Allnamics Caribbean Ltd
P.O. Box 837
Willemstad
Curaçao
+31 (0)88 25 562 64
carib@allnamics.com
https://allnamics.com

CoC Curacao 159772
United Bank Curacao 5003557

Geotechnisch veldonderzoek en funderingsadvies Nieuwbouw KMAR kazerne Sint Maarten



Datum opgesteld
20 April 2025

Datum gewijzigd
6 oktober 2026

Referentie
23AA037

Project
Nieuwbouw KMAR kazerne Sint Maarten

Client
BIM&BEYOND
BIM & Beyond
E. Spuybroek
Blaak 40
3011TA Rotterdam

Behandeld door
R.F. van Dorp

Versie
Rev 5

Status
ter acceptatie

Document naam	: Geotechnisch veldonderzoek en funderingsadvies Nieuwbouw KMAR kazerne Sint Maarten
Ons kenmerk	: R23AA037.RvD.5148.rev5.docx
Uw kenmerk	: 23960
Project	: Nieuwbouw KMAR kazerne Sint Maarten
Datum	: 20 April 2025
Versie nummer	: 5
Versie datum	: 6 oktober 2026

Revisie	Status	Datum	Auteur	Vrijgave
0	1ste concept	21-05-2025	RvD	
1	Intern, voorlopig	04-06-2025	RvD	
2	Ter acceptatie	26-10-2025	RvD	
3	Ter acceptatie	13-11-2025	RvD	
4	Ter acceptatie	30-03-2026	RvD	
5	Ter acceptatie	06-10-2026	RvD	

Revisie info:

0 eerste concept
1 eerste commentaar IMd + BIM & Beyond verwerkt; nog niet verspreid in afwachting van aanvullende gegevens
2 aanvullend commentaar (o.a. Buro Happold) verwerkt; adviezen aangepast aan en aanvullende/gewijzigde gegevens van september 2025 (o.a. havendiepte wijziging Peil tov SMP)
3 extra respons spectra toegevoegd voor andere (opvattingen over) gebouw importantiefactor; indicatieve paalberekeningen op verzoek RVB gecheckt voor toekomstige nieuwe versie NEN 9997-1
4 aanvullend commentaar verwerkt; horizontale gebouwbelastingen, inmeting terrein
5 nieuwe ronde commentaar beantwoorden verwerkt; referentie inmeting terreinhoogtes aangepast

INHOUDSOPGAVE

0. Samenvatting 5
1. Inleiding 7
1.1. Omschrijving nieuwbouw 7
1.2. Beschikbare gegevens 9
1.3. Relevante maten en peilen 9
1.4. Werkzaamheden Allnamics 10
2. Resultaten verkennend geotechnisch veldonderzoek 11
2.1. Overzicht 11
2.1.1. Onderzoekslocaties 11
2.1.2. Uitgevoerde boringen en sonderingen 11
2.1.3. Inmetingen 12
2.1.4. Bijzonderheden / resumé 13
2.2. Bodemopbouw 15
2.2.1. Overzicht aangetroffen bodemlagen 15
2.2.2. Commentaar 15
2.2.3. Grondwater 17
2.3. Geologie en seismische activiteit 18
2.3.1. Regionale geologie 18
2.3.2. Seismische activiteit 19
2.4. Aardbevingsgevoeligheid aangetroffen bodemprofiel 20
2.4.1. Toelichting seismisch sonderen (SCPT) 20
2.4.2. Resultaten en beoordeling SCPT 21
2.4.3. Classificatie bodemprofiel volgens EC-8 22
2.4.4. Bepaling uitgangspunten Design Response Spectrum – normaal gebouw 24
2.4.5. Bepaling uitgangspunten Design Response Spectrum – ‘essentieel’ gebouw 25
2.5. Bestaande hoogteverschillen 26
2.5.1. Oeverglooiingen 26
2.5.2. Geotechnische dwarsprofielen 27
3. Funderingsadviezen 29
3.1. Afdracht neerwaartse belasting (druk) 29
3.1.1. Funderingsprincipe 29
3.1.2. Paaltype en installatiewijze 29

3.1.3. Paaldraagvermogens op druk: verkennende berekeningen 30
3.1.4. Veerconstantes 32
3.1.5. Zettingsgedrag op lange termijn 32
3.2. Uitvoeringsaspecten paalfundering 32
3.2.1. Paalposities in of nabij het water 32
3.2.2. Beoordeling gerealiseerd draagvermogen in het veld 33
3.3. Afdracht opwaartse belasting (trek) 34
3.4. Afdracht horizontale belasting 34
4. Ontgravingen en grondkeringen 35
4.1. Kademuren 35
4.1.1. Relevante snedes/locaties 35
4.1.2. Overwegingen m.b.t. uitvoeringsmethode 36
4.1.3. Dimensionering 37
4.2. Verdiepte bouwdelen 39
5. Samenvatting 41
6. Bijlagen 43
Bijlage A selectie uit relevante gegevens 44
Bijlage B verslag verloop veldwerkzaamheden 60
Bijlage C Boorstaten 69
Bijlage D Sondeergrafieken met voorboorstaten 77
Bijlage E Inmeting oeverprofiel 87
Bijlage F Interpretatie grondonderzoek: dwarsprofielen 89
Bijlage G Rapportage seismische sonderingen 94
Bijlage H-1 Selectie in- en uitvoer vrij uitkragende damwand 103
Bijlage H-2 Selectie in- en uitvoer verankerde damwand 129

0. SAMENVATTING

1. Op Sint Maarten is de realisatie voorzien van een nieuwe kazerne voor de KMAR, bestaande uit een dienstgebouw met werkplaats en inpandige/overdekte insteekhaven met botenlift, overdekte stallingsruimtes en een parkeerterrein. Voor het ontwerp van de fundering daarvan is een geotechnisch veldonderzoek uitgevoerd.



Figuur 1: 3D-impressie nieuwbouw [a], blad 10

2. Op grond van aard van de nieuwbouw (beperkt aantal bouwlagen, geen kelder, beperkte funderingslasten) en de bij het veldonderzoek aangetroffen grondslag (geen samendrukbare lagen, draagkrachtige toplaag) zou voor de geplande nieuwbouw onder normale (Nederlandse) omstandigheden toepassing van een fundering op staal in aanmerking komen. Echter, op grond van:
   - de omstandigheid dat opdrachtgever RVB te kennen heeft gegeven dat gevoeligheid voor (mogelijke) aardbevingen een belangrijk aspect vormen bij de overwegingen en keuzes met betrekking tot fundering en constructie van de nieuwbouw;
   - de omstandigheid dat silt- en zandhoudende formatie [b] weliswaar niet gevoelig is voor verweking (zie hoofdstukken 2.2.2 en 2.4.3) maar wel degelijk te maken kan krijgen met tijdelijk verminderde sterkte als gevolg van de trillingen die gepaard gaan met aardbevingen;

   wordt het noodzakelijk geacht om voor de fundering van de nieuwbouw uit te gaan van een fundering op (korte) palen, met het aanzetniveau bovenin verweerde rotsformatie [c].

3. Uit het geotechnisch veldonderzoek is voorts gebleken dat:
   - de diepte waarop de bovenzijde van verweerde rotslaag laag [c] wordt aangetroffen, over de projectlocatie sterk varieert;
   - er rekening mee moet worden gehouden dat installatie van palen in laag [c] slechts tot (zeer) geringe penetratiediepte mogelijk zal zijn.
   - de bovenste toplaag [a] een aanplemping met veel grotere brokken en obstakels betreft, die slechts met een geschikt boorsysteem kan worden gepasseerd.

4. Combinatie van bovenstaande overwegingen 1 en 2 vergt:

- een paaltype waarvan de lengte in het werk eenvoudig kan worden aangepast (bij voorkeur op basis van uitvoeringsregistraties);
- een uitvoeringsmethode waarbij men op voorhand beschikt over een geschikte referentie (acceptance criteria), aan de hand waarvan men in het werk, op basis van uitvoeringsregistraties, kan beoordelen of een paal op de bereikte diepte over het gewenste draagvermogen beschikt.

5. De belangrijkste paaltypes die geschikt worden geacht zijn (in willekeurige volgorde):
   i. avegaarpalen, geïnstalleerd tot refusal in verweerde rotslaag laag [c] (zie hfdst. 2.2.1)
   ii. vibropalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c],in combinatie met voorboren van laag [a]
   iii. grondverdringende schroefpalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c],in combinatie met voorboren van laag [a]

   Allnamics heeft (nog) geen specifieke voorkeur voor één van deze paaltypes; de keuze kan (mede door de uitvoerende partij) worden gemaakt op basis van overwegingen met betrekking tot uitvoeringsaspecten en (bijbehorende) kosten.

6. Ook van palen met een geringe penetratiediepte in verweerde rotslaag [c] valt te verwachten dat die over een fors draagvermogen (op druk) zullen beschikken. Dit draagvermogen zal – met de thans verkregen gegevens- echter niet vooraf op de in Nederland gebruikelijke wijze (op basis van sonderingen en berekeningen conform NEN 9997-1) kunnen worden voorspeld. Om dit te compenseren, maar vooral om bovengenoemde referentie (acceptance criteria) te kunnen ontwikkelen, wordt sterk aanbevolen om een geschikte testcampagne toe te voegen aan ontwerp en planning van het project. In het kader hiervan is het bijvoorbeeld mogelijk om het werk aan te vangen met installatie van enkele proefpalen, inclusief gedetailleerde registratie van relevante uitvoeringsparameters, en op deze testpalen proefbelastingen (conform NEN 7201 klasse C of gelijkwaardig) uit te voeren.

7. Uit combinatie de beschikbare gegevens (tekening [c], hoofdstuk 1.2 en bijlage A) en het inmeten van raaien haaks op de oever (tekening [m] is o.a. afgeleid dat:
   - de volledige footprint van de nieuwbouw is geprojecteerd binnen de bestaande oeverlijn van het terrein;
   - de footprint van het hoofdgebouw is geprojecteerd binnen de kruinlijn van de bestaande oever, d.w.z. op het vlakke terreindeel.
   - De footprint van de overdekte stalling gedeeltelijk in de oeverglooiing is geprojecteerd, maar binnen de bestaande oeverlijn.

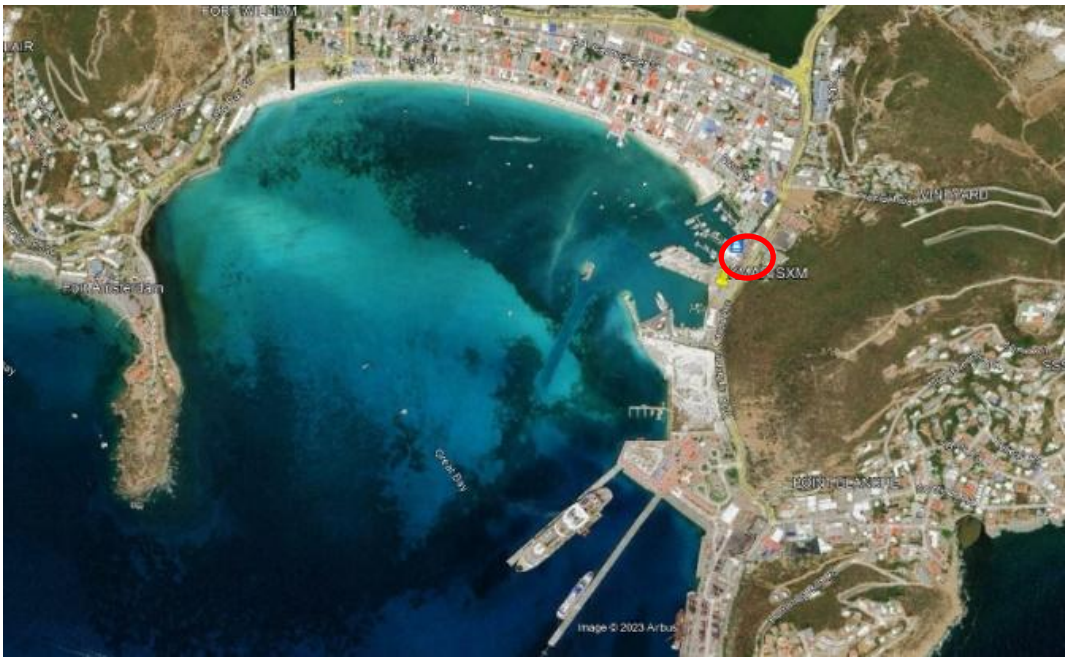
8. Vanwege bovenstaande bevindingen kan realisatie van (vrijwel) de volledig nieuwbouw relatief eenvoudig op traditionele wijze in den droge op het bestaande terrein worden uitgevoerd, waarbij het toekomstige profiel van de waterbodem achteraf wordt uitgebaggerd.

1. INLEIDING

Via BIM & Beyond ontving Allnamics Caribbean Ltd. opdracht voor uitvoering van geotechnisch veldonderzoek en het op basis daarvan uitbrengen van een geotechnisch advies ten behoeve van het V.O. van het project 'Nieuwbouw KMAR kazerne' op het eiland Sint Maarten in de Caribische Zee.

1.1. OMSCHRIJVING NIEUWBOUW

De projectlocatie bevindt zich op het Nederlandse deel van het eiland Sint Maarten, op de oostoever van Great Bay, tussen Philipsburg en de cruise port.



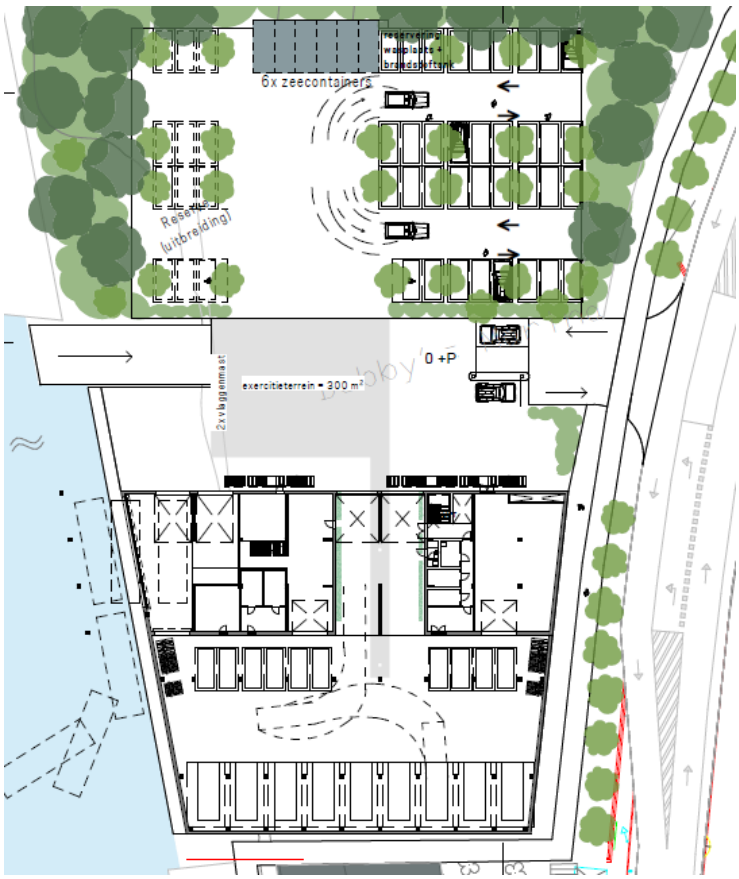
Figuur 2: Overzicht projectlocatie



Figuur 3: 3D-impressie nieuwbouw [a], blad 10

Uit de beschikbare VO-tekeningen valt het volgende op te maken met betrekking tot de geplande nieuwbouw:

- Het trapeziumvormige terrein ligt thans braak en heeft afmetingen van globaal 50 à 90 x 100 m², met de lange zijden grenzend aan resp. de baai (west) en de openbare weg (oost).
- Op het terrein is realisatie voorzien van:
  - dienstgebouw met werkplaats, met inpandige/overdekte insteekhaven en botenlift;
  - oeverconstructie met afmeervoorzieningen;
  - overdekte stallingsruimtes
  - een parkeerterrein.
- Het te bebouwen oppervlak beslaat een grondvlak van ca. 38 à 51 x 40 m². De rest van het perceel zal worden ingericht als (verhard) parkeerterrein.
- In het water, naast de werkplaats, is aanleg van een overdekte botenlift met toegang tot de werkplaats in het hoofdgebouw voorzien.
- Het dienstgebouw zal komen te bestaan uit 3 bovengrondse bouwlagen. Een ondergrondse kelder is niet voorzien.
- Langs de oevers van het terrein en in het toegangskanaal vanaf Great Bay zullen de oeverglooiing en de waterbodem, voor zover nodig, worden uitgediept tot een waterdiepte van minimaal 1,70 m om de boten van de KMAR toegang te kunnen bieden tot het schiphuis en de hellingbaan.



Figuur 4: Plattegrond terrein en begane grond Nieuwbouw [d]. Volgens tekening [k] is de hellingbaan bovenin komen te vervallen

Opdrachtgever RVB heeft te kennen gegeven dat gevoeligheid voor (mogelijke) aardbevingen een belangrijk aspect vormen bij de overwegingen en keuzes met betrekking tot fundering en constructie van de nieuwbouw.

1.2. BESCHIKBARE GEGEVENS

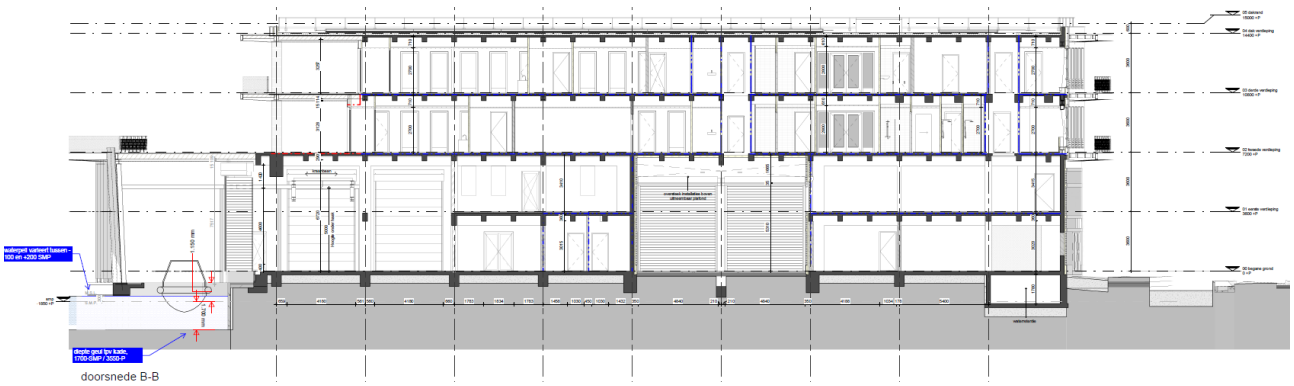
Voor het opstellen van voorliggend rapport werden diverse gegevens en documenten ontvangen. De volgende daarvan waren relevant (en zijn gebruikt) voor dit rapport:

a. *BIM & Beyond, artist impressions, renderings en dwarsdoorsnedes nieuwbouw (geen datum & referentie), 22 pagina's, ontvangen in Q1-2024*
b. *BIM & Beyond tekening VO-B310 (26-01-2024), dwarsdoorsnede met vloerpeilen*
c. *BIM & Beyond tekening DO-B-02 (08-01-2025), bestaande situatie terrein met begane grond nieuwbouw*
d. *BIM & Beyond tekening DO-B100 (geen datum), toekomstige situatie terrein met begane grond nieuwbouw*
e. *BIM & Beyond tekening DO-B200 (geen datum), plattegrond begane grond*
f. *BIM & Beyond tekening DO-B201 (geen datum), plattegrond 1ste verdieping*
g. *BIM & Beyond tekening DO-B202 (geen datum), plattegrond 2de verdieping*
h. *BIM & Beyond tekening DO-B203 (geen datum), plattegrond 3de verdieping*
i. *BIM & Beyond tekening DO-B204 (geen datum), plattegrond dak*
j. *BIM & Beyond tekening AO-B310 (09-09-2025), doorsnede AA, BB met vloerpeilen*
k. *BIM & Beyond tekening AO-B830 (09-09-2025), kademuren*
l. *BIM & Beyond tekening AO-B831 (09-09-2025), overview keerwand*
m. *BIM & Beyond tekening AO-B831 (22-09-2025), inmeting bestaand terrein + locaties grondonderzoek*
n. *IMD Raadgevende Ingenieurs BV tekening DO 0.01V-D (17-10-2025) constructies begane grond*
o. *Plattegrond nieuwe inmeting terrein september 2026 'Survey Plot Great Bay', Independent Consulting Engineers NV, project nr. 226-2462, sheet nr. C001, 08-09-2026*

1.3. RELEVANTE MATEN EN PEILEN

Op basis van tekening [j] zijn de volgende relevante maten en peilen aangehouden:

– Bestaand maaiveld t.p.v. nieuwbouw (gemiddeld)		= SMP + 1,05 m
– b.k. begane grondvloer	= Peil – 0,00 m	= SMP +1,85 m
– b.k. vloer +1	= Peil + 3,60 m	= SMP +5,45 m
– b.k. vloer +2	= Peil + 7,20 m	= SMP +9,05 m
– b.k. vloer +3	= Peil + 10,80 m	= SMP +12,65 m
– b.k. dak	= Peil + 14,40 m	= SMP +16,25 m
– minimum bodemdiepte insteekhaven + vaargeul	= Peil -3,55 m	= SMP -1,70 m



Figuur 5: dwarsdoornsede BB [j]

Opgemerkt dat bovenstaande Peilen sinds revisie 4 van dit rapport wijzigingen bevatten ten opzichte van eerdere versies; een en ander op basis van in september 2025 aangeleverde tekeningen [j] t/m [l]. Daaruit blijkt dat Peil ten opzichte van SMP is gewijzigd van SMP +1,40 m naar SMP +1,85 m.

1.4. WERKZAAMHEDEN ALLNAMICS

De door Allnamics uitgevoerde werkzaamheden betroffen het volgende:

a. <u>geotechnisch veldonderzoek</u>

Dit heeft (uiteindelijk) bestaan uit:

- 2 x uitvoering van destructieve boring tot 22 à 28 m diepte in combinatie met seismic CPT in boorgat
- 1 x avegaarboring tot 18 m diepte
- 3 x boring tot onderzijde harde toplaag, in combinatie uitvoering standaard CPT in boorgat, tot refusal
- 4 x standaard CPT vanaf maaiveld, tot refusal
- 1 x (poging tot) standaard CPT op water, tot refusal
- 2 x afwerking boorgat met peilbuis (filter tot max 5 m -MV)
- 4 x inmeting dwarsprofiel bestaande oever en waterbodem
- XYZ-inmetingen onderzoekslocaties

b. <u>geotechnisch adviezen</u>

Hierin komen (o.a.) de volgende aspecten aan bod:

- Funderingen dienstgebouw, overkappingen buitenstalling en bootliften
- Bouwput tbv aanleg verdiepte bouwdelen en overdekte insteekhaven,
- Oeverconstructie en stabiliteit
- Zettingsgedrag terrein onder invloed van ophoging

c. *<u>opstellen adviesrapportage, met presentatie van resultaten en bevindingen</u>*

Voorliggende rapportage betreft het voorlopig advies, gemaakt op basis van de hierboven genoemde gegevens en de resultaten van het verkennend grondonderzoek.

2. RESULTATEN VERKENNEND GEOTECHNISCH VELDONDERZOEK

2.1. OVERZICHT

2.1.1. ONDERZOEKSLOCATIES

Bijlage B bevat een verslag van het verloop van de uitvoering van de veldwerkzaamheden.
Onderstaande figuur bevat een overzicht met indicatieve locaties van de onderzoekspunten. Deze liggen alle binnen de footprint van het toekomstige gebouw.



Figuur 6. Overzicht indicatieve locaties onderzoekspunten en footprint nieuwbouw

2.1.2. UITGEVOERDE BORINGEN EN SONDERINGEN

Onderstaande tabel bevat een overzicht van de per locatie uitgevoerde werkzaamheden met bijbehorende relevante dieptes.

Locatie	Type onderzoek	einddiepte 1 (m -MV)	einddiepte 2 (m -MV)	opmerkingen
1	destructieve boring + SCPT	27.8	11.0	Laatste meters van de boring bed rock refusal SCPT conus op gruis in boorgat boorgat afgewerkt met peilbuis
2	voorboren + CPT in boorgat	3.0	3.2	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie boorgat afgewerkt met peilbuis
3	CPT vanaf maaiveld	0.2	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
4	destructieve boring + SCPT	21.4	13.0	Laatste meters van de boring bed rock refusal SCPT conus op gruis in boorgat

Locatie	Type onderzoek	einddiepte 1 (m -MV)	einddiepte 2 (m -MV)	opmerkingen
5	CPT vanaf maaiveld	0.3	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
6	voorboren + CPT in boorgat	4.5	5.9	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie
7	CPT vanaf maaiveld	1.2	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
8	voorboren + CPT in boorgat	4.5	7.7	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie
9	CPT vanaf maaiveld	2.25	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
10	boring tot o.k. toplaag	1.8	-	Boring doorgezet tot o.k. toplaag
11	*vervallen*	-	-	*Sonderen niet mogelijk ivm obstakels*
12	*vervallen*	-	-	*Betreffende pier niet meer in ontwerp*
13	*vervallen*	-	-	*Sonderen niet mogelijk ivm obstakels*
14	CPT vanaf maaiveld	0.7	-	eerste terreinverkenning CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
15	Boring tot in rotsformatie	18.0	-	eerste terreinverkenning boring doorgezet tot in rotsformatie
CPT = sondering SCPT = seismische sondering				

Tabel 1. Overzicht uitgevoerde boringen en sonderingen

2.1.3. INMETINGEN

- De XYZ posities van bovengenoemde onderzoekspunten zijn achteraf als volgt ingemeten:

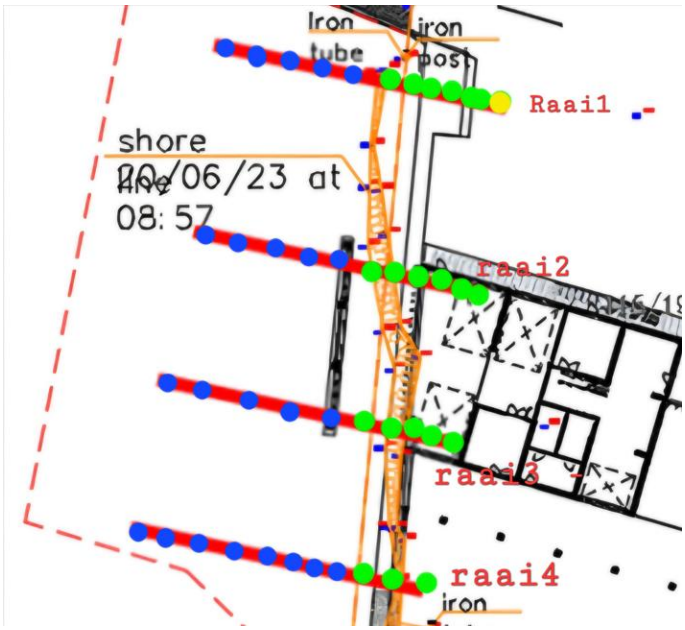
Locatie	Northing	Easting	Elevation* (m to SMP)	adjusted elevation* (m to SMP)
1	1676.218	11367.49	1.33	1.09
2	1661.8	11362.65	1.30	1.06
3	1654.087	11358.54	1.22	0.98
4	1680.024	11354.11	1.30	1.06
5	1662.045	11349.47	1.20	0.96
6	1653.743	11346.74	1.32	1.08
7	1686.887	11338.48	1.37	1.13
8	1668.863	11336.07	1.47	1.23
9	1660.346	11335.23	1.44	1.20
10	1689.95	11328.43	1.28	1.04
14	1679.398	11343.14	1.32	1.08
15	1665.857	11347.14	1.18	0.94

Tabel 2 XYZ-posities onderzoekspunten boringen en sonderingen

* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4

- Teneinde de bestaande glooiing van de bestaande oever in kaart te brengen in relatie tot de toekomstige situatie zijn achteraf aanvullende hoogtemetingen uitgevoerd, in de hieronder aangegeven 4 raaien haaks op de oever.
- Onderstaande figuur bevat een (schematische) plattegrond van de meetpunten in de raaien.

- De groen gemarkeerde punten bevinden zich boven de waterlijn en konden qua XYZ-posities worden ingemeten.
- De blauw gemarkeerde punten bevinden zich beneden de waterlijn en konden qua XYZ-posities slechts indicatief worden ingemeten.



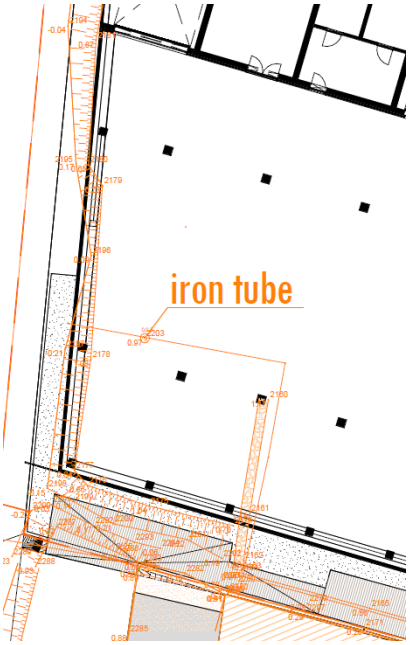
Figuur 7. Meetraaien oeverglooiing (groen uitgevoerd op land, blauw uitgevoerd vanaf water)

2.1.4. BIJZONDERHEDEN / RESUMÉ

1. De zuidwestelijke hoek van het terrein was niet toegankelijk, omdat dat is afgezet met een hekwerk. De locatie van sondering 9 is hierop aangepast. Het lijkt er overigens op dat dit hekwerk ook staat aangegeven in tekening [c]



Figuur 8. Zuidwestelijke hoek projectterrein afgezet met hekwerk



Figuur 9. Hek en oude kademuur te zien op [c]?

2. In tekening [c] staat in hetzelfde gebied ook een stenen wand aangegeven. Niet alleen was deze in het terrein zichtbaar, maar buiten het hek, in het verlengde ervan, bevond zich een kleine rug in het maaiveld, waarin de bovenzijde van een soortgelijke stenen wand plaatselijk zichtbaar was. Mogelijk betreft dit een oude oeverconstructie, die zich gedeeltelijk onder een later aangebrachte aanplemping bevindt. Nader onderzoek naar constructie en aanzetniveau daarvan viel buiten de scope of work.

3. Achteraf zijn de (daarvoor bereikbare) ingemeten locaties van boringen, sonderingen en meetraaien uitgezet tezamen met de contouren van de toekomstige nieuwbouw uitgezet in tekening [m], de plattegrond van de bestaande situatie.

4. *Naderhand is gebleken dat er een discrepantie is tussen de SMP-hoogtes van enerzijds de inmetingen van de onderzoekspunten van het in dit rapport besproken grondonderzoek en anderzijds de eerdere inmetingen van het terrein, die door een derde partij waren uitgevoerd in opdracht van RVB.*

   Uit (verdere) vergelijking van de metingen bleek dat er geen noemenswaardige verschillen resteren indien beide hoogtemetingen niet worden gerefereerd aan SMP, maar aan een gemeenschappelijk lokaal referentiepunt, zoals bijvoorbeeld de kruin van de weg langs het terrein of de stoeprand naast de bestaande poort van het terrein of het dek van de boardwalk tegen de zuidelijke grens van het perceel (Chesterfield's).

   De afwezigheid van noemenswaardige verschillen bij gebruik van een lokale referentie betekent dat het verschil in ingemeten SMP hoogtes geen consequenties heeft voor de in dit rapport besproken interpretatie van het grondonderzoek en de daarop gebaseerde adviezen voor fundering en grondkeringen; en dus evenmin voor de bruikbaarheid daarvan.

   Om de onduidelijkheid over de SMP-hoogtes weg te nemen, is er besloten het terrein en (voor zover mogelijk) de meetraaien van figuur 7 opnieuw te laten inmeten. Dit is in september 2026 uitgevoerd en heeft geresulteerd in plattegrond [o]. In het vervolg (d.w.z. vanaf revisie 5 van dit rapport) zal voor de SMP-hoogtes van het terrein worden uitgegaan van plattegrond [o]. In het kader daarvan zijn de SMP-hoogtes van de onderzoekspunten aangepast naar de waardes in de rechter kolom van tabel 2.

2.2. BODEMOPBOUW

2.2.1. OVERZICHT AANGETROFFEN BODEMLAGEN

Bijlage B bevat de boorstaten van het uitgevoerde grondonderzoek; bijlage C de sondeergrafieken met (voor over van toepassing) daaraan toegevoegd de bijbehorende voorboorstaten. Uit de boringen en sonderingen blijkt dat de bodemopbouw op het terrein op hoofdlijnen wordt gekenmerkt door (vanaf het maaiveld naar beneden) een viertal formaties, waarvan de belangrijkste peilen en kwaliteiten in onderstaande tabel staan samengevat.

For-matie [-]	Grondsoort [-]	b.k.* [m t.o.v. SMP]	o.k.* [m t.o.v. SMP]	Dikte [m]	DK? [-]	GR/ COH? [-]	SB? [-]	WD? [-]	AG? [-]
a	**toplaag zand, keien & puin**	+1,0 à +1,6	+0,6 à -4,6	**0,7 à 5,5**	**ja**	GR	nee	matig	**nee**
b	**afzettingen silt en los gepakt zand**	+0,6 à -4,4	-1,1 à -8,9	**1,2 à 4,5**	**matig**	matig cohesief	nee	matig	**mogelijk**
c	**verweerde rots**	-1,1 à -8,9	-14,9 à -16,7	**7,0 à 14,2**	**ja**	COH	nee	nee	**nee**
d	**massieve rots**	-14,9 à -16,7	> -30	**> 13,5**	**ja**	COH	nee	nee	**nee**
	DK = draagkrachtig GR/COH = granulair of cohesief SB = samendrukbaar WD = waterdoorlatend AG = aardbevingsgevoelig								

Tabel 3: overzicht aangetroffen bodemlagen met belangrijkste peilen en kwaliteiten

* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4

2.2.2. COMMENTAAR

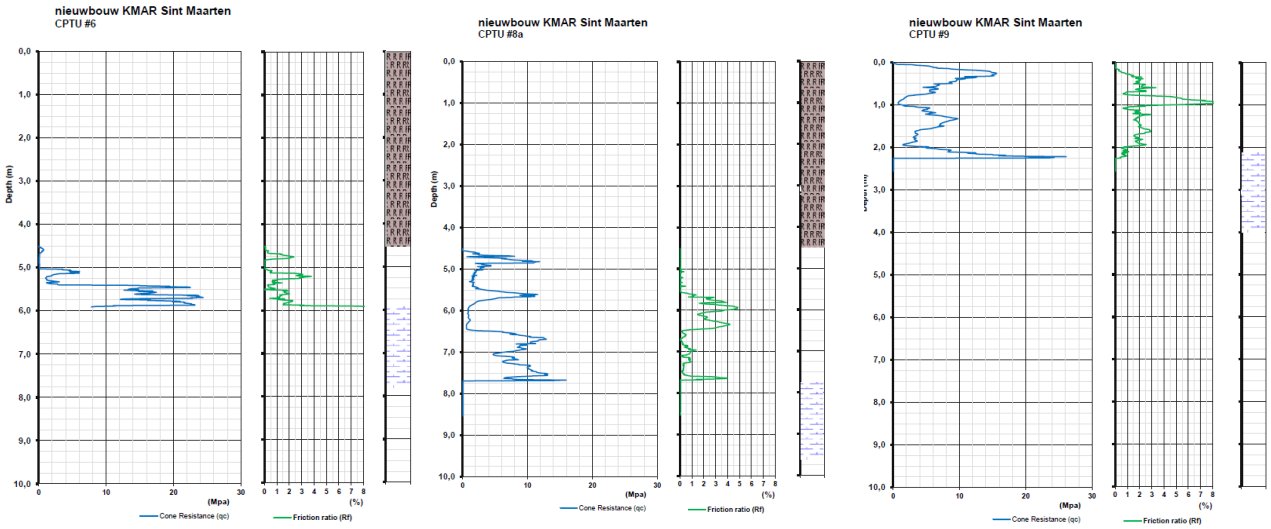
- Kwalificatie ‘DK = ja’ betekent dat de betreffende formatie in principe geschikt wordt geacht als aanzetniveau voor de fundering van de nieuwbouw.
- Het onderscheid tussen granulair en cohesief komt doorgaans neer op het onderscheid tussen overwegend (schoon) zandhoudende grond en kleihoudende grond dan wel verweerde rots. De overige kwalificaties (draagkrachtig, samendrukbaar, waterdoorlatend, aardbevingsgevoelig) worden hier in sterke mate door beïnvloed.
- Kwalificatie ‘SB = nee’ betekent dat de betreffende formatie weinig of niet gevoelig voor samendrukking wordt geacht. Dit betekent dat niet valt te verwachten dat de betreffende formatie in noemenswaardige mate (tijdsafhankelijk) zettingsgedrag zal vertonen onder invloed van een verhoogde bovenbelasting, zoals bijvoorbeeld een terreinophoging of gewicht van de nieuwbouw.
- Kwalificatie ‘WD = nee of matig’ betekent dat de betreffende formatie waterremmend wordt geacht. Dit betekent o.a. dat het een verlaging van het grondwaterpeil (bemaling) op een bepaalde locatie gepaard gaat met beperkt waterbezwaar en beperkte omvang van het invloedsgebied.
- Kwalificatie ‘AG = nee’ betekent dat de betreffende formatie niet gevoelig wordt geacht voor tijdelijk verlies van sterkte onder invloed van (trillingen door) aardbevingen. Deze inschatting is

(mede) gemaakt op basis van de seismische sonderingen, die verderop in dit rapport worden besproken. De kwalificatie 'mogelijk' betekent niet automatisch dat de betreffende laag wel aardbevingsgevoelig is; het betekent dat dit (voor sommige ontwerpaspecten, waar nodig) nader beoordeeld dient te worden. In hoofdstuk 2.4 wordt dit nader uitgewerkt.

- Uit tabel 3 blijkt dat de laagdiktes, en dientengevolge de dieptes van de diverse laagscheidingen behoorlijk variabel zijn. Per saldo komen deze variaties er grofweg op neer dat vanaf de baai richting landzijde (van west naar oost):
  - formaties [a], [b] en [c] uitwiggen, d.w.z. vanaf een zeker punt geleidelijk dunner worden en uiteindelijk verdwijnen;
  - de laagscheidingen [a]-[b], [b]-[c] en [c-d] vanaf een zeker punt geleidelijk op steeds geringere diepte onder het maaiveld worden aangetroffen, waarbij de bovenzijde van formatie [d] nabij de oostelijke rand van het terrein dicht onder het maaiveld wordt aangetroffen.

- Gesprekken met (belangstellende) eilandbewoners wezen uit dat formatie [a] een aanplemping betreft, die 50 à 60 jaar geleden op het overgrote deel van het terrein, alsmede de aangrenzende havenbodem is aangebracht. In de aanplemping zouden grote hoeveelheden (forse) keien en andersoortige grote brokken zijn verwerkt.
  - De ervaringen met de uitvoering van het verkennend grondonderzoek en de bijbehorende observaties lijken dit te bevestigen: vrijwel alle vanaf het maaiveld uitgevoerde sonderingen liepen vrijwel direct vast op een kei of obstakel en ook het intrillen van hulppalen voor een platform in het water (voor een op het water te maken sondering) bleek onmogelijk.
  - Deze terreingeschiedenis, in combinatie met de observatie dat het terrein geen blijk geeft van grote maaiveldzakkingen of een nog doorgaand zettingsproces (geen noemenswaardige hoogteverschillen of aftekeningen bij aansluiting op plaatsvaste elementen, etc.) ligt mede ten grondslag aan de kwalificatie 'SB = nee' voor alle aangetroffen bodemlagen.

- Vanwege de aanwezigheid van de vele keien en obstakels was het nagenoeg onmogelijk om door de toplaag heen te sonderen. Daarop is ter plekke besloten om bij een deel van de sondeerlocaties met de nog aanwezige boorstelling voor te boren tot de onderzijde van deze puinhoudende toplaag, om vervolgens in het boorgat te sonderen. Hiermee kon alsnog betere informatie worden verkregen over samenstelling en vastheid van formatie [b]. Onderstaande figuur bevat een overzicht van de meest interessante sonderingen 6, 8 en 9; in groter formaat te vinden in bijlage D. Voor de locaties wordt verwezen naar figuur 6 hierboven; ze bevinden zich ongeveer dezelfde lijn als raaien 3 en 4 van figuur 7 hierboven.
- Uit deze sonderingen blijkt dat formatie [b] een tamelijk heterogeen karakter heeft. Het betreft meer een afwisseling van dunnere lagen schoon zand (relatief ongevoelig voor verweking onder invloed van bijvoorbeeld aardbevingen) met dunnere lagen los gepakt zand met een relatief grote fractie fijn materiaal (mogelijk wel gevoelig). In hoofdstuk 2.4 wordt deze mogelijke gevoeligheid nader beoordeeld.



Figuur 10: sonderingen 6, 8 en 9 gemaakt in resp. raai 4, raai 3 en raai 4

Uit de sonderingen valt op te maken dat:

- formatie [b] bestaat uit silt en (zeer) los gepakt zand (zie sonderingen 6 en 8)
- formatie [a] tussen de grote brokken en het gebroken puin, bestaat hoofdzakelijk uit zand, met lokaal een siltige/kleihoudende lens.

Vanwege haar combinatie van losse pakking (zand) en matige waterdoorlatendheid (silt) die formatie [b] te worden beschouwd als (mogelijk) gevoelig voor verweking, bijvoorbeeld voor trillingen bij aardbevingen. Vandaar de kwalificatie 'AG = mogelijk' in tabel 3. In hoofdstuk 2.4 zal dit nader beoordeeld worden.

2.2.3. GRONDWATER

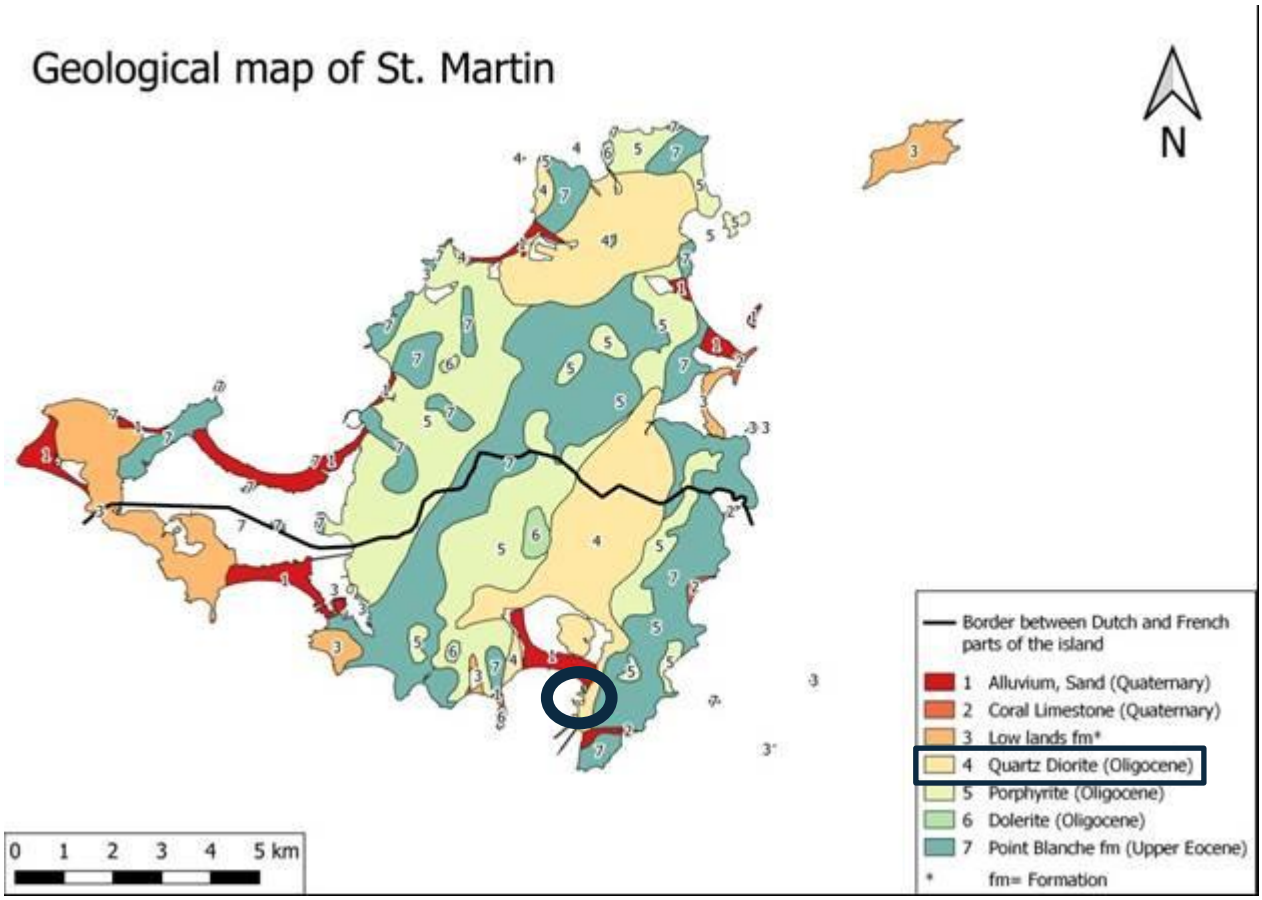
- Boorgaten 1 en 2 zijn afgewerkt met peilbuizen. Het grondwaterpeil in beide peilbuizen is in de periode februari-april 2025 incidenteel gepeild.
- Daarbij werd het waterpeil tamelijk consequent waargenomen op ca. 1,5 m beneden het maaiveld, hetgeen bij benadering overeenkomt met peil van het aangrenzende open water.

2.3. GEOLOGIE EN SEISMISCHE ACTIVITEIT

2.3.1. REGIONALE GEOLOGIE

De keten van bovenwindse eilanden die zich uitstrekt van de Virgin Islands aan het noord-westen tot Venezuela in het zuid-oosten bestaat uit een binnenste boog en een buitenste boog. Sint Maarten bevindt zich op de buitenste boog, die zich grofweg uitstrekt van Anguilla tot Barbados. De buitenste boog bestaat hoofdzakelijk uit relatief lagere en vlakkere eilanden, bestaande uit kalksteenformaties die zich hebben geformeerd op oudere vulkanische gesteenten. Het landschap op Sint Maarten is bergachtig, met uitzondering van het lagere westelijke deel, waar de kalksteenformaties gedurende het Holoceen via zandbanken verbonden zijn geraakt met het hoofdeiland.

Onderstaande figuur bevat een schematische geologische kaart van Sint Maarten (Westermann, 1957). Bovengenoemde zandbanken omsluiten thans Simpson Bay. De projectlocatie staat in de kaart omcirkeld en is gesitueerd op de Quartz Dionite formatie, welke gedurende het Oligoceen (23-34 miljoen jaar geleden) is ontstaan. Op de lager gelegen delen van het eiland, nabij de overgangen van land naar water bevinden zich lokaal zandige en/of kleiige afzettingen dan wel aanplempingen, met variabele dikte.



Figuur 11: schematische geologische kaart van Sint Maarten. Projectlocatie rechtsonder omcirkeld

2.3.2. SEISMISCHE ACTIVITEIT

De keten van Bovenwindse Eilanden bevindt zich op een zgn. subduction zone, waar twee tectonische platen naar elkaar toe bewegen en (in dit geval) de Noord Amerikaanse plaat langzaam onder de Caribische plaat wordt geduwd. Dit leidt tot een relatief hoog niveau vulkanische en seismische activiteit, ook op en rond Sint Maarten.

Op Sint Maarten worden volgens www.allquakes.com gemiddeld ca. 30 (lichte) aardbevingen per jaar waargenomen, in kracht variërend tussen 3.0 en 5.6 op de schaal van Richter.

Via https://uwiseismic.com/downloads/seismic-hazard-map/ is onderstaande tabel te vinden met typische seismic hazard parameters voor Sint Maarten, Saba en Sint Eustatius. De voor dit project meest relevante parameters (return period en peak ground acceleration PGA) zijn daarin omcirkeld.

	Island	Sint Maarten	Saba	Sint Eustatius
	Capital	Philipsburg	The Bottom	Oranjestad
	Latitude capital	18.029	17.626	17.482
	Longitude capital	-63.045	-63.249	-62.983
Hazard parameter	Return period (years)			
Peak Ground Acceleration, PGA	95	0.15-0.20	0.15-0.20	0.15-0.20
	475	0.30-0.35	0.25-0.30	0.25-0.30
	975	0.35-0.40	0.35-0.40	0.35-0.40
	2475	0.50-0.60	0.50-0.55	0.50-0.55
Spectral Acceleration, SA (0.2 s)	95	0.3-0.4	0.3-0.4	0.3-0.4
	475	0.7-0.8	0.7-0.8	0.7-0.8
	975	1.0-1.2	0.8-1.0	0.8-1.0
	2475	1.4-1.5	1.3-1.4	1.4-1.5
Spectral Acceleration, SA (1.0 s)	95	0.05-0.10	0.05-0.10	0.05-0.10
	475	0.20-0.25	0.20-0.25	0.20-0.25
	975	0.25-0.30	0.25-0.30	0.25-0.30
	2475	0.40-0.45	0.40-0.45	0.40-0.45

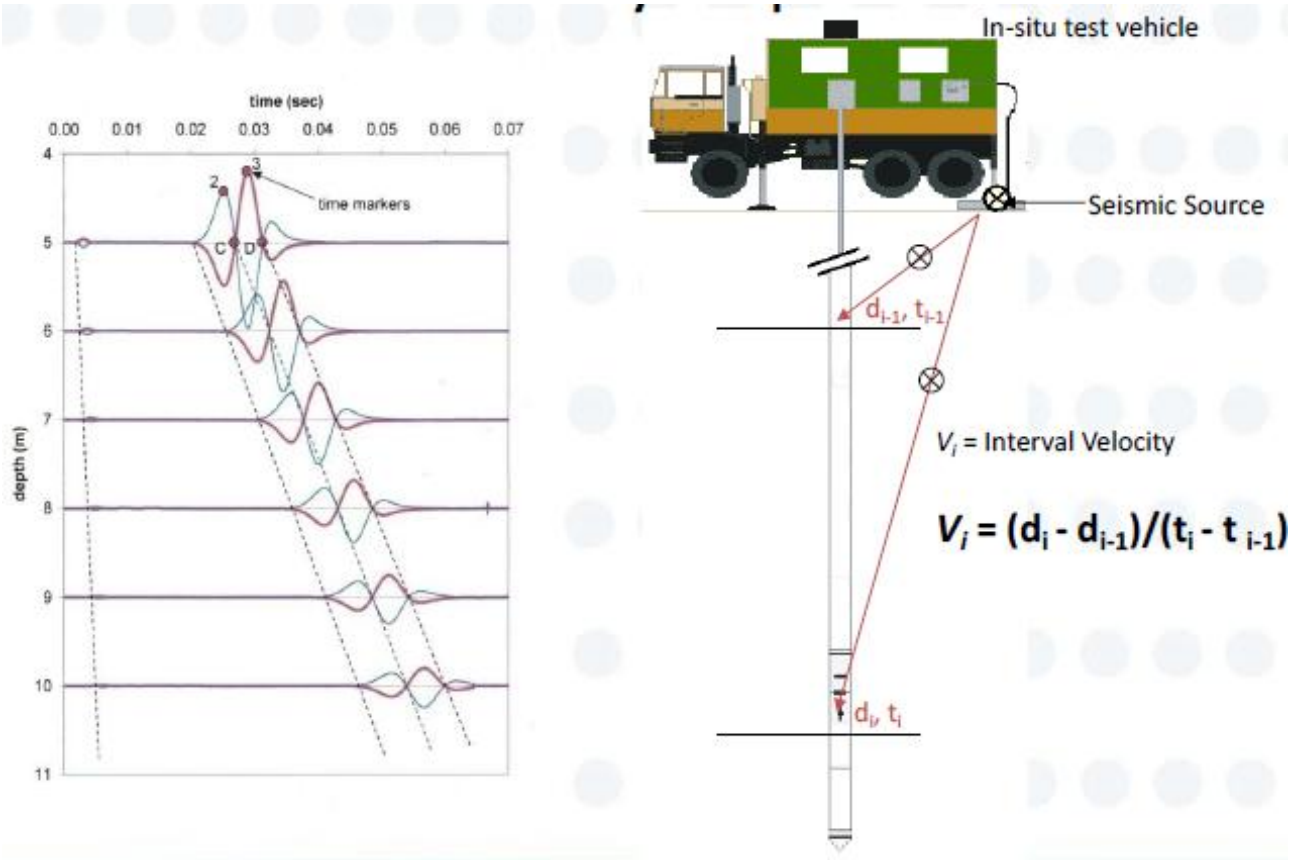
Tabel 4: relevante seismic hazard parameters voor Sit Maarten (rood omcirkeld)

2.4. AARDBEVINGSGEVOELIGHEID AANGETROFFEN BODEMPROFIEL

De aardbevingsgevoeligheid van de diepere ondergrond (formaties [b], [c] en [d]) is nader onderzocht door middel van seismische sonderingen.

2.4.1. TOELICHTING SEISMISCH SONDEREN (SCPT)

Bij seismisch sonderen (SCPT) wordt aan het maaiveld, op enige afstand van de sondeerstang, een (horizontale) schuifgolf opgewekt, welke zich door het bodemprofiel horizontaal en verticaal voortplant en op enig moment wordt gedetecteerd door een sensor in de seismische conus. Uit de afstand tussen de conus en de bron, in combinatie met het gemeten tijdverschil tussen vertrek van de golf bij de bron en aankomst bij de conus, kan de bijbehorende gemiddelde golfvoortplantingssnelheid van de ondergrond worden afgeleid.



Figuur 12: principe seismic CPT (bron: Eijkelkamp Academy)

Mits de bodemomstandigheden dat toelaten, kan dit procedé op verschillende dieptes worden uitgevoerd, c.q. herhaald. In de onderhavige situatie was dat echter niet het geval en moest vanwege de noodzaak tot destructief boren genoegen worden genomen met één enkele meting per boorgat. In combinatie met de overige sonderingen en boringen leverde dat toch voldoende informatie voor dit rapport.

De (gemiddelde) golfvoortplantingssnelheid is een bruikbare maatstaf voor de beoordeling van de hardheid en seismische gevoeligheid van de ondergrond. Zo bevat EC-8 de volgende tabel voor classificatie op basis van de gemiddelde golfsnelheid tussen maaiveld en 30 m diepte (v_s^{30}):

Ground Type	Description	$V_{s,30}$ (m/s)	SPT N (blows/30 cm)	c_u (kPa)
A	Rock or other rock-like geological formation, including at most 5 m of weaker material at the surface	> 800	–	–
B	Deposits of very dense sand, gravel, or very stiff clay, at least several tens of meters in thickness	360 – 800	> 50	> 250
C	Deep deposits of dense or medium-dense sand, gravel or stiff clay	180 – 360	15 – 50	70 – 250
D	Deposits of loose-to-medium cohesionless soil or soft-to-firm cohesive soil	< 180	< 15	< 70
E	A soil profile consisting of a surface alluvium layer with V_s values of class C or D and thickness > 20 m overlying rock of type A or B	–	–	–
S1	Deposits of liquefiable soils, sensitive clays, or other problematic soils	–	–	–
S2	Soils not included in types A–E or S1 and requiring special investigations	–	–	–

Figuur 13: classificatie aardbevingsgevoeligheid grondsoorten op basis van golfsnelheid volgens EC-8

2.4.2. RESULTATEN EN BEOORDELING SCPT

Voor (remote) begeleiding tijdens de uitvoering en uitwerking van de meetresultaten is het gespecialiseerde Canadese bedrijf BCE ingeschakeld, dat een samenwerkingsverband heeft met Allnamics-USA. De betreffende rapportage is te vinden in bijlage G.

Uit de seismische metingen is voor de bodemlagen tot 15 m diepte afgeleid $v_{s,}^{15} \geq 416$ m/s.

Ten aanzien van het resultaat van de seismische sonderingen valt nog het volgende te overwegen:
- De waarde $v_s^{15} \geq 416$ m/s betreft een gemiddelde van toplagen [a] & [b] en verweerde rotslaag [c].
- De seismische sonderingen zijn uitgevoerd in de boorgaten BH-01 en BH-04. Zie bijlage C, dat komt neer op de volgende diktes van de aangetroffen bodemformaties:
  [a], puinhoudende toplaag, dikte ca. 1,9 m resp. ca. 5,4 m
  [b] afwisselend dunne lagen van schoon zand los gepakt, siltig zand, gezamenlijke dikte ca. 2,1 m resp. ca. 4,5 m (o.k. formatie op ca. 4,0 m resp. ca. 9,9 m)
  [c] verweerde rots, dikte ca. 7,9 m resp. ca. 7,1 m (o.k. formatie op ca. 11,9 m resp. ca. 17,0 m)
  [d] massieve rots, dikte > 11 m, resp. > 12 m.
- Verweerde rotslaag [c] is aanzienlijk harder en vaster dan toplagen [a] & [b] en daarom zal het voor die formatie zeker zo zijn dat $v_{s,[c]} > 416$ m/s.
- Omgekeerd zal dan voor toplagen [a] & [b] gelden dat $v_{s,[a]\&[b]} < 416$ m/s.
- In het geval van formatie [b] zou dat mogelijk ook kunnen betekenen dat $v_{s,[b]} < 300$ m/s. Dit sluit aan bij het resultaat van sonderingen 6 en 8.
- Massieve rotslaag [d] is nog harder dan formatie [c] en daarom zal het zo zijn dat $v_{s,[d]} >> 416$ m/s

Uit bovenstaande overwegingen volgt dat het zeker is dat $v_s^{30} > v_s^{15} \geq 416$ m/s.

Aan bovenstaande overwegingen valt nog toe te voegen dat:
- formaties [a], [c] en [d] niet gevoelig zijn voor verstoring door aardbevingen (d.w.z. 'AG = nee' in tabel 3);
- formatie [b] daar mogelijk wel gevoelig voor is (d.w.z. 'AG = mogelijk' in tabel 3);
- de bodem beneden het bereik van de waarnemingen van de seismische sonderingen (d.w.z. tussen 15 en 30 m diepte) bestaat uit massieve rots en daarom niet gevoelig is voor verstoring door aardbevingen.

2.4.3. CLASSIFICATIE BODEMPROFIEL VOLGENS EC-8

De afzonderlijke lagen in het aangetroffen bodemprofiel (zie hoofdstuk 2.2) vallen op basis van figuur 14 als volgt te classificeren:
- formaties [a]en [c] vallen onder ground type C;
- formatie [b] valt onder ground type D, maar mogelijk onder ground type S1/S2;
- formatie [d] onder ground type B en/of A.

Volgens EC-8 mag bij een gelaagd bodemprofiel voor de classificatie van het profiel in principe worden uitgegaan van de (gemiddelde) waarde v_s^{30} zoals hierboven besproken. Op grond daarvan valt het bodemprofiel (in eerste instantie) te karakteriseren als ground type B, omdat $360 < v_s^{30} < 800$.

Maar dat mag echter niet zomaar als zich in het profiel een slappere laag van ground type S1 of S2 bevindt, ook niet als dit slechts een dunne laag is. In dat geval dient het gehele grondprofiel dezelfde typering te krijgen als de betreffende laag met classificatie S1 dan wel S2.

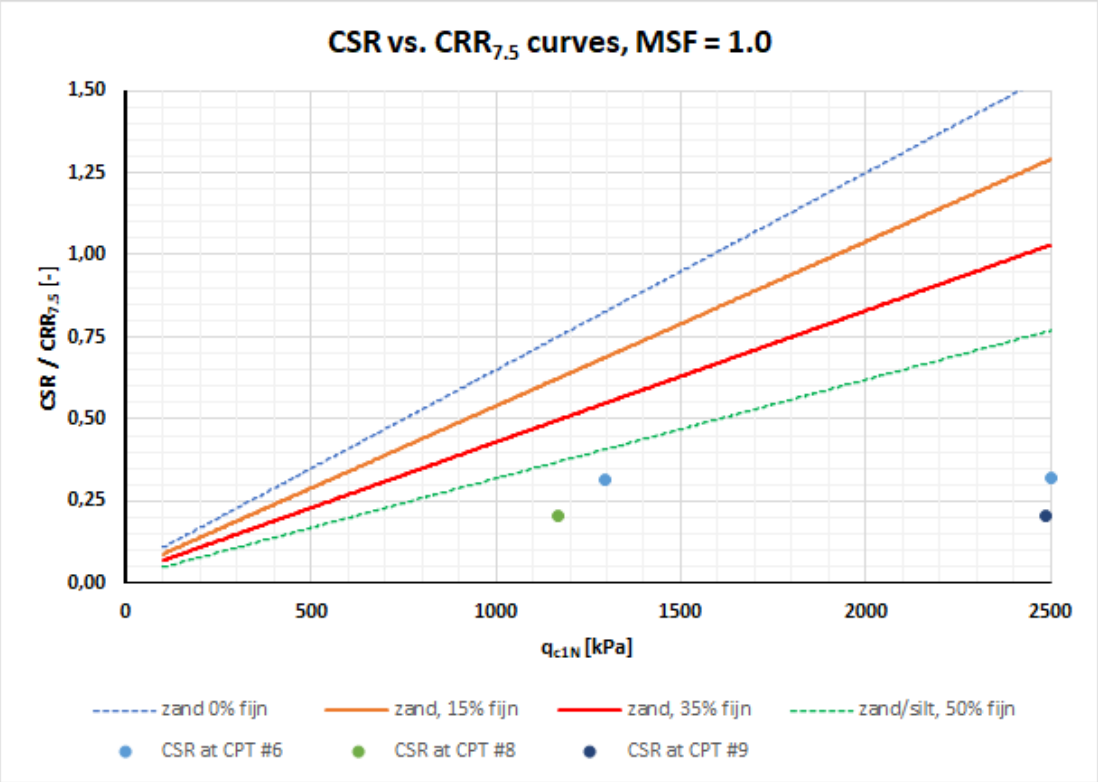
Dit laatste is echter niet nodig indien het dunne, discontinue lagen betreft (zoals in dit geval) en nadere analyse uitwijst dat deze laag niet gevoelig is voor verweking (liquefaction). Een breed erkende en veelal gebruikte methode voor dergelijke analyse is Robertson & Wride (1998).

Genoemde methode Robertson & Wride verloopt via de volgende stappen:
1. Bepaal voor de relevante lagen de genormaliseerde conusweerstand q_{c1N} en de Soil Behavior type index I_c en Cyclis Stress Ratio CSR. Dit geeft onderstaand resultaat:

CPT	bk	ok	$\sigma_{k,gem}$	$\sigma_{tot,gem}$	Q_c	R_f		q_{c1N}	I_c		CSR
	m - MV	m - MV	kPa	kPa	MPa	%		kPa	-		
6	4,5	5,0	60	92	1	3,0%		1296	2,0		0,32
	5,0	5,4	64	101	2	4,0%		2500	2,1		0,32
	5,4	5,8	68	109	20	2,0%		24254	1,8		0,33
8	4,5	4,8	59	59	8	1,5%		10460	1,8		0,20
	4,8	5,5	64	64	2	2,5%		2510	1,9		0,20
	5,5	5,8	69	69	8	1,0%		9666	1,7		0,20
	5,8	6,5	74	74	1	4,0%		1166	2,1		0,20
	6,5	7,1	80	80	7	1,0%		7826	1,7		0,20
9	0,0	0,8	7	7	6	4,0%		22361	2,1		0,20
	0,8	1,0	16	16	1	6,0%		2485	2,2		0,20
	1,0	1,6	23	23	8	4,0%		16538	2,1		0,20
	1,6	2,0	31	31	4	4,0%		7207	2,1		0,20

Tabel 5: bepalingen q_{c1N}, I_c en CSR in formatie [b] bij sonderingen 6, 8 en 9

2. De in dit geval gevonden combinatie $I_c < 2,6$ en $q_{c1N} > 160$ kPa wordt gekwalificeerd als 'unlikely to liquefy', oftewel verweking is onwaarschijnlijk.
3. Maar omdat $I_c < 2,6$ moet dit nog wel worden bevestigd door de drempelwaarden voor verweking te toetsen, door de waarden van CSR (Cyclic Stress Ratio) te plotten in grafiek met waarden van CRR (Cyclic Resistance Ratio) als functie van q_{c1N}. Deze empirisch verkregen grafieken kunnen worden ontleend aan literatuur (o.a. Robertson & Wride, 1998). In onderstaande grafiek is het resultaat te vinden.



Figuur 14: plot CSR vs. $CRR_{7.5}$ in formatie [b] bij sonderingen 6, 8 en 9

De lijnen betreffen de waarden van CRR voor zand met slibfracties 0%, resp. 15%, resp 35%, resp. 50%; de losse punten betreffen de voor dit geval gevonden CSR waarden. Deze liggen alle ruim onder de lijn met de meest conservatieve CRR-waarden. Sommige waarden liggen buiten de grafiek, alle betreffen combinaties van $q_{c1N} > 2500$ kPa en $CSR < 0,35$, eveneens ruim beneden de meest conservatieve lijn.

4. In alle gevallen geldt CSR < CRR; hetgeen een bevestiging is van de kwalificatie 'unlikely to liquefy'. Oftewel: het optreden van verweking in formatie [b] is onwaarschijnlijk.

- *Uit bovenstaande beschouwing volgt CSR < CRR, zodat verweking van formatie [b] niet waarschijnlijk is. Dat impliceert dat deze formatie ook niet behoeft te worden geclassificeerd als ground type S1 of S2.*
- *Deze bevinding impliceert dat voor de classificatie van het gehele beschouwde grondprofiel kan worden uitgegaan van de in hoofdstuk 2.4.2 gevonden gemiddelde waarde $v_s^{30} > 416$ m/s.*

- ***Op grond daarvan kan het grondprofiel voor het seismisch ontwerp worden geclassificeerd als ground type B.***

2.4.4. BEPALING UITGANGSPUNTEN DESIGN RESPONSE SPECTRUM – NORMAAL GEBOUW

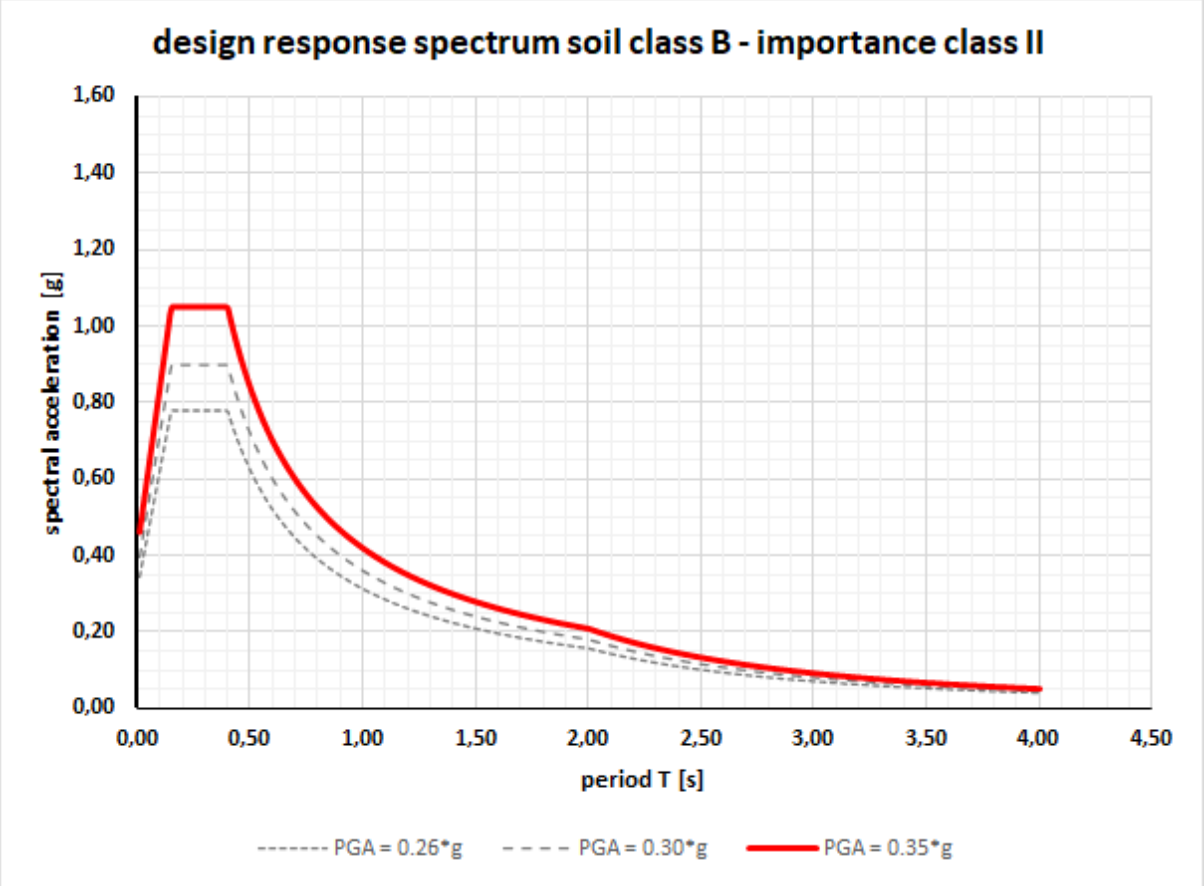
Bepaling van het respons spectrum conform Eurocode 8 (EN 1998-1-1) verloopt voor dit geval als volgt:

- Ground type B (zie hoofdstuk 2.4.3)
- PGA = 0.35*g voor return period 475 jaar (zie hoofdstuk 2.3.2)
- Importantie factor gebouw γ_I = 1,0 (normaal gebouw, importantieklasse II)
- Spectrum type = Type 1
- Classificatie bodemformaties en bijbehorende factoren conform onderstaande tabel.

formaties [tabel 3]	Classifcatie grondsoort voor EC-8 [-]	S [-]	T_B [s]	T_C [s]	T_D [s]
[a] t/m [d]	**B** – stiff soil	1,20	0,15	0,40	2,00

Tabel 6: classificatie aangetroffen bodemprofiel conform EC-8 met bijbehorende parameters voor respons spectrum

- Het bijbehorende responsspectrum kan daarmee als volgt worden bepaald:



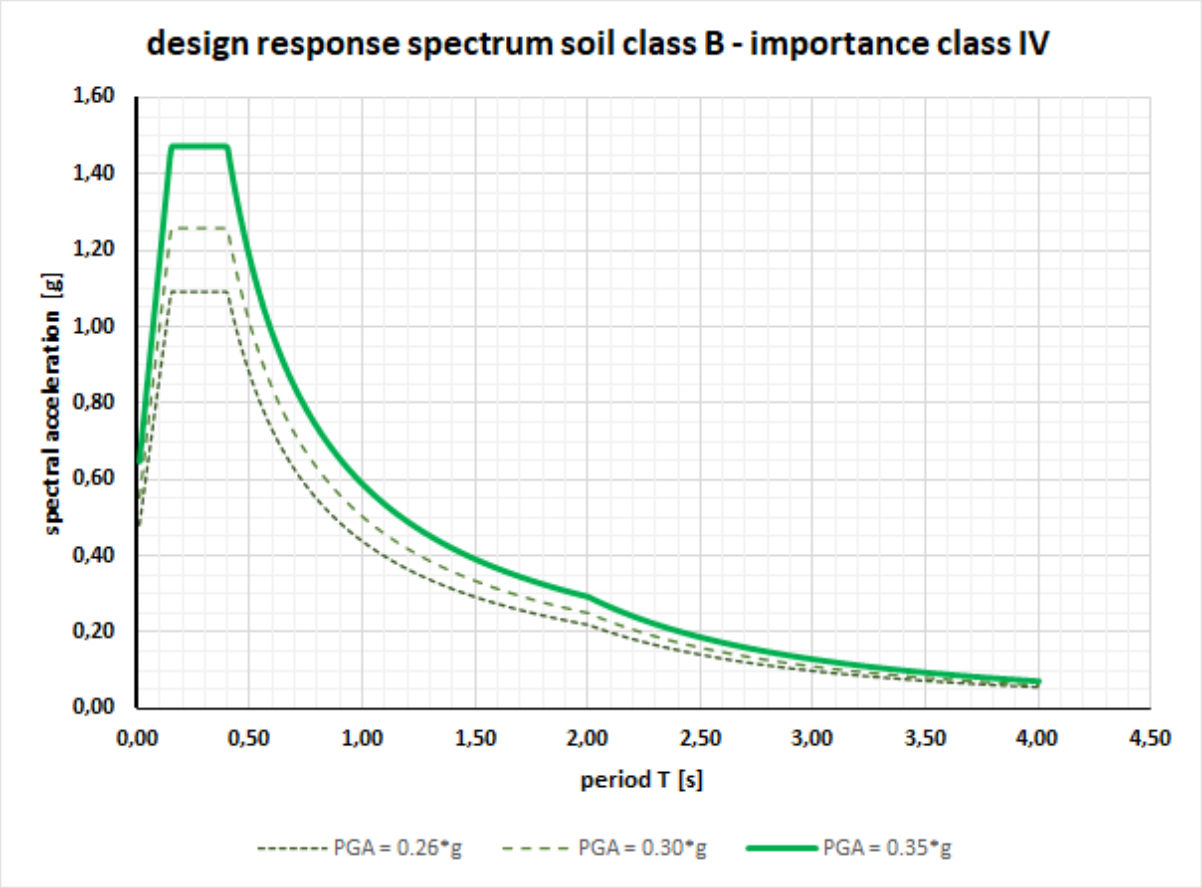
Figuur 15: design response spectrum voor aangetroffen bodemprofiel (ground type B), gebouw met importantieklasse II

2.4.5. BEPALING UITGANGSPUNTEN DESIGN RESPONSE SPECTRUM – 'ESSENTIEEL' GEBOUW

Ofschoon de nieuwbouw geen bijzondere constructie betreft en wat dat betreft valt in te delen als importantieklasse II, is het niet ondenkbaar dat het vanwege zijn gebruiksfunctie kan worden opgevat als een 'essentieel' gebouw conform importantieklasse IV. Allnamics laat het aan opdrachtgever of constructeur over om te bepalen of het gebouw inderdaad als zodanig moet worden opgevat. Bepaling van het respons spectrum conform Eurocode 8 (EN 1998-1-1) verloopt in dat geval als volgt:

- Ground type B (zie hoofdstuk 2.4.3)
- PGA = 0.35*g voor return period 475 jaar (zie hoofdstuk 2.3.2)
- Importantie factor gebouw γ_I = 1,4 ('essentieel' gebouw, importantieklasse IV)
- Spectrum type = Type 1
- Classificatie bodemformaties en bijbehorende factoren conform tabel 6.

- Het bijbehorende responsspectrum kan daarmee als volgt worden bepaald:

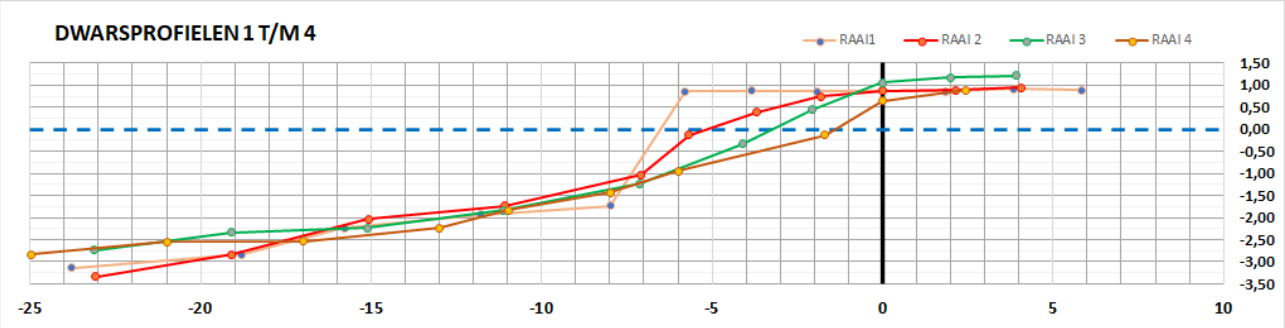


Figuur 16: design response spectrum voor aangetroffen bodemprofiel (ground type B), gebouw importantie klasse II

2.5. BESTAANDE HOOGTEVERSCHILLEN

2.5.1. OEVERGLOOIINGEN

Onderstaande figuur (op grotere schaal te vinden in bijlage E) toont de uit de inmetingen van terrein en oevers afgeleide glooiingen van de oever.



Figuur 17. Ingemeten oeverglooiingen raai 1 t/m 4

* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4

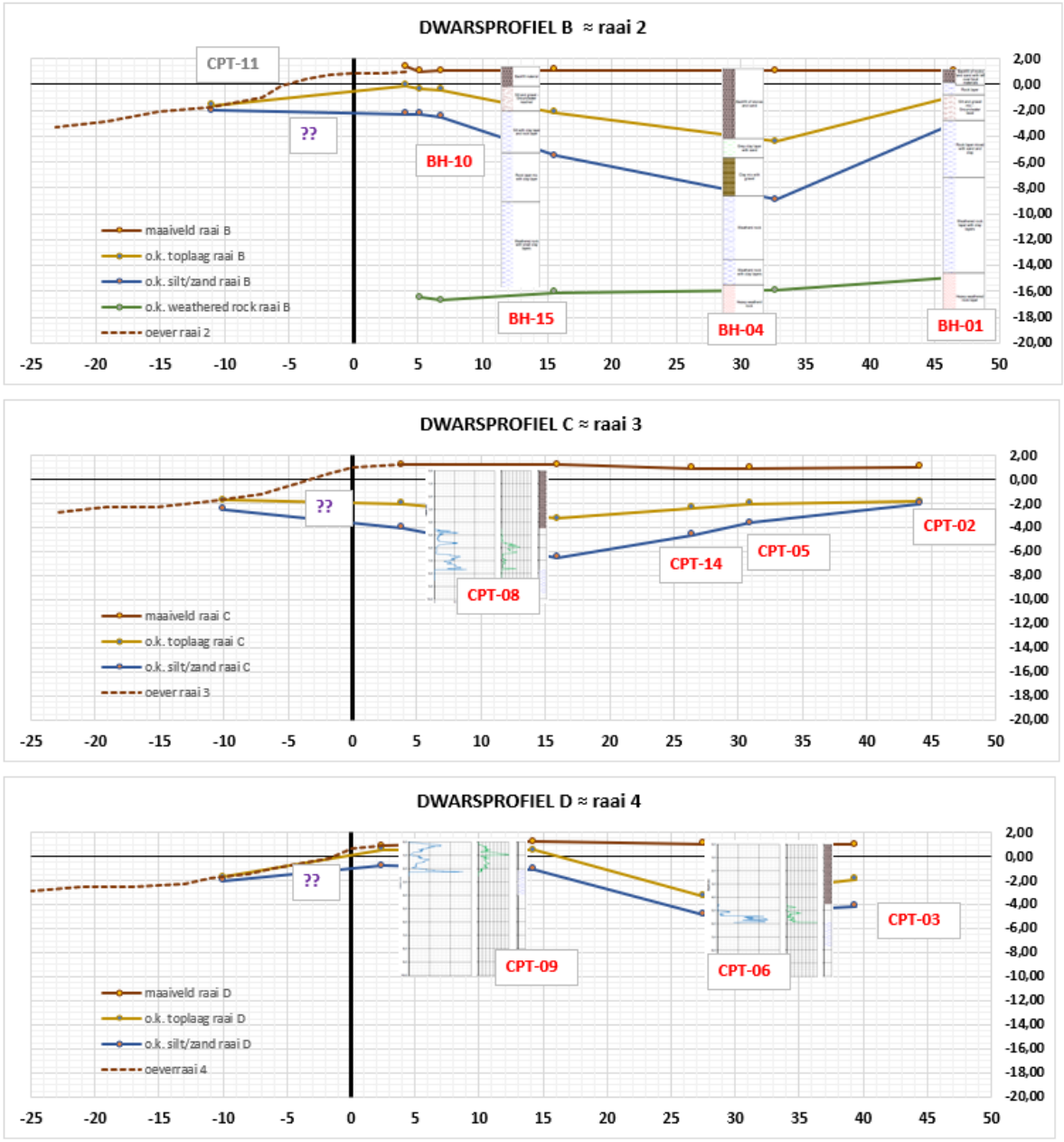
Commentaar:

- De stippellijn y = 0 betreft het (gemiddeld) peil van het open water.
- Zie ook figuur 7 en bijlage E:
  - Raai 1 bevindt zich buiten de footprint van de nieuwbouw, ongeveer ter plaatse van de (inmiddels vervallen) trailerhelling in tekening [d].
  - Raai 2 bevindt ongeveer in de lijn van de toekomstige noordgevel van het hoofdgebouw.
  - Raai 3 bevindt ongeveer in de lijn van de toekomstige zuidgevel van het hoofdgebouw.
  - Raai 4 bevindt ongeveer halverwege raai 3 en de zuidelijke perceelgrens
    (in verband met de aanwezigheid van een hek kon de oever ter plaatse van de zuidelijke perceelgrens niet worden bereikt).
- De positie van x = 0 betreft (bij benadering) de positie van de toekomstige westelijke buitengevel van de nieuwbouw.
  - Hieruit valt af te leiden dat de volledige footprint van de nieuwbouw is geprojecteerd binnen de bestaande oeverlijn van het terrein. In tekening [m] wordt dit bevestigd.
  - De footprint van het hoofdgebouw bevindt zich volledig binnen de kruinlijn van de bestaande oever, d.w.z. op het vlakke terreindeel.
  - De footprint van de overdekte stalling bevindt zich gedeeltelijk in de oeverglooiing, maar binnen de bestaande oeverlijn.
  - Een en ander viel ook af te leiden uit plattegrond [c], en wordt in tekening [m] bevestigd.
- Het steunpunt van de toekomstige overkapping van de ingang van de botenloods bevindt zich (bij benadering) bij x = -7 m, tussen de raaien 2 en 3. In de bestaande situatie wordt de waterbodem daar aangetroffen op ca. 1,0 m diepte.
- Uit de oeverinmetingen valt het volgende af te leiden:
  - Hoogteverschil tussen waterlijn en kruinlijn ca. 1,3 m
  - ter hoogte van de toekomstige nieuwbouw (raaien 2 t/m 4) hebben bestaand talud en oeverglooiing hellingen van:
    - gemiddeld V : H = ca. 1 : 3,5 à 5,0 van kruin tot teen
    - maximaal V : H = ca. 1: 1,5 à 2,0 plaatselijk

- De steilste hellinggedeeltes worden aangetroffen tussen de bestaande kruinlijn en oeverlijn; vanaf waterdiepte ca. 0,5 m verloopt de waterbodem met een duidelijk flauwer talud (V:H ≈ 1:5,5) verder af naar een maximaal gemeten waterdiepte van ca. 2,90 m. Het verdere verloop van de waterbodem is niet ingemeten, maar staat wel (bij benadering) aangegeven in de dwarsprofielen op tekening [m].

2.5.2. GEOTECHNISCHE DWARSPROFIELEN

De meetraaien van figuren 7 en 17 zijn samen met de resultaten van de boringen en sonderingen (zo goed mogelijk) gecombineerd en geïnterpoleerd/geëxtrapoleerd tot schematische geotechnische dwarsprofielen. Deze zijn te vinden in bijlage F. Ter illustratie zijn de dwarsprofielen hieronder eveneens weergegeven.



Figuur 18: geconstrueerd geotechnisch dwarsprofiel B, C, D (≈ raai 2, 3, 4). X= 0 betreft toekomstige buitengevel nieuwbouw
* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4

Opmerkingen:

- In het profiel valt x = 0 (bij benadering) samen met de positie van de toekomstige westelijke buitengevel van de nieuwbouw. In profielen B en C valt x = -7 m bij benadering samen met het steunpunt van de toekomstige overkapping van de ingang van de botenloods. Hier was sondering CPT 11 geprojecteerd, maar in verband met de aanwezigheid van een toplaag met vele grote, onpasseerbare obstakels is deze sondering komen te vervallen.

- Uit de profielen blijkt dat de onderzijden van formaties [a] (okerkleurige lijn) en [b] (blauwe lijn) relatief sterk variëren. Deze laagscheidingen worden tussen x = 0 m en ca. x = 10 m veelal ondieper aangetroffen dan tussen ca. x = 10 m en x = 35 m. De verklaring hiervoor is niet onderzocht, maar hangt mogelijk samen met de positie van een oude oeverconstructie in deze zone, zie hoofdstuk 2.1.4.

- Het (geconstrueerde) verloop van de boven- en onderzijde van formatie [b] (blauwe lijn) duidt erop dat deze formatie op het midden van het terrein dieper wordt aangetroffen dan nabij de oevers. Dat zou betekenen dat formatie [b] een ondergeschikte rol speelt bij beschouwingen van de stabiliteit van de oever.

- Zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4 met betrekking tot het gebruik van SMP-hoogtes.

3. FUNDERINGSADVIEZEN

3.1. AFDRACHT NEERWAARTSE BELASTING (DRUK)

3.1.1. FUNDERINGSPRINCIPE

Op grond van de aard van de nieuwbouw (beperkt aantal bouwlagen, geen kelder, beperkte funderingslasten) en de aangetroffen grondslag (geen samendrukbare lagen, draagkrachtige toplaag) zou onder normale omstandigheden toepassing van een fundering op staal in aanmerking komen.

Echter, op grond van:
- de omstandigheid dat opdrachtgever RVB te kennen heeft gegeven dat gevoeligheid voor (mogelijke) aardbevingen een belangrijk aspect vormen bij de overwegingen en keuzes met betrekking tot fundering en constructie van de nieuwbouw;
- de omstandigheid dat silt- en zandhoudende formatie [b] weliswaar niet gevoelig is voor verweking (zie hoofdstukken 2.2.2 en 2.4.3) maar wel degelijk te maken kan krijgen met tijdelijk verminderde sterkte als gevolg van de trillingen die gepaard gaan met aardbevingen;

wordt het noodzakelijk geacht om voor de fundering van de nieuwbouw uit te gaan van een fundering op (korte) palen, met het aanzetniveau bovenin verweerde rotsformatie [c].

3.1.2. PAALTYPE EN INSTALLATIEWIJZE

De keuze voor het paaltype en het bijbehorend aanzetniveau wordt in dit geval in hoge mate geregeerd door de (on)mogelijkheden om de betreffende palen tot het gewenste niveau te kunnen inbrengen. In onderstaande tabel worden de belangrijkste overwegingen met betrekking tot dit aspect samengevat voor de meest gangbare installatiemethodes.

laag [-]	Grondsoort [-]	b.k. [m t.o.v. MV]	trillen	heien	boren
a	toplaag zand, keien & puin	0,0	vrijwel zeker refusal	groot risico op refusal en/of beschadiging	mogelijk bij inzet geschikt equipment
b	silt en los gepakt zand	0,7 à 5,5	goed mogelijk	goed mogelijk	goed mogelijk
c	verweerde rots	2,2 à 10,0	zeer beperkt of niet mogelijk	beperkte penetratie mogelijk voor geschikt paaltype	beperkte penetratie mogelijk bij inzet geschikt equipment
d	massieve rots	16,0 à 17,8	niet mogelijk	niet mogelijk	niet mogelijk zonder speciaal equipment

Tabel 7: overzicht mogelijkheden voor methodes voor paalinstallatie

Op basis van tabel 7 gelden de volgende overwegingen:
- Om toplaag [a] te passeren zal een geboord of voorgeboord paaltype moeten worden toegepast;
- Om laag [c] te bereiken zal de paallengte sterk variëren;
- Er valt niet goed aan te geven tot hoe diep in laag [c] een paal kan worden ingebracht.
  Dat betekent ook dat niet goed valt te voorspellen welke paaldraagvermogens er kunnen worden gerealiseerd. Of omgekeerd, of een op basis van een bureau-ontwerp gekozen aanzetniveau kan worden bereikt. Daar staat tegenover dat iedere paal met een geringe penetratie in laag [c] een relatief hoog draagvermogen op druk zal hebben.

Op basis van tabel 7 en bovenstaande overwegingen geldt voor het toe te passen paaltype, de bijbehorende installatiemethode en het uitvoeringsprotocol dat:

- de paallengte snel en eenvoudig moet kunnen worden aangepast, bij voorkeur nog tijdens de uitvoering;
- het op de bereikte diepte gerealiseerde draagvermogen op snelle en eenvoudige wijze moet kunnen worden bepaald dan wel geverifieerd.

Op basis van voorgaande overwegingen komen naar de mening van Allnamics de volgende paaltypes het meest in aanmerking:

a. avegaarpalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c]
b. vibropalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c], in combinatie met voorboren van laag [a]
c. grondverdringende schroefpalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c], in combinatie met voorboren van laag [a]
d. geheide open stalen buispalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c], in combinatie met voorboren van laag [a]

3.1.3. PAALDRAAGVERMOGENS OP DRUK: VERKENNENDE BEREKENINGEN

Op basis van de beschikbare resultaten van het grondonderzoek zijn conform NEN 9997-1(2023) enkele verkennende berekeningen gemaakt van het draagvermogen op druk. Daarbij zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Beschouwde paaltypes, diameters en paalklassefactoren conform onderstaande tabel, gebaseerd op de in de nabije toekomst in te voeren (verwacht in 2026) nieuwe versie van NEN 9997-1:

Paaltype	$D_{schacht}$ [mm]	D_{punt} [mm]	α_s -	α_p -	β -	s -
CFA (B7)	450	450	0.006	0.30	1.0	1.0
grondverdringend geschroefd (B4)	380	450	0.009	0.30	1.0	1.0
vibro, geheid (B2)	406	456	0.014	0.70	1.0	1.0
Open stalen buis	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.	p.m.

Tabel 8: overzicht beschouwde palen, afmetingen en paalklassefacoren

- Installatie palen vanaf bestaand maaiveld
- Op het terrein worden geen noemenswaardige ontgravingen of ophogingen uitgevoerd
- Geen negatieve kleef
- Draagvermogen uitsluitend ontleend aan formatie [c]

  Dit is een tamelijk conservatief uitgangspunt, maar anderzijds ook weer correct voor het geval de sterkte van formatie [b] tijdelijk wordt aangetast gedurende een aardbevingssituatie.

  Daarnaast is het door de sterk wisselende diepte waarop de bovenzijde van laag [c] wordt aangetroffen niet goed mogelijk om een eenduidige waarde te bepalen voor eventuele positieve kleef vanuit lagen [a] en/of [b].

  Tenslotte is het in dit stadium ook niet goed mogelijk om het effect van eventueel voorboren van laag [a] in de berekeningen te verdisconteren.

- Van formatie [c] zijn geen sondeerwaarden bekend omdat de sondeerstang deze laag niet bereikte of daar vrijwel direct in vast liep. Er is daarom gewerkt met synthetische sonderingen, waarin rekening is gehouden met de volgende 2 scenario's:
    a. Q_c [c] = 10 MPa over de volle laagdikte
    b. Q_c [c] ≥ 15 MPa over de volle laagdikte

Onderstaande tabel bevat een overzicht van de aldus bepaalde draagvermogens, als functie van de penetratiediepte in laag [c].

Paaltype	Penetratie in laag [c] [m]	Q_c laag [c] [MPa]	$F_{r,paal,d}$ [kN]	$F_{r,paal,rep}$ [kN]	Q_c laag [c] [MPa]	$F_{r,paal,d}$ [kN]	$F_{r,paal,rep}$ [kN]
CFA *450mm*	0.25	**10**	147	*245*	**≥15**	262	*437*
	0.50		158	*264*		281	*469*
	0.75		170	*283*		300	*501*
	1.00		181	*301*		320	*533*
	1.25		192	*320*		339	*564*
	1.50		203	*339*		358	*596*
CFA *600mm*	0.25	**10**	322	*537*	**≥15**	458	*763*
	0.50		339	*565*		483	*805*
	0.75		356	*593*		509	*848*
	1.00		373	*622*		534	*890*
	1.25		390	*650*		560	*933*
	1.50		407	*678*		585	*975*
grondverdringend geschroefd *380/450mm* *Laag [a] voorgeboord*	0.25	**10**	302	*504*	**≥15**	453	*756*
	0.50		318	*531*		478	*796*
	0.75		334	*557*		502	*836*
	1.00		351	*584*		526	*876*
	1.25		367	*611*		550	*917*
	1.50		383	*638*		574	*957*
grondverdringend geschroefd *460/560mm* *Laag [a] voorgeboord*	0.25	**10**	463	*771*	**≥15**	694	*1157*
	0.50		482	*804*		723	*1205*
	0.75		502	*836*		752	*1254*
	1.00		521	*869*		782	*1303*
	1.25		541	*901*		811	*1352*
	1.50		560	*934*		840	*1400*
vibro, geheid trekken *406/456mm* *Laag [a] voorgeboord*	0.25	**10**	712	*1187*	**≥15**	1069	*1781*
	0.50		739	*1232*		1109	*1848*
	0.75		766	*1276*		1149	*1915*
	1.00		793	*1321*		1189	*1982*
	1.25		819	*1366*		1229	*2049*
	1.50		846	*1410*		1269	*2115*
vibro, geheid trekken *508/560mm* *Laag [a] voorgeboord*	0.25	**10**	1067	*1779*	**≥15**	1601	*2668*
	0.50		1101	*1834*		1651	*2752*
	0.75		1134	*1890*		1701	*2835*
	1.00		1167	*1946*		1751	*2919*
	1.25		1201	*2001*		1801	*3002*
	1.50		1234	*2057*		1851	*3085*
Open stalen buis *Laag [a] voorgeboord*	p.m.	*p.m.*	p.m.	*p.m.*	*p.m.*	p.m.	*p.m.*

Tabel 9: overzicht draagvermogen beschouwde paaltypes, als functie van de penetratiediepte in laag [c]

Volgens de beschikbare informatie dient rekening te worden gehouden met ontwerpkolombelastingen van ca. 1850 kN. Op grond van bovenstaande tabel valt derhalve te verwachten dat de kolommen zullen kunnen (dan wel moeten) gefundeerd op 2-paals poeren en in enkele gevallen (bij $q_c \geq 15$ MPa) op alleenstaande palen.

3.1.4. VEERCONSTANTES

Op grond van algemene ervaringen wordt een veerstijfheid van 60 à 80 MN/m beschouwd als een redelijke, doch behoorlijk voorzichtige (= lage) benadering van de (gemiddelde) ordegrootte voor in de grond gevormde betonpalen op druk.

Een nadere, mee specifieke bepaling van de veerstijfheid kan in een later stadium van het ontwerp worden gemaakt, als meer bekend is over de beoogde paalafmetingen en bijbehorende ontwerpbelastingen. Overigens zal een testcampagne zoals verderop in hoofdstuk 3.2.2 besproken, tamelijk directe informatie over de werkelijke veerstijfheid (kunnen) opleveren.

3.1.5. ZETTINGSGEDRAG OP LANGE TERMIJN

Bij het geotechnisch veldonderzoek zijn geen samendrukbare formaties aangetroffen. Dit betekent dat niet valt te verwachten dat de nieuwbouw na realisatie nog tijdsafhankelijke zakkingen zal (kunnen) ondergaan als gevolg van samendrukking van dergelijke lagen onder invloed van het gebouwgewicht.

Voor de goede orde wordt erop gewezen dat het hierboven genoemde type tijdsafhankelijke zettingen additioneel zijn ten opzichte van de initiële zakking die gepaard gaat met de mobilisatie van het draagvermogen van de fundering.

3.2. UITVOERINGSASPECTEN PAALFUNDERING

3.2.1. PAALPOSITIES IN OF NABIJ HET WATER

Volgens de analyse van de in hoofdstuk 2.5.1 besproken inmetingen van de oeverglooiingen:
- bevindt de footprint van het hoofdgebouw zich volledig binnen de kruinlijn van de bestaande oever, d.w.z. op het vlakke terreindeel;
- bevindt de footprint van de overdekte stalling zich gedeeltelijk in de oeverglooiing, maar binnen de bestaande oeverlijn;
- bevindt het steunpunt van de toekomstige overkapping van de ingang van de botenloods zich in het water en bedraagt de huidige waterdiepte aldaar ca. 1,0 m;
- is de (gemiddelde) helling van de oeverglooiing betrekkelijk vlak en (derhalve) stabiel.

Op grond hiervan, in combinatie met de eigenschappen van toplaag [a] (zie tabel 7), aanbevolen om de betreffende paalposities bereikbaar te maken door waar nodig de kruinlijn van de oever tijdelijk in westelijke richting te verschuiven door middel van het aanbrengen van één of meer tijdelijke aanplempingen, met voldoende ruimte om de benodigde funderingsmachine veilig en stabiel te kunnen opstellen om de betreffende palen te kunnen installeren.

Deze uitvoeringsmethode heeft als bijkomend voordelen dat:
- op de betreffende posities dezelfde in de grond gevormde paaltypes kunnen worden toegepast als in tabellen 8 en 9 besproken;
- realisatie van de constructie op deze fundering binnen dezelfde bouwstroom kan verlopen als de realisatie van het hoofdgebouw.

Zonder gronddam, c.q. aanplemping zal gebruik moeten worden gemaakt van open stalen buispalen als funderingspaal of als (verloren) mantelbuis voor het maken van een in de grond gevormde paal. Daarbij zal installatie moeten plaats vinden vanaf een drijvend ponton of vanaf een tijdelijk platform. Gelet op de ervaringen met het realiseren van een gelijksoortig platform ten behoeve van het grondonderzoek (zie bijlage B) wordt dit laatste voor dit geval geen aantrekkelijke optie geacht.

3.2.2. BEOORDELING GEREALISEERD DRAAGVERMOGEN IN HET VELD

De in tabel 9 aangegeven paaldraagvermogens hebben een beperkte nauwkeurigheid, maar kunnen worden beschouwd als tamelijk conservatief. Omdat de definitieve maatgevende ontwerpbelastingen (bij Allnamics) nog niet bekend zijn, kan nog niet beoordeeld worden in hoeverre andere paalafmetingen of aanzetdieptes nodig zullen zijn. Daarbij wordt opgemerkt dat toepassing van meer palen met hetzelfde aanzetniveau ook een optie kan zijn.

Ofschoon tabel 9 betrekking heeft op ogenschijnlijk geringe penetratiedieptes in laag [c], bestaat er een serieuze kans dat de maximaal beschouwde diepte in de praktijk al niet kan worden bereikt. Enerzijds betekent dit dat het waarschijnlijk weinig zin heeft om diepere aanzetniveaus te overwegen dan beschouwd in tabel 9. Anderzijds betekent dit dat er twijfel zal kunnen zijn of het gerealiseerde draagvermogen toereikend is indien refusal optreedt op een hoger niveau dan men op basis van een bureaustudie, c.q. reguliere ontwerpberekeningen (bijvoorbeeld tabel 9) had bepaald. Kortom, er is behoefte aan een (andere) methode voor bepaling en verificatie van het draagvermogen van de palen zoals die in werkelijkheid gerealiseerd (blijken te kunnen) worden.

Een goede mogelijkheid hiervoor (en doeltreffender dan uitvoering van aanvullend grondonderzoek) is het toevoegen van een testcampagne aan ontwerp en planning van het project. In het kader hiervan is het bijvoorbeeld mogelijk om het werk aan te vangen met installatie van enkele proefpalen, inclusief gedetailleerde registratie van relevante uitvoeringsparameters, en op deze testpalen proefbelastingen (conform NEN 7201 klasse C of gelijkwaardig) uit te voeren. Uitgaande van NEN 7201:2025 klasse C dient daarbij gedacht te worden aan (tenminste) 3 proefpalen per relevante combinatie van bodemprofiel, paaltype & -diameter en ordegrootte van ontwerpbelasting. Uit combinatie van proefresultaten en uitvoeringsregistratie kunnen zgn. acceptance criteria worden afgeleid, op basis waarvan een uitvoeringsprotocol kan worden bepaald voor de reguliere productiepalen. Hiermee is het ook goed mogelijk om het draagvermogen (as built) van de verschillende palen tijdens de uitvoering snel te kunnen beoordelen.

Allnamics heeft ruime ervaring met (advisering voor) opzet en uitvoering van dergelijke testcampagnes en -protocollen en kan desgewenst daarover nader adviseren.

3.3. AFDRACHT OPWAARTSE BELASTING (TREK)

In het onderhavige geval is er geen sprake van een opwaarts gerichte belasting. Ontwerp en dimensionering van de fundering op trek is derhalve niet aan de orde.

3.4. AFDRACHT HORIZONTALE BELASTING

Horizontale belastingen op het gebouw zullen via passieve grondweerstand tegen de randbalken kunnen worden opgenomen. Bij een balkhoogte van 1200 mm, waarvan wordt aangenomen dat de onderzijde ervan zich minimaal 900 mm beneden het maaiveld bevindt, kan er per strekkende meter randbalk 24 kN aan horizontale belasting worden opgenomen.

De (eventuele resterende) horizontale belasting kan ook worden opgenomen via de funderingspalen, waarvan de koppen zijn ingeklemd in de funderingsbalken. Dit is (nog) niet nader rekenkundig gedetailleerd onderzocht, maar te verwachten valt dat bij toepassing van gewapende betonpalen met diameter 450 à 550 mm een belasting van (gemiddeld) ca. 150 kN per paal zonder problemen valt op te nemen, door een paal waarvan de kop is ingeklemd in een poer of funderingsbalk.

4. ONTGRAVINGEN EN GRONDKERINGEN

4.1. KADEMUREN

4.1.1. RELEVANTE SNEDES/LOCATIES

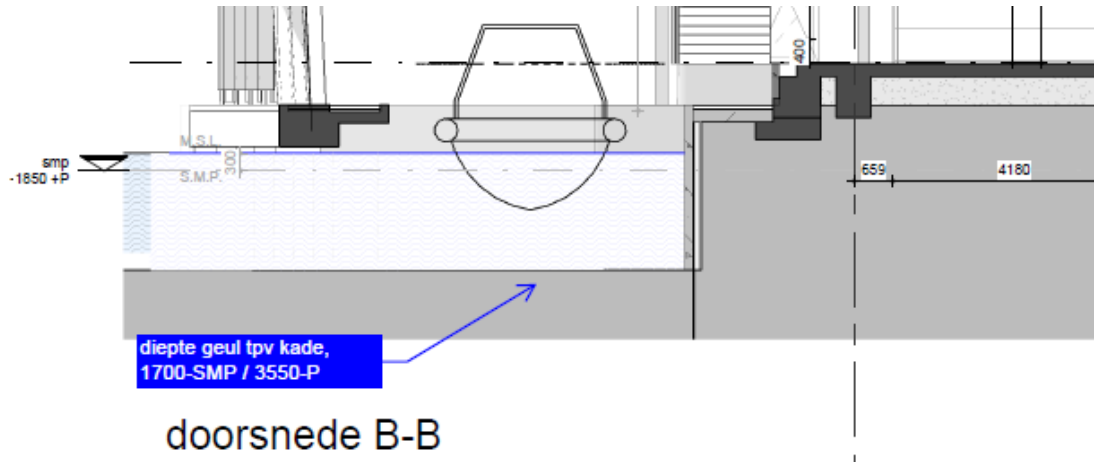
Uit tekeningen [j], [k] en [l] blijkt het volgende:

A. Langs de westelijke gevel van het gebouw zullen een (gewapend betonnen) looppad en direct daarop aansluitende kadeconstructie worden gemaakt. De kruin van het looppad is blijkens tekening [k] geprojecteerd op Peil – 0,70 m = SMP + 1,15 m.

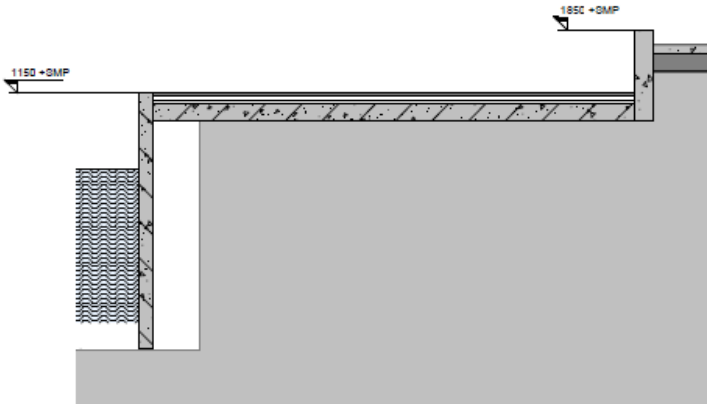


Figuur 19: detail tekening [k] te realiseren kadeconstructies (rood) en beperkt hoogteverschil op terrein (groen)

B. Blijkens tekening [j] dienen de havenbodem en aangrenzende vaargeul te worden afgewerkt op een diepte van minimaal SMP -1,70 m = Peil – 3,55 m.
C. Aan de noordzijde van de overdekte botenlift wordt het pad verbreed tot een betondek en maakt de kadeconstructie een daarmee corresponderende knik. Vanaf het steunpunt voor de overkapping van de botenlift loopt het tracé van de kadeconstructie weer haaks op de oever.
D. Ter plaatse van de aansluiting van het betondek op de terreinverharding rond het gebouw zal het bijbehorende hoogteverschil worden overbrugd met een betonnen L-wand.



Figuur 20: detail van tekening [j], kademuur, steunpunt en havenbodem overdekte botenlift



Figuur 21: detail van tekening [k],kademuur, betondek en aansluiting op terreinverharding ten noorden van nieuwbouw

4.1.2. OVERWEGINGEN M.B.T. UITVOERINGSMETHODE

- Meest voor de hand liggende principe voor de constructie van de kademuur is toepassing van een stalen damwand met deksloof en (waar nodig, c.q. gewenst) een voorgehangen betonslab. Voor de mogelijkheden om die damwanden tot de benodigde diepte in te brengen, gelden dezelfde overwegingen als weergegeven in tabel 7 (hoofdstuk 3.1.2). Dat impliceeert dat er in lagen [a] en [c] groot risico bestaat op refusal. Hetzij door keien of andere obstakels in laag [a], hetzij door hardheid van laag [c].
- Op grond hiervan dient er rekening mee te worden gehouden dat het tracé van de damwand volledig overmaats dient te worden voorgeboord tot de benodigde diepte. Voor de uitvoeringstechnische aspecten van het voorboren gelden in principe dezelfde overwegingen als in hoofdstuk 3.2.1 (en tabel 7) besproken voor geboorde paaltypes. Om die reden wordt aanbevolen om ook voor het voorboren en installeren van damwanden zoveel mogelijk vanaf het land te werken. Op een beperkt aantal locaties brengt dat met zich mee dat daarvoor een tijdelijke aanplemping moet worden aangebracht in het water.
- Omdat het bestaande oeverprofiel de hierboven ad C besproken knik in de toekomstige kade reeds enigszins volgt, zal de omvang van de aanplemping ook in deze zone redelijk beperkt kunnen blijven.
- Door het voorboren zullen de eigenschappen (met name horizontale stijfheid) van de ondergrond worden beïnvloed. Hiermee dient rekening te worden gehouden bij het bepalen van de bijbehorende parameters voor uitwerking van het damwandontwerp.
- Het verdient hoe dan ook aanbeveling om de inbeddingsdiepte in laag [c] zo klein mogelijk te kiezen. Dit kan worden bereikt door uit te gaan van (apart of in combinatie):
    - Een wand die nabij de kop is verankerd;
    - Een gestaffelde wand, waarbij 1 op de 2 à 3 planken wordt doorgezet tot de diepte die nodig is voor de kerende functie, terwijl de aanzetdiepte van de vulplanken ertussen beperkt kan blijven tot ca. 1,0 m beneden de toekomstige waterbodem.
- Voor de verankering is toepassing van (horizontale) legankers in combinatie met een (op voldoende afstand van het hoofdscherm te plaatsen) ankerscherm de meest voor de hand liggende optie.
- Na realisatie van de (paalfundering en) kademuur zal aan de waterzijde het aansluitende talud tot de benodigde diepte kunnen worden weggebaggerd.

4.1.3. DIMENSIONERING

Ter dimensionering zijn verkennende damwandberekeningen uitgevoerd, waarbij onderstaande uitgangspunten zijn aangehouden:

- De in hoofdstuk 4.1.1 besproken situaties A en C hebben sterke overeenkomsten, waarbij situatie C maatgevend is ten opzichte situatie A. Om die reden zijn de damwandberekeningen uitgevoerd voor situatie C en kan het resultaat daarvan ook worden toegepast voor situatie A.
- Er wordt gerekend met 2 varianten:
  I. vrij uitkragende damwand;
  II. damwand verankerd door middel van horizontale legankers op SMP +0,40 m

- Damwandberekeningen uitgevoerd met D-sheetpiling, versie 18.2
- berekening in stappen conform Eurocode 7 (NL) methode A, met RC 2
- Bodemopbouw en parameters (representatieve waarden) volgens onderstaande tabel.
  - In de waarden is een schatting van het effect van voorboren verdisconteerd.
  - de dieptes van de laagscheidingen zijn (op conservatieve wijze) afgeleid uit de resultaten van het grondonderzoek, zie figuur 18 en bijlage F.

b.k.[1]	o.k.[1]	grondsoort	γ_{unsat} / γ_{sat}[2]	ϕ[2]	δ[2]	c[2]	k_1 / k_2 / k_3[2]
m tov SMP[5]	m tov SMP[5]	-	kN/m³	°	°	kN/m²	MN/m³
MV =	-0,6[4]	[a] zand en puin	20/20	27	18	0	8,0 / 4,0 / 2,0
-0,6	-3,0[4]	[b] los, siltig zand	18/19	20	10	0	4,0 / 2,0 / 1,0
-3,0[4]	p.m.	[c] verweerde rots	20 /22	36	24	10	32,0 / 16,0 / 8,0

[1]: betreft niveau laagscheiding ter plaatse van locatie damwand, afgeleid uit figuur 18
[2]: betreft schatting waarde inclusief effect voorboren
[3]: betreft kruin werkplateau aan landzijde; waterzijde loopt af onder flauw talud
[4]: betreft gemiddelde, maatgevende waarde, afgeleid uit figuur 18
5 zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4 mbt gebruikte SMP-hoogtes

Tabel 10: bodemopbouw en parameters voor damwandberekeningen

- Maaiveldpeil werkplateau landzijde = SMP +1,10 m
- Maaiveld waterzijde (bestaand talud, c.q. talud aanplemping) voor baggerwerk aflopend naar bestaand waterbodem onder helling van (gemiddeld) V:H = 1:2
- Waterbodem na voltooiing damwandconstructie uitgebaggerd tot SMP -1,70 m.

- Grondwaterpeil = SMP +0,0 m.
- Peil open water fluctuerend tussen SMP -0,10 m en SMP +0,20 m; gemiddeld SMP +0,00 m.

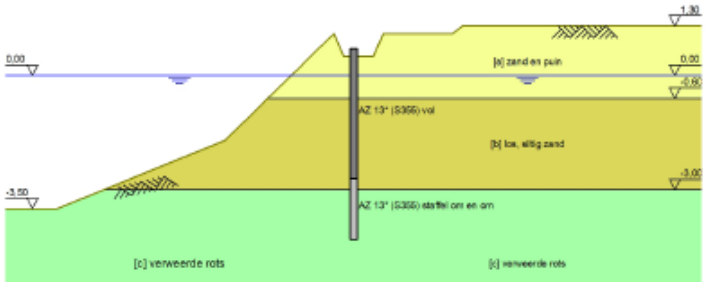
- Kop damwand afgewerkt op: SMP +0,7 m
- Staalkwaliteit S355 of gelijkwaardig
- Damwand om en om gestaffeld: de ene plank (soldier pile) tot benodigde diepte, de andere (filler pile) tot SMP -2,70 m.
- Schelpfactor soldier piles = 2,0
- (optie) horizontale ondersteuning door middel van horizontale legankers op SMP +0,3 m.

- Er is geen reductiefactor in verband met het effect van scheve buiging toegepast op weerstandsmoment, resp. traagheidsmoment. In geval van afwijkingen ten opzichte van dit uitgangspunt (in verband met toegepaste planktype, methode van inbrengen of methode van verankering/stempeling) dient via aanvullende berekeningen te worden nagegaan of de damwand qua sterkte en deformaties nog voldoet dan wel nader kan worden geoptimaliseerd.

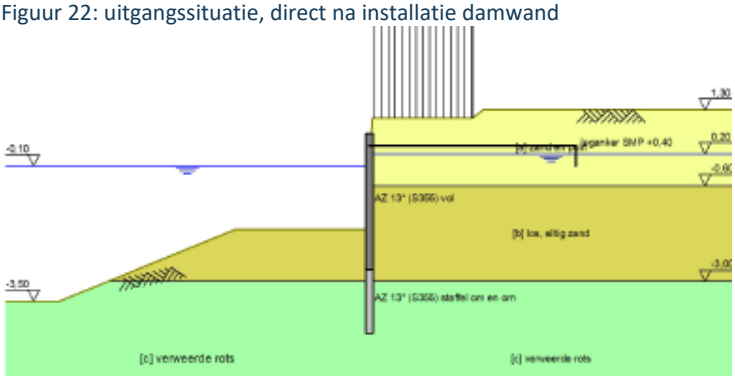
- Bovenbelasting op maaiveld naast damwand in de eindsituatie (gebruiksfase):
  - Looppad naast gevel gebouw: 0 kN/m², ivm op palen gefundeerde bebouwing
  - Betondek ten noorden van gebouw: 10 kN/m², in een 5 m brede strook naast de damwand

- Fasering uitvoering variant A, vrij uitkragende damwand:
  1. Uitgangsituatie, damwand geplaatst in kruin van het talud
  2. Gebruiksfase, waterbodem voor damwand uitgebaggerd tot SMP -1,70 m
  3. Extreme situatie tijdens aardbeving: grondsterkte laag [b] gereduceerd tot 50%
     Van deze fase behoeft uitsluitend de representatieve situatie te worden doorgerekend, d.w.z. de partiële veiligheidsfactoren kunnen op 1,0 worden gesteld.

- Fasering uitvoering variant B, verankerde damwand:
  1. Uitgangsituatie, damwand geplaatst in kruin van het talud
  2. Maaiveld verlaagd tot SMP +0,20 m, plaatsing legankers.
  3. Gebruiksfase, waterbodem voor damwand uitgebaggerd tot SMP -1,70 m
  4. Extreme situatie tijdens aardbeving: grondsterkte laag [b] gereduceerd tot 50%
     Van deze fase behoeft uitsluitend de representatieve situatie te worden doorgerekend, d.w.z. de partiële veiligheidsfactoren kunnen op 1,0 worden gesteld.



Figuur 22: uitgangssituatie, direct na installatie damwand



Figuur 23: gebruiksfase, na uitbaggeren havenbodem tot SMP -1,70 m

Onderstaande tabellen bevat een overzicht van de belangrijkste resultaten. Een selectie uit de in- en uitvoer van de berekeningen is te vinden in bijlage H.

variant	fase	vereiste voetdiepte	$M_{max,d}$	$F_{anker,d}$[1]	voorstel profiel	$M_{max,rep}$	$F_{anker,rep}$[1]	$u_{max,rep}$
-	-	m tov SMP	kNm/m	kN/m		kNm/m	kN/m	mm
I - vrij uitkragend	2 3	-5,3	143 327	nvt	AZ18	105 254	nvt	28 67
II - verankerd	2 3 4	-4,3	32 35 112[2]	- 31 82[2]	AZ13	5 23 93	- 27 69	2,3 7,5 15,3

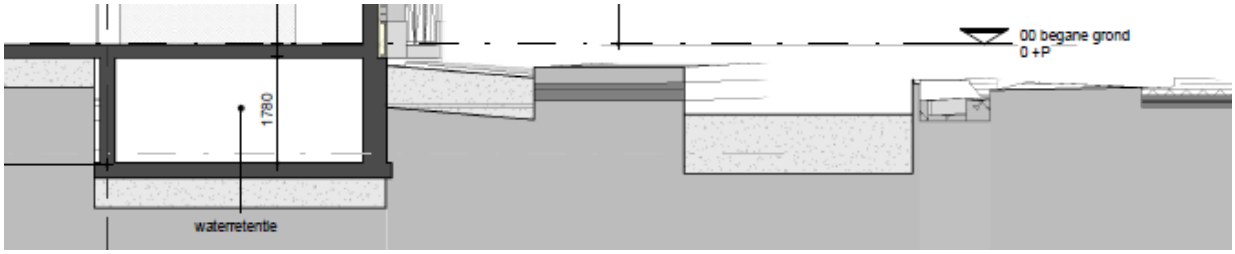
[1]: betreft horizontale component ankerkracht
[2]: gezien de uitzonderlijkheid en extremiteit van deze fase zou hier eigenlijk ook met gereduceerde veiligheden mogen worden gerekend

Tabel 11: overzicht belangrijkste resultaten damwandberekeningen

- In verband met de overall stabiliteit (Krantz) zal de combinatie van lengte van de legankers met de aanzetdiepte van het ankerschot nader gedimensioneerd moeten, c.q. gecontroleerd moeten worden. Volgens een vuistregel is de overall stabiliteit voldoende indien de passieve grondwig voor het ankerscherm niet overlapt met de actieve wig van het hoofdscherm. In dit geval komt dat neer op een minimale lengte van de legankers van ca. 7,0 m, uitgaande van onderzijde ankerscherm op ca. SMP -0,20 m.

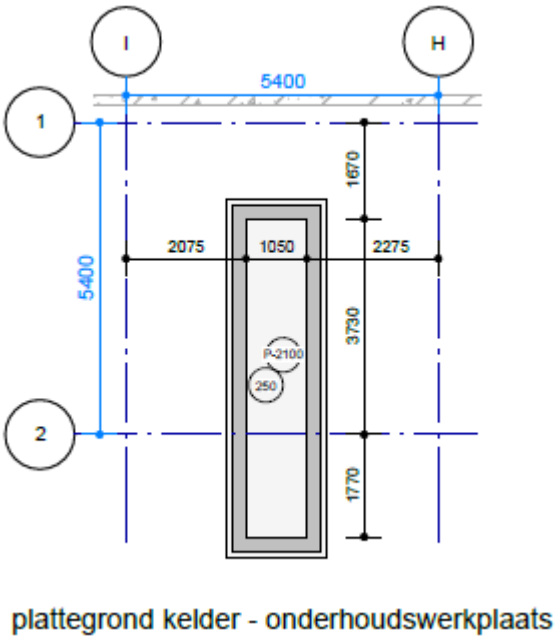
4.2. VERDIEPTE BOUWDELEN

Volgens tekening [j] is er aan de landzijde van het hoofdgebouw (oost), nabij as B, een waterrententiekelder voorzien, met het aanlegniveau op ca. Peil -2,4 m = ca. SMP -0,55 m. Dit komt neer ca. 1,65 m beneden het maaiveldpeil, resp. ca. 0,35 m beneden het grondwaterpeil.



Figuur 24: detail van tekening [j], waterretentiebekken nabij as B

Volgens tekening [n] is er onder het hoofdgebouw, tussen assen H – I en assen 1 - 3, een smeerkuil voorzien, met het aanlegniveau op ca. Peil -2,35 m = ca. SMP -0,50 m. Dit komt neer ca. 1,60 m beneden het maaiveldpeil, resp. ca. 0,30 m beneden het grondwaterpeil.



Figuur 25: detail van tekening [n], smeerkuil nabij as H-I en 1-2

Aanleg van beide kan plaats vinden in een open ontgraving met taluds die worden opgezet onder een helling niet steiler dan V:H = 1 : 1.5, waarbij onder de bodem van de ontgraving een minimaal 0,30 m dik zandbed wordt aangebracht, met daarin een eenvoudig stelsel van horizontale drains. Deze drains dienen af te wateren naar een verzamelput, van waaruit het water met een klokpomp wordt afgevoerd naar het riool in de aangrenzende straat. Het waterbezwaar zal gering zijn, naar schatting 5 à 10 m^3 per uur exclusief neerslag.

Onder het hoofdgebouw en de overdekte stalling zijn verder geen kelders of andere verdiepte constructies voorzien. Dit betekent dat er uitsluitend enkele ondiepe en plaatselijke ontgravingen nodig zijn voor poeren en funderingsbalken. Dit vergt geen gedetailleerd ontwerp en/of advisering.

5. SAMENVATTING

1. Op Sint Maarten is de realisatie voorzien van een nieuwe kazerne voor de KMAR, bestaande uit een dienstgebouw met werkplaats en inpandige/overdekte insteekhaven met botenlift, overdekte stallingsruimtes en een parkeerterrein. Voor het ontwerp van de fundering daarvan is een geotechnisch veldonderzoek uitgevoerd.



Figuur 26: 3D-impressie nieuwbouw [a], blad 10

2. Op grond van aard van de nieuwbouw (beperkt aantal bouwlagen, geen kelder, beperkte funderingslasten) en de bij het veldonderzoek aangetroffen grondslag (geen samendrukbare lagen, draagkrachtige toplaag) zou voor de geplande nieuwbouw onder normale (Nederlandse) omstandigheden toepassing van een fundering op staal in aanmerking komen. Echter, op grond van:
   - de omstandigheid dat opdrachtgever RVB te kennen heeft gegeven dat gevoeligheid voor (mogelijke) aardbevingen een belangrijk aspect vormen bij de overwegingen en keuzes met betrekking tot fundering en constructie van de nieuwbouw;
   - de omstandigheid dat silt- en zandhoudende formatie [b] weliswaar niet gevoelig is voor verweking (zie hoofdstukken 2.2.2 en 2.4.3) maar wel degelijk te maken kan krijgen met tijdelijk verminderde sterkte als gevolg van de trillingen die gepaard gaan met aardbevingen;

   wordt het noodzakelijk geacht om voor de fundering van de nieuwbouw uit te gaan van een fundering op (korte) palen, met het aanzetniveau bovenin verweerde rotsformatie [c].

3. Uit het geotechnisch veldonderzoek is voorts gebleken dat:
   - de diepte waarop de bovenzijde van verweerde rotslaag [c] wordt aangetroffen, over de projectlocatie sterk varieert;
   - er rekening mee moet worden gehouden dat installatie van palen in laag [c] slechts tot (zeer) geringe penetratiediepte mogelijk zal zijn.
   - de bovenste toplaag [a] een aanplemping met veel grotere brokken en obstakels betreft, die slechts met een geschikt boorsysteem kan worden gepasseerd.

4. Combinatie van bovenstaande overwegingen 1 en 2 vergt:
   - een paaltype waarvan de lengte in het werk eenvoudig kan worden aangepast (bij voorkeur op basis van uitvoeringsregistraties);

- een uitvoeringsmethode waarbij men op voorhand beschikt over een geschikte referentie (acceptance criteria), aan de hand waarvan men in het werk, op basis van uitvoeringsregistraties, kan beoordelen of een paal op de bereikte diepte over het gewenste draagvermogen beschikt.

5. De belangrijkste paaltypes die geschikt worden geacht zijn (in willekeurige volgorde):
   i. avegaarpalen, geïnstalleerd tot refusal in verweerde rotslaag [c] (zie hfdst. 2.2.1)
   ii. vibropalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c],in combinatie met voorboren van laag [a]
   iii. grondverdringende schroefpalen, geïnstalleerd tot refusal in laag [c],in combinatie met voorboren van laag [a]

   Allnamics heeft (nog) geen specifieke voorkeur voor één van deze paaltypes; de keuze kan (mede door de uitvoerende partij) worden gemaakt op basis van overwegingen met betrekking tot uitvoeringsaspecten en (bijbehorende) kosten.

6. Ook van palen met een geringe penetratiediepte in verweerde rotslaag [c] valt te verwachten dat die over een fors draagvermogen (op druk) zullen beschikken. Dit draagvermogen zal – met de thans verkregen gegevens- echter niet vooraf op de in Nederland gebruikelijke wijze (op basis van sonderingen en berekeningen conform NEN 9997-1) kunnen worden voorspeld. Om dit te compenseren, maar vooral om bovengenoemde referentie (acceptance criteria) te kunnen ontwikkelen, wordt sterk aanbevolen om een geschikte testcampagne toe te voegen aan ontwerp en planning van het project. In het kader hiervan is het bijvoorbeeld mogelijk om het werk aan te vangen met installatie van enkele proefpalen, inclusief gedetailleerde registratie van relevante uitvoeringsparameters, en op deze testpalen proefbelastingen (conform NEN 7201 klasse C of gelijkwaardig) uit te voeren.

7. Uit combinatie de beschikbare gegevens (tekening [c], hoofdstuk 1.2 en bijlage A) en het inmeten van raaien haaks op de oever (tekening [m]) is o.a. afgeleid dat
   - de volledige footprint van de nieuwbouw is geprojecteerd binnen de bestaande oeverlijn van het terrein;
   - de footprint van het hoofdgebouw is geprojecteerd binnen de kruinlijn van de bestaande oever, d.w.z. op het vlakke terreindeel.
   - De footprint van de overdekte stalling gedeeltelijk in de oeverglooiing is geprojecteerd, maar binnen de bestaande oeverlijn.

   Deze bevindingen dienen nog wel door opdrachtgever geverifieerd te worden.

8. Vanwege bovenstaande bevindingen kan realisatie van (vrijwel) de volledig nieuwbouw relatief eenvoudig op traditionele wijze in den droge op het bestaande terrein worden uitgevoerd, waarbij het toekomstige profiel van de waterbodem achteraf wordt uitgebaggerd.

Den Haag, mei/oktober/november 2025; maart/oktober 2026



Ir. R.F. van Dorp
Allnamics Caribbean Ltd.

6. BIJLAGEN

A. Selectie uit relevante gegevens
B. Verslag verloop veldwerkzaamheden
C. Boorstaten
D. Sondeergrafieken met voorboorstaten
E. Inmeting oeverprofielen
F. Interpretatie grondonderzoek: geotechnische dwarsprofielen
G. Rapportage seismische sonderingen
H. Selectie in- en uitvoer damwandberekeningen

BIJLAGE A SELECTIE UIT RELEVANTE GEGEVENS

Uitsnede uit artist' impression vogelvlucht van zuidwest naar noordoost [a], blad 10



Uitsnede uit artist' impression westgevel [a], blad 2



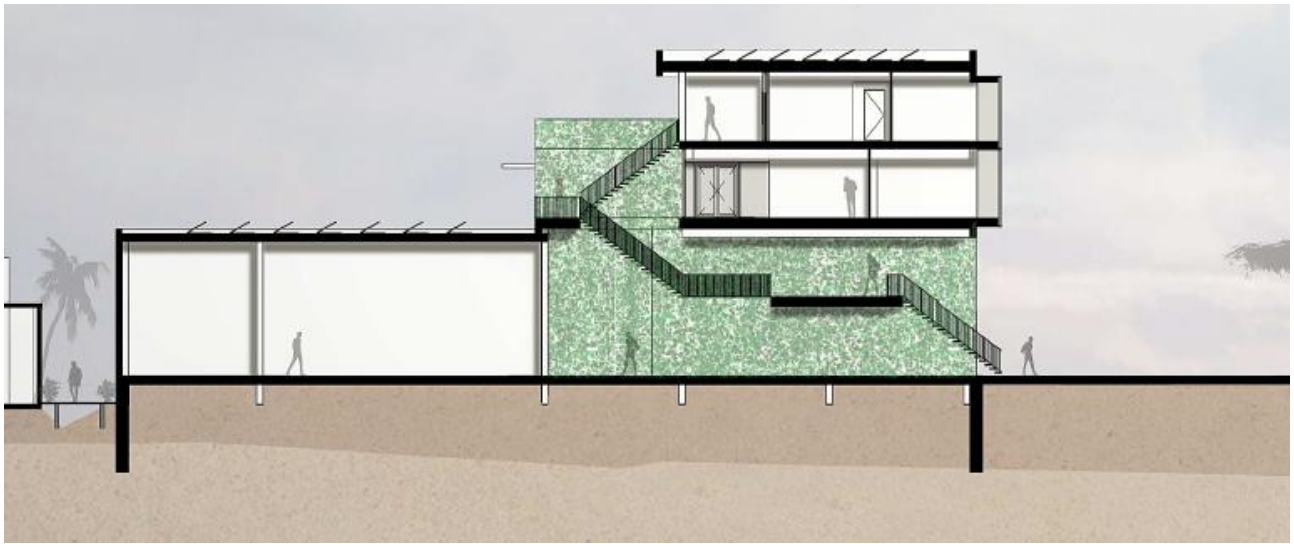
Uitsnede uit artist' impression noordgevel [a], blad 4



Uitsnede uit artist' impression noordgevel [a], blad 6



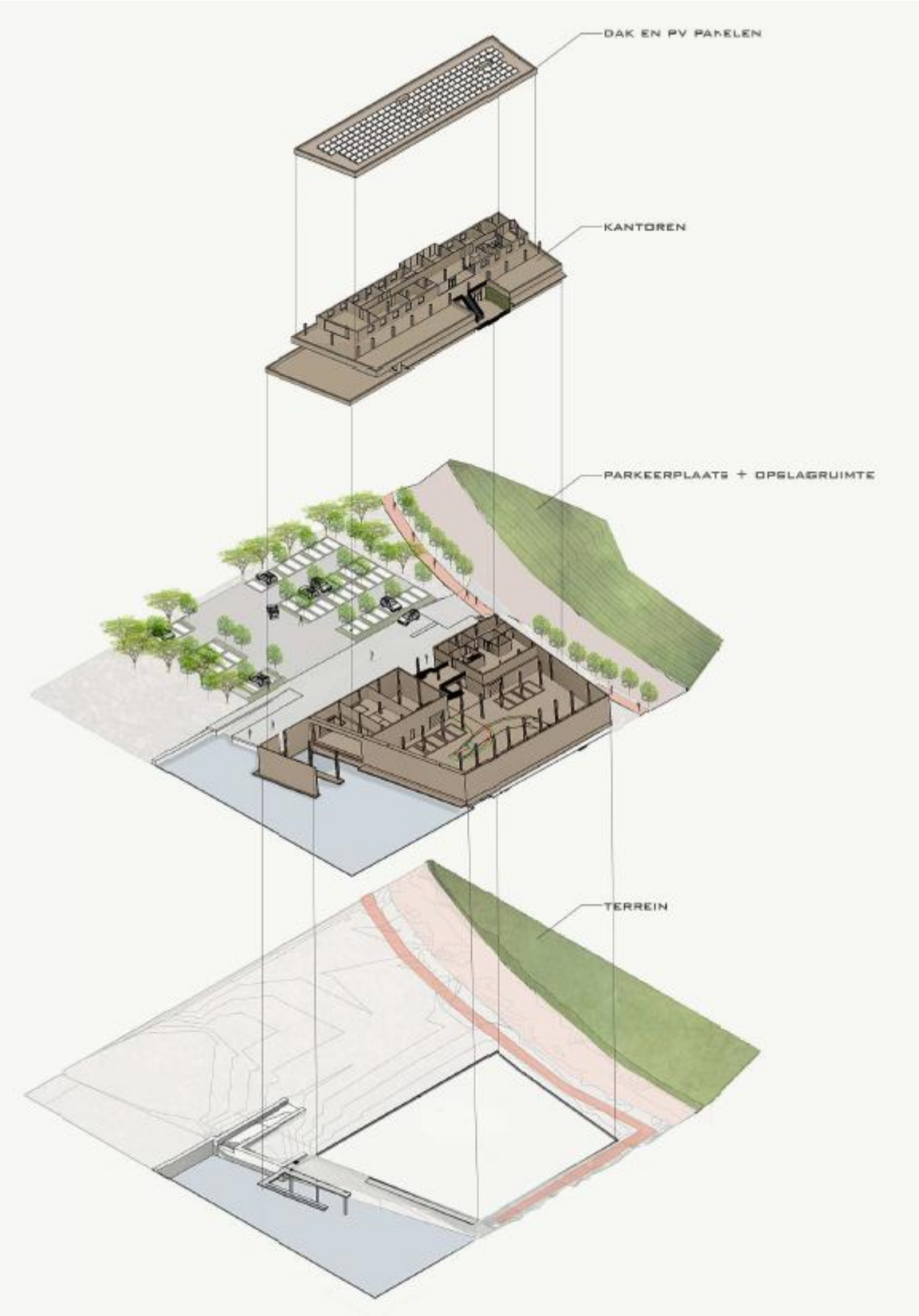
Uitsnede uit artist' impression dwarsdoorsnede zuid-noord [a], blad 12



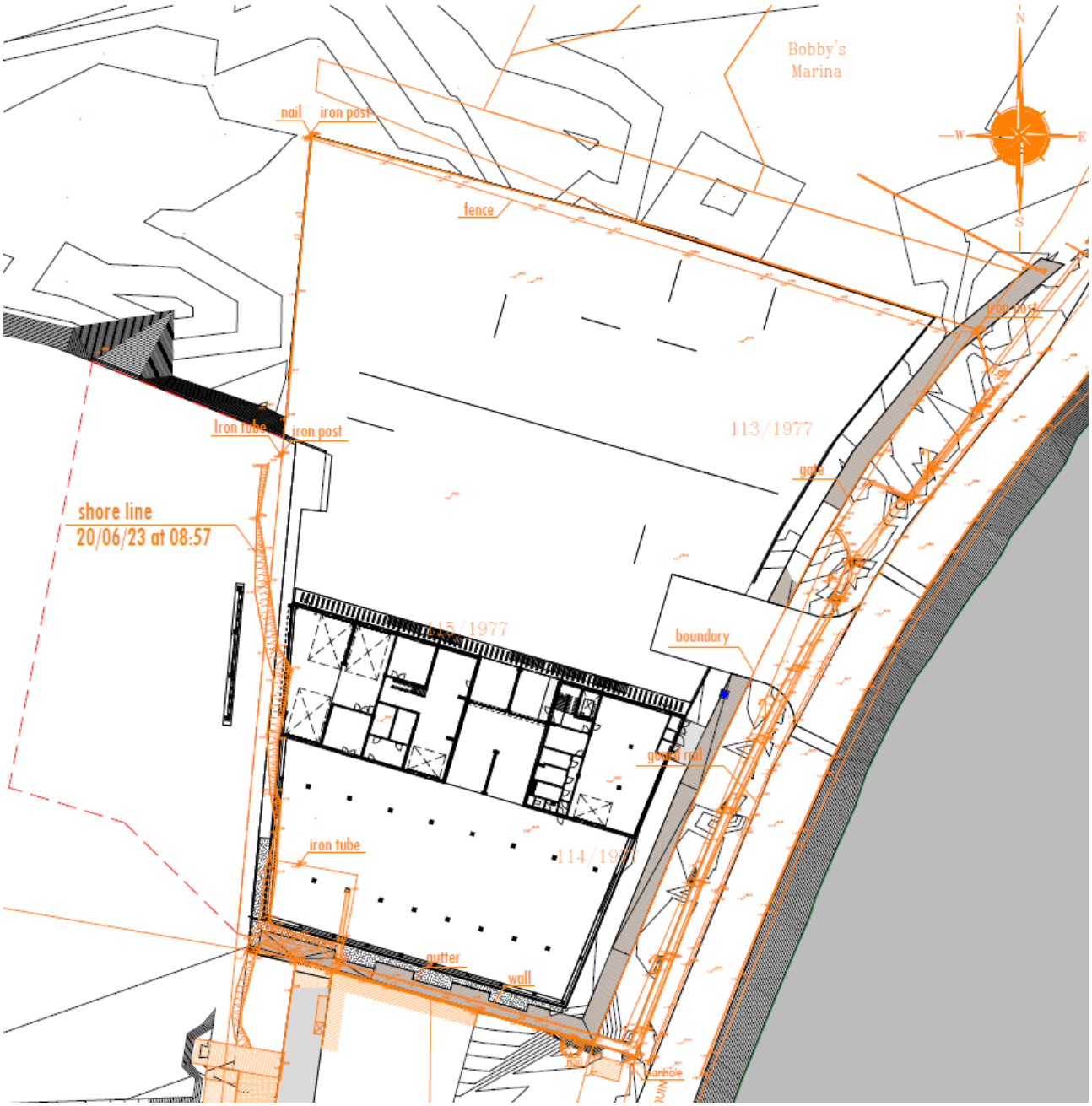
Uitsnede uit artist' impression dwarsdoorsnede west-oost [a], blad 14



artist’ impression vogelvlucht van zuidwest naar noordoost, per verdieping [a], blad 22



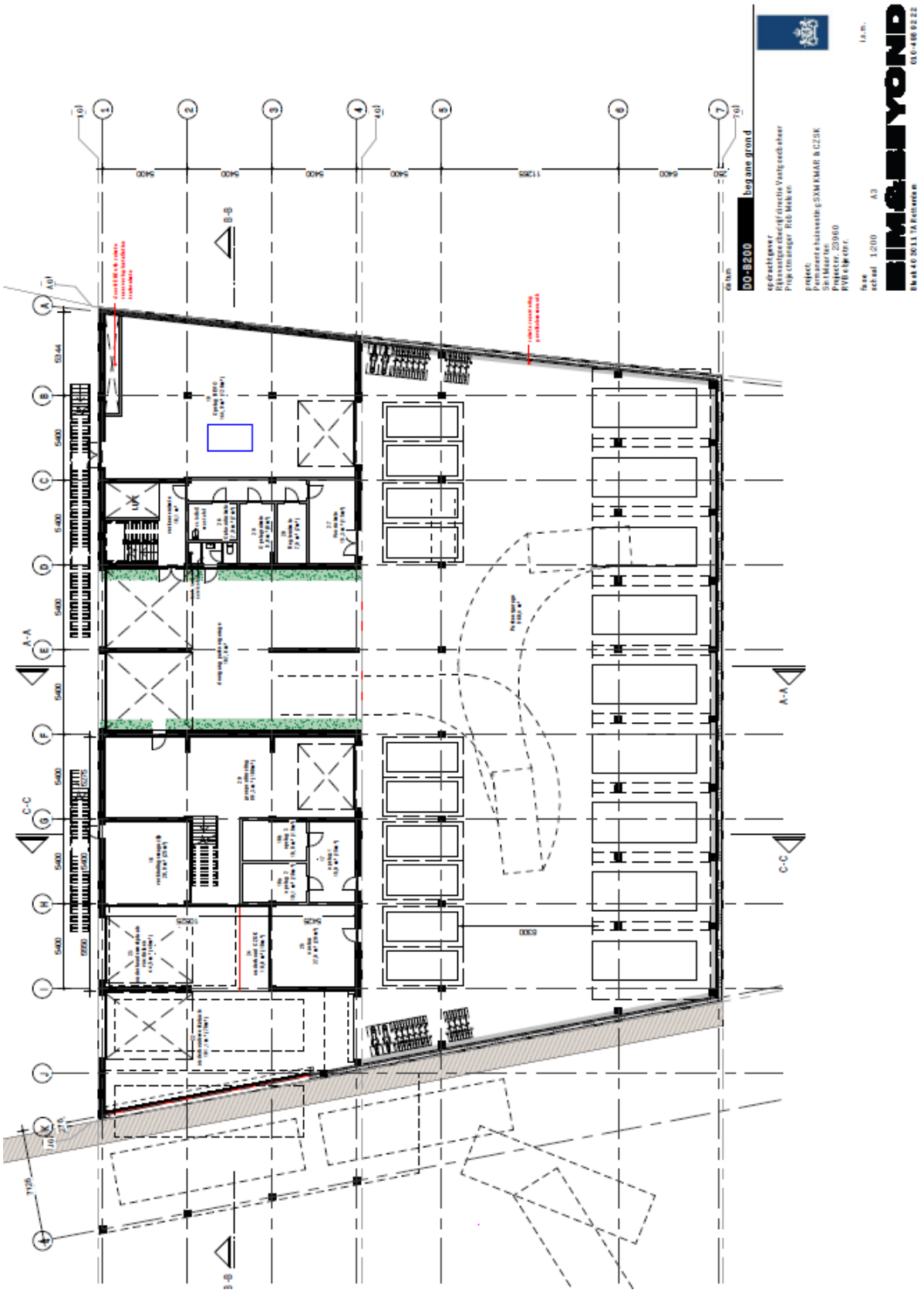
Bestaande situatie terrein met plattegrond nieuwbouw [c]



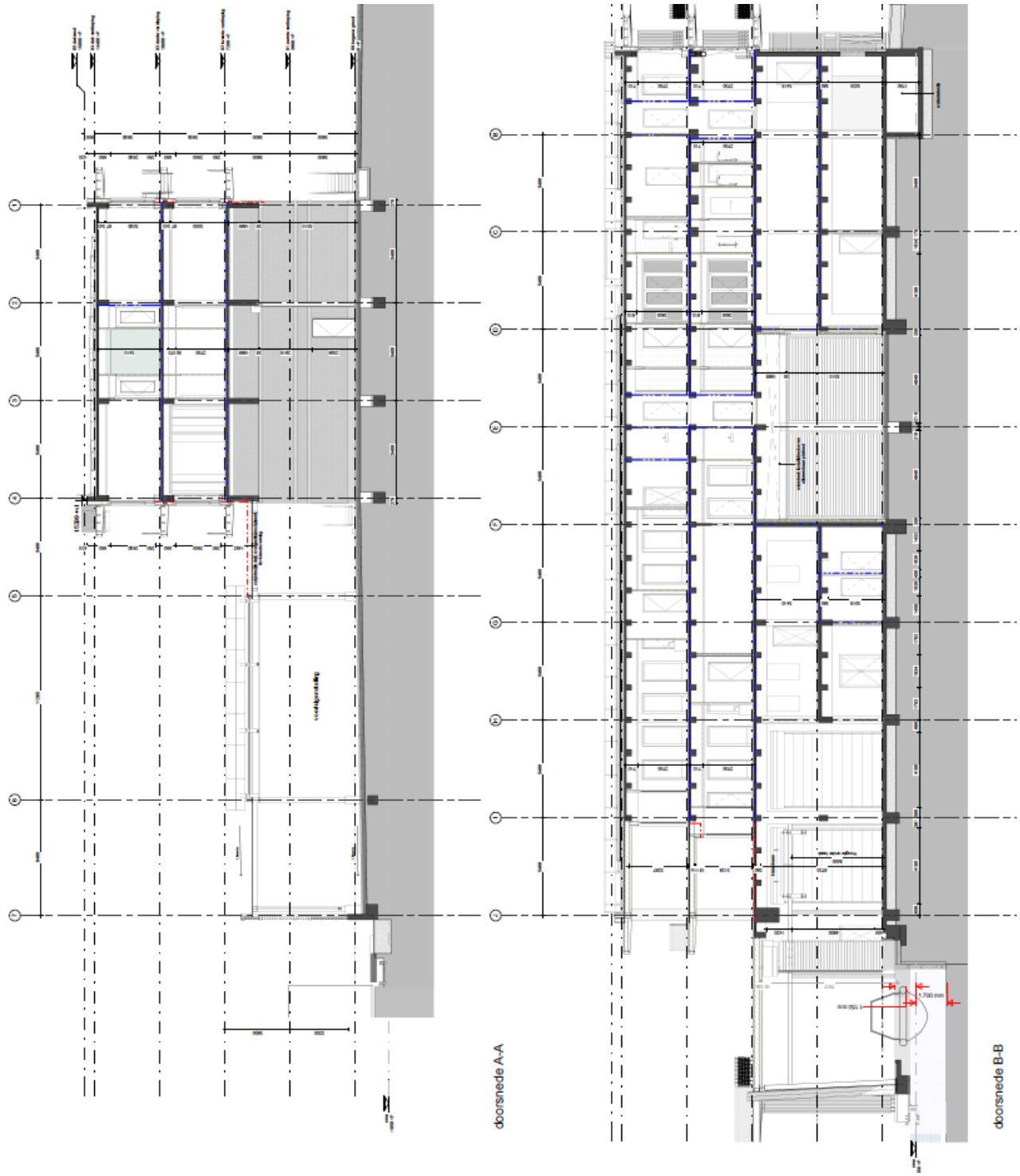
Toekomstige situatie terrein met plattegrond nieuwbouw [d]



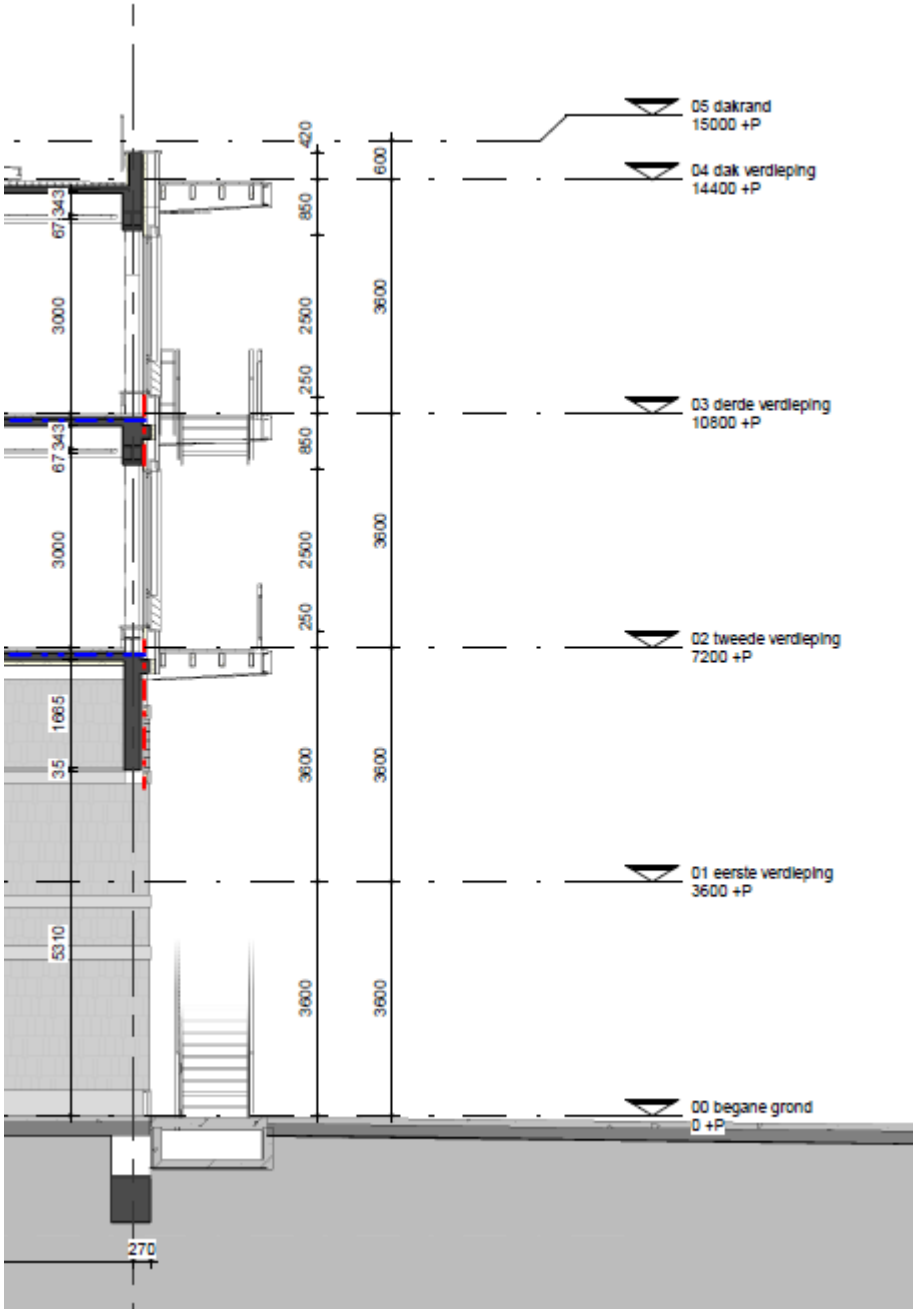
Plattegrond nieuwbouw begane grond [e]



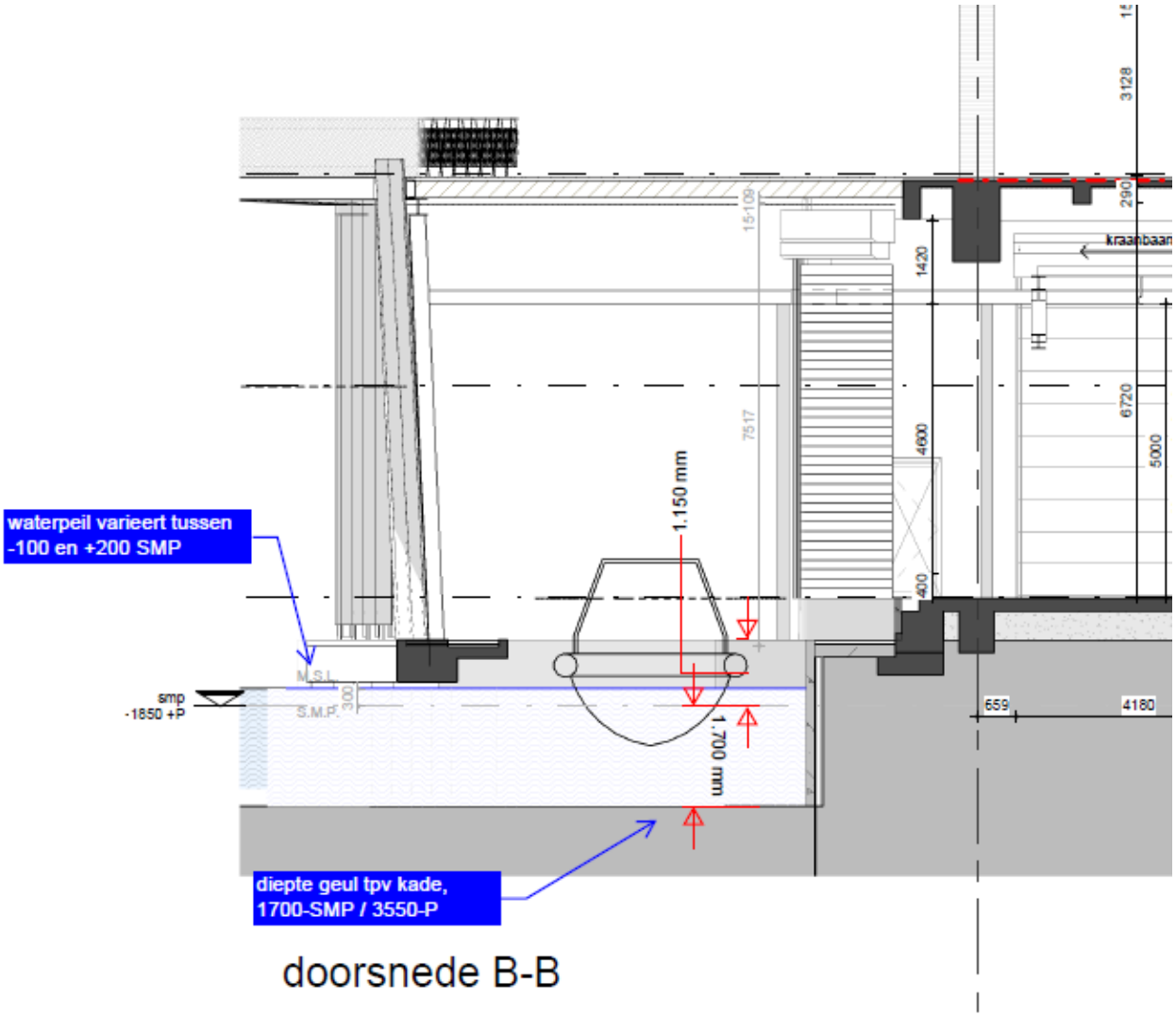
Dwarsdoorsnedes AA en BB [j]



Relevante selecties uit dwarsdoorsnede BB [j]

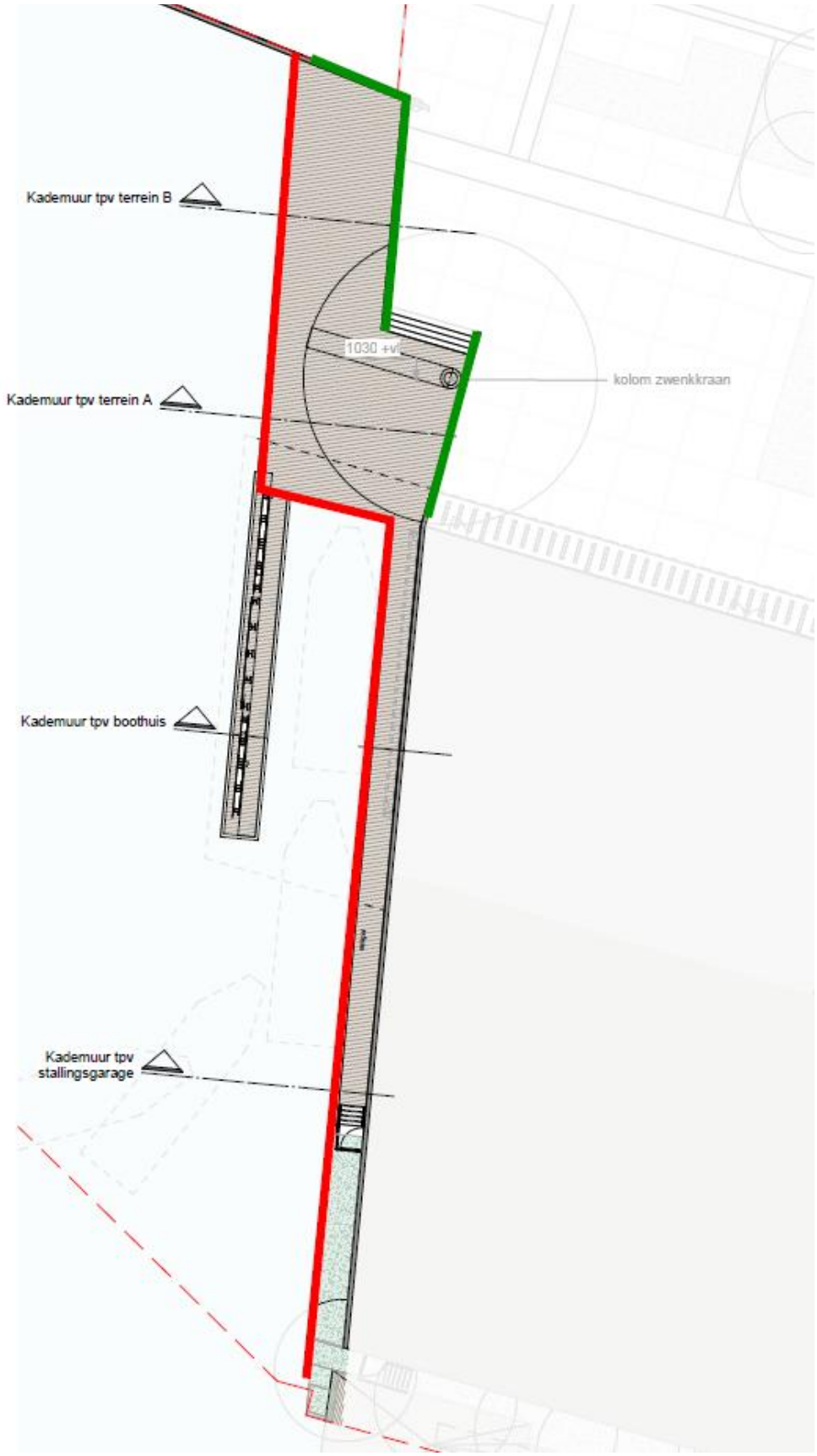


Relevante selecties uit dwarsdoorsnede BB [j]

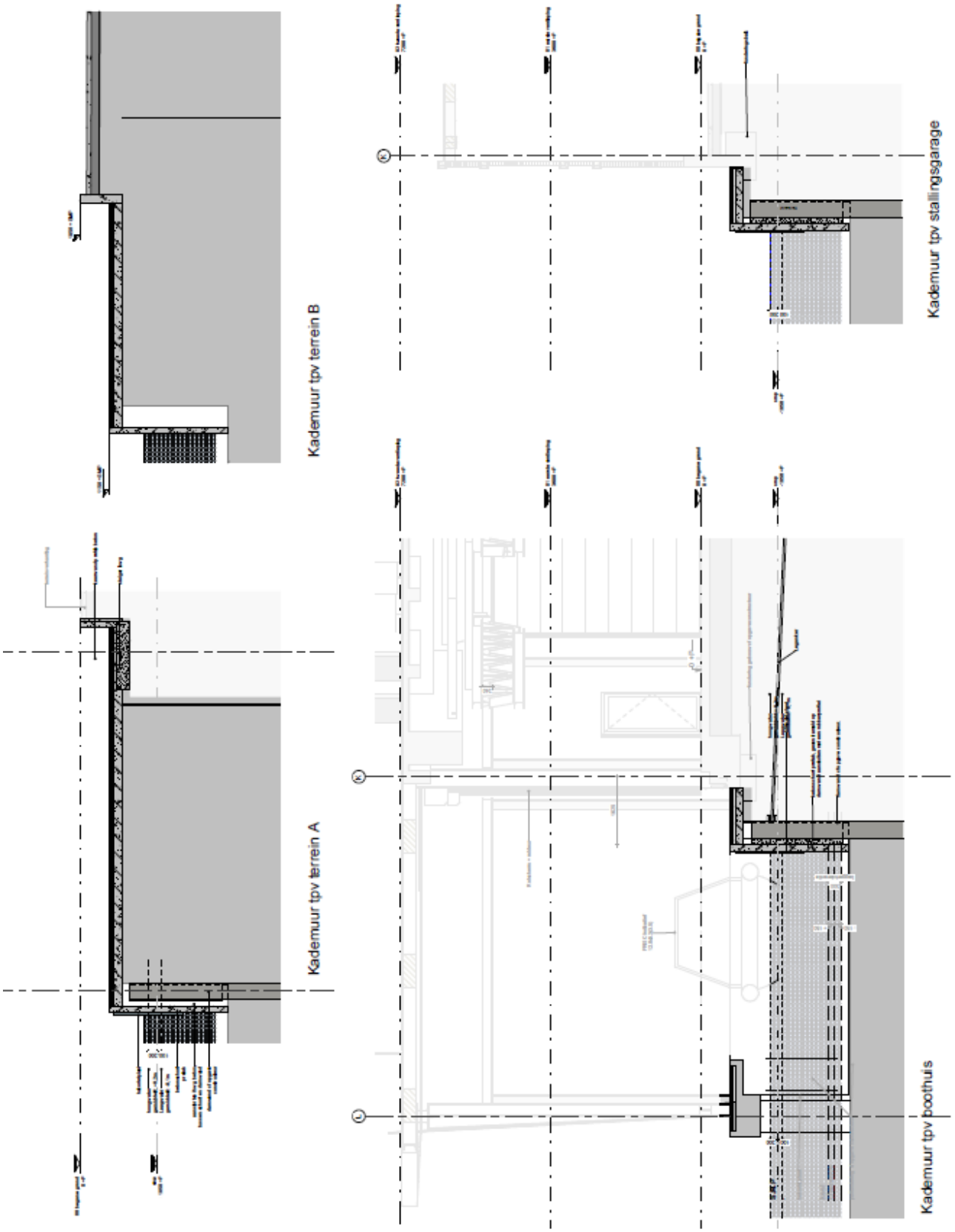


doorsnede B-B

Relevante selecties uit tekening kademuren [k]

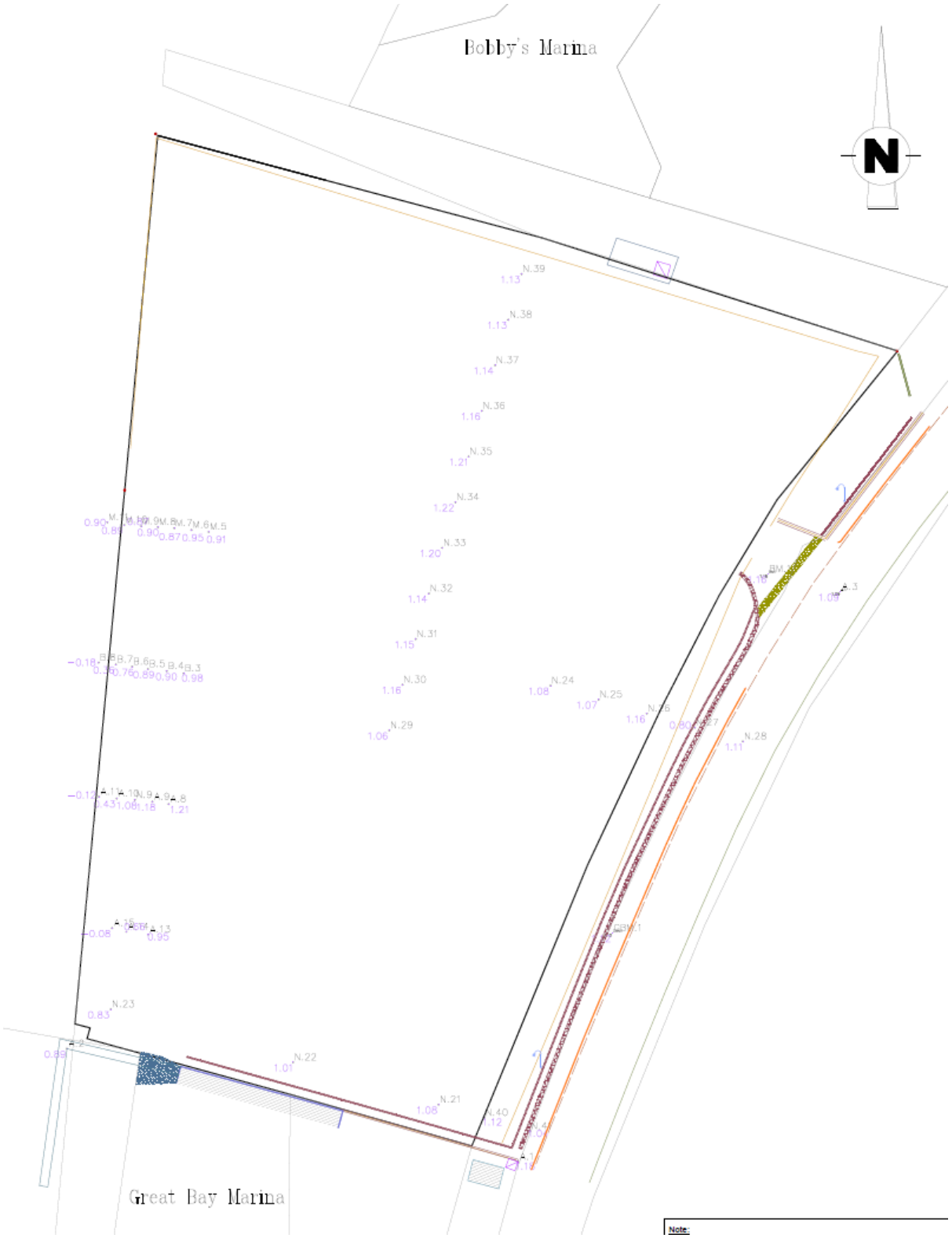


Relevante selecties uit tekening [k] kademuren



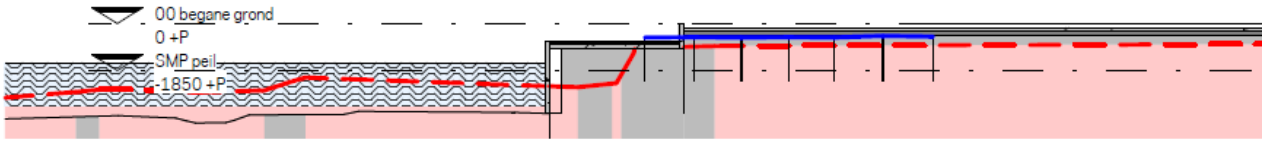
Relevante selectie uit tekening [o]

Inmetin g terrein sepetember 2026



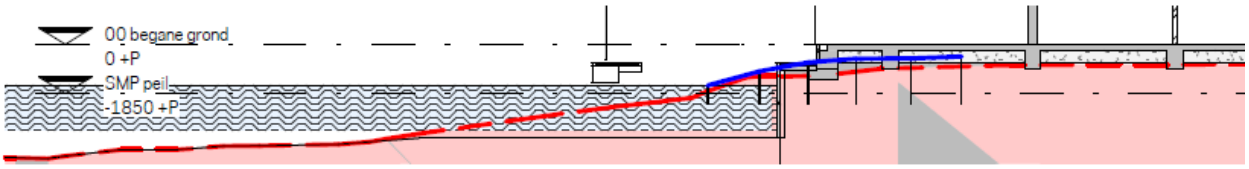
Relevante selecties uit tekening [m]

Ingemeten dwarsdoorsnedes huidige situatie geprojecteerd in toekomstige dwarsdoorsnedes



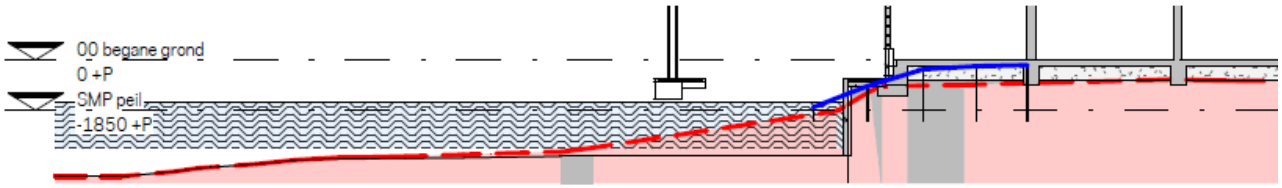
blauw = gemeten profiel op locatie
rood = terrein conform input RVB

doorsnede thv raai 1 nieuw



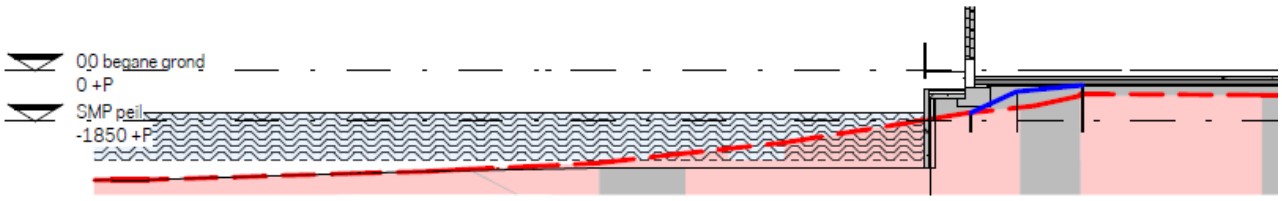
blauw = gemeten profiel op locatie
rood = terrein conform input RVB

doorsnede thv raai 2 nieuw



blauw = gemeten profiel op locatie
rood = terrein conform input RVB

doorsnede thv raai 3 nieuw

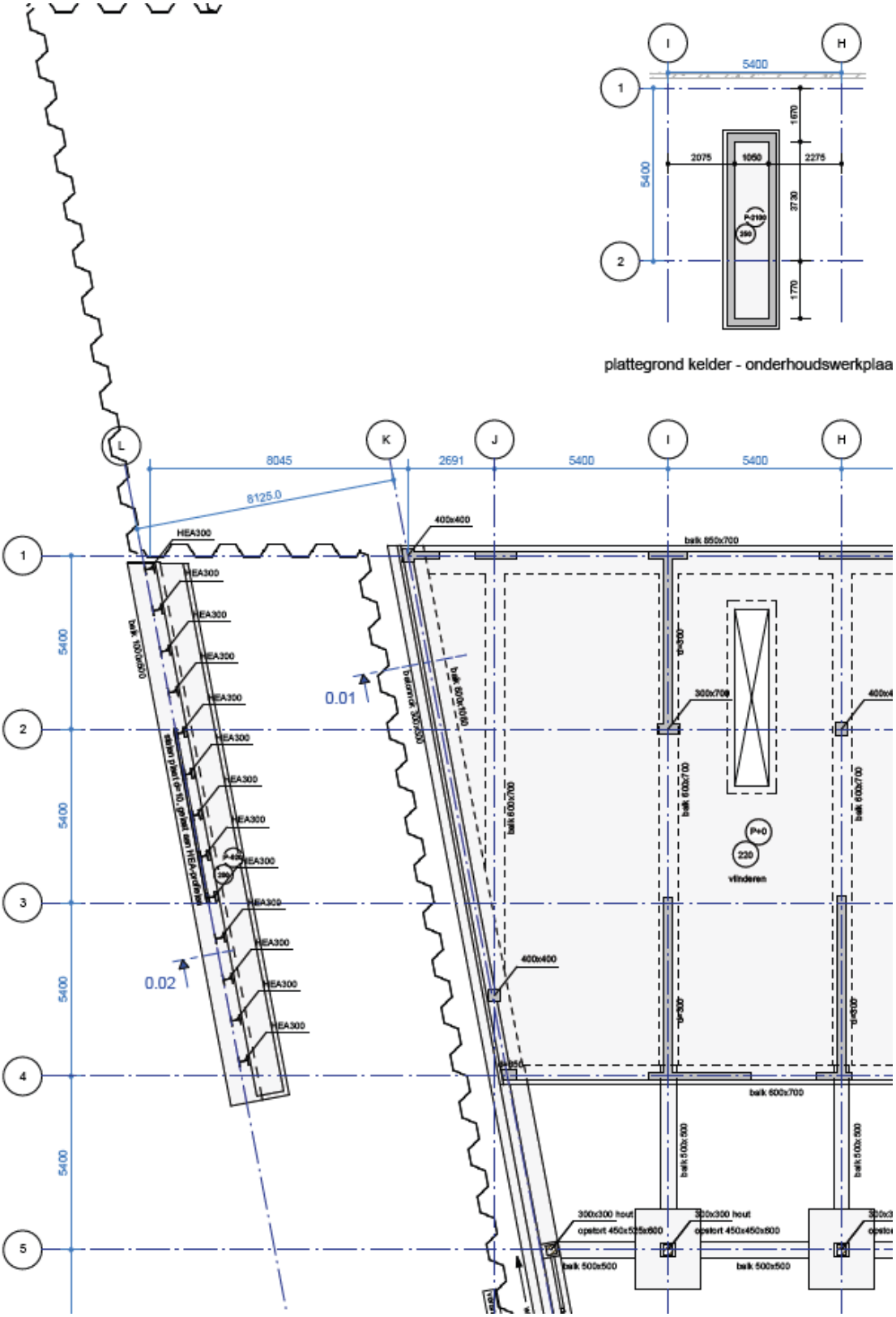


blauw = gemeten profiel op locatie
rood = terrein conform input RVB

doorsnede thv raai 4 nieuw

Relevante selectie uit tekening [n]

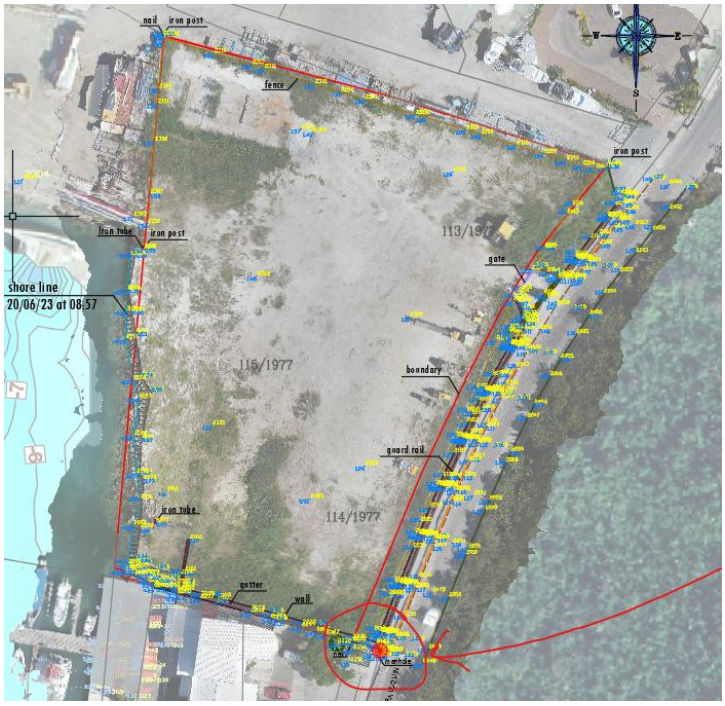
Smeerkuil assen H-I en 1 -2



BIJLAGE B VERSLAG VERLOOP VELDWERKZAAMHEDEN

Terrein

Onderstaande figuur bevat een (enigszins gedateerde) luchtfoto van het terrein. De nieuwbouw is geprojecteerd in de onderste (zuidelijke) heft van het terrein.



Figuur 27. Projectterrein, footprint nieuwbouw KMAR beslaat iets minder dan de zuidelijke helft

Onderstaande foto toont het terrein, kijkend van Noord (Bobby's Marina) naar Zuid (Chesterfields). De voorgrond van de foto betreft het toekomstige buitenterrein (parkeerplaats), de pickup truck bevindt zich nabij de toekomstige buitengevel en de rupskraan bevindt zich binnen de footprint van het toekomstige gebouw.



Figuur 28. Projectterrein, kijkend van Noord naar Zuid

Gesprekken met (belangstellende) eilandbewoners wezen uit dat het overgrote deel van het terrein, alsmede de aangrenzende havenbodem, een 50 à 60 jaar geleden aangebrachte aanplemping betreft. In de aanplemping zouden grote hoeveelheden (forse) keien en andersoortige grote brokken zijn verwerkt. De ervaringen met de uitvoering en de bijbehorende observaties lijken dit te bevestigen.

Voortgang uitvoering veldwerk en observaties

Onderstaande figuur toont het voor het veldonderzoek beschikbare / gebruikte equipment. Het betreft een kleine sondeer unit, een midi-boorstelling en een zware rupskraan met toebehoren (o.a. heischotten).



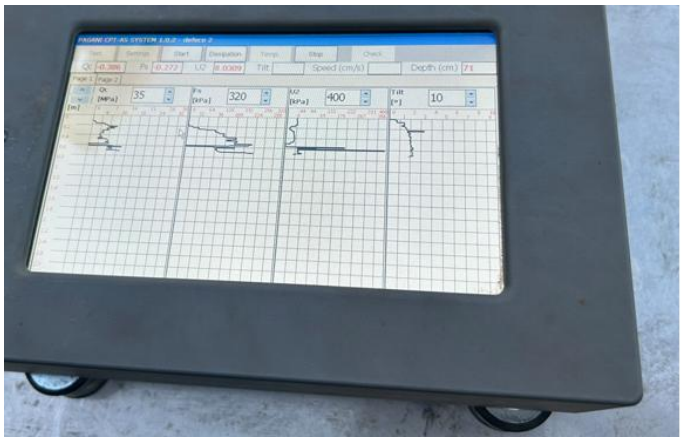
Figuur 29. Beschikbaar equipment: rupskraan, sondeerunit en boorstelling

Door gebruik te maken van (het gewicht van) de rupskraan en de heischotten kon de sondeerunit relatief eenvoudig over het terrein worden verplaatst en verticaal verankerd, zodat het volle vermogen van de sondeertoren (15 ton) beschikbaar was voor uitvoering van de sonderingen.



Figuur 30. Verankering kleine sondeerunit aan heischot met ballast, waardoor deze (toch) met 15 ton kon drukken.

- Bedacht dient echter te worden dat het, net als in de 'normale' Nederlandse praktijk, noodzakelijk kan zijn om een sondering voortijdig af te breken indien de maximale puntweerstand van de conus wordt overschreden of omdat de sondeerstang dreigt uit te knikken. Beide kunnen zich voordoen indien de conus op een ondergronds obstakel (bijv. puin of grof materiaal) stuit of in een harde (rots) formatie terecht komt. Dit bleek zich bij de sonderingen vanaf het maaiveld ook veelvuldig voor te doen; na enkele decimeters liep de conusweerstand plotseling op tot voorbij het meetbereik van de conus of moest de sondering worden afgebroken om uitknikken van de stang te voorkomen.




Figuur 31. Plotseling oplopende conusweerstand als conus in de toplaag op geringe diepte op grover gruis stuit

- Omdat de beschikbare boorstelling wel in staat was om door de puinhoudende toplaag heen te boren, en het ook mogelijk was om te detecteren wanneer de onderkant daarvan was bereikt, is besloten om op een deel van de voorziene sondeerlocaties door de toplaag heen te boren en vervolgens in het boorgat te sonderen. Aldus kon meer en betere informatie worden verkregen over de bodemsamenstelling onder deze toplaag.




Figuur 32. Voorboren door harde toplaag; openstaand boorgat met duidelijk zichtbare brokken grof puin (locatie 1)



Figuur 33. Onder de puihoudende toplaag werd een cohesieve siltige laag aangetroffen (locatie 15)

- De aangetroffen (harde) grondcondities maakten het noodzakelijk om voor de seismische sonderingen (SCPT) tot de gewenste diepte (30 m) telkens eerst een destructieve boring te maken, om vervolgens de sondeerconus zo diep mogelijk in het boorgat te drukken.
- Daarbij kon de boormeester tijdens het boren reeds merken dat het grootste (onderste) deel van het boortraject plaats vond in harde rots. Die rots was dusdanig hard, dat de betreffende boringen moesten worden afgebroken op ca. 28 m resp. ca. 22 m omdat het risico op verspelen van de boorpunt onacceptabel groot werd. Genoemde dieptes komen overeen met penetraties in de rotsformatie van ca. 24 m, resp. ca. 12 m.
- Na het destructief voorboren is de SCPT conus zo diep mogelijk in het boorgat gedrukt; op dezelfde wijze als hierboven beschreven. Daarbij trad refusal op (overschrijding meetbereik conus of gevaar voor uitknikken van de stang) op dieptes van 11m, resp. 15m. Genoemde dieptes komen overeen met penetraties in de rotsformatie van beide ca. 7 m. Dat betekent dat de aldus verkregen SCPT resultaten niet noemenswaardig zullen verschillen van het resultaat dat zou zijn verkregen indien de conus tot onderin het boorgat had kunnen worden ingebracht.



Figuur 34. Opstelling seismic CPT, rechts onder het autowiel de installatie met valhamer voor het opwekken van een schuifgolf

- Voor de geplande sondering op het water is gepoogd stalen buispalen te zetten voor het daarvoor benodigde hulpplatform. Een en ander in de zone waar de fundering van de overdekte botenlift moet komen (as L). Het is op meerdere punten geprobeerd, maar telkens met hetzelfde resultaat: de palen kregen vrijwel direct onder de waterbodem een harde refusal. Dit heeft zelfs geleid tot forse beschadiging van de paalvoet, zie onderstaande foto's. De refusal wordt veroorzaakt door rots en/of grote rotsblokken op de waterbodem.



Figuur 35. Poging tot plaatsing buispalen voor hulpplatform en beschadigde paalvoet door keien

Het had daarom geen zin om verdere pogingen te doen alsnog een platform te bouwen, want het sondeerresultaat was daarmee inmiddels bekend: de sondeerconus zou eveneens vrijwel direct onder waterbodem vastlopen, bij een zeer hoge conusweerstand. Dat is een grondonderzoeksresultaat op zichzelf. Er is daarom besloten dat de geplande sondering op het water moest komen te vervallen.

Onderstaande figuur bevat een overzicht met indicatieve locaties van de onderzoekspunten.



Figuur 36. Overzicht indicatieve locaties onderzoekspunten

Onderstaande tabel bevat een overzicht van de per locatie uitgevoerde werkzaamheden met bijbehorende relevante dieptes.

Locatie	Type onderzoek	einddiepte 1 (m -MV)	einddiepte 2 (m -MV)	opmerkingen
1	destructieve boring + SCPT	27.8	11.0	Laatste meters van de boring bed rock refusal SCPT conus op gruis in boorgat boorgat afgewerkt met peilbuis
2	voorboren + CPT in boorgat	3.0	3.2	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie boorgat afgewerkt met peilbuis
3	CPT vanaf maaiveld	0.2	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
4	destructieve boring + SCPT	21.4	13.0	Laatste meters van de boring bed rock refusal SCPT conus op gruis in boorgat
5	CPT vanaf maaiveld	0.3	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
6	voorboren + CPT in boorgat	4.5	5.9	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie
7	CPT vanaf maaiveld	1.2	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
8	voorboren + CPT in boorgat	4.5	7.7	Boring doorgezet tot o.k. toplaag CPT refusal in harde formatie
9	CPT vanaf maaiveld	2.25	-	CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
10	boring tot o.k. toplaag	1.8	-	Boring doorgezet tot o.k. toplaag
11	*vervallen*	-	-	*Sonderen niet mogelijk ivm obstakels*
12	*vervallen*	-	-	*Betreffende pier niet meer in ontwerp*
13	*vervallen*	-	-	*Sonderen niet mogelijk ivm obstakels*
14	CPT vanaf maaiveld	0.7	--	eerste terreinverkenning CPT refusal op kei of obstakel in toplaag
15	Boring tot in rotsformatie	18.0	-	eerste terreinverkenning boring doorgezet tot in rotsformatie

Tabel 12. Overzicht veldonderzoeken

Achteraf uitgevoerde werkzaamheden

- De XYZ posities van de onderzoekspunten zijn achteraf als volgt ingemeten:

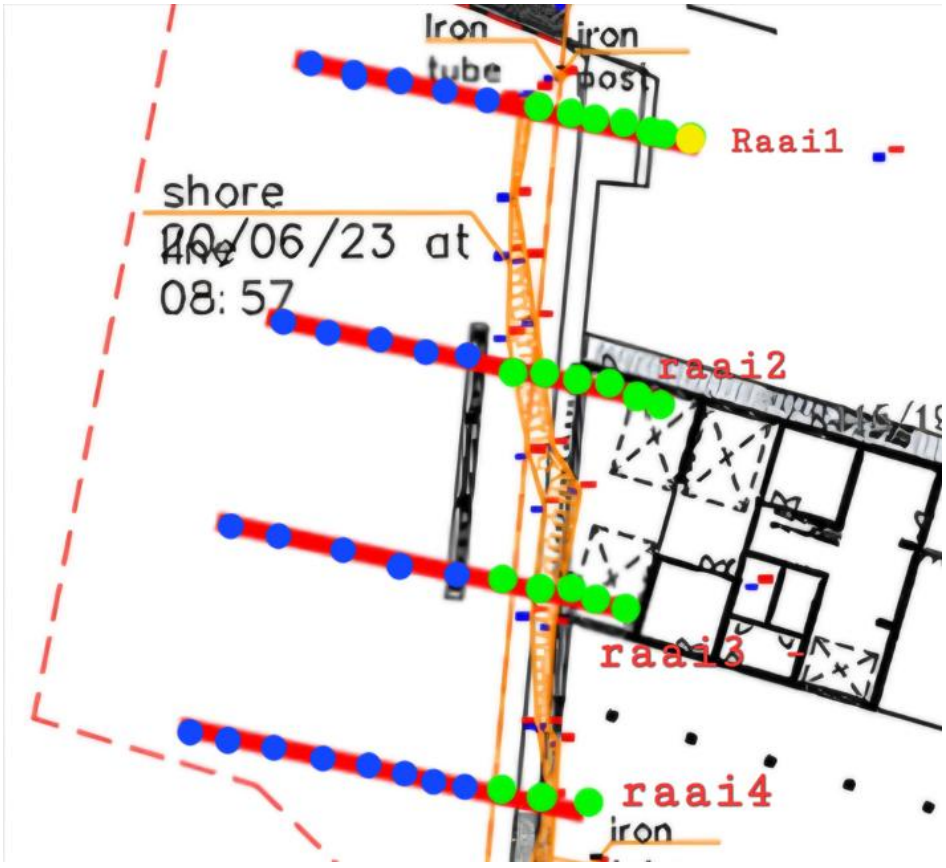
Locatie	Northing	Easting	Elevation (m to SMP)
1	1676,218	11367,49	1,33
2	1661,8	11362,65	1,30
3	1654,087	11358,54	1,22
4	1680,024	11354,11	1,30
5	1662,045	11349,47	1,20
6	1653,743	11346,74	1,32
7	1686,887	11338,48	1,37
8	1668,863	11336,07	1,47

Locatie	Northing	Easting	Elevation (m to SMP)
9	1660,346	11335,23	1,44
10	1689,95	11328,43	1,28
14	1679,398	11343,14	1,32
15	1665,857	11347,14	1,18

Tabel 13. Overzicht veldonderzoeken

- Boorgaten 1 en 2 zijn afgewerkt met peilbuizen. Het grondwaterpeil in beide peilbuizen is in de periode februari-april 2025 incidenteel gepeild. Daarbij werd het tamelijk consequent waargenomen op ca. 1,5 m beneden het maaiveld, hetgeen bij benadering overeenkomt met peil van het open water..

- Teneinde de bestaande glooiing van de bestaande oever in kaart te brengen in relatie tot de toekomstige situatie zijn achteraf in de hieronder aangegeven 4 raaien haaks op de oever aanvullende hoogtemetingen uitgevoerd.



Figuur 37. Meetraaien oeverglooiing (groen uitgevoerd op land, blauw uitgevoerd vanaf water)

- Omdat het belangrijkste equipment reeds was afgevoerd, moesten de inmetingen op het water met betrekkelijk eenvoudige middelen worden gedaan. Hierdoor hebben de bijbehorende bepalingen van positie en waterdiepte beperkte nauwkeurigheid.

Naderhand is gebleken dat er een discrepantie is tussen de SMP-hoogtes van enerzijds de inmetingen van de onderzoekspunten van het in dit rapport besproken grondonderzoek en anderzijds de eerdere inmetingen van het terrein, die door een derde partij waren uitgevoerd in opdracht van RVB.

Uit (verdere) vergelijking van de metingen bleek dat er geen noemenswaardige verschillen resteren indien beide hoogtemetingen niet worden gerefereerd aan SMP, maar aan een gemeenschappelijk lokaal referentiepunt, zoals bijvoorbeeld de kruin van de weg langs het terrein of de stoeprand naast de bestaande poort van het terrein of het dek van de boardwalk tegen de zuidelijke grens van het perceel (Chesterfield's).

De afwezigheid van noemenswaardige verschillen bij gebruik van een lokale referentie betekent dat het verschil in ingemeten SMP hoogtes geen consequenties heeft voor de in dit rapport besproken interpretatie van het grondonderzoek en de daarop gebaseerde adviezen voor fundering en grondkeringen; en dus evenmin voor de bruikbaarheid daarvan.

Om de onduidelijkheid over de SMP-hoogtes weg te nemen, is er besloten het terrein en (voor zover mogelijk) de meetraaien van figuur 7 opnieuw te laten inmeten. Dit is in september 2026 uitgevoerd en heeft geresulteerd in plattegrond [o]. In het vervolg (d.w.z. vanaf revisie 5 van dit rapport) zal voor de SMP-hoogtes van het terrein worden uitgegaan van plattegrond [o]. In het kader daarvan zijn de SMP-hoogtes van de onderzoekspunten aangepast naar de waardes in de rechter kolom van tabel 2.

BIJLAGE C BOORSTATEN


13
12
11
10 + 10A
7
15
4
1 + 1A
8 + 8A
14
5
2 + 2A
9
6 + 6A
3

Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

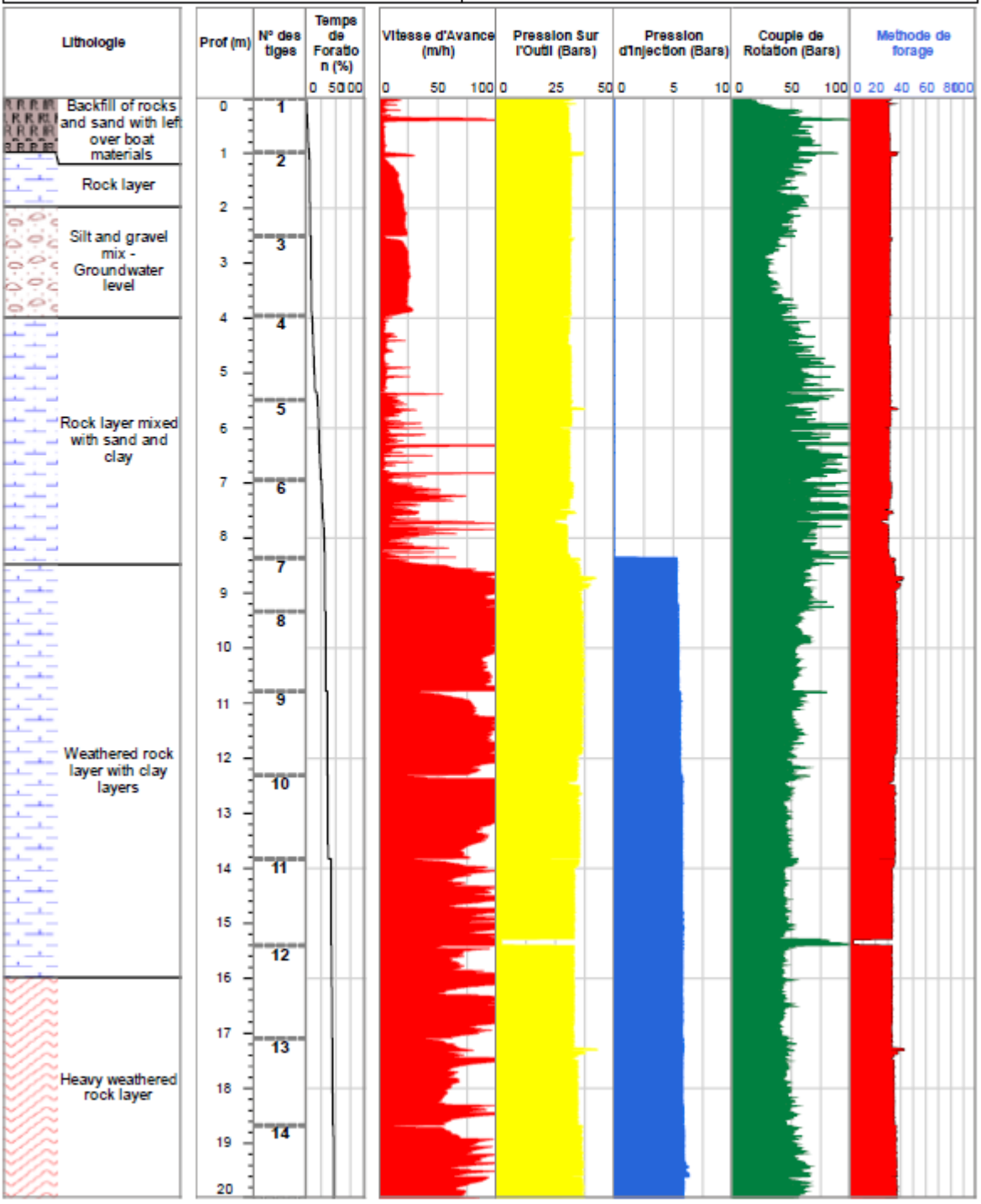
destructieve boring tbv SCPT

borehole log

BH-01

Date : 21/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156



Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

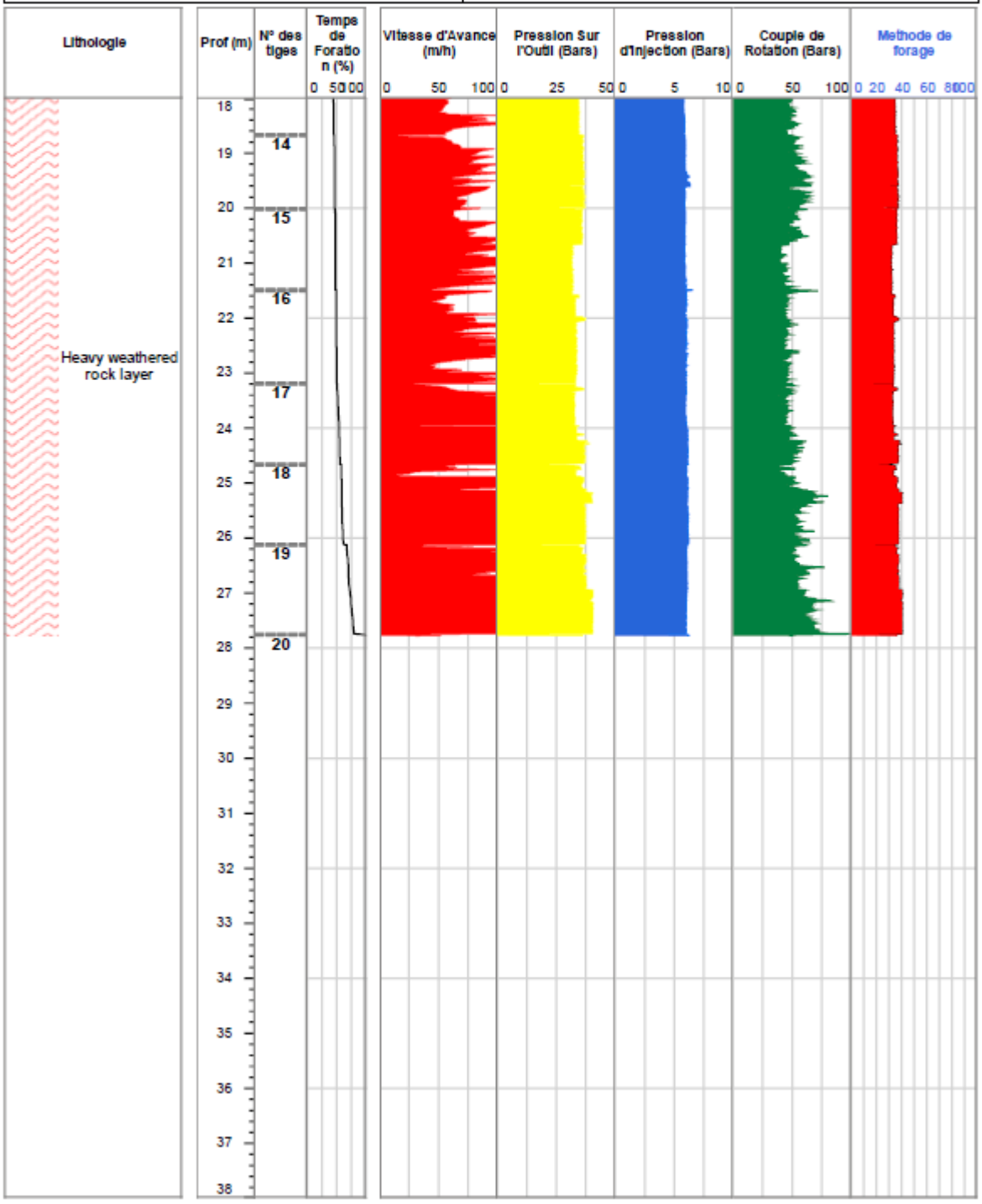
destructieve boring tbv SCPT

bore hole log

BH-01

Date : 21/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156



Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

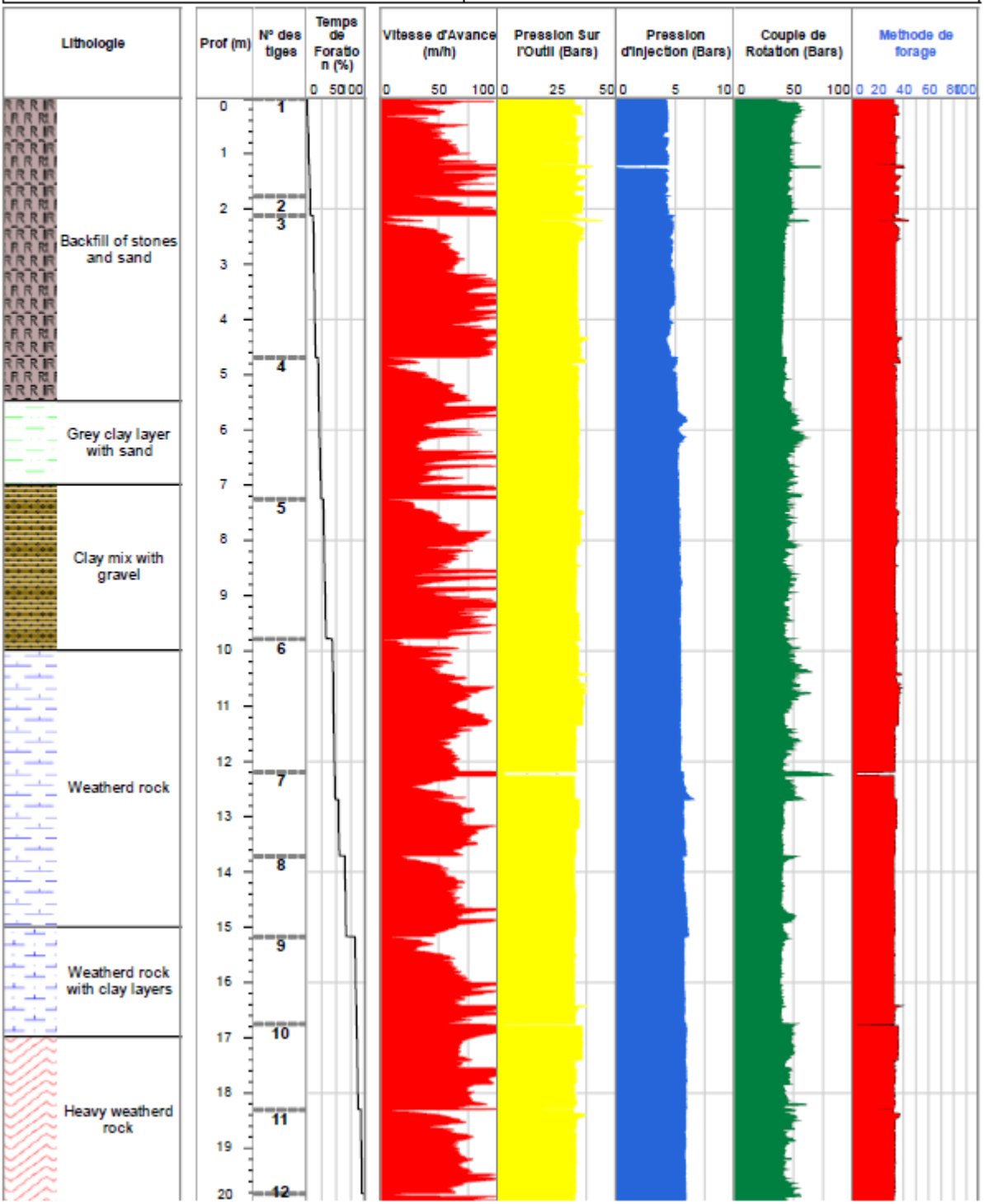
destructieve boring tbv SCPT

bore hole log

BH-04

Date : 23/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156



Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

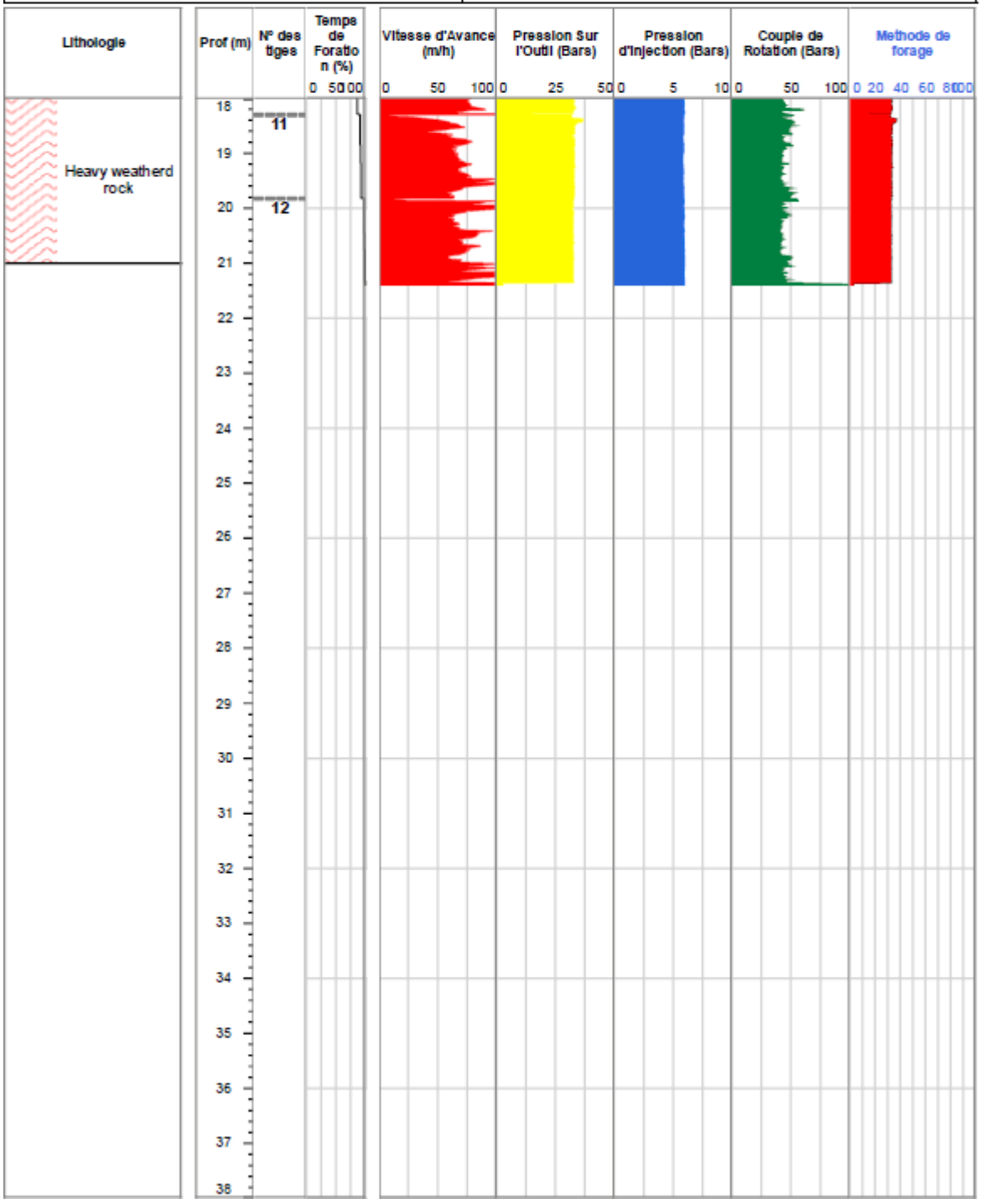
destructieve boring tbv SCPT

bore hole log

BH-04

Date : 23/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156



Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

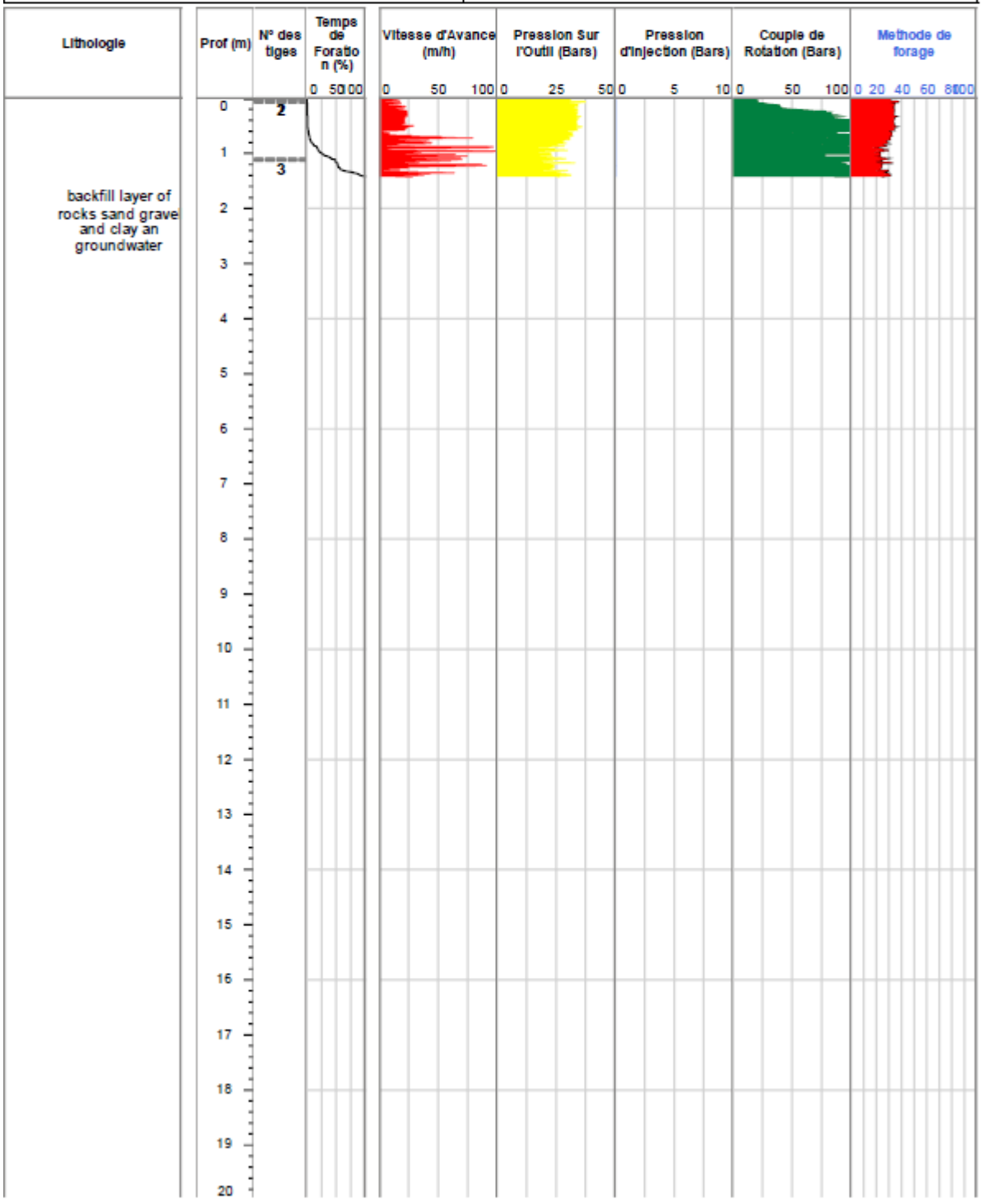
voorboren tot o.k. toplaag puin

Bore hole log

BH-10

Date : 24/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156



Independent Consulting Engineers N.V.
Zaegergut Road 13
Philipsburg
Sint Maarten

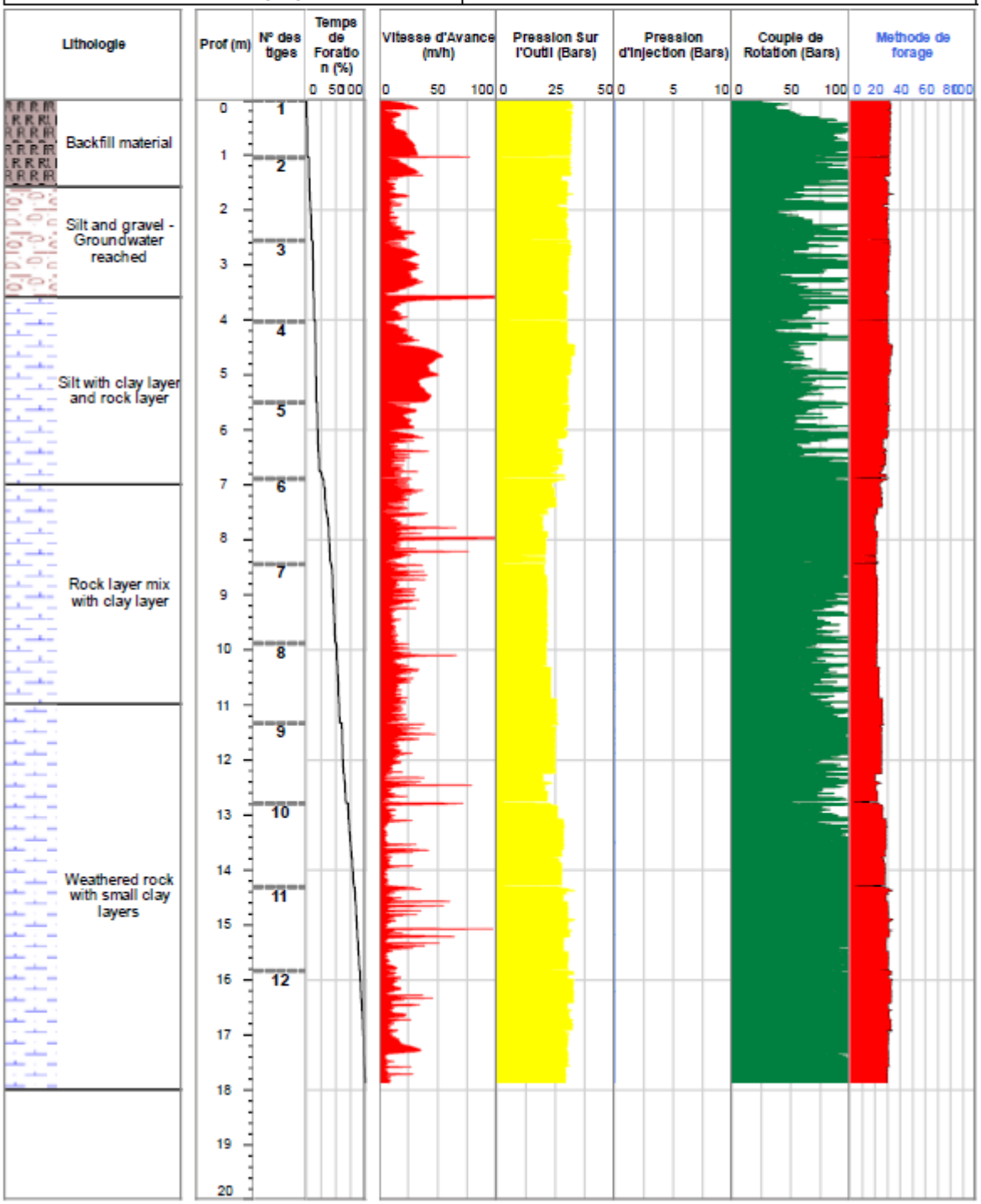
verkennende boring

Bore hole log

BH-15

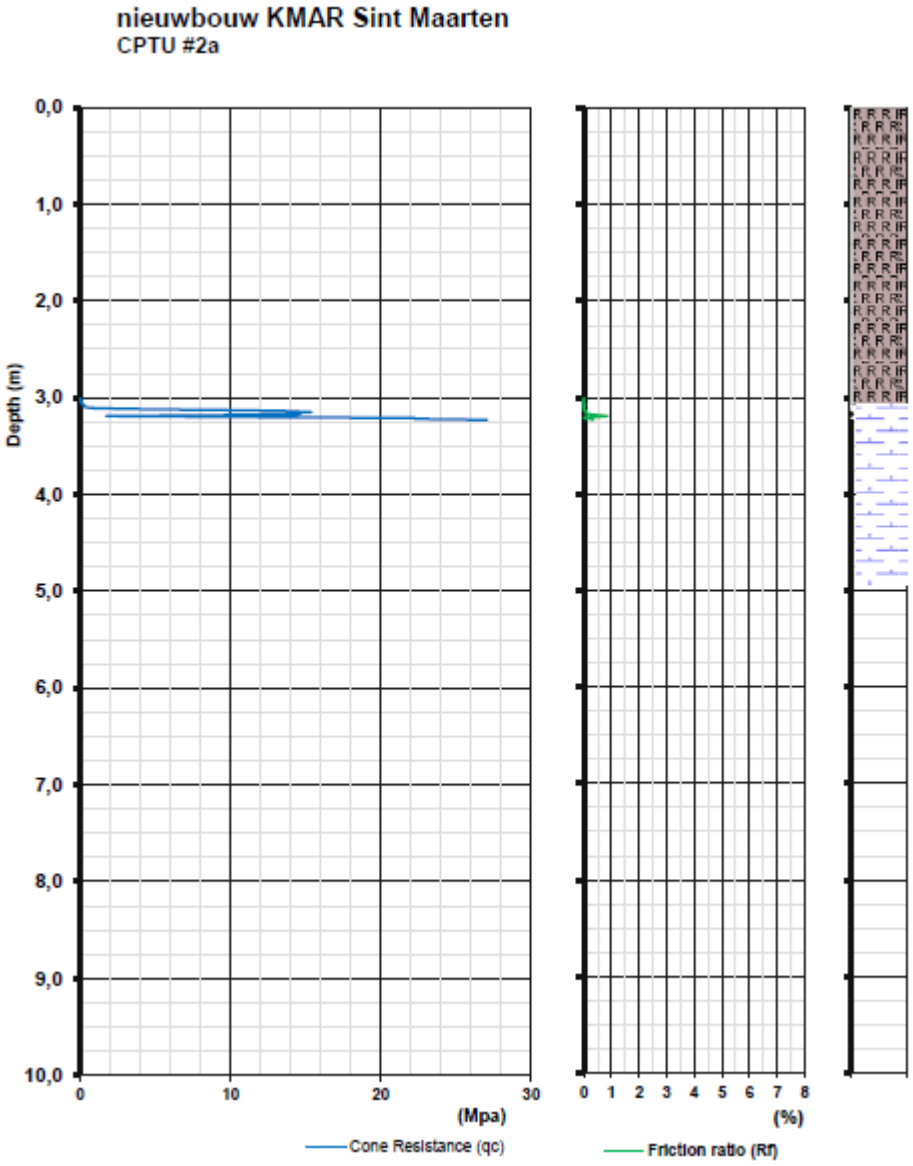
Date : 20/01/2025

N° d'affaire : 224-008-1156

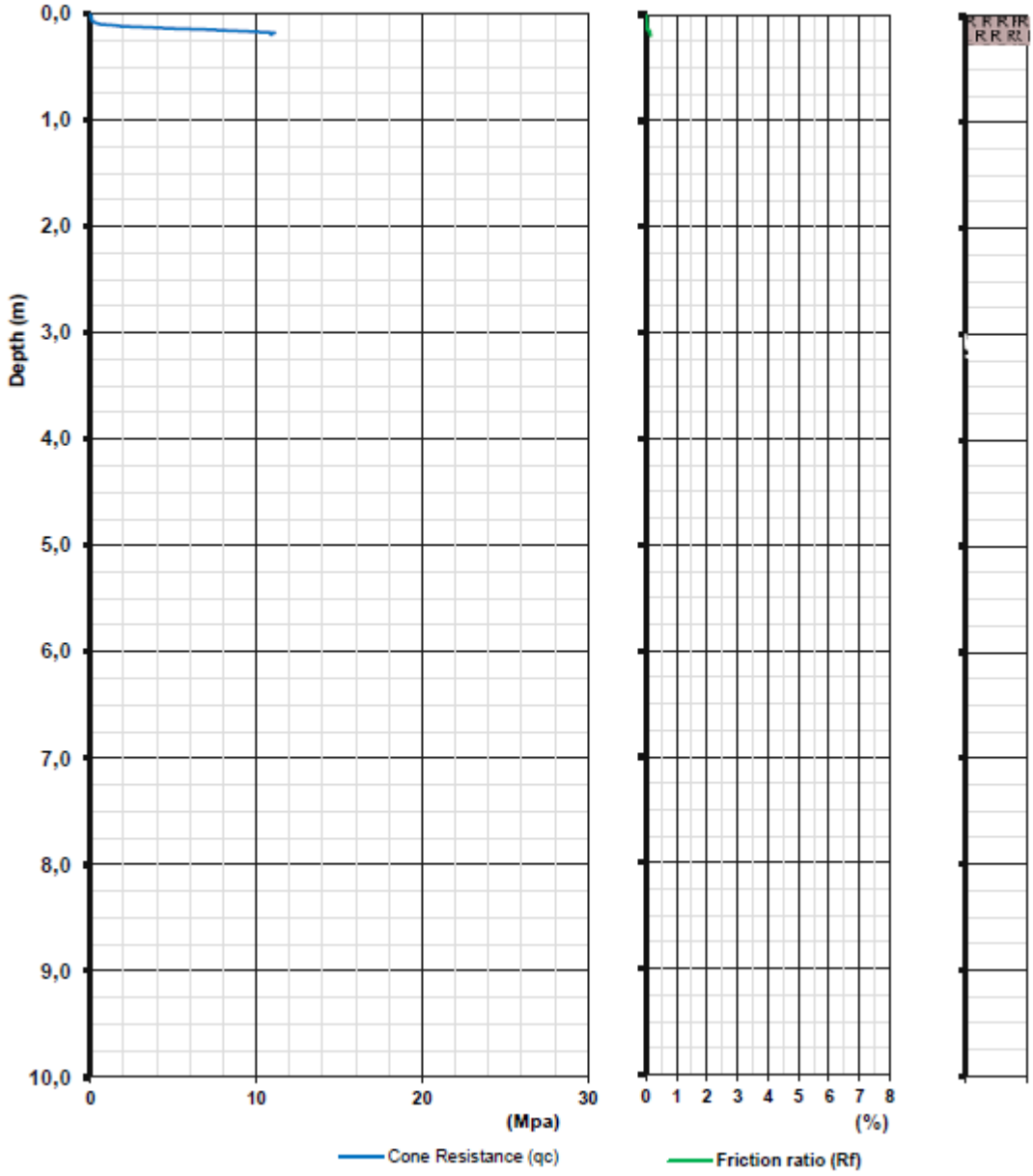


BIJLAGE D SONDEERGRAFIEKEN MET VOORBOORSTATEN

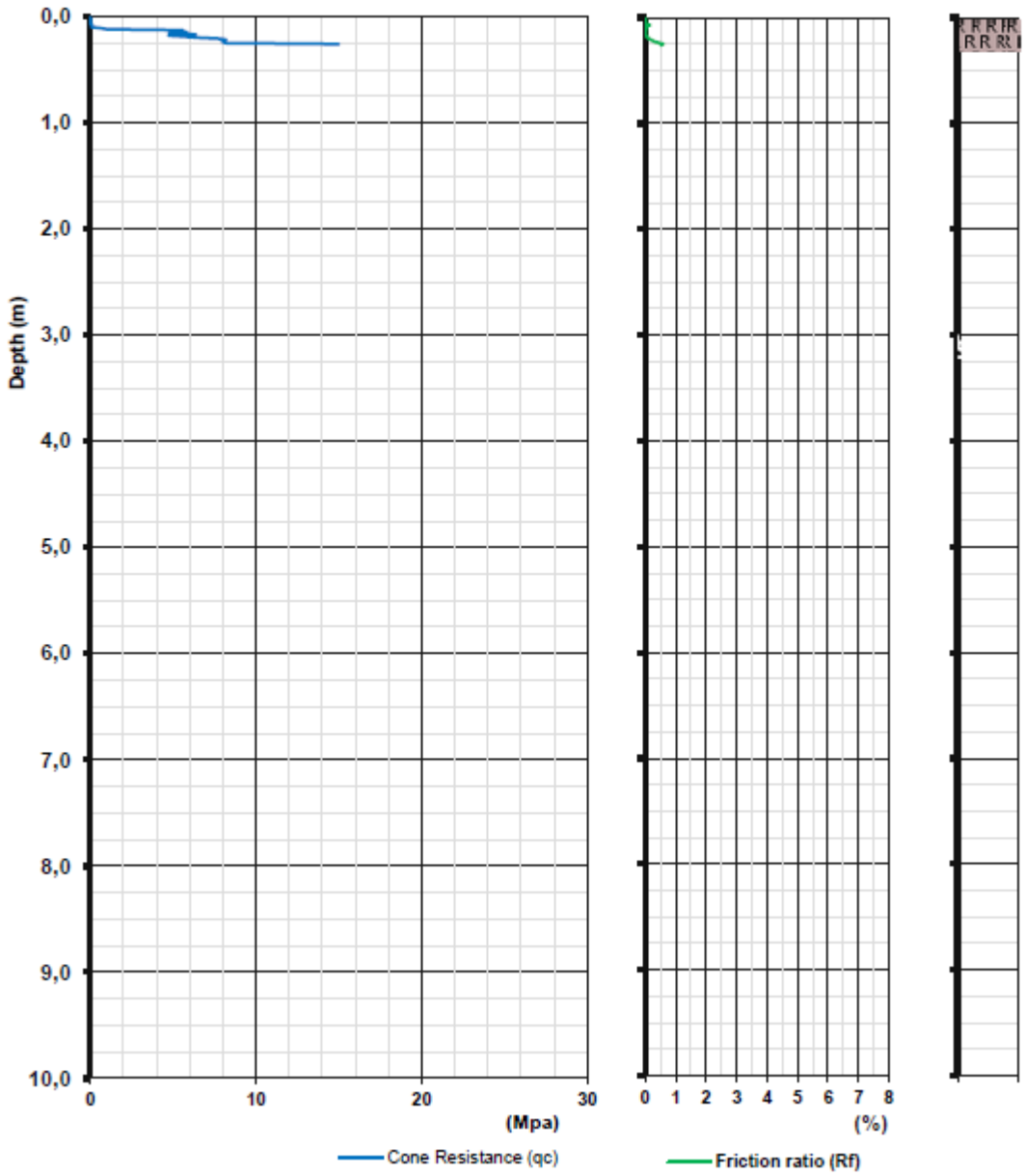

13
12
11
10 + 10A
7
15
4
1 + 1A
8 + 8A
14
5
2 + 2A
9
6 + 6A
3
staen


nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #2a
Depth (m)
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
0
10
20
30
(Mpa)
Cone Resistance (qc)
0 1 2 3 4 5 6 7 8
(%)
Friction ratio (Rf)

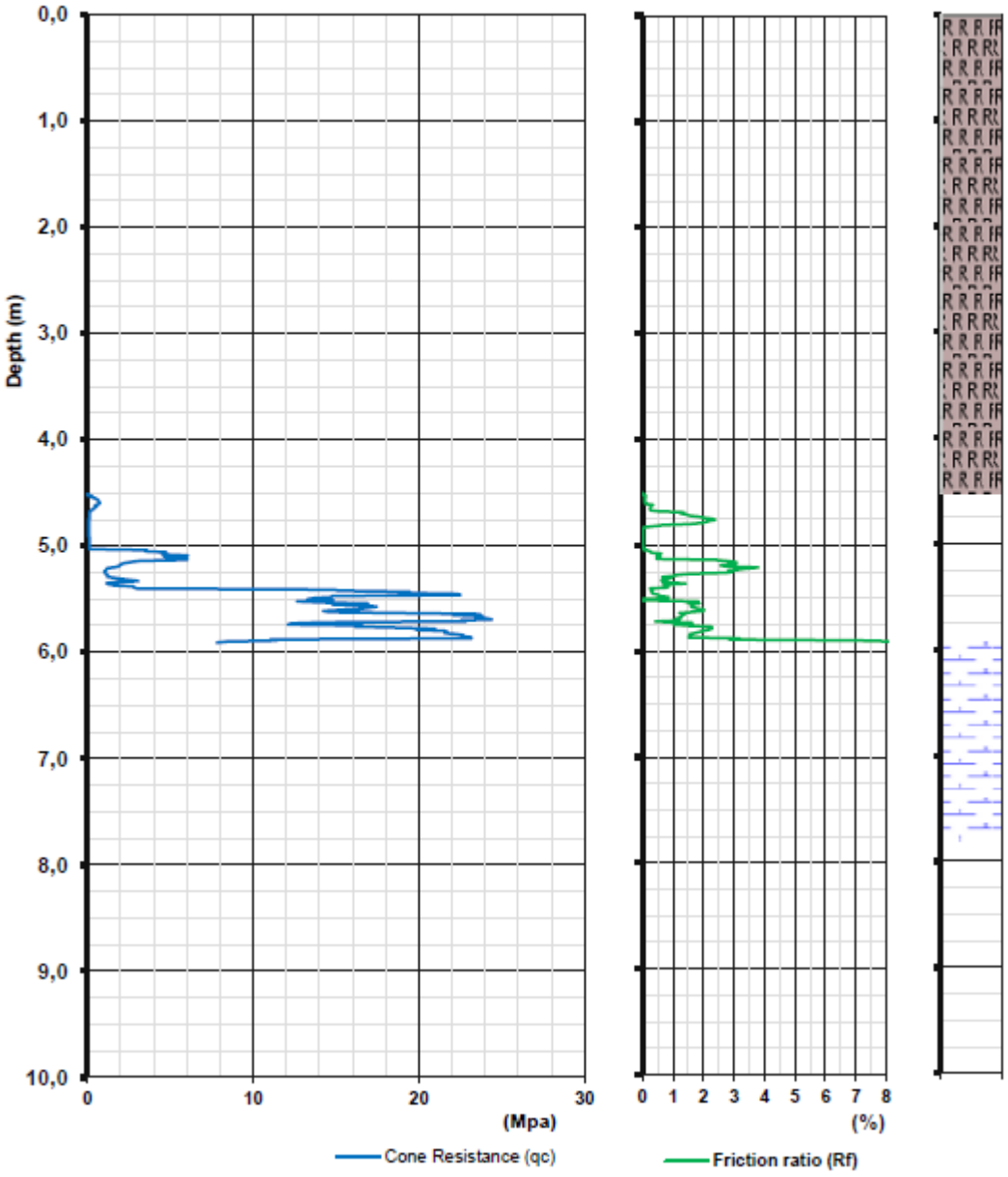
nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #3

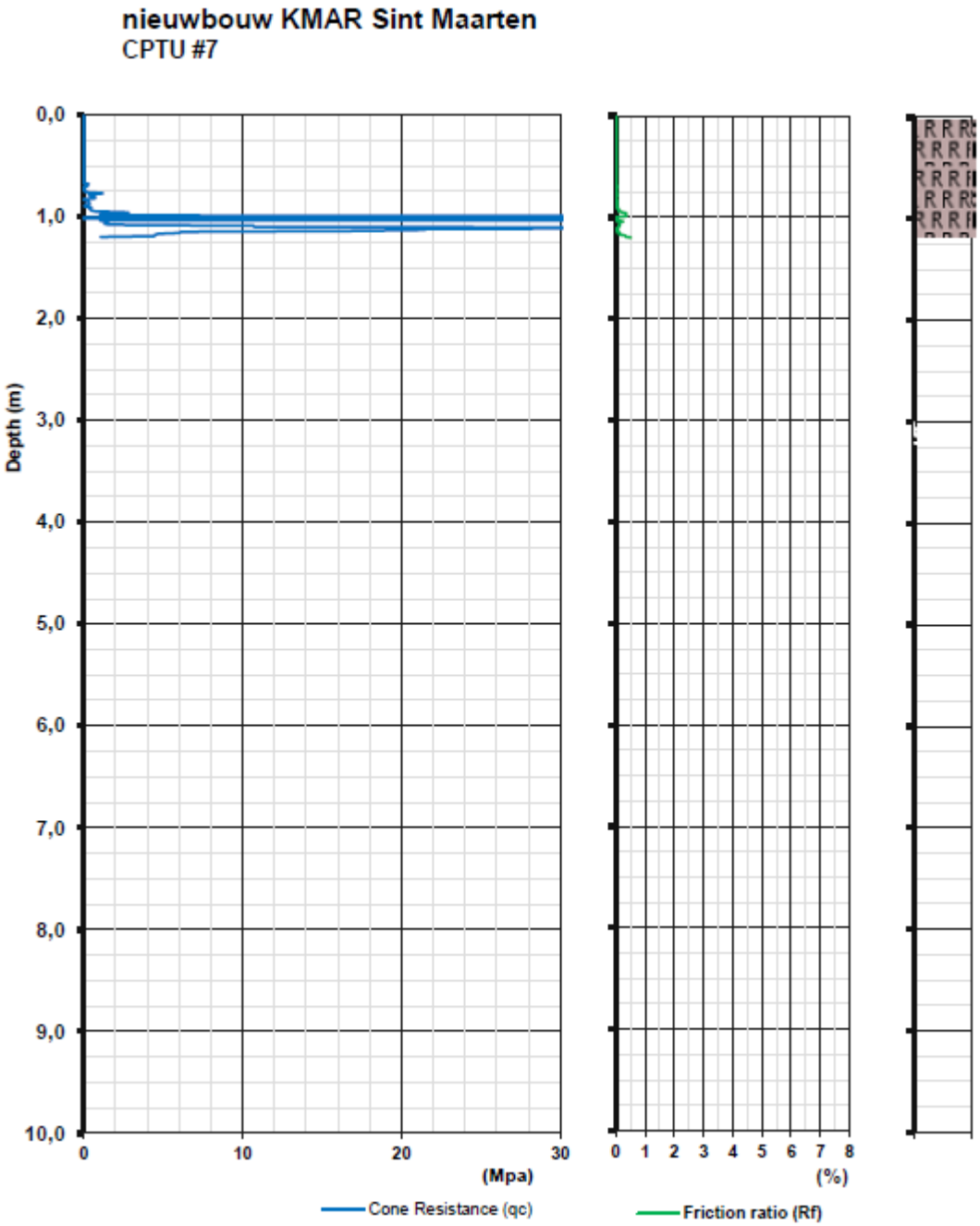


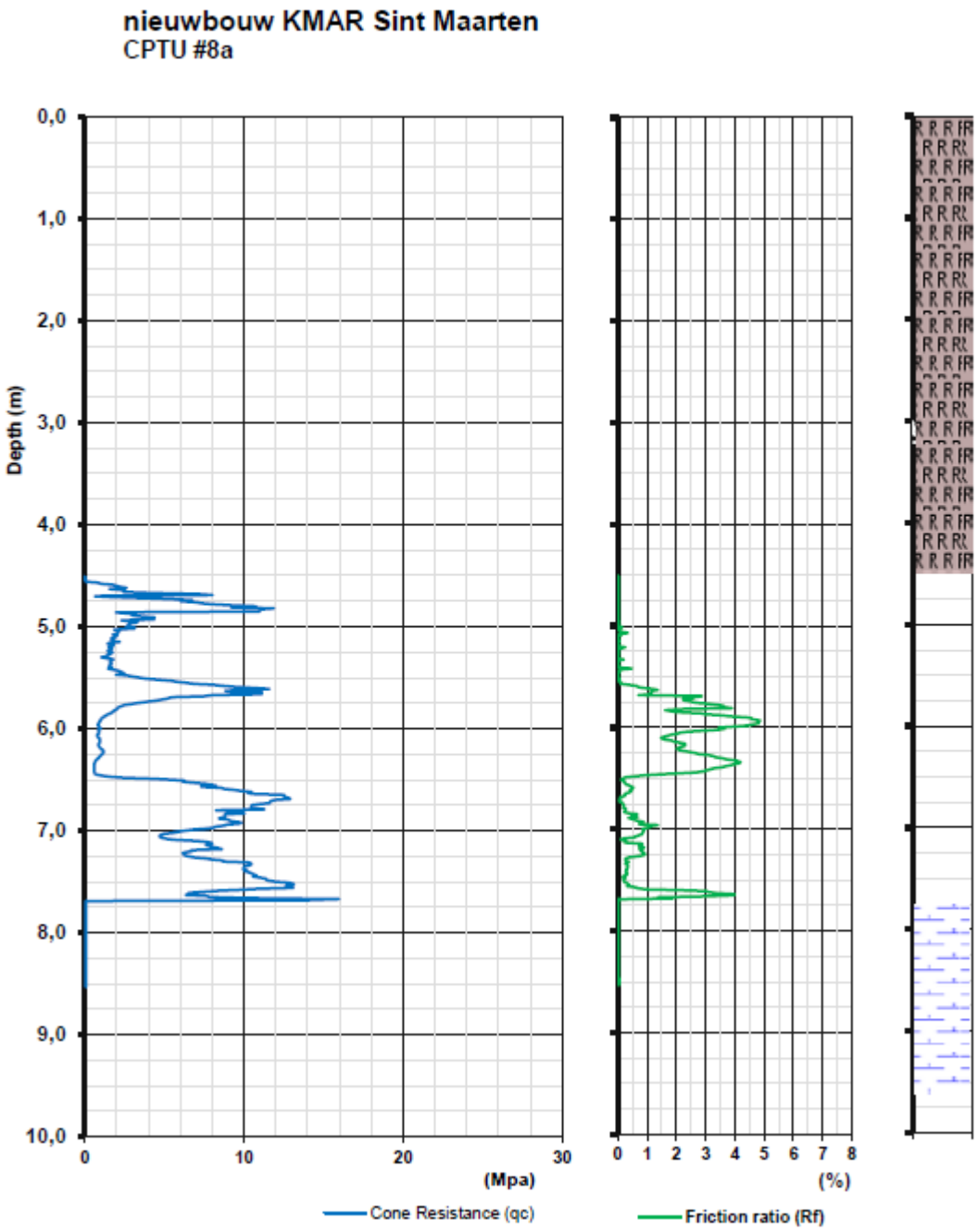
nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #5

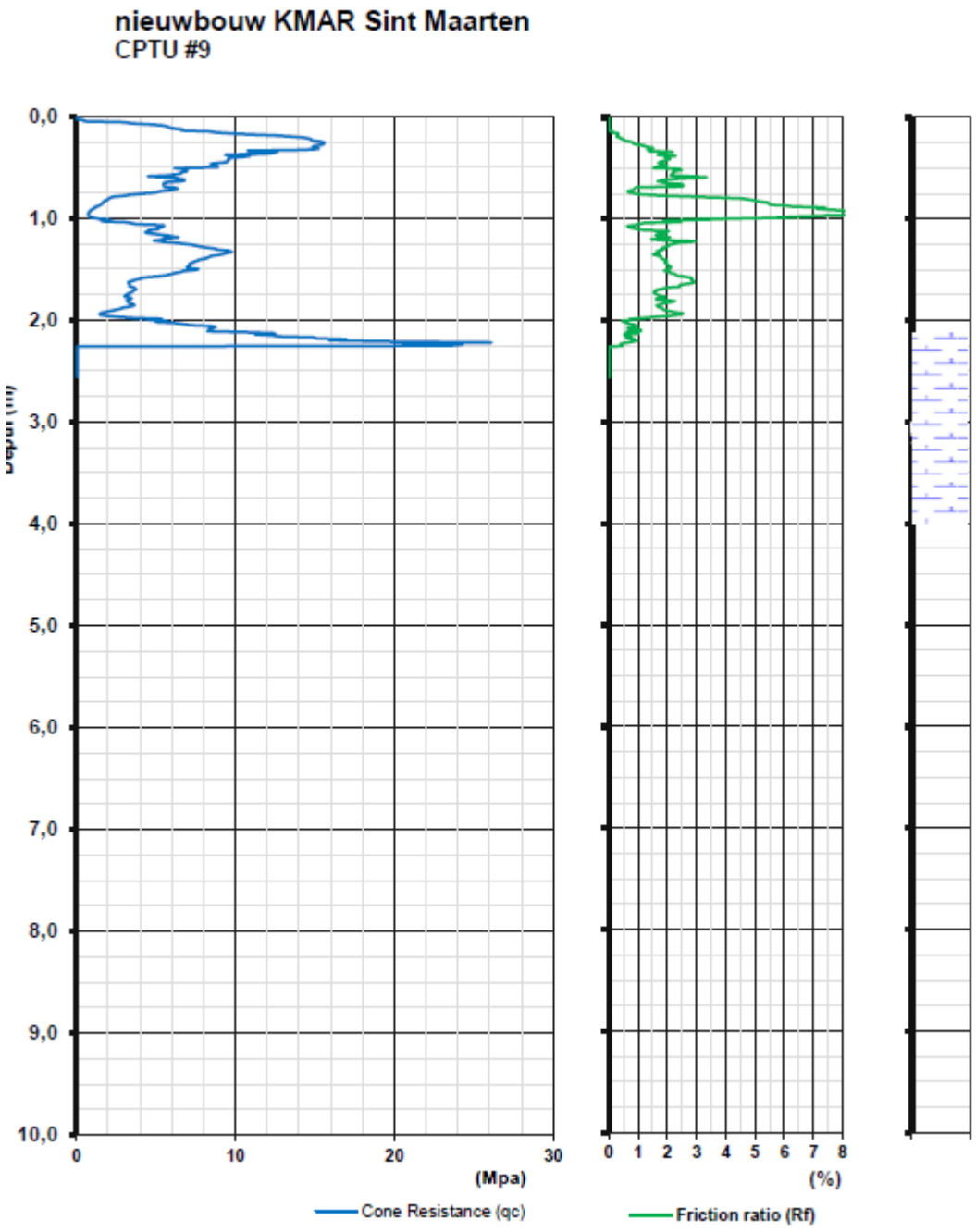


nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #6

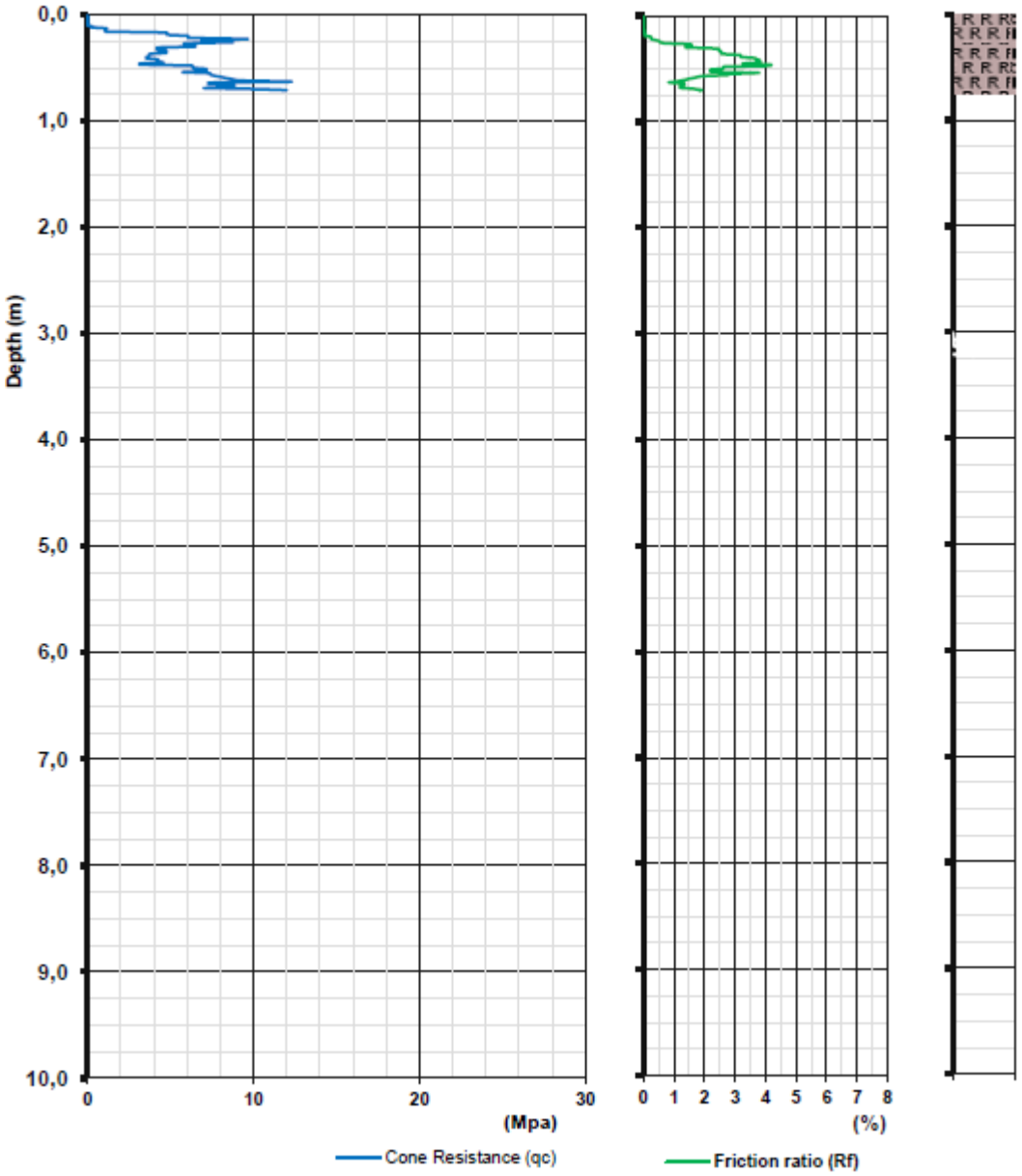



nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #7
Depth (m)
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
0
10
20
30
(Mpa)
Cone Resistance (qc)
0 1 2 3 4 5 6 7 8
(%)
Friction ratio (Rf)


nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #8a
Depth (m)
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
0
10
20
30
(Mpa)
Cone Resistance (qc)
0
1
2
3
4
5
6
7
8
(%)
Friction ratio (Rf)


nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #9
0,0
1,0
2,0
3,0
4,0
5,0
6,0
7,0
8,0
9,0
10,0
0
10
20
30
(Mpa)
Cone Resistance (qc)
0 1 2 3 4 5 6 7 8
(%)
Friction ratio (Rf)

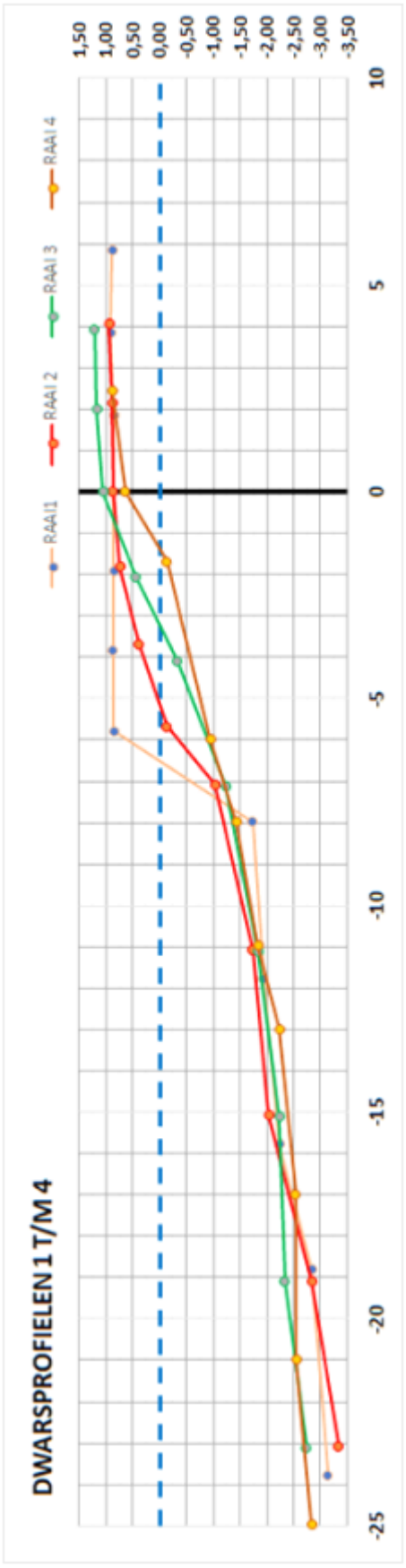
nieuwbouw KMAR Sint Maarten
CPTU #14

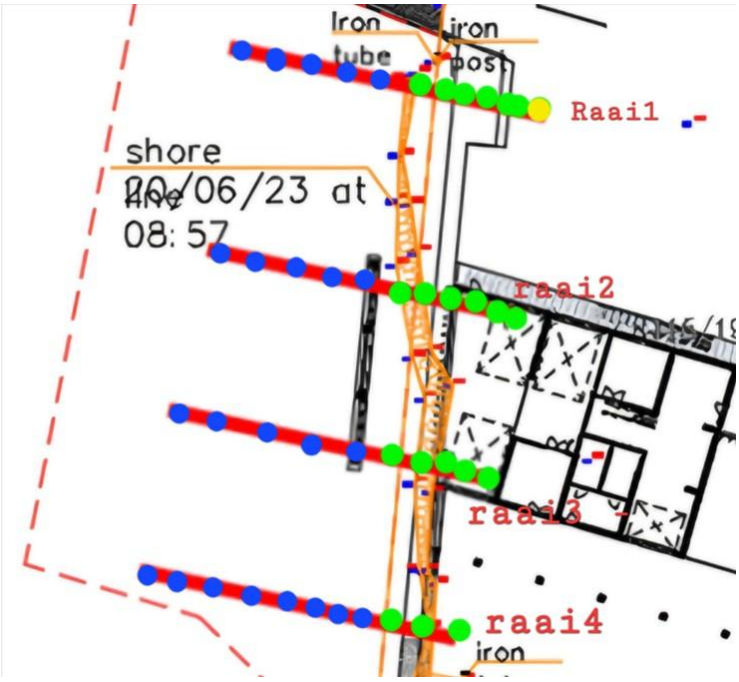


BIJLAGE E INMETING OEVERPROFIEL

X = 0 betreft (bij benadering) de positie van de toekomstige buitengevel

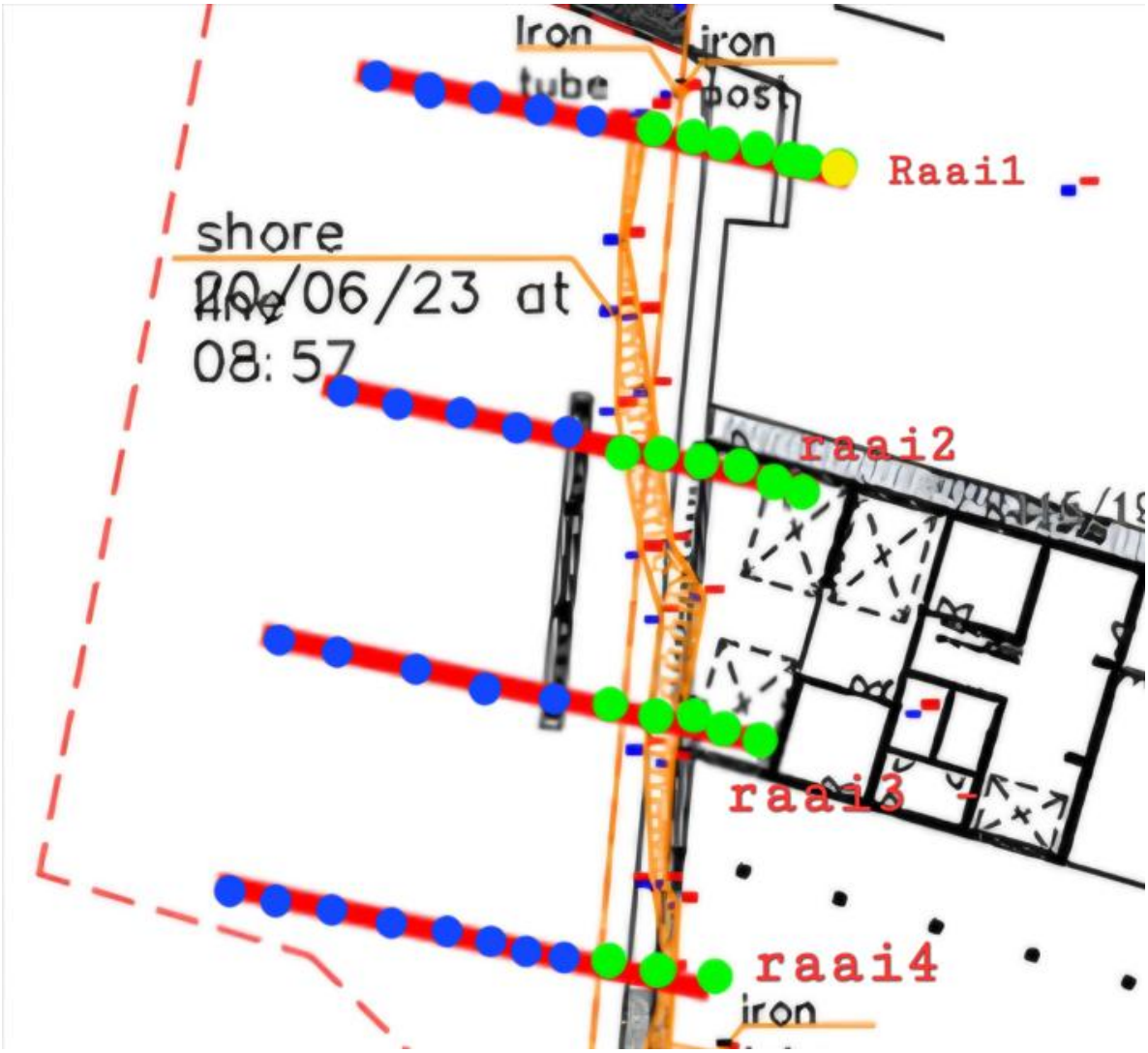
* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4 m.b.t. ingemeten SMP-hoogtes





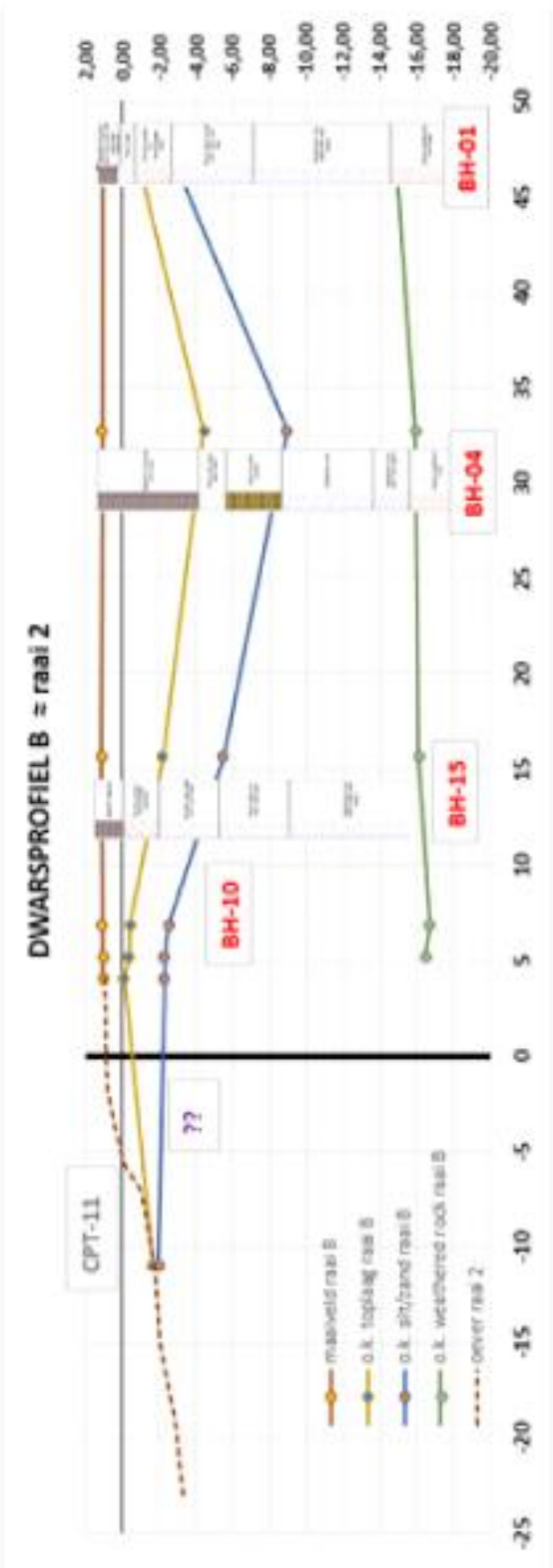
BIJLAGE F INTERPRETATIE GRONDONDERZOEK: DWARSPROFIELEN

(dwarsprofiel B = raai 2)
(dwarsprofiel C = raai 3)
(dwarsprofiel D = raai 4)
* zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4 m.b.t. ingemeten SMP-hoogtes



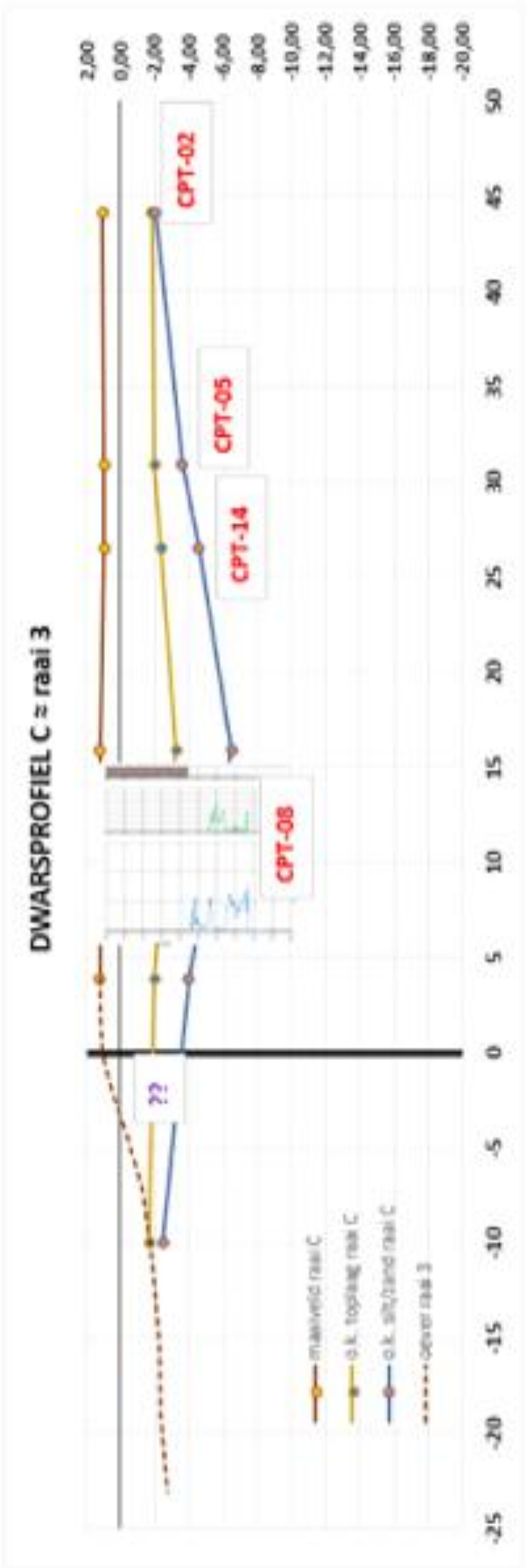
0,0 m = gevellijn waterzijde
(dwarsprofiel B = raai 2)

zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4
m.b.t. ingemeten SMP-hoogtes



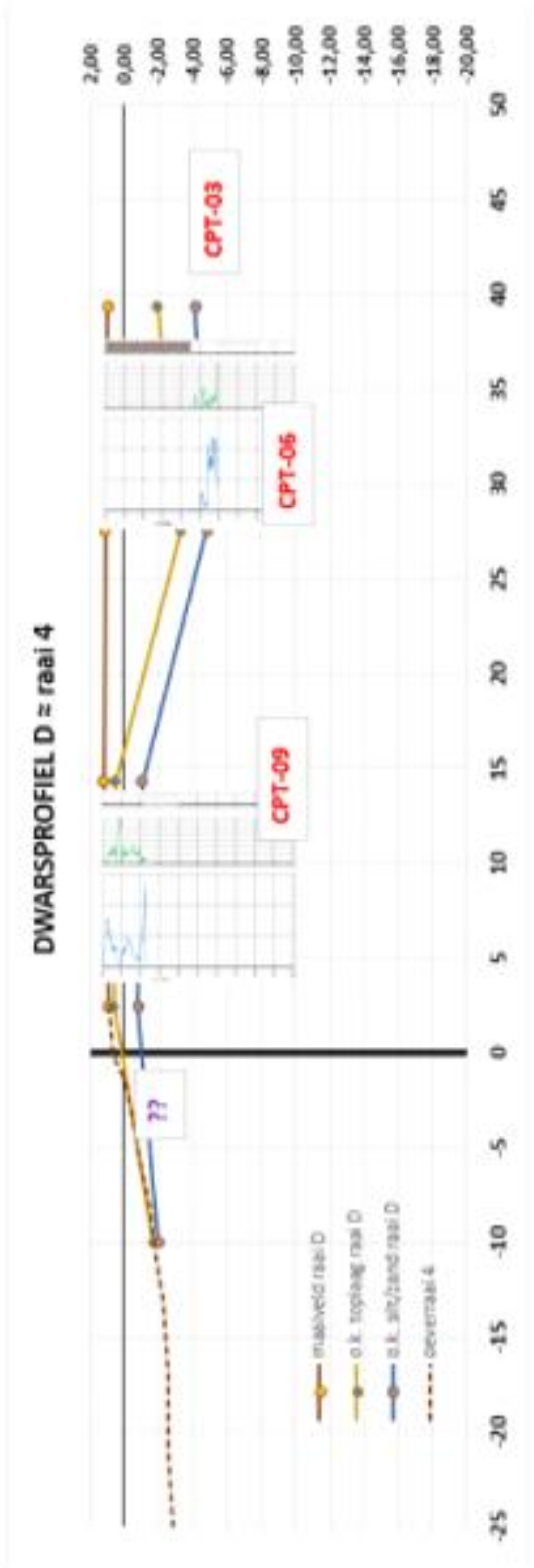
0,0 m = gevellijn waterzijde
(dwarsprofiel C = raai 3)

zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4
m.b.t. ingemeten SMP-hoogtes



0,0 m = gevellijn waterzijde
(dwarsprofiel D = raai 4)

zie opmerking 4 in hoofdstuk 2.1.4
m.b.t. ingemeten SMP-hoogtes



BIJLAGE G RAPPORTAGE SEISMISCHE SONDERINGEN

SCPT Data Analysis Report

Allnamics
The Hague – The Netherlands

Date: May 4, 2025

Report 025-016-01

Introduction

This report has been prepared by BCE on behalf of Allnamics in The Netherlands on April 7, 2025. It contains the results of the analysis of seismic cone penetration testing, which was performed with the BCE SC3-RAV software (version 2020). The testing itself was performed with a single-array module with accelerometers as the seismic sensors

BCE's mission is to provide our clients around the world with state-of-the-art seismic data acquisition and analysis systems, which allow for better and faster diagnostics of the sub-surface.

The company provides state-of-the-art hardware and software solutions for a wide variety of seismic engineering applications. If necessary, BCE will customize their products to suit the requirements of their clients even better.

BCE's products and services consist of

- Seismic Data Acquisition and Signal Conditioning Hardware
- Seismic Data Processing Software
- Applied Seismology Consulting Services
- Seismic Data Processing
- Professional Seminars

For more information, including a more elaborate description of the seismic trace characterization please visit BCE's website (www.bcengineers.com) and for clarifications or additional information please contact our offices:

VMS-BCE
Gerald Verbeek
1411 Cumberland Rd
Tyler, TX 75703
USA

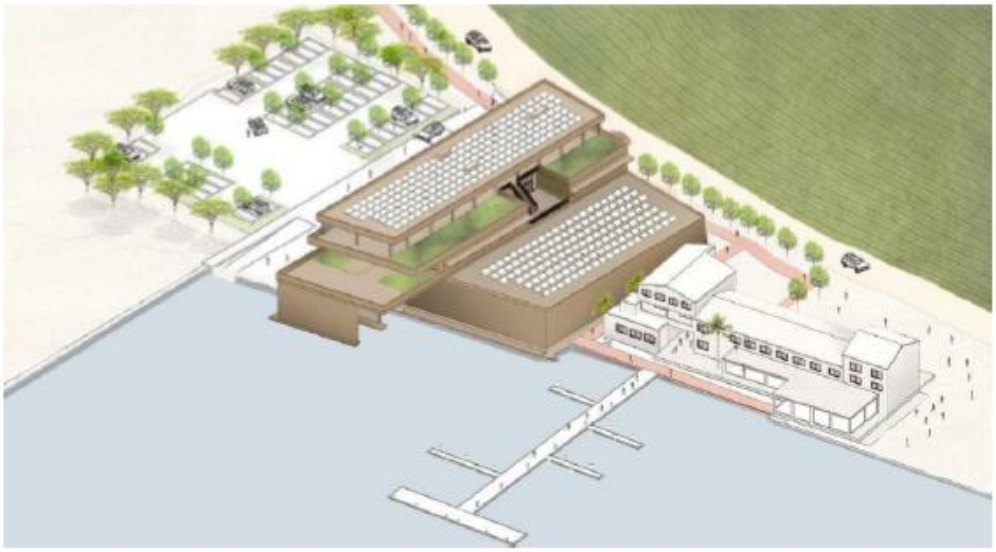
BCE
Erick Baziw
3943 West 32nd Avenue
Vancouver BC
Canada V6S 1Z4

WARNING:

- **BCE is a registered firm with the Engineers and Geoscientists in British Columbia, Canada (permit number 1001142)**
- **BCE warrants and guarantees that the study has been and will be performed and completed in a workmanlike manner, satisfactory, and acceptable to P.S.D. Poland.**
  In case Allnamics considers (part of) the work by BCE to be unacceptable, BCE shall be given the opportunity to resubmit the work in question. BCE shall not invoice Allnamics for such rework.
- **The liability of BCE for this work shall be limited to the amount paid by Allnamics for this study**

Background Information

On the island of Sint Maarten a new facility is to be constructed for the Dutch Koninklijke Marechaussee, a military and police force that is part of the Dutch armed forces, tasked with safeguarding the security of the Netherlands and the Caribbean part of the Kingdom of the Netherlands.



For the design of this facility a soil investigation was performed, which was supposed to include seismic CPT soundings to a depth of at least 30 m. These seismic CPT soundings were primarily meant to assess the impact of potential seismic activity on the foundation of the new structure.

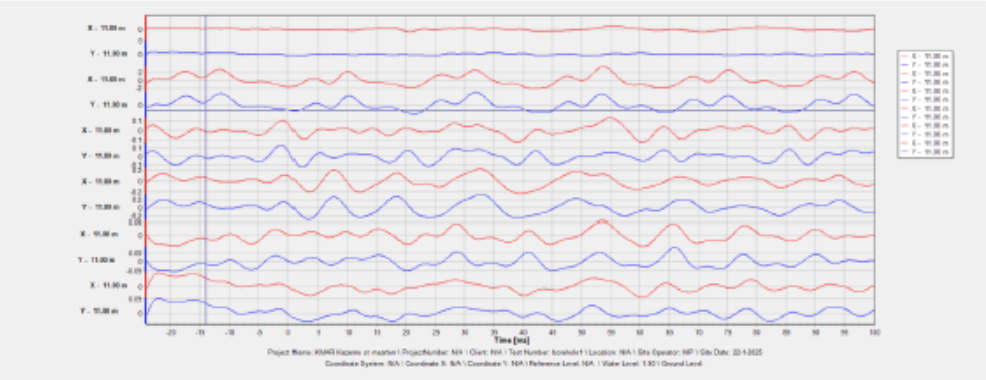
The assessment was to be based on NPR 9998-2020, the Dutch guideline for the assessment of the structural safety of building exposed to earthquakes. In this guideline there are three important parameters for the characterization of the results dereived from the seismic CPT testing:

- the so-called $v_{s,12}$, the average shear wave velocity in the top 12 m of the soil profile
- the so-called $v_{s,30}$, the average shear wave velocity in the top 30 m of the soil profile
- the threshold shear wave velocity value of 300 m/s.

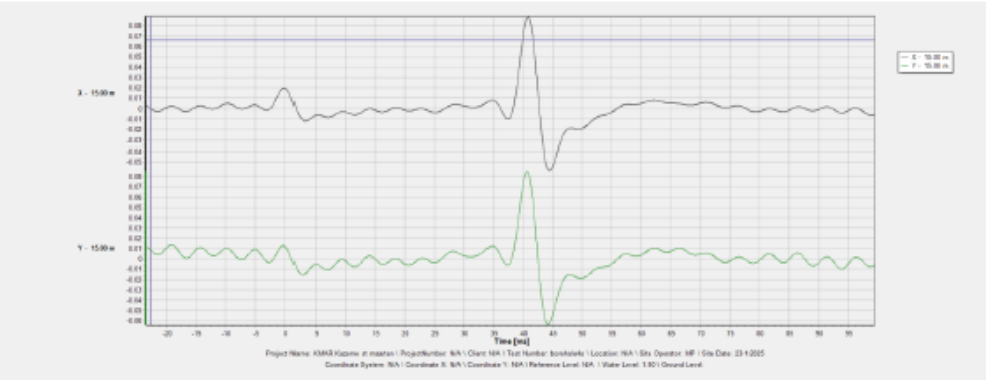
Based on Allnamic's previous experience on Sint Maarten, the soil profile was expected to consist of three major zones: a top layer, followed by a somewhat softer deposit on a weathered rock layer with hard rock underneath. Consequently it was deemed unlikely that CPT sounding could be performed in this soil profile and therefore it was proposed to drill boreholes at both SCPT locations to an ultimate depth of 30 m. Then, after lowering the seismic CPT module to the bottom of the borehole at that instance, attempts would be made to push the seismic CPT module further down as deep as possible, after which the seismic CPT test was to be performed.

Seismic CPT Testing

On January 22, 2025 the first attempt was made in borehole 01. The borehole had been drilled to a depth of approx. 28 m, but pushing in the CPT tubes encountered refusal at approx. 11 m on the boring debris inside the borehole. Unfortunately the results of some 17 tests showed no clear seisic wave signature, which indicated that there was no proper coupling between the seismic module and the borehole wall, leading to the results similar to those shown below.



On January 24, the nex attempt was made in borehole 04. This borehole had been pre-drilled to a depth of approx. 21.5 m, but pushing in the CPT tubes encountered refusal at approx. 15 m on the boring debris inside the borehole. During this attempt the following trace was obtained, which was by far the best of the testing campaign:





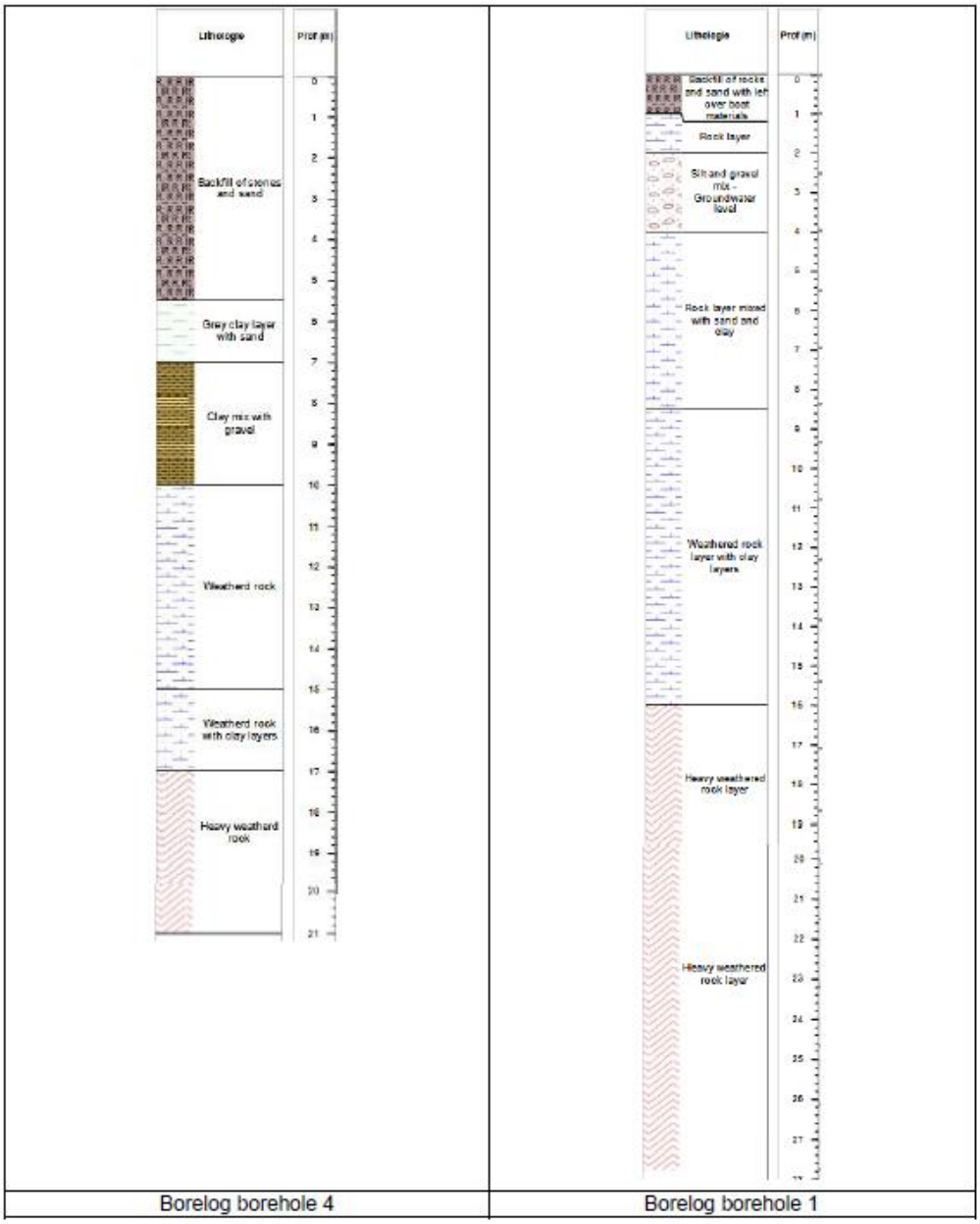
Seismic CPT Test Date Interpretation

Both before and during the seismic CPT testing campaign BCE was consulted in an effort to obtain useful test data that could then be analyzed by BCE to generate a interval shear wave velocity profile for the site.

Despite all challenges discussed above, a clear data trace was obtained, which can be considered adequate for the objective of this soil investigation campaign. This trace was obtained at a depth of 15 m, with a seismic source radial offset of 5 m, resulting in a straight-ray travel distance of 15.81 m. Based on a 38 ms first arrival time of the wave, the average shear wave velocity in the upper 15 m of the soil profile would be 416 m/s.

The confidence level in this interval velocity value is somewhat limited given the lack of collaborating data for that particular location. However, the borelog that was obtained for borehole 4 (as shown on the next page) does provide some useful and important information. The derived average shear wave velocity in the upper 15 m exceeds 400 m/s, which clearly exceeds the threshold value specified in NPR 9998-2020. Based on the borelog it is more than reasonable to assume that the average shear wave velocity between 15 m and 30 m is higher than that for the upper 15 m, and therefore that $v_{s,30}$ exceeds the threshold value of 300 m/s.
Similarly, it is not unreasonable to assume that the v_{12} exceeds this same threshold value as the shear wave velocity between 12 m and 15 m would have to exceed 900 m/s for this not to be the case.

Finally, when comparing the log for borehole 4 with that of borehole 1, the soil profile at borehole 1 should generate at least equal, if not higher values for $v_{s,12}$ and $v_{s,30}$ as the top of the rock layer is only 4 m below grade (compared to 7 m in case of borehole 4). Therefore it is more than reasonable that conclusions regarding the shear wave velocity for the location at borehole 4 can also be considered valid for the location at borehole 1 as well.



Borelog borehole 4	Borelog borehole 1

Conclusion

The efforts to obtain seismic CPT data on Sint Maarten at the site of the new facility for the Dutch Koninklijke Marechaussee turned out to be very difficult. Given the soil and rock at the site, CPT could not be performed and even drilling boreholes to the envisaged depth of 30 m was not achieved. However, a good trace was obtained at a depth of 15 m in borehole 4, which equates to an average shear wave velocity of 416 m/s.

The contract specification required the evaluation of two seismic CPT data sets in accordance with NPR 9998-2020. This guideline contains threshold values for the average shear wave speed in the upper 12 m and the upper 30 m of the depth profile.

Using the successful test at a depth of 15 m, it can be concluded that the shear wave velocity of the relevant formations in the soil profile almost certainly exceeds this threshold value of 300 m/s for both $V_{s,12}$ and $V_{s,30}$

BIJLAGE H-1 SELECTIE IN- EN UITVOER VRIJ UITKRAGENDE DAMWAND

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Allnamics
Date of report:	26-10-2025
Time of report:	13:45:25
Report with version:	18.2.1.20477
Date of calculation:	10/26/2025
Time of calculation:	12:37:36 PM
Calculated with version:	18.2.1.20477
File name:	Z:\..\DSheet\23AA037 AZ13 verankerd (1)
Project identification:	kademuur KMAR Sint Maarten AZ13 verankerd parameters gereduceerd voor effect voorboren

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 4
2.1 Overview per Stage and Test 4
2.2 Anchors and Struts 4
3 Input Data for all Stages 5
3.1 Sheet Piling Properties 5
3.1.1 General properties 5
3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 5
4 Outline Stage 1: uitgangssituatie 6
5 Outline Stage 2: aanbrengen legankers 7
6 Step 6.1 Stage 2: aanbrengen legankers 8
6.1 Calculation Results 8
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 8
7 Step 6.5 Stage 2: aanbrengen legankers 9
7.1 Input Data Left 9
7.1.1 Water Level 9
7.1.2 Surface 9
7.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard 9
7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 9
7.3 Input Data Right 12
7.3.1 Water Level 12
7.3.2 Surface 12
7.4 Calculation Results 12
7.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 12
7.4.2 Moments, Forces and Displacements 13
7.4.3 Charts of Stresses 14
7.4.4 Stresses 14
8 Outline Stage 3: gebruiksfase 16
9 Step 6.1 Stage 3: gebruiksfase 17
9.1 Calculation Results 17
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 17
10 Step 6.5 Stage 3: gebruiksfase 18
10.1 Input Data Left 18
10.1.1 Water Level 18
10.1.2 Surface 18
10.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard 18
10.2 Input Data Right 18
10.2.1 Water Level 18
10.2.2 Surface 18
10.3 Calculation Results 19
10.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
10.3.2 Moments, Forces and Displacements 19
10.3.3 Charts of Stresses 21
10.3.4 Stresses 21
11 Outline Stage 4: aardbeving 23
12 Step 6.1 Stage 4: aardbeving 24
12.1 Calculation Results 24
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 24
13 Step 6.4 Stage 4: aardbeving 25
13.1 Calculation Results 25
13.1.1 Anchors/Struts 25
14 Step 6.5 Stage 4: aardbeving 26
14.1 Input Data Left 26
14.1.1 Water Level 26
14.1.2 Surface 26
14.2 Input Data Right 26
14.2.1 Water Level 26
14.2.2 Surface 26
14.2.3 Soil Material Properties in Profile: bij aardbeving 26
14.3 Calculation Results 27
14.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 27
14.3.2 Charts of Stresses 28
14.3.3 Anchors/Struts 28

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		3,28	-4,32	0,0	9,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2		2,86	-3,73	0,0	9,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3		11,60	-15,94	0,0	11,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		10,69	-14,46	0,0	11,8	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	-0,1	-0,33	0,69	0,0	6,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-0,40	0,83			
2	EC7(NL)-Step 6.1		23,34	-31,09	0,0	15,8	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		22,32	-29,37	0,0	15,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		31,79	-42,04	0,0	18,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		30,54	-39,93	0,0	18,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-2,3	4,53	-6,45	0,0	7,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		5,44	-7,74			
3	EC7(NL)-Step 6.1		-24,63	41,50	21,7	24,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		29,91	-46,51	24,8	27,6	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		27,07	46,91	25,5	28,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		34,80	-54,12	**28,6**	**31,6**	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	-7,5	-23,12	30,99	10,1	11,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-27,74	37,18			
4	EC7(NL)-Step 6.1		**-111,83**	156,59	17,4	19,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2		-88,00	165,57	20,0	22,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3		-111,61	161,81	18,4	20,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		-89,07	**170,71**	21,0	23,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	**-15,3**	-92,67	126,96	9,0	10,1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-111,21	152,35			
Max		**-15,3**	**-111,83**	**170,71**	**28,6**	**31,6**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut leganker SMP +0,40	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.1	29,77	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.2	27,23	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	31,01	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	28,76	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	32,10	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.1	80,48	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.2	68,51	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	81,59	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	70,14	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	**82,30**	Elastic
Max		**82,30**	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

3 Input Data for all Stages

3.1 Sheet Piling Properties

Length	5,00 m
Level top side	0,70 m
Number of sections	2
q_b;max	15,00 MPa
Xi factor	1,39

3.1.1 General properties

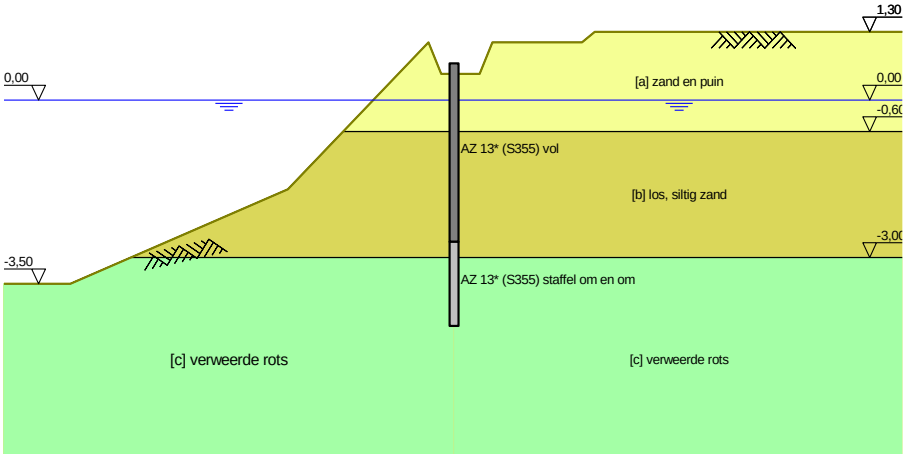
Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 13* (S355) vol	-2,70	0,70	Steel	1,00
AZ 13* (S355) s...	-4,30	-2,70	Steel	1,00

3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 13* (S355) vol	4,1370E+04	1,00	4,1370E+04	
AZ 13* (S355) s...	2,0685E+04	1,00	2,0685E+04	

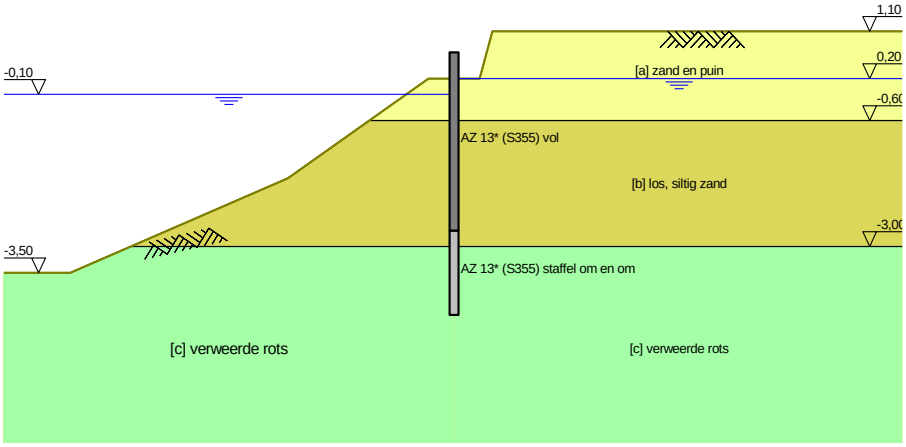
4 Outline Stage 1: uitgangssituatie

Outline - Stage 1: uitgangssituatie



5 Outline Stage 2: aanbrengen legankers

Outline - Stage 2: aanbrengen legankers

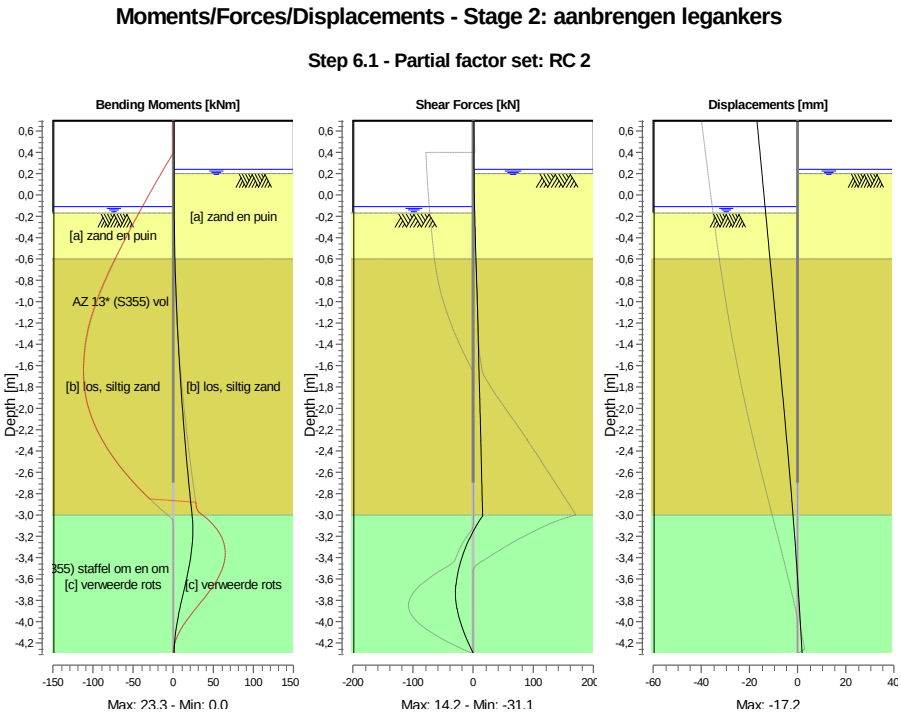


6 Step 6.1 Stage 2: aanbrengen legankers

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



7 Step 6.5 Stage 2: aanbrengen legankers

7.1 Input Data Left

7.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

7.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,20
0,50	0,20
1,00	0,20
6,50	-1,70
15,00	-3,50

7.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[°]
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b] los, siltig zand	-0,60	18,00	19,00	0,00	20,00	10,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b] los, siltig zand	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
	[m]	Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b] los, siltig zand	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
	[m]	Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,16	0,3	3,6	0,32	0,32	4,52
2	0,12	0,5	7,2	0,32	0,32	4,52
3	0,08	0,8	10,9	0,32	0,32	4,53
4	0,04	1,0	14,5	0,32	0,32	4,53
5	0,00	1,2	17,2	0,32	0,32	4,53
6	0,00	1,3	18,5	0,32	0,32	4,53
7	-0,02	1,4	19,9	0,32	0,32	4,53
8	-0,04	1,5	21,7	0,32	0,32	4,54
9	-0,06	1,7	23,5	0,32	0,33	4,54
10	-0,08	1,8	25,3	0,32	0,34	4,54
11	-0,10	1,9	26,7	0,32	0,36	4,54
12	-0,10	1,9	27,5	0,32	0,36	4,55
13	-0,13	2,0	16,0	0,32	0,36	2,54
14	-0,17	2,1	8,6	0,32	0,37	1,29
15	-0,20	2,2	8,5	0,32	0,37	1,22
16	-0,23	2,3	8,2	0,32	0,38	1,13
17	-0,27	2,4	7,9	0,32	0,38	1,05
18	-0,27	2,5	7,6	0,32	0,38	1,00

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
19	-0,30	2,6	7,2	0,32	0,38	0,91
20	-0,33	2,7	5,6	0,32	0,38	0,68
21	-0,37	2,8	4,4	0,32	0,37	0,52
22	-0,40	2,9	3,4	0,33	0,37	0,39
23	-0,43	3,0	3,0	0,33	0,33	0,33
24	-0,43	3,0	2,9	0,33	0,33	0,33
25	-0,47	3,1	2,7	0,33	0,33	0,33
26	-0,50	3,2	2,5	0,33	0,33	0,33
27	-0,53	3,3	2,3	0,33	0,33	0,33
28	-0,57	3,4	2,3	0,33	0,33	0,33
29	-0,60	3,5	2,0	0,33	0,33	0,33
30	-0,60	4,9	12,1	0,46	0,46	1,13
31	-0,64	5,0	12,5	0,46	0,52	1,14
32	-0,69	5,2	12,9	0,46	0,52	1,15
33	-0,73	5,4	13,4	0,46	0,53	1,15
34	-0,78	5,6	13,9	0,47	0,53	1,16
35	-0,82	5,7	14,3	0,47	0,54	1,17
36	-0,82	5,8	14,5	0,47	0,54	1,17
37	-0,86	5,9	14,9	0,47	0,54	1,18
38	-0,91	6,1	15,4	0,47	0,54	1,19
39	-0,95	6,3	15,9	0,47	0,55	1,20
40	-1,00	6,5	16,4	0,48	0,55	1,21
41	-1,04	6,6	16,8	0,48	0,56	1,21
42	-1,04	6,7	17,0	0,48	0,56	1,22
43	-1,08	6,8	17,4	0,48	0,56	1,22
44	-1,13	7,0	17,9	0,48	0,57	1,23
45	-1,17	7,1	18,4	0,48	0,58	1,24
46	-1,22	7,2	19,0	0,48	0,58	1,25
47	-1,26	7,3	19,4	0,48	0,59	1,26
48	-1,26	7,4	19,6	0,48	0,59	1,26
49	-1,30	7,5	20,0	0,48	0,59	1,27
50	-1,35	7,6	20,6	0,47	0,59	1,28
51	-1,39	7,8	21,1	0,47	0,60	1,28
52	-1,44	7,9	21,6	0,47	0,60	1,29
53	-1,48	8,0	22,0	0,47	0,61	1,30
54	-1,48	8,1	22,3	0,47	0,61	1,30
55	-1,52	8,2	22,7	0,47	0,61	1,31
56	-1,57	8,3	23,3	0,47	0,61	1,32
57	-1,61	8,4	23,8	0,47	0,62	1,33
58	-1,66	8,5	24,4	0,47	0,62	1,33
59	-1,70	8,6	24,8	0,47	0,62	1,34
60	-1,70	8,7	25,1	0,47	0,62	1,34
61	-1,74	8,8	25,5	0,47	0,63	1,35
62	-1,78	8,9	26,0	0,47	0,63	1,36
63	-1,82	9,0	26,5	0,46	0,63	1,36
64	-1,86	9,1	27,0	0,46	0,63	1,37
65	-1,90	9,2	27,4	0,46	0,64	1,38
66	-1,90	9,3	27,6	0,46	0,64	1,38
67	-1,94	9,4	28,0	0,46	0,64	1,38
68	-1,98	9,5	28,6	0,46	0,64	1,39
69	-2,02	9,6	29,1	0,46	0,64	1,40
70	-2,06	9,7	29,6	0,46	0,64	1,40
71	-2,10	9,8	30,0	0,46	0,65	1,41
72	-2,10	9,9	30,3	0,46	0,65	1,41
73	-2,14	9,9	29,3	0,46	0,65	1,35
74	-2,18	10,0	32,6	0,46	0,65	1,49
75	-2,22	10,1	31,8	0,46	0,65	1,43
76	-2,26	10,2	32,3	0,45	0,65	1,44
77	-2,30	10,3	32,7	0,45	0,65	1,44
78	-2,30	10,4	33,0	0,45	0,65	1,44
79	-2,34	10,4	33,4	0,45	0,65	1,45
80	-2,38	10,5	33,9	0,45	0,66	1,45
81	-2,42	10,6	34,5	0,45	0,66	1,46

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
82	-2,46	10,7	35,0	0,45	0,66	1,46
83	-2,50	10,8	35,4	0,45	0,66	1,47
84	-2,50	10,9	35,7	0,45	0,66	1,47
85	-2,54	10,9	36,1	0,45	0,66	1,48
86	-2,58	11,0	36,7	0,45	0,66	1,48
87	-2,62	11,1	37,2	0,45	0,66	1,49
88	-2,66	11,2	37,8	0,44	0,66	1,49
89	-2,70	11,3	38,2	0,44	0,67	1,50
90	-2,70	11,4	38,4	0,44	0,67	1,50
91	-2,73	11,4	38,7	0,44	0,67	1,50
92	-2,76	11,5	39,2	0,44	0,67	1,50
93	-2,79	11,6	39,6	0,44	0,67	1,51
94	-2,82	11,6	40,0	0,44	0,67	1,51
95	-2,85	11,7	40,3	0,44	0,67	1,52
96	-2,85	11,7	40,5	0,44	0,67	1,52
97	-2,88	11,8	40,8	0,44	0,67	1,52
98	-2,91	11,9	41,3	0,44	0,67	1,52
99	-2,94	11,9	41,7	0,44	0,67	1,53
100	-2,97	12,0	42,1	0,44	0,67	1,53
101	-3,00	12,1	42,4	0,22	0,67	3,06
102	-3,00	-3,6	414,3	0,00	0,67	29,67
103	-3,04	-3,5	322,0	0,00	0,38	22,79
104	-3,09	-3,4	299,3	0,00	0,38	20,86
105	-3,13	-3,2	293,3	0,00	0,38	20,13
106	-3,17	-3,1	292,0	0,00	0,38	19,74
107	-3,22	-3,0	292,4	0,00	0,38	19,55
108	-3,22	-2,9	293,0	0,00	0,38	19,45
109	-3,26	-2,8	292,5	0,00	0,39	19,21
110	-3,30	-2,7	290,2	0,00	0,39	18,78
111	-3,35	-2,6	288,1	0,00	0,39	18,38
112	-3,39	-2,5	286,0	0,00	0,39	18,00
113	-3,43	-2,4	284,5	0,00	0,39	17,72
114	-3,43	-2,3	283,5	0,00	0,39	17,53
115	-3,48	-2,2	282,9	0,00	0,39	17,32
116	-3,52	-2,1	283,4	0,00	0,39	17,12
117	-3,56	-2,0	284,1	0,00	0,39	16,93
118	-3,61	-1,9	284,7	0,00	0,39	16,75
119	-3,65	-1,8	285,2	0,00	0,39	16,62
120	-3,65	-1,8	285,6	0,00	0,39	16,53
121	-3,69	-1,7	286,1	0,00	0,39	16,40
122	-3,74	-1,6	286,8	0,00	0,39	16,23
123	-3,78	-1,5	287,5	0,00	0,39	16,07
124	-3,82	-1,4	288,2	0,00	0,39	15,91
125	-3,87	-1,3	288,9	0,00	0,39	15,80
126	-3,87	-1,3	289,3	0,00	0,39	15,73
127	-3,91	-1,2	290,1	0,00	0,39	15,63
128	-3,95	-1,1	291,0	0,00	0,39	15,50
129	-4,00	-1,0	292,0	0,00	0,40	15,36
130	-4,04	-0,9	292,9	0,00	0,40	15,23
131	-4,08	-0,9	293,7	0,00	0,40	15,14
132	-4,08	-0,8	294,1	0,00	0,40	15,08
133	-4,13	-0,7	294,8	0,00	0,40	14,98
134	-4,17	-0,6	295,8	0,00	0,40	14,86
135	-4,21	-0,5	296,7	0,00	0,40	14,74
136	-4,26	-0,4	297,6	0,00	0,40	14,62
137	-4,30	-0,4	298,2	0,00	0,40	14,53

7.3 Input Data Right

7.3.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

7.3.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,20
1,00	0,20
1,50	1,10

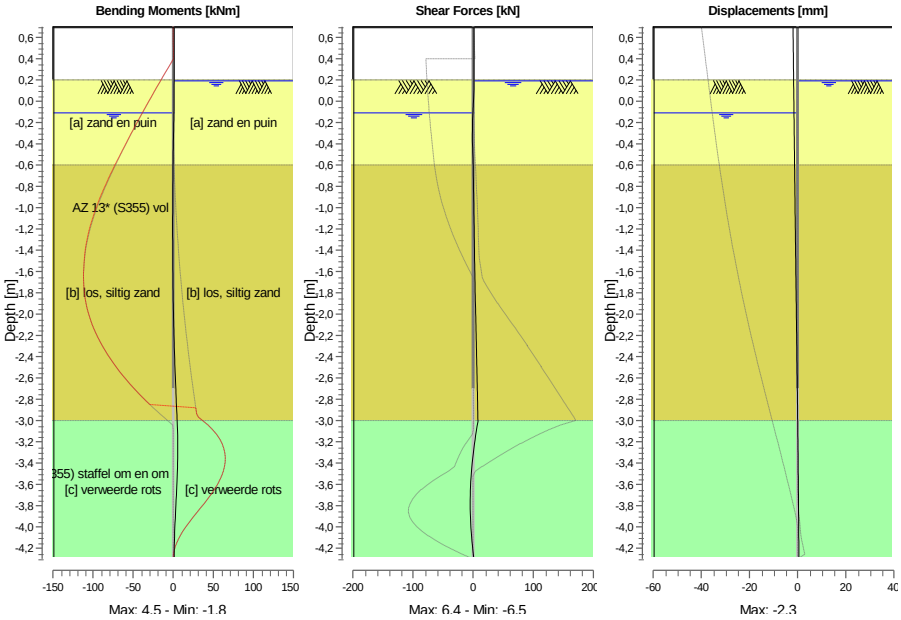
7.4 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 2: aanbrengen legankers

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



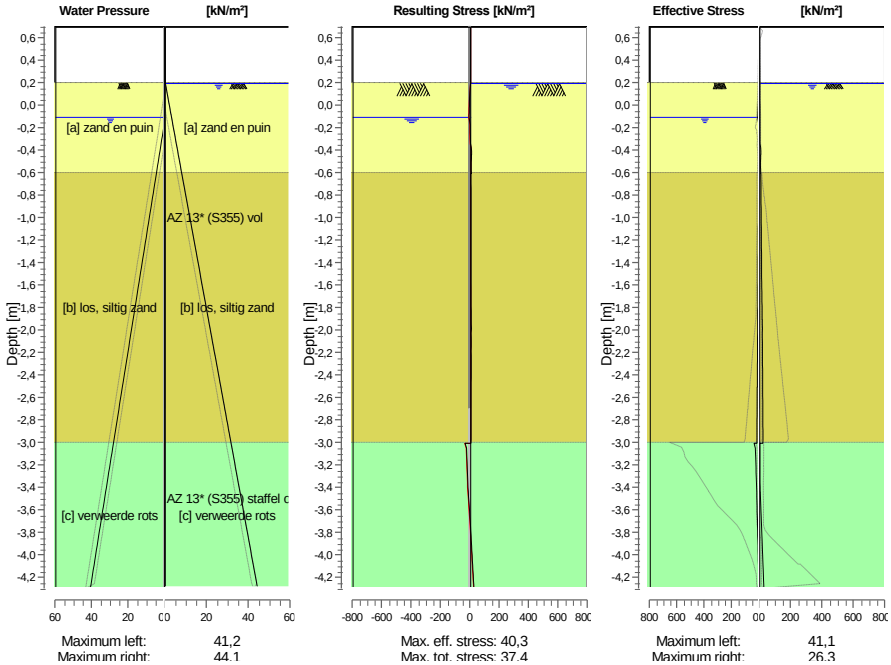
7.4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**-2,3**
1	0,50	0,00	0,00	-2,2
2	0,50	0,00	0,00	-2,2
2	0,40	0,00	0,00	-2,1
3	0,40	0,00	0,00	-2,1
3	0,20	0,00	0,00	-2,0
4	0,20	0,00	0,00	-2,0
4	0,00	-0,08	-1,07	-1,9
5	0,00	-0,08	-1,07	-1,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
5	-0,10	-0,23	-2,02	-1,9
6	-0,10	-0,23	-2,02	-1,9
6	-0,27	-0,65	-2,72	-1,8
7	-0,27	-0,65	-2,72	-1,8
7	-0,43	-1,09	-2,34	-1,7
8	-0,43	-1,09	-2,34	-1,7
8	-0,60	-1,41	-1,48	-1,6
9	-0,60	-1,41	-1,48	-1,6
9	-0,82	-1,68	-0,93	-1,5
10	-0,82	-1,68	-0,93	-1,5
10	-1,04	-1,82	-0,33	-1,4
11	-1,04	-1,82	-0,33	-1,4
11	-1,26	-1,82	0,28	-1,3
12	-1,26	-1,82	0,28	-1,3
12	-1,48	-1,69	0,88	-1,2
13	-1,48	-1,69	0,88	-1,2
13	-1,70	-1,43	1,52	-1,1
14	-1,70	-1,43	1,52	-1,1
14	-1,90	-1,06	2,26	-1,0
15	-1,90	-1,06	2,26	-1,0
15	-2,10	-0,52	3,11	-0,8
16	-2,10	-0,52	3,11	-0,8
16	-2,30	0,19	3,93	-0,7
17	-2,30	0,19	3,93	-0,7
17	-2,50	1,05	4,68	-0,6
18	-2,50	1,05	4,68	-0,6
18	-2,70	2,06	5,38	-0,5
19	-2,70	2,06	5,37	-0,5
19	-2,85	2,90	5,89	-0,4
20	-2,85	2,90	5,89	-0,4
20	-3,00	3,82	**6,41**	-0,3
21	-3,00	3,82	6,36	-0,3
21	-3,22	**4,53**	0,56	-0,2
22	-3,22	**4,53**	0,49	-0,2
22	-3,43	4,15	-3,80	-0,1
23	-3,43	4,15	-3,85	-0,1
23	-3,65	3,02	-6,15	-0,1
24	-3,65	3,02	-6,16	-0,1
24	-3,87	1,64	-6,22	0,0
25	-3,87	1,64	-6,20	0,0
25	-4,08	0,49	-4,16	0,1
26	-4,08	0,49	-4,11	0,1
26	-4,30	0,00	-0,03	0,2
Max		**4,53**	**6,41**	**-2,3**
Max, minor nodes incl.		4,53	-6,45	-2,3

7.4.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: aanbrengen legankers



7.4.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,20	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	0,20	0,00	0,00	P		0,00	0,00	A	
4	0,00	10,71	0,00	2	62	0,61	1,96	A	
5	0,00	11,23	0,00	2	61	0,66	1,96	A	
5	-0,10	14,30	0,00	2	54	0,95	2,94	A	
6	-0,10	14,62	0,00	2	53	1,00	2,94	A	
6	-0,27	6,66	1,64	3	84	1,48	4,58	A	
7	-0,27	6,50	1,64	3	85	1,54	4,58	A	
7	-0,43	2,96	3,27	P		6,65	6,21	A	
8	-0,43	3,01	3,27	P		6,24	6,21	A	
8	-0,60	3,51	4,91	P		5,54	7,85	A	
9	-0,60	7,50	4,91	2	62	7,03	7,85	A	
9	-0,82	8,61	7,06	2	60	8,29	10,01	A	
10	-0,82	8,73	7,06	2	60	8,43	10,01	A	
10	-1,04	9,72	9,22	2	58	9,56	12,16	A	
11	-1,04	9,84	9,22	2	58	9,68	12,16	A	
11	-1,26	10,90	11,38	2	56	10,73	14,32	A	
12	-1,26	11,02	11,38	2	56	10,85	14,32	A	
12	-1,48	12,10	13,54	2	55	11,84	16,48	A	
13	-1,48	12,22	13,54	2	55	11,95	16,48	A	
13	-1,70	13,31	15,70	2	54	13,63	18,64	A	

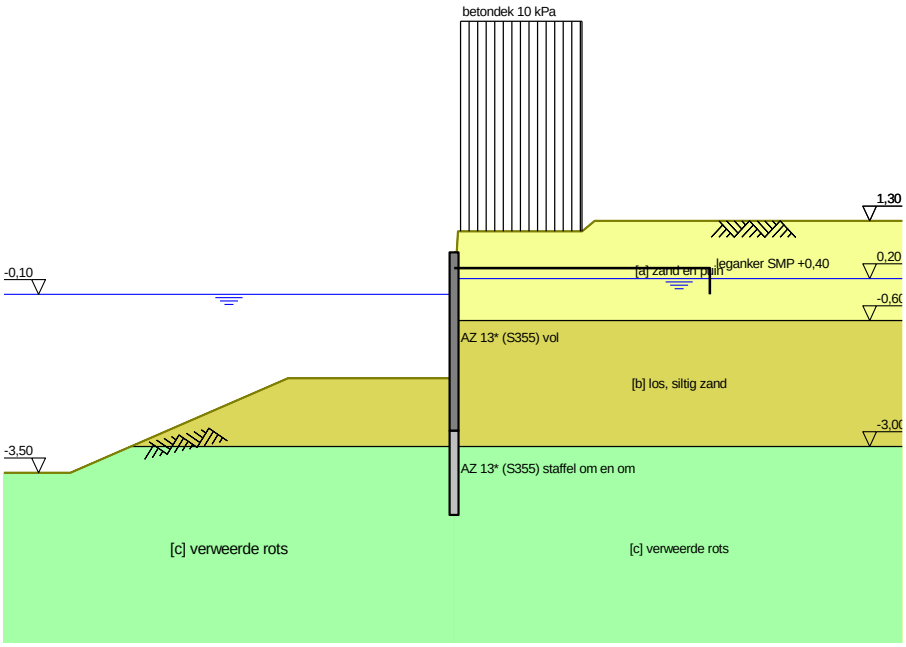
Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
14	-1,70	13,43	15,70	2	53	13,83	18,64	A	
14	-1,90	14,44	17,66	2	53	15,54	20,60	A	16
15	-1,90	14,56	17,66	2	53	15,73	20,60	A	16
15	-2,10	15,58	19,62	2	52	16,87	22,56	A	16
16	-2,10	15,70	19,62	2	52	16,96	22,56	A	16
16	-2,30	16,76	21,58	2	51	17,75	24,52	A	16
17	-2,30	16,88	21,58	2	51	17,84	24,52	A	16
17	-2,50	17,92	23,54	2	51	18,62	26,49	A	16
18	-2,50	18,05	23,54	2	50	18,71	26,49	A	16
18	-2,70	19,06	25,51	1	50	19,49	28,45	A	16
19	-2,70	19,14	25,51	1	50	19,56	28,45	A	16
19	-2,85	19,56	26,98	1	48	20,14	29,92	A	17
20	-2,85	19,63	26,98	1	48	20,20	29,92	A	17
20	-3,00	20,06	28,45	1	24	19,35	31,39	1	
21	-3,00	41,07	28,45	1	5	0,72	31,39	A	
21	-3,22	27,03	30,57	1	5	1,32	33,52	A	
22	-3,22	27,11	30,57	1	5	1,38	33,52	A	
22	-3,43	21,85	32,70	1	4	2,87	35,64	1	
23	-3,43	21,94	32,70	1	4	2,95	35,64	1	
23	-3,65	17,35	34,83	1	3	9,15	37,77	1	
24	-3,65	17,44	34,83	1	3	9,23	37,77	1	
24	-3,87	13,28	36,95	1		15,01	39,89	1	1
25	-3,87	13,36	36,95	1		15,09	39,89	1	1
25	-4,08	9,45	39,08	1		20,66	42,02	1	2
26	-4,08	9,54	39,08	1		20,74	42,02	1	2
26	-4,30	5,71	41,20	1		26,25	44,15	1	2

*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

8 Outline Stage 3: gebruiksfase

Outline - Stage 3: gebruiksfase

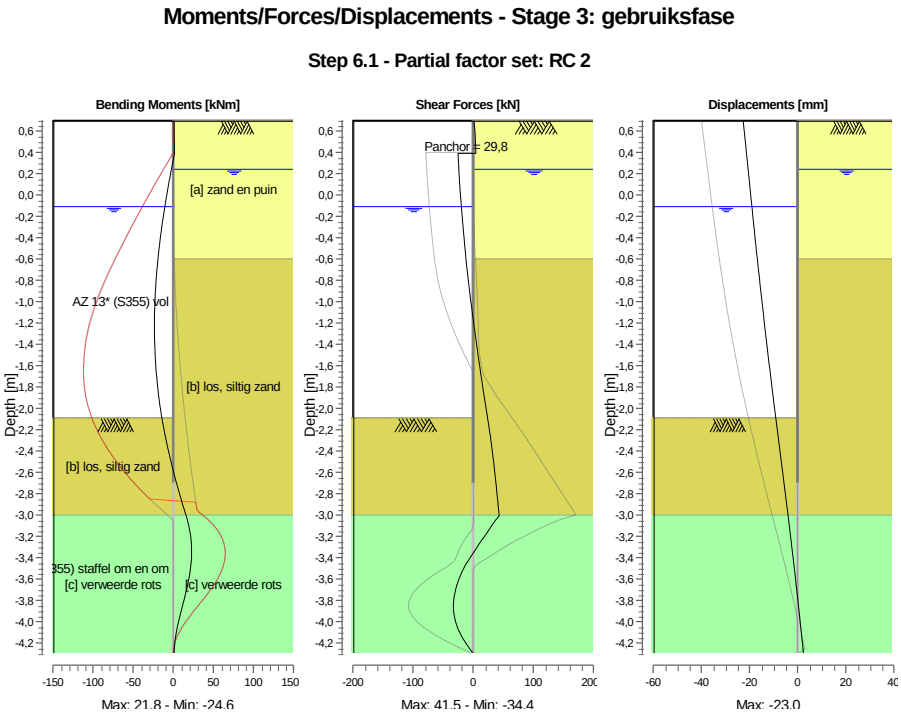


9 Step 6.1 Stage 3: gebruiksfase

9.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10 Step 6.5 Stage 3: gebruiksfase

10.1 Input Data Left

10.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

10.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,70
6,50	-1,70
15,00	-3,50

10.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[°]
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b] los, siltig zand	-0,60	18,00	19,00	0,00	20,00	10,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b] los, siltig zand	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b] los, siltig zand	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

10.2 Input Data Right

10.2.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

10.2.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,70
0,10	0,70
0,15	1,10
5,00	1,10
5,50	1,30

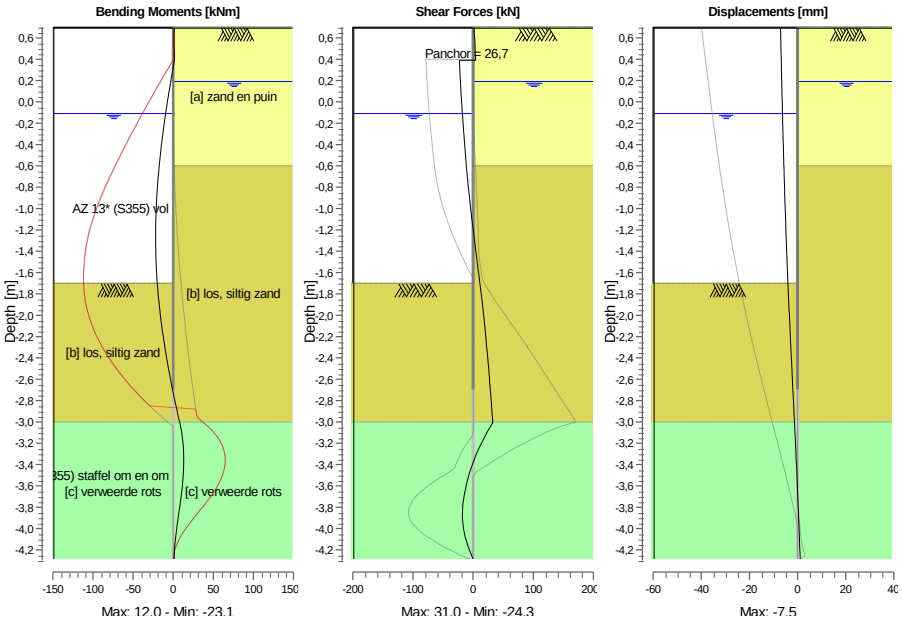
10.3 Calculation Results

Number of iterations: 3

10.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: gebruiksfase

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2

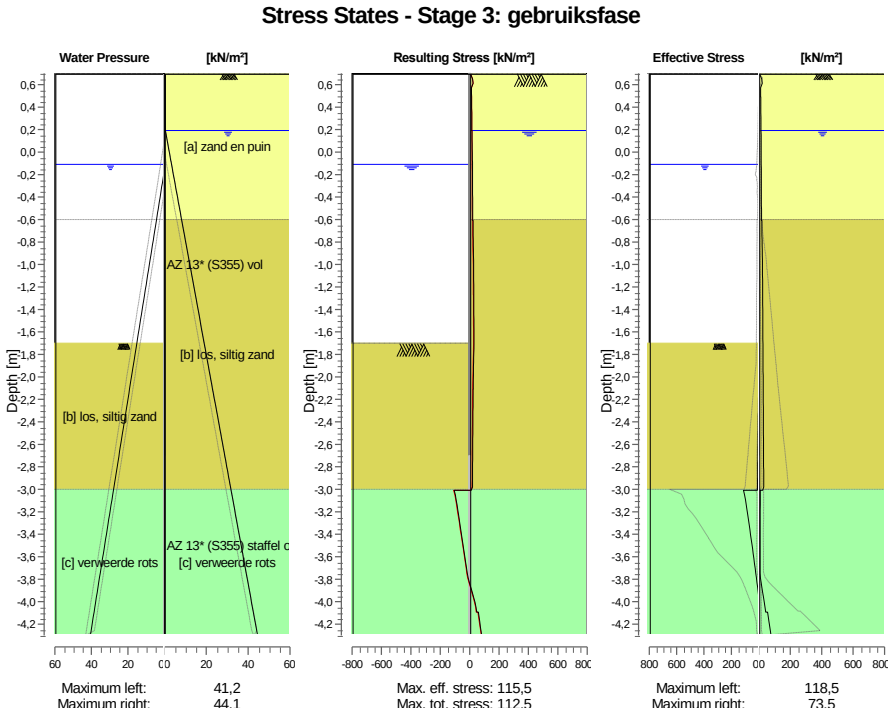


10.3.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**-7,5**
1	0,50	0,19	1,79	-7,3
2	0,50	0,19	1,79	-7,3
2	0,40	0,41	2,47	-7,2
3	0,40	0,41	-24,27	-7,2
3	0,20	-4,29	-22,69	-7,0
4	0,20	-4,29	-22,69	-7,0
4	0,00	-8,64	-20,69	-6,8
5	0,00	-8,64	-20,69	-6,8
5	-0,10	-10,65	-19,49	-6,7
6	-0,10	-10,65	-19,49	-6,7
6	-0,27	-13,72	-17,33	-6,5
7	-0,27	-13,72	-17,33	-6,5
7	-0,43	-16,42	-15,07	-6,3
8	-0,43	-16,42	-15,07	-6,3
8	-0,60	-18,74	-12,72	-6,1
9	-0,60	-18,74	-12,72	-6,1
9	-0,82	-21,12	-8,90	-5,8
10	-0,82	-21,12	-8,90	-5,8
10	-1,04	-22,62	-4,58	-5,5
11	-1,04	-22,62	-4,58	-5,5
11	-1,26	**-23,12**	0,06	-5,1
12	-1,26	**-23,12**	0,06	-5,1
12	-1,48	-22,57	4,90	-4,8
13	-1,48	-22,57	4,90	-4,8
13	-1,70	-20,95	9,93	-4,4
14	-1,70	-20,95	9,93	-4,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-1,90	-18,52	14,20	-4,0
15	-1,90	-18,52	14,20	-4,0
15	-2,10	-15,31	17,88	-3,6
16	-2,10	-15,31	17,88	-3,6
16	-2,30	-11,40	21,18	-3,2
17	-2,30	-11,40	21,18	-3,2
17	-2,50	-6,85	24,28	-2,8
18	-2,50	-6,85	24,28	-2,8
18	-2,70	-1,70	27,16	-2,3
19	-2,70	-1,70	27,16	-2,3
19	-2,85	2,53	29,19	-2,0
20	-2,85	2,53	29,19	-2,0
20	-3,00	7,05	**30,99**	-1,7
21	-3,00	7,05	30,82	-1,7
21	-3,22	11,36	10,00	-1,2
22	-3,22	11,36	9,73	-1,2
22	-3,43	11,73	-5,43	-0,8
23	-3,43	11,73	-5,62	-0,8
23	-3,65	9,36	-15,38	-0,4
24	-3,65	9,36	-15,50	-0,4
24	-3,87	5,44	-19,46	0,0
25	-3,87	5,44	-19,46	0,0
25	-4,08	1,63	-14,24	0,3
26	-4,08	1,63	-14,07	0,3
26	-4,30	0,00	-0,11	0,7
Max		**-23,12**	**30,99**	**-7,5**
Max, minor nodes incl.		-23,12	30,99	-7,5

10.3.3 Charts of Stresses



10.3.4 Stresses

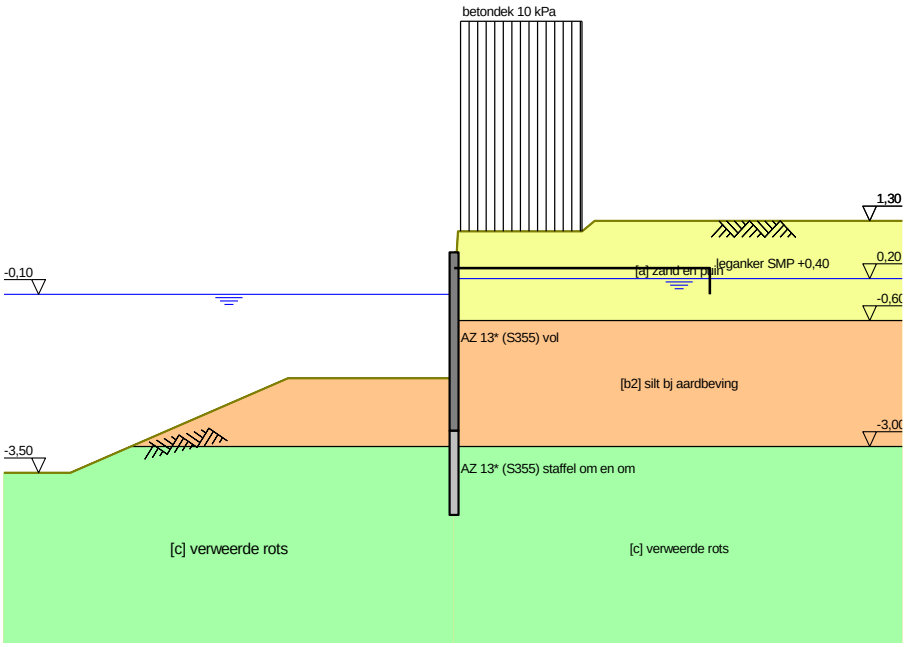
Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	0,50	0,00	0,00	-		6,35	0,00	A	
2	0,50	0,00	0,00	-		6,47	0,00	A	
2	0,40	0,00	0,00	-		7,17	0,00	A	
3	0,40	0,00	0,00	-		7,28	0,00	A	
3	0,20	0,00	0,00	-		8,57	0,00	A	
4	0,20	0,00	0,00	-		8,68	0,00	A	
4	0,00	0,00	0,00	-		9,35	1,96	A	
5	0,00	0,00	0,00	-		9,40	1,96	A	
5	-0,10	0,00	0,00	-		9,72	2,94	A	
6	-0,10	0,00	0,00	-		9,76	2,94	A	
6	-0,27	0,00	1,64	-		10,28	4,58	A	
7	-0,27	0,00	1,64	-		10,34	4,58	A	
7	-0,43	0,00	3,27	-		10,84	6,21	A	
8	-0,43	0,00	3,27	-		10,90	6,21	A	
8	-0,60	0,00	4,91	-		11,40	7,85	A	
9	-0,60	0,00	4,91	-		13,73	7,85	A	
9	-0,82	0,00	7,06	-		15,52	10,01	A	
10	-0,82	0,00	7,06	-		15,61	10,01	A	
10	-1,04	0,00	9,22	-		17,66	12,16	A	21
11	-1,04	0,00	9,22	-		17,74	12,16	A	21
11	-1,26	0,00	11,38	-		18,54	14,32	A	21
12	-1,26	0,00	11,38	-		18,63	14,32	A	21
12	-1,48	0,00	13,54	-		19,43	16,48	A	21
13	-1,48	0,00	13,54	-		19,52	16,48	A	21
13	-1,70	0,00	15,70	-		20,32	18,64	A	20
14	-1,70	0,00	15,70	P		20,41	18,64	A	20
14	-1,90	4,45	17,66	3	98	21,14	20,60	A	20
15	-1,90	4,76	17,66	3	95	21,22	20,60	A	20
15	-2,10	7,53	19,62	3	81	21,94	22,56	A	20
16	-2,10	7,85	19,62	3	80	22,03	22,56	A	20
16	-2,30	9,62	21,58	2	68	22,75	24,52	A	20
17	-2,30	9,85	21,58	2	68	22,83	24,52	A	20
17	-2,50	11,46	23,54	2	61	23,56	26,49	A	20
18	-2,50	11,68	23,54	2	60	23,64	26,49	A	20
18	-2,70	13,35	25,51	2	57	24,37	28,45	A	18
19	-2,70	13,54	25,51	2	56	24,44	28,45	A	18
19	-2,85	14,72	26,98	2	54	24,99	29,92	A	19
20	-2,85	14,89	26,98	2	54	25,05	29,92	A	19
20	-3,00	17,72	28,45	1	29	18,85	31,39	1	
21	-3,00	118,52	28,45	1	31	3,05	31,39	A	
21	-3,22	88,10	30,57	1	24	2,54	33,52	A	
22	-3,22	88,27	30,57	1	24	2,58	33,52	A	
22	-3,43	62,28	32,70	1	15	1,90	35,64	A	
23	-3,43	62,45	32,70	1	15	1,95	35,64	A	
23	-3,65	38,02	34,83	1	9	2,33	37,77	A	
24	-3,65	38,19	34,83	1	9	2,38	37,77	A	
24	-3,87	15,02	36,95	1	3	14,11	39,89	1	
25	-3,87	15,18	36,95	1	3	14,17	39,89	1	
25	-4,08	0,00	39,08	A		38,40	42,02	1	3
26	-4,08	0,00	39,08	A		49,46	42,02	1	4
26	-4,30	0,00	41,20	A		73,45	44,15	1	6

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

11 Outline Stage 4: aardbeving

Outline - Stage 4: aardbeving

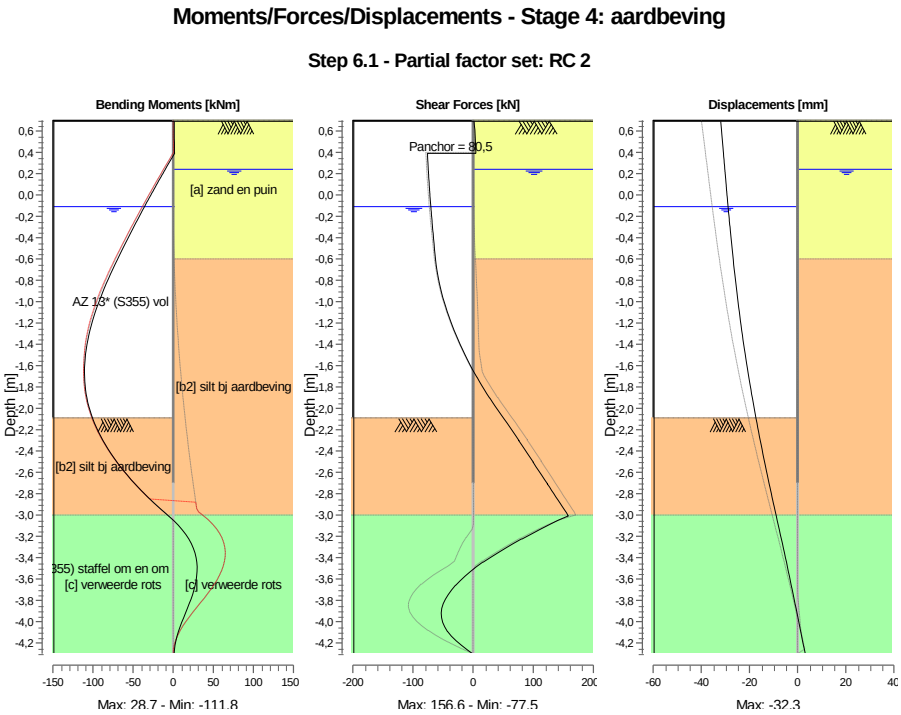


12 Step 6.1 Stage 4: aardbeving

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13 Step 6.4 Stage 4: aardbeving

13.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

13.1.1 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
leganker SMP +...	0,40	2,100E+08	70,14	Elastic	Right	Anchor

14 Step 6.5 Stage 4: aardbeving

14.1 Input Data Left

14.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

14.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,70
6,50	-1,70
15,00	-3,50

14.2 Input Data Right

14.2.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

14.2.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,70
0,10	0,70
0,15	1,10
5,00	1,10
5,50	1,30

14.2.3 Soil Material Properties in Profile: bij aardbeving

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b2] silt bj aard...	-0,60	18,00	100,00	0,00	10,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b2] silt bj aard...	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b2] silt bj aard...	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

14.3 Calculation Results

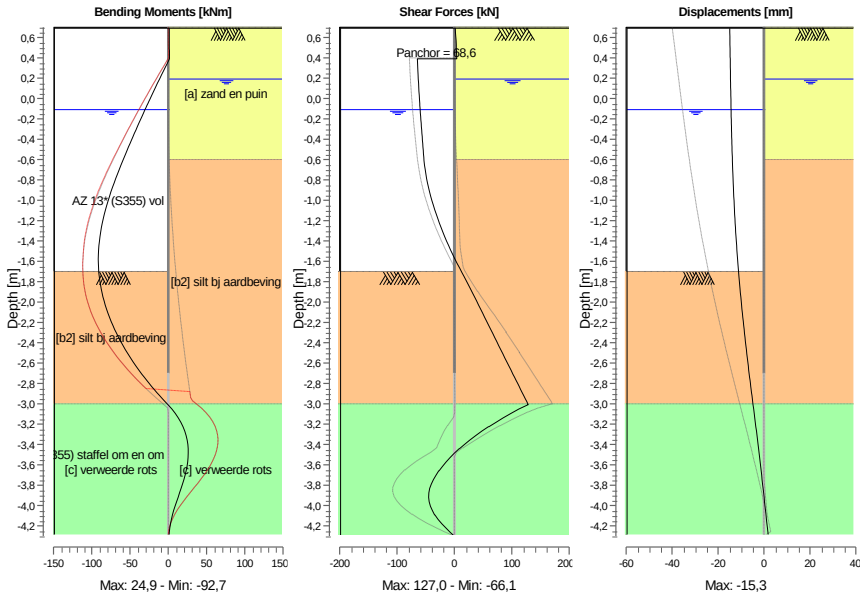
Number of iterations: 3

14.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
leganker SMP +...	0,40	2,100E+08	68,58	Elastic	Right	Anchor

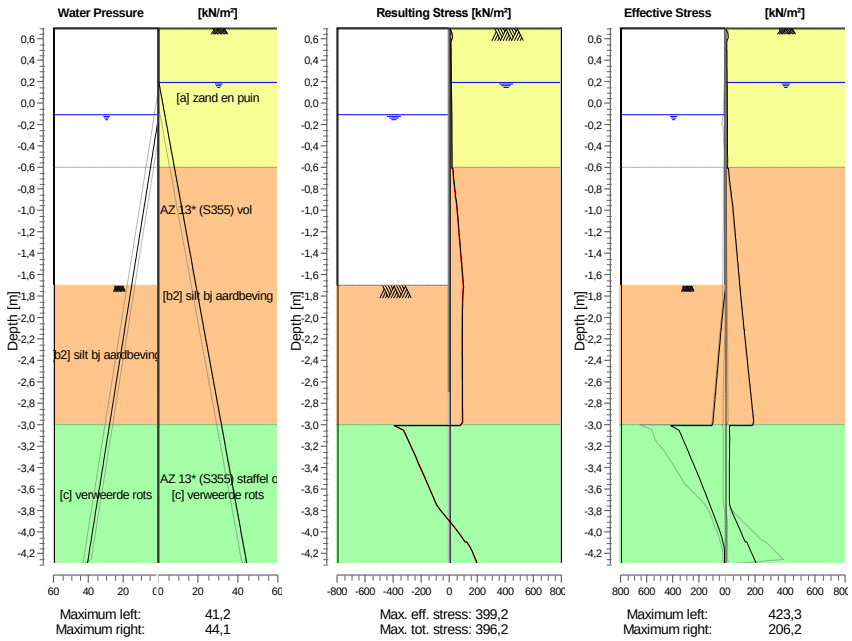
Moments/Forces/Displacements - Stage 4: aardbeving

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



14.3.2 Charts of Stresses

Stress States - Stage 4: aardbeving



BIJLAGE H-2 SELECTIE IN- EN UITVOER VERANKERDE DAMWAND

Report for D-Sheet Piling 18.2

Design of Diaphragm and Sheet Pile Walls
Developed by Deltares

Company:	Allnamics
Date of report:	26-10-2025
Time of report:	13:45:25
Report with version:	18.2.1.20477
Date of calculation:	10/26/2025
Time of calculation:	12:37:36 PM
Calculated with version:	18.2.1.20477
File name:	Z:\..\DSheet\23AA037 AZ13 verankerd (1)
Project identification:	kademuur KMAR Sint Maarten AZ13 verankerd parameters gereduceerd voor effect voorboren

Verification according to National Annex of Eurocode 7 in the Netherlands (NEN 9997-1:2016)

1 Table of Contents

1 Table of Contents 2
2 Summary 4
2.1 Overview per Stage and Test 4
2.2 Anchors and Struts 4
3 Input Data for all Stages 5
3.1 Sheet Piling Properties 5
3.1.1 General properties 5
3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour) 5
4 Outline Stage 1: uitgangssituatie 6
5 Outline Stage 2: aanbrengen legankers 7
6 Step 6.1 Stage 2: aanbrengen legankers 8
6.1 Calculation Results 8
6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 8
7 Step 6.5 Stage 2: aanbrengen legankers 9
7.1 Input Data Left 9
7.1.1 Water Level 9
7.1.2 Surface 9
7.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard 9
7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left 9
7.3 Input Data Right 12
7.3.1 Water Level 12
7.3.2 Surface 12
7.4 Calculation Results 12
7.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 12
7.4.2 Moments, Forces and Displacements 13
7.4.3 Charts of Stresses 14
7.4.4 Stresses 14
8 Outline Stage 3: gebruiksfase 16
9 Step 6.1 Stage 3: gebruiksfase 17
9.1 Calculation Results 17
9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 17
10 Step 6.5 Stage 3: gebruiksfase 18
10.1 Input Data Left 18
10.1.1 Water Level 18
10.1.2 Surface 18
10.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard 18
10.2 Input Data Right 18
10.2.1 Water Level 18
10.2.2 Surface 18
10.3 Calculation Results 19
10.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 19
10.3.2 Moments, Forces and Displacements 19
10.3.3 Charts of Stresses 21
10.3.4 Stresses 21
11 Outline Stage 4: aardbeving 23
12 Step 6.1 Stage 4: aardbeving 24
12.1 Calculation Results 24
12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 24
13 Step 6.4 Stage 4: aardbeving 25
13.1 Calculation Results 25
13.1.1 Anchors/Struts 25
14 Step 6.5 Stage 4: aardbeving 26
14.1 Input Data Left 26
14.1.1 Water Level 26
14.1.2 Surface 26
14.2 Input Data Right 26
14.2.1 Water Level 26
14.2.2 Surface 26
14.2.3 Soil Material Properties in Profile: bij aardbeving 26
14.3 Calculation Results 27
14.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements 27
14.3.2 Charts of Stresses 28
14.3.3 Anchors/Struts 28

2 Summary

2.1 Overview per Stage and Test

Stage nr.	Verification	Displace-ment [mm]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Mob. perc. moment [%]	Mob. perc. resistance [%]	Vertical balance
1	EC7(NL)-Step 6.1		3,28	-4,32	0,0	9,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.2		2,86	-3,73	0,0	9,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.3		11,60	-15,94	0,0	11,9	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.4		10,69	-14,46	0,0	11,8	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5	-0,1	-0,33	0,69	0,0	6,7	Upwards
1	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-0,40	0,83			
2	EC7(NL)-Step 6.1		23,34	-31,09	0,0	15,8	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.2		22,32	-29,37	0,0	15,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.3		31,79	-42,04	0,0	18,9	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.4		30,54	-39,93	0,0	18,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5	-2,3	4,53	-6,45	0,0	7,5	Upwards
2	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		5,44	-7,74			
3	EC7(NL)-Step 6.1		-24,63	41,50	21,7	24,1	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.2		29,91	-46,51	24,8	27,6	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.3		27,07	46,91	25,5	28,2	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.4		34,80	-54,12	**28,6**	**31,6**	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5	-7,5	-23,12	30,99	10,1	11,4	Upwards
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-27,74	37,18			
4	EC7(NL)-Step 6.1		**-111,83**	156,59	17,4	19,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.2		-88,00	165,57	20,0	22,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.3		-111,61	161,81	18,4	20,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.4		-89,07	**170,71**	21,0	23,0	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5	**-15,3**	-92,67	126,96	9,0	10,1	Upwards
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20		-111,21	152,35			
Max		**-15,3**	**-111,83**	**170,71**	**28,6**	**31,6**	Sufficient

2.2 Anchors and Struts

Stage nr.	Verification type	Anchor/strut leganker SMP +0,40	
		Force [kN]	State
3	EC7(NL)-Step 6.1	29,77	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.2	27,23	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.3	31,01	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.4	28,76	Elastic
3	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	32,10	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.1	80,48	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.2	68,51	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.3	81,59	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.4	70,14	Elastic
4	EC7(NL)-Step 6.5 * 1,20	**82,30**	Elastic
Max		**82,30**	

Due to multiplication of the representative value a force bigger than yield or buckling force may be present.

3 Input Data for all Stages

3.1 Sheet Piling Properties

Length	5,00 m
Level top side	0,70 m
Number of sections	2
q_b;max	15,00 MPa
Xi factor	1,39

3.1.1 General properties

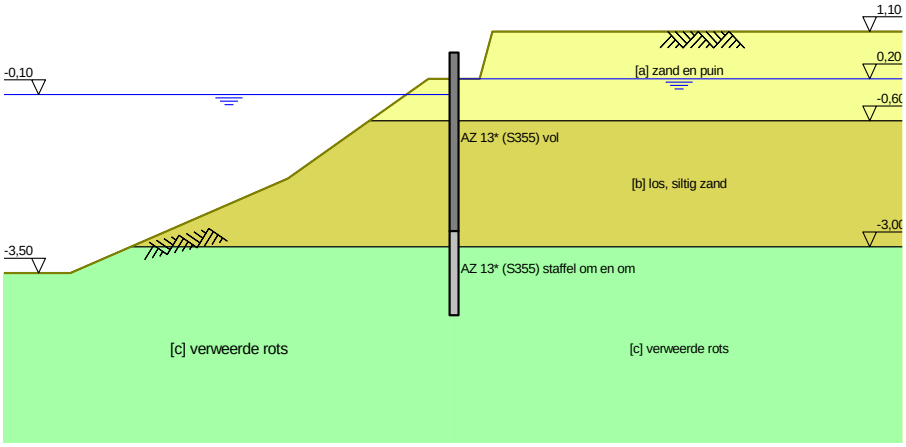
Section name	From [m]	To [m]	Material type	Acting width [m]
AZ 13* (S355) vol	-2,70	0,70	Steel	1,00
AZ 13* (S355) s...	-4,30	-2,70	Steel	1,00

3.1.2 Stiffness EI (elastic behaviour)

Section name	Elastic stiffness EI [kNm²/m']	Red. factor on EI [-]	Corrected elas. stiffness EI [kNm²]	Note to reduction factor
AZ 13* (S355) vol	4,1370E+04	1,00	4,1370E+04	
AZ 13* (S355) s...	2,0685E+04	1,00	2,0685E+04	

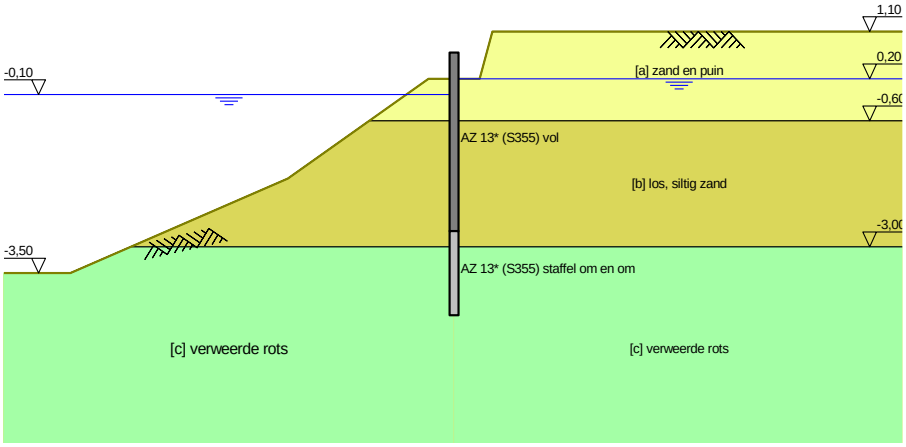
4 Outline Stage 1: uitgangssituatie

Outline - Stage 2: aanbrengen legankers



5 Outline Stage 2: aanbrengen legankers

Outline - Stage 2: aanbrengen legankers

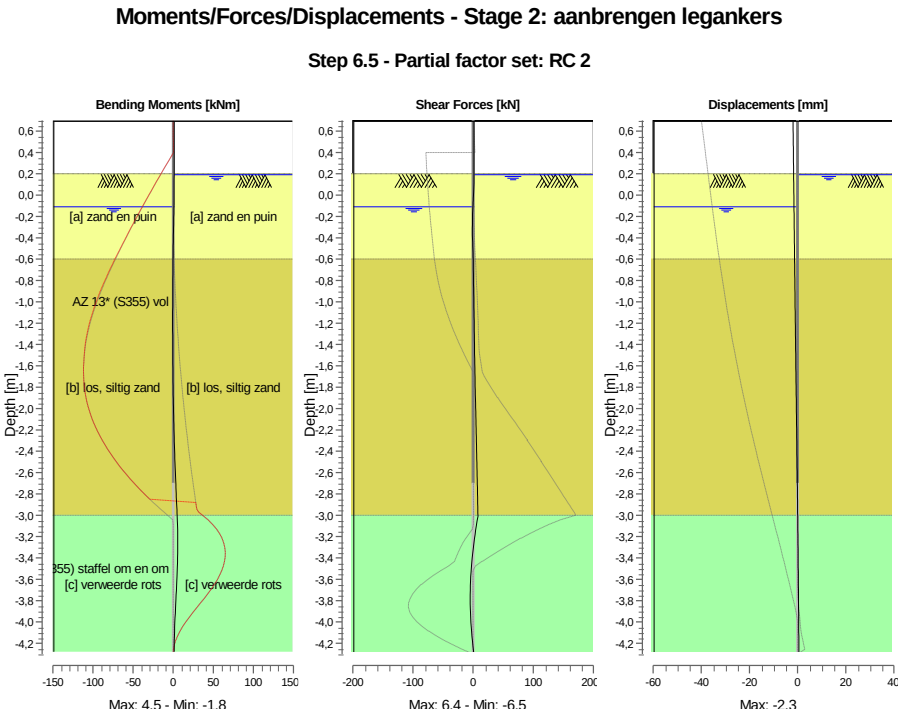


6 Step 6.1 Stage 2: aanbrengen legankers

6.1 Calculation Results

Number of iterations: 5

6.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



7 Step 6.5 Stage 2: aanbrengen legankers

7.1 Input Data Left

7.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

7.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,20
0,50	0,20
1,00	0,20
6,50	-1,70
15,00	-3,50

7.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion	Friction angle phi	Delta friction angle
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]	[kN/m²]	[°]	[°]
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b] los, siltig zand	-0,60	18,00	19,00	0,00	20,00	10,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b] los, siltig zand	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
	[m]	Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b] los, siltig zand	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

7.2 Calculated Earth Pressure Coefficients Left

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
	[m]	Active [kN/m²]	Passive [kN/m²]	Ka [-]	Ko [-]	Kp [-]
1	0,16	0,3	3,6	0,32	0,32	4,52
2	0,12	0,5	7,2	0,32	0,32	4,52
3	0,08	0,8	10,9	0,32	0,32	4,53
4	0,04	1,0	14,5	0,32	0,32	4,53
5	0,00	1,2	17,2	0,32	0,32	4,53
6	0,00	1,3	18,5	0,32	0,32	4,53
7	-0,02	1,4	19,9	0,32	0,32	4,53
8	-0,04	1,5	21,7	0,32	0,32	4,54
9	-0,06	1,7	23,5	0,32	0,33	4,54
10	-0,08	1,8	25,3	0,32	0,34	4,54
11	-0,10	1,9	26,7	0,32	0,36	4,54
12	-0,10	1,9	27,5	0,32	0,36	4,55
13	-0,13	2,0	16,0	0,32	0,36	2,54
14	-0,17	2,1	8,6	0,32	0,37	1,29
15	-0,20	2,2	8,5	0,32	0,37	1,22
16	-0,23	2,3	8,2	0,32	0,38	1,13
17	-0,27	2,4	7,9	0,32	0,38	1,05
18	-0,27	2,5	7,6	0,32	0,38	1,00

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
19	-0,30	2,6	7,2	0,32	0,38	0,91
20	-0,33	2,7	5,6	0,32	0,38	0,68
21	-0,37	2,8	4,4	0,32	0,37	0,52
22	-0,40	2,9	3,4	0,33	0,37	0,39
23	-0,43	3,0	3,0	0,33	0,33	0,33
24	-0,43	3,0	2,9	0,33	0,33	0,33
25	-0,47	3,1	2,7	0,33	0,33	0,33
26	-0,50	3,2	2,5	0,33	0,33	0,33
27	-0,53	3,3	2,3	0,33	0,33	0,33
28	-0,57	3,4	2,3	0,33	0,33	0,33
29	-0,60	3,5	2,0	0,33	0,33	0,33
30	-0,60	4,9	12,1	0,46	0,46	1,13
31	-0,64	5,0	12,5	0,46	0,52	1,14
32	-0,69	5,2	12,9	0,46	0,52	1,15
33	-0,73	5,4	13,4	0,46	0,53	1,15
34	-0,78	5,6	13,9	0,47	0,53	1,16
35	-0,82	5,7	14,3	0,47	0,54	1,17
36	-0,82	5,8	14,5	0,47	0,54	1,17
37	-0,86	5,9	14,9	0,47	0,54	1,18
38	-0,91	6,1	15,4	0,47	0,54	1,19
39	-0,95	6,3	15,9	0,47	0,55	1,20
40	-1,00	6,5	16,4	0,48	0,55	1,21
41	-1,04	6,6	16,8	0,48	0,56	1,21
42	-1,04	6,7	17,0	0,48	0,56	1,22
43	-1,08	6,8	17,4	0,48	0,56	1,22
44	-1,13	7,0	17,9	0,48	0,57	1,23
45	-1,17	7,1	18,4	0,48	0,58	1,24
46	-1,22	7,2	19,0	0,48	0,58	1,25
47	-1,26	7,3	19,4	0,48	0,59	1,26
48	-1,26	7,4	19,6	0,48	0,59	1,26
49	-1,30	7,5	20,0	0,48	0,59	1,27
50	-1,35	7,6	20,6	0,47	0,59	1,28
51	-1,39	7,8	21,1	0,47	0,60	1,28
52	-1,44	7,9	21,6	0,47	0,60	1,29
53	-1,48	8,0	22,0	0,47	0,61	1,30
54	-1,48	8,1	22,3	0,47	0,61	1,30
55	-1,52	8,2	22,7	0,47	0,61	1,31
56	-1,57	8,3	23,3	0,47	0,61	1,32
57	-1,61	8,4	23,8	0,47	0,62	1,33
58	-1,66	8,5	24,4	0,47	0,62	1,33
59	-1,70	8,6	24,8	0,47	0,62	1,34
60	-1,70	8,7	25,1	0,47	0,62	1,34
61	-1,74	8,8	25,5	0,47	0,63	1,35
62	-1,78	8,9	26,0	0,47	0,63	1,36
63	-1,82	9,0	26,5	0,46	0,63	1,36
64	-1,86	9,1	27,0	0,46	0,63	1,37
65	-1,90	9,2	27,4	0,46	0,64	1,38
66	-1,90	9,3	27,6	0,46	0,64	1,38
67	-1,94	9,4	28,0	0,46	0,64	1,38
68	-1,98	9,5	28,6	0,46	0,64	1,39
69	-2,02	9,6	29,1	0,46	0,64	1,40
70	-2,06	9,7	29,6	0,46	0,64	1,40
71	-2,10	9,8	30,0	0,46	0,65	1,41
72	-2,10	9,9	30,3	0,46	0,65	1,41
73	-2,14	9,9	29,3	0,46	0,65	1,35
74	-2,18	10,0	32,6	0,46	0,65	1,49
75	-2,22	10,1	31,8	0,46	0,65	1,43
76	-2,26	10,2	32,3	0,45	0,65	1,44
77	-2,30	10,3	32,7	0,45	0,65	1,44
78	-2,30	10,4	33,0	0,45	0,65	1,44
79	-2,34	10,4	33,4	0,45	0,65	1,45
80	-2,38	10,5	33,9	0,45	0,66	1,45
81	-2,42	10,6	34,5	0,45	0,66	1,46

Segment number	Level	Horizontal pressure		Fictive earth pressure coefficients		
		Active	Passive	Ka	Ko	Kp
	[m]	[kN/m²]	[kN/m²]	[-]	[-]	[-]
82	-2,46	10,7	35,0	0,45	0,66	1,46
83	-2,50	10,8	35,4	0,45	0,66	1,47
84	-2,50	10,9	35,7	0,45	0,66	1,47
85	-2,54	10,9	36,1	0,45	0,66	1,48
86	-2,58	11,0	36,7	0,45	0,66	1,48
87	-2,62	11,1	37,2	0,45	0,66	1,49
88	-2,66	11,2	37,8	0,44	0,66	1,49
89	-2,70	11,3	38,2	0,44	0,67	1,50
90	-2,70	11,4	38,4	0,44	0,67	1,50
91	-2,73	11,4	38,7	0,44	0,67	1,50
92	-2,76	11,5	39,2	0,44	0,67	1,50
93	-2,79	11,6	39,6	0,44	0,67	1,51
94	-2,82	11,6	40,0	0,44	0,67	1,51
95	-2,85	11,7	40,3	0,44	0,67	1,52
96	-2,85	11,7	40,5	0,44	0,67	1,52
97	-2,88	11,8	40,8	0,44	0,67	1,52
98	-2,91	11,9	41,3	0,44	0,67	1,52
99	-2,94	11,9	41,7	0,44	0,67	1,53
100	-2,97	12,0	42,1	0,44	0,67	1,53
101	-3,00	12,1	42,4	0,22	0,67	3,06
102	-3,00	-3,6	414,3	0,00	0,67	29,67
103	-3,04	-3,5	322,0	0,00	0,38	22,79
104	-3,09	-3,4	299,3	0,00	0,38	20,86
105	-3,13	-3,2	293,3	0,00	0,38	20,13
106	-3,17	-3,1	292,0	0,00	0,38	19,74
107	-3,22	-3,0	292,4	0,00	0,38	19,55
108	-3,22	-2,9	293,0	0,00	0,38	19,45
109	-3,26	-2,8	292,5	0,00	0,39	19,21
110	-3,30	-2,7	290,2	0,00	0,39	18,78
111	-3,35	-2,6	288,1	0,00	0,39	18,38
112	-3,39	-2,5	286,0	0,00	0,39	18,00
113	-3,43	-2,4	284,5	0,00	0,39	17,72
114	-3,43	-2,3	283,5	0,00	0,39	17,53
115	-3,48	-2,2	282,9	0,00	0,39	17,32
116	-3,52	-2,1	283,4	0,00	0,39	17,12
117	-3,56	-2,0	284,1	0,00	0,39	16,93
118	-3,61	-1,9	284,7	0,00	0,39	16,75
119	-3,65	-1,8	285,2	0,00	0,39	16,62
120	-3,65	-1,8	285,6	0,00	0,39	16,53
121	-3,69	-1,7	286,1	0,00	0,39	16,40
122	-3,74	-1,6	286,8	0,00	0,39	16,23
123	-3,78	-1,5	287,5	0,00	0,39	16,07
124	-3,82	-1,4	288,2	0,00	0,39	15,91
125	-3,87	-1,3	288,9	0,00	0,39	15,80
126	-3,87	-1,3	289,3	0,00	0,39	15,73
127	-3,91	-1,2	290,1	0,00	0,39	15,63
128	-3,95	-1,1	291,0	0,00	0,39	15,50
129	-4,00	-1,0	292,0	0,00	0,40	15,36
130	-4,04	-0,9	292,9	0,00	0,40	15,23
131	-4,08	-0,9	293,7	0,00	0,40	15,14
132	-4,08	-0,8	294,1	0,00	0,40	15,08
133	-4,13	-0,7	294,8	0,00	0,40	14,98
134	-4,17	-0,6	295,8	0,00	0,40	14,86
135	-4,21	-0,5	296,7	0,00	0,40	14,74
136	-4,26	-0,4	297,6	0,00	0,40	14,62
137	-4,30	-0,4	298,2	0,00	0,40	14,53

7.3 Input Data Right

7.3.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

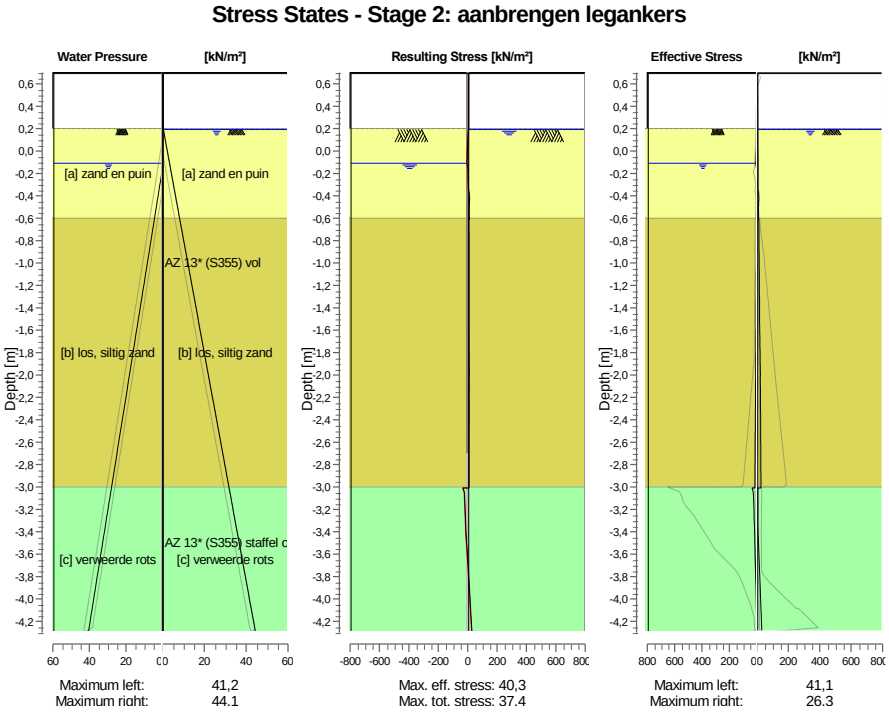
7.3.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,20
1,00	0,20
1,50	1,10

7.4 Calculation Results

Number of iterations: 5

7.4.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



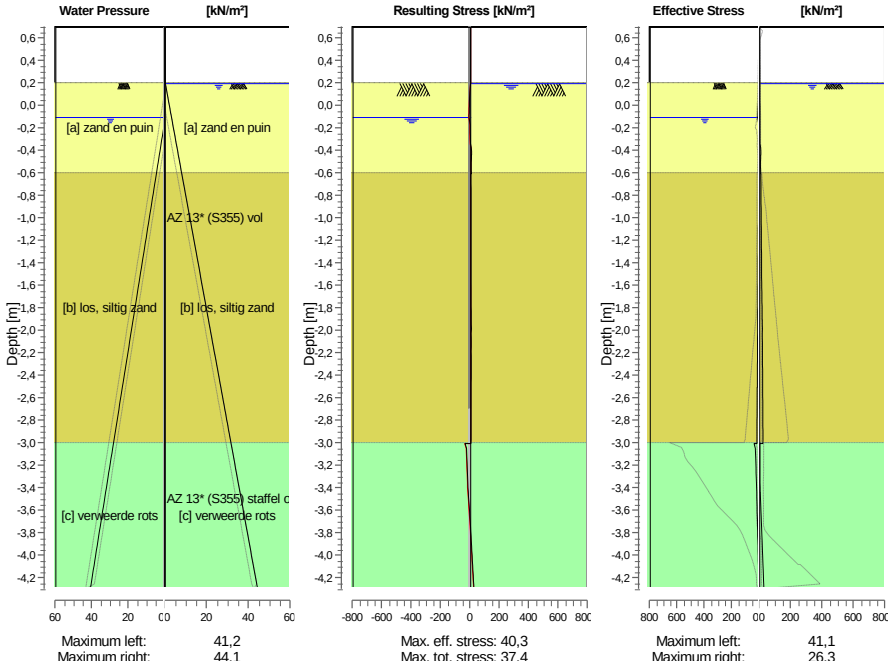
7.4.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**-2,3**
1	0,50	0,00	0,00	-2,2
2	0,50	0,00	0,00	-2,2
2	0,40	0,00	0,00	-2,1
3	0,40	0,00	0,00	-2,1
3	0,20	0,00	0,00	-2,0
4	0,20	0,00	0,00	-2,0
4	0,00	-0,08	-1,07	-1,9
5	0,00	-0,08	-1,07	-1,9

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
5	-0,10	-0,23	-2,02	-1,9
6	-0,10	-0,23	-2,02	-1,9
6	-0,27	-0,65	-2,72	-1,8
7	-0,27	-0,65	-2,72	-1,8
7	-0,43	-1,09	-2,34	-1,7
8	-0,43	-1,09	-2,34	-1,7
8	-0,60	-1,41	-1,48	-1,6
9	-0,60	-1,41	-1,48	-1,6
9	-0,82	-1,68	-0,93	-1,5
10	-0,82	-1,68	-0,93	-1,5
10	-1,04	-1,82	-0,33	-1,4
11	-1,04	-1,82	-0,33	-1,4
11	-1,26	-1,82	0,28	-1,3
12	-1,26	-1,82	0,28	-1,3
12	-1,48	-1,69	0,88	-1,2
13	-1,48	-1,69	0,88	-1,2
13	-1,70	-1,43	1,52	-1,1
14	-1,70	-1,43	1,52	-1,1
14	-1,90	-1,06	2,26	-1,0
15	-1,90	-1,06	2,26	-1,0
15	-2,10	-0,52	3,11	-0,8
16	-2,10	-0,52	3,11	-0,8
16	-2,30	0,19	3,93	-0,7
17	-2,30	0,19	3,93	-0,7
17	-2,50	1,05	4,68	-0,6
18	-2,50	1,05	4,68	-0,6
18	-2,70	2,06	5,38	-0,5
19	-2,70	2,06	5,37	-0,5
19	-2,85	2,90	5,89	-0,4
20	-2,85	2,90	5,89	-0,4
20	-3,00	3,82	**6,41**	-0,3
21	-3,00	3,82	6,36	-0,3
21	-3,22	**4,53**	0,56	-0,2
22	-3,22	**4,53**	0,49	-0,2
22	-3,43	4,15	-3,80	-0,1
23	-3,43	4,15	-3,85	-0,1
23	-3,65	3,02	-6,15	-0,1
24	-3,65	3,02	-6,16	-0,1
24	-3,87	1,64	-6,22	0,0
25	-3,87	1,64	-6,20	0,0
25	-4,08	0,49	-4,16	0,1
26	-4,08	0,49	-4,11	0,1
26	-4,30	0,00	-0,03	0,2
Max		**4,53**	**6,41**	**-2,3**
Max, minor nodes incl.		4,53	-6,45	-2,3

7.4.3 Charts of Stresses

Stress States - Stage 2: aanbrengen legankers



7.4.4 Stresses

Node number	Level	Left				Right			
	[m]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
1	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,50	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
2	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,40	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
3	0,20	0,00	0,00	-		0,00	0,00	-	
4	0,20	0,00	0,00	P		0,00	0,00	A	
4	0,00	10,71	0,00	2	62	0,61	1,96	A	
5	0,00	11,23	0,00	2	61	0,66	1,96	A	
5	-0,10	14,30	0,00	2	54	0,95	2,94	A	
6	-0,10	14,62	0,00	2	53	1,00	2,94	A	
6	-0,27	6,66	1,64	3	84	1,48	4,58	A	
7	-0,27	6,50	1,64	3	85	1,54	4,58	A	
7	-0,43	2,96	3,27	P		6,65	6,21	A	
8	-0,43	3,01	3,27	P		6,24	6,21	A	
8	-0,60	3,51	4,91	P		5,54	7,85	A	
9	-0,60	7,50	4,91	2	62	7,03	7,85	A	
9	-0,82	8,61	7,06	2	60	8,29	10,01	A	
10	-0,82	8,73	7,06	2	60	8,43	10,01	A	
10	-1,04	9,72	9,22	2	58	9,56	12,16	A	
11	-1,04	9,84	9,22	2	58	9,68	12,16	A	
11	-1,26	10,90	11,38	2	56	10,73	14,32	A	
12	-1,26	11,02	11,38	2	56	10,85	14,32	A	
12	-1,48	12,10	13,54	2	55	11,84	16,48	A	
13	-1,48	12,22	13,54	2	55	11,95	16,48	A	
13	-1,70	13,31	15,70	2	54	13,63	18,64	A	

Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
14	-1,70	13,43	15,70	2	53	13,83	18,64	A	
14	-1,90	14,44	17,66	2	53	15,54	20,60	A	16
15	-1,90	14,56	17,66	2	53	15,73	20,60	A	16
15	-2,10	15,58	19,62	2	52	16,87	22,56	A	16
16	-2,10	15,70	19,62	2	52	16,96	22,56	A	16
16	-2,30	16,76	21,58	2	51	17,75	24,52	A	16
17	-2,30	16,88	21,58	2	51	17,84	24,52	A	16
17	-2,50	17,92	23,54	2	51	18,62	26,49	A	16
18	-2,50	18,05	23,54	2	50	18,71	26,49	A	16
18	-2,70	19,06	25,51	1	50	19,49	28,45	A	16
19	-2,70	19,14	25,51	1	50	19,56	28,45	A	16
19	-2,85	19,56	26,98	1	48	20,14	29,92	A	17
20	-2,85	19,63	26,98	1	48	20,20	29,92	A	17
20	-3,00	20,06	28,45	1	24	19,35	31,39	1	
21	-3,00	41,07	28,45	1	5	0,72	31,39	A	
21	-3,22	27,03	30,57	1	5	1,32	33,52	A	
22	-3,22	27,11	30,57	1	5	1,38	33,52	A	
22	-3,43	21,85	32,70	1	4	2,87	35,64	1	
23	-3,43	21,94	32,70	1	4	2,95	35,64	1	
23	-3,65	17,35	34,83	1	3	9,15	37,77	1	
24	-3,65	17,44	34,83	1	3	9,23	37,77	1	
24	-3,87	13,28	36,95	1		15,01	39,89	1	1
25	-3,87	13,36	36,95	1		15,09	39,89	1	1
25	-4,08	9,45	39,08	1		20,66	42,02	1	2
26	-4,08	9,54	39,08	1		20,74	42,02	1	2
26	-4,30	5,71	41,20	1		26,25	44,15	1	2

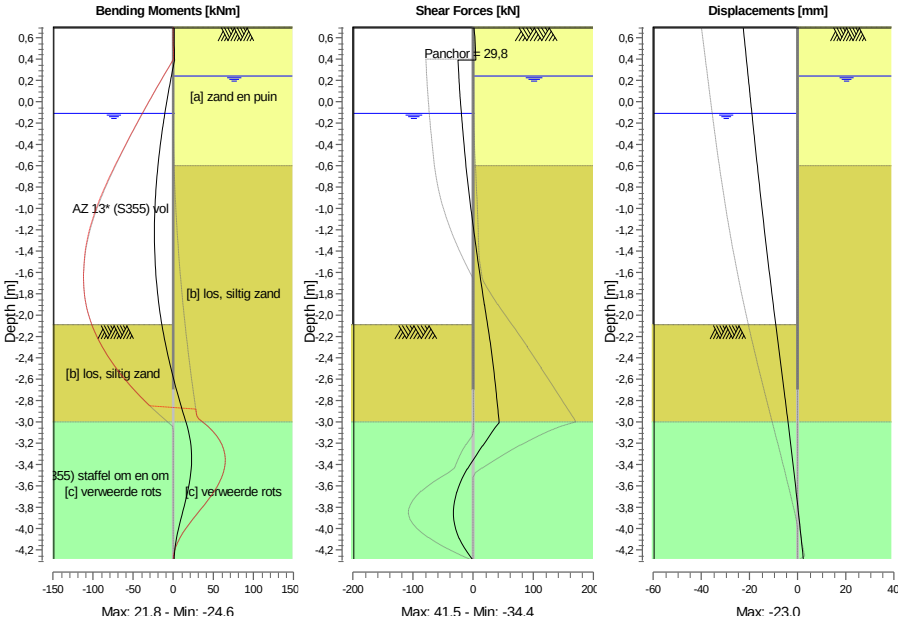
*

Stat	Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob	Percentage passive mobilized

8 Outline Stage 3: gebruiksfase

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: gebruiksfase

Step 6.1 - Partial factor set: RC 2

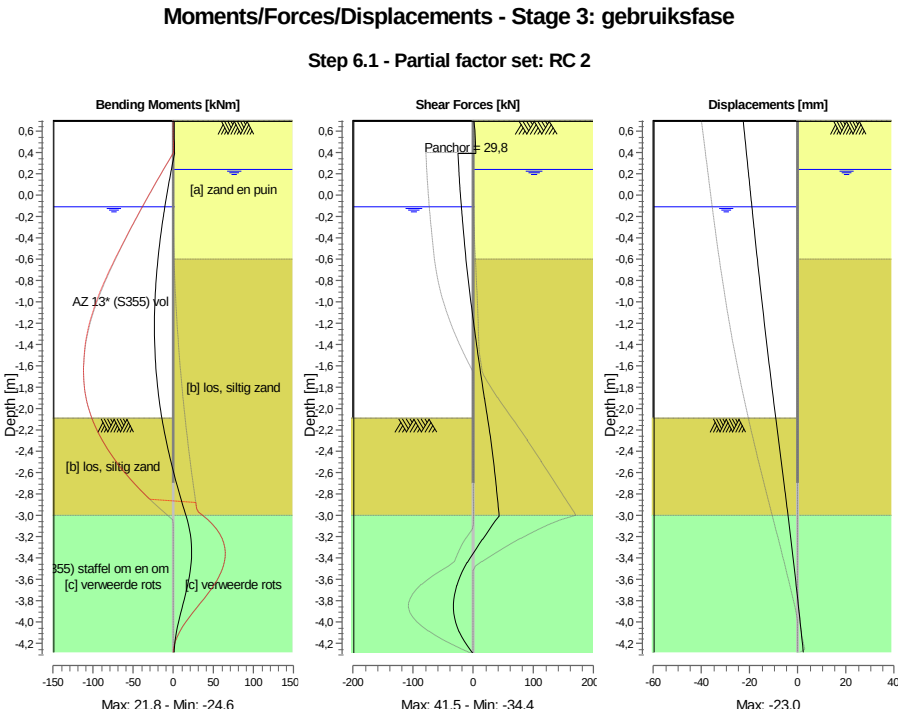


9 Step 6.1 Stage 3: gebruiksfase

9.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

9.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



10 Step 6.5 Stage 3: gebruiksfase

10.1 Input Data Left

10.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

10.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,70
6,50	-1,70
15,00	-3,50

10.1.3 Soil Material Properties in Profile: standaard

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b] los, siltig zand	-0,60	18,00	19,00	0,00	20,00	10,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b] los, siltig zand	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b] los, siltig zand	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

10.2 Input Data Right

10.2.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

10.2.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,70
0,10	0,70
0,15	1,10
5,00	1,10
5,50	1,30

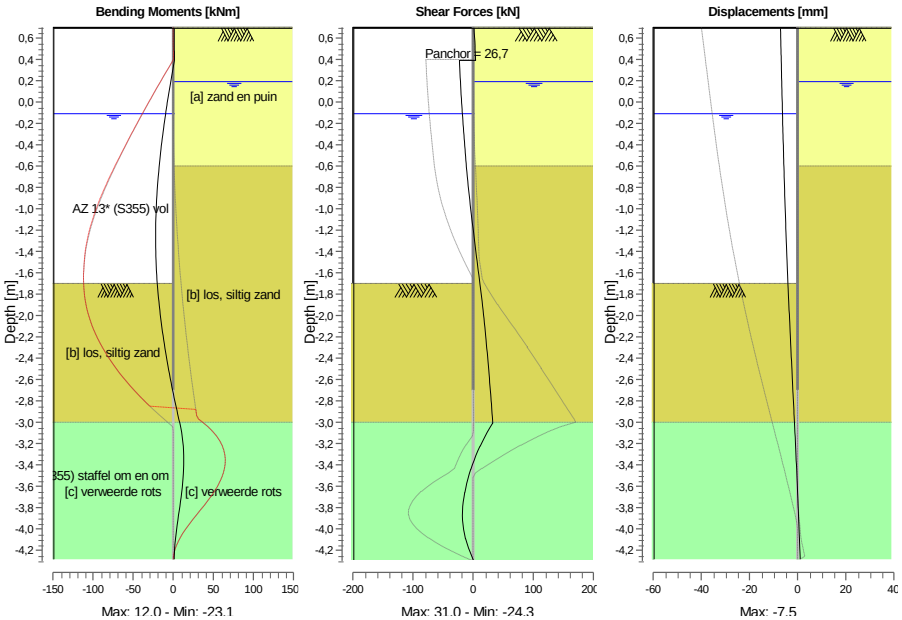
10.3 Calculation Results

Number of iterations: 3

10.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Moments/Forces/Displacements - Stage 3: gebruiksfase

Step 6.5 - Partial factor set: RC 2



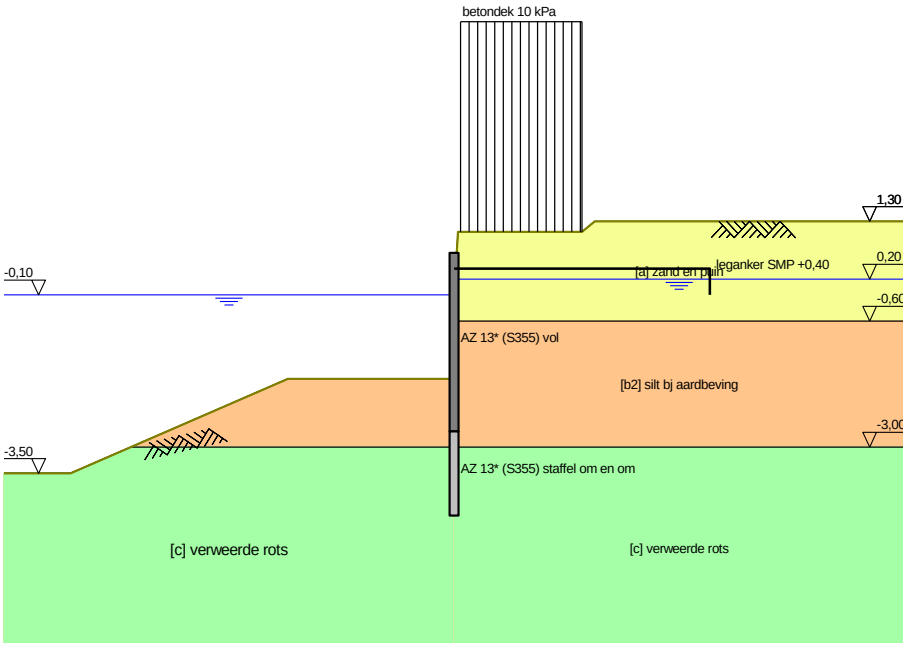
10.3.2 Moments, Forces and Displacements

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
1	0,70	0,00	0,00	**-7,5**
1	0,50	0,19	1,79	-7,3
2	0,50	0,19	1,79	-7,3
2	0,40	0,41	2,47	-7,2
3	0,40	0,41	-24,27	-7,2
3	0,20	-4,29	-22,69	-7,0
4	0,20	-4,29	-22,69	-7,0
4	0,00	-8,64	-20,69	-6,8
5	0,00	-8,64	-20,69	-6,8
5	-0,10	-10,65	-19,49	-6,7
6	-0,10	-10,65	-19,49	-6,7
6	-0,27	-13,72	-17,33	-6,5
7	-0,27	-13,72	-17,33	-6,5
7	-0,43	-16,42	-15,07	-6,3
8	-0,43	-16,42	-15,07	-6,3
8	-0,60	-18,74	-12,72	-6,1
9	-0,60	-18,74	-12,72	-6,1
9	-0,82	-21,12	-8,90	-5,8
10	-0,82	-21,12	-8,90	-5,8
10	-1,04	-22,62	-4,58	-5,5
11	-1,04	-22,62	-4,58	-5,5
11	-1,26	**-23,12**	0,06	-5,1
12	-1,26	**-23,12**	0,06	-5,1
12	-1,48	-22,57	4,90	-4,8
13	-1,48	-22,57	4,90	-4,8
13	-1,70	-20,95	9,93	-4,4
14	-1,70	-20,95	9,93	-4,4

Segment number	Level [m]	Moment [kNm]	Shear force [kN]	Displacement [mm]
14	-1,90	-18,52	14,20	-4,0
15	-1,90	-18,52	14,20	-4,0
15	-2,10	-15,31	17,88	-3,6
16	-2,10	-15,31	17,88	-3,6
16	-2,30	-11,40	21,18	-3,2
17	-2,30	-11,40	21,18	-3,2
17	-2,50	-6,85	24,28	-2,8
18	-2,50	-6,85	24,28	-2,8
18	-2,70	-1,70	27,16	-2,3
19	-2,70	-1,70	27,16	-2,3
19	-2,85	2,53	29,19	-2,0
20	-2,85	2,53	29,19	-2,0
20	-3,00	7,05	**30,99**	-1,7
21	-3,00	7,05	30,82	-1,7
21	-3,22	11,36	10,00	-1,2
22	-3,22	11,36	9,73	-1,2
22	-3,43	11,73	-5,43	-0,8
23	-3,43	11,73	-5,62	-0,8
23	-3,65	9,36	-15,38	-0,4
24	-3,65	9,36	-15,50	-0,4
24	-3,87	5,44	-19,46	0,0
25	-3,87	5,44	-19,46	0,0
25	-4,08	1,63	-14,24	0,3
26	-4,08	1,63	-14,07	0,3
26	-4,30	0,00	-0,11	0,7
Max		**-23,12**	**30,99**	**-7,5**
Max, minor nodes incl.		-23,12	30,99	-7,5

10.3.3 Charts of Stresses

Outline - Stage 4: aardbeving



10.3.4 Stresses

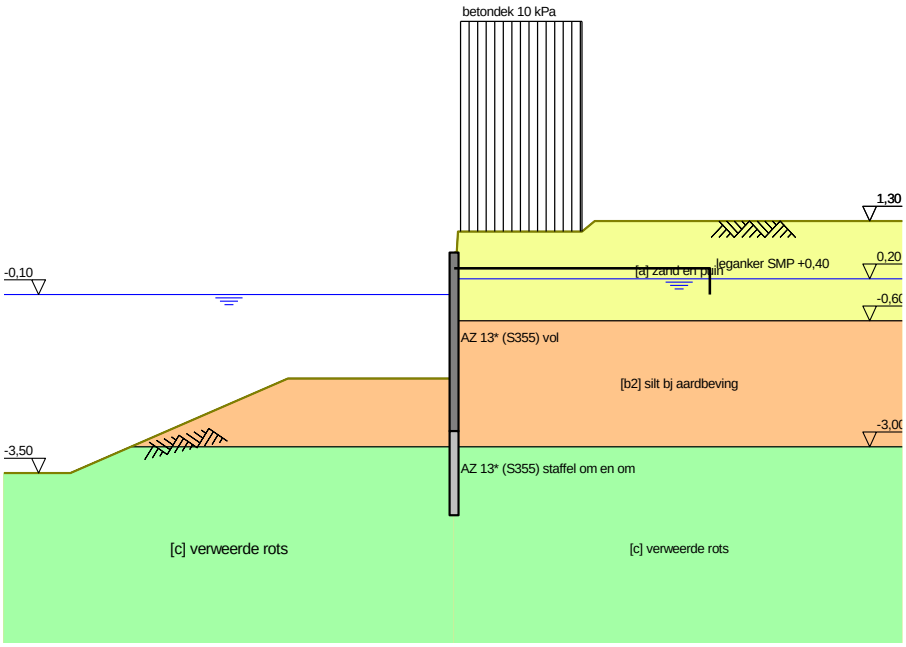
Node number	Level [m]	Left				Right			
		Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]	Effective stress [kN/m²]	Water stress [kN/m²]	Stat*	Mob* [%]
1	0,70	0,00	0,00	-		0,00	0,00	A	
1	0,50	0,00	0,00	-		6,35	0,00	A	
2	0,50	0,00	0,00	-		6,47	0,00	A	
2	0,40	0,00	0,00	-		7,17	0,00	A	
3	0,40	0,00	0,00	-		7,28	0,00	A	
3	0,20	0,00	0,00	-		8,57	0,00	A	
4	0,20	0,00	0,00	-		8,68	0,00	A	
4	0,00	0,00	0,00	-		9,35	1,96	A	
5	0,00	0,00	0,00	-		9,40	1,96	A	
5	-0,10	0,00	0,00	-		9,72	2,94	A	
6	-0,10	0,00	0,00	-		9,76	2,94	A	
6	-0,27	0,00	1,64	-		10,28	4,58	A	
7	-0,27	0,00	1,64	-		10,34	4,58	A	
7	-0,43	0,00	3,27	-		10,84	6,21	A	
8	-0,43	0,00	3,27	-		10,90	6,21	A	
8	-0,60	0,00	4,91	-		11,40	7,85	A	
9	-0,60	0,00	4,91	-		13,73	7,85	A	
9	-0,82	0,00	7,06	-		15,52	10,01	A	
10	-0,82	0,00	7,06	-		15,61	10,01	A	
10	-1,04	0,00	9,22	-		17,66	12,16	A	21
11	-1,04	0,00	9,22	-		17,74	12,16	A	21
11	-1,26	0,00	11,38	-		18,54	14,32	A	21
12	-1,26	0,00	11,38	-		18,63	14,32	A	21
12	-1,48	0,00	13,54	-		19,43	16,48	A	21
13	-1,48	0,00	13,54	-		19,52	16,48	A	21
13	-1,70	0,00	15,70	-		20,32	18,64	A	20
14	-1,70	0,00	15,70	P		20,41	18,64	A	20
14	-1,90	4,45	17,66	3	98	21,14	20,60	A	20
15	-1,90	4,76	17,66	3	95	21,22	20,60	A	20
15	-2,10	7,53	19,62	3	81	21,94	22,56	A	20
16	-2,10	7,85	19,62	3	80	22,03	22,56	A	20
16	-2,30	9,62	21,58	2	68	22,75	24,52	A	20
17	-2,30	9,85	21,58	2	68	22,83	24,52	A	20
17	-2,50	11,46	23,54	2	61	23,56	26,49	A	20
18	-2,50	11,68	23,54	2	60	23,64	26,49	A	20
18	-2,70	13,35	25,51	2	57	24,37	28,45	A	18
19	-2,70	13,54	25,51	2	56	24,44	28,45	A	18
19	-2,85	14,72	26,98	2	54	24,99	29,92	A	19
20	-2,85	14,89	26,98	2	54	25,05	29,92	A	19
20	-3,00	17,72	28,45	1	29	18,85	31,39	1	
21	-3,00	118,52	28,45	1	31	3,05	31,39	A	
21	-3,22	88,10	30,57	1	24	2,54	33,52	A	
22	-3,22	88,27	30,57	1	24	2,58	33,52	A	
22	-3,43	62,28	32,70	1	15	1,90	35,64	A	
23	-3,43	62,45	32,70	1	15	1,95	35,64	A	
23	-3,65	38,02	34,83	1	9	2,33	37,77	A	
24	-3,65	38,19	34,83	1	9	2,38	37,77	A	
24	-3,87	15,02	36,95	1	3	14,11	39,89	1	
25	-3,87	15,18	36,95	1	3	14,17	39,89	1	
25	-4,08	0,00	39,08	A		38,40	42,02	1	3
26	-4,08	0,00	39,08	A		49,46	42,02	1	4
26	-4,30	0,00	41,20	A		73,45	44,15	1	6

*

Stat Status (A=active, P=passive, Number is branche, 0 is unloading)
Mob Percentage passive mobilized

11 Outline Stage 4: aardbeving

Outline - Stage 4: aardbeving

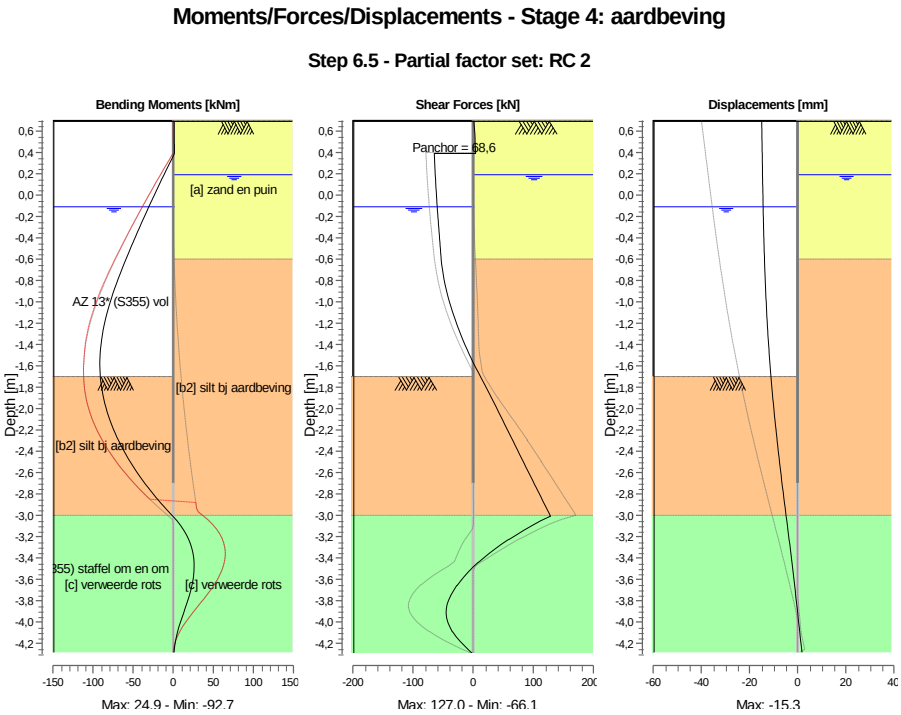


12 Step 6.1 Stage 4: aardbeving

12.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

12.1.1 Charts of Moments, Forces and Displacements



13 Step 6.4 Stage 4: aardbeving

13.1 Calculation Results

Number of iterations: 3

13.1.1 Anchors/Struts

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
leganker SMP +...	0,40	2,100E+08	70,14	Elastic	Right	Anchor

14 Step 6.5 Stage 4: aardbeving

14.1 Input Data Left

14.1.1 Water Level

Water level: -0,10 [m]

14.1.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	-1,70
6,50	-1,70
15,00	-3,50

14.2 Input Data Right

14.2.1 Water Level

Water level: 0,20 [m]

14.2.2 Surface

X [m]	Y [m]
0,00	0,70
0,10	0,70
0,15	1,10
5,00	1,10
5,50	1,30

14.2.3 Soil Material Properties in Profile: bij aardbeving

Layer name	Level [m]	Unit weight		Cohesion [kN/m²]	Friction angle phi [°]	Delta friction angle [°]
		Unsat [kN/m³]	Sat. [kN/m³]			
[a] zand en puin	1,30	20,00	20,00	0,00	27,00	18,00
[b2] silt bj aard...	-0,60	18,00	100,00	0,00	10,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	20,00	22,00	10,00	36,00	17,20

Layer name	Level [m]	Shell factor [-]	OCR [-]	Grain type
[a] zand en puin	1,30	1,00	1,00	Fine
[b2] silt bj aard...	-0,60	1,00	1,00	Fine
[c] verweerde r...	-3,00	2,00	1,00	Fine

Layer name	Level [m]	Earth pressure coefficients			Additional pore pressure	
		Active [-]	Neutral [-]	Passive [-]	Top [kN/m²]	Bottom [kN/m²]
[a] zand en puin	1,30	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[b2] silt bj aard...	-0,60	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00
[c] verweerde r...	-3,00	n.a.	n.a.	n.a.	0,00	0,00

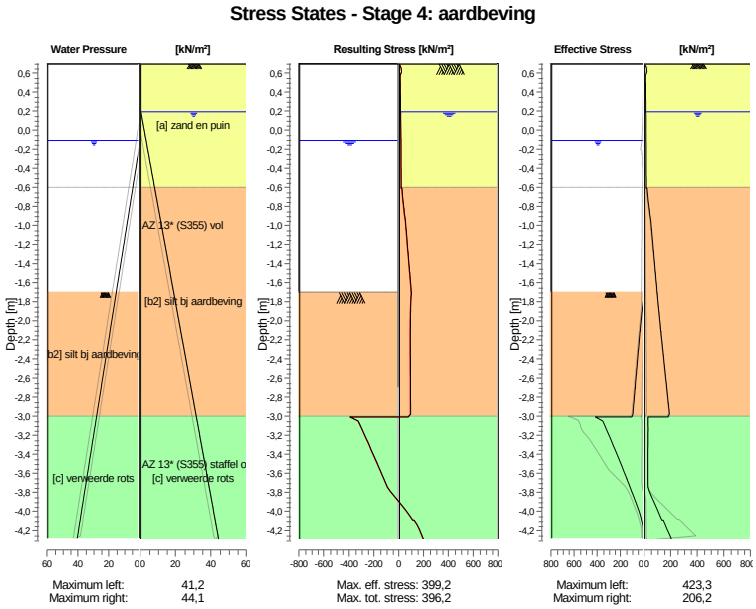
14.3 Calculation Results

Number of iterations: 3

14.3.1 Charts of Moments, Forces and Displacements

Anchor/strut	Level [m]	E-Modulus [kN/m²]	Force [kN]	State	Side	Type
leganker SMP +...	0,40	2,100E+08	68,58	Elastic	Right	Anchor

End of Report



14.3.2 Charts of Stresses

