

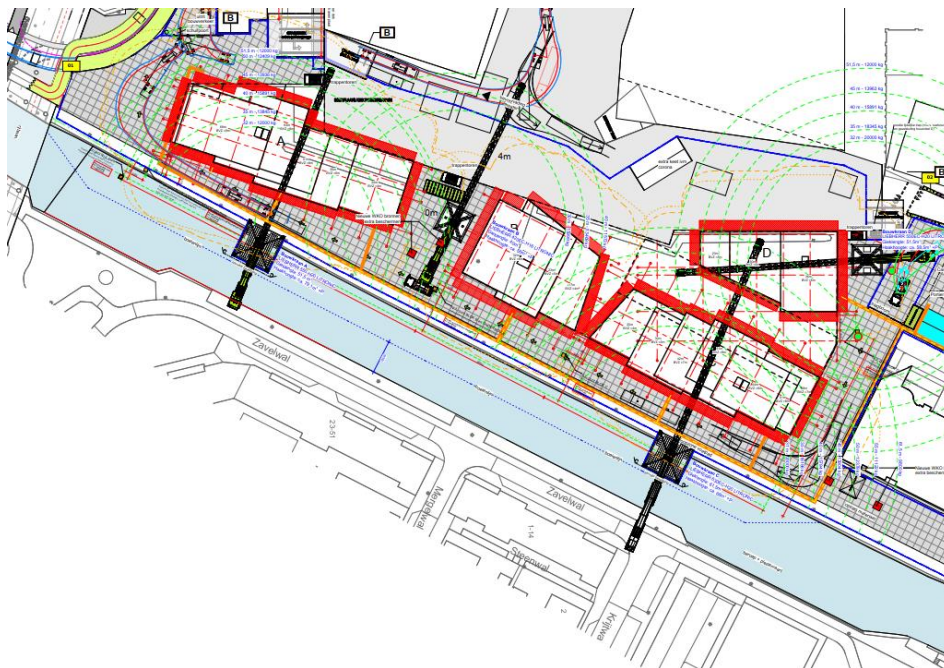
Memo

Onderwerp

Ontwerpdocument torenkraanfunderaties Doorslagzone Nieuwegein

Inleiding

Voor het project Doorslagzone worden er 4 torenkranen geplaatst, waarvan er 2 op stalen buispalen worden gefundeerd, waarbij er 2 palen in het water geplaatst worden van de naastgelegen watergang. Voor de kraanfundering wordt een aanvaarbeveiliging geplaatst. Ook worden er 2 torenkranen op prefab palen geïnstalleerd. In onderstaande afbeelding zijn de locaties gegeven. De ontwerpdocumenten betreffende de fundatie en palen van de aanvaarbeveiliging van de torenkranen zijn toegevoegd in de bijlage, zodat dit als 1 document beoordeeld kan worden.



Datum

24 december 2021

Referentie

202112-0441m

Versie

3.0

Project

2210097 Nwb Doorslagzone,
NIEUWEGEIN

Behandeld door

Wiebren Koers

E-mail

w.koers@voorbijft.nl

Blad

1 van 15



Datum
24 december 2021
Referentie
202112-0441m v3.0
Blad
2 van 15

Inhoud

1	Uitvoeringmethode voor het installeren van de palen in het water i.v.m. met voorkomen van beschadigingen aan waterbodem	3
2	Bijlage A Voorzorgsmaatregel ter voorkoming kortsluiting met 1ste watervoerend pakket na trekken stalenbuispalen in de watergang	4
3	Bijlage B Paalberekening torenkraan Blok A t/m D	7
4	Bijlage C Aanvaarbeveiliging voor torenkraan Blok A en C	10
5	Bijlage D Berekening gording aanvaarbeveiliging	13
6	Bijlage E Overzichtstekening	15



1 Uitvoeringmethode voor het installeren van de palen in het water i.v.m. met voorkomen van beschadigingen aan waterbodem

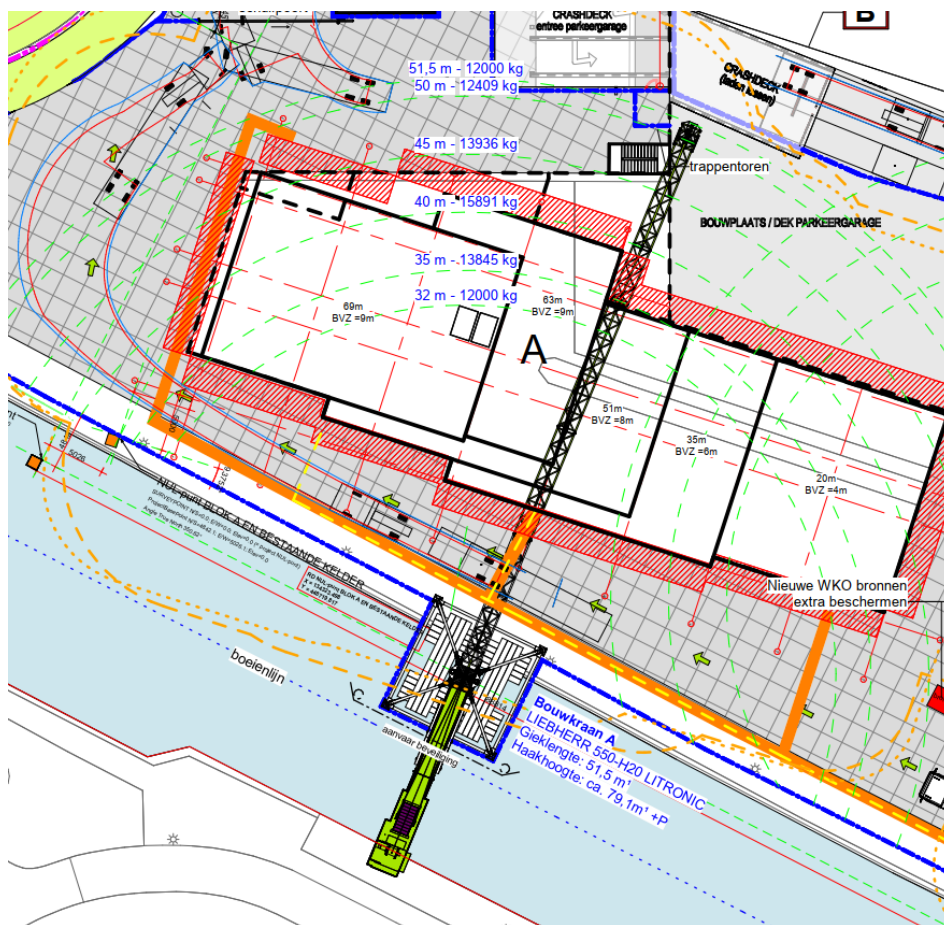
Om te voorkomen dat er extra beschadigingen optreden aan de waterbodem van de Doorslag worden eerst de palen op de wal geïnstalleerd. Op deze palen wordt een hulpconstructie geplaatst vanwaar het aanbrengen van de buispalen in het water kan plaatsvinden. Voordeel hiervan is, dat de kade niet belast wordt. Voor het weghalen van de palen zal eenzelfde constructie worden gebruikt. Dit wordt nog nader uitgewerkt.

De afstand vanaf de kade tot aan de stalen buispalen bedraagt ca. 7,5 m. Dit betekent dat de damwanden van de kadeconstructie door het aanbrengen en verwijderen van open stalen buispalen beïnvloed kunnen worden. Dit wordt minder naar mate de palen korter zijn. Dit effect is echter dusdanig lokaal dat de stabiliteit van de damwand niet in het geding komt aangezien slechts enkele palen aangebracht worden waardoor dit acceptabel is.

2 Bijlage A Voorzorgsmaatregel ter voorkoming kortsluiting met 1ste wervoerend pakket na trekken stalenbuispalen in de watergang

Inleiding

Voor het project Doorslagzone worden er 2 torenkranen geplaatst welke op stalen buispalen worden gefundeerd. Per kraan worden 2 palen in De Doorslag geplaatst. In onderstaande afbeelding zijn de locaties gegeven. In Bijlage A wordt gekeken naar maatregelen om na het trekken van de buizen kortsluiting naar de 1^{ste} zandlaag te voorkomen.



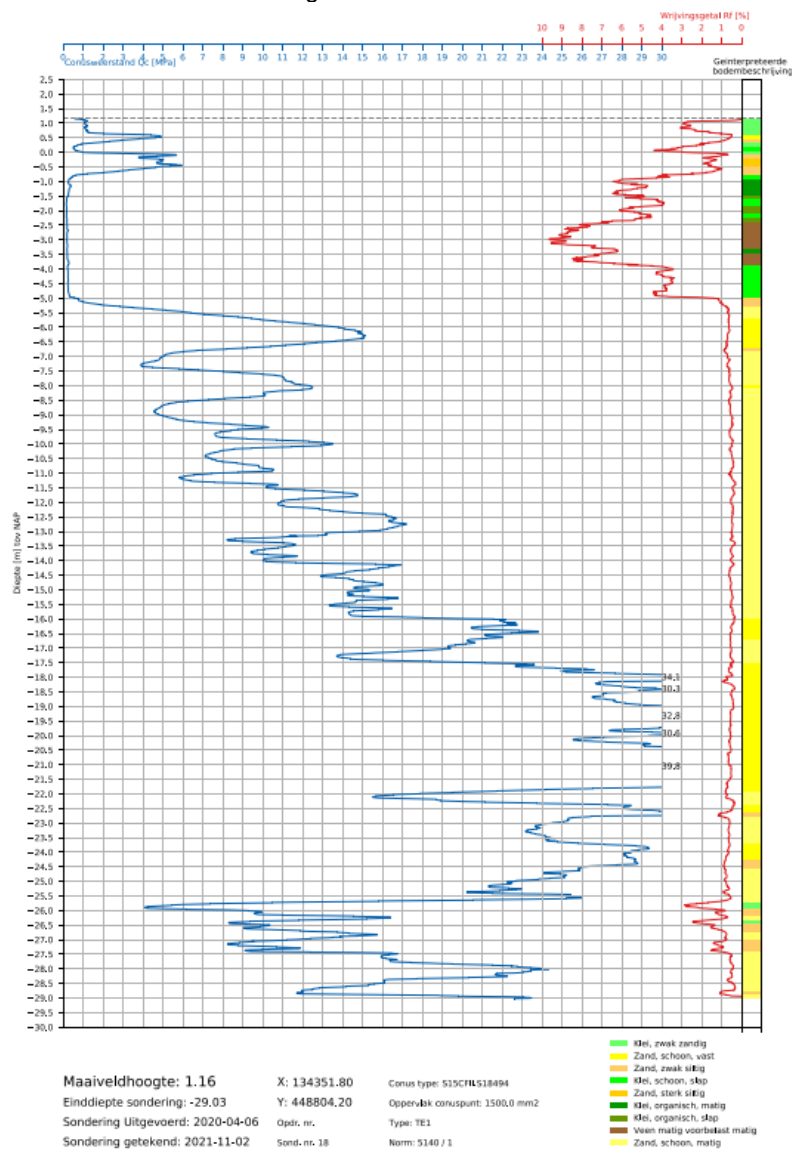
Figuur 2-1: Bovenaanzicht torenkraan Blok A



Datum
24 december 2021
Referentie
202112-0441m v3.0
Blad
5 van 15

Voorzorgsmaatregel ter voorkoming kortsluiting naar 1^{ste} zandlaag

In de sonderingen is zichtbaar dat er vanaf NAP -0,5 m tot circa NAP -5,0 m slappe lagen aanwezig zijn. Dit vormt de afsluitende laag naar het 1^{ste} watervoerende pakket. Zie onderstaande afbeelding.



Het plan is om door de slappe lagen open stalen buispalen aan te brengen ten behoeve van de torenkranen. Deze open stalen buispalen worden ook weer verwijderd aan het eind van het project. Bij het verwijderen van de palen bestaat de mogelijkheid, dat er kortsluiting tussen het oppervlaktewater en het 1^{ste} watervoerend pakket ontstaat. De stijghoogte in het 1^{ste} watervoerend pakket is lager is als het waterpeil in de Doorslag.

Doorslag

Op ca. 40 à 50 m ten oosten van de projectlocatie bevindt zich de watergang "Doorslag". Ten behoeve van twee nabij gelegen projecten die in het verleden door Fugro zijn uitgevoerd, is het waterpeil van deze watergang gemeten op NAP +0,56 m (d.d. 51-12-2005) en op NAP +0,53 m (d.d. 20-12-2004). De diepte van het kanaal bedraagt globaal 2,20 m, hetgeen impliceert dat het niveau van de waterbodem is gelegen op ca. NAP -1,65 m. Op basis van de beschikbare informatie wordt aangenomen dat deze watergang de deklaag niet doorsnijdt.



Datum
24 december 2021
Referentie
202112-0441m v3.0
Blad
6 van 15

Mogelijk ontstaat er dus kortsluiting tussen het oppervlaktewater en het 1^{ste} watervoerend pakket bij het verwijderen van de stalen buispalen. Hierdoor zal er water wegglopen naar het 1^{ste} watervoerende pakket. Bij het bevoegd gezag zal nagegaan moeten worden of hiertegen maatregelen genomen moeten worden. Omdat het hier gaat om het wegglopen van water en niet het omhoog komen van water kan als voorzorgsmaatregel gekozen worden voor het aanbrengen van een meter zwelklei in de open stalen buispalen direct voor het trekken van de buizen om ervoor te zorgen, dat er gegarandeerd een afsluitende laag ontstaat na het trekken van de open stalen buispalen.

3 Bijlage B Paalberekening torenkraan Blok A t/m D

Beschikbaar gestelde documenten:

[A] Belastingen torenkranen d.d. 11-10-2021

Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden voor de berekeningen:

Blok A en C

- Paaltype: Open stalen buispaal
- Beschouwde paaldiameters:
 - $\varnothing 914/14$, $\varnothing 1016/14$ en $\varnothing 1067/14$

Blok B en D

- Paaltype: prefab betonpaal VK350 en VK400

Overige uitgangspunten

- Veiligheidsklasse RC2
- Voor Blok A is sondering 08 beschouwd; Voor Blok B is sondering 16 beschouwd; Voor Blok C is sondering 35 beschouwd; Voor Blok D is sondering 45 beschouwd
- GWS: NAP + 0,6 m
- Onderkant negatieve kleef niveau: NAP – 5,5 m à NAP – 6 m
- Bovenkant positieve kleef niveau: NAP – 5,5 m à NAP – 6 m
- Kopniveau paal torenkranen blok A en C: NAP + 1,9 m (conform opgave constructeur)
- Kopniveau paal torenkranen blok B en D: NAP + 1,2 m
- Geen bovenbelasting meegenomen
- Niet-stijf bouwwerk i.c.m. $k_{si} = 1,39 [-]$

De verticale en horizontale belastingen zijn opgegeven door de constructeur:

Blok A

- $F_{z;d} = 3160 \text{ kN}$ & $F_{z;k} = 1914 \text{ kN}$
- $F_{H;d} = 140 \text{ kN}$ & $F_{H;k} = 84,5 \text{ kN}$
- $F_{z;M;d} = M_d / 10 / 2 = 48 \text{ kN}$ & $F_{z;M;d} = 29,1 \text{ kN}$

Blok B

- $F_{z;d} = 2235 \text{ kN}$ & $F_{z;k} = 1355 \text{ kN}$
- $F_{H;d} = 104 \text{ kN}$ & $F_{H;k} = 63 \text{ kN}$
- $F_{z;M;d} = M_d / 8 / 2 = 48 \text{ kN}$ & $F_{z;M;d} = 24 \text{ kN}$

Blok C

- $F_{z;d} = 2300 \text{ kN}$ & $F_{z;k} = 1394 \text{ kN}$
- $F_{H;d} = 124 \text{ kN}$ & $F_{H;k} = 75 \text{ kN}$
- $F_{z;M;d} = M_d / 10 / 2 = 48 \text{ kN}$ & $F_{z;M;d} = 29,1 \text{ kN}$

Blok D

- $F_{z;d} = 2373 \text{ kN}$ & $F_{z;k} = 1438 \text{ kN}$
- $F_{H;d} = 109 \text{ kN}$ & $F_{H;k} = 66 \text{ kN}$
- $F_{z;M;d} = M_d / 8 / 2 = 45,4 \text{ kN}$ & $F_{z;M;d} = 27,5 \text{ kN}$

De uitgangspunten aangehouden voor de D-Sheet Single Pile berekening gemaakt voor de stalen buispalen in Blok A zijn als volgt:

- D-Sheet Piling i.c.m. c , ϕ' , δ' grond parameters
- MV: NAP + 1,2 m
- Stijghoogte zandpakket: NAP + 0 m

Grondopbouw en parameterset – Blok A

De parameters o.b.v. sondering S8 voor D-Sheet zijn bepaald a.d.h.v. NEN9997-1 Tabel 2.b. De Mènard beddingen zijn bepaald middels een in-house gevalideerde rekensheet. Onderstaand zijn ter voorbeeld de beddingen gegeven voor een open stalen buispaal Ø914/14.

Soort	B.k. laag m NAP	γ kN/m ³	c kPa	ϕ' °	K_h kN/m ³
Topzandlaag	+1,2	17/19	0	30	16400
Klei, slap	-0,5	15	2	17,5	1800
Klei, slap	-1,25	14	2	17,5	1800
Klei, slap	-4,0	14	2	17,5	1800
Zand, los	-5,25	17/19	0	30	27300
Zand, los/matig	-12,0	18/20	0	31,25	41000
Zand, vast	-17,0	19/21	0	35	81900

Resultaten draagvermogenberekening – Blok A en C

In onderstaande tabel zijn de benodigde PPNs gegeven voor de torenkraan Blok A:

Paaldiameter Ø	PPN m NAP	$F_z;d$ kN	$R_{c;net;d}$ kN	U.C.
914/14	-19,25	3208	3349	0,96
1016/14	-18,0	3208	3273	0,98
1067/14	-17,5	3208	3333	0,96

In onderstaande tabel zijn de benodigde PPNs gegeven voor de torenkraan Blok C:

Paaldiameter Ø	PPN m NAP	$F_z;d$ kN	$R_{c;net;d}$ kN	U.C.
914/14	-17,75	2348	2414	0,97
1016/14	-16,75	2348	2410	0,97
1067/14	-16,25	2348	2442	0,96

Noot: Afhankelijk van gewicht stalen frame voor de torenkraan kan een diepere PPN benodigd zijn. Het eigen gewicht van het stalen frame dient dus nog bij de belasting opgeteld te worden.

Resultaten draagvermogenberekening – Blok B en D

In onderstaande tabel zijn de benodigde PPNs gegeven voor de torenkraan Blok B:

Paal	PPN m NAP	$F_z;d$ kN	$R_{c;net;d}$ kN	U.C.
VK350	-22,0	2283	2339	0,98
VK400	-20,75	2283	2610	0,87

In onderstaande tabel zijn de benodigde PPNs gegeven voor de torenkraan Blok D:

Paal	PPN m NAP	$F_z;d$ kN	$R_{c;net;d}$ kN	U.C.
VK350	-22,75	2418	2507	0,97
VK400	-20,75	2418	2779	0,87



Datum
24 december 2021
Referentie
202112-0441m v3.0
Blad
9 van 15

Resultaten D-Sheet Single Pile berekening – Blok A

In onderstaande tabel is een overzicht verstrekt van de resultaten van de Single Pile berekeningen uitgevoerd met D-Sheet Piling (2^e-orde effect is meegenomen).

Paaldiameter Ø	Staalkwaliteit	PPN	$F_{z;d}$	$F_{h;d}$	M_{Ed}	V_d	u_h	M_{Rd}	U.C.-M
		m NAP	kN	kN	kNm	kN	mm	kNm	-
914/14	S355	-19,25	3208	140	350	140	6,8	3156	0,11
1016/14	S355	-18,0	3208	140	315	140	5,6	3905	0,08
1067/14	S355	-17,5	3208	140	302	140	5,2	4331	0,07

Conclusie: Buigend moment is niet maatgevend voor de open stalen buispalen.

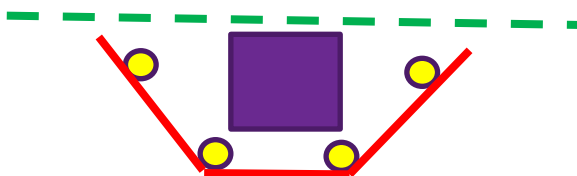
4 Bijlage C Aanvaarbeveiliging voor torenkraan Blok A en C

Situatie

Op ca. 7,2 m van de kade af moeten open stalen buispalen geïnstalleerd worden voor de fundering van de torenkraan. Na het trekken moet het ontstane gat weer gedicht worden. De onderste helft van de Doorslag blijft open voor pleziervaart. Hier komen vaartuigen van klasse CEM0 en kunnen varen over een breedte van 9 m.

Om de torenkraan te kunnen beschermen dient een aanvaarbeveiliging aangebracht te worden. Vanaf rand stalen buispaal onder de poot van de torenkraan is er een maximale ruimte van ca. 1,45 m beschikbaar om de aanvaarbeveiliging aan te brengen.

Hieronder is een principedetail gegeven van hoe de aanvaarbeveiliging eruit moet komen te zien. Er zijn tenminste 4 buispalen nodig voor goede bescherming:



Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn aangehouden voor de berekening:

- Berekening is uitgevoerd in D-Sheet Single Pile i.c.m. c , φ' , δ' grond parameters
- Paaltype: Open stalen buispaal $\varnothing 1016/14$
- Aangezien dit een calamiteit betreft worden de belasting, partiële en materiaalfactoren op 1,0 gezet.
- Voor Blok A is sondering 08 beschouwd; voor blok C is sondering 35 beschouwd
- GWS: NAP + 0,6 m
- Stijghoogte zandpakket: NAP + 0 m
- Bodem watergang: NAP – 1,9 m (0,75 m speling tussen onderkant boot en bodem)
- Kopniveau paal: NAP + 3,1 m (niveau belasting plus 1 m aan botsoppervlak)

Uit het Vaarwegmanagementplan Versmalling Doorslag d.d. 15-11-2021 is het volgende gehaald m.b.t. een CEMT-klasse 0 vaartuig:

De Doorslag valt in de CEMT-klasse 0, voor deze klasse zijn internationaal geen opgaven.

Het nautisch-beheer van de Stichtse Rijnlanden geeft voor de Doorslag de volgende toegestane maatvoering voor de scheepvaart;

Maximale	Lengte	38m
	Breedte	5.45m
	Diepgang	1.75m
	Hoogte	kanaalpeil +4.75m

De scheepvaart bestaat voornamelijk uit pleziervaart.

De belastingen zijn bepaald voor een CEMT-klasse 0 vaartuig conform NEN-EN 1991-1-7 art. 4.6.2 en bijlage C.4:

- $F_{x;d} = 500 \text{ kN}$
- $F_{y;d} = 250 \text{ kN}$

De belasting grijpt aan op 1,5 m boven de waterlijn op NAP + 2,1 m conform art. 4.6.2 van de norm. Er wordt gerekend met een maximale belasting van 500 kN tegen de paal omdat de grenslijn slechts een visuele afscherming betreft.

Grondopbouw en parameterset

Blok A: De parameters o.b.v. sondering S8 voor D-Sheet zijn bepaald a.d.h.v. NEN9997-1 Tabel 2.b. De Ménard beddingen zijn bepaald middels een in-house gevalideerde rekensheet.

Soort	B.k. laag	γ	c	φ'	K_h
	m NAP	kN/m ³	kPa	°	kN/m ³
Klei, slap	-1,9	14	2	17,5	1700
Klei, slap	-4,0	14	2	17,5	1700
Zand, los	-5,25	17/19	0	30	26000
Zand, los/matig	-12,0	18/20	0	31,25	39000
Zand, vast	-17,0	19/21	0	35	78000



Blok C o.b.v. S35:

Soort	B.k. laag	γ	c	φ'	K_h
	m NAP	kN/m ³	kPa	°	kN/m ³
Klei, slap	-1,9	14	2	17,5	1700
Klei, slap	-2,75	14	2	17,5	1700
Zand, los	-5,75	17/19	0	30	13000
Zand, los/matig	-12,0	18/20	0	31,25	26400
Zand, vast	-15,0	19/21	0	35	65000

Resultaten D-Sheet Single Pile berekeningen

In onderstaande tabellen zijn een overzicht verstrekt van de resultaten van de Single Pile berekeningen uitgevoerd met D-Sheet Piling.

Blok	Paaldiameter Ø	Staalkwaliteit	PPN	M_{Ed}	V_d	u_h
			m NAP	kNm	kN	mm
A	1016/14	S355	-15,0	3747	700	248,3
C	1016/14	S355	-15,0	3816	689	295,3

Buigend moment:

$$M_{Rd} = W_y \times f_y = 3905 \text{ kNm}$$

$$U.C. = 3816/3905 = 0,98 < 1 > \text{Akkoord}$$

Dwarskracht bij buizen conform art. 6.2.6. NEN-EN 1993-1-1:

$$A_v = 2A/\eta \text{ met } \eta \text{ conform EN 1993-1-5 (1,0 is conservatief)}$$

$$A = 0,25 \times \pi \times (1016^2 - 988^2) = 44070 \text{ mm}^2$$

$$A_v = 2A = 88140 \text{ mm}^2$$

$$T_{Ed} = 700 \times 10^3 / 88140 = 8 \text{ N/mm}^2$$

$$U.C. = 8 / 355/\sqrt{3} = 0,04 > \text{akkoord}$$

Vervorming

$$u_h = 295 \text{ mm} < 1000 \text{ mm} > \text{Akkoord}$$

Minimale afstand rand paal torenkraan tot rand paal aanvaarbeveiliging

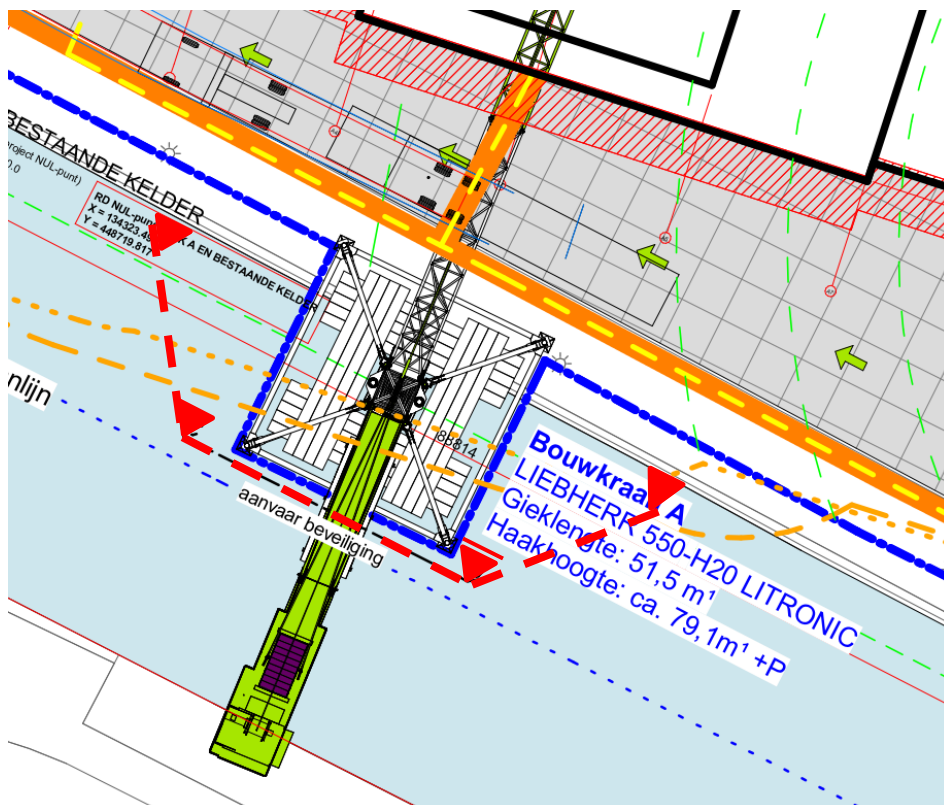
Met bovenstaand bepaalde vervorming dient de minimale afstand tussen de palen van de aanvaarbeveiliging en de torenkraan (rand) bepaald te worden. De vervorming van de open stalen buispalen bedraagt ca. 300 mm.

Hierbij dient de uitvoeringstoleranties van 100 mm voor de open buispalen van de torenkraan en aanvaarbeveiliging mee genomen te worden. In het ergste geval staan beide palen 100 mm naar elkaar toe.

Hierboven op wordt er een extra tolerantie van 100 mm meegenomen resulterend in een minimale afstand tussen de twee palen (dagmaat) van $300 + 2 \times 100 + 100 = 600 \text{ mm}$.

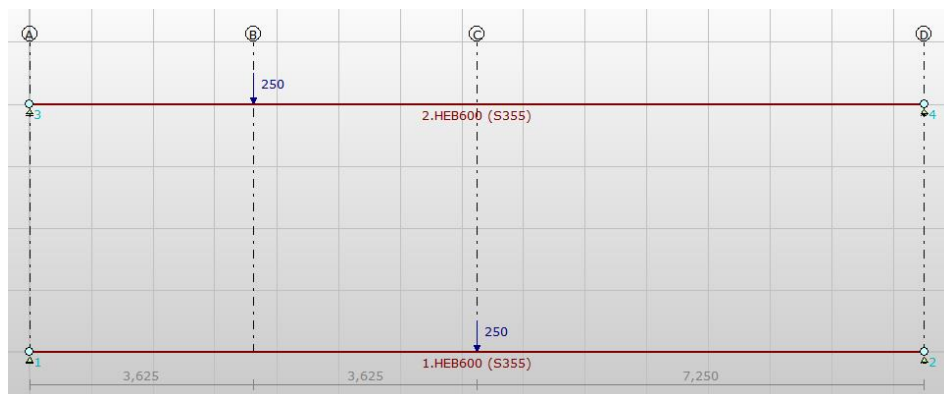
5 Bijlage D Berekening gording aanvaarbeveiliging

Voor de palen wordt er een gording voorlangs gezet als railing die de torenkraan moet beschermen tegen een mogelijke aanvaring. In onderstaande figuur is schematisch aangegeven hoe dit er uit kan komen te zien:



Figuur 5-1: Bovenaanzicht schematisatie aanvaarbeveiliging

De aanvaarbeveiliging bestaat uit vier palen waarvoor langs een gording zal lopen. De verschillende delen worden geschematiseerd als een ligger op twee steunpunten (de palen). Onderstaand zijn 2 belastinggevallen bekeken voor de maatgevende situatie.



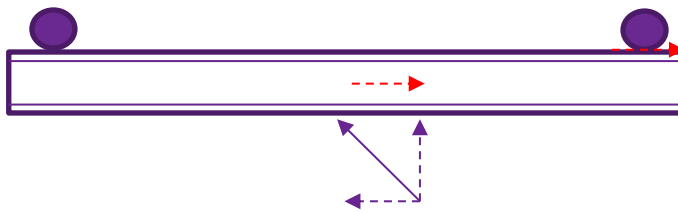
Figuur 5-2: Modellerings gording



De volgende uitgangspunten zijn aangehouden voor de berekening:

- Toepassen 1 gording HEB600 S355 kwaliteit van $L = 14,5$ m
- Aangezien het een calamiteit betreft, worden alle belastingfactoren op 1,0 [-] gezet
- De gording wordt elastisch getoetst
- Veiligheidshalve is aangehouden dat $F_{y,d} = 250$ kN (H4) volledig haaks op de gording zal werken.

Er kan zich ook de situatie voordoen waarbij een aanvaring plaatsvindt onder een hoek. Doordat de belasting aangrijpt onder een hoek wordt er een belasting haaks en parallel op de gording geïntroduceerd. Dit is in onderstaande figuur geschematiseerd.



Uitgangspunt voor deze berekening is dat de belasting, die parallel zal aangrijpen in een dergelijke situatie, er niet voor zal zorgen dat de gording zal gaan uitknikken. De gording zal deze belasting middels trek (in het rood aangegeven) naar de andere paal leiden.

Uit de toetsing volgt een maatgevende U.C. van $0,96 < 1 >$ Akkoord.

De vervorming van de gording bedraagt maximaal 44 mm. Veiligheidshalve dient de ruimte tussen het plateau waar de torenkraan op staat en flens van de gording aangehouden te worden op 150 mm.

Datum
24 december 2021

Referentie
202112-0441m v3.0

Blad
15 van 15

6 Bijlage E Overzichtstekening

Hieronder is schematisch een overzichtstekening (dwarsdoorsnede) verstrekt met daarin in het blauw de paal van de aanvaarbeveiliging. In het zwart is de paal voor de torenkraan getekend. De tekening zal in een later stadium definitief uitgewerkt moeten worden.

