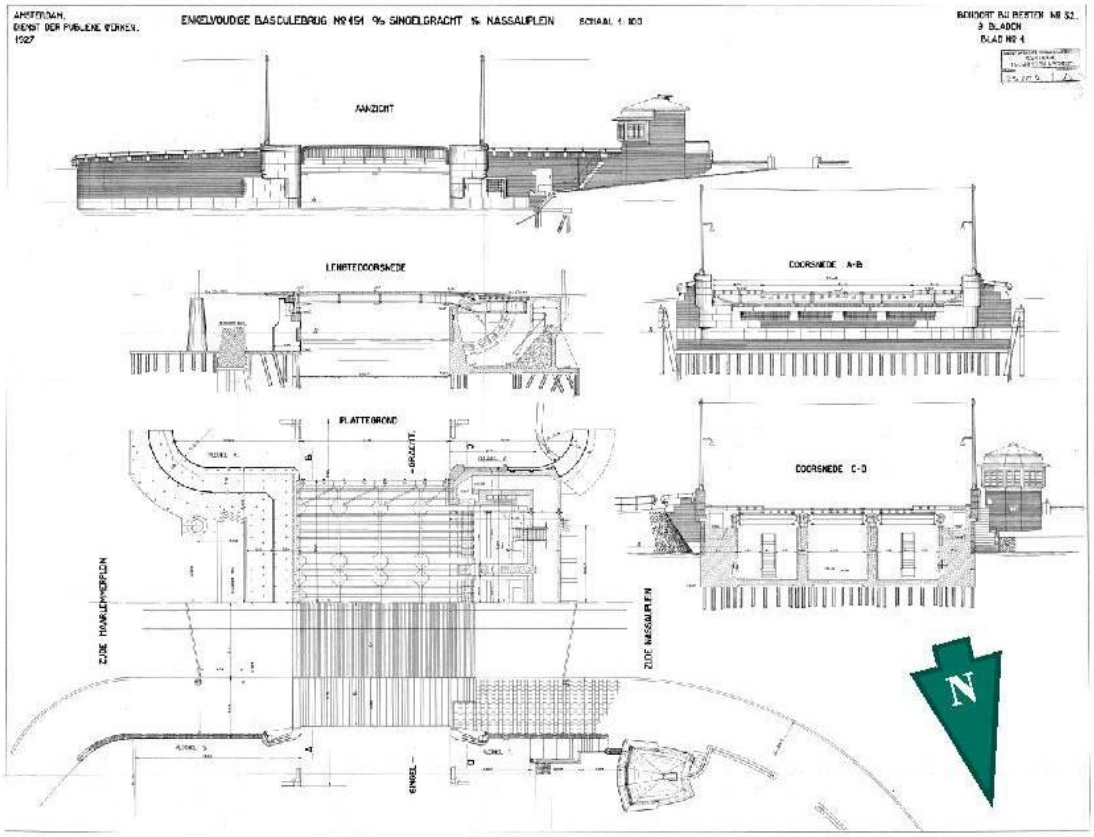
In lijn met [Doc.1] wordt gevolgklasse CC2 aangehouden met een referentieperiode en een restlevensduur van 30 jaar conform [12].

3 Beschrijving constructie en modellering

3.1. Algemeen

De afmetingen van de brug zijn aangehouden conform de beschikbare archieftekeningen. De Willemsbrug is een basculebrug uit 1928. Het kelderlandhoofd bestaat uit een betonnen basculekelder gefundeerd op (schoor)palen. Het opleglandhoofd bestaat uit een op (schoor)palen gefundeerde plaat met een gewichtsmuur. Er is geen fysieke koppeling tussen het kelder- en het opleglandhoofd (onder de waterbodem). Op basis van de detaillering, het bouwjaar en de hoeveelheid palen, wordt aangenomen dat er houten palen zijn toegepast. De palen en de betonconstructie worden aan het zicht onttrokken door grond, natuursteen en metselwerk.

De geometrie van de brug wordt hieronder weergegeven (bestekstekening, ref. [T1]).



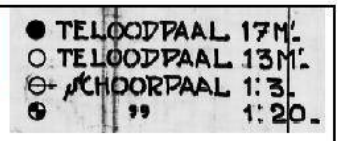
Figuur 3.1.1 – Tekening [T1] – met noordpijl

3.2. Geotechniek

Op het palenplan van het kelderlandhoofd [T5] wordt tussen de verschillende paallengten en schoorstanden onderscheid gemaakt in 4 symbolen. Het paalpuntniveau is herleid op basis van de paallengte en de schoorstand.

Tabel 3-1 Paalpuntniveau funderingspalen kelderlandhoofd

Type	Paallengte	Schoorstand	o.k. vloer [m t.o.v. AP]	paalpuntniveau [m t.o.v. AP]
1	17	Te lood	-3.25	-20.25
2	13	Te lood	-3.25	-16.25
3	13 (?)*	3:1	-3.25	-15.53
4	13 (?)*	20:1	-3.25	-16.25**



Figuur 3.2-1 Renvooi [T5]

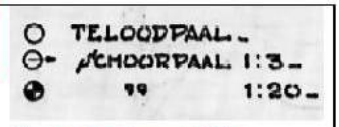
* Aanname op basis van symbool. Paallengte wordt niet vermeld.

** Als gevolg van de schoorstand van 20:1 ligt het puntniveau theoretisch 110 mm hoger dan de loodpalen. Dit is van verwaarloosbare invloed op de resultaten. Derhalve wordt het puntniveau gelijk aan de loodpalen aangehouden.

Op het palenplan van het opleglandhoofd [T6] wordt tussen de verschillende schoorstanden onderscheid gemaakt in 3 symbolen. Het paalpuntniveau is herleid op basis van de paallengte en de schoorstand. De paallengten worden niet vermeld op [T6]. Aangenomen wordt dat hier alleen palen met een lengte van 13 m zijn toegepast op basis van de symbolen van [T5].

Tabel 3-2 Paalpuntniveau funderingspalen opleglandhoofd

Type	Paallengte	Schoorstand	o.k. vloer [m t.o.v. AP]	paalpuntniveau [m t.o.v. AP]
2	13 (?)*	Te lood	-1.80	-14.700
3	13 (?)*	3:1	-1.80	-13.933
4	13 (?)*	20:1	-1.80	-14.700**



Figuur 3.2-2 Renvooi [T6]

* en ** zie toelichting Tabel 3-1

De configuratie funderingspalen is ingevoerd conform de archieftekeningen [T5, T6]. Er is geen onderzoek uitgevoerd naar de daadwerkelijke paalconfiguratie. De palen worden ondersteund door horizontale bedding langs de paalschacht en een verticale veer op de paalpunt. Voor de horizontale beddingen zijn de volgende beddingsconstanten aangenomen, gebaseerd op de leidraad beoordeling constructieve veiligheid [12] van de Gemeente Amsterdam:

Tabel 3-3 Aangehouden grondprofiel (conform [12], par. 2.7.4)

Grondlaag	Boven-/ onderzijde laag [m t.o.v. AP]	Dikte laag [m]	Kh;rep [kN/m^3]	Kh;d [kN/m^3]	Kh;d [MN/m^3]
Klei en veen	0.000 / -4.000	4.0	2000	1480	1.480
Wadafzettingen	-4.000 / -9.000	5.0	4000	2960	2.960
Zandhoudende klei	-9.000 / -11.000	2.0	6000	4440	4.440
Klei en Veen	-11.000 / -12.500	1.6	1600	1190	1.190
1^e Zandlaag	-12.500 / verder	-	36000	26670	2.670

Voor de verticale puntveer is een veerconstante van 50 MN/m aangenomen.

Voor een boven en ondergrens van de paalreactie krachten te bepalen worden de beddingsconstanten vermenigvuldigd met de factor 1/√2 (laag) en √2 (hoog).

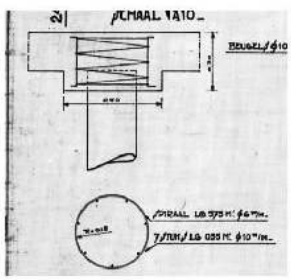
Tabel 3.2.2 – Boven en ondergrens grondprofiel

Grondlaag	Boven-/ onderzijde laag [m t.o.v. AP]	Dikte laag [m]	Kh;d [MN/m^3]	Kh;d;laag [MN/m^3]	Kh;d;hoog [kN/m^3]
Klei en veen	0.000 / -4.000	4.0	1.480	1.050	2.090
Wadafzettingen	-4.000 / -9.000	5.0	2.960	2.090	4.190
Zandhoudende klei	-9.000 / -11.000	2.0	4.440	3.140	6.280
Klei en Veen	-11.000 / -12.500	1.6	1.190	0.840	1.680
1^e Zandlaag	-12.500 / verder	-	2.670	18.860	37.720

Voor de verticale veer is gevarieerd met veerconstanten van:

- Laag: 35 MN/m.
- Hoog: 71 MN/m.

De palen zijn momentvast verbonden met de vloer.



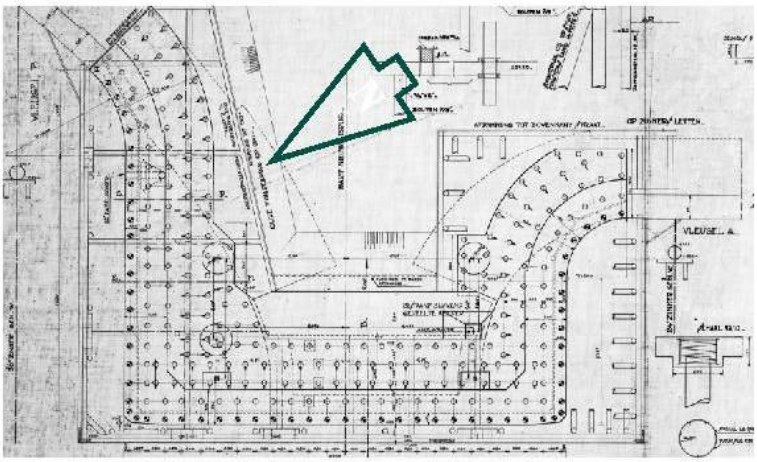
Figuur 3.2-3 Detail paal [T6]

3.3. Opleglandhoofd

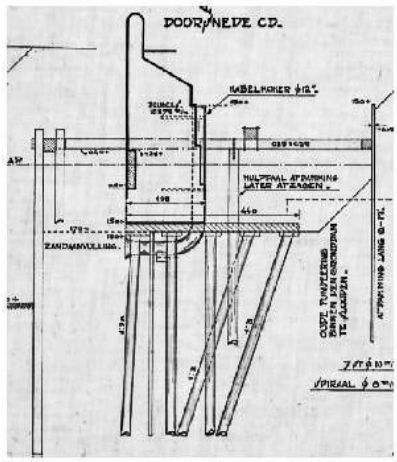
3.3.1. Beschrijving opleglandhoofd

Het opleglandhoofd bestaat uit een gewapende betonnen funderingsplaat op ca. 260 houten palen met daarop een gewichtsmuur, zie figuur 3.3.3. Het is onduidelijk of dit een gemetselde of een (gewapend) betonnen wand betreft. Op basis van de getrapte geometrie wordt aangenomen dat het een gemetselde gewichtsmuur betreft.

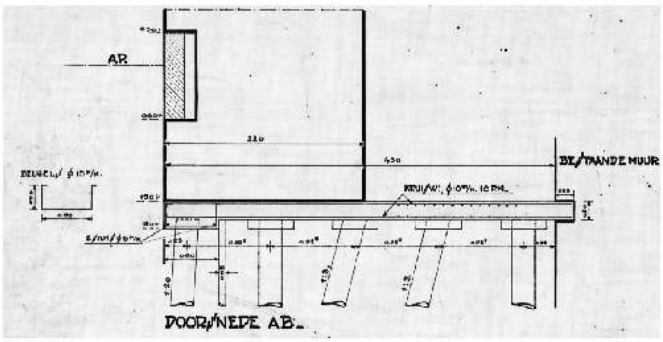
Het opleglandhoofd is deels om een oudere (bestaande) fundatie heen gebouwd. De overgang van landhoofd naar (gebogen) keerwanden verloopt geleidelijk. De (constructieve) lengte bedraagt totaal ca. 13.5 m en de breedte bedraagt ca. 13.5 m (ter plaatse van het val). De gewichtsmuur heeft een variabele dikte. Aan de voorzijde (zijde van het val) bedraagt deze ca. 2.2 m aan de onderzijde. Aan de zijkanten bedraagt de dikte 1,95 – 2.09 m. Aan de bovenzijde verjongt de doorsnede. Aangehouden wordt een dikte van 2200 mm voor de voorwand. Voor de zijwanden is een gemiddelde dikte van 2000 mm aangehouden. De maatvoering (en wapening in de funderingsvloer) is niet in het werk gecontroleerd. Voor de herberekening wordt de geometrie en wapening van het opleglandhoofd aangehouden conform archieftekeningen.



Figuur 3.3-1 Palenplan opleglandhoofd [T6]



Figuur 3.3-2 Doorsnede opleglandhoofd [T6]



Figuur 3.3-3 Wapening betonplaat opleglandhoofd [T6]

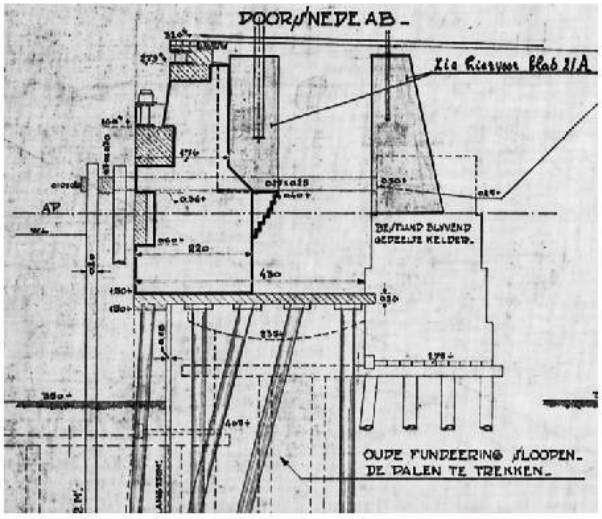
3.3.2. Geometrie opleglandhoofd

Ten behoeve van de modellering is de geometrie enigszins vereenvoudigd om eventuele verstoringen in de resultaten te beperken. Onderstaande lengte, breedte en hoogte afmetingen zijn aangehouden voor de berekening. De maten zijn afgelezen en afgeschaald uit de archieftekeningen [T1] en [T6].

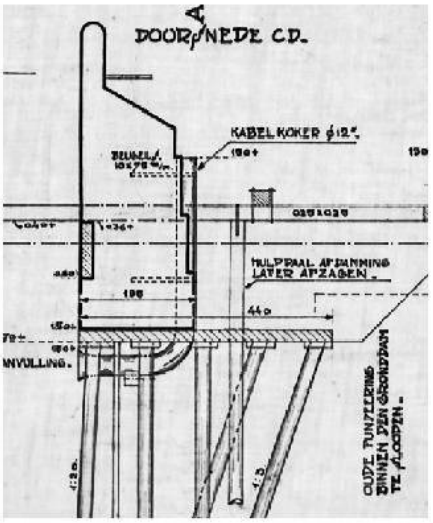
Figuur 3.3.4– Lengte en breedte afmetingen opleglandhoofd

Er is geen duidelijke archiefinformatie aangetroffen met betrekking tot de opbouw van de wanden van het opleglandhoofd. Ter plaatse van de funderingsplaat (-1.50 t.o.v. AP) bedraagt de wanddikte van de frontwand 2.20m. De onderzijde van de oplegpunten voor het val bevinden zich op +1.604 AP en de onderzijde van het brugdek bevindt zich op +2.300 AP. De wand verjongt aan de achterzijde op ca. +1.00 (afgeschaald van tekening) tot een breedte van ca. 1.74 m. De bovenzijde van de frontwand bevindt zich op ca. +3.00 AP (afgeschaald).

Op basis van de getrapte geometrie van de vleugelwanden wordt aangenomen dat deze zijn opgebouwd uit metselwerk. Ter plaatse van de funderingsvloer bedraagt de breedte 2.09 m. De afgeronde delen van de vleugelwand hebben hier een breedte van 1.88 m. De vleugelwanden verjongen vanaf ca. +1.50 AP tot ca. 0.30 m (geschat).

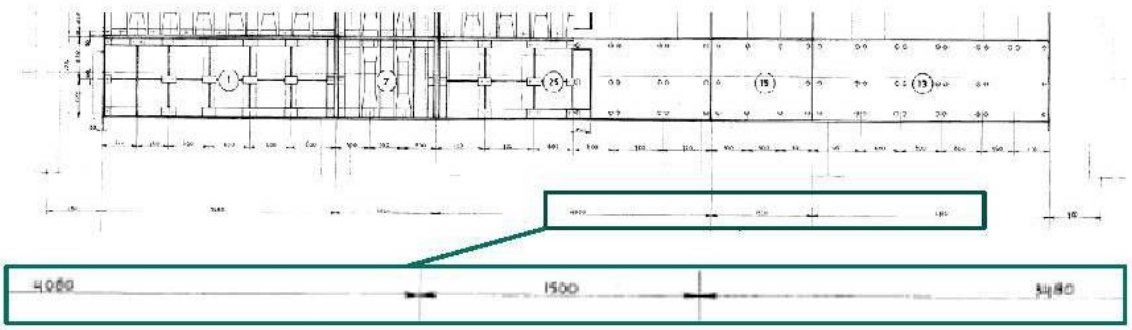


Figuur 3.3-4 Opleglandhoofd – doorsnede frontwand [T6]



Figuur 3.3-5 Opleglandhoofd – doorsnede vleugelwand [T6]

Op het opleglandhoofd bevinden zich 6 opleggingen voor het val. De locaties van de opleggingen zijn ontleend aan onderstaand fragment.



Figuur 3.3-6 Stalen rijdek [T8]

Het brugdek is symmetrisch. Vanuit het midden bevinden de drie opleggingen zich op resp. 2040mm / 1500mm / 3480mm. Dit komt overeen met de uitgangspunten voor de berekening van het val (bijlage A).

Dit wordt bevestigd door tekening [T8]. De steunpunten zijn als SN11 t/m SN16 genummerd conform [Doc.1]. De belastingen zijn ingevoerd in de systeemlijn van de wand.

Figuur 3.3.5– Opleggingen afmetingen opleglandhoofd

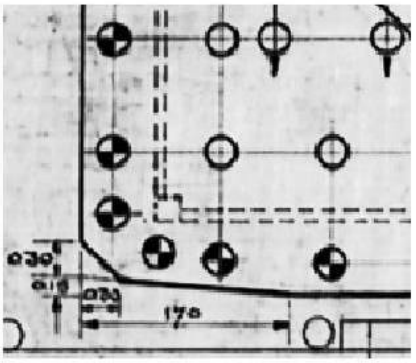
Tabel 3.3.1 – Geometrie en peilmaten opleglandhoofd

Ontwerpspecificatie	Afmeting	Eenheid	Bron
Dikte betonnen funderingsplaat (t.p.v. paal)	200 (300)	[mm]	[T6]
Systeemlijn funderingsplaat	-1.600	[m t.o.v. AP]	[-]
Dikte frontwand onderzijde	2200	[mm]	[T6]
Dikte frontwand bovenzijde	1740	[mm]	[T6]
Oplegvlak opleggingen	+1.600	[m t.o.v. AP]	[T6]
Hoogte frontwand (totaal)	4600	[mm]	[T6]
B.k. wanden	+3.000	[m t.o.v. AP]	[T6]
Hoogte frontwand (opleggingen)	3200	[mm]	[T6]
Dikte vleugelwand onderzijde (afronding)	2090 (1880)	[mm]	[T6]
Dikte vleugelwand bovenzijde	300	[mm]	[T6]
Hoogte vleugelwand	4600	[mm]	[T6]
(Grond)waterstand (aanname)	+0.200	[m t.o.v. AP]	[T6]

3.3.3. Funderingspalen

In de funderingsplaat (vloer-element) zijn in het rekenmodel interne knopen aangebracht op de posities waar de palen met de vloer verbonden zijn. Deze knopen zijn voor het opleglandhoofd genummerd in de 2000-serie. De paalpunten zijn genummerd in de 4000-serie. Bij een loodpaal zullen hierdoor de knoopnummers in bovenaanzicht visueel over elkaar heen vallen, waarbij de laatste 3 decimalen gelijk zijn. Als gevolg van de hoeveelheid palen en wisselende schoorstanden, is op deze wijze snel inzichtelijk waar de paalpunt zich bevindt.

Funderingspaal	
Schoorpaal 20:1	K2001 – K4001
Schoorpaal 3:1	K2055 – K4055
Loodpaal	K2030 – K4030



Figuur 3.3-7 EEM-model opleglandhoofd – fragment palen – noordoostelijke hoek

Figuur 3.3-8 Fragment palenplan – noordoostelijke hoek[T6]

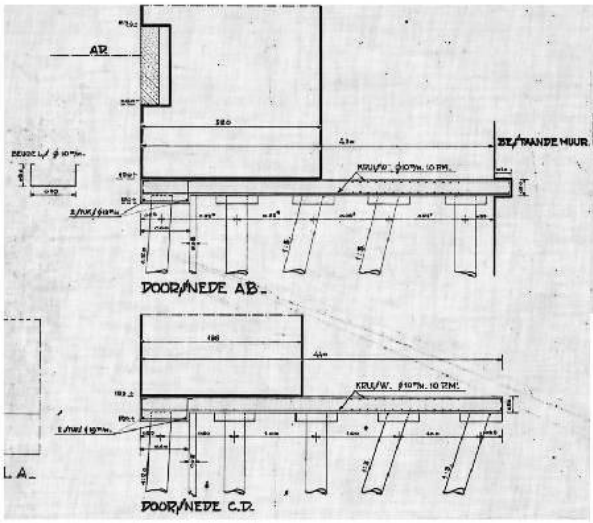
Opgemerkt wordt dat de posities van de palen zo goed mogelijk zijn bepaald aan de hand van de summiere archiefinformatie. Als gevolg van vereenvoudigingen en de variatie in schoorstanden en hoeken komt het in sommige gevallen voor dat palen elkaar raken of doorkruizen in het rekenmodel. Dit speelt enkel ter plaatse van de afgeronde vleugelwanden en heeft geen invloed op de resultaten (krachtswerking).

3.3.4. Wapening

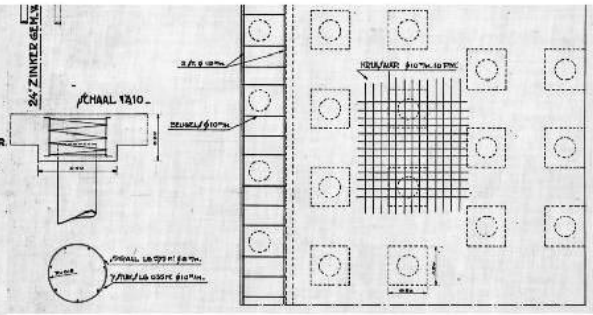
De voor deze herberekening relevante wapening is in de onderstaande tabel weergegeven. De x-richting betreft de breedterichting van het opleglandhoofd.

Tabel 3.3.2 –Wapening opleglandhoofd

Locatie	Zijde	Richting	Laag	Wapening	Bron
Funderingsplaat	Bovenzijde	Langswapening (x-richting)	2e laag	Ø10-100	[T6]
		Dwarswapening (y-richting)	1e laag	Ø10-100	[T6]
	Onderzijde	Langswapening (x-richting)	2e laag	Ø10-100	[T6]
		Dwarswapening (y-richting)	1e laag	Ø10-100	[T6]



Figuur 3.3-9 Wapening funderingsvloer – fragment [T6]



Figuur 3.3-10 Fragment palenplan – noordoostelijke hoek[T6]

3.3.5. Modellering opleglandhoofd

De constructie is gemodelleerd met Scia Engineer, een softwarepakket gebaseerd op de eindige elementen methode (EEM). Het model wordt opgebouwd uit 2D-plaatelementen. Het opleglandhoofd is gemodelleerd als een betonnen funderingsplaat op houten (schoor)palen.

Gezien de constructieafmetingen en de robuustheid is de verwachting dat de constructieonderdelen ongescheurd zijn. Tijdens de schouw zijn ook geen scheuren aangetroffen. Derhalve is het model doorgerekend met ongescheurde materiaaleigenschappen (gemiddelde elasticiteitsmoduli) voor beton en metselwerk. De invloed van de variatie in stijfheden is onderzocht. Hieruit volgt dat de invloed en van verwaarloosbare invloed is op de krachtswerking. De resultaten in dit hoofdstuk zijn gebaseerd op de ongescheurde stijfheden. Volledigheidshalve is ook de uitvoer van de lage stijfheden in de bijlage opgenomen (Ebeton = 11000 N/mm^2, Emetselwerk = 1000 N/mm^2). De gemetselde front- en vleugelwanden zijn gefundeerd op een betonnen plaat. Als gevolg van het aantal opleggingen de hoogte van de wand is sprake van directe lastafdracht.

Figuur 3.3-11 Isometrische weergave bovenzijde

Figuur 3.3-12 Isometrische weergave onderzijde

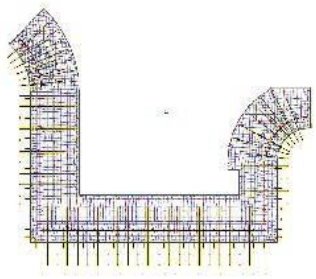
Het model wordt gebruikt om de volgende controles uit te voeren:

- Minimale en maximale paalreacties.

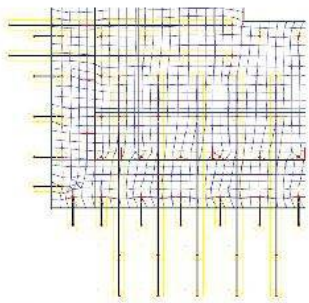
De nagenoemde controles zullen op een alternatieve wijze uitgevoerd worden, aangezien hierover met behulp van het SCIA-model geen realistische uitspraken kunnen worden gedaan:

- Stabiliteit (rondlopende) vleugelwanden (algemene doorsnede).

Er wordt een lineair-elastische berekening gemaakt. Er wordt gebruik gemaakt van Mindlin/Reissner-elementen. Er is voor de vloer een netverdeling toegepast met elementen ter grootte van de plaatdikte van 200x200 mm^2.



Figuur 3.3-13 Netverdeling



Figuur 3.3-14 Fragment netverdeling

3.3.6. Controle invoer van belastingen

Zie voor de belastingen hoofdstuk 4. Hieronder volgt een controle van de ingevoerde belastingen.

Tabel 3.3.3 –Controle invoer van belastingen

BG	Omschrijving	R_z [kN]	Bron	$R_{z,uitvoer}$ [kN]	Bron	Δ [%]
BG1	Eigen gewicht vloer + wanden	**1045**	§ 4.1.1	**1042**	Bijl. B	**0%**
BG2	Opwaartse waterdruk	**-1510**	§ 4.1.2	**-1531**	Bijl. B	**0%**
BG3	Eigen gewicht metselwerk en natuursteen	**8391**	§ 4.1.3	**8290**	Bijl. B	**2%**
BG4	Permanente belasting en Eigen gewicht brugdek	**150**	§ 4.1.4	**150**	Bijl. B	**0%**
BG5	Grondbelasting	**7130**	§ 4.1.5	**7095**	Bijl. B	**0%**
BG6	Mobiele belasting	**1872**	§ 4.2.1	**1872**	Bijl. B	**0%**
BG7	Mobiele belasting (achter LH)	**1410**	§ 4.2.1	**1404**	Bijl. B	**0%**
BG8	Rembelasting (horizontaal	-	§ 4.2.2	-	-	-

Er zijn geen onregelmatigheden in de invoer van de belastingen geconstateerd.

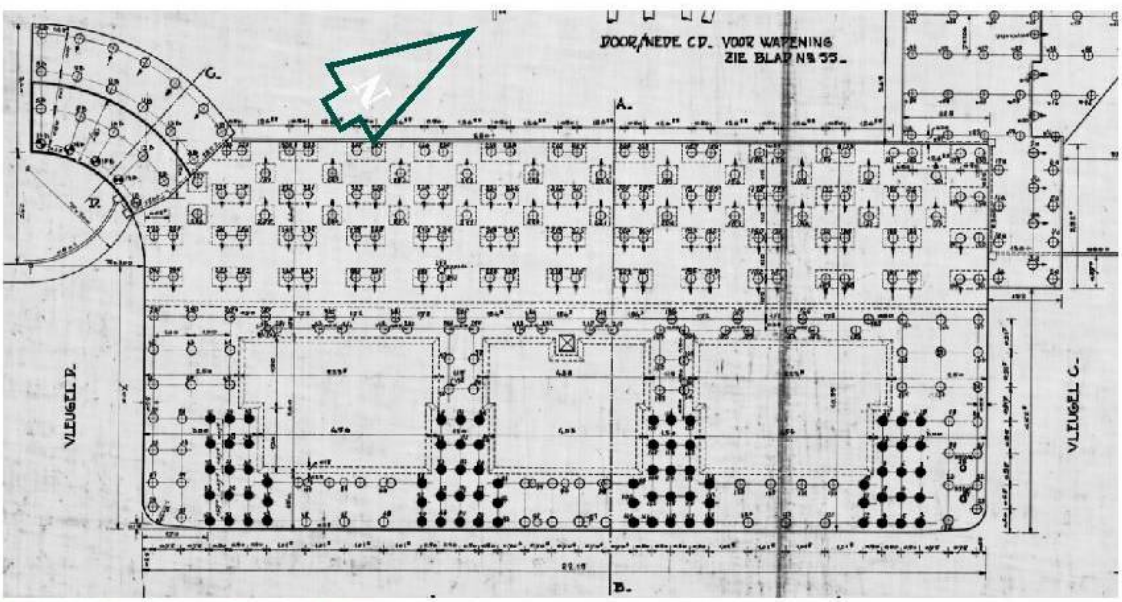
3.4. Kelderlandhoofd

3.4.1. Beschrijving kelderlandhoofd

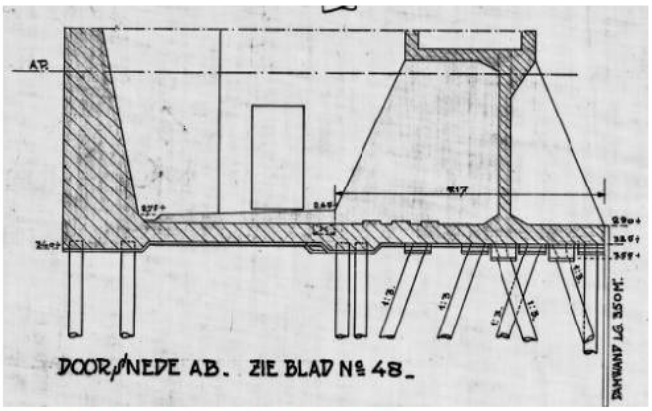
Het kelderlandhoofd bestaat uit een gewapende betonnen funderingsplaat op (schoor)palen met daarop gewapende betonnen wanden. Het kelderdak bestaat uit een betonnen dek met ingebetonneerde stalen liggers. Achter de basculekelder bevindt zich nog een gang een gewapend betonnen dek. De betonnen funderingsplaat is 22.15 m breed (waterzijde) en ca. 10.15 m lang. De vloer heeft een dikte van minimaal 350 mm en 500 mm ter plaatse van de palen. De voorwand aan de waterzijde heeft een variabele dikte van ca. 1.460 m aan de onderzijde tot ca. 0.42 m aan de bovenzijde. De zijwanden hebben een dikte van minimaal 2.275 m (3.0 m t.p.v. frontwand) vanaf de onderzijde tot boven de waterlijn. Boven de waterlijn hebben de betonnen wanden een dikte van ca. 0.45 m. De achterwand heeft een dikte van 0.25 m. Aan de voorzijde (binnenzijde van de kelder) bevindt zich stampbeton, aan de achterzijde (grondzijde) bevinden zich steunberen.

Het achterste gedeelte van de basculekelder (onder de gang) is gevuld met stampbeton met twee geïntegreerde trappen naar de keldervloer. Het afschot in de keldervloer is gerealiseerd middels stampbeton.

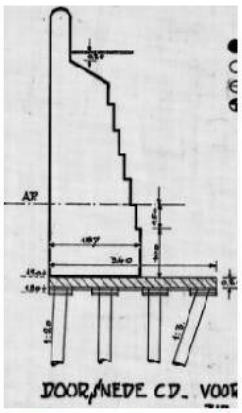
Voor de herberekening wordt de geometrie en wapening van het kelderlandhoofd aangehouden conform archieftekeningen. De (funderings)constructie ter plaatse van het brugwachtershuisje (noordoostzijde) is niet gemodelleerd. De rondlopende vleugelwand (doorsnede C-D, zuidwestzijde) betreft hoogstwaarschijnlijk een gemetselde vleugelwand [T5] (aangenomen op basis van de geometrie).



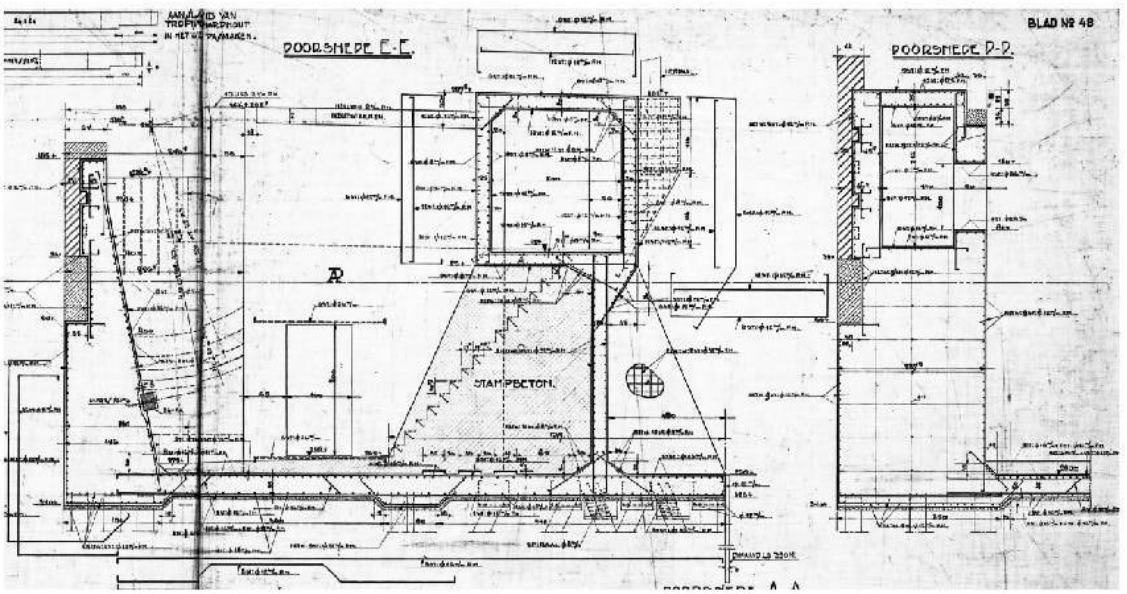
Figuur 3.4-1 Palenplan kelderlandhoofd [T5]



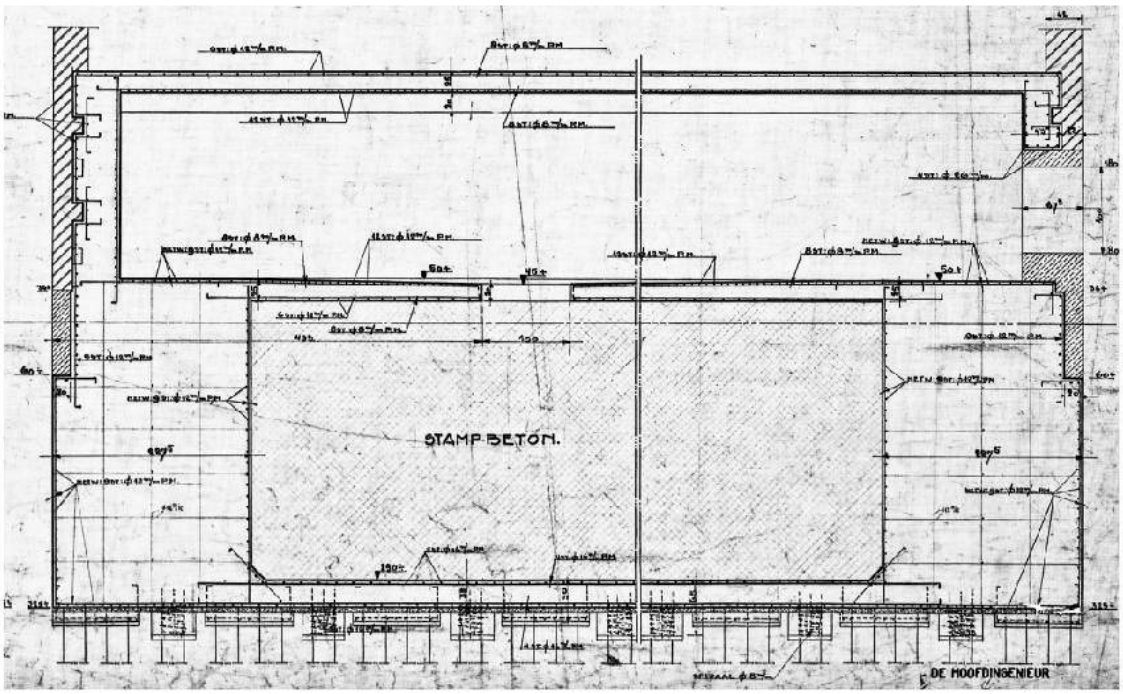
Figuur 3.4-2 Langsdoorsnede basculekelder [T5]



Figuur 3.4-3 Vleugelwand basculekelder [T5]



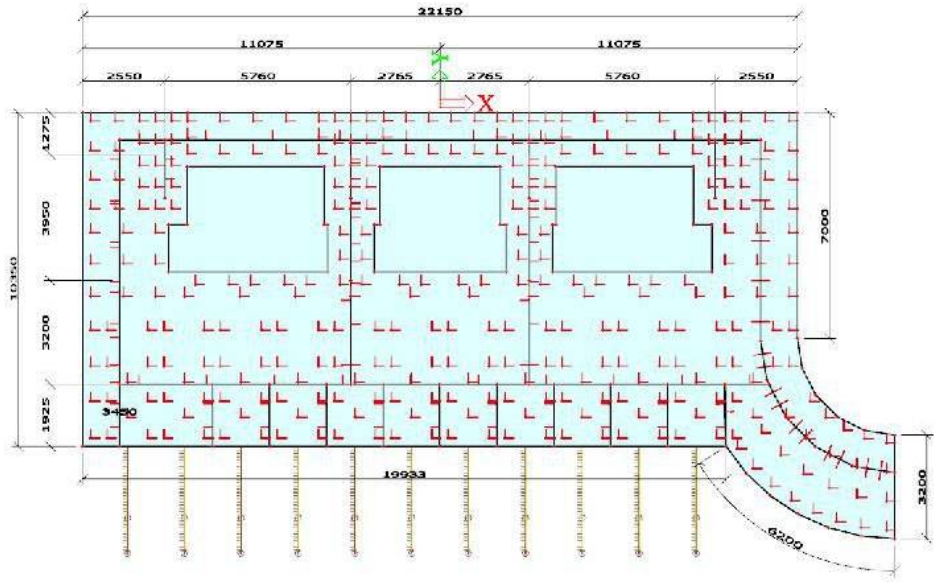
Figuur 3.4-4 Wapening kelderlandhoofd [T5] – langsdoorsnede E-E



Figuur 3.4-5 Wapening opleglandhoofd [T6] – dwarsdoorsnede t.p.v. gang

3.4.2. Geometrie kelderlandhoofd

Onderstaande lengte, breedte en hoogte afmetingen zijn aangehouden voor de berekening. De maten zijn afgelezen en afgeschat uit de archieftekeningen [T1] t/m [T5]. Ten behoeve van de modellering en ontbrekende maatvoering zijn (geringe) vereenvoudigingen toegepast bij het opstellen van het model.



Figuur 3.4.4– Bovenaanzicht kelderlandhoofd

Figuur 3.4.5– 3D weergave kelderlandhoofd

De systeemlijnen van de constructieonderdelen zijn ingevoerd. Ten behoeve van de schematisering zijn enkele vereenvoudigingen doorgevoerd. Derhalve komen de afmetingen niet altijd één-op-één overeen met de beschikbare archiefinformatie.

Figuur 3.4-6 Langsdoorsnede met maatvoering systeemlijnen o.b.v. [T2]

In onderstaande tabel is de relevante informatie opgenomen.

Tabel 3.4.1- Geometrie en hoogtematen kelderlandhoofd

Ontwerpspecificatie	Afmeting	Eenheid	Bron
Breedte funderingsvloer (⊥ rijbaan)	22150	[mm]	[T2]
Lengte funderingsvloer (// rijbaan)	10350	[mm]	[T2]
Dikte funderingsplaat basculekelder	350	[mm]	[T2]
Dikte funderingsplaat basculekelder (t.p.v. palen)	500	[mm]	[T2]
Systeemlijn funderingsplaat	-3.100	[m t.o.v. AP]	[-]
Dikte verdiepingsvloer (b.k. +0.500 AP)	200	[mm]	[T2]
Systeemlijn verdiepingsvloer	+0.350	[m t.o.v. AP]	[-]
Dikte kelderdak basculekelder (Staal-beton)	530	[mm]	[T7]
Dikte keldardak gang	200	[mm]	[T2]
Systeemlijn kelderdak	+2.850	[m t.o.v. AP]	[-]
Dikte frontwand (variabel) onder / boven	1460 / 640	[mm]	[T2]
B.k. frontwand	+1.850	[m t.o.v. AP]	[-]
Hoogte frontwand (th.)	4950	[mm]	[T2]
Dikte zijwand deel 1 (b.k. +0.350 AP)	2725	[mm]	[T2]
Dikte zijwand deel 2 (+0.350 tot 2.850 AP)	450	[mm]	[T2]
Hoogte zijwand deel 1	3450	[mm]	[T2]
Hoogte zijwand deel 2	2500	[mm]	[T2]
Hoogte achterwand (tot systeemlijn verdiepingsvlr)	3450	[mm]	[T2]
Hoogte achterwand deel 2	2500	[mm]	[T2]
Hoogte steunberen (o.k. -3.100 / b.k. +0.350)	3450	[mm]	[T2]
Lengte steunberen (o.k. / b.k.)	1800	[mm]	[T2]
Dikte	300	[mm]	[T2]

3.4.3. Funderingspalen

In de funderingsplaat (vloer-element) zijn in het rekenmodel interne knopen aangebracht op de posities waar de palen met de vloer verbonden zijn. Deze knopen zijn voor het kelderlandhoofd genummerd in de 1000-serie. De paalpunten zijn genummerd in de 3000-serie. Bij een loodpaal zullen hierdoor de knoopnummers in bovenaanzicht visueel over elkaar heen vallen, waarbij de laatste 3 decimalen gelijk zijn. Als gevolg van de hoeveelheid palen en wisselende schoorstanden, is op deze wijze snel inzichtelijk waar de paalpunt zich bevindt.

Funderingspaal	
Loodpaal 17 m	selectie

Figuur 3.4-7 EEM-model kelderlandhoofd – fragment palen – noordwestelijke hoek (selectie loodpalen L17m)

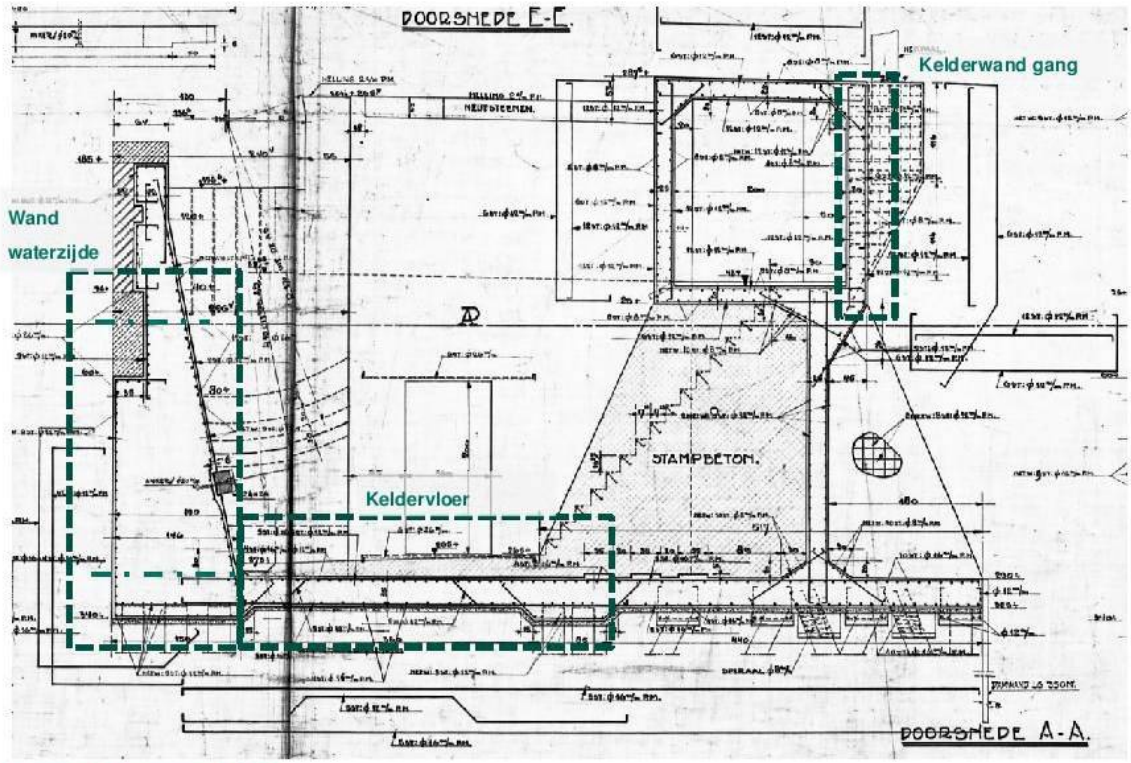
Figuur 3.4-8 Fragment palenplan – noordwestelijke hoek[T5]

Opgemerkt wordt dat de posities van de palen zo goed mogelijk zijn bepaald aan de hand van de summiere archiefinformatie. De afgeronde hoeken zijn vereenvoudigd tot rechte hoeken. Als gevolg van vereenvoudigingen en de variatie in schoorstanden en hoeken komt het in sommige gevallen voor dat palen elkaar raken of doorkruizen in het rekenmodel. Dit heeft geen invloed op de resultaten (krachtswerking).

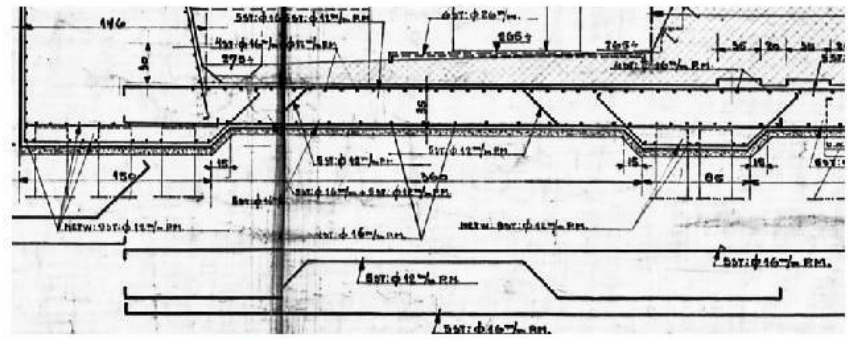
3.4.4. Wapening

3.4.4.1. Keldervloer

Het “kritische gedeelte” van de keldervloer bevindt zich in de zone waar geen palen zijn toegepast. De vloer wordt belast door opwaartse waterdruk en een neerwaartse belasting door het eigen gewicht en de uitvullaag (stampbeton). Boven alle palen is beton aanwezig in de vorm van constructief beton (massieve wanden) of stampbeton en is sprake van directe lastafdracht. Derhalve is pons niet maatgevend. Een aantal (mogelijk kritische) onderdelen zijn in onderstaande figuur omlijnd.

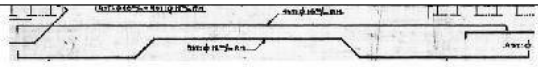
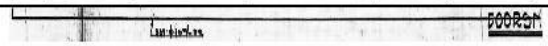
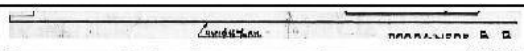


Figuur 3.4-9 Doorsnede E-E [T2]



Figuur 3.4-10 Doorsnede E-E Fragment vloer

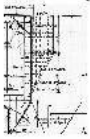
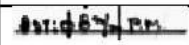
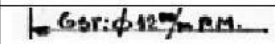
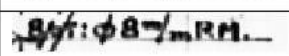
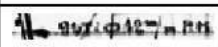
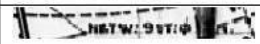
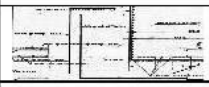
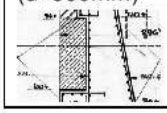
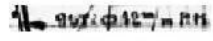
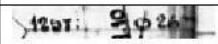
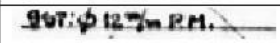
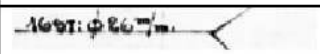
Tabel 3.4.2 –Wapening kelderlandhoofd – funderingsplaat

Locatie	Zijde	Laag	Wapening	Opmerking
Keldervloer	Bovenzijde	1e laag	Ø16-200	
		2e laag	Ø16-250+ Ø12-250	
	Onderzijde	1e laag	Ø16-250	
		2e laag	Ø16-250	
	Opgebogen	1e laag	Ø12-200	

Opm. De 1e laag betreft de wapening in de lengte-richting van de kelder (// as rijbaan).

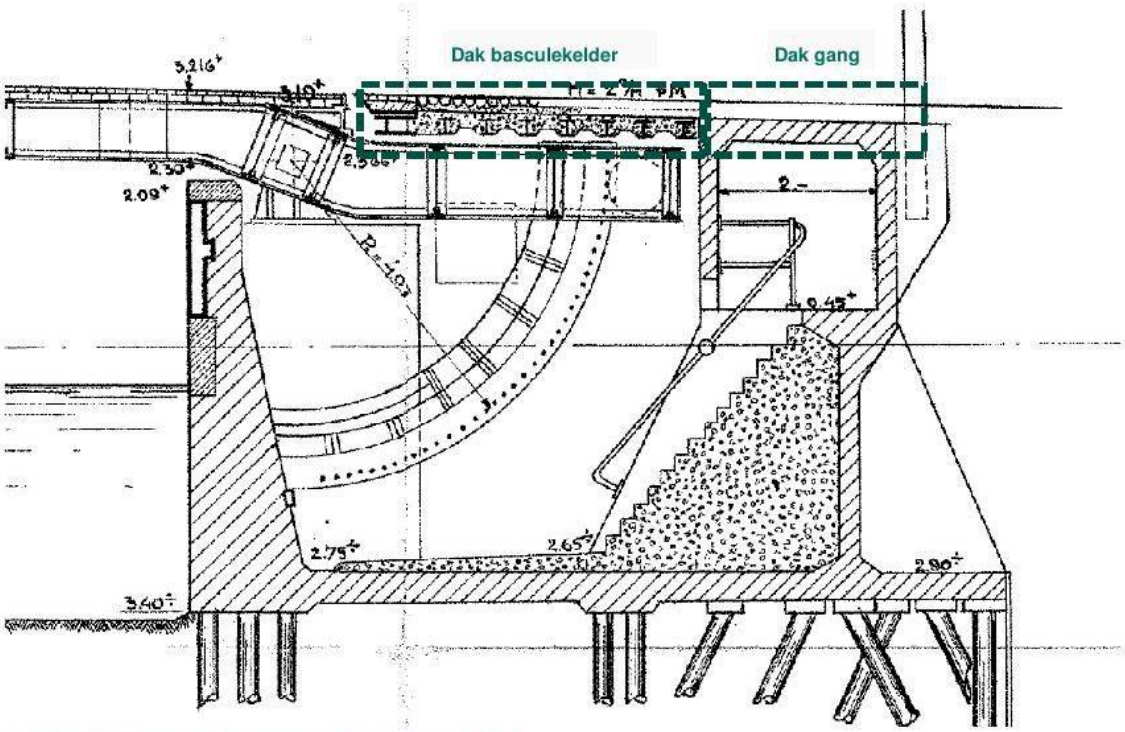
3.4.4.2. Wanden [T2]

Tabel 3.4.2 –Wapening kelderlandhoofd – wanden

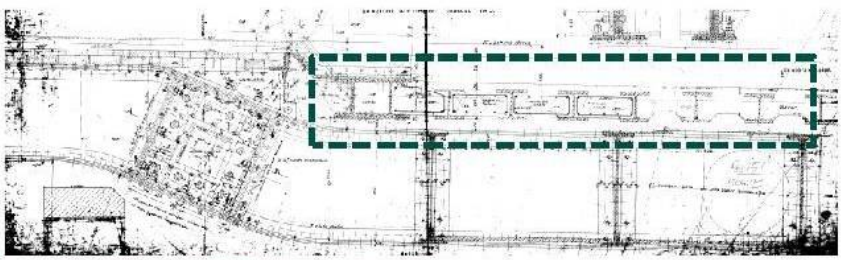
Locatie	Zijde	Richting	Laag	Wapening	Opmerkingen
Wand gang Grondzijde 	Binnenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-83	
		Horizontaal	2e laag	Ø8-125	
	Buitenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-166	
		Horizontaal	2e laag	Ø8-125	
Wand Waterzijde Onder (d≈1460mm) 	Binnenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-111	
		Horizontaal	2e laag	Ø12(?)-111	
	Buitenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-250 + Ø12-250	
		Horizontaal	2e laag	Ø12-111	
Wand Waterzijde t.h.v. AP (d≈500mm) 	Binnenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-111	
		Horizontaal	2e laag	12Ø26	
	Buitenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-111	
		Horizontaal	2e laag	16Ø26	

3.4.4.3. Bereden kelderdak basculekelder [T2 & T7]

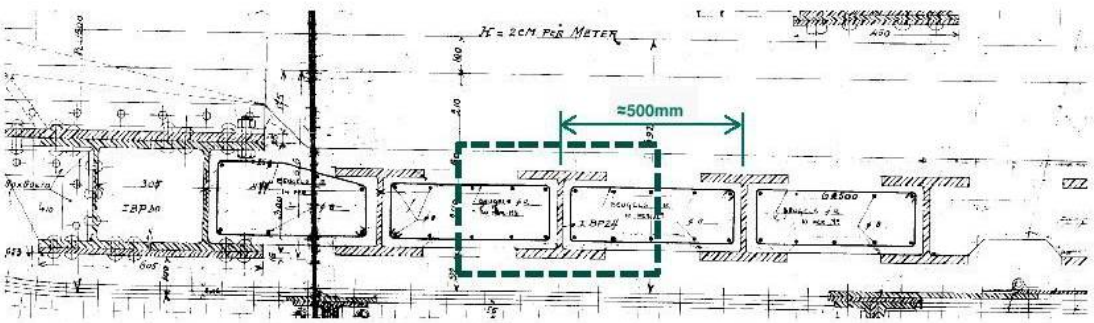
Het bereden dak van de basculekelder is opgebouwd uit 2 delen. Het gedeelte boven het val betreft een betonnen dek met ingebetonneerde stalen liggers. Daarachter bevindt zich een gewapend betonnen dak van de gang.



Figuur 3.4-11 Fragment langsdoorsnede basculekelder [T2]



Figuur 3.4-12 Fragment [T7] – Opbouw kelderdak basculekelder



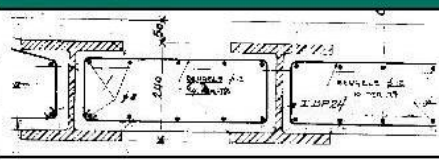
Figuur 3.4-13 Fragment [T7] – Opbouw kelderdak basculekelder – beschouwd gedeelte

Het lage gedeelte met de IBP24 liggers wordt beschouwd. De hoh-afstand is afgeschaald van tekening [T7] en bedraagt ca. 500 mm. De relevante parameters voor deze berekening zijn hieronder weergegeven:

Staal-betondoorsnede:

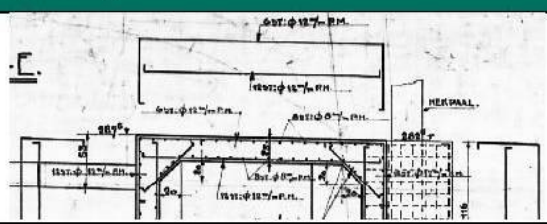
- Constructiehoogte 290 mm.
- Dekdikte beton: 290 mm – 12 mm = 278 mm
- Type liggers: IBP24 (afmetingen overeenkomstig met HEB240)
  - h = 240 mm;
  - b = 240 mm;
  - t_f = 17 mm;
  - t_w = 10 mm

Tabel 3.4.2 –Wapening kelderdak basculekelder (tussen IBP24 liggers)

Locatie	Zijde	Laag	Wapening	Opmerking
Kelderdak	Beugels	1e laag	Ø12-100	
	Bovenzijde	2e laag	5Ø8	
	Onderzijde	2e laag	5Ø8	

3.4.4.4. Bereden kelderdak gang achter basculekelder

Tabel 3.4.2 –Wapening kelderlandhoofd – funderingsplaat

Locatie	Zijde	Laag	Wapening	Opmerking
Dak gang kelder	Bovenzijde	1e laag	Ø16-200	
		2e laag	Ø12-167	
	Onderzijde	1e laag	Ø12-83	
		2e laag	Ø8-125	

Opm. De 1e laag betreft de wapening in de lengterichting van de kelder (// as rijbaan).

3.4.5. Modellering kelderlandhoofd

Het kelderlandhoofd is gemodelleerd als een betonnen funderingsplaat met betonvloeren, betonwanden en houten (schoor)palen. De constructie is gemodelleerd met [redacted], een softwarepakket gebaseerd op de eindige elementen methode (EEM). Het model wordt opgebouwd uit 2D-plaatelementen. De wanden dragen de verticale en horizontale belasting af via de betonnen plaat naar de palen. Het stalen val is niet gemodelleerd, aangezien deze geen invloed heeft op de krachtswerking. De belastingen volgend uit het val zijn wel in het model ingevoerd [Doc.1].

Als gevolg van de geringe plaatdikte en systeemlijnen van de wanden, ontstaat door de excentriciteiten een krachtswerking in het EEM-model dat in werkelijkheid niet zal ontstaan. De zij- en tussenwanden zijn massief uitgevoerd, waardoor het kelderlandhoofd een stijve doosvormige constructie betreft. Door de stijfheid van de funderingsvloer te verhogen, wordt een realistischere indicatie van de krachtsafdracht naar de funderingspalen verkregen.

Figuur 3.4-14 Isometrische weergave waterzijde

Figuur 3.4-15 Isometrische weergave grondzijde

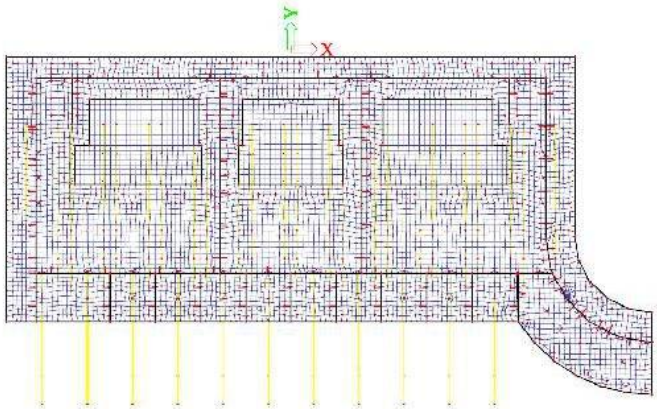
Het model wordt gebruikt om de volgende controles uit te voeren:

- Minimale en maximale paalbelastingen;
- Krachtswerking keldervloer (moment en dwarskracht);
- Krachtswerking kelderwanden;
- Krachtswerking kelderdak:
    - staal-beton gedeelte;
    - gewapend dak t.p.v. gang.

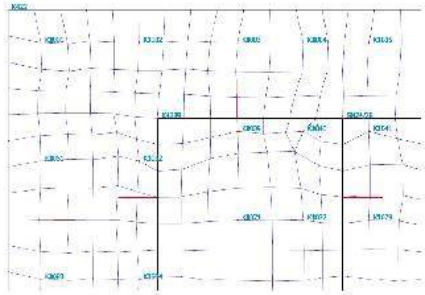
De nagenoemde controles zullen op een alternatieve wijze uitgevoerd worden, aangezien hierover met behulp van het [redacted]-model geen realistische uitspraken kunnen worden gedaan:

- Stabiliteit (rondlopende) vleugelwand aan zuidwestzijde.

Er wordt een lineair-elastische berekening gemaakt. Er wordt gebruik gemaakt van Mindlin/Reissner-elementen. Er is voor de vloer een netverdeling toegepast met elementen ter grootte van de plaatdikte van 200x200 mm².



Figuur 3.4-16 Netverdeling vloer kelderlandhoofd



Figuur 3.4-17 Fragment netverdeling

3.4.6. Controle invoer van belastingen

Zie voor de belastingen hoofdstuk 4. Hieronder volgt een controle van de ingevoerde belastingen.

Tabel 3.4.3 –Controle invoer van belastingen

BG	Omschrijving	R_z [kN]	Bron	$R_{z,uitvoer}$ [kN]	Bron	Δ [%]
BG1	Eigen gewicht betonconstructie	**14365**	§ 4.3.1	**13240**	Bijl. C	**1%**
BG2	Opwaartse waterdruk	**-6553**	§ 4.3.2	**-6554**	Bijl. C	**0%**
BG3	Eigen gewicht metselwerk en natuursteen	**5864**	§ 4.3.3	**5806**	Bijl. C	**1%**
BG4	Permanente belasting en Eigen gewicht brugdek	**1840**	§ 4.3.4	**1840**	Bijl. C	**0%**
BG5	Grondbelasting	**-**	§ 4.3.5	**-**	Bijl. C	**-**
BG6	Mobiele belasting	**3993**	§ 4.4.1	**3993**	Bijl. C	**-**
BG7	Mobiele belasting	**1600**	§ 4.4.1	**1600**	Bijl. C	-
BG8	Horizontale (rem)belasting	**-**	§ 4.4.2	**-**	Bijl. C	-
BG9	Verkeersbelasting op dak	**1758**	§ 4.4.3	**1758**	Bijl. C	-

Er zijn geen onregelmatigheden in de invoer van de belastingen geconstateerd.

4 Belastinggevallen en –combinaties

4.1. Permanente belastinggevallen op opleglandhoofd

4.1.1. Eigen gewicht (BG1)

Het eigen gewicht van het opleglandhoofd wordt door [redacted] berekend. Het eigen gewicht van de palen is in de berekening niet meegenomen. Het gewicht van het metselwerk en natuursteen is als rustende belasting ingevoerd. Eigen gewicht ten behoeve van globale controle:

- Funderingsvloer: 209 m² x 0,20 m x 25 kN/m³ = **1045 kN**

4.1.2. Opwaartse waterdruk (BG2)

De funderingsplaat van het opleglandhoofd ligt met o.k. fundering op 1,70m –N.A.P. De waterspiegel bevindt zich op 0,4m – N.A.P. De funderingsplaat ligt op 0,6m onder de waterspiegel. De constructie is een open constructie. De waterdruk aan de onderzijde van de funderingsplaat is nagenoeg gelijk aan de waterdruk aan de bovenzijde van de funderingsplaat. Het verschil in waterdruk is de dikte van de vloer x 10 kN/m^3

- Verticaal opwaartse druk (gehele plaat) = 1,3 m x 10 kN/m^3 **-13,0 kN/m^2**
  - 209 m² * -13,0 kN/m² = 2720 kN (opwaarts)
- Verticaal neerwaartse druk (achter metselwerk) = 1,1 m x 10 kN/m^3 **11,0 kN/m^2**
  - 110 m² * 11,0 kN/m² = 1210 kN (neerwaarts)
- Resulterend: -2717 + 1210 = **-1510 kN** (opwaarts)

4.1.3. Eigen gewicht metselwerk en natuursteen (BG3)

Aangenomen wordt dat de front- en vleugelwanden van het opleglandhoofd volledig uit metselwerk zijn opgebouwd. Conform [12] wordt voor het eigen gewicht van het metselwerk onder water, tot 1,0 m boven de waterlijn, uitgegaan van 23,0 kN/m³. Voor het gedeelte boven water wordt 20,0 kN/m³ aangehouden. De belasting wordt ingevoerd als resulterende oppervlakte belasting.

Frontwand op basis van [T6], doorsnede A-B:

- Oppervlakte last (165,8 kN/m / 2,2 m) **75,4 kN/m^2**
  - Oppervlakte metselwerk onder water tot 1 m boven waterlijn (h = 2,10 m): 4,6 m²
  - Oppervlakte metselwerk 1 m boven waterlijn tot 2,73 m + AP (h=1,73 m): 3,0 m²
  - Breedte frontwand: 2,2 m, lengte frontwand: 22,15 m;
  - Belasting frontwand (4,6 x 23,0) + (3,0 x 20,0) = 165,8 kN/m^1
  - Gewicht frontwand = 165,8 x 22,15 = **3672,5 kN**

Vleugelwanden deel op basis van [T6], doorsnede E-F:

- Oppervlakte last (162,9 kN/m / 2,09 m) **78,0 kN/m^2**
  - Oppervlakte metselwerk onder water tot 1 m boven waterlijn (h = 2,10 m): 4,3 m²
  - Oppervlakte metselwerk 1 m boven waterlijn tot 3,0 m + AP (h=2,40 m): 3,2 m²
  - Breedte vleugelwand: 2,09 m,
  - Lengte vleugelwand noordoost: 11,7 m (recht) + 6,4 m (gebogen);
  - Lengte noordwest: 5,6 m (recht) + 7,8 m (gebogen);
  - Belasting vleugelwand (4,3 x 23,0) + (3,2 x 20,0) = 162,9 kN/m^1
  - Gewicht vleugelwand = 60,5 m² x 78,0 kN/m² = **4719,0 kN**

4.1.4. Permanente belasting en eigen gewicht brugdek (BG4)

De permanente belasting uit het val op het opleglandhoofd is vastgesteld in [Doc.1].

Figuur 4.1-1 Rekenmodel [Doc.1]

Figuur 4.1-2 Nummering opleggingen [Doc.1]

De oplegreacties op het opleglandhoofd uit het stalen val (representatief) ten gevolge van het eigen gewicht, de rustende belasting (incl. opzetwerk) zijn overgenomen uit [Doc.1]. Deze waarden worden afgerond. De waarden in Tabel 4-1 worden aangehouden in de berekening.

Tabel 4-1 Aangehouden oplegreacties uit val op opleglandhoofd (EG + RB)

Steunpunten (knopen)	Rz [kN]
Sn11, Sn16	45
Sn12, Sn13, Sn14, Sn15	15
Totaal:	**Σ150 kN**

Figuur 4.1-3 Oplegreacties opleglandhoofd (EG+RB rep)

4.1.5. Grondbelasting (BG5)

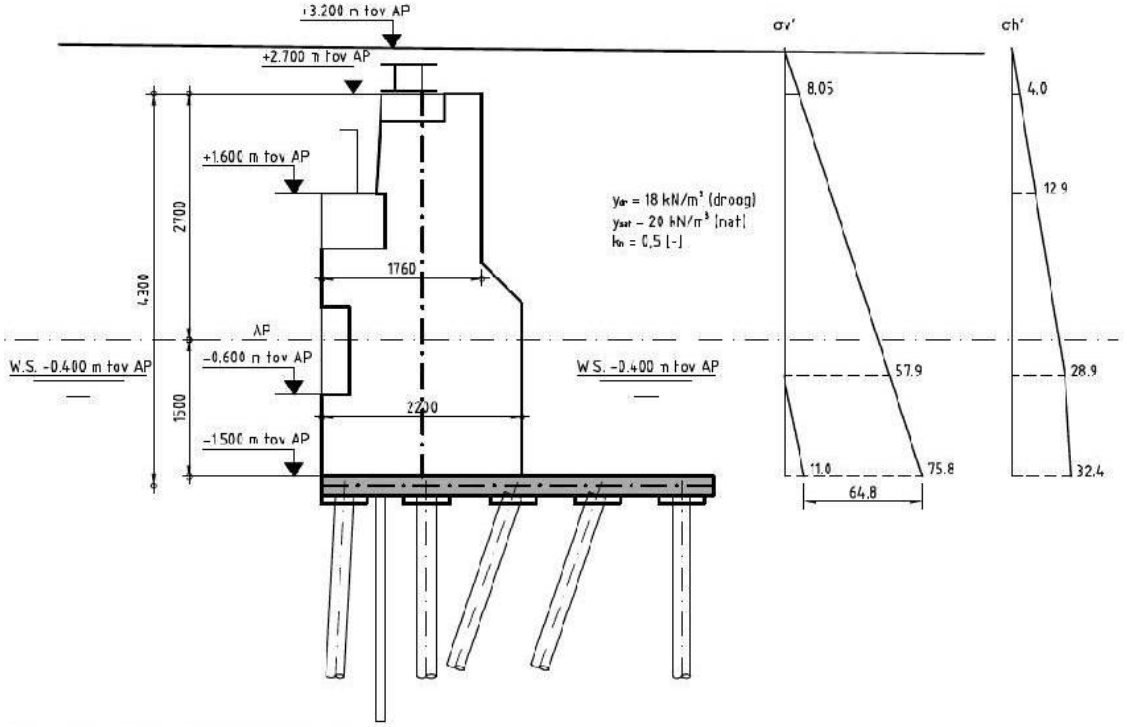
Op het opleglandhoofd grijpen verticale en horizontale grondbelastingen aan. De verticale grondbelasting zijn bepaald op basis van de volgende hoogtes:

- B.k. wegdek = 3,20 m + A.P.
- B.k. funderingsplaat = 1,50 m – A.P.
- Waterspiegel = 0,40 m – N.A.P.

Hoogte onder waterspiegel = 1,50 - 0,40 = 1,10 m
Hoogte boven waterspiegel = 3.2 + 0,4 = 3,60 m

q_{grond} = (3,60 m x 18,0 kN/m^3) + (1,10 m x [20-10] kN/m^3) = 64,8 + 11,0 = 75,8 kN/m^2

Totale verticale belasting = 64,8 kN/m^2 x 110 m^2 (enkel oppervlak achter wand) = 7128 kN



Figuur 4.1.1– Grondspanningen opleglandhoofd

De horizontale grondspanning is bepaald door de verticale grondspanning te vermenigvuldigen met k_0 = 0,5 (zand). Waterspanning is in evenwicht en is derhalve niet meegenomen in het rekenmodel

4.2. Veranderlijke belastinggevallen op opleglandhoofd

4.2.1. Mobiele belasting uit het brugdek (BG6 t/m BG7)

Belastingmodel LM1

De veranderlijke belastingen uit het val op het opleglandhoofd zijn overgenomen uit [Doc.1]. Op het opleglandhoofd worden alleen verticale belastingen afgedragen, geen horizontale belastingen.

In [Doc.1] is uitgegaan van de werkelijke situatie met 3 rijstroken in het midden van het brugdek met fiets-/voetpaden aan weerszijden van de rijbaan.

Enkele fragmenten van relevante belastingsgevallen voor het opleglandhoofd zijn hieronder weergegeven.

Figuur 4.2-1 BG 14 – UDL LM1 [Doc.1]

Figuur 4.2-2 Tandemstelsels LM1 t.p.v opleglandhoofd [Doc.1]

Figuur 4.2-3 Belastingsgevallen [Doc.1]

Figuur 4.2-4 Belastingscombinatie [Doc.1]

Op basis van de aangeleverde informatie wordt geconcludeerd dat belastingscombinatie 18 [Doc.1] maatgevend is voor de maximale verticale belasting op het opleglandhoofd uit het stalen val. Opgemerkt op [Doc.1] wordt dat de belastingfactor voor de ballastkist op 0,9 [-] i.p.v. 1,1 [-] gesteld zou moeten worden, aangezien deze belasting een gunstige invloed heeft op de oplegreactie op het opleglandhoofd.

De oplegreacties zijn uit [Doc.1] overgenomen en worden hieronder weergegeven.

Tabel 4-2 Aangehouden oplegreacties uit val op opleglandhoofd (LM1 UGT)

Combinatie [Doc.1]	Steunpunt	$R_{z;Ed}$ [kN]
Combi18/42	Sn11/K5	104,0
Combi18/30	Sn12/K9	101,5
Combi18/30	Sn13/K12	259,6
Combi18/30	Sn14/K17	347,0
Combi18/30	Sn15/K21	743,0
Combi18/30	Sn16/K26	316,5
		Σ1871,6

Controle globaal (som van de belastingen:
(6 m x 3,0m x 9,0kN/m² + 6m x 6,0m x 2,5kN/m² + 600kN + 400kN + 200kN) x 1,18 =
(162 + 90 + 1200) x 1,18 = 1713 kN. *Akkoord.*

BG7: Verkeersbelasting achter het landhoofd
Op de vloer achter de frontwand wordt een bovenbelasting van **20 kN/m²** ter plaatse van wegbreedte aangehouden. Bij het overige gedeelte wordt een bovenbelasting van **5 kN/m²** aangehouden. Deze resulteert in:

- Een verticale gronddruk van **20 kN/m²** op de vloer achter de frontwand ter plaatse van de wegbreedte.
- Een horizontale grondspanning van **10 kN/m²** op de frontwand (grondzijde) ter plaatse van de wegbreedte.
- Een verticale gronddruk van **5 kN/m²** op de vloer achter de frontwand ter plaatse van de overige breedte.
- Een horizontale grondspanning van **2,5 kN/m²** op de front- en vleugelwanden (grondzijde) ter plaatse van de overige breedte.

4.2.2. Horizontale verkeersbelastingen (BG8)

De opleggingen op het opleglandhoofd zullen geen of geringe horizontale belastingen uit het brugdek overdragen. De horizontale rembelasting op het brugdek wordt naar het kelderlandhoofd afgedragen. Voor het opleglandhoofd wordt wel rekening gehouden met een rembelasting achter het landhoofd. De horizontale rembelasting grijpt aan in het hart van de zwaarst belaste rijstrook en wordt gespreid door het grond- en verhardingspakket tot de bovenzijde van de frontwand over een breedte van 5,0 m.

Q_{lk} = 0,6 x (2 x 300 kN) = 360 kN.
q_{lk} = 360 kN / 5,0 m = **72 kN/m**

4.3. Permanente belastinggevallen op kelderlandhoofd

4.3.1. Eigen gewicht (BG1)

Het eigen gewicht van het kelderlandhoofd wordt door [redacted] berekend.

Eigen gewicht ten behoeve van globale controle:

- Funderingsvloer: 243 m^2 x 0,35 m x 25 kN/m^3 = 2125 kN
- Frontwand: 19,87 m x (1,65 + 0,42) / 2 m x 4,925 m x 25 kN/m^3 = 3600 kN
- Zijwanden deel 1: 9,5+6,3+2,5m x 2,28 m x 3,45 m x 25 kN/m^3 = 4125 kN
- Zijwanden deel 2: 9,5+6,3+2,5m m x 0,45 m x 2,50 m x 25 kN/m^3 = 465 kN
- Tussenwanden deel 1: 4 x 1,8 m x 0,9 m x 5,95 m x 25 kN/m^3 = 965 kN
- Tussenwanden deel 2: 2 x 2,6 m x 0,75 m x 5,95 m x 25 kN/m^3 = 585 kN
- Achterwand deel 1: 20,0 m x 0,3 m x 3,45 m x 25 kN/m^3 = 520 kN
- Steunberen: 11 x (1,8 + 0,475) /2 x 0,3 x 3,45 m x 25 kN/m^3 = 315 kN
- Achterwand deel 2: 20,0 m x 0,2 m x 2,5 m x 25 kN/m^3 = 250 kN
- Verdiepingsvloer: 20,0 m x 2,225 m x 0,20 m x 25 kN/m^3 = 225 kN
- Dak basculekelder: 19,87 m x 5,85 m x 0,278 m x 25 kN/m^3 = 810 kN
    - Stalen liggers: 12 x 0,00854 m^2 x 78,5 kN/m^3 x 19,87 m = 160 kN
- Dak keldergang: 19,87 m x 2,225 m x 0,20 m x 25 kN/m^3 = 220 kN

$\Sigma F \approx$ **14365 kN**

4.3.2. Opwaartse waterdruk (BG2)

De funderingsplaat van het kelderlandhoofd ligt met o.k. fundering op 3,25m – A.P. De waterspiegel bevind zich op 0,4m – A.P. De funderingsplaat ligt op 2,70 m onder de waterspiegel.

- Verticaal opwaartse druk = 2,70 m x 10,0 kN/m^3 = **27,0 kN/m^2**
- Totale resulterende belasting = 27,0 kN/m^2 x 242.7m^2 = 6553 kN (opwaarts)

Achter het landhoofd en de vleugelwand bevindt zich nog deels een open constructie. De waterdruk aan de onderzijde van de funderingsplaat is hier nagenoeg gelijk aan de waterdruk aan de bovenzijde van de funderingsplaat. Gezien de (robuuste) afmetingen van de kelderconstructie wordt dit vooralsnog verwaarloosd.

4.3.3. Rustende belasting (BG3)

4.3.3.1. Gewicht metselwerk en natuursteen tegen betonconstructie

De hoogte van het metselwerk is +/- 3 m (veilige aanname). Er wordt een lijnlast ingevoerd van:

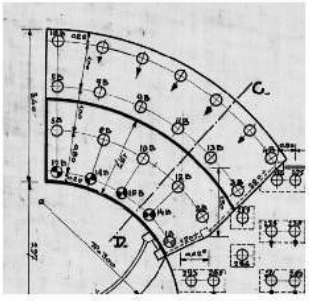
- Lijnlast = 0,2 m x 3,0 m x 20,0 kN/m^3 = **12 kN/m^1**

Totale belasting = 12,0 kN/m^1 x (10.35+22.15+7,0+4,675) 44.175 m^1 = **530 kN**

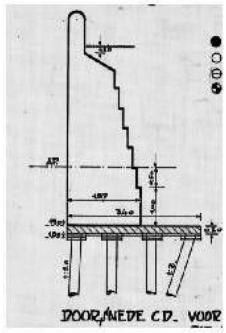
4.3.3.2. Vleugelwand deel op basis van [T5], doorsnede C-D:

Aangenomen wordt dat de vleugelwand aan de westzijde van het kelderlandhoofd volledig uit metselwerk opgebouwd. Conform [12] wordt voor het eigen gewicht van het metselwerk onder water, tot 1,0 m boven de waterlijn, uitgegaan van 23,0 kN/m^3. Voor het gedeelte boven water wordt 20,0 kN/m^3 aangehouden. De belasting wordt ingevoerd als resulterende oppervlakte belasting. De oppervlakte van het metselwerk is afgeschaald van [T5].

- Oppervlakte last (b= 1,87 m) **82,0 kN/m^2**
  - Oppervlakte metselwerk onder water tot 1 m boven waterlijn (h = 2,10 m): 3,75 m^2
  - Oppervlakte metselwerk 1 m boven waterlijn tot 3,0 m + AP (h=3,80 m): 3,36 m^2
  - Breedte vleugelwand: 1,87 m,
  - Lengte: 3,9 m (gebogen);
  - Belasting vleugelwand (3,75 x 23,0) + (3,36 x 20,0) = 153,5 kN/m^1
  - Gewicht vleugelwand = 153,5 x 3,9 = **600 kN**



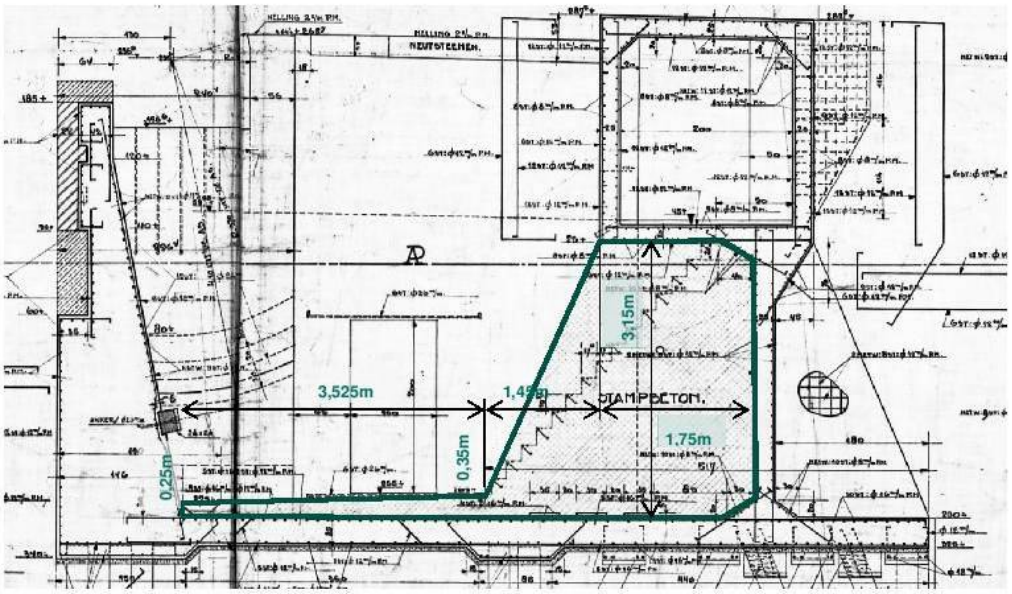
Figuur 4.3-1 Vleugelwand kelderlandhoofd [T5]



Figuur 4.3-2 Vleugelwand kelderlandhoofd [T5]

4.3.3.3. Gewicht stampbeton

Het trapgedeelte aan de achterzijde van de kelder onder de gang is uitgevoerd in (ongewapend) stampbeton. De keldervloer is eveneens afgewerkt met een laag stampbeton met een verlopende dikte van 350 mm aan de achterzijde tot 250 mm aan de voorzijde met een geïntegreerde goot. In het model wordt deze belasting als rustende belasting ingevoerd tussen de systeemlijnen van de buitenste kelderwanden (19,87 m).



Figuur 4.3-3 Doorsnede A-A [T2]

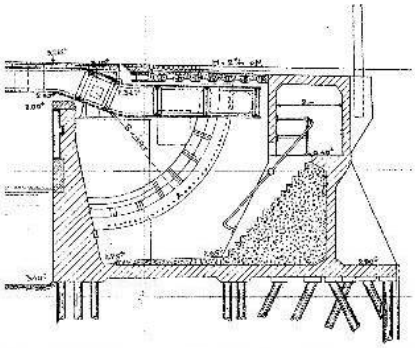
Voor het gewicht van het stampbeton, wordt het volgende aangehouden:

- T.p.v. vloer: var. 0,25 m x 20,0 kN/m³ = 5 kN/m² tot 0.35 m x 20,0 kN/m³ = 7,0 kN/m²;
  - G = 7,0 kN/m² x 3,525 m x 19,87 m = 490,3 kN
- T.p.v. verdiepingsvloer: constant: 3.15 m x 20 kN/m³ = 63,0 kN/m²;
  - G = 63,0 kN/m² x 1,75 m x 19,87 m = 2191,7 kN.
- Tussen gebied (excl. Trap): var. 7,0 kN/m² - 63,0 kN/m².
  - G = 35,0 kN/m² x 1,45 m x 19,87 m = 1008,4 kN.

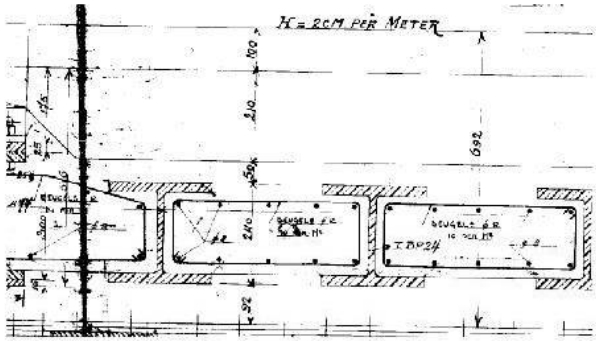
Totaal gewicht stampbeton: 490,3 + 2191,7 + 1008,4 = **3690 kN**

4.3.3.4. Rustende belasting op kelderdak (grond en verharding)

Conform [T7] wordt uitgegaan van een grondpakket met een dikte van 210 mm en een verhardingspakket van 100 mm. Deze rustende belasting wordt in het EEM-model over de gehele breedte van het kelderdak (19,87 m) aangebracht. De lengte van het totale kelderdak in het model bedraagt 5,85 + 2,225 = 8,075 m.



Figuur 4.3-4 Langsdoorsnede basculekelder [T1]



Figuur 4.3-5 Maatvoering grond- en verhardingspakket

Voor het gewicht van het grond- en (asfalt)pakket , wordt het volgende aangehouden:

- Grondpakket: 0,210 m x 20,0 kN/m³ = 4,20 kN/m²;
  - G = 4,20 kN/m² x 8,075 m x 19,87 = **674 kN.**
- Asfaltverharding: 0,100 m x 23,0 kN/m³ = 2,3 kN/m²;
  - G = 2,30 kN/m² x 8,075 m x 19,87 = **370 kN**.

Totaal rustende belasting:

- Totaal: **5864 kN**
  - Metselwerk = 530 kN;
  - Vleugelwand = 600 kN
  - Stampbeton = 3690 kN;
  - Grondpakket = 674 kN;
  - Verharding = 370 kN;

4.3.4. Permanente belasting en eigen gewicht brugdek en kelderdek (BG4)

De permanente belasting uit het val op het opleglandhoofd is vastgesteld in [Doc.1].

Figuur 4.3-6 Nummering opleggingen [Doc.1]

Figuur 4.3-7 Oplegreacties kelderlandhoofd (EG+RB rep)

De oplegreacties op het kelderlandhoofd uit het stalen val (representatief) ten gevolge van het eigen gewicht, de rustende belasting (incl. opzetwerk) zijn overgenomen uit [Doc.1].

De waarden in onderstaande tabel worden aangehouden in de berekening. De opleggingen Sn22&Sn23 en de opleggingen Sn24&Sn25 bevinden zich op dezelfde wand en zijn derhalve samengevoegd in het rekenmodel. De waarden worden afgerond, de oorspronkelijke waarden zijn tussen haakjes weergegeven.

Tabel 4-3 Aangehouden oplegreacties uit val op kelderlandhoofd (EG + RB)

Steunpunten (knopen)	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn21	-255 (-257,1)	520 (519,6)
Sn22/Sn23	255 (-211 + 471,5)	400 (336,4 + 64,5)
Sn24/Sn25	255 (465,0 + -217,5)	400 (67,7 + 331,4)
Sn26	-255 (-252,4)	520 (520,0)
	Σ 0 kN	**Σ 1840 kN**

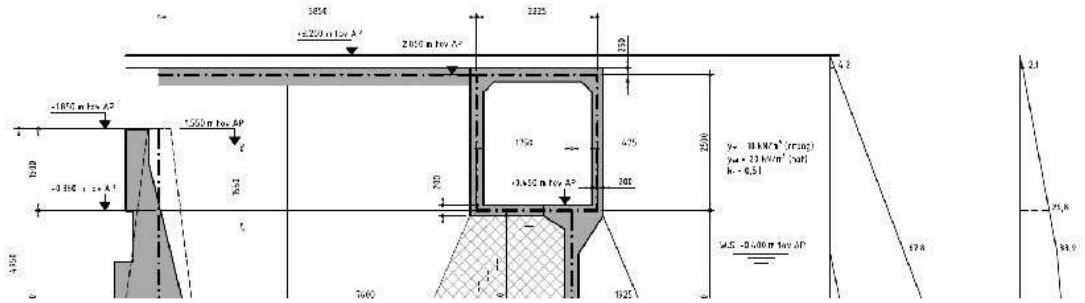
4.3.5. Grondbelasting (BG5)

Op het kelderlandhoofd grijpen verticale en horizontale grondbelastingen aan. De verticale grondbelasting is bepaald op basis van de volgende hoogtes:

- B.k. wegdek = 3,20 m + A.P.
- B.k. funderingsplaat = 2,90 m – A.P.
- Waterspiegel = 0,40 m – A.P.

Hoogte onder waterspiegel = 2,90 - 0,40 = 2,50 m
Hoogte boven waterspiegel = 3,20 + 0,40 = 3,60 m

q_{grond} = (3,60 m x 18,0 kN/m³) + (2,50 m x [20-10] kN/m³) = 64,8 + 25,0 = 89,8 kN/m^2
q_{water} = (2,50 m x 10 kN/m³) = 42,5 kN/m^2
Totaal belasting = 89,8 kN/m^2 x (22,15 x 1,8) m^2 (enkel oppervlak achter wand) = 3580,3 kN



Figuur 4.3.1– Grondspanningen kelderlandhoofd

De horizontale grondspanning is bepaald door de verticale grondspanning te vermenigvuldigen met de neutrale gronddrukfactor, k_0 = 0,5 (zand). Waterspanning is in evenwicht en is derhalve niet meegenomen in het rekenmodel

4.4. Veranderlijke belastinggevallen op kelderlandhoofd

4.4.1. Mobiele belasting (BG6 t/m BG7)

Belastingmodel LM1

De veranderlijke belastingen uit het val op het opleglandhoofd zijn overgenomen uit [Doc.1]. Op het kelderlandhoofd worden zowel verticale, als horizontale belastingen afgedragen.

In [Doc.1] is uitgegaan van de werkelijke situatie met 3 rijstroken in het midden van het brugdek met fiets-/voetpaden aan weerszijden van de rijbaan.

Enkele fragmenten van relevante belastingsgevallen voor het opleglandhoofd zijn hieronder weergegeven.

Figuur 4.4-1 BG 14 – UDL LM1 [Doc.1]

Figuur 4.4-2 Tandemstelsels LM1 t.p.v kelderlandhoofd [Doc.1]

Figuur 4.4-3 Belastingsgevallen [Doc.1]

Figuur 4.4-4 Belastingscombinatie [Doc.1]

Op basis van de aangeleverde informatie wordt geconcludeerd dat belastingscombinatie 19 [Doc.1] maatgevend is voor de maximale verticale belasting op het opleglandhoofd uit het stalen val.

De oplegreacties zijn uit [Doc.1] overgenomen en worden hieronder weergegeven. De waarden behorend bij combinatie 19 zijn aangehouden die leiden tot de maximale verticale belasting de waarde (Rz max). Deze waarden zijn inclusief de rekenwaarde van de permanente en rustende belasting uit het brugdek.

Tabel 4-4 Aangehouden oplegreacties uit val op opleglandhoofd (LM1 UGT)

Combinatie [Doc.1]	Steunpunt	Rx;Ed [kN]	Rz;Ed [kN]
Combi19/37	Sn21/K1925	-186,0	628,9
Combi19/6	Sn22/K1926	-112,0	477,2
Combi19/34	Sn23/K1929	421,0	388,6
Combi19/34	Sn24/K1927	315,1	560,2
Combi19/6	Sn25/K1930	54,2	1109,4
Combi19/53	Sn26/K1928	-338,9	828,7
		Σ153.3	**Σ3993**

Controle globaal (som van de belastingen):
LM1: (6 m x 3,0m x 9,0kN/m² + 6m x 6,0m x 2,5kN/m² + 600kN + 400kN + 200kN) x 1,18 =
(162 + 90 + 1200) x 1,18 = 1713 kN
$\Sigma F_{UGT} - \Sigma F_{EG\text{-}RB;BGT}$ = 3993 kN - (1840 kN (Tabel 4-3) x 1,1 [-]) = 1969 kN.
Akkoord.

De waarden in onderstaande tabel worden aangehouden in de berekening. De opleggingen Sn22&Sn23 en de opleggingen Sn24 & Sn25 bevinden zich op dezelfde wand en zijn derhalve samengevoegd in het rekenmodel. De waarden worden afgerond, de oorspronkelijke waarden zijn tussen haakjes weergegeven.

Tabel 4-5 Aangehouden oplegreacties uit val op kelderlandhoofd (LM1 UGT)

Steunpunten (knopen)	Rx [kN]	Rz [kN]
Sn21	-186	629
Sn22/Sn23	309	865
Sn24/Sn25	369	1670
Sn26	-339	829
	Σ 153 kN	**Σ 3993 kN**

BG7: Verkeersbelasting achter het landhoofd

Op de vloer achter de kelderwand en op het kelderdek wordt een bovenbelasting van **20 kN/m^2** ter plaatse van wegbreedte, bij het overige gedeelte wordt een bovenbelasting van **5 kN/m^2** aangehouden. Deze resulteert in:

- Een verticale gronddruk van **20 kN/m^2** op de vloer achter de kelderwand ter plaatse van de wegbreedte.
- Een horizontale grondspanning van **10 kN/m^2** op de kelderwand (landzijde) ter plaatse van de wegbreedte.
- Een verticale gronddruk van **5 kN/m^2** op de vloer achter de kelderwand ter plaatse van de overige breedte.
- Een horizontale grondspanning van **2,5 kN/m^2** op de kelderwand (landzijde) ter plaatse van de overige breedte.

4.4.2. Horizontale verkeersbelastingen (BG8)

De horizontale rembelasting wordt via het dek naar de wanden van het kelderlandhoofd afgedragen en ingevoerd als puntlasten per oplegging. BG8 wordt zowel positief als negatief meegenomen in de combinaties.

4.4.3. Verkeersbelasting op kelderdak (BG9)

In lijn met [Doc.1] wordt de werkelijke rijbaanindeling beschouwd.

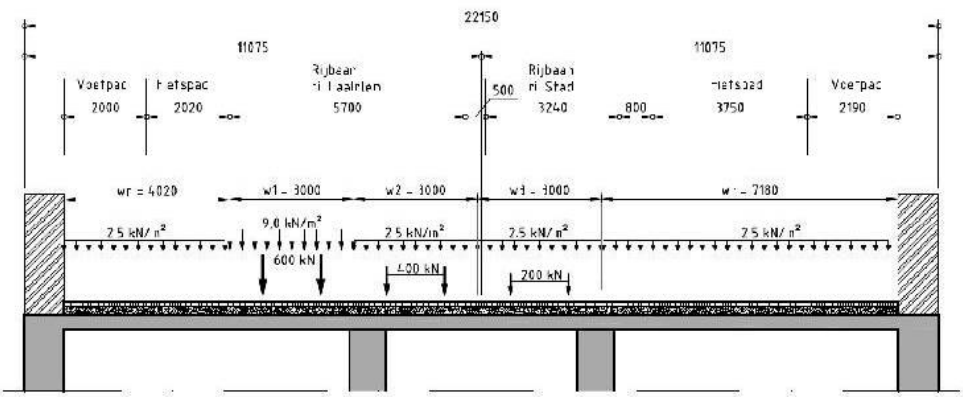
Rijstrook	Aslasten	UDL
1	2 x 300 kN	9 kN/m²
2	2 x 200 kN	2,5 kN/m²
3	2 x 100 kN	2,5 kN/m²
Resterend	-	2,5 kN/m²

De wiellasten van LM1 (400 x 400 mm²) worden onder een hoek van 45° gespreid door de dikte van het verhardingspakket (100 mm) en het grondpakket (210 mm) tot de zwaartelijn van het kelderdak (min. 250 / 2 = 125 mm). Dit komt neer op een oppervlaktelast van 1145 x 1145 mm². Dit wordt afgerond naar 1200 x 1200 mm², zodat 2 langgerekte vlaklasten ontstaan (h.o.h. assen LM1 bedraagt 1200 mm).

Aslasten	Wiellast	Oppervlaktelast
2 x 300 kN	150 kN	150 / (1,20 x 1,20) = 104,2 kN/m²
2 x 200 kN	100 kN	100 / (1,20 x 1,20) = 69,4 kN/m²
2 x 100 kN	50 kN	50 / (1,20 x 1,20) = 34,7 kN/m²

Er worden meerdere configuraties beschouwd. Belasting op de fiets- en voetpaden conform belastingmodel 4 (LM4) wordt niet beschouwd, omdat dit niet maatgevend is ten opzichte van LM1 rekening houdend met de momentaanfactoren.

De zwaarst belaste rijstrook wordt gepositioneerd tegen het noordelijke fietspad. Voor de eenvoud is de theoretische rijstrookbreedte van 3,0 m aangehouden en zijn de drie rijstroken tegen elkaar geplaatst. De overige ruimte is beschouwd als resterende oppervlakte.



Figuur 4.4-5 Belastingconfiguratie LM1 op kelderdak (schematische weergave)

Totale belasting op het kelderdak t.g.v. LM1:

- t.g.v. UDL 2,5 kN/m²: (19,87 - 3,0 m) x (5,85+2,225 m) x 2,5 kN/m² = 340 kN
- t.g.v. UDL 9,0 kN/m²: 3,0 m x (5,85+2,225 m) x 9,0 kN/m² = 218 kN
- t.g.v. laststelsels: 600 kN + 400 kN + 200 kN = 1200 kN

Totaal: 1848 kN

4.4.4. Windbelasting

Windbelasting op het val in open toestand (aflandig) zal leiden tot een drukkracht in de voorste palenrijen. Het val heeft een oppervlakte van ca. 22 m x 12 m = 264 m². Indien voor de windbelasting wordt uitgegaan van 1,5 kN/m², resulteert dit in een kracht van ca. 400 kN. Deze kracht grijpt aan in het zwaartepunt van het dek. De arm van de kracht ten opzichte van de funderingsplaat bedraagt: 12/2 + 6 = 12 m, wat resulteert in een moment van 4800 kNm. De lengte van de funderingsplaat bedraagt ca. 10 m. 4800 kNm / 10 m = 480 kN. Indien wordt aangenomen dat deze belasting wordt opgenomen door de eerste drie palenrijen, bevinden zich daar 72 funderingspalen. 480 kN / 72 = 7 kN per paal. De bijdrage van deze belasting is gering ten opzichte van de situatie waarin het brugdek maximaal door verkeer wordt belast in gesloten toestand (ca. 4000 kN neerwaarts, zie tabel Tabel 4-4) en wordt derhalve verder niet meer beschouwd.

4.5. Factoren

4.5.1. Partiële belastingfactoren

De partiële belastingfactoren zijn gegeven in tabel A2.2(B) ref. [9] en worden in onderstaande tabel weergegeven. De partiele belastingfactoren bij toetsniveau 'verbouw' (om gewenste levensduur te testen, volgens par. 2.7.1 en 2.7.2 [12]) en gevolgklasse CC2 zijn aangehouden.

Tabel 4.5.1 – Aangehouden waarden uit tabel A2.2(B) (ref. [9])

Belasting-combinatie	blijvende belastingen	Verkeersbelasting	Wind	Overig
	$(\xi)\gamma_{GJ;sup}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
(6.10a)	1,25	1,25 (1,20)	1,40	1,30
(6.10b)	1,15 (1,10)	1,25 (1,20)	1,40	1,30

De waarden tussen haakjes morgen aalleen zijn toegepast bij bruggen waarvoor een omgevingsvergunning voor het bouwen is verleend onder Bouwbesluit 2003 of daarvoor.
Per abuis is in voorliggende berekening voor vgl. (6.10b) 1,15 [-] in plaats van 1,10 [-] aangehouden voor de blijvende belastingen. Dit is van geringe, maar positieve invloed op de berekeningsresultaten en derhalve niet aangepast in de berekening.

4.5.2. Combinatiefactoren

In tabel A2.1 [9] worden de Ψ-factoren voor bruggen voor weg- en langzaam verkeer gegeven. De factoren worden weergegeven in onderstaande tabel voor groep 1a (LM1 + voetgangers- of fietspadbelastingen).

Tabel 4.5.2- Aangehouden waarden uit tabel A2.1 [9]

Ψ-factoren voor bruggen voor weg- en langzaam verkeer					
Belasting		Symbool	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Verkeersbelastingen	gr1a	TS	0,8	0,8	0,4
		GBV			

4.6. Belastingcombinaties

4.6.1. Algemeen

De fundamentele belastingcombinaties (vgl. 6.10a & 6.10b uit [1]) zijn hieronder afgebeeld. De minst gunstige moet worden aangehouden.

4.6.2. Reductiefactoren

De volgende reductiefactoren zijn van toepassing (referentieperiode is 30 jaar bij toetsniveau verbouw):

- ψ-factor = 0,99; [10, Tabel 1], aangehouden wordt **ψ-factor = 1,0**
- α_{trend} = 0,99 [10, Tabel 2], aangehouden wordt **α_{trend} = 1,0**

4.6.3. Gehanteerde belastingcombinaties

Per constructieonderdeel zijn de belastingcombinaties in hoofdstuk 5 uitgeschreven.

Met uitzondering van de toetsing van het kelderdak is vergelijking 6.10a maatgevend, omdat de permanente belasting overheersend is. Voor de toetsing van het kelderdak is vergelijking 6.10b maatgevend (verkeersbelasting overheersend).

In [Doc.1, zie bijlage A] is alleen de uitvoer van de combinaties met karakteristieke waarden (BGT, $\gamma_{G,Q}$ =1,00) opgenomen en de rekenwaarden op basis van vergelijking 6.10b. In de combinaties van de onderbouw is derhalve voor de UGT-beschouwing, de partiele belastingsfactor voor BG6 en BG8 (verkeersbelastingen uit stalen val) op γ_Q = 1,00 [-] gesteld. Omdat de exacte opbouw niet gegeven is (aandeel permanent – variabel), is het niet (goed) mogelijk om hiervoor een gereduceerde partiele belastingfactor (< 1,00 [-]) vast te stellen die beter aansluit bij vergelijking 6.10a (maatgevend voor o.a. paalbelastingen). Hierdoor wordt de belasting uit het brugdek op de onderbouw enigszins overschat.

5 Berekeningsresultaten en toetsing

5.1. Algemeen

Zie bijlage B voor de in- en uitvoer van de berekening van het opleglandhoofd m.b.v. [redacted]. Zie bijlage C voor de in- en uitvoer van de berekening van het kelderlandhoofd m.b.v. [redacted]. De berekeningen van de capaciteit en de toetsing van de doorsnede is opgenomen in bijlage D. Voor de toetsing wordt er onderscheid gemaakt tussen de kwantitatieve onderdelen (rekenkundig beschouwd) en kwalitatieve onderdelen. Voor de kwalitatieve onderdelen geldt dat deze in de regel niet maatgevend zijn als gevolg van bijvoorbeeld robuuste afmetingen. Bij de beschouwde onderdelen wordt vermeld of de controle op basis van het EEM-model zal worden uitgevoerd, of op alternatieve wijze.

Opleglandhoofd:

- Beschouwd:
  - Paalbelastingen (min/max) – EEM-model;
  - Capaciteit funderingspalen – EEM-model;
  - Capaciteit (M+V) betonnen funderingsvloer – EEM-model;
  - Stabiliteit metselwerk gewichtsconstructie – handberekening.
  - Pons funderingsvloer – EEM-model.

Kelderlandhoofd:

- Beschouwd:
  - Paalbelastingen (min/max) – EEM-model;
  - Capaciteit (M+V) betonnen funderingsvloer – EEM-model;
  - Dak:
    - Basculekelder (staal-beton) – EEM-model;
    - Keldergang – EEM-model.
  - Achterwand keldergang –EEM-model.
- De volgende onderdelen zijn niet beschouwd omdat op basis van de geometrie en de situatie reeds gesteld kan worden dat deze onderdelen voldoen:
  - Frontwand: 1,8 m dik, enkel 3,0 m waterbelasting;
  - Zijwanden: 3,0 m dik, enkel 3,0 m waterbelasting;
  - Tussenwanden: enkel normaaldruk;
  - Oplegdruk val: betonnen wand;
  - Verdiepingsvloer: op stampbeton;
  - Pons keldervloer: palen onder wanden, stampbeton i.c.m. directe lastafdracht.

De resultaten van het EEM-model worden in eerste instantie afgelezen waar deze maximaal zijn. Indien nodig worden de resultaten afgetopt waarbij de krachten worden gemiddeld over de lengte van een vastgestelde snede. Voor de krachten in de wanden wordt de aansluiting tussen vloer en wand getoetst ter plaatse van de bovenzijde/onderzijde vloer. Het gunstig effect op de capaciteit van de wand door het aanwezig zijn van normaalkracht wordt verwaarloosd (veilige aanname).

5.2. Resultaten en toetsing kritische onderdelen opleglandhoofd

5.2.1. Paalkrachten opleglandhoofd

De maximale paalreactie bedraagt 120 kN (comb. UGT1a) en treedt op in de buitenste schoorpaal (3:1) van de derde palenrij (K4055). Het veronderstelde minimale paaldraagvermogen van 10 ton (100 kN) conform [12] wordt hiermee overschreden. De gemiddelde waarde van de palen in de voorste palenrijen bedraagt ca. 105 kN (rekenwaarde). De palen staan permanent onder druk (geen trek op de palen).

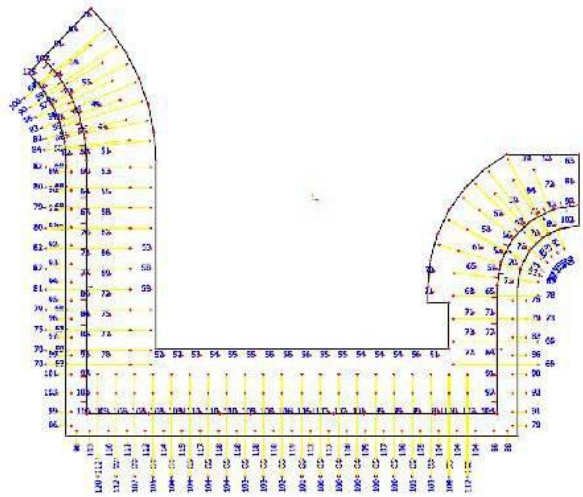
Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties opleglandhoofd – paalbelastingen

Comb.	Omschrijving	BG en factoren
OLH-UGT1a 6.10a	Max. neerwaartse belasting	1,25x(BG1+3+4+5) + 0,9xBG2 + 1,0xBG6 ± 0,96xBG8

Waarin:

BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting



Figuur 5.2-1 Maximale paalreacties UGT – 3D weergave

Figuur 5.2-2 Maximale paalreacties UGT – Bovenaanzicht

Onderdeel		Optredend		Capaciteit		UC	Conclusie
Maatgevende paalpuntkracht	Rz	**120**	[kN]	**100**	[kN]	**1,20**	**Voldoet niet**
Gemiddelde paalpuntkracht	Rz	**105**	[kN]	**100**	[kN]	**1,05**	**Acceptabel**

Bovenstaand zijn de maatgevende paalkrachten weergegeven. Tevens is aandeel van de permanente belasting t.o.v. de totale belasting beschreven. De exacte capaciteit van de funderingspalen is onbekend.

Het aandeel van de permanente belasting (rekenwaarde) ten opzichte van de totale belasting (rekenwaarde) wordt in onderstaande tabel weergegeven.

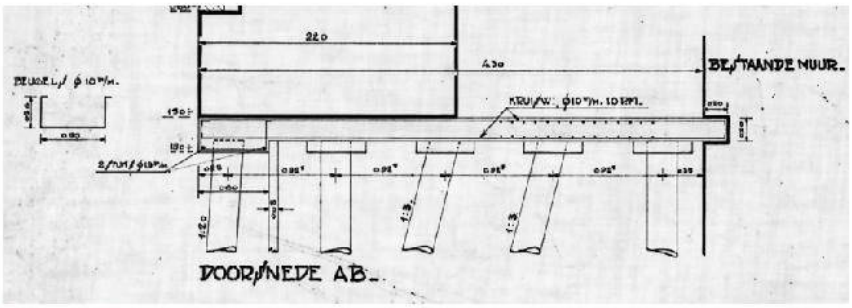
BG.	$R_{totaal;repr}$ [kN]	γ	$R_{totaal;d}$ [kN]	
1 E.G.	**1047**	1,15	1205	
2 Opw druk	**-1531**	0,9	-1377	
3 E.G. mw	**8292**	1,15	9535	
4 P.b dek	**150**	1,15	173	
5 Grondbel	**7095**	1,15	8160	
		$R_{totaal,perm;d}$	**17696**	**83%**
		$R_{totaal,UGT;d}$	**21221**	**100%**

De variatie in stijfheid van het metselwerk is onderzocht. Geconcludeerd is dat dit van geringe, maar verwaarloosbare invloed op de paalreacties is. Er is gekozen om slechts de volledige in- en uitvoer van het hoofdmodel te presenteren om de overzichtelijkheid te waarborgen en een (onnodig) grote uitvoer te voorkomen. De gemetselde front- en vleugelwanden zijn gefundeerd op een betonnen plaat. Als gevolg van het aantal opleggingen de hoogte van de wand is sprake van directe lastafdracht. Controles m.b.t. buigtrekspanningen in het metselwerk zijn om bovengenoemde redenen niet uitgevoerd.

Conclusie

Het werkelijke paaldraagvermogen is onbekend. Op basis van de "Leidraad beoordeling constructieve veiligheid" van gemeente Amsterdam mag hiervoor worden uitgegaan van 100 kN per paal. Op basis van deze aanname wordt voor zowel het opleglandhoofd als het kelderlandhoofd de capaciteit lokaal (max. 20%) overschreden. Wanneer naar de gemiddelde waarde van de voorste palenrijen wordt gekeken, is de overschrijding gering (ca. 5%).

5.2.2. Funderingsplaat opleglandhoofd



Figuur 5.2-3 Doorsnede funderingsplaat opleglandhoofd

Zowel boven als onder is in beide richtingen wapening Ø10-100 (QR24, f_{yd} = 209 N/mm²) aanwezig. De plaatdikte bedraagt minimaal 200 mm.

Momentcapaciteit

M_{Rd} = 765 mm²/m x 209 N/mm² x 0,9 x (200-25-12/2=169) mm x 10^{-6} **≈ 24 kNm/m**

Dwarskrachtcapaciteit cf. [11] art. 6.2.2 (1)

V_{min} = 0,82 x $1,2^{3/2}$ x $2^{3/2}$ x√25/240 x 0,9 x 200 mm **≈ 177 kN/m**

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties opleglandhoofd – funderingsplaat

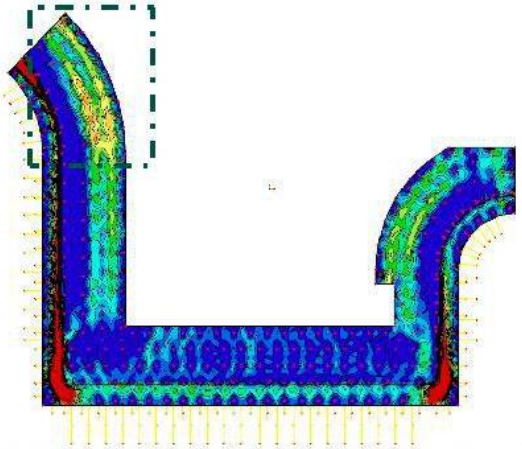
Comb.	Omschrijving	BG en factoren
OLH-UGT2 6.10a	Max. neerwaartse belasting	1,25x(BG1+3+4+5) + 0,9xBG2 + 0,96x(BG7+8)
OLH-UGT3 6.10a	Min. neerwaartse belasting	0,9x(BG1+3+4+5) + 1,25xBG2

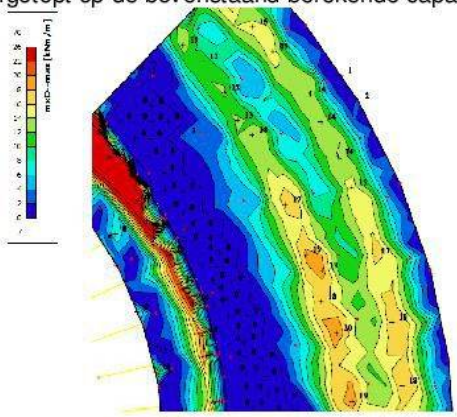
Waarin:

BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

Berekeningsresultaten EEM-model

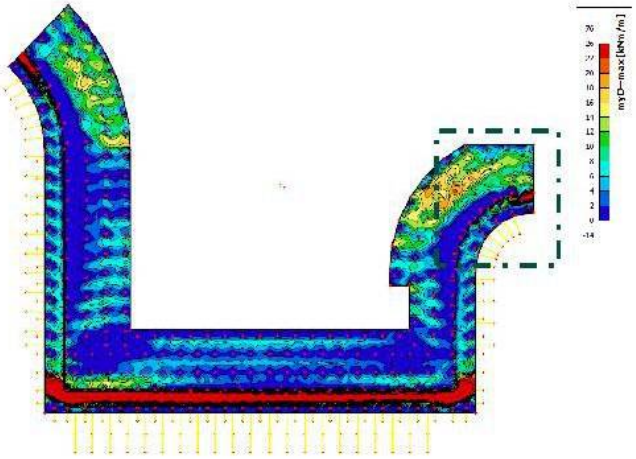
In de volgende afbeeldingen is zijn de maximale waarden afgetopt op de bovenstaand berekende capaciteit.

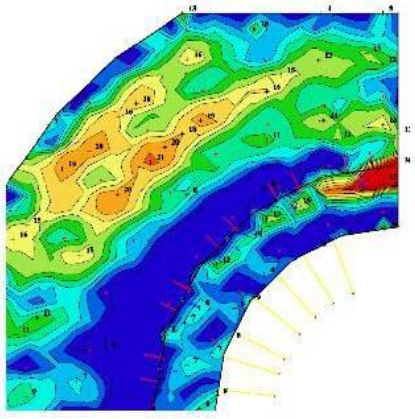




Figuur 5.2-4 – M_{xD-} (omhullende UGT) – afgetopt op 26 kNm/m

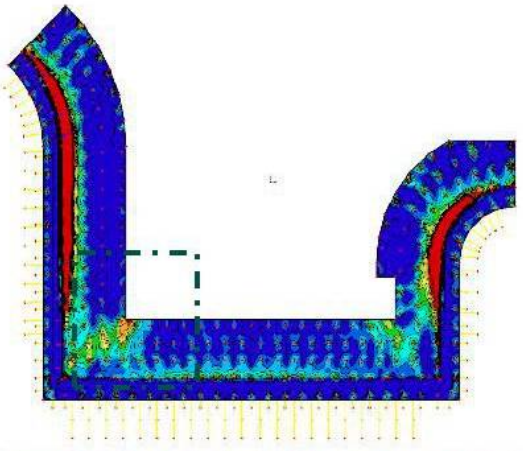
Lokaal maximum

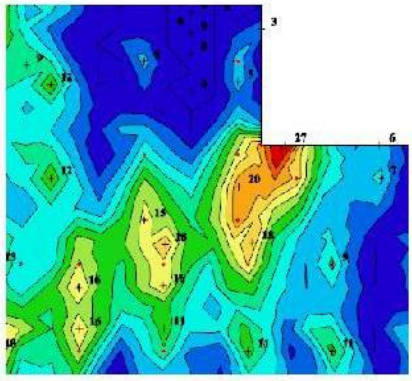




Figuur 5.2-5 – M_{yD-} (omhullende UGT) – afgetopt op 26 kNm/m

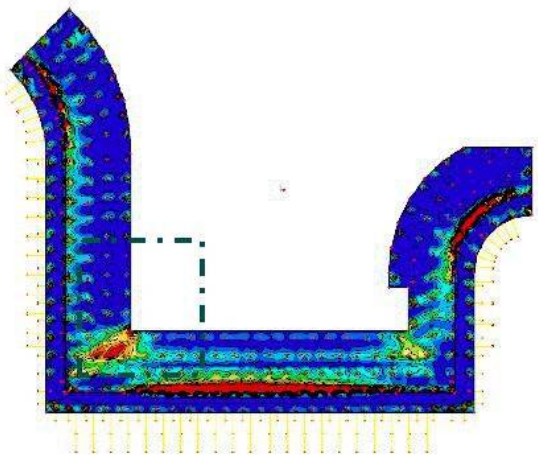
Lokaal maximum

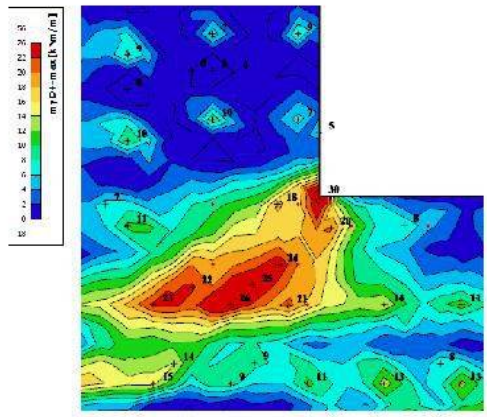




Figuur 5.2-6 – M_{xD+} (omhullende UGT) – afgetopt op 26 kNm/m

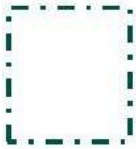
Lokaal maximum

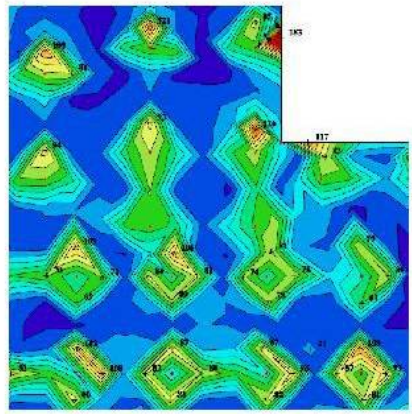




Figuur 5.2-7 – M_{yD+} (omhullende UGT) – afgetopt op 26 kNm/m

Lokaal maximum





Figuur 5.2-8 – q-max-b (omhullende UGT) – afgetopt op 150 kN/m

Lokaal maximum

Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit funderingsplaat

De maximale (piek)momenten en dwarskrachten zijn afgelezen op de locaties waar deze maximaal én realistisch zijn. Er is nog geen rekening gehouden met middeling van snedekrachten (over de lengte van een snede cf. RBK) en het aflezen van de dwarskrachten op een afstand d van de oplegging.

Tabel 5-1 Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit funderingsplaat opleglandhoofd

Onderdeel Funderingsplaat		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Maatgevende moment onder	M_{xD-}	15	[kNm]	24	[kNm]	0,63	**Voldoet**
Maatgevende moment onder	M_{yD-}	21	[kNm]	24	[kNm]	0,88	**Voldoet**
Maatgevende moment boven	M_{xD+}	27	[kNm]	24	[kNm]	1,13	**Acceptabel***
Maatgevende moment boven	M_{yD+}	26	[kNm]	24	[kNm]	1,08	**Acceptabel***
Maatgevende dwarskracht	$q_{max\text{-}b\text{-}max}$	126	[kN/m]	177	[kN/m]	0,71	**Voldoet**

* Piekmoment afgelezen en herverdeling mogelijk.

Ponscontrole

De ponsweerstand van de funderingsplaat (h=200mm) is bepaald met behulp van [redacted] en bedraagt 190 kN. De maximale ponsbelasting bedraagt 120 kN (max paalreactie).

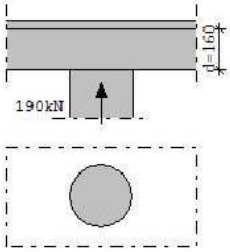
Pons . (B)

GEOMETRIE

Kolomvorm		: Rond
Kolomsoort		: Midden - onder de vloer - art. 6.4.4 (1) (6.47)
Betonkwaliteit		: C25/30
Nuttige hoogte d	[mm]:	160

Kolom

Breedte lastvlak c	[mm]:	250



WAPENING

Staalkwaliteit		: B500B			
Wapeningsratio ρ_{1y}		: 0.00000	Wapeningsratio ρ_{1z}	:	0.00000
Radiale afstand s_r	[mm]:	120	Tangentiële afstand s_t [mm]:		240
Beugel diameter	[mm]:	6	Hoek α	:	90

BELASTING

Kracht V_{Ed}	[kN]:	190.0

RESULTATEN

Ponsomtrek [mm]	$v_{Rd,c}$ [N/mm²]	$v_{Rd,max}$ [N/mm²]	v_{Ed} [N/mm²]	$v_{Rd,s}$ [N/mm²]	A_{sw}/s_r [mm²/mm]	A_{sw} [mm²]	code
u_0 785	n.v.t.	3.60	1.74	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
u_1 2796	0.49	3.60	0.49	0.00	0.00	0	[42]

Opmerkingen

[42] Er is geen ponswapening nodig (vEd < vRd,c).

Figuur 5.2-9 – q-max-b (omhullende UGT) – afgetopt op 150 kN/m

Tabel 5-2 Controle ponscapaciteit funderingsplaat opleglandhoofd

Onderdeel Funderingsplaat		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Ponscapaciteit	V_{ED}	**120**	[kNm]	**190**	[kNm]	**0,63**	**Voldoet**

Opgemerkt wordt dat dit een zeer conservatieve benadering is in verband met het verwaarlozen van het gunstige effect ten gevolg van de directe lastafdracht.

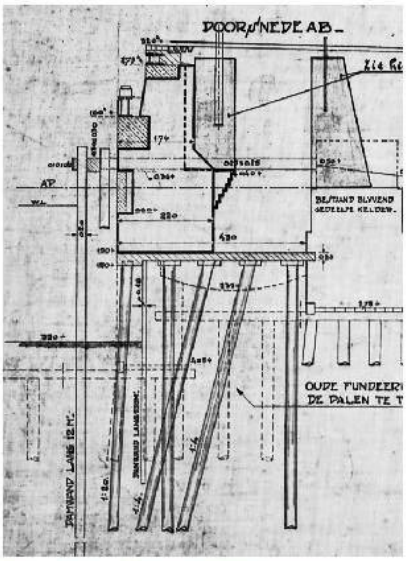
Conclusie

De capaciteit van de funderingsplaat is toereikend.

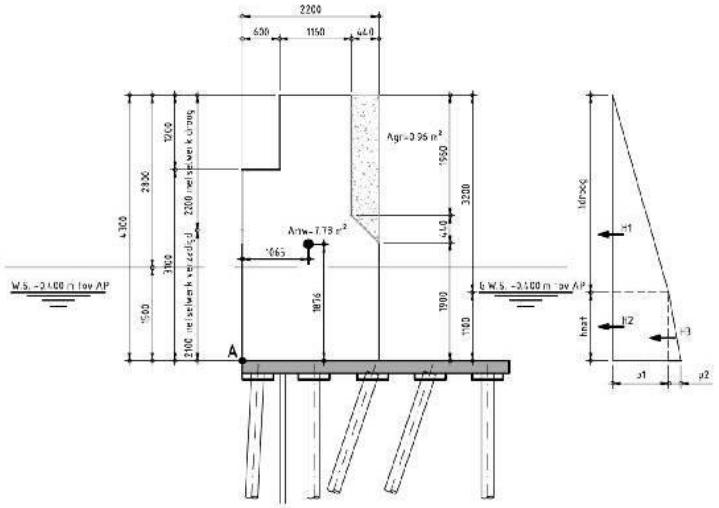
5.3. Resultaten en toetsing overige onderdelen opleglandhoofd

5.3.1. Stabiliteit frontwand

Zoals reeds in par. 3.3.1 is toegelicht, wordt aangenomen dat de frontwand van het opleglandhoofd een gemetselde gewichtsmuur met een hardstenen blokken betreft. Gezien de breedte van de muur (ca. 22 m) wordt een controle op kantelstabiliteit van de frontwand uitgevoerd.



Figuur 5.3-1 – Fragment [T6] –frontwand



Figuur 5.3-2 – Schematisering t.b.v. beschouwing

De aandrijvende krachten bestaan uit de gronddruk en door verkeersbelasting achter het landhoofd. Het eigen gewicht van het metselwerk en de grond op de frontwand moeten de stabiliteit waarborgen.

Eigen gewicht metselwerk

A_{mw}		7.78	m²			
$\gamma_{mw,eq}$		18.7	kN/m³			

Conform leidraad Amsterdam: $\gamma_{metselwerk}$ = 20 kN/m³. $\gamma_{metselwerk}$ = 23 kN/m³ tot 1,0 m boven WS.

$A_{mw,verz,onder\ w}$	2.42	m²	$\gamma_{mw,verz,onder}$	13	kN/m³
$A_{mw,verz,boven\ w}$	2.17	m²	$\gamma_{mw,verz,boven}$	23	kN/m³
$A_{mw,droog}$	3.19	m²	$\gamma_{mw,droog}$	20	kN/m³
A_{mw}	**7.78**	m²	$\gamma_{mw,eq}$	**18.66**	kN/m³

G_{mw}	A_{mw} x γ_{mw}	145.17	kN/m	
a_{mw}		1.065	m	
M_{gmw}	G_{mw} x a_{mw}	**154.61**	kNm/m	(rechtsom)

Eigen gewicht grond

A_{grond}		0.96	m^2	
G_{grond}	$A_{grond} \times \gamma_{drooq}$	17.28	kN/m	
a_{grond}		1.98	m	
M_{grond}	$G_{grond} \times a_{grond}$	**34.21**	kNm/m	(rechtsom)

Horizontale gronddruk

Niveau

b.k. frontwand	2.800	m t.o.v. AP
GWS	-0.400	m t.o.v. AP
O.k. frontwand	-1.500	m t.o.v. AP
h_{totaal}	4.30	m
h_{droog}	3.20	m
h_{nat}	1.10	m

Volumieke massa

γ_{drooq}		18.0	kN/m^3
γ_{nat}		20.0	kN/m^3
γ_{water}		10.0	kN/m^3
λ_a	actieve gronddruk	0.33	[-]

Verticale korreldrukken

p1	$h_{drooq} \times \gamma_{drooq}$	-57.60	kN/m^2
p2	$h_{nat} \times (\gamma_{nat} - \gamma_{water})$	-11.00	kN/m^2

Hefboomsarm

a1	$h_{nat} + (h_{droog}/3)$	2.17	m
a2	$1/2 \times h_{nat}$	0.55	m
a3	$1/3 \times h_{nat}$	0.37	m

Resulterende horizontale kracht

H1	$1/2 \times h_{droog} \times p1 \times \lambda_n$	-30.41	kN/m1
H2	$h_{nat} \times p1 \times \lambda_n$	-20.91	kN/m1
H3	$1/2 \times h_{nat} \times p2 \times \lambda_n$	-2.00	kN/m1

Moment om A

M1	H1 x a1	-65.89	kNm/m	
M2	H2 x a2	-11.50	kNm/m	
M3	H3 x a3	-0.73	kNm/m	
	$\Sigma M =$	**-78.13**	kNm/m	(linksom)

Verkeersbelasting achter landhoofd

$q_{verkeer}$		**-20.0**	kN/m²	
$q_{verkeer.hor}$	$q_{verkeer} \times \lambda_n$	-6.6	kN/m²	
$F_{verkeer.hor}$	$q_{verkeer.hor} \times h_{totaal}$	-28.4	kN/m	
$a_{verkeer}$	$1/2 \times h_{totaal}$	2.15	m	
$M_{verkeer}$	$F_{verkeer.hor} \times a_{verkeer}$	**-61.02**	kNm/m	(linksom)

Moment t.o.v. A		**Rep**	**6.10a**		**6.10b**		
Richting	**Belasting**	**$M_{E,rep}$ kNm/m**	**$\gamma_{G/Q}$**	**M_{Ed} kNm/m**	**$\gamma_{G/Q}$**	**M_{Ed} kNm/m**	
rechtsom	$EG_{metselwerk}$	154.61	0.90	139.15	0.90	139.15	
	EG_{grond}	34.21	0.90	30.79	0.90	30.79	
	Resulterend	***188.82***		***169.94***		***169.94***	(rechtsom)
linksom	Gronddruk	-78.13	1.15	-89.85	1.10	-85.9389	
	Verkeersbelasting	-61.017	1.00	-61.02	1.20	-73.2204	
	Resulterend	***-139.14***		***-150.86***		***-159.16***	(linksom)
Controle	**UC_{rep}**	**0.74**	**$UC_{6.10a}$**	**0.89**	**$UC_{6.10b}$**	**0.94**	
	aandeel verkeer	*23%*		*23%*		*29%*	

Conclusie

De kantelstabiliteit is toereikend. Ten aanzien van de hoge UC van 0.94 [-] wordt opgemerkt dat de in rekening gebrachte verkeersbelasting á 20 kN/m² aan de conservatieve kant is voor deze globale controle.

5.4. Resultaten en toetsing kritische onderdelen kelderlandhoofd

Zie bijlage B voor de in- en uitvoer van de berekening van het opleglandhoofd m.b.v [redacted] De berekeningen van de capaciteit van de doorsneden is opgenomen in bijlage D.

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties kelderlandhoofd – paalbelastingen

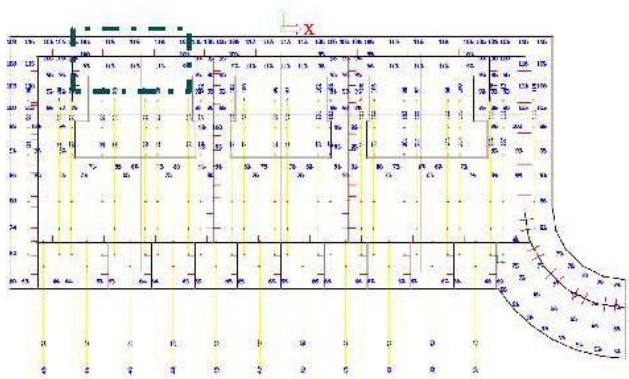
Comb.	Omschrijving	BG en factoren
KLH-UGT1a 6.10a	Max. neerwaartse belasting	1,25x(BG1+3+5) + 0,9xBG2 + 1,0xBG6 ± 1,0xBG9
KLH-UGT1b 6.10a	Max. neerwaartse belasting	1,25x(BG1+3+4+5) + 0,9xBG2 + 0,96xBG8 ± 0,96xBG9
KLH-UGT2 6.10a	Min. neerwaartse belasting	0,9x(EG+RB+PB+GR) + 1,25xW

Waarin:

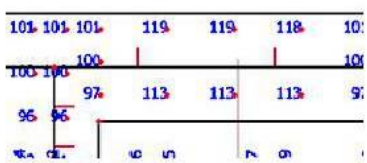
BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

5.4.1. Paalkrachten kelderlandhoofd

De maximale paalreactie bedraagt119 kN (K3007, comb. UGT1a) en treedt op in de korte loodpalen onder de frontwand. De gemiddelde waarde van de voorste rijen korte loodpalen bedraag ca. 110 kN (min. 100 kN, max 119 kN). De gemiddelde waarde van de voorste rijen lange loodpalen (17 m) bedraagt ca. 98 kN (min. 96 kN, max. 100 kN). Het veronderstelde minimale paaldraagvermogen van 10 ton (100 kN) conform [12] wordt hiermee gering overschreden.



Figuur 5.4-1 Maximale paalreacties UGT – 3D weergave



Figuur 5.4-2 Maximale paalreacties UGT – Bovenaanzicht

Onderdeel		Optredend	
Maatgevende paalpuntkracht	Rz	**119**	[kN]
Gemiddelde paalpuntkracht	Rz	**110**	[kN]

Bovenstaand zijn de maatgevende paalkrachten weergegeven. Tevens is aandeel van de permanente belasting t.o.v. de totale belasting beschreven. De exacte capaciteit van de funderingspalen is onbekend.

Het aandeel van de permanente belasting (rekenwaarde) ten opzichte van de totale belasting (rekenwaarde) wordt in onderstaande tabel weergegeven.

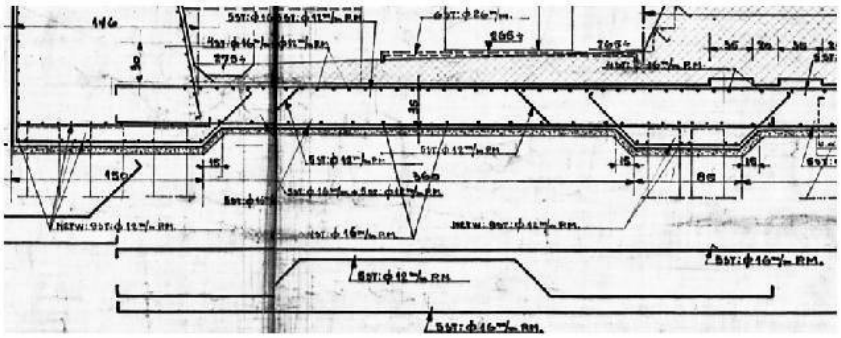
BG.	$R_{totaal;repr}$ [kN]	γ	$R_{totaal;d}$ [kN]	
1 E.G.	**13240**	1,25	16550	
2 Opw druk	**-6554**	0,9	-5899	
3 E.G. mw	**5807**	1,25	7259	
4 P.b dek	**1840**	1,25	2300	
5 Grondbel	**4404**	1,25	5505	
		$R_{totaal,perm;d}$	**25715**	**87%**
		$R_{totaal,UGT;d}$	**29707**	**100%**

Conclusie

Het werkelijke paaldraagvermogen is onbekend. Op basis van de "Leidraad beoordeling constructieve veiligheid" van gemeente Amsterdam mag hiervoor worden uitgegaan van 100 kN per paal. Op basis van deze aanname wordt voor zowel het opleglandhoofd als het kelderlandhoofd de capaciteit lokaal (max. 20%) overschreden. Wanneer naar de gemiddelde waarde van de voorste palenrijen wordt gekeken, is de overschrijding gering (ca. 10%).

5.4.2. Vloer kelderlandhoofd

De moment- en dwarskrachtcapaciteit van de diverse constructieonderdelen is bepaald in Bijlage E. Zoals reeds toegelicht in par. 3.3.4 zal alleen het gedeelte van de vloer tussen de palen worden beschouwd, omdat dit het meest kritische onderdeel van de keldervloer is.



Figuur 5.4-3 Doorsnede E-E Fragment vloer

Tabel 3.4.2 –Momentcapaciteit kelderlandhoofd – funderingsplaat

Locatie	Zijde	Laag	Wapening		M_{Rd} [kNm]
Keldervloer	Bovenzijde	1e laag	Ø16-200 + Ø12-200 (opgebogen)	$M_{Rd,y+}$	**103**
		2e laag	Ø16-250 + Ø12-250 (opgebogen)	$M_{Rd,x+}$	**79**
	Onderzijde	1e laag	Ø16-200 + Ø12-200 (opgebogen)	$M_{Rd,y-}$	**103**
		2e laag	Ø16-250 + Ø12-250 (opgebogen	$M_{Rd,x-}$	**79**

Opm. De 1e laag betreft de wapening in de lengte-richting (y-richting) van de kelder (// as rijbaan).

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties kelderlandhoofd – funderingsplaat

Comb.	Omschrijving	BG en factoren
KLH-UGT3 6.10a	Max. neerwaartse belasting	1,25x(BG1+3+4+5) + 0,9xBG2
KLH-UGT4 6.10a	Min. neerwaartse belasting	0,9x(BG1+3+4+5) + 1,25xBG2

Waarin:

BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

Berekeningsresultaten EEM-model

In de volgende afbeeldingen is zijn de maximale waarden afgetopt om een duidelijkere uitvoer te genereren.

Figuur 5.4-4 – M_{yD+} (omhullende UGT)

Figuur 5.4-5 – M_{xD+} (omhullende UGT)

Figuur 5.4-6 – M_{yD-} (omhullende UGT)



Figuur 5.4-7 – M_{xD-} (omhullende UGT)

Figuur 5.4-8 – q-max-b-max (omhullende UGT)

Snedecontroles

Tabel 5-3 Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit funderingsplaat kelderlandhoofd

Onderdeel Funderingsplaat		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Maatgevende moment boven lg	$M_{Rd,y+}$	41	[kNm]	103	[kNm]	0,40	Voldoet
Maatgevende moment boven dw	$M_{Rd,x+}$	38	[kNm]	79	[kNm]	0,48	Voldoet
Maatgevende moment onder lg	$M_{Rd,y-}$	12	[kNm]	103	[kNm]	0,12	Voldoet
Maatgevende moment onder dw	$M_{Rd,x-}$	25	[kNm]	79	[kNm]	0,32	Voldoet
Maatgevende dwarskracht	q_{max-b}	136	[kN/m]	201	[kN/m]	0,67	Voldoet

Pons

Pons is niet maatgevend, boven de palen bevinden zich wanden of stampbeton.

Conclusie

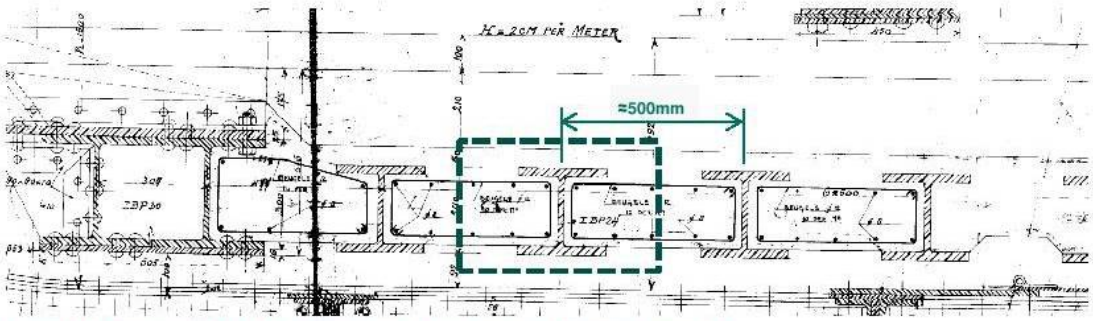
De capaciteit van de keldervloer is toereikend.

5.4.3. Dak basculekelder

Het bereden dak van de basculekelder is opgebouwd uit 2 delen. Het gedeelte boven het val betreft een betonnen dek met ingebetonneerde stalen liggers. Daarachter bevindt zich een gewapend betonnen dak van de gang.

5.4.3.1. Kelderdak basculekelder

Het lage gedeelte met de IBP24 liggers wordt beschouwd. De hoh-afstand is afgeschaald van tekening [T7] en bedraagt ca. 500 mm. De relevante parameters voor deze berekening zijn hieronder weergegeven:



Figuur 5.4-9 Fragment [T7] – Opbouw kelderdak basculekelder – beschouwd gedeelte

Voor de berekening wordt er in eerste instantie conservatief alleen de capaciteit van de stalen liggers beschouwd. De dwarskracht zal in overspanningsrichting voornamelijk door de lijven van de staalprofielen worden opgenomen. De dwarskrachtcapaciteit van de liggers wordt hieronder bepaald.

Ligger	f_{yk} [N/mm²]	f_{vk} [N/mm²]	b_{lijf} [mm]	h_{lijf} [mm]	V_{Rd} [kN/ligger]
IBP24	235	235/√3 = 135,7	17	240	**553**

Tabel 5-4 – Dwarskrachtcapaciteit stalen liggers

De momentcapaciteit wordt bepaald op basis van het elastische momentcapaciteit van de staaldoorsnede van de vergelijkbare HEB240.

Ligger	f_y [N/mm²]	$W_{v,el}$ [x10³ mm³]	M_{Rd} [kNm/ligger]
IBP24 (HEB240)	235	938	**220**

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties kelderlandhoofd – dak basculekelder

Comb.	Omschrijving	BG en factoren
KLH-UGT5 6.10b	Max. moment/dwarskracht	1,15x(BG1+3+5) + 1,20xBG9a
KLH-UGT5 6.10b	Max. moment/dwarskracht	1,15x(BG1+3+5) + 1,20xBG9b

Waarin:

BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

Berekeningsresultaten EEM-model

In de volgende afbeeldingen zijn de maximale staafkrachten in de stalen liggers weergegeven.

Opmerking: voor de berekening is aangenomen dat het kelderdak ter plaatse van de tussenwanden over de gehele lengte is ondersteund. De archiefgegevens bevatten onvoldoende informatie over de oplegging van het kelderdak ter plaatse van de tussenwanden. In het model is tevens uitgegaan van doorgaande stalen liggers over de volledige lengte. Mogelijk kunnen de liggers ook statisch bepaald per veld zijn opgelegd. Het was niet mogelijk om dit te verifiëren tijdens de schouw, omdat de liggers alleen in open toestand van het val zichtbaar zijn en de kelder dan niet toegankelijk is.

Figuur 5.4-10 – M_y (UGT6)

Figuur 5.4-11 – V_z (UGT6)

Snedecontroles

Tabel 5-5 Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit dak basculekelder

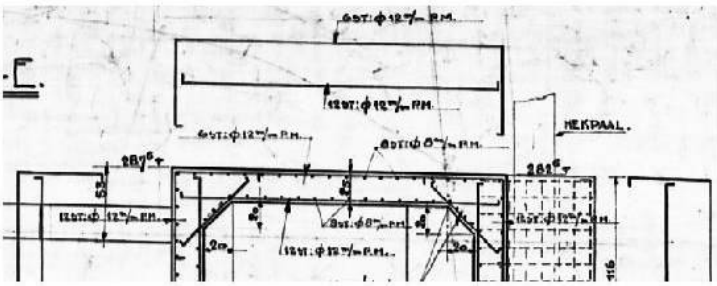
Onderdeel dak basculekelder		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Maatgevende moment onder	M_{y-}	75	[kNm]	220	[kNm]	0,34	**Voldoet**
Maatgevende moment boven	M_{y+}	156	[kNm]	220	[kNm]	0,70	**Voldoet**
Maatgevende dwarskracht	V_z	184	[kN]	553	[kN]	0,33	**Voldoet**

Conclusie
Op basis van de uitgangspunten wordt voldaan aan de gestelde sterkte-eisen ten aanzien van het bereden kelderdak ter plaatse van de basculekelder.

In de berekening is aangenomen dat het doorgaande stalen liggers betreffen. Indien de liggers statisch bepaald zijn uitgevoerd, moet de som van de momenten (M_{Ed} = 75 kNm + 156 kNm = 231 kNm) kunnen worden opgenomen door het veld (M_{Rd} = 220 kNm). De overschrijding UC (231 / 220) = 1,05 [-] is dan acceptabel, aangezien de capaciteit is conservatief vastgesteld.

5.4.3.2. Kelderdak gang achter basculekelder

De moment en dwarskrachtcapaciteit van het dak van de keldergang is bepaald in bijlage E.



Figuur 5.4-12 – Wapening dak keldergang

Tabel 3.4.2 –Momentcapaciteit kelderlandhoofd – dak keldergang

Locatie	Zijde	Laag	Wapening		M_{Rd} [kNm/m]	bron
Dak keldergang	Bovenzijde	1e laag	Ø12-167	$M_{Rd,y+}$	**31**	Bijlage E, snede M5
	Onderzijde	1e laag	Ø12-83	$M_{Rd,y-}$	**61**	Bijlage E, snede M3
		2e laag	Ø8-125	$M_{Rd,x-}$	**18**	Bijlage E, snede M4

Opm. De 1e laag betreft de wapening in de lengterichting (y-richting) van de kelder (// as rijbaan).

Tabel 3.4.2 –Dwarskrachtcapaciteit kelderlandhoofd – dak keldergang

Locatie	h [mm]	Wapening	V_{Rd} [kNm/m]	bron
Dak keldergang	250	Ø12-167	**211**	Bijlage E, snede D3

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties kelderlandhoofd – dak keldergang

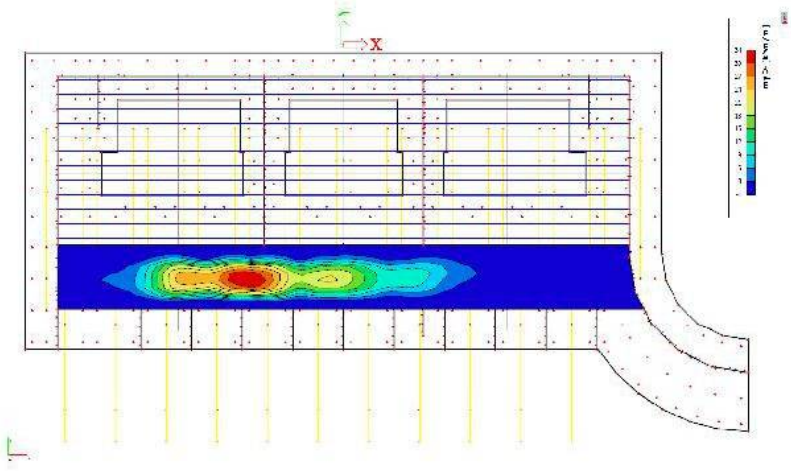
Comb.	Omschrijving	BG en factoren
KLH-UGT7 6.10b	Max. moment/dwarskracht	1,15x(BG1+3+5) + 1,20xBG9c

Waarin:

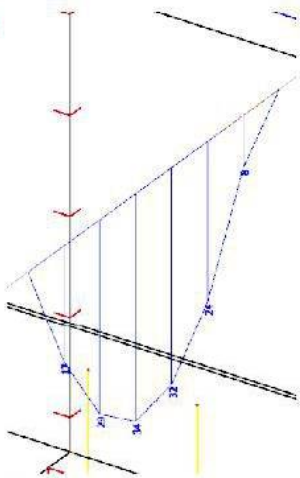
BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

Berekeningsresultaten EEM-model

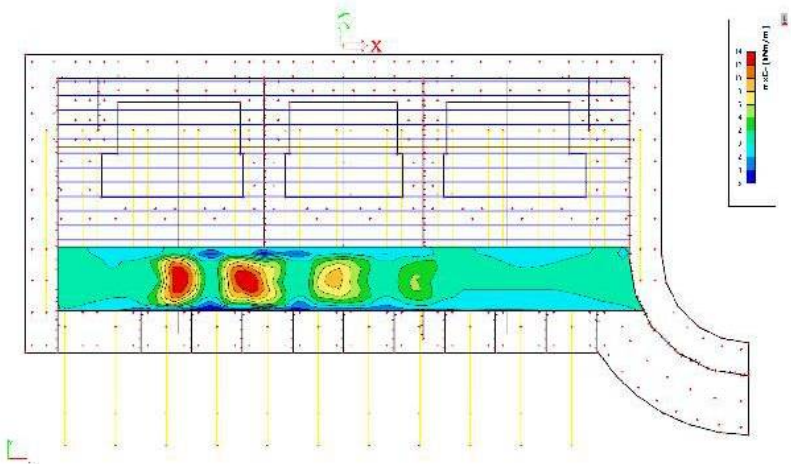
De volgende afbeeldingen geven de krachtswerking in het dak van de gang achter de basculekelder weer.



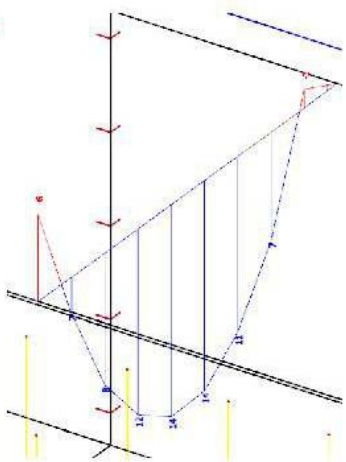
Figuur 5.4-13 – M_{yD-} (UGT7)



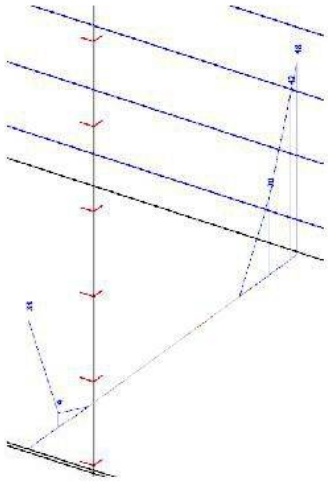
Snede kelderdak



Figuur 5.4-14 – M_{xD-} (UGT7)

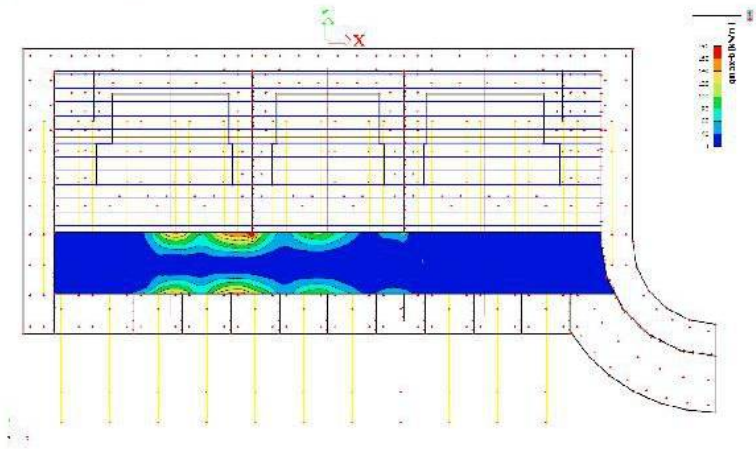


Snede kelderdak

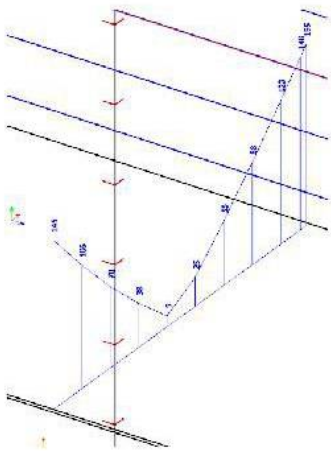


Figuur 5.4-15 – M_{yD+} (UGT7)

Snede kelderdak



Figuur 5.4-16 – q-max-b (UGT7)



Snede kelderdak

Snedecontroles

Tabel 5-6 Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit dak keldergang

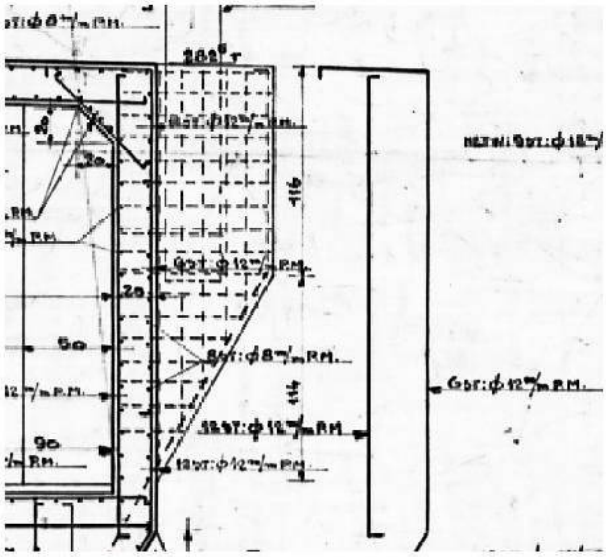
Onderdeel dak keldergang		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Maatgevende moment onder lg	M_{yD-}	34	[kNm]	61	[kNm]	0,56	Voldoet
Maatgevende moment onder dw	M_{xD-}	14	[kNm]	18	[kNm]	0,77	Voldoet
Maatgevende moment boven lg	M_{yD+}	20	[kNm]	31	[kNm]	0,65	Voldoet
Maatgevende dwarskracht	q_{max-b}	123	[kN/m]	211	[kN/m]	0,58	Voldoet

Conclusie

De capaciteit van het dak van de keldergang is toereikend.

5.4.3.3. Achterwand kelder

De moment en dwarskrachtcapaciteit van het dak van de keldergang is bepaald in bijlage E. De normaalkracht in de wand is gering en derhalve niet meegenomen ten gunste van de capaciteit.



Figuur 5.4-17 – Wapening achterwand keldergang

Tabel 3.4.2 –Momentcapaciteit kelderlandhoofd – achterwand keldergang

Locatie	Zijde	Richting	Laag	Wapening		M_{Rd} [kNm/m]	bron
Wand gang Grondzijde	Binnenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-83	$M_{Rd,y+}$	**47**	Bijlage E, snede M5
		Horizontaal	2e laag	Ø8-125	$M_{Rd,x+}$	**13**	Bijlage E, snede M3
	Buitenzijde	Verticaal	1e laag	Ø12-166	$M_{Rd,y-}$	**24**	Bijlage E, snede M4

Tabel 3.4.2 –Dwarskrachtcapaciteit kelderlandhoofd – achterwand keldergang

Locatie	h [mm]	Wapening	V_{Rd} [kNm/m]	bron
Wand keldergang	200	Ø12-167	**168**	Bijlage E, snede D4

Belastingcombinaties

Tabel 3.4.2 – Gehanteerde belastingcombinaties kelderlandhoofd – achterwandkeldergang

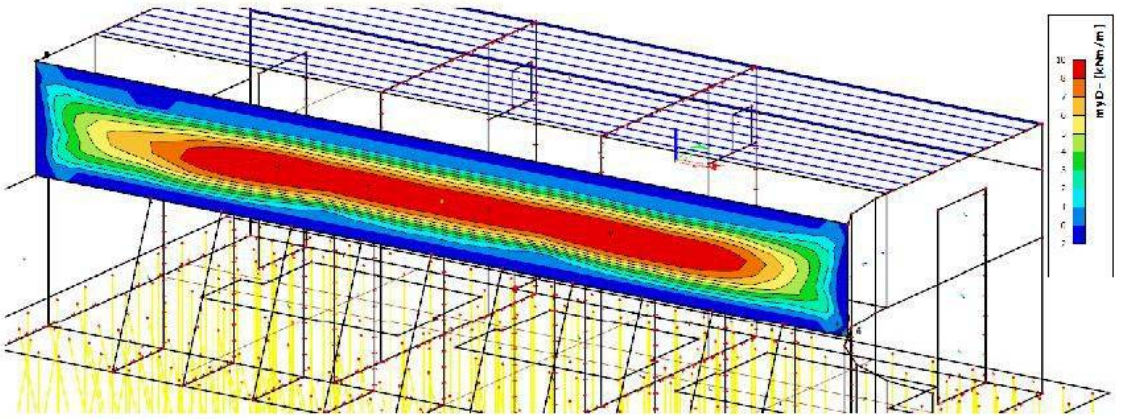
Comb.	Omschrijving	BG en factoren
KLH-UGT8 6.10b	Max. moment/dwarskracht	1,15x(BG1+3+5) + 1,20xBG7

Waarin:

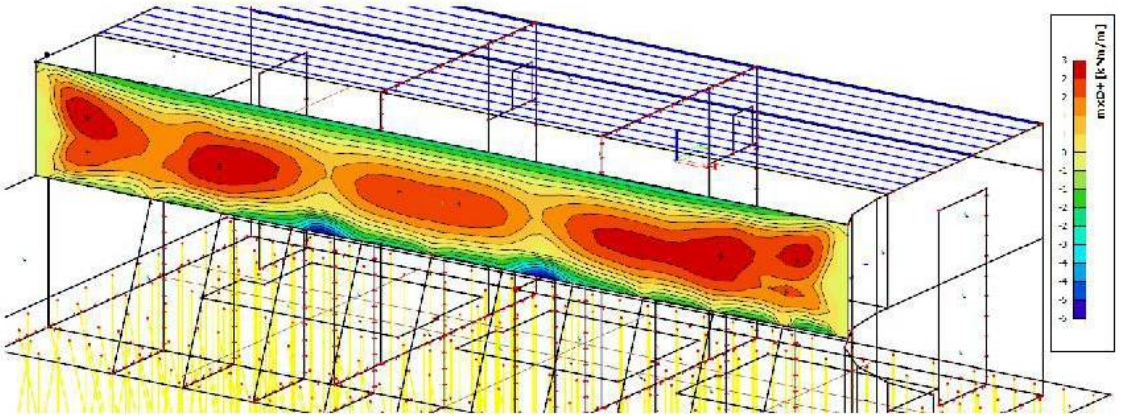
BG1 = Eigen gewicht
BG2 = Opwaartse waterdruk
BG3 = Rustende belasting
BG4 = Permanent + Eigen gewicht val (BGT)
BG5 = Grond (verticaal + horizontaal
BG6 = Verkeersbelasting uit brugdek (UGT)
BG7 = Verkeersbel. achter LH 20 kN/m²
BG8 = Horizontale verkeersbelasting
BG9 = Verkeersbelasting op kelderdak (vert.)

Berekeningsresultaten EEM-model

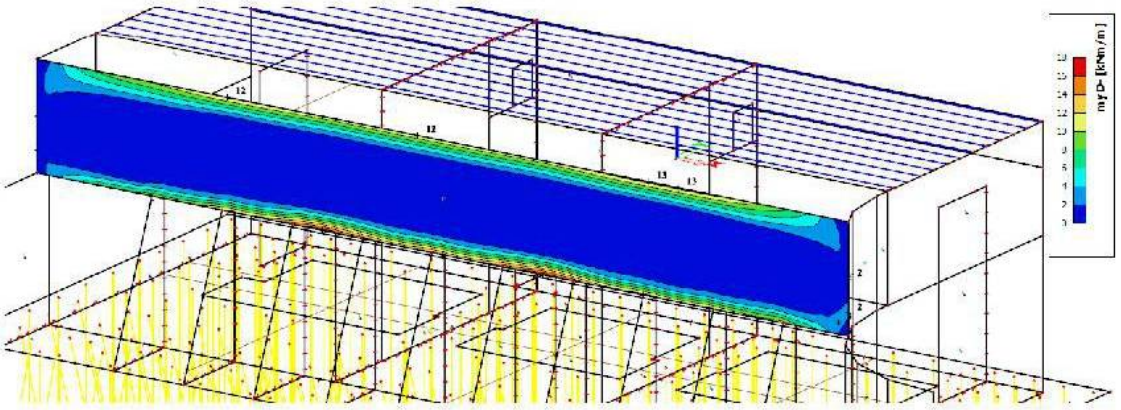
De volgende afbeeldingen geven de krachtswerking in het dak van de gang achter de basculekelder weer.



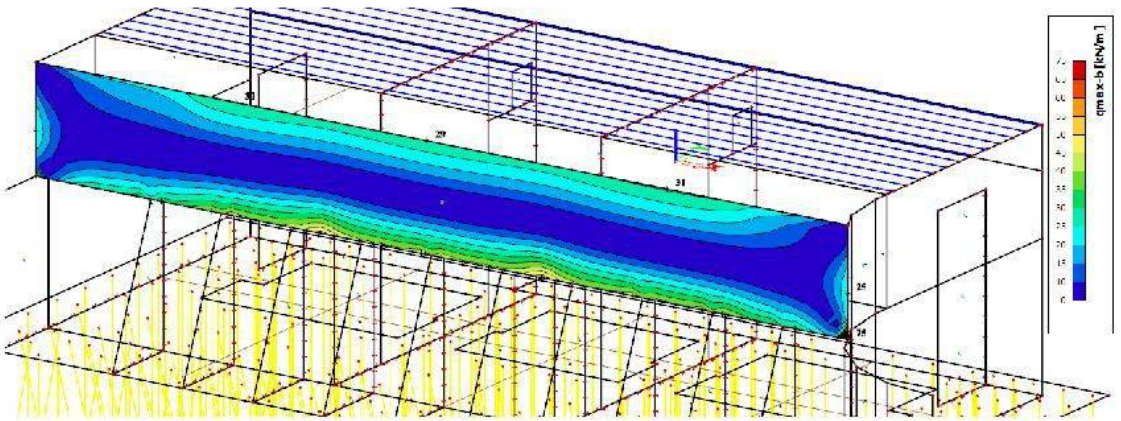
Figuur 5.4-18 – M_{yD+} (UGT8)



Figuur 5.4-19 – M_{xD+} (UGT8)



Figuur 5.4-20 – M_{yD-} (UGT8)



Figuur 5.4-21 – q-max-b (UGT8)

Snedecontroles

Tabel 5-7 Controle moment- en dwarskrachtcapaciteit achterwand keldergang

Onderdeel dak keldergang		Optredend		Capaciteit		U.C.	
Maatgevende moment binnen vert.	M_{yD+}	10	[kNm]	47	[kNm]	0,21	Voldoet
Maatgevende moment binnen hor.	M_{xD+}	3	[kNm]	13	[kNm]	0,23	Voldoet
Maatgevende moment buiten vert.	M_{yD-}	13	[kNm]	24	[kNm]	0,54	Voldoet
Maatgevende dwarskracht	q_{max-b}	40	[kN/m]	168	[kN/m]	0,24	Voldoet

Conclusie
De capaciteit van de achterwand van de keldergang is toereikend.

6 Conclusie en advies

6.1. Conclusie

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten wordt geconcludeerd dat wordt voldaan aan het vereiste veiligheidsniveau voor bestaande constructies op verbouwniveau voor een restlevensduur van 30 jaar. Hierbij wordt opgemerkt dat de schouw door de constructeur nog dient te worden uitgevoerd en dat een aantal berekeningsuitgangspunten tijdens deze schouw dienen te worden geverifieerd. Dit kan mogelijk leiden tot nader onderzoek en van invloed zijn op de berekeningsresultaten.

Het paaldraagvermogen is onbekend. Op basis van de "Leidraad beoordeling constructieve veiligheid" van gemeente Amsterdam mag hiervoor worden uitgegaan van 100 kN per paal. Op basis van deze aanname wordt voor zowel het opleglandhoofd als het kelderlandhoofd de capaciteit lokaal (max. 20%) overschreden. Wanneer naar de gemiddelde waarde (rekenwaarde UGT) van de voorste palenrijen wordt gekeken, is de overschrijding gering (ca. 5%). Deze geringe overschrijding wordt acceptabel geacht.

De landhoofden worden namelijk voornamelijk belast door eigen gewicht en rustende belasting (+/- 80%). Op dit moment zijn er geen schades bekend die duiden op overbelasting van de fundatie in de vorm van (on)gelijkmatige zettingen. De maximale paalbelastingen zijn bepaald op basis van de maatgevende UGT-combinatie (6.10a), waarbij een belastingfactor voor 1,20 [-] voor het eigen gewicht en de rustende belasting in rekening is gebracht. Hoewel aan de belastingkant dus nog enige marge aanwezig is, blijft de daadwerkelijke capaciteit van de houten funderingspalen onbekend. Tevens is onbekend of er schades aan de houten palen zijn die mogelijk een negatieve invloed kunnen hebben op het draagvermogen.

Ten aanzien van het bereden kelderdak ter plaatse van de basculekelder (betonnen dak met ingebetonneerde stalen liggers) wordt op basis van de uitgangspunten voldaan aan de gestelde sterkte-eisen. De uitgangspunten met betrekking tot de randvoorwaarden (opleggingen) en de geometrie dienen nog te worden geverifieerd tijdens de schouw. Indien de gehanteerde uitgangspunten niet met voldoende zekerheid kunnen worden bevestigd, dient de invloed van deze uitgangspunten te worden onderzocht.

6.2. Advies

Er is geen direct risico ten aanzien van de constructieve veiligheid. Momenteel zijn er geen schades die duiden op overbelasting of ongelijkmatige zakking van de fundatie. Ten aanzien van de (kwaliteit van de) houten funderingspalen wordt geadviseerd om de paaldiameters te verifiëren en materiaalonderzoek uit te voeren naar de houtkwaliteit van de funderingspalen en het houten damwandscherm. Volgens de beschikbare archieftekeningen [T6] bevindt het bovenste gedeelte van de funderingspalen van de voorste palenrij aan de waterzijde van beide landhoofden zich boven het bodemniveau voor het houten damwandscherm. Met behulp van duikinspecties kunnen deze onderzoeken worden uitgevoerd.

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten en de overige uitgevoerde controles van de kritische constructie onderdelen van de onderbouw van de Willemsbrug, kan de onderbouw nog ten minste voor 30 jaar in stand worden gehouden bij voldoende en tijdig onderhoud.

Overbelasting van de fundatie zal niet leiden tot plotseling bezwijken van de constructie, maar zal zich uiten in (on)gelijkmatige zetting en/of horizontale verplaatsingen van de onderbouw (kelder- en/of opleglandhoofd). Tijdens de reguliere inspecties kan extra aandacht worden besteedt aan scheefstanden van de landhoofden en kan tijdens de bediening van de brug worden gelet op het goed openen en sluiten van het val. Indien het val op den duur niet meer goed sluit of de voeg te breed of te smal wordt, kan dit duiden op verplaatsingen van de onderbouw (mogelijk als gevolg van overschrijding van de (paal)capaciteit).

BIJLAGEN

A. Uitgangspunten belastingen op onderbouw, Ingenieursbureau Amsterdam.

Gemeente Amsterdam

Versie 1
11 april 2018
Herberekening brug 151

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]			

Aanvullende informatie herberekening brug 151

Aanleiding

Door het modeleren van de bovenbouw van brug 151 is bepaald wat de belastingen zijn op de onderbouw. De toetsing van de bovenbouw is intern gedaan bij het Ingenieursbureau van de gemeente Amsterdam, de toetsing van de onderbouw wordt door een externe partij gedaan.

De belastingen vanuit de bovenbouw op de onderbouw zijn beschreven in het document *Brug 151 - [redacted] rapport – oplegreacties.*

[redacted] gebruikt dit rapport om de onderbouw te toetsen, echter zijn er nog enkele vragen vanuit [redacted] over het rapport gekomen. Deze vragen worden hieronder behandeld.

Uitgangspunten/invoer

Getoetste situatie

Het model van de bovenbouw is gemaakt naar aanleiding van de bouwtekeningen en de eventuele aanpassingen die in het bestaan van de brug zijn doorgevoerd. Er is uitgegaan van de daadwerkelijke verkeerssituatie met betrekking tot afmetingen van de rijbanen en delen voor langzaamverkeer.

Uitgangspunten belasting

Eigengewicht: Het eigengewicht van de constructie is bepaald door het modeleringsprogramma.
Rustende belasting: Voor de rustende belasting zijn de onderdelen uit de tekening opgenomen die geen constructief doel hebben. Daarbij moet gedacht worden aan bijvoorbeeld houten panelen, de slijtlaag en leuningwerk.
Verkeersbelasting verticaal: Deze verkeersbelasting is bepaald in de NEN-EN 1991-2
Verkeersbelasting horizontaal: Deze verkeersbelasting is bepaald in de NEN-EN 1991-2

Gehanteerde gevolgklasse

Volgens de leidraad Amsterdam voor het toetsen van bestaande constructies worden deze getoetst op gevolgklasse 2.

Belastingcombinaties

Omdat er geen tramrails aanwezig is op brug 151 wordt alleen het primaire belastingssysteem – BM1 gebruikt om de brug te toetsen.

Reducties

De toegepaste reducties van de belastingen uit NEN-EN 1991-2 volgen uit de NEN 8700, de norm voor de beoordeling van bestaande bouwwerken.

Uitvoer

Door [redacted] wordt gevraagd om de resulterende krachten per oplegging in tabelvorm aan te leveren. Ik ben van mening dat het reeds geleverde document hier voldoende in voorziet.

NEN-EN 1991-2, Eurocode 1 - Belastingen op constructies, Deel 2 - Verkeersbelastingen op bruggen

NEN-EN 8700 & 8701, Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren

Hoofdstuk 4 - Belastingen door wegverkeer en ander belastingen voor wegverkeersbruggen

$V_n :=$

Dit rekenblad geldt enkel voor gevolgklasse CC2 met een minimum referentieperiode van 15 jaar

$V_n = 2$ Veiligheidsniveau

$t_{ref} := 15$ jaar

$t_{ontwerp} := V_n \cdot t_{ref} = 30$ jaar

4.2.3 - rijwegindeling

verkeerscategorie: (tabel NB.5 - 4.5(n))

$vkc :=$

$N_{obs.a.ai} = 125000$

$N_{obs.a.ai} := 20000$

Voor herijking van bestaande bruggen is gekozen voor:
Echter voor onderhavige berekening heeft o.g. aangegeven geen afwijkingen op de norm toe te passen

Vrije indeelbaarheid:

rijwegbreedte: $w := 9.4 \cdot m$ tussen stootranden met hoogte > 100 mm !!!!

bruglengte: $L_{brug} := 14.6 \cdot m$

rijstrookbreedte: $w_{rb} := 3 \cdot m$

aantal rijstroken per rijbaan: $n_{rr} := 3$

aantal mogelijke rijstroken: $n_{th.l} := trunc\left(\frac{w}{w_{rb}}\right)$ $n_{th.l} = 3$ $i := 1 .. n_{th.l} + 1$

$w_{res} := w - n_{th.l} \cdot w_{rb}$ $w_{res} = 0.4\,m$

$w_{th_i} := w_{rb}$ $w_{th_{n_{th.l}+1}} := w_{res}$

$w_{th_i} =$ | 3 | 3 | 3 | 0.4 | m

Huidige rijbaanindeling:

rijwegbreedte: $w := 9.4 \cdot m$ (som van enkele en dubbele rijbaan op de gehele brug (zie 1991-2; 4.2.4(5))

bruglengte: $L_{brug} = 14.6\,m$

rijstrookbreedte: $w_{rb} := 3 \cdot m$

aantal rijstroken per rijbaan: $n_{rr} := 2$

aantal mogelijke rijstroken: $n_{th.l} := trunc\left(\frac{w}{w_{rb}}\right)$ $n_{th.l} = 3$ $i := 1 .. n_{th.l} + 1$

$w_{res} := w - n_{th.l} \cdot w_{rb}$ $w_{res} = 0.4\,m$

$w_{th_i} := w_{rb}$ $w_{th_{n_{th.l}+1}} := w_{res}$

$w_{th_i} =$ | 3 | 3 | 3 | 0.4 | m

4.3 Vertikale belastingen

4.3.2 BM 1 - Primair belastingssyteem (t.b.v. toetsing globale en lokale belastingeffecten)

$L := L_{brug} \cdot m^{-1}$ Lengte van pos. of neg. invloedsvlak

Reductiefactor: $C_{r.l} := \begin{cases} 0.6 + \frac{160}{200 + L} & \text{if } L > 200 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$ $C_{r.l} = 1.00$

2 geconcentreerde aslasten (TS)

$Q_{k2_i} := 0 \cdot kN$ $Q_{k_i} := 0 \cdot kN$ $Q_{k_1} := 300 \cdot kN$ $Q_{k_2} := 200 \cdot kN$ $Q_{k_3} := 100 \cdot kN$

$Q_{k2_1} := 2 \cdot Q_{k_1}$ $Q_{k2_2} := \begin{cases} 2 \cdot Q_{k_2} & \text{if } n_{th.l} > 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$ $Q_{k2_3} := \begin{cases} 2 \cdot Q_{k_3} & \text{if } n_{th.l} > 2 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

$\psi_{BM1.TS} := (0.8 \quad 0.8 \quad 0.4)$ (NEN-EN 1990, tabel NB.9 - A2.1)

gelijkmatig verdeelde belasting (UDL)

$q_{k_i} := 2.5 \cdot kN \cdot m^{-2}$ $q_{k_1} := 9.0 \cdot kN \cdot m^{-2}$

$q_{k_i} = \begin{pmatrix} 9.00 \\ 2.50 \\ 2.50 \\ 2.50 \end{pmatrix} \frac{kN}{m^2}$ $Q_{k2_i} = \begin{pmatrix} 600 \\ 400 \\ 200 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot kN$

$\psi_{BM1.UDL} := (0.4 \quad 0.8 \quad 0.4)$

(NEN-EN 1990, tabel NB.9 - A2.1)

correctiefactoren:

Indien niet nader gespecificeerd:

Of als rijweg met 3 of meer rijstroken is uitgevoerd en Nobs >= 2.000.000 per jaar: *(niet van toepassing)*

$\alpha_{q_i} := 1$ $\alpha_{Q_i} := 1$ $\alpha_{q_i} := \begin{cases} 1.40 & \text{if } n_{th.l} \geq 3 \wedge N_{obs.a.ai} \geq 2 \cdot 10^6 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$

(niet van toepassing)

$\alpha_{q_1} := \begin{cases} 1.15 & \text{if } n_{th.l} \geq 3 \wedge N_{obs.a.ai} \geq 2 \cdot 10^6 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases}$

Anders: NEN-EN1991-2: Tabel NB.1: met $N_{obs.a.ai} = 125000$

$\alpha_{q_i} := 0.96$ $\alpha_{Q_i} := 0.96$ $\alpha_{q_r} := 0.86$

Volgens NEN 8701, tabel 2, geldt voor BM1 en BM2 de volgende reductiefactor voor de trend t.o.v. 2060:

$nu := 2017$ $jaar := nu + t_{ontwerp} = 2047$

BM1: $L_{brug} = 14.6\,m$ tabel: $\alpha_{trend} := 0.99$

BM2: (met L_{brug}=20m) tabel: $\alpha_{trend.2} := 0.98$

Afwijkende waarden vastgesteld door opdrachtgever: *(niet van toepassing)*

$\alpha_{q_i} := 0.9$ $\alpha_{Q_i} := 1$ $\alpha_{q_r} := 0.8$ $\alpha_{trend} := 1$

$\alpha_{q_1} := 0.9$ $\alpha_{Q_1} := 0.9$

Belastingen BM1 voor herijking, met correctiefactoren:

$\alpha_{q_i} = \begin{pmatrix} 0.96 \\ 0.96 \\ 0.96 \\ 0.86 \end{pmatrix}$ $\alpha_{Q_i} = \begin{pmatrix} 0.96 \\ 0.96 \\ 0.96 \\ 0.96 \end{pmatrix}$

$q_{kc_i} := \alpha_{q_i} \cdot \alpha_{trend} \cdot q_{k_i}$

$Q_{kc_i} := \alpha_{Q_i} \cdot \alpha_{trend} \cdot Q_{k2_i}$

$q_{kc_i} = \begin{pmatrix} 8.55 \\ 2.38 \\ 2.38 \\ 2.13 \end{pmatrix} \cdot \frac{kN}{m^2}$ $Q_{kc_i} = \begin{pmatrix} 570 \\ 380 \\ 190 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot kN$

dekbelasting per wielprent: $Q_{wprent_i} := \frac{Q_{kc_i}}{4 \cdot 0.4 \cdot 0.4 \cdot m^2}$ $Q_{wprent_i} = \begin{pmatrix} 891 \\ 594 \\ 297 \\ 0 \end{pmatrix} \cdot \frac{kN}{m^2}$

4.3.3 BM 2 - Belasting door enkele as (t.b.v. toetsing lokale belastingeffecten)

$Q_{a.k} := 400 \cdot kN$ $\beta_Q := \alpha_{Q_1}$ $P_{a.k} := \beta_Q \cdot Q_{a.k}$ $P_{a.k} = 384 \cdot kN$ $\psi_{BM2} := (0 \quad 0.8 \quad 0)$

Belasting voor herijking met correctiefactoren:

$P_{a.k} := \beta_Q \cdot \alpha_{trend.2} \cdot Q_{a.k}$ $P_{a.k} = 376 \cdot kN$

wielafstand: $wa := 2 \cdot m$

dekbelasting per wielprent: $P_{a.k.prent} := \frac{P_{a.k}}{2 \cdot 0.35 \cdot 0.6 \cdot m^2}$ $P_{a.k.prent} = 896 \cdot \frac{kN}{m^2}$

4.3.4 BM 3 - Belasting door bijzondere voertuigen

n.v.t. $\psi_{BM3} := (0 \quad 1 \quad 0)$

4.3.5 BM 4 - Belasting door een mensenmenigte

n.v.t. $\psi_{BM4} := (0 \quad 0.8 \quad 0)$

$q := 5 \cdot kN \cdot m^{-2}$ inclusief vergrotingsfactor voor dynamische effecten

Hoofdstuk 5 - Belastingen op voetpaden, fietspaden en voetgangersbruggen

5.3 - Vertikale belastingen

5.3.2 - Belastingmodellen

5.3.2.1 Gelijkmatig verdeelde belasting

$L_{brug} = 14.6\,m$

$q_{fk} := 5.0\cdot kN\cdot m^{-2}$

indien overspanning > 10m: $q_{f.k} := \left(2.0 + \frac{120m}{L_{brug} + 30m}\right)\frac{kN}{m^2}$ $\quad q_{f.k} = 4.69\cdot kN\cdot m^{-2}$

$$q_{f.k} := \begin{cases} 5.0\cdot kN\cdot m^{-2} & \text{if } q_{f.k} > 5\cdot kN\cdot m^{-2} \\ 2.5\cdot kN\cdot m^{-2} & \text{if } q_{f.k} \le 2.5\cdot kN\cdot m^{-2} \\ q_{f.k} & \text{otherwise} \end{cases}$$

- voor voetgangersbruggen geldt: $q_{f.k} = 4.69\cdot kN\cdot m^{-2}$ $\quad \psi := (0.4 \;\; 0.8 \;\; 0.4)$
- voor voet- of fietspaden op verkeersbruggen geldt: $q_{f.k2} := 5.0\cdot kN\cdot m^{-2}$ $\quad \psi := (0.8 \;\; 0.8 \;\; 0.4)$

NEN-EN 1991-2; 4.5.1, tabel NB.3 - 4.4a: Bij de bepaling van een groep verkeersbelastingen gelden voor de afzonderlijke verkeersbelastingen in de groep de volgende combinatiefactoren op de belasting (gr1a&b):

Rijweg:	BM1 (TS & UDL):	combifact := 1
	Rem- en versnellingskrachten:	combifact := 0.8
	Centrifugaal- en dwarskrachten:	combifact := 0.8
Voet- en fietspaden:	Gvmb:	combifact := 0.4

NEN-EN 1990 Eurocode 0 - Grondslagen van het constructief ontwerp
NEN 8700 / 8701 - Bestaande bruggen

$Vn := V_n - 1 = 1$

Gevolgklasse := CC2

$T := 100$ jaar = bepaalde referentieduur

Betrouwbaarheidsindex: $\beta_{Vn} = 3.1$

verkeerscategorie: (tabel NB.5 - 4.5(n))

vkc :=

$N_{obs.a.ai} = 125000$

Voor herijking van de bestaande brug is gekozen voor: $N_{obs.a.ai} := 20000$
Echter voor onderhavige berekening heeft o.g.
aangegeven geen afwijkingen op de norm toe te passen

Combinaties

NEN 8700 - Tabel A2.2(B) en (C) voor uiterste grenstoestand "STR"engths

Permanent G: Ongunstig

$$\gamma_{Gj.sup.a} := \begin{cases} 1.10 & \text{if } Vn = 1 \\ 1.25 & \text{otherwise} \end{cases}$$

(6.10a; eigengewicht dominant)
alleen voor CC2

$\gamma_{Gj.sup.a} = 1.10$

$\gamma_{Gj.sup.b} := \gamma_{Gj.sup.b_{Vn}}$ (6.10b; incl. ξ)

$\gamma_{Gj.sup.b} = 1.10$

Gunstig

$\gamma_{Gj.inf} := 0.90$ geldt voor alle gevolgklassen en veiligheidsniveaus

Verkeersbelastingen Q:

$\gamma_{Q.vk} := \left(\gamma_{Q.vk_{Vn}}\right)$

$\psi_{BM1} := (0.8 \quad 0.8 \quad 0.4)$

$\gamma_{Q.vk} = 1.20$

Correctiefactor (NEN 8701 - 5.1.2 tabel 1):

$L_{brug} = 14.6 \cdot m$ $t_{ontwerp} = 30$ jaar

$$\psi_{t.vk} := \begin{cases} 0.98 & \text{if } t_{ontwerp} = 15 \\ 0.99 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\psi_{t.vk} = 0.99$

Samengestelde factoren in Combinaties:

Permanent belasting:

$\gamma_{Gj.sup.a} = 1.10$ indien permanente belasting dominant

$\gamma_{Gj.sup.b} = 1.10$ ongunstig

$\gamma_{Gj.inf} = 0.9$ gunstig

Verkeersbelasting:

$\psi_{t.vk} = 0.99$ $\psi_{BM1} = (0.8 \quad 0.8 \quad 0.4)$

$\psi_{t.vk} \cdot \gamma_{Q.vk} = 1.19$ UGT dominant

$\psi_{t.vk} \cdot \gamma_{Q.vk} \cdot \psi_{BM1_{0,0}} = 0.95$ UGT momentaan

$\psi_{t.vk} \cdot \gamma_{bgt} \cdot \psi_{BM1_{0,1}} = 0.79$ BGT momentaan

$\psi_{t.vk} \cdot \psi_{BM1_{0,2}} = 0.4$ UGT buitengewoon

Engineering rapport brug 151

Oplegreacties

1. Inhoudsopgave

1. Inhoudsopgave 2
2. Project 3
3. Rekenmodel afbeeldingen 4
   3.1. Rekenmodel 4
   3.2. Rekenmodel; vooraanzicht 4
   3.3. Rekenmodel; zijaanzicht 5
   3.4. Rekenmodel; onderaanzicht 5
4. Invoer rekenmodel 6
   4.1. Knoopondersteuningen 6
   4.2. Afwezig steunpunt 6
5. Belastingen 7
   5.1. Belastingsgevallen 7
   5.2. Combinaties 7
   5.3. BG07 / Totale waarde 9
   5.4. BG08 / Totale waarde 10
   5.5. BG11 / Totale waarde 10
   5.6. BG12 / Totale waarde 11
   5.7. BG13 / Totale waarde 11
   5.8. BG14 / Totale waarde 12
   5.9. BG21 / Totale waarde 12
   5.10. BG22 / Totale waarde 13
   5.11. BG23 / Totale waarde 13
   5.12. BG24 / Totale waarde 14
   5.13. BG25 / Totale waarde 14
   5.14. BG26 / Totale waarde 15
   5.15. BG27 / Totale waarde 15
   5.16. BG28 / Totale waarde 16
   5.17. BG29 / Totale waarde 16
   5.18. BG30 / Totale waarde 17
   5.19. BG31 / Totale waarde 17
6. Reacties op onderbouw 18
   6.1. Rekenmodel 18
   6.2. Reacties; alle UGT alle opleggingen (Maxima en Minima) 18
   6.3. Oplegreacties hoofddraaipunten 19
      6.3.1. Reacties; BGT - EG + RB excl. opzetwerk 19
      6.3.2. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk 19
      6.3.3. Reacties; UGT 19
   6.4. Oplegreacties vooroplegging 23
      6.4.1. Reacties; BGT - EG + RB excl. opzetwerk 23
      6.4.2. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk 23
      6.4.3. Reacties; UGT 23
   6.5. Oplegreactiesopzetwerk 26
      6.5.1. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk 26
      6.5.2. Reacties; UGT 26
   6.6. Reacties; alle BG 28
7. Berekeningsverslag 33

2. Project

Licentienaam	Gemeente Amsterdam
Project	Brug 151 - Willemsbrug
Onderdeel	Herijking val
Omschrijving	-
Auteur	[redacted]
Datum	31. 01. 2018
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	388
Aantal staven :	306
Aantal platen :	33
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	21
Aantal belastingsgevallen :	21
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Rekenmodel afbeeldingen

3.1. Rekenmodel



3.2. Rekenmodel; vooraanzicht



3.3. Rekenmodel; zijaanzicht



3.4. Rekenmodel; onderaanzicht



4. Invoer rekenmodel

4.1. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn11	K5	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn12	K9	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn13	K12	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn14	K17	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn15	K21	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn16	K26	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn23	K1929	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn21	K1925	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn22	K1926	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn24	K1927	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn25	K1930	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn26	K1928	GCS	Standaard	Vast	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn31	K469	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij
Sn32	K470	GCS	Standaard	Vrij	Vrij	Vast	Vrij	Vrij	Vrij

4.2. Afwezig steunpunt

Naam	Knoopondersteuning	Groep afwezigheden
AS1	Sn31	Opleg Opzetwerk
AS2	Sn32	Opleg Opzetwerk

5. Belastingen

5.1. Belastingsgevallen

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Richting	Duur	'Master' belastingsgeval	Afwezigheden
	Spec	Belastingtype					
BG01	Eigen gewicht - ex opzet	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z			Opleg Opzetwerk
BG02	Rustende belastingen - ex opzet	Permanent Standaard	LG1				Opleg Opzetwerk
BG03	Ballast - ex opzet	Permanent Standaard	LG1				Opleg Opzetwerk
BG06	Eigen gewicht	Permanent Eigen gewicht	LG1	-Z			Geen
BG07	Rustende belastingen	Permanent Standaard	LG1				Geen
BG08	Ballast	Permanent Standaard	LG1				Geen
BG11	Gvmb voet-en fietspad Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG12	Gvmb rijstrook 1 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG13	Gvmb rijstrook 2 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG14	Gvmb rijstrook 3 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG21	TS HL rijstrook 1 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG22	TS HL rijstrook 2 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG23	TS HL rijstrook 3 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG24	TS DD1 op rijstrook 1 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG25	TS DD1 op rijstrook 2 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG26	TS DD1 op rijstrook 3 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG27	TS Achterhar Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG28	TS Voorhar Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG29	Rembelasting 1 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG30	Rembelasting 2 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen
BG31	Rembelasting 3 Standaard	Variabel Statisch	LG2		Kort	Geen	Geen

5.2. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
Combi01a	BGT EG+RB - ex opzetwerk	Lineair - BGT	BG01 - Eigen gewicht - ex opzet	1,00
			BG02 - Rustende belastingen - ex opzet	1,00
			BG03 - Ballast - ex opzet	1,00
Combi01b	BGT EG+RB	Lineair - BGT	BG06 - Eigen gewicht	1,00
			BG07 - Rustende belastingen	1,00
			BG08 - Ballast	1,00
Combi11	UGT - EG+RB+HL rijstrook 1	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	1,19
			BG21 - TS HL rijstrook 1	1,19
			BG29 - Rembelasting 1	1,19
Combi12	UGT - EG+RB+HL rijstrook 2	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG13 - Gvmb rijstrook 2	1,19
			BG22 - TS HL rijstrook 2	1,19
			BG30 - Rembelasting 2	1,19
Combi13	UGT - EG+RB+HL rijstrook 3	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG14 - Gvmb rijstrook 3	1,19
			BG23 - TS HL rijstrook 3	1,19
			BG31 - Rembelasting 3	1,19
Combi14	UGT - EG+RB+DD rijstrook 1	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	1,19
			BG24 - TS DD1 op rijstrook 1	1,19
			BG29 - Rembelasting 1	1,19
Combi15	UGT - EG+RB+DD rijstrook 2	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG13 - Gvmb rijstrook 2	1,19
			BG25 - TS DD1 op rijstrook 2	1,19
			BG30 - Rembelasting 2	1,19
Combi16	UGT - EG+RB+DD rijstrook 3	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG14 - Gvmb rijstrook 3	1,19
			BG26 - TS DD1 op rijstrook 3	1,19
			BG31 - Rembelasting 3	1,19
Combi17	UGT - EG+RB+fiets/voetpad	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	1,19
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	0,48
			BG21 - TS HL rijstrook 1	0,48
			BG29 - Rembelasting 1	0,48
Combi18	UGT - EG+RB+Voorhar	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	1,19
			BG28 - TS Voorhar	1,19
			BG29 - Rembelasting 1	1,19
Combi19	UGT - EG+RB+Achterhar	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	1,19
			BG27 - TS Achterhar	1,19
			BG29 - Rembelasting 1	1,19
Combi20	UGT - EG+RB+HL rijstrook 1 - rem negatief	Lineair - UGT	BG06 - Eigen gewicht	1,10
			BG07 - Rustende belastingen	1,10
			BG08 - Ballast	1,10
			BG11 - Gvmb voet-en fietspad	0,48
			BG12 - Gvmb rijstrook 1	1,19
			BG21 - TS HL rijstrook 1	1,19

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			BG29 - Rembelasting 1	-1,19

5.3. BG07 / Totale waarde



5.4. BG08 / Totale waarde



5.5. BG11 / Totale waarde



5.6. BG12 / Totale waarde



5.7. BG13 / Totale waarde



5.8. BG14 / Totale waarde



5.9. BG21 / Totale waarde



5.10. BG22 / Totale waarde



5.11. BG23 / Totale waarde



5.12. BG24 / Totale waarde



5.13. BG25 / Totale waarde



5.14. BG26 / Totale waarde



5.15. BG27 / Totale waarde



5.16. BG28 / Totale waarde



5.17. BG29 / Totale waarde



5.18. BG30 / Totale waarde



5.19. BG31 / Totale waarde



6. Reacties op onderbouw

6.1. Rekenmodel



6.2. Reacties; alle UGT alle opleggingen (Maxima en Minima)

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : Alle UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn26/K1928	Combi12/1	**-404,1**	0,0	665,9
Sn23/K1929	Combi19/2	**676,1**	0,0	283,2
Sn23/K1929	Combi11/3	641,7	**0,0**	141,0
Sn23/K1929	Combi13/4	433,6	**0,0**	506,1
Sn32/K470	Combi11/5	0,0	0,0	**-13,2**
Sn25/K1930	Combi19/6	54,2	0,0	**1109,4**

6.3. Oplegreacties hoofddraaipunten

6.3.1. Reacties; BGT - EG + RB excl. opzetwerk

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn23, Sn21, Sn22, Sn24, Sn25, Sn26
Combinaties : Combi01a

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn23/K1929	Combi01a/7	167,9	0,0	280,1
Sn21/K1925	Combi01a/7	-162,2	0,0	516,9
Sn22/K1926	Combi01a/7	-3,1	0,0	320,0
Sn24/K1927	Combi01a/7	164,0	0,0	282,8
Sn25/K1930	Combi01a/7	-9,9	0,0	314,7
Sn26/K1928	Combi01a/7	-158,3	0,0	517,2

6.3.2. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn23, Sn21, Sn22, Sn24, Sn25, Sn26
Combinaties : Combi01b

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn23/K1929	Combi01b/8	471,5	0,0	64,5
Sn21/K1925	Combi01b/8	-257,1	0,0	519,6
Sn22/K1926	Combi01b/8	-211,0	0,0	336,4
Sn24/K1927	Combi01b/8	465,0	0,0	67,7
Sn25/K1930	Combi01b/8	-217,9	0,0	331,4
Sn26/K1928	Combi01b/8	-252,4	0,0	520,0

6.3.3. Reacties; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn23, Sn21, Sn22, Sn24, Sn25, Sn26
Klasse : Alle UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn23/K1929	Combi11/5	334,5	0,0	346,6
Sn23/K1929	Combi11/3	641,7	0,0	141,0
Sn23/K1929	Combi11/9	668,6	0,0	63,2
Sn23/K1929	Combi11/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi11/11	361,4	0,0	268,8
Sn23/K1929	Combi12/12	385,7	0,0	446,1
Sn23/K1929	Combi12/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi12/13	601,8	0,0	64,5
Sn23/K1929	Combi12/14	468,8	0,0	439,7
Sn23/K1929	Combi13/15	380,0	0,0	331,5
Sn23/K1929	Combi13/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi13/16	560,8	0,0	67,7
Sn23/K1929	Combi13/17	572,3	0,0	245,6
Sn23/K1929	Combi13/4	433,6	0,0	506,1
Sn23/K1929	Combi13/18	391,5	0,0	509,4
Sn23/K1929	Combi14/19	348,3	0,0	303,4
Sn23/K1929	Combi14/3	641,7	0,0	141,0
Sn23/K1929	Combi14/9	668,6	0,0	63,2
Sn23/K1929	Combi14/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi14/20	375,2	0,0	225,6
Sn23/K1929	Combi15/21	387,5	0,0	382,0
Sn23/K1929	Combi15/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi15/13	601,8	0,0	64,5
Sn23/K1929	Combi15/22	470,6	0,0	375,6
Sn23/K1929	Combi16/23	383,1	0,0	267,4
Sn23/K1929	Combi16/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi16/16	560,8	0,0	67,7
Sn23/K1929	Combi16/17	572,3	0,0	245,6
Sn23/K1929	Combi16/24	436,8	0,0	442,1
Sn23/K1929	Combi16/25	394,6	0,0	445,3

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn23/K1929	Combi17/26	282,1	0,0	223,4
Sn23/K1929	Combi17/27	568,3	0,0	99,2
Sn23/K1929	Combi17/28	579,1	0,0	67,8
Sn23/K1929	Combi17/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi17/29	293,0	0,0	192,0
Sn23/K1929	Combi18/30	394,1	0,0	203,6
Sn23/K1929	Combi18/3	641,7	0,0	141,0
Sn23/K1929	Combi18/9	668,6	0,0	63,2
Sn23/K1929	Combi18/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi18/31	421,0	0,0	125,8
Sn23/K1929	Combi19/32	413,6	0,0	168,6
Sn23/K1929	Combi19/3	641,7	0,0	141,0
Sn23/K1929	Combi19/9	668,6	0,0	63,2
Sn23/K1929	Combi19/10	518,6	0,0	70,9
Sn23/K1929	Combi19/2	676,1	0,0	283,2
Sn23/K1929	Combi19/33	447,9	0,0	310,8
Sn23/K1929	Combi19/34	421,0	0,0	388,6
Sn21/K1925	Combi11/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi11/35	-257,1	0,0	560,4
Sn21/K1925	Combi11/36	-160,2	0,0	617,4
Sn21/K1925	Combi11/37	-186,0	0,0	628,6
Sn21/K1925	Combi12/1	-346,6	0,0	581,1
Sn21/K1925	Combi12/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi12/38	-297,3	0,0	570,3
Sn21/K1925	Combi12/39	-235,6	0,0	627,1
Sn21/K1925	Combi12/40	-284,9	0,0	637,9
Sn21/K1925	Combi13/41	-394,2	0,0	599,7
Sn21/K1925	Combi13/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi13/16	-318,9	0,0	570,6
Sn21/K1925	Combi13/42	-240,4	0,0	626,3
Sn21/K1925	Combi13/18	-315,7	0,0	655,4
Sn21/K1925	Combi14/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi14/43	-260,2	0,0	562,9
Sn21/K1925	Combi14/44	-163,4	0,0	619,9
Sn21/K1925	Combi14/37	-186,0	0,0	628,6
Sn21/K1925	Combi15/45	-333,5	0,0	580,9
Sn21/K1925	Combi15/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi15/38	-297,3	0,0	570,3
Sn21/K1925	Combi15/39	-235,6	0,0	627,1
Sn21/K1925	Combi15/46	-271,9	0,0	637,7
Sn21/K1925	Combi16/47	-382,1	0,0	597,1
Sn21/K1925	Combi16/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi16/16	-318,9	0,0	570,6
Sn21/K1925	Combi16/42	-240,4	0,0	626,3
Sn21/K1925	Combi16/25	-303,6	0,0	652,8
Sn21/K1925	Combi17/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi17/48	-272,4	0,0	567,1
Sn21/K1925	Combi17/49	-145,3	0,0	703,8
Sn21/K1925	Combi17/50	-155,7	0,0	708,3
Sn21/K1925	Combi18/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi18/51	-267,0	0,0	567,1
Sn21/K1925	Combi18/52	-170,2	0,0	624,2
Sn21/K1925	Combi18/37	-186,0	0,0	628,6
Sn21/K1925	Combi19/10	-282,8	0,0	571,6
Sn21/K1925	Combi19/53	-267,4	0,0	563,6
Sn21/K1925	Combi19/6	-170,6	0,0	620,7
Sn21/K1925	Combi19/37	-186,0	0,0	628,6
Sn22/K1926	Combi11/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi11/36	-47,3	0,0	487,1
Sn22/K1926	Combi12/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi12/14	-72,6	0,0	526,8
Sn22/K1926	Combi13/16	-241,0	0,0	367,6
Sn22/K1926	Combi13/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi13/18	-54,6	0,0	562,4
Sn22/K1926	Combi14/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi14/44	-47,3	0,0	474,6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn22/K1926	Combi15/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi15/22	-81,0	0,0	502,5
Sn22/K1926	Combi16/16	-241,0	0,0	367,6
Sn22/K1926	Combi16/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi16/25	-72,3	0,0	534,3
Sn22/K1926	Combi17/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi17/49	-80,2	0,0	498,9
Sn22/K1926	Combi18/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi18/52	-66,0	0,0	447,9
Sn22/K1926	Combi19/54	-269,3	0,0	408,6
Sn22/K1926	Combi19/10	-232,1	0,0	370,1
Sn22/K1926	Combi19/55	-74,8	0,0	438,8
Sn22/K1926	Combi19/6	-112,0	0,0	477,2
Sn24/K1927	Combi11/5	182,5	0,0	550,0
Sn24/K1927	Combi11/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi11/9	596,1	0,0	68,1
Sn24/K1927	Combi12/12	353,7	0,0	581,6
Sn24/K1927	Combi12/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi12/13	663,0	0,0	66,6
Sn24/K1927	Combi13/18	291,9	0,0	512,9
Sn24/K1927	Combi13/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi13/16	668,8	0,0	60,7
Sn24/K1927	Combi14/19	216,4	0,0	464,6
Sn24/K1927	Combi14/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi14/9	596,1	0,0	68,1
Sn24/K1927	Combi15/21	360,8	0,0	497,5
Sn24/K1927	Combi15/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi15/13	663,0	0,0	66,6
Sn24/K1927	Combi16/25	315,3	0,0	437,9
Sn24/K1927	Combi16/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi16/16	668,8	0,0	60,7
Sn24/K1927	Combi17/26	234,9	0,0	290,2
Sn24/K1927	Combi17/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi17/28	545,7	0,0	71,9
Sn24/K1927	Combi18/30	320,7	0,0	283,3
Sn24/K1927	Combi18/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi18/9	596,1	0,0	68,1
Sn24/K1927	Combi19/34	315,1	0,0	560,2
Sn24/K1927	Combi19/10	511,5	0,0	74,5
Sn24/K1927	Combi19/9	596,1	0,0	68,1
Sn25/K1930	Combi11/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi11/36	213,7	0,0	717,6
Sn25/K1930	Combi12/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi12/14	156,2	0,0	634,9
Sn25/K1930	Combi13/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi13/4	181,6	0,0	611,8
Sn25/K1930	Combi14/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi14/44	153,4	0,0	660,6
Sn25/K1930	Combi15/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi15/22	119,4	0,0	590,3
Sn25/K1930	Combi16/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi16/24	147,8	0,0	570,8
Sn25/K1930	Combi17/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi17/49	-12,2	0,0	550,7
Sn25/K1930	Combi18/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi18/52	-5,0	0,0	561,6
Sn25/K1930	Combi19/10	-239,7	0,0	364,5
Sn25/K1930	Combi19/6	54,2	0,0	1109,4
Sn26/K1928	Combi11/35	-354,3	0,0	761,8
Sn26/K1928	Combi11/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi11/37	-225,4	0,0	616,1
Sn26/K1928	Combi11/36	-302,0	0,0	805,9
Sn26/K1928	Combi12/1	-404,1	0,0	665,9
Sn26/K1928	Combi12/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi12/39	-176,0	0,0	617,5
Sn26/K1928	Combi12/14	-302,5	0,0	711,3

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn26/K1928	Combi13/56	-352,3	0,0	664,1
Sn26/K1928	Combi13/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi13/57	-118,8	0,0	619,4
Sn26/K1928	Combi13/4	-193,5	0,0	711,5
Sn26/K1928	Combi14/43	-338,5	0,0	729,8
Sn26/K1928	Combi14/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi14/37	-225,4	0,0	616,1
Sn26/K1928	Combi14/44	-286,3	0,0	773,9
Sn26/K1928	Combi15/45	-380,9	0,0	651,7
Sn26/K1928	Combi15/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi15/39	-176,0	0,0	617,5
Sn26/K1928	Combi15/22	-279,3	0,0	697,2
Sn26/K1928	Combi16/58	-339,4	0,0	645,3
Sn26/K1928	Combi16/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi16/57	-118,8	0,0	619,4
Sn26/K1928	Combi16/24	-180,5	0,0	692,6
Sn26/K1928	Combi17/48	-308,6	0,0	648,6
Sn26/K1928	Combi17/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi17/50	-160,3	0,0	679,5
Sn26/K1928	Combi17/49	-191,3	0,0	756,1
Sn26/K1928	Combi18/51	-304,7	0,0	663,5
Sn26/K1928	Combi18/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi18/37	-225,4	0,0	616,1
Sn26/K1928	Combi18/52	-252,5	0,0	707,5
Sn26/K1928	Combi19/53	-338,9	0,0	828,7
Sn26/K1928	Combi19/10	-277,7	0,0	572,0
Sn26/K1928	Combi19/37	-225,4	0,0	616,1
Sn26/K1928	Combi19/6	-286,7	0,0	872,8

6.4. Oplegreacties vooroplegging

6.4.1. Reacties; BGT - EG + RB excl. opzetwerk

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn11, Sn12, Sn13, Sn14, Sn15, Sn16
Combinaties : Combi01a

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn11/K5	Combi01a/7	0,0	0,0	31,9
Sn12/K9	Combi01a/7	0,0	0,0	-8,8
Sn13/K12	Combi01a/7	0,0	0,0	0,6
Sn14/K17	Combi01a/7	0,0	0,0	1,0
Sn15/K21	Combi01a/7	0,0	0,0	-7,8
Sn16/K26	Combi01a/7	0,0	0,0	34,3

6.4.2. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn11, Sn12, Sn13, Sn14, Sn15, Sn16
Combinaties : Combi01b

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn11/K5	Combi01b/8	0,0	0,0	45,0
Sn12/K9	Combi01b/8	0,0	0,0	14,9
Sn13/K12	Combi01b/8	0,0	0,0	14,8
Sn14/K17	Combi01b/8	0,0	0,0	15,2
Sn15/K21	Combi01b/8	0,0	0,0	15,9
Sn16/K26	Combi01b/8	0,0	0,0	47,4

6.4.3. Reacties; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn11, Sn12, Sn13, Sn14, Sn15, Sn16
Klasse : Alle UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn11/K5	Combi11/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi11/59	0,0	0,0	25,8
Sn11/K5	Combi11/42	0,0	0,0	104,0
Sn11/K5	Combi12/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi12/60	0,0	0,0	48,9
Sn11/K5	Combi12/61	0,0	0,0	115,1
Sn11/K5	Combi13/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi13/4	0,0	0,0	140,5
Sn11/K5	Combi14/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi14/62	0,0	0,0	24,7
Sn11/K5	Combi14/42	0,0	0,0	104,0
Sn11/K5	Combi15/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi15/60	0,0	0,0	48,9
Sn11/K5	Combi15/63	0,0	0,0	109,2
Sn11/K5	Combi16/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi16/24	0,0	0,0	135,0
Sn11/K5	Combi17/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi17/64	0,0	0,0	40,0
Sn11/K5	Combi17/65	0,0	0,0	184,5
Sn11/K5	Combi18/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi18/66	0,0	0,0	32,6
Sn11/K5	Combi18/42	0,0	0,0	104,0
Sn11/K5	Combi19/10	0,0	0,0	49,5
Sn11/K5	Combi19/67	0,0	0,0	38,8
Sn11/K5	Combi19/42	0,0	0,0	104,0
Sn12/K9	Combi11/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi11/9	0,0	0,0	7,6
Sn12/K9	Combi11/5	0,0	0,0	142,3
Sn12/K9	Combi12/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi12/13	0,0	0,0	12,3

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn12/K9	Combi12/12	0,0	0,0	201,6
Sn12/K9	Combi13/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi13/16	0,0	0,0	16,3
Sn12/K9	Combi13/18	0,0	0,0	235,0
Sn12/K9	Combi14/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi14/9	0,0	0,0	7,6
Sn12/K9	Combi14/19	0,0	0,0	148,6
Sn12/K9	Combi15/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi15/13	0,0	0,0	12,3
Sn12/K9	Combi15/21	0,0	0,0	217,4
Sn12/K9	Combi16/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi16/16	0,0	0,0	16,3
Sn12/K9	Combi16/25	0,0	0,0	261,6
Sn12/K9	Combi17/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi17/28	0,0	0,0	12,8
Sn12/K9	Combi17/26	0,0	0,0	128,3
Sn12/K9	Combi18/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi18/9	0,0	0,0	7,6
Sn12/K9	Combi18/30	0,0	0,0	101,5
Sn12/K9	Combi19/10	0,0	0,0	16,4
Sn12/K9	Combi19/9	0,0	0,0	7,6
Sn12/K9	Combi19/34	0,0	0,0	72,3
Sn13/K12	Combi11/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi11/9	0,0	0,0	16,0
Sn13/K12	Combi11/5	0,0	0,0	141,8
Sn13/K12	Combi12/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi12/13	0,0	0,0	12,1
Sn13/K12	Combi12/12	0,0	0,0	196,5
Sn13/K12	Combi13/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi13/16	0,0	0,0	13,1
Sn13/K12	Combi13/18	0,0	0,0	234,6
Sn13/K12	Combi14/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi14/9	0,0	0,0	16,0
Sn13/K12	Combi14/19	0,0	0,0	169,0
Sn13/K12	Combi15/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi15/13	0,0	0,0	12,1
Sn13/K12	Combi15/21	0,0	0,0	251,8
Sn13/K12	Combi16/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi16/16	0,0	0,0	13,1
Sn13/K12	Combi16/25	0,0	0,0	295,3
Sn13/K12	Combi17/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi17/28	0,0	0,0	16,1
Sn13/K12	Combi17/26	0,0	0,0	83,0
Sn13/K12	Combi18/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi18/9	0,0	0,0	16,0
Sn13/K12	Combi18/30	0,0	0,0	259,6
Sn13/K12	Combi19/10	0,0	0,0	16,3
Sn13/K12	Combi19/9	0,0	0,0	16,0
Sn13/K12	Combi19/34	0,0	0,0	65,2
Sn14/K17	Combi11/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi11/9	0,0	0,0	12,7
Sn14/K17	Combi11/5	0,0	0,0	253,4
Sn14/K17	Combi12/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi12/13	0,0	0,0	16,3
Sn14/K17	Combi12/12	0,0	0,0	275,8
Sn14/K17	Combi13/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi13/16	0,0	0,0	7,6
Sn14/K17	Combi13/18	0,0	0,0	236,4
Sn14/K17	Combi14/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi14/9	0,0	0,0	12,7
Sn14/K17	Combi14/19	0,0	0,0	306,3
Sn14/K17	Combi15/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi15/13	0,0	0,0	16,3
Sn14/K17	Combi15/21	0,0	0,0	348,4
Sn14/K17	Combi16/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi16/16	0,0	0,0	7,6

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn14/K17	Combi16/25	0,0	0,0	282,2
Sn14/K17	Combi17/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi17/28	0,0	0,0	15,1
Sn14/K17	Combi17/26	0,0	0,0	122,0
Sn14/K17	Combi18/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi18/9	0,0	0,0	12,7
Sn14/K17	Combi18/30	0,0	0,0	347,0
Sn14/K17	Combi19/10	0,0	0,0	16,8
Sn14/K17	Combi19/9	0,0	0,0	12,7
Sn14/K17	Combi19/34	0,0	0,0	89,3
Sn15/K21	Combi11/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi11/9	0,0	0,0	13,2
Sn15/K21	Combi11/5	0,0	0,0	380,5
Sn15/K21	Combi12/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi12/13	0,0	0,0	8,7
Sn15/K21	Combi12/12	0,0	0,0	306,4
Sn15/K21	Combi13/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi13/16	0,0	0,0	11,3
Sn15/K21	Combi13/18	0,0	0,0	269,3
Sn15/K21	Combi14/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi14/9	0,0	0,0	13,2
Sn15/K21	Combi14/19	0,0	0,0	464,1
Sn15/K21	Combi15/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi15/13	0,0	0,0	8,7
Sn15/K21	Combi15/21	0,0	0,0	358,3
Sn15/K21	Combi16/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi16/16	0,0	0,0	11,3
Sn15/K21	Combi16/25	0,0	0,0	319,5
Sn15/K21	Combi17/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi17/28	0,0	0,0	15,8
Sn15/K21	Combi17/26	0,0	0,0	192,1
Sn15/K21	Combi18/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi18/9	0,0	0,0	13,2
Sn15/K21	Combi18/30	0,0	0,0	743,0
Sn15/K21	Combi19/10	0,0	0,0	17,5
Sn15/K21	Combi19/9	0,0	0,0	13,2
Sn15/K21	Combi19/34	0,0	0,0	167,5
Sn16/K26	Combi11/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi11/9	0,0	0,0	51,7
Sn16/K26	Combi11/5	0,0	0,0	304,7
Sn16/K26	Combi12/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi12/13	0,0	0,0	47,1
Sn16/K26	Combi12/12	0,0	0,0	205,0
Sn16/K26	Combi13/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi13/16	0,0	0,0	44,1
Sn16/K26	Combi13/18	0,0	0,0	203,7
Sn16/K26	Combi14/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi14/9	0,0	0,0	51,7
Sn16/K26	Combi14/19	0,0	0,0	325,1
Sn16/K26	Combi15/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi15/13	0,0	0,0	47,1
Sn16/K26	Combi15/21	0,0	0,0	205,5
Sn16/K26	Combi16/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi16/16	0,0	0,0	44,1
Sn16/K26	Combi16/25	0,0	0,0	215,7
Sn16/K26	Combi17/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi17/28	0,0	0,0	52,0
Sn16/K26	Combi17/26	0,0	0,0	245,7
Sn16/K26	Combi18/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi18/9	0,0	0,0	51,7
Sn16/K26	Combi18/30	0,0	0,0	316,5
Sn16/K26	Combi19/10	0,0	0,0	52,2
Sn16/K26	Combi19/9	0,0	0,0	51,7
Sn16/K26	Combi19/34	0,0	0,0	168,1

6.5. Oplegreactiesopzetwerk

6.5.1. Reacties; BGT - EG + RB incl. opzetwerk

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn31, Sn32
Combinaties : Combi01b

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn31/K469	Combi01b/8	0,0	0,0	145,4
Sn32/K470	Combi01b/8	0,0	0,0	144,5

6.5.2. Reacties; UGT

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Sn31, Sn32
Klasse : Alle UGT

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn31/K469	Combi11/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi11/5	0,0	0,0	64,7
Sn31/K469	Combi11/9	0,0	0,0	172,0
Sn31/K469	Combi12/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi12/12	0,0	0,0	38,2
Sn31/K469	Combi12/13	0,0	0,0	166,6
Sn31/K469	Combi13/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi13/18	0,0	0,0	27,9
Sn31/K469	Combi13/16	0,0	0,0	163,2
Sn31/K469	Combi14/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi14/19	0,0	0,0	77,2
Sn31/K469	Combi14/9	0,0	0,0	172,0
Sn31/K469	Combi15/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi15/21	0,0	0,0	55,7
Sn31/K469	Combi15/13	0,0	0,0	166,6
Sn31/K469	Combi16/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi16/25	0,0	0,0	45,8
Sn31/K469	Combi16/16	0,0	0,0	163,2
Sn31/K469	Combi17/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi17/26	0,0	0,0	94,7
Sn31/K469	Combi17/28	0,0	0,0	164,8
Sn31/K469	Combi18/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi18/30	0,0	0,0	113,7
Sn31/K469	Combi18/9	0,0	0,0	172,0
Sn31/K469	Combi19/10	0,0	0,0	159,9
Sn31/K469	Combi19/34	0,0	0,0	114,6
Sn31/K469	Combi19/9	0,0	0,0	172,0
Sn32/K470	Combi11/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi11/5	0,0	0,0	-13,2
Sn32/K470	Combi11/9	0,0	0,0	165,8
Sn32/K470	Combi12/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi12/12	0,0	0,0	1,1
Sn32/K470	Combi12/13	0,0	0,0	171,2
Sn32/K470	Combi13/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi13/18	0,0	0,0	11,8
Sn32/K470	Combi13/16	0,0	0,0	172,8
Sn32/K470	Combi14/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi14/19	0,0	0,0	12,7
Sn32/K470	Combi14/9	0,0	0,0	165,8
Sn32/K470	Combi15/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi15/21	0,0	0,0	24,6
Sn32/K470	Combi15/13	0,0	0,0	171,2
Sn32/K470	Combi16/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi16/25	0,0	0,0	33,8
Sn32/K470	Combi16/16	0,0	0,0	172,8
Sn32/K470	Combi17/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi17/26	0,0	0,0	69,5
Sn32/K470	Combi17/28	0,0	0,0	161,7

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn32/K470	Combi18/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi18/30	0,0	0,0	82,6
Sn32/K470	Combi18/9	0,0	0,0	165,8
Sn32/K470	Combi19/10	0,0	0,0	159,0
Sn32/K470	Combi19/34	0,0	0,0	80,1
Sn32/K470	Combi19/9	0,0	0,0	165,8

6.6. Reacties; alle BG

Lineaire berekening, Extreem : Nee
Selectie : Alle
Klasse : Alle BG

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn11/K5	BG01	0,0	0,0	49,9
Sn11/K5	BG02	0,0	0,0	22,2
Sn11/K5	BG03	0,0	0,0	-40,2
Sn11/K5	BG06	0,0	0,0	48,4
Sn11/K5	BG07	0,0	0,0	21,6
Sn11/K5	BG08	0,0	0,0	-25,0
Sn11/K5	BG11	0,0	0,0	113,4
Sn11/K5	BG12	0,0	0,0	-4,1
Sn11/K5	BG13	0,0	0,0	-0,3
Sn11/K5	BG14	0,0	0,0	10,3
Sn11/K5	BG21	0,0	0,0	-11,6
Sn11/K5	BG22	0,0	0,0	9,4
Sn11/K5	BG23	0,0	0,0	17,8
Sn11/K5	BG24	0,0	0,0	-12,5
Sn11/K5	BG25	0,0	0,0	4,4
Sn11/K5	BG26	0,0	0,0	13,1
Sn11/K5	BG27	0,0	0,0	-0,7
Sn11/K5	BG28	0,0	0,0	-5,9
Sn11/K5	BG29	0,0	0,0	-4,2
Sn11/K5	BG30	0,0	0,0	-0,3
Sn11/K5	BG31	0,0	0,0	2,7
Sn12/K9	BG01	0,0	0,0	61,6
Sn12/K9	BG02	0,0	0,0	10,5
Sn12/K9	BG03	0,0	0,0	-80,9
Sn12/K9	BG06	0,0	0,0	59,0
Sn12/K9	BG07	0,0	0,0	9,4
Sn12/K9	BG08	0,0	0,0	-53,5
Sn12/K9	BG11	0,0	0,0	61,3
Sn12/K9	BG12	0,0	0,0	17,9
Sn12/K9	BG13	0,0	0,0	25,9
Sn12/K9	BG14	0,0	0,0	47,5
Sn12/K9	BG21	0,0	0,0	63,2
Sn12/K9	BG22	0,0	0,0	105,0
Sn12/K9	BG23	0,0	0,0	111,5
Sn12/K9	BG24	0,0	0,0	68,5
Sn12/K9	BG25	0,0	0,0	118,3
Sn12/K9	BG26	0,0	0,0	133,8
Sn12/K9	BG27	0,0	0,0	4,3
Sn12/K9	BG28	0,0	0,0	28,9
Sn12/K9	BG29	0,0	0,0	-7,4
Sn12/K9	BG30	0,0	0,0	-3,5
Sn12/K9	BG31	0,0	0,0	-0,1
Sn13/K12	BG01	0,0	0,0	48,1
Sn13/K12	BG02	0,0	0,0	8,3
Sn13/K12	BG03	0,0	0,0	-55,8
Sn13/K12	BG06	0,0	0,0	46,5
Sn13/K12	BG07	0,0	0,0	7,7
Sn13/K12	BG08	0,0	0,0	-39,4
Sn13/K12	BG11	0,0	0,0	16,1
Sn13/K12	BG12	0,0	0,0	31,8
Sn13/K12	BG13	0,0	0,0	46,6
Sn13/K12	BG14	0,0	0,0	81,2
Sn13/K12	BG21	0,0	0,0	67,2
Sn13/K12	BG22	0,0	0,0	98,4
Sn13/K12	BG23	0,0	0,0	95,8
Sn13/K12	BG24	0,0	0,0	90,0
Sn13/K12	BG25	0,0	0,0	144,8
Sn13/K12	BG26	0,0	0,0	146,8
Sn13/K12	BG27	0,0	0,0	2,8
Sn13/K12	BG28	0,0	0,0	166,2

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn13/K12	BG29	0,0	0,0	-0,2
Sn13/K12	BG30	0,0	0,0	-3,5
Sn13/K12	BG31	0,0	0,0	-2,7
Sn14/K17	BG01	0,0	0,0	48,1
Sn14/K17	BG02	0,0	0,0	8,5
Sn14/K17	BG03	0,0	0,0	-55,5
Sn14/K17	BG06	0,0	0,0	46,5
Sn14/K17	BG07	0,0	0,0	7,8
Sn14/K17	BG08	0,0	0,0	-39,1
Sn14/K17	BG11	0,0	0,0	9,8
Sn14/K17	BG12	0,0	0,0	51,0
Sn14/K17	BG13	0,0	0,0	81,7
Sn14/K17	BG14	0,0	0,0	55,5
Sn14/K17	BG21	0,0	0,0	143,8
Sn14/K17	BG22	0,0	0,0	132,0
Sn14/K17	BG23	0,0	0,0	125,2
Sn14/K17	BG24	0,0	0,0	188,3
Sn14/K17	BG25	0,0	0,0	193,0
Sn14/K17	BG26	0,0	0,0	163,6
Sn14/K17	BG27	0,0	0,0	5,9
Sn14/K17	BG28	0,0	0,0	222,5
Sn14/K17	BG29	0,0	0,0	-3,4
Sn14/K17	BG30	0,0	0,0	-0,3
Sn14/K17	BG31	0,0	0,0	-7,7
Sn15/K21	BG01	0,0	0,0	61,6
Sn15/K21	BG02	0,0	0,0	11,1
Sn15/K21	BG03	0,0	0,0	-80,5
Sn15/K21	BG06	0,0	0,0	59,0
Sn15/K21	BG07	0,0	0,0	10,1
Sn15/K21	BG08	0,0	0,0	-53,2
Sn15/K21	BG11	0,0	0,0	28,3
Sn15/K21	BG12	0,0	0,0	104,5
Sn15/K21	BG13	0,0	0,0	69,1
Sn15/K21	BG14	0,0	0,0	51,1
Sn15/K21	BG21	0,0	0,0	189,1
Sn15/K21	BG22	0,0	0,0	162,3
Sn15/K21	BG23	0,0	0,0	149,1
Sn15/K21	BG24	0,0	0,0	259,4
Sn15/K21	BG25	0,0	0,0	205,9
Sn15/K21	BG26	0,0	0,0	191,3
Sn15/K21	BG27	0,0	0,0	10,1
Sn15/K21	BG28	0,0	0,0	493,8
Sn15/K21	BG29	0,0	0,0	-3,6
Sn15/K21	BG30	0,0	0,0	-7,4
Sn15/K21	BG31	0,0	0,0	-5,2
Sn16/K26	BG01	0,0	0,0	49,8
Sn16/K26	BG02	0,0	0,0	24,1
Sn16/K26	BG03	0,0	0,0	-39,6
Sn16/K26	BG06	0,0	0,0	48,4
Sn16/K26	BG07	0,0	0,0	23,5
Sn16/K26	BG08	0,0	0,0	-24,5
Sn16/K26	BG11	0,0	0,0	92,0
Sn16/K26	BG12	0,0	0,0	51,0
Sn16/K26	BG13	0,0	0,0	24,9
Sn16/K26	BG14	0,0	0,0	15,0
Sn16/K26	BG21	0,0	0,0	124,1
Sn16/K26	BG22	0,0	0,0	66,4
Sn16/K26	BG23	0,0	0,0	75,2
Sn16/K26	BG24	0,0	0,0	141,3
Sn16/K26	BG25	0,0	0,0	66,8
Sn16/K26	BG26	0,0	0,0	85,3
Sn16/K26	BG27	0,0	0,0	9,4
Sn16/K26	BG28	0,0	0,0	134,1
Sn16/K26	BG29	0,0	0,0	-0,4
Sn16/K26	BG30	0,0	0,0	-4,3
Sn16/K26	BG31	0,0	0,0	-6,8

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn23/K1929	BG01	-8,2	0,0	94,2
Sn23/K1929	BG02	-17,0	0,0	5,6
Sn23/K1929	BG03	193,0	0,0	180,3
Sn23/K1929	BG06	-41,3	0,0	117,7
Sn23/K1929	BG07	-29,9	0,0	14,8
Sn23/K1929	BG08	542,7	0,0	-68,1
Sn23/K1929	BG11	-162,8	0,0	41,4
Sn23/K1929	BG12	-22,6	0,0	65,4
Sn23/K1929	BG13	-4,9	0,0	93,5
Sn23/K1929	BG14	9,7	0,0	149,5
Sn23/K1929	BG21	-66,4	0,0	149,5
Sn23/K1929	BG22	-41,1	0,0	205,0
Sn23/K1929	BG23	-50,8	0,0	202,2
Sn23/K1929	BG24	-54,8	0,0	113,2
Sn23/K1929	BG25	-39,6	0,0	151,2
Sn23/K1929	BG26	-48,2	0,0	148,4
Sn23/K1929	BG27	6,3	0,0	184,9
Sn23/K1929	BG28	-16,4	0,0	29,4
Sn23/K1929	BG29	126,0	0,0	-6,5
Sn23/K1929	BG30	69,8	0,0	-5,4
Sn23/K1929	BG31	35,4	0,0	-2,7
Sn21/K1925	BG01	-1,6	0,0	96,6
Sn21/K1925	BG02	14,3	0,0	19,6
Sn21/K1925	BG03	-175,0	0,0	400,7
Sn21/K1925	BG06	8,8	0,0	96,3
Sn21/K1925	BG07	18,4	0,0	19,5
Sn21/K1925	BG08	-284,3	0,0	403,9
Sn21/K1925	BG11	88,3	0,0	114,1
Sn21/K1925	BG12	8,8	0,0	-2,7
Sn21/K1925	BG13	-12,2	0,0	-1,0
Sn21/K1925	BG14	-29,0	0,0	7,7
Sn21/K1925	BG21	12,8	0,0	-6,7
Sn21/K1925	BG22	-41,4	0,0	9,0
Sn21/K1925	BG23	-34,2	0,0	16,7
Sn21/K1925	BG24	10,2	0,0	-4,6
Sn21/K1925	BG25	-30,5	0,0	8,9
Sn21/K1925	BG26	-24,1	0,0	14,5
Sn21/K1925	BG27	4,2	0,0	-4,0
Sn21/K1925	BG28	4,5	0,0	-1,0
Sn21/K1925	BG29	45,7	0,0	1,9
Sn21/K1925	BG30	4,0	0,0	0,7
Sn21/K1925	BG31	-30,4	0,0	-0,8
Sn22/K1926	BG01	9,8	0,0	115,3
Sn22/K1926	BG02	2,7	0,0	14,7
Sn22/K1926	BG03	-15,6	0,0	189,9
Sn22/K1926	BG06	32,5	0,0	113,5
Sn22/K1926	BG07	11,8	0,0	14,0
Sn22/K1926	BG08	-255,2	0,0	208,9
Sn22/K1926	BG11	77,6	0,0	81,9
Sn22/K1926	BG12	2,1	0,0	15,2
Sn22/K1926	BG13	1,3	0,0	22,5
Sn22/K1926	BG14	29,3	0,0	49,2
Sn22/K1926	BG21	23,1	0,0	40,6
Sn22/K1926	BG22	64,8	0,0	73,1
Sn22/K1926	BG23	88,5	0,0	79,4
Sn22/K1926	BG24	23,1	0,0	30,1
Sn22/K1926	BG25	57,8	0,0	52,7
Sn22/K1926	BG26	73,6	0,0	55,8
Sn22/K1926	BG27	-31,3	0,0	32,3
Sn22/K1926	BG28	7,4	0,0	7,7
Sn22/K1926	BG29	98,7	0,0	9,5
Sn22/K1926	BG30	36,6	0,0	3,0
Sn22/K1926	BG31	-7,5	0,0	-2,1
Sn24/K1927	BG01	-8,1	0,0	94,2
Sn24/K1927	BG02	-17,6	0,0	5,6
Sn24/K1927	BG03	189,7	0,0	183,0

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn24/K1927	BG06	-41,1	0,0	117,7
Sn24/K1927	BG07	-31,3	0,0	15,3
Sn24/K1927	BG08	537,5	0,0	-65,3
Sn24/K1927	BG11	-144,5	0,0	24,0
Sn24/K1927	BG12	-65,8	0,0	113,6
Sn24/K1927	BG13	-3,7	0,0	154,4
Sn24/K1927	BG14	-15,8	0,0	113,4
Sn24/K1927	BG21	-152,5	0,0	276,3
Sn24/K1927	BG22	-70,7	0,0	262,1
Sn24/K1927	BG23	-110,5	0,0	245,3
Sn24/K1927	BG24	-124,0	0,0	204,5
Sn24/K1927	BG25	-64,7	0,0	191,4
Sn24/K1927	BG26	-90,8	0,0	182,3
Sn24/K1927	BG27	-41,0	0,0	284,9
Sn24/K1927	BG28	-36,3	0,0	52,2
Sn24/K1927	BG29	71,1	0,0	-5,4
Sn24/K1927	BG30	127,3	0,0	-6,6
Sn24/K1927	BG31	132,1	0,0	-11,6
Sn25/K1930	BG01	9,6	0,0	115,4
Sn25/K1930	BG02	3,5	0,0	15,5
Sn25/K1930	BG03	-23,1	0,0	183,8
Sn25/K1930	BG06	32,4	0,0	113,5
Sn25/K1930	BG07	12,7	0,0	14,7
Sn25/K1930	BG08	-263,0	0,0	203,2
Sn25/K1930	BG11	44,7	0,0	43,9
Sn25/K1930	BG12	94,3	0,0	118,0
Sn25/K1930	BG13	53,4	0,0	75,0
Sn25/K1930	BG14	26,4	0,0	51,9
Sn25/K1930	BG21	230,6	0,0	157,7
Sn25/K1930	BG22	160,7	0,0	124,8
Sn25/K1930	BG23	149,2	0,0	118,9
Sn25/K1930	BG24	179,9	0,0	109,8
Sn25/K1930	BG25	129,9	0,0	87,3
Sn25/K1930	BG26	120,7	0,0	84,5
Sn25/K1930	BG27	96,6	0,0	486,9
Sn25/K1930	BG28	46,8	0,0	26,7
Sn25/K1930	BG29	38,1	0,0	3,2
Sn25/K1930	BG30	100,4	0,0	9,7
Sn25/K1930	BG31	160,4	0,0	19,2
Sn26/K1928	BG01	-1,6	0,0	96,5
Sn26/K1928	BG02	14,2	0,0	21,7
Sn26/K1928	BG03	-171,0	0,0	399,0
Sn26/K1928	BG06	8,7	0,0	96,2
Sn26/K1928	BG07	18,4	0,0	21,6
Sn26/K1928	BG08	-279,6	0,0	402,2
Sn26/K1928	BG11	96,6	0,0	90,0
Sn26/K1928	BG12	-16,7	0,0	57,8
Sn26/K1928	BG13	-33,9	0,0	24,1
Sn26/K1928	BG14	-20,6	0,0	15,6
Sn26/K1928	BG21	-47,7	0,0	101,7
Sn26/K1928	BG22	-72,3	0,0	54,8
Sn26/K1928	BG23	-42,2	0,0	61,8
Sn26/K1928	BG24	-34,4	0,0	74,8
Sn26/K1928	BG25	-52,9	0,0	42,9
Sn26/K1928	BG26	-31,3	0,0	45,9
Sn26/K1928	BG27	-34,8	0,0	157,9
Sn26/K1928	BG28	-6,0	0,0	19,0
Sn26/K1928	BG29	4,9	0,0	0,7
Sn26/K1928	BG30	46,4	0,0	1,9
Sn26/K1928	BG31	94,5	0,0	3,5
Sn31/K469	BG01	0,0	0,0	0,0
Sn31/K469	BG02	0,0	0,0	0,0
Sn31/K469	BG03	0,0	0,0	0,0
Sn31/K469	BG06	0,0	0,0	-15,9
Sn31/K469	BG07	0,0	0,0	-6,2
Sn31/K469	BG08	0,0	0,0	167,5

Steunpunt	BG	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
Sn31/K469	BG11	0,0	0,0	-26,9
Sn31/K469	BG12	0,0	0,0	-16,5
Sn31/K469	BG13	0,0	0,0	-21,5
Sn31/K469	BG14	0,0	0,0	-29,5
Sn31/K469	BG21	0,0	0,0	-52,6
Sn31/K469	BG22	0,0	0,0	-69,9
Sn31/K469	BG23	0,0	0,0	-70,6
Sn31/K469	BG24	0,0	0,0	-42,1
Sn31/K469	BG25	0,0	0,0	-55,2
Sn31/K469	BG26	0,0	0,0	-55,6
Sn31/K469	BG27	0,0	0,0	-10,7
Sn31/K469	BG28	0,0	0,0	-11,4
Sn31/K469	BG29	0,0	0,0	10,2
Sn31/K469	BG30	0,0	0,0	5,6
Sn31/K469	BG31	0,0	0,0	2,8
Sn32/K470	BG01	0,0	0,0	0,0
Sn32/K470	BG02	0,0	0,0	0,0
Sn32/K470	BG03	0,0	0,0	0,0
Sn32/K470	BG06	0,0	0,0	-15,8
Sn32/K470	BG07	0,0	0,0	-6,5
Sn32/K470	BG08	0,0	0,0	166,9
Sn32/K470	BG11	0,0	0,0	-20,1
Sn32/K470	BG12	0,0	0,0	-34,5
Sn32/K470	BG13	0,0	0,0	-32,8
Sn32/K470	BG14	0,0	0,0	-27,7
Sn32/K470	BG21	0,0	0,0	-102,0
Sn32/K470	BG22	0,0	0,0	-91,7
Sn32/K470	BG23	0,0	0,0	-87,8
Sn32/K470	BG24	0,0	0,0	-80,3
Sn32/K470	BG25	0,0	0,0	-72,0
Sn32/K470	BG26	0,0	0,0	-69,3
Sn32/K470	BG27	0,0	0,0	-23,6
Sn32/K470	BG28	0,0	0,0	-21,5
Sn32/K470	BG29	0,0	0,0	5,7
Sn32/K470	BG30	0,0	0,0	10,3
Sn32/K470	BG31	0,0	0,0	11,6

7. Berekeningsverslag

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	8119
Aantal 1D elementen	3634
Aantal netknopen	8329
Aantal vergelijkingen	49974
Belastinggevallen	BG01
	BG02
	BG03
Buigtheorie	Mindlin
Start berekening	16.03.2018 14:14
Einde berekening	16.03.2018 14:14

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	8119
Aantal 1D elementen	3634
Aantal netknopen	8329
Aantal vergelijkingen	49974
Belastinggevallen	BG01
	BG02
	BG03
Buigtheorie	Mindlin
Start berekening	16.03.2018 14:14
Einde berekening	16.03.2018 14:14

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	8119
Aantal 1D elementen	3634
Aantal netknopen	8329
Aantal vergelijkingen	49974
Belastinggevallen	BG11
	BG12
	BG21
	BG27
	BG28
	BG22
	BG23
	BG24
	BG25
	BG26
	BG13
	BG14
	BG29
	BG30
	BG31
	BG06
	BG07
	BG08
Buigtheorie	Mindlin
Start berekening	16.03.2018 14:14
Einde berekening	16.03.2018 14:14

Som van lasten en reacties.

	[kN]	X	Y	Z
BG BG01	last	-0.0	0.0	-931.1
	knoopreacties	0.0	0.0	931.1
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG02	last	0.0	0.0	-167.4
	knoopreacties	0.0	0.0	167.4
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG11	last	0.0	0.0	-669.3
	knoopreacties	0.0	0.0	669.3

	[kN]	X	Y	Z
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG12	last	0.0	0.0	-568.3
	knoopreacties	0.0	0.0	568.3
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG21	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG27	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG28	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG22	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG23	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG24	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG25	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG26	last	0.0	0.0	-1140.5
	knoopreacties	0.0	0.0	1140.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG13	last	0.0	0.0	-562.1
	knoopreacties	0.0	0.0	562.1
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG14	last	0.0	0.0	-590.7
	knoopreacties	0.0	0.0	590.7
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG03	last	1.8	0.0	-1184.4
	knoopreacties	-1.8	0.0	1184.4
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG29	last	-384.6	0.0	0.0
	knoopreacties	384.6	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0

	[kN]	X	Y	Z
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG30	last	-384.6	0.0	0.0
	knoopreacties	384.6	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG31	last	-384.6	0.0	0.0
	knoopreacties	384.6	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG06	last	-0.0	0.0	-931.1
	knoopreacties	0.0	0.0	931.1
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG07	last	0.0	0.0	-167.4
	knoopreacties	0.0	0.0	167.4
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
BG BG08	last	1.8	0.0	-1184.4
	knoopreacties	-1.8	0.0	1184.4
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

B. [redacted] in- en uitvoer opleglandhoofd

B.1. In- en uitvoer opleglandhoofd

1. Project

Licence name	[redacted]
Project	INFR170422
Part	Willemsbrug Onderbouw
Description	Herberekening
Author	SRN
Date	17.07.2018
Structure	General XYZ
No. of nodes :	1440
No. of beams :	587
No. of slabs :	56
No. of solids :	0
No. of used profiles :	2
No. of load cases :	11
No. of used materials :	5
Acceleration of gravity [m/s^2]	10,000
National code	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project 1
2. Inhoudsopgave 1
3. Materialen 2
4. Opleglandhoofd 3
4.1. 3D weergave voorzijde 3
4.2. 3D weergave achterzijde 3
4.3. 3D Maatvoering 4
4.4. Bovenaanzicht maatvoering 4
4.5. Beddingen en puntveren 5
5. Load cases 6
5.1. Load cases - BG1 6
5.1.1. Grafische weergave 6
5.2. Load cases - BG2 7
5.2.1. Grafische weergave 7
5.3. Load cases - BG3 8
5.3.1. Grafische weergave 8
5.4. Load cases - BG4 9
5.4.1. Grafische weergave 9
5.5. Load cases - BG5 10
5.5.1. Grafische weergave 10
5.6. Load cases - BG6 11
5.6.1. Grafische weergave 11
5.7. Load cases - BG7 12
5.7.1. Grafische weergave 12
5.8. Load cases - BG8 13
5.8.1. Grafische weergave 13
6. Combinaties 14
7. Paalbelastingen 15
7.1. Combinations 15
7.1.1. Combinations - OLH-UGT1-6.10a 15
7.1.1.1. Reacties; Rz 15
7.1.1.2. Reacties; Rz 16
7.1.2. Combinations - OLH-UGT2-6.10a 17
7.1.2.1. Reacties; Rz 17
7.1.2.2. Reacties; Rz 18
8. Vloer opelglandhoofd 19
8.1. Combinations 19
8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a 19
8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; mxD- 19
8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+ 20
8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD- 20
8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; myD+ 21
8.1.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b 21
9. Load cases 22
9.1. Load cases - BG1 22
9.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 22

9.1.2. Resultante; Rz 23
9.2. Load cases - BG2 24
9.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 24
9.2.2. Resultante; Rz 25
9.3. Load cases - BG3 26
9.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 26
9.3.2. Resultante; Rz 27
9.4. Load cases - BG4 28
9.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 28
9.4.2. Resultante; Rz 29
9.5. Load cases - BG5 30
9.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 30
9.5.2. Resultante; Rz 31
9.6. Load cases - BG6 32
9.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 32
9.6.2. Resultante; Rz 33
9.7. Load cases - BG7 34
9.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 34
9.7.2. Resultante; Rz 35
9.8. Load cases - BG8 36
9.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 36
9.8.2. Resultante; Rz 37
10. Calculation protocol 38

3. Materialen

Steel EC3

Name	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Colour
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0	

Name	Type	ρ [kg/m³]	Density in fresh state [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Colour
C20/25	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0,2	0,00	20,00	
C25/30	Beton	2500,0	2600,0	3,1500e+04	0,2	0,00	25,00	

Explanations of symbols	
Density in fresh state	The value in the density in fresh state property is used only in case a composite deck is input and its self-weight load is taken into account.

Timber EC5

Name	Type of timber	μ	E_{mod} [MPa]	$f_{m.k}$ [MPa]	$f_{t.0.k}$ [MPa]	$f_{t.90.k}$ [MPa]	$f_{c.0.k}$ [MPa]	$f_{c.90.k}$ [MPa]	$f_{v.k}$ [MPa]	Colour
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							
C24 (EN 338)	Solid	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	0,0	0,00	6,9000e+02							

Masonry

Name	Type	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	f_k [MPa]	Colour
Metselwerk	Metselwerk	0,0	3,1000e+03	0,25	1,2400e+03	0,00	3,1	

4. Opleglandhoofd

4.1. 3D weergave voorzijde



4.2. 3D weergave achterzijde



4.3. 3D Maatvoering



4.4. Bovenaanzicht maatvoering



4.5. Beddingen en puntveren



5. Load cases

5.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

5.1.1. Grafische weergave



5.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standard	

5.2.1. Grafische weergave



5.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent Standard	LG1

5.3.1. Grafische weergave



5.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

5.4.1. Grafische weergave



5.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

5.5.1. Grafische weergave



5.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.6.1. Grafische weergave



5.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.7.1. Grafische weergave



5.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.8.1. Grafische weergave



6. Combinaties

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT1-6.10a	EG+RB+PB+GR+LM1dek +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00
OLH-UGT2-6.10a	EG+RB+PB+GR+20kN/m² +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,96
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00
OLH-UGT3-6.10a	EG+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,25
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,00
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7. Paalbelastingen

7.1. Combinations

7.1.1. Combinations - OLH-UGT1-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT1-6.10a	EG+RB+PB+GR+LM1dek +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7.1.1.1. Reacties; Rz



7.1.1.2. Reacties; Rz



7.1.2. Combinations - OLH-UGT2-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT2-6.10a	EG+RB+PB+GR+20kN/m²+REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,96
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7.1.2.1. Reacties; Rz



7.1.2.2. Reacties; Rz



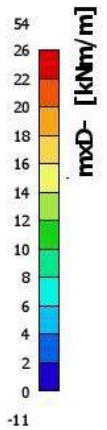
8. Vloer opelglandhoofd

8.1. Combinations

8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a

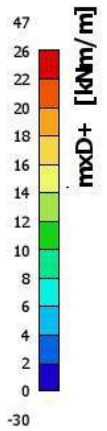
Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT3-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,00

8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; mxD-



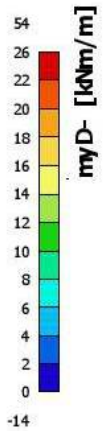


8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+



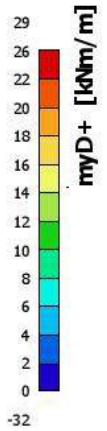


8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD-



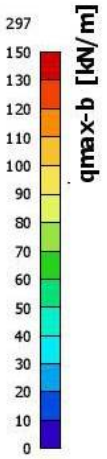


8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; myD+





8.1.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b





9. Load cases

9.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

9.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.1.2. Resultante; Rz



9.2. Load cases - BG2

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent Standard	LG1

9.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.2.2. Resultante; Rz



9.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent	LG1
		Standard	

9.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.3.2. Resultante; Rz



9.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

9.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.4.2. Resultante; Rz



9.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

9.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.5.2. Resultante; Rz



9.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.6.2. Resultante; Rz



9.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.7.2. Resultante; Rz



9.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.8.2. Resultante; Rz



10. Calculation protocol

Linear calculation

Number of 2D elements	22971
Number of 1D elements	10678
Number of mesh nodes	32484
Number of equations	194904
Loadcases	BG1
	BG2
	BG3
	BG4
	BG5
	BG6
	BG7
	BG8
	BG9a
	BG9b
	BG9c
Bending theory	Mindlin
Start of calculation	12.07.2018 10:00
End of calculation	12.07.2018 10:01

Sum of loads and reactions.

	[kN]	X	Y	Z
Loadcase BG1	loads	0.0	0.0	-14287.0
	reactions in nodes	18.6	-224.0	14287.0
	reactions on lines	-18.6	224.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG2	loads	0.0	0.0	8085.5
	reactions in nodes	-14.3	89.2	-8085.5
	reactions on lines	14.3	-89.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG3	loads	0.0	0.0	-14097.2
	reactions in nodes	48.2	242.9	14097.2
	reactions on lines	-48.2	-242.9	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG4	loads	0.0	0.0	-1990.0
	reactions in nodes	0.2	-4.3	1990.0
	reactions on lines	-0.2	4.3	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG5	loads	-326.3	1710.4	-11498.3
	reactions in nodes	217.4	-4.7	11498.3
	reactions on lines	108.9	-1705.7	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG6	loads	0.0	0.0	-5864.6
	reactions in nodes	7.8	142.4	5864.6
	reactions on lines	-7.8	-142.4	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG7	loads	-83.0	357.3	-2169.9
	reactions in nodes	5.1	30.2	2169.9
	reactions on lines	77.9	-387.5	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG8	loads	0.0	-189.0	0.0
	reactions in nodes	-3.3	14.3	0.0
	reactions on lines	3.3	174.7	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9a	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	0.0	-29.5	1758.4
	reactions on lines	0.0	29.5	0.0

	[kN]	X	Y	Z
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9b	loads	0.0	0.0	-1037.7
	reactions in nodes	0.0	-18.8	1037.7
	reactions on lines	0.0	18.8	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9c	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	0.0	-57.1	1758.4
	reactions on lines	0.0	57.1	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

B.2. In- en uitvoer opleglandhoofd - lage stijfheden

1. Project

Licence name	[redacted]
Project	INFR170422
Part	Willemsbrug Onderbouw
Description	Herberekening
Author	SRN
Date	17.07.2018
Structure	General XYZ
No. of nodes :	1440
No. of beams :	587
No. of slabs :	56
No. of solids :	0
No. of used profiles :	2
No. of load cases :	11
No. of used materials :	5
Acceleration of gravity [m/s^2]	10,000
National code	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project 1
2. Inhoudsopgave 1
3. Materialen 2
4. Opleglandhoofd 3
4.1. 3D weergave voorzijde 3
4.2. 3D weergave achterzijde 3
4.3. 3D Maatvoering 4
4.4. Bovenaanzicht maatvoering 4
4.5. Beddingen en puntveren 5
5. Load cases 6
5.1. Load cases - BG1 6
5.1.1. Grafische weergave 6
5.2. Load cases - BG2 7
5.2.1. Grafische weergave 7
5.3. Load cases - BG3 8
5.3.1. Grafische weergave 8
5.4. Load cases - BG4 9
5.4.1. Grafische weergave 9
5.5. Load cases - BG5 10
5.5.1. Grafische weergave 10
5.6. Load cases - BG6 11
5.6.1. Grafische weergave 11
5.7. Load cases - BG7 12
5.7.1. Grafische weergave 12
5.8. Load cases - BG8 13
5.8.1. Grafische weergave 13
6. Combinaties 14
7. Paalbelastingen 15
7.1. Combinations 15
7.1.1. Combinations - OLH-UGT1-6.10a 15
7.1.1.1. Reacties; Rz 15
7.1.1.2. Reacties; Rz 16
7.1.2. Combinations - OLH-UGT2-6.10a 17
7.1.2.1. Reacties; Rz 17
7.1.2.2. Reacties; Rz 18
8. Vloer opelglandhoofd 19
8.1. Combinations 19
8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a 19
8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; mxD- 19
8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+ 20
8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD- 20
8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; myD+ 21
8.1.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b 21
9. Load cases 22
9.1. Load cases - BG1 22
9.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 22

9.1.2. Resultante; Rz 23
9.2. Load cases - BG2 24
9.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 24
9.2.2. Resultante; Rz 25
9.3. Load cases - BG3 26
9.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 26
9.3.2. Resultante; Rz 27
9.4. Load cases - BG4 28
9.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 28
9.4.2. Resultante; Rz 29
9.5. Load cases - BG5 30
9.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 30
9.5.2. Resultante; Rz 31
9.6. Load cases - BG6 32
9.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 32
9.6.2. Resultante; Rz 33
9.7. Load cases - BG7 34
9.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 34
9.7.2. Resultante; Rz 35
9.8. Load cases - BG8 36
9.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 36
9.8.2. Resultante; Rz 37
10. Calculation protocol 38

3. Materialen

Steel EC3

Name	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	F_y [MPa]	F_u [MPa]	Colour
		G_{mod} [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,0	2,1000e+05	0.3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0	

Name	Type	ρ [kg/m³]	Density in fresh state [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c.k.28}$ [MPa]	Colour
C20/25	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0.2	0,00	20,00	
C25/30	Beton	2500,0	2600,0	1,1000e+04	0.2	0,00	25,00	

Explanations of symbols	
Density in fresh state	The value in the density in fresh state property is used only in case a composite deck is input and its self-weight load is taken into account.

Timber EC5

Name	Type of timber	μ	E_{mod} [MPa]	$f_{m.k}$ [MPa]	$f_{t.0.k}$ [MPa]	$f_{t.90.k}$ [MPa]	$f_{c.0.k}$ [MPa]	$f_{c.90.k}$ [MPa]	$f_{v.k}$ [MPa]	Colour
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							
C24 (EN 338)	Solid	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	0,0	0,00	6,9000e+02							

Masonry

Name	Type	ρ [kg/m³]	E_{mod} [MPa]	μ	G_{mod} [MPa]	α [m/mK]	f_k [MPa]	Colour
Metselwerk	Metselwerk	0,0	1,0000e+03	0.25	4,0000e+02	0,00	3,1	

4. Opleglandhoofd

4.1. 3D weergave voorzijde



4.2. 3D weergave achterzijde



4.3. 3D Maatvoering



4.4. Bovenaanzicht maatvoering



4.5. Beddingen en puntveren



5. Load cases

5.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

5.1.1. Grafische weergave



5.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standard	

5.2.1. Grafische weergave



5.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent	LG1
		Standard	

5.3.1. Grafische weergave



5.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

5.4.1. Grafische weergave



5.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

5.5.1. Grafische weergave



5.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.6.1. Grafische weergave



5.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.7.1. Grafische weergave



5.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.8.1. Grafische weergave



6. Combinaties

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT1-6.10a	EG+RB+PB+GR+LM1dek +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00
OLH-UGT2-6.10a	EG+RB+PB+GR+20kN/m² +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,96
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00
OLH-UGT3-6.10a	EG+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,25
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,00
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7. Paalbelastingen

7.1. Combinations

7.1.1. Combinations - OLH-UGT1-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT1-6.10a	EG+RB+PB+GR+LM1dek +REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7.1.1.1. Reacties; Rz



7.1.1.2. Reacties; Rz



7.1.2. Combinations - OLH-UGT2-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
OLH-UGT2-6.10a	EG+RB+PB+GR+20kN/m²+REM	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	0,00
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	0,96
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	0,96
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,00

7.1.2.1. Reacties; Rz



7.1.2.2. Reacties; Rz



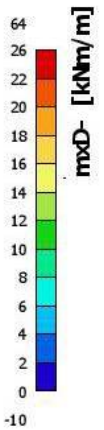
8. Vloer opelglandhoofd

8.1. Combinations

8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a

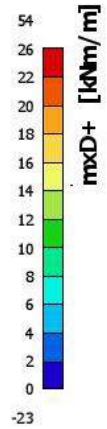
Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT3-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,00

8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; mxD-



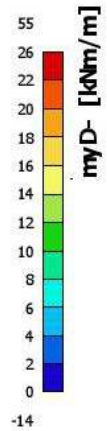


8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+



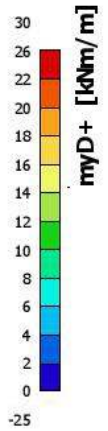


8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD-



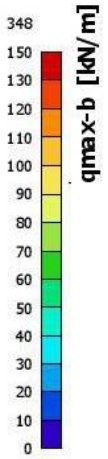


8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; myD+





8.1.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b





9. Load cases

9.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

9.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.1.2. Resultante; Rz



9.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standard	

9.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.2.2. Resultante; Rz



9.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent	LG1
		Standard	

9.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.3.2. Resultante; Rz



9.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

9.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.4.2. Resultante; Rz



9.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

9.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.5.2. Resultante; Rz



9.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.6.2. Resultante; Rz



9.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.7.2. Resultante; Rz



9.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

9.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



9.8.2. Resultante; Rz



10. Calculation protocol

Linear calculation

Number of 2D elements	22971
Number of 1D elements	10678
Number of mesh nodes	32484
Number of equations	194904
Loadcases	BG1
	BG2
	BG3
	BG4
	BG5
	BG6
	BG7
	BG8
	BG9a
	BG9b
	BG9c
Bending theory	Mindlin
Start of calculation	27.11.2018 08:02
End of calculation	27.11.2018 08:03

Sum of loads and reactions.

	[kN]	X	Y	Z
Loadcase BG1	loads	0.0	0.0	-14287.0
	reactions in nodes	18.9	-220.9	14287.0
	reactions on lines	-18.9	220.9	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG2	loads	0.0	0.0	8085.5
	reactions in nodes	-12.9	94.2	-8085.5
	reactions on lines	12.9	-94.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG3	loads	0.0	0.0	-14097.2
	reactions in nodes	36.8	203.4	14097.2
	reactions on lines	-36.8	-203.4	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG4	loads	0.0	0.0	-1990.0
	reactions in nodes	0.0	-2.2	1990.0
	reactions on lines	-0.0	2.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG5	loads	-326.3	1710.4	-11498.3
	reactions in nodes	230.3	13.7	11498.3
	reactions on lines	96.0	-1724.1	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG6	loads	0.0	0.0	-5864.6
	reactions in nodes	3.4	138.6	5864.6
	reactions on lines	-3.4	-138.6	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG7	loads	-83.0	357.3	-2169.9
	reactions in nodes	4.4	29.4	2169.9
	reactions on lines	78.6	-386.8	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG8	loads	0.0	-189.0	0.0
	reactions in nodes	-4.0	-3.2	0.0
	reactions on lines	4.0	192.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9a	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	0.0	-28.1	1758.4
	reactions on lines	-0.0	28.1	0.0

	[kN]	X	Y	Z
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9b	loads	0.0	0.0	-1037.7
	reactions in nodes	0.0	-17.8	1037.7
	reactions on lines	-0.0	17.8	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9c	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	-0.0	-60.2	1758.4
	reactions on lines	0.0	60.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

C. [redacted] in- en uitvoer kelderlandhoofd

1. Project

Licence name	
Project	INFR170422
Part	Willemsbrug Onderbouw
Description	Herberekening
Author	SRN
Date	17.07.2018
Structure	General XYZ
No. of nodes :	1440
No. of beams :	587
No. of slabs :	56
No. of solids :	0
No. of used profiles :	2
No. of load cases :	11
No. of used materials :	5
Acceleration of gravity [m/s^2]	10,000
National code	EC - EN

2. Inhoudsopgave

1. Project 1
2. Inhoudsopgave 1
3. Materials 3
4. Kelderlandhoofd 4
4.1. 3D weergave achterzijde 4
4.2. 3D weergave voorzijde 4
4.3. 3D Maatvoering 5
4.4. Bovenaanzicht maatvoering 5
4.5. Beddingen en puntveren 6
5. Load cases 7
5.1. Load cases - BG1 7
5.1.1. Grafische weergave 7
5.2. Load cases - BG2 8
5.2.1. Grafische weergave 8
5.3. Load cases - BG3 9
5.3.1. Grafische weergave 9
5.4. Load cases - BG4 10
5.4.1. Grafische weergave 10
5.5. Load cases - BG5 11
5.5.1. Grafische weergave 11
5.6. Load cases - BG6 12
5.6.1. Grafische weergave 12
5.7. Load cases - BG7 13
5.7.1. Grafische weergave 13
5.8. Load cases - BG8 14
5.8.1. Grafische weergave 14
5.9. Load cases - BG9a 15
5.9.1. Grafische weergave 15
5.10. Load cases - BG9b 16
5.10.1. Grafische weergave 16
5.11. Load cases - BG9c 17
5.11.1. Grafische weergave 17
6. Combinaties 18
7. Paalbelastingen 19
7.1. Combinations 19
7.1.1. Combinations - KLH-UGT1a-6.10a 19
7.1.1.1. Reacties; Rz 19
7.1.1.2. Reacties; Rz 20
7.1.2. Combinations - KLH-UGT1b-6.10a 21
7.1.2.1. Reacties; Rz 21
7.1.2.2. Reacties; Rz 22
7.1.3. Combinations - KLH-UGT2-6.10a 23
7.1.3.1. Reacties; Rz 23
7.1.3.2. Reacties; Rz 24
8. Vloer kelderlandhoofd 25
8.1. Combinations 25

8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a 25
8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD- 26
8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; myD- 26
8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD- 27
8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD- 27
8.2. Combinations 28
8.2.1. Combinations - KLH-UGT4-6.10a 28
8.2.1.1. 2D element - Interne krachten; myD+ 28
8.2.1.2. 2D element - Interne krachten; myD+ 29
8.2.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD+ 29
8.2.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD+ 30
8.2.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b 30
8.2.1.6. 2D element - Interne krachten; qmax-b 31
9. Dak basculekelder 32
9.1. Combinations 32
9.1.1. Combinations - KLH-UGT5-6.10b 32
9.1.1.1. Interne krachten in staaf; My 32
9.1.1.2. Interne krachten in staaf; Vz 33
9.1.2. Combinations - KLH-UGT6-6.10b 34
9.1.2.1. Interne krachten in staaf; My 34
9.1.2.2. Interne krachten in staaf; Vz 35
10. Dak keldergang 36
10.1. Combinations 36
10.1.1. Combinations - KLH-UGT7-6.10b 36
10.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD- 36
10.1.1.2. 2D element - Interne krachten; myD- 37
10.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD- 37
10.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD- 38
10.1.1.5. 2D element - Interne krachten; myD+ 38
10.1.1.6. 2D element - Interne krachten; myD+ 39
10.1.1.7. 2D element - Interne krachten; qmax-b 39
10.1.1.8. 2D element - Interne krachten; qmax-b 40
11. Achterwand keldergang 40
11.1. Combinations 40
11.1.1. Combinations - KLH-UGT8-6.10b 40
11.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD+ 41
11.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+ 41
11.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD- 42
11.1.1.4. 2D element - Interne krachten; qmax-b 42
12. Load cases 43
12.1. Load cases - BG1 43
12.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 43
12.2. Load cases - BG2 44
12.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 44
12.3. Load cases - BG3 45
12.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 45
12.4. Load cases - BG4 46
12.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 46
12.5. Load cases - BG5 47
12.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 47
12.6. Load cases - BG6 48
12.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 48
12.7. Load cases - BG7 49
12.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 49
12.8. Load cases - BG8 50
12.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 50
12.9. Load cases - BG9a 51
12.9.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 51
12.10. Load cases - BG9b 52
12.10.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 52
12.11. Load cases - BG9c 53
12.11.1. Resultante; Rx, Ry, Rz 53
13. Calculation protocol 54

3. Materials

Steel EC3

Name	ρ [kg/m³]	Emod [MPa]	μ	Lower limit [mm]	Upper limit [mm]	Fy [MPa]	Fu [MPa]	Colour
		Gmod [MPa]	α [m/mK]					
S 235	7850,0	2,1000e+05	0,3	0	40	235,0	360,0	
		8,0769e+04	0,00	40	80	215,0	360,0	

Name	Type	ρ [kg/m³]	Density in fresh state [kg/m³]	Emod [MPa]	μ	α [m/mK]	fc.k.28 [MPa]	Colour
C20/25	Beton	2500,0	2600,0	3,0000e+04	0,2	0,00	20,00	
C25/30	Beton	2500,0	2600,0	3,1500e+04	0,2	0,00	25,00	

Explanations of symbols	
Density in fresh state	The value in the density in fresh state property is used only in case a composite deck is input and its self-weight load is taken into account.

Timber EC5

Name	Type of timber	μ	Emod [MPa]	fm.k [MPa]	ft.0.k [MPa]	ft.90.k [MPa]	fc.0.k [MPa]	fc.90.k [MPa]	fv.k [MPa]	Colour
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	Gmod [MPa]							
C24 (EN 338)	Solid	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	0,0	0,00	6,9000e+02							

Masonry

Name	Type	ρ [kg/m³]	Emod [MPa]	μ	Gmod [MPa]	α [m/mK]	fk [MPa]	Colour
Metselwerk	Metselwerk	0,0	3,1000e+03	0,25	1,2400e+03	0,00	3,1	

4. Kelderlandhoofd

4.1. 3D weergave achterzijde



4.2. 3D weergave voorzijde



4.3. 3D Maatvoering



4.4. Bovenaanzicht maatvoering



4.5. Beddingen en puntveren



5. Load cases

5.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

5.1.1. Grafische weergave



5.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standard	

5.2.1. Grafische weergave



5.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent	LG1
		Standard	

5.3.1. Grafische weergave



5.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

5.4.1. Grafische weergave



5.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

5.5.1. Grafische weergave



5.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.6.1. Grafische weergave



5.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.7.1. Grafische weergave



5.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.8.1. Grafische weergave



5.9. Load cases - BG9a

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9a	Verkeersbelasting Kelderdak confg1	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.9.1. Grafische weergave



5.10. Load cases - BG9b

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9b	Verkeersbelasting Kelderdak confg1	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.10.1. Grafische weergave



5.11. Load cases - BG9c

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9c	Verkeersbelasting Kelderdak confg2	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

5.11.1. Grafische weergave



6. Combinaties

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT1a-6.10a	EG+W+RB+PB+GR+LM1dek	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	-1,00
KLH-UGT2-6.10a	EGW+RB+PB+GR+VB,H	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,15
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	-1,00
KLH-UGT3-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,00
KLH-UGT4-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,15
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90
KLH-UGT5-6.10b	EG+RB+LM1_conf1	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	1,20
KLH-UGT6-6.10b	EG+RB+LM1_conf2	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9b - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	1,20
KLH-UGT7-6.10b	EG+RB+LM1_conf3	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9c - Verkeersbelasting Kelderdak confg2	1,20

7. Paalbelastingen

7.1. Combinations

7.1.1. Combinations - KLH-UGT1a-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT1a-6.10a	EG+W+RB+PB+GR+LM1dek	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG6 - Mobiele belasting	1,00
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	-1,00

7.1.1.1. Reacties; Rz



7.1.1.2. Reacties; Rz



7.1.2. Combinations - KLH-UGT1b-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT1b-6.10a	EG+W+RB+PB+GR+LM1dek	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,25
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	-1,00
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	0,96

7.1.2.1. Reacties; Rz



7.1.2.2. Reacties; Rz



7.1.3. Combinations - KLH-UGT2-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT2-6.10a	EGW+RB+PB+GR+VB,H	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,15
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90
			BG8 - Horizontale verkeersbelastingen	-1,00

7.1.3.1. Reacties; Rz



7.1.3.2. Reacties; Rz



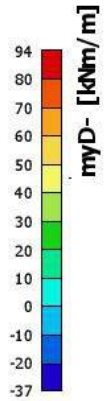
8. Vloer kelderlandhoofd

8.1. Combinations

8.1.1. Combinations - KLH-UGT3-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT3-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,25
			BG2 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG3 - Rustende belasting	1,25
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	1,25
			BG5 - Grondbelasting	1,00

8.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD-

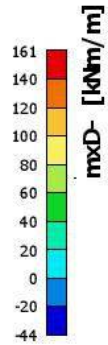




8.1.1.2. 2D element - Interne krachten; myD-



8.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD-





8.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD-

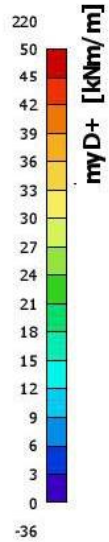


8.2. Combinations

8.2.1. Combinations - KLH-UGT4-6.10a

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT4-6.10a	EG+W+RB+PB+GR	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	0,90
			BG2 - Opwaartse waterdruk	1,15
			BG3 - Rustende belasting	0,90
			BG4 - Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	0,90
			BG5 - Grondbelasting	0,90

8.2.1.1. 2D element - Interne krachten; myD+

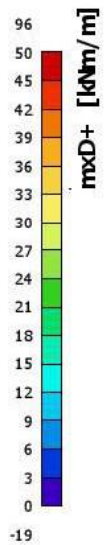




8.2.1.2. 2D element - Interne krachten; myD+



8.2.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD+

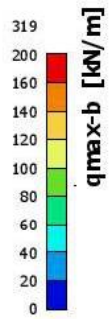




8.2.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD+



8.2.1.5. 2D element - Interne krachten; qmax-b





8.2.1.6. 2D element - Interne krachten; qmax-b



9. Dak basculekelder

9.1. Combinations

9.1.1. Combinations - KLH-UGT5-6.10b

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT5-6.10b	EG+RB+LM1_conf1	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9a - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	1,20

9.1.1.1. Interne krachten in staaf; My



9.1.1.2. Interne krachten in staaf; Vz



9.1.2. Combinations - KLH-UGT6-6.10b

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT6-6.10b	EG+RB+LM1_conf2	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9b - Verkeersbelasting Kelderdak confg1	1,20

9.1.2.1. Interne krachten in staaf; My



9.1.2.2. Interne krachten in staaf; Vz



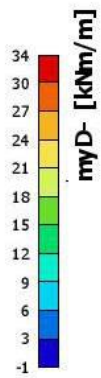
10. Dak keldergang

10.1. Combinations

10.1.1. Combinations - KLH-UGT7-6.10b

Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT7-6.10b	EG+RB+LM1_conf3	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG9c - Verkeersbelasting Kelderdak confg2	1,20

10.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD-

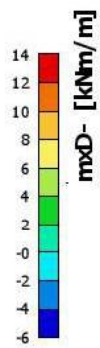




10.1.1.2. 2D element - Interne krachten; myD-



10.1.1.3. 2D element - Interne krachten; mxD-

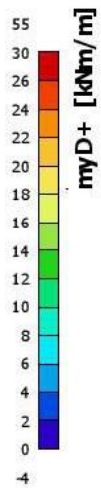




10.1.1.4. 2D element - Interne krachten; mxD-



10.1.1.5. 2D element - Interne krachten; myD+

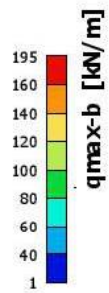




10.1.1.6. 2D element - Interne krachten; myD+



10.1.1.7. 2D element - Interne krachten; qmax-b





10.1.1.8. 2D element - Interne krachten; qmax-b



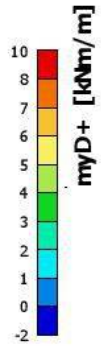
11. Achterwand keldergang

11.1. Combinations

11.1.1. Combinations - KLH-UGT8-6.10b

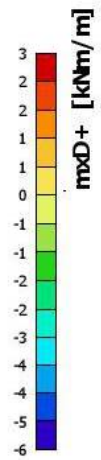
Name	Description	Type	Load cases	Coeff. [-]
KLH-UGT8-6.10b	EG+RB+GR+VB,H	Linear - ultimate	BG1 - Eigen gewicht	1,15
			BG3 - Rustende belasting	1,15
			BG5 - Grondbelasting	1,15
			BG7 - Verkeersbelasting achter LH	1,20

11.1.1.1. 2D element - Interne krachten; myD+



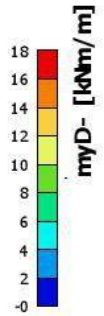


11.1.1.2. 2D element - Interne krachten; mxD+



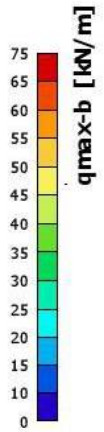


11.1.1.3. 2D element - Interne krachten; myD-





11.1.1.4. 2D element - Interne krachten; qmax-b





12. Load cases

12.1. Load cases - BG1

Name	Description Spec	Action type Load type	Load group	Direction
BG1	Eigen gewicht	Permanent Self weight	LG1	-Z

12.1.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.2. Load cases - BG2

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG2	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standard	

12.2.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.3. Load cases - BG3

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG3	Rustende belasting	Permanent	LG1
		Standard	

12.3.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.4. Load cases - BG4

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG4	Permanente belasting en eigen gewicht brugdek	Permanent	LG1
		Standard	

12.4.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.5. Load cases - BG5

Name	Description	Action type	Load group
	Spec	Load type	
BG5	Grondbelasting	Permanent	LG1
		Standard	

12.5.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.6. Load cases - BG6

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG6	Mobiele belasting	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.6.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.7. Load cases - BG7

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG7	Verkeersbelasting achter LH	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.7.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.8. Load cases - BG8

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG8	Horizontale verkeersbelastingen	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.8.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.9. Load cases - BG9a

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9a	Verkeersbelasting Kelderdak confg1	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.9.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.10. Load cases - BG9b

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9b	Verkeersbelasting Kelderdak confg1	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.10.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



12.11. Load cases - BG9c

Name	Description	Action type	Load group	Duration	Master load case
	Spec	Load type			
BG9c	Verkeersbelasting Kelderdak confg2	Variable	LG2	Short	None
	Standard	Static			

12.11.1. Resultante; Rx, Ry, Rz



13. Calculation protocol

Linear calculation

Number of 2D elements	22971
Number of 1D elements	10678
Number of mesh nodes	32484
Number of equations	194904
Loadcases	BG1
	BG2
	BG3
	BG4
	BG5
	BG6
	BG7
	BG8
	BG9a
	BG9b
	BG9c
Bending theory	Mindlin
Start of calculation	12.07.2018 10:00
End of calculation	12.07.2018 10:01

Sum of loads and reactions.

	[kN]	X	Y	Z
Loadcase BG1	loads	0.0	0.0	-14287.0
	reactions in nodes	18.6	-224.0	14287.0
	reactions on lines	-18.6	224.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG2	loads	0.0	0.0	8085.5
	reactions in nodes	-14.3	89.2	-8085.5
	reactions on lines	14.3	-89.2	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG3	loads	0.0	0.0	-14097.2
	reactions in nodes	48.2	242.9	14097.2
	reactions on lines	-48.2	-242.9	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG4	loads	0.0	0.0	-1990.0
	reactions in nodes	0.2	-4.3	1990.0
	reactions on lines	-0.2	4.3	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG5	loads	-326.3	1710.4	-11498.3
	reactions in nodes	217.4	-4.7	11498.3
	reactions on lines	108.9	-1705.7	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG6	loads	0.0	0.0	-5864.6
	reactions in nodes	7.8	142.4	5864.6
	reactions on lines	-7.8	-142.4	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG7	loads	-83.0	357.3	-2169.9
	reactions in nodes	5.1	30.2	2169.9
	reactions on lines	77.9	-387.5	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG8	loads	0.0	-189.0	0.0
	reactions in nodes	-3.3	14.3	0.0
	reactions on lines	3.3	174.7	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9a	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	0.0	-29.5	1758.4
	reactions on lines	0.0	29.5	0.0

	[kN]	X	Y	Z
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9b	loads	0.0	0.0	-1037.7
	reactions in nodes	0.0	-18.8	1037.7
	reactions on lines	0.0	18.8	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
Loadcase BG9c	loads	0.0	0.0	-1758.4
	reactions in nodes	0.0	-57.1	1758.4
	reactions on lines	0.0	57.1	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0

D. Doorsnedecapaciteit betondoorsnede

Toetsing momentcapaciteit conform EC2

Op deze pagina wordt de momentcapaciteit per betondoorsnede bepaald en getoetst. Het bezwijkmoment wordt bepaald voor een rechthoekige doorsnede met wapening onder druk en wapening onder trek. De invloed van normaalkracht wordt hierin meegenomen.

Tabel 1 **Snedekrachten, materiaaleigenschappen en geometrie**

Snede	Omschrijving	$N_{d,min}$	M_{Ed}	Beton	f_{cd}	α	ß	Staal	f_{yd}	a = c+1/2Ø	h	b
		kN	kN		N/mm²	-	-		N/mm²	mm	mm	mm
M1	KLH,vloer,o+b,lg	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	25	350	1000
M2	KLH,vloer,o+b,dw	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	41	350	1000
M3	KLH,dak,o,lg	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	25	250	1000
M4	KLH,dak,o,dw	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	37	250	1000
M5	KLH,dak,b,lg	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	25	250	1000
M6	KLH,wand,bi,v	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	25	200	1000
M7	KLH,wand,bi,h	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	37	200	1000
M8	KLH,wand,bu,v	0	0	C25/30	16.7	0.75	0.39	QR24	209	25	200	1000

(trek positief) (trekzijde = onderzijde)

Tabel 2 **Wapening en bezwijkmoment**

Snede	trek-zijde	n_{trek}	$Ø_{trek}$	$A_{s,trek}$	n_{druk}	$Ø_{druk}$	$A_{s,druk}$	N_{Ed}	$N_{s,druk}$	$N_{s,trek}$	x	N_c	M_{Rd}
		stuks	mm	mm²	stuks	mm	mm²	kN	kN	kN	mm	kN	kNm
M1	b	5.00	12/16	1571	0	0	0	0	0	328	26	328	103
M2	b	4.00	12/16	1257	0	0	0	0	0	263	21	263	79
M3	o	12.00	12.00	1357	0	0	0	0	0	284	23	284	61
M4	o	8.00	8.00	402	0	0	0	0	0	84	7	84	18
M5	b	6.00	12.00	679	0	0	0	0	0	142	11	142	31
M6	o	12.00	12.00	1357	0	0	0	0	0	284	23	284	47
M7	o	8.00	8.00	402	0	0	0	0	0	84	7	84	13
M8	b	6.00	12.00	679	0	0	0	0	0	142	11	142	24

Tabel 3 **Controle sneden op momentcapaciteit (ULS)**

Snede	M_{Ed}	M_{Rd}	u.c.	Conclusie
	[kNm]	[kNm]	[-]	
M1	0	**103**	0.00	*voldoet*
M2	0	**79**	0.00	*voldoet*
M3	0	**61**	0.00	*voldoet*
M4	0	**18**	0.00	*voldoet*
M5	0	**31**	0.00	*voldoet*
M6	0	**47**	0.00	*voldoet*
M7	0	**13**	0.00	*voldoet*
M8	0	**24**	0.00	*voldoet*

Gehanteerde formules:

$N_c = \alpha \cdot b \cdot x \cdot f_{cd}$

$N_{s,druk} = A_{s,druk} \cdot f_{yd}$

$N_{s,trek} = A_{s,trek} \cdot f_{yd}$

$x = (N_{Ed} + A_s \cdot f_{yd} - A_{s,druk} \cdot f_{yd}) / (b \cdot \alpha \cdot f_{cd})$

$M_{Rd} = N_c(1/2 \cdot h - \beta \cdot x) + N_{s,druk}(1/2 \cdot h - a) + N_{s,trek}(1/2 \cdot h - a)$

$u.c. = M_{Ed} / M_{Rd}$

Toetsing dwarskrachtcapaciteit conform R.B.K. 1.1

Op deze pagina wordt de dwarskrachtcapaciteit per snede bepaald en getoetst. De snedecapaciteit wordt bepaald voor een rechthoekige doorsnede met breedte b_w.

Tabel 4 Snedekrachten, materiaaleigenschappen en geometrie

Snede	Omschrijving	$\sigma_{N,Ed,min}$	$\lvert V_{zd,max}\rvert$	Beton	f_{ck}	C_{Rdc}	k_{cap}	Staal	f_{yd}	c	h	b_w
		N/mm²	kN		N/mm²	-	-		N/mm²	mm	mm	mm
D1	OLH,vloer	0.00		C25	25	0.12	1.20	QR24	209	25	200	1000
D2	KLH,vloer	0.00		C25	25	0.12	1.20	QR24	209	25	350	1000
D3	KLH,dak	0.00		C25	25	0.12	1.20	QR24	209	25	250	1000
D4	KLH,wand	0.00		C25	25	0.12	1.20	QR24	209	25	200	1000

(trek positief)

Tabel 5 Wapening en opneembare schuifspanning (betonaandeel)

Snede	$Ø_{bgl}$	s_{bgl}	n_{sn}	A_{sw}	$Ø_{hfd}$	n_{hfd}	$A_{s,langs}$	d	ρ_1	k	v_{min}*	$V_{Rd,c}$	θ
	mm	mm	stuks	mm²	mm	-	mm²	mm	-	mm	N/mm²	N/mm²	°
D1	0			0	10	10.00	785	170	0.005	2.000	0.983	0.651	45
D2	0			0	16	10.00	2011	317	0.006	1.79	0.846	0.649	45
D3	0			0	12	6.00	679	219	0.003	1.96	0.962	0.557	45
D4	0			0	12	6.00	679	169	0.004	2.00	0.995	0.621	45

Tabel 6 Controle sneden op dwarskracht (ULS)

Snede	$V_{Rd,c}$	$V_{Rd,s}$	$V_{Rd,RBK}$	V_{Ed}	u.c.	Conclusie
	kN	kN	kN	kN	[-]	
D1	167	0	**167**	0	0.00	*voldoet*
D2	268	0	**268**	0	0.00	*voldoet*
D3	211	0	**211**	0	0.00	*voldoet*
D4	168	0	**168**	0	0.00	*voldoet*

Gehanteerde formules:

$k = 1+\sqrt{(200/d)} \leq 2{,}0$

$\rho_l = A_{sl}/(b_w \cdot d) \leq 0{,}02$

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0{,}2 \cdot f_{cd}$

k_{cap} = 1,0 of 1,2 bij massieve gewapende platen

$k_p = k_{cap}$

$v_{min} = 0{,}82 \cdot k_p^{3/2} \cdot k^{3/2} \cdot \sqrt{(f_{ck}/f_{yk})} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}$

$v_{rd,c} = 0{,}12 \cdot k_{cap} \cdot k(100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0{,}15 \cdot \sigma_{cp}$

$V_{Rd,c} = \max(v_{min}, v_{Rd,c}) b_w \cdot d$

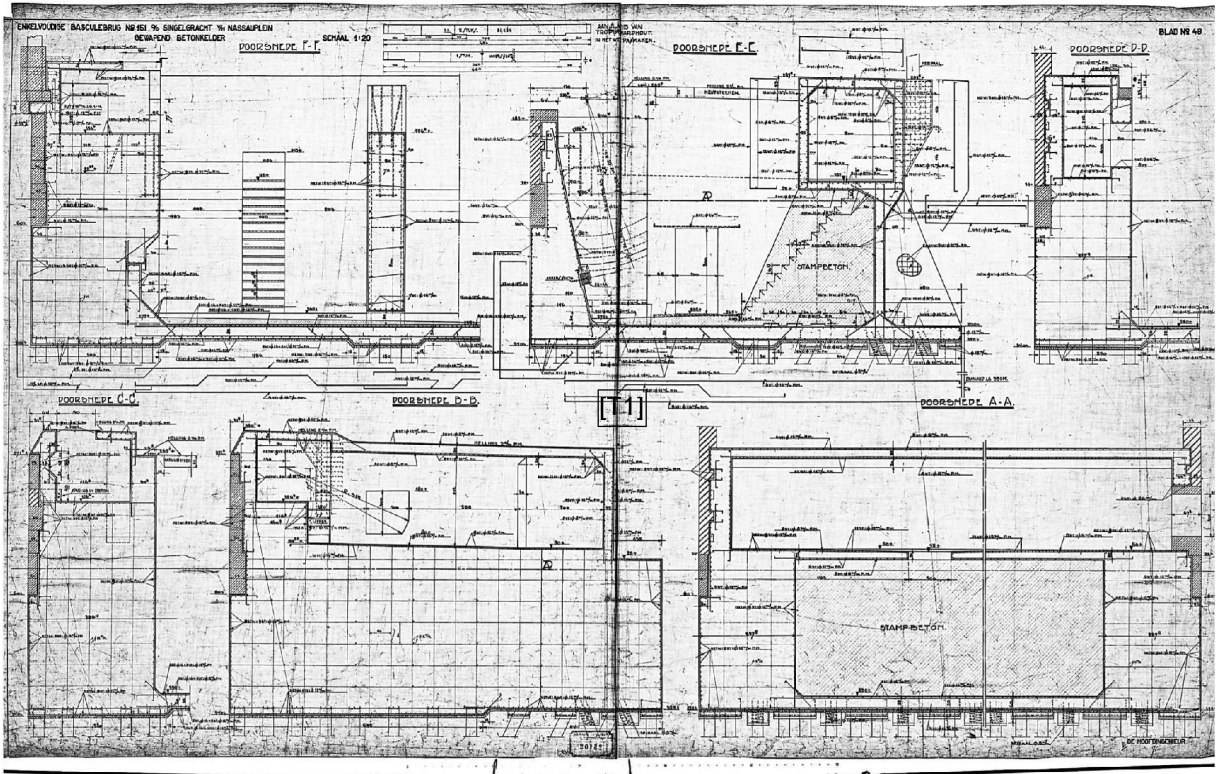
$V_{Rd,s} = A_{sw}/s \cdot 0{,}9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot 1/\tan(\theta)$

$V_{Ed} = V_{Rd,c} + V_{Rd,s}$

E. Relevante archiefinformatie

[T1]

[T2]



[T1]

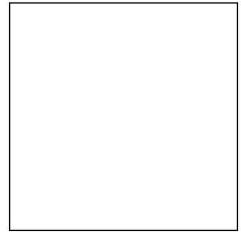
25102 10

[T3]



[T4]

[T5]

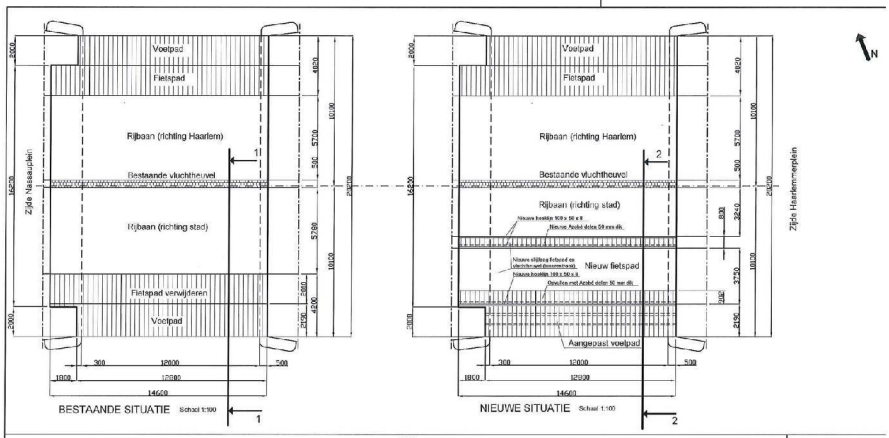


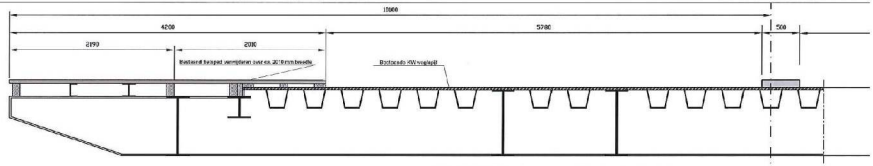
[T6]

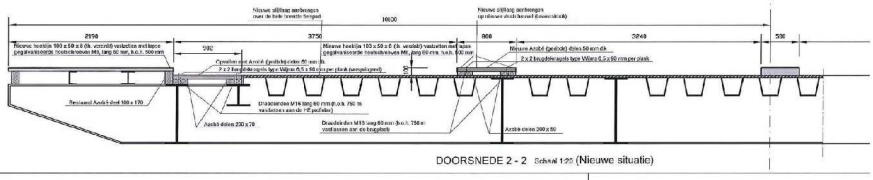
[T7]

[T8]

[T9]







Houtsoort Azo
Sterkteklasse
Staalkwaliteit:
Bruggedragen
Bouten thermi
Draadeinden E
Moeren en vul

Slijtlaag fietspa
(type SN EP-s
met split type /
Kleur slijtlaag

aanheidsklasse I.
vernisch verzinkt
na of gelijkwaardig, thermisch verzinkt
kl. kw. 8.8
verzinkt. kw. 4.6
ernisch verzinkt kw. 8

Slitnoveel (tussenstrook): kunstatol slurry
faltrosline
reidelitc 1- 3 mm.
gawe Stadsdeel Centrum

Attentie: maten

erk opmeten en controleren

Meten in mm

Gemeente Amsterdam
Dienst Infrastru

oor en Verveer

Behoor & Cardeboel
Dijkgraafplein 6
1015 RD Amsterdam
Tel. (020) 3085000

Opdrachtgever: Gem

sterdam Stadsdeel Centrum

Project:	Verbeede	Getekend	R.K. 17/05/2013
		Gecontr./akkrd	R.K. 17/05/2013
		Definitief	R.K. 28/05/2013
Onderwerp:	Bestekte	Schaal	1:50, 1:20
		Bestek nr.	
Tekening nr.:	BRU	Project nr.	I BRU0151 (zuidkant)
	02	Formaat	A 1

tpassen bruggdek

F. Schouw

Constructieve Inspectie Willemsbrug Amsterdam

Object:	Willemsbrug Amsterdam		
Objectcode:	BRU0151		
Onderdeel:	Onderbouw (basculekelder en opleglandhoofd), betonconstructie		
Datum:	23-10-2018		
Weer:	Bewolkt, regenachtig	Temperatuur:	13° C
Project Iv-Infra:	INFR170422		

Foto's

Navolgende foto's geven een impressie van de brug weer.



Foto 1 - Aanzicht Willemsbrug



Foto 2 - Rijbaanindeling t.p.v. Willemsbrug



Foto 3 - Detail leuning



Foto 4 - Onderzijde val (geopend)

Overeenstemming archiefinformatie

De resultaten van het archiefonderzoek (tekeningen geometrie) stemmen overeen met de feitelijke situatie. Er is voldoende informatie aanwezig (tekeningen fundering en wapening) om de constructieve staat van de onderbouw te beoordelen.

Construcieve schades

Tijdens de constructieve inspectie zijn geen constructieve schades waargenomen die bijvoorbeeld duiden op een onjuiste uitvoering, onjuiste detaillering of overbelasting.

Aanleiding nader onderzoek

Tijdens de constructieve inspectie zijn geen schades waargenomen die aanleiding geven tot een gericht technisch nader onderzoek.

Staat van de constructie

De algehele staat van de zichtbare delen van de (betonnen) onderbouw is goed. Zeker gezien de leeftijd van de constructie. De binnenzijde van het kelderlandhoofd is zonder bereikbaarheidsvoorzieningen geïnspecteerd. De constructeur en inspecteur hebben een groot deel van de betonnen wanden binnen handbereik afgeklopt. Slechts lokaal zijn enkele holklinkende delen waargenomen. Dit heeft zeer lokaal geleid tot afgedrukte dekking en zichtbare corrosie van de wapening. De binnenzijde van de basculekelder is wel vervuild. Geadviseerd wordt om deze te reinigen.

De buitenzijde van de onderbouw (kelder- en opleglandhoofd) zijn vanaf het water met behulp van een klein inspectiebootje geïnspecteerd. Hier zijn geen bijzonderheden waargenomen die van invloed zijn op de berekeningsuitgangspunten.

Tijdens een deel van de inspectie was ook [redacted] (Directievoerder [redacted], Gemeente Amsterdam) aanwezig. De bevindingen zijn direct gedeeld.

Foto's - specifiek

Navolgende foto's geven een impressie van de onderhoudsstaat van de binnenzijde van de basculekelder.

Foto 5 - Binnezijde basculekelder

Foto 6 - Binnezijde basculekelder



Foto 7 - Basculekelder, o.k. dak

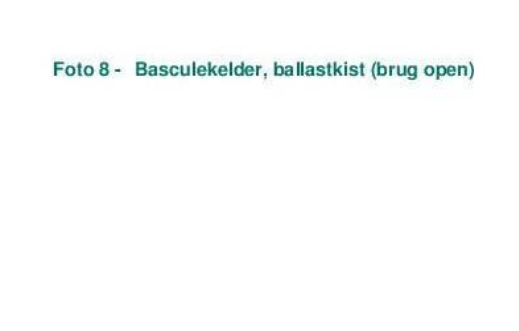


Foto 8 - Basculekelder, ballastkist (brug open)

Bevindingen constructie tijdens constructieve inspectie basculekelder

Leksporen en vervuiling

De kelder is vervuild. De corrosiesporen zijn afkomstig van (onderdelen van) het val en (loze) bevestigingsmiddelen. Nergens is waargenomen dat sprake is van corroderende (constructieve) wapening. Geen constructief risico voor betonconstructie. Geadviseerd wordt om de kelder te reinigen (delen van) het val (opnieuw) te conserveren.

Foto 9 - Afkloppen

Foto 10 - Leksporen

Holle plek stampbeton

In het stampbeton (ongewapend beton) aan de achterzijde van het landhoofd zijn holle delen aangetroffen. Ook kon lokaal een gat worden geslagen in deze wand. Dit betreft vermoedelijk een voormalige verloren bekisting. Geen constructief risico (ongewapend beton).

Foto 11 - Afkloppen

Foto 12 - Holle plek in (ongewapend) beton

Kalkuittreding frontwand

In de frontwand zijn mogelijk enkele voormalige krimpscheuren aangetroffen. Deze scheuren bevinden zich onder de waterlijn. Als gevolg van de vrije kalk in het beton zijn de scheuren dichtgeslibd. Er zijn geen vochtige plekken en/of gevolgschades waargenomen. Geen risico.

Foto 13 - Dichtgeslibde scheuren frontwand

Foto 14 - Kalkuittreding

Dekkingsschades basculekelder

Zeer lokaal zijn enkele holklinkende delen waargenomen met enkele blootliggende wapeningsstaven. Dit is het gevolg van onvoldoende dekking (ca. 15 mm). Dit is een aandachtspunt tijdens volgende inspecties.

Foto 15 - Dekkingsschade tussenwand

Foto 16 - Dekkingsschade tussenwand

Betonschades keldergang

Lokaal zijn enkele holklinkende delen waargenomen met enkele blootliggende wapeningsstaven. Dit is het gevolg van onvoldoende dekking (ca. 15 mm). Dit is een aandachtspunt tijdens volgende inspecties.

Foto 17 - Dekkingsschade tussenwand

Foto 18 - Dekkingsschade tussenwand

Scheuren keldergang

In de wanden en het dak zijn enkele scheuren aangetroffen met sporen van (wapenings)corrosie. Deze scheuren zijn waarschijnlijk het gevolg van krimp. Geadviseerd wordt om hier extra aandacht aan te besteden tijdens de eerstvolgende inspectie en eventueel maatregelen te treffen om gevolgschade te voorkomen.

Foto 19 - Dak keldergang

Foto 20 - Scheur in dak

Bevindingen inspectie landhoofden vanaf waterlijn

Opleglandhoofd

Tijdens de visuele inspectie vanaf de waterlijn zijn geen schades waargenomen aan het bovenwatergedeelte van de landhoofden. Er zijn visueel geen scheefstanden geconstateerd. Voegen zijn evenwijdig aan de waterlijn.

Foto 21 - Aanzicht NO vleugelwand

Foto 22 - Metselwerk NO vleugelwand

Foto 23 - Oplegging opleglandhoofd

Foto 24 - Oplegging opleglandhoofd

Aan de onderzijde van de stalen oplegbalk op het opleglandhoofd is corrosie geconstateerd. Geadviseerd wordt om dit mee te nemen als aandachtspunt tijdens de volgende inspectie.

Foto 25 - Corrosie oplegbalk opleglandhoofd

Foto 26 - Corrosie oplegbalk opleglandhoofd

Aanzicht Willemsbrug noordzijde

Foto 27 - Opleglandhoofd

Foto 28 - Kelderlandhoofd

Kelderlandhoofd

Foto 29 - Kelderlandhoofd

Foto 30 - Kelderlandhoofd

Foto 30 - Kelderlandhoofd - kijkrichting zuid

Foto 31 - Kelderlandhoofd - kijkrichting noord