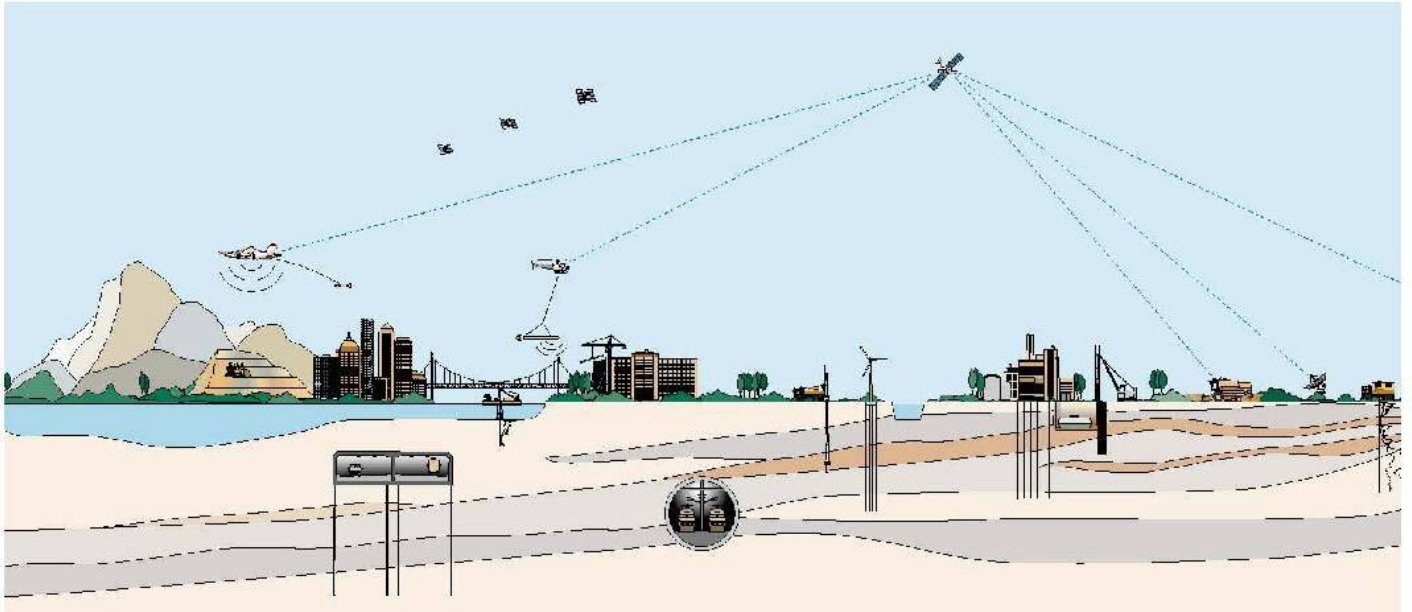
Briefrapport
betreffende

KADEMUUR
GILLES VAN LEDENBERCHSTRAAT
TE AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 4006-0402-012



Briefrapport
betreffende

KADEMUUR
GILLES VAN LEDENBERCHSTRAAT
TE AMSTERDAM

Opdrachtnummer: 4006-0402-012

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

T.a.v. de heer [redacted]

Onze ref: 4006-0402-012.R01/FCS/SA Amsterdam, 25 juli 2011

Betreft: Kademuur Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam

Geachte heer [redacted]

Hierbij doen wij u de resultaten van aanvullende damwandberekeningen toekomen betreffende de betonnen damwand van bovengenoemd project.

Inleiding
De projectlocatie is gelegen aan de Gilles van Ledenberchstraat en de Kostverlorenvaart te Amsterdam.

Langs de Kostverlorenvaart is een bestaande Azobe houten damwand aanwezig. Direct hierachter is een nieuwe betonnen damwand geplaatst. De lengte van de betonnen damwandplanken is ca. 4 m en de dikte is ca. 100 mm. Hierboven komt een betonbalk welke tussen de nieuwe fundering en de bestaande kademuur wordt "opgehangen". Horizontaal worden er extra verankeringen aangebracht.

Dit rapport bevat een damwandberekening van de betonnen damwand, ter bepaling van de ankerkracht. Tevens zal een advies voor het opnemen van de ankerkracht door middel van ankerschotten worden opgesteld. Hierbij zal rekening moeten worden gehouden met de lengte van de ankerstangen vanwege de reeds aangebrachte rioleringsputten en buizen.

De controle van de sterkte van de damwand (doorsnede berekening) valt buiten het kader van dit rapport.

Bovenstaande gegevens zijn door de constructeur verstrekt. Voor nadere gegevens omtrent de constructie verwijzen wij u naar de berekeningen en tekeningen van de constructeur.

[redacted]

Damwandadvies

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de controleberekeningen die voor de nieuwe betonnen damwand zijn uitgevoerd en het hierop gebaseerde advies gepresenteerd.

Berekeningsmethode

De damwandberekeningen zijn uitgevoerd conform de norm geotechniek NEN 6740 en CUR-Publicatie 166 "Damwandconstructies" (4e druk), waarbij onderscheid is gemaakt in de uiterste grenstoestanden 1A en 1B (berekeningen 6.1 t/m 6.4 volgens CUR 166) en de bruikbaarheidsgrenstoestand (berekening 6.5 volgens CUR 166) ook wel grenstoestand 2 genoemd.

Voor de dimensionering van de damwand zijn berekeningen uitgevoerd met het computerprogramma MSHEET. Dit is een ééndimensionaal eindig elementenprogramma voor de berekening van momenten, dwarskrachten en verplaatsingen van een verticale grondkerende wand, al dan niet (meervoudig) verankerd. De druk van de grond op de constructie wordt in de berekening afhankelijk gesteld van de horizontale verplaatsing van de wand. Met het programma kan het effect van opeenvolgende bouwstadia worden onderzocht.

Grondparameters

Voor de damwandberekeningen zijn representatieve waarden voor de relevante grondparameters bepaald aan de hand van interpretatie van het beschikbare grond- en laboratoriumonderzoek, tabel 1 uit NEN 6740, CUR-publicatie 166 en de in onze archieven beschikbare informatie. In tabel 1 zijn de in de berekeningen gehanteerde geotechnische parameters voor de relevante bodemlagen gegeven.

Tabel 1: Representatieve waarden sterkte- en stijfheidsparameters, o.b.v. sonderingen DKM8

bovenkant laag [m NAP]	grondlaag	γ/γ_{sat} [kN/m^3]	c' [kPa]	φ' [^{0}]	δ [^{0}]	beddingscontante lage waarden		
						$k_{h;1}$	$k_{h;2}$	$k_{h;3}$
+0,57	Zand, toplaag	18/20	0	30,0	20,0	6.000	3.000	1.500
-1,50	ZAND, los gepakt met kleilaagjes	19/19	0	27,5	18,3	3.000	1.500	750
-2,25	VEEN	11/11	5	15	0	1.200	600	300
-4,75	KLEI, siltig	16/16	0	22,5	15	1.700	850	425
-5,75	ZAND, zeer los gepakt, kleiig	19/19	0	27,5	18,3	2.000	1.000	500

Opmerkingen:

- γ en γ_{sat} = volumiek gewicht; sat = verzadigd
- c' = effectieve cohesie
- φ' = effectieve hoek van inwendige wrijving
- δ = wandwrijvingshoek
- voor een berekening conform CUR Publicatie 166 kan een multi-lineaire veerkarakteristiek worden gehanteerd, bestaande uit 3 tussentakken aangeduid met $k_{h;1}$ t/m $k_{h;3}$, waarin $k_{h;1}$ t/m $k_{h;3}$ = lage waarde voor de horizontale beddingconstante voor respectievelijk tak 1, 2 en 3

Veiligheidsklasse
Conform CUR-Publicatie 166 is de constructie, gezien de relatief geringe schade bij falen en de afwezigheid van persoonlijke veiligheidsrisico, ingedeeld in veiligheidsklasse I waarbij de volgende partiële veiligheidsfactoren zijn toegepast:

$\gamma_{m;\varphi}$	: 1,05
$\gamma_{m;c}$	: 1,00
$\gamma_{m;E}$	: 1,30 (beddingsconstante)
Δ_h	: 0,20 m (opzet kerende hoogte)
$\Delta_{gws,hoog}$	: 0,05 m (marge grondwaterstand actieve zijde)
$\Delta_{gws,laag}$	: 0,15 m (marge grondwaterstand passieve zijde)

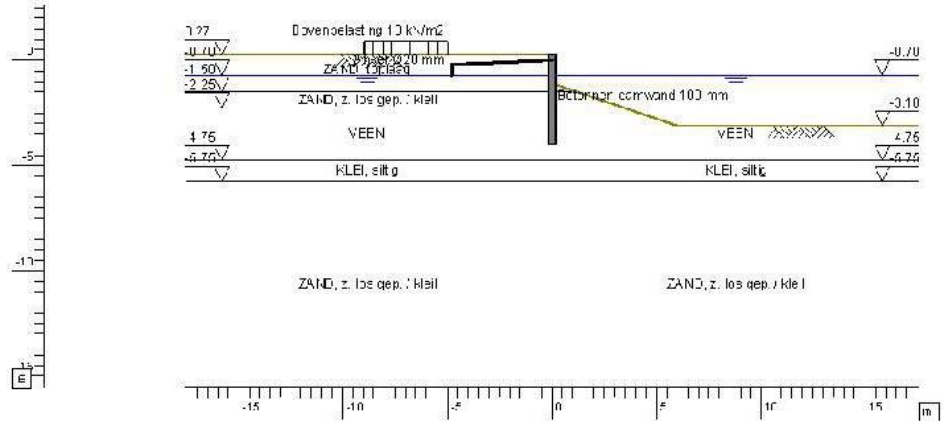
Damwandprofiel
In de controleberekeningen is uitgegaan van betonnen damwandplanken met een dikte van 0,1 m één en ander conform opgave van de constructeur. De lengte van de damplank is ca. 4 m, zodat de onderzijde van de damwand overeenkomt met een niveau van ca. NAP -4,0 m.

In de berekeningen zijn voor de eigenschappen van de damwand de volgende waarden gebruikt:
- EI = 1670 kNm^2/m
- W = 1670 cm^3/m

A*nker*
Het aanwezige anker is geschematiseerd als een ankerstang van 4,79 m lengte met een ankerschot van 1,0 m hoogte.

Geometrische parameters en overige uitgangspunten
In de damwandberekeningen is uitgegaan van het door de constructeur verstrekte dwarsprofiel. Hierin bevindt de (zijkant) onderwaterbodem zich op NAP -1,1 m en loopt onder een helling van 1 verticaal op 3 horizontaal af. Het huidige maaiveld en de bovenkant van de damwand ligt op NAP +0,27 m. De ingevoerde geometrie is in onderstaande figuur weergegeven.

Bovenbelasting
In de controle van de huidige situatie is een bovenbelasting van 10 kN/m^2 (van 5,0 m tot 9,0 m uit de damwand) in rekening gebracht. Binnen 5,0 m uit de damwand is geen noemenswaardige bovenbelasting toegestaan.



Figuur 1: invoer geometrie MSheet

Berekeningsresultaten

Voor de controleberekening van de bestaande betonnen damwand is uitgegaan van de door de constructeur verstrekte maatgevende dwarsdoorsnede. Volledigheidshalve is tevens de minimale theoretisch benodigde lengte van de damwand bepaald. In tabel 2 zijn van beide situaties de berekeningsresultaten gepresenteerd. De berekeningsresultaten zijn tevens grafisch gepresenteerd in de bijlagen.

Tabel 2: Resultaten damwandberekeningen - huidige situatie

Situatie	Lengte [m] / o.k. plank	Grenstoestand	$M_{s;d}$ [kNm/m^1]	$F_{s;A;max}$* [kN/m^1]	δ_{max} [mm]
huidige situatie	4,0 m NAP -4,0 m	1A	damwand instabiel **		
		2	2,2	5 * 1,5 = 8	17
alternatief	6,25 m NAP -6,25 m	1A	12	13	n.v.t.
		2	4	5	12

Opmerkingen:

$M_{s;d}$ = maatgevende rekenwaarde van het moment in kNm/m^1

$F_{s;A;max}$ = maximale ankerkracht in kN/m^1; Uitgegaan is van horizontaal lopende ankerstangen met een lengte van 4,79 m.

δ_{max} = maximaal berekende uitbuiging; de in grenstoestand 2 berekende uitbuiging geeft een indicatie omtrent de werkelijk te verwachten vervorming

* = Voor de rekenwaarde van de ankerkracht is uitgegaan van 1,5 x de representatieve waarde.

** = Instabiele situatie = de damwandberekening stopt als 100% van de te mobiliseren weerstand wordt bereikt of als de maximale verplaatsing >25% van de damwandlengte bedraagt.

Toetsing ankerkracht

De rekenwaarde van de ankerkracht dient getoetst te worden aan de rekenwaarde voor de draagkracht. Bij deze toetsing kunnen conform stap 9 van CUR 166 de volgende rekenwaarden worden gehanteerd:

ankerstaaf: $F_{s;A;st;d} = 1,25 * F_{s;A;max}$ in dit geval: 1,25*8 = 10 kN/m^1

ankerschot: $F_{s;A;d} = 1,1 * F_{s;A;max}$ in dit geval: 1,1*8 = 9 kN/m^1

In overleg met de constructeur is uitgegaan van ankerstangen Ø20 mm. De draagkracht van het ankersysteem is afhankelijk van de lengte en de hoek van de ankerstang, alsmede van de hoogte en de diepteligging van het ankerschot. In tabel 3 zijn de berekeningsuitgangspunten en -resultaten gepresenteerd. In de tabel is uitgegaan van een maaiveld op NAP +0,27 m en een redelijk verdichte zandaanvulling voor de schotten.

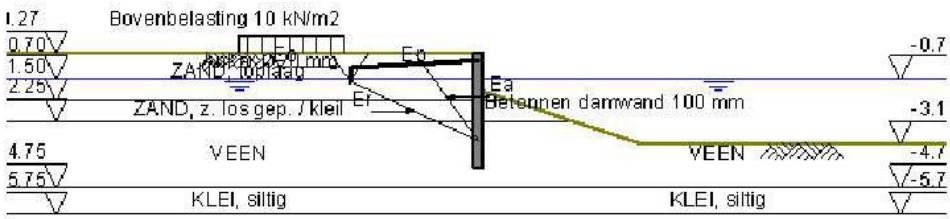
Tabel 3: Overzicht berekeningsresultaten ankerschot

Rekenwaarde ankerkracht		Ankerstang		Ankerschot			
ankerstaaf $F_{s;A;st;d}$ [kN/m]	ankerschot $F_{s;A;d}$ [kN/m]	hoek [º]	lengte [m]	afmeting [m^2]	minimale installatie diepte o.k. [m NAP]	houdkracht $F_{r;A;p;d}$ [kN]	h.o.h. afstand [m]
10	9	-3,5	4,79[1)]	1,0 x 1,0	-0,82	35	1,7

Opmerkingen bij tabel 3:
1) Minimale lengte op basis van methode Kranz;
$F_{r;A;p;d}$ = geotechnische rekenwaarde houdkracht ankerschot

Opgemerkt wordt dat voor het opnemen van de optredende ankerkracht enige verplaatsing van de ankerschotten moet optreden. Om dit zoveel mogelijk te voorkomen wordt geadviseerd de ankers onder voorspanning te zetten en zodanig na enige tijd nogmaals na te spannen.

De stabiliteit van ankerschotten is getoetst aan de hand van de methode Kranz. Conform CUR 166 is aan de Krans stabiliteit voldaan indien in grenstoestand 2 geldt: $1,5 \times F_{a;max} < F_{kranz}$. Vervolgens is een controle van de overall stabiliteit uitgevoerd met methode Bisshop. Voor de toetsing is een overall veiligheidsfactor van minimaal 1,3 aangehouden. Een grafische weergave van methode Kranz en de maatgevende stabiliteitsfactor zijn in onderstaande figuren gepresenteerd.

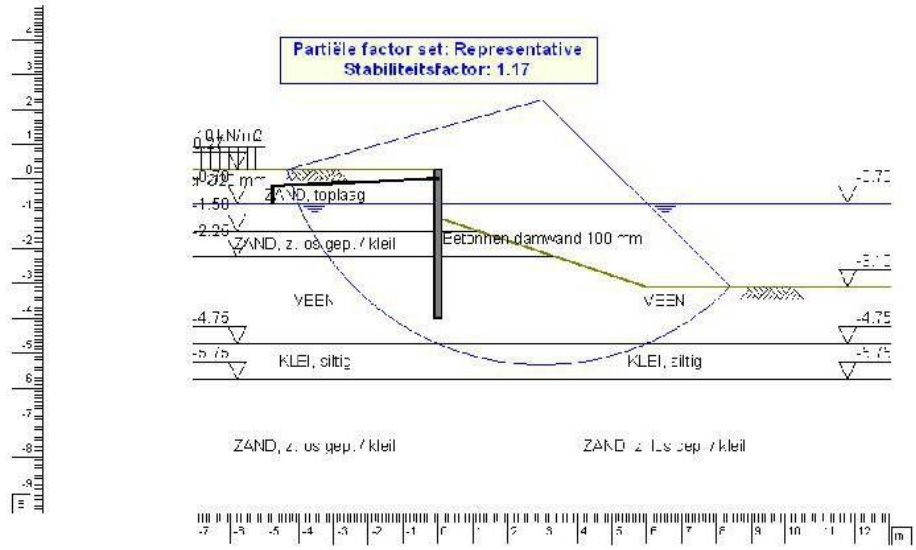


ZAND, z. los gep. / klei ZAND, z. los gep. / klei

LANGE VERANKERING

H = 1.00 [m]	Ea = 21.6 [kN/m]	Ec = 8.2 [kN/m]	Fmax = 19.00 [kN]
L = 4.79 [m]	Er = 4.5 [kN/m]	Es = 1.0 [-]	Fact = 4.29 [kN]
A = 185.00 [mm2]	Eo = 6.5 [kN/m]	Ep = 27.5 [kN/m]	

Figuur 2: stabiliteit ankerschot a.d.h.v. methode Kranz



Figuur 3: overall stabiliteit a.d.h.v. methode Bisshop

De overall stabiliteit bedraagt 1,17 (≤ 1,3) en voldoet niet aan de eisen. Door een langere damwand zal de stabiliteit toenemen en wel voldoende zijn.

Aan de Kranz stabiliteit voldoet een ankerstang met een lengte van 4,7 m. De veiligheid F_{max} / F_{act} bedraagt dan 4,2, wat ruim meer is dan de vereiste waarde van 1,5.

Toetsing vervormingen
In het kader van de probleemstelling binnen het project is de stabiliteit van de damwand maatgevend. De toetsing op vervorming is minder relevant. De berekende vervormingen lijken toelaatbaar

Conclusies
Uit de resultaten van de indicatieve berekeningen voor dit project kan worden geconcludeerd dat op basis van de beschikbare gegevens en aannamen, de bestaande betonnen damwand met een lengte van 4,0 m en een verankering op NAP 0,0 m rekenkundig in grenstoestand 1A niet stabiel is en derhalve niet aan de in CUR166 gestelde eisen ten aanzien van het veiligheidsniveau voldoet. De ankerschotten zijn daarom op basis van grenstoestand 2 gedimensioneerd met een belastingfactor van 1,5.

De lengte van de betonnen damwand dient minimaal 6,25 m te bedragen met onderkant damwand op NAP -6,25 m en een verankering op NAP 0,0 m.

De verankering kan bestaan uit ankerstangen Ø20 mm h.o.h. 1,7 m. De minimale lengte bedraagt 4,7 m. De geotechnische rekenwaarde van de ankerkracht $F_{s;A;st;d}$ = 8 kN/m^1 kan worden opgenomen door ankerschotten met afmetingen van 1,0 m x 1,0 m^2, onderkant schot op minstens 1,10 – MV (NAP -0,83 m) en een h.o.h. afstand van 1,7 m.

De verankering is getoetst op basis van afschuiven langs een diep glijvlak (methode Kranz) en cirkelvormige glijvlak (methode Bishop).

De overall stabiliteit volgens Bishop voldoet vanwege de geringe lengte van de damwand niet aan de in CUR 166 geformuleerde veiligheidniveaus. In werkelijkheid zal de situatie veelal nog niet instabiel zijn. Indien een damwand van 6,25 m lengte wordt toegepast, wordt wel aan het vereiste veiligheidsniveau voldaan.

Aan de Kranz stabiliteit voldoet een ankerstang met een lengte van 4,7 m. De veiligheid bedraagt ca. 4,5 en is > 1,5 .

Met vriendelijke groet,

ir.
Senior Adviseur Geotechniek

Bijlagen:
In- en uitvoer Msheet

Constructeur:

T.a.v. de heer

Overzicht - Fase 1: Fase 1

D-Sheet Piling 9.1 : Betonnen damwand.shi

Tel Fax	datum 25-7-2011	get. -
Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam Verankerde betonnen damwand- bestaand	-	ctr.
Geometrie	Bijl. -	form. A4

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Fase 1

Stap 6.5 - Partiële factor set: Klasse II

D-Sheet Piling 9.1 : Betonnen damwand.shi

[redacted]	[redacted] TELEPHONE [redacted] TELEFAX	date 25-7-2011	drw. -
Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam Verankerde betonnen damwand- bestaand		-	ctr.
Grenstoestand 2		-	form. A4

Overzicht - Fase 1: Fase 1

D-Sheet Piling 9.1 : Betonnen damwand-alternatief.shi

Tel Fax	datum 7/25/2011	get. -
Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam Verankerde betonnen damwand- alternatief	-	ctr.
Geometrie	Bijl. -	form. A4

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Fase 1

Stap 6.3 - Partiële factor set: Klasse II

D-Sheet Piling 9.1 : Betonnen damwand-alternatief.shi

TELEPHONE
TELEFAX

	date 7/25/2011	drw. -
Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam Verankerde betonnen damwand- alternatief	-	ctr.
Grenstoestand 1A	-	form. A4

Gilles van Ledenberchstraat te Amsterdam

Verankerde betonnen damwand- alternatief

Grenstoestand 2

[redacted]

TELEPHONE
TELEFAX

[redacted]

-	-	7/25/2011
form.	dfr.	drw.
A4		-

D-Sheet Piling 9.1 : Betonnen damwand alternatief.gbi

Momenten/Krachten/Verplaatsingen - Fase 1: Fase 1

Stap 6.5 - Partiële factor set: Klasse II

