

Vlissingen Kade FMT Quarleshaven

Ontwerprapport groutinjectieverankering

Projectnummer
14.040

Datum
31 juli 2014

Versie
1.0

Opdrachtgever
Hakkers B.V.

Opsteller
M. de Heus

Gecontroleerd
Ir. H. van Laar

Paraaf opsteller:

Paraaf controleur:

Opdrachtgever

Datum:

Paraaf:

Inhoudsopgave

1. INLEIDING	3
2. GEGEVENS EN RANDVOORWAARDEN	4
2.1 BESCHIKBARE GEGEVENS	4
2.2 GEGEVENS VAN DE CONSTRUCTIE	4
2.3 GRONDGEGEVENS.....	4
3. ONTWERP VERANKERING	5
3.1 BEREKENINGSWIJZE	5
3.2 STAALDOORSNEDE	5
3.2.1 <i>Eigenschappen</i>	5
3.2.2 <i>Toetsing</i>	5
3.3 VERANKERINGSLICHAAM.....	6
3.4 KRANZ-STABILITEIT EN GROEPSWERKING	7
4. BEPROEVING	8
4.1 BEPROEVEN EN VOORSPANNEN.....	8
5. SAMENVATTING BEREKENINGSRESULTATEN.....	9

1. Inleiding

Ten behoeve van het project Kade FMT Quarleshaven te Vlissingen wordt de bestaande combiwandconstructie versterkt, met toepassing van groutinjectieankers.

In opdracht van Hakkers B.V. verzorgt Jetmix B.V. de semi-permanente verankering in het kader van dit project.

Een overzicht van de eigenschappen van de Jetmix ankers is opgenomen in bijlage 1.

In het voorliggende rapport wordt het ontwerp van de verankeringen voor dit project behandeld.

2. Gegevens en randvoorwaarden

2.1 Beschikbare gegevens

- Tekening 14030-TEK-001-A; eerste uitgifte d.d. 30-07-2014; situering, aanzichten en doorsnede kade 5.
- Sondering Fugro; 3013-0120-000; DKM2.

2.2 Gegevens van de constructie

De gegevens van de stalen combiwand en verankering zijn weergegeven in de volgende tabel.

Tabel 1: gegevens damwand en verankering

Gegevens	Doorsnede	Algemeen
Werkende breedte	m ¹	2,266
Bovenzijde wand	m ¹ t.o.v. NAP	+ 5,00
Onderkant wand	m ¹ t.o.v. NAP	-/- 19,70 en -/- 24,00
Aangrijpniveau anker	m ¹ t.o.v. NAP	+ 2,00
Bovenkant groutlichaam	m ¹ t.o.v. NAP	-/- 17,50
Ankerhelling	° t.o.v. hor.	45,0
Ankertype	-	Grout-injectie Ø 51,0x12,5
Hart op hartafstand	m ¹	2,266
Ankerkracht (P _{max}) *	kN/anker	481

2.3 Grondgegevens

De maatgevende sonderingen worden geacht in het bezit van de lezer te zijn. De bodemopbouw ter plaatse bestaat uit matig tot vast gepakte zandlagen met conusweerstand variërend tussen ca. 4 en 35 Mpa.

3. Ontwerp verankering

3.1 Berekeningswijze

Voor het ontwerp van de ankers wordt uitgegaan van CUR-publicatie 166 'Damwandconstructies', 6^e druk d.d. juli 2012, inclusief errata, CURNET te Gouda. Hierna te noemen: CUR-166. De grondmechanische houdcapaciteit van de groutlichamen is berekend aan de hand van CUR-236 "ankerpalen".

3.2 Staaldoorsnede

3.2.1 Eigenschappen

Gebaseerd op gegevens van Groutinjectieankers (bijlage 1) en op ankerkrachten in tabel 1 wordt de volgende verankering voorgesteld:

Ankertype	: Jetmix 51,0 x 12,5
Buitendiameter	: 51,0 mm
Wanddikte	: 12,5 mm
Corrosietoeslag	: 0,22 mm per jaar gedurende 10 jaar
Doorsnede	: 1.512 mm ²
Rekenwaarde doorsnede	: 1.175 mm ² einde levensduur na 10 jaar
Staalkwaliteit	: E470
Minimale vloeispanning	: 550 N/mm ²
Minimale breukspanning	: 720 N/mm ²
Diameter boorkop	: 220 mm

3.2.2 Toetsing

De rekenwaarde van de belasting op het verankeringsstaal is:

$$P_{d;staal} = 1,25 P_{max}$$

Voor de toetsing van de ankerstaaf geldt:

$$P_{d;staal} < R_{t;d}$$

Waarin:

$P_{d;staal}$	is de rekenwaarde van de ankerbelasting.
$R_{t;d}$	is de rekenwaarde van de materiaalsterkte van de ankerstaaf of -streng (voorspanstaaf), bepaald volgens NEN-EN 1993, waarbij minimaal een veiligheidsfactor 1,4 t.o.v. de karakteristieke breuksterkte wordt gehanteerd.
A_{buis}	is de rekenwaarde van de staaldoorsnede in mm ²
f_u en f_y	zijn resp. de minimale breuk- en vloeispanningen in N/mm ²

$$P_{d;staal} = 1,25 P_{max} = 1,25 \times 481 = 601 \text{ kN}$$

$$F_{breuk} = A_{buis} \times f = 1.175 \times 720 / 1000 = 846 \text{ kN (breukkracht)}$$

$$F_{vloeï} = A_{buis} \times f_y = 1.175 \times 550 / 1000 = 646 \text{ kN (vloeikracht)}$$

$$R_{t;d;breuk} = F_{breuk} / 1,4 = 846 / 1,4 = 604 \text{ kN (t.o.v. breuk)}$$

$$R_{t;d;vloeï} = F_{vloeï} / 1,0 = 646 / 1,0 = 646 \text{ kN (t.o.v. vloeï)}$$

601 kN < 604 kN → voldoet t.o.v. breuk

601 kN < 646 kN → voldoet t.o.v. vloeï

Conclusie: het Jetmix anker 51,0 x 12,5 voldoet.

3.3 Verankeringslichaam

De bovenzijde van het groutlichaam is zodanig gepositioneerd dat er een minimale afstand, ten opzichte van het paalpuntniveau van de bestaande funderingspalen, aanwezig is van $8 \times D$, waarbij D gelijk is aan de diameter van het groutlichaam zijnde 0,26 m1.

Paalpuntniveau N.A.P. +/- 15,30 +/- $8 \times 0,26 = \text{N.A.P. +/- 17,38} = \text{afgerond +/- 17,50 m1.}$

Omdat de bestaande combiwandconstructie aan de achterzijde niet is aangevuld, is er onvoldoende steun om de vereiste testbelastingen te kunnen opnemen. Derhalve is er voor gekozen om de groutlichamen te dimensioneren op basis van CUR236, in combinatie met niet beproeven, waarbij gerekend wordt met een lagere alfa-t en een hogere gamma.

De rekenwaarde van de maatgevende belasting op het ankerlichaam bedraagt:

$$P_{d;grout} = 1,1 P_{max}$$

Voor de toetsing van de houdkracht van het groutlichaam geldt:

$$P_{d;grout} \leq R_{a;d}$$

Waarin $R_{a;d}$ wordt bepaald volgens:

$$R_{a;d} = \frac{R_{a;k}}{\gamma_a}$$

De karakteristieke houdkracht van het groutlichaam wordt bepaald door:

$$R_{a;k} = \alpha_t \cdot O \cdot L_A \cdot q_{c;gem}$$

Waarin:

$P_{d;grout}$ is de rekenwaarde van de ankerbelasting.

$R_{a;d}$ is de rekenwaarde van de houdkracht van het groutlichaam.

$R_{a,min}$ is een indicatie van de minimale houdkracht in kN.

- γ_a is de partiële materiaalfactor gelijk aan 1,35 omdat er vooralsnog nog proeven zullen worden uitgevoerd.
- α_t is de schachtwrijvingsfactor voor zelfborende ankers = 0,008 gebaseerd op de uitgangspunten van CUR236 voor ankerpalen waarop geen proeven zullen worden uitgevoerd.
- $O = \pi \cdot D$ is de gemiddelde omtrek van het groutlichaam in m¹ uitgaande van een overpersing van 40 mm* t.o.v. de boorkop.
- L_A is de lengte van het groutlichaam in de zandlaag in m¹.
- $q_{c,gem}$ is de gemiddelde conusweerstand over de lengte van het groutlichaam in kPa.

$$P_{d,grout} = 1,1 P_{max} = 1,1 \times 481 \text{ kN} = 529 \text{ kN}$$

$$O = \pi D = \pi \times 0,26 = 0,82 \text{ m}^1$$

De benodigde lengte voor de groutlichamen is als volgt berekend:

$$529 \text{ kN} / (\pi \times 0,26 \times 15.000 \times 0,008 / 1,35) = 7,28 \text{ m}^1.$$

De gemiddelde conusweerstand in de zandlaag over het verankeringsdeel en de benodigde lengte van het groutlichaam zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2: Gemiddelde conusweerstand en benodigde lengte van het groutlichaam

Doorsnede	$Q_{c,gemiddelde}$ [MPa]	Bovenkant groutlichaam t.o.v. NAP [m ¹]	Lengte groutlichaam [m ¹]
Algemeen	15,0	-/- 17,50	7,28

3.4 Kranz-stabiliteit en groepswerking

Kranz-stabiliteit dient door de damwandconstructeur getoetst te worden aan de hand van de fictieve ankerlengte L_{app} , zoals te vinden in bijlage 2. (zie stap 11.1 van CUR-166)

Voor de controle van groepswerking geldt een minimale afstand tussen de groutlichamen van 7xd en derhalve een h.o.h. afstand van 8xd. Zie tabel 3 voor de benodigde h.o.h. afstanden. Onderhavig ontwerp voldoet aan deze eis.

Tabel 3: Afstanden groutlichamen

Doorsnede	Minimale afstand 8 x d [m ¹]	H.o.h. afstanden volgens ontwerp [m ¹]
Algemeen	2,08	2,27

4. Beproeving

4.1 Beproeven en voorspannen

Op de aan te brengen ankers zullen geen proeven worden uitgevoerd.

De ankers worden “handvast” afgespannen op een voorspanning van 50 kN.

5. Samenvatting berekeningsresultaten

Ten behoeve van het project Kade FMT Quarleshaven te Vlissingen wordt de bestaande combi-wandconstructie versterkt, met toepassing van groutinjectieankers.

In opdracht van Hakkers B.V. verzorgt Jetmix B.V. de semi-permanente verankering in het kader van dit project.

Hieronder wordt een samenvatting van het ontwerp gegeven.

Tabel 4: Samenvatting

Gegevens	Doorsnede	Algemeen
Ankertype	-	51,0x12,5
Boorkopdiameter	m ¹	0,22
h.o.h. afstand	m ¹	2,27
Aangrijpniveau ankers	m ¹ t.o.v. NAP	+ 2,00
Ankerhelling	° t.o.v. hor.	45
Bovenzijde groutlichaam	m ¹ t.o.v. NAP	-/- 17,50
Lengte groutlichaam	m ¹	7,50
Totale lengte praktisch	m ¹	36,00
Aantal ankers	st	17
Voorspanning ankers	kN.	320

Bijlage 1 : Gegevens Groutinjectieankers

Jetmix grout-injectieanker 51,0 x 12,5

Specificatie:

Onderdeel	Eenheid	51,0x12,5
Buitendiameter	mm	51,0
Wanddikte	mm	12,5
Doorsnede (voor afroesting)	mm ²	1.512
Rekenkundige doorsnede	mm ²	1.175
Gewicht	kg/m	11,87
Toelaatbare ankerkracht (F _{a;max}) conform CUR 166	kN	483
Minimale vloeikracht	kN	646
Minimale vloeispanning	N/mm ²	550
Minimale breukkracht	kN	846
Staalkwaliteit	-	E470

Ankerstang:



Beschikbare Ankerkoppen:



Koppelbus:



Bijlage 2 : Gegevens t.b.v. ontwerp

Projectnummer	14.040
Projectomschrijving	Vlissingen Quarleshaven
Opdrachtgever	Hakkers B.V.
Onderdeel	Kade FMT
Versie	1.0

Omschrijving	Doorsnede algemeen
Belasting input	
Pmax;ax [kN/m]	150,00
Ankerhoek [°] tov hor (opgaaf)	0,00
Pmax;hor [kN/m]	150,00
h.o.h [m]	2,27
Ankerhoek [°] tov hor (ontwerp)	45,00
Pmax [kN]	480,69
Type Anker	
Ankertype	Ø 51,0x12,5
Abuis [mm ²]	1.512
Afroesting [mm/jaar]	0,22
Afroesting in jaren	10
Nieuwe Abuis [mm ²]	1.175
Toets staal sectie	
Pd;staal [kN]	601
fy (vloeï) [N/mm ²]	550
fu (breuk) [N/mm ²]	720
Toets vloeï criterium	
Unity Check vloeï	0,93
Toets breuk criterium	
Unity Check breuk	0,99
Toets draagvermogen	
Pd;grout [kN]	529
Boorkop diameter [mm]	220
Oppersing [mm]	40
Diameter groutlichaam [mm]	260
Bk grout NAP/REF [m]	-17,50
Qc;gemiddeld [MPa]	15,00
Lgrout theoretisch [m]	7,28
Lgrout praktisch [m]	7,5
Bepaling ankerlengte	
Insteekniveau NAP/REF [m]	2,00
Vrije ankerlengte [m]	27,58
Overlengte tbv ankerkop [m]	1,00
Ankerlengte theoretisch [m]	35,87
Lapp fictieve ankerlengte [m]	31,25
Horizontaal ruimtebeslag [m]	25,0
Ankerlengte praktisch [m]	36

Praktisch aantal ankers

17