Gemeente Amsterdam

Definitief

Versie 1

29 mei 2019

Technisch advies kademuur Lijnbaansgracht

Herberekening Kademuur LYG0901

Auteur(s)

[redacted]

Opdrachtgever

Gemeente Amsterdam V&OR

Kopie aan

[redacted]

Ingenieursbureau

Kenmerk

Definitief

-

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]	[redacted]		

Inhoud

1 Inleiding 4
1.1 Aanleiding 4
1.2 Leeswijzer 6

2 Basisinformatie en uitgangspunten 7
2.1 Basisinformatie 7
2.2 Uitgangspunten Veiligheidsklasse, referentieperiode 7
2.3 Normen en richtlijnen 7
2.4 Gehanteerde computerprogramma's 8
2.5 Materiaaleigenschappen 8
2.6 Geotechnische uitgangspunten 8

3 Aanpak 9
3.1 Algemeen 9

4 Belastingen en belastingfactoren 11
4.1 Belastingen 11
4.2 Belastingfactoren 11

5 Belastingsgevallen en combinaties 12
5.1 Permanente belastingen constructie gedeelte 1 12
5.2 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 1 12
5.3 Permanente belasting constructie gedeelte 2 13
5.4 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 2 14
5.5 Belastingcombinaties 15

6 Resultaten 17
6.1 Toetsing constructie gedeelte 1 17
6.2 Toetsing constructie gedeelte 2 17

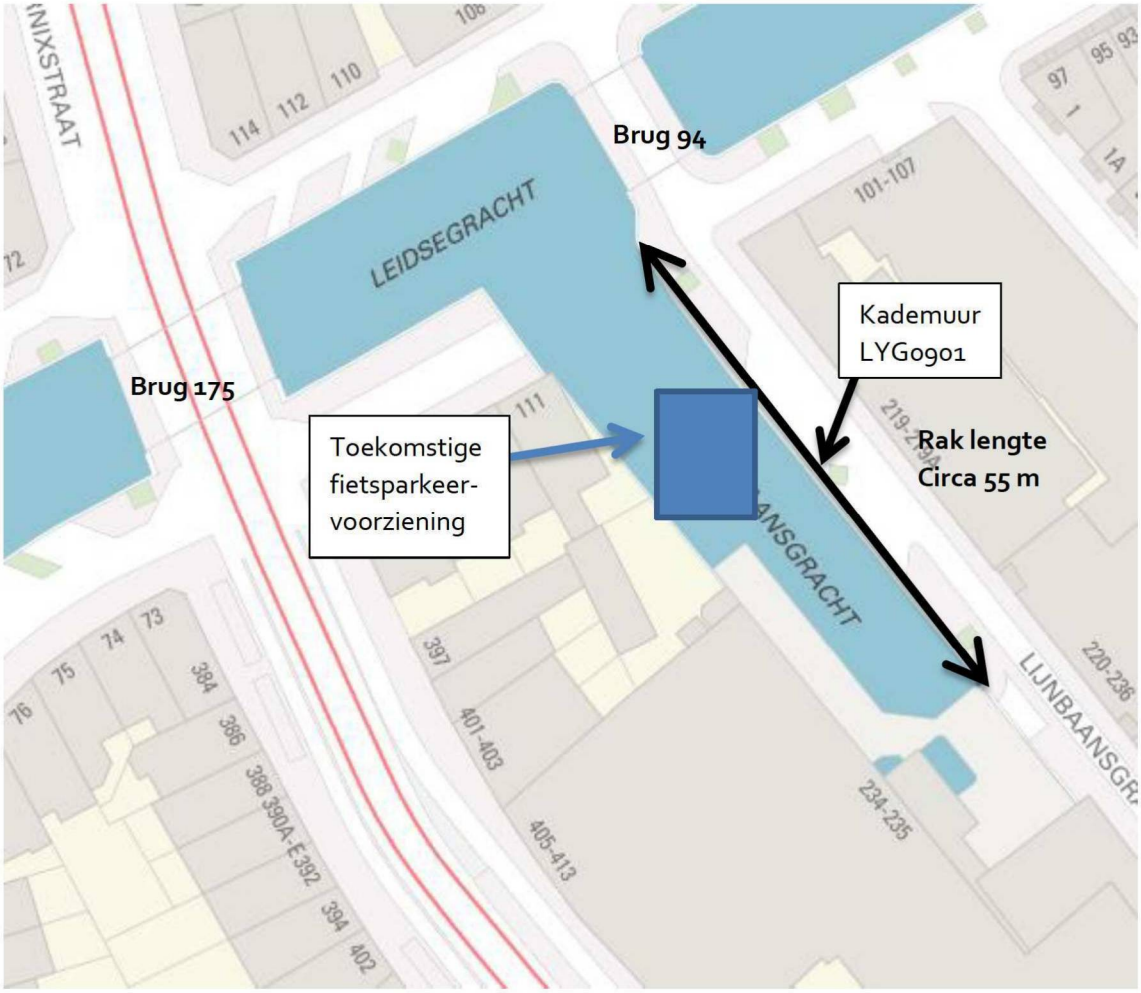
7 Conclusies en aanbevelingen 19
7.1 Conclusie 19
7.2 Bovenbouw [Metselwerkwand en houten vloer] 19
7.3 Fundering [houten palen] 20
7.4 Advies 20

Bijlage(n)
Bijlage 1 -Archieftekeningen
Bijlage 2 -Rekensheet gewichtsmuur
Bijlage 3 - Engineeringreport scia
Bijlage 4 - Rekensheet funderingspalen
Bijlage 5 - Rekensheet knik controle palen
Bijlage 6 - Geotechnisch advies
Bijlage 7 - Funderingsinspectie Baars-Cipro

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Op basis van een hijsaanvraag en een aanvraag voor tijdelijke ontheffing van zwaar verkeer nabij de Melkweg is het Ingenieursbureau (IB) gevraagd een herberekening te doen van de kademuur aan de Lijnbaansgracht tegenover de Melkweg. Het doel van deze berekening is het vast stellen van de constructieve staat inclusief de toegestane terreinbelastingen en de restlevensduur/referentieperiode van de kademuur. Daarnaast wordt er vanuit het project de Melkweg een fietsparkeervoorziening gerealiseerd. Vanuit het project is de vraag gesteld of de kademuur binnen de komende 30 jaar aan vervanging toekomt.De constructie die in dit rapport wordt beoordeeld is in het onderstaande figuur weergegeven.



Figuur 1. Overzichtstekening



Figuur 2. Overzichtsfoto Lijnbaansgracht LYG0901

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de algemene uitgangspunten voor de kademuur weergegeven. In hoofdstuk 3 wordt de aanpak/ modellering van de kademuur beschreven. In hoofdstuk 4 worden de belastingen en belastingfactoren omschreven. In hoofdstuk 5 worden de belastinggevallen en belastingcombinaties van de kademuur beschreven. In hoofdstuk 6 worden de resultaten van de kademuur weergegeven die zijn getoetst volgens de eurocode. In hoofdstuk 7 wordt de conclusie weergegeven inclusief een advies met betrekking tot het in stand houden van de kademuur.

2 Basisinformatie en uitgangspunten

2.1 Basisinformatie

Voor de toetsing hanteren we de volgende basisinformatie:
Tabel 1. Basisinformatie

Bron	Type	Datum
1. IB	Inspectierapport Baars-Cipro	2019
2. IB	Rapportage instandhoudingsinspectie en conditiemeting AnteaGroup	2017

2.2 Uitgangspunten Veiligheidsklasse, referentieperiode

De volgende uitgangspunten worden gehanteerd:
Tabel 2. Uitgangspunten

Uitgangspunten	
Gevolgklasse	CC2
Restlevensduur	30 jaar
Referentieperiode	30 jaar
Toets niveau	Verbouw

2.3 Normen en richtlijnen

Tabel 3. Normen en richtlijnen

Norm/richtlijn	Normen	Jaar
I. NEN-EN 8700	Grondslagen voor de constructieve beoordeling van bestaande bouw en het constructief ontwerp ten behoeve van verbouw	2015
II. NEN-EN 8701	Beoordeling van de constructieve veiligheid een bestaand bouwwerk bij verbouwen en afkeuren - Belastingen	2011
III. NEN-EN 1996-3+C1+NB	Vereenvoudigde rekenmethoden ongewapend metselwerk	2011
IV. NEN-EN 1995-1-1 +C1+NB	Ontwerp en berekening van houtconstructies	2011
V. Cur 186	Binnenstedelijke kademuren	2014
VI. TAK	Toetskader Amsterdamse kademuren v1.0	2018

2.4 Gehanteerde computerprogramma's

Tabel 4. Computerprogramma's

Programma	Toepassing	Versie
Microsoft Word	Rapportage	2010
Microsoft Excel	Rekensheet	2013
Scia Enigineer	EEM-berekeningen	2017

2.5 Materiaaleigenschappen

Tabel 5. Materiaal eigenschappen

Materiaal	Kwaliteit, Type	Soortelijk gewicht [kN/m^3]
Metselwerk d=1,10 m[Gewichtsmuur]	-	$\gamma_{dr}20$; $\gamma_{nat}23$
Houten vloer d=180 mm	Onbekend => C24	2,9
Houten kespen 220 mm x 180 mm [bxh]	Onbekend => C24	2,9
Houten palen Ø 170 [mm]	Onbekend => C24	2,9

2.6 Geotechnische uitgangspunten

Tabel 6. Geotechnische uitgangspunten

Onderdeel	Materiaal/dimensies	Bron
Paaltype	Hout/Vuren	Onderzoeksrapport Baars-Cipro
Paalkop/ Paalpunt	Ø 190 [mm]/ Ø 90 [mm]	Onderzoeksrapport Baars-Cipro
Tapsheid	8,0 [mm/m]	Conform [VI]
Paalpunt niveau	-13,25 m NAP	Conform [VI]
Constructie diepte	3,30 m	Conform [VI]

Tabel 7 - De horizontale beddingsconstante voor een gemiddeld Amsterdams grondprofiel

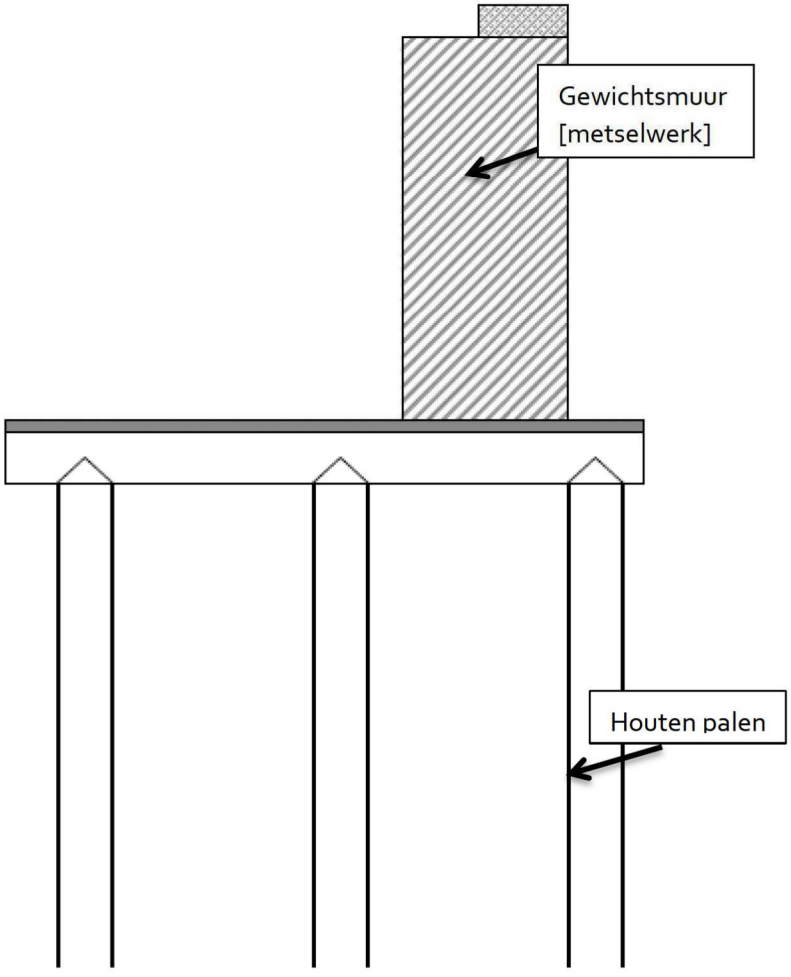
Grondlaag	Boven-/onderzijde laag [m NAP]	Dikte laag [m]	$k_{h;rep}$ [kN/m^3]	$k_{h;d}$ [kN/m^3]
Klei en veen	0,0 / - 4,0	4,0	2000	1480
Wadafzettingen	- 4,0 / - 9,0	5,0	4000	2960
Zandhoudende klei	- 9,0 / - 11,0	2,0	6000	4440
Klei en veen	- 11,0 / - 12,5	1,6	1600	1190
1^e Zandlaag	- 12,5 / verder	-	36000	26670

Per funderingspaal zijn er voor de horizontale beddingen conform [VI] de bovenstaande parameters aangehouden. Per funderingspaal is er voor de verticale bedding conform [VI] een veerstijfheid van 20MN/m^2 aangehouden.

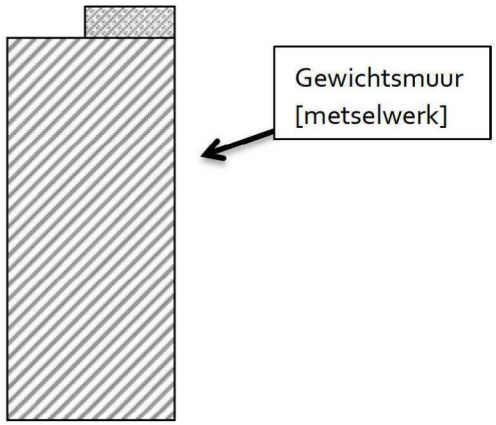
3 Aanpak

3.1 Algemeen

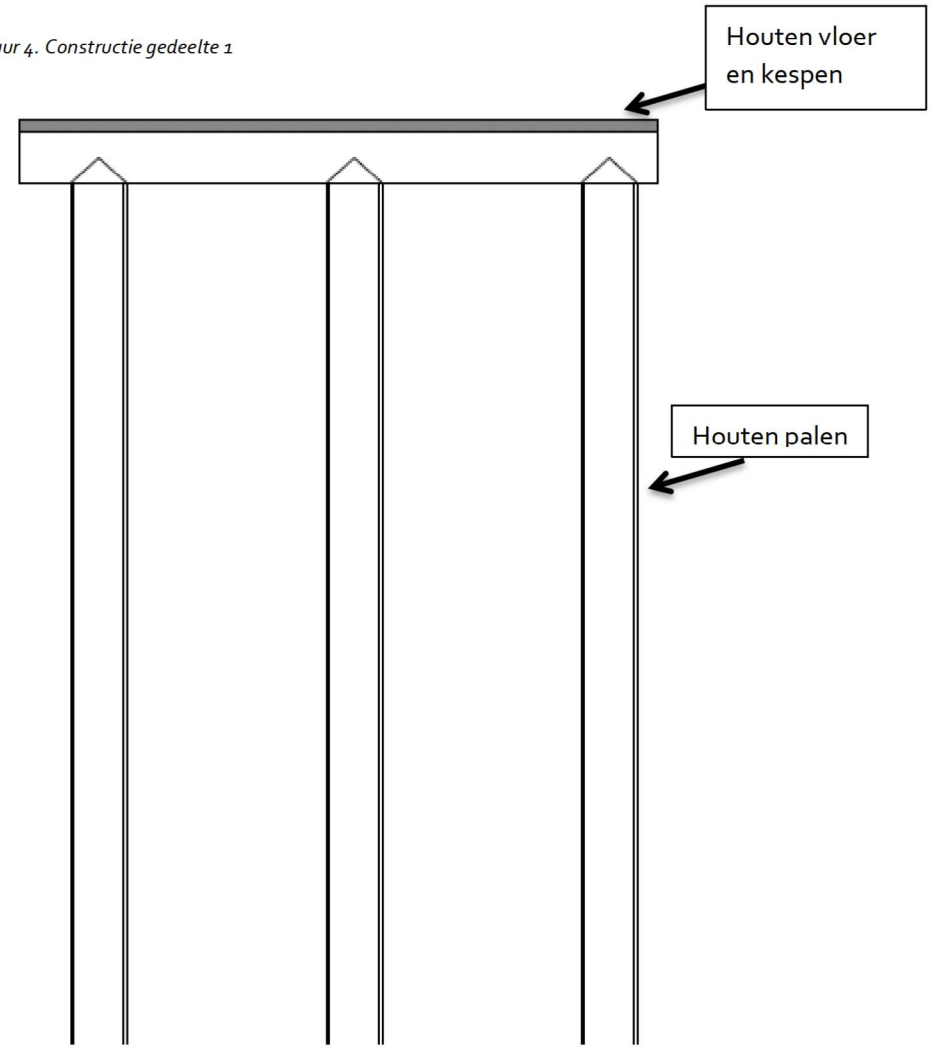
De constructie bestaat uit een gewichtsmuur (metselwerk) op een houten vloer en houten palen (zie figuur 2). Gezien de gewichtsmuur niet constructief is verbonden met de houten vloer worden de constructies als apart beschouwd (zie figuur 3 en 4). Constructie gedeelte 1 wordt berekend met behulp van een rekensheet [Microsoft Excel] en wordt getoetst op kantelstabiliteit en afschuiving. Constructie gedeelte 2 wordt berekend met behulp van Scia Engineer en getoetst op sterkte. Voor de houten vloer worden de optredende momenten en dwarskrachten beschouwd, voor de kespen de optredende spanning en de houten palen worden getoetst op sterkte, knik en draagvermogen.



Figuur 3. Kademuur



Figuur 4. Constructie gedeelte 1



Figuur 5. Constructie gedeelte 2

4 Belastingen en belastingfactoren

4.1 Belastingen

De kade is toegankelijk voor publiek en verkeer. De belastingen en belastingcombinaties worden bepaald met behulp van de NEN-8700 en NEN8701.

4.2 Belastingfactoren

De toegepaste belastingfactoren zijn ontleend aan de NEN-EN 8700, vergelijking 6.10a en 6.10b uit tabel A.2.2 (D).

Belastings-combinatie	**Partiële factoren voor belastingen bij verbouw**				
	Blijvende belastingen		**Verkeer**	**Wind**	**Andere veranderlijke belasting**
	Ongunstig	Gunstig			
(Vgl. 6.10a)	$\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{T,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse CC1A/B	1,10	0.90	1,15	1,20	1,10
Gevolgklasse CC2	1,25	0,90	1,25	1,40	1,30
Gevolgklasse CC3	1,30	090	1,35 (1,30)	1,60	1,50
(Vgl. 6.10b)	$\xi\gamma_{Gj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$	$\gamma_{Q,1}$
Gevolgklasse CC1A/B	1.10	0.90	1,15	1,20	1,10
Gevolgklasse CC2	1,15(1,10)	0,90	1,25	1,40	1,30
Gevolgklasse CC3	1,20(1,15)	0,90	1,35 (1,30)	1,60	1,50

Figuur 6. Belastingfactoren

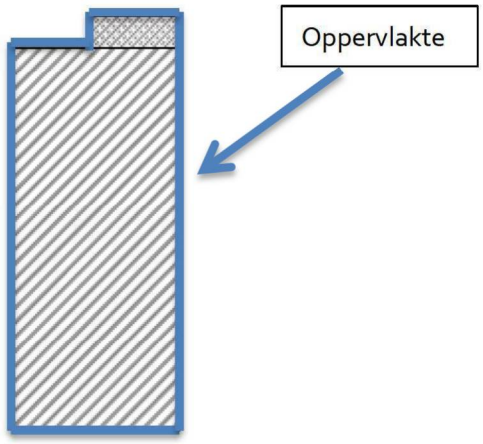
De toegepaste belastingfactoren voor de verschillende belastingcombinaties worden verder toegelicht in hoofdstuk 4.

5 Belastingsgevallen en combinaties

5.1 Permanente belastingen constructie gedeelte 1

BG 1 –Eigengewicht

Voor het eigengewicht van de constructie wordt het oppervlak vermenigvuldigd met het soortelijk gewicht. Maaiveld hoogte bevindt zich maximaal op + 2,1m NAP en de bovenkant vloer op -1,0 m NAP. De wanddikte is aangenomen op basis van gerelateerde kademuren [zie bijlage 1]. Het eigengewicht bedraagt 63,8 kN/m.



Figuur 7. Oppervlak gewichtsmuur

BG 2 – Rustende belasting

De rustende belasting bestaat uit de horizontale gronddruk.
Gezien de metselwerkwand een relatief stijve constructie is wordt er gerekend met de neutrale gronddrukfactor. De neutrale gronddrukfactor [λn] is 0,5 conform [VI]

De horizontale gronddruk bedraagt:
Van NAP +2,1 m tot NAP -0,40 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$\gamma_{zand} * (2{,}1 + 0{,}4) * \lambda n = 18 * 2{,}5 * 0{,}5 = 22{,}5\ kN/m^2$$

Van NAP -0,4 m tot NAP -1,0 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$24{,}3\frac{kN}{m^2} + \gamma_{zand} * (-0{,}4 + 1{,}0) * \lambda n = 24{,}3 + 10 * 0{,}6 * 0{,}5 = 27{,}3\ kN/m^2$$

5.2 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 1

BG 3 – Veranderlijke belasting

Voor de veranderlijke belasting wordt conform [VI] een belasting van 5 kN/m² aangehouden. De belasting wordt omgezet naar een horizontale belasting op de wand. De horizontale belasting bedraagt $5\ {}^{kN}/_{m^2} * 0{,}5 = 2{,}5\ {}^{kN}/_{m^2}$

5.3 Permanente belasting constructie gedeelte 2

BG1 1- Permanente belasting
Het eigengewicht van constructie gedeelte 2 wordt bepaald door scia engineer.

BG 2 – Rustende belasting
De rustende belasting bestaat uit het gewicht van constructie gedeelte 1.
Deze belasting wordt als vlaklast op de vloer aangebracht. De rustende wordt bepaald door de hoogte van de wand te vermenigvuldigen met het soortelijk gewicht.

$$2{,}5\ m * 20\ {}^{kN}/_{m^3} + 0{,}6\ m * 23\ {}^{kN}/_{m^3} = 63{,}8\,{}^{kN}/_{m^2}$$

BG3 – Opwaartse waterdruk
De vloer bevindt zich geheel onderwater. Als uitgangspunt wordt het waterstand aangehouden op NAP – 0,40 m. Er wordt aangenomen dat de vloer zich bevindt op NAP -1,0 m. De verticale opwaartse waterdruk op de vloer bedraagt dan 4 kN/m² .

BG4 – Verticale grondbelasting
De verticale grondbelasting word bepaald op basis van de maaiveld hoogte + 2,1 m NAP tot -0,4 m NAP = 2,70 m en -0,4 m tot -1,0 m= 0,4 m ten opzichte van bovenkant vloer:

$$Q_{grond} = 2{,}50m * 18\frac{kN}{m^3} + 0{,}6 * 20\frac{kN}{m^3} = 57\ {}^{kN}/_{m^2}$$

BG5 – Horizontale grondbelasting
De horizontale grondbelasting bestaat uit de horizontale gronddruk. Gezien de metselwerkwand een relatief stijve constructie is wordt er gerekend met de neutrale gronddrukfactor. De neutrale gronddrukfactor [λn] is 0,5 conform [VI].

De horizontale gronddruk bedraagt:

Van NAP +2,1 m tot NAP -0,40 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$\gamma_{zand} * (2{,}1 + 0{,}4) * \lambda\mathrm{n} = 18 * 2{,}5 * 0{,}5 = 22{,}5\ kN/m^2$$

Van NAP -0,4 m tot NAP -1,0 m loopt de gronddruk op van 0 kN/m² tot :

$$22{,}5\frac{kN}{m^2} + \gamma_{zand} * (-0{,}4 + 1{,}0) * \lambda\mathrm{n} = 22{,}5 + 10 * 0{,}6 * 0{,}5 = 25{,}5\ kN/m^2$$

Dit wordt in het SCIA model als lijnlast op de vloer aangebracht. De lijnlast bedraagt

$$22{,}5\frac{kN}{m^2} * \frac{(2{,}1\ m + 1{,}0\ m)}{2} = 34{,}88\ kN/m$$

Gezien deze kracht niet op de daadwerkelijke hoogte van de vloer aangrijpt wordt er ook nog een moment toegevoegd. Dit moment wordt vervolgens gedeeld door de overspanning van de eerste twee palen en als trek en drukkracht aangebracht. $34{,}8\frac{kN}{m} * \left(\frac{1}{3} * 3{,}1\ m\right) = 35{,}96\frac{kNm}{m}$

$$\frac{35{,}96\,{}^{kNm}/_{m}}{1{,}0\ m} = 35{,}96\,{}^{kN}/_{m}$$

5.4 Veranderlijke belasting constructie gedeelte 2

BG 6 – Mensenmenigte verticaal
Voor de veranderlijke belasting wordt conform [VI] 5 kN/m² aangehouden zoals aangegeven in 3.1. Dit wordt als gelijkmatige verdeelde belasting achter de kade aangebracht.

BG 7 – Mensenmenigte horizontaal
De veranderlijke belasting van bg6 wordt daarnaast ook als horizontale kracht op de vloer aangebracht. Dit wordt bepaald door de verticale belasting te vermenigvuldigen met K_o. De horizontale belasting bedraagt dan 5 kN/m²*0,5= 2,5 kN/m². Conform bg5 wordt dit ook trek en drukkracht op de palen aangebracht.

$$2{,}5\frac{kN}{m} * 3{,}1\ m = 7{,}75\frac{kNm}{m}$$

$$\frac{7{,}75\ {kNm}/{m}}{1{,}0\ m} = 7{,}75\ {kN}/{m}$$

BG 8 – Verkeersbelasting verticaal
Gezien de bereikbaarheid wordt conform [VI] voor de verkeersbelasting rekening gehouden met een belasting van 20 kN/m² achter de kade. Deze belasting is equivalent aan verkeersklasse 60. In het geval de kade niet voldoet bij deze belasting worden de belastingen voor verkeersklasse 45 en 30 in rekening gebracht die respectievelijk 15 kN/m² en 10 kN/m² bedragen. Daarnaast wordt er gekeken op welke afstand van de kade de belasting van 20 kN/m² wel voldoet.

BG 9 – Verkeersbelasting horizontaal
De veranderlijke belasting van bg8 wordt daarnaast ook als horizontale kracht op de vloer aangebracht. Dit wordt bepaald door de verticale belasting te vermenigvuldigen met K_o. De horizontale belasting bedraagt dan 20 kN/m²*0,5= 10 kN/m².Dit wordt als lijnlast op de rand van de vloer aangebracht door het te vermenigvuldigen met de vloer dikte. De lijnlast bedraagt dan 10 kN/m²*0,18 m=1,8 kN/m Conform bg5 wordt dit ook als trek en drukkracht op de palen aangebracht.

$$10\frac{kN}{m} * 3{,}1\ m = 31\frac{kNm}{m}$$

$$\frac{31\ {kNm}/{m}}{1{,}6\ m} = 19{,}38\ {kN}/{m}$$

Voor verkeersklasse 45 en 30 worden de belastingen respectievelijk 1,35 kN/m ; 0,9 kN/m voor de lijnlast en 23,25 kN/m ; 15,5 kN/m voor de trek en drukkrachten.

5.5 Belastingcombinaties

5.5.1 Algemeen

De belastingcombinaties worden bepaald conform [I]. Zie onderstaand figuur voor overzicht.

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

Figuur 8.Tabel momentane factoren voor belastingcombinaties

In het Scia model zijn de ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren.

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.10a)$$

$$\sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.10b)$$

Figuur 9. Formules 6.10a en 6.10b conform [I]

Op basis van de toegepaste belastingen worden er verschillende belastingcombinaties opgesteld. In formule 6.10 a wordt het eigengewicht als de dominante belasting beschouwd en de veranderlijke belastingen worden gereduceerd met een momentane factor zie tabel 8 en 9. In formule 6.10 b wordt de veranderlijke belasting als dominante beschouwd waarbij de permanente belasting wordt gereduceerd ten opzichte van 6.10a. Gezien de betreffende constructie relatief licht[houten vloer en palen] is kan worden gesteld dat formule 6.10b in dit geval maatgevend zal zijn.

5.5.2 Bruikbaarheidsgrenstoestand

Tabel 8. Belastingcombinatie BGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.	BC2.
Eigen gewicht	1,0	1,0
Overige permanente en rustende belasting	1,0	1,0
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,0
Verkeersbelasting	1,0	-
Opwaartse waterdruk	1.0	1,0

5.5.3 Uiterstegrenstoestand

Tabel 9. Belastingcombinatie 6.10 a UGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.6.10a	BC2. 6.10a
Eigen gewicht	1,25	1,25
Overige permanente en rustende belasting	1,25	1,25
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,25*0,8
Verkeersbelasting	1,25*0,8	-
Opwaartse waterdruk [gunstig]	0,9	0,9

Tabel 10. Belastingcombinatie 6.10 b UGT ψ waarden vermenigvuldigd met de belastingfactoren

Belastingcombinaties	BC1.6.10b	BC2. 6.10b
Eigen gewicht	1,15	1,15
Overige permanente en rustende belasting	1,15	1,15
Mensenmenigte(gelijkmatig verdeelde belasting)	-	1,25*0,8
Verkeersbelasting	1,25*0,8	-
Opwaartse waterdruk [gunstig]	0,9	0,9

6 Resultaten

6.1 Toetsing constructie gedeelte 1

Constructie gedeelte 1 [wand] is getoetst met behulp van een rekensheet. De constructie is getoetst op afschuiving en kantelstabiliteit. [zie bijlage 2].

6.2 Toetsing constructie gedeelte 2

Constructie gedeelte 2 is getoetst met behulp van SCIA Engineer. Hieronder zijn de optredende krachten verwerkt in een tabel met de capaciteit. De capaciteit van constructie gedeelte 2 is bepaald conform [VI].

Tabel 11. Toetsing ontlastvloer

Houten vloer (d=200 mm)	Waarde	Capaciteit	Unity Check
Maximaal moment (MxD+)	5,00 [kNm]	- [kNm]	-
Maximaal moment (MxD-)	6,65 [kNm]	-[kNm]	-
Maximale moment (MyD+)	2,40 [kNm]	- [kNm]	-
Maximale moment (MyD-)	14,32 [kNm]	-[kNm]	-
Maximale dwarskracht (Vx)	15,13 [kN]	- [kN]	-
Maximale dwarskracht (Vy)	21,14 [kN]	-[kN]	-

Er is nog geen rekenmethodiek aanwezig of ontwikkeld de houten vloerdelen te controleren. Omdat de planken moeilijk te bereiken zijn en daardoor niet worden onderzocht is het lastig om de afname door aantasting of geometrie te bepalen. Een controle met aangetaste of onaangetaste doorsnede is daarom niet uit te voeren. Desondanks is aan de resultaten te zien dat de optredende krachten[buigende momenten en dwarskracht] in de vloer relatief laag zijn waardoor dit niet als het maatgevend onderdeel wordt beschouwd. Daarnaast is er bij de instandhoudingsinspectie en schouw geen uitspoeling, maaiveld verzakking of dergelijk geconstateerd, wat aangeeft dat de vloer vermoedelijk nog intact is.

Tabel 12. Toetsing kespen

Houten kespen (200x180 mm bxh)	Waarde	Capaciteit	Unity Check
Maximale(druk) spanning	0,34 N/mm^2	1,4 N/mm^2	0,24

Funderingspalen
Conform het funderingsrapport van Baars-Cipro wordt er rekening gehouden met een aantasting van 23-56 mm per paal. Voor berekening paal capaciteit zie bijlage 3. Voor geotechnisch advies m.b.t het draagvermogen zie bijlage 6. De funderingspalen zijn daarnaast ook getoetst op knik waarbij zowel de aangetaste als onaangetaste doorsnede is getoetst [zie bijlage 5].

Tabel 13. Toetsing draagvermogen

Onderdeel	Optredend	Capaciteit	Unity Check
Maatgevende paalpunt kracht (Rz)	56,52 [kN]	23 [kN]	2,43
Gemiddelde paalpunt kracht (Rz)	33,90 [kN]	40 [kN]	0,85
Paaldraagvermogen	56,52 [kN]	112 [kN]	0,50

7 Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusie

Op basis van de algemene toetsing van de kademuur welke is uitgevoerd op verbouw niveau met een restlevensduur van 30 jaar kan worden gesteld dat de kademuur niet voldoet voor verkeersklasse 60, 45 en 30. De verschillende onderdelen zijn indien mogelijk getoetst op stabiliteit en sterkte, waarbij er rekening is gehouden met degeneratie van de constructie zoals aantasting. Op basis van de mate van overschrijding kan worden gesteld dat de kademuur ook niet zal voldoen op afkeurniveau met een restlevensduur van 15 jaar, wat het minimale veiligheidsniveau is. De kade staat nog weliswaar overeind, maar voldoet niet meer aan het minimale vereiste veiligheidsniveau. Op basis van de bovengenoemde wordt de restlevensduur van de kade, bij gebruik zoals in de huidige situatie, geschat op minder dan 15 jaar. In paragrafen 7.2 en 7.3 is deze conclusie verder toegelicht per onderscheiden constructiedeel.

7.2 Bovenbouw [Metselwerkwand en houten vloer]

Metselwerkwand
Uit de toetsing volgt dat de kademuur constructief gezien niet voldoet voor de bovengenoemde verkeersklassen. Hierbij gaat het om de hoofddraagconstructie bestaande uit een metselwerkwand en houten vloer met houten kespen. De metselwerkwand is gecontroleerd op kantelstabiliteit en afschuiving, rekening gehouden met enkel belasting veroorzaakt door mensenmenigte. Dit omdat de rijbaan zich op een afstand van 4 meter achter de kade bevindt en het verkeer dus ver genoeg van de wand rijdt. Desondanks voldoet de wand niet op zowel afschuiving als kantelstabiliteit. Voor de berekening van de metselwerkwand zie bijlage 2. De afschuifbalk is bij de toetsing buiten beschouwing gelaten om dat de mate van aantasting niet is opgenomen in het inspectierapport. In de toetsing er vanuit gegaan dat de dwarskracht[afschuiving] volledig door de metselwerkwand wordt opgenomen.

Houten vloer
In tabel 11 zijn de optredende krachten veroorzaakt door de belastingen weergegeven. De houten vloer is niet getoetst op sterkte. Er is nog geen rekenmethodiek aanwezig of ontwikkeld om dit te controleren. Omdat de planken moeilijk te bereiken zijn en daardoor niet worden onderzocht is het lastig om de afname door aantasting te bepalen. Een controle met aangetaste of onaangetaste doorsnede is daarom niet uit te voeren.

Houten kespen
Op basis van de uitgevoerde funderingsinspectie is te zien dat de houten kespen nog volledig intact zijn en niet onder spanning staan. In tabel 12 is de optredende spanning veroorzaakt door de belastingen weergegeven. De kespen voldoen constructief.

7.3 Fundering [houten palen]

Constructief
De houten palen zijn getoetst op sterkte. Bij de toetsing is er op basis van de funderingsinspectie rekening gehouden met een aantasting van respectievelijk 23 mm, 25 mm, 26 mm, 32 mm, 47 mm en 56 mm. Deze aantasting volgt uit de 6 bemonsterde palen van het inspectierapport. Op basis van de toetsing op sterkte kan worden gesteld dat de palen met een aantasting van 47 mm [en groter] niet voldoen[ook waarbij de veranderlijke belasting buiten beschouwing wordt gelaten]. De palen met een aantasting van 26 mm [en kleiner] voldoen wel op sterkte. In het geval de 6 bemonsterde palen integraal worden geëxtrapoleerd over het gehele rak kan de conclusie worden getrokken dat 1/2 van de palen niet voldoen op sterkte.

Voor de toetsing op knik geldt dat de onaangetaste doorsnede wel voldoet maar de aangetaste doorsnede [waarbij er is uitgegaan van de minimale aantasting van 23 mm] niet voldoet.

Geotechnisch
Van de desbetreffende kade zijn er geen archieftekeningen, berekeningen of bestek beschikbaar. Van de desbetreffende locatie zijn er 3 sonderingen beschikbaar die een representatief beeld geven van de ondergrond. Op basis van de sonderingen is er voor het paalpunt niveau -13,5 m NAP aangehouden[1ste zandlaag]. Op dit niveau wordt de benodigde draagkracht wel gegenereerd. De resultaten zijn weergegeven in tabel 13. Voor de berekening van het draagvermogen zie bijlage 6.

7.4 Advies

Gezien er rekentechnisch niet kan worden aangetoond dat de kade voldoet aan het wettelijk gestelde minimale veiligheidsniveau, adviseert IB het volgende:

- De kade op te nemen in het vernieuwingsprogramma.
- De terreinbelasting van de kade te beperken voor het beperken van de risico's en t.b.v levensverlenging. Gezien de schade beelden meevallen en de constructie geen dusdanige vervormingsverschillen toont, wordt geadviseerd de constructie in te delen in categorie B. Dit houdt in het toepassen van een lastbeperking van 3,5 ton [maximale voertuig gewicht] van 0 tot 3 m achter de kade. Dit is equivalent met een maximale aslast van 2,5 ton en een terreinbelasting van 5 kN/m^2. Van 3 tot 10 meter achter de kade bedraagt het maximale voertuiggewicht 30 ton met een aslast van 10 ton. Dit is equivalent met een terreinbelasting van 1000 kg/m^2.
- De kade per direct bewaken door middel van het monitoren op deformatie (xyz) met een frequentie van 3 keer per jaar..
- In het geval de bovenstaande lastbeperkende beheersmaatregelen worden toegepast, wordt de restlevensduur van de kade ingeschat op 15 jaar.

In het geval er geen lastbeperking wordt toegepast dient de kade maandelijks zo niet realtime gemonitord te worden.

Bijlage(n)

Bijlage 1 - Archieftekeningen

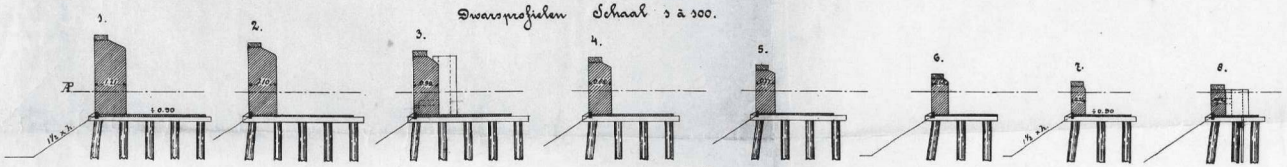
Gemeente Amsterdam.
Anno 1903.

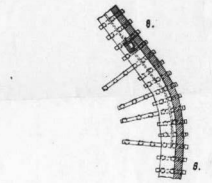
Behoort bij Bericht No 22.
2 Platen
No 2.

Ontwerp voor het doortrekken van de Bilderdijkgracht.

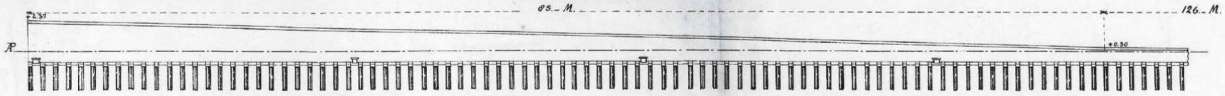
Kademuren Schaal 1 à 200.

Dwarsprofielen Schaal 1 à 200.

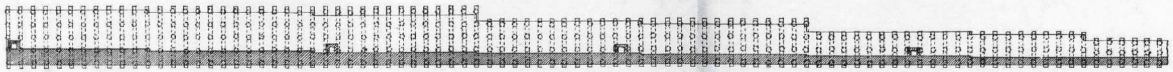


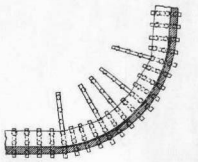


Vooraanzicht. a.–b.

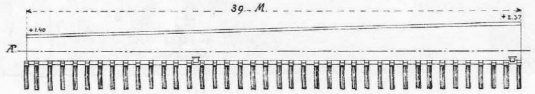


Platte grond. a.–b.

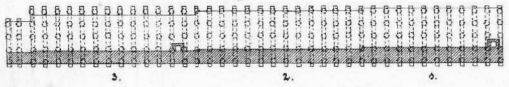




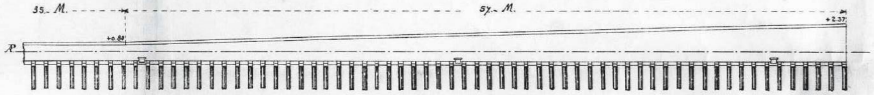
Vooraanzicht. c.–d.



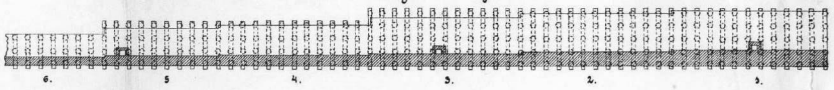
Platte grond. c.–d.



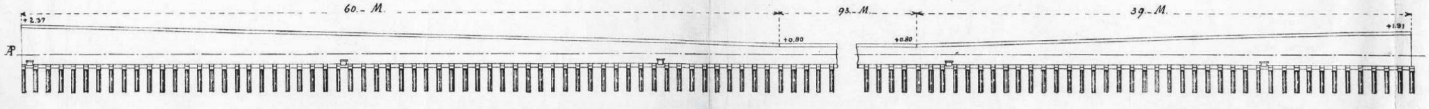
Vooraanzicht. e.–f.



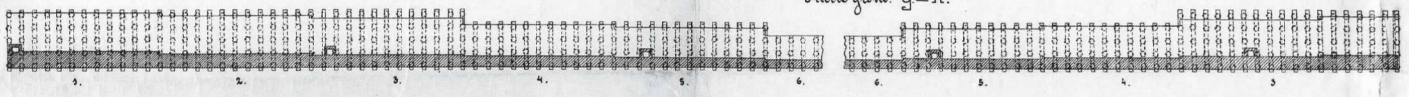
Platte grond. e.–f.



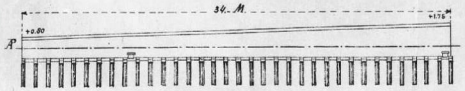
Vooraanzicht. g.–h.



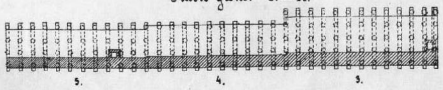
Platte grond. g–h.



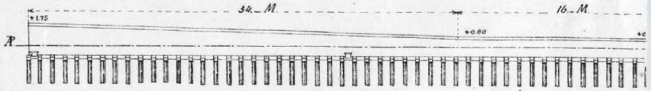
Vooraanzicht. i.–k.



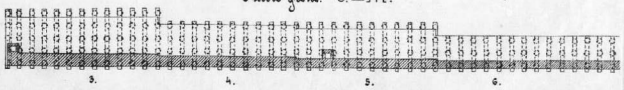
Platte grond. i.–k.



Vooraanzicht. l.–m.



Platte grond. l.–m.



AMSTERDAM

Bijlage 2 – Rekensheet gewichtsmuur

Uitgangspunten en Geometrie

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	19 juni 2019
Project:	LYG0901

Invoer

Kadeconstructie

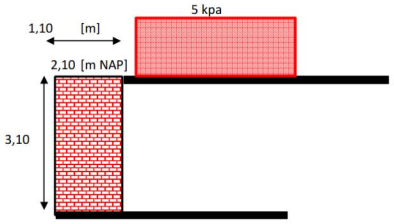
Breedte wand (gem) =	1,10	[m]
Bovenkant kademuur =	2,10	[m NAP]
Bovenkant vloer =	-1,00	[m NAP]
Hoogte wand =	3,10	[m]
Type bouwwerk =	Stijf	[-]

Maaiveldbelasting

Afstand tot kade (X) =	0,50	[m]

Grondparameters

grondwaterstand (g.w.s) =	-0,40	[m NAP]
maaiveldniveau =	2,10	[m NAP]
Gronddrukfactor =	0,5	[-]
Spreidingshoek φ, grond =	30	[graden]
γgrond;droog	18	[kN/m3]
γgrond;nat	20	[kN/m3]



Uitgangspunten kadeconstructie

Ontwerp uitgangspunten

Ontwerpniveau =	Verbouw		[-]
Ontwerp-/restlevensduur =	30	[jaar]	
Referentieperiode =	30	[Jaar]	(met een minimum van 15 jaar)
Gevolgklasse =	CC2	[-]	(tabel B1 NEN-EN 1990+A1+A1/C2;2011/NB:2011)
Risicoklasse =	RC2	[-]	(Mag in een verband worden gezien met gevolgklase. {tabel B3 NEN-EN 1990+A2+A1/C2:2011/NB:2011})
Ontwerpjaar voor 2012 =	Ja	[-]	(Voor bouwwerken die vallen onder het bouwbesluit 2003 of daarvoor gelden andere partitiele factoren.) (bouwbelsuit 2003 is vervallen op 1-1-2012)

Belastingfactoren en combinaties

Partiële belastingsfactoren voor uiterste grenstoestanden STR en GEO

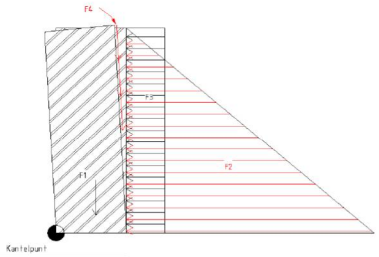
		Blijbende belastingen			Variabele belastingen			
		Ongunstig	Ongunstig	gunstig	Verkeer	Verkeer	Wind	Overige
		> 2012	≤ 2012	alle	> 2012	≤ 2012	alle	alle
6.10a	CC2	-	1,25	1,00	-	1,20	1,40	1,30
6.10b	CC2	-	1,10	1,00	-	1,20	1,40	1,30

Controle Kantelstabiliteit

Voor de bepaling van het moment wordt het momenten nulpunt gekozen aan de voorzijde wand met de Aansluiting van de vloer.

Voor bepaen maximale Flast uit verkeersbelasting wordt verwezen naar het werkblad zwaartransport

		Frep [kN]	γm (6.10a)	Fed;6.10a [kN]	γm (6.10b)	Fed;6.10b [kN]	e [m]	Med;6.10a [kNm]	Med;6.10b [kNm]
F1;vert	EG/Rb (wand)	78,4	1,25	98,0	1,10	86,3	0,37	35,9	31,6
F2a;hor	Grondbelasting	41,6	1,25	52,0	1,10	45,79	-1,0	-52,0	-45,8
F3;hor	Maaiveldbelasting	7,0	1,30	9,1	1,20	8,4	-1,4	-12,8	-11,8
F4;hor	Wrijving door grond	15,2	1,25	18,9	1,10	16,67	1,1	20,8	18,3



Controle Kantelstabiliteit om kantelpunt

6.10a	**Σpos =**	**35,9**	**Σneg =**	**-44,0**	U.C. =	**1,22**	[-]	**Voldoet niet**
6.10b	**Σpos =**	**31,6**	**Σneg =**	**-39,3**	U.C. =	**1,24**	[-]	**Voldoet niet**

Controle Afschuiving

Fed;vert =	98,0	[kN]	Wrijvingsgetal = 0,6 [-] (Houten vloer)
Wrijvingsgetal =	0,6	[kN]	
Fvert;red =	**58,8**	**[kN]**	

Controle afschuiving kademuur

6,10a	**Fhorizontaal;tot =**	**61,2**	**[kN]**	U.C. =	**1,04**	[-]	**Voldoet niet**
6,10b	**Fhorizontaal;tot =**	**54,2**	**[kN]**	U.C. =	**0,92**	[-]	**Voldoet**

Bijlage 3 – Engineeringreport scia

1. Inhoudsopgave

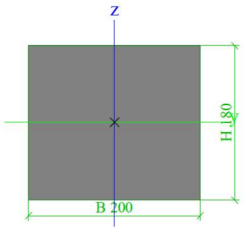
1. Inhoudsopgave 1
2. Project 3
3. Doorsneden 3
4. Materialen 4
5. Staven 5
6. 2D-elementen 5
7. Knoopondersteuningen 5
8. Knopen 5
9. Belastingsgevallen 6
9.1. Belastingsgevallen - BG1 6
9.1.1. BG1 / Totale waarde 6
9.2. Belastingsgevallen - BG2 7
9.2.1. BG1 / Totale waarde 7
9.3. Belastingsgevallen - BG3 8
9.3.1. BG1 / Totale waarde 8
9.3.2. Vlaklast 8
9.4. Belastingsgevallen - BG4 9
9.4.1. BG1 / Totale waarde 9
9.5. Belastingsgevallen - BG5 10
9.5.1. BG1 / Totale waarde 10
9.5.2. Lijnlast op 2D elementrand 10
9.5.3. Puntlast op staaf 10
9.6. Belastingsgevallen - BG6 12
9.6.1. BG1 / Totale waarde 12
9.7. Belastingsgevallen - BG7 13
9.7.1. BG1 / Totale waarde 13
9.7.2. Lijnlast op 2D elementrand 13
9.7.3. Puntlast op staaf 13
9.8. Belastingsgevallen - BG8 15
9.8.1. BG1 / Totale waarde 15
9.9. Belastingsgevallen - BG9 16
9.9.1. BG1 / Totale waarde 16
9.9.2. Lijnlast op 2D elementrand 16
9.9.3. Puntlast op staaf 16
9.10. Belastingsgevallen - BG10 18
9.10.1. BG1 / Totale waarde 18
9.11. Belastingsgevallen - BG11 19
9.11.1. BG1 / Totale waarde 19
9.11.2. Lijnlast op 2D elementrand 19
9.11.3. Puntlast op staaf 19
9.12. Belastingsgevallen - BG12 21
9.12.1. BG1 / Totale waarde 21
9.13. Belastingsgevallen - BG13 22
9.13.1. BG1 / Totale waarde 22
9.13.2. Lijnlast op 2D elementrand 22
9.13.3. Puntlast op staaf 22
10. Combinaties 24
11. Belastinggroepen 25
12. Resultaatklasses 25
13. Model 27
13.1. Rekenmodel 27
13.2. Rekenmodel 27
14. Resultaten 28
14.1. Vloer 28
14.1.1. 2D element - Interne krachten 28
14.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+ 28
14.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD- 29
14.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+ 29
14.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD- 30
14.1.6. Interne 2D-krachten; v_x 30
14.1.7. Interne 2D-krachten; v_y 31
14.2. Kespen 31
14.2.1. Interne krachten in staaf 31

14.2.2. Interne 1D-krachten; N 32
14.2.3. Interne 1D-krachten; V_z 32
14.2.4. Interne 1D-krachten; M_y 33
14.2.5. 1D-spanningen; σ_x 33
14.3. Palen 34
14.3.1. Reacties 34
14.3.2. Reacties; R_z 38

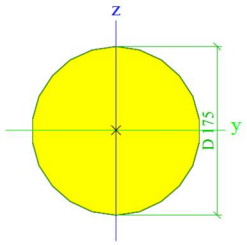
2. Project

Licentienaam	Onbekend
Project	Kademuur Lijnbaansgracht
Onderdeel	Herberekening
Omschrijving	LYG0901
Auteur	[redacted]
Datum	27. 05. 2019
Constructie	Algemeen XYZ
Aantal knopen :	40
Aantal staven :	16
Aantal platen :	1
Aantal vaste lichamen :	0
Aantal gebruikte doorsneden :	2
Aantal belastingsgevallen :	13
Aantal gebruikte materialen :	3
Gravitatieversnelling [m/s^2]	9,810
Nationale norm	EC - EN

3. Doorsneden

CS1		
Type	RECT	
Uitgebreid	200; 180	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C20 (EN 338)	
Bouwwijze	hout	
Kleur		
A [m^2]	3,6000e-02	
A_y [m^2], A_z [m^2]	3,0000e-02	3,0000e-02
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	7,6000e-01	7,6000e-01
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	100	90
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	9,7200e-05	1,2000e-04
i_y [mm], i_z [mm]	52	58
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	1,0800e-03	1,2000e-03
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	1,2216e-03	1,3574e-03
$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	2,32e+04	2,32e+04
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	2,58e+04	2,58e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	1,8107e-04	9,4131e-09
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

CS2		
Type	CIRC	
Uitgebreid	175	
Vorm type	Dikke wanden	
Onderdeelmateriaal	C24 (EN 338)	
Bouwwijze	hout	
Kleur		
A [m^2]	2,4053e-02	
A_y [m^2], A_z [m^2]	2,1667e-02	2,1667e-02
A_L [m^2/m], A_D [m^2/m]	5,4975e-01	5,4975e-01
$c_{Y.UCS}$ [mm], $c_{Z.UCS}$ [mm]	87	87
α [deg]	0,00	
I_y [m^4], I_z [m^4]	4,6039e-05	4,6039e-05
i_y [mm], i_z [mm]	44	44
$W_{el.y}$ [m^3], $W_{el.z}$ [m^3]	5,2616e-04	5,2616e-04
$W_{pl.y}$ [m^3], $W_{pl.z}$ [m^3]	8,9323e-04	8,9323e-04

$M_{pl.y.+}$ [Nm], $M_{pl.y.-}$ [Nm]	1,54e+04	1,54e+04
$M_{pl.z.+}$ [Nm], $M_{pl.z.-}$ [Nm]	1,54e+04	1,54e+04
d_y [mm], d_z [mm]	0	0
I_t [m^4], I_w [m^6]	9,2292e-05	1,4724e-17
β_y [mm], β_z [mm]	0	0
Afbeelding		

Verklaring van symbolen	
A	Gebied
A_y	Afschuifoppervlak in hoofd y-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_z	Afschuifoppervlak in hoofd z-richting - Berekend door 2D EEM analyse
A_L	Omtrek per eenheidslengte
A_D	Uithardingsoppervlakte per eenheidslengte
$c_{Y.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Y-richting van het invoer assen systeem
$c_{Z.UCS}$	Zwaartepunt coordinaten in Z-richting van het invoer assen systeem
$I_{Y.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de YLCS as
$I_{Z.LCS}$	Tweede moment van het gebied rond de ZLCS as
$I_{YZ.LCS}$	Product moment van het gebied in het LCS systeem
α	Rotatiehoek van het hoofd assen systeem
I_y	Tweede moment van het gebied rond de hoofd y-as
I_z	Tweede moment van het gebied rond de hoofd z-as
i_y	Traagheidsstraal rond de hoofd y-as
i_z	Traagheidsstraal rond de hoofd z-as

Verklaring van symbolen	
$W_{el.y}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{el.z}$	Elastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$W_{pl.y}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd y-as
$W_{pl.z}$	Plastische doorsnede modulus rond de hoofd z-as
$M_{pl.y.+}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een positief My moment
$M_{pl.y.-}$	Plastisch moment rond de hoofd y-as voor een negatief My moment
$M_{pl.z.+}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een positief Mz moment
$M_{pl.z.-}$	Plastisch moment rond de hoofd z-as voor een negatief Mz moment
d_y	Afschuif middencoordinaat in hoofd y-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
d_z	Afschuif middencoordinaat in hoofd z-richting gemeten vanaf het zwaartepunt - Berekend door 2D EEM analyse
I_t	Torsie constante - Berekend door 2D EEM analyse
I_w	Welvings constante - Berekend door 2D EEM analyse
β_y	Mono-symmetrische constante rond de hoofd y-as
β_z	Mono-symmetrische constante rond de hoofd z-as

4. Materialen

Hout EC5

Naam	Houtsoort	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]	Kleur
	ρ [kg/m³]	α [m/mK]	G_{mod} [MPa]							
C20 (EN 338)	Vast	0	9,5000e+03	20,0	11,5	0,4	19,0	2,3	3,6	
	400,0	0,00	5,9000e+02							
C24 (EN 338)	Vast	0	1,1000e+04	24,0	14,5	0,4	21,0	2,5	4,0	
	420,0	0,00	6,9000e+02							

5. Staven

Naam	Doorsnede	Materiaal	Lengte [m]	Beginknoop	Eindknoop	Type
S5	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K13	K14	Balk (80)
S6	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K15	K16	Balk (80)
S7	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K17	K18	Balk (80)
S8	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K19	K20	Balk (80)
S9	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K21	K22	Balk (80)
S10	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K23	K24	Balk (80)
S11	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K25	K26	Balk (80)
S12	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K27	K28	Balk (80)
S13	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K29	K30	Balk (80)
S14	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K31	K32	Balk (80)
S15	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K33	K34	Balk (80)
S16	CS2 - CIRC (175)	C24 (EN 338)	13,000	K35	K36	Balk (80)
S17	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K41	K42	Balk (80)
S19	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K1	K43	Balk (80)
S20	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K44	K45	Balk (80)
S21	CS1 - RECT (200; 180)	C20 (EN 338)	2,250	K46	K47	Balk (80)

6. 2D-elementen

Naam	Laag	Type	Element type	Materiaal	Dikte type	D. [mm]
E1	Constructie	vloer (90)	Standaard	C24 (EN 338)	constant	200

7. Knoopondersteuningen

Naam	Knoop	Systeem	Type	X	Y	Z	Rx	Ry	Rz
Sn1	K14	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn2	K16	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn3	K18	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn4	K20	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn5	K22	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn6	K24	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn7	K26	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn8	K28	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn9	K30	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn10	K32	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn11	K34	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend
Sn12	K36	GCS	Standaard	Vast	Vast	Vast	Vrij	Vrij	Verend

8. Knopen

Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K13	1,125	-1,978	0,000
K14	1,125	-1,978	-13,000
K15	0,125	-1,978	0,000
K16	0,125	-1,978	-13,000
K17	-0,875	-1,978	0,000
K18	-0,875	-1,978	-13,000
K19	-0,875	-0,378	0,000
K20	-0,875	-0,378	-13,000
K21	-0,875	1,222	0,000
K22	-0,875	1,222	-13,000
K23	0,125	1,222	0,000
K24	0,125	1,222	-13,000
K25	-0,875	2,822	0,000
K26	-0,875	2,822	-13,000
K27	0,125	2,822	0,000
K28	0,125	2,822	-13,000
K29	1,125	2,822	0,000
K30	1,125	2,822	-13,000
K31	0,125	-0,378	0,000
K32	0,125	-0,378	-13,000

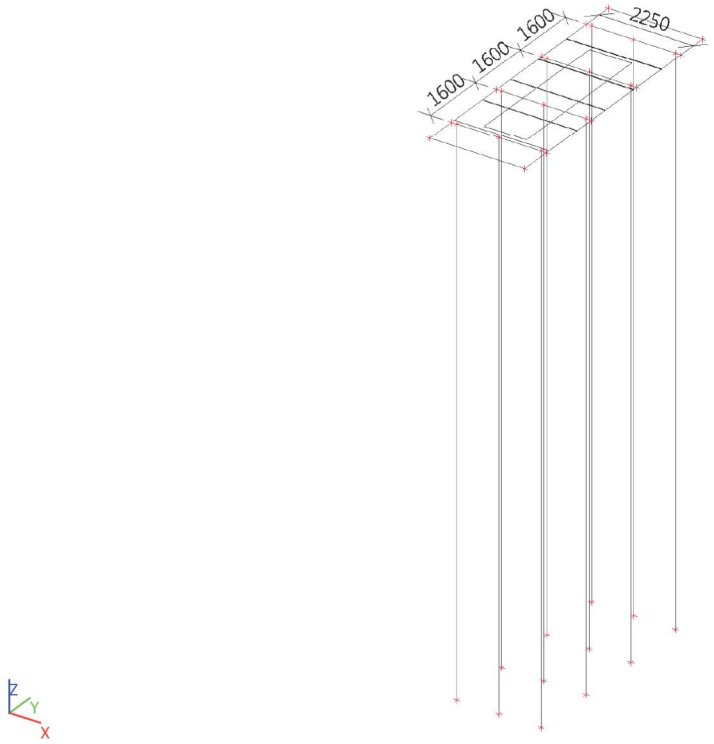
Naam	Coördinaat X [m]	Coördinaat Y [m]	Coördinaat Z [m]
K33	1,125	-0,378	0,000
K34	1,125	-0,378	-13,000
K35	1,125	1,222	0,000
K36	1,125	1,222	-13,000
K37	-1,000	2,000	0,000
K40	1,250	2,000	0,000
K41	-1,000	2,825	0,000
K42	1,250	2,825	0,000
K1	-1,000	1,225	0,000
K43	1,250	1,225	0,000
K44	-1,000	-0,375	0,000
K45	1,250	-0,375	0,000
K46	-1,000	-1,975	0,000
K47	1,250	-1,975	0,000
K50	1,250	-1,752	0,000
K51	-1,000	-1,752	0,000
K54	1,250	-2,752	0,000
K57	-1,000	-2,752	0,000
K60	1,250	3,600	0,000
K61	-1,000	3,600	0,000

9. Belastingsgevallen

9.1. Belastingsgevallen - BG1

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

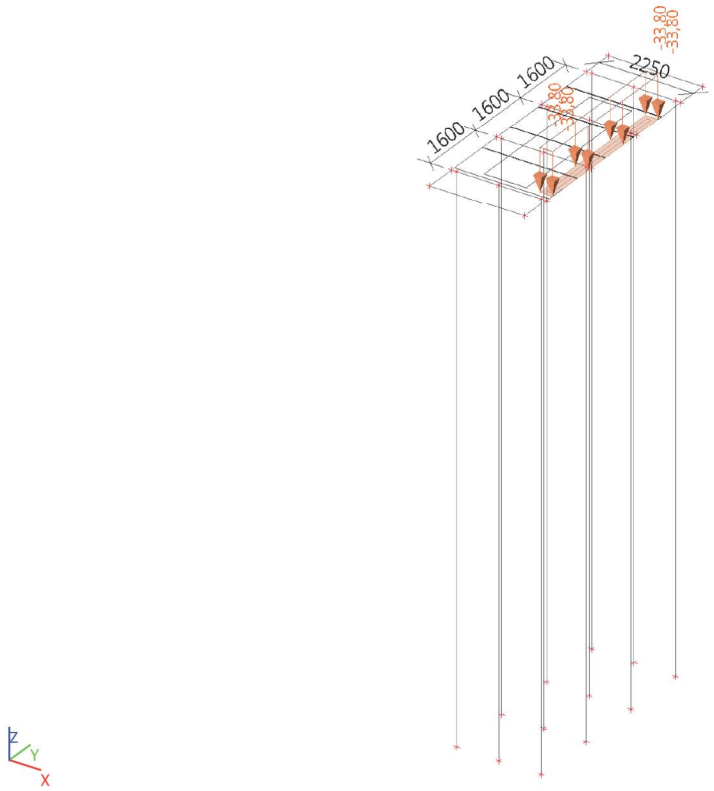
9.1.1. BG1 / Totale waarde



9.2. Belastingsgevallen - BG2

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG2	Rustend [Metselwerk +deksteen]	Permanent	LG1
		Standaard	

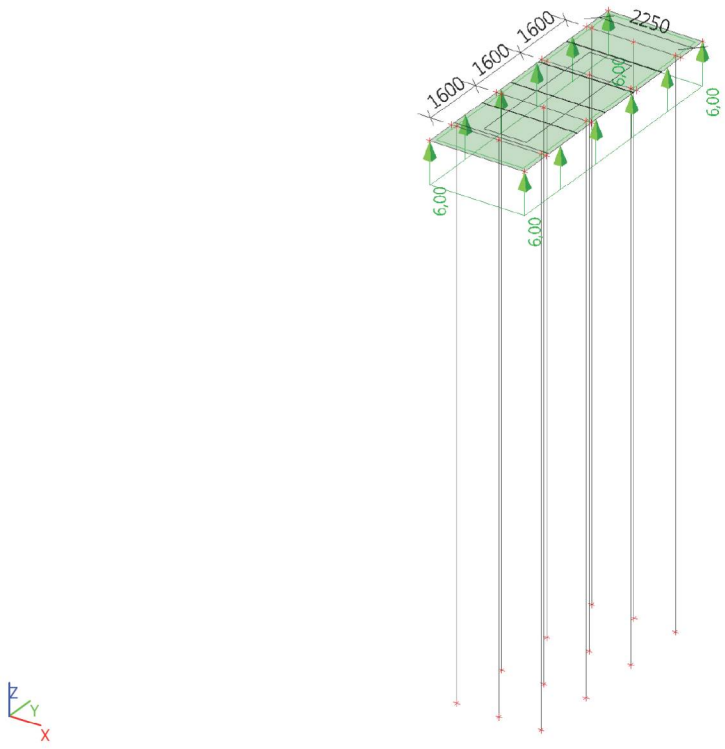
9.2.1. BG1 / Totale waarde



9.3. Belastingsgevallen - BG3

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG3	Opwaartse waterdruk	Permanent	LG1
		Standaard	

9.3.1. BG1 / Totale waarde



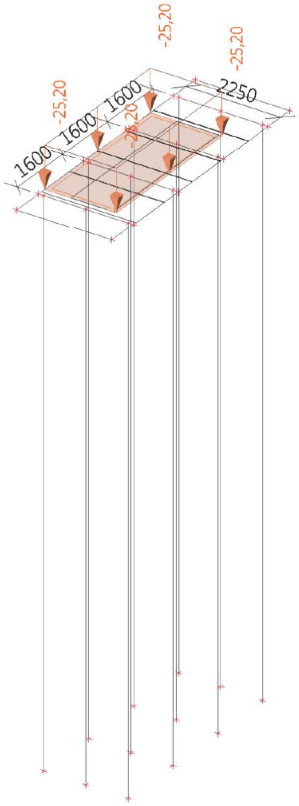
9.3.2. Vlaklast

Naam	Rich	Type	Waarde [kN/m²]	2D-element	Belastingsgeval	Systeem	Loc
SF1	Z	Kracht	6,00	E1	BG3 - Opwaartse waterdruk	LCS	Lengte

9.4. Belastingsgevallen - BG4

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG4	Verticale grondbelasting	Permanent	LG1
		Standaard	

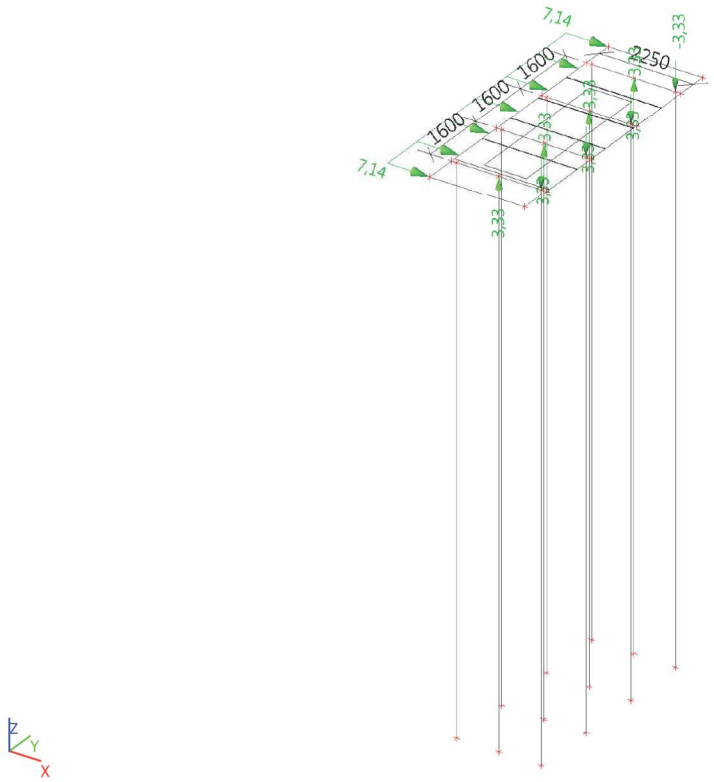
9.4.1. BG1 / Totale waarde



9.5. Belastingsgevallen - BG5

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep
	Spec	Belastingtype	
BG5	Horizontale grondbelasting	Permanent	LG1
		Standaard	

9.5.1. BG1 / Totale waarde



9.5.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS1	E1	Kracht	X	7,14	0.000	Lengte	3
	BG5 - Horizontale grondbelasting	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

9.5.3. Puntlast op staaf

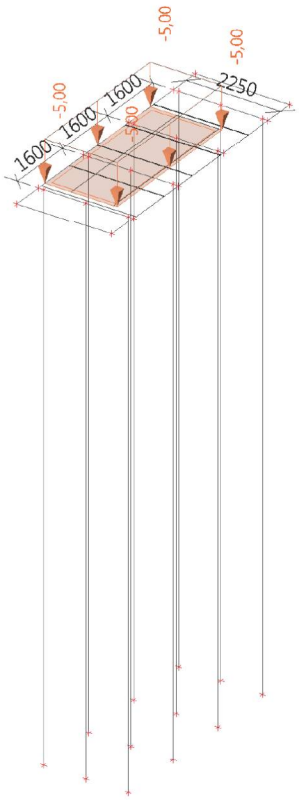
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F1	S13	GCS	-3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F2	S16	GCS	-3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F3	S15	GCS	-3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F4	S5	GCS	-3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F5	S12	GCS	3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F6	S10	GCS	3,33	0.000	Rela	1

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F7	S14	GCS	3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	
F8	S6	GCS	3,33	0.000	Rela	1
	BG5 - Horizontale grondbelasting	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.6. Belastingsgevallen - BG6

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG6	Mensenmenigte 5kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

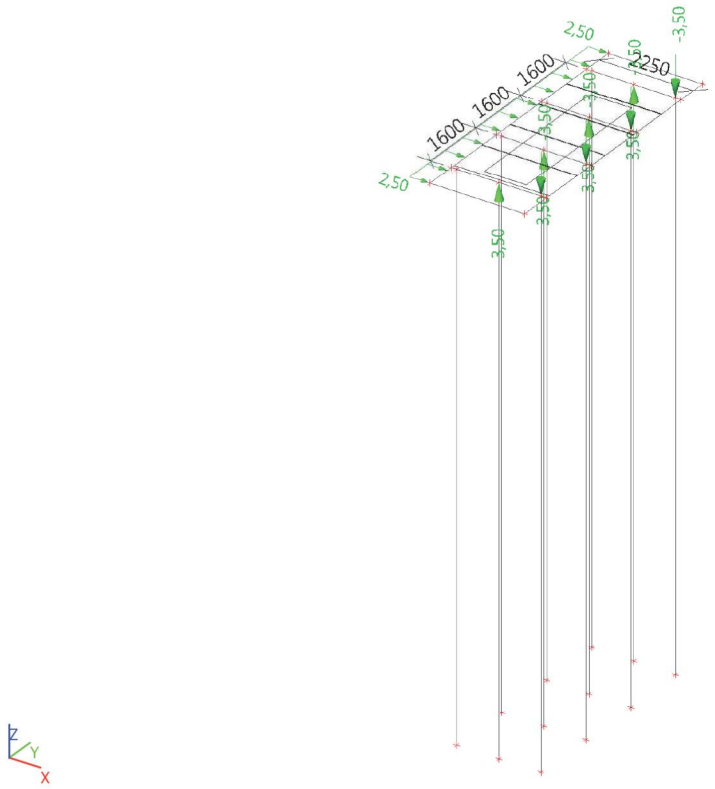
9.6.1. BG1 / Totale waarde



9.7. Belastingsgevallen - BG7

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG7	Mensenmenigte horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.7.1. BG1 / Totale waarde



9.7.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS3	E1	Kracht	X	2,50	0.000	Lengte	3
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

9.7.3. Puntlast op staaf

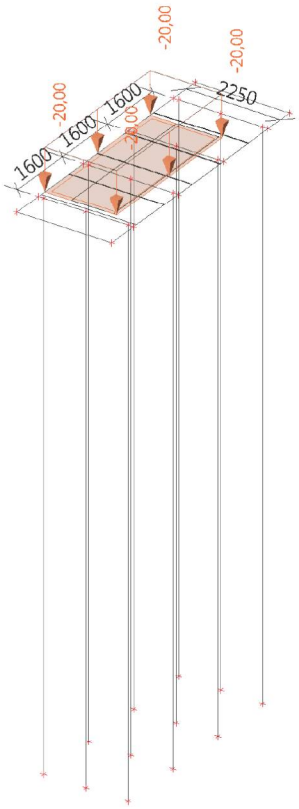
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F9	S12	GCS	3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F10	S10	GCS	3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F11	S14	GCS	3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F12	S6	GCS	3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F13	S13	GCS	-3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F14	S16	GCS	-3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F15	S15	GCS	-3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F16	S5	GCS	-3,50	0.000	Rela	1
	BG7 - Mensenmenigte horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.8. Belastingsgevallen - BG8

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG8	Verkeersklasse 60 20 kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

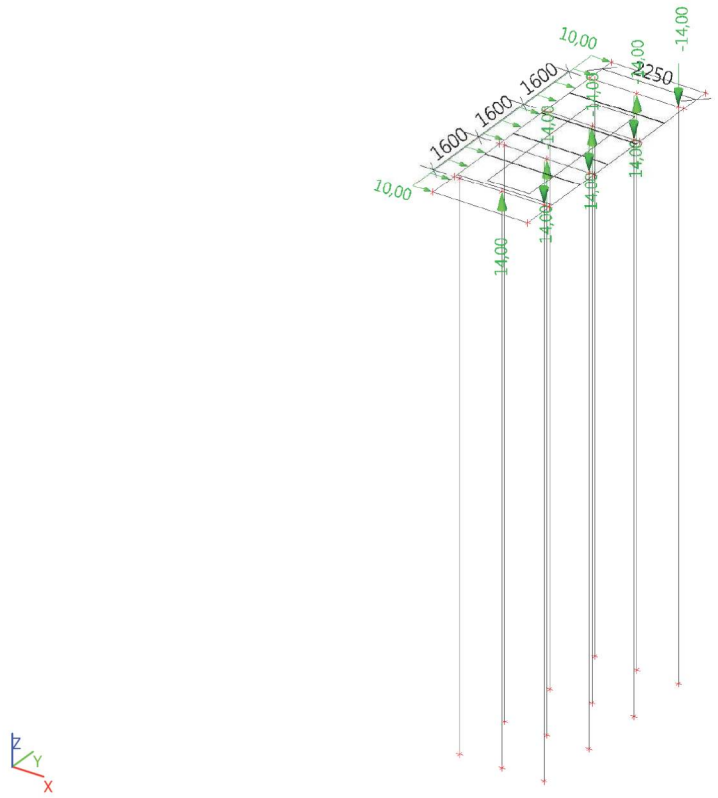
9.8.1. BG1 / Totale waarde



9.9. Belastingsgevallen - BG9

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG9	Verkeersklasse 60 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.9.1. BG1 / Totale waarde



9.9.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS2	E1	Kracht	X	10,00	0.000	Lengte	3
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

9.9.3. Puntlast op staaf

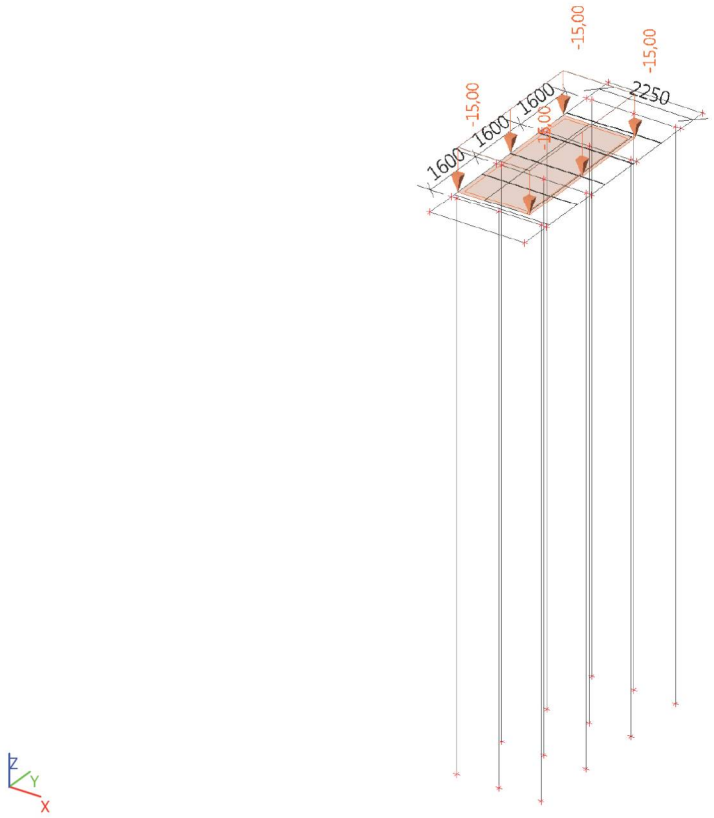
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F17	S13	GCS	-14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F18	S16	GCS	-14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F19	S15	GCS	-14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F20	S5	GCS	-14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F21	S6	GCS	14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F22	S14	GCS	14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F23	S10	GCS	14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F24	S12	GCS	14,00	0.000	Rela	1
	BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.10. Belastingsgevallen - BG10

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG10	Verkeersklasse 45 15 kpa	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

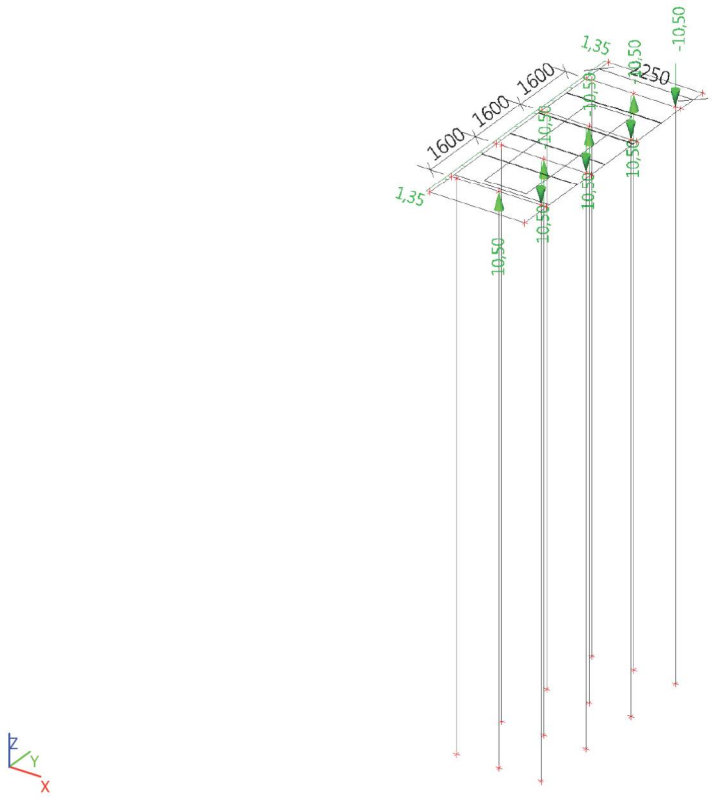
9.10.1. BG1 / Totale waarde



9.11. Belastingsgevallen - BG11

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG11	Verkeersklasse 45 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.11.1. BG1 / Totale waarde



9.11.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS4	E1	Kracht	X	1,35	0.000	Lengte	3
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

9.11.3. Puntlast op staaf

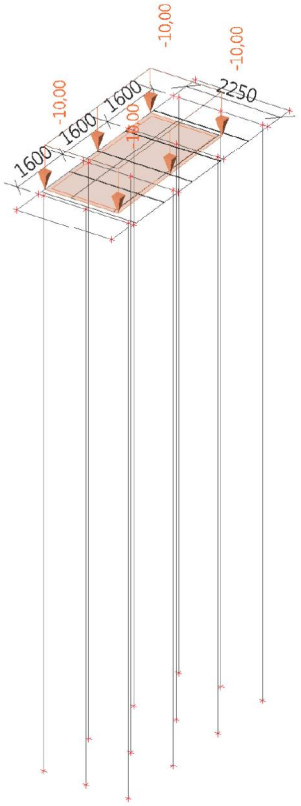
Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F25	S6	GCS	10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F26	S14	GCS	10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F27	S10	GCS	10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F28	S12	GCS	10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F29	S13	GCS	-10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F30	S16	GCS	-10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F31	S15	GCS	-10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F32	S5	GCS	-10,50	0.000	Rela	1
	BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

9.12. Belastingsgevallen - BG12

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG12	Verkeersklasse 30	Variabel	LG2 Verticaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

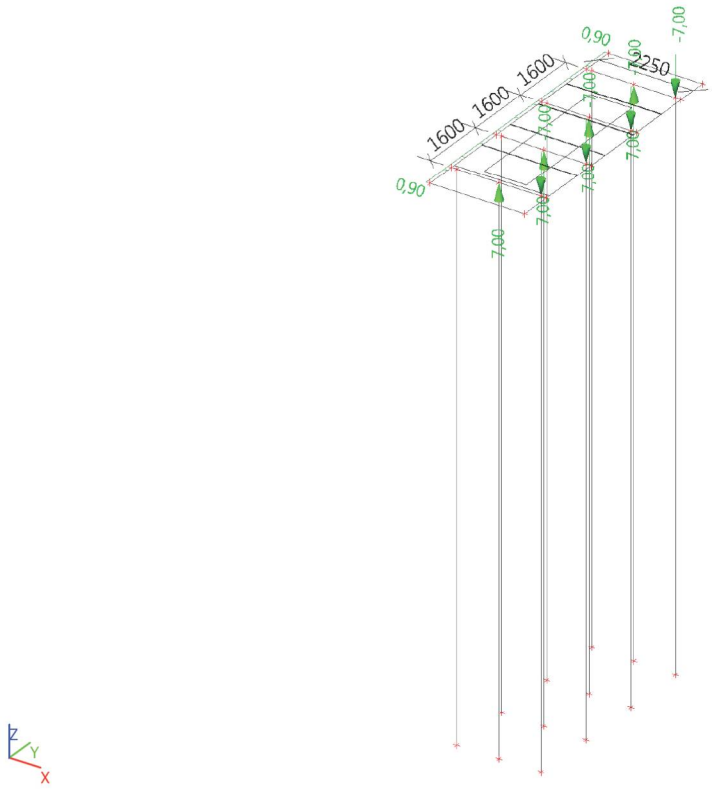
9.12.1. BG1 / Totale waarde



9.13. Belastingsgevallen - BG13

Naam	Omschrijving	Actie type	Lastgroep	Duur	'Master' belastingsgeval
	Spec	Belastingtype			
BG13	Verkeersklasse 30 horizontaal	Variabel	LG3 Horizontaal	Kort	Geen
	Standaard	Statisch			

9.13.1. BG1 / Totale waarde



9.13.2. Lijnlast op 2D elementrand

Naam	2D-element	Type	Rich	Waarde - P_1 [kN/m]	Pos x_1	Loc	Rand
	Belastingsgeval	Systeem	Verdeling	Waarde - P_2 [kN/m]	Pos x_2	Coör	Oors
LFS5	E1	Kracht	X	0,90	0.000	Lengte	3
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	LCS	Gelijkmatig		1.000	Rela	Vanaf begin

9.13.3. Puntlast op staaf

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F33	S12	GCS	7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F34	S10	GCS	7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F35	S14	GCS	7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F36	S6	GCS	7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F37	S5	GCS	-7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

Naam	Staaf	Systeem	Waarde - F [kN]	Pos x	Coör	Herh (n)
	Belastingsgeval	Rich	Type		Oors	Regelmatig
F38	S15	GCS	-7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F39	S16	GCS	-7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	
F40	S13	GCS	-7,00	0.000	Rela	1
	BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	Z	Kracht		Vanaf begin	

10. Combinaties

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
BGT		Omhullende - bruikbaarheid	BG1	1,00
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,00
			BG3 - Opwaartse waterdruk	1,00
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,00
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,00
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte horizontaal	1,00
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC2 Mensenmenigte		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG8 - Verkeersklasse 60 20 kpa	1,00
			BG9 - Verkeersklasse 60 horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC2 Mensenmenigte		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG6 - Mensenmenigte 5kpa	1,00
			BG7 - Mensenmenigte	1,00

Naam	Omschrijving	Type	Belastingsgevallen	Coëff. [-]
			horizontaal	
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 45		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG10 - Verkeersklasse 45 15 kpa	1,00
			BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	1,00
UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 30		Omhullende - uiterst	BG1	1,25
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,25
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,25
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,25
			BG12 - Verkeersklasse 30	1,00
			BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 45		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG10 - Verkeersklasse 45 15 kpa	1,00
			BG11 - Verkeersklasse 45 horizontaal	1,00
UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 30		Omhullende - uiterst	BG1	1,15
			BG2 - Rustend [Metselwerk +deksteen]	1,15
			BG3 - Opwaartse waterdruk	0,90
			BG4 - Verticale grondbelasting	1,15
			BG5 - Horizontale grondbelasting	1,15
			BG12 - Verkeersklasse 30	1,00
			BG13 - Verkeersklasse 30 horizontaal	1,00

11. Belastinggroepen

Naam	Last	Relatie	Type
LG1	Permanent		
LG2 Verticaal	Variabel	Exclusief	Cat G : Voertuigen >30kN
LG3 Horizontaal	Variabel	Exclusief	Cat G : Voertuigen >30kN

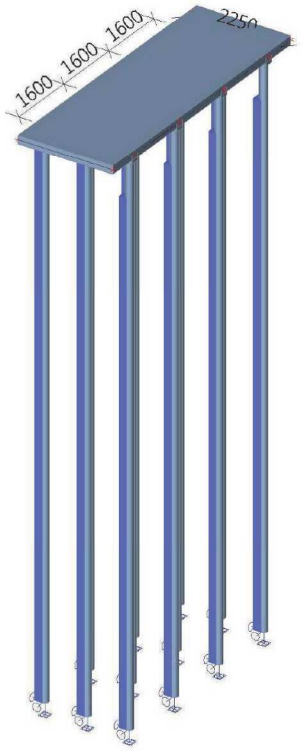
12. Resultaatklasses

Naam	Lijst
Alle UGT	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC2 Mensenmenigte - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60 - Omhullende - uiterst

Naam	Lijst
	UGT 6.10a BC2 Mensenmenigte - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 45 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 30 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 45 - Omhullende - uiterst
	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 30 - Omhullende - uiterst
	BGT - Omhullende - bruikbaarheid

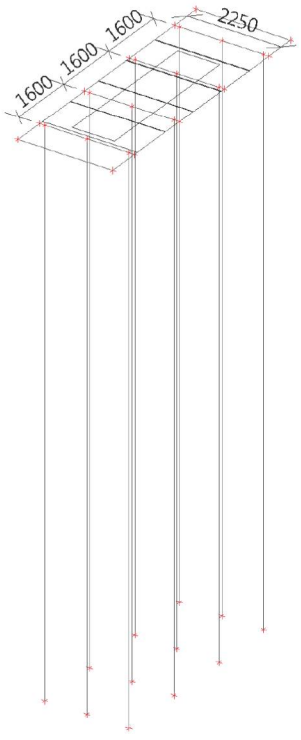
13. Model

13.1. Rekenmodel





13.2. Rekenmodel





14. Resultaten

14.1. Vloer

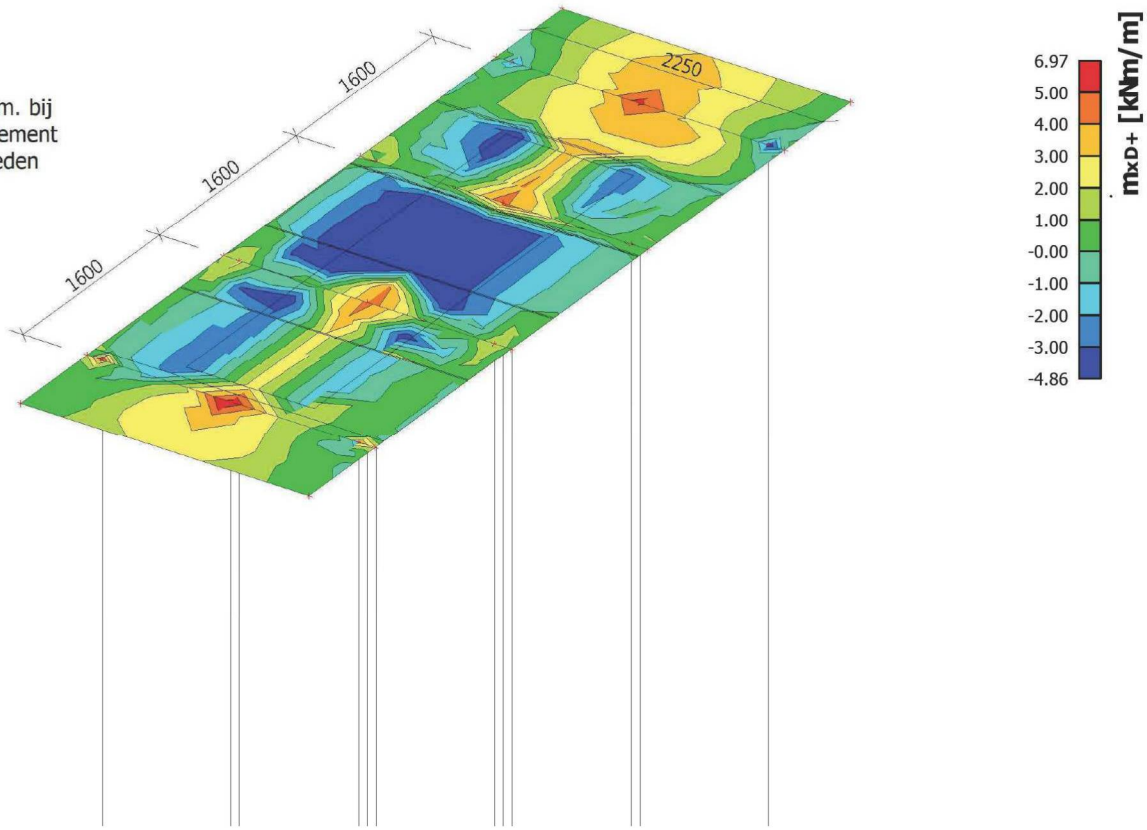
14.1.1. 2D element - Interne krachten

Lineaire berekening, Extreem : Globaal
Selectie : Alle
Klasse : Alle UGT
Basis grootheden. In knopen, gem. op elem..

Staaf	elem	BG	mx [kNm/m]	my [kNm/m]	mxy [kNm/m]	vx [kN/m]	vy [kN/m]	nx [kN/m]	ny [kN/m]	nxy [kN/m]
E1	26	Alle UGT	**-14,51**	-7,61	1,02	-106,40	63,09	-125,32	-8,14	35,81
E1	150	Alle UGT	**7,82**	0,87	0,33	-14,01	-0,20	5,71	-0,12	0,01
E1	59	Alle UGT	-10,60	**-8,85**	-0,16	51,65	-156,50	21,91	4,99	-90,40
E1	293	Alle UGT	0,01	**13,23**	-0,30	4,04	-5,07	-7,46	-3,10	-0,09
E1	6	Alle UGT	-1,28	-5,98	**-4,84**	29,91	9,84	-63,27	-49,76	-58,15
E1	7	Alle UGT	1,95	-1,49	**5,43**	64,70	-18,55	-2,11	-4,63	56,98
E1	39	Alle UGT	-9,24	-4,60	1,09	**-127,99**	41,45	-38,32	-1,58	1,21
E1	58	Alle UGT	-3,30	-0,98	-0,36	**184,05**	159,01	137,46	9,58	93,95
E1	27	Alle UGT	-13,76	-8,26	-3,14	-111,79	**-213,47**	**-128,89**	1,32	-99,58
E1	26	Alle UGT	-1,98	-2,35	2,51	-34,63	**209,73**	-52,40	1,85	96,78
E1	49	Alle UGT	2,39	3,87	0,71	2,99	-0,93	**154,07**	7,38	99,06
E1	7	Alle UGT	-0,61	-5,65	-0,18	29,62	-52,12	-62,02	**-51,90**	2,30
E1	285	Alle UGT	1,76	3,38	-0,12	12,33	0,31	-4,49	**144,13**	9,51
E1	51	Alle UGT	-0,38	1,13	-0,60	-34,95	-5,78	49,41	4,28	**-103,01**
E1	22	Alle UGT	-0,82	-1,62	2,77	-26,89	175,62	-45,52	7,79	**101,81**

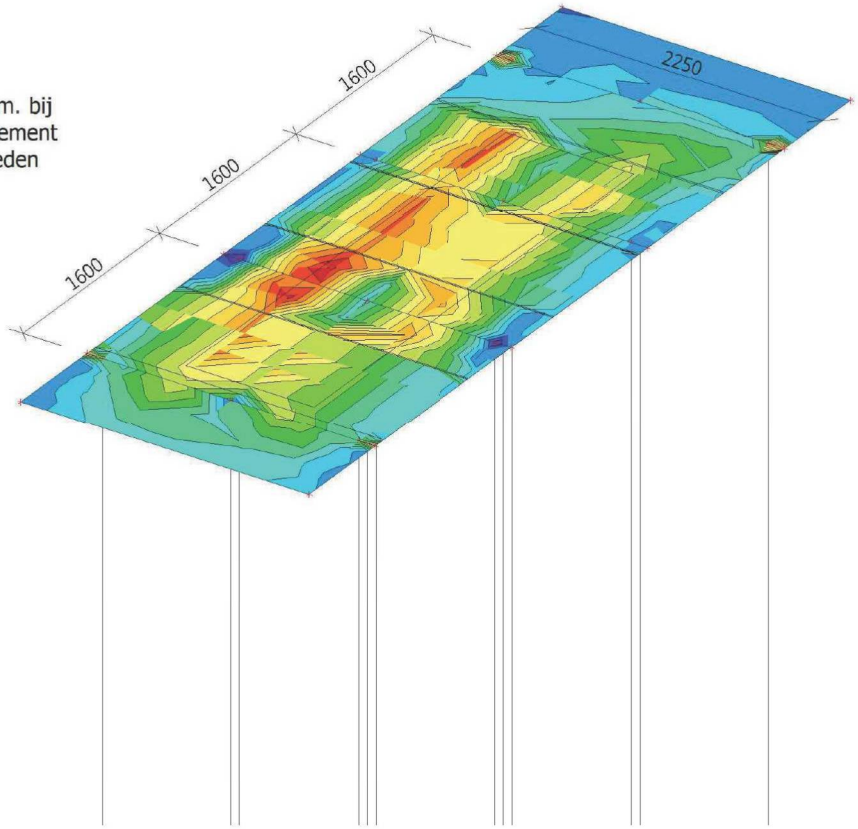
14.1.2. Interne 2D-krachten; m_xD+

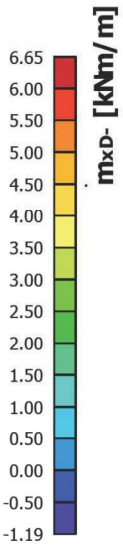
Waardes: m_{xD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal



14.1.3. Interne 2D-krachten; m_xD-

Waardes: m_{xD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal

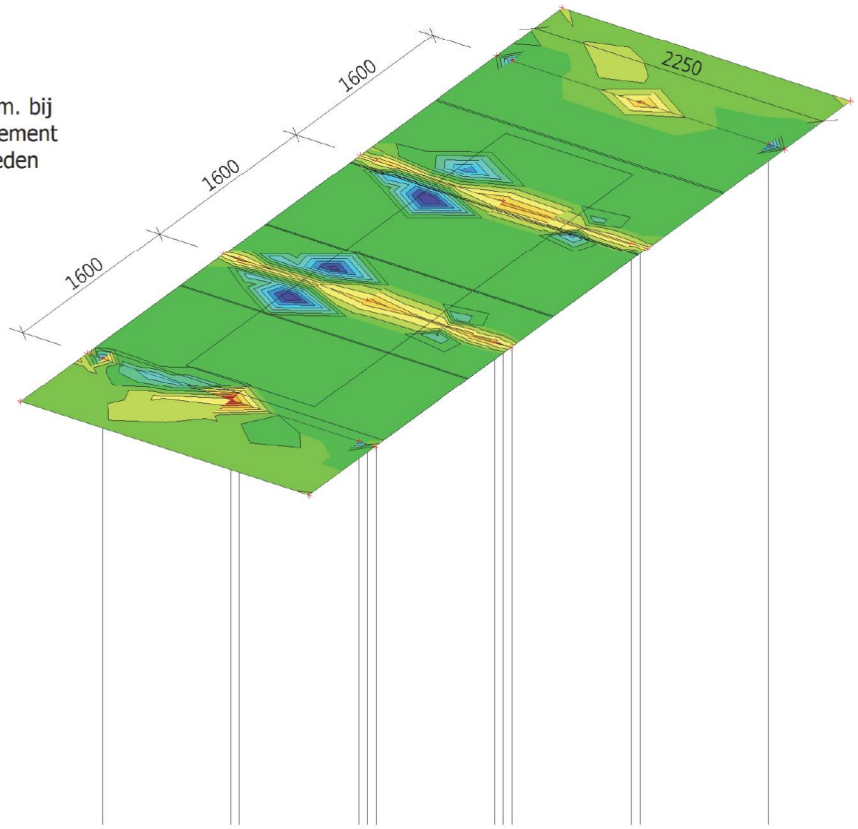


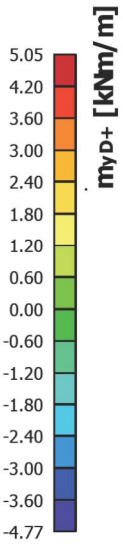




14.1.4. Interne 2D-krachten; m_yD+

Waardes: m_{yD+}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal

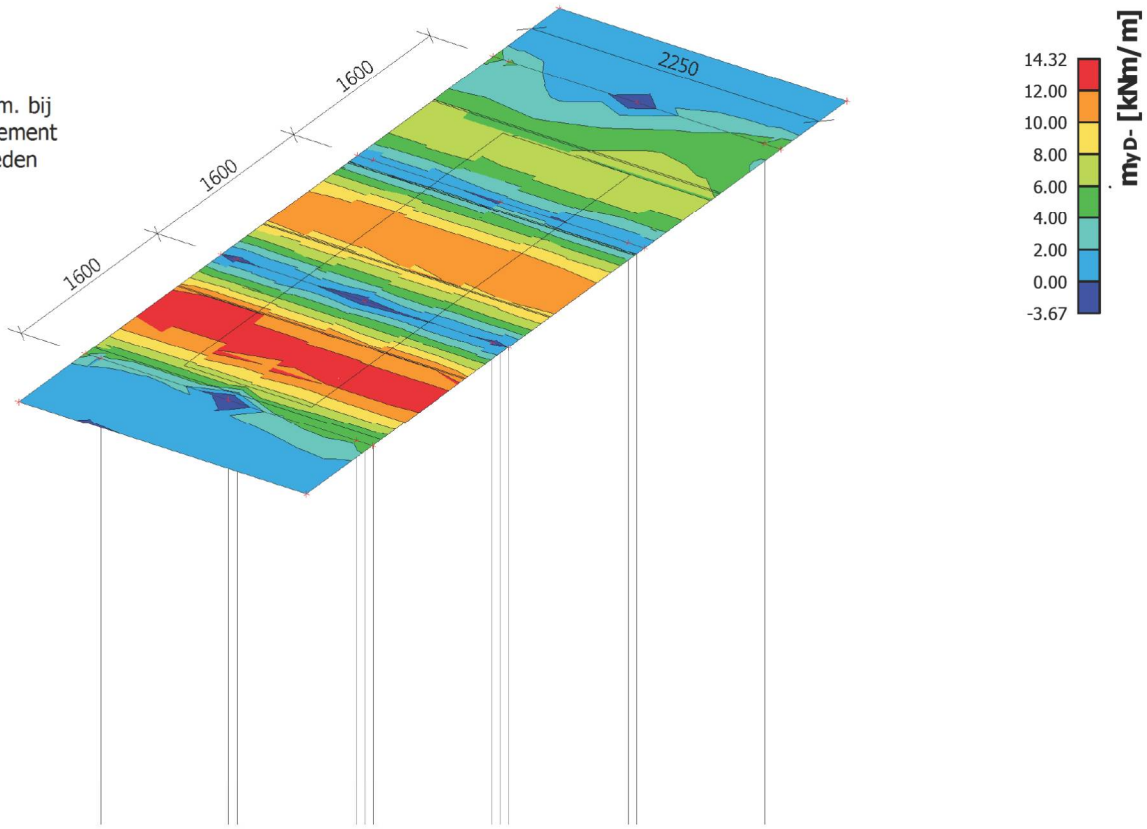






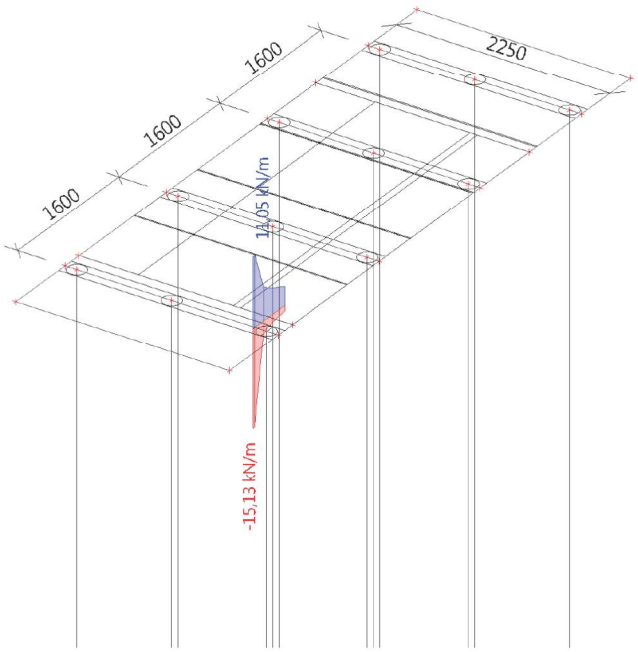
14.1.5. Interne 2D-krachten; m_yD-

Waardes: m_{yD-}
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Elementaire ontwerpgrootheden
Extreem: Globaal



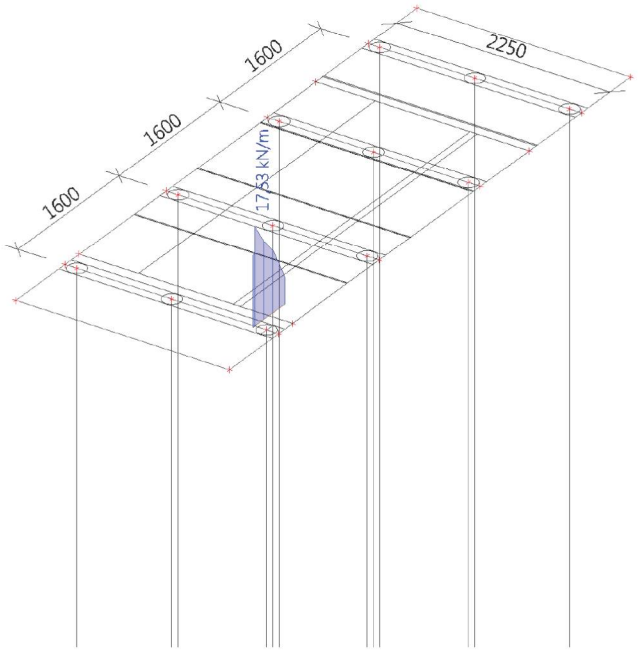
14.1.6. Interne 2D-krachten; v_x

Waardes: v_x
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal



14.1.7. Interne 2D-krachten; v_y

Waardes: v_y
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Selectie: Alle
Locatie: In knooppunten gem. bij macro. Systeem: LCS net element
Basis grootheden
Extreem: Globaal





14.2. Kespen

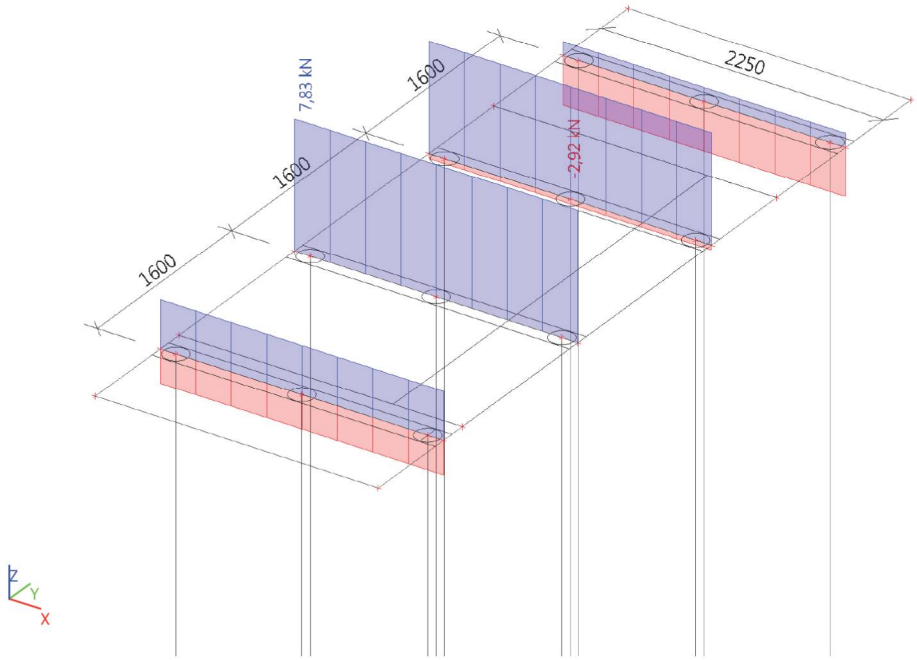
14.2.1. Interne krachten in staaf

Lineaire berekening, Extreem : Globaal, Systeem : Hoofd
Selectie : Alle
Belastingsgevallen : BG1

Staaf	css	dx [m]	BG	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
S12	CS2 - CIRC	12,250	BG1	**-2,47**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
S17	CS1 - RECT	0,000	BG1	**0,30**	0,00	**0,16**	0,00	-0,05	0,00
S6	CS2 - CIRC	0,000	BG1	-1,22	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
S12	CS2 - CIRC	0,000	BG1	-1,22	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
S17	CS1 - RECT	2,250	BG1	0,30	0,00	**-0,16**	0,00	-0,05	**0,00**
S20	CS1 - RECT	0,000	BG1	0,30	0,00	0,16	**0,00**	**-0,05**	0,00
S5	CS2 - CIRC	0,000	BG1	-1,06	0,00	0,00	**0,00**	0,00	0,00
S17	CS1 - RECT	1,125	BG1	0,30	0,00	0,00	0,00	**0,04**	0,00
S21	CS1 - RECT	0,000	BG1	0,30	0,00	0,16	0,00	-0,05	**0,00**

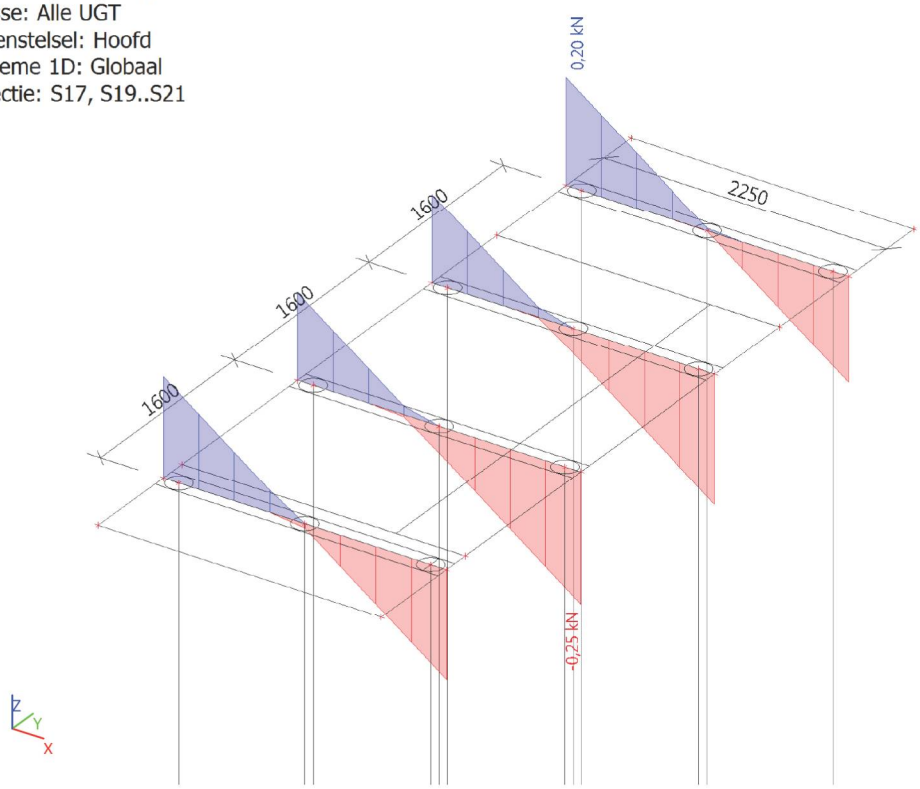
14.2.2. Interne 1D-krachten; N

Waardes: **N**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



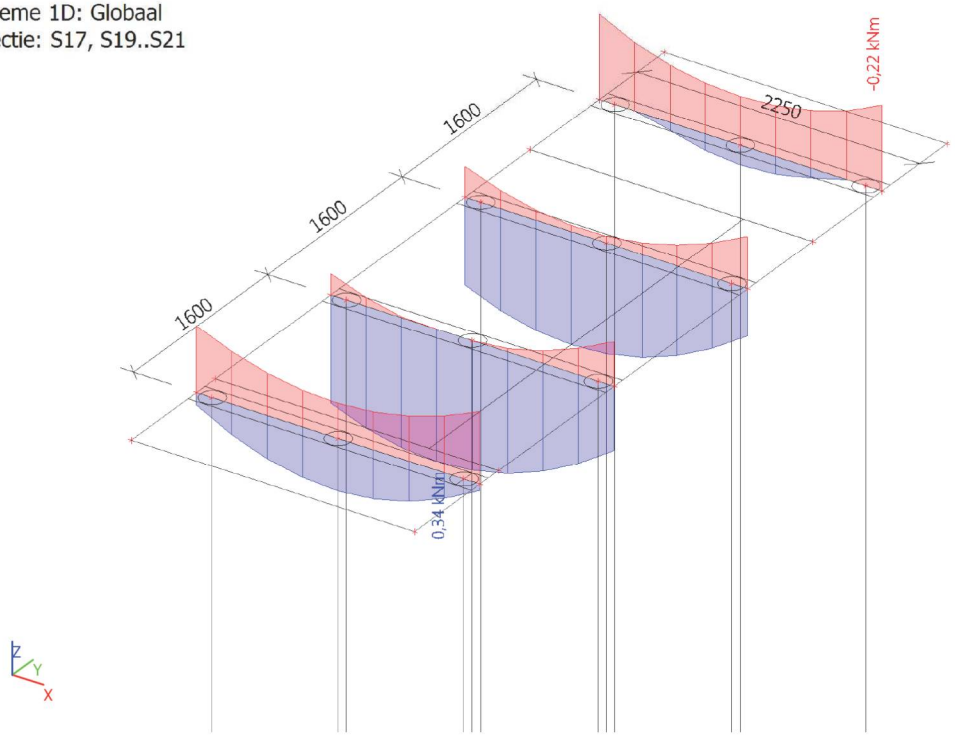
14.2.3. Interne 1D-krachten; V_z

Waardes: **V_z**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



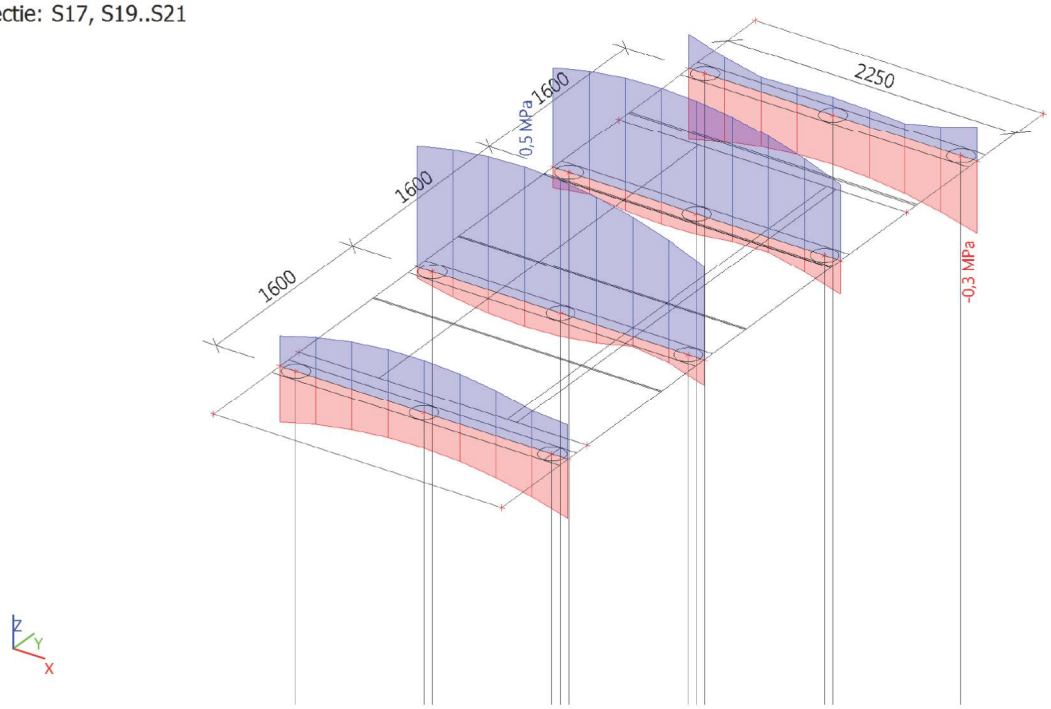
14.2.4. Interne 1D-krachten; M_y

Waardes: **M_y**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



14.2.5. 1D-spanningen; σ_x

Waardes: **σ_x**
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Assenstelsel: Hoofd
Extreme 1D: Globaal
Selectie: S17, S19..S21



14.3. Palen

14.3.1. Reacties

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

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sn1/K14	BGT/1		**0,00**	0,00	9,06	0,00	0,00	0,00
Sn1/K14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		0,00	**0,00**	20,12	0,00	0,00	0,00
Sn1/K14	BGT/3		0,00	0,00	**7,32**	0,00	0,00	0,00
Sn1/K14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	0,00	**21,86**	0,00	0,00	0,00
Sn1/K14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	10,14	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn2/K16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		**0,00**	0,00	6,24	0,00	0,00	0,00
Sn2/K16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	**0,00**	**16,82**	0,00	0,00	0,00
Sn2/K16	BGT/7		0,00	0,00	**2,07**	0,00	0,00	0,00
Sn2/K16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	8,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn3/K18	BGT/1		**0,00**	**0,00**	13,21	0,00	0,00	0,00
Sn3/K18	BGT/7		0,00	0,00	**-1,61**	0,00	0,00	0,00
Sn3/K18	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**16,59**	0,00	0,00	0,00
Sn3/K18	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	6,14	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn4/K20	BGT/3		**0,00**	0,00	23,05	0,00	0,00	0,00
Sn4/K20	BGT/1		0,00	**0,00**	46,30	0,00	0,00	0,00
Sn4/K20	BGT/7		0,00	0,00	**17,59**	0,00	0,00	0,00
Sn4/K20	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**54,35**	0,00	0,00	0,00
Sn4/K20	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	28,14	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn5/K22	BGT/3		**0,00**	0,00	19,08	0,00	0,00	0,00
Sn5/K22	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	**0,00**	40,78	0,00	0,00	0,00
Sn5/K22	BGT/7		0,00	0,00	**13,62**	0,00	0,00	0,00
Sn5/K22	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**46,24**	0,00	0,00	0,00
Sn5/K22	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	23,58	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn6/K24	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		**0,00**	0,00	26,33	0,00	0,00	0,00
Sn6/K24	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	**0,00**	44,74	0,00	0,00	0,00
Sn6/K24	BGT/7		0,00	0,00	**18,27**	0,00	0,00	0,00
Sn6/K24	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**47,82**	0,00	0,00	0,00
Sn6/K24	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	26,50	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn7/K26	BGT/1		**0,00**	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
Sn7/K26	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	**0,00**	-2,97	0,00	0,00	0,00
Sn7/K26	BGT/7		0,00	0,00	**-8,43**	0,00	0,00	0,00
Sn7/K26	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**2,48**	0,00	0,00	0,00
Sn7/K26	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	-1,70	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn8/K28	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		**0,00**	0,00	-4,07	0,00	0,00	0,00
Sn8/K28	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	**0,00**	-1,70	0,00	0,00	0,00
Sn8/K28	BGT/7		0,00	0,00	**-6,17**	0,00	0,00	0,00
Sn8/K28	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**1,41**	0,00	0,00	0,00
Sn8/K28	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	-1,48	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn9/K30	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		**0,00**	0,00	**10,27**	0,00	0,00	0,00
Sn9/K30	BGT/3		0,00	**0,00**	-0,56	0,00	0,00	0,00
Sn9/K30	BGT/1		0,00	0,00	**-1,37**	0,00	0,00	0,00
Sn9/K30	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	1,08	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn10/K32	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2		**0,00**	0,00	32,09	0,00	0,00	0,00
Sn10/K32	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	**0,00**	53,44	0,00	0,00	0,00
Sn10/K32	BGT/7		0,00	0,00	**22,88**	0,00	0,00	0,00
Sn10/K32	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6		0,00	0,00	**56,52**	0,00	0,00	0,00
Sn10/K32	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	31,80	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn11/K34	BGT/1		**0,00**	0,00	35,62	0,00	0,00	0,00
Sn11/K34	BGT/7		0,00	**0,00**	33,05	0,00	0,00	0,00
Sn11/K34	BGT/3		0,00	0,00	**24,50**	0,00	0,00	0,00
Sn11/K34	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	0,00	**52,57**	0,00	0,00	0,00
Sn11/K34	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	29,81	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Sn12/K36	BGT/1		**0,00**	0,00	29,78	0,00	0,00	0,00
Sn12/K36	BGT/3		0,00	**0,00**	**20,39**	0,00	0,00	0,00
Sn12/K36	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4		0,00	0,00	**45,71**	0,00	0,00	0,00
Sn12/K36	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5		0,00	0,00	25,08	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb1/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,000	**-0,55**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb1/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,667	**0,35**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb1/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	1,000	-0,23	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**

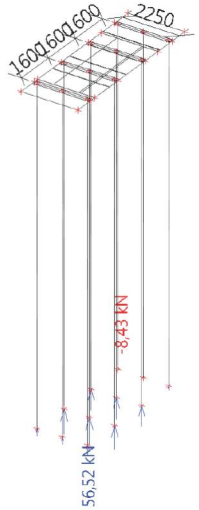
Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb2/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,500	**-1,62**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb2/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,333	**0,72**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb2/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	1,333	0,33	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb2/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	0,500	-0,74	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb2/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,500	-0,69	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb3/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,000	**-28,41**	**0,06**	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb3/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,500	**0,48**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb3/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,000	-12,29	0,03	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00
Slb3/S7	BGT/1	0,000	-10,63	0,02	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb4/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,000	**-28,58**	0,01	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb4/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,500	**0,49**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb4/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,500	0,49	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb4/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,000	-28,50	**0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb4/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,000	-12,42	0,01	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00
Slb4/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,750	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb5/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,000	**-28,57**	**-0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb5/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,500	**0,49**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb5/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,000	-12,41	-0,01	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00
Slb5/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,000	-28,50	-0,01	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb5/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,750	-0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb6/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,500	**-1,61**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb6/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,333	**0,72**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb6/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,333	0,72	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb6/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,500	-1,61	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb6/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,500	-0,69	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb7/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,000	**-28,46**	-0,07	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb7/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,500	**0,48**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb7/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,000	-28,40	**-0,07**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb7/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,500	0,48	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb7/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,000	-12,31	-0,03	**0,00**	**0,00**	**0,00**	0,00
Slb7/S11	BGT/1	0,000	-10,65	-0,03	0,00	0,00	0,00	**0,00**
Slb8/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,500	**-1,63**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb8/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,333	**0,73**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb8/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,333	0,72	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb8/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,500	-1,62	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb8/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,500	-0,70	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb9/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,000	**-0,61**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb9/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,667	**0,42**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb9/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,667	0,42	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb9/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,000	-0,60	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb9/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	1,000	-0,26	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb10/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	0,500	**-1,61**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb10/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,333	**0,72**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb10/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,333	0,72	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb10/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	0,500	-1,60	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb10/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	0,500	-0,69	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb11/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,000	**-0,54**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb11/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,667	**0,34**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb11/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	1,667	0,15	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb11/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	1,000	-0,24	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb11/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	1,000	-0,23	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb12/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,000	**-0,54**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb12/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	1,667	**0,34**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb12/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,667	0,34	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb12/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	1,000	-0,53	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb12/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	1,000	-0,23	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb13/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb13/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb13/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb13/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb14/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	BGT/7	3,000	0,01	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb14/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb15/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb15/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb15/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb15/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb16/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb16/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb17/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb17/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb17/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb17/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb18/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,01	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb18/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb19/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	4,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb19/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb20/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,01	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb20/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb21/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb21/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb22/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,01**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,833	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,01	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb22/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb23/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	BGT/7	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb23/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb24/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	3,833	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	4,667	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	3,000	0,00	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb24/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	3,000	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb25/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb25/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb25/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb26/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb26/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb26/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb27/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/8	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb27/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb28/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/8	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb28/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb29/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/8	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb29/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb30/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb30/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb30/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb31/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/8	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb31/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb32/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb32/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Steunpunt	BG	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Slb32/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb33/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb33/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb33/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb34/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb34/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb34/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb35/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb35/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb35/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb36/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	8,000	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb36/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,667	**0,00**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Slb36/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	8,000	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb37/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb38/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb39/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb40/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb41/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb42/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb43/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb44/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb45/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb46/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb47/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb48/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	10,000	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb49/S5	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb49/S5	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	13,000	0,00	0,00	**21,86**	0,00	0,00	0,00
Slb50/S6	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb50/S6	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**16,82**	0,00	0,00	0,00
Slb51/S7	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb51/S7	BGT/7	13,000	0,00	0,00	**-1,61**	0,00	0,00	0,00
Slb51/S7	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**16,59**	0,00	0,00	0,00
Slb52/S8	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb52/S8	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**54,35**	0,00	0,00	0,00
Slb53/S9	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb53/S9	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**46,24**	0,00	0,00	0,00
Slb54/S10	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb54/S10	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**47,82**	0,00	0,00	0,00
Slb55/S11	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb55/S11	BGT/7	13,000	0,00	0,00	**-8,43**	0,00	0,00	0,00
Slb55/S11	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**2,48**	0,00	0,00	0,00
Slb56/S12	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb56/S12	BGT/7	13,000	0,00	0,00	**-6,17**	0,00	0,00	0,00
Slb56/S12	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**1,41**	0,00	0,00	0,00
Slb57/S13	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	0,00	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb57/S13	BGT/1	13,000	0,00	0,00	**-1,37**	0,00	0,00	0,00
Slb57/S13	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/2	13,000	0,00	0,00	**10,27**	0,00	0,00	0,00
Slb58/S14	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb58/S14	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/6	13,000	0,00	0,00	**56,52**	0,00	0,00	0,00
Slb59/S15	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb59/S15	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	13,000	0,00	0,00	**52,57**	0,00	0,00	0,00
Slb60/S16	UGT 6.10b BC1 Verkeersklasse 60/5	11,500	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Slb60/S16	UGT 6.10a BC1 Verkeersklasse 60/4	13,000	0,00	0,00	**45,71**	0,00	0,00	0,00

14.3.2. Reacties; R_z

Waardes: R_z
Lineaire berekening
Klasse: Alle UGT
Systeem: Globaal
Extreem: Globaal
Selectie: Alle





Bijlage 4 – Rekensheet funderingspalen

Update geotechnisch paaldraagvermogen op basis van aanvullende watersonderingen

Funderingspalen bestaande constructies

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	29 mei 2019
Project:	Kademuur Lijnbaansgracht LYG0901

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Fundering

Onderkant fundering =	-1	[NAP]	
Omslagpunt =	-8	[NAP]	
Paalpuntniveau =	-13	[NAP]	{2 tochten onder de aanzet van de 1e zandlaag}
Lengte paal omslagpunt =	7	[m]	
Lengte paal paalpuntniveau =	12	[m]	
Tapsheid palen =	8	[mm/m^1]	(4 mm/kant)
Afname Ø omslagpunt =	56	[mm]	
Afname Ø paalpunt =	96	[mm]	
Minimale waarde paalpunt =	130	[mm]	

Rekenwaarde druksterkte hout (evenwijdig aan de vezelrichting)

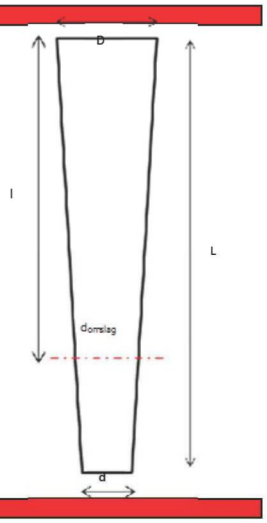
Rekenwaarde bepaald in lab. =	nee	[-]	
Rekenwaarde druksterkte =	10,8	[N/mm^2]	$f_{c;0;d}$ = (Conform F3O richtlijn)
Rekenwaarde druksterkte =	10,8	[N/mm^2]	$f_{c;0;d}$ = (Handmatig invullen)

Paalbelastingen uit constructie

Landhoofd =	0	[kN]
Pijler =	0	[kN]
Kade =	56,52	[kN]

Gebruiksniveau = Huidige situatie

Resterende levensduur = 30 [Jaar]



Toetsing houten paalfundering — Huidige situatie

Hout monster	Constructie onderdeel	Locatie	Houtsoort	Doorsnede paalkop (mm)	Aantasting paalkop (mm)	Resterende sterkte paalkop (kN)	Doorsnede omslagpunt (mm)	Aantasting omslagpunt (mm)	Resterende doorsnede omslagpunt (mm)	Resterende sterkte omslagpunt (kN)	Resterende doorsnede paalpunt (mm)	Sondering	Geotechnisch paaldraag-vermogen (kN)	UC Draag-vermogen paal	UC Sterkte paal
HM 1	Kademuur	voorzijde	Vuren	175	26	**128**	119	18	82	**57**	79	DKM27	112	0,50	0,99
HM 2	Kademuur	voorzijde	Vuren	175	47	**56**	119	33	52	**23**	79	DKM27	112	0,50	2,43

Bijlage 5 – Rekensheet knik controle palen

Rekensheet knik houten palen (conform Eurocode 5 art. 6.2.3)

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	29 mei 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG0901
Versie:	1.0

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Paal diameter =	129	[mm]	Ned =	57	[kN]
Belastingsduurklasse =	Kort	[-]	My;ed =	0,49	[kNm]
Materiaal =	Rond hout	[-]	Mz;ed =	0	[kNm]

Bij een belastingscombinatie bestaande uit belastingen die horen bij verschillende belastingsduurklassen behoort voor kmod de waarde te zijn gekozen die overeenstemt met de kortste belastingsduur. Bijvoorbeeld bij een combinatie van eigen gewicht en een korteduurbelasting behoort voor k mod de waarde te zijn gebruikt die met de korteduurbelasting overeenstemt.

Controle (U.C)

6.19	1,76	≤	1,0	[-]	Voldoet Niet
6.20	1,76	≤	1,0	[-]	Voldoet Niet
6.23	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.24	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]

Materiaaleigenschappen houten funderingspaal

In de NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 dient de druksterkte evenwijdig aan de vezelrichting van houten heipalen te voldoen aan vergelijking 1 en vergelijking 2, waarbij σc:0:d moet zijn bepaald op basis van formule (6.10a) respectievelijk (6.10b) volgens NEN-EN1990+A1+A1/c2. In beide vergelijkingen is uitgegaan van een paalgroep (ksys=1,1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10a

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 9{,}8\ N/mm^2$$ (vergelijking 1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10b

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 11{,}5\ N/mm^2$$ (vergelijking 2)

In het geval van vergelijking 6.10a overheerst het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk en om deze reden wordt uitgegaan van een kmod factor behorende bij een lange belastingsduur. Vergelijking 6.10b is een combinatie van het eigen gewicht in combinatie met een veranderlijke belasting (korte duur). Om deze reden wordt een kmod factor gebruikt behorende bij een korteduurbelasting

	Belastingsduur	Modificatiefactor $k_{mod:klasse\ 3}$	$f_{c:0k:dr}$	γ_m	$f_{c:0:d}$	groepswerking K_{sys}	$f_{c:0:d}$
	[-]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]
6.10a	lang	0,55	19,8	1,3	8,38	1,1	**9,2**
6.10b	kort	0,7	19,8	1,3	10,7	1,1	**11,7**

De bepaalde waarden komen nagenoeg overeen met de waarden uit de norm. Voor de knikcontrole wordt de sterkte uit de norm aangehouden.

$f_{c;0;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(druksterkte // Rondhout)	NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
$f_{m;y;z;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(buigsterkte // Rondhout)	
$E_{o;mean}$ =	12500	[N/mm²]	(El. Modulus)	
$E_{0,05}$ =	8333	[N/mm²]	(5 percentiel EL. Modulus)	
K_m =	1,0	[-]	(voor ronde doorsneden)	

Profiel gegevens funderingspaal

Kniklengte y;z richting		$L_{y;z;buc}$ =	11845	[mm]						
oppervlak paal		A_{paal} =	1/4	*	π	*	129	^2	=	13070 [mm²]
Weerstandsmoment		$W_{y;z}$ =	1/32	*	π	*	64,5	^3	=	26344 [mm³]
Traagheidsmoment		$I_{y;z}$ =	1/4	*	π	*	64,5	^4	=	13593420 [mm⁴]
traagheidsstraal	ix;y=	√(Iy;z/A)=	√		13593420	/	13070		=	32,3 [mm]

Krachten en momenten en spanningen

$\sigma_{c;0;d}$ =	N_{ed} / A_{paal}	=	4,36	[N/mm²]	(Druk)

$\sigma_{my;0;d}$ =	$M_{y;ed} / W_y$	=	18,60	$[N/mm^2]$	(Buiging y-as)
$\sigma_{mz;0;d}$ =	$M_{z;ed} / W_z$	=	0,00	$[N/mm^2]$	(Buiging z-as)

Toets

Toets benodigde formules Als $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ dan moeten formule 6.19 en 6.20 worden toegepast

6.21/6.22

$$\lambda_{rel;y;z} = \frac{\lambda_{y;z}}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{E_{0,05}}} = \frac{19,2}{3,1415927}\sqrt{\frac{19,8}{8333}} \qquad \lambda_{rel;y;z} = 0,30 \ [-]$$

$$\lambda_{y;z} = \sqrt{\frac{I_{y;z;buc}}{i}} = \sqrt{\frac{11844,7}{32,3}} \qquad \lambda_{y;z} = 19,2 \ [-]$$

Voorwaarde: $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ 0,30 ≤ 0,3 JA

De volgende formules moeten worden gebuikt 6.19 6.20

6.19

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{4,36}{11,5}\right]^2 + \frac{18,60}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = 1,76 \ [-]$$

6.20

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \ [-]$$

$$\left[\frac{4,36}{11,5}\right]^2 + 1,0 * \frac{18,60}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = 1,76 \ [-]$$

6.23

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{c;y;z} * f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{4,36}{1,001 * 11,5} + \frac{18,60}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.24

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{cy;z} * f_{c;0;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \ [-]$$

$$\frac{4,36}{1,001 * 11,5} + 1,0 * \frac{18,60}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \ [-]$$

6.25/6.26

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{K_y K_z + \sqrt{(K_y K_z)^2 - (\lambda_{rel;y;z})^2}}$$

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{0,54 + \sqrt{0,30 - 0,09}} = 1,001 \ [-]$$

6.27/6.28

$K_y = k_z = 0,5 \ (1 + \beta_c \ (\lambda_{rel;y;z} - 0,3) + (\lambda_{rel;y;z})^2)$

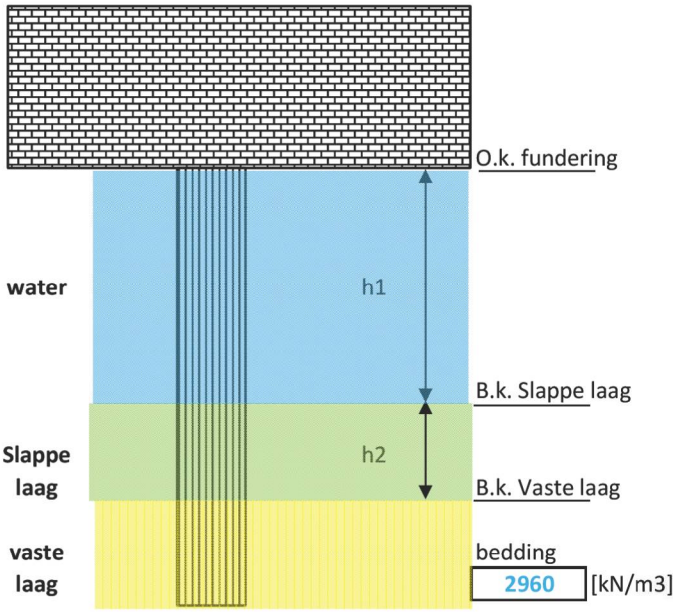
$K_y = k_z = 0,5 \ (1 + 0,2 \ (0,30 - 0,3) + 0,09)$

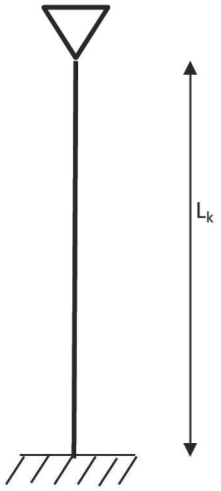
$K_y k_z =$ 0,54 [-]

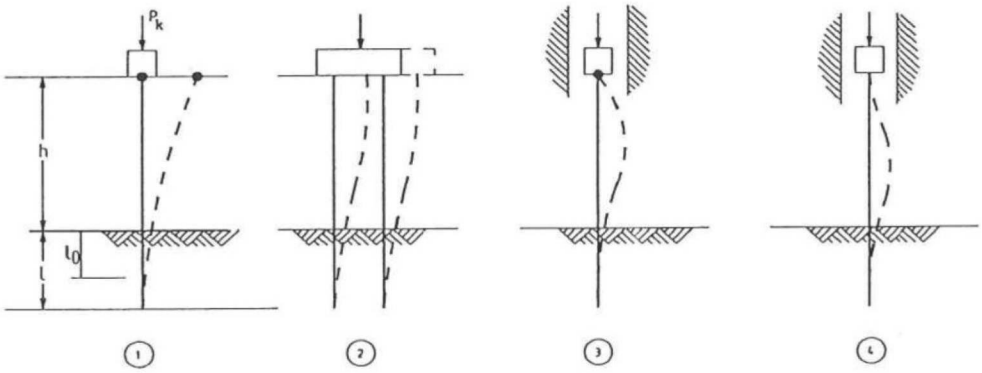
6.29 $\beta_c =$ 0,2 [-] (Voor gezaagd hout)

Knik Funderingspaal gedeeltelijk vrijstaand		
Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam	Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]	
Datum:	29 mei 2019	
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001	

Diameter kop =	129	[mm]	o.k. fundering =	-1	[m NAP]
Tapsheid =	8	[mm/m^1]	b.k. slappe laag =	-1	[m NAP]
Diameter aanzet vaste laag=	41	[mm]	b.k. vaste laag =	-12	[m NAP]
			h1 =	0	[m]
			h2 =	11	[m]
			htot =	11	[m]







Dgem =	0,085	[m]	(Paaldiameter)	
E0;mean;paal =	12500	[N/mm^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	(zie rekenblad)
E0;mean;paal =	12500000	[kN/m^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	
Iy;z =	2,56E-06	[m^4]	(traagheidsmoment)	($1/4*\pi*r_{gem}^2$)
K =	251,6	[kN/m^2]	(Kh*D)	
kh =	2960	[kN/m^3]	(Horizontale bedding)	

htot=	11	[m]
Paallengte =	12,25	[m]
l =	1,25	[m]

$$l_o = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} =$$

l0 = 0,84 [m] 844,7 [mm]

Bepalen kniklengte

Model 1 L_k = 2 * (h+L_0) = 23,7 [m]

Model 2	L_k =	$h + L_0$	=	11,8	[m]
Model 3	L_k =	$0,5 * (h+L_0)*\sqrt{2}$	=	8,4	[m]
Model 4	L_k =	$0,5 * (h+L_0)$	=	5,9	[m]

Kniklengte **Model 2** **=** **11,8** **[m]**

Rekensheet knik houten palen (conform Eurocode 5 art. 6.2.3)

Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	29 mei 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG0901
Versie:	1.0

Gemeente Amsterdam

Invoer Algemeen

Paal diameter =	175	[mm]	Ned =	57	[kN]
Belastingsduurklasse =	Kort	[-]	My;ed =	0,49	[kNm]
Materiaal =	Rond hout	[-]	Mz;ed =	0	[kNm]

Bij een belastingscombinatie bestaande uit belastingen die horen bij verschillende belastingsduurklassen behoort voor kmod de waarde te zijn gekozen die overeenstemt met de kortste belastingsduur. Bijvoorbeeld bij een combinatie van eigen gewicht en een korteduurbelasting behoort voor k mod de waarde te zijn gebruikt die met de korteduurbelasting overeenstemt.

Controle (U.C)

6.19	0,69	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.20	0,69	≤	1,0	[-]	Voldoet
6.23	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]
6.24	N.V.T.	≤	1,0	[-]	[-]

Materiaaleigenschappen houten funderingspaal

In de NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011 dient de druksterkte evenwijdig aan de vezelrichting van houten heipalen te voldoen aan vergelijking 1 en vergelijking 2, waarbij σc:0:d moet zijn bepaald op basis van formule (6.10a) respectievelijk (6.10b) volgens NEN-EN1990+A1+A1/c2. In beide vergelijkingen is uitgegaan van een paalgroep (ksys=1,1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10a

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 9{,}8\ N/mm^2$$ (vergelijking 1)

Indien de rekenwaarde van de belasting $\sigma_{c:0:d}$ wordt ontleend aan de uitwerking van de in NEN-EN 1990 gegeven formule 6.10b

$$\sigma_{c:0:d} \leq f_{c:0:d} = \sigma_{c:0:d} \leq 11{,}5\ N/mm^2$$ (vergelijking 2)

In het geval van vergelijking 6.10a overheerst het eigen gewicht van het te dragen bouwwerk en om deze reden wordt uitgegaan van een kmod factor behorende bij een lange belastingsduur. Vergelijking 6.10b is een combinatie van het eigen gewicht in combinatie met een veranderlijke belasting (korte duur). Om deze reden wordt een kmod factor gebruikt behorende bij een korteduurbelasting

	Belastingsduur	Modificatiefactor $k_{mod:klasse\ 3}$	$f_{c:0k:dr}$	γ_m	$f_{c:0:d}$	groepswerking K_{sys}	$f_{c:0:d}$
	[-]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]	[-]	[N/mm²]
6.10a	lang	0,55	19,8	1,3	8,38	1,1	**9,2**
6.10b	kort	0,7	19,8	1,3	10,7	1,1	**11,7**

De bepaalde waarden komen nagenoeg overeen met de waarden uit de norm. Voor de knikcontrole wordt de sterkte uit de norm aangehouden.

$f_{c;0;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(druksterkte // Rondhout)	NEN-EN 1995-1-1+C1+A1:2011
$f_{m;y;z;d}$ =	11,5	[N/mm²]	(buigsterkte // Rondhout)	
$E_{o;mean}$ =	12500	[N/mm²]	(El. Modulus)	
$E_{0,05}$ =	8333	[N/mm²]	(5 percentiel EL. Modulus)	
K_m =	1,0	[-]	(voor ronde doorsneden)	

Profiel gegevens funderingspaal

Kniklengte y;z richting		$L_{y;z;buc}$ =	12168	[mm]						
oppervlak paal		A_{paal} =	1/4 *	π	*	175	^2	=	24053	[mm²]
Weerstandsmoment		$W_{y;z}$ =	1/32 *	π	*	87,5	^3	=	65769	[mm³]
Traagheidsmoment		$I_{y;z}$ =	1/4 *	π	*	87,5	^4	=	46038598	[mm⁴]
traagheidsstraal	ix;y=	√(Iy;z/A)=	√	46038598	/	24053		=	43,8	[mm]

Krachten en momenten en spanningen

$\sigma_{c;0;d}$ =	N_{ed} / A_{paal}	=	2,37	[N/mm²]	(Druk)

$\sigma_{my;0;d}$ =	$M_{y;ed}$ / W_y	=	7,45	[N/mm^2]	(Buiging y-as)
$\sigma_{mz;0;d}$ =	$M_{z;ed}$ / W_z	=	0,00	[N/mm^2]	(Buiging z-as)

Toets

Toets benodigde formules Als $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ dan moeten formule 6.19 en 6.20 worden toegepast

6.21/6.22

$$\lambda_{rel;y;z} = \frac{\lambda_{y;z}}{\pi}\sqrt{\frac{f_{c;0;k}}{E_{0,05}}} = \frac{16,7}{3,1415927}\sqrt{\frac{19,8}{8333}} \qquad \lambda_{rel;y;z} = 0,26 \quad [-]$$

$$\lambda_{y;z} = \sqrt{\frac{I_{y;z;buc}}{i}} = \sqrt{\frac{12168,5}{43,8}} \qquad \lambda_{y;z} = 16,7 \quad [-]$$

Voorwaarde: $\lambda_{rel;y;z} \leq 0,3$ | 0,26 ≤ 0,3 | JA

De volgende formules moeten worden gebuikt | 6.19 | 6.20

6.19

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \quad [-]$$

$$\left[\frac{2,37}{11,5}\right]^2 + \frac{7,45}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = 0,69 \quad [-]$$

6.20

$$\left[\frac{\sigma_{c;0;d}}{f_{c;0;d}}\right]^2 + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,00 \quad [-]$$

$$\left[\frac{2,37}{11,5}\right]^2 + 1,0 * \frac{7,45}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = 0,69 \quad [-]$$

6.23

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{c;y;z} * f_{c;0;d}} + \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \quad [-]$$

$$\frac{2,37}{1,009 * 11,5} + \frac{7,45}{11,5} + 1,0 * \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \quad [-]$$

6.24

$$\frac{\sigma_{c;0;d}}{K_{cy;z} * f_{c;0;d}} + K_m * \frac{\sigma_{m;y;d}}{f_{m;y;d}} + \frac{\sigma_{m;z;d}}{f_{m;z;d}} \leq 1,0 \quad [-]$$

$$\frac{2,37}{1,009 * 11,5} + 1,0 * \frac{7,45}{11,5} + \frac{0,00}{11,5} = \text{N.V.T.} \quad [-]$$

6.25/6.26

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{K_y K_z + \sqrt{(K_y K_z)^2 - (\lambda_{rel;y;z})^2}}$$

$$K_{c;y;z} = \frac{1}{0,53 + \sqrt{0,28 - 0,07}} = 1,009 \quad [-]$$

6.27/6.28

$$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + \beta_c \left(\lambda_{rel;y;z} - 0,3\right) + (\lambda_{rel;y;z})^2\right)$$

$$K_y = k_z = 0,5 \left(1 + 0,2 \left(0,26 - 0,3\right) + 0,07\right)$$

$K_y, k_z =$ 0,53 [-]

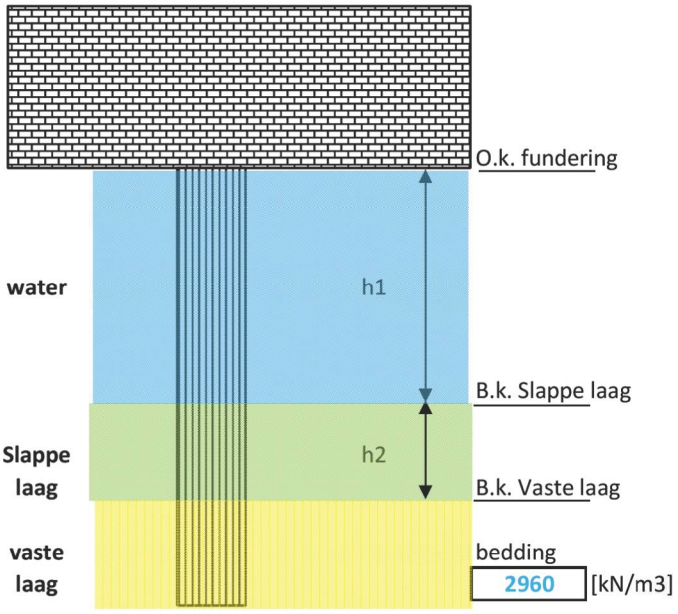
6.29 $\beta_c =$ 0,2 [-] (Voor gezaagd hout)

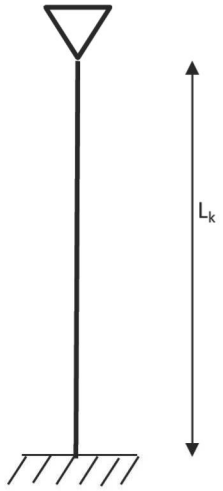
Knik Funderingspaal gedeeltelijk vrijstaand

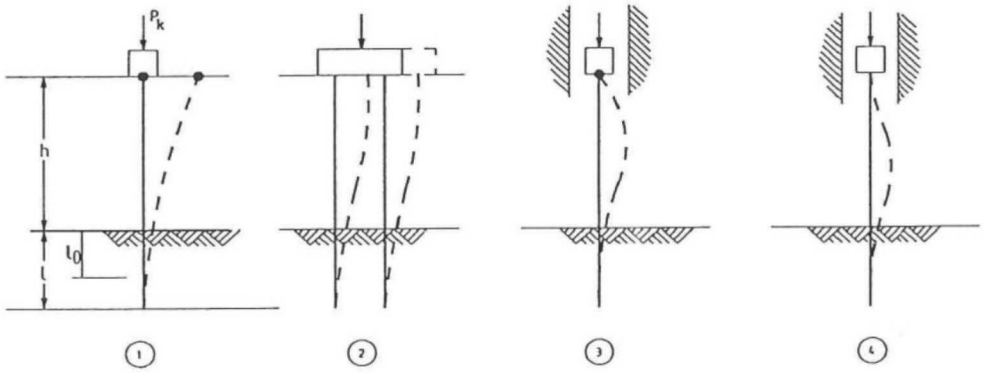
Beheerder:	Ingenieursbureau Gemeente Amsterdam
Constructeur:	[redacted]
Datum:	29 mei 2019
Project:	Herberekening kademuur Lijnbaansgracht LYG1001

Gemeente Amsterdam

Diameter kop =	175	[mm]	o.k. fundering =	-1	[m NAP]
Tapsheid =	8	[mm/m^1]	b.k. slappe laag =	-1	[m NAP]
Diameter aanzet vaste laag=	87	[mm]	b.k. vaste laag =	-12	[m NAP]
			h1 =	0	[m]
			h2 =	11	[m]
			htot =	11	[m]







Dgem =	0,131	[m]	(Paaldiameter)	
E0;mean;paal =	12500	[N/mm^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	(zie rekenblad)
E0;mean;paal =	12500000	[kN/m^2]	(Elasticiteitsmodulus van de paal)	
Iy;z =	1,45E-05	[m^4]	(traagheidsmoment)	$(1/4*\pi*r_{gem}^2)$
K =	387,76	[kN/m^2]	(Kh*D)	
kh =	2960	[kN/m^3]	(Horizontale bedding)	

htot=	11	[m]
Paallengte =	12,25	[m]
l =	1,25	[m]

$$l_o = \sqrt[4]{\frac{4EI}{k}} =$$

l0 = 1,17 [m] 1168,5 [mm]

Bepalen kniklengte

Model 1 L_k = 2 * (h+L_0) = 24,3 [m]

Model 2	L_k =	$h + L_0$	=	12,2	[m]
Model 3	L_k =	$0,5 * (h+L_0)*\sqrt{2}$	=	8,6	[m]
Model 4	L_k =	$0,5 * (h+L_0)$	=	6,1	[m]

Kniklengte **Model 2** **=** **12,2** **[m]**

Bijlage 6 – Geotechnisch advies

Gemeente Amsterdam

Bezoekadres
Weesperstraat 430
1018 DN Amsterdam

Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon 251 1111
ingenieursbureau.amsterdam.nl

Notitie

Aan [redacted]
[redacted]
Kopie aan
Datum 28 mei 2019
Ons kenmerk 34296-NL-002
Bijlage(n) 1 Locatietekening en beschikbare sonderingen
2 Rapport D-Foundations

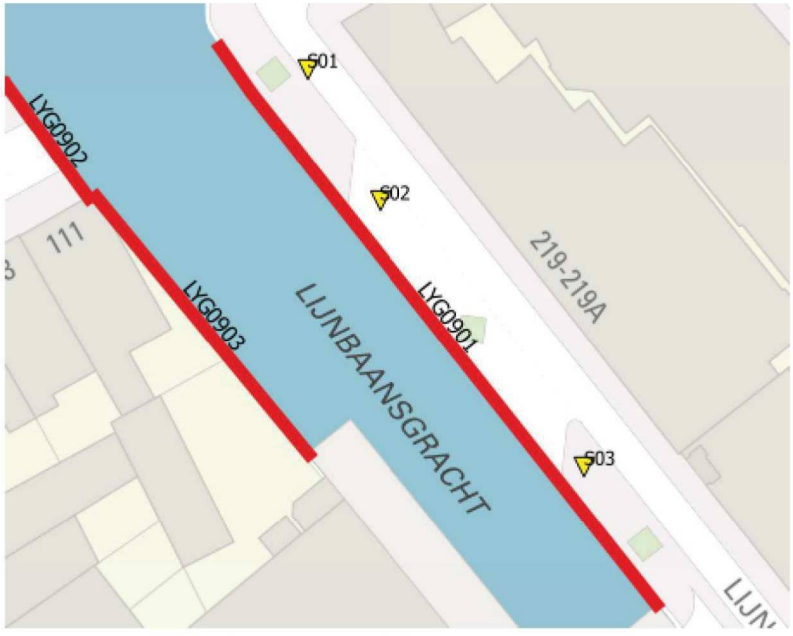
Onderwerp Herberekening paaldraagvermogen rak "LYG0901"

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
[redacted]			06-2019

1. Inleiding

Het ingenieursbureau Amsterdam (IB) heeft opdracht gekregen om de huidige staat van kademuur LYG0901 te beoordelen aan de hand van een herberekening. De locatie van het rak en de grondonderzoeken zijn weergegeven in figuur 1.

In deze notitie wordt enkel het indicatieve paaldraagvermogen berekend en gepresenteerd aan de hand van sonderingen S01 t/m S03 dat is uitgevoerd door Multiconsult d.d. 07-09-2016.



Figuur 1: Locatie kademuur en sonderingen

1.2 Documenten

Voor het opstellen van deze notitie zijn de navolgende documenten gebruikt:

[1] NEN 9997-1 Geotechnisch ontwerp van constructies;
[2] Gemeente Amsterdam: 19p012 Amsterdam kademuurinspectie Melkweg LYG0901 d1.0; d.d. 25-04-2019
[3] Multiconsult: Rapport "Geotechnisch bodemonderzoek "Fietsenstalling, Lijnbaansgracht te Amsterdam"; kenmerk: JS/BM160665/003843-001; d.d. 07-09-2016
[4] Grondonderzoek Archief Gemeente Amsterdam
[5] Gemeente Amsterdam: Toetsingskader Amsterdamse bruggen versie 1.0; d.d. 28-1-2019

1.3 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden ten behoeve van de berekening van het geotechnisch paaldraagvermogen voor de kademuur:

- Het waterpeil van de Lijnbaansgracht wordt aangehouden op NAP -0,4 m [waternet].
- Conform [2] wordt er in de berekening rekening gehouden met een houten tapse paal met Ø 145 mm en een tapsheid van 0,008 m/m[1] conform [5].
- Conform opgave constructeur wordt het draagvermogen bepaald op de 1[e] zandlaag.
- Negatieve kleef: Indien op de locatie van de bestaande kademuur geen toekomstige maaiveldophogingen, bemalingen en/of (grond)waterstandsverlagingen plaatsvinden, hoeft de negatieve schachtwrijving niet in rekening te worden gebracht. In deze notitie wordt hiervan uitgegaan. Aangenomen wordt dat de volledige negatieve kleef al is ontwikkeld.
- De positieve schachtwrijving is meegenomen vanaf de aanzet van de Eerste zandlaag.
- Voor de berekeningen van het draagvermogen zijn de paalfactoren van vóór 2016 toegepast omdat het een bestaande constructie betreft (tabel 1).
- Het paaldraagvermogen wordt berekend met behulp van D-Foundations v16.1 (build 2.2) ontwikkeld door Deltares.
- Draagkrachtberekening conform [1];
- De constructeur heeft geen paalbelasting opgegeven en dient paaldraagvermogen te toetsen aan de optredende paalbelasting.

2. Grondonderzoek

Voor de berekening van het paaldraagvermogen is gebruik gemaakt van sondering S01 t/m S03 dat is uitgevoerd door Multiconsult, kenmerk: JS/BM160665/003843-001; d.d. 07-09-2016. De plaats van de grondonderzoeken in het terrein staan weergegeven in figuur 1 en de sondeergrafieken staan weergegeven in bijlage 1.

2.1 Globale bodemopbouw

Onder het maaiveld gelegen op circa NAP 0,5 m (S03) á NAP 1,8 m (S01 en S02) worden tot de aanzet van het Pleistocene zand de samendrukbare Holocene lagen aangetroffen. De aanzet van het Pleistocene zand, de Eerste zandlaag, is gelegen op een diepte van circa NAP -11,7 m á NAP – 11,8 m voor sonderingen S01 en S02 en NAP -12,5 m voor S03. Onder deze laag bevindt zich de Alleröd tot de aanzet van de meer draagkrachtige Tweede Zandlaag welke is gelegen op een diepte van NAP -17,0 m á NAP -17,8 m.

3. Resultaten

3.1 Algemeen

De berekening van het draagvermogen ($R_{c;net;d}$) is uitgevoerd met het computerprogramma D-Foundations v 16.1 (build 2.2). De berekeningen zijn gebaseerd op de geotechnische norm NEN-EN 1997-1+C1, Eurocode 7. In de berekening in D-Foundations is negatieve kleef ($F_{nsf;d}$) conform maatwerk niet meegenomen. Onder voorwaarde dat niet wordt opgehoogd, anders dient negatieve kleef wel te worden beschouwd en meegenomen in de draagvermogen berekening.

Voor de berekening van het paaldraagvermogen zijn de paalfactoren toegepast zoals weergegeven in tabel 1. Voor alle sonderingen geldt een ξ_3-en ξ_4 waarde van 1,39 (n=1).

Tabel 1: Waarden paalklassefactors voor een houten tapse paal van voor 2016 (NEN 9997-1+C1)

Paalfactor	Houten tapse paal
α_p	1,0
α_s	0,012
β	1,0
s	1,0
ξ_3 (n=1)	1,39
ξ_4 (n=1)	1,39

3.2 Draagkrachtvermogen funderingspalen

Op grond van de uitgevoerde berekening is in tabel 2 en tabel 3 het paaldraagvermogen per paalpuntniveau voor een houten tapse paal met Ø 145 mm en een tapsheid van 0,008 m/m[1] gepresenteerd voor alle sonderingen. $R_{c;net;d}$ is de rekenwaarde van de netto draagkracht van de paal, rekening houdend met negatieve kleef ($R_{c;net;d} = R_{c;d} - F_{nk;d}$), waardoor in dit geval geldt $F_{nk;d}$ = 0 kN. De resultaten van S03 worden in een aparte tabel gepresenteerd omdat het paaldraagvermogen per paalpuntniveau erg varieert van sondering S01 en S02 door een afwijkende bodemopbouw.

Een uitgebreide rapportage van de berekening is bijgevoegd in bijlage 2. De constructeur dient het paaldraagvermogen te toetsen aan de optredende paalbelasting. In bijlage 2 is volledigheidshalve de uitvoer van de D-Foundations berekeningen opgenomen.

Tabel 2: Berekende indicatieve paaldraagvermogen per p.p.n. voor S01 en S02

Sondering [-]	PPN [m NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nsf;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]
S01	-12.0	30	0	30
S01	-12.25	64	0	64
S01	-12.5	107	0	107
S01	-12.75	150	0	150
S01	-13	189	0	189
S01	-13.25	186	0	186
S01	-13.5	153	0	153
S01	-13.75	157	0	157
S01	-14	157	0	157
S02	-12.0	58	0	58
S02	-12.25	83	0	83
S02	-12.5	120	0	120
S02	-12.75	174	0	174
S02	-13.0	196	0	196
S02	-13.25	209	0	209
S02	-13.5	198	0	198
S02	-13.75	172	0	172
S02	-14.0	175	0	175

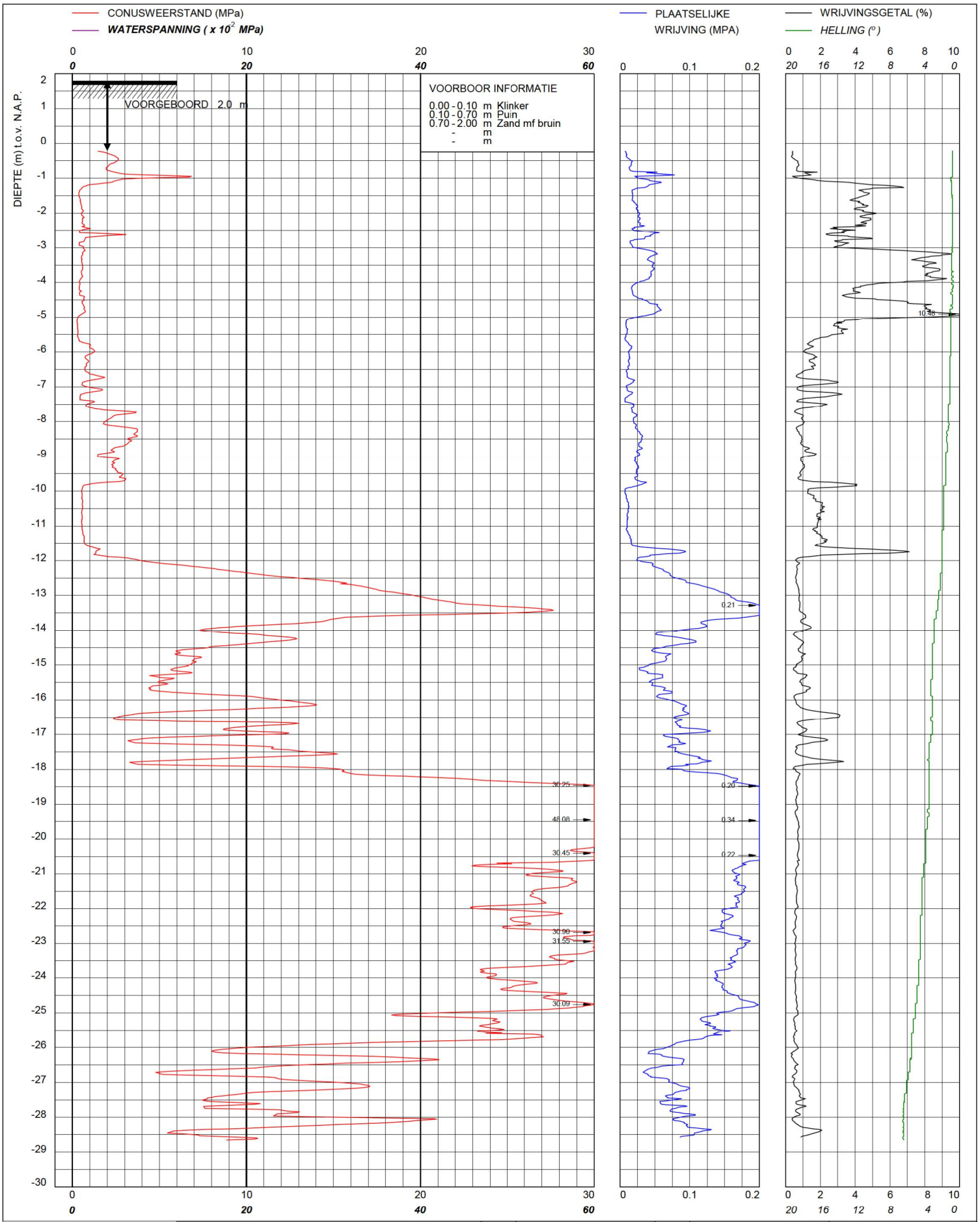
Tabel 3: Berekende indicatieve paaldraagvermogen per p.p.n. voor S03

Sondering [-]	PPN [m NAP]	$R_{c;d}$ [kN]	$F_{nsf;d}$ [kN]	$R_{c;net;d}$ [kN]
S03	-12.75	41	0	41
S03	-13	81	0	81
S03	-13.25	125	0	125
S03	-13.5	112	0	112
S03	-13.75	72	0	72
S03	-14	62	0	62
S03	-14.25	61	0	61
S03	-14.5	64	0	64
S03	-14.75	80	0	80
S03	-15	82	0	82
S03	-15.25	85	0	85
S03	-15.5	89	0	89
S03	-15.75	101	0	101
S03	-16	129	0	129
S03	-16.25	141	0	141
S03	-16.5	139	0	139
S03	-16.75	141	0	141
S03	-17	141	0	141
S03	-17.25	186	0	186
S03	-17.5	254	0	254
S03	-17.75	294	0	294
S03	-18	309	0	309

Gemeente
Amsterdam

Bijlage 1 – Locatietekening en sondeergrafieken

Het Ingenieursbureau is bereikbaar met metro 51, 53 en 54 of met tramlijn 7 en 10, halte Weesperplein.
Een routebeschrijving vindt u op www.ingenieursbureau.amsterdam.nl



© copyright

Multiconsult

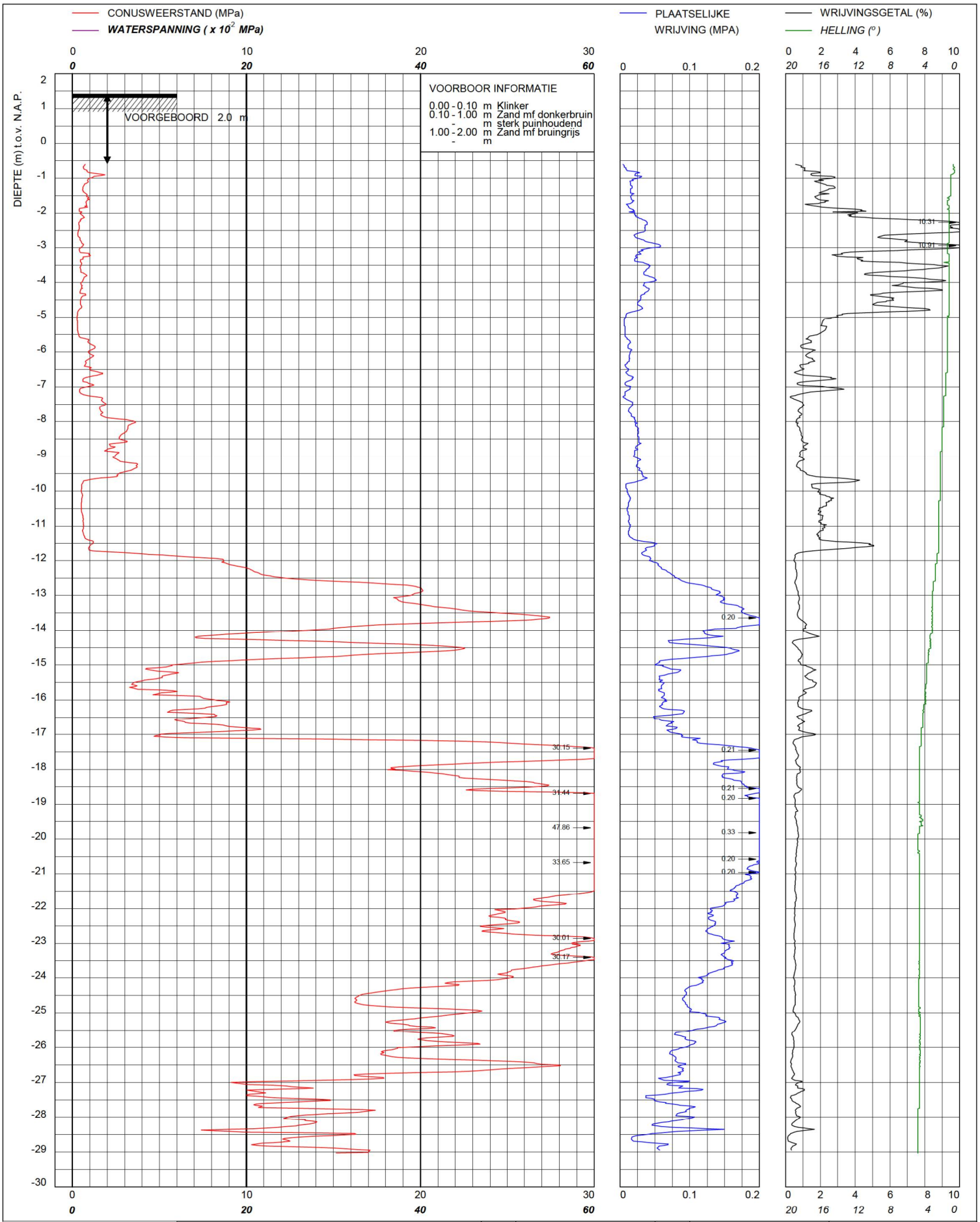
Multiconsult
Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
Conus: 140119, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2

Gemeente Amsterdam

Lijnbaansgracht te Amsterdam

MV	1.792 m N.A.P.	X	120524	Opdrachtnummer :
Km		Y	486504	003843-001
Uitvoeringsdatum		30-8-2016		Locatiecode :
Printdatum		31-8-2016		S01



© copyright

Multiconsult

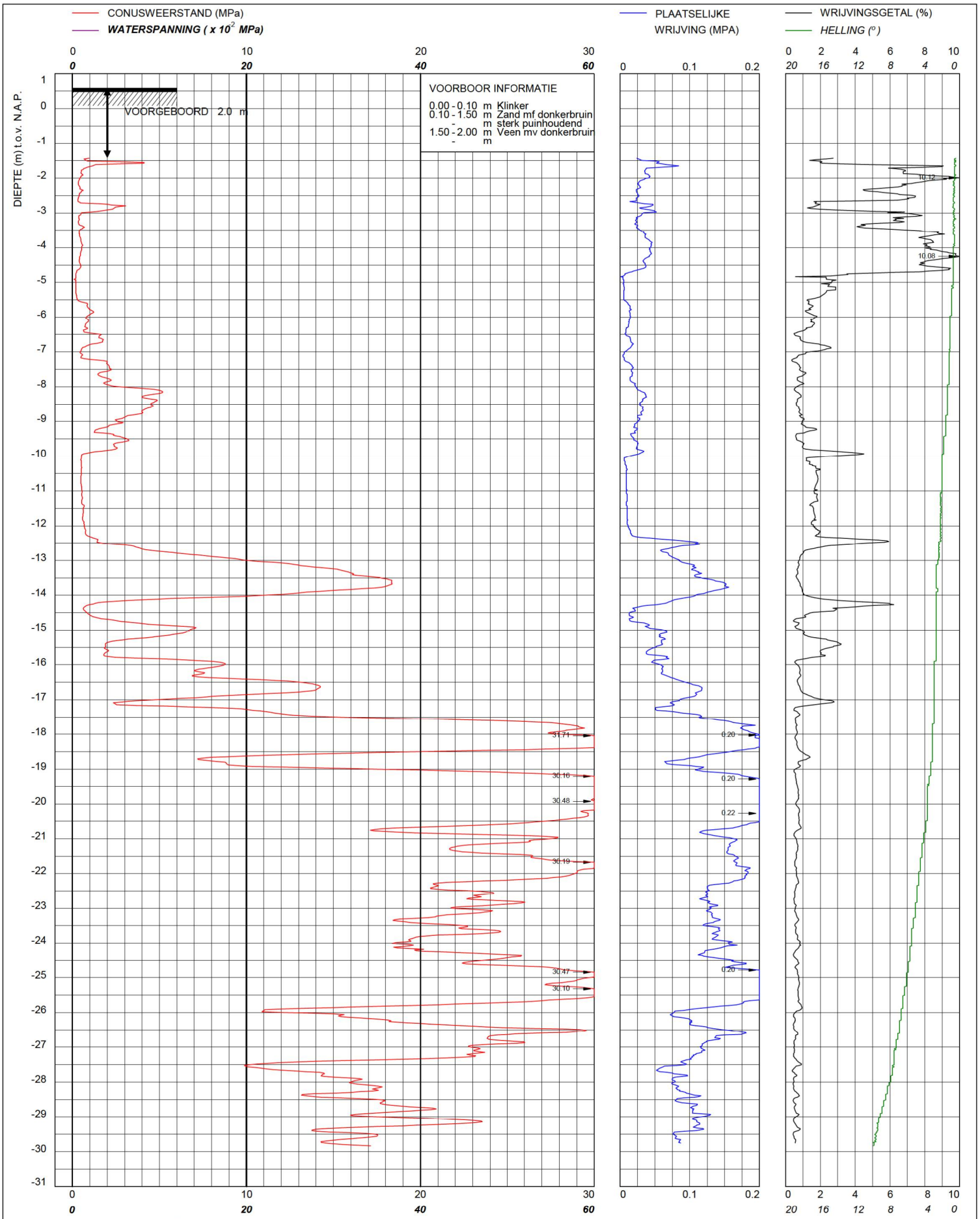
Multiconsult
Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
Conus: 140119, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2

Gemeente Amsterdam

Lijnbaansgracht te Amsterdam

MV	1.413 m N.A.P.	X	120530	Opdrachtnummer :
Km		Y	486493	003843-001
Uitvoeringsdatum		30-8-2016		Locatiecode :
Printdatum		31-8-2016		S02



© copyright

Multiconsult

Multiconsult
Contactweg 60
1014 BW AMSTERDAM
Telefoon (020) 410 85 43
Email info@multiconsult.nl

Sondering TE1 volgens NEN-EN-22476, klasse 3
Conus: 140119, Ac: 1.500 mm2 Filterpositie U2

Gemeente Amsterdam

Lijnbaansgracht te Amsterdam

MV	0.586 m N.A.P.	X	120547	Opdrachtnummer :
Km		Y	486471	003843-001
Uitvoeringsdatum		30-8-2016		Locatiecode :
Printdatum		31-8-2016		S03

Bijlage 2 – Uitdraai rapportage D-Foundations

Report for D-Foundations 19.1

Design and Verification according to Eurocode 7 of Bearing/Tension Piles and Shallow Foundations
Developed by Deltares



Company:	Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau
Date of report:	4-6-2019
Time of report:	11:50:10
Report with version:	19.1.1.23780
Date of calculation:	4-6-2019
Time of calculation:	11:48:11
Calculated with version:	19.1.1.23780
File name:	[redacted] Kademuur LYG0901\Werkmap\D-Foundations\LYG0901
Project identification:	Kademuur LYG0901 Herberekening draagvermogen (n=1) D-Foundations LYG0901

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Input Data 3
2.1 General Input Data 3
2.2 General Report Data 3
2.3 Application Area Model Bearing Piles 3
2.4 Superstructure 3
2.5 General CPT Data 3
2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan 3
2.6 Soil Data 4
2.6.1 Soil Profile S01 4
2.6.2 Soil Profile S02 5
2.6.3 Soil Profile S03 5
2.7 Pile Types 6
2.7.1 Pile type : Taper 145 6
2.8 Foundation Plan 6
2.8.1 View of Foundation Plan 7
2.9 Excavation Data 7
2.10 Overruled Parameters 8
2.11 Model Options 8
2.12 Model Options 8
3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity 9
3.1 Errors and Warnings 9
3.2 Remarks 9
3.3 Calculation Parameters 9
3.3.1 Pile Factors 9
3.3.2 Pile type : Taper 145 9
3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Taper 145 10
3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN 11

2 Input Data

2.1 General Input Data

Model	Bearing Piles (EC7-NL)

2.2 General Report Data

Geotechnical consultant :	IB
Design engineer superstructure :	
Principal :	
Title 1 :	Kademuur LYG0901
Title 2 :	Herberekening draagvermogen (n=1)
Title 3 :	D-Foundations LYG0901
Number of project :	
Location of project :	Ljinbaansgracht

2.3 Application Area Model Bearing Piles

The verifications performed by the model BEARING PILES of D-FOUNDATIONS concern pile foundations on which axial static or quasi-static loads cause pressures in the piles. The calculations of pile forces and pile displacements are based on Cone Penetration Tests. Possible rise of (tension-)piles and horizontal displacements of piles and/or pile groups are not taken into account.

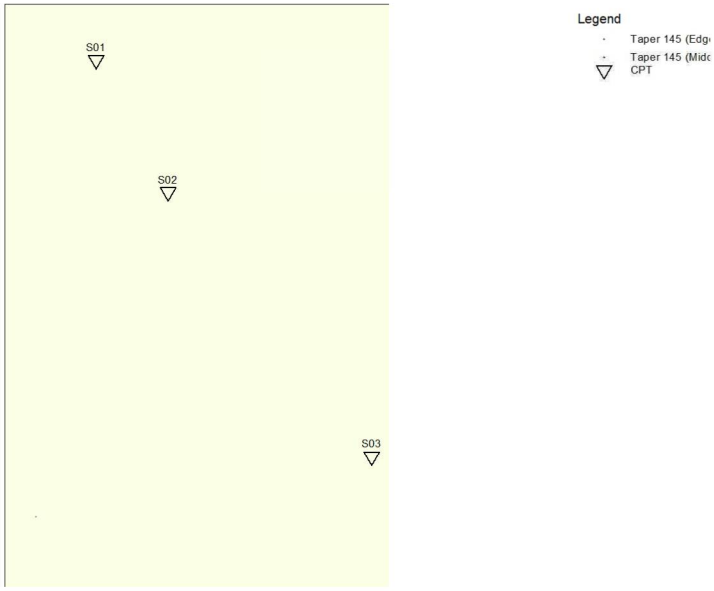
2.4 Superstructure

Rigidity of the superstructure :	Non-Rigid

2.5 General CPT Data

Number of CPT's :	3
Timing of CPT's :	CPT - Excavation - Install

2.5.1 View of CPT's in Foundation Plan



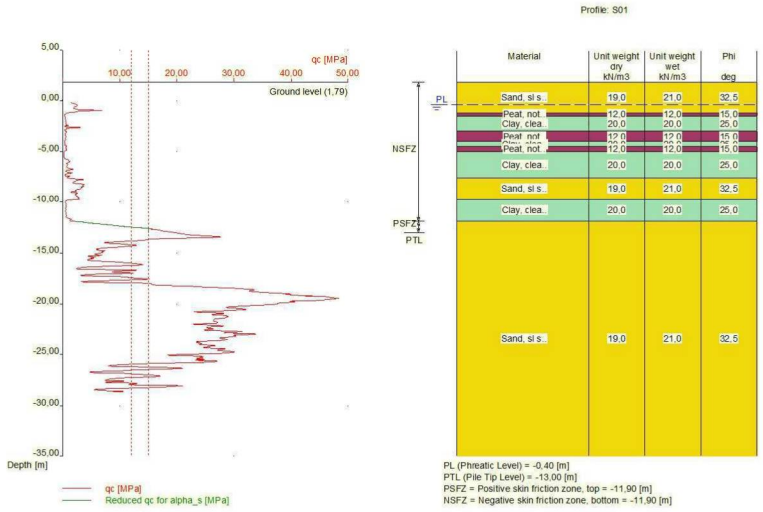
Name CPT	Pile tip level [m R.L.]	Top of pos. friction zone [m R.L.]	Bottom of neg. friction zone [m R.L.]	X-coor-dinate [m]	Y-coor-dinate [m]
S01	-13,00	-11,90	-11,90	120524,00	486504,00
S02	-13,00	-11,70	-11,70	120530,00	486493,00
S03	-13,00	-12,50	-12,50	120547,00	486471,00

2.6 Soil Data

Number of soil profiles (= number of CPT's) : 3

2.6.1 Soil Profile S01

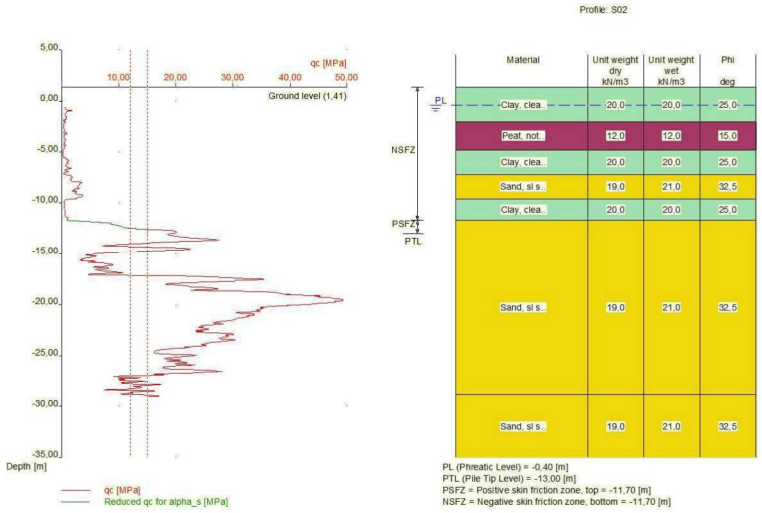
Belonging to CPT	S01
Surface level in [m. reference level] :	1,79
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-11,90
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-11,90
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	10



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,792	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
2	-1,200	12,00	12,00	15,00	Peat	--
3	-1,500	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-3,000	12,00	12,00	15,00	Peat	--
5	-4,000	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-4,500	12,00	12,00	15,00	Peat	--
7	-5,000	20,00	20,00	25,00	Clay	--
8	-7,600	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
9	-9,700	20,00	20,00	25,00	Clay	--
10	-11,900	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.2 Soil Profile S02

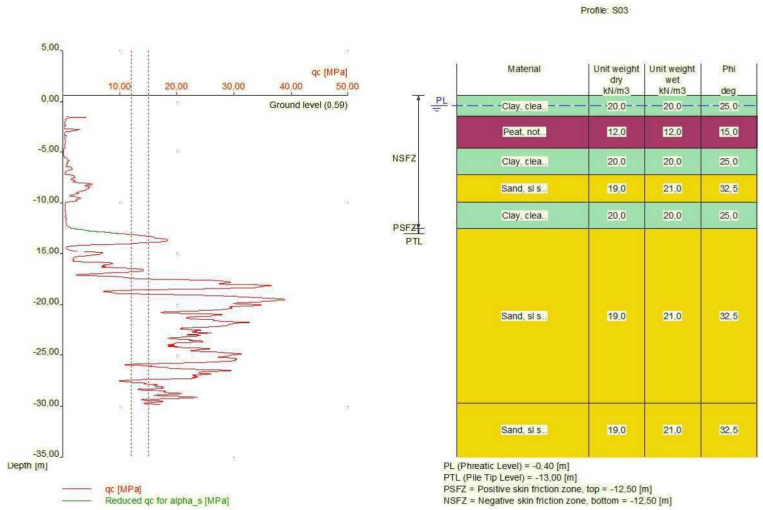
Belonging to CPT	S02
Surface level in [m. reference level] :	1,41
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-11,70
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-11,70
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	7



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	1,413	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	-2,100	12,00	12,00	15,00	Peat	--
3	-4,800	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-7,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
5	-9,600	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-11,700	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
7	-28,867	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.6.3 Soil Profile S03

Belonging to CPT	S03
Surface level in [m. reference level] :	0,59
Phreatic level in [m. reference level] :	-0,40
Pile tip level in [m. reference level] :	-13,00
Top of positive skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
Bottom of negative skin friction zone in [m. reference level] :	-12,50
OCR-value foundation layer :	1,00
Expected groundlevel settlement in [m] :	0,01
Number of layers in profile :	7



Number layer	Top layer [m R.L.]	Gamma [kN/m3]	Gamma;sat [kN/m3]	Phi [deg]	Soil Type	Median (Sand/Gravel) [mm]
1	0,586	20,00	20,00	25,00	Clay	--
2	-1,400	12,00	12,00	15,00	Peat	--
3	-4,600	20,00	20,00	25,00	Clay	--
4	-7,200	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
5	-9,900	20,00	20,00	25,00	Clay	--
6	-12,500	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200
7	-29,713	19,00	21,00	32,50	Sand	0,200

2.7 Pile Types

2.7.1 Pile type : Taper 145

Pile type : Tapered timber pile
Note: Factor alpha_p has the pre 2016 value.

Materialtype for pile : Timber
Slip layer : None
Pile shape : Round tapered pile
beta (Shape factor) according to figure 7.i, NEN 9997-1:2016.
s (factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) according to NEN 9997-1:2016.

Pile dimensions :
Diameter at pile tip [m] : 0,145
Increase in diameter [m/m] : 0,004

2.8 Foundation Plan

Number of piles : 1
Number of collaborating piles* : 1
* : 0 = not defined, 1 = non rigid superstructure, >1 = rigid superstructure

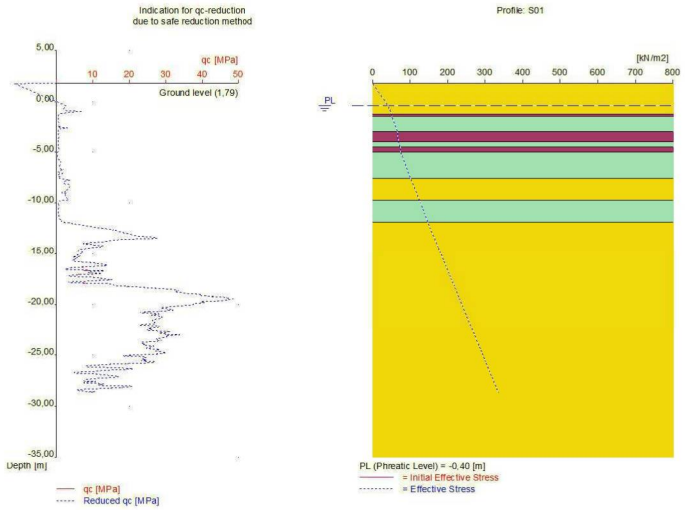
2.8.1 View of Foundation Plan



Pile nr/name	X-coordinate [m]	Y-coordinate [m]	Fc;d (EQU/STR/GEO) [kN]	Fc;d (SLS) [kN]	P0 [kN/m2]	Pile head level [m R.L.]
1: 1	120519,00	486466,00	60,00	50,00	0,00	1,79

2.9 Excavation Data

Excavation level in [m. reference level] : 1,79
Reduction model : Safe (NEN)



2.10 Overruled Parameters

User defined Factor xi3 [-] :	1,39
User defined Factor xi4 [-] :	1,39

2.11 Model Options

Use pilegroup for negative skin friction (standard)
Create intermediate results file
Use reduction for continuous flight auger piles (standard)
Suppress the influence of excavations.

2.12 Model Options

Selected pile types :
- -Taper 145

Selected profiles :
- -S01
- -S02
- -S03

Trajectory
- -begin [m] : -12,00
- -end [m] : -20,00
- -interval [m] : 0,25

3 Bearing Piles (EC7-NL): Results Preliminary Design, Indication Bearing Capacity

3.1 Errors and Warnings

Warning : The factor xi3 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Warning : The factor xi4 (NEN 9997-1:2016) is user defined. Evidence to support this from the NEN deviating value has to be provided.
Soil profile S01
Warning : The lowest pile head level lies below the surface level. The maximum value for the top of the friction zones is therefor reset to 1,79 m relative to reference level.

3.2 Remarks

When checking the survey and testing of soil according to NEN 9997-1:2016 art. 3.2.3 section (e), the program uses the provided CPT test level. It does NOT take into account possible different pile tip levels. When different pile tip levels are used in this calculation, the user itself must check for possibly required additional survey and testing of soil.

Note : The calculations performed are based on a single pile for limit state EQU/STR/GEO (= ultimate limit state). Due to the nature of preliminary design, a single pile is always assumed. A possible pileplan is disregarded when using the preliminary design option. Hence a non rigid superstructure is assumed and pile group effects are not considered.

3.3 Calculation Parameters

3.3.1 Pile Factors

gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;b (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, Limit State EQU/STR/GEO) :	1,20
gamma;s (NEN 9997-1:2016, table A.6 A.7 A.8, the Serviceability Limit State) :	1,00
xi3 (user defined) :	1,39
xi4 (user defined) :	1,39

Note: The excavation(s) is not taken into account in the calculation!

3.3.2 Pile type : Taper 145

Pile type :	Tapered timber pile
Note: Factor alpha_p has the pre 2016 value.	
Materialtype for pile :	Timber
Slip layer :	None
Pile shape :	Round tapered pile
beta (Shape factor: figure 7.i, NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(g) : Pile tip) :	1,00
s (NEN 9997-1:2016 art. 7.6.2.3(h) : factor for the influence of the shape of the crosssection of the pile base) :	1,00
Pile dimensions :	
Diameter at pile tip [m] :	0,145
Increase in diameter [m/m] :	0,004

Number/Name CPT	Alpha_s Sand/ Gravel	Alpha_s Clay/Loam Peat	Alpha_p
2:S01	0,0120	--	1,0000
1:S02	0,0120	--	1,0000
0:S03	0,0120	--	1,0000

3.4 Results Bearing Forces for Pile type : Taper 145

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
2:S01	-12.00	48	2	50	30	0	0	30
2:S01	-12.25	96	10	106	64	0	0	64
2:S01	-12.50	153	25	178	107	0	0	107
2:S01	-12.75	205	45	250	150	0	0	150
2:S01	-13.00	248	67	315	189	0	0	189
2:S01	-13.25	222	88	310	186	0	0	186
2:S01	-13.50	145	110	255	153	0	0	153
2:S01	-13.75	132	130	262	157	0	0	157
2:S01	-14.00	117	145	262	157	0	0	157
2:S01	-14.25	108	161	269	161	0	0	161
2:S01	-14.50	99	177	276	165	0	0	165
2:S01	-14.75	81	188	269	161	0	0	161
2:S01	-15.00	79	201	280	168	0	0	168
2:S01	-15.25	75	212	287	172	0	0	172
2:S01	-15.50	74	221	295	177	0	0	177
2:S01	-15.75	92	231	323	194	0	0	194
2:S01	-16.00	63	246	309	185	0	0	185
2:S01	-16.25	48	265	313	188	0	0	188
2:S01	-16.50	44	276	320	192	0	0	192
2:S01	-16.75	66	289	355	213	0	0	213
2:S01	-17.00	57	307	364	218	0	0	218
2:S01	-17.25	79	317	396	237	0	0	237
2:S01	-17.50	76	336	412	247	0	0	247
2:S01	-17.75	57	354	411	246	0	0	246
2:S01	-18.00	164	369	533	320	0	0	320
2:S01	-18.25	248	394	642	385	0	0	385
2:S01	-18.50	248	419	667	400	0	0	400
2:S01	-18.75	248	445	693	415	0	0	415
2:S01	-19.00	248	470	718	430	0	0	430
2:S01	-19.25	248	496	744	446	0	0	446
2:S01	-19.50	248	523	771	462	0	0	462
2:S01	-19.75	248	549	797	478	0	0	478
2:S01	-20.00	248	576	824	494	0	0	494
1:S02	-12.00	88	9	97	58	0	0	58
1:S02	-12.25	117	22	139	83	0	0	83
1:S02	-12.50	163	37	200	120	0	0	120
1:S02	-12.75	233	57	290	174	0	0	174
1:S02	-13.00	248	79	327	196	0	0	196
1:S02	-13.25	248	100	348	209	0	0	209
1:S02	-13.50	209	122	331	198	0	0	198
1:S02	-13.75	142	145	287	172	0	0	172
1:S02	-14.00	126	166	292	175	0	0	175
1:S02	-14.25	163	180	343	206	0	0	206
1:S02	-14.50	115	202	317	190	0	0	190
1:S02	-14.75	83	225	308	185	0	0	185
1:S02	-15.00	62	233	295	177	0	0	177
1:S02	-15.25	58	243	301	180	0	0	180
1:S02	-15.50	55	253	308	185	0	0	185
1:S02	-15.75	68	261	329	197	0	0	197
1:S02	-16.00	85	273	358	215	0	0	215
1:S02	-16.25	82	288	370	222	0	0	222
1:S02	-16.50	85	301	386	231	0	0	231
1:S02	-16.75	89	314	403	242	0	0	242
1:S02	-17.00	84	330	414	248	0	0	248
1:S02	-17.25	248	349	597	358	0	0	358

Number/Name CPT	Level [m R.L.]	Rb;cal;max [kN]	Rs;cal;max [kN]	Rc;cal;max [kN]	Rc;d [kN]	F;nsf;k [kN]	Fnsf;d [kN]	Rc;net;d [kN]
1:S02	-17.50	248	373	621	372	0	0	372
1:S02	-17.75	248	398	646	387	0	0	387
1:S02	-18.00	248	424	672	403	0	0	403
1:S02	-18.25	248	449	697	418	0	0	418
1:S02	-18.50	248	475	723	433	0	0	433
1:S02	-18.75	248	501	749	449	0	0	449
1:S02	-19.00	248	528	776	465	0	0	465
1:S02	-19.25	248	555	803	481	0	0	481
1:S02	-19.50	248	582	830	498	0	0	498
1:S02	-19.75	248	609	857	514	0	0	514
1:S02	-20.00	248	637	885	531	0	0	531
0:S03	-12.00	10	0	10	6	0	0	6
0:S03	-12.25	13	0	13	8	0	0	8
0:S03	-12.50	30	0	30	18	0	0	18
0:S03	-12.75	64	5	69	41	0	0	41
0:S03	-13.00	119	16	135	81	0	0	81
0:S03	-13.25	175	34	209	125	0	0	125
0:S03	-13.50	132	55	187	112	0	0	112
0:S03	-13.75	44	76	120	72	0	0	72
0:S03	-14.00	19	84	103	62	0	0	62
0:S03	-14.25	11	91	102	61	0	0	61
0:S03	-14.50	13	94	107	64	0	0	64
0:S03	-14.75	37	97	134	80	0	0	80
0:S03	-15.00	31	106	137	82	0	0	82
0:S03	-15.25	27	115	142	85	0	0	85
0:S03	-15.50	28	120	148	89	0	0	89
0:S03	-15.75	44	124	168	101	0	0	101
0:S03	-16.00	81	134	215	129	0	0	129
0:S03	-16.25	89	146	235	141	0	0	141
0:S03	-16.50	72	160	232	139	0	0	139
0:S03	-16.75	57	179	236	141	0	0	141
0:S03	-17.00	42	193	235	141	0	0	141
0:S03	-17.25	108	202	310	186	0	0	186
0:S03	-17.50	203	220	423	254	0	0	254
0:S03	-17.75	248	243	491	294	0	0	294
0:S03	-18.00	248	267	515	309	0	0	309
0:S03	-18.25	164	291	455	273	0	0	273
0:S03	-18.50	133	315	448	269	0	0	269
0:S03	-18.75	130	333	463	278	0	0	278
0:S03	-19.00	245	351	596	357	0	0	357
0:S03	-19.25	248	376	624	374	0	0	374
0:S03	-19.50	248	401	649	389	0	0	389
0:S03	-19.75	248	426	674	404	0	0	404
0:S03	-20.00	248	452	700	420	0	0	420

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

3.5 Summary Net Bearing Capacity in kN

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Taper 145 Rc;net;d [kN]
2:S01	1,79	-12,00	30,00
2:S01	1,79	-12,25	64,00
2:S01	1,79	-12,50	107,00
2:S01	1,79	-12,75	150,00
2:S01	1,79	-13,00	189,00
2:S01	1,79	-13,25	186,00
2:S01	1,79	-13,50	153,00
2:S01	1,79	-13,75	157,00
2:S01	1,79	-14,00	157,00
2:S01	1,79	-14,25	161,00
2:S01	1,79	-14,50	165,00
2:S01	1,79	-14,75	161,00
2:S01	1,79	-15,00	168,00

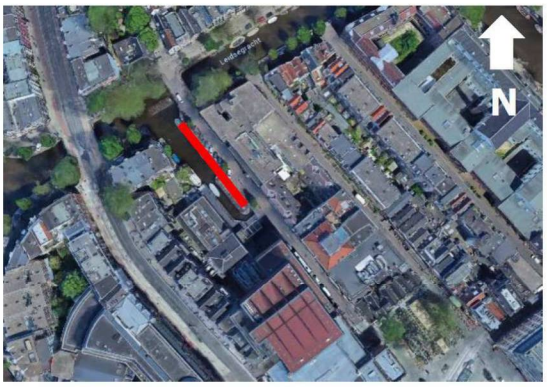
Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Taper 145 Rc;net;d [kN]
2:S01	1,79	-15,25	172,00
2:S01	1,79	-15,50	177,00
2:S01	1,79	-15,75	194,00
2:S01	1,79	-16,00	185,00
2:S01	1,79	-16,25	188,00
2:S01	1,79	-16,50	192,00
2:S01	1,79	-16,75	213,00
2:S01	1,79	-17,00	218,00
2:S01	1,79	-17,25	237,00
2:S01	1,79	-17,50	247,00
2:S01	1,79	-17,75	246,00
2:S01	1,79	-18,00	320,00
2:S01	1,79	-18,25	385,00
2:S01	1,79	-18,50	400,00
2:S01	1,79	-18,75	415,00
2:S01	1,79	-19,00	430,00
2:S01	1,79	-19,25	446,00
2:S01	1,79	-19,50	462,00
2:S01	1,79	-19,75	478,00
2:S01	1,79	-20,00	494,00
1:S02	1,41	-12,00	58,00
1:S02	1,41	-12,25	83,00
1:S02	1,41	-12,50	120,00
1:S02	1,41	-12,75	174,00
1:S02	1,41	-13,00	196,00
1:S02	1,41	-13,25	209,00
1:S02	1,41	-13,50	198,00
1:S02	1,41	-13,75	172,00
1:S02	1,41	-14,00	175,00
1:S02	1,41	-14,25	206,00
1:S02	1,41	-14,50	190,00
1:S02	1,41	-14,75	185,00
1:S02	1,41	-15,00	177,00
1:S02	1,41	-15,25	180,00
1:S02	1,41	-15,50	185,00
1:S02	1,41	-15,75	197,00
1:S02	1,41	-16,00	215,00
1:S02	1,41	-16,25	222,00
1:S02	1,41	-16,50	231,00
1:S02	1,41	-16,75	242,00
1:S02	1,41	-17,00	248,00
1:S02	1,41	-17,25	358,00
1:S02	1,41	-17,50	372,00
1:S02	1,41	-17,75	387,00
1:S02	1,41	-18,00	403,00
1:S02	1,41	-18,25	418,00
1:S02	1,41	-18,50	433,00
1:S02	1,41	-18,75	449,00
1:S02	1,41	-19,00	465,00
1:S02	1,41	-19,25	481,00
1:S02	1,41	-19,50	498,00
1:S02	1,41	-19,75	514,00
1:S02	1,41	-20,00	531,00
0:S03	0,59	-12,00	6,00
0:S03	0,59	-12,25	8,00
0:S03	0,59	-12,50	18,00
0:S03	0,59	-12,75	41,00
0:S03	0,59	-13,00	81,00
0:S03	0,59	-13,25	125,00
0:S03	0,59	-13,50	112,00
0:S03	0,59	-13,75	72,00
0:S03	0,59	-14,00	62,00
0:S03	0,59	-14,25	61,00
0:S03	0,59	-14,50	64,00
0:S03	0,59	-14,75	80,00

Number/Name CPT	Groundlevel [m R.L.]	Level [m R.L.]	Taper 145 Rc;net;d [kN]
0:S03	0,59	-15,00	82,00
0:S03	0,59	-15,25	85,00
0:S03	0,59	-15,50	89,00
0:S03	0,59	-15,75	101,00
0:S03	0,59	-16,00	129,00
0:S03	0,59	-16,25	141,00
0:S03	0,59	-16,50	139,00
0:S03	0,59	-16,75	141,00
0:S03	0,59	-17,00	141,00
0:S03	0,59	-17,25	186,00
0:S03	0,59	-17,50	254,00
0:S03	0,59	-17,75	294,00
0:S03	0,59	-18,00	309,00
0:S03	0,59	-18,25	273,00
0:S03	0,59	-18,50	269,00
0:S03	0,59	-18,75	278,00
0:S03	0,59	-19,00	357,00
0:S03	0,59	-19,25	374,00
0:S03	0,59	-19,50	389,00
0:S03	0,59	-19,75	404,00
0:S03	0,59	-20,00	420,00

* Rc;net;d = Rc;d - Fnsf;d

End of Report

Bijlage 7 – Funderingsinspectie Baars-Cipro

Lijnbaansgracht Amsterdam		**LYG0901**
Objectgegevens		
Rapportstatus	Definitief 1.0	
Objectnr.	LYG0901	
Locatie	Tegenover de "Melkweg"	
Type	Kademuur	
Bouwjaar	Onbekend	
Afmetingen	Kadelengte ca. 55 meter	
Beheerder	Gemeente Amsterdam	
Inspectieomstandigheden	Datum: 20 maart 2019 Weer: half bewolkt, 8°C Water: 6°C, zicht < 0,5 m Stroming 0 $^{m}/_{s}$	

Samenvatting	Kadeconstructie: • De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke tot matige** staat. • De aangetroffen scheuren in het metselwerk zijn mogelijk de oorzaak van de lokale grote h.o.h. afstanden tussen de kespen (1,59 en 1,56 m). Deze scheuren zijn zeer vermoedelijk **constructief**. Fundering: • Een houtindringing van gemiddeld 10 tot 17 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel (volgens het beslissingsdiagram, bijlage V) in **redelijke** tot **matige** staat verkeert. • Ca. 5 van de 39 kespen zijn gespleten, dit komt overeen met ca. 12,5 % van de geïnspecteerde kespen. De gespleten kespen zijn vermoedelijk de oorzaak van veroudering, de boven-belasting en de positie van de paal t.o.v. de kademuur. Dit al dan niet in combinatie met de gebruikte pen-en-gatverbinding. De krachtsoverdracht richting de (voorste) palen is bij de gespleten kespen niet meer volledig. Houtmonsteranalyse: • Alle palen zijn grenen en de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 50, 24, 48, 56, 23 en 32 mm **sterk aangetast** door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Monster 1 is ook aangetast door schimmels. Deze schimmelaantasting is ontstaan tijdens perioden met droogstand. • Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout met voldoende waterdekking op de paalkoppen, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 kan uitbreiden tot respectievelijk 61, 29, 57, 68, 28 en 39 mm. Indien droogstand voor blijft komen rond monster 1 zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met respectievelijk maximaal 12,5 mm per jaar in het spint en daarna 0,8 mm per jaar in het kernhout.
Inleiding	De gemeente Amsterdam, afdeling vastgoed, heeft Baars-CIPRO opdracht gegeven tot het uitvoeren van een kademuurinspectie van de kadeconstructie 'LYG0901' aan de Lijnbaansgracht voor de ingang van de Melkweg, conform de aanvullende offerte met kenmerk 19p012-2. De inspectie omvat het bepalen van de opbouw van de kadeconstructie inclusief de fundering, het uitvoeren van hout-indringingsmetingen en het nemen en analyseren van houtmonsters. De voorliggende raportage beschrijft de bevindingen van deze kadeinspectie
Constructie	Locatie: • LYG0901 bevindt zich aan de Lijnbaansgracht tegenover de Melkweg, aan de "west zijde" van de ophaalbrug. De inspectie concentreert zich vanaf de vleugelmuur van de brug over de Leidschegracht richting de ophaalbrug. Vanuit de opdrachtgever zijn géén documenten ontvangen waaruit de opbouw van de kademuur op voorhand te achterhalen is.

Bevindingen	Het nulpunt is gekozen op de overgang van de vleugel muur van de brug over de Leidschegracht naar de kademuurconstructie, zie foto's 1 & 2. Algemeen: • Voor de kademuur ligt permanent een groot fietsponton waardoor de mate van bereikbaarheid voor de inspecteur niet over het gehele rak gelijk is. Deksloof: • De deksloof is opgebouwd uit hardstenen elementen. • Er bevindt zich een hoogteverschil in de deksloof/kademuurconstructie, aflopend richting het oosten. Deze "slope" loopt vanaf het 0-punt tot 55 m waarbij een hoogteverschil is gemeten van ca. 163 cm. • Geen bijzonderheden waargenomen. Kadeconstructie: • De gehele onderzochte kadeconstructie is opgebouwd uit een gemetselde wand gefundeerd op een houten paalfundering. • Het metselwerk boven de waterlijn is uniform verweerd door langsstromend hemelwater, zie bijlage II foto 1 & 5. • Tussen kesp 13 en 14 is een scheur in het metselwerk waargenomen. • Nabij kesp 18, rond ca. 22 m vanaf het 0-punt, is een scheur in het metselwerk waargenomen waar zand uitstroomt, vlak boven de watersloof, zie bijlage II foto's 11 & 12. Fundering: Algemeen: Tussen de paaljukken staan veel oude, niet meer functionele, houten funderingspalen. Tevens zijn er ronde en vierkanten palen door elkaar gebruikt en er is géén logisch stramien te bepalen tussen de palen onder kespen (haaks op de kademuur). De inspectie heeft zich nadrukkelijk beperkt tot de funderingspalen **onder** de kespen. • De fundering bestaat uit houten palen met Ø 145 tot 215 mm en diverse rechthoekige houten palen. • De h.o.h. afstand van de paaljukken varieert van 780 tot 1590 mm. • Op de palen liggen kespen van ca. 220 mm x 180 mm (b x h). • Op de kespen ligt een houten vloer. • Op de kespen ligt tevens een houten watersloof ca. 110 mm x 200 mm (b x h) • De watersloof is over de volledige lengte, van het geïnspecteerde gedeelte kademuur, aanwezig én intact. De verbindingen in de watersloof zijn uitgevoerd met een schuine liplas. • De verbinding (daar waar zichtbaar) tussen de palen en de kespen is middels een pen-en-gat verbinding, zie bijlage II foto's 7 & 10. • De kespen steken allemaal onder de kademuur uit. De koppen van de kespen zijn allen verweerd (stomp geworden), maar bijna allemaal volledig intact. Er zijn enkele gespleten kespen waargenomen, zie bijlage II foto 7. • De paalkoppen zijn intact maar dragen de kespen niet altijd volledig (ca 5 stuks op het totaal). Daar waar de kesp is gespleten komt de 'pen' van de paal bloot te liggen en draagt de paal niet op zijn volledige oppervlakte. • De scheefstand van de voorste palenrij is niet bepaald door de beperkte bereikbaarheid, maar er zijn enkele negatief staande schoorpalen waargenomen. Op basis van tasten is vast te stellen dat de palen eerder 'te lood' staan dan +/- schoor. • Met behulp van de Specht (houtrotmeter zie bijlage V eindnoten) is op de bemonsterde funderingspalen de conditie van de buitenste schil van de funderingspalen onderzocht. Tevens zijn de bijbehorende kespen beproefd. Hiermee is een beeld verkregen van de aantasting. De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage IV, de voornaamste resultaten zijn opgenomen in tabel 1. • Er zijn in zijn totaliteit 6 houtmonsters genomen en geanalyseerd op soort en mate van aantasting, houtsoort en druksterkte, zie bijlage II: foto's 13 $^{t}/_{m}$ 18 en bijlage III houtmonsteranalyse.

Meetlocatie ronde paal	ø kop paal [mm]	gem. indringing [mm]	rest ø [mm]	gecorr. rest ø [mm]	afname ø [%]	oppervlakte afname [%]	Advies gebied
Paal 6	175	10	155	145	17	31	Gebied II
Paal 9	170	13	143	133	22	38	Gebied II
Paal 10	160	10	140	130	19	34	Gebied II
Paal 11	210	17	177	167	21	37	Gebied II
Paal 19	180	15	150	140	22	40	Gebied II
Paal 30	160	17	127	117	27	47	Gebied III
Kesp 6	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 9	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 10	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 11	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 19	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt
Kesp 30	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt

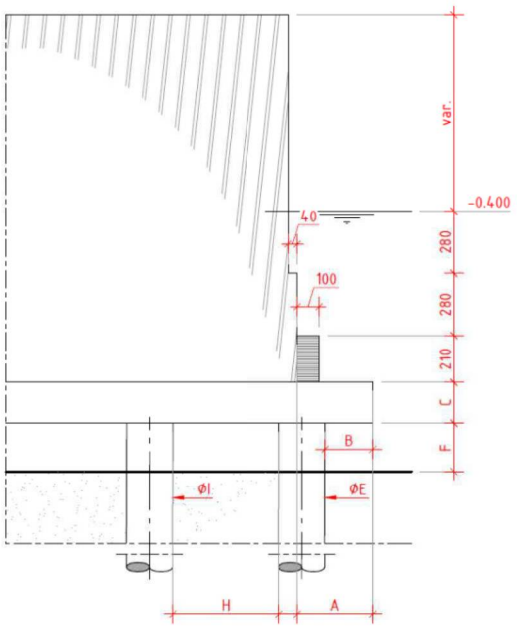
Tabel 1: Meetresultaten indringingsmetingen funderingspalen en kespen.

Grondkerend scherm:

- Het grondkerendscherm is niet binnen twee meter t.o.v. de voorzijde van de kade aanwezig.

Bodem:

- De bodem bestaat uit slib waarop veel puin is aangetroffen in de vorm van bakstenen, glas en veel fietsen rondom het fietsponton.
- Op ca 1 m. voor de kademuur zijn een zestal 'afgebrande' buispalen aangetroffen. Al deze palen hebben diameter van ca. 300 mm en steken ca. 90 cm uit de bodem.
  - Posities van de palen t.o.v. het 0-punt:
    - 14,42 m
    - 18,87 m
    - 23,25 m
    - 27,90 m
    - 31,82 m
    - 38,58 m



Figuur 1: principe opbouw LYG0901

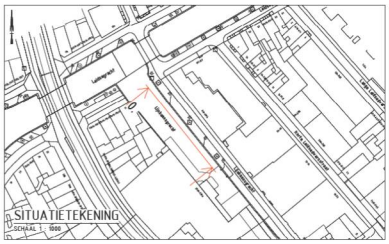
Voor complete tekeningen en maatvoeringen zie bijlage I, Inspectietekening.

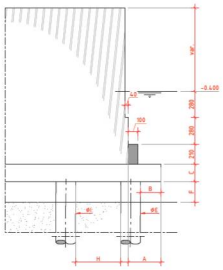
Conclusies	Kadeconstructie:

	• De kadeconstructie verkeert op basis van de visuele boven en onderwaterinspectie van de bereikbare onderdelen in **redelijke tot matige** staat. • De aangetroffen scheuren in het metselwerk zijn mogelijk de oorzaak van de lokale grote h.o.h. afstanden tussen de kespen (1,59 en 1,56 m). Deze scheuren zijn zeer vermoedelijk **constructief**. Fundering: • Een houtindringing van gemiddeld 10 tot 17 mm in de houten funderingspalen geeft aan dat het onderdeel (volgens het beslissingsdiagram, bijlage V) in **redelijke** tot **matige** staat verkeert. • Ca. 5 van de 39 kespen zijn gespleten, dit komt overeen met ca. 12,5 % van de geïnspecteerde kespen. De gespleten kespen zijn vermoedelijk de oorzaak van veroudering, de boven-belasting en de positie van de paal t.o.v. de kademuur. Dit al dan niet in combinatie met de gebruikte pen-en-gatverbinding. De krachtsoverdracht richting de (voorste) palen is bij de gespleten kespen niet meer volledig. Houtmonsteranalyse: • Alle palen zijn grenen en de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 50, 24, 48, 56, 23 en 32 mm **sterk aangetast** door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Monster 1 is ook aangetast door schimmels. Deze schimmelaantasting is ontstaan tijdens perioden met droogstand. • Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout met voldoende waterdekking op de paalkoppen, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 kan uitbreiden tot respectievelijk 61, 29, 57, 68, 28 en 39 mm. Indien droogstand voor blijft komen rond monster 1 zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met respectievelijk maximaal 12,5 mm per jaar in het spint en daarna 0,8 mm per jaar in het kernhout.
Aanbevelingen	Het is aan te raden de volgende maatregelen te nemen: • De restlevensduur en -sterkte van de constructie rekenkundig bepalen.

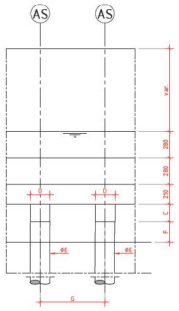
LYG0901	**Bijlage I Inspectietekening**

Zie toegevoegde tekening: 19p012.t1.c02.pdf

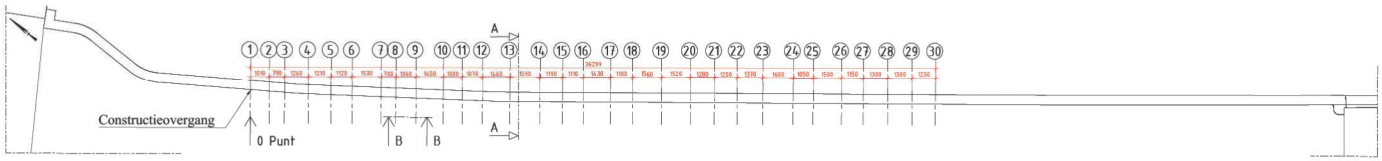




PRINCIPE DOORSNEDE A-A
SCHAAL 1 : 20



PRINCIPE AANZICHT B-B
SCHAAL 1 : 20



BOVENAANZICHT
SCHAAL 1 : 100

MAATVOERING KADE

Assen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
A	300	360	330	330	340	350	360	350	340	280	300	370	310	320	300	290	315	280	310	310	310	370	300	N.M.	N.M.	180	180	220	280	140	200	240	160	210	190	180	260	250	N.M.
B	410	400	220	220	200	220	0	290	65	290	120	80	160	200	120	240	135	180	160	90	130	150	250	N.M.	N.M.	70	220	70	180	0	190	180	160	210	180	220	180	130	N.M.
C	180	180	180	180	170	170	170	180	170	180	140	170	180	160	170	160	190	170	150	160	160	150	170	N.M.	N.M.	130	190	170	180	160	140	180	130	130	120	130	160	150	N.M.
D	210	230	220	220	195	225	210	220	240	220	210	200	230	210	200	200	220	200	180	220	200	220	240	N.M.	N.M.	200	220	220	160	250	230	220	230	190	230	220	200	230	N.M.
E	165	160	150 x 120	185 x 115	165	175	150	145	170	160	210	210	200	165	180	200	170	160	180	190	180	190	180	N.M.	N.M.	160 x 160	185	185	215	160	200	210	185	N.B.	210	200	215	120 x 190	N.M.
F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G	1010	790	1260	1210	1120	1530	780	1060	1450	1000	1070	1460	1590	1190	1110	1430	1180	1560	1520	1280	1200	1370	1600	1050	1500	1150	1300	1300	1230	1520*	1550**	1280	1400	1210	?	820	260	?	N.M.
H	-	-	40, 450	20, 440	520	500	110, 330	N.B.	190	40	540	390	560	40	670	370	620	350	600	N.B.	N.B.	N.B.	500	N.M.	N.M.			750	580	550	500	580	500	N.B.	580	630	N.B.	N.B.	N.M.
I	N.B.	N.B.	170	165	N.M.	N.M.	150	N.B.	270 x 230	160	N.M.	N.M.	N.M.	180 x 220	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.B.	N.B.	N.B.	N.M.	N.M.	N.M.	N.B.	N.B.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.M.	N.B.	N.M.	N.M.	N.B.	N.B.	N.M.

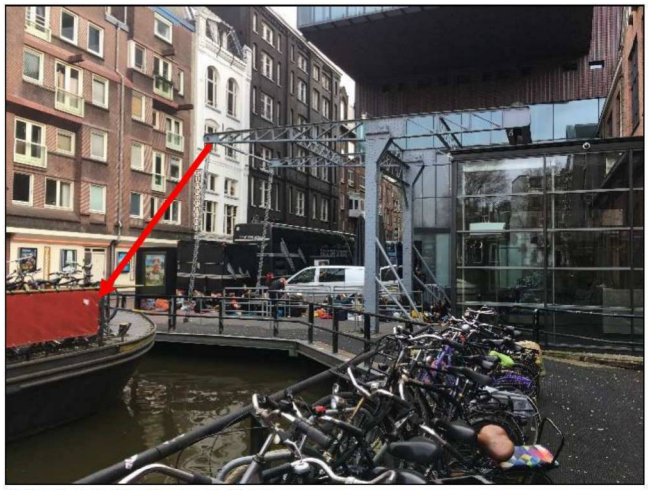
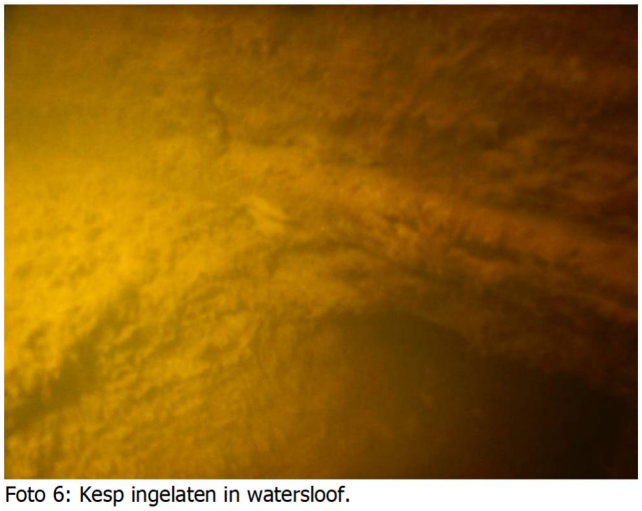
Maten in millimeters,
Hoeteraanmaten in mm,
Peilmaten in meters t.o.v. NAP
Diameters in mm,
tenzij anders vermeld

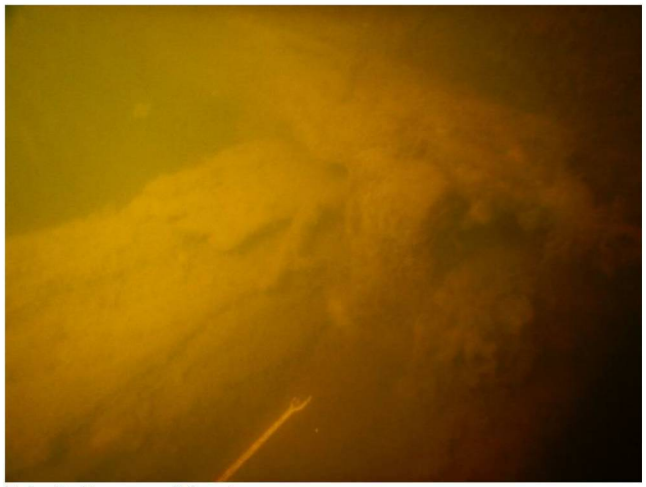
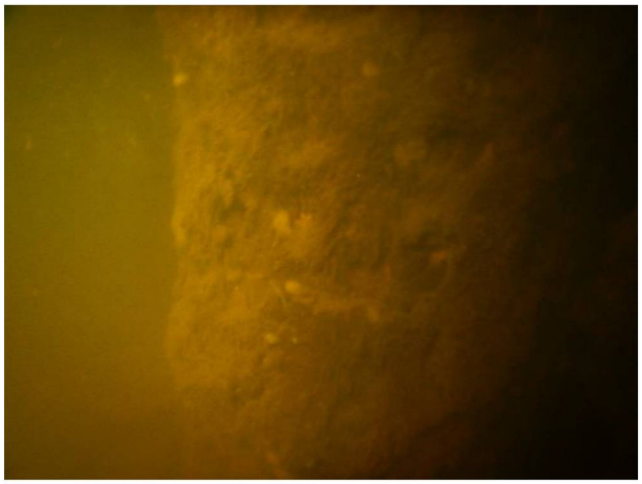
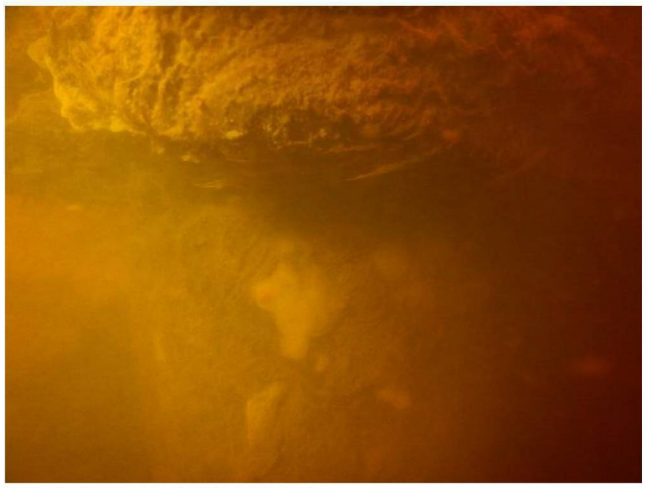
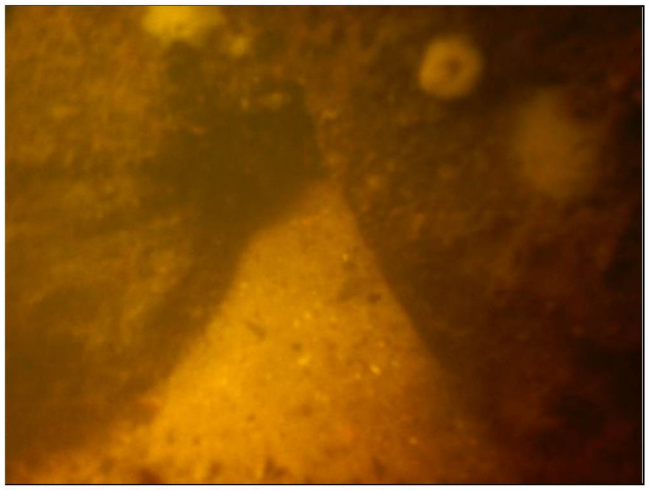
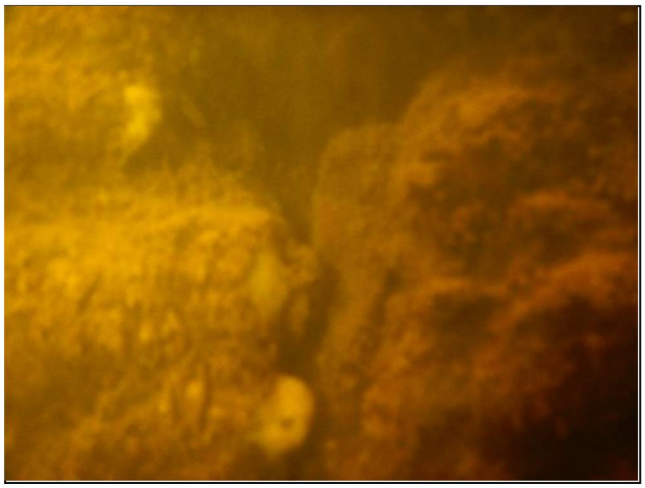
Wijziging	Datum	Beschrijving
A	25-03-2019	Eerste uitgaven.
B	25-03-2019	Twee uitgaven.
C		
D		

Projectnummer	19p012
Tekeningnummer	19p012 TLC02
Documentstatus	Definitief
Versie	B
Versiedatum	27-03-2019
Formaat	A1
Schaal	[redacted]
Tekenaar	[redacted]
Projectleider	[redacted]
Vrijgegeven	[redacted]

Kademuur Lijnbaansgracht
Gemeente Amsterdam
Blad 1 / 1
Inspectietekening
Lijnbaansgracht Oostzijde ter hoogte van Leidsegracht

Baars-CIPRO
Civil Engineering
Professional Diving
Hoofdweg 164
1175 LA Lijnden

LYG0901	**Bijlage II Fotobijlage**
 Foto 1: Overzichtsfoto.	 Foto 2: 0-punt.
 Foto 3: Eindpunt op ca 55 m.	 Foto 4: Scheur in metselwerk.
 Foto 5: Eindpunt nabij ophaalbrug.	 Foto 6: Kesp ingelaten in watersloof.

LYG0901	**Bijlage II Fotobijlage – vervolg -**
 Foto 7: Opengespleten kesp en pen.	 Foto 8: Funderingspaal.
 Foto 9: Kesp met funderingspaal.	 Foto 10: Intacte pen-en-gatverbinding.
 Foto 11: Zand-uitspoeling boven watersloof.	 Foto 12: Omissie in metselwerk boven zand-uitspoeling.

LYG0901	**Bijlage II Fotobijlage – vervolg -**



Foto 13: Houtmonster 1.



Foto 14: Houtmonster 2.



Foto 15: Houtmonster 3.



Foto 16: Houtmonster 4.



Foto 17: Houtmonster 5.



Foto 18: Houtmonster 6.

LYG0901	**Bijlage III Houtmonsteranalyse**

- MR-jg-rapport-19-0004-002 - Baars – Houtanalyses fundering kademuren Lijnsbaansgracht te Amsterdam

SHR

test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Onderzoeksrapport: Houtanalyses fundering kademuren Lijnsbaansgracht te Amsterdam

Rapportcode: 19.0004.002 **Datum:** 9 april 2019

SHR
test - adviseert - deelt kennis in de haaar

Houtanalyses fundering kademuren Lijnsbaansgracht te Amsterdam

Rapportcode:	19.0004.002	Datum: 9 april 2019	Pagina: 2/16

SHR
"Het Cambium"
Nieuwe Kanaal 9b
Postbus 497
6700 AL Wageningen
Tel: 0317 – 467366

Dit rapport heeft 16 bladen. Het is eigendom van de opdrachtgever, die gerechtigd is dit rapport integraal te publiceren. Gedeeltelijke publicatie, ook door de eigenaar, is slechts toegestaan na schriftelijke toestemming van SHR.

[redacted]

Opdrachtgever: Baars-CIPRO B.V.
Hoofdweg 16a
1175 LA Lijnden

Bijlage: 6

Projectnummer: 19.0004.002

Auteurs: [redacted]

SHR werkt volgens NEN-EN-ISO/IEC 17025.

SHR is gecertificeerd voor de uitvoering van SKH-BGS 007.
Rapportnummer SHR: 19.0004.002, rapportdatum: 19 april 2019
Het SKH-kwaliteitsverklaringsnummer is SKH-023.

1 Inleiding

Datum opdracht:	22 maart 2019.
Vraagstelling:	Wat is de aard en oorzaak van de aantasting, wat is het verlies aan gezond / dragend hout, wat is de te verwachten aantastingsuitbreiding in de komende 25 jaar, onderzoek uitgevoerd volgens SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting (zie voor document: www.skh.org).
Herkomst monsters:	Uit het funderingshout van de kademuur aan de Lijnsbaansgracht te Amsterdam, monster 1 t/m 6.
Projectcode opdrachtgever:	19p012-2

2 Materiaal

Bouwjaar en leeftijd woning:	Onbekend
Datum monstername:	21 maart 2019 (volgens opdrachtgever).
Datum monsterontvangst:	22 maart 2019.
Aantal, lengte, afmeting monster:	Zie tabel 4.1.
Wijze van aanleveren:	Boorkernen Ø 10 mm in buisjes met water.
Wijze opslag:	Bij temperatuur van ± 4°C.
Datum analyse:	26, 27 en 28 maart 2019.

3 Methode

Monstervoorbereiding / dataverzameling: zie SKH-BGS 007 en Bijlage 1.

4 Resultaten

4.1 Monsterbeoordeling

Tabel 4.1. Codering, monsterkwaliteit, visuele beoordeling en jaarringen van de monsters.

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samenhang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]		Aantal	
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
M01	1	127	Goed	3 mm bruin, rest geen	Ja	4,3	2,5	>34	>22
M02	2	154	Goed	2 mm zwart, 23 mm geen, rest grijs	Ja	4,3	2,3	39	23
M03	3	160	Redelijk[1]	2 mm zwart, rest grijs	Ja	-	2,3	>27	>17
M04	4	133	Goed	3 mm bruin, rest geen	Ja	5,0	3,0	39	32

Monster			Algemeen			Jaarringen			
Code		Lengte	Samenhang	Kleur*	Wan /	Breedte gem. [mm]		Aantal	
Gegeven	SHR	[mm]			buitenkant	juveniel	volwassen	totaal	aangetast
M05	5	142	Goed	2 mm zwart, rest geen	Ja	1,8	4,0	42	34
M06	6	148	Goed	2 mm bruin, 28 mm grijs, 15 mm donkergrijs, rest geen	Ja	4,8	2,0	36	21

*typische kleurafwijkingen worden beschreven; [1]=gereconstrueerd

4.2 Houtsoort, spintaandeel, aantasting

Houtsoortbeschrijving: zie Bijlage 2.

Monster 1 (grenen, lengte tot aan het hart 127 mm)
In de buitenste 3 mm werd ernstige bacteriële aantasting van het erosietype (EB) en softrot waargenomen. Hierna werd in 47 mm ernstige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 7 mm matige en 17 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 74 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 2 (grenen, lengte tot aan het hart 94 mm)
In de buitenste 24 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 15 mm matige EB-aantasting gevonden. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 39 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 3 (grenen, lengte tot aan het hart 93 mm)
In de buitenste 48 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 4 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 5 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 57 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 4 (grenen, lengte tot aan het hart 135 mm)
In de buitenste 56 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 26 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 10 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 92 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 5 (grenen, lengte tot aan het hart 84 mm)
In de buitenste 23 mm werd ernstige EB-aantasting waargenomen. Hierna werd in 10 mm matige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 13 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In het sterk aangetaste hout werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 46 mm was spint, de rest was kernhout.

Monster 6 (grenen, lengte tot aan het hart 100 mm)
In de buitenste 6 mm werd totale verwoesting van de houtstructuur waargenomen. Hierna werd in 26 mm emstige EB-aantasting gevonden, gevolgd door 5 mm matige en 5 mm weinig EB-aantasting. De rest van het monster was vrij van aantasting. In de buitenste 26 mm werden schimmeldraden waargenomen.

De buitenste 42 mm was spint, de rest was kernhout.

4.3 Gradiënt in vocht, volumieke massa en druksterkte

Voor toelichting op tabel 4.2 zie Bijlage 3.

***Tabel 4.2**. Gradiënt van dichtheid (volumieke massa (VM) bij 0% vochtgehalte; ratio tussen droge massa en nat volume (SG)), vochtgehalte (bij aanlevering (VG); theoretisch maximale vochtgehalte (TMV)) en druksterkte (DS). Zie verder bijlage 3.*

Monster	Afmeting segment [mm]	Dichtheid [kg/m³] SG	VM	Vochtgehalte (%) VG	TMV	DS [N/mm²]
1a* (s)	3	**181**	**274**	**331**	**486**	**3,9**
1b* (s)	5	-	-	-	-	-
1c* (s)	27	**270**	**365**	**218**	**306**	**8,4**
1d (s)	12	259	310	290	321	5,1
1e (s)	13	384	456	168	196	12,0
1f (s)	16	367	431	156	207	13,0
1g (s/k)	17	444	484	78	160	22,3
1h (k)	15	360	399	87	213	21,0
1i (k)	14	390	431	91	191	20,5
2a* (s)	13	**177**	**263**	**480**	**500**	**1,4**
2b* (s)	12	**287**	**361**	**264**	**283**	**6,1**
2c* (s)	5	**448**	**508**	**129**	**158**	**15,7**
2d* (s)	14	**458**	**558**	**120**	**154**	**16,7**
2e (s/k)	17	477	559	85	145	21,4
2f (k)	15	390	446	124	191	16,3
2g* (k)	19	**346**	**407**	**187**	**224**	**10,5**
3a* (s)	16	**195**	**280**	**420**	**447**	**2,1**
3b* (s)	16	**242**	**383**	**280**	**348**	**5,5**
3c (s)	19	325	398	217	242	8,5
3d (s/k)	17	426	507	126	170	16,0
3e* (k)	22	**474**	**523**	**96**	**146**	**19,8**

SHR
test - adviseert - deelt kennis in de bouw

Houtanalyses fundering kademuren Lijnsbaansgracht te Amsterdam

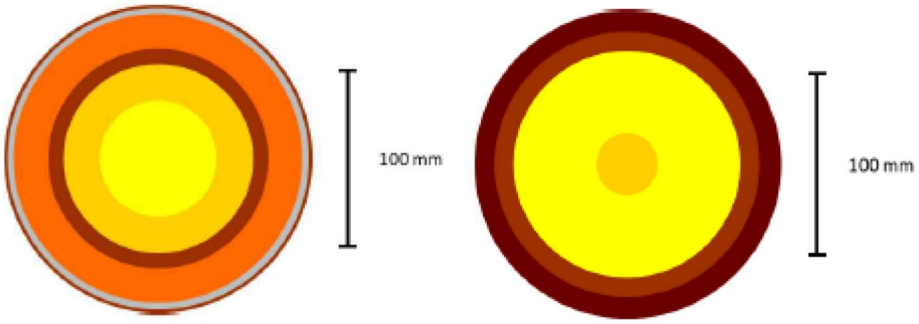
Rapportcode: 19.0004.002 Datum: 9 april 2019 Pagina: 6/16

Monster	Afmeting	Dichtheid [kg/m³]		Vochtgehalte (%)		DS
	segment [mm]	SG	VM	VG	TMV	[N/mm²]
4a* (s)	8	**164**	**292**	**478**	**545**	**1,4**
4b* (s)	14	**192**	**257**	**424**	**455**	**2,0**
4c* (s)	17	**241**	**320**	**320**	**351**	**4,1**
4d (s)	17	206	272	399	421	2,4
4e (s)	16	417	513	160	175	12,6
4f (s)	16	409	497	164	180	12,3
4g (k)	15	416	498	150	175	13,5
4h (k)	27	572	664	87	110	21,1
5a* (s)	9	**172**	**250**	**442**	**517**	**1,8**
5b (s)	14	243	319	294	347	5,0
5c* (s)	14	**410**	**507**	**168**	**179**	**12,0**
5d (s/k)	23	395	456	111	188	17,8
5e (k)	25	403	470	75	183	22,8
6a* (s)	12	**161**	**270**	**523**	**558**	**1,0**
6b* (s)	14	**166**	**225**	**502**	**537**	**1,2**
6c (s/k)	27	410	482	132	179	15,4
6d (k)	22	351	394	91	220	20,5
6e (k)	26	383	428	99	196	19,3

* segmentgrootte te klein om een betrouwbare uitspraak te doen (zie bijlage 3 voor toelichting).

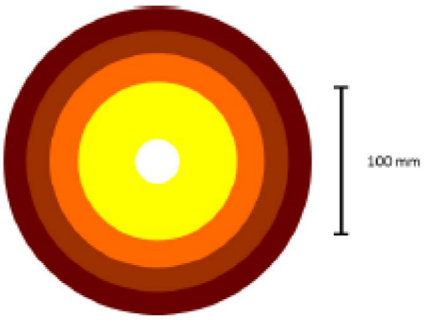
Gezien de aanwezigheid van schimmelaantasting in monster 1 zijn de afgeleide druksterktes in de segmenten met schimmelaantasting niet betrouwbaar (het model is gebaseerd op aantasting door bacteriën).

De druksterktes uit tabel 4.2 zijn hieronder visueel weergegeven. Een toelichting over het gebruik van druksterkte bij constructieberekeningen is weergegeven in Bijlage 4.

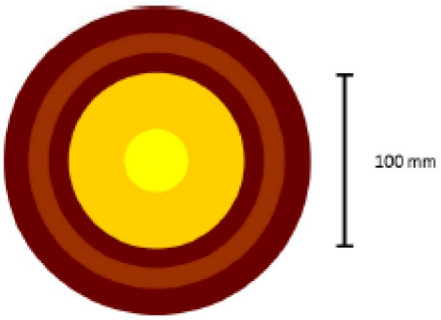


Monster 1 (grenen), Ø 175 mm

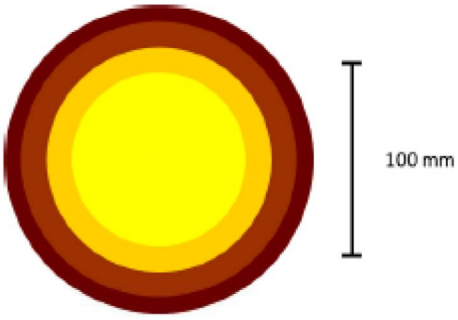
Monster 2 (grenen), Ø 170 mm



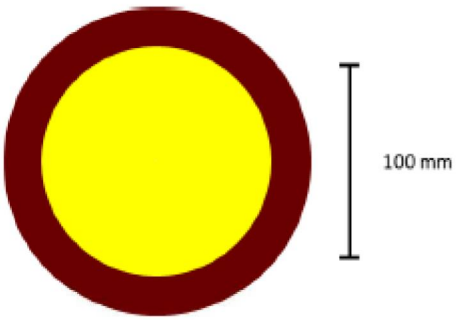
Monster 3 (grenen), Ø 210 mm



Monster 4 (grenen), Ø 180 mm



Monster 5 (grenen), Ø 160 mm



Monster 6 (grenen), Ø 160 mm

Paaldiameters (opgave opdrachtgever)

Legenda

	< 2,5 N/mm²
	2,5 - 6,25 N/mm²
	6,25 - 10 N/mm²
	10 - 15 N/mm²
	> 15 N/mm²
	niet bepaald
	niet beschikbaar

4.4 Beoordeling datakwaliteit

Op basis van de afwegingen uit Bijlage 5 en op basis van de referentiedatabase (relatie mate van aantasting – volumieke massa / vochtgehalte) wordt het gevonden anatomische aantastingspatroon bevestigd.

5 Discussie en Interpretatie

Oorzaak:	In alle monsters: bacteriële aantasting ontstaan onder water, in monster 1 in combinatie met schimmelaantasting ontstaan door droogstand.
Omvang:	Diepte ernstige aantasting monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6: respectievelijk 50, 24, 48, 56, 23 en 32 mm.
Activiteit:	Bacteriële aantasting actief in alle monsters.
Uitbreiding:	Sterk door bacteriën aangetaste schil tot maximaal respectievelijk 61, 29, 57 (hele spint), 68, 28 en 39 mm. Rondom paal 1 heeft droogstand plaats gevonden. Indien droogstand voor blijft komen zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met respectievelijk maximaal 12,5 mm per jaar in het spint en daarna 0,8 mm per jaar in het kernhout.

Voor het bepalen van de dragende diameter bij het omslagpunt wordt gebruikgemaakt van de diepte van sterke bacteriële aantasting aan de paalkop. Daar deze diepte in paal 1 door een combinatie van bacteriën en schimmels is veroorzaakt, is een inschatting nodig van wat de diepte van de sterk aangetaste schil bij deze paal zou zijn indien er geen droogstand had plaats gevonden. Gezien het aantastingsbeeld zou zonder droogstand een zelfde dikte van de sterk aangetaste schil zijn ontstaan.

In Bijlage 6 staat de achtergrond van de uitbreiding van de aantasting omschreven.

6 Conclusie

Alle palen zijn grenen en de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 zijn in een buitenste schil van respectievelijk 50, 24, 48, 56, 23 en 32 mm sterk aangetast door bacteriën. Deze aantasting is onder het grondwaterniveau tot stand gekomen. Monster 1 is ook aangetast door schimmels. Deze schimmelaantasting is ontstaan tijdens perioden met droogstand.

Uitgaande van niet wezenlijk veranderende omstandigheden rondom het funderingshout met voldoende waterdekking op de paalkoppen, is de verwachting dat in de komende 25 jaar de sterk aangetaste schil zich in de monsters 1, 2, 3, 4, 5 en 6 kan uitbreiden tot respectievelijk 61, 29, 57, 68, 28 en 39 mm. Indien droogstand voor blijft komen rond monster 1 zou een uitbreiding verwacht kunnen worden van de sterk aangetaste schil met respectievelijk maximaal 12,5 mm per jaar in het spint en daarna 0,8 mm per jaar in het kernhout.

7 Literatuur

Beoordelingsgrondslag SKH-BGS 007 Bepaling van microbiologische houtaantasting. Uitgave SKH. Inclusief alle daarin aangeduide literatuur.

Eurocode 5 - Ontwerp en berekening van houtconstructies: EN 1995-1-1 Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen; EN 1995-1-2 Algemeen - Ontwerp en berekening van constructies bij brand; EN 1995-2 Bruggen.

Heinz, I. 2004. Systematische Erfassung und Dokumentation der mikroanatomischen Merkmale der Nadelhölzes aus der Klasse Pinatae. Dissertation Technische Universität München.

Jorissen, A.J.M. 1995. Modificatiefactor vochtgehalte en duurbelasting. Technische Houtdocumentatie A 4/2 – 010210, Centrum Hout, Almere.

Klaassen R.K.W.M., 2008. Bacterial decay in wooden foundation piles: patterns and causes. A study on historical pile foundations in the Netherlands. *International Biodeterioration and Biodegradation 61 (1): 45-60.*

Laming, P.B., Rijsdijk, J.F. & J.C. Verwijs, 1978. Houtsoorten, informatie voor de praktijk. Houtinstituut TNO, Delft.

WVS_065 Microscopisch onderzoek aan funderingshout (intern SHR-document).

Zobel, B.J. & J.R. Sprague. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer –Verlag Berlin, Heidelberg, New York.

Bijlage 1: Microscopisch onderzoek

Voorafgaand aan het microscopische onderzoek zijn de monsters visueel beoordeeld. Daarna zijn met behulp van het microtoom radiale en/of kopse coupes gesneden met een dikte van 20-30 µm en een oppervlakte van circa 0,5-1 cm². De coupes zijn aangekleurd om mogelijke aantasting beter zichtbaar te maken. Onder de lichtmicroscoop (met en zonder gepolariseerd licht) zijn de coupes vervolgens onderzocht op de aanwezigheid van houtaantasters en is het houtanatomische patroon bekeken.

Vijf patronen van aantasting kunnen worden onderscheiden. Deze patronen worden veroorzaakt door de volgende micro-organismen:

- erosiebacteriën (EB);
- tunnelvormende bacteriën (TB);
- softrotschimmels;
- witrotschimmels;
- bruinrotschimmels.

In aanvulling op het patroon van aantasting wordt het hout gecontroleerd op de aanwezigheid van aantasters en andere houtkoloniserende micro-organismen:

- dikke bruine hyfe van blauwschimmel;
- dunne transparante hyfe van houtaantastende schimmel (wit-, bruin- en softrot veroorzakers);
- sporen van diverse micro-organismen;
- algen;
- andere insluitsels van organische herkomst.

Bij de classificering van de mate van aantasting wordt de indeling gehanteerd volgens Klaassen (2008) waarbij de volgende klassen worden gebruikt: totale verwoesting, ernstige aantasting, matige aantasting, weinig aantasting en gezond hout. In de discussie worden de begrippen *totale verwoesting* en *ernstige aantasting* samengevat onder het begrip *sterke aantasting*.

Bijlage 2: Houtsoortbeschrijving en spintbepaling

Herkenning van de houtsoort is gedaan op basis van de anatomische structuur.

In alle monsters is de houtstructuur zoals die van grenen waargenomen:

Naaldhout met heterogene stralen met vensterstippels (kruisvlak), radiale en axiale harskanalen, tracheïden met eenrijige hofstippels.

Bij grenen is het spint op basis van aankleuring onderscheiden van het kernhout.

Bijlage 3: Gradiënt vocht, volumieke massa, druksterkte

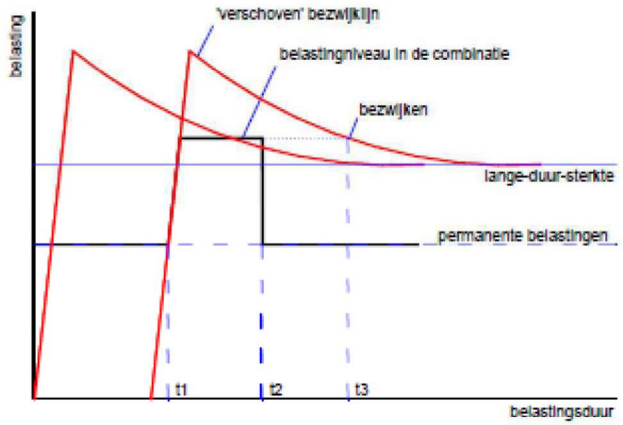
Tabel 4.2 bevat de waardes van de submonsters beginnend met de buitenzijde (bastzijde) en eindigend met de binnenzijde (kernkant), indien van toepassing is spint of kernhout aangegeven met een "s" of "k". Wanneer aangegeven met een "*" zijn de submonsters te klein (< 1 cm³) waardoor de waarden slechts indicatief zijn. Is het verschil in vochtgehalte tussen de gemeten waarde en het theoretisch maximum negatief, dan wijst dit op een meetonnauwkeurigheid. De weinig betrouwbare waarden zijn vet weergegeven in de tabel.

Bijlage 4: Toelichting op het gebruik van druksterkte zoals hier bepaald

Klaassen (2008) heeft aangetoond dat op basis van het houtvochtgehalte een redelijke schatting kan worden gemaakt van de druksterkte parallel aan de vezelrichting voor gezond of door bacteriën aangetast grenen en eiken en op dit model zijn de druksterktes uit tabel 4.2 gebaseerd. Het gaat hierbij dan om de zogenaamde *korte duursterkte*. Het grenen model wordt ook voor andere naaldhoutsoorten gebruikt bij gebrek aan specifieke modellen voor vuren en dennen. De ingeschatte druksterktes voor zowel vuren als dennen moeten om die reden met enige voorzichtigheid worden beschouwd.
Ter referentie van de waarden in tabel 4.2 kan gesteld worden dat gezond grenen hout, dat vers beproefd wordt (vochtgehalte 50 – 120%), een *korte duursterkte* van circa 22 N/mm² heeft. Bij vers vuren hout is dat circa 20 N/mm². Het eerst gevormde, zogenaamde juveniele, hout dat in de kern van de stam zit kan een wat lagere druksterkte hebben (Laming et al. 1978 en Zobel & Sprague, 1998), waardoor een lagere druksterkte in de kern van de paal als natuurlijk moet worden beschouwd.

De karakteristieke waarden (5% laagste waarden uit een verzameling) voor de *korte-duur-sterkte* staan opgesomd in de EN 338 (sterkteklassen). Binnen een constructieberekening wordt met verschillende belastingduur rekening gehouden (permanent, lang, gemiddeld en kort). Rekening houdend met belastingduur en vochtgehalte wordt de karakteristieke waarde met de zogenaamde modificatiefactor omgezet naar een rekenwaarde. Hierbij wordt ook een materiaalfactor toegepast welke een veiligheidsborging is in verband met de variabiliteit: hout (vergelijk het homogene beton met een factor van 1): $f_d = \frac{f_k}{\gamma_m} k_{mod}$

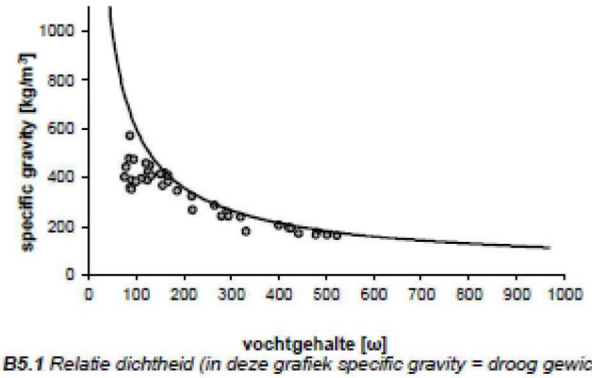
(waar f_d = rekenwaarde, f_k = karakteristieke waarde, γ_m = materiaalfactor (= 1,3) en k_{mod} = modificatiefactor (afhankelijk van belastingstijd en vochtgehalte = 0,5). De bepalende belastingcombinatie voor funderingspalen is meestal lang en de *lange-duur-sterkte* zoals weergegeven in figuur 4.1 mag niet worden overschreden. Verder zijn funderingspalen altijd waterverzadigd en de rekenwaarde voor deze situatie kan bepaald worden volgens de Nederlandse bijlage uit de EUROCODE 5 (EN 1995): $f_{c,0,d}$ = 9,9 N/mm² waarin : $f_{c,0,d}$ = rekenwaarde druksterkte parallel aan de vezelrichting.



***Figuur 4.1** Relatie tussen belasting en de belastingsduur op hout (vrij naar Jorissen 1995). Een permanente belasting die lager is dan de lange-duur-sterkte leidt niet tot bezwijken. Wanneer een belastingscombinatie (permanent en veranderlijk) kortstondig ($t_1 - t_2$) wordt verhoogd tot boven de lange-duur-sterkte maar onder de korte-duursterkte (maximale belasting) zal geen bezwijking of houtschade optreden. Is de belasting langdurig boven de lange-duursterkte dan zal op t_3 schade en bezwijking optreden.*

Bijlage 5: Referentiewaarden

Omdat aan kleine monsterdelen wordt gewerkt, kunnen alleen absolute uitspraken gedaan worden over de aantasting wanneer alle gemeten waarden in één lijn liggen. Voor tabel 4.2 zijn al controleaspecten opgenomen (zie Bijlage 3). Alle waarden uit tabel 4.2 worden ook als punten opgenomen in grafiek B5.1. De lijn in deze grafiek geeft bij volledig waterverzadigd hout de verhouding weer tussen het vochtgehalte en de dichtheid. Waterverzadigd hout ligt op de lijn en niet-waterverzadigd hout ligt onder de lijn in deze grafiek. Hout dat niet-waterverzadigd is duidt op gezond of weinig aangetast hout waarbij de gezonde houtstructuur lucht kan insluiten. (Beginnende) aantasting komt als eerste bij de membranen waardoor deze ingesloten lucht niet meer kunnen vasthouden. Punten die boven de lijn liggen wijzen op meetfouten en zijn verwijderd uit de grafiek en tabel 4.2.



Grafiek B5.1 *Relatie dichtheid (in deze grafiek specific gravity = droog gewicht / nat volume) en vochtgehalte. Bij waterverzadigd hout liggen de waarden op de lijn bij niet water verzadigd hout liggen de punten onder de lijn (Klaassen 2008).*

De volumieke massa kan binnen een houtsoort sterk variëren en een schatting van gewichtsafname door aantasting kan alleen bepaald worden wanneer de oorspronkelijke volumieke massa van een monster bekend is. Omdat dit van de hier onderzochte monsters niet meer te achterhalen is, is de onderstaande vergelijking van de volumieke massa's slechts indicatief. Tabel B5.2 geeft de bekende waarden van de gevonden houtsoort.

Tabel B5.2 *Volumieke massa volgens Laming et al. (1978)*

Houtsoort	Volumieke massa (0% vochtgehalte)
Noord-Europees grenen	435 (390 - 482) kg/m³
NL grenen spint	483 (421 - 554) kg/m³
NL grenen kern	532 (510 - 560) kg/m³

Bijlage 6: Achtergrond uitbreiding aantasting

Uitgangspunt is dat de omstandigheden rondom het funderingshout in de te beschouwen periode niet wezenlijk anders zullen zijn dan de afgelopen decennia. Omdat het plaatsingsjaar van het funderingshout niet bekend was, is uitgegaan van plaatsing van het hout rond 1900.
Voor het bepalen van de oorzaak en de uitbreiding van de aantasting worden de basisprincipes zoals genoemd in de SKH-BGS 007 gevolgd.

Hierop zijn voor dit rapport verder geen aanvullingen.

LYG0901

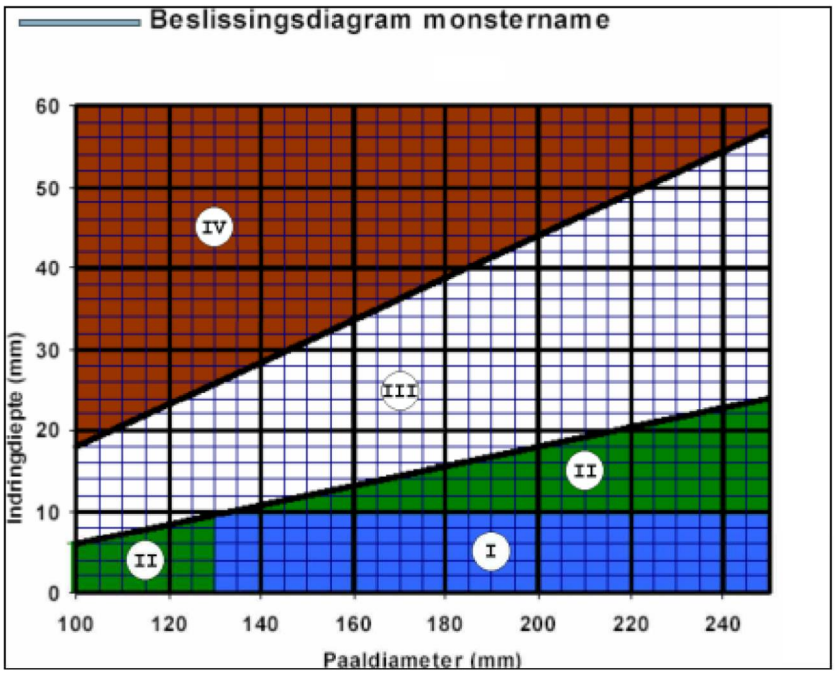
Bijlage IV Houtindringingsmetingen

Object	Onderdeel	Construktie: Afmetingen onderdeel (invullen wat van toepassing is) Ø	l	b	h	d	Hoogte t.o.v. Kesp	Specht: metingen 1	2	3	gem.	rest ø	corr. 5 mm	afname ø	opp. oorsp.	opp. huidig	opp. afname	opp. afname	Pilodyn beslissings	Houtmonster label
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm2]	[mm2]	[mm2]	[%]		
palen	Paal 6	175	-	-	-	-	0,05	15	10	5	10	155	145	17	24053	16513	7540	31	Gebied II	19p012-2 M01
	Paal 9	170	-	-	-	-	0,05	10	15	15	13	143	133	22	22698	13963	8735	38	Gebied II	19p012-2 M02
	Paal 10	160	-	-	-	-	0,05	5	10	15	10	140	130	19	20106	13273	6833	34	Gebied II	19p012-2 M06
	Paal 11	210	-	-	-	-	0,05	20	20	10	17	177	167	21	34636	21817	12819	37	Gebied II	19p012-2 M03
	Paal 19	180	-	-	-	-	0,05	15	15	15	15	150	140	22	25447	15394	10053	40	Gebied II	19p012-2 M04
	Paal 30	160	-	-	-	-	0,05	20	15	15	17	127	117	27	20106	10690	9416	47	Gebied III	19p012-2 M05
kespen	Kesp 6	-	-	225	170	-	0,05	5	5	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	
	Kesp 9	-	-	240	170	-	0,05	5	5	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	
	Kesp 10	-	-	220	180	-	0,05	10	5	-	8	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	
	Kesp 11	-	-	210	140	-	0,05	10	10	-	10	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	
	Kesp 19	-	-	180	150	-	0,05	5	5	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	
	Kesp 30	-	-	250	160	-	0,05	5	5	-	5	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	nvt	

LYG0901	**Bijlage V Eindnoten**

Pilodyn 6J /Specht houtrotmeter:

- In de houten onderdelen van de constructie wordt met een constante energie een naald geschoten. De gemeten indringing zegt iets over de staat van dat hout en de rekenkundige diameter of dikte. Gewerkt wordt volgens het funderingsprotocol van F3O Organisatie Onafhankelijk Onderzoek Funderingen (Handboek Funderingsherstel - Op palen en "op staal". ISBN 978-90-5367-545-8. Druk 2012. www.f3o.nl.)



Adviesgebied volgens het funderingsprotocol van F3O:

Gebied I

- Bij deze combinatie van diameter en indringing wordt gesteld dat geen aantasting aanwezig is. Het is niet noodzakelijk een houtmonster te nemen.

Gebied II

- Dit betreft aangetaste palen. De aantasting is echter nog zo gering dat geen nadelige invloed op de sterkte van de paalschacht wordt verwacht. Monstername is ten behoeve van de onderzoeksvraag naar de sterkte van de schacht niet noodzakelijk. Om een uitspraak te kunnen doen over de oorzaak van de aantasting en over de ontwikkeling in de tijd van de aantasting is monstername noodzakelijk.

Gebied III

- Voor onderzoek naar de sterkte van de paalschacht is bij deze combinatie van diameter en indringingswaarde laboratoriumonderzoek aan boorkernmonsters noodzakelijk. Er dienen dan ook in dit gebied boorkernmonsters genomen te worden.

Gebied IV

- Dit is het gebied van relatief grote aantasting ten opzichte van de diameter. De sterkte van de paalschacht is hier onvoldoende. Monstername is alleen dan noodzakelijk indien de oorzaak van de aantasting moet worden vastgesteld.

Classificering adviesgebieden:

- Baars-CIPRO koppelt de adviesgebieden I, II, III en IV respectievelijk aan goed, redelijk, matig en slecht.