mhpoly
consultants engineers

GEOTECHNISCHE CONTROLE KADEMUUR

rapport

project KADE OUDE BINNENHAVEN BERGEN OP ZOOM

opdrachtgever OmniformGroup

documentcode 19229X1RA01

[redacted]

status Definitief



GEOTECHNISCHE CONTROLE KADEMUUR

KADE OUDE BINNENHAVEN BERGEN OP ZOOM

Projectnummer MH Poly	19229X1
Referentie klant	Kade Bergen op Zoom

Versiebeheer

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Controleur
V0.1		Eerste opzet	[redacted]	
V1.0	20-01-2020	Uitgave ter goedkeuring klant		
V2.0	24-01-2020	Opmerkingen verwerkt		

Milieu & Ruimte
Waterbouw & Infra
Industrie & Constructies

MH Poly Consultants & Engineers B.V.
Peter Vineloolaan 46b
4611 AN Bergen op Zoom

+31 (0)164 24 55 66
www.mhpoly.nl

INHOUD

1 INLEIDING 5

1.1 Situatiebeschrijving 5

2 UITGANGSPUNTEN 6

2.1 Ingekomen documenten 6
2.2 Normen en richtlijnen 6
2.3 Grondopbouw 6
2.3.1 Maaiveldhoogte en (grond)waterstanden
2.3.2 Grondopbouw
2.4 Kademuur 8
2.4.1 Materiaal
2.4.2 Afmetingen en kerende hoogtes etc.
2.5 Bovenbelasting 9

3 VEILIGHEIDSFILOSOFIE 10

3.1 Gevolgklasse 10
3.2 Betrouwbaarheidsklasse 10
3.3 Partiële Factoren 10
3.3.1 Belastingen
3.3.2 Grondparameters

4 GRENSTOESTANDEN 12

4.1 Gronddrukken 12
4.1.1 Actieve horizontale grondruk
4.1.2 Passieve horizontale gronddruk
4.2 Kantelstabiliteit 13
4.3 Afglijden onderzijde 13
4.4 Draagkracht 14

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 15

5.1 Maximale bovenbelasting 15
5.2 Aanbevelingen 15

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 - BEREKENINGEN

1 INLEIDING

1.1 Situatiebeschrijving

De kademuur bevindt zich aan de westzijde van de ‘gedempte haven’ te Bergen op Zoom. Het ongedempte deel bevindt wordt ontsloten door Noordzijde en Zuidzijde haven, de rijtuigweg aan de westzijde en de gedempte haven aan de oostzijde.

De kademuren voor dit gedeelte van de haven dateren van voor 1949 en zijn opgebouwd uit gemetselde gewichtsmuren op een (stamp)betonnen voet.



Figuur 1 Projectlocatie

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Ingekomen documenten

[1] 1903101-BT-S-01, OmniformGroup, versie C0
[2] 1903101-BT-KL, OmniformGroup, versie C0
[3] 1903101-DO-GW-01, OmniformGroup, versie C0
[4] Onderzoek Kademuren Oude Binnenhaven, Heijmans Restauratie, dd 12-07-2017
[5] Demping Binnenhaven Blad 1 t/m 8, Gemeentewerken Bergen op Zoom, dd 1949
[6] Geotechnische informatie tbv grondprofielen: Dinoloket
[7] Milieuhygiënisch bodemonderzoek nr 20160338-042, Agel Adviseurs, 20 dec 2018.
[8] Inspectierapportage ROV, RPS, dd 22 november 2019

2.2 Normen en richtlijnen

[9] NEN 9997-1:2016
[10] SBRCUR publicatie Binnenstedelijke kademuren

2.3 Grondopbouw

Voor deze berekening is er geen grondonderzoek gedaan ter plaatse van de kademuur. Zoals besproken met de opdrachtgever wordt er gebruik gemaakt van de gegevens uit het Dinoloket en de boorprofielen uit ref. [7] .

Deze laten vooral zand en sterkzand houdende klei zien in de profielen. Aangezien de parameters welke gebruikt worden voor de berekeningen nagenoeg hetzelfde zijn conform tabel 9.3a van ref [9] is er gekozen voor een homogene opbouw. Hiervan zijn de conservatieve parameters gekozen.

2.3.1 Maaiveldhoogte en (grond)waterstanden

Maaiveld : + 3,25 m NAP
B.k. kademuur : + 2,80 m NAP
GWS : + 1,50 m NAP (aanname gelijk aan waterstand)
Waterstand : + 1,50 m NAP
Waterbodem : + ~0,75 m NAP

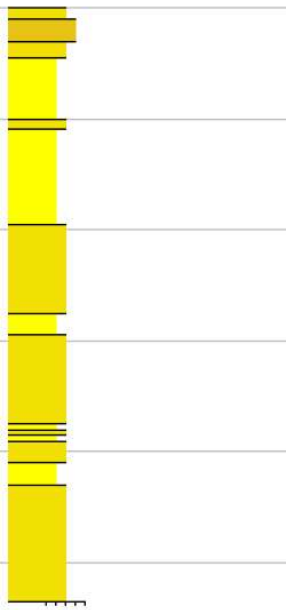
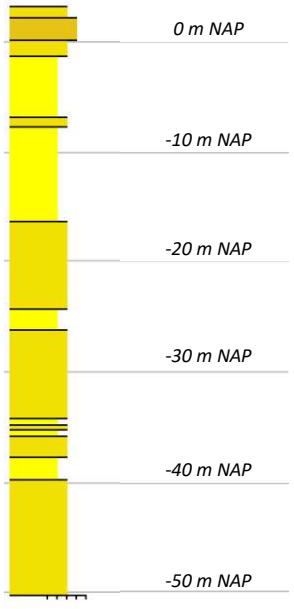
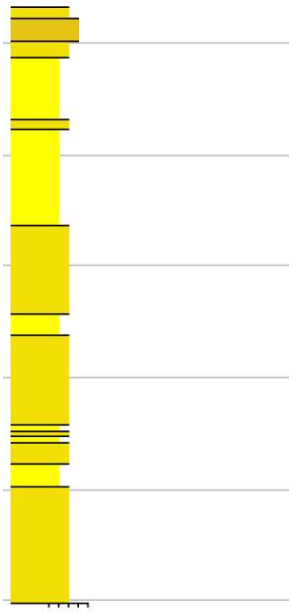
Er worden geen variaties op de maaiveldhoogte toegepast. Gezien de watervoerende (zand)lagen is er geen variatie in de waterstand meegenomen, zoals gesteld in tabel 9.3a van ref [9] .

Hoewel de boringen uit ref. [7] een lagere grondwaterstand (GWS) geven (momentopname) kan het zijn dat de grondwaterstand hetzelfde niveau bereik als het waterpeil in de haven. Dit vanwege de watervoerende zandlagen. Hierdoor is er voor de ongunstigste (hoge GWS) situatie gekozen.

2.3.2 *Grondopbouw*

Aangezien er geen grondgegevens bekent zijn voor het project is er gebruik gemaakt van de gegevens welke beschikbaar zijn in het dinoloket. Hiervoor is er middels de appelboormethode en model GeoTOP v1.3 op een aantal punten de geotechnische opbouw bepaald.

Tabel 1 Informatie uit GeoTOP v1.3

Boring 1	Boring 2	Boring 3
RD-Coördinaten: 77813, 390178 (hoogte tov maaiveld)	RD-Coördinaten: 77838, 390193 (hoogte tov NAP)	RD-Coördinaten: 77846, 390142 (hoogte tov NAP)
		
		

Op basis van Tabel 1 is de volgende (conservatieve) grondopbouw bepaald.

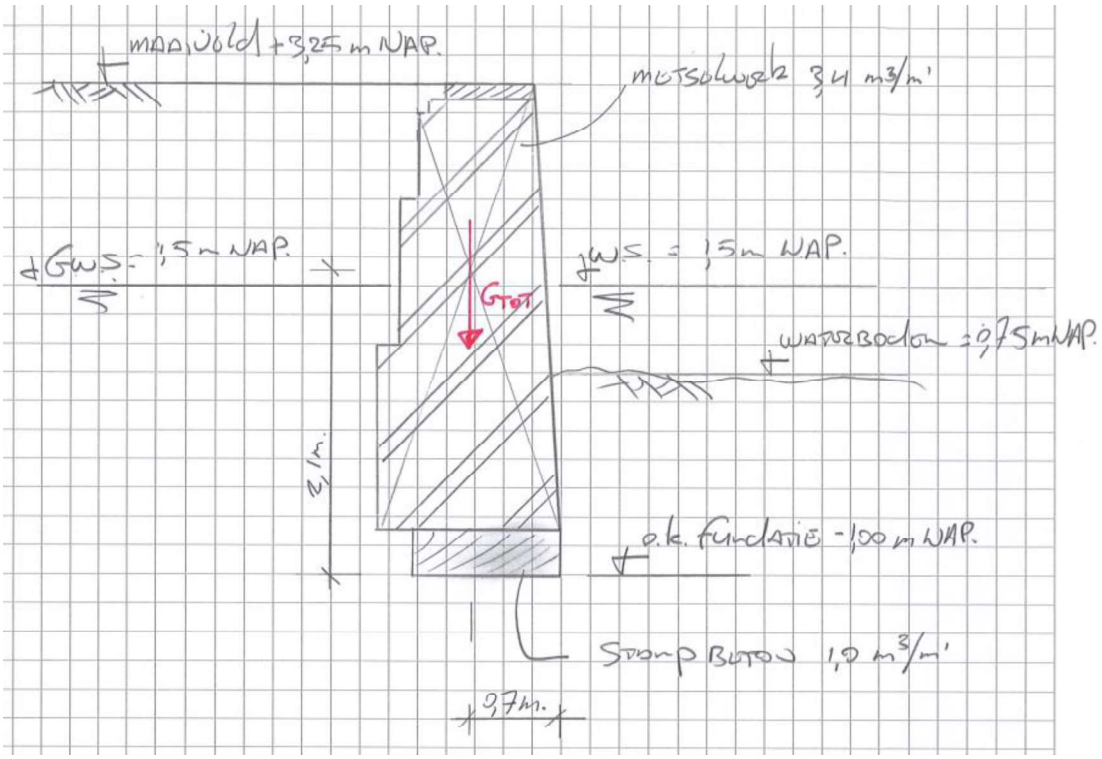
Grondparameters zijn bepaald op basis van tabel 2.b van ref. [9] .

Tabel 2 Grondopbouw

Nr.	Omschrijving [-]	b.k. laag [m NAP]	o.k. laag [m NAP	Dikte laag [m]	γ_{droog} [kN/m^3]	γ_{nat} [kN/m^3]	φ' [graden]
1	Zand, matig	3,25	-18	21,25	18	20	30

2.4 Kademuur

De proefsleuven (ref. [3]) geven een wisselend beeld weer over de opbouw van de kademuur. Op basis van de bekende gegevens is er een uniforme doorsnede bepaald.



Figuur 2 Principe doorsnede kademuur op basis van beschikbare informatie

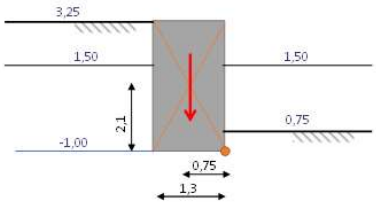
2.4.1 Materiaal

Uitgaande dat de kademuur is uitgebouwd uit metselwerk op een stampbetonnen voet.

$\gamma_{metselwerk}$: 18,0 kN/m^3
γ_{beton} : 22,0 kN/m^3

2.4.2 Afmetingen en kerende hoogtes etc.

		G	X	Y	S_X	S_Y
		[kN/m^1]	[m]	[m]	[kNm/m^1]	[kNm/m^1]
I	Metselwerk	61,2	0,78	2,725	47,736	166,77
II	Beton	22	0,65	0,425	14,3	9,35
		83,2	0,75	2,12	62,036	176,12



Totaal gewicht : 83,2 kN/m^1
Z_x : 0,75 m
Z_y : 2,12 m

2.5 Bovenbelasting

Voor de bovenbelasting wordt er uitgegaan van 10 kN/m^2. Deze belasting werkt uniform en over de gehele breedte (2.4.2(c) van [9]).

3 VEILIGHEIDSFILOSOFIE

3.1 Gevolgklasse

De constructie is ingedeeld in gevolgklasse CC1: Geringe gevolgen ten aanzien van het verlies van mensenlevens, en/ of kleine of verwaarloosbare economische of sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

3.2 Betrouwbaarheidsklasse

De constructie is ingedeeld in gevolgklasse RC1 met een betrouwbaarheidsindex van $\beta = 3{,}3$ - bij $T_{ref} = 50$ jaar.

3.3 Partiële Factoren

Partiele factoren behorende bij de genoemde gevolg- en betrouwbaarheidsklasse.

3.3.1 Belastingen

De partiële factor voor de belasting is conform bijlage A, tabel A.3 van ref. [9] bepaald.

Tabel A.3 — Partiële factoren voor belastingen (γ_F) of belastingseffecten (γ_E)

Belasting		Symbool	Combinatie		
			A1	A2	
				Overig	Damwand
Permanent	Ongunstig	γ_G	1,35 [a b c]	1,0	1,0
	Gunstig		0,9	1,0	1,0
Veranderlijk	Ongunstig	γ_Q	1,5 [b]	1,3 [b]	1,1 [b]
	Gunstig		0	0	0

[a] Alleen bij kleine veranderlijke belastingen is deze waarde maatgevend, zie vergelijking (6.10a) in NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011. In de andere gevallen wordt gerekend met $\gamma_G \times \xi$, zie vergelijking (6.10b) in NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011, waarvoor, uitgaande van $\xi = 0{,}89$ geldt $\gamma_G \times \xi = 1{,}2$. Zie ook de nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011.

[b] De hier gegeven waarden gelden voor RC2. Voor RC1 geldt een vermenigvuldigingsfactor van 0,9 en voor RC3 van 1,1. In de kolom damwand geldt dan voor RC1 $\gamma_Q = 1{,}0$ en voor RC3 $\gamma_Q = 1{,}25$.

[c] Bij vloeistofdrukken met een fysiek beperkte waarde mag zijn volstaan met 1,2.

Tabel 3 Waardes in CC1

$\gamma_{G;ongun}$: (0,9 x 0,89 x 135) 1,08 [-]
$\gamma_{G;gun}$: 0,90 [-]
$\gamma_{Q;ongun}$: (0,9 x 1,5) 1,35 [-]
$\gamma_{Q;gun}$: 0,00 [-]

3.3.2 Grondparameters

Tabel 4 Partiële factoren conform tabel A.4a van ref. [9] .

Tabel A.4a — Partiële factoren voor grondparameters (γ_M)

Grondparameter	Symbool	Combinatie					
		M1	M2				
			Fundering op staal en op palen	Keermuur	Algehele stabiliteit		
					Veiligheidsklasse		
					RC1	RC2	RC3
Hoek van inwendige wrijving [a]	$\gamma_{\varphi'}$	N.v.t.	1,15	1,2	1,2	1,25	1,3
Effectieve cohesie	$\gamma_{c'}$	N.v.t.	1,6	1,5	1,3	1,45	1,6
Ongedraineerde schuifsterkte	γ_{cu}	N.v.t.	1,35	1,5	1,5	1,75	2,0
Prismadruksterkte	γ_{qu}	N.v.t.	1,35	1,5	1,5	1,75	2,0
Volumiek gewicht	γ_{γ}	N.v.t.	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0

[a] Deze factor heeft betrekking op tan φ'.

4 GRENSTOESTANDEN

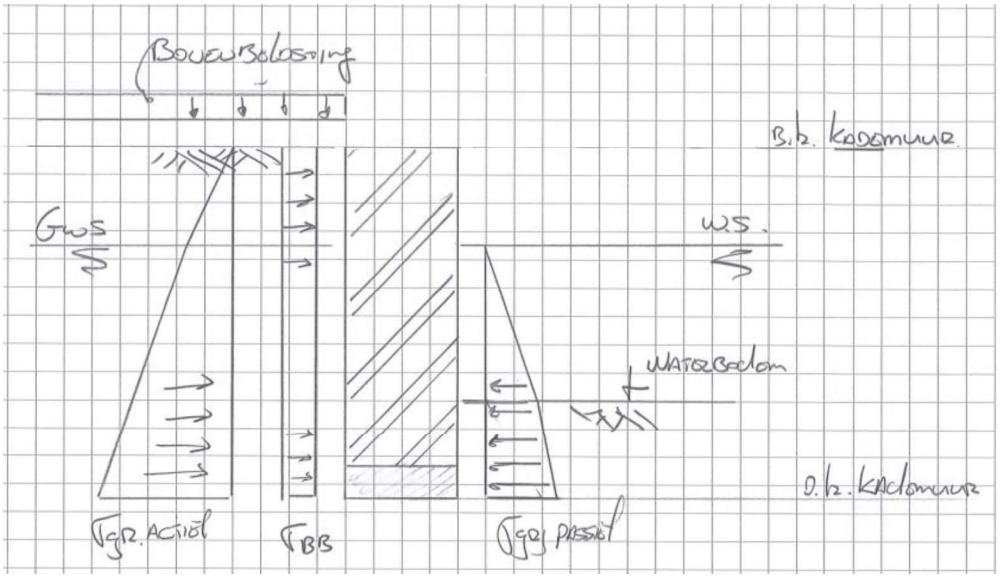
Bij gewichtsmuren dienen de volgende grenstoestanden te zijn beschouwd [9.2 van ref. [9]]:

- Overschrijding van de draagkracht van de grond onder de onderzijde;
- Bezwijken door afglijden over de onderzijde;
- Bezwijken door kantelen.

In deze rapportage zijn de volgende grenstoestanden niet meegenomen:

- Piping en onderloopsheid van de constructie;
- Constructieve samenhang van de kerende constructie.

4.1 Gronddrukken



Figuur 3 Principe belastingen op kademuur

4.1.1 Actieve horizontale grondruk

De actieve horizontale gronddruk bestaat uit de waterdruk, korreldruk en druk welke voortkomt uit de bovenbelasting aan de hoge zijde van de kademuur. Deze wordt bepaald op basis van de verticale gronddruk aan de hoge zijde en k_{actief}, welke oa wordt bepaald op basis van de hoek van inwendige wrijving (φ') van de grondlaag.

Deze is bepaald in bijlage 1 met de volgende resultante:

$F_{rep;actief}$: 102,4 kN
Niveau : 0,41 m NAP

4.1.2 Passieve horizontale gronddruk

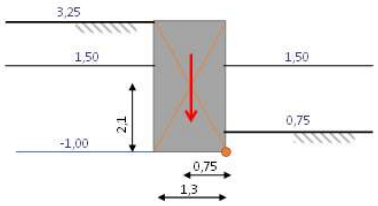
De passieve horizontale gronddruk bestaat uit de waterdruk, korreldruk aan de lage zijde van de kademuur. Deze wordt bepaald op basis van de verticale gronddruk aan de lage zijde en $k_{passief}$, welke oa wordt bepaald op basis van de hoek van inwendige wrijving (φ') van de grondlaag.

Deze is bepaald in bijlage 1 met de volgende resultante:

$F_{rep;passief}$: 67,2 kN
Niveau : -0.35 m NAP

4.2 Kantelstabiliteit

De kantel stabiliteit wordt getoetst door middel van de maximale horizontale belasting en minimale verticale belasting (eigen gewicht).



Aandrijvende krachten:

$M_{Fd;actief}$: (0,41- -1,00) 102,4 x 1,08 ($\gamma_{G;ongun}$) = 156,5 kNm

Weerstand biedende krachten:

$M_{Fd;passief}$: (-0,35- -1,00) x 67,2 x 0,90 ($\gamma_{G;gun}$) = 39,0 kNm
$M_{Gd;eg}$: 0,75 x 83,2 x 0,90 ($\gamma_{G;gun}$) = 55,8 kNm

U.C. = 156,5 / (39,0 + 55,8) = 1,65 ≥ 1,00, voldoet niet!

4.3 Afglijden onderzijde

Het afglijden van de kademuur wordt getoetst door middel van de maximale horizontale belasting en minimale verticale belasting (eigen gewicht).

Afglijden wordt getoetst middels de formule voor de gedraineerde toestand en insitu beton.

Aandrijvende krachten:

$M_{Fd;actief}$: 102,4 x 1,08 ($\gamma_{G;ongun}$) = 110,7 kN

Weerstand biedende krachten:

$M_{Fd;passief}$: 67,2 x 0,90 ($\gamma_{G;gun}$) = 60,5 kN
$M_{Gd;eg}$: 83,2 x 0,90 ($\gamma_{G;gun}$) x tan(25,7) = 36 kN

U.C. = 110,7 / (60,5+36) = 1,15 ≥ 1,00, voldoet niet!

4.4 Draagkracht

De draagkracht wordt getoetst door middel van de maximale horizontale belasting en maximale verticale belasting (eigen gewicht) en op basis van de niet-cohesieve (zand) lagen onder de fundatie.

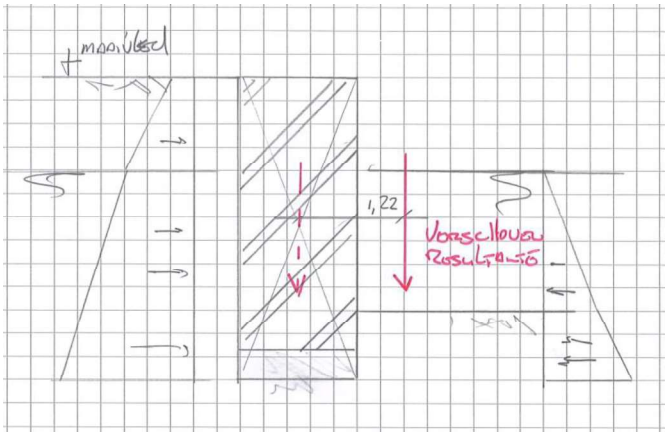
Vanwege de horizontale belasting dient de effectieve breedte van de voet van de kademuur gereduceerd te worden om zo het effect van deze belasting mee te nemen in de berekening.

Verschoven resultanten vanuit de horizontale belastingen:

$M_{Fd;actief}$ - $M_{Fd;passief}$ = 156,5 – 46,9 = 109,6 kNm
G_d = : 83,2 x 1,08 ($\gamma_{G;gun}$) 90,0 kN

Verschoven resultante = 109,6 / 90 = 1,22 m

Bij een breedte van de voet van 1,3 m en een verschuiving van de resultaten van 1,22 m komt de resultaten buiten het fundatievlak van de kademuur te liggen. Hierdoor krijgt de theoretische belastingoppervlakte een breedte van < 0 m waardoor toetsing op draagkracht niet mogelijk is.



Figuur 4 Principe schets verschoven resultante

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van de in hoofdstuk 2 genoemde uitgangspunten voldoet de kademuur niet aan de eisen, zoals gesteld in NEN-EN 9997-1. Deze berekening is grotendeels gebaseerd op aangenomen uitgangspunten.

Bij de bepaling van deze aannames is er zoveel mogelijk rekening gehouden met de gegevens die beschikbaar waren en is er zoveel mogelijk een 'best guess' waarde bepaald op basis van de beschikbare informatie en de benodigde kennis. Hierbij is er gekozen voor een realistische conservatieve benadering.

In ref [7] wordt er in de samenvatting van de resultaten gesproken over lokale ondoordringbare funderingslagen met puin/ baksteen. Deze lage kunnen een verstevigende werking hebben van de kademuur. Aangezien het lokale bevindingen betreft kunnen er hier geen waarden en/ of effecten van bepaald worden.

5.1 Maximale bovenbelasting

Aanvullend is er gekeken welke maximale bovenbelasting er toelaatbaar is op de constructie met de huidige uitgangspunten. Met de huidige parameters en modellering voldoet de constructie, zowel met als zonder bovenbelasting, niet aan de gestelde eisen. Hoewel de constructie zijn functie vervult voldoet deze niet volgens de norm en is de constructieve veiligheid niet gewaarborgd. In de aanbevelingen (§ 5.2) wordt dan ook aanbevolen om nader onderzoek naar de uitgangspunten te verrichten.

5.2 Aanbevelingen

Aangezien er een groot aantal aannames ten grondslag ligt aan deze berekening wordt het aanbevolen waardes in deze berekening te controleren, zoals o.a.:



.

1

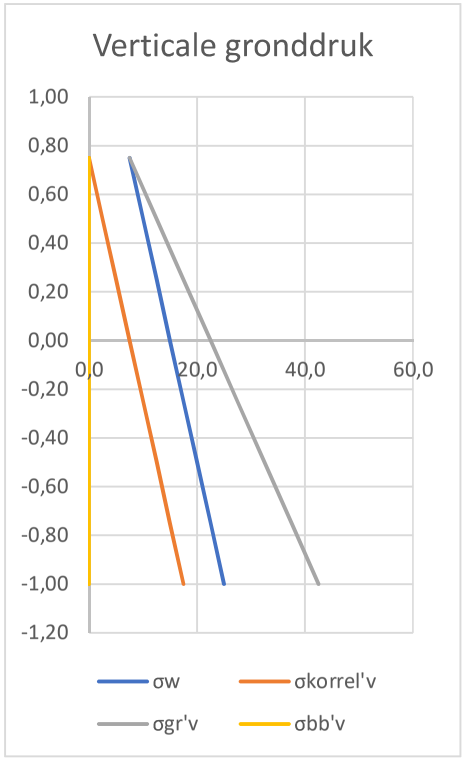
Bijlage 1 - Berekeningen

Passieve gronddruk
23-1-2020

PME

Waterbodem:	0,75	m NAP	γ_w :	10,0	kN/m^2
Stap:	0,25	m	γ_{droog} :	18,0	kN/m^2
G.W.S:	1,50	m NAP	γ_{nat} :	20,0	kN/m^2
b.b.	0,00	kN/m^2	φ' :	30,0	graden
o.k.	-1,00	m NAP	φ'_d :	25,7	graden

Niveau	Diepte	σ_w	$\sigma_{korrel'v}$	$\sigma_{bb'v}$	$\sigma_{gr'v}$	k_p	$\sigma_{korrel'h'p}$	$\sigma_{bb'h'p}$	$\sigma_{gr'h'p}$
[m NAP]	[m maaiveld]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[-]	[kN/m^2]	[kN/m^2]	[kN/m^2]
0,75	0,00	7,5	0,0	0,00	7,5	2,5	0,0	0,0	7,5
0,50	-0,25	10,0	2,5	0,00	12,5	2,5	6,3	0,0	16,3
0,25	-0,50	12,5	5,0	0,00	17,5	2,5	12,7	0,0	25,2
0,00	-0,75	15,0	7,5	0,00	22,5	2,5	19,0	0,0	34,0
-0,25	-1,00	17,5	10,0	0,00	27,5	2,5	25,3	0,0	42,8
-0,50	-1,25	20,0	12,5	0,00	32,5	2,5	31,6	0,0	51,6
-0,75	-1,50	22,5	15,0	0,00	37,5	2,5	38,0	0,0	60,5
-1,00	-1,75	25,0	17,5	0,00	42,5	2,5	44,3	0,0	69,3



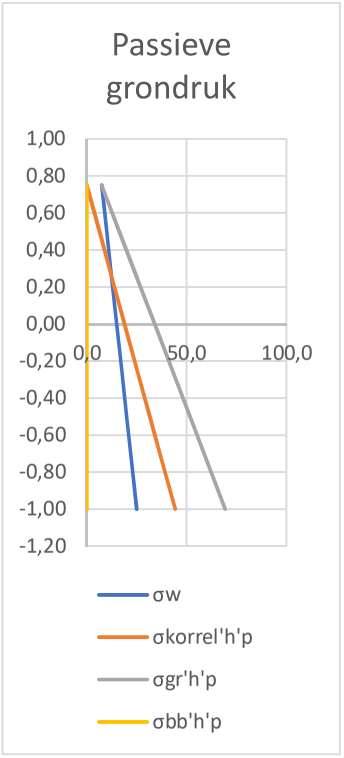
Passieve gronddruk
24-1-2020

PME

Resultante aandrijvende kracht

[m NAP]	[m]	$F_{gr'h'p}$ [kN]	[kNm]
0,63	1,63	3,0	4,8
0,38	1,38	5,2	7,1
0,13	1,13	7,4	8,3
-0,13	0,88	9,6	8,4
-0,38	0,63	11,8	7,4
-0,63	0,38	14,0	5,3
-0,88	0,13	16,2	2,0
		0,65 67,2	43,3

Resultante : 67,2 kN
Niveau : -0,35 m NAP

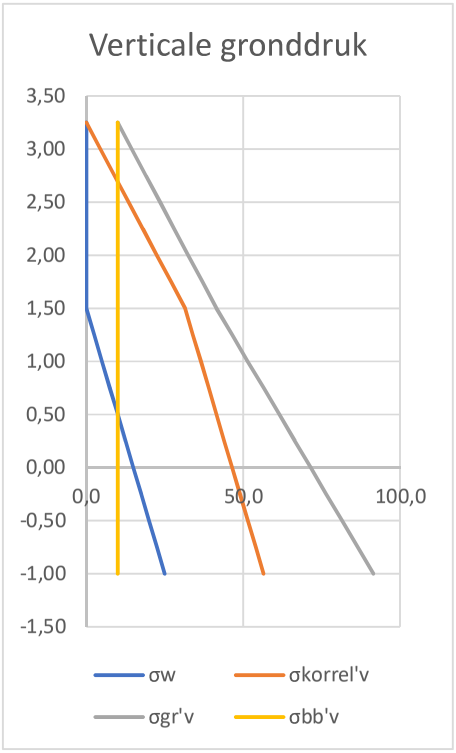


Actieve gronddruk
24-1-2020

PME

Maaiveld:	3,25	m NAP	γ_w :	10,0	kN/m^2
Stap:	0,25	m	γ_{droog} :	18,0	kN/m^2
G.W.S:	1,50	m NAP	γ_{nat} :	20,0	kN/m^2
b.b.	10,00	kN/m^2	φ' :	30,0	graden
o.k.	-1,00	m NAP	φ'_d :	25,7	graden

Niveau [m NAP]	Diepte [m maaiveld]	σ_w [kN/m^2]	$\sigma_{korrel'v}$ [kN/m^2]	$\sigma_{bb'v}$ [kN/m^2]	$\sigma_{gr'v}$ [kN/m^2]	k_a [-]	$\sigma_{korrel'h'a}$ [kN/m^2]	$\sigma_{bb'h'a}$ [kN/m^2]	$\sigma_{gr'h'a}$ [kN/m^2]
3,25	0,00	0,0	0,0	10,00	10,0	0,40	0,0	4,0	4,0
3,00	-0,25	0,0	4,5	10,00	14,5	0,40	1,8	4,0	5,7
2,75	-0,50	0,0	9,0	10,00	19,0	0,40	3,6	4,0	7,5
2,50	-0,75	0,0	13,5	10,00	23,5	0,40	5,3	4,0	9,3
2,25	-1,00	0,0	18,0	10,00	28,0	0,40	7,1	4,0	11,1
2,00	-1,25	0,0	22,5	10,00	32,5	0,40	8,9	4,0	12,8
1,75	-1,50	0,0	27,0	10,00	37,0	0,40	10,7	4,0	14,6
1,50	-1,75	0,0	31,5	10,00	41,5	0,40	12,4	4,0	16,4
1,25	-2,00	2,5	34,0	10,00	46,5	0,40	13,4	4,0	19,9
1,00	-2,25	5,0	36,5	10,00	51,5	0,40	14,4	4,0	23,4
0,75	-2,50	7,5	39,0	10,00	56,5	0,40	15,4	4,0	26,9
0,50	-2,75	10,0	41,5	10,00	61,5	0,40	16,4	4,0	30,3
0,25	-3,00	12,5	44,0	10,00	66,5	0,40	17,4	4,0	33,8
0,00	-3,25	15,0	46,5	10,00	71,5	0,40	18,4	4,0	37,3
-0,25	-3,50	17,5	49,0	10,00	76,5	0,40	19,4	4,0	40,8
-0,50	-3,75	20,0	51,5	10,00	81,5	0,40	20,3	4,0	44,3
-0,75	-4,00	22,5	54,0	10,00	86,5	0,40	21,3	4,0	47,8
-1,00	-4,25	25,0	56,5	10,00	91,5	0,40	22,3	4,0	51,3

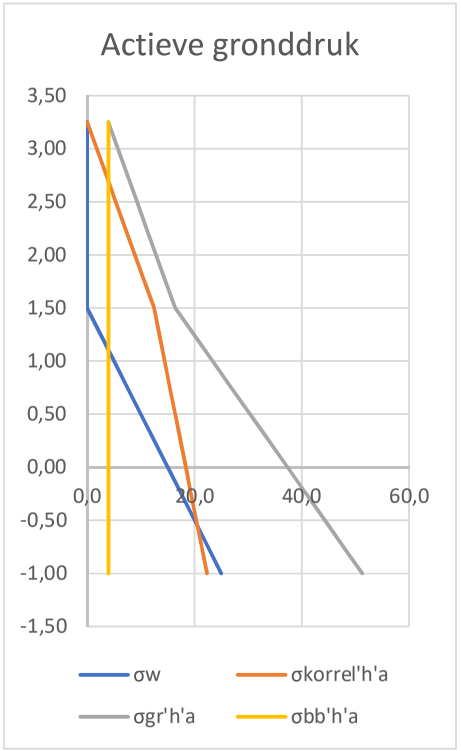


Actieve gronddruk

PME

24-1-2020

Resultante aandrijvende kracht		$F_{gr'h'a}$	$S\text{-}F_{gr'h'a}$
[m NAP]	[m]	[kN]	[kNm]
3,13	4,13	1,2	5,0
2,88	3,88	1,7	6,4
2,63	3,63	2,1	7,6
2,38	3,38	2,5	8,6
2,13	3,13	3,0	9,3
1,88	2,88	3,4	9,9
1,63	2,63	3,9	10,2
1,38	2,38	4,5	10,8
1,13	2,13	5,4	11,5
0,88	1,88	6,3	11,8
0,63	1,63	7,2	11,6
0,38	1,38	8,0	11,0
0,13	1,13	8,9	10,0
-0,13	0,88	9,8	8,5
-0,38	0,63	10,6	6,6
-0,63	0,38	11,5	4,3
-0,88	0,13	12,4	1,5
		1,4 102,4	144,7



Resultante : 102,4 kN

Niveau : 0,41 m NAP

	RC1
$\gamma_{G;ongun}$	1,08
$\gamma_{G;gun}$	0,90
$\gamma_{Q;ongun}$	1,35
$\gamma_{Q;gun}$	0,00

Hoek van inwendige wrijving	$\gamma_{\varphi'}$	1,20
Effectieve cohesie	γ_{γ}	1,10
Ongedraineerde schuifsterkte		
Prismadruksterkte		
Volumiek gewicht		

[-]

m.v.	3,25	m NAP
b.b.	10	kN/m^2
G.W.S	1,50	m NAP
o.k. kademuur	-1,00	m NAP
Waterbodem	0,75	m NAP

γ_{water}:	10	kN/m^3
γ_{mw}:	18	kN/m^3
$\gamma_{beton;ongew}$:	22	kN/m^3

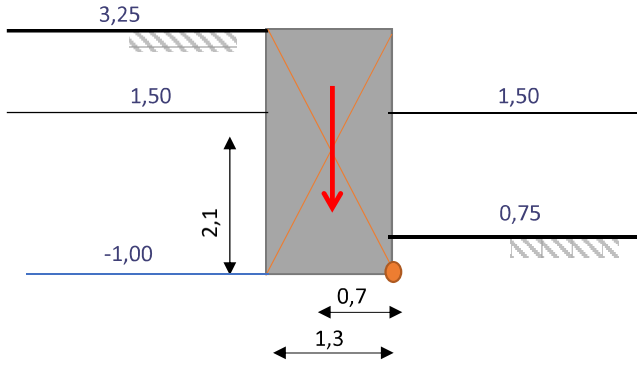
Laag opbouw

nr.	Omschrijving	b.k. laag	o.k. laag	Dikte	γ_{droog}	γ_{sat}	φ'
[-]	[-]	[m NAP]	[m NAP]	[m]	[kN/m^3]	[kN/m^3]	[graden]
1	Zand, vast	3,25	-18,00	21,25	18,0	20,0	30,0

$A_{metselwerk}$:	3,40	m^2
A_{beton}:	1,00	m^2

$G_{metselwerk}$ =	61,2	kN/m^1
G_{beton} =	22	kN/m^1
G_{tot} =	83,2	kN/m^1
$G_{tot;d}$ =	90,0	kN/m^1

		G	X	Y	S_X	S_Y
		[kN/m^1]	[m]	[m]	[kNm/m^1]	[kNm/m^1]
I	Metselwerk	61,2	0,8	2,7	47,7	166,8
II	Beton	22,0	0,7	0,4	14,3	9,4
		83,2	0,7	2,1	62,0	176,1



Weerstand tegen kantelen

Situatie A:

	G_{rep} [kN/m^1]	G_d [kN/m^1]	arm [m]	M_d [kNm/m^1]
Eigen gewicht	83,2	90,0	0,75	67,1
Passieve grondruk	67,2	72,7	0,65	46,9
Actieve gronddruk	102,4	110,7	1,4	156,5

U.C. 156,5 / 114,0 = 1,37 ≤ 1,00

Verschuiven resultante : $\frac{109,6}{90,0}$ = 1,22 m

Effectieve breedte b': 2 x (0,65 - 1,22) = -1,14 m

Situatie B:

	G_{rep} [kN/m^1]	G_d [kN/m^1]	arm [m]	M_d [kNm/m^1]
Eigen gewicht	83,2	74,88	0,75	55,8
Passieve grondruk	67,2	60,47	0,65	39,0
Actieve gronddruk	102,4	110,73	1,4	156,5

U.C. 117,5 / 94,8 = 1,24 ≤ 1,00

Verschuiven resultante : $\frac{156,5}{135,4}$ = 1,16 m

Effectieve breedte b': 2 x (0,65 - 1,16) = -1,01 m

Verticale draagkracht gedraineerde lagen

Draagkrachtfactoren:

φ'_d : 25,7 graden

N_q = 11,5 -

N_γ = 10,1 -

Reductiefactoren:

i_q = 0,14 -

i_γ = 0,03 -

Correctiefactoren invloed gronddekking en maaiveldhelling:

β = 0

λ_q = 1,00

λ_γ = 1,00

s_q = 1,56

$s_{\gamma'}$ = 0,61

$\sigma'_{v;z;d}$ = 15,9 kPa 6.5.2.2(g)

$\sigma'_{max;d}$ = 38,9 kN/m^2

R_d = 0,00 kN/m^1

U.C. = 90,0 / 0,0 = #DELING.DOOR.0! ≤ 1,00

Weerstand tegen glijden 6.5.3

Gedraineerde toestand

$H_d \leq R_d + R_{p;d}$			H_d =	102,4	x	1,08	=	110,7 kN	(6.2)
	R_d =	V'_d x tan(δ_d)							(6.3a)
	R_d =	74,9	x	0,48	=	36,0 kN			(6.3a)
	$R_{p;d}$ =					60,5 kN			
	$R_d + R_{p;d}$ =	36,0	+	60,5	=	96,5 kN			
U.C. =		110,7	/	96,5	=	1,15	≤ 1,00		