
Bijlage 2 Resultaat ontwerp wacht- en opstelplaatsen

MEMO

Project : [Nieuwe Zeelsluis Terneuzen]
Onderwerp : [Damwand wachtplaats westelijke buitenhaven Terneuzen]
Referentie : [VNZT]
Datum : 13 februari 2015
Revisie : 4
Auteur : T. Maas

Aan:

■ E. Fiktorie [Lievens]

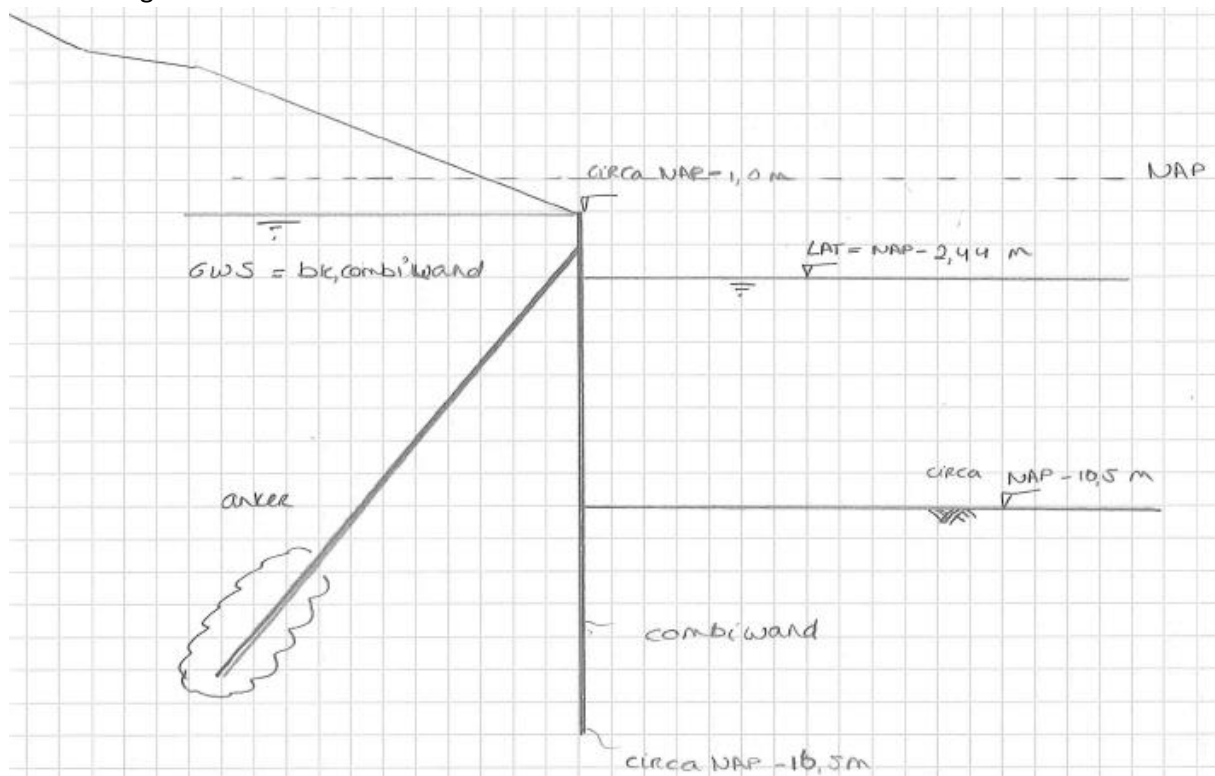
Referenties:

[1] VNZT-R-84-0 Uitgangspuntennota systeemontwerp

Aangehouden uitgangspunten:

Situatie:

In deze memo is een ontwerp gemaakt voor de kerende wand nabij de wacht- en opstelplaatsen in de westelijke buitenhaven in Terneuzen. De kerende wand maakt onderdeel uit van de primaire waterkering.



Veiligheidsklasse conform EN 9997 +C1

De beschouwde kade is onderdeel van de westelijke primaire waterkering in de buitenhaven van Terneuzen. Om deze reden is gerekend volgens Eurocode RC3.

Voor de bouwfasering wordt gekozen voor klasse RC3, om zo tot een robuust ontwerp te komen. Eventueel kan bij verdere uitwerking beschouwd worden of het acceptabel is om in de bouwfase een lagere veiligheidsklasse toe te passen.

Waterstanden:

Aangehouden waterstanden conform [1]:

LLWS = NAP -2,44 m

GLW = NAP -1,89 m

Omdat de bovenkant van de damwand zich op NAP -1,0 m bevindt, is als grondwaterstand NAP -1,0 m aangehouden. Een hogere grondwaterstand zal over de damwand naar de voorhaven draineren.

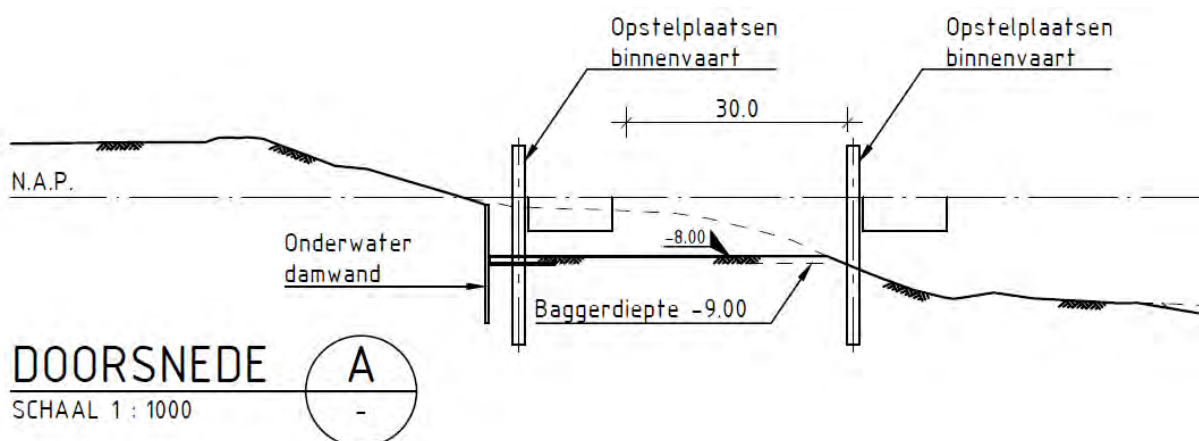
Waterspanningen links en rechts aan de onderzijde combiwand ten gevolgen van waterstandsverschillen binnen- en buitendijks zijn niet gelijk aangehouden. Geadviseerd wordt dit in een later stadium wel te optimaliseren.

Kathodische bescherming:

Er is gekozen om kathodische bescherming toe te passen, waardoor geen reductie wordt toegepast op de wanddiktes.

Maaiveld:

Conform tekening VNZT-00-T-SO-00-E001 rev 1a d.d. 13-01-2015 is de bovenkant van de combiwand aangehouden op NAP -1,0 m. De kerende wand staat in het talud van de huidige waterkering.



Figuur 1: Doorsnede wacht- en opstelplaatsen westelijke buitenhaven [tekening VNZT-00-T-SO-00-E001 rev 1a]

Voor de kerende wand worden buispalen gerealiseerd, waartegen binnenvaartschepen af kunnen meren. Belastingen ten gevolgen van scheepvaart worden dan ook niet afgedragen op de kerende wand in de primaire waterkering.

Bodem:

De gegarandeerde bodemdiepte is afhankelijk van de binnenvaartschepen die gebruik maken van de wacht- en opstelplaatsen. Het uitgangspunt is een gegarandeerde bodemdiepte van NAP -8,0 m. I.v.m. toleranties en bodembescherming, ligt de constructiediepte circa 2,5 m lager. In deze fase van het project is het mogelijk dat de uitgangspunten nog zullen wijzigen. Er wordt voor de beschouwde configuratie echter verwacht dat wijzigingen in de bodemdiepte niet groter zullen zijn dan circa 0,5 à 1,0 m.

In de berekening is uitgegaan van een bodemdiepte voor de kerende wand van NAP -8,0 – 2,5 m = NAP -10,5.

Variabele belastingen:

Er is geen rekening gehouden met variabele belastingen. Vanwege het talud is een bovenbelasting direct naar de kade niet mogelijk. De kruin van de dijk ligt circa 30 m van de kerende wand af, waardoor een bovenbelasting op de kruin buiten de actieve wig van de wand ligt.

Belastingen ten gevolgen van scheepvaart worden door de afmeerpalen afgedragen die voor de kerende wand worden geplaatst en onafhankelijk van de kerende wand worden ontworpen.

Grondprofiel

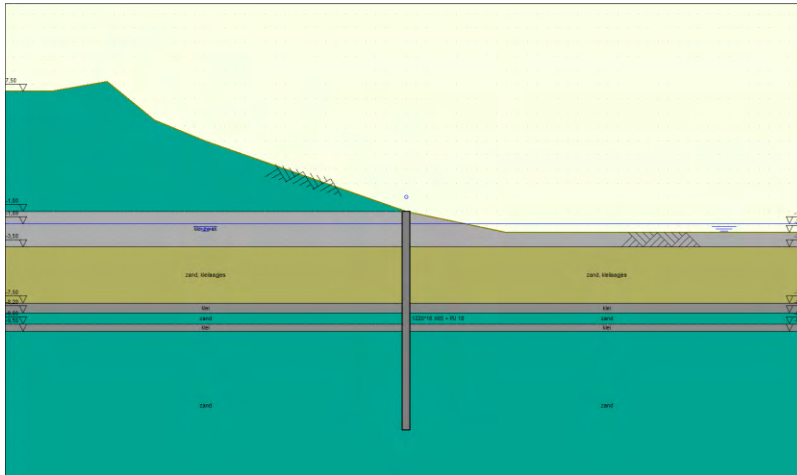
Voor het grondprofiel is sondering DKMP27A aangehouden, zie bijlage B. Opgemerkt wordt dat deze sondering gemaakt is achter de dijk. Mogelijk zijn de grondgegevens aan de waterzijde anders. De oude sonderingen 119, 201, 121, 200 en 202 zijn ondiep (ongeveer 11 meter), en niet bekend is wat het maaiveld/ bodemdiepte is ten opzichte van NAP. Hierdoor zijn de gegevens uit deze sondering niet/nauwelijks bruikbaar.

Tabel 1.1 grondparameters

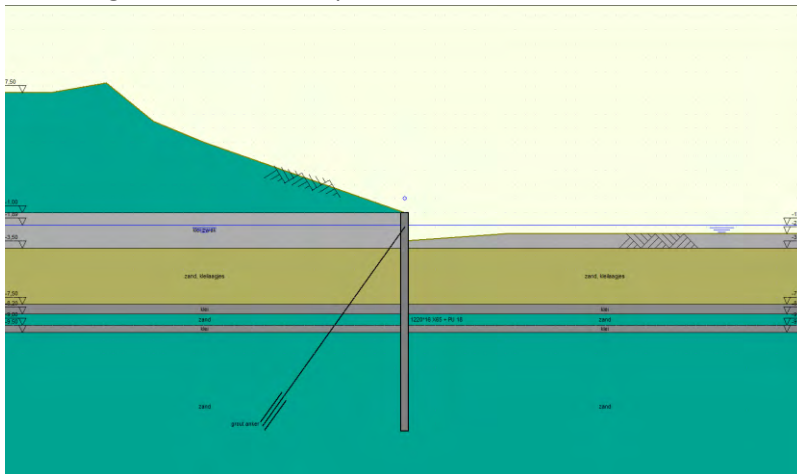
Grondlaag	Niveau [begin van de laag in m tov NAP]	$\gamma_{dr,rep}$ [kN/m ³]	$\gamma_{sat,rep}$ [kN/m ³]	ϕ'_{rep} [°]	c'_{rep} [kPa]
Zand conform [1]	9	18	20	30	0
Klei zwak (conform NEN tabel 2.b)	-1.0	14	14	17.5	0
Zand kleilaagjes conform [1]	-3.5	18	19	27.5	0
Klei (conform NEN tabel 2.b)	-7.5	18	18	17.5	5
Zand conform [1]	-8.2	18	20	30	0
Klei (conform NEN tabel 2.b)	-9.0	18	18	17.5	5
Zand conform [1]	-9.5	18	20	30	0

Fasering:

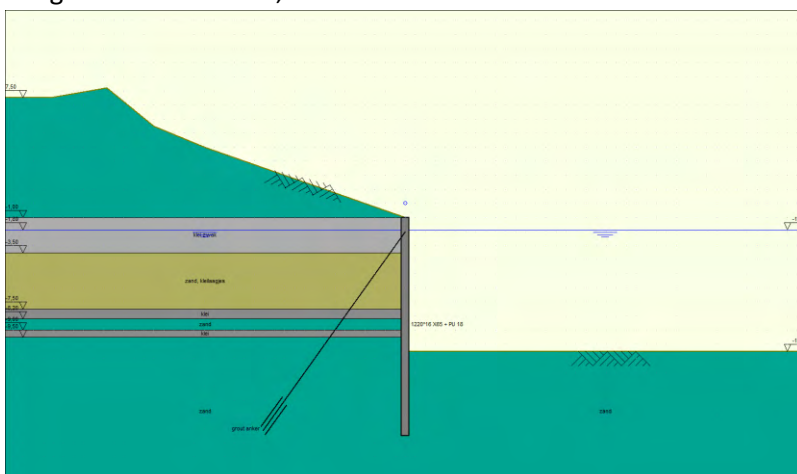
- Aanbrengen combiwand



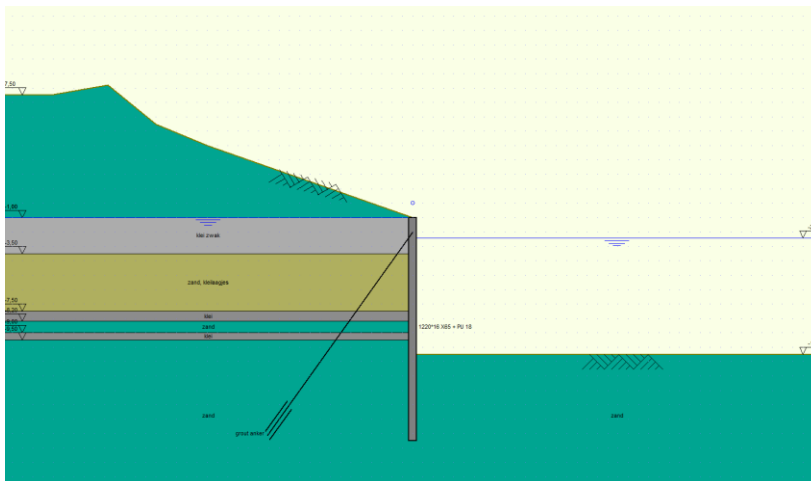
- Aanbrengen ankers en aanspannen ankers



- Ontgraven tot NAP -10,5 m



- Eindsituatie met buitenwaterstand LAT = NAP -2,44 m



Controle wand

Keuze combiwand:

Buispaal Ø1220*25 mm (X65)

o.k. buispaal NAP -16,5 m

Tussen planken 2x PU18

o.k. plank NAP -14 m

systemmaat is 2*600 mm + 1220 mm + 2*30 mm = 2480 mm

gegeven buisprofiel		
buisdiameter	1220	mm
wanddikte	16	mm
spanning	448	N/mm ²
E	210000	N/mm ²
A	329	cm ² /m
gewicht	242	kg/m ²
W=	7572	cm ³ /m
M max =	3392	kNm/m
EI =	9,70·10 ⁵	kNm ²

Het maximale optredende moment is 2618 kNm/m, zie bijlage A.

Maximale ankerkracht is 1497 kN/m (verticaal is dit 1497/√2 = 1058 kN)

Controle:

Staalspanning:

Spanning $\sigma = M/W + F/A \leq 448 \text{ N/mm}^2$ (elastische)

Spanning $\sigma = 2618 \cdot 10^6 / 7572 \cdot 10^3 + 1058 \cdot 10^3 / 32900 = 377 \text{ N/mm}^2 \leq 448 \text{ N/mm}^2$
 $377 \text{ N/mm}^2 / 448 \text{ N/mm}^2 = 0,84 < 1,0$ akkoord

Niet alle effecten zijn beschouwd, extra spanning door 2^e orde moment en extra normaalkracht. Er is nog ruim 15% marge op de capaciteit van de damwand voor deze effecten. Daarnaast dient het verticaal draagvermogen nader getoetst te worden.

Doorbuiging:

De maximale doorbuiging van de kerende wand is 20 mm. Toegestaan is 1:100 van de kerende hoogte = 95 mm. De optredende doorbuiging is kleiner dan de toelaatbare doorbuiging.

Ankers:

Voor de ankers is gekozen voor 2 ankers $\varnothing 82,5 \cdot 22,2 \text{ mm}$
Toelaatbare ankerkracht is $2 \times 1908 \text{ kN} = 3816 \text{ kN}$
Ankerniveau NAP -2,0 m
Ankerhoek 45° gemiddeld (spreiding aanhouden)
Voor de voorspankracht is 500 kN/m aangehouden.

De maximale ankerkracht is 1497 kN per meter.

De ankerkracht per stramen is $1497 \times 2,48 = 3712 \text{ kN} \leq 3816 \text{ kN}$ dus akkoord.

Conclusie

Uit bovenstaande berekeningen blijkt dat het mogelijk is om een kerende wand te ontwerpen waarbij de stabiliteit van de primaire waterkering wordt gegarandeerd.

Opgemerkt dient te worden dat de bovenkant van de combiwand onder gemiddeld laag water zit en dus een groot deel van de tijd onder water zit. Voor het aanbrengen van de ankers zijn aanvullende maatregelen nodig tijdens de uitvoering.

Bijlage A;

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage no.	Verification type	Displacement [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		-129,0	-69,3	0,0	24,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.2		-105,4	-62,7	0,0	24,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.3		-126,3	-71,0	0,0	25,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.4		-102,3	-64,4	0,0	25,3	---
1	EC7(NL)-Step 6.5	3,2	-93,8	-66,6	0,0	16,5	---
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-112,6	-79,9			
2	EC7(NL)-Step 6.3		1839,9	808,0	23,2	23,3	---
2	EC7(NL)-Step 6.4		1633,8	799,6	23,9	24,8	---
2	EC7(NL)-Step 6.5	-19,2	1597,3	790,4	14,9	15,1	---
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		1916,7	948,4			
3	EC7(NL)-Step 6.3		2175,7	815,8	84,5	85,3	---
3	EC7(NL)-Step 6.4		2090,8	772,3	83,9	85,0	---
3	EC7(NL)-Step 6.5	-20,1	1777,9	787,3	40,9	43,1	---
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		2133,5	944,7			
4	EC7(NL)-Step 6.3		2618,8	870,9	97,8	98,0	---
4	EC7(NL)-Step 6.4		2580,0	837,6	97,4	97,7	---
4	EC7(NL)-Step 6.5	-19,6	1956,8	813,6	47,6	49,8	---
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		2348,1	976,3			
Max		-20,1	2618,8	976,3	97,8	98,0	---

2.2 Anchors and Struts

Stage	Verification type	Anchor/strut grout anchor	
		Force [kN]	State
2	Step 6.3	1210,00	Elastic
2	Step 6.4	1210,00	Elastic
2	Step 6.5 * 1,20	1452,00	Elastic
3	Step 6.3	1242,90	Elastic
3	Step 6.4	1182,05	Elastic
3	Step 6.5 * 1,20	1447,29	Elastic
4	Step 6.3	1311,89	Elastic
4	Step 6.4	1264,58	Elastic
4	Step 6.5 * 1,20	1497,05	Elastic
Max		1497,05	

Due to multiplication of the representative value a Force bigger than Yield or Buckling Force may be present

Bijlage B;

