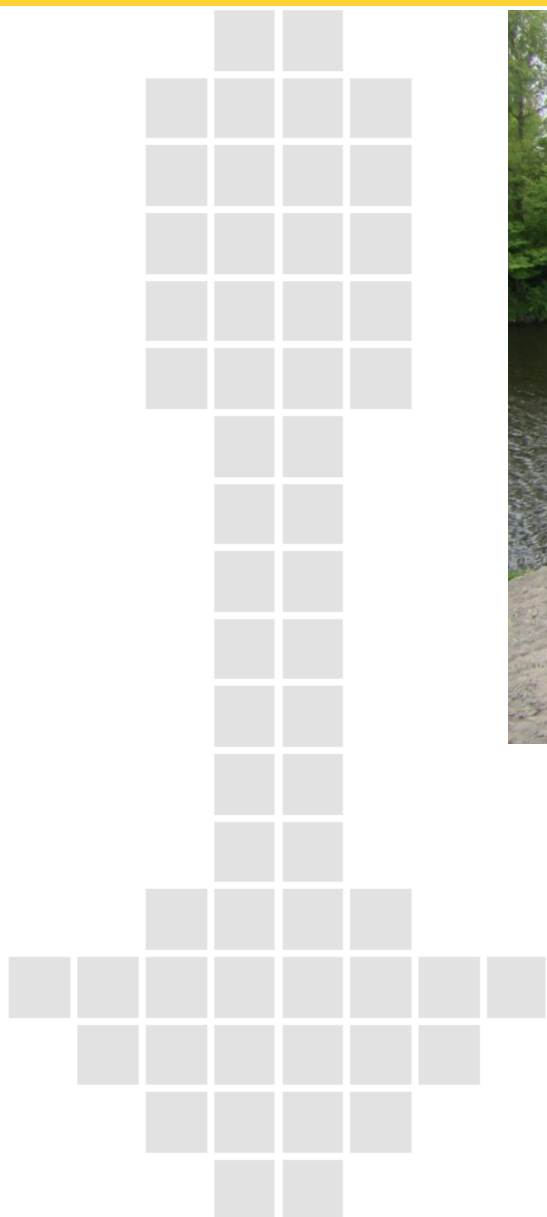


17.059

Vlaardingen Invaart Wilhelminahaven

ONTWERPRAPPORT VERANKERING



Jetmix
FUNDERINGSTECHNIEK

Document:
17.059-BER-001

Opdrachtgever:
Hakkers BV



Versie 1.0 d.d. 16-08-2017

ONTWERPRAPPORT

VERANKERING

Projectnummer : 17.059
Projectplaats : Vlaardingen
Projectnaam : Invaart Wilhelminahaven
Projectadres : Koningin Wilhelminahaven Zuidezijde

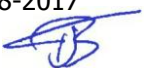
Documenttitel : Ontwerprapport verankering
Kenmerk : 17.059-BER-001
Versie : 1.0
Datum : 16-08-2017

Opdrachtgever : Hakkers BV
Postadres : Oudsas 11, 4250 DA Werkendam
Bezoekadres : Oudsas 11, 4251 AW Werkendam
Telefoon : 0183-501122
Website : www.hakkers.com
E-mail : info@hakkers.com

Opdrachtnemer : Jetmix B.V.
Postadres : Postbus 25, 4250 DA Werkendam
Bezoekadres : Oudsas 11, 4251 AW Werkendam
Telefoon : 0183-505666
Website : www.jetmix.nl
E-mail : info@jetmix.nl

VERSIEOVERZICHT

Versie	Datum	Omschrijving
1.0	16-08-2017	Initieel document

	Opsteller	Controleur	Opdrachtgever
Naam	T. Broeren	M. de Heus	
Functie	Werkvoorbereider	Hoofd bedrijfsbureau	
Datum	16-08-2017	16-08-2017	
Paraaf			



Inhoud

1	Inleiding.....	4
2	Gegevens en randvoorwaarden	5
2.1	Beschikbare gegevens.....	5
2.2	Gegevens van de constructie	5
2.3	Grondgegevens	5
3	Ontwerp verankering	6
3.1	Berekeningswijze	6
3.2	Ankerspecificaties	6
3.3	Ankerontwerpsheet.....	6
3.3.1	Te verankeren constructie	6
3.3.2	Bepaling belastingen	6
3.3.3	Anker	7
3.3.4	Toets staal.....	7
3.3.5	Toets groutlichaam	7
3.3.6	Bepaling ankerlengte.....	8
3.3.7	Samenvatting ontwerp en testbelastingen	8
3.4	Kranz-stabiliteit.....	9
3.5	Ankeruitval.....	9
4	Ontwerp ankerstoelen.....	10
5	Beproeven en voorspannen	11
5.1	Controleproeven	11
5.2	Geschiktheidsproeven	12
Bijlage A	Ankertabel	a
Bijlage B	Ankerontwerp	b
Bijlage C	Ankerstoelberekeningen.....	c



1 Inleiding

Ten behoeve van het project Invaart Wilhelminahaven te Vlaardingen wordt een kerende constructie van stalen damwand, met toepassing van groutinjectieankers, gerealiseerd.

In opdracht van Hakkers BV is Jetmix B.V. als gespecialiseerd onderaannemer bij dit project betrokken voor het ontwerpen, leveren, aanbrengen, beproeven en voorspannen van de benodigde groutinjectieverankeringen.

Een overzicht van de eigenschappen van de Jetmix ankers is opgenomen in Bijlage A.

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



2 Gegevens en randvoorwaarden

2.1 Beschikbare gegevens

Nr.	Soort	Bedrijf	Titel	Kenmerk	Versie	Datum
1.	E-mail	Hakkers BV	Ankerontwerp Vlaardingen	-	-	19-06-2017
2.	Sonderingen	Gemeente Rotterdam	Rapportage Veldwerk MVJ17027	MVJ17027	Definitief	16-03-2017
3.	Tekening	Hakkers BV	Overzicht nieuwe constructie CONCEPT	16023-TEK-101	1.2	16-06-2017

2.2 Gegevens van de constructie

De gegevens van de te verankeren constructie zijn per doorsnede opgenomen in de ankerontwerpsheets, te vinden in Bijlage B.

2.3 Grondgegevens

De maatgevende sonderingen, welke hierboven genoemd, worden geacht in het bezit van de lezer te zijn. De bodemopbouw ter plaatse bestaat globaal uit vast tot zeer vast gepakte zandlagen met conusweerstand variërend tussen ca. 10 en 20 MPa.

Per doorsnede is één maatgevende sondering bepaald of een doorsnede is opgedeeld in meerdere sonderingen. De conusweerstand per grondlaag van genoemde sonderingen zijn ingevuld in de ankerontwerpsheets.

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.

3.2 Ankerspecificaties

Het Jetmix groutinjectie ankersysteem is modulair en wordt projectspecifiek opgebouwd. De ankerstangen worden verwerkt in standaard systeemplengtes welke middels koppelbussen worden verlengd tot de benodigde ankerlengte. De ankers worden vervaardigd uit staal met een vloeigrens lager dan 600 N/mm^2 waardoor, op basis van CUR-166, in reguliere omstandigheden geen aanvullende corrosiebescherming benodigd is. Indien gewenst kunnen er aanvullende voorzieningen worden aanbracht ter verhoging van de duurzaamheid.



Figuur 3.1: Ankerstang



Figuur 3.2: Boorkop



Figuur 3.3: Koppelbus

3.3 Ankerontwerpsheet

Door Jetmix B.V. is een ankerontwerpsheet opgesteld waarmee op basis van de relevante uitgangspunten en parameters het complete anker ontworpen is. Er wordt per doorsnede of, wanneer de grondslag hier aanleiding toe geeft, per sondering een ontwerpsheet uitgewerkt.

In dit hoofdstuk wordt per onderdeel van de sheet een toelichting gegeven op de ontwerpstappen.

3.3.1 Te verankeren constructie

Allereerst wordt de te verankeren constructie omschreven.

Het (dam)wandtype incl. boven- en onderkant wand zijn niet direct relevant voor de uitkomst van de berekening, maar het type wordt vervolgens wel weer gebruikt in de ankerstoelberekening en de hoogtes geven in de grafische weergave van het anker een beeld van de totale constructie.

Trajectlengte en eventuele eindankers t.b.v. ankeruitval zijn ter bepaling van het aantal ankers in de betreffende doorsnede. Het aangrijpniveau is afkomstig uit de hoofdberekening (D-sheet of Plaxis) en wordt gebruikt ter bepaling van de ankerlengte.

3.3.2 Bepaling belastingen

De uit D-sheet of Plaxis afkomstige axiale ankerkracht per meter $P_{\max}$ (UGT) wordt teruggerekend tot een horizontale ankerkracht per meter. Hetzelfde geldt voor de voorspanning P_{vsp} .

Vervolgens wordt deze horizontale kracht met de toe te passen ankerhoeken en hart-op-hart afstand omgerekend naar een axiale ankerkracht, per anker, $P_{\max}$. Idem voor de voorspanning.

In dit rapport wordt uitgegaan van een maximale ankerkracht $F_{\max}$ van 300 kN/m met een extra factor voor zettende grond van 1.2 (dit is conservatief i.v.m. de maximaal berekende kracht van 275 kN/m).

3.3.3 Anker

Hier wordt een ankertype gekozen op basis van de hiervoor bepaalde $P_{\max}$. Het maatgevende staaloppervlak wordt weergegeven en deze wordt eventueel gereduceerd op basis van een in te voeren corrosie (mm/jaar/rondom). Voor tijdelijke ankers (levensduur tot 2 jaar) hoeft conform CUR-166 niet gerekend te worden met corrosie.

3.3.4 Toets staal

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 t.b.v. ontwerp ankerstaaf.
- $R_{t;d}$ is de rekenwaarde van de materiaalsterkte van de ankerstaaf of -streng (voorspanstaal), 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

3.3.5 Toets groutlichaam

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 houdkracht van het groutlichaam wordt bepaald door:

$$R_{a;k} = R_{a;\min} / \xi = \alpha_t \cdot O \cdot L_{grout} \cdot q_{c;gem}$$

Waarin:

- $P_{d;grout}$ is de rekenwaarde van de ankerbelasting t.b.v. ontwerp groutlichaam.
- $R_{a;d}$ is de rekenwaarde van de houdkracht van het groutlichaam.
- $R_{a;k}$ is de karakteristieke houdkracht van het groutlichaam.
- $R_{a;\min}$ is een indicatie van de minimale houdkracht in kN.
- ξ is een reductiefactor gelijk aan 1,0 omdat op alle ankers minimaal een controleproef zal worden uitgevoerd.
- γ_a is de partiële materiaalfactor gelijk aan 1,2 omdat op alle ankers minimaal een controleproef zal worden uitgevoerd.
- α_t is de schachtwrijvingsfactor.
- $O = \pi \cdot D$ is de omtrek van het groutlichaam in m^1 .



L_{grout} 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.

De houdkracht van het groutlichaam wordt in de tabel bodemopbouw berekend per grondlaag van 1,00 m. Per grondlaag wordt de conusweerstand q_c afgesneden op 20 MPa. Hierna wordt de gemiddelde q_c bepaald over de hele groutlengte. Als deze hoger is dan het maximum van 15 MPa, dan wordt de groutlengte aan de hand van dit maximum berekend. De tabel bodemopbouw wordt daarmee ter informatie.

Daarnaast vinden er nog een tweetal controles plaats om aan eisen uit CUR-166 te voldoen. De eerste controle toetst of er minimaal 5,00 m gronddekking aanwezig is boven het groutlichaam.

De tweede controle toetst of er, in verband met groepswerking, minimaal 7xD afstand is tussen de groutlichamen, wat neerkomt op een hart-op-hart afstand van 8xD. Bij ankers met een onderlinge afstand kleiner dan 8xD wordt gerekend met een reductiefactor op de houdkracht van het groutlichaam. De reductiefactor wordt verkregen door rechtlijnige interpolatie tussen 1,0 en 0,5 bij afstanden van respectievelijk 8xD en 1xD.

De reductiefactor wordt als volgt bepaald:

$$0,5 + 0,5 \times ((\text{h.o.h. afstand} - D) / (7xD))$$

Indien deze reductie van toepassing is, wordt deze direct verwerkt in de R_d waarden.

3.3.6 Bepaling ankerlengte

Eerst wordt de theoretische ankerlengte bepaald. Deze bestaat uit: de groutlengte, de vrije ankerlengte en de overlengte. Deze theoretische lengte wordt vervolgens afgerond op een praktische ankerlengte in hele meters, L_{totaal} . Ook wordt de fictieve ankerlengte L_{app} en het horizontaal ruimtebeslag berekend, beide inclusief de eventuele 'offset'-hoek (t.o.v. lood damwand). Het geheel wordt getoond in een grafische weergave van het anker, om een beeld te geven van de totale constructie en om de noodzaak voor toetsing op Kranz-lengte in te schatten.

3.3.7 Samenvatting ontwerp en testbelastingen

De samenvatting geeft een compact en volledig overzicht van alle informatie die nodig is om het anker aan te brengen. Bij testbelastingen worden alle waarden ten behoeve van het beproeven en op voorspanning brengen van de ankers berekend en weergegeven.



3.4 Kranz-stabiliteit

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

3.5 Ankeruitval

Conform CUR-166, deel 1, paragraaf 3.3.9, dient gerekend te worden met uitval van een anker aangezien het hier gaat om een permanente constructie. Ankeruitval betreft een bijzondere belastingcombinatie die middels een SLS-berekening getoetst dient te worden en waarbij de partiële factoren, de belasting- en materiaalfactoren gelijk gesteld worden aan 1,0 en alle geometrische toeslagen gelijk zijn aan 0.

Uitgaande van onderstaande kan geconcludeerd worden dat ankeruitval voor wat betreft de (naastliggende) ankers niet maatgevend is:

$P_{max;cal.}$	is $1,50 P_{max;SLS}$
$P_{max;ULS}$	is $> 1,20 P_{max;SLS}$
$P_{d;grout}$	is $1,10 \times P_{max}$
$P_{d;staal}$	is $1,25 \times P_{max}$
γ_a	is de partiële materiaalfactor gelijk aan 1,2 omdat op alle ankers minimaal een controleproef zal worden uitgevoerd.
ULS	ultimate limit state (= UGT)
SLS	serviceability limit state (= BGT)



4 Ontwerp ankerstoelen

Op dit project worden standaard Jetmix ankerstoelen met vlakke basisplaat toegepast. Deze zullen worden bevestigd middels lassen.

De ankerstoelberekeningen zijn te vinden in Bijlage C.

Als rekenwaarde wordt $P_{d;staal}$ gebruikt (zie berekening par. 3.3.4).

In de berekeningen staan tevens de materialen, materiaalkwaliteiten en een principeschets van de ankerstoel, incl. alle afmetingen.

Waar mogelijk zijn verschillende doorsneden met hetzelfde ankertype gecombineerd tot één ankerstoelberekening. Daarbij wordt dan altijd de maatgevende ankerkracht aangehouden.



5 Beproeven en voorspannen

In overleg met de opdrachtgever worden er controle- en geschiktheidsproeven conform CUR-166 uitgevoerd. Alle ankers zullen aan een controleproef worden onderworpen, met uitzondering van 4 ankers waarop een geschiktheidsproef wordt uitgevoerd.

Tijdens controle- en geschiktheidsproeven wordt de belasting in stappen opgevoerd vanaf de initiële kracht P_i tot P_d . De initiële kracht P_i bedraagt maximaal circa 10% van P_d om ongewenste speling in het meetsysteem uit te schakelen. P_d dient in dit geval te worden gelezen als $P_{d;grout}$. De proef mag pas worden gestart nadat het meetsysteem bij de belasting P_i is gestabiliseerd.

5.1 Controleproeven

Vanaf de initiële kracht P_i wordt de kracht opgevoerd tot P_d , waar deze 5 minuten constant wordt gehouden. Dit betekent dat bij afname van de belasting ten gevolge van kruip dient te worden bijgepompt. De afleestijd wordt verlengd als het anker na 5 minuten niet aan de kruipmaat van 1,0 mm voldoet. De kruipmaat dient te worden berekend met behulp van de formule uit paragraaf 7.3.3 uit CUR-166. Daarna wordt weer ontlast tot P_i .

Tijdens het beproeven dient de kopverplaatsing genoteerd te worden bij de belasting P_i aan het begin, bij 40%, 55%, 70% en 85% van P_d , bij het bereiken van P_d op 1, 2, 3, 4 en 5 minuten en tenslotte weer bij P_i aan het eind van de stap.

Voor de controleproef gelden belastingsstappen volgens onderstaande tabel. De bijbehorende waarden zijn te vinden in Bijlage B. Na de beproeving dient het anker afgespannen te worden op de aangegeven voorspankracht.

Tabel 1: Testbelastingen t.b.v. controleproeven

Controleproef	Belasting							
	P_i	$0,4P_d$	$0,55P_d$	$0,7P_d$	$0,85P_d$	P_d	P_i	P_{vsp}
<i>Tijdstip in min.</i>	-	1	1	1	1	1,2,3,4 en 5	-	-

5.2 Geschiktheidsproeven

Vanaf de initiële kracht P_i wordt de kracht in stappen van respectievelijk 40%, 55%, 70%, 85% P_d tot 100% P_d opgevoerd. Na iedere stap wordt weer ontlast tot P_i . In de eerste twee stappen wordt gedurende 15 minuten, in de volgende twee stappen gedurende 30 minuten en in de laatste stap gedurende 60 minuten de belasting constant gehouden. Dit betekent dat bij afname van de belasting ten gevolge van kruip dient te worden bijgepompt. De afleestijd wordt verlengd als het anker binnen de gestelde tijd niet aan de kruipmaat van 1,0 mm voldoet. De kruipmaat dient te worden berekend met behulp van de formule uit paragraaf 7.3.3 uit CUR-166. Daarna wordt weer ontlast tot P_i . Tijdens het beproeven dient de verplaatsing tijdens iedere stap genoteerd te worden bij de belasting P_i aan het begin van de stap, bij het belastingniveau van de vorige stap, na het bereiken van de belasting van de huidige stap op 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 45 en 60 minuten, wederom bij de belasting van de vorige stap en weer bij P_i aan het eind van de stap. Bij afname van de belasting ten gevolge van kruip dient te worden bijgepompt.

Voor de geschiktheidsproef gelden belastingsstappen volgens onderstaande tabel. De bijbehorende waarden zijn te vinden in Bijlage B. Na de beproeving dient het anker afgespannen te worden op de aangegeven voorspankracht.

Tabel 2: Testbelastingen t.b.v. geschiktheidsproeven

Geschiktheidsproef	Belasting							
	P_i	$0,4P_d$	$0,55P_d$	$0,7P_d$	$0,85P_d$	P_d	P_i	P_{vsp}
<i>Tijdsduur in min.</i>	-	15	15	30	30	60	-	-



Bijlage A Ankertabel



Bijlage B Ankerontwerp



Bijlage C Ankerstoelberekeningen