

Quarleshaven Vlissingen

Berekening kraanbaan

Opdrachtgever:

Shipyard Reimerswaal
Postbus 15
4417 ZG Hansweert



Adviseur:

Ingenieursburo Maters en de Koning

Multatulilaan 8

4707 LZ Roosendaal

tel. : (0165) 524 524

fax. : (0165) 524 525

Bisletweg 2

2905 AW Capelle aan den IJssel

tel. : (010) 258 18 20

fax : (010) 258 18 21

www.matersendekoning.nl

info@matersendekoning.nl

Projectnummer: 16.014 Documentnummer: 16.014-01-DO Versie: 0.1 Datum: 02-02-2016		
Opgesteld:	ing. A.R. Azizi	Paraaf: 
Gecontroleerd:	ing. M. P. Bal	paraaf: 
Geautoriseerd:	ing. D. de Koning	paraaf: 
Akkoord opdrachtgever:		Datum/paraaf:

Berekening kraanbaan

Revisiehistorie

Versie	Status	Datum	Omschrijving	Door
0.1	Concept	02-02-2016	Eerste concept uitgave interne controle	ARA

Berekening kraanbaan

Inhoudsopgave

1. Inleiding	5
1.1. Projectomschrijving	5
1.2. Doel van dit document	6
1.3. Referentiedocumenten	6
1.4. Referentietekeningen	6
1.5. Normen, bepalingen en richtlijnen	7
1.6. Gebruikte software	7
2. Uitgangspunten	8
2.1. Veiligheidsfilosofie	8
2.1.1 Veiligheid en betrouwbaarheid	8
2.1.2 Veiligheidsfactoren	8
2.1.3 Combinatiefactoren	8
2.1.4 Milieuklasse beton	8
2.2. Materiaalspecificaties	9
2.3. Geotechnisch profiel	9
3. Belastingen en combinaties	10
3.1. Eigen gewicht betonnen kraanbaan	10
3.2. Terreinbelasting	10
3.3. Kraanbaanbelasting torenkraan	10
4. Modellerings	11
4.1. Kraanbaan Landzijde	11
4.1.1 Berekeningsresultaten betonnen balk	11
4.1.2 Reactiekracht op fundering	11
4.2. Kraanbaan Waterzijde	12
4.2.1 Berekeningsresultaten betonnen balk	12
4.2.2 Reactiekracht op fundering	13
5. Berekeningen	14
5.1. Wapening Kraanbaan Landzijde	14
5.1.1 Funderingsberekening	14
5.2. Wapening Kraanbaan Waterzijde	15
5.2.1 Funderingsberekening	15
6. Berekening console stormpen	16
6.1. Uitgangspunten	16
6.1.1 Belasting	16
6.1.2 Afmetingen console	16
6.2. Berekening	16
6.2.1 Algemeen	16
6.2.2 Berekening 1	17
6.2.3 Berekening 2	17



Berekening kraanbaan

6.2.4	Berekening 3.....	18
Bijlage A	Sonderingen.....	19
Bijlage B	Berekening kraanbaan Landzijde.....	20
B.1	Belastingen.....	20
B.2	Bepalen veerondersteuning.....	21
B.3	Scia rapport landzijde.....	22
B.4	Wapeningsberekening kraanbaan landzijde.....	23
B.5	Funderingsberekening.....	24
Bijlage C	Berekening kraanbaan Waterzijde.....	25
C.1	Bepalen veerondersteuning.....	25
C.2	Scia rapport Waterzijde.....	26
C.3	Wapeningsberekening kaanbaan tpv nieuw kade.....	27
C.4	Wapeningsberekening overgang.....	28
C.5	Wapeningsberekening kaanbaan tpv bestaande kade.....	29
C.6	Berekening draagkracht palen.....	30
Bijlage D	Berekening wapening Console.....	31



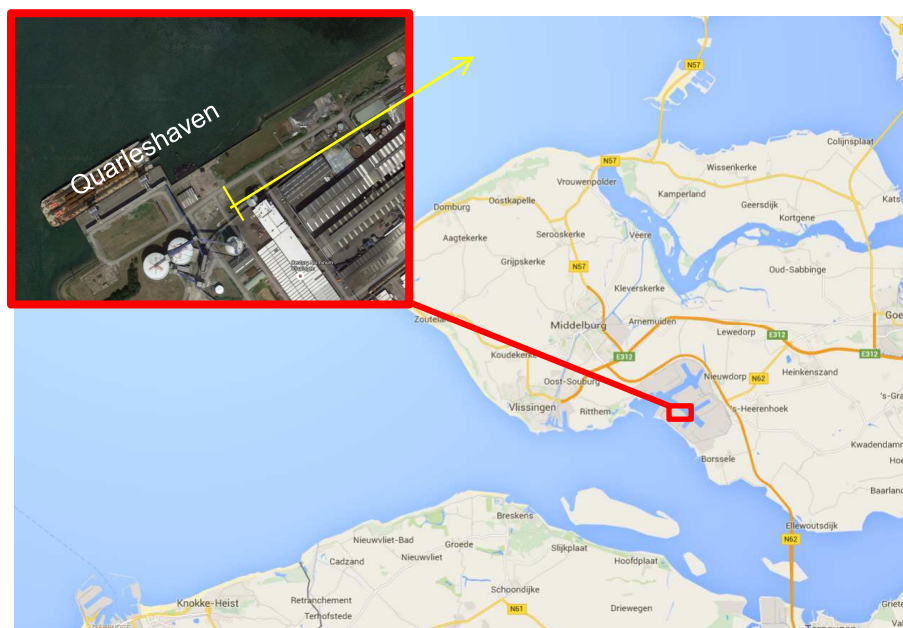
Berekening kraanbaan

1. Inleiding

1.1. Projectomschrijving

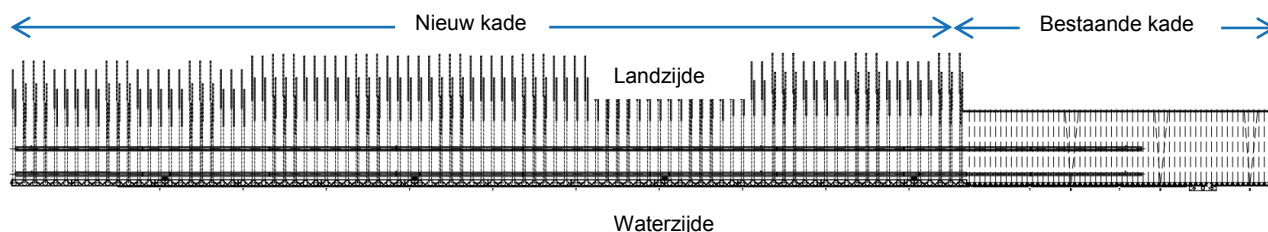
Ten behoeve van het verplaatsen van de bedrijfsactiviteiten van scheepswerf Reimerswaal naar de Quarleshaven te Vlissingen, is ca. 300 m verlenging van de daar gelegen 'Buitenkade' gewenst.

De verlenging zal ruimte moeten bieden aan het afmeren van schepen en de plaatsing van 2 droogdokken welke momenteel op de huidige werf achter de sluis te Hansweert liggen. Deze droogdokken zullen in de nieuwe situatie worden ontsloten door twee gekoppelde pontons die met een brug vanaf de bestaande kade bereikt kunnen worden.



Figuur 1-1: Projectlocatie Quarleshaven, Vlissingen

Het kadeterrein zal naast voorkomende havenvoertuigen gebruikt worden door een kraan op rails en een mobiele kraan. Achter de nieuw kade en een gedeelte van de bestaande kade wordt een kraanbaan geplaatst, deze wordt ca. 385m lang. De kraanbaan bestaat uit twee rails, waarbij de hoh-afstand van de rails 8,0m bedraagt. De kraanbaan aan de landzijde wordt volledig op staal gefundeerd. De kraanbaan aan de waterzijde wordt in twee delen gesplitst. Het gedeelte bij nieuw kade wordt op staal en het gedeelte bij bestaande kade op palen gefundeerd.



Berekening kraanbaan

1.2. Doel van dit document

Voorliggend document behandelt de berekening van de kraanbaan te Quarleshaven, Vlissingen. Deze berekening omvat het volgende:

- Berekening van de kraanbaan aan de landzijde;
- Berekening kraanbaan aan de waterzijde op staal;
- Berekening kraanbaan aan de waterzijde op palen;
- Berekening stormpen.

Gebruikte afkortingen in referenties:

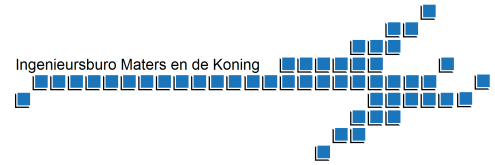
ZSP	=	Zeeland Seaports	(opdrachtgever)
SWR	=	Scheepswerf Reimerswaal	(gebruiker)
MdeK	=	Ingenieursburo Maters en de Koning	(ontwerper kade uitbreiding)
WGR	=	N.V. Architecten- en Ingenieursbureau Ir. F.C. de Weger	(ontwerper 1970)
FUG	=	Fugro GeoServices B.V.	(aannemer grondonderzoek 2015)

1.3. Referentiedocumenten

Ref.	Naam	Omschrijving	Opsteller	Versie	Datum
[R1]	FPvE ZSP10160	Functioneel programma van eisen – Vestiging Scheepswerf Reimerswaal in de Quarleshaven	ZSP	1.0	31-03-2015
[R2]	TPvE ZSP10160	Technisch Programma van Eisen – Scheepswerf Reimerswaal	ZSP	0.1	18-05-2015
[R3]	15.178-02-BER kade Quarleshaven	Uitbereiding kademuur en voorzieningen t.b.v. Scheepswerf Reimerswaal – DO nieuwe kadeconstructie	MedK	3.0	18-01-2016
[R4]	15.178.06 BER Quarleshaven - Reimerswaal	Uitbereiding kademuur en voorzieningen – controle bestaande kade	MedK	1.0	01-11-2015
[R5]	1315-0300-000	Grondonderzoek – Quarleshaven te Vlissingen-Oost	FUG	-	21-09-2015

1.4. Referentietekeningen

Ref.	Naam	Omschrijving	Opsteller	Versie	Datum
[T1]	15.178-101-TEK-DO	Situatie bestaand	MedK	0	14-01-2016
[T2]	15.178-102-TEK-DO	Situatie nieuw	MedK	0	14-01-2016
[T3]	15.178-103-TEK-DO	Doorsneden nieuwe situatie	MedK	0	14-01-2016
[T4]	15.178-106-TEK-DO	Principe ladders en wijkhout	MedK	0	14-01-2016
[T5]	15.178-107-TEK-DO	Details bluswaterput en drainage	MedK	0	14-01-2016
[T6]	15.178-110-TEK-DO	Doorsneden beton, vorm en wapening	MedK	0	14-01-2016
[T7]	15.178-113-TEK-DO	Kraanbaan	MedK	0	14-01-2016
[T8]	1170-123	Pechiney Usine de Vlissingen - Buitenkade - Doorsneden damwanden buitenkade	WGR	A	26-01-70
[T9]	1170-1002	Pechiney Usine de Vlissingen - Buitenkade - Linker vleugelwand met ankerwand en verankering	WGR	B	20-02-70



Berekening kraanbaan

1.5. Normen, bepalingen en richtlijnen

Ref.	Naam	Omschrijving
[N1]	NEN-EN 1990 + NB	Eurocode 0: Grondslagen van het constructief ontwerp
[N2]	NEN-EN 1991 + NB	Eurocode 1: Belastingen op constructies
[N3]	NEN-EN 1991-2 + NB	Eurocode 1: Verkeersbelasting op bruggen
[N4]	NEN-EN 1992 + NB	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies
[N5]	NEN-EN 1997 + NB	Eurocode 7: Geotechniek
[N6]	CUR 211 ^E (2nd ed.)	Quay Walls – SBRCURnet
[N7]	CUR 166 (6 ^e herz. Druk)	Damwandconstructies

1.6. Gebruikte software

Ontwikkelaar	Programma	versie	Toepassing
Deltares systems	D-Foundations	15.1	Funderingsberekeningen
MatrixFrame	Geotechniek	5.2	Fundering op staal
Nemetscheck	Scia Engineer	15.1	Raamwerkprogramma
IDEA RS	IDEA Concrete	5.0	Beton doorsnedetoetsing
PCS	Mathcad Prime	3.1	Mathematische berekeningen

Berekening kraanbaan

2. Uitgangspunten

2.1. Veiligheidsfilosofie

2.1.1 Veiligheid en betrouwbaarheid

Technische levensduur	50 jaar	
Gevolgklasse	CC 2	[N1]
Betrouwbaarheidsklasse	RC 2	[N1]
Geotechnische categorie	GC 2	[N5]

2.1.2 Veiligheidsfactoren

Onderstaande tabel volgens de eurocode worden gehanteerd in de te berekenen combinaties.

Ontwerp Grenstoestand		Permanente belasting	Incidentele belasting	Overheersende variabele belasting	Bijkomende variabele belasting
UGT (B)	Blijvend + tijdelijk	ongunstig $\Sigma \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	-	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
		gunstig $\Sigma \gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$			
	Incidenteel	ongunstig $\Sigma G_{kj,sup}$	A_d	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\Sigma \psi_{2,1} Q_{k,i}$
		gunstig $\Sigma G_{kj,inf}$			
BGT	BGT karakteristiek	ongunstig $\Sigma G_{kj,sup}$	-	$Q_{k,1}$	$\Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$
		gunstig $\Sigma G_{kj,inf}$			
	BGT frequent	ongunstig $\Sigma G_{kj,sup}$	-	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$
		gunstig $\Sigma G_{kj,inf}$			
	BGT quasi permanent	ongunstig $\Sigma G_{kj,sup}$	-	-	$\Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$
		gunstig $\Sigma G_{kj,inf}$			

Tabel 2-1: Combinatieregels belastingfactoren volgens NEN-EN 1990 NB [N1]

2.1.3 Combinatiefactoren

Belasting	Karakteristiek ψ_0	Frequent ψ_1	Quasi permanent ψ_2
Uniforme terreinbelasting (containers, bulk)	0,8	0,8	0,4
Verkeersbelastingen (havenvoertuigen)	0,8	0,8	0,4
Kraanbelastingen	0,8	0,8	0,4
Natuurlijke / meteorologische belastingen (wind / golven / temperatuur / stroming)	0,7	0,3	0,2

Tabel 2-2: Tabel 6.5 Combinatiefactoren conform [N1]; [N3]; [N6]

2.1.4 Milieuklasse beton

Onderdeel	type	code	toelichting
Deksloof	Carbonatatie	XC4	Wisselend nat en droog
	Chloriden	XD3	Wisselend nat en droog
	Zeewater	XS3	Getijde-, spat- en stuifzones
	Vorst-/Dooi	XF2	Niet volledig verzadigd met water, met dooizouten
	Chemisch	XA1	Zwak agressief chemisch milieu volgens tabel 2 van EN 206-1

Tabel 2-3: Milieuklasse beton

Berekening kraanbaan

2.2. Materiaalspecificaties

Nieuw in het werk gestort beton:

Kwaliteit : C30/37

Betonstaal : B 500 B

Dekking : 50mm

2.3. Geotechnisch profiel

Ten behoeve van dit project heeft Fugro geoservices BV een grondonderzoek uitgevoerd. Het betreft hier 26 landsonderingen en 4 tal watersonderingen. Voor de berekening van de kraanbaan ter plaatse van bestaande kade zijn sondering DKM 201 t/m DKM 203 van toepassing. Voor het gedeelte bij de nieuw kade zijn sondering DKM01 t/m DKM 23 van toepassing. Situatietekening en sonderingen zijn in Bijlage A opgenomen.

Met behulp van het grondonderzoek, tabel 2.b 'Representatieve waarden voor grondeigenschappen' volgens NEN9997, tabel 3.3 'Representatieve waarde voor het laag- en hooggemiddelde van de horizontale beddingconstante bij spanningsverhoging' van de CUR 166 en ervaringsgetallen zijn de grondparameters bepaald.

Bij uitvoering van het werk zijn volgende aandachtspunten van belang :

- Om de kraanbaan te kunnen aanbrengen wordt eerst plaatselijk ontgraven. Na het plaatsen van kraanbaan dient de grond verdicht worden.
- De grondopbouw tpv van de kraanbaan dient uit een verdichte zandlaag met een minimale conusweerstand van 5,0Mpa te bestaan, tot een diepte 2,0m onder onderkant kraan. Dit in verband met voorkomen van de ongewenste zakkingen en het behalen van voldoende draagkracht. (Voor de toetsing van de draagkracht wordt uit gegaan van een gemiddelde sondering met een conusweerstand van 5,0Mpa).



Berekening kraanbaan

3. Belastingen en combinaties

3.1. Eigen gewicht betonnen kraanbaan

Het eigengewicht van de kraanbaan wordt op basis van de afmetingen door het rekenprogramma bepaald.

3.2. Terreinbelasting

Voor de terreinbelasting wordt volgende aangehouden.

q_{tr} : 50 kN/m² (tot 50 m achter de kade)

3.3. Kraanbaanbelasting torenkraan

Voor de specificaties van de kraan zie [R1].

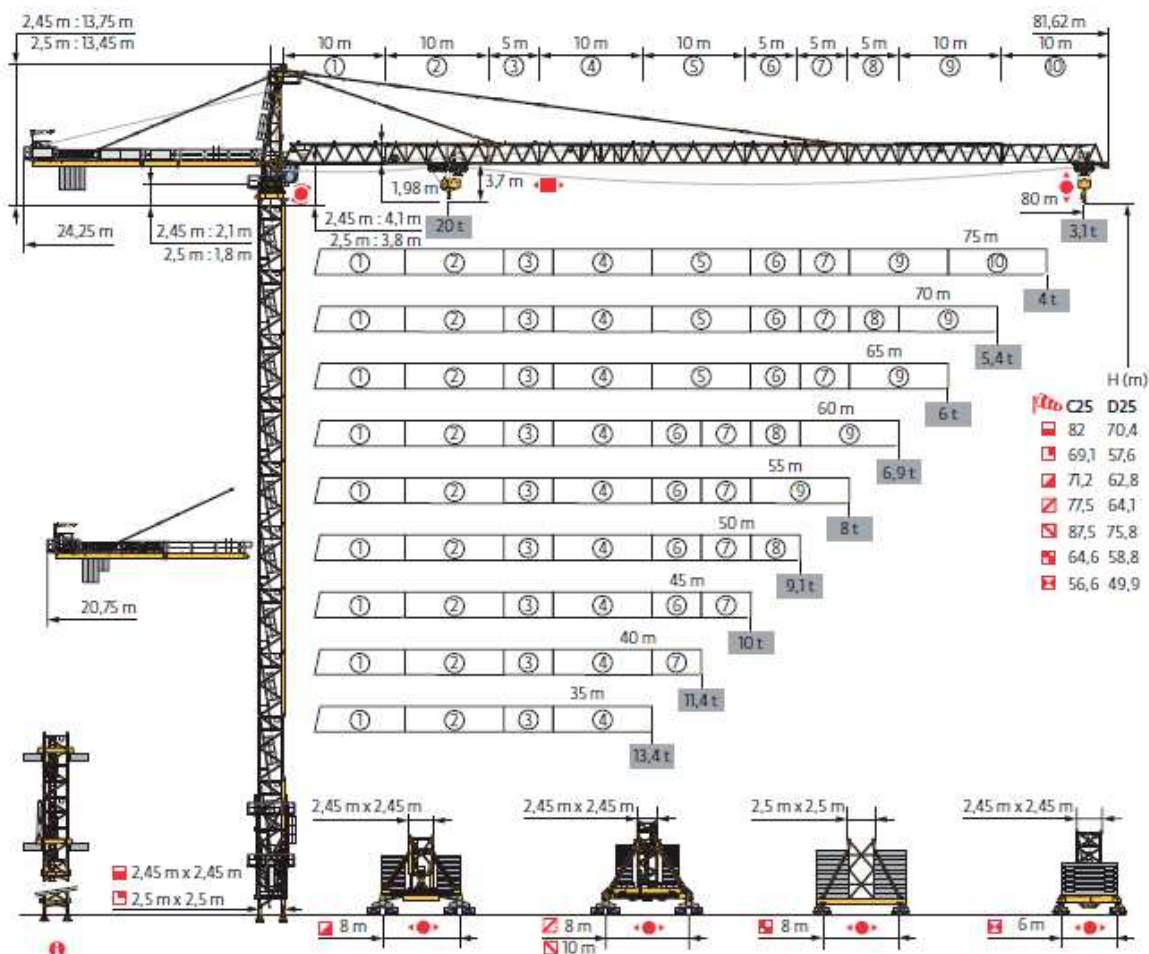
Kraantype : Potain MD485 B M20

Capaciteit : 20 ton (deze belasting kan over het hele lengte v/d kraanbaan optreden)

H.o.h. afstand kraanbanen : 8,0 m

Horizontale belasting : 10% van verticale belasting (haaks en evenwijdig)

Belasting stormpen : 10% van verticale belasting (inschatting)



Figuur 3-1: Kraan Potain MD485 B M20

Berekening kraanbaan

4. Modellingering

Ten behoeve van Potain kraan wordt over het gehele lengte van de nieuw kadeconstructie en een gedeelte van de bestaande kade te Quarleshaven (ca. 85m) een kraanbaan aangelegd. De totale lengte van de kraanbaan is 385m.

4.1. Kraanbaan Landzijde

De kraanbaan aan de landzijde wordt volledig op staal gefundeerd. Voor de bepaling van de maatgevende krachten is deze in Scia Engineer gemodelleerd. Hierbij is de kraanbaan als een doorgaande ligger op een verende ondersteuning gemodelleerd. De verticale veerwaarden zijn met behulp van het rekenprogramma MatrixGeo bepaald. Als uitgangspunt wordt aangenomen dat de werkelijke veerwaarde met een factor van $\sqrt{2}$ kan variëren van het berekende resultaat. Voor de horizontale ondersteuning van de kraanbaan wordt een vaste scharnier gemodelleerd, hierbij wordt vanuit gegaan dat de horizontale belasting door de verhardingslaag worden opgenomen.

$$C_{laag} = (F / w) / \sqrt{2} \approx 15 \text{ MN/m}$$

$$C_{hoog} = (F / w) \times \sqrt{2} \approx 30 \text{ MN/m}$$

F : 200 kN, Eenheid belasting, ingevoerd in MatrixGeo, zie bijlage 0

w : 9,3mm, zakking tgv belasting

De Scia berekening is in bijlage 0 toegevoegd. Hierbij zijn twee rekenmodellen gemaakt. Voor de bepaling van de maatgevende krachten voor funderingsberekening is de bovengrens van de veerwaarden maatgevend. Voor de krachten in de betonnen balk zal ondergrens van de veerwaarde maatgevend zijn.

4.1.1 Berekeningsresultaten betonnen balk

De resultaten uit de Scia berekening zijn hieronder opgegeven, voor een volledig overzicht van de resultaten wordt verwezen naar bijlage 0.

	V _z	M _z
	[Nm]	[kNm]
UGT5/2	-471,97	762,66
UGT4/3	469,22	268,81
UGT4/3	-17,13	-530,10
UGT4/3	0,94	1157,93

Tabel 4-1: Resultaten balk UGT

4.1.2 Reactiekracht op fundering

R_{z,UGT} : 232,0kN/m

R_{z,BGT} : 159,8kN/m

Berekening kraanbaan

4.2. Kraanbaan Waterzijde

De kraanbaan aan de waterzijde wordt in twee delen opgesplitst. De gedeelte tpv nieuw kade wordt op staal gefundeerd, het deel bij de bestaande kade wordt op palen gefundeerd. De berekening van de kraanbaan is in Scia Engineer uitgevoerd, zie Bijlage C. De kraanbaan is als een doorgaande ligger gemodelleerd, waarbij de gedeelte bij nieuw kade conform hoofdstuk 4.1 op staal gefundeerd wordt. De veerwaarde van de palen bij bestaande kade zijn bepaald met behulp van D-foundation, ook hier wordt gewerkt met onder en bovengrens benadering van de verticale veren. Voor de horizontale ondersteuning van de kraanbaan wordt een vaste scharnier gemodelleerd, hierbij wordt vanuit gegaan dat de horizontale belasting door de verhardingslaag worden opgenomen.

Palen : prefab 380x380
Hoh-palen : 1,66m (afgestemd op bestaande verankering)
 $C_{laag} = (F / w) / \sqrt{2} \approx 70 \text{ MN/m}$
 $C_{hoog} = (F / w) \times \sqrt{2} \approx 140 \text{ MN/m}$
F : 300kN, Eenheid belasting, ingevoerd in D-foundation, zie bijlage C.1.
w : 3mm, zakking paalpunt tgv belasting

4.2.1 Berekeningsresultaten betonnen balk

De resultaten uit de Scia berekening zijn hieronder opgegeven, voor een volledig overzicht van de restanten wordt verwezen naar bijlage 0.

	V_z	M_z
	[kN]	[kNm]
UGT2/4	-776,72	476,59
UGT2/4	490,65	380,30
UGT3/5	-405,77	-663,16
UGT2/4	20,00	1242,50

Tabel 4-2: Resultaten balk bij nieuw kade UGT

	V_z	M_z
	[kN]	[kNm]
UGT12/17	-616,74	8,66
UGT12/17	605,86	381,63
UGT3/5	-89,57	-774,33
UGT17/18	59,36	789,08

Tabel 4-3: Resultaten balk bij bestaande kade UGT

Berekening kraanbaan

4.2.2 Reactiekracht op fundering

Kraanbaan op staal

$R_{z,UGT}$: 232,0kN/m

$R_{z,BGT}$: 159,8kN/m

Kraanbaan op palen

De eerste paal bij de overgang van de nieuw naar bestaande kade wordt het zwaarst belast.

	$R_{z,UGT}$	$R_{z,BGT}$
	[kN]	[kN]
1 ^e paal	568,3	391,5
alle palen	443,8	304,8

Paalkopmoment

De terrein achter de kade wordt voorzien van een verhardingslaag. Deze laag zorgt voor opname van horizontale funderingslasten. De palen worden praktisch gewapend.

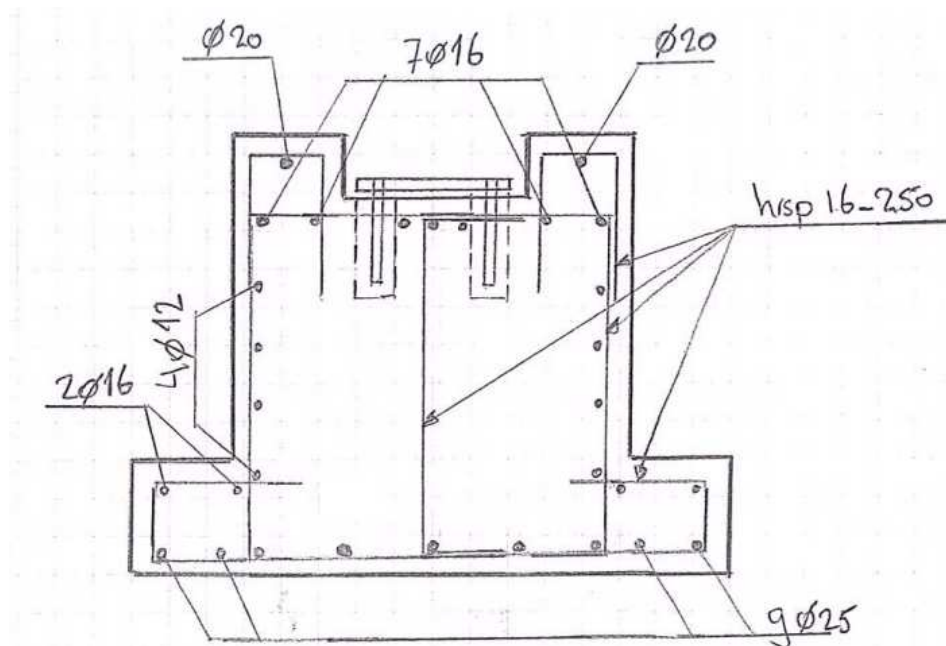


Berekening kraanbaan

5. Berekeningen

5.1. Wapening Kraanbaan Landzijde

De berekening van de wapening is op basis van de maatgevende krachten in het programma IDEA uitgevoerd. Deze berekening is in bijlage 0 toegevoegd. Voor toegepaste wapening zie onderstaande schets.



Figuur 5-1: Wapeningschets kraanbaan Landzijde

5.1.1 Funderingsberekening

De kraanbaan aan de landzijde wordt over gehele lengte op staal gefundeerd. De toetsing van de draagkracht van de ondergrond is in programma MatrixGeo uitgevoerd zie bijlage 0. Hieruit blijkt dat de ondergrond voldoende capaciteit heeft voor het opnemen van de belastingen uit de kraanbaan.

$F_{s,v,d}$: 232,0kNm
 $F_{r,v,d}$: 408,8kNm
UC : 0,59

Berekening kraanbaan

5.2. Wapening Kraanbaan Waterzijde

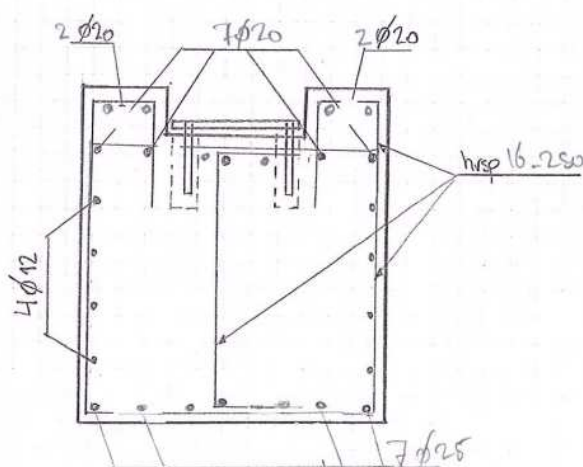
De berekening van de wapening is op basis van de maatgevende krachten in het programma IDEA uitgevoerd. Het eerste deel van de kraanbaan wordt op staal gefundeerd, de tweede deel komt op palen te staan.

Kraanbaan op staal

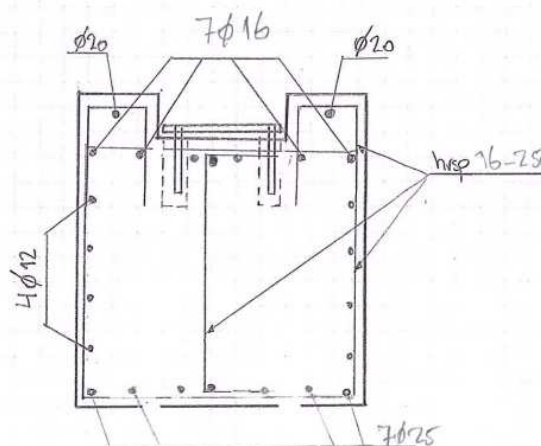
Het eerste deel van de kraanbaan wordt gewapend conform schets in HS 5.1, voor de berekening zie bijlage 0.

Kraanbaan op palen

Aangezien bij de overgang van de kraanbaan van nieuw naar bestaande kade grotere momenten optreden, wordt voor deze zone een extra berekening uitgevoerd. Voor de algemene deel van de kraanbaan (tpv de bestaande kade) is een separate beschouwing gemaakt. Deze berekeningen zijn in bijlagen 0 en 0 toegevoegd. Voor de toegepaste wapening van de tweede deel zie onderstaande schetsen.



Figuur 5-2: Wapeningschets overgang



Figuur 5-3: Algemeen deel

5.2.1 Funderingsberekening

De eerste deel van de kraanbaan wordt op staal gefundeerd. De toetsing van de draagkracht van de ondergrond is in programma MatrixGeo uitgevoerd, zie HS 5.1.1. Hieruit blijkt dat de ondergrond voldoende capaciteit heeft voor het opnemen van de belastingen uit de kraanbaan.

De berekening van funderingspalendraagkracht van het tweede deel van de kraanbaan wordt met behulp van het programma D-foundation uitgevoerd, zie bijlage 0. Uit deze berekening blijkt dat de paalfundering voldoende capaciteit heeft voor het opnemen van de belastingen uit de kraanbaan.

	palen	hoh-afstand	PPN	hoh-afstand	$R_{z,UGT}$	$R_{c,net,d}$	UC
	[mm]	[m]	[mNAP]	[m]	[kN]	[kN]	[]
1 ^e paal	380x380	1,66	-0,5	1,66	568,3	578,0	0,98
Alle andere palen	380x380	1,66	0,0	1,66	443,3	529,0	0,84

Figuur 5-4: Resultaten berekening palen

Kopwapening palen

Voor de paalkopwapening wordt praktisch volgende toegepast:

Per paal : 8Ø16

Lengte wapening : 4,0 / 3,0m (ivm overdracht voorspanning)

Berekening kraanbaan

6. Berekening console stormpen

De verankering van de kraan vindt bij storm plaats door de rem van de kraan en een klem op de kraanrails. De stormpenpen treden in werking op het moment dat een van beide verankeringen niet functioneert.

6.1. Uitgangspunten

6.1.1 Belasting

De representatieve horizontale kracht per stormpen bedraagt:

$$F_{h,rep} : 2200 \times 10\% = 220 \text{ kN (inschatting op basis van vergelijkbare projecten)}$$

$$F_{h,d} : 220 \text{ kN} \times 1,5 = 330 \text{ kN}$$

6.1.2 Afmetingen console

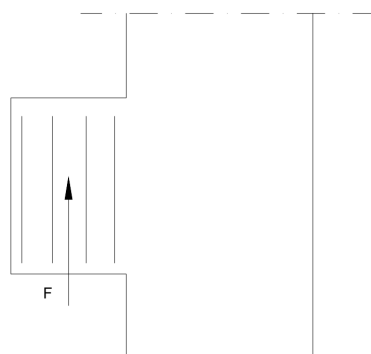
De afmetingen van de console zijn 800mm x 525mm x 1000mm (lengte x breedte x hoogte). In de console dient rekening gehouden te worden met een wapeningsvrije zone voor de ankers van de stormpen. De locatie van de ankers is niet vastgesteld. Er wordt rekening gehouden te worden met 6 tot 8 ankers gepositioneerd in een ovale vorm. Voor de wapeningsvrije zone voor deze ankers ($\varnothing 12\text{mm}$) is een marge met een diameter van minimaal 30mm gereserveerd. De verankering van de stormpen wordt recht naar beneden ingeboord. Er is geen tekening beschikbaar van de (afmetingen van de verankering van de) stormpen. De locatie van de ankers wordt achteraf door de leverancier van de stormpen, op basis van de wapeningstekening, bepaald. Eventuele afwijkingen in het ankerpatroon dienen met de constructeur van MdeK kortgesloten te worden.

$$\text{Console (LxBxH)} : 800 \times 525 \times 1000 \text{ mm}$$

6.2. Berekening

6.2.1 Algemeen

Voor de berekening van de wapening van de console is de volgende aanpak gehanteerd. Hierin zijn drie berekeningen te onderscheiden. In de eerste berekening wordt de wapening bepaald voor de optredende dwarskracht en moment. De evenwijdige kracht zorgt voor een dwarskracht. Het aanbrengen van de hoofdwapening in het midden van de doorsnede zorgt voor een moment. Hierbij worden de beugels ($a^{(1)}$) bepaald. Dit is weergegeven in onderstaand figuur. De kracht kan in beide richting optreden.

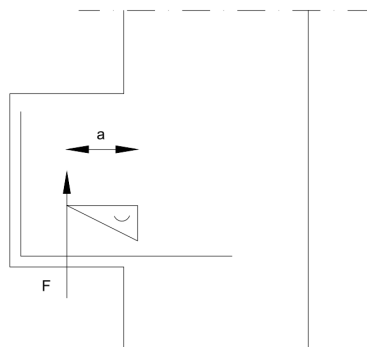


Figuur 6-1: Bovenaaanzicht (berekening 1)

⁽¹⁾ voor de letters wordt verwezen naar **figuren 2.4 en 2.5**

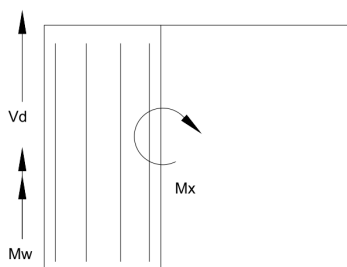
Berekening kraanbaan

De hoofdwapening (d) is vastgesteld aan de hand van een ander moment. Dit moment treedt op door de horizontale kracht op de stormpen, waarbij de excentriciteit van de console een arm vormt. Dit is weergegeven in onderstaand figuur. De kracht kan in beide richting optreden.



Figuur 6-2: Moment (berekening 2)

Door de horizontale kracht bovenin de console ontstaat wringing in de doorsnede. Daarnaast treedt er dwarskracht op. Door de excentriciteit van de kracht ten opzichte van de balk ontstaat ook nog een klein moment om de x-as. Dit is weergegeven in onderstaand figuur. Deze krachten worden opgenomen door de haarspelden (c) en (d).



Figuur 6-3: Dwarsdoorsnede (berekening 3)

6.2.2 Berekening 1

In deze berekening zijn de vier haalspelden bepaald die evenwijdig aan de kraanbaan lopen. Uit de berekening volgt een wapening van 4 Ø20mm. De berekening is te vinden als Bijlage D.

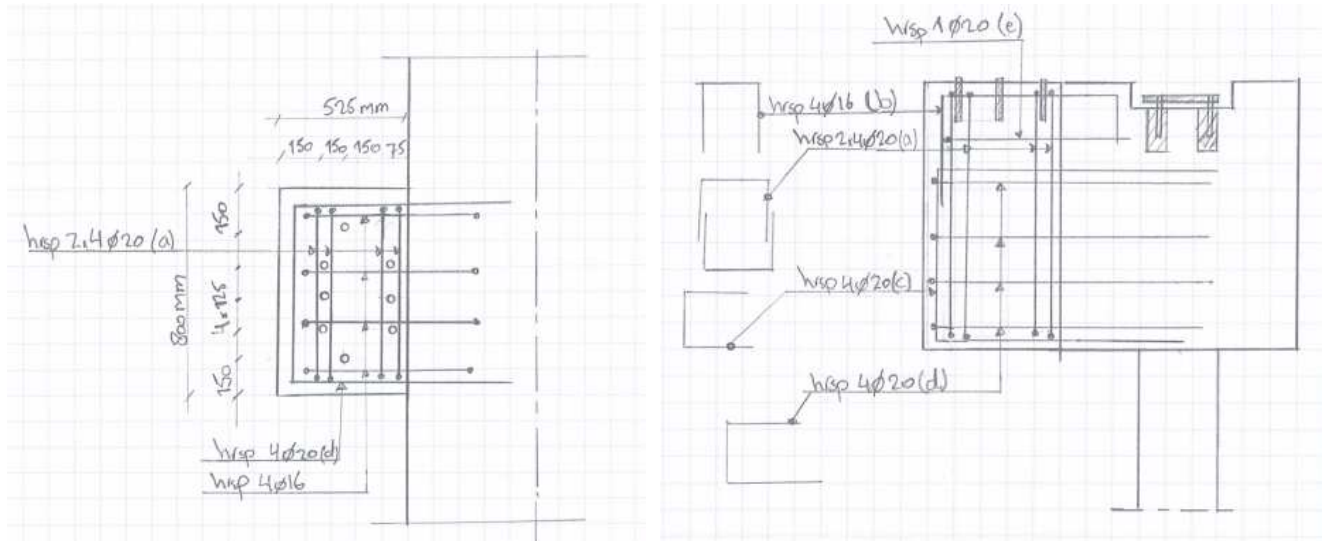
6.2.3 Berekening 2

De berekening van de hoofdwapening is uitgevoerd met een Excel sheet, zie hiervoor Bijlage D. Uit de berekening volgt een hoofdwapening van 4 Ø20mm. Deze wapening is in het midden van de doorsnede gelegd. De resterende hoogte van de console is praktisch gewapend met Ø20mm.

Berekening kraanbaan

6.2.4 Berekening 3

De console is verder praktisch gewapend met haarspelden $\varnothing 16\text{mm}$ en $\varnothing 20\text{mm}$. Deze berekening is gecontroleerd in Bijlage D. Bij de positionering van de haarspelden is rekening gehouden met de wapeningsvrije zones van de verankering, zoals te zien in onderstaande afbeelding. De console is met vier haarspelden verticaal en zeven plus een haarspelden horizontaal, rondom "ingepakt".

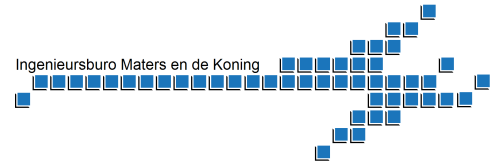


Figuur 6-4: Wapening console

De verankeringslengte van de hoofdwapening is bepaald met een spreadsheet. De staven liggen in het midden van de console en zijn aan te merken als algemene staaf. Uit de berekening volgt voor de algemene staaf een verankeringslengte van 500mm. De verankeringslengte voor de beugels en haarspelden is praktisch op 500mm gesteld.

Bijlage A

SONDERINGEN



Berekening kraanbaan

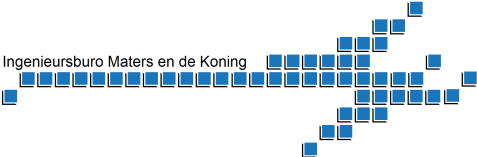
Bijlage B

BEREKENING KRAANBAAN LANDZIJDE

B.1 Belastingen

Berekening kraanbaan

B.2 Bepalen veerondersteuning



Berekening kraanbaan

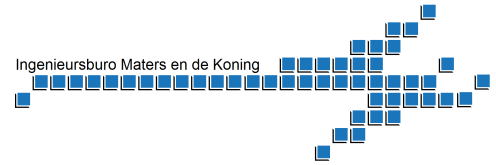
B.3 Scia rapport landzijde

Berekening kraanbaan

B.4 Wapeningsberekening kraanbaan landzijde

Berekening kraanbaan

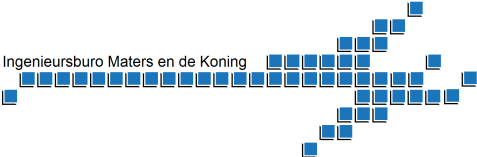
B.5 Funderingsberekening



Berekening kraanbaan

Bijlage C BEREKENING KRAANBAAN WATERZIJDE

C.1 Bepalen veerondersteuning



Berekening kraanbaan

C.2 Scia rapport Waterzijde

Berekening kraanbaan

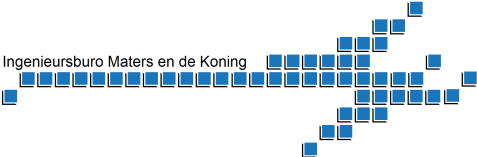
C.3 Wapeningsberekening kaanbaan tpv nieuw kade

Berekening kraanbaan

C.4 Wapeningsberekening overgang

Berekening kraanbaan

C.5 Wapeningsberekening kaanbaan tpv bestaande kade



Berekening kraanbaan

C.6 Berekening draagkracht palen

Bijlage D

BEREKENING WAPENING CONSOLE