mhpoly
consultants engineers

TOETSING KADEMUREN OUDE BINNENHAVEN

rapport

project 19229X3

opdrachtgever Gemeente Bergen op Zoom

documentcode 19229X3RA02
versie 2.0
datum 14 oktober 2021
status Definitief



TOETSING KADEMUREN OUDE BINNENHAVEN

19229X3

Projectnummer MH Poly	19229X3
Referentie klant	Kademuren Oude Binnenhaven

Versiebeheer

Versie	Datum	Omschrijving
1.0	8-9-2021	1e Uitgave
2.0	14-10-2021	Commentaar OG 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

SAMENVATTING 4

1 INLEIDING 5
1.1 Situatiebeschrijving 5
1.2 Aanleiding & doel 6
1.3 Leeswijzer 6

2 UITGANGSPUNTEN 7
2.1 Rapporten en documenten 7
2.2 Tekeningen 7
2.3 Normen 7
2.4 Referentieperiode en veiligheidsklasse 7
2.5 Historie 7
2.6 Niveaus 8
2.7 Grondopbouw en -parameters 8

3 BEREKENINGEN 9
3.1 Modellering 9
3.2 Belastingen 9
3.3 Belastingcombinaties 9
3.4 Resultaten geotechnische draagkracht 10
3.5 Resultaten toetsing metselwerk 11

4 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN 12
4.1 Conclusies 12
4.2 Aanbevelingen 12

BIJLAGEN

B01 - INMETING EN FOTO'S BESTAANDE KADEMUUR

B02 - GRONDONDERZOEK

B03 – BEREKENING KADEMUREN

B04 – GEOTECHNISCHE CONTROLE KADEMUREN

SAMENVATTING

Naar aanleiding van recente onderzoeken naar de onderhouds- en constructieve staat van de kademuren Oude Binnenhaven heeft een toetsing plaatsgevonden van de kademuur op vier locaties. De kademuur is getoetst op stabiliteit en sterkte conform de NEN-EN 8700, aangevuld met parameters uit veldonderzoek.

Uit de toetsing is gebleken dat alle vier de locaties constructief niet voldoen. De kademuur heeft niet genoeg capaciteit in het metselwerk qua buigtreksterkte. Daarbij voldoen 2 van de 4 locaties niet op stabiliteit. De constructie is daar te licht heeft de neiging te kantelen.

Geconcludeerd kan worden dat de kademuur op het moment constructief niet voldoet aan de geldende wet- en regelgeving en dat op korte termijn herstelmaatregelen nodig zijn om de kademuur wel te laten voldoen.

Ons advies is om een variantenstudie uit te voeren naar de meest economisch rendabele, met het meeste behoud van functionaliteit, wat zo min mogelijk invasief is en het meest behoud van cultureel historische waarde heeft. Tijdens gespreken zijn de volgende gewogen varianten besproken ter toetsing:

- Constructief verstevigen met beton
- Vervanging door betonnen L-wand
- Vervanging door stalen damwand

Over ons

Voor u ligt een rapport dat met zorg is samengesteld door de adviseurs en ingenieurs van MH Poly. Wist u dat we maar liefst 30 jaar ervaring hebben in het ontwerpen, teken en berekenen van mooie, grote en complexe projecten? We hebben 25 creatieve en ondernemende ingenieurs in dienst, die doen waar ze goed in zijn en wat ze leuk vinden. We kleuren binnen de lijnen, maar denken buiten de kaders op het gebied van werktuigbouw, civiele techniek, milieu en projectmanagement.

Ons doel is om met alle partijen een resultaat neer te zetten waar we trots op zijn. Dat doen we door projectondersteuning te bieden die precies is afgestemd op de behoefte van onze klant. Met advies, design en engineering denken we mee vanaf het eerste idee tot het aandraaien van de laatste moer.

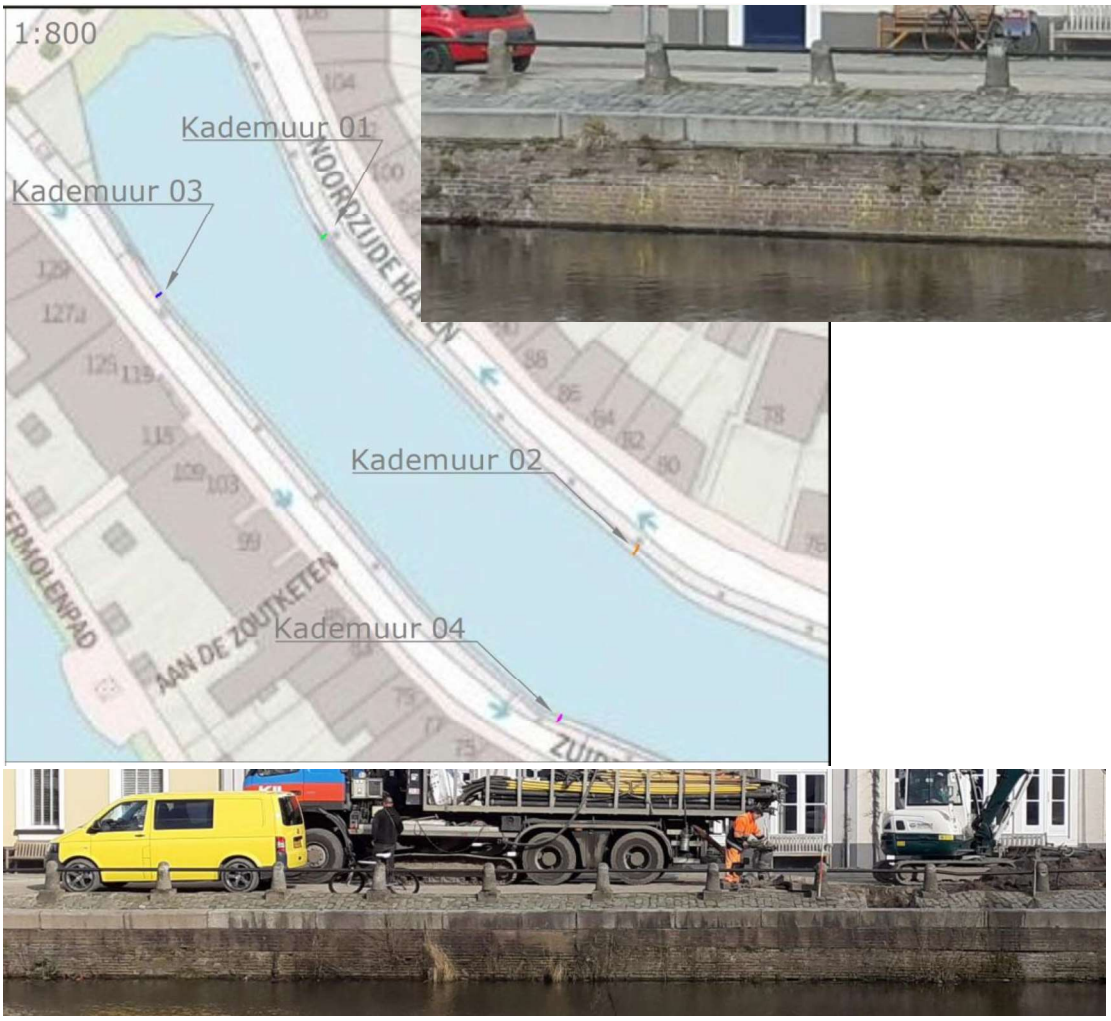
De kennis die MH Poly in huis heeft is onderverdeeld in drie adviesgroepen: Milieu & Ruimte, Waterbouw & Infra en Industrie & Constructies. Uit ervaring blijkt dat een project bijna nooit in één hokje past. Daarom ligt de focus op samenwerking tussen deze verschillende werkgebieden, waardoor complexe vraagstukken kunnen worden voorzien van slimme oplossingen.

Daarnaast heeft ons bedrijf zelf een milieukundige buitendienst en dus kunnen er snel specialisten op locatie ingezet worden bij het bemonsteren van de (water) bodem, het begeleiden van baggerwerken en bodemsaneringen en het uitvoeren van inspecties.

1 INLEIDING

1.1 Situatiebeschrijving

De Oude Binnenhaven in Bergen op Zoom heeft gemetselde kademuren die dateren van voor de 18e eeuw. In de loop der jaren zijn renovaties geweest waarvan weinig is vastgelegd. De laatste renovatie was rond 1949 waarbij het spuihuisje op zijn huidige locatie is geplaatst en de kop- en vleugelwanden zijn versterkt of vernieuwd. De gemeente Bergen op Zoom wil weten of de constructieve veiligheid van de kademuren nog volstaat met als uitgangspunt dat de huidige functionaliteit niet verminderd. Sinds 2014 zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd naar de (constructieve) staat van de kademuren en sinds juli 2020 is op basis van de tot dan toe bekende resultaten besloten om deels de parkeerplaatsen direct aan de kademuren af te sluiten totdat de constructieve veiligheid is aangetoond. Onderstaand een overzichtstekening van de Oude Binnenhaven met een impressie van de kademuren.



Figuur 1: Overzicht snedes kademuren Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

1.2 Aanleiding & doel

De zettingen en scheuren geven aanleiding om de constructieve veiligheid van de muren te toetsen aan de huidige wet- en regelgeving. In rapport [R2] Geotechnische controle kademuur is in 2019 de kademuur getoetst op horizontale, verticale en kantelstabiliteit. Het rapport is bijgevoegd in bijlage B04. Bij deze toetsing zijn aannames gebruikt over dimensies en geotechnische parameters van de kademuur. De uitkomst was dat de kademuren niet voldoen aan de wettelijke vereisten, zowel met als zonder bovenbelasting. De aanbevelingen uit dat rapport zijn dan ook om de aannames en uitgangspunten die toen gebruikt zijn nader te onderzoeken om zo de berekeningen nauwkeuriger te maken en mogelijk het resultaat te differentiëren over verschillende sneden van de kademuur.

Het doel van dit rapport is om van de kademuur nogmaals de stabiliteit en sterkte te toetsen op vier locaties [Figuur 1] conform de NEN 8700. Van deze vier locaties zijn de parameters middels praktijkonderzoek achterhaald, zoals de dimensies van de kademuren en de geotechnische parameters middels sonderingen. De toetsing conform de NEN 8700 maakt onderscheid in verschillende prestatieniveaus. Voor de instandhouding van de kades is toetsing op minimaal het afkeurniveau gewenst.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de uitgangspunten van deze toetsing. In hoofdstuk 3 worden belastinggevallen, -combinaties en resultaten beschreven. In Hoofdstuk 4 zijn de conclusies opgenomen. De berekeningen zijn in de bijlagen opgenomen.

2 UITGANGSPUNTEN

2.1 Rapporten en documenten

[R1] 19229X3ME01	Foto's inmeting doorsnede kademuren
[R2] 19229X1RA01	Geotechnische controle kademuur
[R3] 2002085RG	Resultaten grondonderzoek Kaderenovatie, Oude Binnenhaven

2.2 Tekeningen

[T1] 19229X3-TE01-01	Opgemeten doorsneden kademuur Oude Binnenhaven

2.3 Normen

[N1] NEN 8700	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeuren - Grondslagen
[N2] NEN 8707	Beoordeling van de constructieve veiligheid van een bestaand bouwwerk bij verbouw en afkeur – Geotechnische constructies
[N3] NEN-EN 1991-1-1	Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen
[N4] NEN-EN 9997-1	Geotechnisch ontwerp van constructies - Deel 1: Algemene regels
[N5] NEN-EN 1996-1-1	Algemene regels voor constructies van gewapend en ongewapend metselwerk

2.4 Referentieperiode en veiligheidsklasse

De kademuren worden getoetst op gevolgklasse RC1 en op afkeurniveau. RC1 geldt voor constructies met geringe gevolgen ten aanzien van mensenlevens, of kleine of verwaarloosbare economische gevolgen, sociale gevolgen of gevolgen voor de omgeving.

Het afkeurniveau beschrijft het wettelijk minimumniveau van de constructieve veiligheid. Op het onderschrijden daarvan dient een (voor)aanschrijving en handhaving van het wettelijk gezag te volgen ([N1] §1.5.1.0a).

Er geldt een referentieperiode van 1 jaar voor bouwwerken in RC1. Dit betekent dat de variabele belastingen gereduceerd mogen worden, omdat de normale referentieperiode 50 jaar bedraagt. De reductie van de belasting bedraagt echter slechts enkele procenten van de bovenbelasting.

2.5 Historie

In [R2] is in het verleden al een beschouwing van de kademuren gemaakt. Destijds waren de afmetingen van de kademuur en de grondopbouw onbekend. Door het graven van de proefsleuven is de dikte en het verloop ervan in de diepte, vastgesteld en weergegeven in [R1] en [T1]. Deze zijn in bijlage 1 opgenomen.

Rond oktober 2020 zijn sonderingen gemaakt en vastgelegd in [R3]. Afgezien van sondering 9, 9A en 9B bereiken de sonderingen een diepte van -11,00 m NAP, ruim voldoende in relatie tot het aanlegniveau van de kademuur (aangenomen op -1,00 m NAP).

2.6 Niveaus

In de onderstaande tabel staan de ingemeten gegevens van de kademuur en de aangehouden niveaus van passief maaiveld en de waterstanden.

Tabel 1: Aangehouden maaiveldniveaus per doorsnede

	Diepte inmeting	Actief	Passief
Kademuur 1	-0,90	2,85	0,75
Kademuur 2	-0,41	2,76	0,75
Kademuur 3	0,96	3,22	0,75
Kademuur 4	0,01	3,16	0,75
Waterstand		1,60	1,60

Voor de waterstand hoeft geen verschil aangehouden te worden tussen hoog en laag maaiveld volgens [N2] tabel A.2.

2.7 Grondopbouw en -parameters

Op basis van de sonderingen en de beschikbare boringen is de grondopbouw aan actieve zijde bepaald. Hierin blijkt de toplaag te bestaan uit zand en komt tussen +1,75 en -0,40 m NAP plaatselijk zwak zandige klei voor. Onder het aanlegniveau bevindt zich zand tot minimaal -4,00 m NAP.

	γ_d [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	φ' [°]	c [kN/m²]	1 [m NAP]	2 [m NAP]	3 [m NAP]	4 [m NAP]
Zand, zwak siltig	19	21	27	0	3,02	3,09	3,66	3,28
Zand, matig siltig	19	21	26	0	2,50	2,50	3,00	2,50
Klei, zwak zandig	15	15	22,5	5	1,75	1,75	1,50	0,50
Zand	19	21	30	0	0,00	-0,40	0,25	-0,50

Tabel 2: Aangehouden grondparameters en bovenkant van de laag per kademuur

De grondparameters zijn gebaseerd op de lage representatieve waarden volgens tabel 2.b van [N4].

Voor de grond aan passieve zijde is voor alle doorsneden uitgegaan van zand.

	γ_d [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	φ' [°]	c [kN/m²]	1 [m NAP]	2 [m NAP]	3 [m NAP]	4 [m NAP]
Zand	19	21	30	0	0,75	0,75	0,75	0,75

De volgende waarden voor grondwrijving zijn aangehouden aan zowel actieve als passieve zijde:

Zand	$^2/_3$ φ'
Klei	$^1/_2$ φ'

Door de wandwrijving reduceert de actieve gronddruk en neemt de passieve gronddruk toe.

3 BEREKENINGEN

3.1 Modellering

De kademuren zijn gemodelleerd als grondkerende gewichtsconstructies. De actieve en passieve gronddruk zijn bepaald volgens [N4] §9. Voor de materiaalfactoren is aangehouden γ_{M2} = 1,0 conform tabel N.1 van [N2].

3.2 Belastingen

De volgende belastinggevallen zijn bepaald:

1. Eigen gewicht: o.b.v. het ingemeten verloop van de dikte is onderscheid gemaakt tussen metselwerk (droog/nat) en grond (rustend op het metselwerk, droog/nat).
2. Waterdruk: er is onderscheid gemaakt tussen actieve en passieve waterdruk t.g.v. een waterstandsverschil. Omdat dat bij RC1 niet in rekening gebracht hoeft te worden, is er alleen sprake van de opwaartse waterdruk van het onder water gelegen deel van de grond en het metselwerk.
3. Actieve gronddruk: de actieve gronddruk is bepaald voor de grond, de cohesie en voor de bovenbelasting. De cohesie is alleen van toepassing op de kleilaag, voor zand is de cohesie 0. Door de cohesie wordt de actieve gronddruk gereduceerd.
4. Passieve gronddruk: de actieve gronddruk is bepaald voor de grond en voor de bovenbelasting.
5. Bovenbelasting: belasting naast de kademuur geeft een horizontale belasting op de kade. De belasting is per grondlaag bepaald en geïntegreerd over de hoogte van de kademuur. Voor de bovenbelasting is 5 kN/m² aangehouden, vergelijkbaar met de belasting op fiets- en voetpaden en klasse G volgens [N3] §6.3.3.2 (voor voertuigen tot 120 kN). De belasting is lager dan de belasting op bruggen (minimaal 9 kN/m² + laststelsel).

Van alle belastingen is de grootte en de hoogte waarop deze aangrijpt, bepaald t.o.v. de voorkant van kademuur op aanlegniveau. Op deze wijze kan eenvoudig de kantelstabiliteit getoetst worden.

3.3 Belastingcombinaties

Er zijn twee belastingcombinaties beschouwd, gebaseerd op de grenstoestand EQU (Equilibrium = stabiliteit).

1. Alleen permanente belasting
2. Als 1 maar dan met bovenbelasting

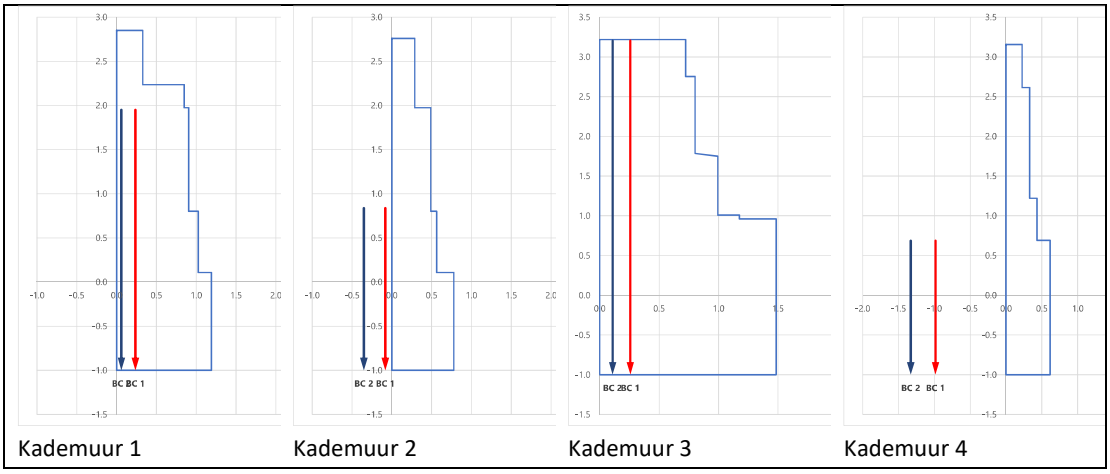
Voor RC1 op afkeurniveau worden in [N2] geen gereduceerde waarden voorgeschreven t.o.v. [N4]. Dit zou betekenen dat voor de variabele belasting γ_Q = 1,5 aangehouden moet worden. Echter in [N1] wordt voor variabele belasting γ_Q = 1,05 voor 6.10a en 6.10b voorgeschreven. Daarom worden de volgende belastingfactoren aangehouden voor de grenstoestand EQU:

	Ongunstig	Gunstig
Permanent	1,00	0,90
Variabel	1,05	-

3.4 Resultaten geotechnische draagkracht

In bijlage 3 zijn de berekeningen van de kademuren 1 t/m 4 opgenomen. De belastingfactor voor passieve gronddruk is zodanig bepaald dat de resulterende horizontale belasting (en daarmee de verplaatsing) niet tegen de actieve grond in gericht is. Daarom zijn de belastingfactoren voor passieve gronddruk lager dan 1,0. De passieve gronddruk kan immers niet groter zijn dan de actieve gronddruk uit oogpunt van horizontaal evenwicht.

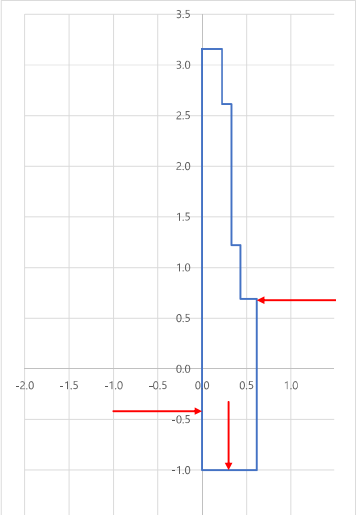
De resulterende horizontale belasting is daarom gelijk aan 0. Er bestaat dus geen gevaar voor horizontaal glijden. Naast glijden dient ook kantelen getoetst te worden. Hierbij speelt de aangrijphoogte van de belasting een rol, naast het stabiliserende eigen gewicht van de kademuur. Hier blijkt dat vanwege de geringe dikte van enkele doorsnedes, dat het destabiliserende moment groter is dan het stabiliserende moment; de kademuur wil kantelen. Dit geldt voor kademuren 2 (dikte 0,78 m) en 4 (dikte 0,61 m). Voor kademuren 1 (dikte 1,19 m) en 3 (dikte 1,49 m) is de stabiliteit juist voldoende voor zowel de situatie met en zonder bovenbelasting. Dit kan inzichtelijk gemaakt worden door de excentriciteit van de verticale belasting uit te rekenen. Ligt de resultante voor de teen van de kademuur, dan is deze instabiel, zie de resultaten in onderstaande figuur.



Figuur 2: Overzicht resulterende belastingen per kademuur

In de figuur rechts zijn de excentriciteiten van de horizontale en verticale belasting weergegeven waaruit de instabiliteit blijkt voor kademuur 4. De verticale belasting is gering vanwege de dunne kademuur en biedt onvoldoende stabiliteit om het verschil in horizontale belasting op te nemen.

De resultante van de passieve gronddruk (aan linkerzijde) zal in het aller gunstigste geval halverwege de bodem en aanlegniveau aangrijpen, te weten op NAP-0,125 m. Ook in dat geval is er geen sprake van een stabiele kademuur, de verticale belasting is eenvoudig weg te laag.



Figuur 3: Excentriciteiten kademuur 4

Van Kademuur 1 en 3 kan vervolgens de verticale draagkracht worden getoetst als fundering op staal. Hieruit blijkt dat de geringe belastingen door de bodem opgenomen kunnen worden als de bovenbelasting niet wordt meegenomen. Zo bedraagt de effectieve breedte van kademuur 1 b'= 0,47 m en is de gronddruk 125 kN/m². De capaciteit is bepaald op 299 kN/m².

Geotechnische draagkracht	Kademuur 1	Kademuur 2	Kademuur 3	Kademuur 4
Schuiven	0,00	0,00	0,00	0,00
Kantelen zonder bovenbelasting	0,79	**1,09**	0,81	**1,84**
Kantelen met bovenbelasting	0,95	**1,34**	0,92	**2,01**
Verticale gronddruk	0,42	**∞**	0,55	**∞**

Tabel 3: Overzicht unity checks bij toetsing op afkeurniveau.

3.5 Resultaten theoretische toetsing metselwerk

Het metselwerk is globaal getoetst op een snede onder water op buiging en afschuiving. Voor de belasting is (alleen) de actieve gronddruk en het eigen gewicht in rekening gebracht. Voor de afschuifsterkte is een conservatieve waarde gekozen, voor de buigtreksterkte is de waarde behorende bij baksteen aangehouden f_{xk1} = 0,10 N/mm². Er is geen NEN-norm voor berekening van bestaande metselwerkconstructies, daarom is uitgegaan van de Europese normen [N5].

De afschuifsterkte van de gekozen snedes is voldoende, de buigcapaciteit echter voor geen van de wanden. In de onderstaande tabel staan de resultaten van de toetsingen van het metselwerk.

Toetsing metselwerk	Kademuur 1	Kademuur 2	Kademuur 3	Kademuur 4
Afschuiving	0,24	0,40	0,26	0,58
Buiging	**1,23**	**3,66**	**1,26**	**7,53**

Tabel 4: Overzicht unity checks metselwerk

Gezien de hoge UC's is het onwaarschijnlijk dat met testen vast te stellen sterktes voldoende zijn. De oorzaak is gelegen in de dunne kademuur. Een test om de sterkte van het metselwerk vast te stellen is daarom niet zinvol.

De dikte van de kademuur heeft een kwadratisch effect op de buigcapaciteit van de kademuur. Het is niet ondenkbaar dat tijdens de metingen een afwijking van enkele tot een tiental centimeters is voorgekomen. Dit zou de extreem hoge UC's bij kademuur 2 en 4 afzwakken, maar zeker niet laten voldoen. Het verschil tussen de dikst en dunst gemeten kademuur is namelijk ruim 80cm.

Gezien het feit dat de kademuur al lang in gebruik is en nog niet is bezweken, zouden er ankers toegepast kunnen zijn. Ankers zijn gunstig voor zowel de geotechnische stabiliteit als voor het buigend moment. Tijdens een inspectie is onder water één enkel anker aangetroffen, bij het graven van de proefsleuven zijn echter geen ankers aangetroffen.

4 CONCLUSIE & AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

Van alle vier kademuren is de geotechnische stabiliteit getoetst. Kantelen blijkt de maatgevende situatie; van kademuur 2 en 4 voldoet de standzekerheid niet aan het afkeurniveau. Van kademuur 1 en 3 is deze kritisch, maar voldoende.

Daarbij is de sterkte van de kademuur in alle vier de doorsnedes onvoldoende. De buigtreksterkte van het metselwerk voldoet niet, de afschuifsterkte van de wand voldoet wel. Ondanks de conservatief gekozen waarde voor de buigsterkte en gezien de hoge UC-waardes gaat het achterhalen van de daadwerkelijke waarde voor de buigsterkte het geheel niet laten voldoen.

4.2 Aanbevelingen

Om de kademuren aan de huidige wet- en regelgeving te laten voldoen dienen deze zowel qua stabiliteit als qua sterkte aangepast te worden. Ondanks dat kademuur 1 en 3 voldoen qua stabiliteit dient voor de gehele kademuur een oplossing gevonden te worden om de capaciteit qua buiging te verhogen.

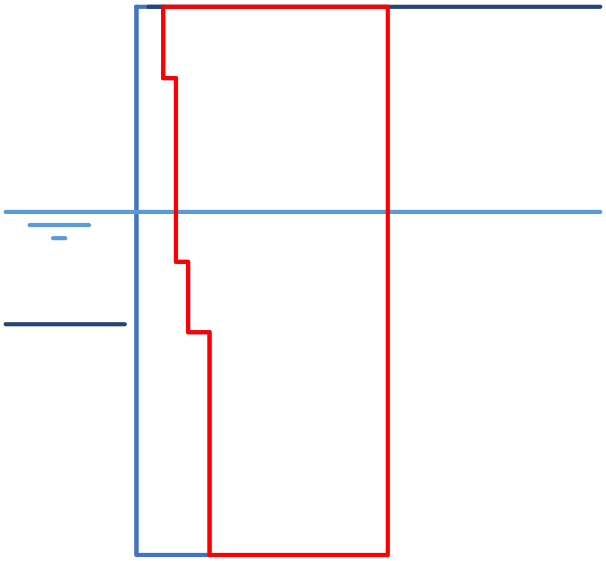
4.3 Oplossingsrichtingen

Voor de oplossingen zijn de wensen vanuit de gemeente Bergen op Zoom als volgt opgegeven:

- De oplossing moet zo min mogelijk invasief zijn voor de omgeving, zeker gezien het grote aantal metselwerk woningen dat op staal gefundeerd is.
- De oplossing moet economisch een hoog rendement hebben, daar de kosten versus de te verwachten levensduur in lijn moeten liggen met de lange termijn visie.
- De oplossing dient de cultuurhistorische waarde van de Oude Binnenhaven eer aan te doen en zoveel mogelijk van die waarde te behouden.
- De functies van de Oude Binnenhaven die zoveel mogelijk behouden dienen te blijven zijn:
    - Toegankelijk voor alle verkeer
    - Parkeren langs de weg
    - Bergingsfunctie voor rioolwater bij calamiteiten
    - Kademuur aan het water



1. Constructief verstevigen met beton

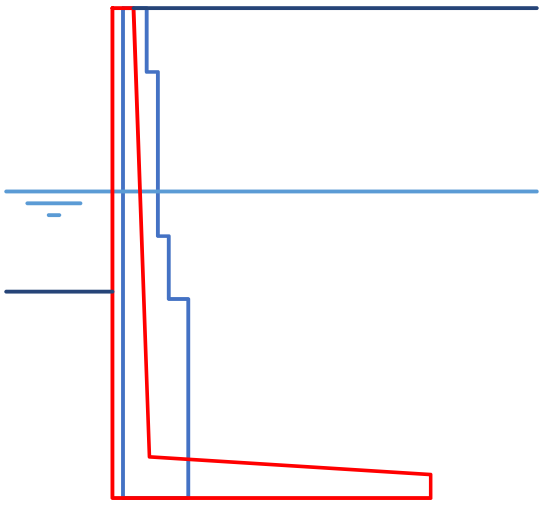


Principe: De stabiliteit van de bestaande kademuur wordt vergroot door meer gewicht, een betonnen wand gekoppeld aan de kademuur, toe te voegen waardoor deze het kantelmoment kan opvangen. Qua sterkte dient het beton in samenwerking met het metselwerk de benodigde buigsterkte te krijgen.

Voordelen:
- De kademuur blijft cultuurhistorisch behouden.
- Alle gewenste functies blijven behouden.

Nadelen:
- Kosten voor zowel de aanleg van de betonnen wand als voor het renoveren van de bestaande kademuur.
- Grondwaterstand lokaal verlagen nodig of deels onderwaterbeton toepassen.
- Complexe uitvoering in verband met de koppeling van de bestaande wand aan de nieuwe gezien de staat van de bestaande wand.
- Vrij invasief in verband met graafwerkzaamheden en verleggen bestaande infrastructuur.

2. Keermuur met L-wanden

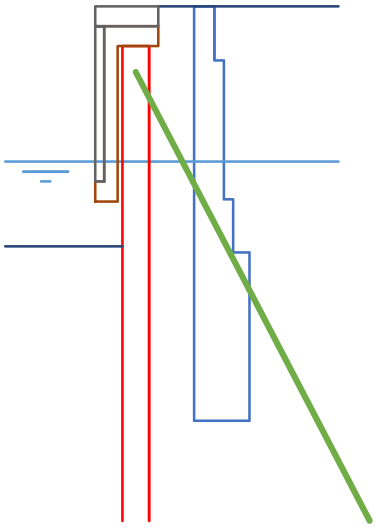


Principe: De bestaande metselwerk kademuur wordt vervangen door een L-wand. De stabiliteit en sterkte worden in het ontwerp van het L-wand profiel opgenomen. Het principe van uitvoeren is het slopen van een sectie kademuur en daar de L-wandsecties terugzetten.

Voordelen:
- De bouwtijd is relatief kort vanwege de prefab constructie.
- Relatief simpel bouwproces.
- Aan de L-wand kan ieder gewenst visueel element toegevoegd worden.

Nadelen:
- Grondwaterstand lokaal verlagen nodig voor aanleg.
- Vrij invasief in verband met graafwerkzaamheden en verleggen bestaande infrastructuur. (tenzij de haven kleiner mag worden)

3. Verankerde damwand



Principe: De bestaande metselwerk kademuur wordt vervangen door een stalen damwand. De sterkte en stabiliteit worden in het ontwerp van de damwand opgenomen. Het principe van uitvoeren is het aanbrengen van de damwanden aan de binnenzijde van de Oude Binnenhaven. De bestaande wand wordt deels gesloopt totdat de ankers aangebracht kunnen worden en daarna aangevuld.

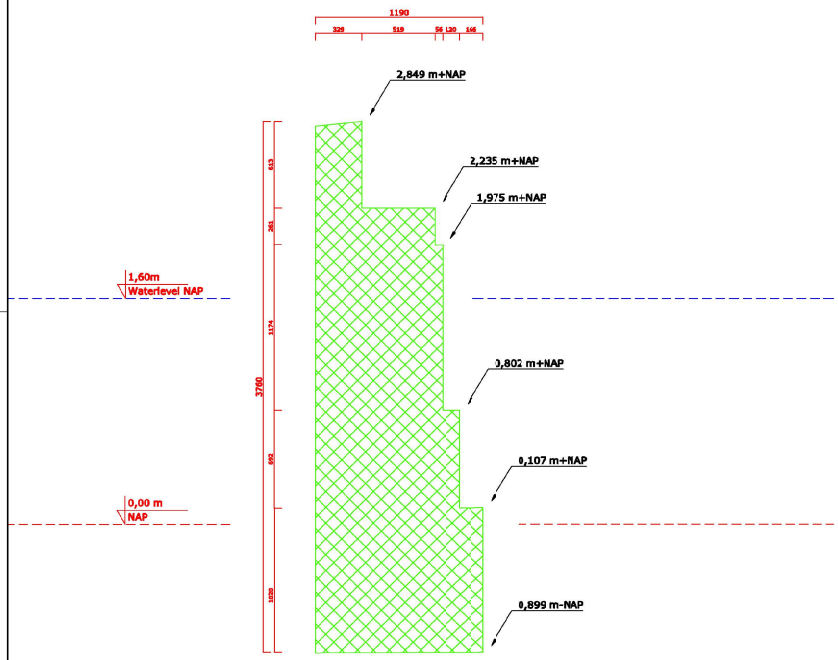
Voordelen:
- Uitvoering kan grotendeels vanaf de waterzijde, zodat de verkeerssituatie zo lang mogelijk in tact blijft.
- Weinig invasief omdat achter de bestaande kademuur slechts een kleine ontlastsleuf dient te komen.
- Aan de damwand kan ieder gewenst visueel element toegevoegd worden.
- Bouwkosten relatief laag.

Nadelen:
- Hoge staalprijzen voor damwand, gording en ankers.
- Mogelijk conflict met ankers en perceelgrenzen
- Mogelijk trillingen een probleem voor bestaande woningen.

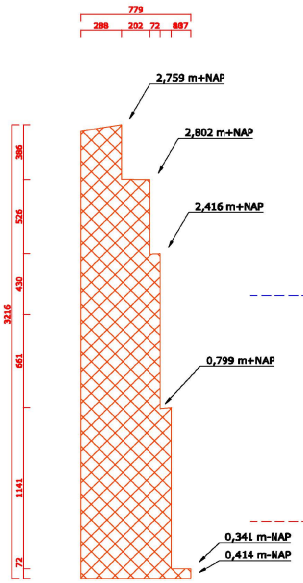
1

B01 - Inmeting en foto’s bestaande kademuur

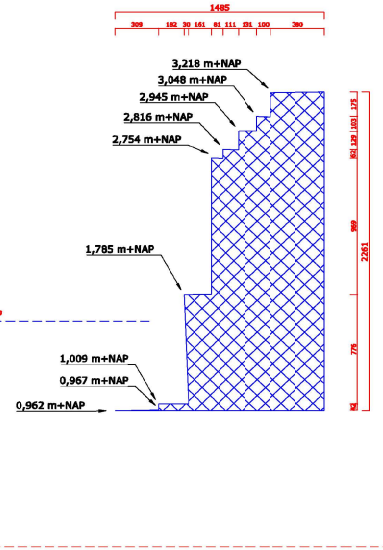
Kademuur 01



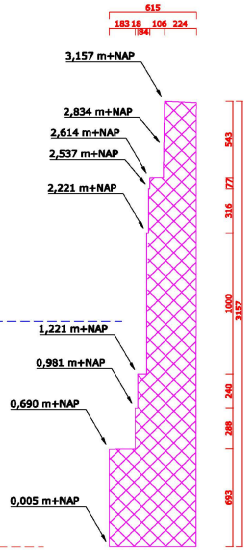
Kademuur 02

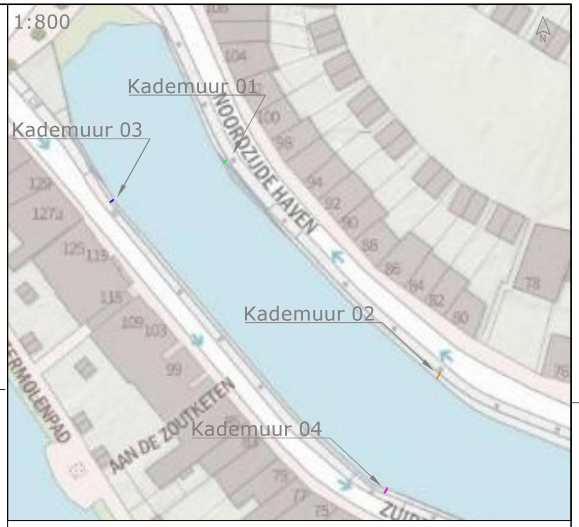


Kademuur 03



Kademuur 04





-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
0.1	Concept	SSI	03-03-21	MAB	04-03-21
Vers.	Omschrijving	Getekend	Datum	Gecontroleerd	Datum

mhpoly consultants engineers bv
> Milieu & Ruimte
> Waterbouw & Infra
> Industrie & Constructies
www.mhpoly.nl
info@mhpoly.nl
Peter Vinejoolaan 46B
4611 AN Bergen op Zoom

Projectnr. MH Poly	19229X3	-		
Locatie	Oude Binnenhaven	Bergen op Zoom		
Opdrachtgever	Gemeente Bergen op Zoom			
Onderwerp	Opgemeten doorsneder kademuur Oude Binnenhaven - -			Projectie:
				Schaal:
Status	Concept	A2	19229X3-TE01-01	1:250

Dit document is eigendom van MH Poly Consultants Engineers. Alle rechten voorbehouden.

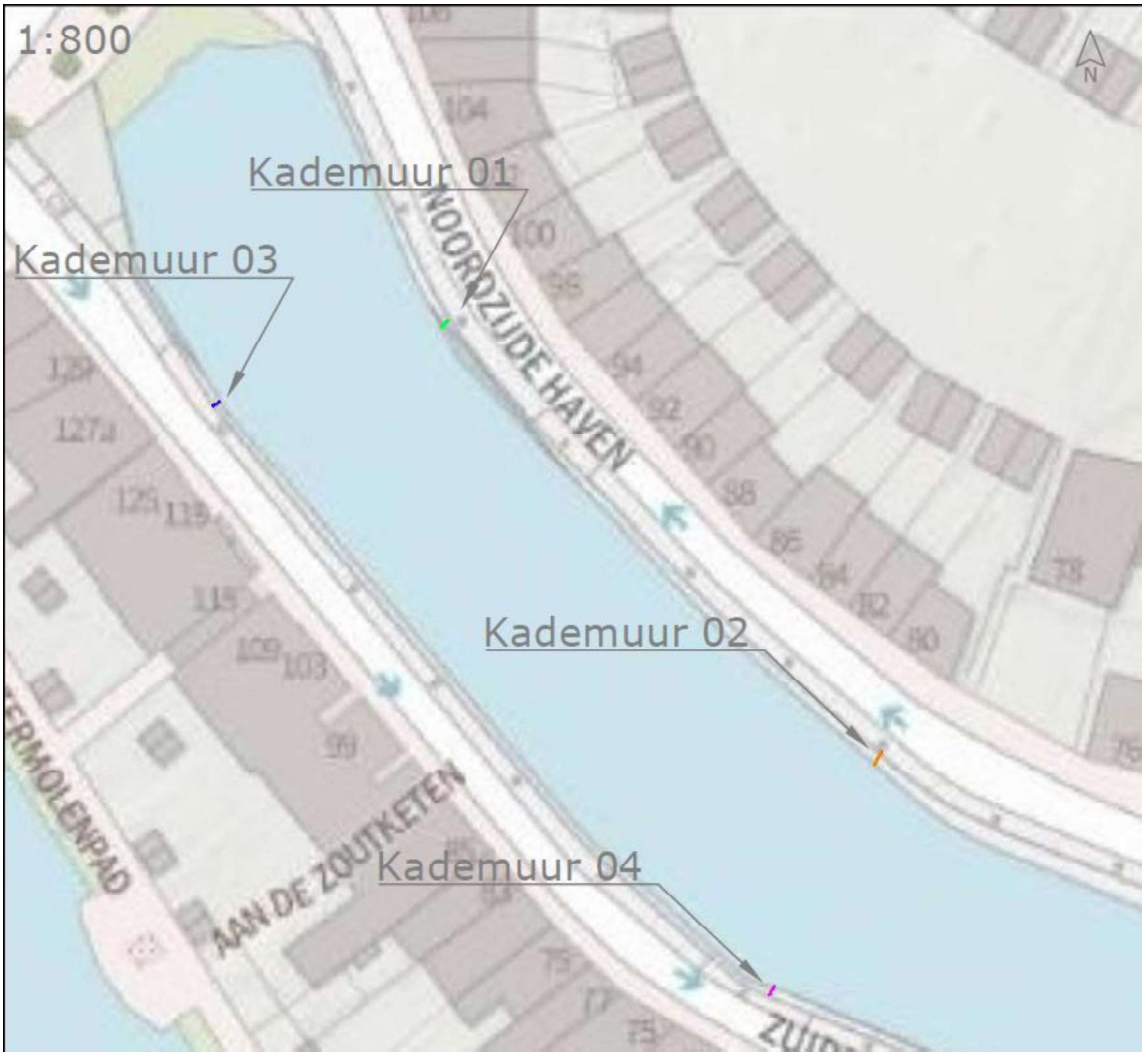
MH Poly-A2.DWG

MEMO

Datum	4 maart 2021
Auteur	MAB
Gericht aan	Gemeente Bergen op Zoom
T.a.v.	Frans van Efferen
Aantal pagina's (exclusief bijlagen)	8
Documentnummer	19229X3ME01 v1.0 Foto's inmeting doorsnede kademuren.docx
Betreft	Foto's van inmeting kademuren

1. Inleiding

Voor de bepaling van de contouren van de kademuren rondom de Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom zijn vier proefsleuven gegraven en met behulp van een spuitlans getracht deze contouren te achterhalen. Hiervoor zijn metingen verricht waarvan het resultaat vermeldt staat in tekening 19229X3-TEK01-01. In dit document staan de foto's die genomen tijdens deze actie. Onderstaand een overzicht waar de proefsleuven gegraven zijn.



MH Poly Consultants & Engineers bv
Peter Vineloolaan 46b
4611AN Bergen op Zoom
Nederland
+31 (0)164 24 55 66
info@mhpoly.nl
www.mhpoly.nl

2. Kademuur 01







3. Kademuur 02















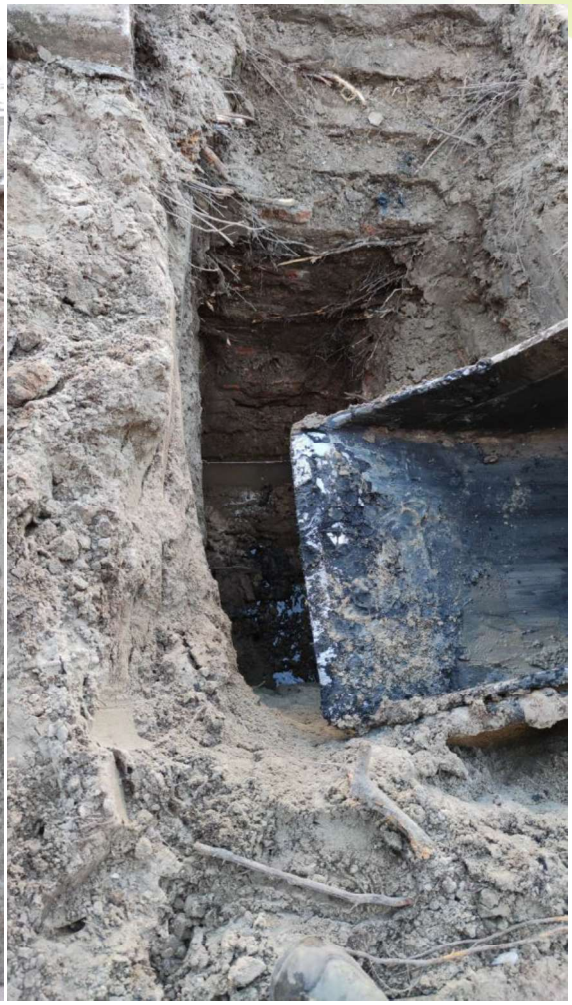


4. Kademuur 03









5. Kademuur 04

Voor zover bekend zijn hier geen foto’s van genomen.

2

B02 - Grondonderzoek

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Rapport: RESULTATEN GRONDONDERZOEK

Kaderenovatie, Oude Binnenhaven
(Noordzijde en Zuidzijde Haven)

Bergen op Zoom

Opdrachtgever: Gemeente Bergen op Zoom
Postbus 35
4600 AA Bergen op Zoom

Rapportnummer: 2002085RG Versie: 1

Rapportdatum: 30 oktober 2020

Contactpersoon: K. Swinkels

Dataverwerking: Bedrijfsbureau

Controle: S. Janssen-Serton

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Moorland 4-A, 5688GA Oirschot
Postbus 38
5688ZG Oirschot

Tel. 0499 – 578520
Fax. 0499 – 578573
Website: www.lankelma-zuid.nl
E-mail: info@lankelma-zuid.nl

KvK. nr.: 17131641
IBAN: NL98ABNA0590577670
BIC ABNANL2A
BTW: NL 8105.11.654.B.01

silt

Inhoudsopgave

1 Projectbeschrijving 2
1.1 Inleiding 2
2 Veldonderzoek 3
2.1 Onderzoeksopzet 3
2.2 Sonderingen 3
2.3 Boringen 3
2.4 Hoogtemeting 3

Bijlagen
Bijlage 1: Resultaten grondonderzoek

1 Projectbeschrijving

1.1 Inleiding

In opdracht van Gemeente Bergen op Zoom is door Lankelma Geotechniek Zuid B.V. een grondonderzoek uitgevoerd voor het project “Kaderenovatie, Oude Binnenhaven (Noordzijde en Zuidzijde Haven) te Bergen op Zoom”. In onderhavig rapport worden de resultaten van het grondonderzoek weergegeven.

2 Veldonderzoek

2.1 Onderzoeksopzet

Het grondonderzoek heeft plaatsgevonden op 26 oktober 2020.
De onderzoeksopzet is bepaald door de opdrachtgever.
De onderzoekspunten zijn door ons bureau in het terrein uitgezet en ingemeten.

2.2 Sonderingen

Voor dit project zijn door ons bureau 9 sonderingen gemaakt. Het betreft sondeernummers: D1 t/m D9. De sonderingen zijn uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een sondeerunit met een elektrische kleefmantelconus klasse 2.

Opmerking: Bij sondering D9 zijn drie pogingen gedaan om op diepte te komen (sondeernummers D9, D9A en D9B). Door een obstakel in de grond zijn de sonderingen gestaakt en kon er niet tot de gewenste diepte gesondeerd worden.

In Bijlage 1 zijn de sondeergegevens in grafiekvorm weergegeven, evenals een situatieschets met de locaties van de sondeerpunten. Stopcriterium en eventuele opmerkingen ten aanzien van de uitvoering zijn per sondering weergegeven in de waterpasstaat (Bijlage 1).

2.3 Boringen

Om inzicht te krijgen in de grondsamenstelling en de actuele grondwaterstand is 1 handboring verricht. Het betreft boring B1, die is uitgevoerd nabij sondering D6. De boorstaat en de eventueel gemeten grondwaterstand is weergegeven in Bijlage 1. De situering van de boring is weergegeven op de situatietekening.

2.4 Hoogtemeting

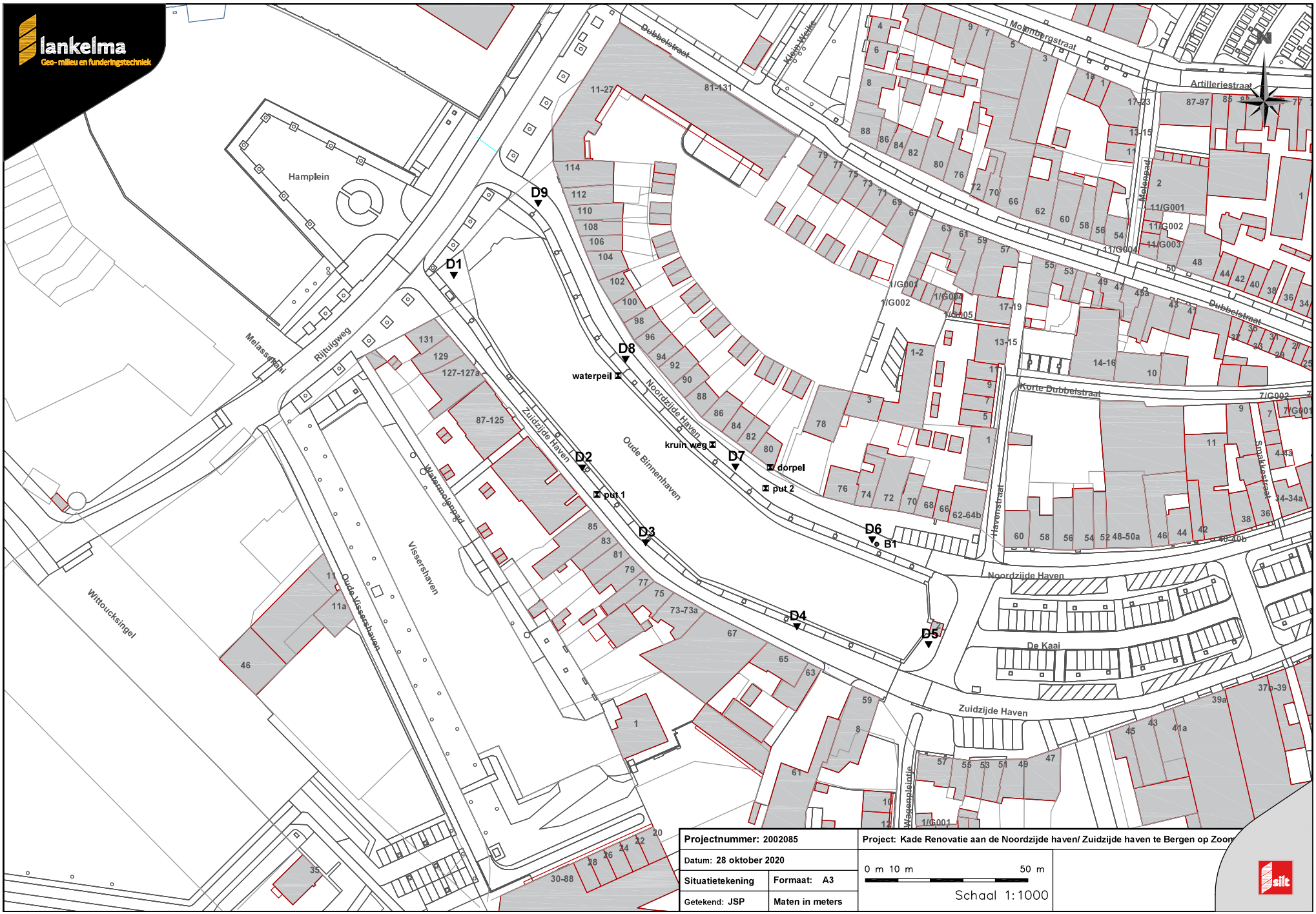
De hoogte van de onderzoekspunten is ingemeten ten opzichte van NAP. Voor de hoogteligging van de verschillende meetpunten wordt verwezen naar de waterpasstaat in Bijlage 1.

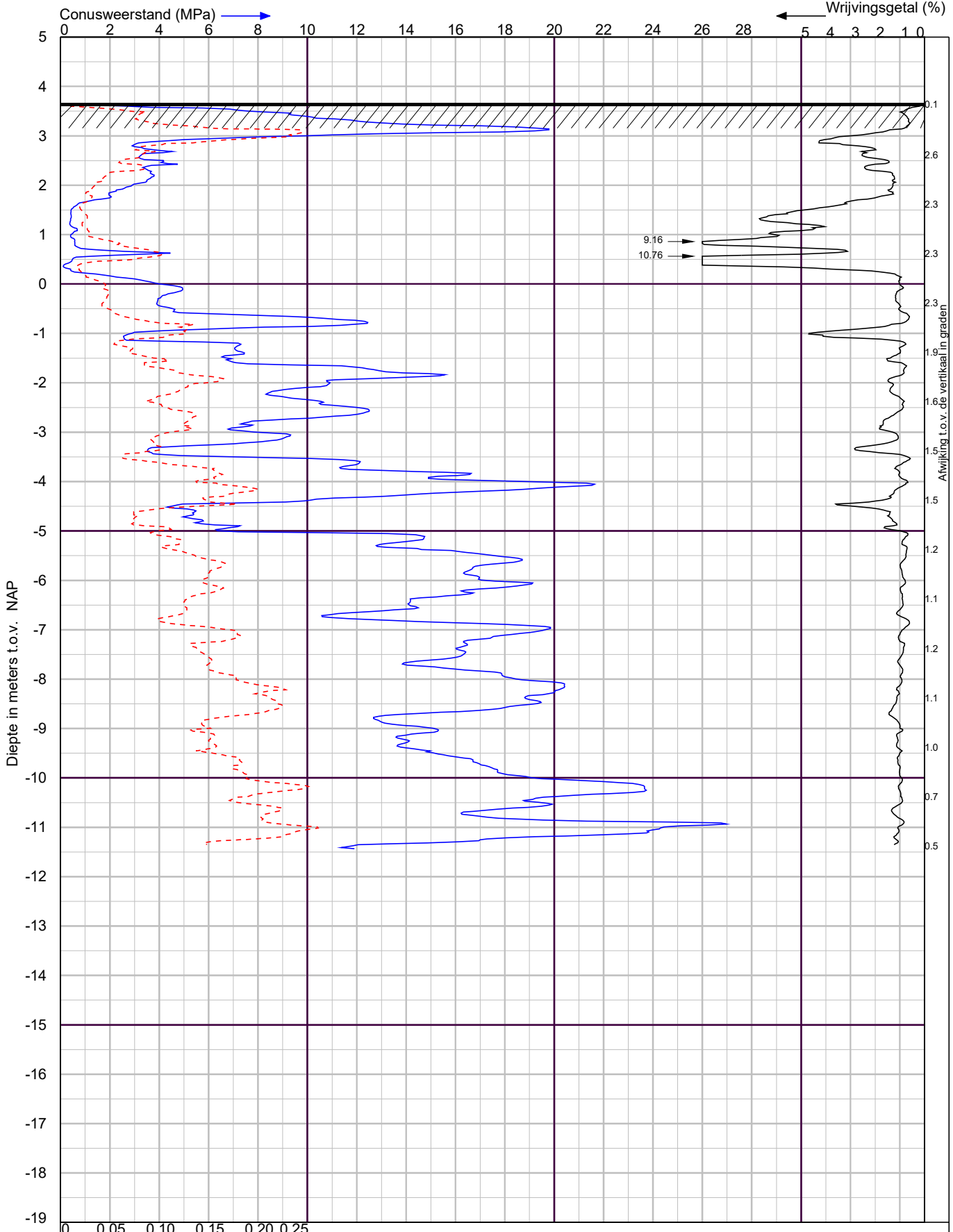
Bijlage 1 : Resultaten grondonderzoek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Moorland 4-A, 5688GA Oirschot
Postbus 38
5688ZG Oirschot

Tel. 0499 – 578520
Fax. 0499 – 578573
Website: www.lankelma-zuid.nl
E-mail: info@lankelma-zuid.nl

KvK. nr.: 17131641
IBAN: NL98ABNA0590577670
BIC ABNANL2A
BTW: NL 8105.11.654.B.01


lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek
Hamplein
Dubbelstraat
Klein Heike
Molenbergstraat
Artilleriestraat
Molenpad
Rijtuigweg
Melassehaai
Zuidzijde Haven
Noordzijde Haven
Oude Binnenhaven
Korte Dubbelstraat
Smakkestraat
Havenstraat
Natuurmolenpad
Vissershaven
Oude Vissershaven
Wittoucksingel
De Kaai
Wagenplein
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
waterpeil
kruin weg
dorpel
put 1
put 2
B1
Projectnummer: 2002085
Project: Kade Renovatie aan de Noordzijde haven/ Zuidzijde haven te Bergen op Zoom
Datum: 28 oktober 2020
Situatietekening
Formaat: A3
Getekend: JSP
Maten in meters
0 m 10 m 50 m
Schaal 1:1000
silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

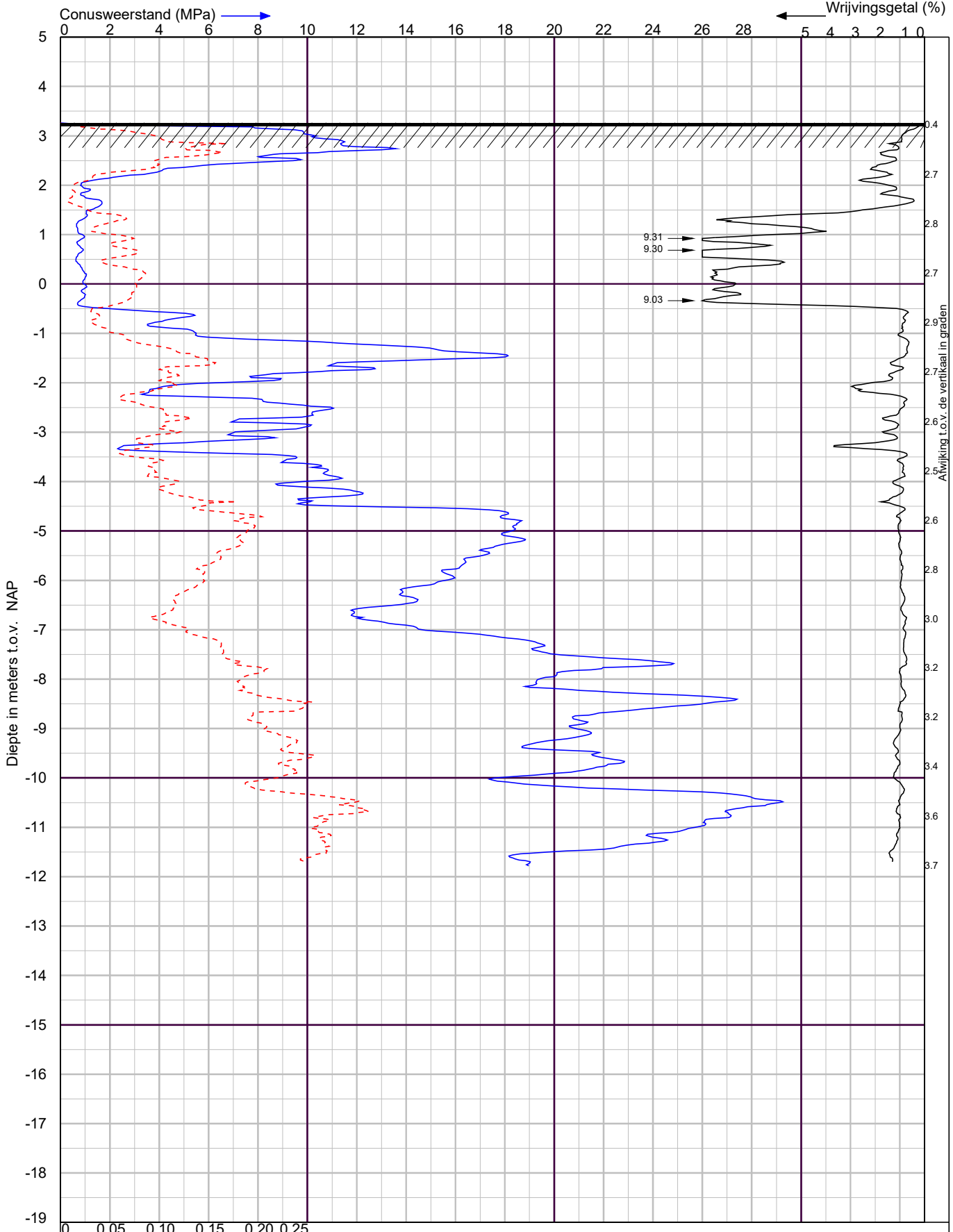
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.66 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **1**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

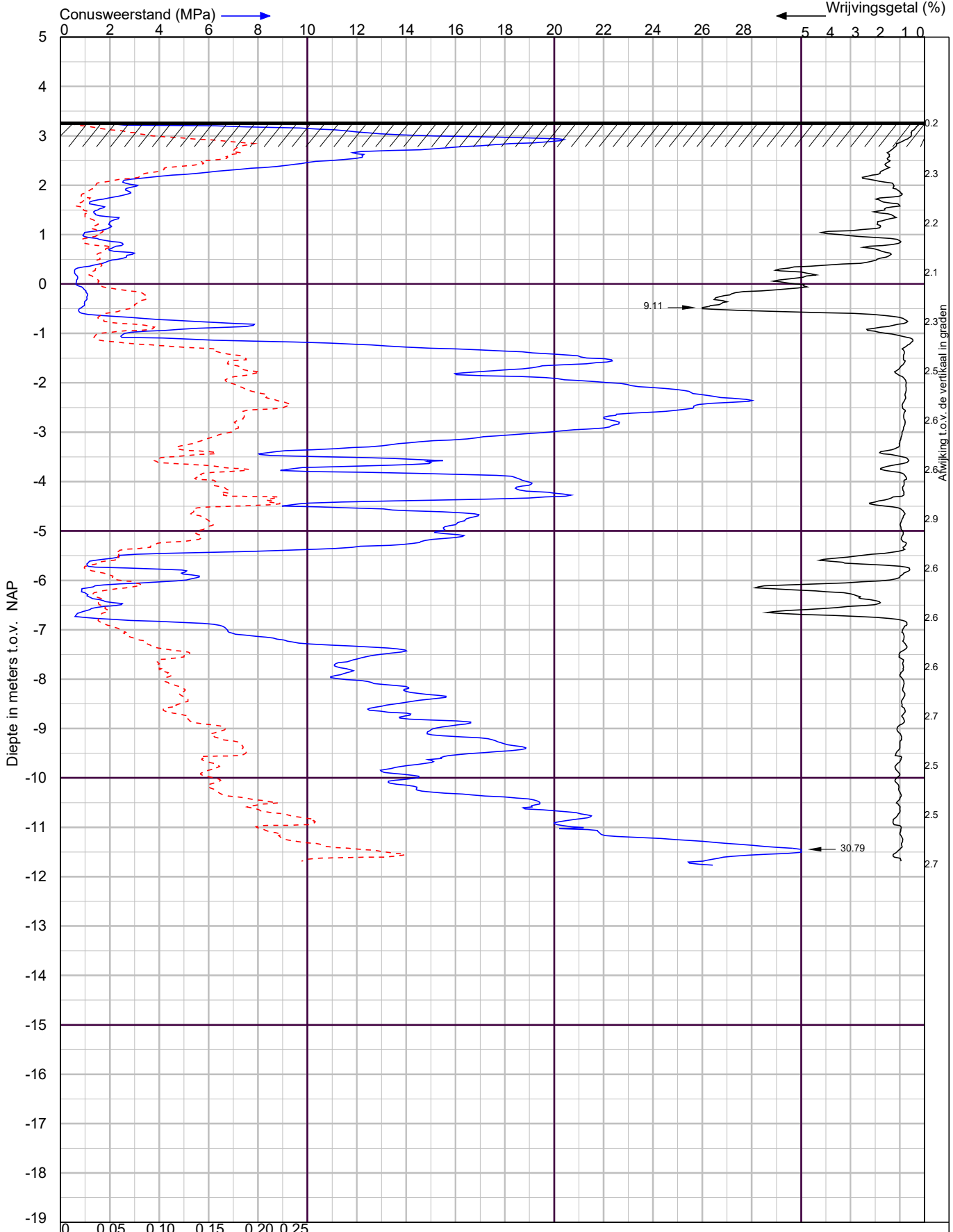
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.26 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **2**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

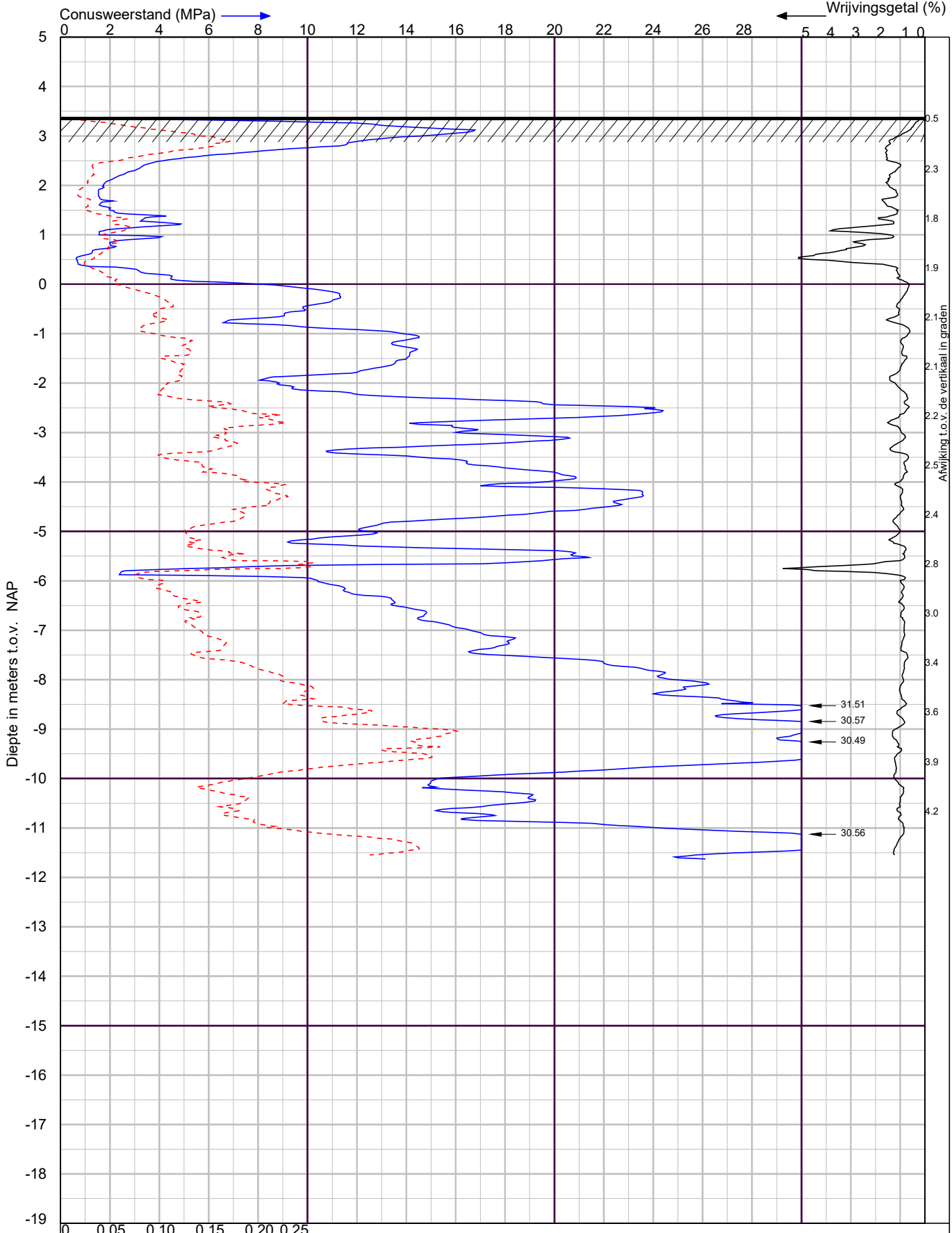
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.28 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **3**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

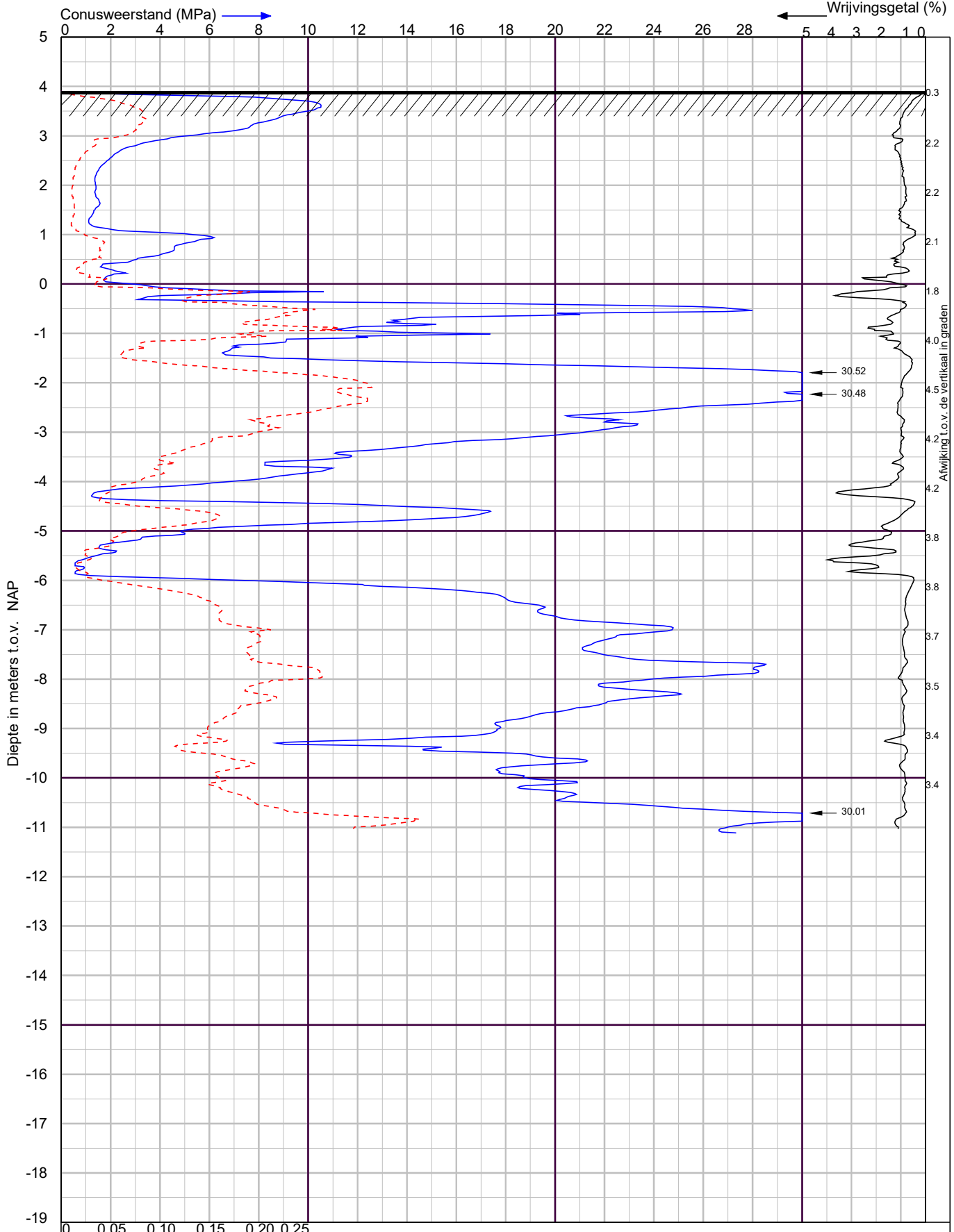
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.38 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **4**

silt



X Coordinaat

Y- Coordinaat

Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020

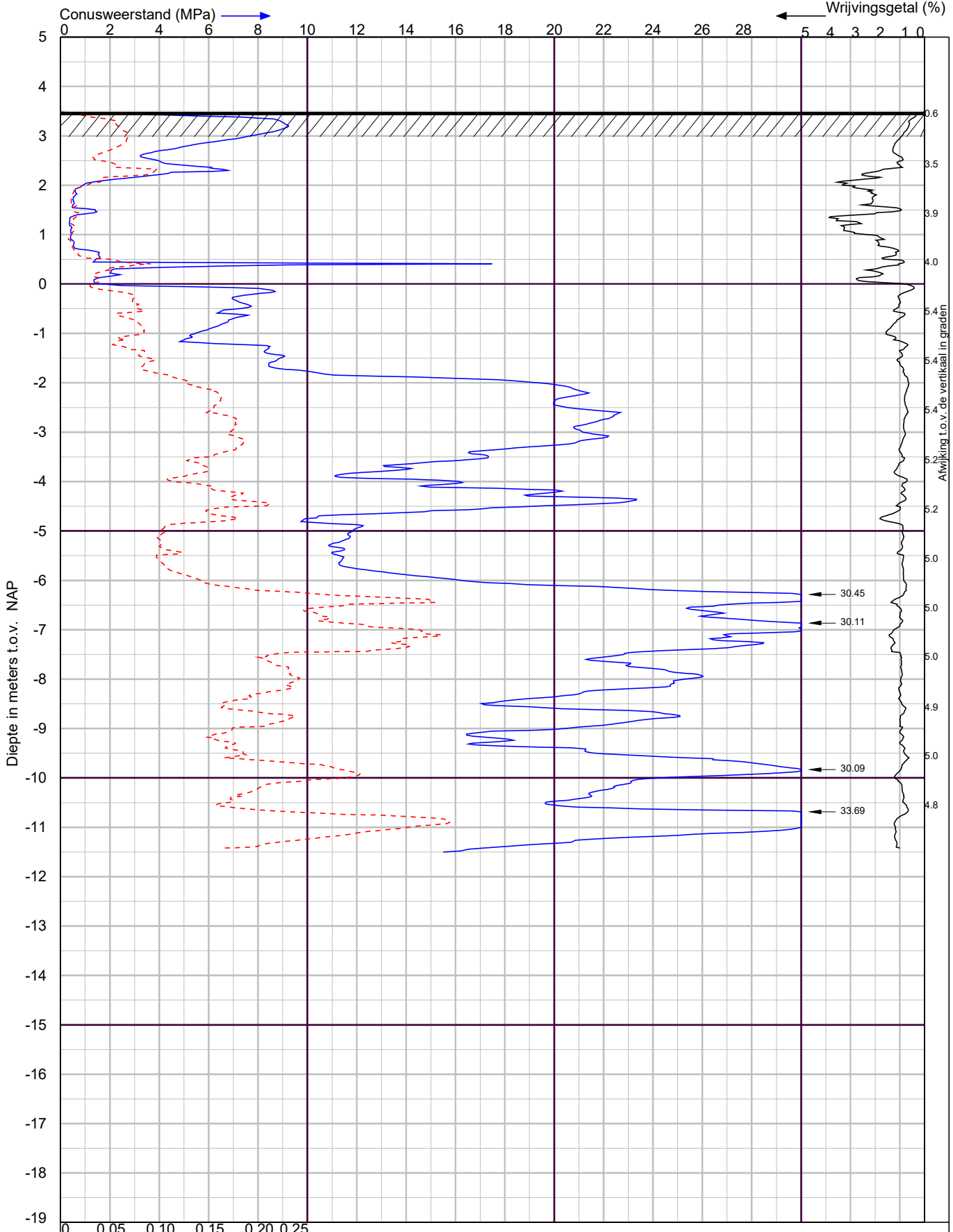
Conusnr. : 001894

MV. is 3.9 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**

Sondering : **5**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

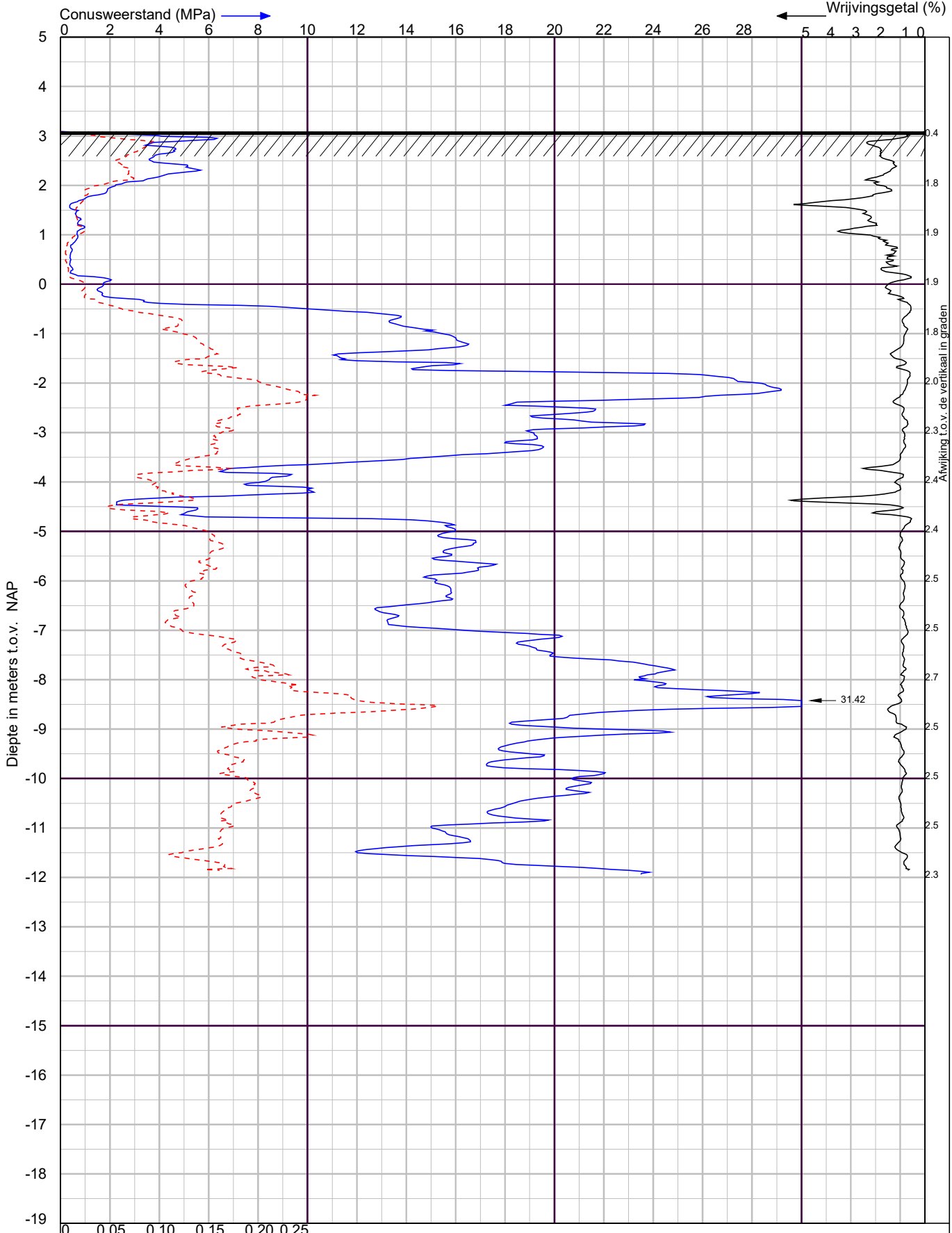
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.48 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **6**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

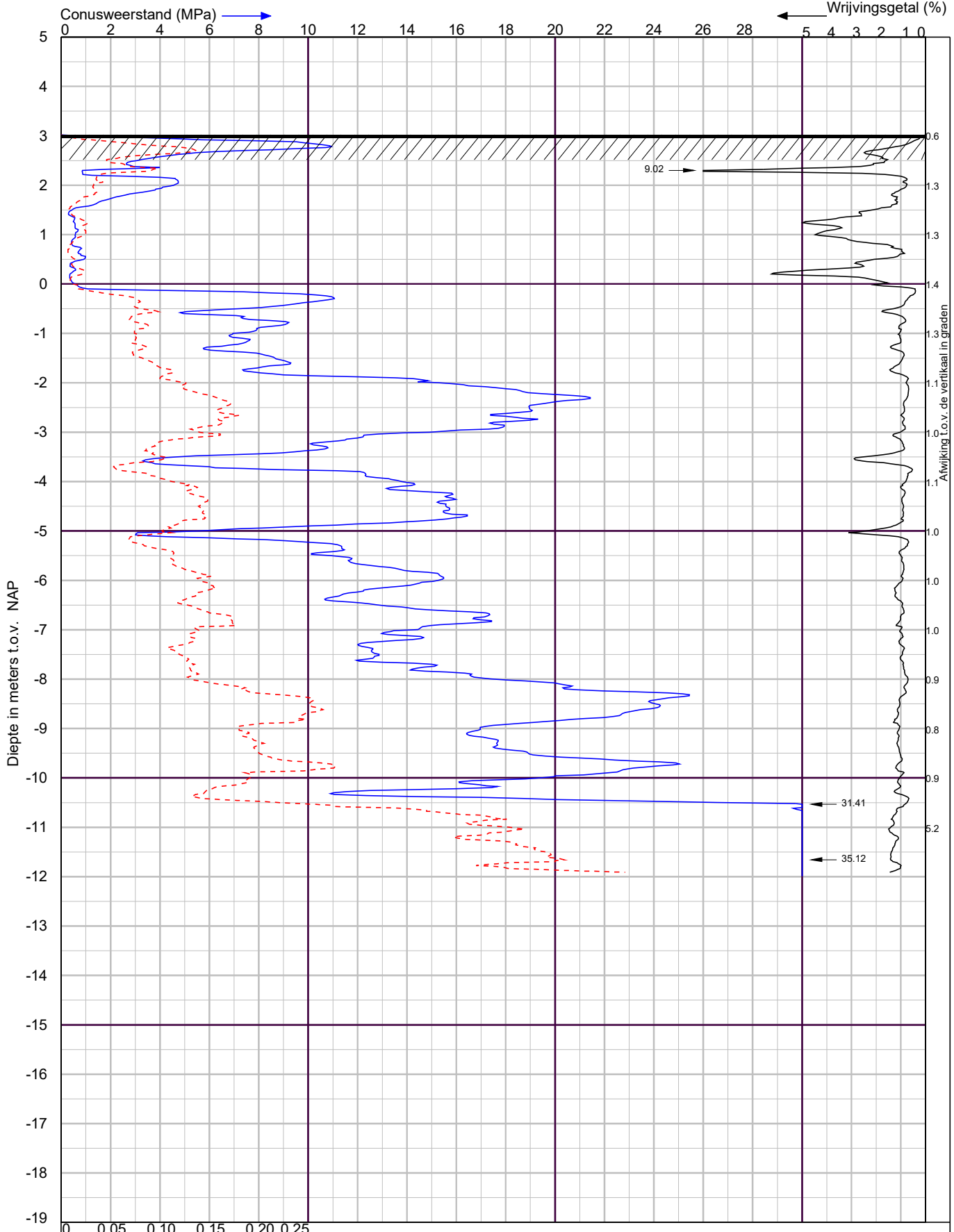
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.09 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **7**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

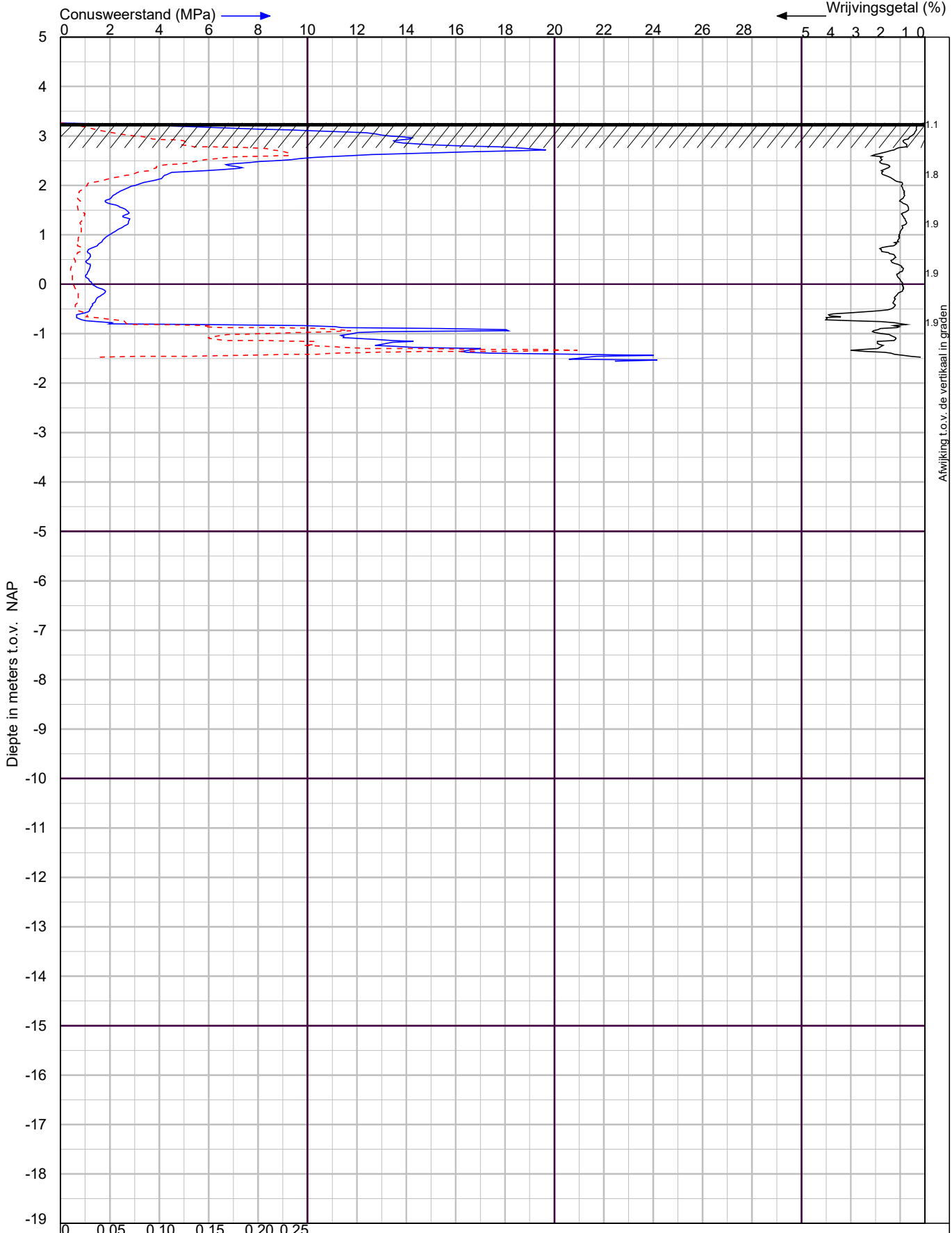
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.02 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **8**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

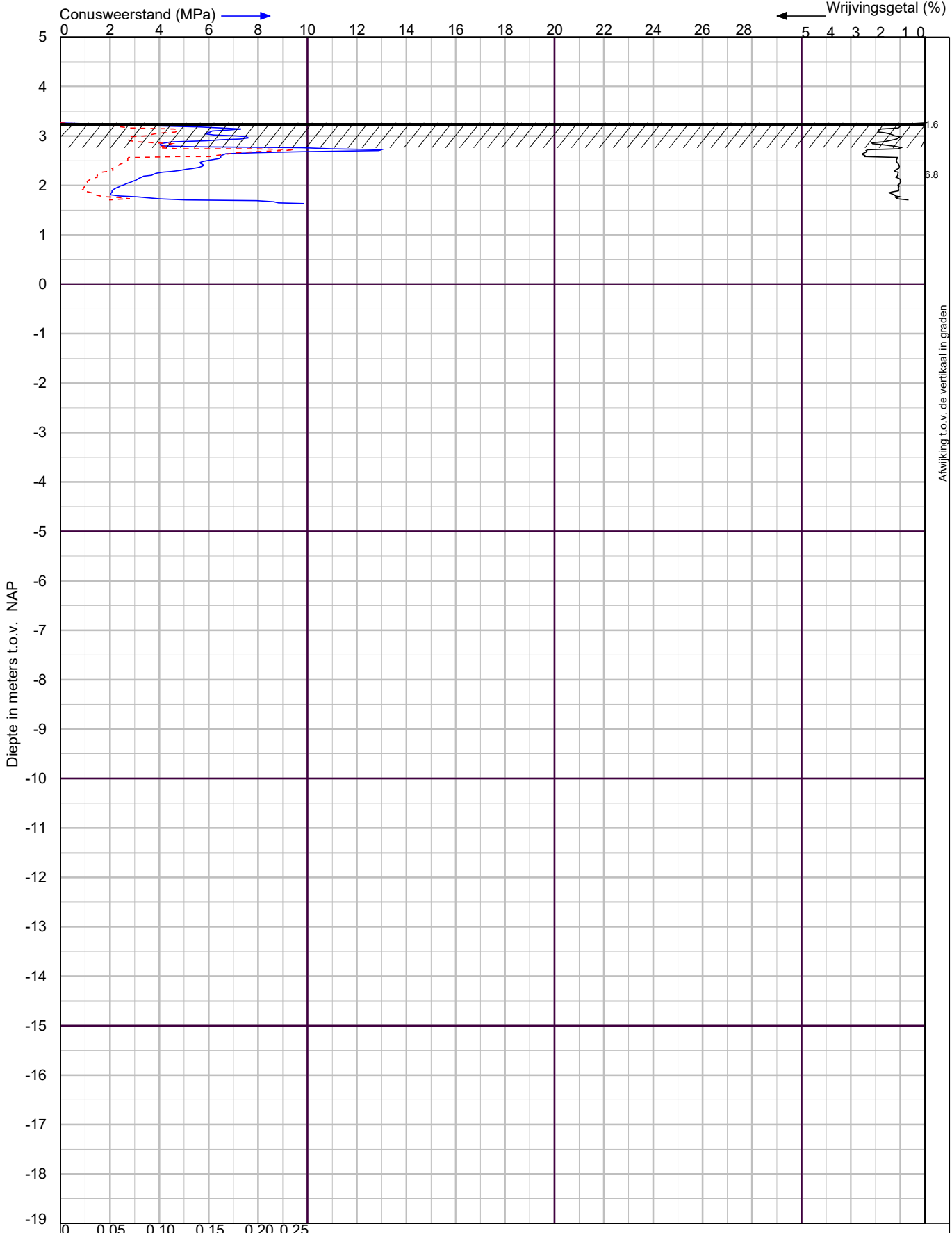
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.26 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **9**

silt



X Coordinaat

Y- Coordinaat

Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

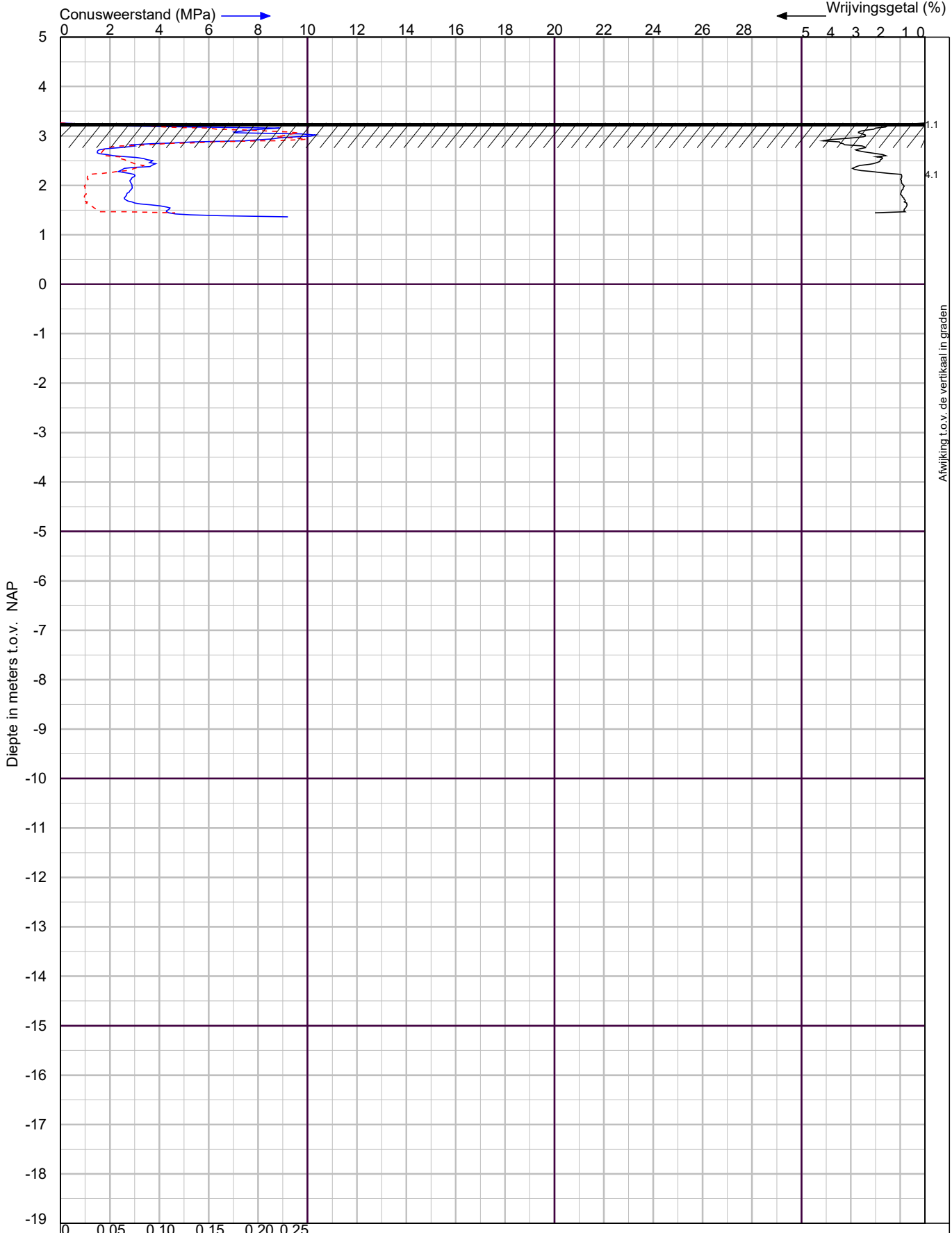
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.26 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **9A**

silt



Oude Binnenhaven te Bergen op Zoom

Sondering volgens NEN-EN-ISO 22476-1 Klasse 2

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Postbus 38 5688 ZG Oirschot
tel. : 0499-578520
info@lankelma-zuid.nl
www.lankelma-zuid.nl

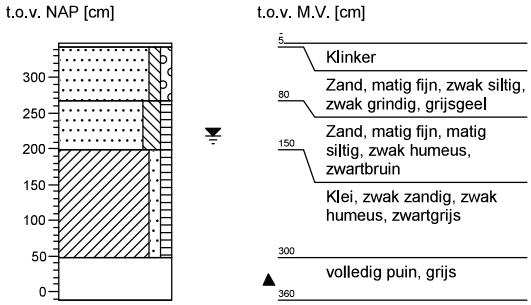
Datum : 26-10-2020
Conusnr. : 001894
MV. is 3.26 m t.o.v.NAP

Project nummer : **2002085**
Sondering : **9B**

silt

B1 / D6

Datum:	26-10-2020
NAP hoogte [m]:	3,48
GWS:	130



Waterpasstaat

(+ stopcriterium sonderingen)

Hoogten ingemeten met behulp van dGPS
Datum uitvoering : 26 oktober 2020

Meetpunt	Hoogte* [m t.o.v. NAP]	Opmerking / stopcriterium1
sondering 1	3,66 +	V
sondering 2	3,26 +	V
sondering 3	3,28 +	V
sondering 4	3,38 +	V
sondering 5	3,90 +	V
sondering 6	3,48 +	V
sondering 7	3,09 +	V
sondering 8	3,02 +	V
sondering 9 / 9A / 9B	3,26 +	O1
boring 1	3,48 +	
put 1	3,20 +	
put 2	3,11 +	
kruin weg	3,04 +	
waterpeil	1,53 +	
dorpel	3,17 +	

* Hoogten in deze waterpasstaat zijn uitsluitend bedoeld om inzicht te verkrijgen in de maaiveldhoogten van de meetpunten. Zonder verificatie door de gebruiker mogen deze hoogten niet voor andere doeleinden worden gebruikt.

Grondwater

De tijdens het onderzoek geregistreerde stijghoogtes zijn weergegeven in navolgende tabel.

Meetpunt [nr.]	Stijghoogte* [m - mv]	[m t.o.v. NAP]
Boorgat B1	1,30	2,18 +

* Gemeten stijghoogtes zijn momentopnamen en dienen met de nodige voorzichtigheid te worden gehanteerd, omdat:
- waterniveaus gemeten direct na plaatsing van een sondering, boring of peilbuis, significant kunnen afwijken van de heersende grondwaterstand of stijghoogte. Het kan namelijk enige tijd duren voordat een representatieve waterspiegel is ingesteld (enkele seconden in grof zand tot soms enkele uren in slecht doorlatende klei).
- de stijghoogte onder invloed van seizoensafhankelijke factoren in de tijd zal fluctueren. Deze fluctuatie varieert per regio/gebied; in polders meestal ca. 0,5 m, nabij grote rivieren soms 4 à 5 m en elders vaak 1,5 à 2 m. Een representatief beeld hiervan kan slechts worden gekregen door monitoring van de grondwaterstand gedurende langere tijd en/of door tijdreeksanalyse van gedurende langere tijd gemonitoorde peilbuizen uit de omgeving.

[1] Toelichting :
- V: streefdiepte bereikt
- D: streefdiepte overschreden i.v.m. minimaal benodigd geachte pakketdikte
- N1: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. (afmeting) doorgang
- N2: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. obstakels, begroeiing
- N3: beoogd sondeerpunt onbereikbaar voor sondeerunit i.v.m. berijdbaarheid terrein
- O1: totaalweerstand overschrijdt de maximaal toelaatbare druk sondeerequipement
- O2: uitbuiging sondeerstangen overschrijdt maximaal toelaatbare waarde
- O3: overschrijding toelaatbare puntdruk sondeerconus

Algemene toelichting onderzoeksmethoden

Toelichting sonderingen

Elektrische sonderingen worden uitgevoerd conform NEN-EN-ISO 22476-1, met een elektrische (kleefmantel)conus.
De sondeergegevens worden in een grafiek weergegeven waarbij, indien van toepassing, het wrijvingsgetal (verhouding plaatselijke wrijving / conusweerstand) is berekend en gepresenteerd. Het wrijvingsgetal geeft samen met de conusweerstand over het algemeen een indicatie van de bodemopbouw onder de grondwaterstand. In navolgende tabel zijn enige indicatieve waarden hiervoor aangegeven. Opgemerkt wordt dat boven het grondwater de waarden hiervan kunnen afwijken.

Grondsoort	Conusweerstand (q_c) [MPa]	Wrijvingsgetal (f_s/q_c) [%]
zand, grind	> 5	0,2 - 1,0
siltig zand,	> 4	0,8 - 1,4
kleiig zand	> 2	1,0 - 2,0
leem	1 - 3	2,0 - 4,0
klei	0 - 5	2,0 - 6,0
venige klei	0 - 6	5,0 - 8,0
veen	0 - 4	5,0 - 10,0

Handsonderingen

Sonderingen uitgevoerd met een handsondeerapparaat, waarbij tevens een boring wordt gemaakt. De sondeerwaarden worden handmatig geregistreerd.

Waterspanningsmeting

Bij deze sonderingen wordt met behulp van een piëzoconus naast de conusweerstand en de plaatselijke wrijving tevens de waterspanning geregistreerd. Meting van de waterspanning geeft meer inzicht in de stijghoogte(verschillen) van het grondwater, de gelaagdheid van de bodem en de aanwezigheid van waterremmende lagen. De geregistreerde waterspanning is weergegeven op de betreffende sondeergrafiek. Opgemerkt dient te worden, dat uit de geregistreerde waterspanning niet zonder meer de stijghoogte van de diverse lagen kan worden afgeleid, omdat de stijghoogte wordt beïnvloed door de beweging van de sondeerconus.

Dissipatieproef.

Bij een dissipatietest wordt tijdens het sonderen de conus enige tijd gestopt, waarna wordt geregistreerd op welke wijze de door het wegdrukken geïnitieerde waterspanning reageert. Het waterspanningsverloop geeft een indicatie omtrent de waterdoorlatendheid in de desbetreffende laag. Indien de test wordt gecontinueerd totdat een quasistationaire waterspanning wordt bereikt kan tevens op betrouwbare wijze de stijghoogte van het grondwater van de betreffende laag worden bepaald.

Wegdrukpeilbuis

Wegdrukpeilbuizen worden geplaatst met behulp van een sondeertruck.

Mechanische boring.

Machinaal uitgevoerde boring onder certificaat van de BRL SIKB 2100, conform protocol 2101.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (onverzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, in de onverzadigde bodem (boven de grondwaterspiegel) verricht middels constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt, in onverzadigde grond. water met een constant debiet in een gesteund boorgat gepompt, totdat de bodem rondom verzadigd is en een constante waterspiegel ontstaat. Uit de verhouding van het pompdebiet en de waterspiegel kan de verzadigde waterdoorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Waterdoorlatendheidsmeting verrichting middels de Constant-flow-rate-methode (verzadigde zone)

Waterdoorlatendheidsmeting, onder de grondwaterspiegel, uitgevoerd middels de constant-flow-rate-methode cf. ISO/FDIS 22282-2:2008(E). Bij het uitvoeren van deze meting wordt de peilbuis met een constant debiet doorgepompt totdat een constante waterstandsverlaging ontstaat in de peilbuis. Uit de

verhouding tussen het pompdebiet en de waterstandsverlaging kan de doorlatendheid worden berekend van het bodemtraject waarin het filter is geplaatst.

Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de falling-head-methode.
Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt een peilbuis geheel of gedeeltelijk gevuld met water, waarna de waterstandsdaling wordt gemeten. De dalingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h-waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

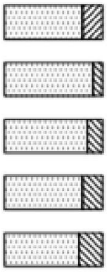
Waterdoorlatendheidsmeting verricht middels de rising-head-methode.
Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de horizontale waterdoorlatendheid van de verzadigde ondergrond (onder de grondwaterspiegel). Bij deze proef wordt peilbuis geheel of gedeeltelijk leeg getrokken, waarna de stijging van het grondwater in de peilbuis wordt geregistreerd. De stijgingssnelheid van het water is een maat voor de horizontale waterdoorlatendheid (K_h-waarde) van het bodemtraject waarin de proef heeft plaatsgevonden.

Onverzadigde zone (Ringinfiltratieproeven)
Doorlatendheidsmeting ter bepaling van de verticale waterdoorlatendheid van de onverzadigde grond. De proeven worden uitgevoerd op maaiveld of diepte, met de dubbele ringinfiltratiemeter bestaande uit een buitenring met een diameter van ca. 0,53 m en een binnenring met een diameter van ca. 0,28 m.
Beide ringen worden op het ontgravingsvlak aangebracht en vervolgens enige centimeters de grond ingeslagen. Na het aanbrengen van een meetbrug met een vlotter worden beide ringen gevuld met water waarna met een zekere frequentie in de binnenring, de dalingssnelheid van het water wordt vastgesteld. Door toepassing van een buitenring infiltreert grondwater in de binnenring zoveel mogelijk verticaal. Uit de infiltratiesnelheid kan vervolgens de verticale waterdoorlatend worden afgeleid.

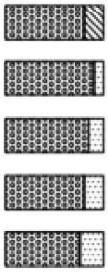
lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

Legenda boorstaat

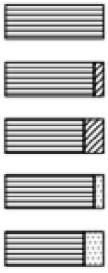
zand



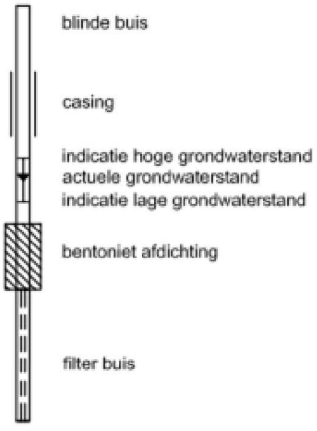
grind



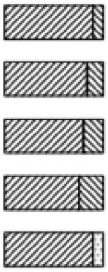
veen



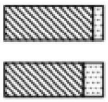
peilbuis



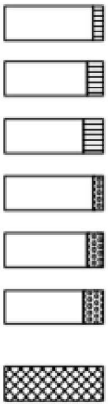
klei



leem



overige toevoegingen



monstername



overige tekens

- bijzonder bestanddeel
- gemiddelde hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- gemiddelde laagste grondwaterstand

Legenda situatietekening

sonderen

D	sondering
D	sondering niet uitgevoerd
PB	wegdrukpeilbuis
HM	handsondering

boren

B	boring
B	boring niet uitgevoerd
B	boring met peilbuis
B	boring met 2 peilbuizen
B	boring met 3 peilbuizen

overig

	meetpunt
foto	fotopijl met richting
Sd	sondering van derden
Bd	boring van derden

fasering onderzoek

D	sondering fase 1
D	sondering fase 2
D	sondering fase 3
D	sondering fase 4
B	boring fase 1
B	boring fase 2
B	boring fase 3
B	boring fase 4

silt

lankelma
Geo- milieu en funderingstechniek

lankelma

Geo- milieu en funderingstechniek

Technisch bodemonderzoek

- Sonderen in Nederland, België en Frankrijk.
- Sonderen met (track)truck, minirups, demontabel en hand
- Sonderen op het water (met hefeiland)
- Dissipatieproeven
- Peilbuizen wegdrukken
- Mechanisch (puls)boren conform protocol 'Mechanisch boren' (2101).
- Handboren (tot circa 5 m)
- Geotechnische monitoring
- Doorlatendheidsmetingen verzadigde en onverzadigde zone
- Palen doormeten (akoestisch)
- Onderzoek naar niet gesprongen explosieven (NGE)
- dGPS-metingen

Geotechnisch en geohydrologisch advies

- Funderingsadvies bebouwing, leidingen, constructies
- Geohydrologische modellering (bemaling, drainage, wateroverlast, barrièrewerking, etc.)
- Bemalingsadvies, bemalingsplan, monitoringsplan, vergunningsaanvraag, MER aanmeldnotitie
- Bouwputadvies, damwandberekeningen en -advies
- Zettings- en ophoogadvies, inclusief voorbelasting, zettingsversnelling
- Zettingsrisico's bemaling t.b.v. CAR-verzekering
- Stabiliteitsberekeningen taluds
- Infiltratiegeschiktheidsadvies, watertoetsadvies
- Civieltechnisch hergebruik grond
- Analyse waterstanden, doorlatendheid, wateroverlast.
- GIS-toepassingen en geostatistiek: (hoogtemodellen, zanddieptekaarten, etc)
- Algemene expertise, controle grondverbetering

Milieukunde

- Verkennend onderzoek
- Onderzoek naar asbest in de (water)bodem
- Nulsituatie-onderzoek
- Nader onderzoek
- Waterbodemonderzoek (monsternameboot)
- BUS-melding
- Saneringsplan
- Milieukundige begeleiding
- Second opinion
- Partijkeuring
- Bouwstoffenkeuring
- Onderzoek PFAS

Geotechnisch laboratorium

- Classificatieproeven, volumegewicht, watergehalte
- Atterbergse grenzen (fallcone en Casagrande)
- Samendrukkingsproeven, CRS
- Korrelverdeling, -vorm en afleiding k-waarden
- Triaxiaalproeven
- Directe afschuifproef (DS), Direct Simple Shear (DSS)
- Diverse RAW-proeven (oa. 2, 9, 10, 11,13, 14, 28, 35)
- Fotoboring
- Advies omtrent uitvoering(swijze) en belastingtrappen
- Digitaal bestel- en informatieportaal: www.siltlab.nl

votb
Vereniging Ondernemers Technisch Bodemonderzoek

Lankelma Geotechniek Zuid BV
Moorland 4-A, 5688GA Oirschot
Postbus 38
5688ZG Oirschot

Tel. 0499 – 578520
Fax. 0499 – 578573
Website: www.lankelma-zuid.nl
E-mail: info@lankelma-zuid.nl

KvK. nr.: 17131641
IBAN: NL98ABNA0590577670
BIC ABNANL2A
BTW: NL 8105.11.654.B.01

silt

3

B03 – Berekening kademuren

Grondopbouw

Onderstaand zijn de nvieaus en grondopbouw van de kademuur weergegeven. Er wordt geen waterstandverschil aangehouden omdat verondersteld wordt dat de kademuur in zekere mate waterdoorlatend is.

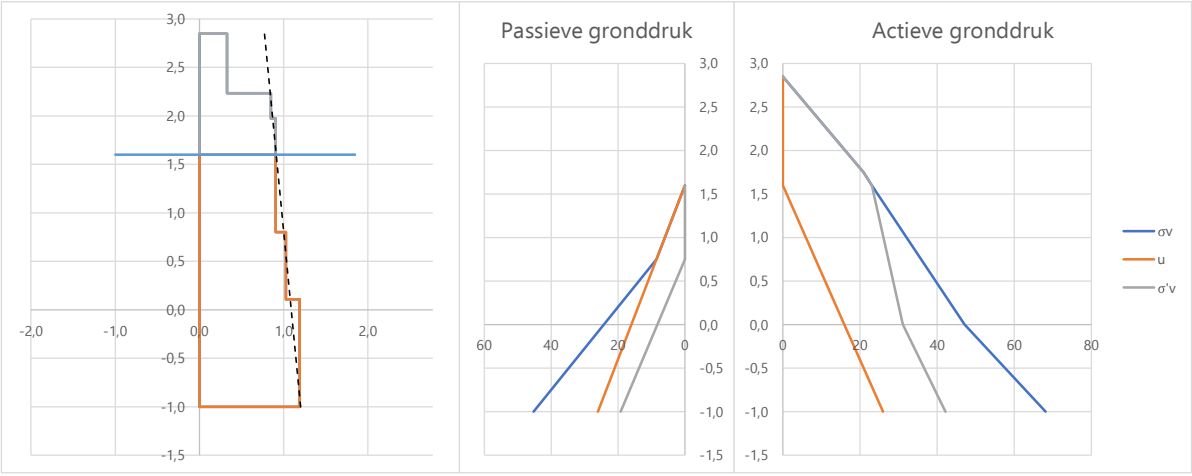
						actief	passief	
gws_a :	1,60	m NAP, grondwaterstand	Materiaalfactoren M2		α :	0	0	°
ws_p :	1,60	m NAP, waterstand	$\gamma_{\varphi'}$:	1,00 -	β :	5	0	°
aln :	-1,00	m NAP, aanlegniveau	γ_γ :	1,00 -				
mv :	2,85	m NAP, maaiveld actief						
mv :	0,75	m NAP, maaiveld passief	Δh :	2,10	m, kerende hoogte			

Laag [-]	Profiel sondering 8	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	3,02	19	21	27,0	
2	zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	2,50	19	21	26,0	
3	klei, zwak zandig, zwak humeus, slap	1,75	15	15	22,5	5
4	zand	0,00	19	21	30,0	

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;a}$	K_{ca}	$K_{sur;a}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	27,0	18,0	0,34	-1,03	0,34
2	2/3 φ	19,0	21,0	26,0	17,3	0,35	-1,06	0,35
3	1/2 φ	15,0	15,0	22,5	11,3	0,43	-1,22	0,43
4	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	0,30	-0,95	0,30

Laag [-]	Passief, aanvulling met zand	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand	0,75	19	21	30,0	
2						
3						
4						

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;p}$	$K_{c;p}$	$K_{sur;p}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	5,74	1,97	1,55
2								
3								
4								



1. Eigen gewicht

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
MW nat	2,75	23	0,536		0,219			-63,3			
MW droog	0,76	22	0,368		2,080			-16,8			
GR nat	0,34	20	1,067		0,950			-6,9			
GR droog	0,72	18	0,834		2,377			-13,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	-99,9	0	58,3	0

2. Waterdruk

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Opwaarts	3,09	-10	0,595		0,300			30,9			
Actief					-0,133	-33,8		0,0			
Passief					-0,133	33,8		0,0			
								0,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	30,9	0	-18,4	0

3. Actieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			0,554	-34,9					
Cohesie			0,875	10,7					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-24,2	0	0,0	0	-34,2	0

4. Passieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			-0,417	96,6					
Cohesie			0,000	0,0					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	96,6	0	0,0	0	56,4	0

5. Bovenbelasting

p : 5 kN/m^2

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Bovenbelasting			0,971	-7,1					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-7,1	0	0,0	0	-14,1	0

Belastingcombinaties

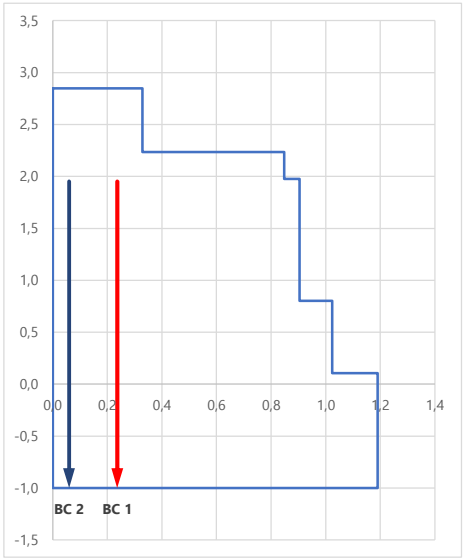
In de onderstaande tabel zijn de belastinggevallen gecombineerd tot 2 belastingcombinaties: met en zonder bovenbelasting.
Voor belastingcombinatie 2 blijkt de resultante van de horizontale belasting tegen de grond in gericht. Dit betekent dat de passieve weerstand niet volledig wordt gemobiliseerd, de belastingfactor is daarom zodanig gereduceerd dat $\Sigma F_x = 0$.

i	γ_{C1}	γ_{C2}	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
1	0,90	0,90			-1,000			-99,9		58,3	
2	1,00	1,00			-1,000			30,9		-18,4	
3	1,00	1,00			-1,000	-24,2				-34,2	
4	0,25	0,33			-1,000	96,6				56,4	
5		1,05			-1,000	-7,1				-14,1	
6											
7											
8											
9											
10											

	x	y	z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Belastingen op aanlegniveau :	0,000	0,000	-1,000	0,0	0,0	-59,0	0,0	14,0	0,0
				0,0	0,0	-59,0	0,0	3,5	0,0
	0,237	0,000	-1,000	0,0	0,0	-59,0	0,0	0,0	0,0
	0,060	0,000	-1,000	0,0	0,0	-59,0	0,0	0,0	0,0

Weerstand tegen glijden

H_d : 0,0 kN/m, horizontale belasting
V_d : 59,0 kN/m, verticale belasting
tan (δ_d) : 0,36 -
R_d : 21,5 kN/m



UC : 0,00

Weerstand tegen kantelen

In de onderstaande tabel zijn de stabiliserende en destabiliserende momenten weergegeven voor beide belastingcombinaties.

	C1	C2	
M_{stab} :	66,6	71,0	kNm/m
M_{dest} :	-52,6	-67,4	kNm/m

UC_{C1} : 0,79
UC_{C2} : 0,95

Geotechnisch draagvermogen

B :	1,19	m
e_x :	0,36	m, eccentriciteit verticale belasting
b' :	0,47	m, effectieve breedte fundering
z_e :	0,71	m, invloedsdiepte
σ_d :	124,7	kN/m^2, gemiddelde funderingsdruk

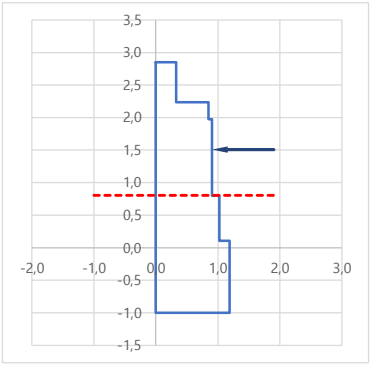
H :	0	kN/m	γ_M :	1,2 -
V :	59	kN/m		
H / V :	0	-		

φ'_k :	30	°			formules volgens 6.5.2.2 (g), (i) en (j)			
$\varphi'_{gem,d}$:	25,7	°				s	N	b	i	
a_e / b' :	4,29	-	$c'_{gem,d}$:	0	c :	1,00	21,77	1	1	0,0
z_e / b' :	1,59	-	$\sigma'_{v,z,d}$:	19	q :	1,00	11,47	1	1	218,4
			$\gamma'_{gem,d}$:	8	γ :	1,00	10,08	1	1	80,5

$\sigma'_{max,d}$:	299,0	kN/m^2	
$q'_{max,d}$:	141,4	kN/m	UC : 0,42

Controle metselwerk

z :	0,802	m NAP, hoogte getoetste doorsnede
b :	904	mm, dikte van de wand op gekozen niveau
$F_{V,Ed}$:	14,03	kN/m, belasting door actieve gronddruk
e_z :	1,51	m NAP, hoogte waarop deze kracht aangrijpt
M_{Ed} :	9,9	kNm/m
$F_{z,EG}$:	25,8	kN/m, verticale belasting door eigen gewicht
σ_b :	0,03	N/mm^2, gemiddelde drukspanning t.g.v. eigen gewicht
γ_M :	1,7	-, materiaalfactor metselwerk



Controle op dwarskracht

f_{vk0} :	0,10	N/mm^2, sterkte mortelklasse M1-M2 (conservatief)	
f_{vd} :	0,07	N/mm^2	
$V_{Rd,c}$:	59,2	kN/m	UC : 0,24

Controle op moment

f_{xk1} :	0,10	N/mm^2	
f_{xd} :	0,06	N/mm^2	
Z :	136203	mm^3/m	
M_{Rd} :	8,01	kNm/m	UC : 1,23

Grondopbouw

Onderstaand zijn de nvieaus en grondopbouw van de kademuur weergegeven. Er wordt geen waterstandverschil aangehouden omdat verondersteld wordt dat de kademuur in zekere mate waterdoorlatend is.

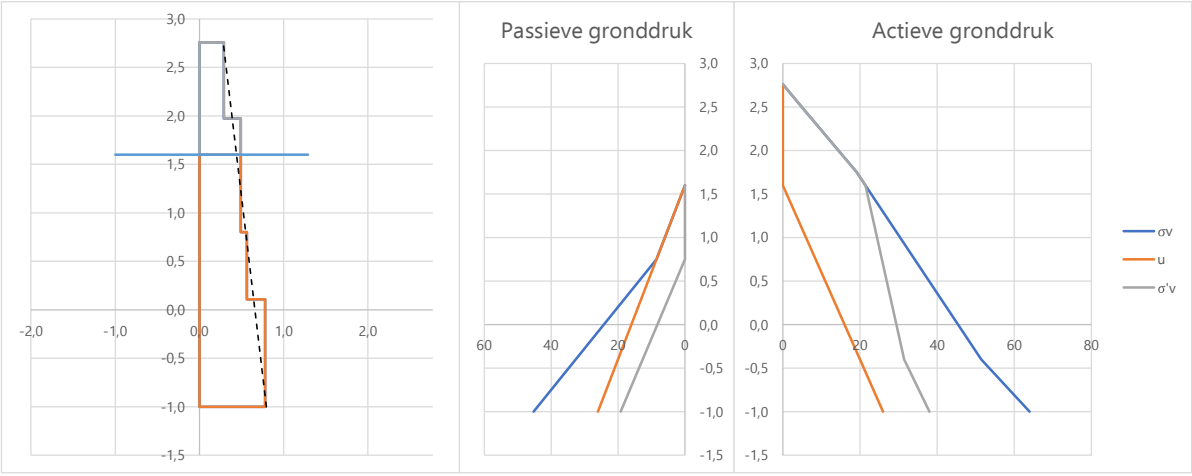
					actief	passief	
gws_a :	1,60	m NAP, grondwaterstand	Materiaalfactoren M2				
ws_p :	1,60	m NAP, waterstand	$\gamma_{\varphi'}$:	1,00 -	α :	0	0 °
aln :	-1,00	m NAP, aanlegniveau	γ_γ :	1,00 -	β :	5	0 °
mv :	2,76	m NAP, maaiveld actief					
mv :	0,75	m NAP, maaiveld passief	Δh :	2,01 m, kerende hoogte			

Laag [-]	Profiel sondering 8	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	3,09	19	21	27,0	
2	zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	2,50	19	21	26,0	
3	klei, zwak zandig, zwak humeus, slap	1,75	15	15	22,5	5
4	zand	-0,40	19	21	30,0	

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;a}$	K_{ca}	$K_{sur;a}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	27,0	18,0	0,34	-1,03	0,34
2	2/3 φ	19,0	21,0	26,0	17,3	0,35	-1,06	0,35
3	1/2 φ	15,0	15,0	22,5	11,3	0,43	-1,22	0,43
4	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	0,30	-0,95	0,30

Laag [-]	Passief, aanvulling met zand	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand	0,75	19	21	30,0	
2						
3						
4						

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;p}$	$K_{c;p}$	$K_{sur;p}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	5,74	1,97	1,55
2								
3								
4								



1. Eigen gewicht

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
MW nat	1,64	23	0,329		0,159			-37,8			
MW droog	0,41	22	0,189		2,107			-9,0			
GR nat	0,38	20	0,649		0,906			-7,6			
GR droog	0,49	18	0,556		2,240			-8,9			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	-63,3	0	24,0	0

2. Waterdruk

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Opwaarts	2,03	-10	0,390		0,300			20,3			
Actief					-0,133	-33,8		0,0			
Passief					-0,133	33,8		0,0			
								0,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	20,3	0	-7,9	0

3. Actieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			0,509	-33,5					
Cohesie			0,675	13,1					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-20,4	0	0,0	0	-28,6	0

4. Passieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			-0,417	96,6					
Cohesie			0,000	0,0					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	96,6	0	0,0	0	56,4	0

5. Bovenbelasting

p : 5 kN/m^2

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Bovenbelasting			0,890	-7,3					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-7,3	0	0,0	0	-13,7	0

Belastingcombinaties

In de onderstaande tabel zijn de belastinggevallen gecombineerd tot 2 belastingcombinaties: met en zonder bovenbelasting.
Voor belastingcombinatie 2 blijkt de resultante van de horizontale belasting tegen de grond in gericht. Dit betekent dat de passieve weerstand niet volledig wordt gemobiliseerd, de belastingfactor is daarom zodanig gereduceerd dat $\Sigma F_x = 0$.

i	γ_{C1}	γ_{C2}	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
1	0,90	0,90			-1,000			-63,3		24,0	
2	1,00	1,00			-1,000			20,3		-7,9	
3	1,00	1,00			-1,000	-20,4				-28,6	
4	0,21	0,29			-1,000	96,6				56,4	
5		1,05			-1,000	-7,3				-13,7	
6											
7											
8											
9											
10											

	x	y	z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Belastingen op aanlegniveau :	0,000	0,000	-1,000	0,0	0,0	-36,7	0,0	-2,9	0,0
				0,0	0,0	-36,7	0,0	-12,9	0,0
	-0,080	0,000	-1,000	0,0	0,0	-36,7	0,0	0,0	0,0
	-0,351	0,000	-1,000	0,0	0,0	-36,7	0,0	0,0	0,0

Weerstand tegen glijden

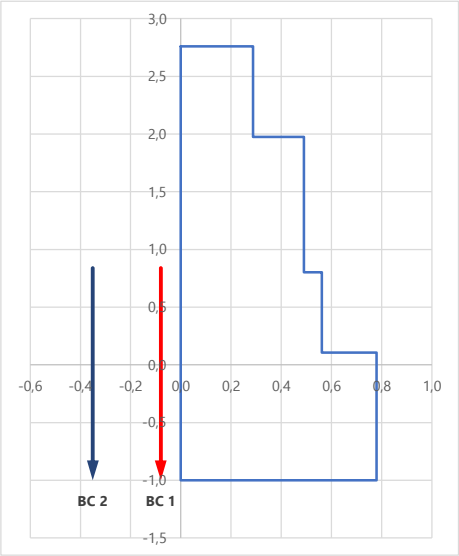
H_d :	0,0	kN/m, horizontale belasting
V_d :	36,7	kN/m, verticale belasting
tan (δ_d) :	0,36	-
R_d :	13,4	kN/m

UC : 0,00

Weerstand tegen kantelen

In de onderstaande tabel zijn de stabiliserende en destabiliserende momenten weergegeven voor beide belastingcombinaties.

	C1	C2	
M_{stab} :	33,5	38,0	kNm/m
M_{dest} :	-36,5	-50,9	kNm/m



UC_{C1} : 1,09
UC_{C2} : 1,34

Geotechnisch draagvermogen

B :	0,779	m
e_x :	0,47	m, eccentriciteit verticale belasting
b' :	-0,16	m, effectieve breedte fundering
z_e :	-0,24	m, invloedsdiepte
σ_d :	-229,6	kN/m^2, gemiddelde funderingsdruk

Het geotechnisch draagvermogen kan niet worden getoest wegens instabiliteit!

H :	0	kN/m	γ_M :	1,2 -
V :	37	kN/m		
H / V :	0	-		

φ'_k :	30	°		
$\varphi'_{gem,d}$:	25,7	°		
a_e / b' :	4,29	-	$c'_{gem,d}$:	0
z_e / b' :	1,59	-	$\sigma'_{v,z,d}$:	19
			$\gamma'_{gem,d}$:	8

formules volgens 6.5.2.2 (g), (i) en (j)

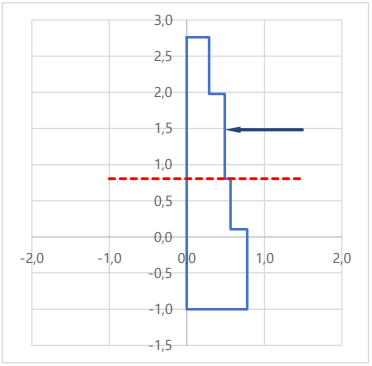
		s	N	b	i	
c :	1,00	21,77	1	1	0,0	
q :	1,00	11,47	1	1	218,0	
γ :	1,00	10,08	1	1	80,6	

$\sigma'_{max,d}$:	298,6	kN/m^2
$q'_{max,d}$:	0,0	kN/m

UC : ∞

Controle metselwerk

z :	0,802	m NAP, hoogte getoetste doorsnede
b :	490	mm, dikte van de wand op gekozen niveau
$F_{V,Ed}$:	12,71	kN/m, belasting door actieve gronddruk
e_z :	1,48	m NAP, hoogte waarop deze kracht aangrijpt
M_{Ed} :	8,6	kNm/m
$F_{z,EG}$:	13,9	kN/m, verticale belasting door eigen gewicht
σ_b :	0,03	N/mm^2, gemiddelde drukspanning t.g.v. eigen gewicht
γ_M :	1,7	-, materiaalfactor metselwerk



Controle op dwarskracht

f_{vk0} :	0,10	N/mm^2, sterkte mortelklasse M1-M2 (conservatief)
f_{vd} :	0,07	N/mm^2
$V_{Rd,c}$:	32,1	kN/m

UC : 0,40

Controle op moment

f_{xk1} :	0,10	N/mm^2
f_{xd} :	0,06	N/mm^2
Z :	40017	mm^3/m
M_{Rd} :	2,35	kNm/m

UC : 3,66

Grondopbouw

Onderstaand zijn de nvieaus en grondopbouw van de kademuur weergegeven. Er wordt geen waterstandverschil aangehouden omdat verondersteld wordt dat de kademuur in zekere mate waterdoorlatend is.

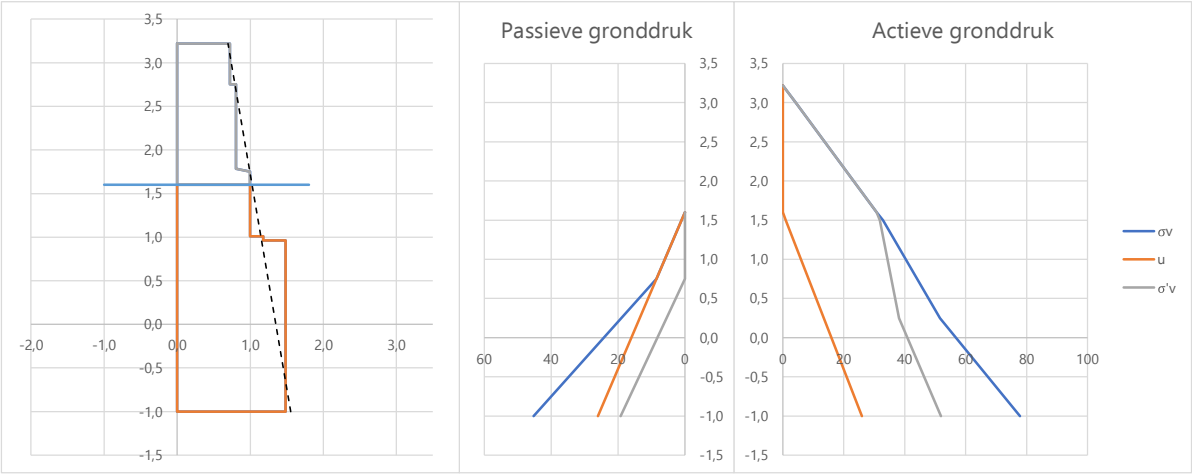
						actief	passief	
gws_a :	1,60	m NAP, grondwaterstand	Materiaalfactoren M2		α :	0	0	°
ws_p :	1,60	m NAP, waterstand	$\gamma_{\varphi'}$:	1,00 -	β :	5	0	°
aln :	-1,00	m NAP, aanlegniveau	γ_γ :	1,00 -				
mv :	3,22	m NAP, maaiveld actief						
mv :	0,75	m NAP, maaiveld passief	Δh :	2,47 m, kerende hoogte				

Laag [-]	Profiel sondering 8	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	3,66	19	21	27,0	
2	zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	3,00	19	21	26,0	
3	klei, zwak zandig, zwak humeus, slap	1,50	15	15	22,5	5
4	zand	0,25	19	21	30,0	

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;a}$	K_{ca}	$K_{sur;a}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	27,0	18,0	0,34	-1,03	0,34
2	2/3 φ	19,0	21,0	26,0	17,3	0,35	-1,06	0,35
3	1/2 φ	15,0	15,0	22,5	11,3	0,43	-1,22	0,43
4	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	0,30	-0,95	0,30

Laag [-]	Passief, aanvulling met zand	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand	0,75	19	21	30,0	
2						
3						
4						

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;p}$	$K_{c;p}$	$K_{sur;p}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	5,74	1,97	1,55
2								
3								
4								



1. Eigen gewicht

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
MW nat	3,56	23	0,700		0,215			-81,8			
MW droog	1,29	22	0,403		2,374			-28,5			
GR nat	0,30	20	1,244		1,289			-6,1			
GR droog	1,11	18	1,138		2,449			-20,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	-136,3	0	99,0	0

2. Waterdruk

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Opwaarts	3,86	-10	0,743		0,300			38,6			
Actief					-0,133	-33,8		0,0			
Passief					-0,133	33,8		0,0			
								0,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	38,6	0	-28,7	0

3. Actieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			0,657	-45,3					
Cohesie			0,875	7,6					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-37,7	0	0,0	0	-60,8	0

4. Passieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			-0,417	96,6					
Cohesie			0,000	0,0					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	96,6	0	0,0	0	56,4	0

5. Bovenbelasting

p : 5 kN/m^2

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Bovenbelasting			1,161	-7,6					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-7,6	0	0,0	0	-16,3	0

Belastingcombinaties

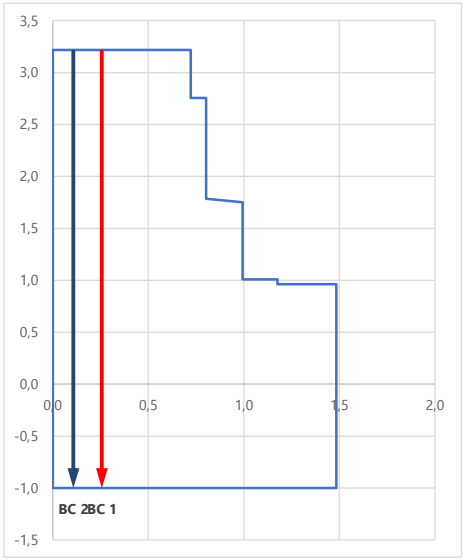
In de onderstaande tabel zijn de belastinggevallen gecombineerd tot 2 belastingcombinaties: met en zonder bovenbelasting.
Voor belastingcombinatie 2 blijkt de resultante van de horizontale belasting tegen de grond in gericht. Dit betekent dat de passieve weerstand niet volledig wordt gemobiliseerd, de belastingfactor is daarom zodanig gereduceerd dat $\Sigma F_x = 0$.

i	γ_{C1}	γ_{C2}	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
1	0,90	0,90			-1,000			-136,3		99,0	
2	1,00	1,00			-1,000			38,6		-28,7	
3	1,00	1,00			-1,000	-37,7				-60,8	
4	0,39	0,47			-1,000	96,6				56,4	
5		1,05			-1,000	-7,6				-16,3	
6											
7											
8											
9											
10											

	x	y	z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Belastingen op aanlegniveau :	0,000	0,000	-1,000	0,0	0,0	-84,1	0,0	21,6	0,0
				0,0	0,0	-84,1	0,0	9,1	0,0
	0,257	0,000	-1,000	0,0	0,0	-84,1	0,0	0,0	0,0
	0,108	0,000	-1,000	0,0	0,0	-84,1	0,0	0,0	0,0

Weerstand tegen glijden

H_d : 0,0 kN/m, horizontale belasting
V_d : 84,1 kN/m, verticale belasting
tan (δ_d) : 0,36 -
R_d : 30,6 kN/m



UC : 0,00

Weerstand tegen kantelen

In de onderstaande tabel zijn de stabiliserende en destabiliserende momenten weergegeven voor beide belastingcombinaties.

	C1	C2	
M_{stab} :	111,1	115,7	kNm/m
M_{dest} :	-89,5	-106,6	kNm/m

UC_{C1} : 0,81
UC_{C2} : 0,92

Geotechnisch draagvermogen

B :	1,485	m
e_x :	0,49	m, eccentriciteit verticale belasting
b' :	0,51	m, effectieve breedte fundering
z_e :	0,77	m, invloedsdiepte
σ_d :	163,5	kN/m^2, gemiddelde funderingsdruk

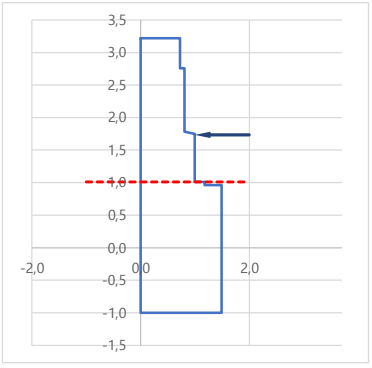
H :	0	kN/m	γ_M :	1,2 -
V :	84	kN/m		
H / V :	0	-		

φ'_k :	30	°			formules volgens 6.5.2.2 (g), (i) en (j)			
$\varphi'_{gem,d}$:	25,7	°				s	N	b	i	
a_e / b' :	4,29	-	$c'_{gem,d}$:	0	c :	1,00	21,77	1	1	0,0
z_e / b' :	1,59	-	$\sigma'_{v,z,d}$:	19	q :	1,00	11,47	1	1	218,5
			$\gamma'_{gem,d}$:	8	γ :	1,00	10,08	1	1	80,5

$\sigma'_{max,d}$:	299,0	kN/m^2	
$q'_{max,d}$:	153,7	kN/m	UC : 0,55

Controle metselwerk

z :	1,009	m NAP, hoogte getoetste doorsnede
b :	994	mm, dikte van de wand op gekozen niveau
$F_{V,Ed}$:	16,87	kN/m, belasting door actieve gronddruk
e_z :	1,74	m NAP, hoogte waarop deze kracht aangrijpt
M_{Ed} :	12,2	kNm/m
$F_{z,EG}$:	29,7	kN/m, verticale belasting door eigen gewicht
σ_b :	0,03	N/mm^2, gemiddelde drukspanning t.g.v. eigen gewicht
γ_M :	1,7	-, materiaalfactor metselwerk



Controle op dwarskracht

f_{vk0} :	0,10	N/mm^2, sterkte mortelklasse M1-M2 (conservatief)	
f_{vd} :	0,07	N/mm^2	
$V_{Rd,c}$:	65,5	kN/m	UC : 0,26

Controle op moment

f_{xk1} :	0,10	N/mm^2	
f_{xd} :	0,06	N/mm^2	
Z :	164673	mm^3/m	
M_{Rd} :	9,69	kNm/m	UC : 1,26

Grondopbouw

Onderstaand zijn de nvieaus en grondopbouw van de kademuur weergegeven. Er wordt geen waterstandverschil aangehouden omdat verondersteld wordt dat de kademuur in zekere mate waterdoorlatend is.

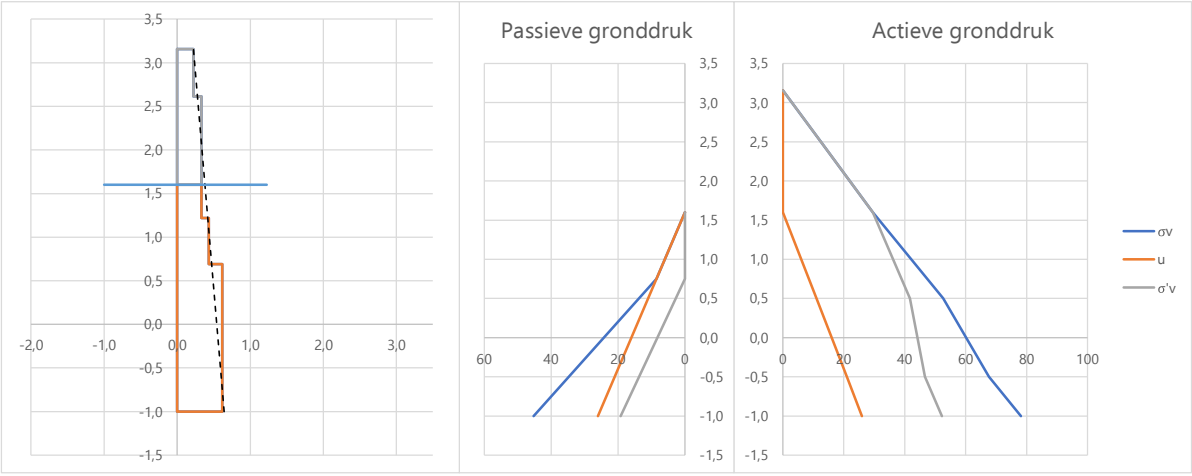
					actief	passief	
gws_a :	1,60	m NAP, grondwaterstand	Materiaalfactoren M2				
ws_p :	1,60	m NAP, waterstand	$\gamma_{\varphi'}$:	1,00 -	α :	0	0 °
aln :	-1,00	m NAP, aanlegniveau	γ_γ :	1,00 -	β :	5	0 °
mv :	3,16	m NAP, maaiveld actief					
mv :	0,75	m NAP, maaiveld passief	Δh :	2,41 m, kerende hoogte			

Laag [-]	Profiel sondering 8	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand, matig fijn, zwak siltig, zwak grindig	3,28	19	21	27,0	
2	zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	2,50	19	21	26,0	
3	klei, zwak zandig, zwak humeus, slap	0,50	15	15	22,5	5
4	zand	-0,50	19	21	30,0	

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;a}$	K_{ca}	$K_{sur;a}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	27,0	18,0	0,34	-1,03	0,34
2	2/3 φ	19,0	21,0	26,0	17,3	0,35	-1,06	0,35
3	1/2 φ	15,0	15,0	22,5	11,3	0,43	-1,22	0,43
4	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	0,30	-0,95	0,30

Laag [-]	Passief, aanvulling met zand	z [m NAP]	γ_d [kN/m^3]	γ_s [kN/m^3]	φ [°]	c' [kN/m^2]
1	zand	0,75	19	21	30,0	
2						
3						
4						

Laag [-]	δ	$\gamma_{d,d}$	$\gamma_{s,d}$	φ'_d	δ_d [°]	$K_{\gamma;p}$	$K_{c;p}$	$K_{sur;p}$
1	2/3 φ	19,0	21,0	30,0	20,0	5,74	1,97	1,55
2								
3								
4								



1. Eigen gewicht

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
MW nat	1,39	23	0,280		0,168			-32,1			
MW droog	0,46	22	0,151		2,315			-10,0			
GR nat	0,21	20	0,497		1,195			-4,1			
GR droog	0,50	18	0,450		2,437			-9,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	-55,2	0	16,6	0

2. Waterdruk

	A [m^2/m]	γ [kN/m^3]	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Opwaarts	1,60	-10	0,308		0,300			16,0			
Actief					-0,133	-33,8		0,0			
Passief					-0,133	33,8		0,0			
								0,0			
								0,0			
Totaal			0,000	0,000	-1,000	0	0	16,0	0	-4,9	0

3. Actieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			0,531	-48,3					
Cohesie			0,000	6,1					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-42,2	0	0,0	0	-67,8	0

4. Passieve gronddruk

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Effectieve korreldruk			-0,417	96,6					
Cohesie			0,000	0,0					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	96,6	0	0,0	0	56,4	0

5. Bovenbelasting

p : 5 kN/m^2

	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Bovenbelasting			1,050	-7,5					
Totaal	0,000	0,000	-1,000	-7,5	0	0,0	0	-15,5	0

Belastingcombinaties

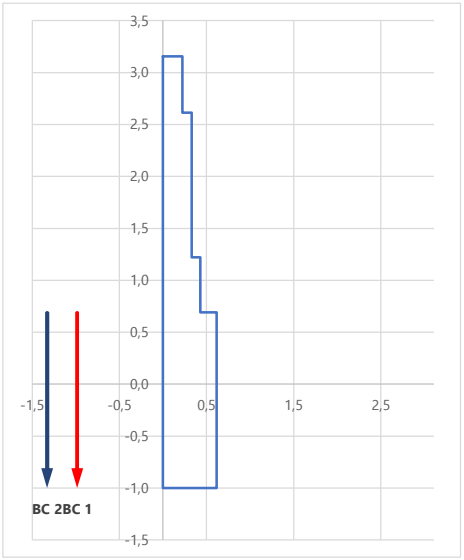
In de onderstaande tabel zijn de belastinggevallen gecombineerd tot 2 belastingcombinaties: met en zonder bovenbelasting.
Voor belastingcombinatie 2 blijkt de resultante van de horizontale belasting tegen de grond in gericht. Dit betekent dat de passieve weerstand niet volledig wordt gemobiliseerd, de belastingfactor is daarom zodanig gereduceerd dat $\Sigma F_x = 0$.

i	γ_{C1}	γ_{C2}	e_x	e_y	e_z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
1	0,90	0,90			-1,000			-55,2		16,6	
2	1,00	1,00			-1,000			16,0		-4,9	
3	1,00	1,00			-1,000	-42,2				-67,8	
4	0,44	0,52			-1,000	96,6				56,4	
5		1,05			-1,000	-7,5				-15,5	
6											
7											
8											
9											
10											

	x	y	z	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
Belastingen op aanlegniveau :	0,000	0,000	-1,000	0,0	0,0	-33,7	0,0	-33,2	0,0
				0,0	0,0	-33,7	0,0	-44,8	0,0
	-0,984	0,000	-1,000	0,0	0,0	-33,7	0,0	0,0	0,0
	-1,329	0,000	-1,000	0,0	0,0	-33,7	0,0	0,0	0,0

Weerstand tegen glijden

H_d : 0,0 kN/m, horizontale belasting
V_d : 33,7 kN/m, verticale belasting
tan (δ_d) : 0,36 -
R_d : 12,3 kN/m



UC : 0,00

Weerstand tegen kantelen

In de onderstaande tabel zijn de stabiliserende en destabiliserende momenten weergegeven voor beide belastingcombinaties.

	C1	C2	
M_{stab} :	39,5	44,1	kNm/m
M_{dest} :	-72,7	-88,9	kNm/m

UC_{C1} : 1,84
UC_{C2} : 2,01

Geotechnisch draagvermogen

B :	0,615	m	
e_x :	1,29	m, eccentriciteit verticale belasting	
b' :	-1,97	m, effectieve breedte fundering	
z_e :	-2,95	m, invloedsdiepte	
σ_d :	-17,1	kN/m^2, gemiddelde funderingsdruk	

Het geotechnisch draagvermogen kan niet worden getoest wegens instabiliteit!

H :	0	kN/m	γ_M :	1,2 -
V :	34	kN/m		
H / V :	0	-		

φ'_k :	30	°					
$\varphi'_{gem,d}$:	25,7	°					
a_e / b' :	4,29	-	$c'_{gem,d}$:	0			
z_e / b' :	1,59	-	$\sigma'_{v,z,d}$:	19			
			$\gamma'_{gem,d}$:	8			

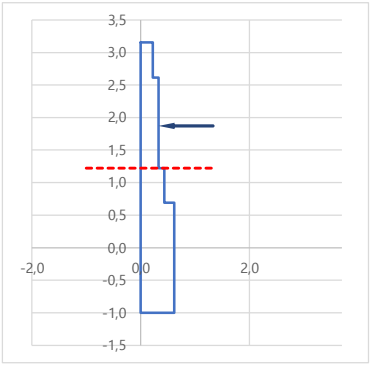
formules volgens 6.5.2.2 (g), (i) en (j)

	s	N	b	i	
c :	1,00	21,77	1	1	0,0
q :	1,00	11,47	1	1	218,0
γ :	1,00	10,08	1	1	80,6

$\sigma'_{max,d}$:	298,6	kN/m^2	
$q'_{max,d}$:	0,0	kN/m	UC : ∞

Controle metselwerk

z :	1,221	m NAP, hoogte getoetste doorsnede	
b :	330	mm, dikte van de wand op gekozen niveau	
$F_{V,Ed}$:	12,37	kN/m, belasting door actieve gronddruk	
e_z :	1,87	m NAP, hoogte waarop deze kracht aangrijpt	
M_{Ed} :	8,0	kNm/m	
$F_{z,EG}$:	8,7	kN/m, verticale belasting door eigen gewicht	
σ_b :	0,03	N/mm^2, gemiddelde drukspanning t.g.v. eigen gewicht	
γ_M :	1,7	-, materiaalfactor metselwerk	



Controle op dwarskracht

f_{vk0} :	0,10	N/mm^2, sterkte mortelklasse M1-M2 (conservatief)	
f_{vd} :	0,07	N/mm^2	
$V_{Rd,c}$:	21,5	kN/m	UC : 0,58

Controle op moment

f_{xk1} :	0,10	N/mm^2	
f_{xd} :	0,06	N/mm^2	
Z :	18150	mm^3/m	
M_{Rd} :	1,07	kNm/m	UC : 7,53

4

B04 – Geotechnische controle kademuren

mhpoly
consultants engineers

GEOTECHNISCHE CONTROLE KADEMUUR

rapport

project KADE OUDE BINNENHAVEN BERGEN OP ZOOM

opdrachtgever OmniformGroup

documentcode 19229X1RA01
versie V2.0
datum 24 januari 2019
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	PME	
V1.0	20-01-2020	Uitgave ter goedkeuring klant	PME	WBR
V2.0	24-01-2020	Opmerkingen verwerkt	PME	WBR

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

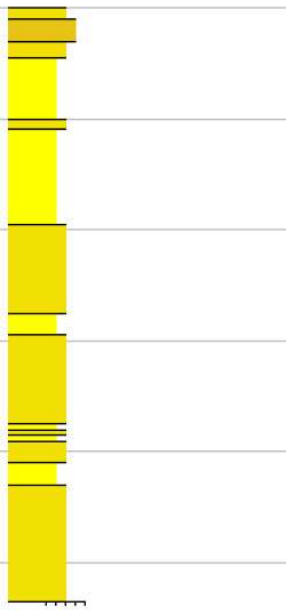
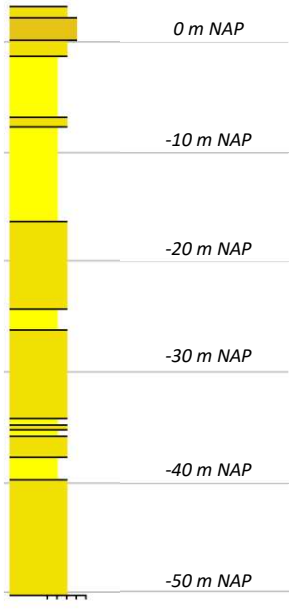
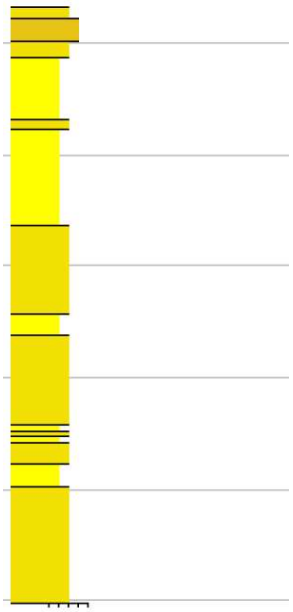
Er worden geen variaties op de maaiveldhoogte toegepast. Gezien de watervoerende (zand)lagen is er geen variatie in de waterstand meegenomen, zoals gesteld in tabel 9.3a van ref [9] .

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.

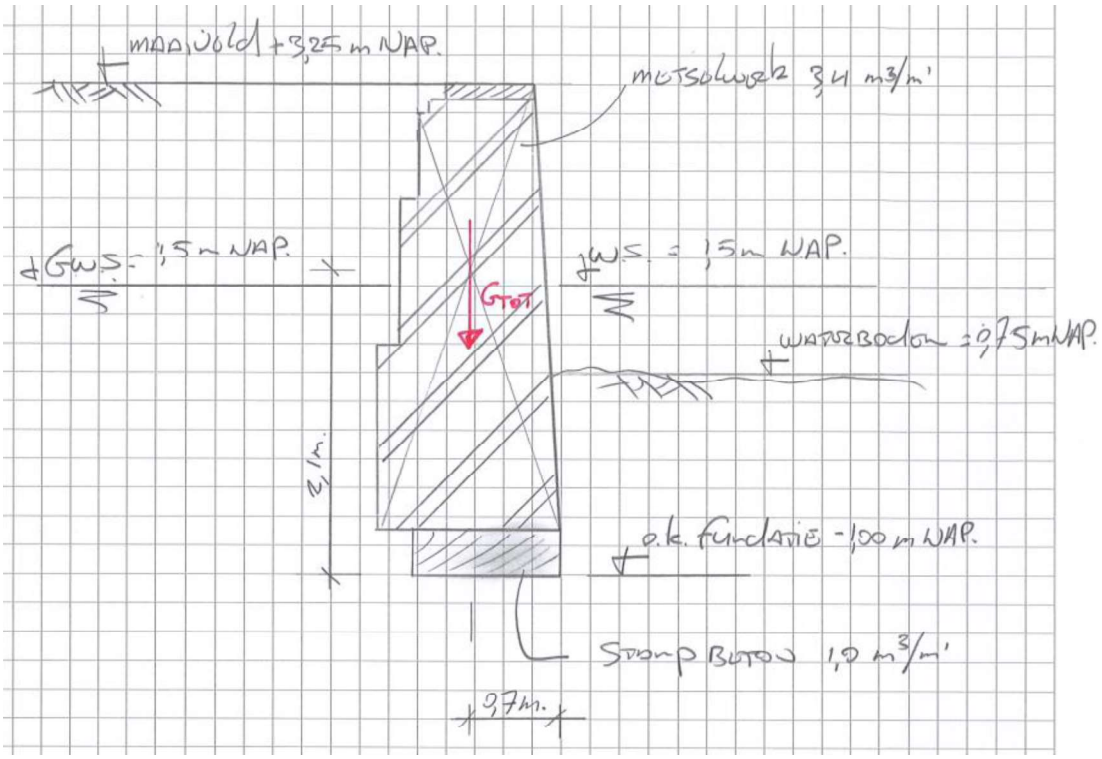
Grondparameters zijn bepaald op basis van tabel 2.b van ref. [9] .

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

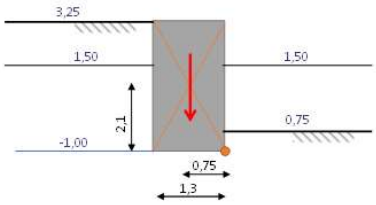
2.4.1 Materiaal

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

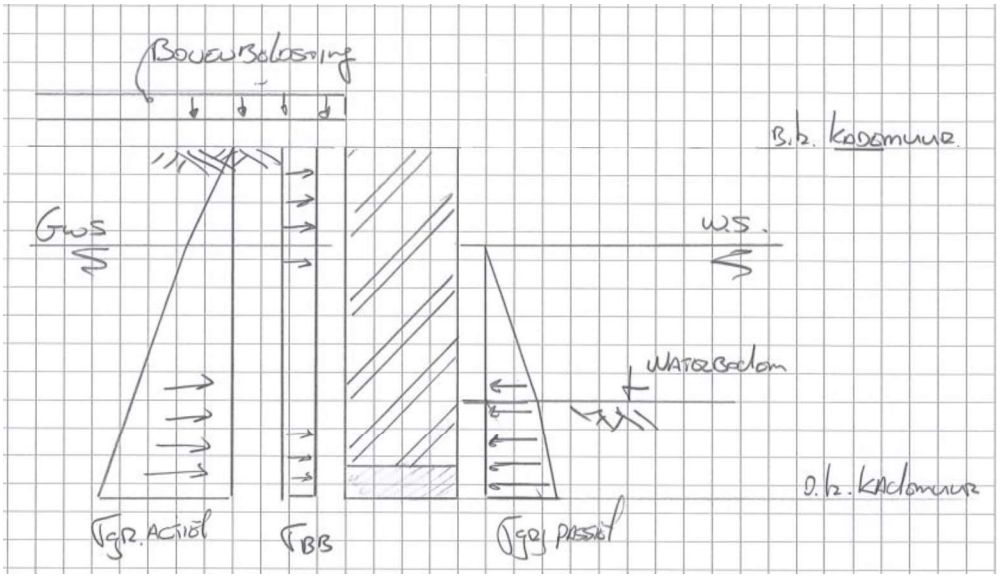
Bij gewichtsmuren dienen de volgende grenstoestanden te zijn beschouwd [9.2 van ref. [9]]:

- 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

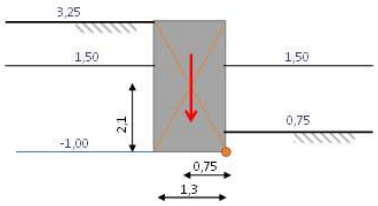
De passieve horizontale gronddruk bestaat uit de waterdruk, korreldruk aan de lage zijde van de kademuur. Deze wordt bepaald op basis van de verticale gronddruk aan de lage zijde en $k_{passief}$, welke oa wordt bepaald op basis van de hoek van inwendige wrijving (φ') van de grondlaag.

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.

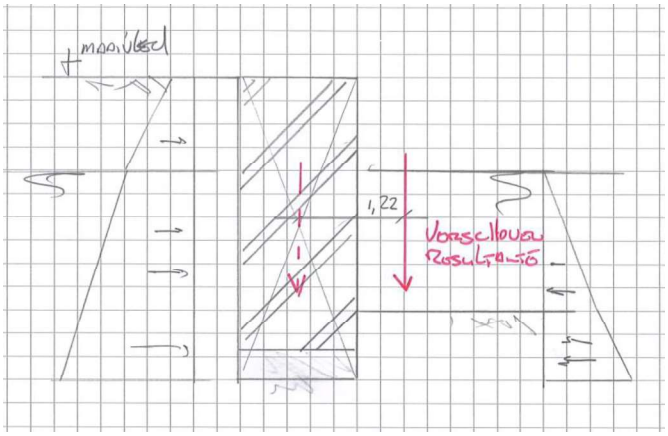
Vanwege de horizontale belasting dient de effectieve breedte van de voet van de kademuur gereduceerd te worden om zo het effect van deze belasting mee te nemen in de berekening.

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. De in deze rapportage grondparameters zijn gebaseerd op schattingen welke volgen uit het Geotop 1.3 model en de boringen uit [7] . Om een nauwkeuriger beeld te krijgen van de grondopbouw wordt er aanbevolen om op locatie grondonderzoeken te verrichten;
2. Middels proefsleuven is er een beeld gegeven van de kademuur aan de landzijde. Deze hebben echter een beperkte diepte. Alternatieve voor onderzoek van de kadeconstructie moeten worden bekeken om een geheel beeld te krijgen van de situatie;
3. Naast de geotechnische capaciteit is de constructieve samenhang van de kademuur ook aangetast. Dit uit zich in de lintvoegen boven water, maar is ook te zien in de onderwateronderzoeken (ref [8]). Hieruit blijkt dat o.a. voegen zijn uitgesleten en scheuren zijn ontstaan. Aangezien de onderzoeken een 4 tal locaties betreft is een algehele (onderwater) controle van de constructie aan te raden, hierbij dient begroeiing verwijderd te worden om een duidelijk beeld te krijgen;
4. In het onderwateronderzoek (ref [8]) zijn ook ankers aangetroffen (tpv huisnummer 71). Onduidelijk is wat de functie van deze ankers is. Mogelijk betreft het grondankers, of ankers tbv de samenhang van de constructie. Nader onderzoek zou dit uit moeten wijzen.

.

1

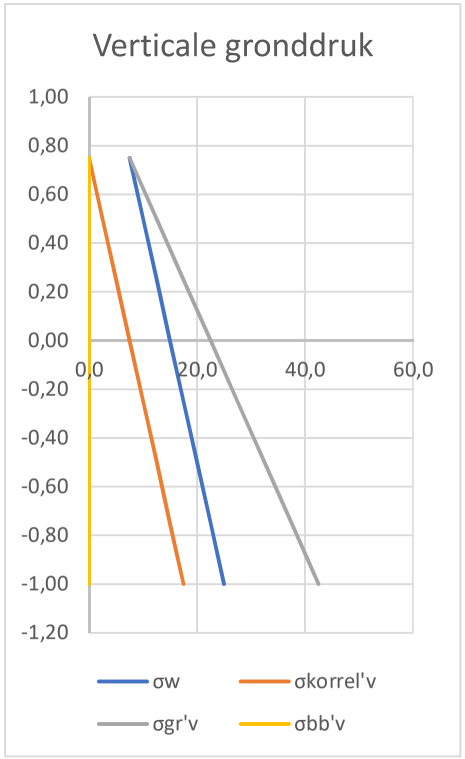
Bijlage 1 - Berekeningen

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



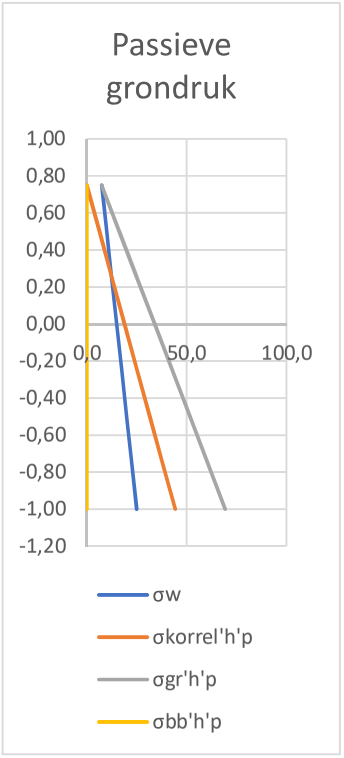
Passieve gronddruk
24-1-2020

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

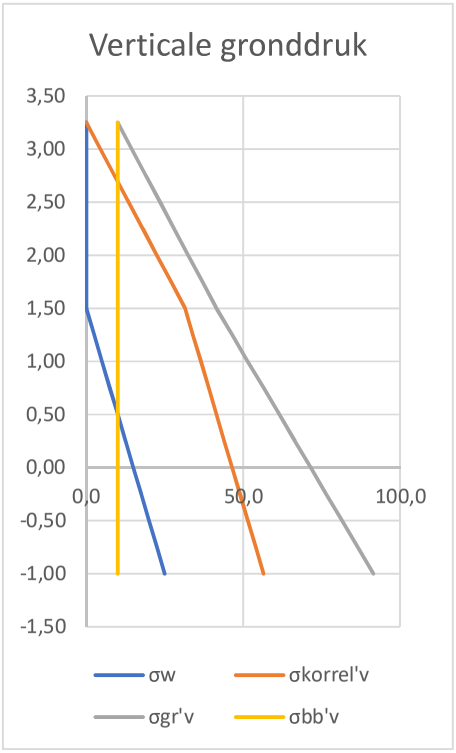


Actieve gronddruk
24-1-2020

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

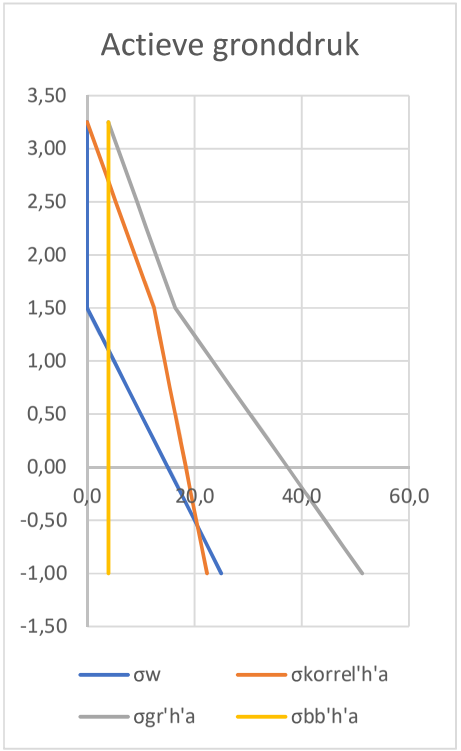


Actieve gronddruk

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

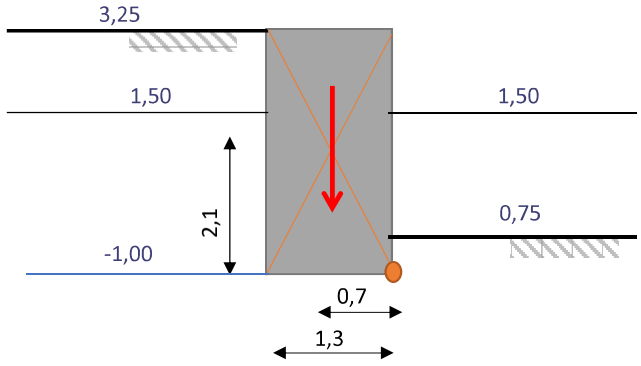
Laag opbouw

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		