



GEOMET
GEOTECHNIEK

**Rapport betreffende
bouwput en bemaling
aan het Voorplein
te Bodegraven**

Opdracht nummer

AA22027-3

Datum rapport

14 december 2023

**Rapport betreffende
bouwput en bemaling
aan het Voorplein
te Bodegraven**

Opdracht nr.	AA22027-3
Datum rapport	14 december 2023
Opdrachtgever	Pastoriestaete B.V. Lemsteraak 2 2411 NC Bodegraven
Constructeur	TWP BV Scheepmakerij 310a 3331 MC Zwijndrecht

rapportcontrole: Th. de Wit

dd.

opgesteld door: A.A. van Wijncoop

INHOUDSOPGAVE

	blad
1 INLEIDING	4
2 GRONDONDERZOEK.....	4
2.1 sonderingen met kleefmeting	4
2.2 boringen en peilfilters	5
2.3 onderzoek grondwaterkwaliteit.....	5
3 BODEMGESTELDHEID	5
4 HYDROLOGISCHE GEGEVENS	6
4.1 schematisatie hydrologische bodemopbouw	6
4.2 grondwaterstanden.....	6
5 UITVOERING BOUWPUT EN FUNDERING.....	13
5.1 constructieve uitgangspunten	15
5.2 algemene opzet bouwput.....	16
5.3 paaltype en uitvoering heiwerk.....	17
5.4 bestaande paalfunderingen.....	17
5.5 aanvulling naast kelderwanden	17
5.6 installatie en trekken damwandplanken	17
5.7 x, y en z metingen	18
6 DIMENSIONERING DAMWANDEN	19
6.1 overzicht uiterste grenstoestanden.....	20
6.2 uitgangspunten berekening D-Sheet Piling	21
6.3 damwandprofielen en lengten	22
6.4 dimensionering gestempelde damwand straatzijde	23
6.5 dimensionering gestempelde damwand naast belending.....	24
6.6 verticaal draagvermogen damwand bouwfase	25
6.7 uitgangspunten berekening Plaxis.....	25
6.8 berekeningsresultaat gestempelde damwand naast belending Plaxis	27
6.9 conclusie gestempelde damwand naast belending Plaxis.....	28
6.10 dimensionering stempelramen	29
6.11 monitoring belendingen	29
7 BEMALING	30
7.1 uitvoering vacuïmbemaling	30
7.2 bemalingsdebiet.....	30
7.3 monitoring grondwaterstand omgeving	31
7.4 lozing bemalingswater	32
7.5 vergunningen	32
7.6 heffingen.....	33

8	INVLOED BEMALING OP OMGEVING	34
8.1	invloed op grondwaterpotentialen omgeving	34
8.2	zettingen	34
8.3	funderingen bestaande bebouwing in omgeving	35
8.4	landbouw en groenvoorzieningen	36
8.5	mobiele bodemverontreinigingen	36
8.6	overige grondwateronttrekkingen	37
8.7	koude-warmteopslag	37
8.8	invloed op zout grondwater	38
8.9	archeologie	39

LIJST VAN DE BIJLAGEN

omschrijving	nr.
- resultaten berekeningen D-Sheet Piling	1.1 t/m 1.10
- resultaten berekeningen Plaxis	2.1 t/m 2.6
- isohypsenkaart freatische grondwaterstand omgeving	T02 en T03
- sondeergrafieken met kleefmeting	01 t/m 04, 06 en 07
- handboorstaten	B01 t/m B04, B06, B07, PB01 en PB02
- coördinatentabel	1 blz.
- situatie sondeerpunten	T01a

1 INLEIDING

Op 27 september 2023 ontving ABO Geomet van Pastoriestaete BV de opdracht voor het uitbrengen van het bouwput en bemalingsadvies met plaxisberekening. Het betreft de sloop en nieuwbouw van een aantal woningen direct naast meerdere funderingen op staal in het centrum van Bodegraven. De nieuwbouw wordt voorzien van een 1-laagse parkeerkelder.

In aansluiting op de reeds verstrekte gegevens bevat dit rapport de resultaten van het grondonderzoek alsmede het bouwput- en bemalingsadvies. Het voorlopig advies voor de fundering van de nieuwbouw is gepresenteerd in memo AA22027-1mm1 dd. 22 juni 2023.

2 GRONDONDERZOEK

2.1 sonderingen met kleefmeting

Uitgevoerd werden 6 diepsonderingen met een elektrische conus, waarbij tevens de plaatselijke mantelwrijving is gemeten. Het resultaat is gepresenteerd op de sondeergrafieken 01 t/m 04, 06 en 07. De diepte op de sondeergrafieken is gegeven in meters ten opzichte van NAP. In verband met de aanwezigheid van kabels en leidingen zijn 6 sonderingen voorgeboord. De aangetroffen bodemopbouw is beschreven op de handboorstaten. De uitzetgegevens zijn vermeld in de coördinatentabel en op de situatietekening T01a.

De sonderingen zijn uitgevoerd met een elektrische conus met hellingmeter conform NEN-EN-ISO 22476-1. Met de elektrische conus vindt een directe en continue meting plaats van zowel de weerstand aan de conuspunt als van de wrijving langs de kleefmantel. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit geldt niet alleen voor de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige grondlagen.

De verhouding tussen wrijvingsweerstand en conusweerstand, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft namelijk voor iedere grondsoort een andere waarde. Als indicatie gelden voor de gladde elektrische conus bij normaal geconsolideerde gronden onder de grondwaterstand de navolgende relaties:

<u>wrijvingsgetal in %</u>	<u>grondsoort</u>
0,3 – 1,2	zand, grof tot fijn
1,5 – 2,0	silt
2,5 – 5,0	klei
> 5,0	veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen.

In de conus bevindt zich een hellingmeter waardoor een controle mogelijk is op een eventueel afwijken van de verticaal. De gemeten afwijkingen zijn gepresenteerd op de sondeergrafieken. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

2.2 boringen en peilfilters

Op de bouwlocatie zijn 2 peilbuizen geplaatst voor classificatie van de bovenlagen en voor registratie van de freatische grondwaterstand. De handboorstaten bij de boringen zijn als bijlage aan het rapport toegevoegd. De locaties van alle peilfilters is gegeven op de bijgevoegde situatietekening.

2.3 onderzoek grondwaterkwaliteit

In verband met de geplande lozing dient de grondwaterkwaliteit onderzocht te worden conform de normen van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden.

3 BODEMGESTELDHEID

De projectlocatie ligt aan het Voorplein te Bodegraven. Het maaiveldpeil ter plaatse van de sondeerpunten varieerde tijdens het grondonderzoek van 0,43 m+ NAP tot 0,69 m+ NAP.

Uit de resultaten van het grondonderzoek kan de navolgende bodemopbouw worden afgeleid:

<u>Diepte in m- NAP</u>		<u>Bodembeschrijving</u>
m.v.	- 0,75 à 3,0	<u>ZAND en KLEI</u> , toplaag, plaatselijk <u>VEEN</u> -houdend
0,75 à 3,0	- ca. 24,75	<u>ZAND</u> , matig vast tot zeer vast gepakt, lokaal met kleihoudende tussenlaag tot ca. 12,0 m- NAP holocene rivierafzettingen
ca. 24,75		<u>maximaal verkende diepte</u>

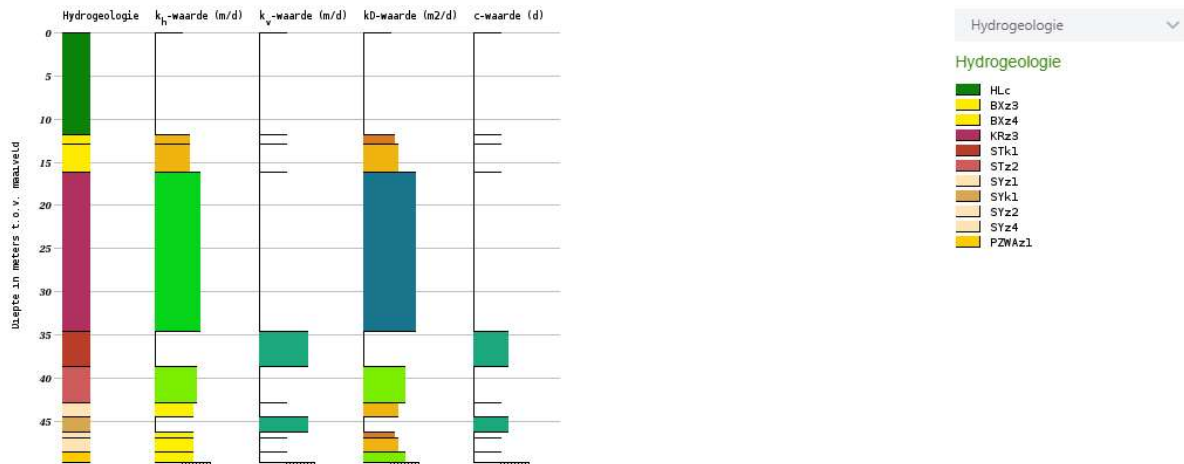
De bodemopbouw betreft een zo goed mogelijke inschatting, welke is gebruikt voor de adviezen. Hieraan kunnen geen rechten worden ontleend ten aanzien van samenstelling en eventuele bijmengingen van de grond.

4 HYDROLOGISCHE GEGEVENS



4.1 schematisatie hydrologische bodemopbouw

Voor de bepaling van de hydrologische bodemopbouw is niet alleen gebruik gemaakt van de tot nu toe uitgevoerde sonderingen, maar ook van Dinoloket voor het inzicht in de diepere grondlagen. De bodemopbouw ziet er als volgt uit:



Figuur 1 - hydrologische bodemopbouw (bron: Dinoloket)

De hydrologische bodemopbouw kan worden geschematiseerd tot twee watervoerende pakketten. Voor het rekenmodel in Microfem is aan de holocene zandlaag tot ca. 12,0 m-NAP een gemiddelde horizontale doorlatendheid van 300 m²/dag toegekend. De drainageweerstand van de toplaat wordt op ca. 750 dagen gesteld.

Onder deze laag is een fictieve scheidingslaag gehanteerd met een drainageweerstand van 2 dagen. Voor de pleistocene laag tussen 12,0 en 33,0 m-NAP is een gemiddelde horizontale doorlatendheid van 1000 m²/dag aangehouden.

Voor de hydrologische berekening met Microfem is de onderstaande schematisatie van de bodemopbouw gehanteerd.

Tabel 1 Geohydrologische schematisatie		
Diepte bovenkant laag in m- NAP	Bodembeschrijving	Bodemparameter
m.v.	ZAND, holocene	kD = 300 m ² /dag
ca. 12,0	Fictieve scheidingslaag	c = 2 dagen
ca. 12,0	ZAND, pleistoceen	kD = 1000 m ² /dag
ca. 33,0	geohydrologische basis	-

4.2 grondwaterstanden

Tot dusver zijn de onderstaande waarnemingen van de grondwaterstand uitgevoerd.

Tabel 2 Overzicht waarnemingen peilbuizen		
	Peilbuis nummer	
	01	02
maaiveldniveau	0,35 m+ NAP	0,53 m+ NAP
bovenkant peilbuis	0,26 m+ NAP	0,47 m+ NAP
onderkant filter	3,65 m- NAP	3,77 m- NAP
datum waarneming	grondwaterstand	
26-06-2023 (dag van plaatsen)	2,86 m- NAP	2,91 m- NAP
27-06-2023	2,85 m- NAP	2,93 m- NAP
03-07-2023	2,97 m- NAP	3,05 m- NAP
10-07-2023	2,88 m- NAP	2,95 m- NAP
21-08-2023	2,81 m- NAP	2,88 m- NAP
16-10-2023	2,79 m- NAP	2,84 m- NAP
30-11-2023	2,36 m- NAP	2,43 m- NAP
07-12-2023	2,50 m- NAP	2,56 m- NAP

Naast de waarnemingen in de peilbuizen is Dinoloket geraadpleegd voor het verkrijgen van gegevens over de grondwaterpotentialen.

BRO-ID: GLD000000026561
 Grondwatermonitoringnet BRO-ID:
 Registratie: BRO
 Kwaliteitsregime: IMBRO
 Tijdstip van registratie: 21-11-2022 14:02
 Datum eerste meting: 01-01-2021
 Datum meest recente meting: 15-06-2023

Selecteer grondwaterstandonderzoek: ⓘ

GLD000000026561 (buis 1 , diepte -2.85m) ▾

Download GLD000000026561 als CSV bestand

Periode: 2021 ▾

Grondwaterstanden



Figuur 2 - peilbuis GLD000000026561, freatische grondwaterstand 2021 (bron: dinoloket)

BRO-ID: GLD000000026561
 Grondwatermonitoringnet BRO-ID:
 Registratie: BRO
 Kwaliteitsregime: IMBRO
 Tijdstip van registratie: 21-11-2022 14:02
 Datum eerste meting: 01-01-2021
 Datum meest recente meting: 15-06-2023

Selecteer grondwaterstandonderzoek: ⓘ

GLD000000026561 (buis 1 , diepte -2.85m) ▾

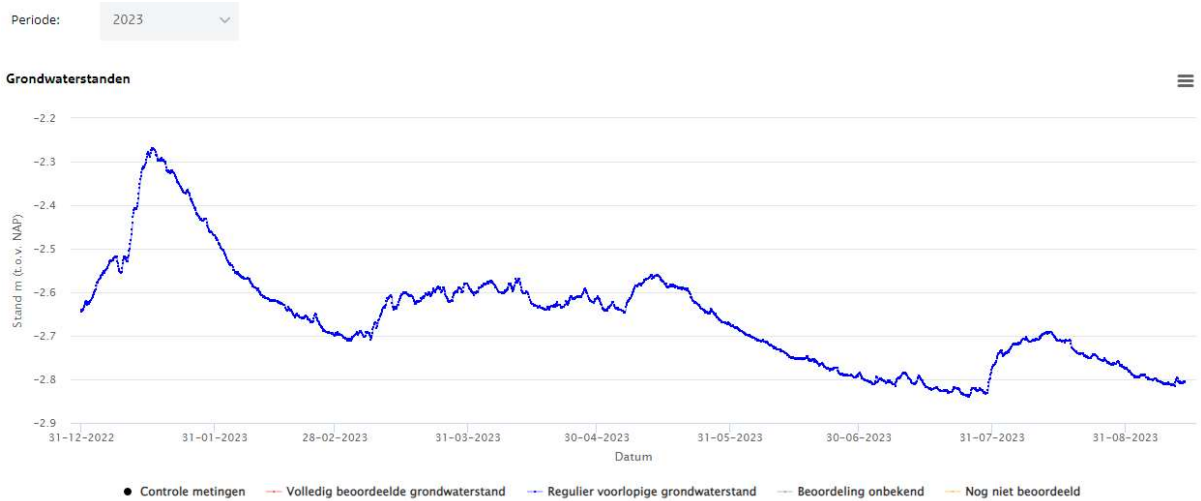
Download GLD000000026561 als CSV bestand

Periode: 2022 ▾

Grondwaterstanden



Figuur 3 - peilbuis GLD000000026561, freatische grondwaterstand 2022 (bron: dinoloket)



Figuur 4 - peilbuis GLD000000026561, freatische grondwaterstand 2023(bron:dinoloket)

BRO-ID: GLD000000026542

Grondwatermonitoringnet BRO-ID:

Registratie: BRO

Kwaliteitsregime: IMBRO

Tijdstip van registratie: 21-11-2022 13:55

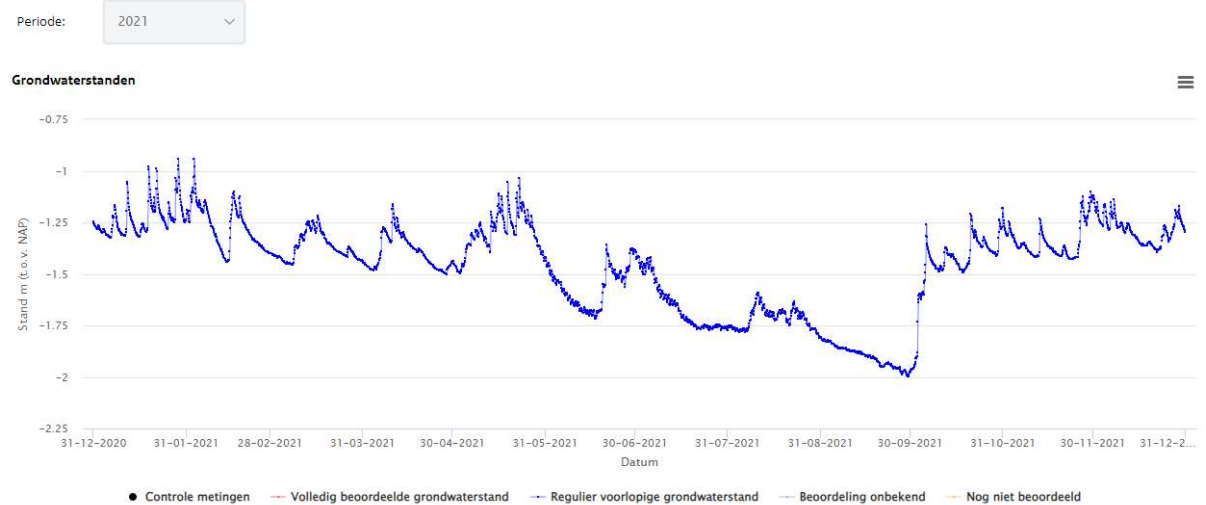
Datum eerste meting: 01-01-2021

Datum meest recente meting: 15-06-2023

Selecteer grondwaterstandonderzoek:

GLD000000026542 (buis 1 , diepte -1.8m)

[Download GLD000000026542 als CSV bestand](#)



Figuur 5 - peilbuis GLD000000026542, freatische grondwaterstand 2021(bron:dinoloket)

BRO-ID: GLD00000026542
Grondwatermonitoringnet BRO-ID:
Registratie: BRO
Kwaliteitsregime: IMBRO
Tijdstip van registratie: 21-11-2022 13:55
Datum eerste meting: 01-01-2021
Datum meest recente meting: 15-06-2023

Selecteer grondwaterstandonderzoek: ⓘ

GLD00000026542 (buis 1, diepte -1.8m) ▾

Download GLD00000026542 als CSV bestand

Periode: 2022 ▾

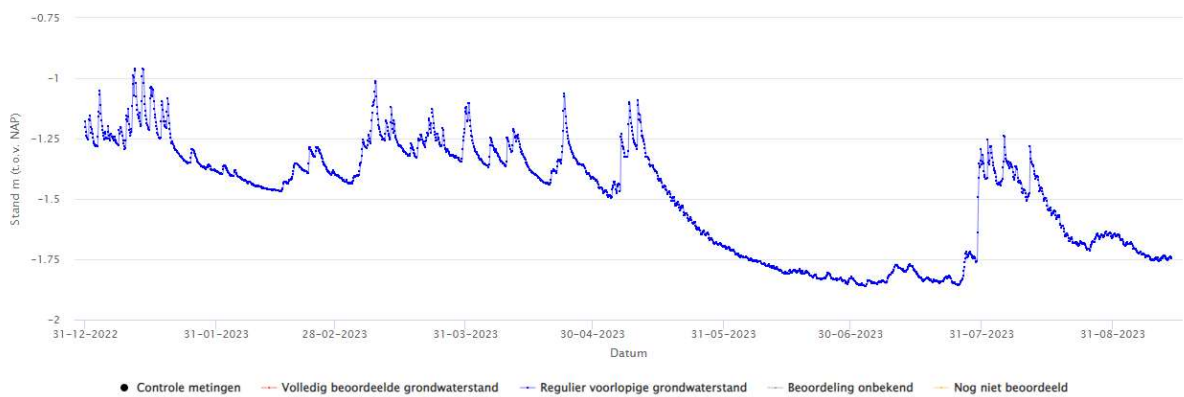
Grondwaterstanden



Figuur 6 - peilbuis GLD00000026542, freatische grondwaterstand 2022(bron:dinoloket)

Periode: 2023 ▾

Grondwaterstanden



Figuur 7 - peilbuis GLD00000026542, freatische grondwaterstand 2023(bron:dinoloket)

BRO-ID: GLD000000026556
 Grondwatermonitoringnet BRO-ID:
 Registratie: BRO
 Kwaliteitsregime: IMBRO
 Tijdstip van registratie: 21-11-2022 14:00
 Datum eerste meting: 01-01-2021
 Datum meest recente meting: 02-01-2021

Selecteer grondwaterstandonderzoek: ⓘ

GLD000000026556 (buis 1 , diepte -3,83m) ▾

Download GLD000000026556 als CSV bestand

Periode: 2021 ▾

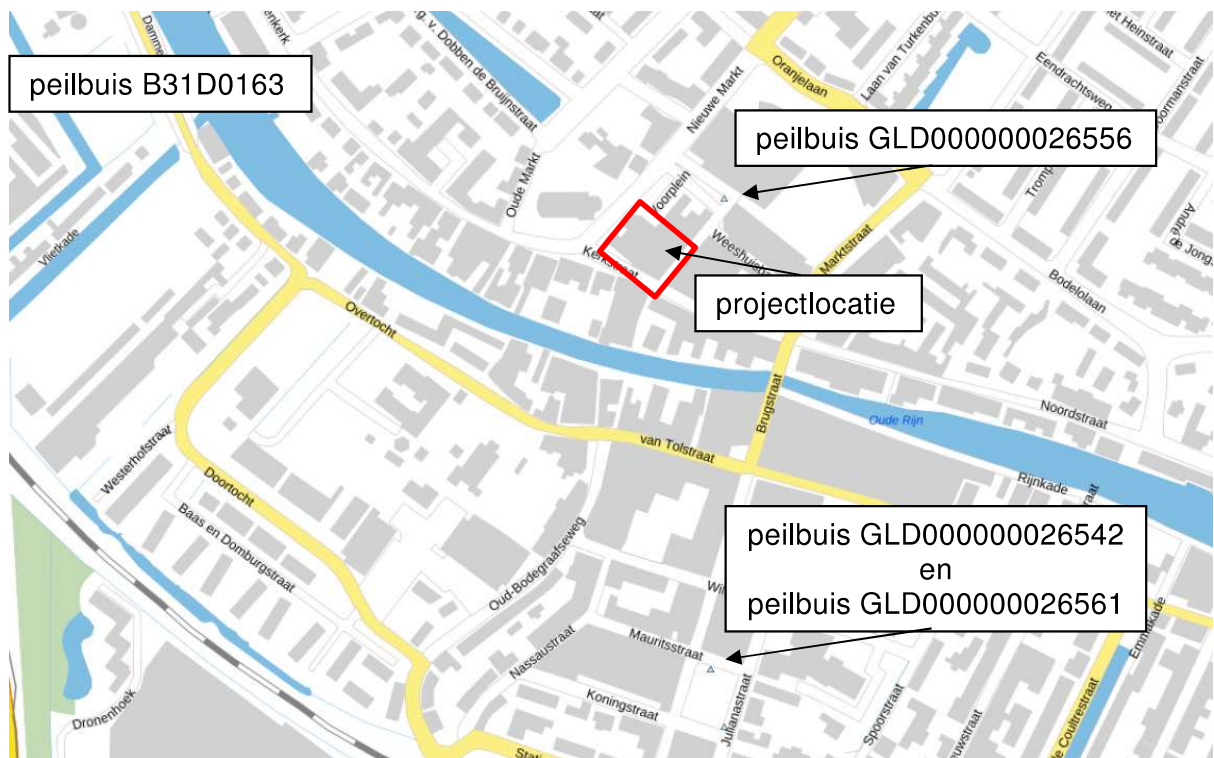
Grondwaterstanden



Figuur 8 - peilbuis GLD000000026556, freatische grondwaterstand 2021 (bron: dinoloket)



Figuur 9 - peilbuis B31D0163, stijghoogte pleistoceen (bron: grondwatertools)



Figuur 10 - overzicht locaties (bron:Dinoloket)

De freatische grondwaterstand is variabel en sterk afhankelijk van neerslag. De minimale grondwaterstand in de omgeving is laag aangetroffen op ca. 3,00 m- NAP en de hoogste grondwaterstand is op ca. 0,97 m- NAP aangetroffen. De stijghoogte in de pleistocene laag is verbonden met de freatische grondwaterstand. Maar over het algemeen ligt de stijghoogte lager dan de freatische grondwaterstand. Daarnaast is op de projectlocatie zelf recent een grondwaterstand van ca. 3,05 m- NAP aangetroffen.

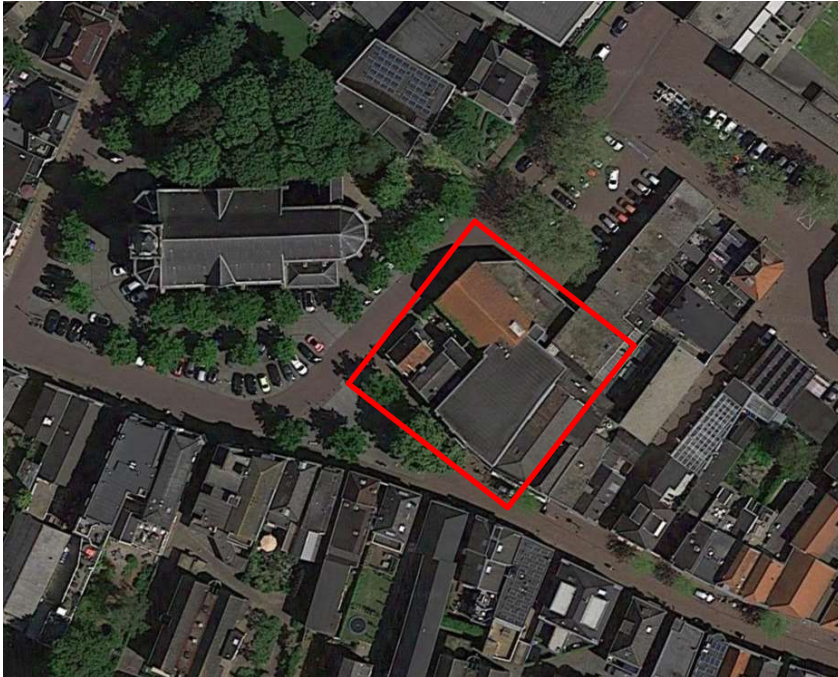


figuur 11 - waterstand Oude Rijn (bron:waterpeilen.nl)

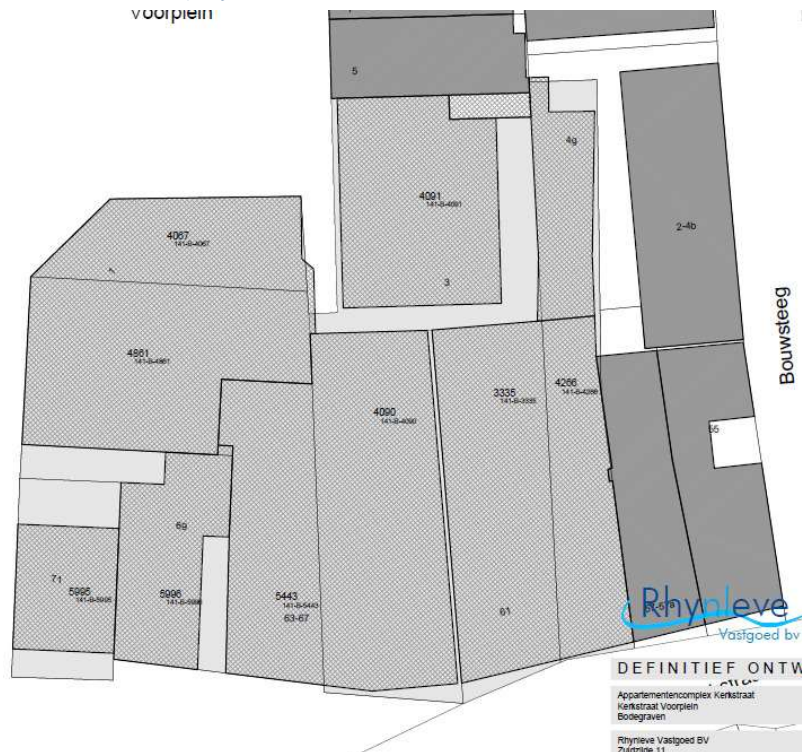
In bovenstaande figuur is de waterstand in de Oude Rijn weergegeven. Hierop is een gemiddelde waterstand van ca. 0,60 m- NAP. Tussen 2010 en 2015 zijn de laagste waterstanden gemeten van ca. 1,20 m- NAP. Pieken kunnen ook een gevolg zijn van wind en golven. Het peil van de Oude Rijn is namelijk zeer constant. Deze waterstanden komen niet overeen met de lagere grondwaterstanden in de pleistocene zandlaag maar wel met de freatische grondwaterstand. Verwacht wordt dat in droge periode de Oude Rijn de freatische grondwaterstand voedt maar dat de pleistocene zandlaag in verbinding staat met een andere lagere laag of open water.

5 UITVOERING BOUWPUT EN FUNDERING

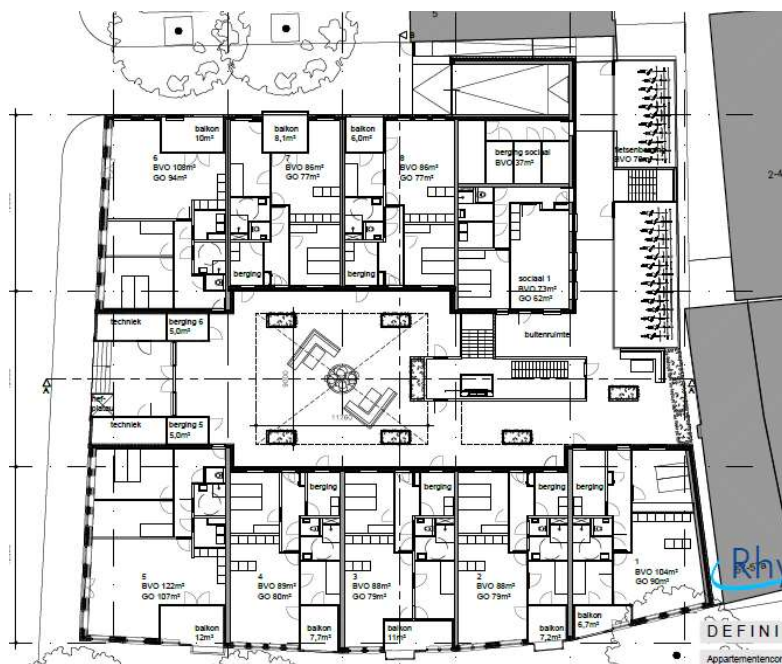
De projectlocatie is gelegen tegen over de kerk in Bodegraven **aan het Voorplein**. In onderstaande figuren is de omgeving te zien, de te slopen onderdelen en de begane grondvloer van de nieuwbouw.



Figuur 12 - overzicht projectlocatie voorplein



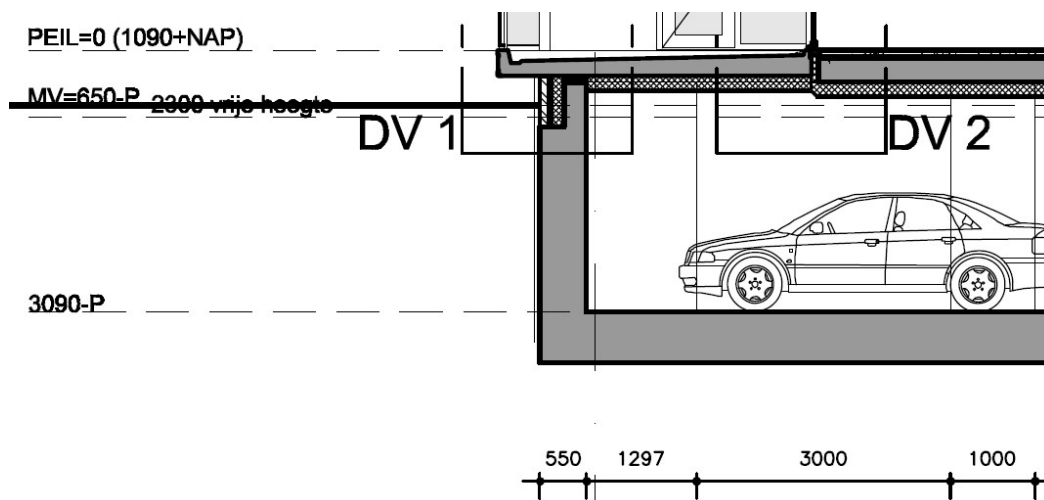
Figuur 13 – bestaande locatie te slopen onderdelen



figuur 14 – nieuwbouw begaande grondvloer

Onder de gehele nieuwbouw komt een 1-laagse parkeergarage. Dit betekent dat een kering en maatregelen nodig zijn voor de aanleg van de kelder nabij de belendingen welke op staal zijn gefundeerd.

Het aanlegniveau van de onderkant kelder is 3,39 en 3,69 m- peil. Het 0-peil is opgegeven op 1,09 m+ NAP. De algemene ontgraving is aangehouden op 2,35 m- NAP. De ontgraving voor de poeren en funderingsbalken zal lokaal dieper zijn. Derhalve is een bemaling nodig die lager is dan de laagst aangetroffen grondwaterstand. Aangezien de kleihoudende toplaag boven de laagste grondwaterstand ligt en diepere lagen vrijwel uitsluitend bestaan uit zand, worden geen zettingen in de omgeving verwacht. Derhalve is geen gesloten bouwput benodigd.



figuur 15 – peil algemene ontgraving

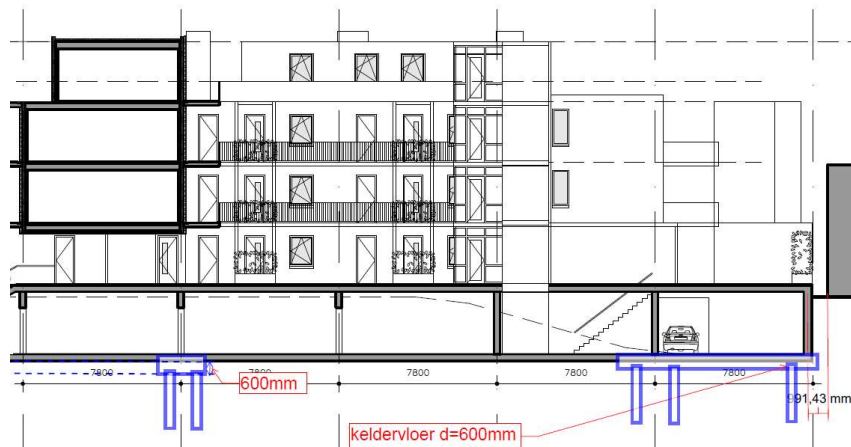
5.1 constructieve uitgangspunten

De nieuwbouw is voorzien van een 1-laagse parkeergarage. In overleg met de constructeur zijn de volgende constructieve peilen vastgesteld:

bouwpeil:	1,09	m+ NAP
bovenkant keldervloer 3,09 m- peil:	2,00	m- NAP
vloerdikte:	0,30/0,60	meter
ontgravingsdiepte, inclusief werkvloer 0,05 m:	2,35/2,65	m- NAP

dikte funderingspoeren:	0,90	meter
ontgravingsdiepte, incl. werkvloer 0,05 m:	2,95	m- NAP

In onderstaande figuur is een overzicht van de kelder gegeven.



figuur 16 – doorsnede ontgraving fundering

Door de geringe ruimte tussen de bestaande bebouwing op staal en de nieuwbouw is gekozen om een stalen damwand drukkend in te brengen. Door de geringe ruimte wordt verwacht dat de kering niet kan worden getrokken en als verloren beschouwd moet worden. Hierdoor kan gekozen worden om de kering op druk te belasten tijdens de gebruiksfase.

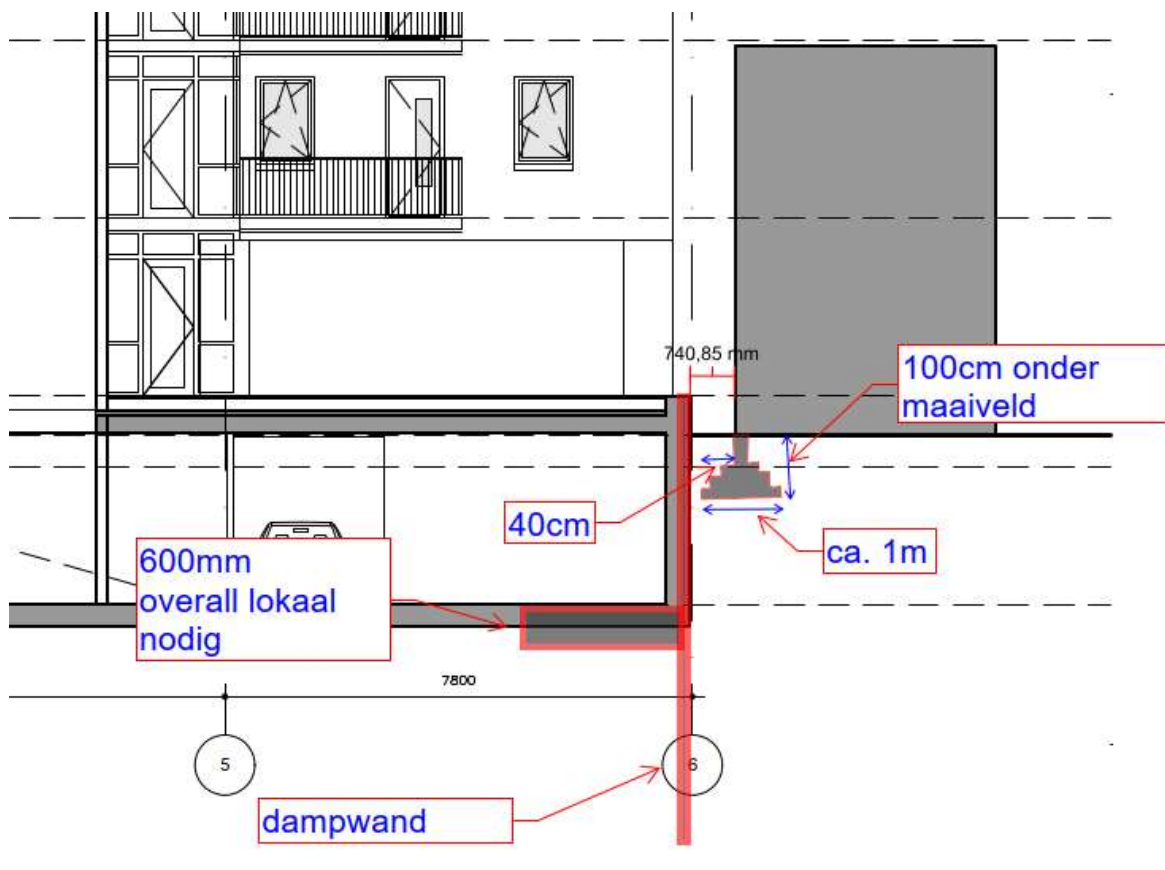
De kering dient gesteund uitgevoerd te worden om ontspanning van de ondergrond ter plaatse van de funderingen op staal door uitkragen te beperken. Dit kan door middel van een stempelraam of groutankers. Gekozen is voor een stempelraam.

Voor de invloed van de damwand op de fundering op staal dient een modelberekening met Plaxis uitgevoerd te worden. Hierdoor kan de interactie tussen de bestaande fundering op staal en de damwand gemoduleerd worden en kan bepaald worden of aanvullende maatregelen zoals een injectie onder de fundering op staal benodigd is. Dit is nader uitgewerkt in paragraaf 6.8.

5.2 algemene opzet bouwput

De bouwput wordt aan 2 zijden omgeven door op staal gefundeerde belendingen (zie figuur 18) met een geraamd aanlegniveau van ca. 1,00 m- maaiveld, overeenkomend met ca. 0,25 m- NAP uitgaande van een maaiveldniveau op ca. 0,75 m+ NAP. De representatieve waarde van de gevelbelasting bedraagt volgens opgave $61,4 \text{ kN/m}^1$ exclusief het eigen gewicht van de fundering. Dit is in de berekeningen geschematiseerd als een funderingsdruk van $61,4 \text{ kN/m}^2$ over breedte van 1 meter op 0,34 meter uit het hart van de damwand. Als eigen gewicht van de fundering is een waarde van ca. $12,0 \text{ kN/m}^1$ aangehouden, zodat de totale belasting $73,4 \text{ kN/m}^1$ bedraagt.

De aanwezigheid van op staal gefundeerde bebouwing op zeer korte afstand van de bouwput geeft stringente eisen aan de vervormingen van de damwand. Voor deze zijde is voorts voorzien in toepassing van een verloren damwand, welke statisch wordt ingedrukt.



figuur 17 – doorsnede ontgraving fundering naast belending

5.3 paaltype en uitvoering heiwerk

Voor de fundering wordt waarschijnlijk gekozen voor schroefpalen met verloren punt. Een advies is aangeleverd in de memo AA22027-1mm1 dd. 22 juni 2023 hierbij is uitgegaan dat de palen vanaf maaiveld of een beperkte ontgraving worden ingebracht.

5.4 bestaande paalfunderingen

Op de bouwlocatie zijn een aantal bestaande gebouwen aanwezig welke voorafgaande aan de bouw worden gesloopt ofwel inmiddels zijn gesloopt. Geadviseerd wordt indien oude palen aanwezig zijn deze af te kappen op het niveau van onderkant keldervloer en het diepere deel in de grond achter te laten. Bij het trekken van de bestaande palen kan de vastheid van de funderingszandlaag afnemen, hetgeen een negatieve invloed heeft op de draagkracht van de nieuwe palen.

5.5 aanvulling naast kelderwanden

Na het gereedkomen van de begane grondvloer zal de ruimte tussen kelderwand en damwand moeten worden aangevuld met zand en verdicht door middel van inwateren of met een trilslede. Bij verdichting door middel van inwateren dient rekening te worden gehouden met enige maaiveldzakking ten gevolge van inklink van de aanvulling. Bij de keuze voor een trilslede moet rekening gehouden worden met een minimale breedte van ca. 0,5 meter. Aan de zijde van de belendingen wordt de damwand verwerkt in de kelderwand.

5.6 installatie en trekken damwandplanken

Op korte afstand van de damwand zijn op staal gefundeerde belendingen aanwezig. Nabij deze locaties is het noodzakelijk de planken in te brengen door middel van statisch drukken.

Voor het indrukken van de planken zijn 2 methoden beschikbaar welke beiden toepasbaar zijn. Een silent piler machine werkt volgens de enkelvoudige methode. Bij deze methode klemt de machine zich vast op 3 reeds ingebrachte damwandplanken en drukt vervolgens een nieuwe plank naar beneden. Hierbij wordt voortdurend een op- en neerwaartse beweging met de plank gemaakt. Als de damwandplank volledig op diepte is kan de machine zonder hulp van een kraan 1 plankpositie doorschuiven. Een ABI-machine werkt volgens de meervoudige methode. Hierbij is de machine gekoppeld aan een kraan met makelaar. Bij deze methode worden 4 planken tegelijk in de machine genomen en afwisselend in korte slagen op diepte gedrukt.

Verwacht wordt dat de damwandplanken bij correcte uitvoering zonder hulpmiddelen op diepte kunnen worden gebracht. Voor het succesvol indrukken van stalen damwandplanken zijn keuze van een goede machine en ervaring van de machinist van groot belang. Horizontale bewegingen van de planken dienen zoveel mogelijk te worden beperkt omdat dit tot ontspanning van de bovenlagen kan leiden en risico's geeft voor beschadiging van de planken.

Bij het statisch drukken met silent piler is het risico op slotopeningen ter plaatse van aansluitplanken hoger dan bij hoogfrequent trillen. Geadviseerd wordt daarom het sluiten van de damwandkuip uit te voeren op een traject waar de planken worden getrild. Bij het sluiten van de kuip door middel van trillen zal enige extra trilling optreden. Daarom zal het sluiten van de kuip moeten worden uitgevoerd op minimaal 10 meter vanaf de belendingen. Eventuele openingen in het damwandscherm ten gevolge van installatieproblemen of ter plaatse van sluitplanken moeten voor start van de ontgraving worden afgedicht.

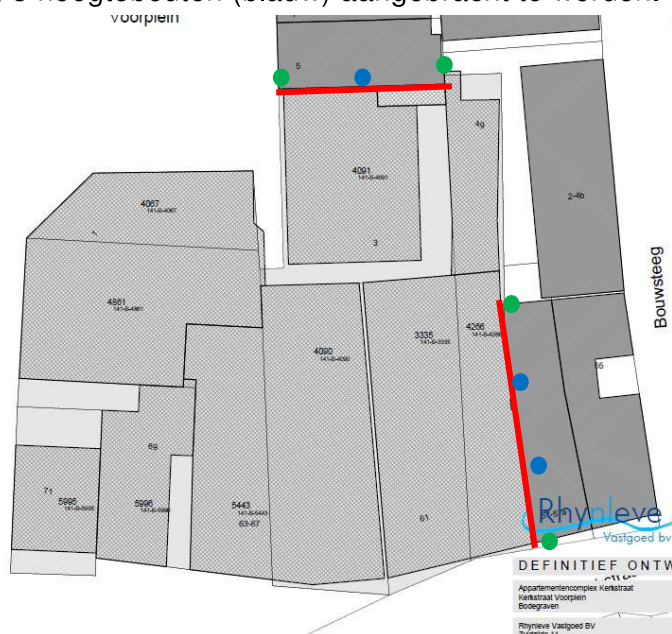
Geadviseerd wordt om de hoogteligging van belendingen te monitoren met behulp van hoogteboutjes in de gevel. Een voorstel hiervoor is gedaan in paragraaf 5.7.

Een deskundig toezicht tijdens de uitvoering is een vereiste, teneinde de kwaliteit en waterdichtheid van de ingebrachte damwand te waarborgen en negatieve beïnvloeding van de omgeving te voorkomen.

5.7 x, y en z metingen

De werkzaamheden worden uitgevoerd direct naast een op staal gefundeerde belending aan de oostzijde en noordzijde van de bouwput. De belending aan het Voorplein 5 is in 1918 gebouwd en de belending aan de Kerkstraat 57 in 1880. De panden welke verwijderd worden zijn in 1882 gebouwd en staan direct tegen de belending.

Geadviseerd wordt voor de start van de sloop 4 hoogtebouten (groen) te plaatsen om de invloed van de sloop en ontgraving op de belendingen te monitoren. Na de sloop dienen nog 3 hoogtebouten (blauw) aangebracht te worden.



figuur 18 – overzicht te verwijderen delen

6 DIMENSIONERING DAMWANDEN

Er zijn 2 situaties aanwezig op de projectlocatie ter plaatse van de weg en de belending. Deze situaties worden doorgerekend met het programma D-Sheet Piling. Daarnaast is voor de situatie naast de belending een aanvullende berekening met Plaxis benodigd. Dit is om de verplaatsingen van de fundering van de belending te schematiseren. Dit zal in het paragraaf 6.8 nader uitgewerkt worden.

De damwanden zijn doorgerekend met het programma D-Sheet Piling versie 22.1. De berekeningsmethode is gebaseerd op de verplaatsingsmethode, toegepast op een verend ondersteunde ligger met een niet-lineaire veer karakteristiek. Deze methodiek staat bekend als de zogenaamde elasto-plastische methode. Met het programma kunnen willekeurige bovenbelastingen en geknikte maaivelden worden doorgerekend, volgens de methode van Culmann.

De berekeningen zijn uitgevoerd volgens NEN 9997-1:2016+ C2:2017. Hierin zijn NEN-EN 1997-1+ C1+ A1:2016 opgenomen, zodat de berekeningen voldoen aan de eisen van het Bouwbesluit 2012. In NEN 9997-1 zijn rekenregels en voorschriften opgenomen voor onderwerpen waarvoor NEN-EN 1997-1 geen concrete bepalingmethoden geeft. Nadere achtergronden zijn vermeld in CUR publicatie 166 6^e herziene druk, echter de veiligheidsklassen en partiële factoren volgens deze richtlijn zijn vervallen.

Voor de berekeningen is schema B toegepast, hetgeen betekent dat alleen in de beschouwde fase met partiële factoren wordt gerekend. De rekenwaarden van het buigend moment en steunpuntsreacties in de uiterste grenstoestand UGT moeten worden getoetst aan materiaalgebonden normen. De vervormingen zijn bepaald voor de bruikbaarheidsgrenstoestand BGT. De constructie wordt ingedeeld in betrouwbaarheidsklasse RC1.

In verband met de aanwezigheid van een fundering op staal op korte afstand van de damwand zijn vervormingsberekeningen uitgevoerd met Plaxis. Dit is een eindige elementenprogramma voor grondmechanische berekeningen. Naast de krachten en vervormingen van de damwand kunnen hiermee ook de deformaties van het bestaande gebouw worden berekend.

6.1 overzicht uiterste grenstoestanden

Volgens artikel 2.4.7 van NEN 9997-1 moet, voor zover van toepassing, zijn aangetoond dat de onderstaande grenstoestanden niet worden overschreden.

Uiterste grenstoestanden volgens NEN 9997-1		
Symbol	Grenstoestand	Beoordeling
EQU	verlies van evenwicht van de constructie of de ondergrond, opgevat als een stijf geheel, waarin de sterkte van de constructieve materialen en de ondergrond geen noemenswaardige bijdrage levert aan de weerstand	niet van toepassing voor damwand met inbedding in de ondergrond
STR	intern bezwijken of zeer grote vervorming van de constructie of van onderdelen ervan, met inbegrip van bijvoorbeeld funderingen op staal, palen of kelderwanden, waarbij de sterkte van de constructiematerialen een beduidende bijdrage levert aan de weerstand	uitwerking in paragraaf 6.8
GEO	bezwijken of zeer grote vervorming van de ondergrond, waarbij de sterkte van de grond of het gesteente een beduidende bijdrage levert aan de weerstand	uitwerking in paragraaf 6.4
UPL	verlies van evenwicht van de constructie of de ondergrond ten gevolge van opdrijven door waterdruk (opwaartse druk) of andere verticale belastingen	Opdrijven constructie dient te worden getoetst door de constructeur
HYD	hydraulische groundbreuk, interne erosie en erosie door geconcentreerde grondwaterstroming ('piping') in de ondergrond ten gevolge van hydraulische gradiënten	toetsing is niet nodig omdat geen vrije waterspiegel aanwezig is en niet uitsluitend waterdoorlatende grondlagen.

6.2 uitgangspunten berekening D-Sheet Piling

Op basis van het grondonderzoek zijn significante verschillen in bodemopbouw vastgesteld. Op sondering 07 en de voorboring is klei en veen aangetroffen in de ondergrond. Voor de berekeningen is uitgegaan van dit bodemprofiel. Voor de bodemparameters is uitgegaan van $\psi = 1,0$ volgens EN 1990:2002, hetgeen betekent dat de representatieve waarden gelijk zijn aan de karakteristieke waarden. De gehanteerde grondparameters zijn in onderstaande tabel vermeld.

Karakteristieke waarden van de grondeigenschappen, sondering 07						
Hoofd grondsoort	Bovenkant (m- NAP)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ' (°)	δ' (°)	K_h (kN/m ³)
los tot matig vast gepakt zand	mv.	17,0 / 20,0	0,0	30,0	20,0	7000
klei, uitgedroogd	-0,50	17,0	5,0	22,5	15,0	4000
Veen	-1,20	12,0	5,0	17,5	0,0	1000
klei, uitgedroogd	-1,50	17,0	5,0	22,5	15,0	4000
matig vast gepakt zand	-3,00	20,0	0,0	30,0	20,0	10000
vast gepakt zand	-12,0	21,0	0,0	32,5	21,7	15000

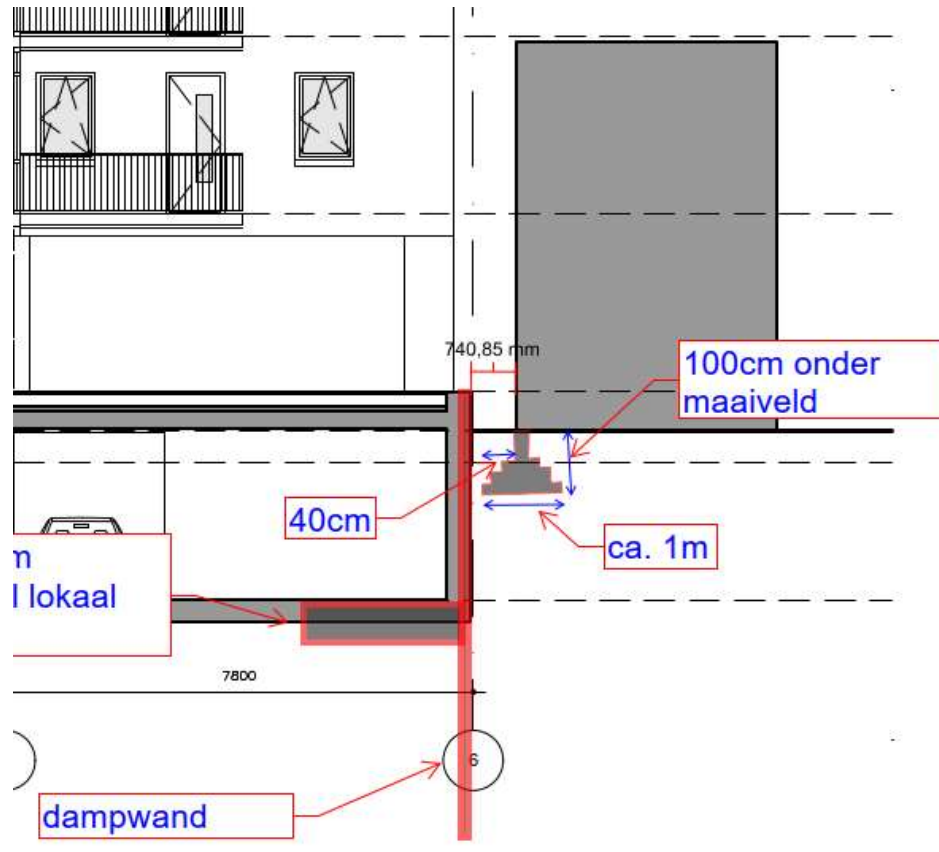
De maximale actieve en passieve gronddrukfactoren worden berekend met rechte glijvlakken. Dit is toegestaan bij wandwrijvingshoeken $\phi'_d \leq 30^\circ$. Aangezien de karakteristieke waarde $\phi' \leq 32,5^\circ$ is en in RC1 een partiële factor van 1,15 wordt toegepast op $\tan \phi'$ wordt aan deze voorwaarde voldaan voor alle grondlagen.

Als grondwaterstand buiten de bouwput is een maximale waarde van 2,90 m- NAP gehanteerd voor de maatgevende bouwfasen. Dit is een verlaagde grondwaterstand ten gevolge van de bemaling.

Het maaiveldniveau tijdens de bouwfase is aangehouden op 0,75 m+ NAP, hetgeen globaal gelijk is aan het huidige straatpeil.

Als bovenbelasting door bouwverkeer en opslag is gerekend met een bovenbelasting van 20 kN/m² tussen 1,0 en 4,0 meter achter de damwand en een gemiddelde bovenbelasting van 10 kN/m² vanaf 4,0 meter.

Voor de belending is uitgegaan van een lijnlast van $73,4 \text{ kN/m}^1$ inclusief het eigen gewicht van de fundering op ca. 0,34 meter afstand van de damwand met een breedte van 1,0 meter. Op 6,5 meter is een tweede lijnlast van 1,0 meter breed geschematiseerd.



figuur 19 – doorsnede ontgraving fundering naast belending

6.3 damwandprofielen en lengten

Voor de buitendamwand kan het volgende damwandprofiel en lengte worden toegepast uitgaande van een stempelraam voor de gehele bouwput. Dit is nodig vanwege de aanwezigheid van op staal gefundeerde belendingen. Door de aanwezigheid van langskrachten welke voortkomen uit het stempelraam kan de damwand aan de straatzijde niet vrij uitkragend uitgevoerd worden. Hierdoor ontstaan namelijk te grote verplaatsingen ter plaatse van belendingen als de stempeling lokaal wordt uitgevoerd.

gestempelde damwand straatzijde

- puntniveau van de damwand 4,75 m- NAP
- kopniveau van de damwand ca. 0,75 m+ NAP, gelijk aan het maaiveldpeil
- stempelraam op niveau 0,25 m+ NAP
- damwandprofiel AZ18-700 of vergelijkbaar
- bij toepassing U-planken moet rekening worden gehouden met scheve buiging
- staalkwaliteit S240GP
- inbrengen als dubbele planken met schuifvaste verbinding op het tussenslot

gestempelde damwand belending

- puntniveau van de damwand 7,25 m- NAP
- kopniveau van de damwand ca. 0,75 m+ NAP, gelijk aan het maaiveldpeil
- stempelraam op niveau 0,25 m+ NAP
- damwandprofiel AZ18-700 of vergelijkbaar
- bij toepassing U-planken moet rekening worden gehouden met scheve buiging
- staalkwaliteit S240GP
- inbrengen als dubbele planken met schuifvaste verbinding op het tussenslot

6.4 dimensionering gestempelde damwand straatzijde

De algemene ontgravingsdiepte van de bouwput bedraagt 2,35 m- NAP. In verband met de lokaal diepere ontgraving voor poeren tot maximaal 2,95 m- NAP op ca. 3,5 meter afstand van de kelderwand is uitgegaan dat op ca. 3,0 meter afstand het maaiveld afloopt naar gemiddeld 2,65 m- NAP.

Het puntniveau van de damwand bedraagt 4,75 m- NAP. Dit is de minimaal benodigde inbeddingsdiepte van de damwand welke is berekend met D-Sheet Piling in UGT.

Fasering en ontgravingsniveaus			
Fase	Omschrijving	Ontgravingsniveau	Grondwaterstand binnen bouwput
1	Ontgraving t.b.v. stempelraam	0,25 m- NAP	2,9 m- NAP
2	Aanbrengen stempelraam en algemene ontgraving	2,65 m- NAP	3,2 m- NAP
3	afstempelen keldervloer	2,65 m- NAP	2,9 m- NAP

De berekeningsresultaten zijn als volgt samen te vatten:

Berekeningsresultaten UGT; damwand AZ18-700 of vergelijkbaar tot 4,75 m- NAP		
$M_{s;d}$	50 kNm	fase 2
$P_{st1;max}$	34 kN/m ¹	fase 2
$P_{vl-1;max}$	71 kN/m ¹	fase 3
<p>$M_{s;d}$ = rekenwaarde maximaal moment in damwand $P_{st1;max}$ = stempelkracht op niveau van 0,25 m+ NAP $P_{vl-1;max}$ = horizontale stempelkracht keldervloer op niveau 2,10 m- NAP Berekening: AA22027 belending, gestempeld</p>		

Berekeningsresultaten BGT; damwand AZ18-700 of vergelijkbaar tot 4,75 m- NAP					
Fase	Ms;rep	Pst1	Pvl-1	Maximale verplaatsing	Mob
	kNm	kN/m ¹	kN/m ¹	mm	(%)
1	4	-	-	4	15
2	30	23	-	5	43
3	25	-	54	9	38

Ms;rep = maximaal moment in damwand
Pst1 = stempelkracht op niveau van 0,25 m+ NAP
Pvl-1 = horizontale stempelkracht keldervloer op niveau 2,10 m- NAP
Mob = mobilisatie passieve gronddruk
Berekening: AA22027 belending, gestempeld

De rekenwaarde van de staalspanning bedraagt 28 N/mm², uitgaande van een profiel AZ18-700. Dit is lager dan de rekenwaarde van de staalspanning van 240 N/mm² voor de staalkwaliteit S240P. Bij de toetsing van de maximale staalspanning is aangenomen dat deze niet is verhoogd door normaalkrachten.

6.5 dimensionering gestempelde damwand naast belending

De algemene ontgravingsdiepte van de bouwput bedraagt 2,35 m- NAP. Naast de belendingen is een verdikte vloer aanwezig met een ontgravingsdiepte van ca. 2,65 m- NAP. Voor de berekening is uitgegaan van een ontgraving tot dit niveau. Hierbij is uitgegaan dat voor de verdere ontgraving een gemiddelde ontgraving van ca. 2,65 m- NAP aanwezig is.

Het puntniveau van de damwand bedraagt 7,25 m- NAP. Dit is niet de minimaal benodigde inbeddingsdiepte van de damwand. Echter wordt door het dieper inbrengen van de damwand de vervormingen voor het aanbrengen en verwijderen van het stempelraam verminderd. Derhalve dient het aanbeveling om de damwand dieper in te brengen om vervormingen van de belendingen te voorkomen.

Het aanbrengen van het stempelraam en de ontgraving voor het aanbrengen van de gordingen en stempels worden als aparte fase in de berekening meegenomen. De gehanteerde fasering voor de berekening is als volgt:

Fasering en ontgravingsniveaus			
Fase	Omschrijving	Ontgravingsniveau	Grondwaterstand binnen bouwput
1	Initiële situatie	0,75 m+ NAP	2,9 m- NAP
2	Ontgraving t.b.v. stempelraam	0,25 m- NAP	2,9 m- NAP
3	Aanbrengen stempelraam en algemene ontgraving	2,65 m- NAP	3,2 m- NAP
4	afstempelen keldervloer	2,65 m- NAP	2,9 m- NAP

De berekeningsresultaten zijn als volgt samen te vatten:

Berekeningsresultaten UGT; damwand AZ18-700 of vergelijkbaar tot 7,25 m- NAP		
$M_{s;d}$	62 kNm	fase 2
$P_{st1;max}$	43 kN/m ¹	fase 2
$P_{vl-1;max}$	84 kN/m ¹	fase 3

$M_{s;d}$ = rekenwaarde maximaal moment in damwand
 $P_{st1;max}$ = stempelkracht op niveau van 0,25 m+ NAP
 $P_{vl-1;max}$ = horizontale stempelkracht keldervloer op niveau 2,10 m- NAP
 Berekening: AA22027 belending, gestempeld

Berekeningsresultaten BGT; damwand AZ18-700 of vergelijkbaar tot 7,25 m- NAP					
Fase	$M_{s;rep}$	P_{st1}	P_{vl-1}	Maximale verplaatsing	Mob
	kNm	kN/m ¹	kN/m ¹	mm	(%)
2	16	-	-	4	13
3	42	32	-	5	23
4	35	-	61	10	22

$M_{s;rep}$ = maximaal moment in damwand
 P_{st1} = stempelkracht op niveau van 0,25 m+ NAP
 P_{vl-1} = horizontale stempelkracht keldervloer op niveau 2,10 m- NAP
 Mob = mobilisatie passieve gronddruk
 Berekening: AA22027 belending, gestempeld

De rekenwaarde van de staalspanning bedraagt 35 N/mm², uitgaande van een profiel AZ18-700. Dit is lager dan de rekenwaarde van de staalspanning van 240 N/mm² voor de staalkwaliteit S240P. Bij de toetsing van de maximale staalspanning is aangenomen dat deze niet is verhoogd door normaalkrachten.

6.6 verticaal draagvermogen damwand bouwphase

De damwand wordt in de bouwphase verticaal belast door actieve en passieve wandwrijving. Het stempelraam levert geen noemenswaardige verticale belasting op de damwand. Uit de controle in D-Sheet Piling is gebleken dat het evenwicht van de verticale krachten op de damwand akkoord is.

6.7 uitgangspunten berekening Plaxis

Op basis van het grondonderzoek zijn significante verschillen in bodemopbouw vastgesteld. Op sondering 07 en de voorboring is klei en veen aangetroffen in de ondergrond. Voor de bodemparameters is uitgegaan van $\psi = 1,0$ volgens EN 1990:2002, hetgeen betekent dat de representatieve waarden gelijk zijn aan de karakteristieke waarden. De gehanteerde grondparameters zijn in onderstaande tabellen vermeld.

Karakteristieke waarden van de grondeigenschappen, sondering 07					
Hoofd grondsoort	Bovenkant (m- NAP)	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ' (°)	ψ' (°)
los tot matig vast gepakt zand	mv.	17,0 / 20,0	0,0	30,0	0,0
klei, uitgedroogd	-0,50	17,0	5,0	22,5	0,0
Veen	-1,20	12,0	5,0	17,5	0,0
klei, uitgedroogd	-1,50	17,0	5,0	22,5	0,0
matig vast gepakt zand	-3,00	20,0	0,0	30,0	0,0
vast gepakt zand	-12,0	21,0	0,0	32,5	2,5

Karakteristieke waarden van de grondeigenschappen, sondering 07 (vervolg)						
Hoofd grondsoort	Bovenkant (m- NAP)	E_{50}^{ref} (kN/m ²)	E_{oed}^{ref} (kN/m ²)	E_{ur}^{ref} (kN/m ²)	m (-)	R_{inter} (-)
los tot matig vast gepakt zand	mv.	15.000	15.000	45.000	0,5	0,80
klei, uitgedroogd	-0,50	4.000	4.000	16.000	0,75	0,80
Veen	-1,20	1.500	1.849	4.500	1,0	0,00
klei, uitgedroogd	-1,50	4.000	4.000	16.000	0,75	0,80
matig vast gepakt zand	-3,00	30.000	30.000	90.000	0,5	0,80
vast gepakt zand	-12,0	50.000	50.000	150.000	0,5	0,80

Karakteristieke waarden van de grondeigenschappen, HSsmall sondering 07 (vervolg)			
Hoofd grondsoort	Bovenkant (m- NAP)	$\gamma_{0.7}$ (-)	G_0^{ref} (kN/m ²)
los tot matig vast gepakt zand	mv.	1E-4	187.500
klei, uitgedroogd	-0,50	2E-4	25.000
Veen	-1,20	2E-4	20.000
klei, uitgedroogd	-1,50	2E-4	25.000
matig vast gepakt zand	-3,00	1E-4	187.500
vast gepakt zand	-12,0	1E-4	187.500

eigenschappen fundering			
onderdeel	Soortelijk gewicht	E	v
baksteen	24,0 kN/m ³	30,0E6 kN/m ²	0,1 (-)

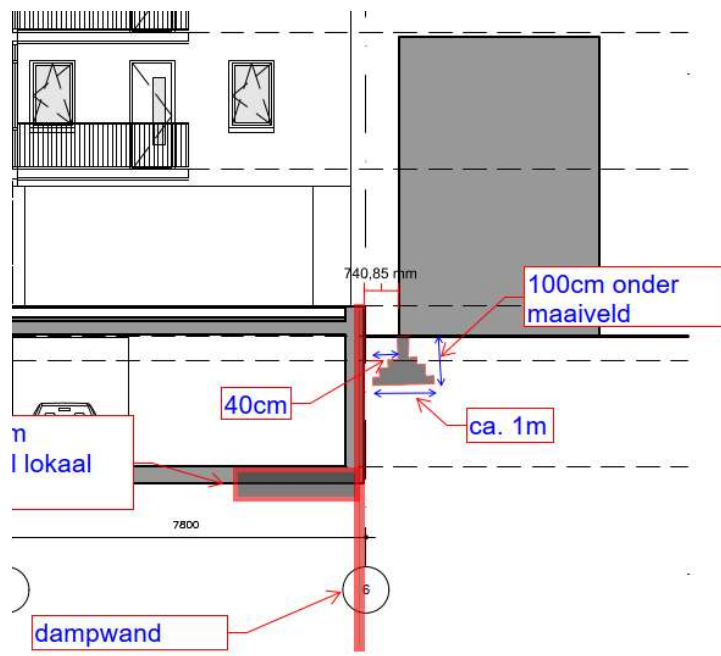
eigenschappen stempels		
onderdeel	EA	$L_{spacing}$
keldervloer	200.000	1,0
stempelraam	15.000	1,0

Als grondwaterstand buiten en binnen de bouwput is een maximale waarde van 2,90 m- NAP gehanteerd. Voor de maatgevende ontgraving is een grondwaterstand van 3,20 m- NAP aangehouden.

Het maaiveldniveau tijdens de bouwfase is aangehouden op 0,75 m+ NAP, hetgeen globaal gelijk is aan het huidige straatpeil.

Het puntniveau van de damwand bedraagt 7,25 m- NAP. Dit is niet de minimaal benodigde inbeddingsdiepte van de damwand. Echter wordt door het dieper inbrengen van de damwand de vervormingen voor het aanbrengen en verwijderen van het stempelraam verminderd. Derhalve dient het aanbeveling om de damwand dieper in te brengen om vervormingen van de belendingen te voorkomen.

Voor de belending is uitgegaan van een lijnlast van $61,4 \text{ kN/m}^1$ op ca. 0,34 meter afstand van de damwand met een breedte van 1,0 meter. Op 6,5 meter is een tweede lijnlast van 1,0 meter breed geschematiseerd.



figuur 20 – doorsnede ontgraving fundering naast belending

6.8 berekeningsresultaat gestempelde damwand naast belending Plaxis

Het aanbrengen en voorspannen van het stempelraam en de ontgraving voor het aanbrengen van de gordingen en stempels worden als aparte fase in de berekening meegenomen. De gehanteerde fasering voor de berekening is als volgt:

Fasering en ontgravingsniveaus			
Fase	Omschrijving	Ontgravingsniveau	Grondwaterstand binnen bouwput
1	Initiële situatie grond (1882)	0,75 m+ NAP	2,9 m- NAP
2	Aanbrengen bestaande bebouwing en vervorming op nul gezet (1882)	0,75 m+ NAP	2,9 m- NAP
3	Plaatsen damwand	0,75 m+ NAP	2,9 m- NAP
4	Ontgraving stempelraam	0,25 m- NAP	2,9 m- NAP
5	Aanbrengen stempelraam en algemene ontgraving	2,65 m- NAP	3,2 m- NAP
6	Afstempelen keldervloer	2,65 m- NAP	2,9 m- NAP

De berekeningsresultaten zijn als volgt samen te vatten:

Berekeningsresultaten representatief; damwand AZ18-700 of vergelijkbaar tot 7,25 m- NAP						
Fase	$M_{s;rep}$	P_{st1}	P_{vl-1}	Maximale verplaatsing (damwand)	Maximale verplaatsing (fundering 1) totaal (h/v)	Maximale verplaatsing (fundering 2) totaal (h/v)
	kNm	kN/m ¹	kN/m ¹	mm	mm	mm
4	19	-	-	3	2 (1,5/1,5)	< 1
5	40	40	-	5	8 (3,5/6,5)	< 1
6	56	-	81	11	14 (6/12)	< 1

$M_{s;rep}$ = maximaal moment in damwand
 P_{st1} = stempelkracht op niveau van 0,25 m+ NAP
 P_{vl-1} = horizontale stempelkracht keldervloer op niveau 2,10 m- NAP
 Mob = mobilisatie passieve gronddruk
 Berekening: AA22027 belending, gestempeld

De rekenwaarden van de interne krachten kan worden verkregen door het berekende moment te vermenigvuldigen met een partiële factor van 1,20.

De invloed van de ontgraving op het bestaande gebouw is per fase berekend met Plaxis. De mogelijke invloed van het aanbrengen van de damwand op de fundering van de bestaande op staal gefundeerde belending kan niet met Plaxis 2D worden bepaald. Deze invloed is mogelijk niet verwaarloosbaar. Geadviseerd wordt om voor deze fase uit te gaan van 2 mm extra zetting.

6.9 conclusie gestempelde damwand naast belending Plaxis

Uit het resultaat van de Plaxisberekening kan geconcludeerd worden dat bij vergelijkbare verplaatsingen door de aanwezigheid van de belasting naast de damwand in combinatie met slappere lagen in de ondergrond de stempelkrachten ondergedimensioneerd waren in de D-Sheet Piling berekening. Geadviseerd wordt de stempelkracht $P_{st1,max}$ te verhogen tot 50 kN/m¹.

De verplaatsingen van de belendende fundering dienen te worden gecontroleerd door de constructeur.

Als aanvullende maatregel kan onder de belending geïnjecteerd worden met waterglas en harder. Hierdoor kunnen zettingen beperkt worden. Hiervoor moet de ondergrond zich wel ontlenen aan injecteren. Indien de grondslag gelijk is aan sondering 07 zal het niet mogelijk zijn om te injecteren. Hiervoor zal meer grondonderzoek uitgevoerd moeten worden.

Andere alternatieven zijn het kiezen voor een zwaarder damwandprofiel of een werkvolgorde hanteren waardoor de afstempeling op de keldervloer niet noodzakelijk is. De meeste zettingen treden namelijk op bij het verwijderen van het stempelraam.

6.10 dimensionering stempelramen

De stempelramen zijn een hulpconstructie en dienen te worden gedimensioneerd door de aannemer. De dimensionering dient te worden uitgevoerd op basis van de berekende horizontale reactiekrachten uit de damwand, welke zijn weergegeven in de overzichtstabellen van de damwandberekeningen. Voor de bepaling van de rekenwaarde van de stempelkracht kan de volgende relatie worden gehanteerd:

$$P_{\text{gording;d}} = 1,10 * P_{\text{max}} \text{ en}$$

$$P_{\text{stempel;d}} = 1,25 * P_{\text{max}} \text{ , waarin}$$

$P_{\text{gording;d}}$ = rekenwaarde van de belasting op de gording

$P_{\text{stempel;d}}$ = rekenwaarde van de belasting op de stempels

P_{max} = maximale stempelkracht

Bij de bepaling van de krachten in het stempelraam moet rekening worden gehouden met temperatuursinvloeden en toevallige belastingen op het stempelraam.

6.11 monitoring belendingen

Geadviseerd wordt deformatiemetingen uit te voeren waarbij de hoogteligging van de bestaande gevels vooraf wordt vastgelegd. De hoogteligging dient voor de sloop van de bestaande bebouwing uitgevoerd te worden doordat mogelijk de gebouwen op elkaar leunen.

7 BEMALING

De nieuwbouw wordt uitgevoerd in een niet gesloten bouwput. Dit betekent dat buiten de bouwput rekening dient te worden gehouden met een beperkte daling van de grondwaterstand, afhankelijk van de actuele grondwaterstand. De verlaging van de grondwaterstand ter plaatse van de bouwput dient te worden uitgevoerd met behulp van een vacuümbemaling.

7.1 uitvoering vacuümbemaling

Tijdens de uitvoering worden verschillende fasen onderscheiden voor de bemaling met verschillende bemalingsniveaus:

- uitvoering keldervloer: 2,55 m- NAP*
- uitvoering verdikte keldervloer: 2,85 m- NAP*
- uitvoering funderingspoeren: 3,20 m- NAP

* in droge perioden is veelal de grondwaterstand lager aangetroffen op de projectlocatie

De verlaging tijdens de ontgraving kan worden gerealiseerd door middel van een vacuümbemaling. De filterbuizen worden hierbij geplaatst in de damwandkassen. Alle filters hebben een afmeting $\varnothing 60$ mm. Voorts hebben de filters een diepte van 7,0 m- NAP en een perforatie tussen 4,0 m- NAP en 7,0 m- NAP. De filters kunnen worden aangebracht door middel van spuitboren, waarbij de gatdiameter zo minimaal mogelijk moet worden gehouden. Het benodigde aantal filters en vacuümpompen is ter beoordeling en keuze van de bemalingsfirma.

Binnen de bouwput dienen tenminste 4 peilbuizen te worden geïnstalleerd voor registratie van de bereikte verlaging. De peilbuizen worden in de damwandkassen geplaatst, verspreid langs de omtrek, waarbij de afstand tot de onttrekkingsfilters steeds zo groot mogelijk wordt gehouden. De diepte van de peilbuizen bedraagt 5,0 m- NAP.

7.2 bemalingsdebiet

Voor de bemaling zijn hydrologische modelberekeningen uitgevoerd met Microfem. Hierbij zijn de bodemparameters gehanteerd, zoals vermeld in het hoofdstuk "schematisatie hydrologische bodemopbouw". Voor de grote van het debiet is de aanwezige freatische grondwaterstand van groot belang. Derhalve wordt geadviseerd om de werkzaamheden in een "droge" periode uit te voeren om het te onttrekken debiet te beperken. Voor het bepalen van het invloedsgebied is uitgegaan van een lage freatische grondwaterstand van ca. 2,9 m- NAP. Het invloed is weergegeven op de tekening T02. Voor het debiet is uitgegaan dat een verlaging van ca. 0,80 meter nodig is voor het realiseren van de nieuwbouw. Het debiet is daarmee bepaald op ca. 50 m³/uur uitgaande van een hoge grondwaterpotentiaal van 2,40 m- NAP.

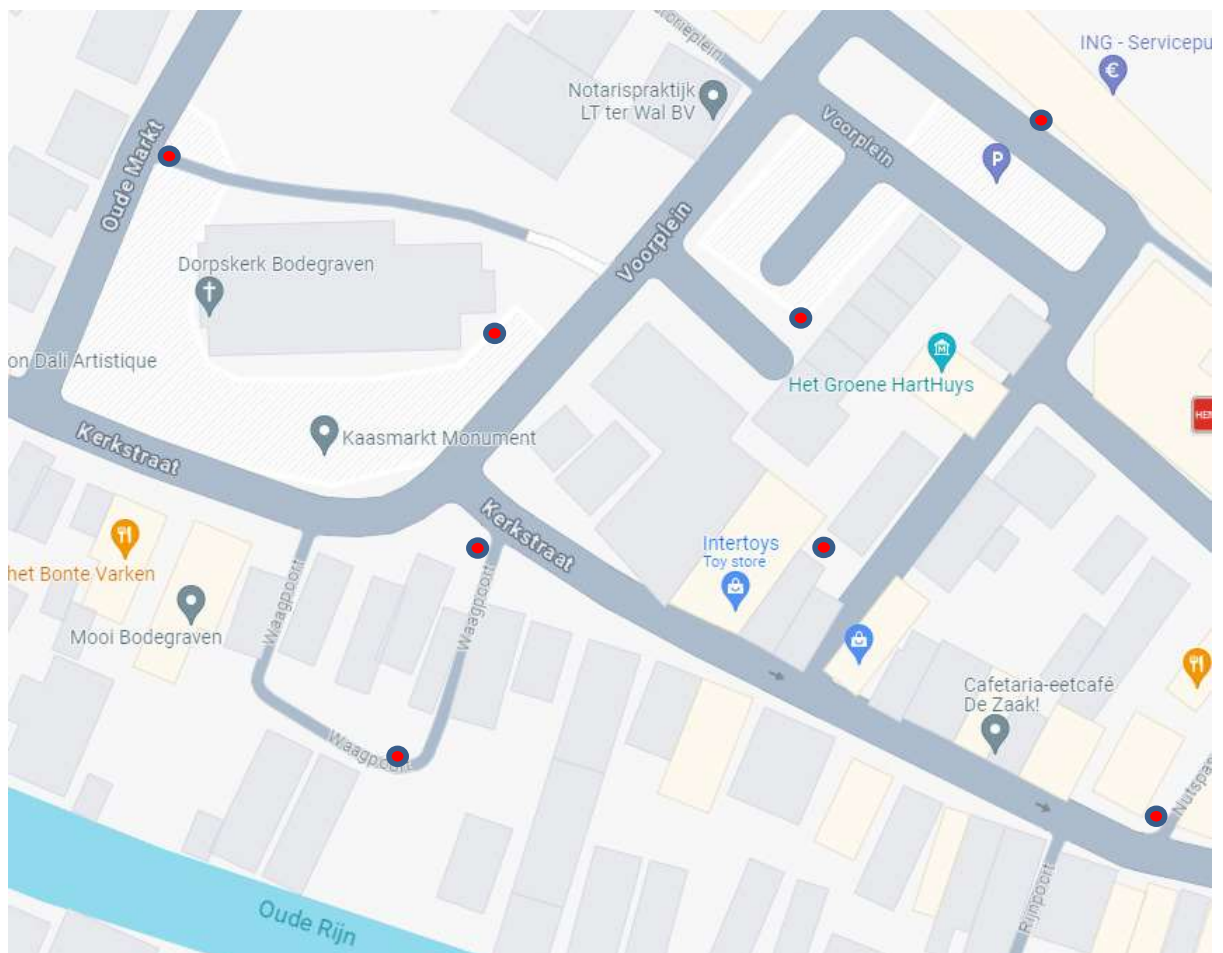
In perioden met hoge neerslag kunnen bovengenoemde debiet tijdelijk met ca. 3 m³/uur toenemen.

Bij aanvang van de bemaling wordt kortdurend een hoger debiet onttrokken ten gevolge van het initieel verlagen van de grondwaterstand.

De bemaling kan waarschijnlijk worden uitgeschakeld na het maken van de keldervloer en het aanvullen tussen kelderwanden en damwand.

7.3 monitoring grondwaterstand omgeving

Uitgaande van een aanvang grondwaterstand op ca. 2,90 m- NAP (=GLG) zal bij de berekende verlagingen van ca. 0,30 meter langs de rand van de bouwput geen negatieve beïnvloeding van de omgeving plaatsvinden. Monitoring van de grondwaterstand, ter controle op de bemalingsinvloed, wordt wel noodzakelijk geacht. Het aantal peilbuizen en de locaties hiervan dienen te worden gekozen in overleg met de gemeente Bodegraven-Reeuwijk en het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Op voorhand dient rekening te worden gehouden met ca. 8 peilbuizen met een filterdiepte van 4,0 m- NAP. De peilbuizen dienen te worden geïnstalleerd voor de start van de bemaling.



Figuur 21 - overzicht locatie peilbuizen (rood)

In overleg met het Hoogheemraadschap en de bemalingsfirma kunnen de metingen met divers online worden gemeten of handmatig dagelijks op werkdagen..

7.4 lozing bemalingswater

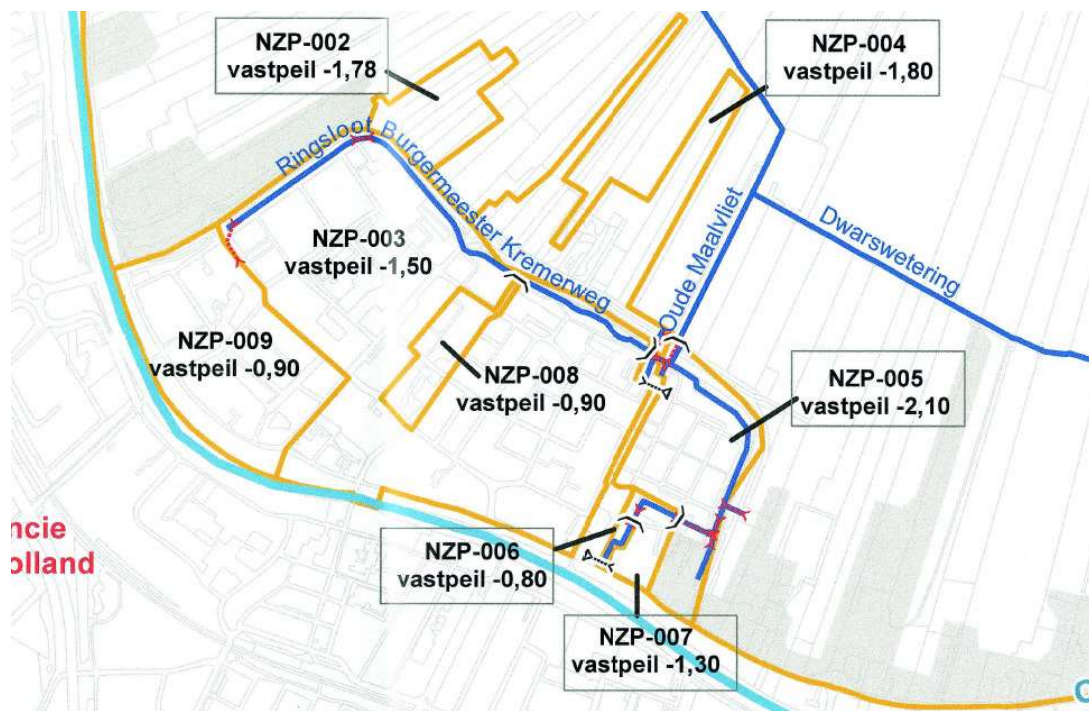
Het bemalingswater zal tijdens de bouwfase bij voorkeur worden geloosd op het oppervlaktewater of de HWA-riolering. Hierover zal tijdig overleg plaats moeten vinden met de gemeente Bodegraven-Reeuwijk en het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Het te lozen water is afkomstig uit de holocene zandlaag en onderliggende pleistocene zandlaag. Van dit zandpakket is de waterkwaliteit onderzocht door middel van laboratoriumanalyses en in situ metingen. De resultaten van het onderzoek zijn als bijlage aan het rapport toegevoegd.

7.5 vergunningen

Voor de onttrekking en lozing van grondwater tijdens de bouwfase is een watervergunning noodzakelijk van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Dit komt doordat de onttrekking binnen de beschermingszone van een regionale kering valt. Dit betekent niet gelijk dat een vergunning nodig is maar omdat de verlaging meer dan 1,0 meter onder het polderpeil ligt is een vergunning noodzakelijk.



figuur 22 – overzicht beschermingszone regionale kering



figuur 23 – overzicht polderpeil

7.6 heffingen

Over het te lozen bemalingswater is een heffing verschuldigd aan het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. De hoogte hiervan is afhankelijk van de waterkwaliteit. Tevens is een grondwaterheffing van Provincie Zuid Holland verschuldigd. Voor het gebruik van de gemeentelijke riolering kunnen eveneens kosten in rekening worden gebracht. Voor nadere informatie hierover wordt verwezen naar het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Bodegraven-Reeuwijk.

8 INVLOED BEMALING OP OMGEVING

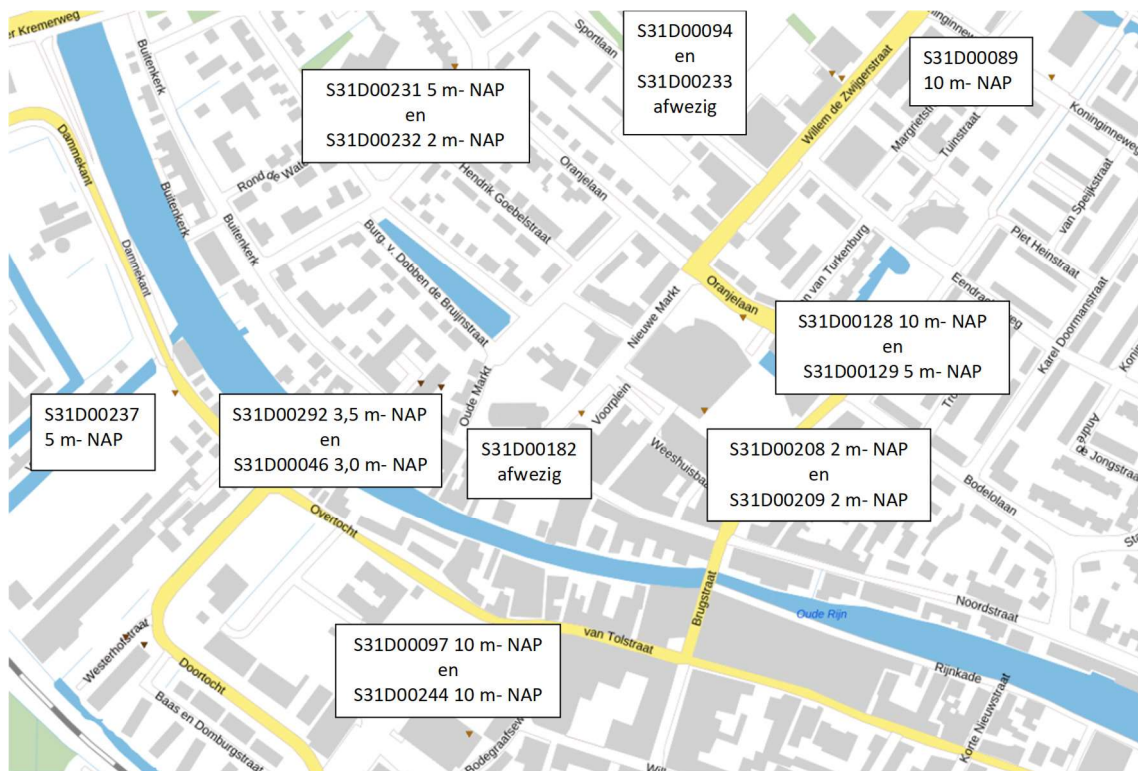
8.1 invloed op grondwaterpotentialen omgeving

De verlaging van de potentiaal in de topzandlaag buiten de niet gesloten bouwput is in beeld gebracht door middel van isohypsenkaarten van de omgeving van de bouwput, welke als tekening T02 aan de bijlagen is toegevoegd. Voor de hydrologische berekening is een aanvangspotentiaal gehanteerd van 2,90 m- NAP voor de topzandlaag. De Oude Rijn is als een plaatselijk open water met gesloten beschoeiing en slibbodem beschouwd met geringe invloed op de grondwatertoestroming. Langs de rand van de bouwput is een verlaging van ca. 0,30 meter berekend ten opzichte van het aanvangspotentiaal. Op een afstand van ca. 400 meter vanaf het midden van de bouwput wordt een verlaging van 0,05 meter gevonden voor de freatische grondwaterstand, uitgaande van de lage aanvangspotentiaal van 2,90 m- NAP. Bij de Microfem-berekeningen is ervan uitgegaan dat tijdens de uitvoeringsperiode geen andere bemalingen in uitvoering zullen zijn.

8.2 zettingen



Ten gevolge van de optredende verlaging van de freatische grondwaterstand tot maximaal 3,20 m- NAP hoeft geen rekening gehouden te worden met zettingen in de omgeving. De verlaging is zeer beperkt en de ondergrond is sterk zandhoudend en over het algemeen zijn geen slappe lagen aanwezig welke verder belast worden door het verlagen van de freatische grondwaterstand. Via dinoloket is een controle gedaan op de aanwezigheid van deze lagen door sonderingen in de omgeving te bekijken.



figuur 24 – start zandpakket

Op figuur 17 is te zien dat de start van het zandpakket varieert in de omgeving. Opgemerkt wordt dat noemenswaardige zettingen alleen optreden indien door de verlaging van de freatische grondwaterstand de korrelspanning verhoogd wordt ter plaatse van het slappe lagenpakket. Indien op een eerder tijdstip de verlaging al onder de onderkant laag is aangetroffen zullen er geen zettingen optreden. Dit betekent dat voor voorliggende project indien er kleilagen aanwezig zijn dichtbij de projectlocatie binnen een radius van ca. 40 meter deze zettingen kunnen ondergaan. Zoals te zien op bovenstaand figuur 17 zijn deze lagen afwezig.

De kleihoudende lagen tot 3,0 m- NAP zullen door de bemaling geen zetting ondergaan omdat de GLG tot de onderkant van deze laag staat.

8.3 funderingen bestaande bebouwing in omgeving

Ter plaatse van de op staal gefundeerde belendingen wordt het niet noodzakelijk geacht om deformatiemetingen uit te voeren om de invloed van de bemaling te beoordelen. Echter dienen er wel deformatiemetingen uitgevoerd te worden voor de sloop van de bovenbouw en ontgraving ten behoeve van de kelder. Deze metingen kunnen ook gebruikt worden om de eventuele invloed van de bemaling te bepalen.

8.4 landbouw en groenvoorzieningen

Op en rondom de bouwlocatie zijn een aantal bomen aanwezig. Ten gevolge van de verlaging van de freatische grondwaterstand met ca. 0,30 meter aan de rand van de bouwput wordt door de tijdelijke aard van de bemaling geen negatieve invloed verwacht.

8.5 mobiele bodemverontreinigingen

Door de verlaging van de freatische grondwaterstand zullen mobiele bodemverontreinigingen in de omgeving naar de projectlocatie getrokken worden. Opgemerkt wordt dat dit van nature ook gebeurt door het natuurlijke verhang in de freatische grondwaterstand door de aanwezigheid van een open water in de omgeving. Hierbij wordt ook verwezen naar de gemeten verschillen in de peilbuizen in de omgeving. Op de locaties waar de verontreinigingen in een slecht doorlatende bodem aanwezig zijn zullen deze niet op nauwelijks verplaatsen. In de navolgende afbeelding is een overzicht gegeven van de mobiele verontreinigingen in de omgeving van de projectlocatie (blauw = mobiele verontreiniging).



Figuur 25 - overzicht bodemverontreiniging omgeving (bron atlas.odmh.nl)

Ter plaatse van de mobiele verontreiniging onder de projectlocatie aan de Overtocht en Oud Bodegraafseweg is een verhang van 1:1600 berekend, **uitgaande van een hoge freatische grondwaterstand van 2,40 m- NAP.**



- **verhang grondwaterpotentiaal (i) is met Microfem berekend op maximaal 0,625 mm per meter**
- **doorlatendheid holocene zandlaag bedraagt 300 m²/dag**
- **dikte holocene zandlaag bedraagt tenminste 12 meter**
- **doorlatendheid zandlaag $k = 300 / 12 = 25$ m¹/dag**
- **effectieve stroomsnelheid $v = k * i = 25 * (1/1600) = 0,0156$ m¹/dag**
- **porositeit zandlaag bedraagt ca. 35%**
- **werkelijke stroomsnelheid $0,0125 / 0,35 = 0,045$ m¹/dag**



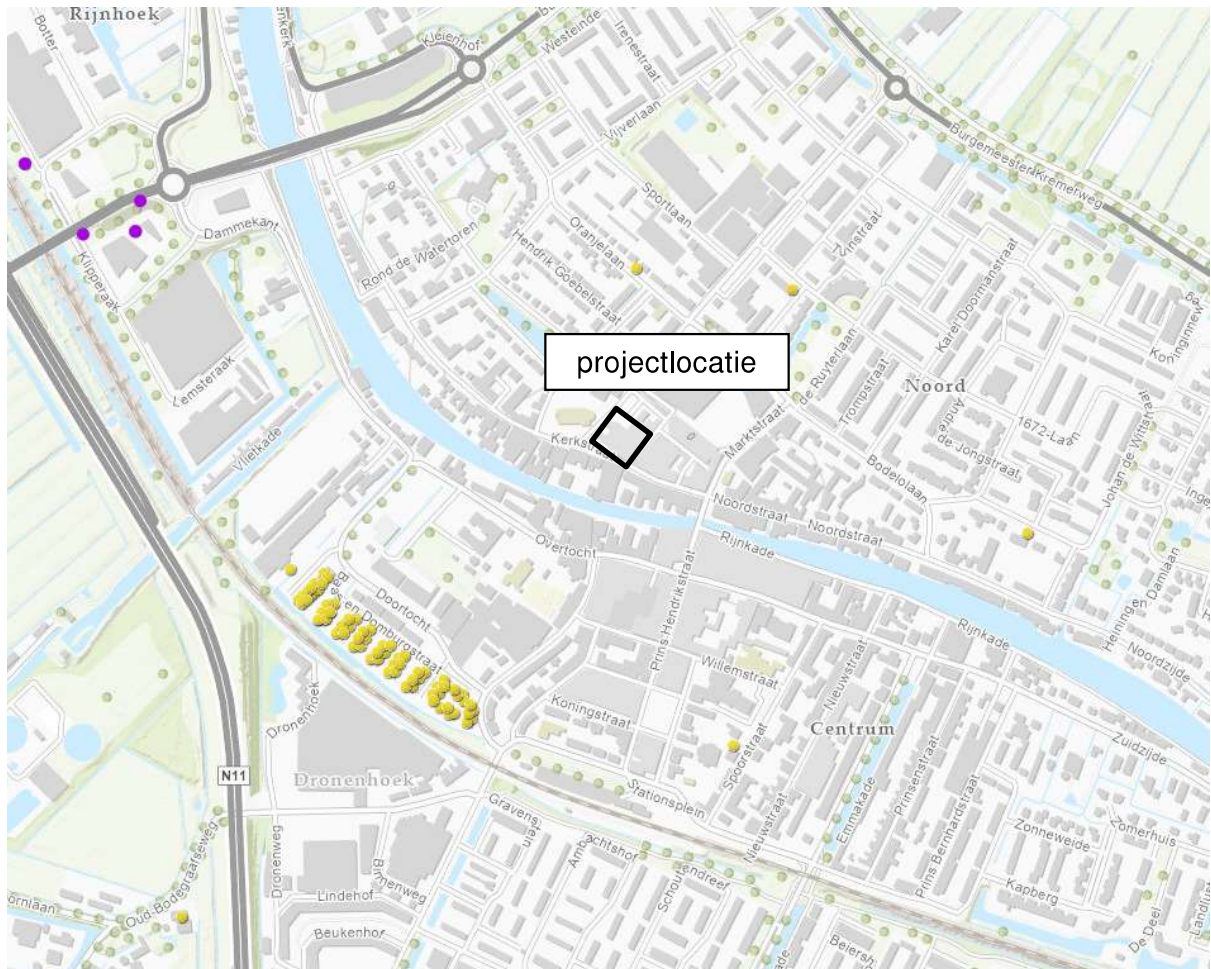
Bij een beoogde bemaling van 6 weken is een verplaatsing van ca. 1,875 meter berekend. Uitgaande dat de verontreiniging niet in een cohesieve laag aanwezig is.

8.6 overige grondwateronttrekkingen

Voor zover bekend zijn binnen het invloedsgebied van de bemaling geen permanente grondwateronttrekkingen aanwezig.

8.7 koude-warmteopslag

In de omgeving van de bouwlocatie worden op verschillende locaties infiltraties en onttrekkingen uitgevoerd in het pleistocene zandpakket voor koude-warmteopslag. De locaties zijn weergegeven in onderstaande figuur. Binnen het invloedsgebied van de bemaling zijn geen open bemalingen aanwezig. Derhalve zal de bemaling geen invloed hebben op WKO bronnen.



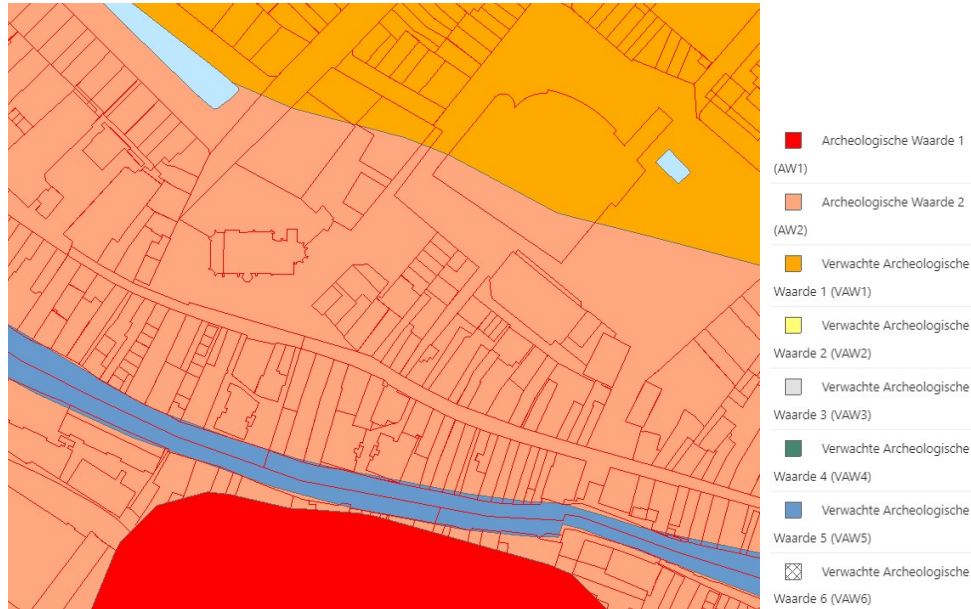
figuur 26 - overzicht wko bronnen (bron: <https://wkotool.nl/>)

8.8 invloed op zout grondwater

Uit informatie van de Grondwaterkaart blijkt dat het grensvlak voor zoet-brak grondwater (150 mg/liter Cl) zich op een diepte van ca. 40,0 m- NAP bevindt en het brak-zout grensvlak (1000 mg/liter Cl) dieper dan ca. 60 m- NAP ligt. De bovenzijde van de scheidende laag bevindt zich op een diepte van ca. 35 m- NAP. Dit betekent dat het brakke grondwater geen noemenswaardige invloed zal ondervinden van de bouwputbemaling.

8.9 archeologie

Het project ligt in een gebied met een archeologische waarde 2. Door de diepte van de ontgraving valt het project buiten de vrijstellingsgrens. Het verdient aanbeveling vroegtijdig mogelijke benodigde maatregelen te overleggen met de Gemeente Bodegraven-Reeuwijk.



Figuur 27 - archeologische waarden (bron: <https://atlas.odmh.nl/>)

Alphen a/d Rijn, 14 december 2023

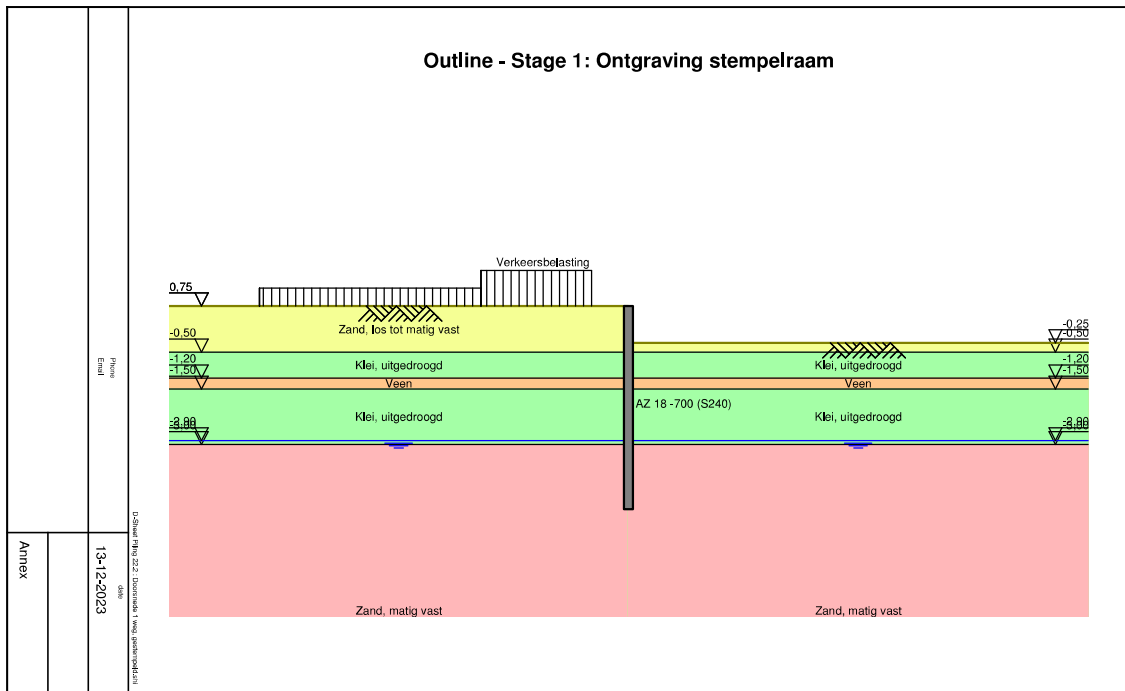
ABO Geomet B.V.

opgesteld door:

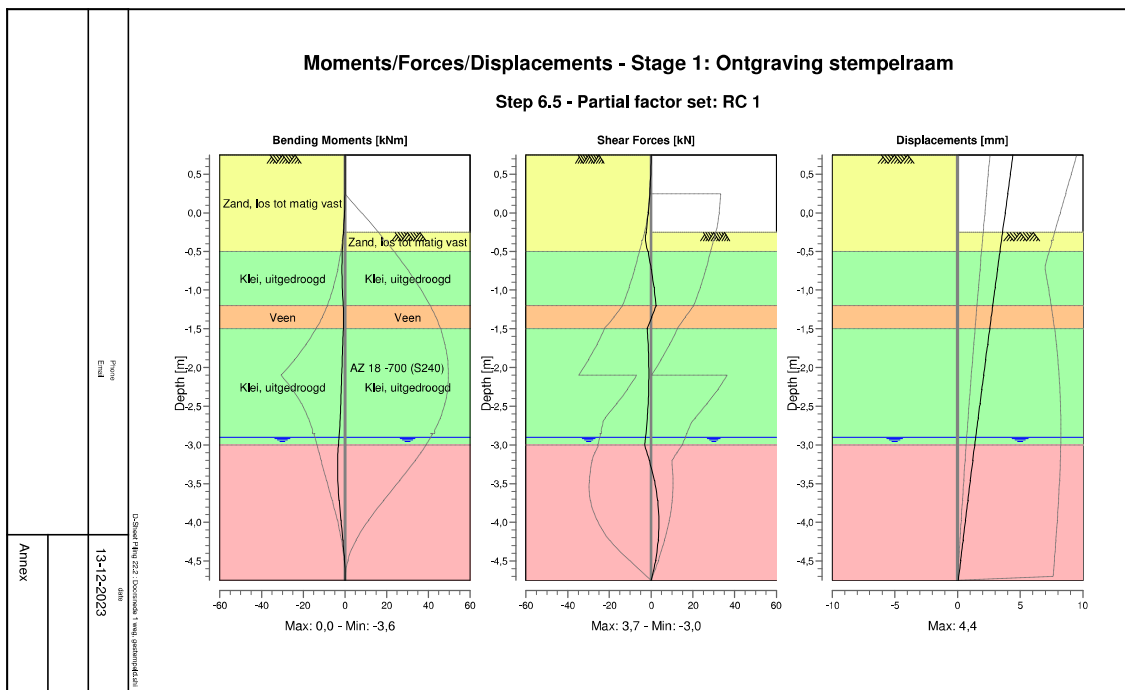
ing. A.A. van Wijncoop
Geotechnisch Consultant

ing. T.J.M. de Wit
Hoofd Adviesafdeling

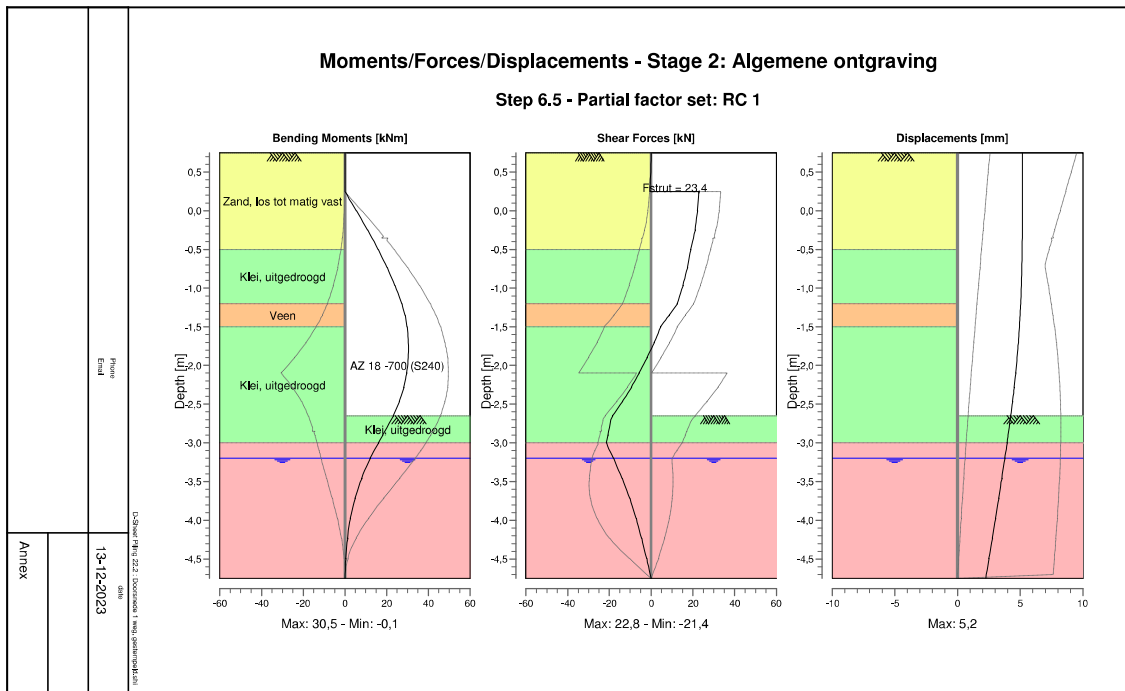
RESULTATEN D-SHEET PILING



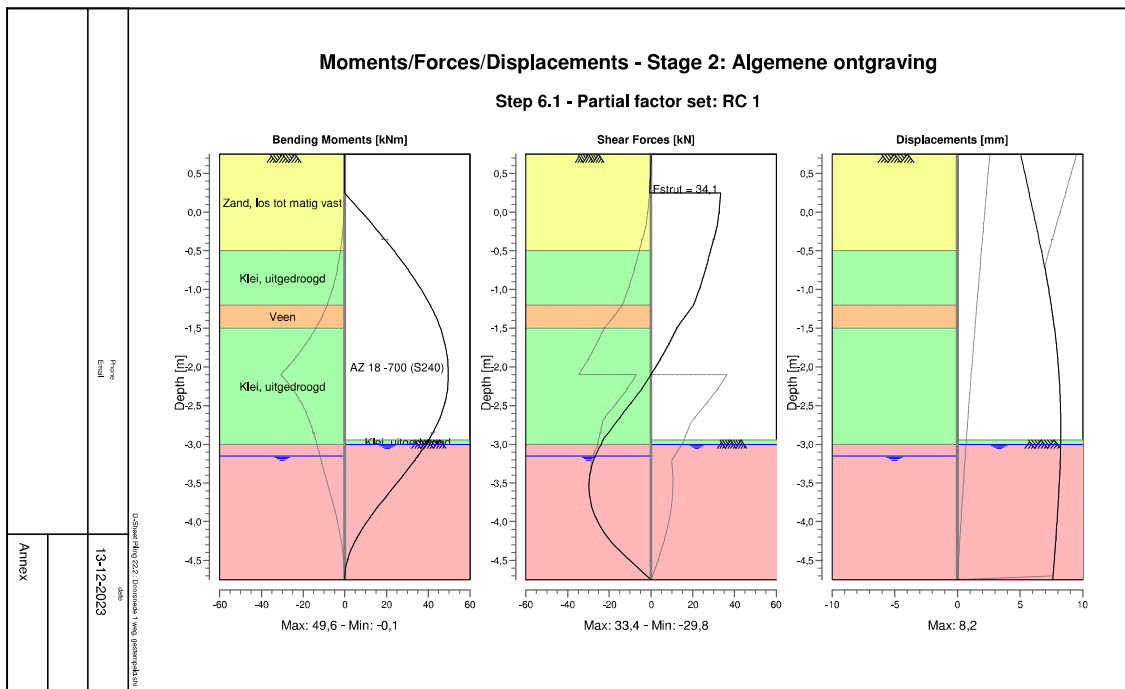
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 1



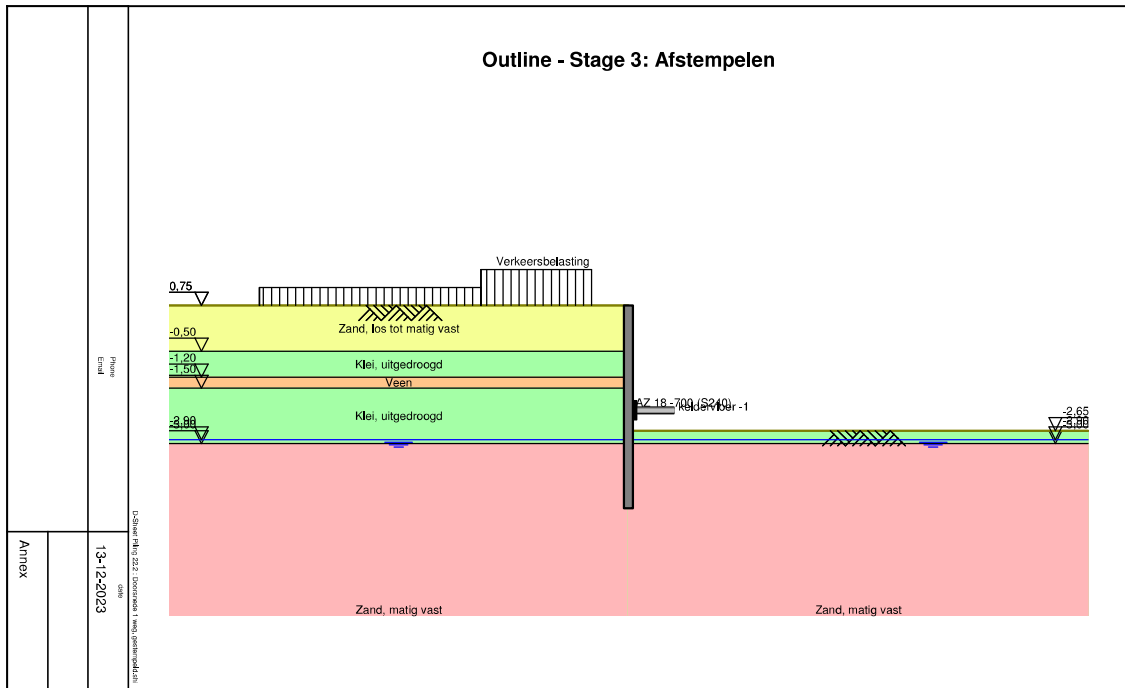
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 1, BGT



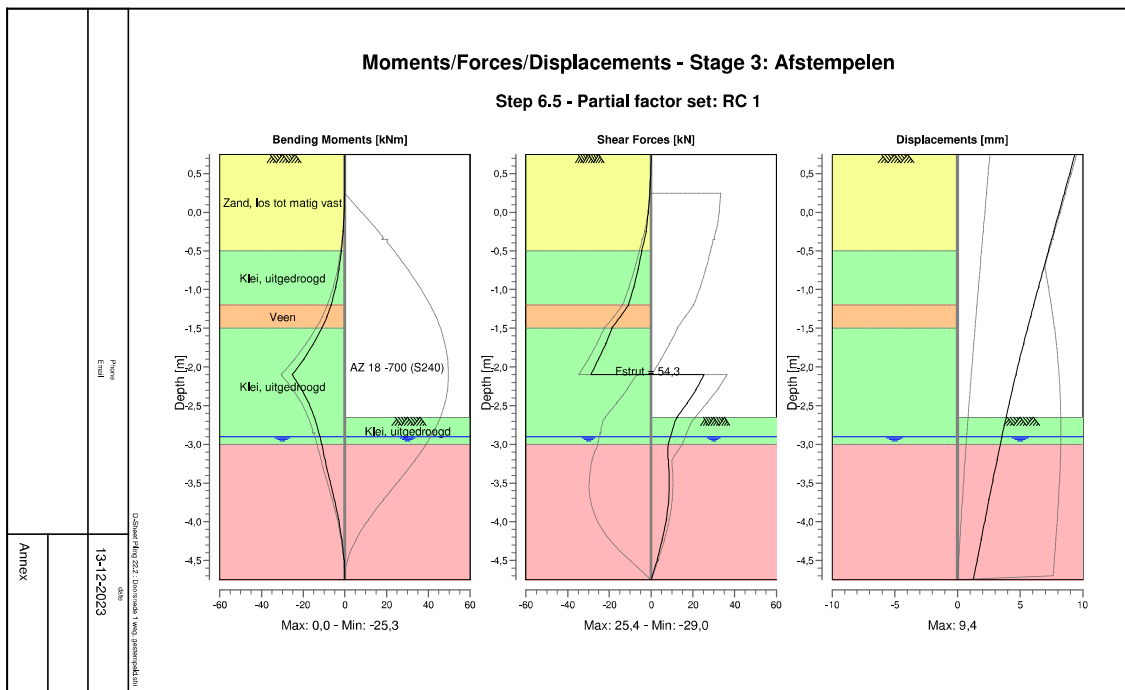
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 2, BGT



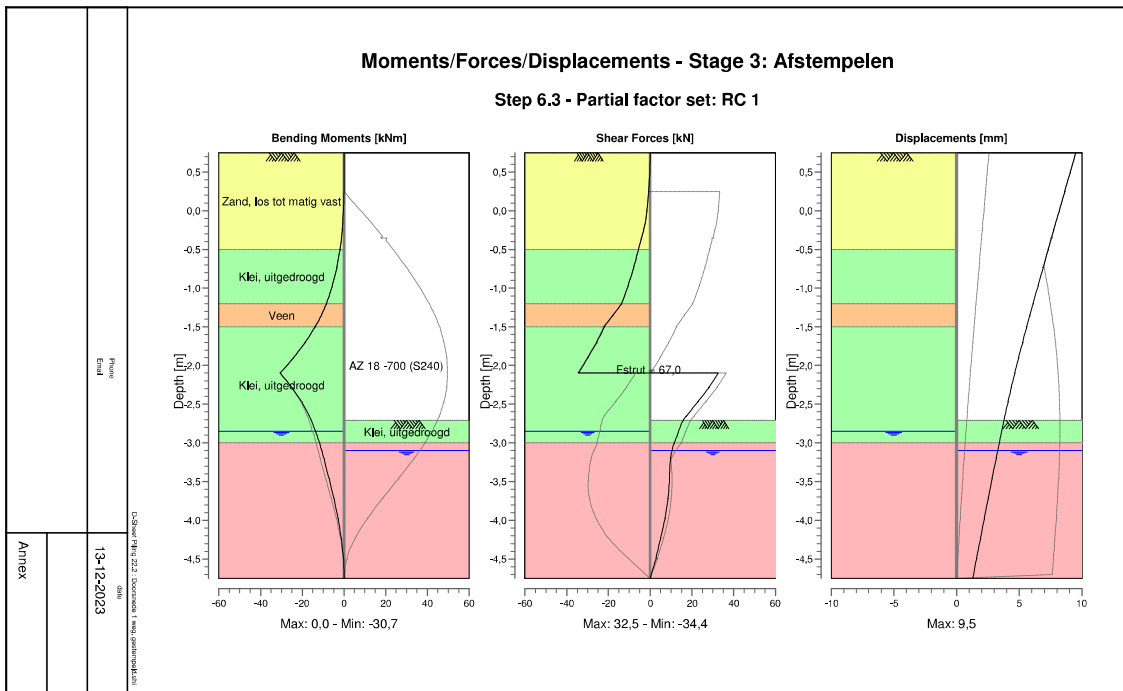
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 2, UGT



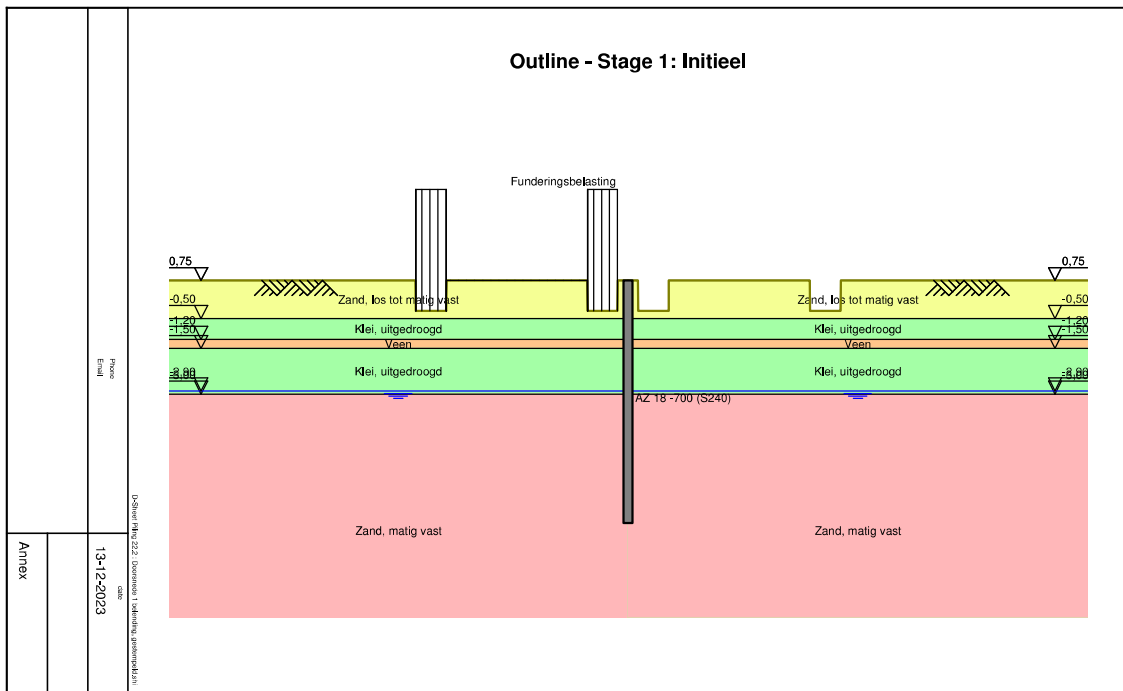
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 3



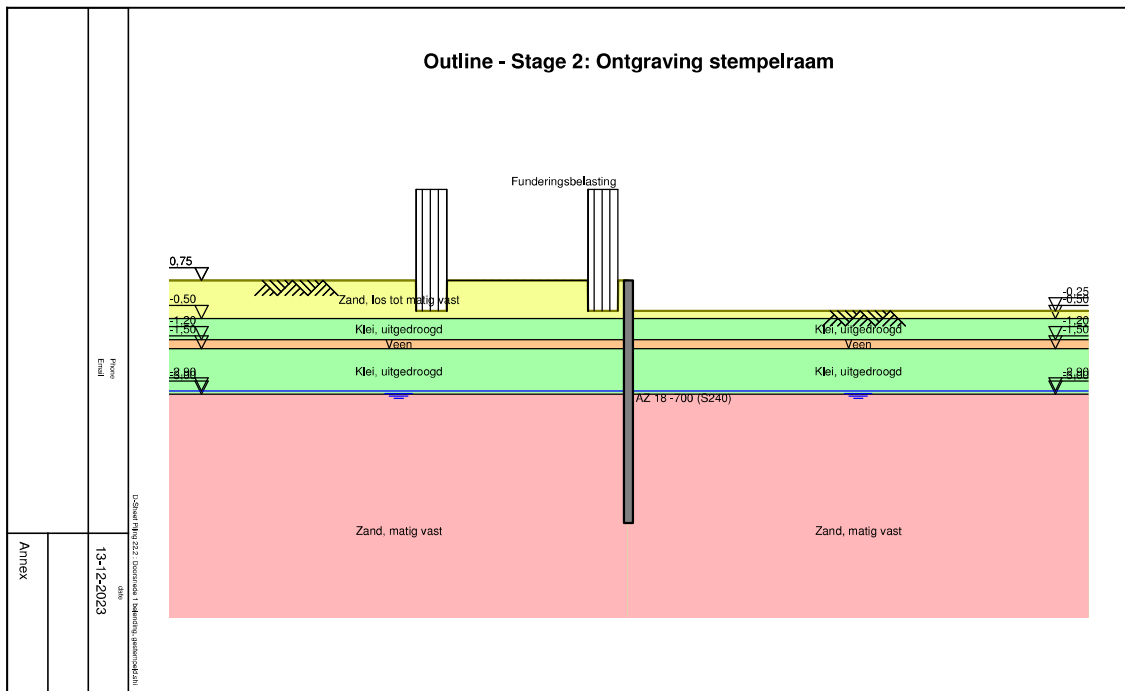
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 3, BGT



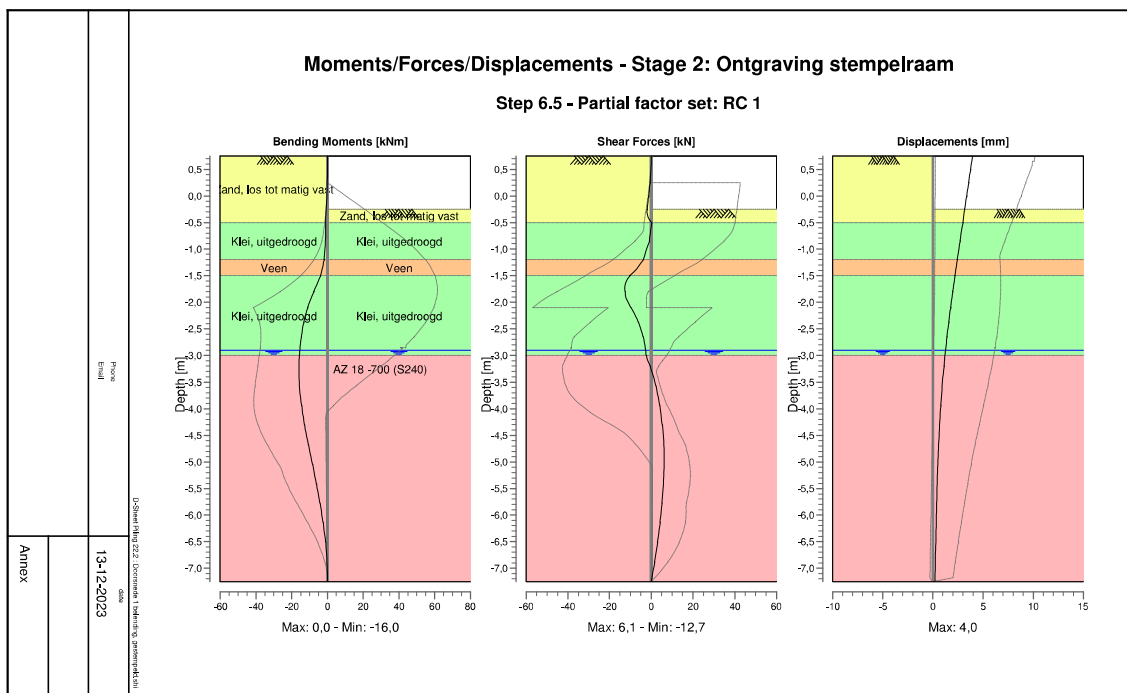
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, weg stage 3, UGT



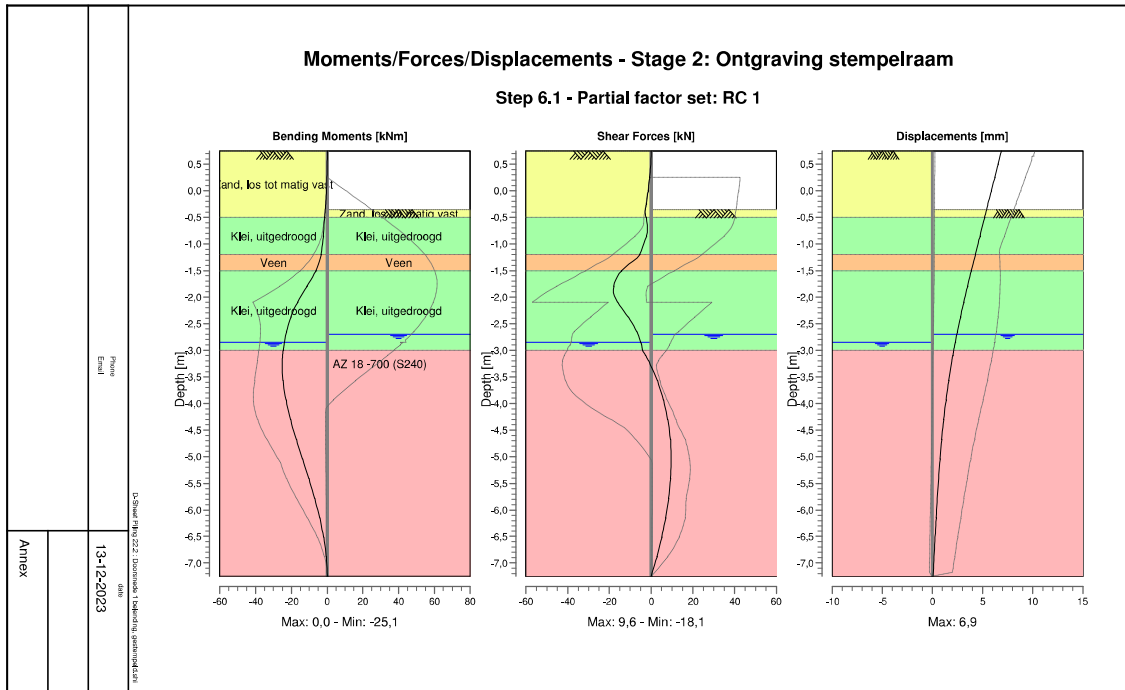
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 1, initieel



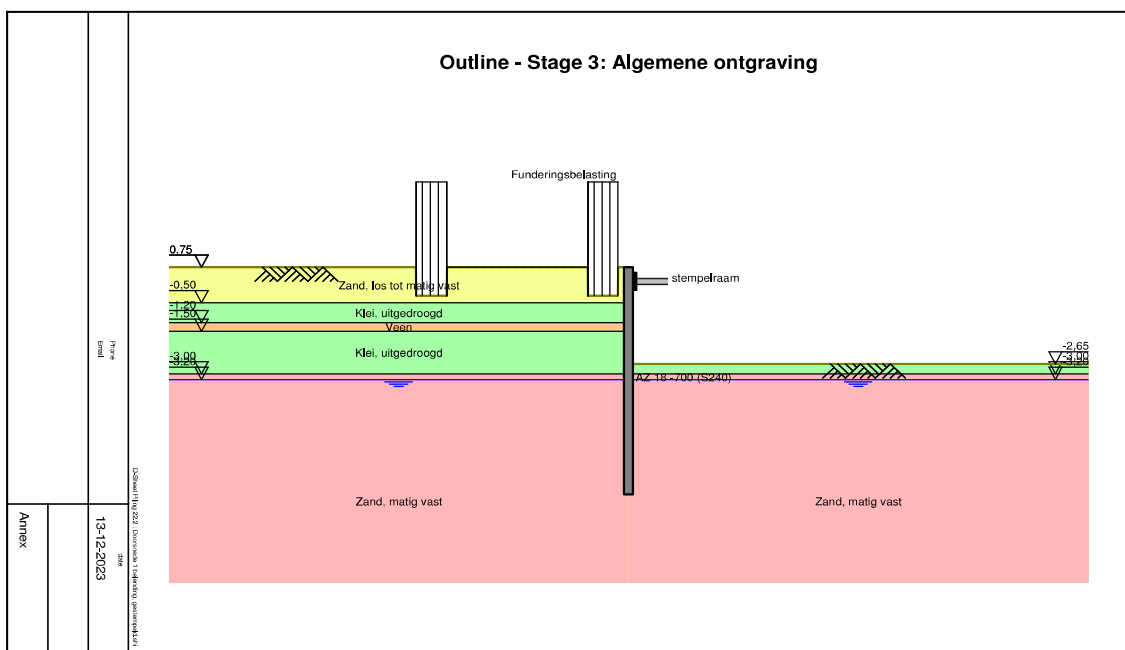
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 2



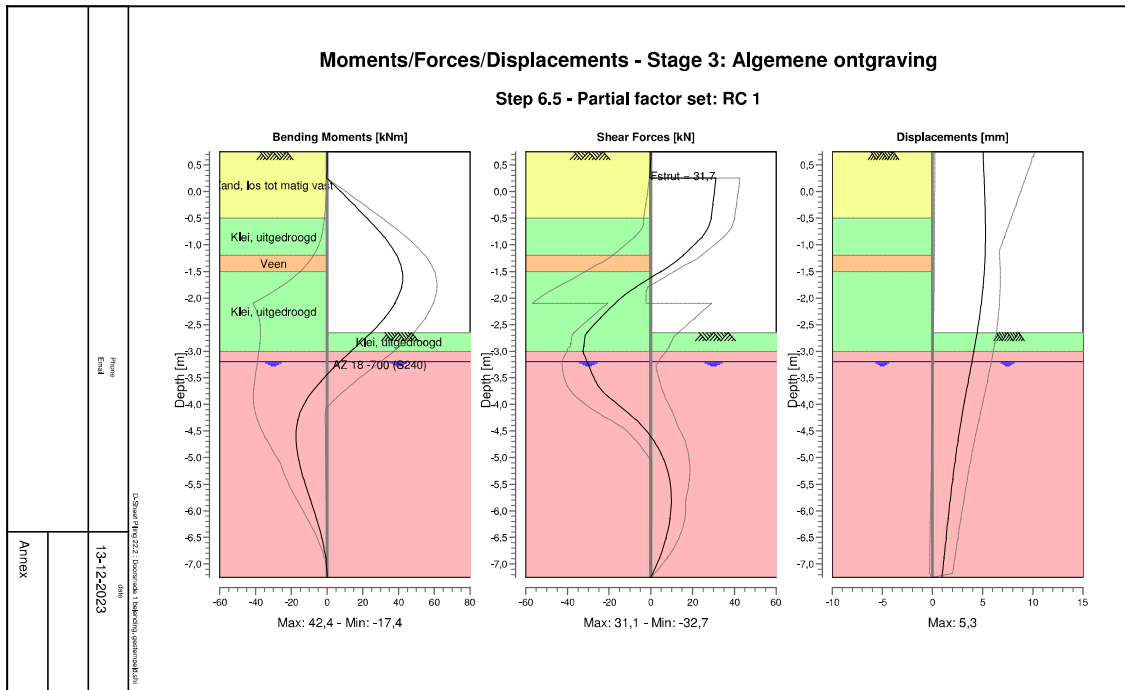
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 2, BGT



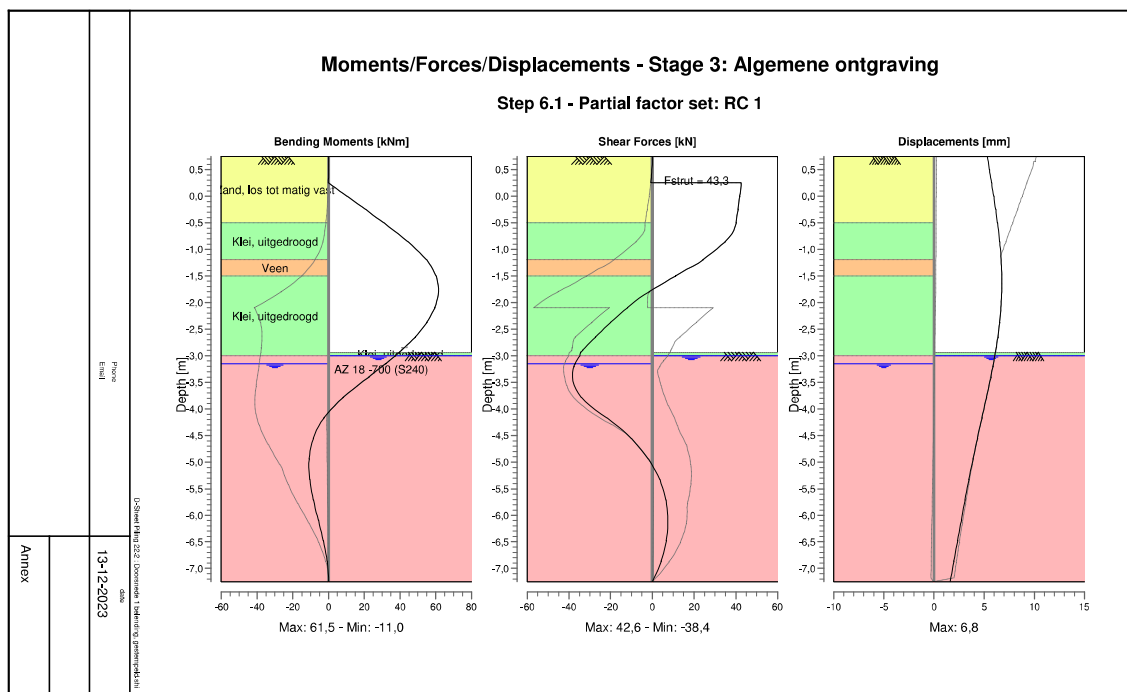
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 2, UGT



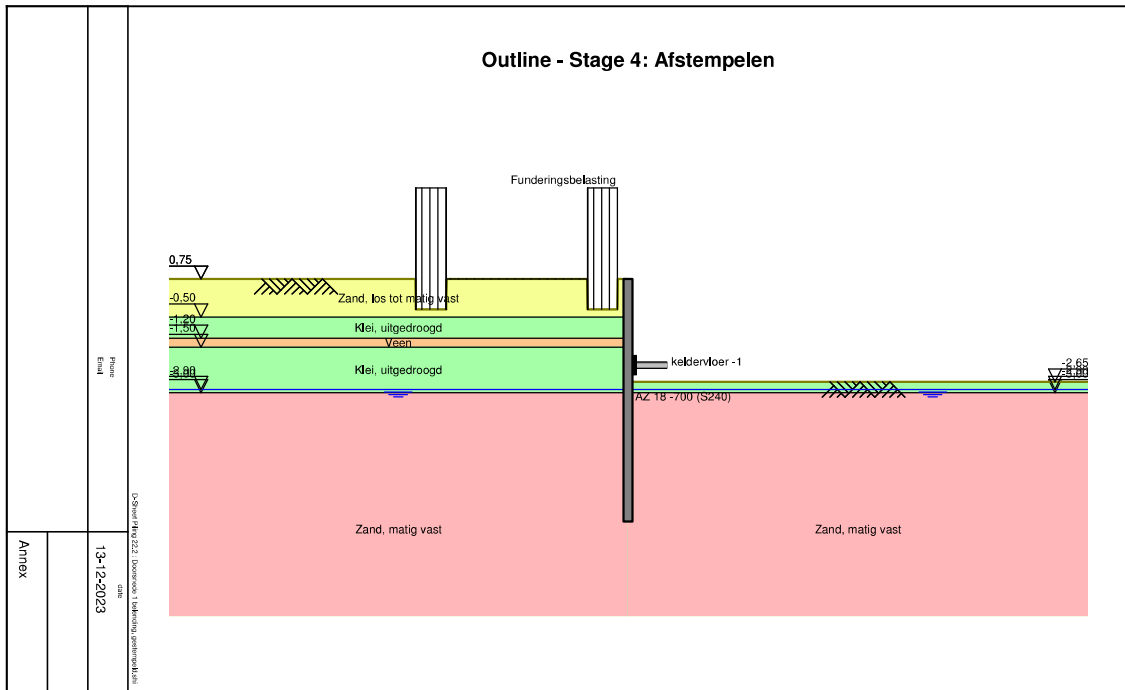
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 3



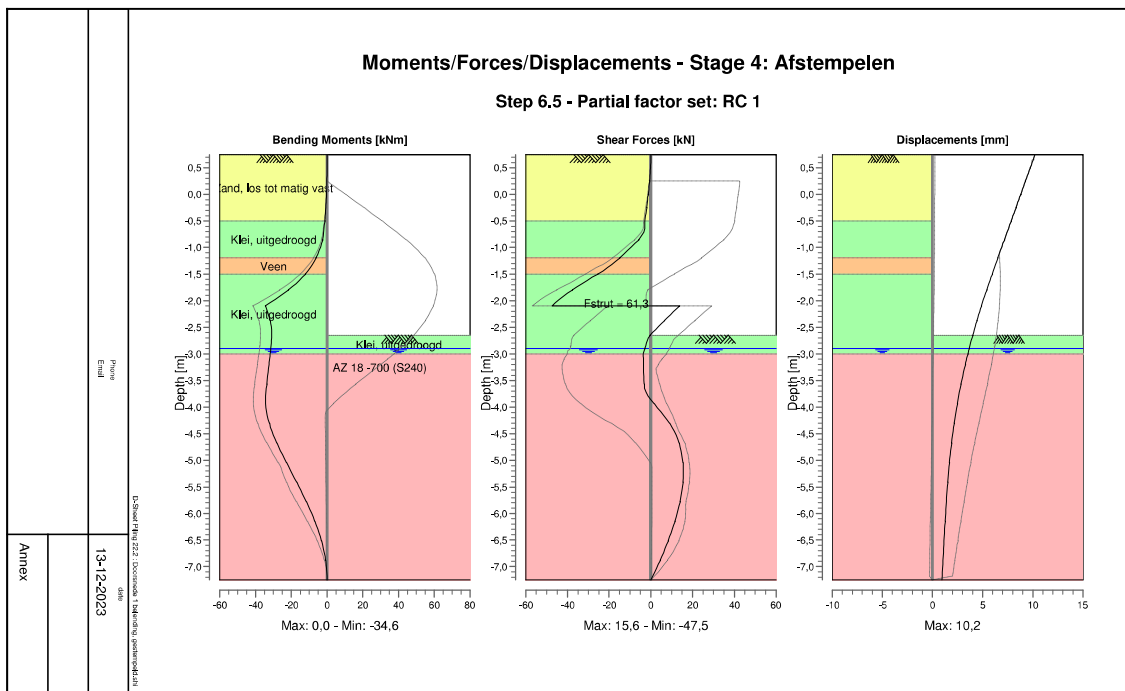
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 3, BGT



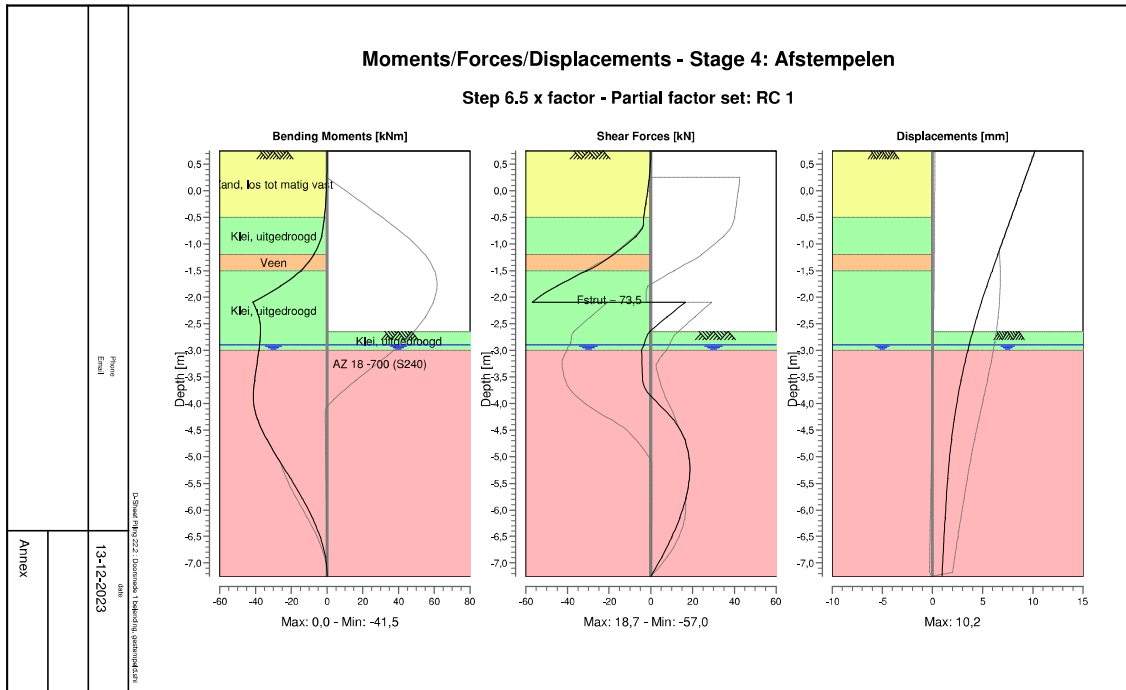
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 3, UGT



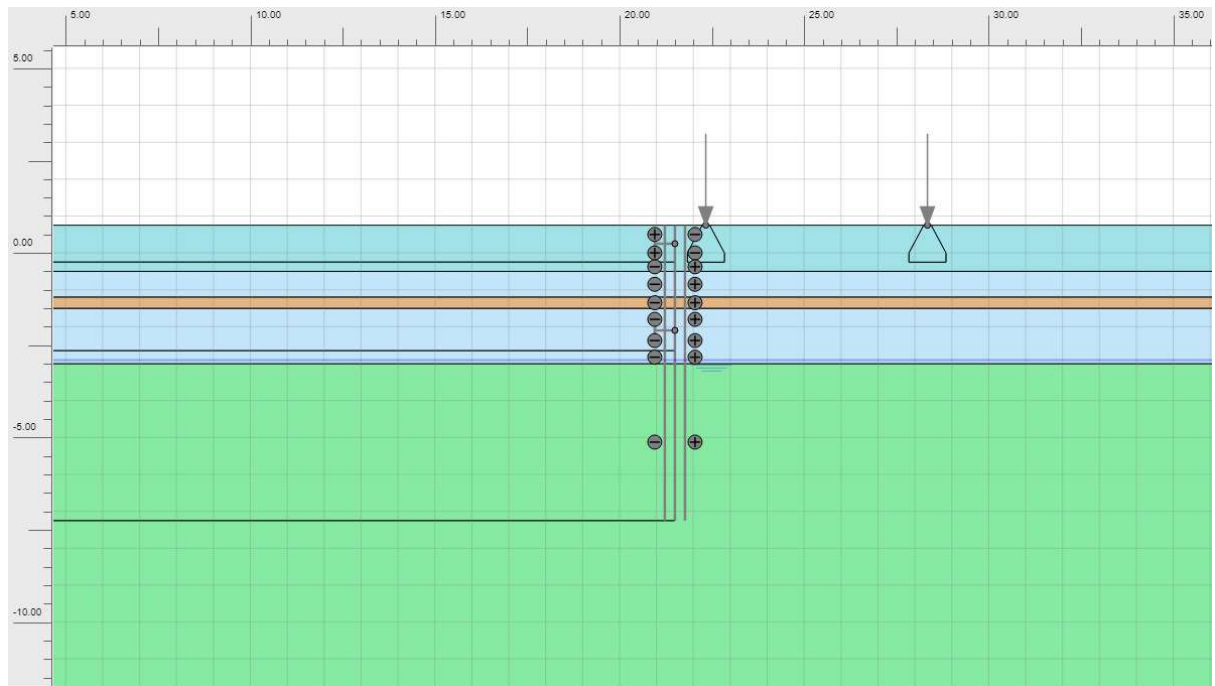
Berekeningsinvoer D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 4



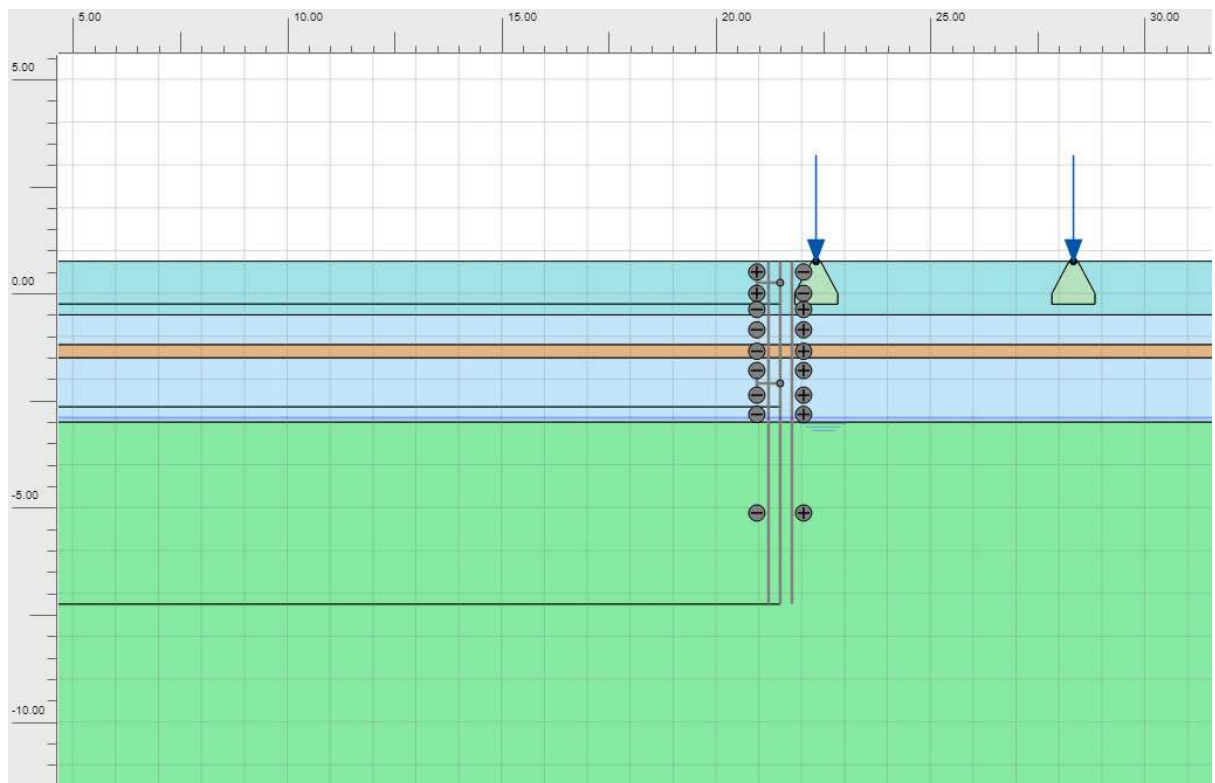
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 4, BGT



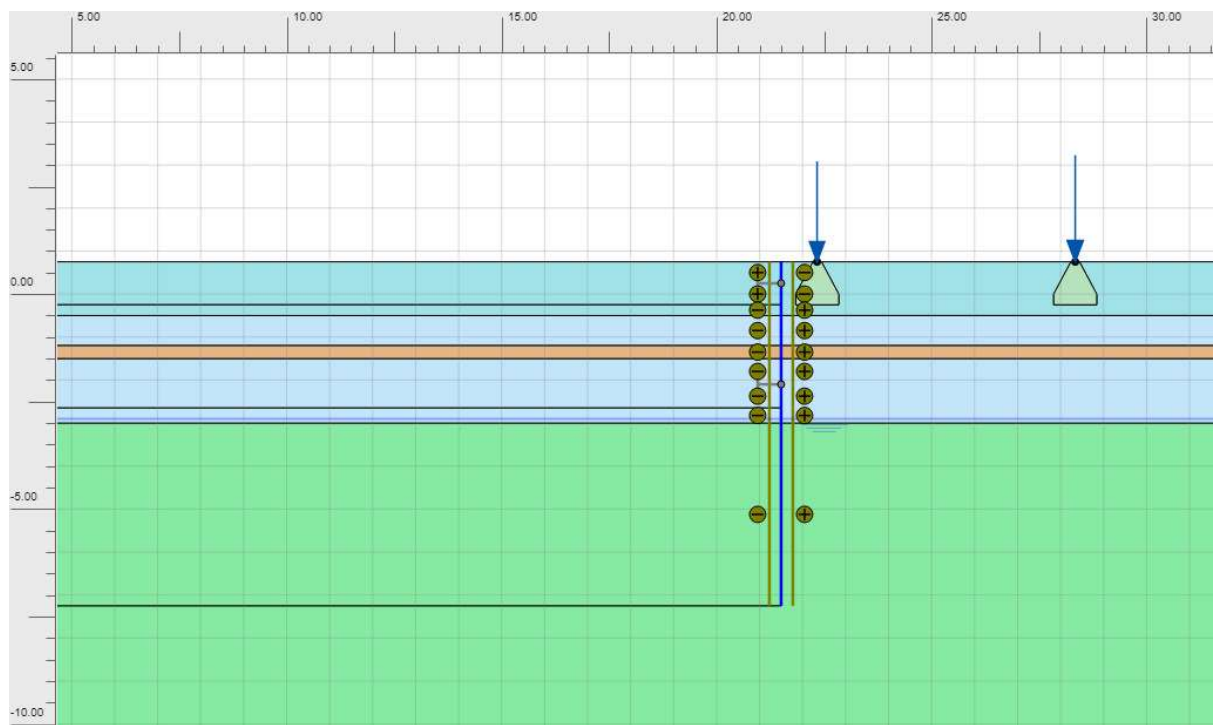
Berekeningsresultaat D-Sheet Piling, gestempelde damwand, stage 4, UGT

RESULTATEN PLAXIS BEREKENING

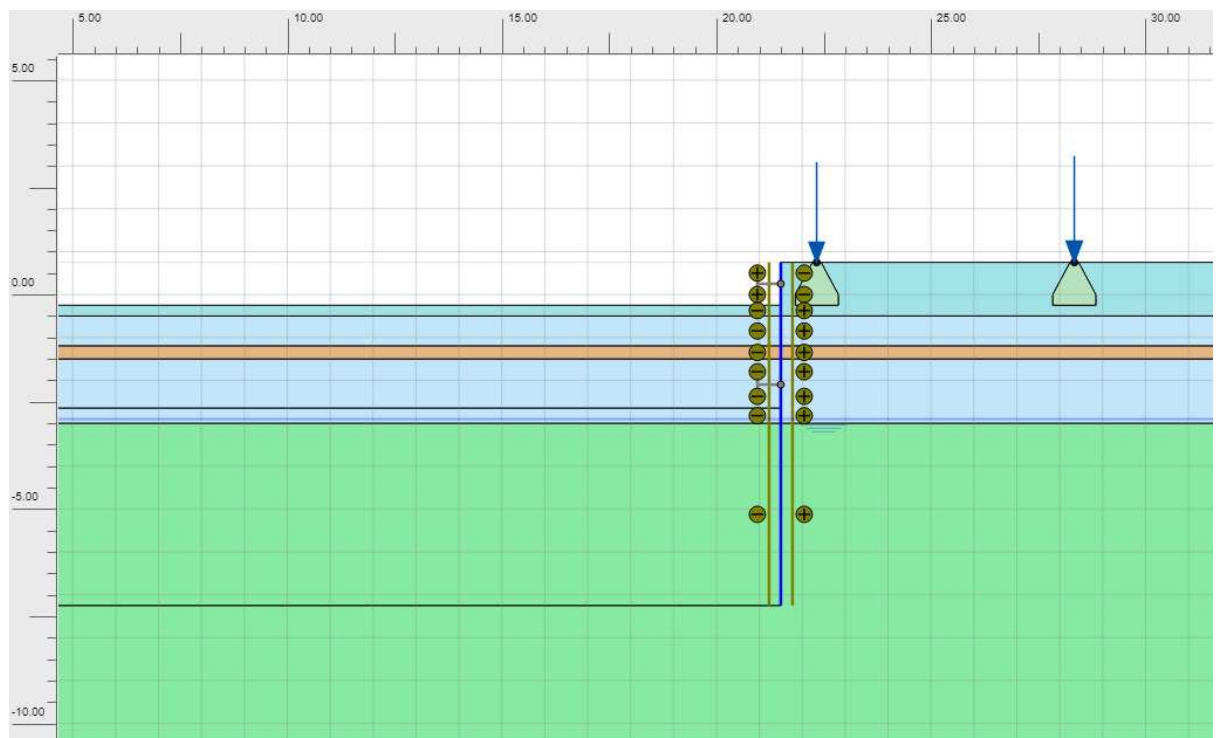
stage 1 - initiële situatie



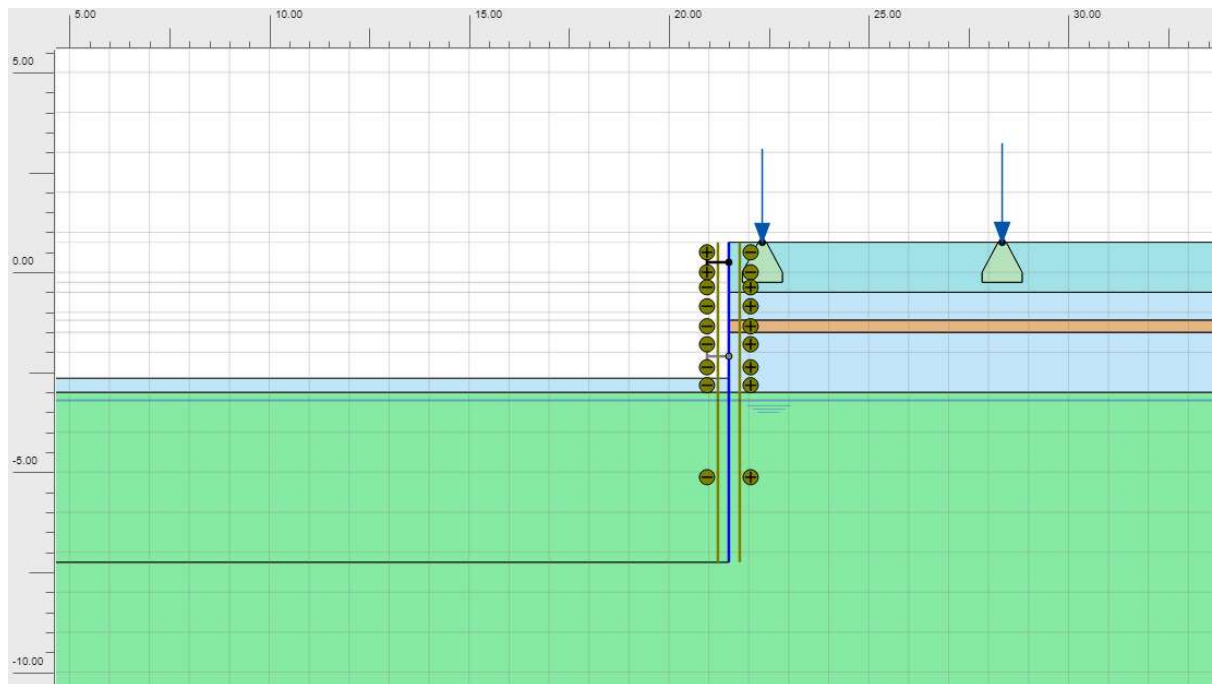
stage 2 - bouwfase belending



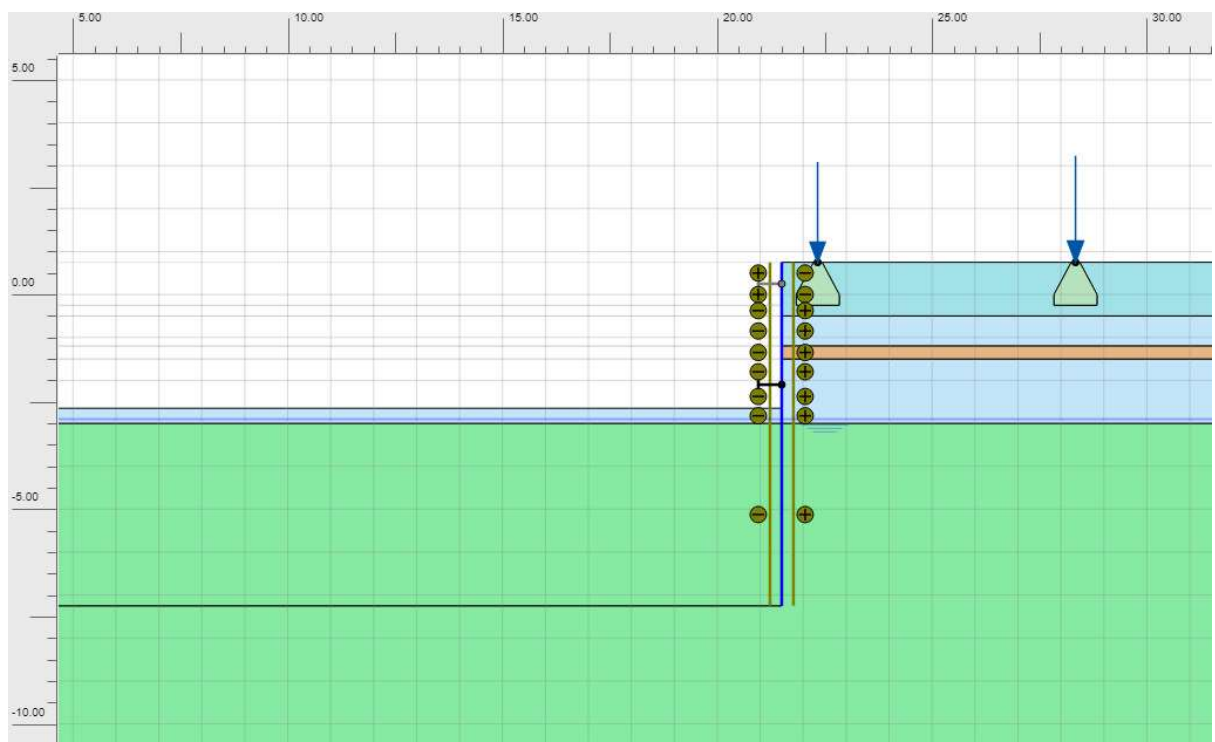
stage 3 - plaatsen damwand



stage 4 - ontgraving stempelraam



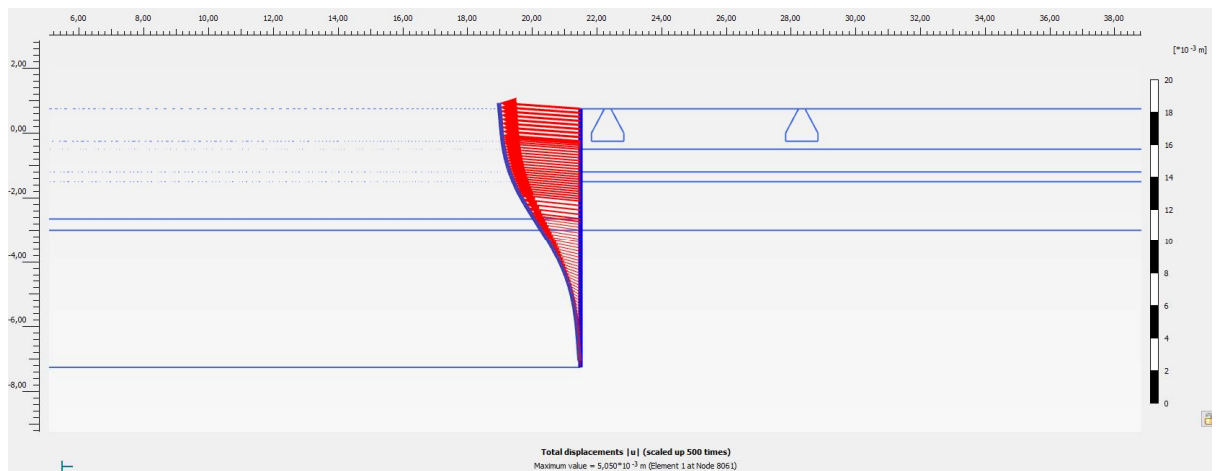
stage 5 - algemene ontgraving



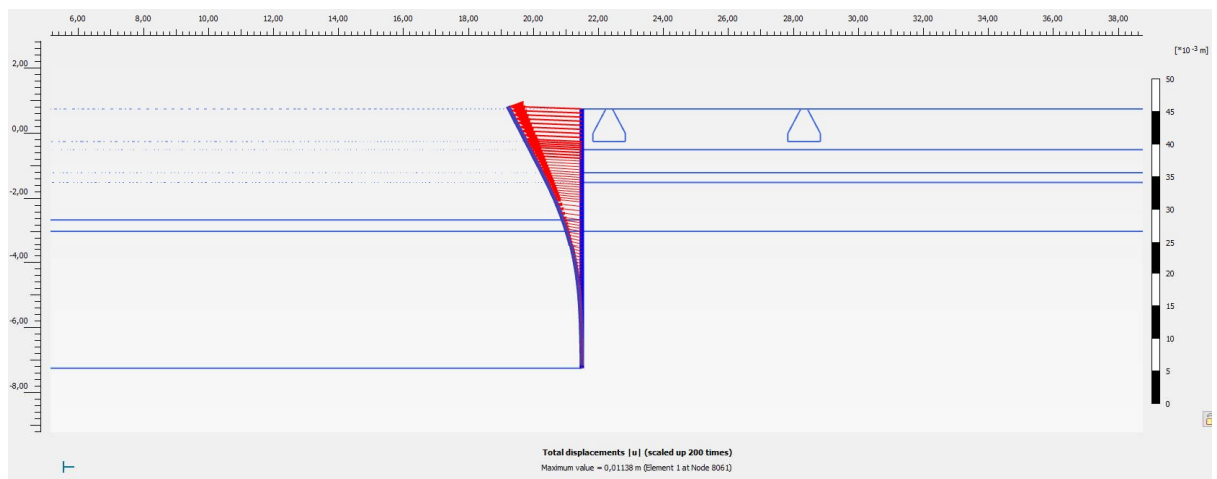
stage 6 - afstempelen keldervloer



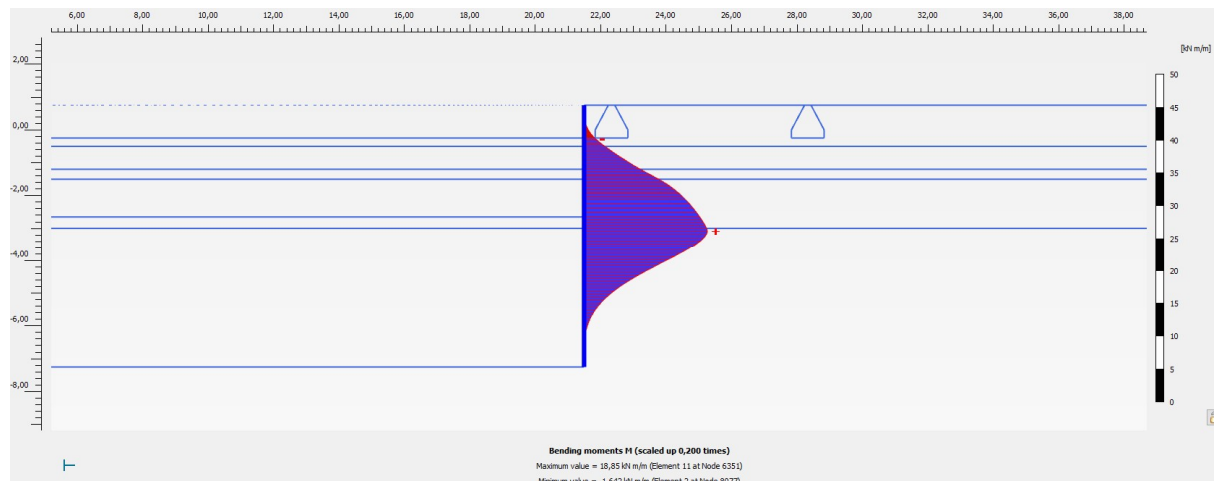
verplaatsing damwand stage 4 - ontgraving stempelraam



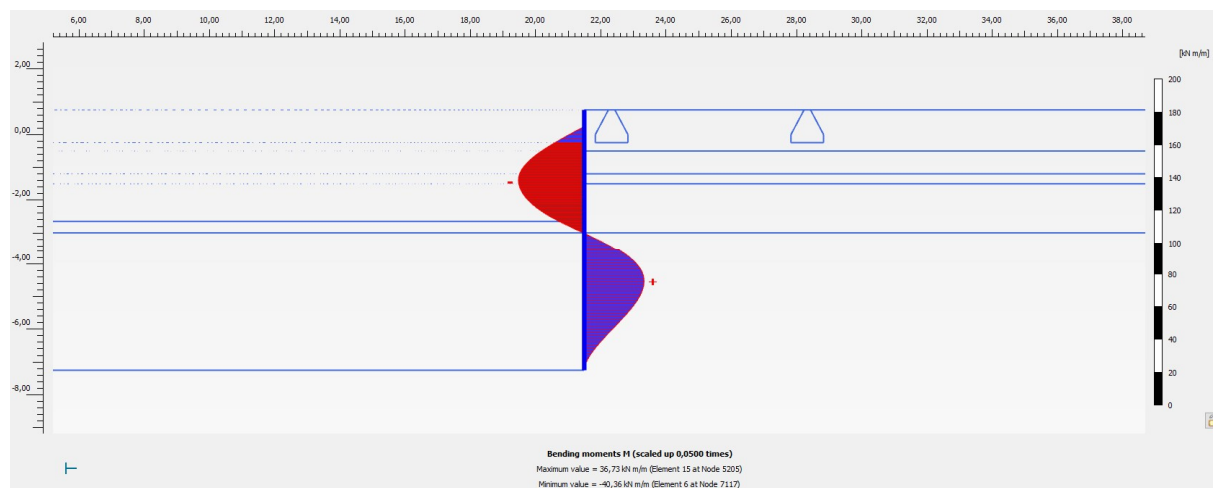
verplaatsing damwand stage 5 - algemene ontgraving



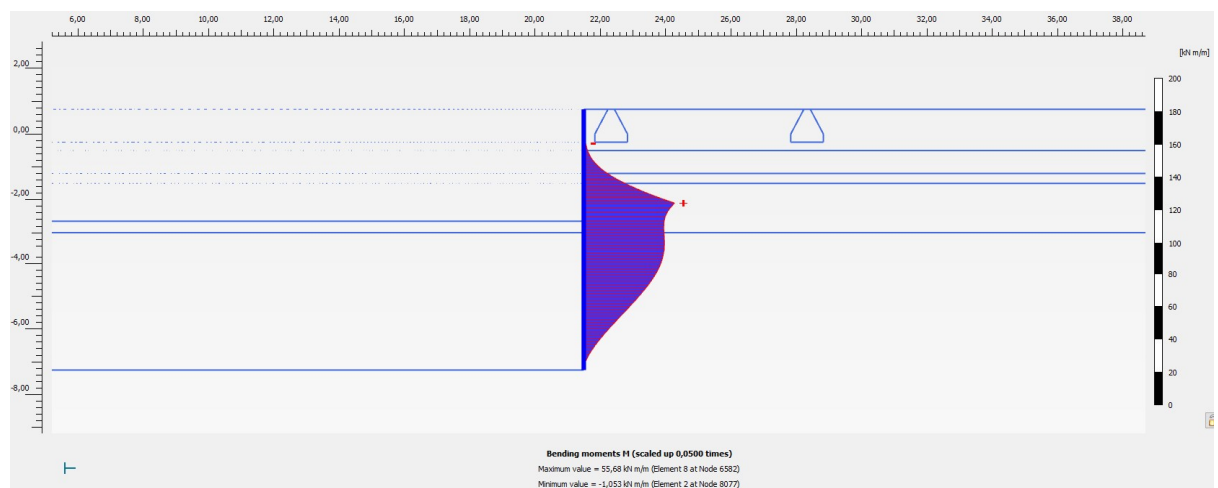
verplaatsing damwand stage 6 - afstempelen keldervloer



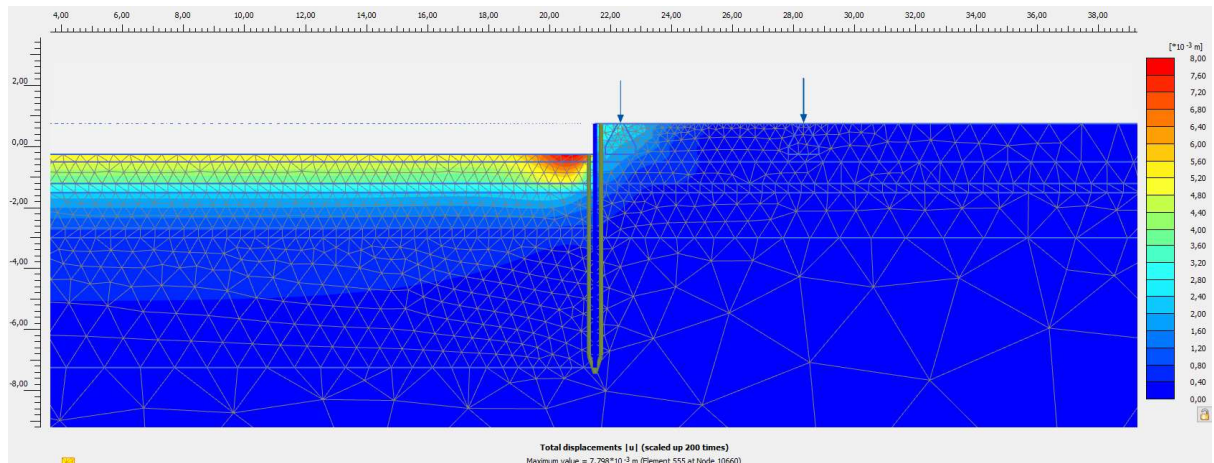
momenten damwand stage 4 - ontgraving stempelraam



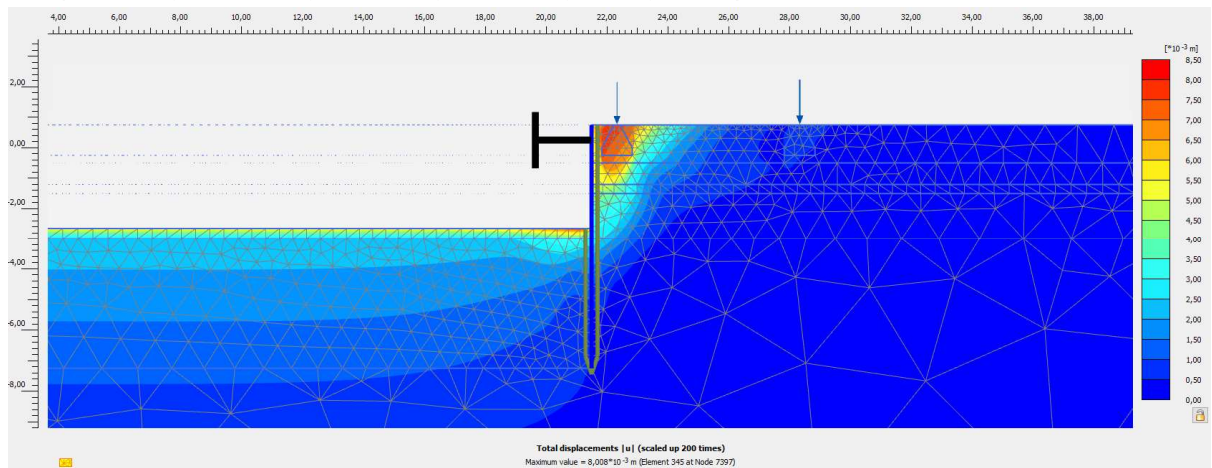
momenten damwand stage 5 - algemene ontgraving



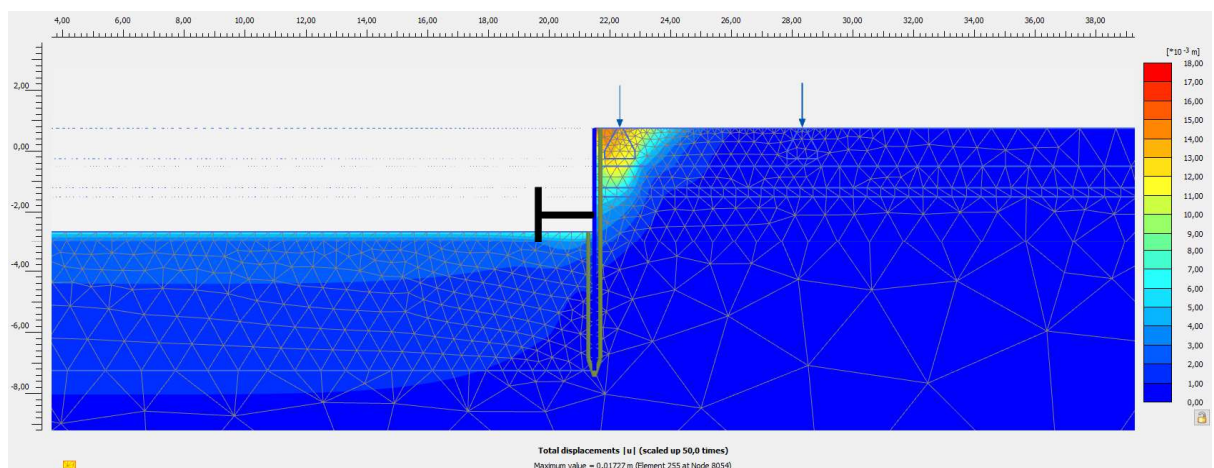
momenten damwand stage 6 - afstempelen keldervloer



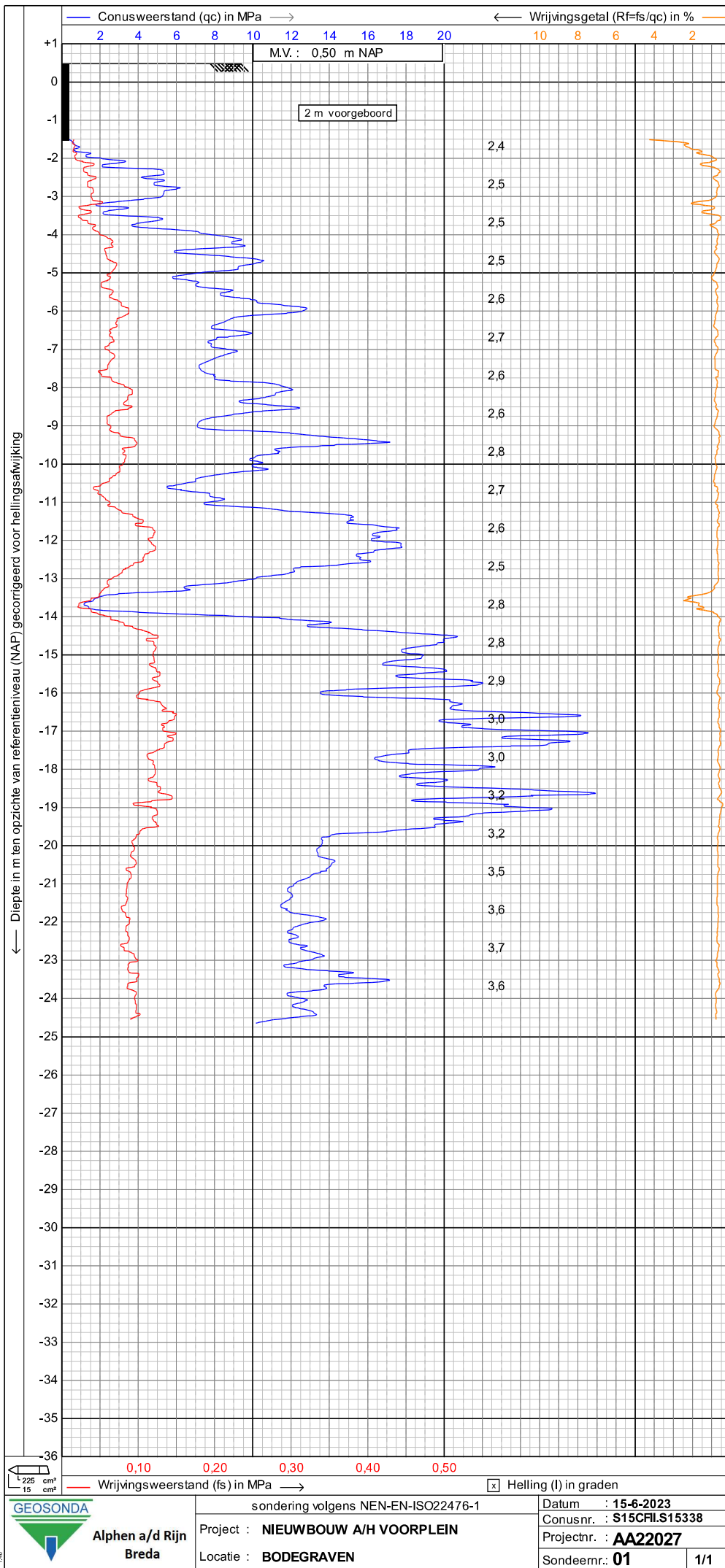
verplaatsingen ondergrond stage 4 - ontgraving stempelraam

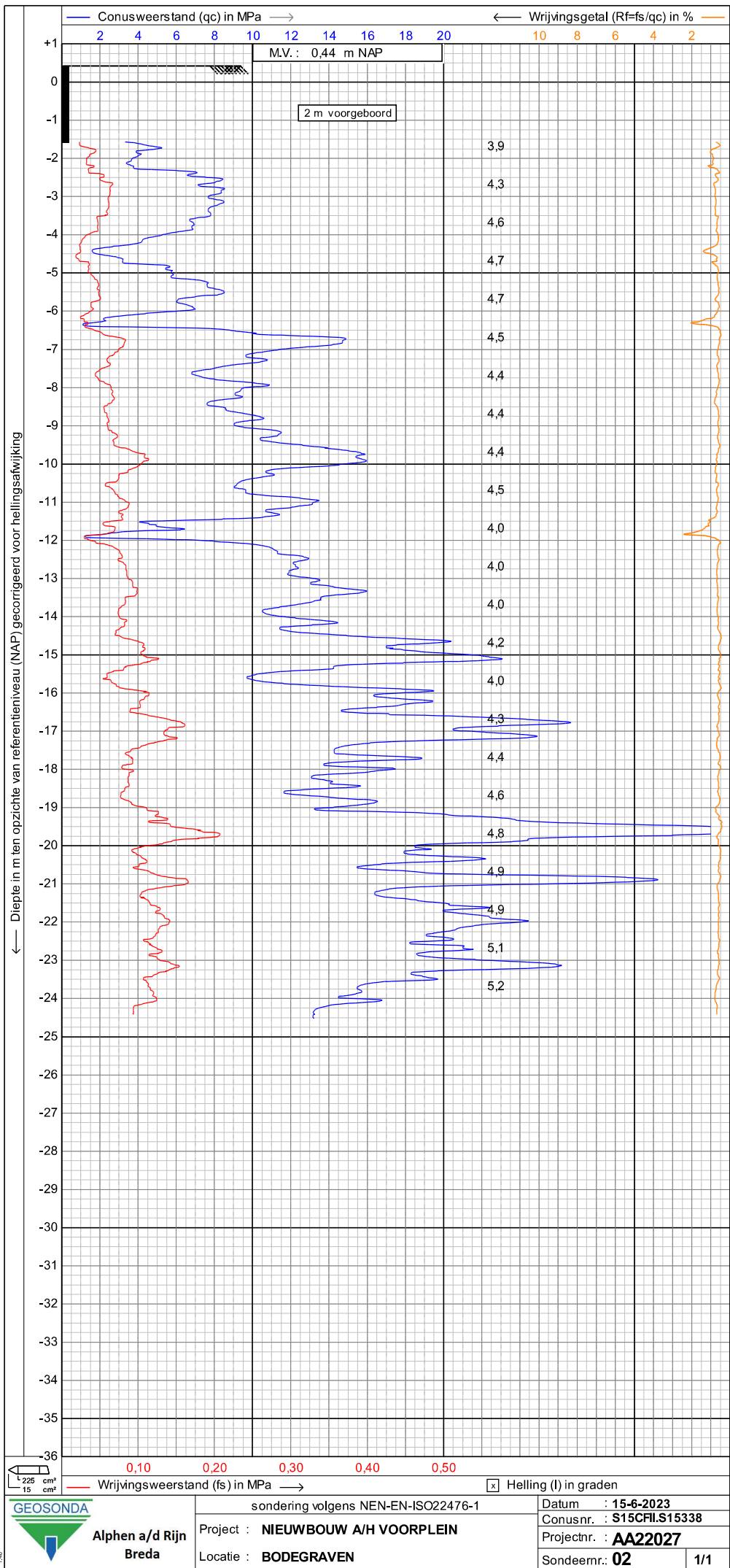


verplaatsingen ondergrond stage 5 - algemene ontgraving



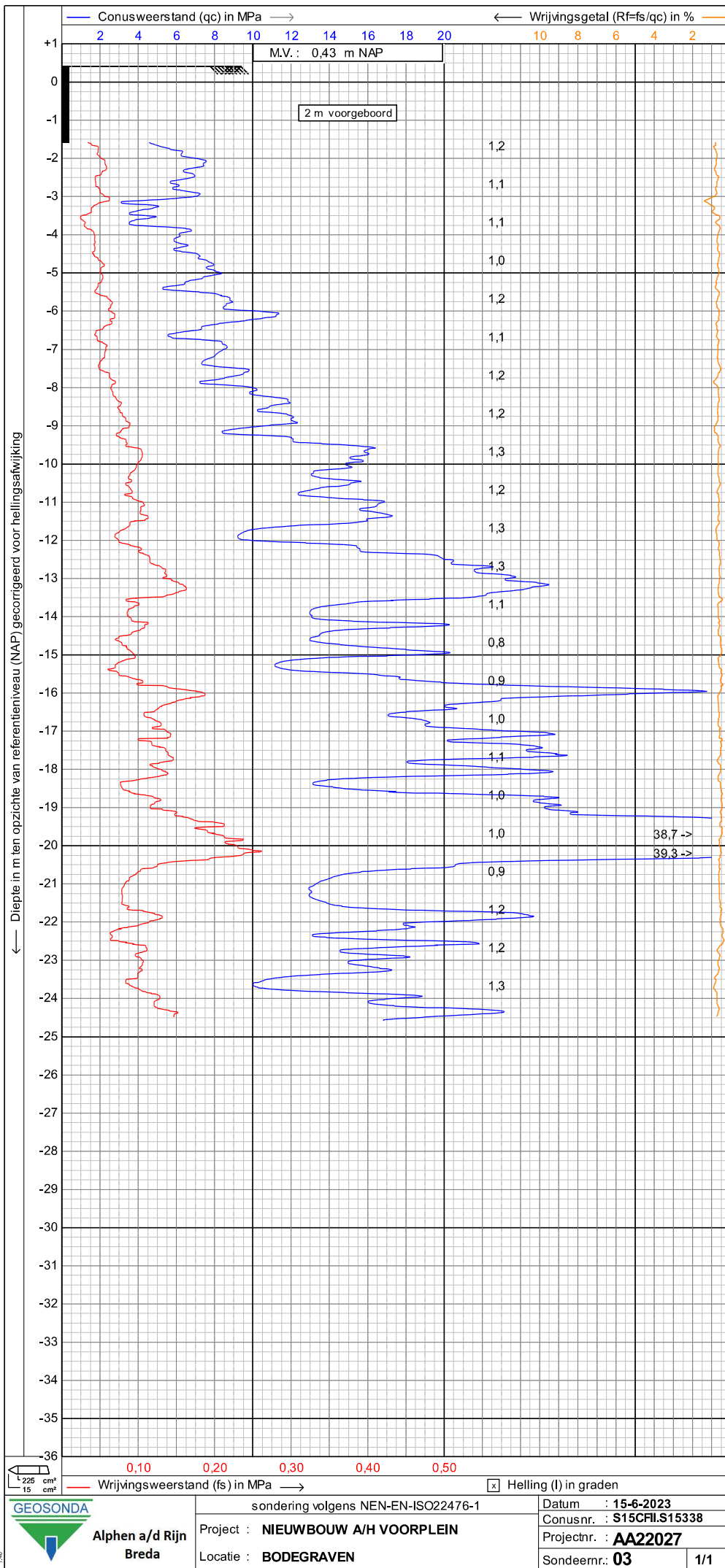
verplaatsingen ondergrond stage 6 - afstempelen keldervloer

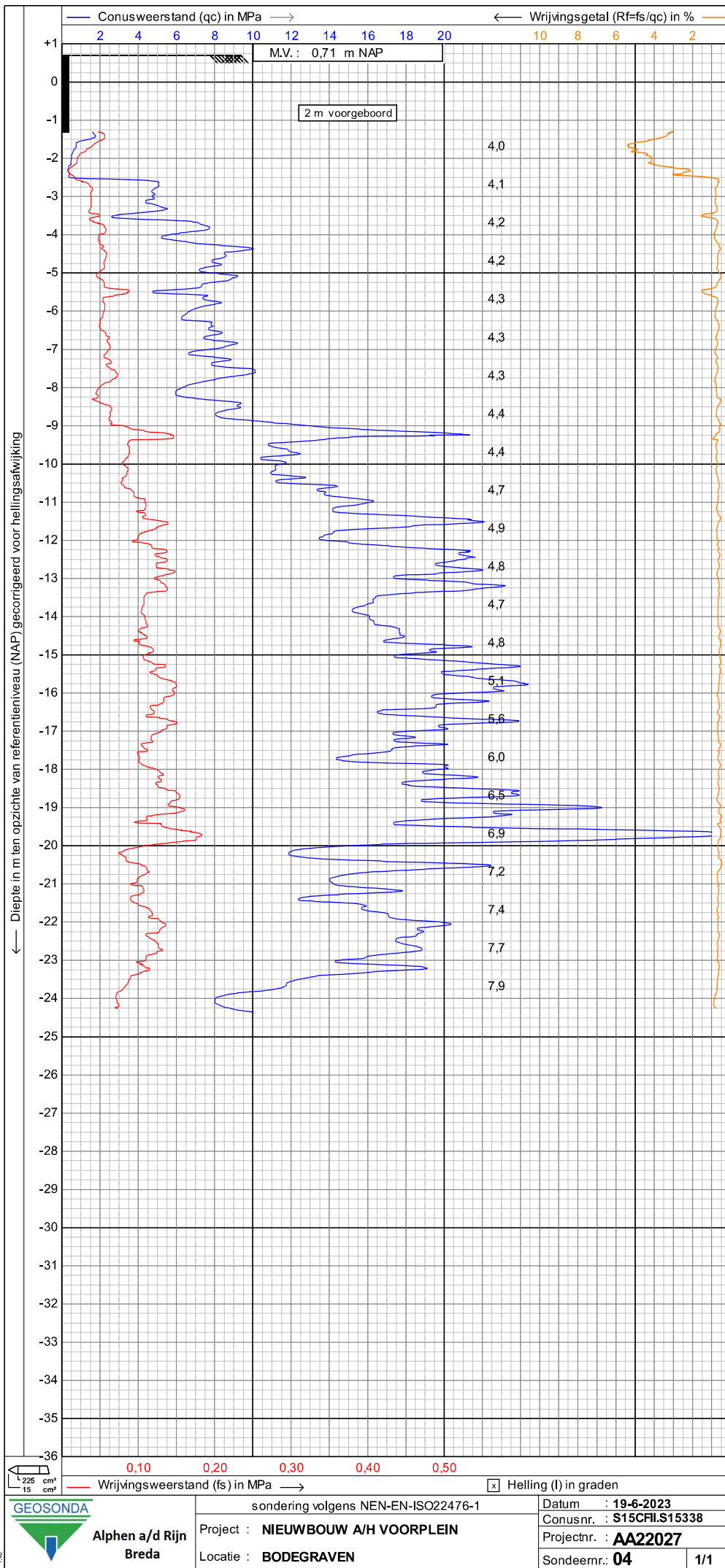


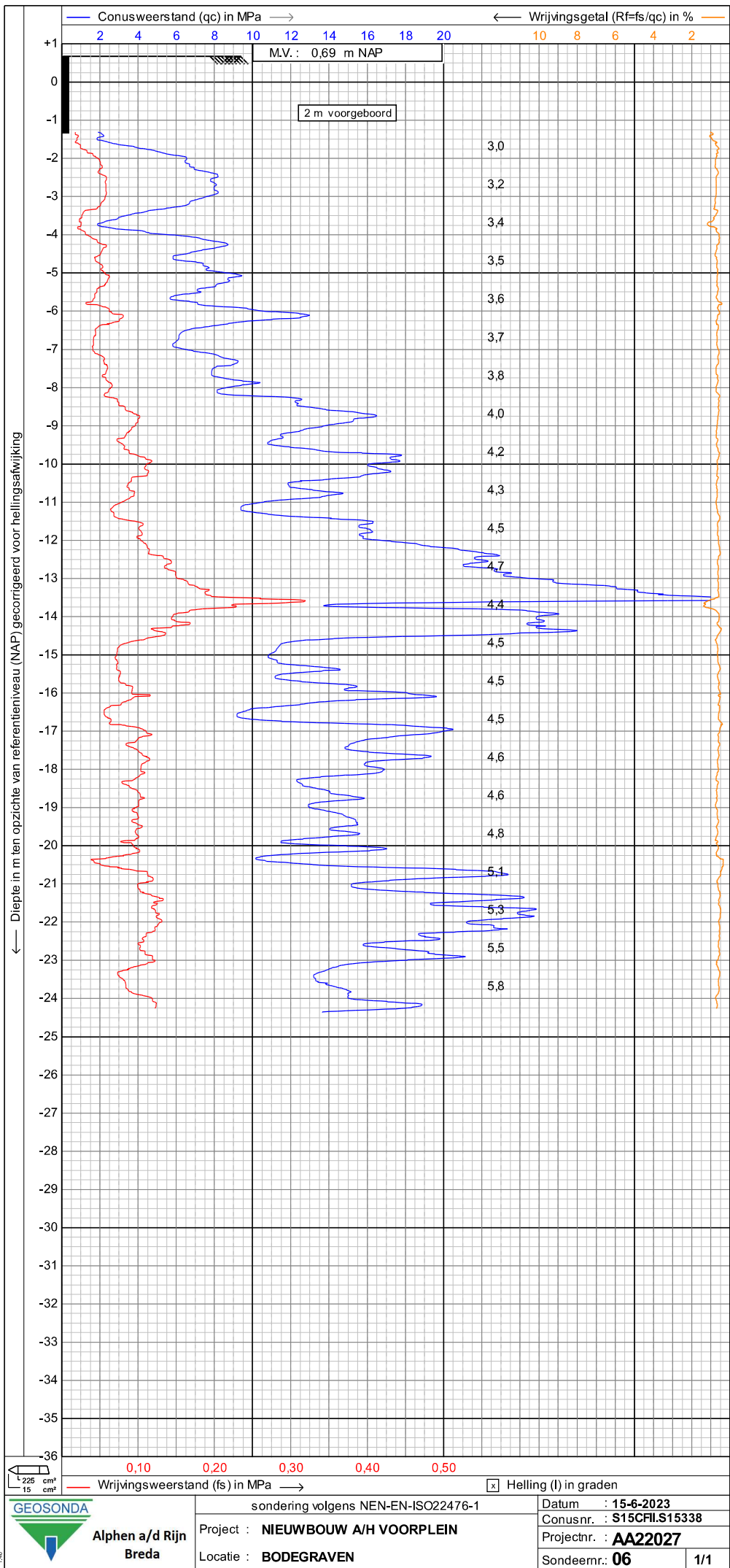


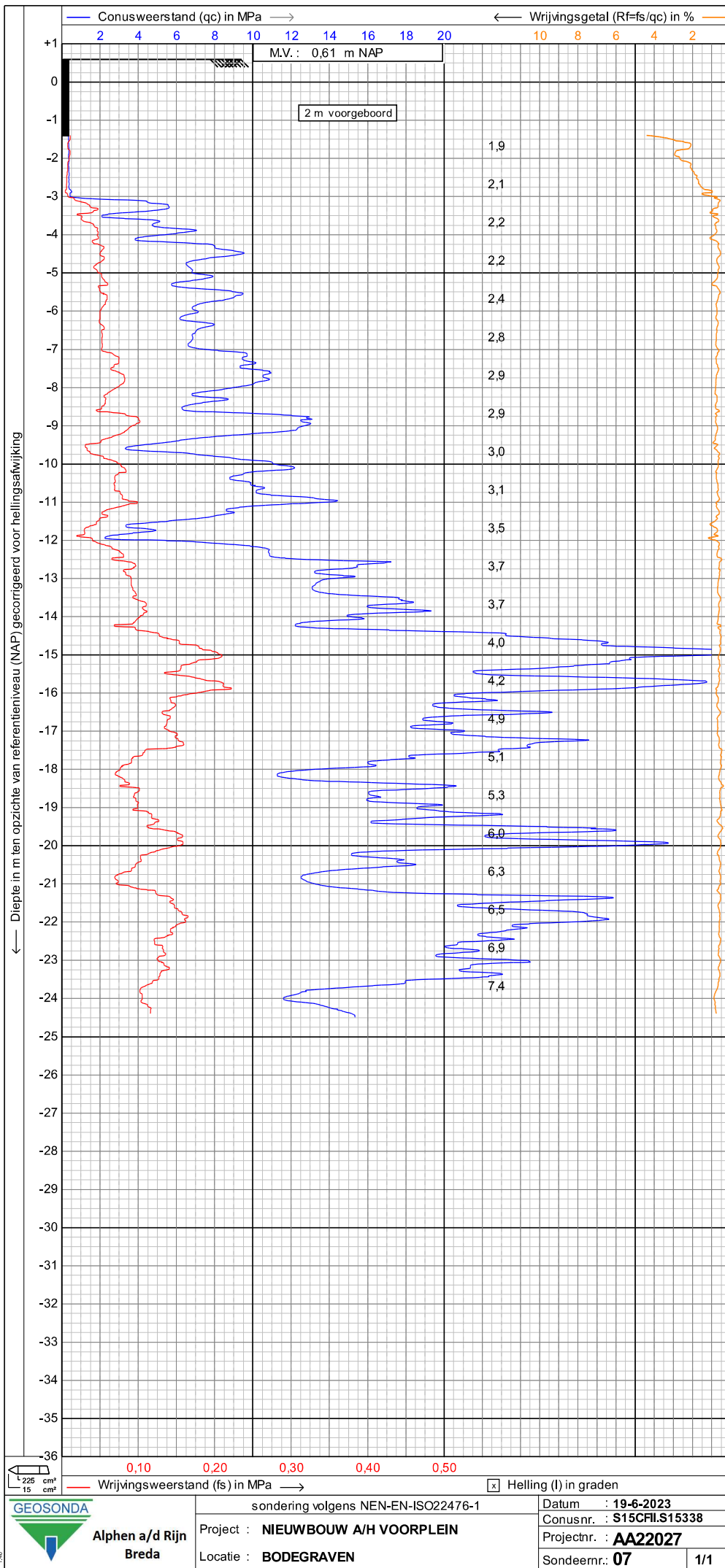
sondering volgens NEN-EN-ISO22476-1
 Project : **NIEUWBOUW A/H VOORPLEIN**
 Locatie : **BODEGRAVEN**

Datum : 15-6-2023
 Conusnr. : S15CFI.S15338
 Projectnr. : **AA22027**
 Sondeernr.: **02** 1/1

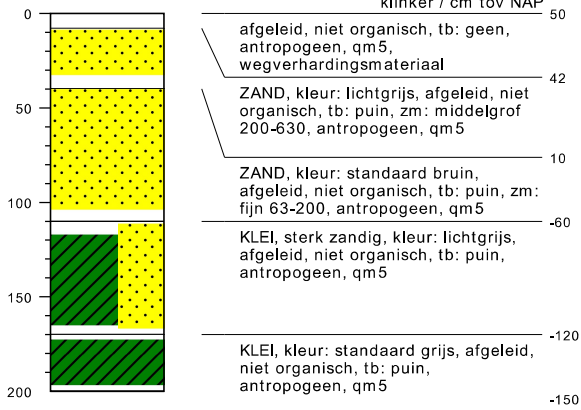






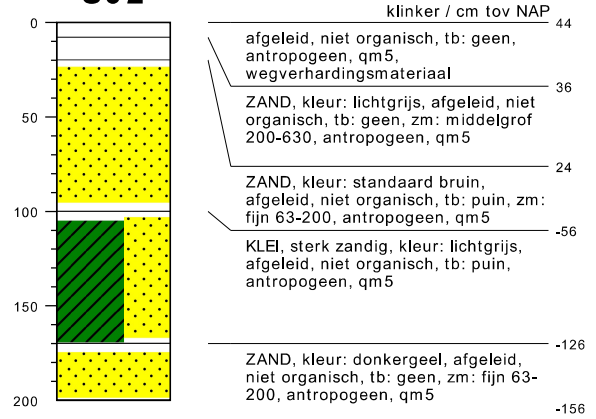


S01



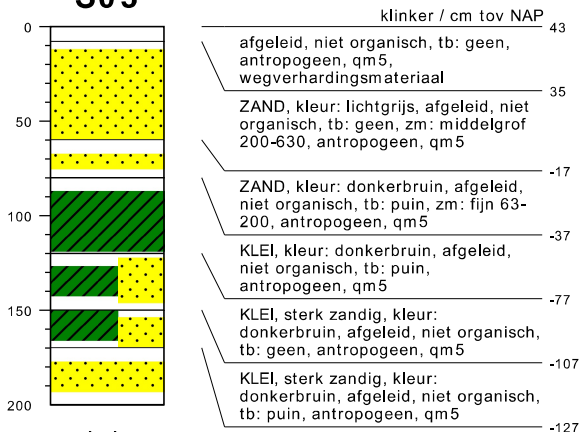
type **sondering**
 datum **15-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijfflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

S02



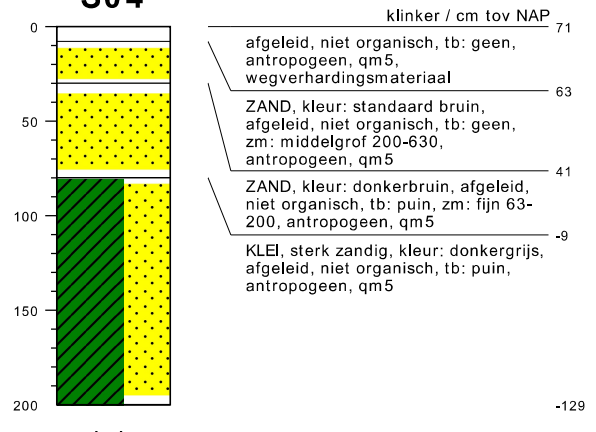
type **sondering**
 datum **15-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijfflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

S03



type **sondering**
 datum **15-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijfflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

S04



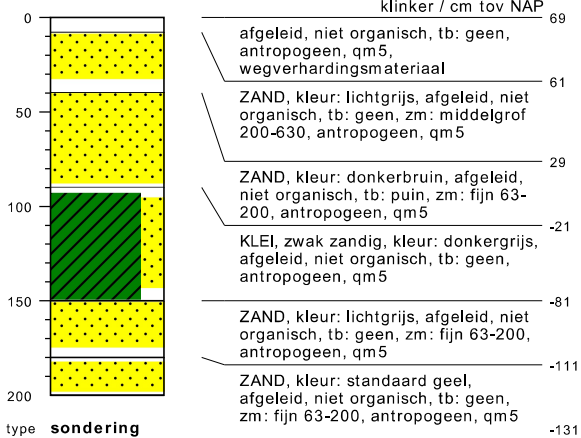
type **sondering**
 datum **19-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijfflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

bodemprofielen

onderzoek **NIUWBOUW A/H VOORPLEIN TE BODEGRAVEN**
 projectcode **AA22027**
 getekend conform **NEN-EN-ISO 14688**
 kader aanlevering **publiekeTaak**
 kader inwinning **verkenndOnderzoek**
 kaderstellende procedure **EN1997d2v2007**
 vakgebied **geotechniek**

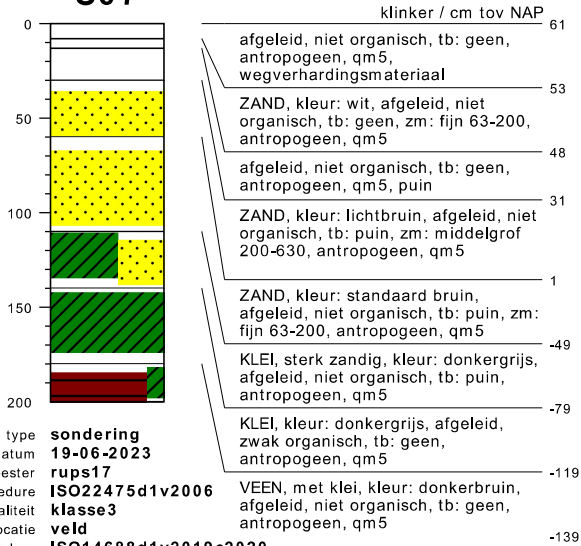


S06



type **sondering**
 datum **15-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

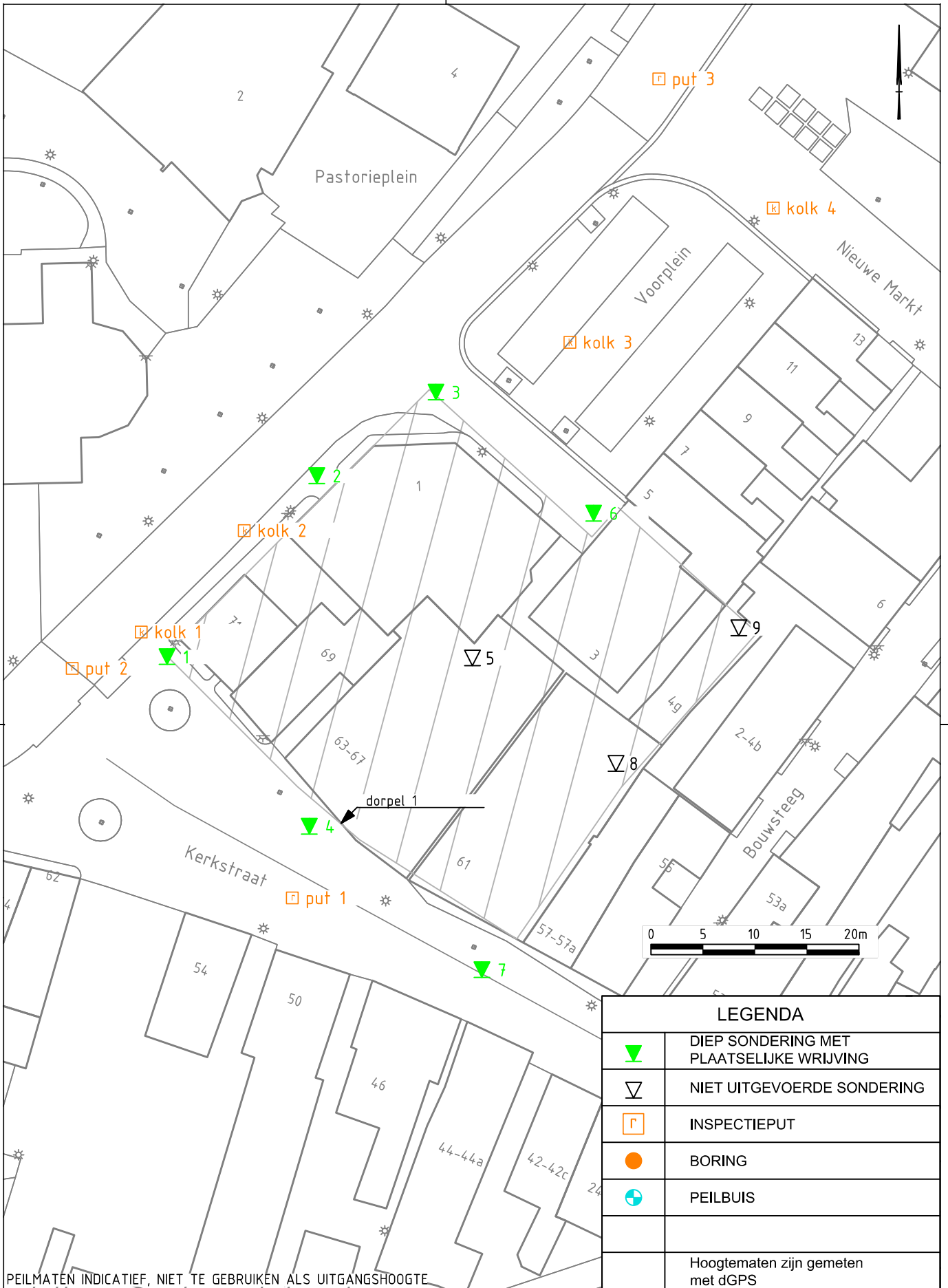
S07



type **sondering**
 datum **19-06-2023**
 boormeester **rups17**
 bemonsteringsprocedure **ISO22475d1v2006**
 beschrijfkwaliteit **klasse3**
 beschrijflocatie **veld**
 beschrijfprocedure **ISO14688d1v2019c2020**
 boorprocedure **SIKB2001vanafV6.0**
 type maaiveld **geenBodemgebruik**
 tijdelijke verbuizing **nee**

bodemprofielen

onderzoek	NIEUWBOUW A/H VOORPLEIN TE BODEGRAVEN
projectcode	AA22027
getekend conform	NEN-EN-ISO 14688
kader aanlevering	publiekeTaak
kader inwinning	verkenndOnderzoek
kaderstellende procedure	EN1997d2v2007
vakgebied	geotechniek



PEILMATEN INDICATIEF, NIET TE GEBRUIKEN ALS UITGANGSHOOGTE

LEGENDA	
	DEEP SONDERING MET PLAATSELIJKE WRIJVING
	NIET UITGEVOERDE SONDERING
	INSPECTIEPUT
	BORING
	PEILBUIS
	Hoogtematen zijn gemeten met dGPS

NIEUWBOUW A/H VOORPLEIN
BODEGRAVEN

SITUATIE

GEOSONDA
 Alphen aan den Rijn
 Breda

Datum: 20-06-2023	Projectnummer: AA22027
Schaal: 1: 500	
Getekend: BRM	Tekeningnr: T01
Formaat: A4	



**NIEUWBUW AH VOORPLEIN
 BODEGRAVEN**
 Aanvangspotential 2.90 m - NAP

ISOHYPSEKAART GROUNDWATERSTAND

0 50 100 150 200 m

-0,05 m

-0,10 m

-0,20 m

-0,30 m of 2,90 m - NAP

N11

N11

N11

N11

N11

T11

T11

T11

T11

T11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

N11

