

Bemalingsadvies (conform SIKB BRL Protocol 12010)

& bemalingsplan (conform SIKB BRL Protocol 12020)

Onderkelderen gebouw Vendelstraat

Projectomschrijving

Tijdelijke grondwateronttrekking ten behoeve van “Onderkelderen gebouw Vendelstraat/ Realisatie Universiteitsbibliotheek UvA” te Amsterdam. Inclusief MER aanmeld notitie.

(Onderhavig bemalingsadvies bevat tevens het bemalingsplan).

Projectnummer:	018.413	
Datum publicatie:	24 april 2019	
Revisienummer:	2.2	
Status:	Definitief	
Auteur:	L.I. (Imre) van Hal	Paraaf: <i>IvH</i>
Collegiale toetsing door:	W.R.A. (Reinder) Dekker	Paraaf:
Opdrachtgever Bronbemaling / Hoofdaannemer:	Van Hattum en Blankevoort	Paraaf:
Opdrachtgever project:	UVA	Paraaf:
Voor akkoord getekend voorblad te retourneren conform SIKB BRL 12000 proces aan:		rdekker@kessel.nl

Correspondentie	Van Kessel Bronbemaling Postbus 710, 4116 ZJ Buren
Copyright © Van Kessel Bronbemaling	

Inhoud

1	INLEIDING	3
1.1	GEBRUIKTE INFORMATIEBRONNEN	3
2	PROJECTGEGEVENS	4
2.1	PROJECTLOCATIE	4
3	BODEMOPBOUW, WATERHUISHOUDING EN BODEMKWALITEIT	6
3.1	REGIONALE BODEMOPBOUW	6
3.2	LOKALE BODEMOPBOUW	6
3.3	WATERHUISHOUDING	7
3.4	GROND- EN GRONDWATERKWALITEIT	8
4	BEMALINGSADVIES	9
4.1	EVENWICHT BODEM	9
4.2	SAMENVATTING AFMETINGEN, DIEPTES EN OVERIGE UITGANGSPUNTEN	9
4.3	INVLOEDSFEER VERLAGING	11
5	RISICO'S EN EFFECTEN BEMALING	11
5.1	INLEIDING	11
5.2	NATUUR, LANDBOUW EN GROENVORZIENINGEN EN OVERIGE	11
5.3	ARCHEOLOGIE	12
5.4	KOUDE-WARMTE OPSLAG	12
5.5	EXPLOSIEVEN	12
5.6	OVERIGE WERKZAAMHEDEN, ZETTINGEN EN MONITORING	12
5.6.1	OVERIGE WERKZAAMHEDEN OMGEVING EN MONITORING (DOOR DERDEN)	12
5.6.2	MONITORING DOOR HOOFDAANNEMER/ VAN KESSEL	13
6	BEMALINGS/UITVOERINGSPLAN	13
6.1	VOORBEREIDING M.B.T. KABELS EN LEIDINGEN IN DE BODEM	13
6.2	BEMALINGSSYSTEEM EN CONFIGURATIE	13
6.3	POMPEN	15
6.4	BRL 2100	15
6.5	ONDERHOUDSPAN	15
6.6	MELDING VERGUNNING ONTTREKKEN- LOZEN	16
6.7	ROLVERDELING BETROKKEN PARTIJEN	16
	BIJLAGE 1: CHECKLIST GEGEVENS "VOORBEREIDEN MELDING OF VERGUNNING"	18
	BIJLAGE 2: RISICO-CHECK	19
	BIJLAGE 3: OPSTELTEKENING BEMALING	21
	BIJLAGE 4: BEMALINGSADVIES LOOTS	22

1 Inleiding

Ten behoeve van het project “Onderkelderen gebouw Vendelstraat” te Amsterdam is het nu voorliggende bemalingsadvies inclusief technisch bemalingsplan opgesteld. Dit bemalingsadvies conform SIKB BRL protocol 12010 “Voorbereiding melding of vergunning” is door Van Kessel Bronbemaling geschreven in opdracht van “Van Hattum en Blankevoort”.

Ten behoeve van onze administratie dient u binnen 2 werkweken na ontvangst een voor akkoord getekend exemplaar van dit bemalingsadvies te retourneren. U kunt volstaan met de retournering van een voor akkoord getekend voorblad per email aan pvandewaal@kessel.nl en/of een bevestiging van uw akkoord per email gericht aan hetzelfde adres. Bij het uitblijven van retournering binnen de gestelde termijn gaan wij uit van uw akkoord.

Voor de onderkeldering/werkzaamheden dient de grondwaterstand te worden verlaagd. Tijdens de voorbereidende fase en het vervaardigen van het bestek is reeds een bemalingsadvies opgesteld door Loots grondwatertechniek (zie paragraaf 1.1 en bijlage 4).

Het nu voorliggende document is een samenvoeging van reeds bestaande informatie en enkele beperkte wijzigingen (toevoegingen) conform de richtlijnen van het SIKB BRL 12010 protocol “voorbereiden melding of vergunningaanvraag”. Het technisch bemalingsplan conform de richtlijnen van het SIKB BRL 12020 protocol “voorbereiden technische uitvoering” maakt onderdeel uit van onderhavig document.

1.1 Gebruikte informatiebronnen

Het nu voorliggende bemalingsadvies is gebaseerd op de volgende beschikbare documenten (door de opdrachtgever is op 19 februari aangegeven dat dit de meest recente versies betreffen):

Rapporten en/of documenten:

- Bestek AMSTERDAM, Realisatie Universiteitsbibliotheek UvA, Bestek Kavel 2: Damwanden, Bodemsanering, Onderbouw en E-/W-installaties, Projectnummer : 13281, d.d. 23 juli 2018 – Definitief,
- Bemalingsadvies Universiteitsbibliotheek te Amsterdam, versie 2, d.d. 9 mei 2018, kenmerk 10120114B.3, Loots Grondwatertechniek. (vanaf heden aan gerefereerd als (“ bemalingsadvies Loots”).
- Funderingsadvies Universiteitsbibliotheek Amsterdam, kenmerk RA18202b2 d.d. 22-06-2018, Crux Engineering bv.
- Risicoanalyse Universiteitsbibliotheek Amsterdam, kenmerk RA18428b d.d. 05-02-2019, Crux Engineering bv.
- Monitoringsplan Universiteitsbibliotheek Amsterdam, kenmerk RA18202c1, d.d. 18-05-2018, Crux Engineering bv.
- Verkennend en aanvullend bodemonderzoek locatie UVA Nieuwe Doelenstraat te Amsterdam, projectnummer 0434108.00 definitief, d.d. 16 oktober 2018, Antea groep.

Tekeningen

- Demarcatietekeningen:
 - N-01_1, kelder -1
 - N-01_2, kelder -2
 - N-01-00, begane grond
 - N-03-01 Doorsneden zusterhuis A/B
 - N-03-02 Doorsneden kliniek C/D/E/F
 - N-03-03 Doorsneden kliniek I,J,K en L
 - N-03-04 Doorsneden kliniek M en N
 - N-03-05 Doorsneden kliniek O,P,Q en R
- Slooptekening
 - S-01_1 Kelder
- Tekeningen onderbouw (eindfase Kavel II)
 - C-01_1, Kelder -1
- Tekeningen Van Rossum:
 - TO-000P1, plattegrond Palenplan
 - TO-K1001, plattegrond Kelder-1 -Nieuw
 - TO-00002, plattegrond Begane grond Nieuw (zonder bestaande situatie)
 - TO-0010, plattegrond Bouwkuip

Daarnaast zijn de volgende bronnen (websites) van informatie geraadpleegd:

- Het DINOloket;
- PDOKviewer;
- WKOTool;
- GlobeSpotter by Cyclomedia;
- Interactieve kaarten Waternet – Waterschap Amstel, Gooi en Vecht;
- Rijksdienst voor cultureel Erfgoed (Archeologie in Nederland);
- Landelijk Register monumentale bomen;
- AHN.

2 Projectgegevens

2.1 Projectlocatie

De gegevens van de projectlocatie zijn weergegeven in dit hoofdstuk.

Tabel 1: Algemene gegevens projectlocatie

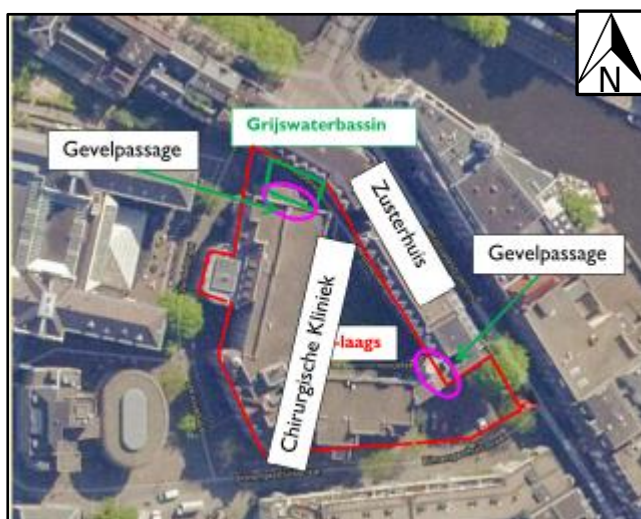
Item/onderdeel	Omschrijving
Plaatsnaam	Amsterdam
Straatnaam	Vendelstraat 2
Postcode (t.b.v. meldingen)	1012 ZA
RD Coördinaten bij benadering (Projectlocatie)	X = 121.478 Y = 486.824
Maaiveldhoogte	Circa NAP +1,2 à +1,5 m (zuid, oost en westzijde) à +0,7 à +0,9 m (noordzijde en binnenplaats).
Overige	Vergunning
Opmerkingen	Er worden damwanden toegepast tot circa NAP -13,3 m (opgave hoofdaannemer)

De regionale en lokale ligging van de projectlocatie zijn weergegeven in de navolgende figuren. De verschillende bouwoppervlakten en -ontgravingsdiepten en meest waarschijnlijke uitvoeringsmethoden voor de bouw en bijbehorende bemaling zijn opgenomen in hoofdstuk 4.

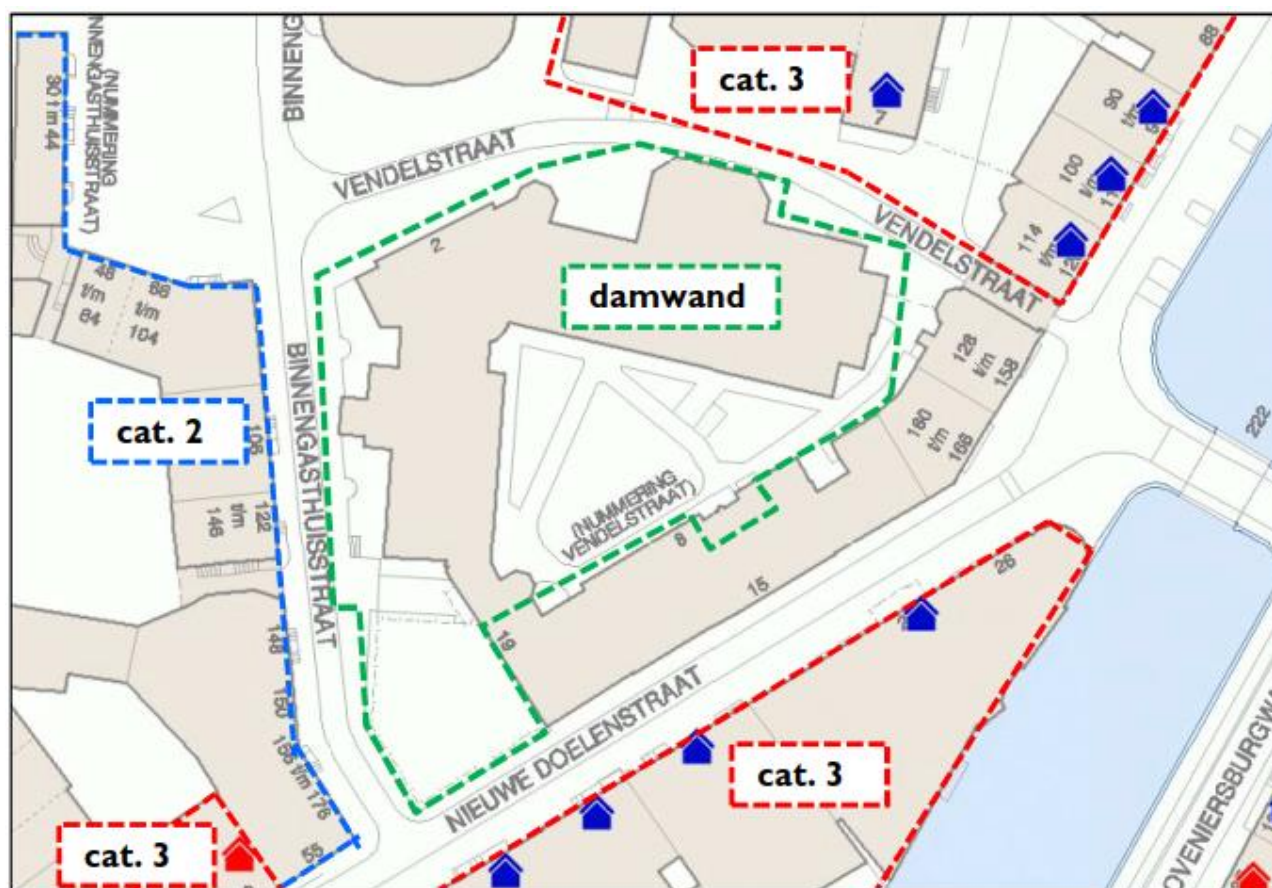
Tabel 2: Gegevens betrokken partijen en rolverdeling

Rolverdeling	Naam	Taak
Opdrachtgever	UVA	Opdrachtgever
Vergunninghouder	UVA	Opdrachtgever
Provincie	Noord Holland	Bevoegd gezag
Waterbeheerder	Waternet	Bevoegd gezag
Waterschap	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (beheer onttrekking-lozing door Waternet)	Bevoegd gezag
Gemeente	Amsterdam	Bevoegd gezag
Hoofdaannemer	Van Hattum en Blankevoort B.V.	Hoofdaannemer

Meer betreft betrokken partijen en rolverdeling is opgenomen in hoofdstuk 6 “uitvoeringsplan”.



Figuur 1: Weergave lokale ligging projectlocatie (bron: monitoringsplan Crux)



Figuur 2: Weergave damwanden en huisnummers (bron: monitoringsplan Crux)

In bovenstaande figuur zijn de groene stippellijnen de contouren van de damwand.



Figuur 3: Zijaanzicht projectlocatie vanuit Aluminiumbrug (bron: Google maps)

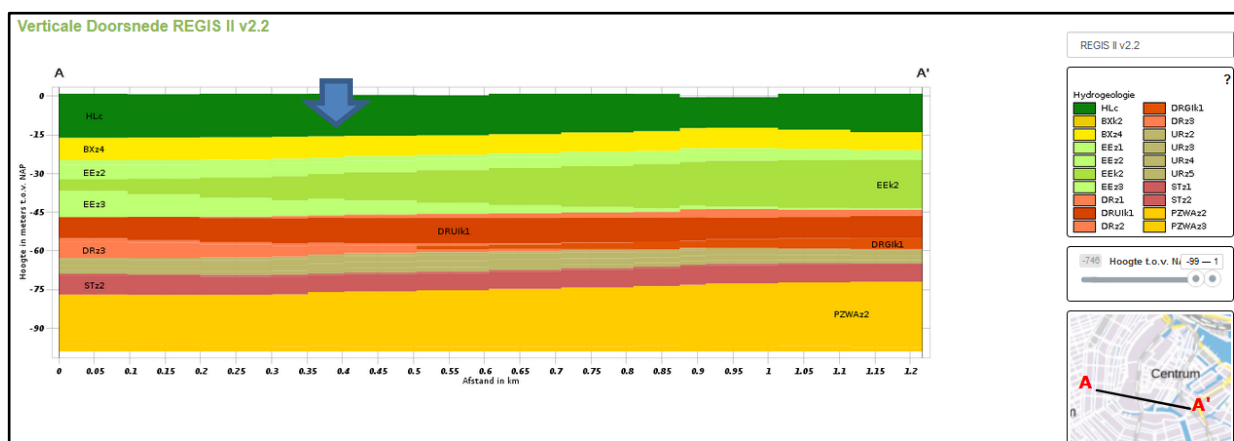
3 Bodemopbouw, waterhuishouding en bodemkwaliteit

3.1 Regionale bodemopbouw

De beschrijving van de regionale bodemopbouw is verkregen uit DINOloket en REGIS II database.

Een dwarsdoorsnede van west naar oost geeft de ligging van de litho-stratigrafische eenheden weer tot een diepte van NAP -99 m zoals gemodelleerd in het REGIS II model. Deze dwarsdoorsnede is weergegeven in figuur 4.

Volgens het REGIS II ondergrondmodel bestaat de ondergrond van de projectlocatie vanaf het maaiveld tot circa NAP -25,0 m uit de holocene afzetting. Hieronder bevindt zich het pleistoceen zand.



Figuur 4: Dwarsdoorsnede bodemopbouw blauwe peil betreft de projectlocatie (DINOloket REGIS)

3.2 Lokale bodemopbouw

Onderstaande bodemopbouw is afgeleid uit REGISII, in combinatie met bodemgegevens uit de door de opdrachtgever aangereikte boorprofielen. Voor de eerste meters is gebruik gemaakt van het verkennend bodemonderzoek (met name boring 14 t/m 16), voor de diepere bodemopbouw is gebruik gemaakt van de sonderingen (uit het funderingsadvies Crux). Voor een gedetailleerde bodemopbouw verwijzen wij naar de beschikbaar gestelde rapportages. De huidige maaiveldhoogte ter plaatse van de projectlocatie bedraagt circa NAP +1,2 à +1,5 m (zuid, oost en westzijde) à +0,7 à +0,9 m (noordzijde en binnenplaats) bron AHN.nl. Het gemiddelde maaiveldniveau is aangehouden op NAP +1,0 m.

Tabel 3: Gegevens bodemopbouw op basis van REGIS II en boorprofielen

Onderzijde laag	Omschrijving		Doorlatendheid kD (m ² /dag) bron bemalingadvies Loots	Weerstand C (dagen) bron bemalingadvies Loots
Maaiveld = circa NAP +1,0 m				
NAP -1,5 m à -2,0 m	Zand matig grof, zwak ziltig, zwak humeus	S	5	
NAP -4,4 m	Veen in de eerste meters zwak tot sterk kleig/zandig (lokaal een kleilaag van enkele decimeters).	C		300
NAP -7,5 m	Klei , in de eerste meter veenhoudend.	C		350
NAP -10,0 m	Zand : tussenzandlaag (wadzandpakket)	S	10	
NAP -13,0 m	Klei sterk humeus (onderste decimeters wordt basisveen aangetroffen).	C		300
NAP -25,0 m	Zand (1 ^e WVP) met kleilagen rond NAP – 15,0 en -16,5 m.	S	230	

S = doorlatend, C = remmend, 1^e WVP = eerste watervoerend pakket)

Toelichting /beschrijving in m-mv

De dikte van de topzandlaag wisselt. Over het algemeen is de zandlaag circa 2,5 à 3 m dik. Lokaal wordt de zandlaag aangetroffen tot circa NAP -1,5 à -2,0 m (bij boring 06 loopt de zandlaag door tot circa NAP -5 m). Onder de zandlaag wordt klei en veenlagen aangetroffen tot circa NAP -7,5 m. Hieronder bevindt zich het wadzandpakket. Dit kenmerkt zich door afwisselend klei-veen en zandlagen. Zo wordt tussen NAP -7,5 en 10 m zand aangetroffen, hieronder enkele meters klei. Vanaf circa 14 m-mv wordt voornamelijk zand aangetroffen met lokaal een kleilaag.

3.3 Waterhuishouding

Uit DINOloket/waternet zijn gegevens verkregen over de grondwaterstanden in de omgeving en ter plaatse van de projectlocatie. De gegevens zijn in onderstaande paragraaf uitgewerkt/toegelicht. Voor details wordt verwezen naar Waternet en het bemalingsadvies.

Freatisch

Er zijn diverse freatische peilbuizen in de directe omgeving van de projectlocatie met meetreeksen bekend. De grondwaterstand bevindt zich over het algemeen NAP -0,3 à -0,6 m. De laagst gemeten grondwaterstand in de omgeving is NAP -0,8 m.

Wadzandpakket

Er zijn 2 peilbuizen in de directe omgeving van de projectlocatie bekend met filterstelling in het wadzandpakket. De meetreeksen betreffen circa 10 metingen uit 2009-2010. De stijghoogte in het wadzandpakket in de meetperiode bevindt zich circa 0,1 à 0,3 m lager dan de freatische waterstand (op basis peilbuizen waternet, gemeten in dezelfde periode/dagen en direct naast de peilbuis). Langere meetreeksen zijn niet bekend/er is beperkte informatie betreft de stijghoogte in het wadzandpakket. .

Op basis van de beschikbare gegevens is laagst gemeten stijghoogte (LGS) aangehouden op NAP -0,8 m en de hoogst gemeten stijghoogte op NAP – 0,45 m. De gemiddelde stijghoogte is circa NAP -0,6 m.

Eerste watervoerend pakket

Uit het meetnet van Waternet zijn grondwaterstandsgegevens opgevraagd. De dichtstbijzijnde peilbuis in het eerste watervoerend pakket betreft D06717-C en is gelegen op een afstand van circa 20 m ten westen van de projectlocatie. De stijghoogte in deze peilbuis varieert tussen NAP -2,1 en NAP -2,3 m (meting 1x per maand tussen juni 2009 en maart 2010). De dichtstbijzijnde peilbuis in het eerste watervoerend pakket met een langdurige meetreeks betreft B25G0980 en is gelegen op een afstand van circa 450 m ten westen van de projectlocatie. De stijghoogte in deze peilbuis varieert tussen NAP -3,0 en NAP -1,85 m.

De samenvatting van de grondwaterstanden en stijghoogte van de projectlocatie zijn opgenomen in tabel 4.

Tabel 4: Samenvatting waterhuishouding (bron: Waternet)

Pakket en afkorting	Stand in m NAP
Niveau oppervlaktewater (circa 15 m oostelijk gelegen gracht)	-0,4 (bron AVG.nl)
GHG (freatisch)	-0,3
GLG (freatisch)	-0,8
GHS wadzandpakket	-0,4
GLS wadzandpakket	-0,8 (worst case naar verwachting in de praktijk lager)
GHS 1 ^e watervoerendpakket *	-1,85
GLS 1 ^e watervoerendpakket	-3,0
<p>* filterstelling circa NAP -13 tot -14 m op basis van peilbuis B25G0980_001. Daarnaast bevindt zich peilbuis B25G0980_002 (filterstelling circa NAP -23 tot -24 m). De stijghoogte in de 2^e wvp bevindt zich circa 0,1 m lager dan het 1^e wvp (waterstand vertoont vergelijkbaar verloop)</p> <p>1^e G = gemiddeld L = laagste H = hoogste 2^e G = grondwaterstand (freatisch) S = stijghoogte</p>	

3.4 Grond- en grondwaterkwaliteit

Door Antea groep is een verkennend en aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd. Hieronder de conclusie, zie rapportage voor details.

Grond

“Het volume aan grond dat verontreinigd is met lood en koper in een concentratie boven de interventiewaarde, ligt boven de 25 m³. Daarmee is er sprake van een overschrijding van het criterium dat geldt voor een geval van ernstige bodemverontreiniging.

Op basis van de uitgevoerde risicobeoordeling kan worden gesteld dat er geen sprake is van onaanvaardbare risico's. Sanering van de locatie is vanuit de Wet bodembescherming dan ook niet verplicht.

Omdat men bij de toekomstige herinrichting voornemens is de verontreinigde grond te ontgraven dient hiervoor een deelsaneringsplan te worden opgesteld.”

Grondwater

In de grond en het grondwater is maximaal een licht verhoogde concentratie aangetoond.

Grondwater wadzandpakket

Er zijn geen gegevens bekend van de waterkwaliteit in de diepere lagen/tijdens het onderzoek van Antea zijn geen watermonsters genomen van diepere lagen. Uitgangspunt is dat er geen verontreiniging voorkomen/de waterkwaliteit geen belemmering oplevert voor voorgenomen bemaling en lozing. Geadviseerd wordt de grondwaterkwaliteit te controleren.

4 Bemalingsadvies

4.1 Evenwicht bodem

Door de opwaartse waterdruk onder waterscheidende lagen bestaat het risico op opbarsten van de sleuf.

Door Crux en Loots zijn opbarst berekeningen uitgevoerd, zie rapport Risicoanalyse Universiteitsbibliotheek en bemalingsadvies Loots.

Hieronder zijn de resultaten samengevat.

- Betreft opbarsten vanuit 1^e wvp. Geen stijghoogteverlaging noodzakelijk (bron Crux, met name blz. 19 en 37). Geadviseerd wordt de grondverbetering in 1 werkgang/in zo kort mogelijk tijd uit te voeren. Overwogen kan worden om de stijghoogte in het 1^e wvp te meten ter controle.
- Opbarsten vanuit wadzandpakket bij ontgraving tot NAP -3,1 m; Verlagen stijghoogte tot NAP -1,8 m (bron risicoanalyse Crux versie 30-03-2018);
- Opbarsten vanuit wadzandpakket bij ontgraving tot NAP -5,0 m; Verlagen stijghoogte tot NAP -3,7 m (afgeleide waarde van bemalingsadvies Loots en ontgraving meest recente ontgravingsdieptes uit risico analyse Crux versie 05-02-2019).

De bemalingswijze is erop gericht om de stijghoogte in het wadzandpakket te verlagen. Vervolgens worden de filters met de ontgraving mee afgezaagd. Hierdoor kan eventuele overdruk die ontstaat als gevolg van lek en kwel in het wadzandpakket naar boven stromen/worden afgevoerd. Zie hoofdstuk 6 voor de bemalingsconfiguratie.

4.2 Samenvatting afmetingen, dieptes en overige uitgangspunten

Tabel 5: Samenvatting uitgangspunten (bron: risico analyse en funderingsadvies Crux)

ONDERDELEN	MAATVOERING/ AANTALLEN
Huidige funderingswijze te renoveren pand	Houten palen, bovenzijde bovenste funderingshout NAP -0,9 à -1,0 m. De palen worden met/na het ontgraven afgezaagd. Dit tot (net) onder onderzijde keldervloer
Toekomstige funderingswijze	Schroef injectiepalen en inwendig geheide buispalen (in de grond gevormd-verdringend). Per paal wordt een casing gemaakt (circa om de meter een casing)
Vloerpeil	Het huidige vloerpeil varieert van circa NAP + 0,9 m tot circa NAP + 0,55 m. Het toekomstige vloerpeil is NAP +0,86 m (=boutpeil).
Bovenzijde keldervloer	Bovenzijde NAP -2,5 à -3,0 m kelder en lokaal dieper voor de lift en pomp putten
Dikte vloer	Circa 0,5 m
Grondverbetering	Grondverbetering (decimeters) en open bemaling door grondwerker Uitgangspunt circa 0,3 m onder keldervloer
Ontgravingsniveau (incl. grondverbetering)	De keldervloer circa NAP -3,3 à -3,8 m, lokaal tot NAP -5,0 m (liftput) en NAP -4,8 m (poer overkapping) gegraven
Bovenzijde bovenste funderingshout omgeving	Op basis bekende gegevens NAP -0,85 à -0,95 m (Nieuwe Doelenstraat 15).
Afmeting bouwkuip aan maaiveld	(driehoek vorm) circa 70 m (noordoostzijde) * 60 m (zuidzijde) * 20 m (westzijde) * 60 m (noordwestzijde).
Melding / Vergunning	Wegens uitvoeringsduur vergunningsplichtig (inclusief MER aanmeldnotitie; dit wordt meegestuurd bij de vergunningsaanvraag)
Lengte damwand tracé	Rondom de put
Diepte damwanden	Voetniveau NAP -13,3 m. bovenzijde NAP +1,0 m (+/- gelijk aan maaiveld)
Toepassing stempeling	Wanden dak methode (damwand afgesteld tegen de betonnen begane grondvloer)
Verlaging stijghoogte 1 ^e wvp	Niet van toepassing: zie Crux en onderstaand.
Verlaging stijghoogte wadzandpakket	Vanuit het wadzand is opbarst gevaar en wordt ontlastbemaling toegepast
Type bemaling	Open bemaling in combinatie met ontlastfilters
SIKB BRL 2100 van toepassing?	Ja, scheidende klei-veenlaag wordt doorbroken
SIKB BRL 2100 Mechanisch boren	Certificaatnr. K61658/05
SIKB BRL 12000 Tijdelijke bemalingen	Certificaatnr. K81294/02

Lozingspunt	Riolering nabij projectlocatie. Specifieke locatie in overleg te bepalen.
IJzer	<p>Freatisch: 2,6 – 20 mg/l Diep grondwater: niet bekend</p> <p>Kanttekening: de algemene ervaring is dat bij het onttrekken van bemalingswater het ijzer en onopgeloste bestanddelen gehalte sterk afwijkt van hetgeen gemeten uit peilbuizen (met name bij slecht doorlatende bodem). Dit onder andere omdat het debiet, toestroom en oxidatie bij de bemaling verschillen van de monsternamen bij de peilbuizen. Er vindt een bemonstering van het bemalingswater plaats 24 uur na opstarten bemaling. Dit ter controle/bepaling ijzergehalte.</p>
Zuiveringsmaatregelen	In eerste instantie zandvang. Inzet zuivering in overleg
Bemalingsperiode	Start in november 2019, bemalingsduur is aangehouden op circa 1 jaar en 3 maanden.
Verwacht debiet	<p>6 m³/uur, 3240 m³/maand (zie bemalingsadvies Loots).</p> <p>Waterbezwaar uitgaande debiet per maand x 15 maanden = afgerond 50.000 m³ (incl. 5% marge)</p>
Verwachte omgevingsinvloed	Voor de berekende omgevingsinvloed/bemalingscontouren wordt verwezen naar bemalingsadvies Loots. Zie onderstaande opmerkingen voor de toelichting en omgang omtrent omgevingsinvloed
Opmerkingen/afstemming voor en tijdens uitvoering	<ol style="list-style-type: none"> 1) Er is beperkte parkeer gelegenheid. Er is een kraan op het werk voor assistentie 2) Er wordt gewerkt in dichte damwanden. Er wordt uitgegaan van een dichte damwand (zowel freatisch wadzandpakket afsluitend). Uitgangspunt is geen tot zeer geringe invloed beneden de laagst gemeten grondwaterstanden in de omgeving Monitoring door opdrachtgever UVA. Bij verlagingen worden maatregelen genomen/ eventuele inzet infiltratiedrain als beheersmaatregel 3) Uitgangspunt is dat de bemalingspomp op de bouwstroom wordt aangesloten (verzorgt door hoofdaannemer). Noodstroom indien noodzakelijk/vooralsnog niet voorzien. 4) Voor de start van de werkzaamheden dient toegang/ calamiteiten te worden afgestemd. 5) Ontlastbemaling door van Kessel, open bemaling door grondwerker (of onderaannemer). Lozing ontlastbemaling op centraal punt van de open bemaling. Lozingspunt en watermeter door van Kessel. Nadere uitwerking en afstemming open bemaling/uitvoering voorafgaan aan de werkzaamheden (tip open bemaling voornamelijk in veenlaag. Advies is drainpatroon aan te leggen onder vloerniveau en bij diepere punten losse drain). 6) monitoring (freatische) omgevingsinvloed door opdrachtgever. Advies om wadzand monitoring op te nemen. 7) gezien de ontgraving/werkzaamheden wordt in het veld gekeken waar de afvoerleiding opgehangen dient te worden. Dit om losspringen van de leiding te voorkomen. 8) mogelijk worden werkzaamheden aan de Traforuimte (noord oostzijde) in een separate fase uitgevoerd. Indien dit het geval is dient dit nader uitgewerkt te worden. Momenteel wordt uitgegaan dat deze werkzaamheden vallen binnen hetgeen gesteld in onderhavig advies.

Fase	
0	Maaiveldhoogte = NAP+1,0m (NAP+1,4m voor doorsnede 3, 5 en 6) <ul style="list-style-type: none"> • Terreinbelasting doorsnede 1,4,6: Geen terreinbelasting • Terreinbelasting doorsnede 2,3,5: Terreinbelasting van 20 kPa over een afstand van 1m tot 7m uit de damwand
1	Slopen bestaande vloer en ontgraven tot onderkant begane grondvloer NAP+0,88 à 0,34m (afhankelijk van doorsnede, zie Tabel 6) Aanbrengen nieuwe palen (en t.p.v. het bestaande gebouw vrijzelen) Storten nieuwe begane grondvloer (niveaus afhankelijk van doorsnede, zie Tabel 6) Freatische grondwaterstand op NAP-0,4m
2	Damwand afstempelen op begane grondvloer op hart vloer (afhankelijk van doorsnede, zie Tabel 6) Ontlastfilters plaatsen in Wadzandlaag Grondwaterstand verlagen naar 0,5m beneden ontgravingsniveau Ontgraven tot max. ontgravingsniveau (afhankelijk van doorsnede, zie Tabel 7)

Figuur 5: Fasering 1-laagste kelder (bron: risico analyse crux)

4.3 Invloedsfeer verlaging

De werkzaamheden worden uitgevoerd in een afgesloten damwandkuip. Beide pakken waarin wordt bemalen (freatisch en wadzand) worden afgesloten door een damwand. Uitgangspunt is dat de damwanden waterdicht zijn (opgave hoofdaannemer). Om dit/de omgevingsinvloed te controleren wordt monitoring toegepast. Zie hoofdstuk 5 voor details.

5 Risico's en effecten bemaling

5.1 Inleiding

De bemaling / grondwaterstandsverlaging brengt bepaalde effecten met zich mee. Om te voorkomen dat als gevolg van deze effecten bepaalde belangen van derden worden geschaad zijn de risico's in navolgende hoofdstukken beschreven.

De risico-check houdt in dat systematisch alle (potentiële) risico's (kans x effect) die samenhangen met de uitvoering van de bemaling worden nagelopen en beoordeeld op effect en kans van voorkomen. Dit levert een overzicht op van reële risico's. De uitkomsten worden in bijlage 1 en 2 gepresenteerd.

5.2 Natuur, landbouw en groenvoorzieningen en overige

Er bevinden zich geen natura 2000 gebieden binnen de invloedsfeer van de (bemalings) werkzaamheden (bron <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/googlemapszoek.aspx>).

Er bevinden zich geen milieubeschermingsgebieden voor grondwater binnen de invloedssfeer van de (bemalings) werkzaamheden.

Er bevindt zich geen landbouw binnen de invloedsfeer van de (bemalings) werkzaamheden. Er bevinden zich geen dijklichamen binnen de invloedssfeer van de (bemalings) werkzaamheden.

De bemaling vindt plaats binnen afgesloten damwanden. De bemaling heeft geen/een te verwaarlozen invloed op:

- waterwingebieden
- Het zoet/zout grensvlak

Er bevindt zich een monumentale boom op circa 12 m ten oosten van de projectlocatie. Zie onderstaand figuur.



Figuur 6: Monumentale boom (bron https://maps.amsterdam.nl/monumentaal_groen/)

Invloed ter hoogte van de boom wordt door het toepassen van damwand niet verwacht/beperkt geacht. Geadviseerd wordt de waterstand middels monitoring te controleren.

5.3 Archeologie

Om na te gaan of er een kans bestaat dat de bemaling nadelige gevolgen heeft voor de archeologie is de IKAW en AMK kaart geraadpleegd van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Hieruit blijkt dat er ter plaatse van de projectlocatie een "terrein van hoge archeologische waarde bevindt. Geadviseerd wordt de werkzaamheden met de opdrachtgever/desbetreffende gemeentelijke afdeling te bespreken.

5.4 Koude-warmte opslag

Volgens de WKOTool van de Rijksoverheid Leefomgeving bevinden er zich open- en/of gesloten WKO-systemen in de nabije omgeving van de projectlocatie. Het dichtstbijzijnde WKO-systemen bevindt zich direct nabij de projectlocatie (westzijde).. Kenmerk mono systeem, in gebruik, begindatum 11-21-2018, aantal: 2 bronnen. Zie hoofdstuk 5 voor risico's.

Uitgangspunt is dat de WKO bronnen zich in het eerste watervoerend pakket bevinden. Er vindt geen bemaling plaats in het 1^e wvp. Invloed op de WKO bronnen is nihil /n.v.t.

5.5 Explosieven

Er is gekeken naar de aanwezigheid van niet gesprongen explosieven /dit is niet van toepassing (opgave hoofdaannemer).

5.6 Overige werkzaamheden, zettingen en monitoring

5.6.1 Overige werkzaamheden omgeving en monitoring (door derden)

Naast de bemalingswerkzaamheden worden diverse overige werkzaamheden uitgevoerd. Zoals ontgraven, transport, plaatsen damwanden etc. Dit is niet opgenomen in onderhavig advies/plan. Voor details wordt verwezen naar de Risico analyse Crux.

Voor de monitoring wordt verwezen naar het monitoringsplan van Crux. Uitgangspunt is dat de monitoring wordt uitgevoerd door de opdrachtgever (UVA) of derden namens de UVA.

In het monitoringsplan van Crux is nog niet voorzien in monitoring van de stijghoogte in het wadzandpakket Door de hoofdaannemer is aangegeven dat de stijghoogte monitoring alsnog wordt opgenomen in het rapport van CRUX.

Uitgangspunt is dat hier tevens wordt aangegeven waar wordt gemeten, welke periode, actiewaardes, maatregelen etc.

Kanttekening:

Er zijn beperkte gegevens van de stijghoogte in het wadzandpakket bekend. De LGS is vooralsnog aangehouden op NAP -0,8 m. Geadviseerd wordt de LGS op basis van (nul) metingen te controleren en indien nodig aan te passen.

5.6.2 Monitoring door hoofdaannemer/ Van Kessel

Conform het bestek dient “het peil controleerbaar te zijn met behulp van peilbuizen”.

Door van Kessel worden 2 peilbuizen geplaatst in het wadzandpakket (filterstelling tot 10 tot 11 m-mv) in de put. In de 2 peilbuizen wordt hoogfrequent gemeten middels een leveltrack sensor. De sensoren worden voorafgaand aan de werkzaamheden geïnstalleerd (bij voorkeur circa 2 weken) en worden verwijderd na het afronden van de bemalingswerkzaamheden. De peilbuizen worden geplaatst op 2 centrale punten in de kuip (waarvan 1 het verste punt van de damwand en 1), exacte locaties worden in het veld /in overleg bepaald (rekening houdend dat er gemeten wordt op grote afstand/worst case locaties in de put).

Tabel 6: Monitoring grondwater gerelateerd

Item/onderdeel	Omschrijving
Debietmeting	Op werkdagen door hoofdaannemer
Opname 2 peilbuizen wadzand pakket in de bouwkuip	Op afstand middels digitale sensoren door van Kessel
Inmeting t.o.v. NAP	De peilbuizen worden door de hoofdaannemer ingemeten t.o.v. NAP
Actie bij overschrijding	Uitgangspunt is dat niet verder dan 0,5 m beneden het benodigde niveau wordt verlaagd/de bemaling wordt ingesteld op basis van de omgevingsmonitoring CRUX. Bij een overschrijding van het benodigde verlagingsniveau dient gekeken te worden naar de oorzaak. In overleg met de opdrachtgever worden maatregelen getroffen. Gedacht kan worden aan aanpassen bemaling, afdichten lekkage etc. zie ook onderstaande bemalingswijze hoofdstuk 6.

Overige grondwatergerelateerde en niet-grondwatergerelateerde monitoring valt buiten de opdracht aan Van Kessel Bronbemaling.

6 Bemalings/uitvoeringsplan

6.1 Voorbereiding m.b.t. kabels en leidingen in de bodem

Voorafgaand aan de werkzaamheden wordt een KLIC-melding verricht voor het inzichtelijk maken van de ligging van eventueel aanwezige kabels en leidingen. De KLIC-melding wordt verzorgd door de opdrachtgever. Kaartmateriaal zal door de opdrachtgever aan Van Kessel Bronbemaling ter beschikking worden gesteld en dient op het werk aanwezig te zijn. Tevens zal de opdrachtgever eventueel aanwezige kabels en leidingen markeren en de medewerkers van Van Kessel Bronbemaling daarover instrueren.

De ontgraving wordt verzorgd door de Hoofdaannemer. Hoofdaannemer en opdrachtgever dienen zich bewust te zijn dat de ontgraving geschiedt conform ‘Werken met stabiele grond’, CROW publicatie 335.

Het gehele terrein dient draagkrachtig te zijn en vrij te zijn van zowel bovengrondse als ondergrondse obstakels zodat ons personeel, materieel en materiaal voldoende stabiliteit en ruimte hebben voor het installeren van de verticale filterbemaling.

6.2 Bemalingssysteem en configuratie

Tabel 7: Gegevens bemalingssysteem en configuratie

Item/onderdeel	Toelichting
Type bemaling	Drain (ontlast) filters 11+2, zie onderstaand voor beschrijving werkwijze. H.o.h. vooralsnog om de circa 6 meter.

Open bemaling	Door grondwerker (mogelijk nadere afstemming, vooralsnog wordt uitgegaan van eens separaat systeem).
Freatische bemaling	Noodzaak tot toepassing freatische bemaling dient te blijken uit peilbuiswaarnemingen binnen de damwandkuip voorafgaand aan de uitvoering.
Bemalingspompen	Elektrisch aangedreven bronbemalingspomp (kruiwagen model)
Afvoerleiding	HDPE snelkoppelleidingen
Lozingspunt	Dichtstbijzijnde rioolput, bij voorkeur nabij de binnenplaats i.v.m. ruimte afvoerleiding.
Uitstroomvoorziening	Zandvang met vaste bocht omhoog.
Waterbehandeling	Toepassen strofilter niet op voorhand, toepassen strofilter in overleg na /indien noodzakelijk

Bemalingswijze

Er kan sprake zijn van maximaal 3 bemalingssystemen, de open bemaling, verticale ondiepe freatische filterbemaling en de ontlastbemaling welke wordt afgesteld in het wadzandpakket (tussenzandlaag). De open bemaling zal door de grondwerker worden verzorgd en aangebracht waar noodzakelijk.

De toepassing van korte verticale freatische bemalingsfilters dient te blijken uit nulmetingen aan de binnenzijde van de gesloten damwandkuip. Indien noodzakelijk zal de exacte configuratie in het veld bepaald worden in overleg met de hoofdaannemer.

Betreft de ontlastbemaling worden er filters geplaatst in het wadzandpakket (zone NAP -7,5 à -9,5 m / circa 11 m-mv). Zie bijlage 3 voor de locaties/details. Na de plaatsing wordt een (korte) pomproef uitgevoerd.

In eerste instantie worden filters aan de noordzijde van de kuip geplaatst. Dit omdat de zuidzijde de damwanden aan de vloer wordt gekoppeld, het plaatsen van filters in deze zone is lastig uitvoerbaar (casings-afstorten-afzagen etc.)

Pomproef

Om het lekdebiet in de kuip en de benodigde verlaging te controleren wordt een pomproef uitgevoerd. Afhankelijk van de bevinden wordt de bemaling aangepast/uitgebreid of worden mitigerende maatregelen getroffen, vooralsnog is het uitgangspunt dat dit niet het geval is.

Op de noordelijke rij filters wordt een bemalingspomp aangesloten en wordt de pomp aangezet. Zonder lekdebiet is deze berging naar verwachting na circa enkele uren leeg gepompt. De bemalingspomp wordt afgekoppeld zodra het stationaire debiet inzichtelijk is en de verlaging in de rest van de kuip middels peilbuismetingen is gecontroleerd. Indien de toestroom hoog is kan worden overwogen actieve bemaling voort te zetten/uit te breiden middels aanvullende bemaling in de binnen plaatst (zie bijlage 3). Vooralsnog wordt hier niet vanuit gegaan.

Tijdens de pomproef wordt gekeken naar de waterstanden in de peilbuis en het debiet. De situatie geëvalueerd, er wordt gekeken naar het stationaire debieten en de benodigde verlaging in de kuip. Het debiet wordt getoetst aan het debiet bemalingsadvies Loots; "3 m³/uur" uit wadzandpakket).

Geadviseerd wordt de omgevingsmonitoring (met name Wadzandpakket) te betrekken bij de pomproef.

Dit ook gezien de invloed naar de omgeving (risico's) leidend is (vooralsnog/in mindere mate het debiet).

Actie bij resultaten pomproef

- Bij een hoger debiet maar geen verlaging naar de omgeving wordt gekeken of de bemaling aangepast dient te worden/wordt gewerkt conform onderhavig advies (met korte evaluatie van de bemalingsinspanning). Indien noodzakelijk wordt het aangevraagde debiet melding/vergunning aangepast.
- Bij een (verwachte) invloed naar de omgeving beneden de laagst geaccepteerde verlaging wordt geadviseerd mitigerende maatregelen te treffen/op te schalen (Bij mitigerende maatregelen wordt in eerste instantie gedacht aan het dichten van lekkages en aanpassen van de bemaling. Retourbemaling wordt wegens de praktische toepasbaarheid vooralsnog niet van uitgegaan). Vooralsnog is de laagst geaccepteerde verlaging aangehouden op de LGS van NAP -0,8 m. Op basis van de monitoringsresultaten, nulmeting grondwaterstanden en risico omgeving kan deze waarde worden aangepast.

In onderhavig rapport wordt, vooralsnog, uitgegaan van een dichte damwandkuip en ontlastbemaling (en geen mitigerende maatregelen/omgevingsinvloed).

Afzaag hoogte

De ontlastbemaling wordt gezaagd met de ontgraving mee. Dit is dieper dan in het advies van Loots aangegeven, dit in verband met het, vooralsnog, toepassen van filters aan 1 zijde van de kuip. Afzagen door de hoofdaannemer (of op verzoek in samenwerking met Van Kessel).

Afvoerleidingen en lozing

Vooralsnog wordt uitgegaan van circa 100 m afvoerleiding aan de noordzijde, opgehangen aan de damwand (afstemming moment van ophangen en zekering tijdens uitvoering). Lozing van de ontlastfilters op een centraal punt (/put) op de open bemaling. Dit dient tijdens de uitvoering te worden afgestemd. De afvoerleiding van de filters worden door Van Kessel geplaatst.

Lozing in combinatie open bemaling (grondwerker)

Indien ontlastbemaling op de binnen plaatst wordt toegepast wordt een afvoerleiding (circa 40 m) ingegraven beneden het vloerniveau naar het noordelijk gelegen lozingspunt. Deze leiding blijft achter in de grond. Afhankelijk van de voorgenen afvoerleidingen van de grondwerker kan deze leiding gecombineerd worden. De wie de loze leiding aanlegt is aan de hoofdaannemer/dient nader te worden afgestemd tijdens de uitvoering.

De ontlastbemaling blijft actief gedurende de werkzaamheden. Na het werken op diepte/ nadat de vloeren zijn gestort wordt de ontlastbemaling verwijderd.

Schatting berging

De geschatte hoeveelheid water in het wadzandpakket in de kuip is 3300 m³ maal circa 2,5 m dikte (globale dikte wadzandpakket), poriënvolume is onbekend.

- Uitgaande van 0,01% is dit circa **82,5 m³** (best guess)
- Uitgaande van 0,05% is dit circa **412,5 m³** (worst case).

(kanttekening, bovenstaand debiet betreft zeer globale benadering: dit betreft het volume water in het pakket, er wordt een druk verlaagd/bemalen, naar verwachting is het waterbezwaar lager). Naar verwachting is de berging na circa 0,5 tot 1 dag leeggepompt.

6.3 Pompen

De te gebruiken pompen zijn (tijdelijke bemaling) is vooralsnog uitgegaan van de zogenaamde duplex- zuigerpompen met een theoretische water/lucht capaciteit van 60 tot 90 m³/uur. De bronbemalingspomp is voorzien van een elektromotor welke geheel is geplaatst in een geluidgedempte omkasting. De pompen hebben een geluidsniveau van circa 60 dB(a) op een geheel vrije afstand van 10 meter vanaf de bronbemalingspomp. Bij/tijdens de uitvoering wordt de definitieve pomp gekozen, rekening houdend vereiste.

6.4 BRL 2100

De horizontale bemaling valt niet onder protocol BRL2100 mechanisch boren, de verticale ontlastbemaling wel.

Van Kessel Bronbemaling zal mechanische boring(en) uitvoeren onder certificaat op grond van de actuele beoordelingsrichtlijn SIKB BRL 2101.

6.5 Onderhoudsplan

Het onderhoudsplan is conform protocol 12020 'technisch bemalingsplan' onderdeel van het technisch bemalingsplan.

Tabel 8: Gegevens onderhoudsplan bemalingssystemen

Item/onderdeel	Omschrijving
Dagelijkse inspectie pomp(en) en bemalingssystemen	Hoofdaannemer
Wekelijks regulier klein onderhoud	Bemalingen welke langer actief zijn dan 1 werkweek worden opgenomen in het onderhoudsprogramma van VKB.
Groot onderhoud en revisie	Niet op de projectlocatie maar in werkplaatsen van VKB.

Elektrische installaties	Bij automatische netovername schakeling met noodstroomaggregaat testen op werking bij bedrijfs gereed opleveren bemalingsinstallatie.
Schakeling met BMU	Schakeling met bemaling monitorings unit mogelijk (projectspecifiek) waarbij opgenomen kan worden de alarmering op netovername, uitval, hoogwater alarm, druktoename retourvelden en overige projectspecifieke zaken als debietmetingen en waarnemingen peilbuizen.
Alarmprocedure	Bij installaties die niet geschakeld zijn op de BMU systemen van VKB dienen storingen gemeld te worden conform § 2.11.
Overall (ISO:9001)	Materieel maakt onderdeel uit van het keuringsprogramma van VKB.
Aftanken en brandstofleveranties Energievoorziening /Noodstroom	Hoofdaannemer
Aanpassingen / bijstellen bemaling	VKB handmatig of met BMU afhankelijk van dat wat is overeengekomen, de aard van de werkzaamheden en/of aanvullend in opdracht is verkregen
Aanpassingen bemalingssysteem (uitbreiden/beperken onttrekking etc.)	Indien noodzakelijk en/of gewenst door VKB afhankelijk van dat wat is overeengekomen, de aard van de werkzaamheden en/of aanvullend in opdracht is verkregen
Specials zoals regeneratie retourbronnen	Niet van toepassing

6.6 Melding vergunning onttrekken- lozen

De vergunning wordt verricht op basis van debiet/berekeningen van bemalingsadvies Loots (=inclusief freatische bemaling).

De bemalingswerkzaamheden vallen onder Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (beheer onttrekking-lozing door Waternet). Gebaseerd op de bemalingsduur zijn zowel de onttrekking als de lozing vergunningsplichtig (>6 maanden). In januari 2019 heeft reeds contact plaatsgevonden tussen Waternet en Van Kessel. Het volgende is aangegeven:

“De MER-aanmeldnotitie kan tegelijk met de aanvraag voor de onttrekking worden in gediend

Betreft lozing

Wanneer u het grondwater loost op het oppervlaktewater dan moet u hiervan melding maken op grond van de Blbi (Besluit Lozen Buiten Inrichtingen) bij waternet, dat kan via een formulier. Wanneer u loost op het riool dan moet u uw Blbi melding indienen bij de gemeente. Voor Amsterdam is Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied de juiste instantie.

Voor verdere informatie over kosten, over de hoogte van zuiverings- of verontreinigingsheffing adviseer ik u het beste contact op te nemen met de afdeling Belastingen van Waternet: 020 608 2160

Betreft lozing op de riolering is omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied bevoegd gezag (contactpersoon Roland Garnaat). ”

De vergunningsaanvraag onttrekken-lozen inclusief MER beoordeling wordt door Van Kessel bij Waternet ingediend.

Onderhavig bemalingsadvies en achterliggende gegevens dienen als M. M.E.R. aanmeldnotitie.

6.7 Rolverdeling betrokken partijen

Het aanspreekpunt voor het bevoegd gezag is, namens de hoofdaannemer Van Hattum en Blanke voor is, mevrouw of de heer ..., telefonisch bereikbaar op ... en per email via ... (gegevens volgen in de uitvoeringsfase).

Het aanspreekpunt bij Van Kessel Bronbemaling (uitvoerder) als onderaannemer van firma Van Hattum en Blankevoort is mevrouw of de heer ..., telefonisch bereikbaar op ... en per email via ... gegevens volgen in de uitvoeringsfase).

Voor storingen, calamiteiten en overige vragen kan tijdens kantooruren gebeld worden naar:
Vestiging Buren **+31 344 578 578**

Voor storingen en calamiteiten buiten kantoor tijden kan gebeld worden met het storingsnummer:
Vestiging Buren **+31 6 110 085 96**

Tabel 9: Gegevens betrokken partijen en rolverdeling

Organisatie / Bedrijf	Betrokken als
UVA	Opdrachtgever
UVA	Vergunninghouder (watervergunning / vergunning op de keur)
Provincie	Bevoegd gezag (o.a. WBB / PMV)
Waterschap	Bevoegd gezag (o.a. Waterwet en BLBI)
Gemeente	Bevoegd gezag (o.a. lozing op riolering)
Van Hattum en Blankevoort	Hoofdaannemer, opdrachtgever bemalingsadvies
Van Kessel Bronbemaling	Auteur bemalingsadvies en uitvoering bemalingswerkzaamheden

De contactpersonen worden separaat aan dit document opgegeven bij bevoegd gezag ten tijde van uitvoering e.e.a. afhankelijk van planning en beschikbaarheid.




Conform opdracht en/of afgesproken communicatielijnen staat Van Kessel Bronbemaling in contact met haar aanspreekpunt, hoofdaannemer Van Hattum en Blankevoort. Communicatie naar derden verloopt via de hoofdaannemer.

Bijlage 1: Checklist Gegevens “voorbereiden melding of vergunning”

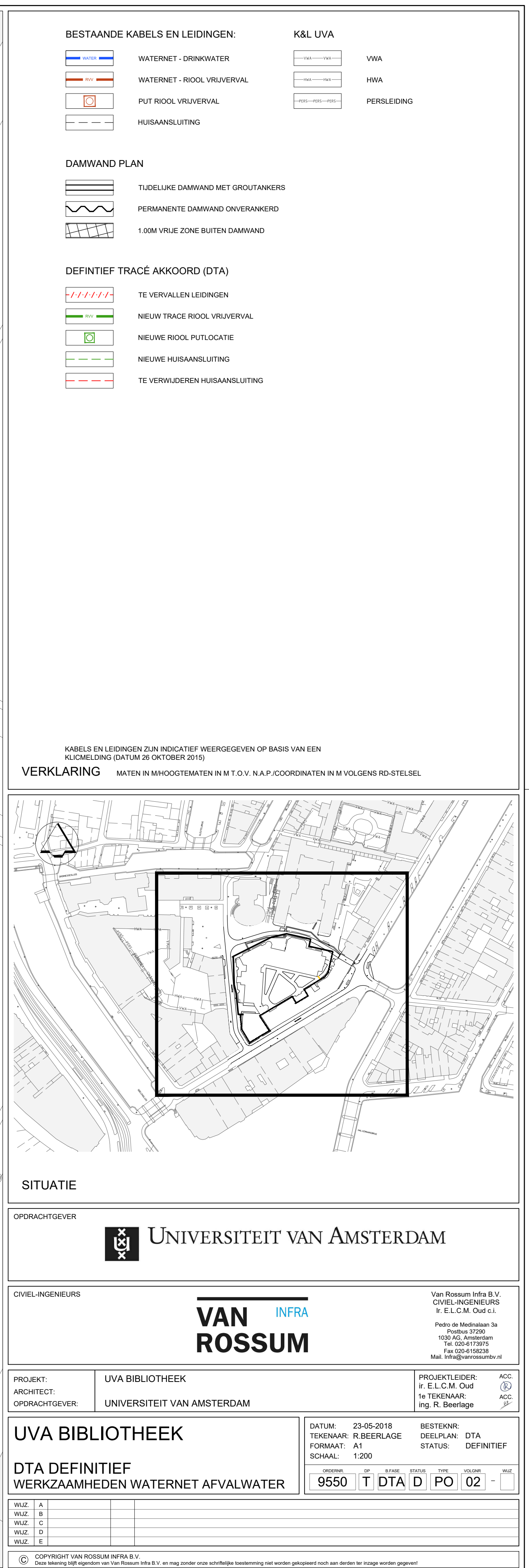
Onderdeel	Van Toepassing?	Geschiktheid beschikbare gegevens	Aanvullende gegevens nodig?
1. Overzicht realisatieplan			
Meest recente realisatieplan, inclusief bouwputbegrenzing en funderingsplan	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> recent <input type="checkbox"/> niet recent	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Diepte en omvang benodigde grondwaterstandsverlaging	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
De meest waarschijnlijke uitvoeringsmethode(n), incl. planning	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
De meest kritische uitvoeringsmethode(n), incl. planning	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
2. Karakterisering/schematisering van de ondergrond			
Geologie	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Geohydrologie	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Grondmechanische aspecten	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Bodemkundige aspecten	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
3. Freatische grondwaterstanden en stijghoogten			
Grondwaterstanden	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Stijghoogten	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
4. Oppervlaktewatersysteem			
Ligging, diepte en peil oppervlaktewater	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
5. Kwaliteit opgepompt, te lozen en/of te infiltreren water			
Parameters irt Milieu verontreinigingen (PAK's, min. olie, metalen, enz.)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Parameters irt lozingseisen waterschap (Fe-totaal, onopgeloste best. delen, BZV, CZV, temperatuur, enz)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input type="checkbox"/> acceptabel <input checked="" type="checkbox"/> onvoldoende	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee
Parameters irt problemenstoffen bij infiltratie (Fe-totaal, ammonium, kalk, pH)	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee vooralsnog niet	<input type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee
6. Lozingsmogelijkheden opgepompt water			
Lozingseisen (kwaliteit, kwantiteit, temperatuur)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Lozingsmogelijkheden, inclusief wenselijkheid, verplichting of noodzaak toepassen retourbemaling	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
7. Aanwezige verontreinigingen en explosieven			
Aanwezigheid, ligging en aard bodem- en grondwaterverontreinigingen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Aanwezigheid explosieven	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
8. Aanwezigheid en ligging (kwetsbare) (bodem)gebruiksfuncties			
Landbouw, natuur, groenvoorzieningen, kwetsbare bomen, kwetsbare beplantingen, e.d.	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Grondwaterbeschermingsgebieden	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Oppervlaktewater (KRW-, Natura 2000 doelen, etc)	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Wegen, spoor, tunnels, kabels en leidingen, drainage, waterkeringen, e.d.	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Zettingsgevoelige bebouwing en fundering	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Opbarsten (water)bodems	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Houten palen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Kelders en overige verdiepte bebouwing	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Zoet/brak en brak/zout grensvlak	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Andere onttrekkingen / retourneringen	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Archeologie en aardkundige waarden	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Strategisch zoet grondwatergebied	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee	<input checked="" type="checkbox"/> acceptabel <input type="checkbox"/> onvoldoende	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nee
Collegiale toets			
Opgesteld door: I. (Imre) van Hal <i>IMH</i>	Collegiale toets door: W.R.A. (Reinder) Dekker <i>RD</i>		
Datum: 22 februari 2019	28 februari 2019		

Bijlage 2: Risico-check

Potentieel gevaar	Kwaliteit gegevens	Beoordeling risico	Toelichting
Effecten in bouwput of sleufbemaling			
Onvoldoende verlaging		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Neerslagoverlast		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Hogere debieten dan aangevraagd via melding/vergunning		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Risico op damwandlekkage. Middels pompproef wordt dit inzichtelijk gemaakt
Langere tijdsduur door uitloop bouwwerkzaamheden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Opbarsten putbodem		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Zie hoofdstuk 4 en achterliggende rapporten
Instabiliteit damwanden en/of taluds		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Hoofdaannemer
Horizontale of verticale grondverplaatsingen		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Hoofdaannemer
Effecten in / op de omgeving	Kwaliteit gegevens	Beoordeling risico	Toelichting
Zettingen en zakkingen		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Monitoringsplan voorziet <u>niet</u> in monitoring wadzandpakket. Zie onderhavig rapport voor advies
Droogstand en aantasting houten palen		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Monitoring freatische grondwaterstanden
Verplaatsen en/of onttrekken verontreinigd grondwater		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Waterkwaliteit diepere lagen onbekend. Geadviseerd wordt een watermonster te nemen
Beïnvloeding grond- of grondwatersaneringen en nazorg		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Beïnvloeding drinkwaterpompstations en milieubeschermingsgebieden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Beïnvloeding andere bemalingen/permanente onttrekkingen/KWO systemen		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Schade aan landbouw		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Aantasting natuurwaarden en groenvoorzieningen (zoals kwetsbare, monumentale bomen)		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Bomen binnen invloedssfeer van de bemaling, er wordt monitoring toegepast
Aantasting archeologisch en aardkundige waarden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	

Upconing van brak en/of zout grondwater		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Aantasting strategische zoet grondwatervoorraden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Grondwateroverlast (in het geval van retourbemaling)		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Opbarsten (water)bodems		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Overschrijden lozingsnormen onttrokken grondwater		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	Waterkwaliteit diepere lagen onbekend
Verspreiding gewasziektes		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Grondwatertransport van perceel tot perceel		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Geaccumuleerde effecten	Kwaliteit gegevens	Beoordeling risico	Toelichting
Combinatie met heiwerkzaamheden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Combinatie met damwanden heien/trillen		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Combinatie met sloopwerkzaamheden		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Combinatie met (zwaar) transport materiaal/materieel		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Combinatie met werken van derden in de directe omgeving		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Andere mogelijke geaccumuleerde effecten		Hoog / aanvaardbaar / n.v.t.	
Opgesteld door, d.d.	paraaf	Gecontroleerd door, d.d.	paraaf
I. (Imre) van Hal  , 22 februari 2019		W.R.A. (Reinder) Dekker, 28 februari 2019	

Bijlage 3: Opsteltekening bemaling



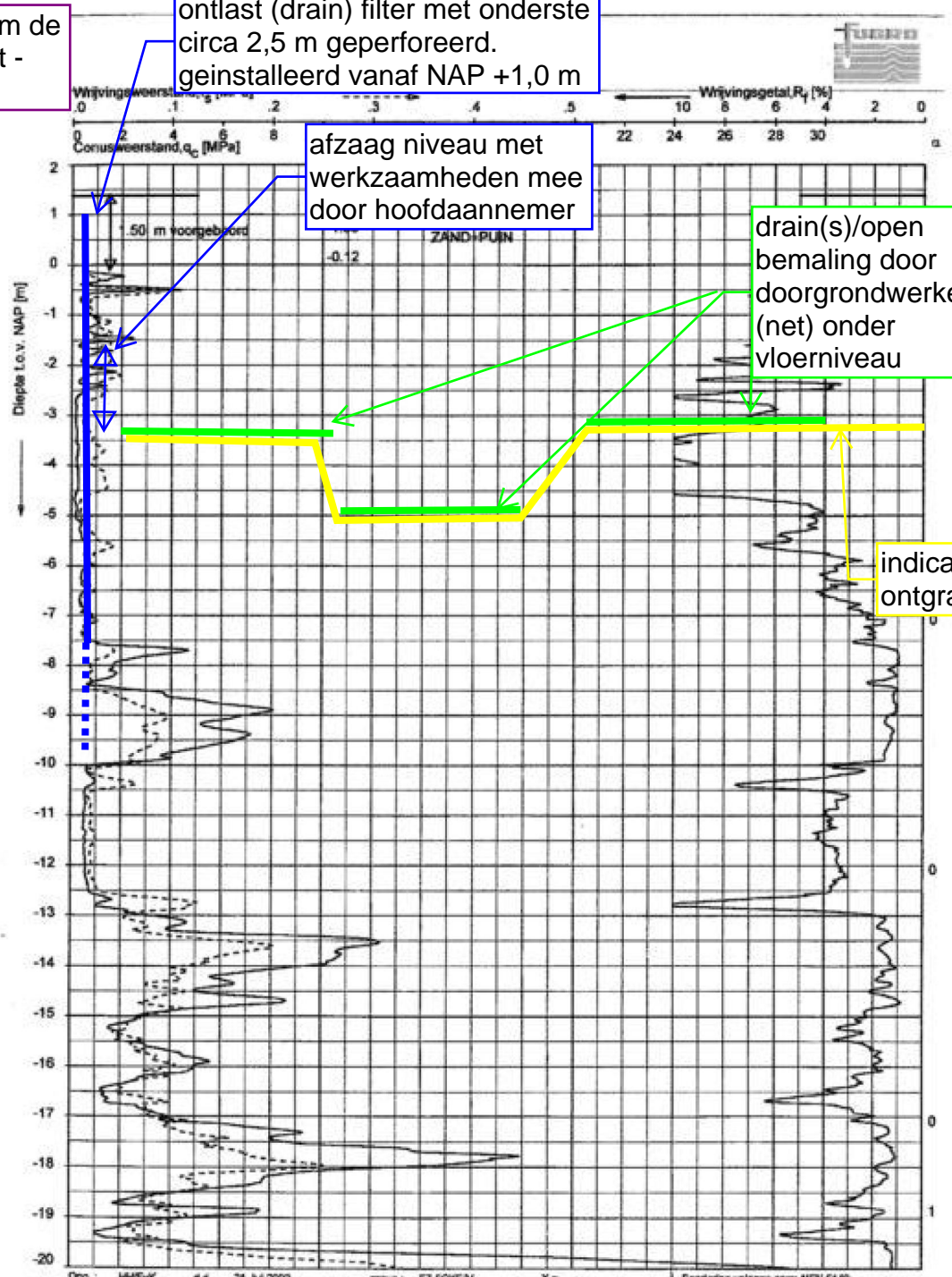
Damwand rondom de put. NAP +1,0 tot -13,3 m

ontlast (drain) filter met onderste circa 2,5 m geperforeerd. geïnstalleerd vanaf NAP +1,0 m

afzaag niveau met werkzaamheden mee door hoofdaannemer

drain(s)/open bemaling door doorgrondwerker (net) onder vloerniveau

indicatief ontgravingsniveau



Opdr.: HHFK d.d. 21-JUL-2003 conus: F7.SCREEN X=
Gel.: WINGENP d.d. 24-JUL-2003 MV = NAP +1.38 m Y=
SONDERING MET PLAATSELIJKE KLEEFMETING
UNIVERSITEIT A/D NIEUWE DOELENSTRAAT TE AMSTERDAM.

Sondering volgens norm NEN 5140
conus type cilindrisch elektrisch
is afwijking van de verkleet
Opdr. L-04480/000
Sond. DKM 1
1

Bijlage 4: Bemalingsadvies Loots

Datum

9 mei

2018

Bemalingsadvies

universiteitsbibliotheek te Amsterdam

Versie: 2

Opdrachtgever

Crux Engineering BV
t.a.v. Johan Zwaan
Pedro Medinalaan 3c
1086 XK Amsterdam

Loots Grondwatertechniek

Behandeld door

ing. Erik Loots

+31 (0) 6 533 92 188

erik@lootsqwt.com

www.lootsqwt.com

Kenmerk

10120114B.3



Inhoudsopgave

1	INLEIDING.....	3
1.1	ACHTERGROND & PROJECT SITUATIE	3
1.2	DOELSTELLINGEN BEMALINGSADVIES	3
1.3	RAPPORT STRUCTUUR	3
1.4	RAPPORT BEPERKINGEN EN VOORWAARDEN	3
2	SITUATIEANALYSE.....	4
2.1	PROJECTINFORMATIE.....	4
2.1.1	<i>Geraadpleegde bronnen</i>	<i>4</i>
2.1.2	<i>Omschrijving 1-laags en 2-laags kelder</i>	<i>5</i>
2.2	UITGEVOERD GRONDONDERZOEK	5
2.3	SCHEMATISCHE GRONDOPBOUW	5
2.4	LOCATIEONDERZOEK.....	6
2.5	GRONDWATERSTANDEN	7
2.6	GRONDWATERKWALITEIT	9
3	MAATREGELEN.....	9
3.1	VERTICAAL EVENWICHT BOUWPUTBODEM	9
3.1.1	<i>Conclusie watervoerende laag 2</i>	<i>10</i>
3.1.2	<i>Conclusie watervoerende laag 3</i>	<i>11</i>
3.2	HYDRAULISCHE GRONDBREUK & PIPING	12
3.3	LOZEN VAN GRONDWATER MAATREGELEN	12
4	BEMALINGSADVIES	12
4.1	BEMALINGSSYSTEEM	12
4.2	PROGNOSE VAN HET DEBIET	13
4.3	RESULTATEN MODELLEREN	13
4.3.1	<i>Berekening effecten freatisch pakket (watervoerende laag 1 model).....</i>	<i>14</i>
4.3.2	<i>Berekening effecten wadzandlaag (watervoerende laag 2 model).....</i>	<i>15</i>
4.3.3	<i>Algemeen over invloed grondwaterstands daling op bebouwing.....</i>	<i>15</i>
4.3.4	<i>Beschouwing maaiveld daling</i>	<i>16</i>
4.3.5	<i>Gebouwzakking en schade prognose.....</i>	<i>16</i>
4.3.6	<i>Effecten op houten palen fundering</i>	<i>16</i>
5	SAMENVATTING, AANBEVELINGEN EN ACTIEPROGRAMMA.....	16
5.1	SAMENVATTING VERGUNNINGSPlicht	16
5.2	LOOTS GRONDWATERTECHNIEK RISICO CHECK [LGR2014].....	17
5.3	AANBEVELINGEN AANVULLEND ONDERZOEK	17
5.4	AANBEVELINGEN MONITORINGSPLAN EN SUPERVISIE.....	18
5.5	AANBEVELINGEN UITVOERING	18
5.6	ACTIEPROGRAMMA	19
BIJLAGE A - DATAHERKOMST		20
BIJLAGE B - GRONDONDERZOEK.....		23
BIJLAGE C - GRONDWATERSTANDEN		41
BIJLAGE D - VERTICAAL EVENWICHTSBEREKENING		43
Lijst met figuren		
FIGUUR 1 - SCHETS 1-LAAGS EN 2-LAAGS Kelder [1], DAMWAND 2-LAAGS Kelder en DAMWAND LANGS HET ZUSTERHUIS ZAL NIET WORDEN GETROKKEN		5
FIGUUR 2 - LOCATIE PEILBUIZEN (ZWART= GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND FREATISCH PAKKET, WIT= GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND WADZANDLAAG EN GEEL IS GEMIDDELDE GRONDWATERSTAND EERSTE WATERVOEREND PAKKET) PEILMATEN T.O.V. NAP IN [M]		8
FIGUUR 3 - OPBARSTEN VAN DE BODEM VAN EEN SLEUF [1]		9
FIGUUR 4 - HYDRAULISCHE GRONDBREUK & PIPING [1]		12
FIGUUR 5 - GRONDWATERSTAND T.O.V. NAP IN M NA BEMALEN		14
FIGUUR 6 - GRONDWATERSTAND T.O.V. NAP IN M NA BEMALEN		15
FIGUUR 7 - OPBARSTEN VAN DE BODEM VAN EEN SLEUF [1]		44

1 INLEIDING

Loots Grondwatertechniek heeft van Crux Engineering BV opdracht gekregen om een bemalingsadvies te leveren voor de universiteitsbibliotheek te Amsterdam.

Dit hoofdstuk van het rapport beschrijft de project achtergrond, project doelstellingen, rapport structuur, rapport beperkingen en rapport voorwaarden. Op alle, door Loots Grondwatertechniek uitgebrachte adviezen en berekeningen, is de DNR 2011 van toepassing. Het advies en de berekeningen zijn opgesteld conform de onderstaande wetgeving, normen, richtlijnen en protocollen:



Eurocode 7: Geotechniek
NEN 9997-1+C1:2012



Wetgeving Rijksoverheid
Waterwet



SBR190.03 Bemaling van bouwputten

SBR273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsval op de bebouwing

1.1 Achtergrond & project situatie

Een ontwerp voor de universiteitsbibliotheek te Amsterdam is gemaakt door Architectenbureau J. van Stigt. In dit ontwerp is een 1-laags en 2-laags kelder onder het gebouw. Het 1-laags en 2-laags kelder wordt aangelegd onder de grondwaterstand. Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden zal de grondwaterstand tijdelijk worden verlaagd. De opdrachtgever heeft een voorkeur uitgesproken voor een ontwerp met damwanden rondom de bouwput. Als constructeur is van Rossum (Amsterdam) bij dit project betrokken.

1.2 Doelstellingen bemalingsadvies

De doelstelling van het project is het bepalen of werken in den droge mogelijk is op basis van de gegevens geleverd door opdrachtgever. Bemalingssysteem en prognose debiet worden getoetst aan keur Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet) en NEN 9997-1+C1:2012, geconcludeerd wordt of de onttrekking binnen meldings- en/of vergunningseis valt. Bemalingssysteem is getoetst op haalbaarheid en stabiliteit¹ van de bouwput (verticaal evenwicht en prognose voldoende ontwatering). Tenslotte wordt getoetst of de invloed op de omgeving door de bemaling acceptabel is.

1.3 Rapport structuur

Het bemalingsadvies heeft de volgende structuur:

- Hoofdstuk 2 geeft een overzicht van de geotechnische, geohydrologische, grondwater eigenschappen en omgevingsrisico's waarmee verder in het rapport wordt gerekend;
- Hoofdstuk 3 bestaat uit een berekening van de maatregelen voor een stabiele bouwput en (verwachte) maatregelen lozingen grondwater;
- In hoofdstuk 4 worden de bemalingssysteem aanbevelingen, het debiet en invloed op de omgeving door bemaling samengevat;
- Hoofdstuk 5 bestaat uit een risicocheck en samenvatting van de aanbevelingen en het actieprogramma.

1.4 Rapport beperkingen en voorwaarden

De onderstaande beperkingen en voorwaarden in dit hoofdstuk zijn van toepassing op dit document:

- Belastingen, stabiliteit, sterkte grondkerende constructies en verankeringen (bijvoorbeeld damwanden) worden niet beschouwd. Algehele stabiliteit, stabiliteit ophogingen en stabiliteit taluds, verandering kleef funderingen worden niet beschouwd;
- © 2014 Loots Grondwatertechniek - Niets uit dit drukwerk mag worden verveelvoudigd, gecommuniceerd, aangepast, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt, in enige vorm op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, microfilm zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Loots Grondwatertechniek, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het

¹ taludstabiliteit wordt niet berekend in een bemalingsadvies, zie H1.4 voor beperking van dit advies.

is vervaardigd. De rekenwaarden zijn uitsluitend voor berekening van bemaling(effecten) en worden geenszins met het oog op enig specifiek gebruik ter beschikking gesteld;

1 SITUATIEANALYSE

2.1 Projectinformatie

2.1.1 Geraadpleegde bronnen²

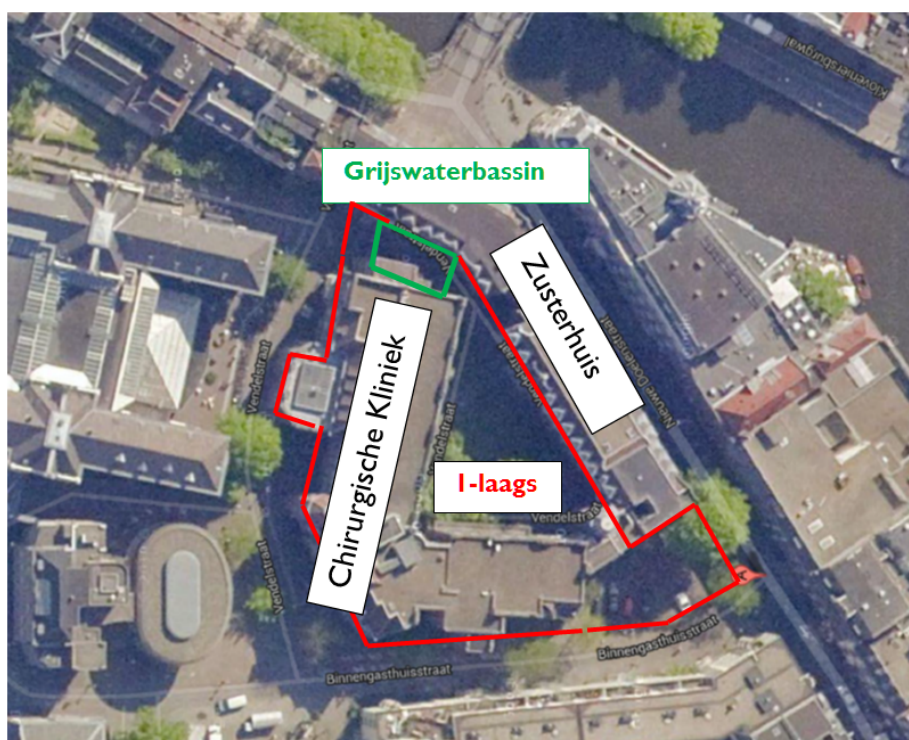
- [1] Crux Engineering BV, „Damwandadvies Universiteitsbibliotheek Amsterdam (voorontwerp),” 14-02-2014.
- [2] Nederlands Normalisatie-instituut, „NEN 9997-1+C1-2012,” NEN, Delft, 2012.
- [3] SBR, „273.98 Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstandsaling op de bebouwing,” SBR, Rotterdam, 1998.
- [4] Crux Engineering BV, „Damwandadvies Universiteitsbibliotheek Amsterdam (voorontwerp),” 14 februari 2014.
- [5] RIVM, „RIVM rapport - Gebiedenatlas,” RIVM, Bilthoven, 2003.
- [6] Rijkswaterstaat - Ministerie van Infrastructuur en Milieu, „Bodemloket,” 2013. [Online]. Available: <http://www.bodemloket.nl>.
- [7] Alterra - Wageningen Universiteit en Researchcentrum, „Synbiosys”.
- [8] Google, „Google Earth,” 2012.
- [9] Dinoloket, Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, „Ondergrondgegevens”.
- [10] SBR, „190.03 Bemaling van bouwputten,” SBR, Rotterdam, 2003.
- [11] van Rossum Raadgevende Ingenieurs, „SOK201 Universiteitsbibliotheek - Damwanden tbv kelder - 2 principes,” 3 februari 2013.
- [12] van Rossum Raadgevende Ingenieurs, „SOK101 Universiteitsbibliotheek - Damwanden tbv kelder 1 principe,” 3 februari 2013.
- [13] Fugro, „Grondonderzoek - nieuwbouw universiteitsbibliotheek Doelenstraat te Amsterdam,” 30 juli 2003.
- [14] Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, „Keur AGV,” Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, Amsterdam, 2009.
- [15] Crux, RA18202a1 Risicoanalyse, 30-03-2018.

² Data verkregen via opdrachtgever en/of derden, in bijlage A is een overzicht van de dataherkomst. Loots staat niet in voor de juistheid en/of volledigheid van de door derden verstrekte informatie en gegevens

2.1.2 Omschrijving 1-laags en 2-laags kelder

Uit de projectinformatie en tekeningen zijn de volgende projectgegevens afgeleid:

- lengte van kelder is 60 m;
- breedte van kelder is 60 m à 20 m;
- aanlegniveau van kelder is NAP -3 m à NAP -5,8 m;
- bemalingsperiode van kelder is 5 maanden;
- damwandplanken type: AZ26
- onderkant damwanden: NAP – 13,3 m;
- eigenschappen damwanden: k-waarde is ingeschat op 0,02 m/dag;
- geotechnische categorie 2, argumenten:
- argument 1, totale ontgravingsdiepte > 2,0 m;
- argument 2, ontgravingsniveau is > 0,5 m beneden de tijdens uitvoering heersende grondwaterstand.



Figuur 1 - Schets 1-laags kelder [1], damwand langs het Zusterhuis zal niet worden getrokken

2.2 Uitgevoerd grondonderzoek

In bijlage B zijn de grondonderzoeken bijgevoegd, de volgende grondonderzoeken zijn uitgevoerd:

- 8 sonderingen met kleefmeting tot circa NAP – 27 m;
- Tot slot zijn enkele bodemonderzoeken van het Dinoloket [2] beschouwd.

2.3 Schematische grondopbouw

In tabel 2.1 kan de geotechnische schematisering kan worden gevonden. In tabel 2.2 kan de geohydrologische grondopbouw kan worden gevonden. Zie bijlage A voor de gebruikte data/analyse voor deze schematisering.

Tabel 2.1: Geotechnische grondopbouw

Diepte [m t.o.v. NAP]		Bodembeschrijving
van	tot	
1,47 à 0,84	0,1	zand, los (onverzadigd met grondwater) ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)
0,1	0 à -1,25	zand, los (verzadigd met grondwater) ($\gamma=19\text{kN/m}^3$)
0 à -1,25	-1 à -2	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)
-1 à -2	-4,2 à -4,5	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)
-4,2 à -4,5	-7,5 à -8,5	klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)
-7,5 à -8,5	-9,5 à -10	zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$)
-9,5 à -10	-12 à -12,5	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)
-12 à -12,5	-12,5 à -13	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)
-12,5 à -13	-14 à -15	zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$)
-14 à -15	-17 à -18	klei, sterk zandig ($\gamma=19\text{kN/m}^3$)
-17 à -18	-25 à -26	zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$)

Tabel 2.2: Geohydrologische grondopbouw

Lagen	Bodembeschrijving	Top	Bodem	kD	c	λ
		[m] t.o.v. NAP	[m] t.o.v. NAP	[m ² /dag]	[dagen]	[m]
Deklaag	Zand, zeer fijn, sterk slibhoudend	1,47 à 0,84	0,1		260 à 10	
Watervoerende laag 1	Zand, zeer fijn, zwak slibhoudend	0,1	0 à -1,25	5		37,44
Slecht doorlatende laag 1	Gemiddelde deklaag	0 à -1,25	-7,5 à -8,5		640	
Watervoerende laag 2	Zand, zeer fijn, zwak slibhoudend	-7,5 à -8,5	-9,5 à -10	10		94,715
Slecht doorlatende laag 2	Gemiddelde deklaag	-9,5 à -10	-12,5 à -13		260	
Watervoerende laag 3	Zand, matig grof, zwak slibhoudend	-12,5 à -13	-14 à -15	50		240,79
Slecht doorlatende laag 3	Gemiddelde deklaag	-14 à -15	-17 à -18		300	
Watervoerende laag 4	Zand, matig grof, zwak slibhoudend	-17 à -18	-25 à -26	180		512,57

De kD-waarde van watervoerende lagen 1 en 2 zijn in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. De spreidingslengte³ (λ) van watervoerende lagen 1 en 2 zijn van belang voor de prognose van invloed op de omgeving.

2.4 Locatieonderzoek

Het beschouwen van het huidige (grondwater)gebruik in de omgeving is een eis vanuit de Rijksoverheid en Eurocode normen [1]. In tabel 2.3 kunnen, grondwaterstand gevoelige, objecten in de omgeving worden gevonden. Zie bijlage A voor de gebruikte data/analyse voor deze schematisering.

³ Spreidingslengte [m] is de (theoretisch) maximale afstand van de bemaling waar de grondwaterstand kan worden beïnvloed. Dit is analytisch bepaald op basis van de kD-waarde en de topweerstand.

Tabel 2.3: Maatregelen benodigd na aanleiding van situatieanalyse

Aanwezigheid objecten binnen invloedssfeer bemaling

	afstand [m]	aanwezig
Grondwaterbeschermingsgebied	15000	ja, buiten invloedssfeer
Openbaar groen/natuur	253	ja, buiten invloedssfeer
Landbouw		onbekend
Archeologische objecten	0	ja, binnen invloedssfeer
Natura 2000 gebied		onbekend
Grondwaterverontreinigingen	0	ja, binnen invloedssfeer
Overige grondwatergebruikers		onbekend
Kelders of verdiepte bebouwing	1	ja, binnen invloedssfeer
Infrastructuur		onbekend
Houten palen funderingen	1	ja, binnen invloedssfeer
Bebouwing gefundeerd op staal		onbekend
Kritieke belendingen		onbekend

Conclusie

De volgende objecten bevinden zich buiten de invloedssfeer van de bemaling:

- Grondwaterbeschermingsgebied Hilversum, hoge gronden op 15000 m afstand;
- Openbaar groen/natuur Rembrandtplein op 252,7 m afstand.

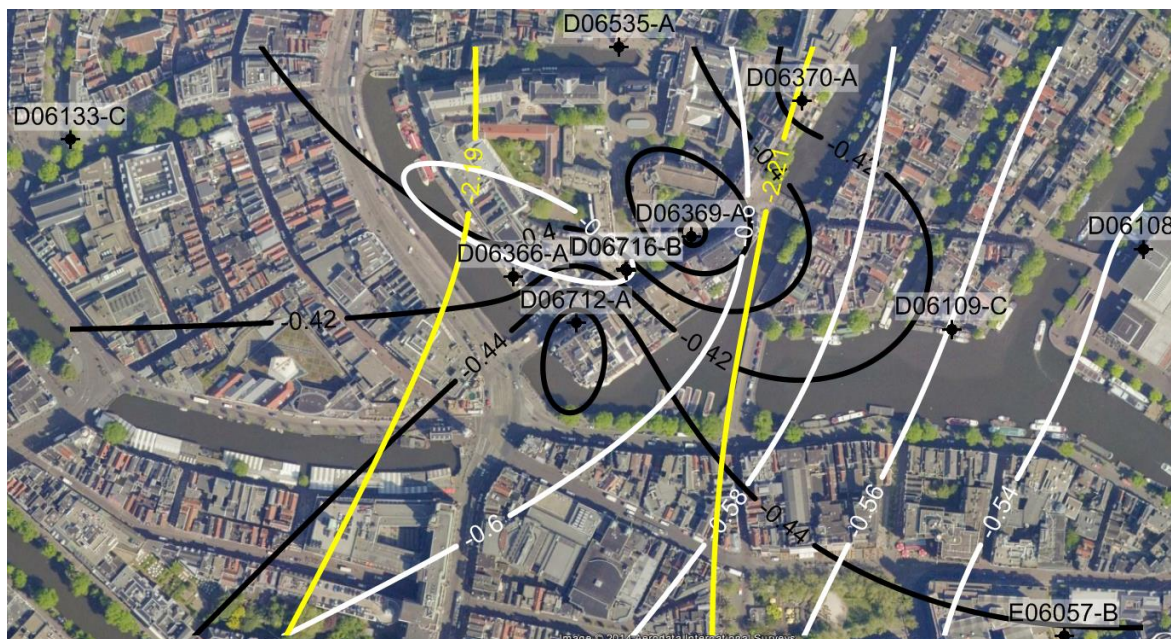
De volgende objecten bevinden zich binnen de invloedssfeer van de bemaling:

- Archeologische objecten mogelijk volgens monumentenkaart op 0 m afstand;
- Grondwaterverontreinigingen mogelijk volgens bodemloket.nl op 0 m afstand;
- Kelders of verdiepte belendingen op 0,5 m afstand;
- Houten palen funderingen Nieuwe Doelenstraat 15 op 0,5 m afstand.

In hoofdstuk 4.3 worden de maatregelen berekend ter voorkoming van negatieve effecten op de omgeving door bemalen.

2.5 Grondwaterstanden

Uit het grondwaterarchief van TNO Bouw en Ondergrond zijn de gegevens van peilbuizen in de omgeving van het project opgevraagd. De locaties van de peilbuizen zijn in figuur 2 op een Google Earth ondergrond weergegeven. In tabel 2.4 zijn de kenmerken van de peilbuizen aangegeven.



Figuur 2 - Locatie peilbuizen (zwart= gemiddelde grondwaterstand freatisch pakket, wit= gemiddelde grondwaterstand wadzandlaag en geel is gemiddelde grondwaterstand eerste watervoerend pakket) peilmaten t.o.v. NAP in [m]

Tabel 2.4: Grondwaterstanden en stijghoogten

Peilbuizen	Eigenschappen				Meetdata				
	maaiveld [m+NAP]	filterdiepte [m+NAP]	model laag	afstand [m]	[jaren] + meest recent	GHG [m+NAP]	GEM [m+NAP]	GLG [m+NAP]	metingen per jaar
D06712-A	1,51	-0,24 tot -1,24	1	92	4,4 (2013)	-0,25*	-0,48	-0,83*	5
D06717-C	1,36	-12,24 tot -13,23	3	45	0,8 (2010)	-2,12*	-2,20	-2,29*	11
D06716-B	1,36	-4,74 tot -5,74	2	45	0,8 (2010)	-0,52*	-0,62	-0,73*	11
D06108-B	1,27	-8,87 tot -9,87	2	309	10,3 (1981)	-0,24	-0,54	-0,78	18
D06109-C	0,52	-12,67 tot -13,67	3	197	12,1 (1983)	-1,73	-2,23	-3,01	9
E06057-B	1,08	-7,62 tot -8,62	2	374	14,7 (1983)	-0,30	-0,52	-0,73	20
D06133-C	1,47	-12,96 tot -13,96	3	393	39,1 (2013)	-1,78	-2,17	-2,85	12
D06370-A	0,84	-1,79 tot -2,79	1	114	27,1 (2008)	-0,29	-0,43	-0,54	5
D06369-A	1,39	-1,26 tot -2,26	1	19	29,5 (2010)	-0,24	-0,35	-0,53	6
D06535-A	2,03	-1,02 tot -2,01	1	115	20,8 (2011)	-0,25	-0,39	-0,64	6
D06366-A	0,7	-1,98 tot -2,98	1	109	30,6 (2011)	-0,24	-0,40	-0,62	5

*=meetperiode is korter dan 8 jaar | afstand= de afstand tussen midden bouwput en peilbuis | GEM= gemiddelde grondwaterstand | GHG= gemiddeld hoogste grondwaterstand | GLG= gemiddeld laagste grondwaterstand | nb= niet bekend

Conclusie grondwaterstanden

De actuele grondwaterstand dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld. Zie bijlage A voor de gebruikte data/analyse voor deze schematisering. Zie bijlage B voor de gehele reeks grondwaterstanden in een grafiek. In tabel 2.5 zijn de maatgevende grondwaterstanden voor de projectlocatie samengevat.

Tabel 2.5: Grondwaterstand projectlocatie

Maatgevende grondwaterstanden

watervoerende laag (model)	GHG [m+NAP]	GLG [m+NAP]	actueel [m+NAP]
1	-0,24	-0,53	nb
2	-0,3	-0,73	nb
3	-1,73	-2,85	nb

*=meetperiode is korter dan 8 jaar | nb= niet bekend

Met behulp van de grondwaterkaart van Nederland is een verhang richting het westen geconcludeerd, dit is niet in de peilbuisdata terug te vinden zie verschil peilbuizen watervoerende laag 3, er is een zeer gering verhang richting het oosten waargenomen. In watervoerende laag 1 lijkt het grondwater te stromen richting het oppervlaktewater (grachten) en in watervoerende laag 2 lijkt het grondwater te stromen richting het westen (komt overeen met grondwaterkaart).

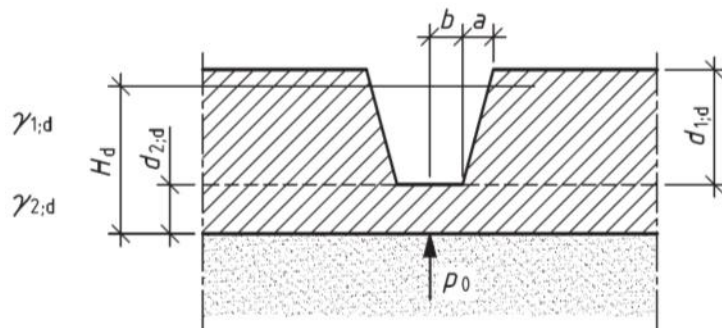
2.6 Grondwaterkwaliteit

Bij bemalen zijn, ten aanzien van de grondwaterkwaliteit, eisen gesteld vanuit de Rijksoverheid (Waterwet). Het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet) zal beoordelen bij lozen op het oppervlaktewater, de gemeente bij lozen op het riool.

De grondwaterkwaliteit is niet bekend op de projectlocatie.

3 MAATREGELEN

3.1 Verticaal evenwicht bouwputbodem

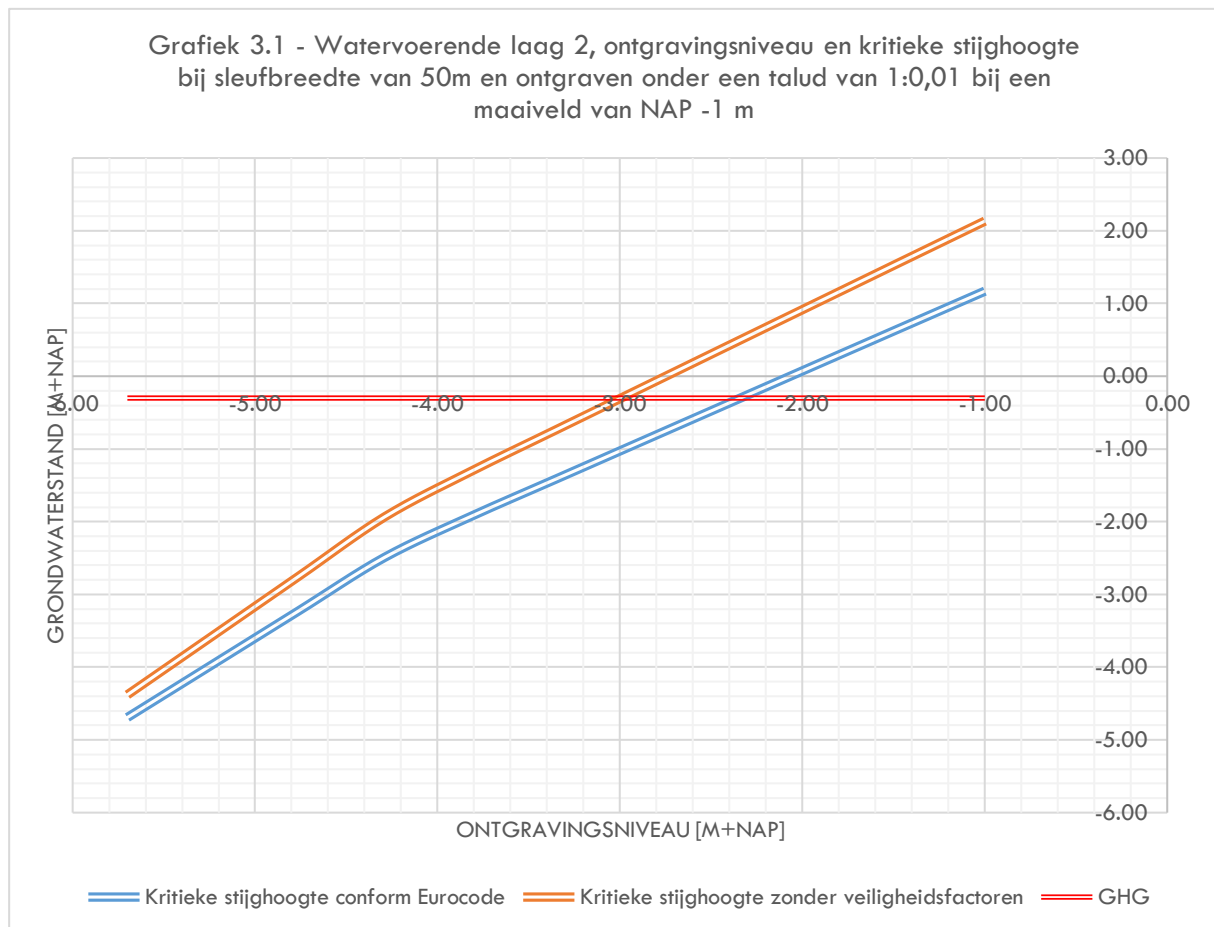


Figuur 3 - Opbarsten van de bodem van een sleuf [1]

De onderliggende watervoerende lagen hebben in elke bouwphase een kritieke grondwaterstand, in deze paragraaf is het verticaal evenwicht bepaald van de bouwput. Op basis van het ontgravingsniveau en de maatgevende grondwaterstand zijn stabiliteitsberekeningen uitgevoerd. De gehanteerde bodemopbouw en volumieke gewichten zijn weergegeven in bijlage A. De bodemopbouw zoals aangetroffen ter plaatse van sondering 8 is hierbij als maatgevend beschouwd.

De onderstaande grafiek(en) zijn opgebouwd op basis van de verticaal evenwichtsberekeningen in bijlage D. Op de horizontale as kan het ontgravingsniveau worden afgelezen en op de verticale as kan de kritieke grondwaterstand met (en zonder) veiligheidsfactoren conform [1] worden afgelezen.

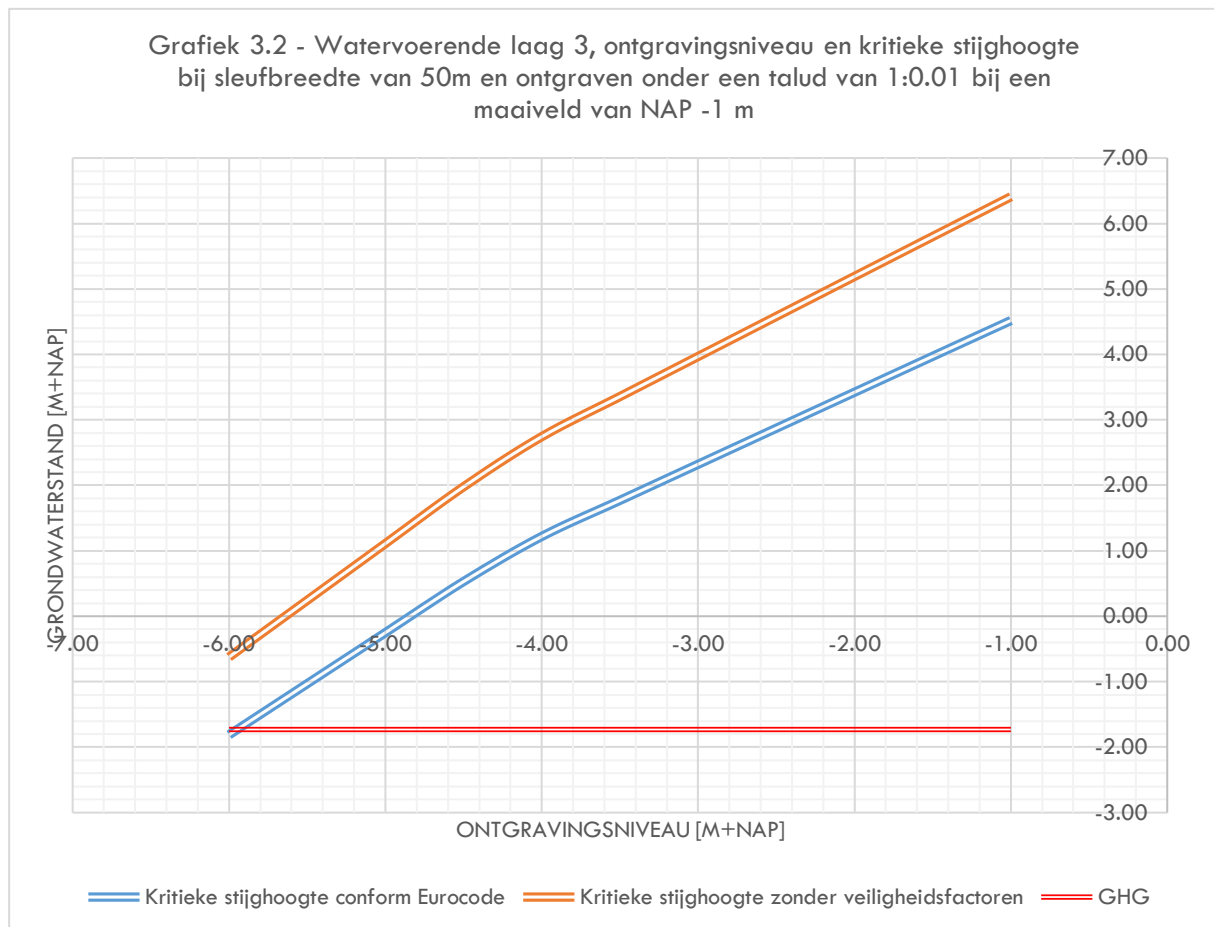
3.1.1 Conclusie watervoerende laag 2



In grafiek 3.1 kan de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 2 worden gevonden bij elk ontgravingsniveau. De volgende zaken zijn geconcludeerd:

- Vanaf ontgravingsniveau NAP – 2,4 m en dieper dient de grondwaterstand verlaagd te worden in watervoerende laag 2 op basis van de huidige onderzoeksgegevens. Dit is bepaald op basis van de gemiddeld hoogste grondwaterstand meting. Aanbevolen wordt de grondwaterstand voor werkzaamheden te bepalen;
- Ontgravingsniveau NAP -3,0 m resulteert in de volgende som: Uitgangspunt, ontgraven onder een talud van 1:0,01 en een sleufbreedte van 50 m. Bij het gebruik van een veiligheidsfactor (partiële materiaalfactor) van 0,9 bedraagt de totale neerwaartse gronddruk 63,6 kN/m² wat bij een opbarstniveau van NAP -7,5 m overeenkomt met een toegestane grondwaterstand van NAP -1,03 m. De maatgevende grondwaterstand in deze laag, NAP -0,3 m, zal moeten worden verlaagd met 0,73 m.
- Ontgravingsniveau NAP -5,8 m resulteert in de volgende som: Uitgangspunt, ontgraven onder een talud van 1:0,01 en een sleufbreedte van 50 m. Bij het gebruik van een veiligheidsfactor (partiële materiaalfactor) van 0,9 bedraagt de totale neerwaartse gronddruk 26 kN/m² wat bij een opbarstniveau van NAP -7,5 m overeenkomt met een toegestane grondwaterstand van NAP -4,85 m. De maatgevende grondwaterstand in deze laag, NAP -0,3 m, zal moeten worden verlaagd met 4,55 m.

3.1.2 Conclusie watervoerende laag 3



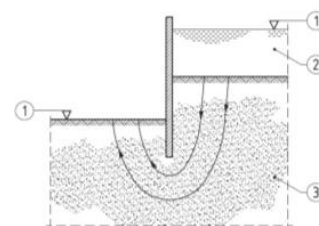
In grafiek 3.2 kan de kritieke grondwaterstand in watervoerende laag 3 worden gevonden bij elk ontgravingsniveau. De volgende zaken zijn geconcludeerd:

- Vanaf ontgravingsniveau NAP – 5,9 m en dieper dient de grondwaterstand verlaagd te worden in watervoerende laag 2 op basis van de huidige onderzoeksgegevens. Dit is bepaald op basis van de gemiddeld hoogste grondwaterstand meting. Aanbevolen wordt de grondwaterstand voor werkzaamheden te bepalen;
- Ontgravingsniveau NAP -3,0 m resulteert in de volgende som: Uitgangspunt, ontgraven onder een talud van 1:0,01 en een sleufbreedte van 50 m. Bij het gebruik van een veiligheidsfactor (partiële materiaalfactor) van 0,9 bedraagt de totale neerwaartse gronddruk 145,4kN/m² wat bij een opbarstniveau van NAP -12,5 m overeenkomt met een toegestane grondwaterstand van NAP + 2,32 m. De maatgevende grondwaterstand in deze laag, NAP - 1,73 m, zal moeten worden verlaagd met geen m.
- Ontgravingsniveau NAP -5,8 m resulteert in de volgende som: Uitgangspunt, ontgraven onder een talud van 1:0,01 en een sleufbreedte van 50 m. Bij het gebruik van een veiligheidsfactor (partiële materiaalfactor) van 0,9 bedraagt de totale neerwaartse gronddruk 107,9kN/m² wat bij een opbarstniveau van NAP -12,5 m overeenkomt met een toegestane grondwaterstand van NAP -1,5 m. De maatgevende grondwaterstand in deze laag, NAP - 1,73 m, zal moeten worden verlaagd met geen m.

3.2 Hydraulische grondbreuk & piping

Hydraulische grondbreuk treedt op wanneer de kwelstroomkracht (of aandrijvende totale grondwaterdruk) aan de onderzijde van de kolom groter is dan de weerstandbiedende verticale grondspanning. Geen risico op piping (geconcentreerde grondwaterstroming) door het ontbreken van geconcentreerd oppervlaktewater in de nabijheid van de bouwput.

Geen hydraulische grondbreuk door het ontbreken van keerwanden en/of grondwateroverdruk in de nabijheid van de bouwput.



Figuur 4 - Hydraulische grondbreuk & piping [1]

3.3 Lozen van grondwater maatregelen

Wetgeving

Lozen van grondwater bij ontwatering (bemaling) valt onder Besluit algemene regels voor inrichting milieubeheer en Besluit lozen buiten inrichtingen.

Tabel 3.2: Besluit algemene regels voor inrichting milieubeheer / Besluit lozen buiten inrichting

Lozingsroute	Eisen	Meldingstermijn lozing		
		<48 uur bemalen	< 8 weken bemalen	langer bemalen
Bodem	Geen	Geen	Geen	Geen
Oppervlaktewater	Geen visuele verontreiniging, <50 mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Schoonwaterriool	<5 mg ijzer per liter, <50mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	4 weken vooraf
Vuilwaterriool	<5 m ³ /uur, < 300mg onopgelost per liter	Geen	5 dagen vooraf	lozingsverbod ophefbaar met maatwerkvoorschrift of verordening

Conclusie maatregelen lozen grondwater

Grondwaterkwaliteit is niet onderzocht, maatregelen kunnen niet worden bepaald. Voor onopgeloste stoffen wordt geadviseerd preventief een bezinkbak toe te passen, dit om riool en oppervlaktewater verstoppingen te voorkomen. Bij een te hoge hoeveelheid ijzer: ontijzing kan via goede beluchting en daarna toepassen van een cascade, maar minder kostbaar is bijvoorbeeld na de beluchting het afvalwater door strobalen en/of een bak met grind laten stromen.

4 BEMALINGSADVIES

4.1 Bemalingssysteem

Bij (bron)bemaling is minimalisatie van de grondwateronttrekking door het toepassen van aangepaste bouwtechnieken en zorgvuldige planning van de uitvoering van bouwwerkzaamheden een absolute noodzaak. Iedere aanvraag voor bronbemaling wordt hierop getoetst door het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet).

Eis Eurocode 7/ NEN 9997-1+C1:2012 [1]: de grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau.

Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd. Rond de onttrekkingsbronnen en/of drains is een adequaat filter aanwezig om te voorkomen dat met het weggepompte water een aanzienlijke hoeveelheid zand meekomt, tenzij het aanwezige materiaal redelijk uniform is zodat het kan fungeren als natuurlijk filter.

Op basis van de bovenstaande eisen gesteld in de Waterwet en Eurocode wordt het volgende bemalingssysteem geadviseerd:

Watervoerende laag 1 (freatisch pakket)

Voor watervoerende laag 1 wordt geadviseerd een open, verticale of horizontale bemaling toe te passen. De grondwaterstand dient verlaagd te worden tot NAP – 3,0 m à NAP – 6,0 m.

Aanbevolen lengte verticale onttrekkingsbronnen 2m à 2,5m, ofwel 1m à 1,5m blind met 1m filter. Aanbevolen diepte horizontale drainage NAP – 3,5 m (drainage in zandomstorting aanleggen).

Watervoerende laag 2 (spanningswater)

Voor watervoerende laag 2 wordt geadviseerd een ontlastbemaling toe te passen. Aanbevolen lengte verticale bronnen 9,5m à 10m, ofwel 8,5m à 9m blind met 1m filter. Onderkant bronnen moet worden geplaatst op NAP – 9,5 m.

4.2 Prognose van het debiet

Met behulp van een eindige elementenprogramma is een model voor de grondwaterstroming simulatie gemaakt waarin de parameters uit paragraaf 2.3 zijn verwerkt. De straal van het model bedraagt circa 1500 meter. Met dit model zijn niet-stationaire berekeningen uitgevoerd. Zie tabel 4.1 voor de debieten bij de verschillende onderdelen en grondwaterstanden (GHG⁴ en/of GLG⁵).

Tabel 4.1: Prognose debiet

Onderdeel	Tijd		Grondwaterstand			Debiet totaal		
	bemaling	model	start	bemaling	verlaging			
	[dagen]	laag	[m t.o.v. NAP]		[m]	[m ³ /uur]	[m ³ /maand]	m ³ totaal
Freatisch	150	1	-0,24	-1,25	1,01	2	1080	5400
Wadzandlaag 1-laags	150	2	-0,3	-0,59	0,29	1	360	1800
Wadzandlaag 2-laags	150	2	-0,3	-4,69	4,39	3	1800	9000

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. In de praktijk kunnen afwijkingen van het berekende debiet optreden, indien dit hoger ligt dient dit zo spoedig mogelijk worden gemeld bij de bemalingsadviseur en Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet).

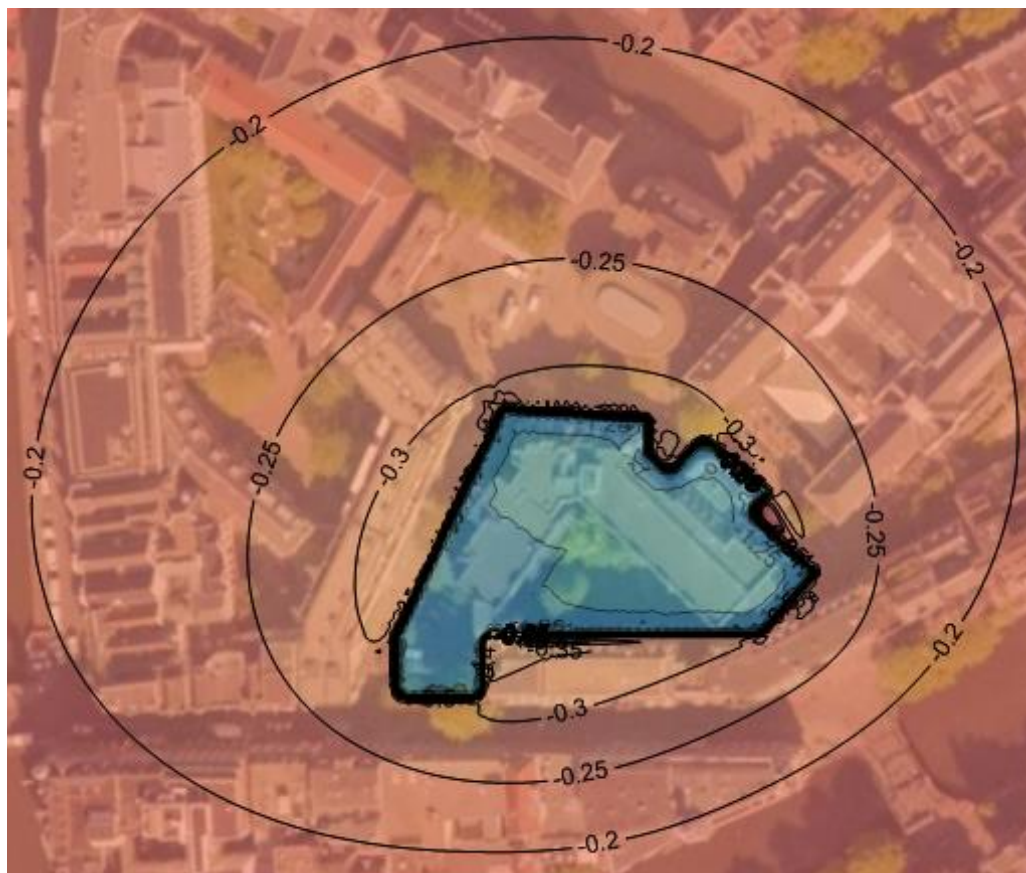
4.3 Resultaten modelleren

In deze paragraaf worden de resultaten van het modelleren ten aanzien van de invloed op de omgeving door de bemalingsomgeving. Het ontwerp van bemalingssysteem en maatregelen zijn getoetst, gekeken is of voldaan wordt aan de doelstelling van dit bemalingsadvies (voorkomen schade omgeving, voldoen eisen bevoegd gezag; zie ook H1.2).

⁴ GHG = gemiddeld hoogste grondwaterstand, representatief voor een natte periode, uit tabel 2.5

⁵ GLG = gemiddeld laagste grondwaterstand, representatief voor een droge periode, uit tabel 2.5

4.3.1 Berekening effecten freatisch pakket (watervoerende laag 1 model)



Figuur 5 - Grondwaterstand t.o.v. NAP in m na bemalen

In figuur 5 kan de invloed van de bemaling worden gevonden tijdens een natte periode, grondwateraanvulling is ingeschat op 225 mm/jaar. De verlaging in watervoerende laag 1. De verlaginglijnen zijn berekend met een niet-stationaire berekening, ofwel dit betreft de eindsituatie na 150 dagen bemalen. Ten aanzien van kwel-/infiltratieveranderingen wordt geconcludeerd dat tijdens bemalen inzijging afneemt. Gezien de grote diepte van het zoet/zout grensvlak, heeft de bemaling geen invloed op de ligging van het grensvlak.

De maatgevende gemiddeld laagste grondwaterstand is NAP – 0,53 m. Wanneer verlaagd wordt lager dan deze "natuurlijk" laagste grondwaterstand worden zettingen verwacht en buiten het "normale" negatieve effecten op de natuur verwacht. Omdat buiten de bouwput geen verlagingen worden verwacht beneden deze "natuurlijk" laagste grondwaterstand ontstaat er geen risico voor de omgeving. Praktisch moet het dan ook haalbaar zijn de damwand dicht te krijgen ter hoogte van het freatisch pakket.

In een extreem droge periode moet met behulp van een infiltratiedrain aan de buitenzijde van de damwand de grondwaterstand worden verhoogd. De grondwaterstand niet verhogen boven NAP – 0,3 m (ter voorkoming van wateroverlast).

4.3.2 Berekening effecten wadzandlaag (watervoerende laag 2 model)



Figuur 6 - Grondwaterstand t.o.v. NAP in m na bemalen

In figuur 6 kan de invloed van de bemaling worden gevonden. De verlaging in watervoerende laag 2. De verlaginglijnen zijn berekend met een niet-stationaire berekening, ofwel dit betreft de eindsituatie na 150 dagen bemalen. Ten aanzien van kwel-/infiltratieveranderingen wordt geconcludeerd dat tijdens bemalen inzijging afneemt. Gezien de grote diepte van het zoet/zout grensvlak, heeft de bemaling geen invloed op de ligging van het grensvlak.

De maatgevende gemiddeld laagste grondwaterstand is NAP – 0,73 m. Wanneer verlaagd wordt lager dan deze "natuurlijk" laagste grondwaterstand worden zettingen verwacht en buiten het "normale" negatieve effecten op de natuur verwacht.

Zie contourlijn NAP – 0,7 m. in figuur 4, de objecten binnen deze contourlijn bevinden zich in het risicogebied. De volgende objecten bevinden zich in het risicogebied:

- Zusterhuis;
- Bebouwing Binnengasthuisstraat.

4.3.3 Algemeen over invloed grondwaterstandsdeling op bebouwing

Uitgangspunt is dat schade dient te worden voorkomen en dat eventueel veroorzaakte schade vergoed moet worden, waarbij de bewijslast in het algemeen rust bij de veroorzaker. [3]

Maaiveldddaling: Ten gevolge van de daling van de grondwaterstand treedt een verlaging van de waterspanningen en daarmee een verhoging van de korrelspanningen in de ondergrond op. Bij samendrukbare grondsoorten, zoals klei en veen, treedt hierdoor een tijdsafhankelijk samendrukkingsproces op, waaruit na verloop van tijd een kleinere of grotere daling van het maaiveld resulteert. Bij zand treedt een onmiddellijk effect op, waarbij de grootte van de maaiveldddaling vaak verwaarloosbaar is. [3]

Gebouwzakking: Bij een daling van het maaiveld zal de daarvoor gevoelige bebouwing ook een zakking ondergaan. De grootte van de gemiddelde gebouwzakking is o.a. afhankelijk van het type fundering dat is toegepast. Bij een fundering op staal is de gemiddelde gebouwzakking ongeveer gelijk aan de zetting van de grondlagen onder het aanlegniveau; het gebouw zakt met de ondergrond mee. Bij een fundering op stuitpalen zal een gebouw in eerste instantie niet zakken; de grond zakt onder het gebouw uit. Door de toenemende neerwaartse wrijving tussen de grond en de palen neemt de totale paalbelasting toe

(negatieve kleeft), waardoor in tweede instantie toch een, veelal geringe, gebouwzakking kan ontstaan. Opgemerkt moet worden dat voor moderne paalfunderingen op betonpalen dit effect in de praktijk meestal verwaarloosbaar is. [3]

4.3.4 Beschouwing maaiveldzetting

Er is sprake van voorbelasting, dit door natuurlijke fluctuaties, maaiveldzettingen ter plaatse van belendingen en/of weg aan Binnengasthuisstraat en het Zusterhuis kunnen niet worden uitgesloten.

Conclusie

De verwachting met betrekking tot maaiveldzetting ten gevolge van de grondwaterstandverlaging is een gering zettingsproces welke beheerst kan worden met een infiltratiedrain buiten de bouwput.

4.3.5 Gebouwzakking en schadeprognose

- Kloveniersburgwal 128 t/m 166 (voormalig Zusterhuis): minimale afstand tot damwand = circa 0,5m, monumentaal pand, gedeeltelijk onderkelderde (bovenkant vloer NAP-0,79 à -2,32m), houten paalfundering in de Eerste zandlaag [1];
- Nieuwe Doelenstraat 15 (voormalig Zusterhuis): minimale afstand tot damwand = circa 0,5m, monumentaal pand, gedeeltelijk onderkelderde, houten paalfundering (bovenkant funderingshout NAP-0,85 à -0,94m, diameter 210 à 260mm) in de Eerste zandlaag [1];
- Binnengasthuisstraat 48 t/m 146, minimale afstand tot damwand circa 8m, onderkelderde (bovenkant vloer = circa NAP-0,4m), prefab betonpalen 350 en 380mm met paalpuntniveau NAP-19,0 à -21,5m [1];
- Binnengasthuisstraat 9, minimale afstand tot damwand = circa 14m, onderkelderde (bovenkant vloer = Peil-2,95m = NAP-1,39m), fundering op vibro palen Ø300/360mm met paalpuntniveau NAP-18,5 à -19,5m [1];

Conclusie

Voor het Zusterhuis, gefundeerd op houten palen, zal moeten worden gekeken of maaiveldzakking en toename negatieve kleeft mogelijk schade zal veroorzaken aan de panden

4.3.6 Effecten op houten palen fundering

Bij oudere bebouwing is in het algemeen hout toegepast als funderingsmateriaal. Bij houtaantasting zijn drie mogelijkheden:

1. Aantasting door bacteriën (verwaarloosbaar effect) [3];
2. Aantasting door zachtrotschimmels, in relatief nat hout, treedt op bij een geringe (kortdurende) droogstand. Aantasting verloopt traag (2 mm à 2,5 mm per jaar) [3];
3. Aantasting door witrot- of bruinrotschimmels, treedt op in relatief droog hout (na circa 4 à 6 maanden droogstand). Aantasting verloopt snel (10 à 20mm per jaar) [3].

De belendingen in de omgeving, bovenkant funderingshout op NAP – 0,85 m à NAP – 0,94 m, verwacht wordt dat er niet zal worden verlaagd beneden deze grondwaterstand. Geconcludeerd wordt dat de houten funderingselementen niet aangetast zullen worden.

5 SAMENVATTING, AANBEVELINGEN EN ACTIEPROGRAMMA

5.1 Samenvatting vergunningsplicht

Bij bronbemaling in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht de bemaling te melden bij een debiet dat hoger is dan 5 m³/uur en een bemalingsperiode langer dan 1 weken. De melding voor bemaling moet tenminste 4 weken voor start bemaling worden ingediend.

Ten aanzien van de bronbemaling vergunningsplicht in de regio van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht / Waternet is het verplicht een vergunning aan te vragen bij een debiet dat hoger is dan 50 m³/uur, een debiet dat hoger is dan 15000m³/maand en/of een bemalingsperiode langer dan 6

maanden. Indien de bemaling vergunningsplichtig is dient rekening gehouden worden met het aanvraagtermijn van 10 tot 26 weken voor de onttrekkingsvergunning.

Ten aanzien van de Watervergunning (of –melding) aanvraag heeft bevoegd gezag de voorkeur om de onderstaande gegevens aanvullend te ontvangen bij of naast het bemalingsadvies:

- bemalingsplan (met name: situatieschets lozingspunt en onttrekkingspunten);
- analyseresultaten van het grondwater bemonsterd op de volgende parameters: onopgeloste bestanddelen, CZV, ammoniumstikstof+organisch gebonden stikstof, chloride, sulfaat, arseen, kwik, cadmium, fosfor, chroom, koper, lood, nikkel, ijzer en zink (in mg/l of µg/l).

Een freatisch bemaling is benodigd met filters tot 2,5 m lang en een ontlastbemaling met filters tot 10 m lang is benodigd. Verwacht is een debiet gelijk of kleiner dan 10 m³/uur en bemalingsperiode korter dan 6 maanden. Dit betekent een melding voor de onttrekking en lozing. Indien een watervergunning formulier A4 (bronbemaling) en formulier besluit lozen buiten inrichting bij het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet) en dit bemalingsadvies bijvoegen als bijlage. In circa 4-5 weken krijgt u reactie of er ontheffing wordt verleend. Geadviseerd wordt dit traject zo spoedig mogelijk op te starten.

5.2 LooTs Grondwatertechniek Risicocheck [LGR2014]

In deze paragraaf wordt beschouwd welke correlatie bestaat tussen de beschikbare parameters, de rekennauwkeurigheid en de doelstelling (H1.2). Dit wordt beschouwd op basis van de ontbrekende data en onzekerheden en de effecten op de berekening. De toegevoegde waarde bepaald van een aanvullend onderzoek, monitoring en supervisie wordt bepaald in deze paragraaf.

Conclusie

1. Het aantal grondonderzoeken is gering/divers, gekozen is om het slechtste bodemonderzoek te gebruiken voor de engineering van het gehele project;
2. Aanwezigheid van houten palen funderingen, funderingen op staal, kelders/verdiepte bebouwing en kritieke belendingen is gedeeltelijk onbekend. Zonder aanvullend onderzoek zal worden aangenomen dat alle panden gefundeerd zijn op houten palen en/of op staal en kritiek zijn met betrekking tot maaiveldzettingen;
3. Actuele grondwaterstand zijn onbekend;
4. Maaiveld daling is mogelijk, zettingsprognose is niet uitgevoerd;
5. Grondwaterkwaliteit is onbekend, lozingskosten (vervuilingseenheden) zullen worden verrekend op basis van een staffel van het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet).

5.3 Aanbevelingen aanvullend onderzoek

Ontwerpregels NEN 9997-1+C1:2012

Voor zover van toepassing moeten het grondwaterpeil, de grondwaterdrukken en de chemische samenstelling van het grondwater, zoals die bij de uitvoering zijn aangetroffen, zijn vergeleken met de bij het ontwerp veronderstelde waarden. Voor geotechnische categorie 1 behoren de controles gewoonlijk te zijn op in het verleden beschreven ervaringen van het gebied of op indirect bewijs. Voor geotechnische categorieën 2 en 3, behoren gewoonlijk rechtstreekse waarnemingen te zijn gedaan van de grondwatergesteldheden indien deze van grote invloed zijn op de uitvoeringsmethode of het gedrag van de constructie.

Dit project behoort tot geotechnische categorie 2.

Conclusie

Het volgende aanvullende onderzoek wordt aanbevolen op basis van de analyse in de vorige paragraaf (5.1):

1. Actuele grondwaterstanden bepalen, van freatisch pakket, wadzandlaag en watervoerende laag 3;
2. Zettingsberekening uitvoeren [optioneel, alternatief punt 5];
3. Classificatie type fundatie en gevoeligheid maaiveldzettingen belendingen [optioneel, alternatief punt 5]. Bij elke woning welke aantoonbaar niet gevoelig is voor maaiveldzettingen en

- grondwaterstandverlagingen is het niet nodig om te monitoren. Vervolgens bemalingsadvies herzien;
4. Bij een aantoonbare lagere hoeveelheid vervuilingseenheden per m³ zullen de lozingskosten zakken. Na grondwaterkwaliteit bepaling, dient het bemalingsadvies worden herzien [hiervoor zijn 3 advies uren geraamd];
 5. Het uitvoeren van peilbuismetingen in watervoerende lagen 1 en 2 bij belendingen rondom de bouwput en bij verlagingen beneden NAP – 0,5 m in watervoerende laag 1 grondwater infiltreren in watervoerende laag 1 (ter verhoging van de grondwaterstand). Indien de grondwaterstand in watervoerende laag 2 zakt beneden de grenswaarde NAP – 0,73 m wordt aanbevolen een deformatiemeting uit te voeren bij de belendingen, welke gevoelig zijn voor maaiveldzinking, nabij de desbetreffende peilbuis.

5.4 Aanbevelingen monitoringsplan en supervisie

In dit hoofdstuk worden de aandachtspunten voor de bemaling en het monitoringsplan samengevat. Op basis van paragrafen 5.1 en 5.2 zijn de monitoring en de supervisie stappen bepaald in deze paragraaf. De volgende zaken worden aanbevolen:

- Supervisie door bemalingsexpert, eenmalige inspectie na 1 à 3 dagen bemalen (controle juistheid berekening);
- Debiet moet worden geregistreerd, wanneer het debiet hoger uitvalt dan in dit bemalingsadvies geconcludeerd, dan dient contact opgenomen worden met LooTs Grondwatertechniek. Door de adviseur zal worden bepaald of deze nieuwe situatie acceptabel is met betrekking tot invloed op de omgeving en/of aanvullende maatregelen zijn benodigd;
- Dagelijks grondwaterstand peilbuizen projectlocatie controleren, grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd. *De grondwaterstanden binnen en buiten de bouwplaats moeten, ten minste vanaf een week voordat de bemaling start tot en met een maand na het einde van de bemaling, frequent worden geregistreerd. De frequentie van de waarnemen moet zijn vastgesteld aan de hand van de resultaten van de eerste metingen [1];*
- Peilbuizen plaatsen tussen bouwput en risicovolle objecten, daarnaast tenminste één peilbuis plaatsen op 5m afstand haaks op de bemaling. Grenswaarden vaststellen op basis van verwachte verlaging in H4.3. Dagelijks grondwaterstand controleren. Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen;
- Bij alle belendingen/infrastructuur waar maaiveldzakkingen worden verwacht dient een vooropname en hoogtebouwt worden geplaatst (dit wordt verder uitgewerkt in een monitoringsplan), een uitzondering geldt voor belendingen en infrastructuur waarvan de verwachting is dat deze geen schade ondervinden door maaiveldzettingen. Het niet-classificeren, van belendingen en infrastructuur binnen het gebied waar maaiveldzettingen worden verwacht, wordt afgeraden.

5.5 Aanbevelingen uitvoering

- Tijdens uitvoering wordt aanbevolen maatregelen te nemen zodat regenwater uit de omgeving niet over het oppervlak direct de bouwput instroomt. Dit voorkomt onnodig te verpompen hoeveelheden water buiten de meldingseisen, maar ook de kans dat de bouwput vol loopt zal vele malen kleiner zijn;
- Combinatie-effecten / stapeling effecten voorkomen. Bijvoorbeeld door een uitvoeringmethode waarbij heikwerkzaamheden voorafgaand aan bemalen worden uitgevoerd, of damwanden trillen voor plaatsen en start de bemalingsinstallatie;
- Op het talud de belasting zoveel mogelijk te minimaliseren (werken met licht materieel);
- Boringen moeten worden uitgevoerd door bedrijf welke is gecertificeerd conform Protocol Mechanisch boren;
- Let op! Met de inwerkingtreding van de Waterwet is het voor alle grondwateronttrekkingen verplicht om de onttrokken hoeveelheid grondwater of geïnfiltreerd water met een

nauwkeurigheid van maximaal 5% afwijking te meten. Uiterlijk op 31 januari van elk jaar moet u dit opgeven bij het Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet). Wanneer het debiet hoger uitvalt dan in dit bemalingsadvies geconcludeerd, dan dient contact opgenomen worden met Loots Grondwatertechniek. Door de adviseur zal worden bepaald of deze nieuwe situatie acceptabel is met betrekking tot invloed op de omgeving en/of aanvullende maatregelen zijn benodigd;

- Indien gedurende lange tijd moet worden gepompt, moet het grondwater onderzocht worden op de aanwezigheid van opgeloste zouten en gassen, die kunnen leiden tot corrosie of verstopping van de bemalingsfilters. Systemen voor langdurige bemalingen en drainage moeten zo zijn ontworpen dat verstopping door bacteriologische processen of door andere oorzaken wordt voorkomen;
- Dagelijks de grondwaterstand in de peilbuizen op de projectlocatie controleren, grondwaterstand in de bouwput of ontgraving moet in verband met een goede preparatie van de funderingslaag en een goede begaanbaarheid van de bouwputbodem niet hoger reiken dan 0,3 m beneden het lokale ontgravingsniveau. Ten aanzien van eisen in de Waterwet mag de grondwaterstand ten hoogste 0,5 m onder ontgravingsniveau worden verlaagd;
- Dagelijks grondwaterstand controleren peilbuis tussen project en risicovolle object (weg). Bij verlagingen beneden het kritieke niveau dient actie ondernomen om de grondwaterstand te herstellen;
- Tenslotte dient de bemalingsinstallatie over voldoende capaciteit te beschikken. De bemalingsinstallatie dient voldoende instelbaar te zijn om te grote onttrekking/verlaging te voorkomen. Aanbevolen wordt te overleggen wie dit zal controleren/instellen en welke controle frequentie toegepast zal worden.

5.6 Actieprogramma

In het actieprogramma wordt beschreven welke stappen genomen moeten worden voor uitvoering bemaling:

1. Peilbuizen plaatsen in de watervoerende lagen;
2. Lozing mogelijkheden onderzoeken, waarbij mogelijk een monstername van het grondwater genomen dient te worden vanuit een peilbuis in het freatisch pakket (watervoerende laag 1). Dit monster dient te worden geanalyseerd op de parameters welke Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Waternet) zal vragen;
3. Zettingsberekening uitvoeren en bemalingsadvies herzien met definitieve uitgangspunten;
4. Opstellen bemalingsplan (belangrijk situatieschets met lozingspunt en onttrekkingspunten);
5. Indienen formulieren en documenten conform H5.1 bij bevoegd gezag;
6. Uitvoering bemaling;
7. Supervisie door bemalingsexpert, eenmalige inspectie na 1 à 3 dagen bemalen (controle juistheid berekening).

De bovenstaande punten, behalve uitvoering bemaling, kunnen door Loots Grondwatertechniek worden uitgevoerd, neem contact op met Erik Loots voor meer informatie.

Opgesteld door:

ing. E.J. Loots (06-53392188)

Loots Grondwatertechniek

9 mei 2018

Bijlage A - Dataherkomst

Geotechnische bodemopbouw

De geotechnische bodemopbouw is bepaald aan de hand van de volgende analyse:

- De hoogte van het maaiveld ter plaatste van de onderzoeklocaties is NAP + 1,47 m à NAP + 0,84 m;
- Vanaf NAP + 1,47 m à NAP + 0,84 m tot NAP + 0,1 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, los (onverzadigd met grondwater) ($\gamma=17\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP + 0,1 m tot NAP + 0 m à NAP -1,25 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, los (verzadigd met grondwater) ($\gamma=19\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP + 0 m à NAP -1,25 m tot NAP -1 m à NAP -2 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -1 m à NAP -2 m tot NAP -4,2 m à NAP -4,5 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 5-10%, dit wordt gerekend met veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -4,2 m à NAP -4,5 m tot NAP -7,5 m à NAP -8,5 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -7,5 m à NAP -8,5 m tot NAP -9,5 m à NAP -10 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 3 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1-2%, dit wordt gerekend met zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -9,5 m à NAP -10 m tot NAP -12 m à NAP -12,5 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -12 m à NAP -12,5 m tot NAP -12,5 m à NAP -13 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 5-10%, dit wordt gerekend met veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -12,5 m à NAP -13 m tot NAP -14 m à NAP -15 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -14 m à NAP -15 m tot NAP -17 m à NAP -18 m zijn conusweerstand (qc) gemeten kleiner dan 1 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 3-5%, dit wordt gerekend met klei, sterk zandig ($\gamma=19\text{kN/m}^3$);
- Vanaf NAP -17 m à NAP -18 m tot NAP -25 m à NAP -26 m zijn conusweerstand (qc) gemeten groter dan 8 MPa, met een wrijvingsgetal van circa 1%, dit wordt gerekend met zand, vast (verzadigd met grondwater) ($\gamma=21\text{kN/m}^3$);

De aangeleverde data zijn grotendeels consistent met data van voorgaande projecten/archiefdata. De interpretatie is gebaseerd op beperkte informatie van het project en aangenomen wordt dat de waarden welke opdrachtgever beschikbaar heeft gesteld op lange termijn representatief zijn.

[A] Vastgestelde parameters projectlocatie

De volgende parameters zijn afgeleid uit aangeleverde informatie en archiefonderzoek:

- Projectafmeting, ontgravingsdiepten, projectlocatie, bemalingsperiode;
- Geotechnische bodemopbouw en geotechnische categorie;
- Aanwezigheid van houten palen funderingen, funderingen op staal;
- Aanwezigheid van grondwaterbeschermingsgebied, openbaar groen/natuur, landbouw, natura 2000 gebied.

[B] Geraamde parameters op basis van meerdere gegevensbronnen

De volgende parameters zijn bepaald aan de hand van meerdere gegevensbronnen, dit zijn vaak ervaringen in de nabijheid van de projectlocatie. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij voor elke parameter de minst gunstige waarde wordt gehanteerd. Er valt vaak winst te halen door deze parameters nader te bepalen. De volgende parameters zijn geraamd:

- Geotechnische bodemonderzoeken, afstand tussen de onderzoekslocaties is 10 à 25 m. Gekozen is om te rekenen met de minst gunstige bodemopbouw;
- Geohydrologische parameters, geraamd op basis van Dinoloket, grondwaterkaart, boorbeschrijving;
- De maatgevende (gemiddeld hoogste/laagste) grondwaterstand;
- Aanwezigheid van archeologische objecten, grondwaterverontreinigingen, infrastructuur;
- Zoet-/zout grensvlak.

[C] Geraamde parameters op basis van ervaring

De parameters in dit hoofdstuk zijn niet direct af te leiden uit beschikbare gegevensbronnen. Hierbij wordt gekozen voor een conservatieve benadering waarbij elke parameter wordt bepaald conform Eurocode [1] en ervaring. De volgende parameters zijn geraamd:

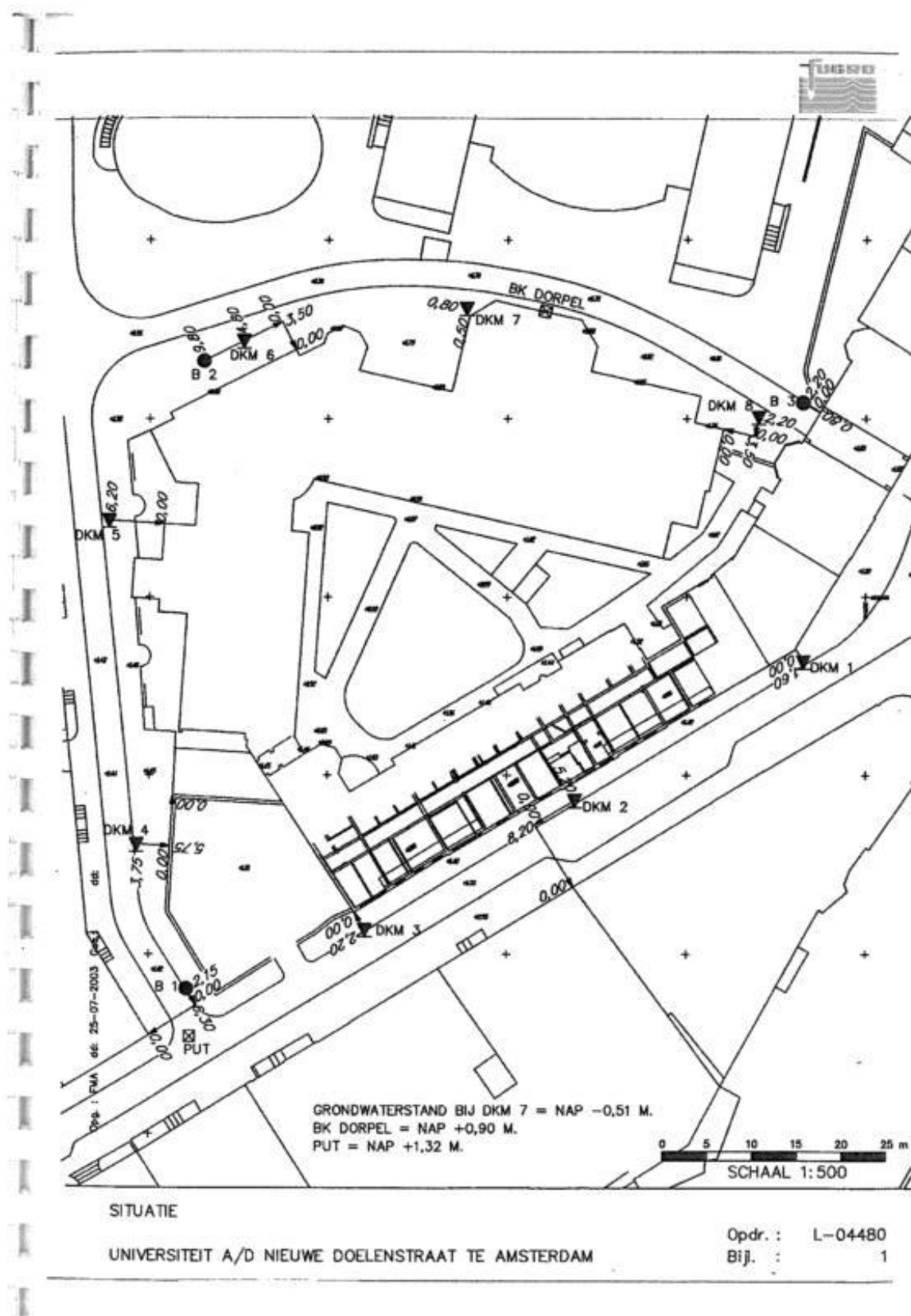
- Damwandlekkage;
- Grondwateraanvulling is vastgesteld op 225mm/jaar;
- De volumieke gewichten betreffen een raming op basis van ervaring. Om meer inzicht te verkrijgen in de volumieke gewichten kunnen grondmonsters worden gestoken waarvan in het laboratorium de volumieke gewichten worden bepaald. Belastingen worden beschouwd als blijvend, dit betekent dat de maatgevende grondwaterstand bepaald moet zijn (worst-case) en/of maatregelen ten aanzien van monitoring moet worden toegepast voor en/of tijdens bemalen.

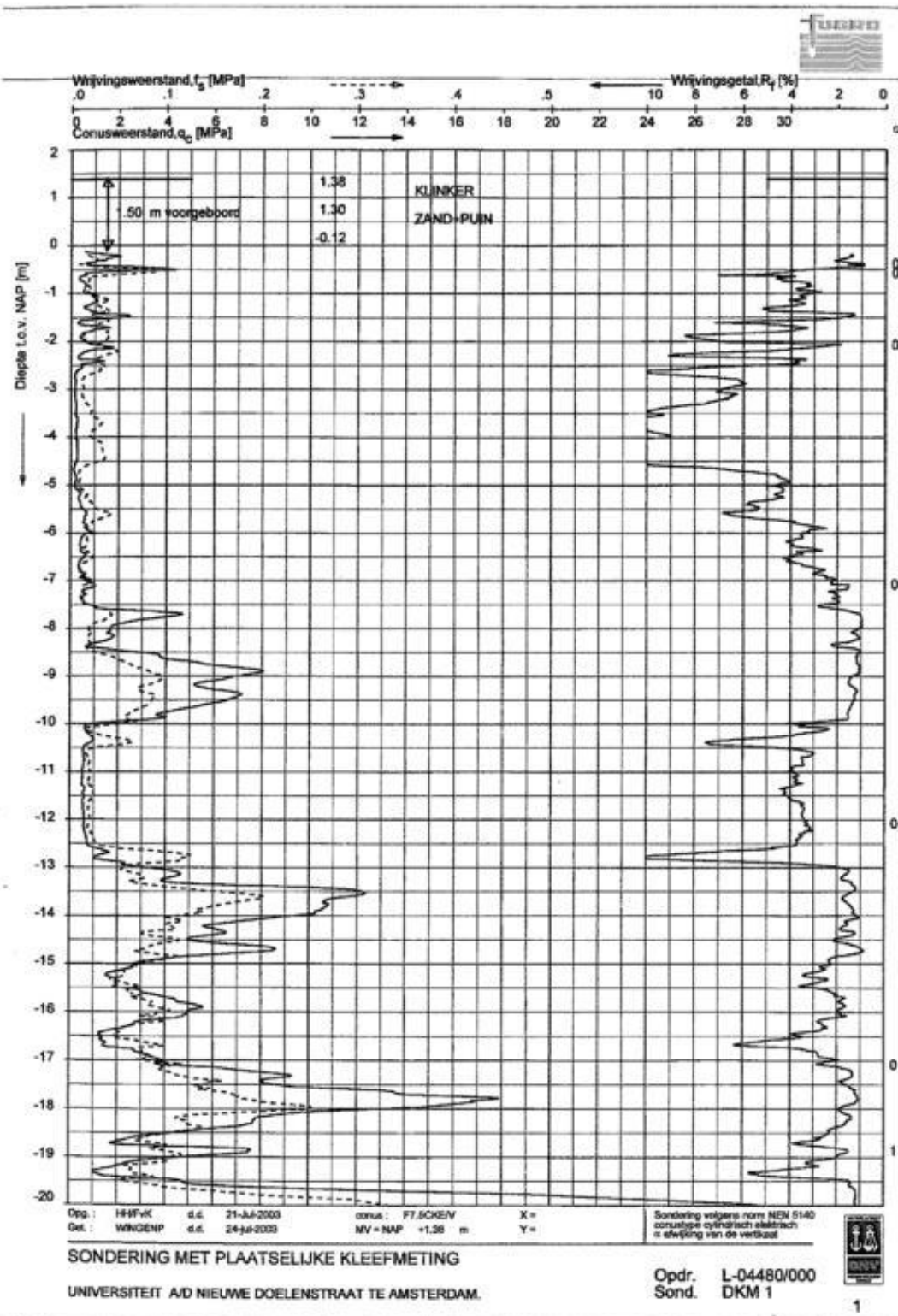
[D] Ontbrekende parameters

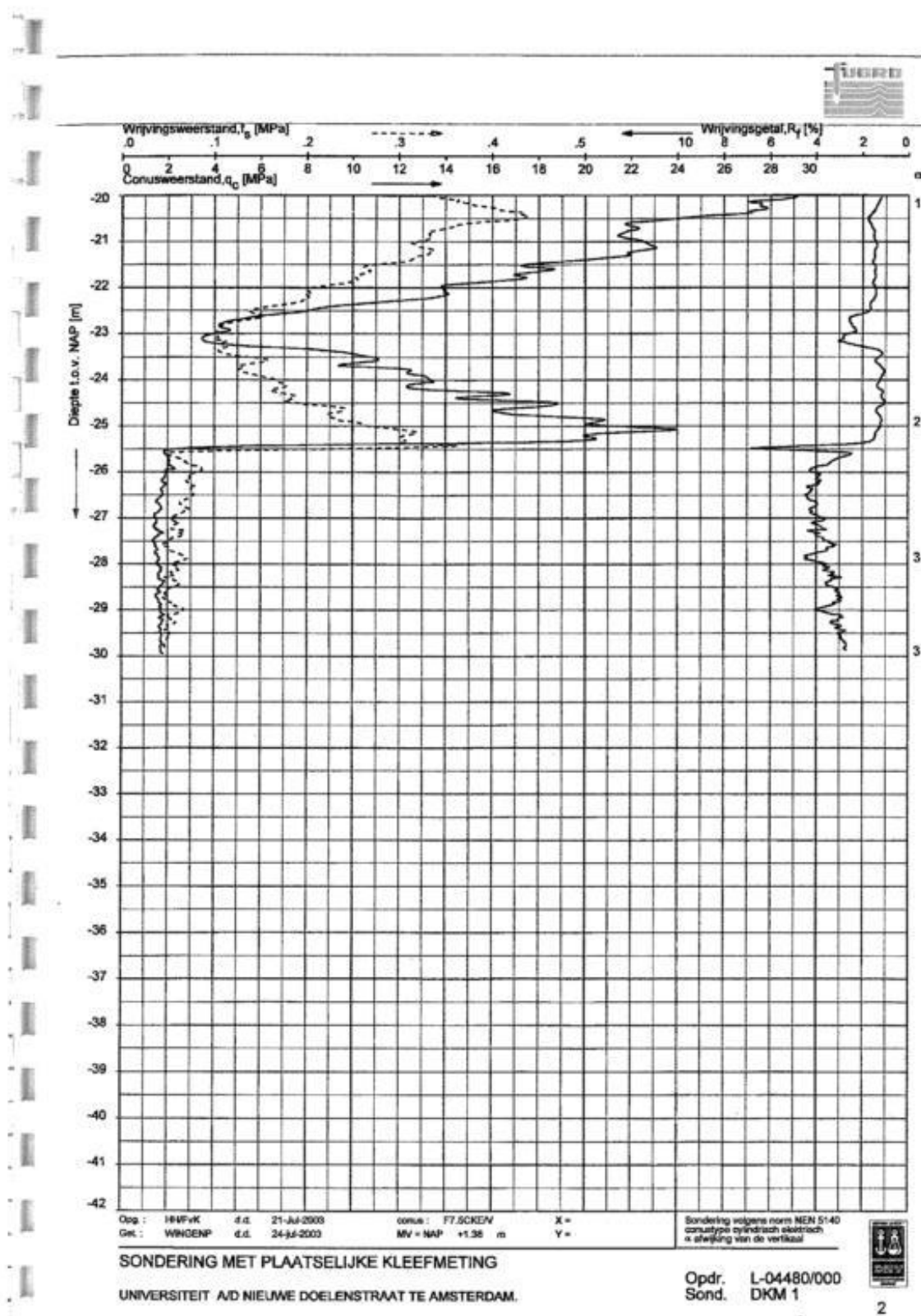
Na het opstellen is gebleken dat de volgende parameters niet of slecht zijn te bepalen:

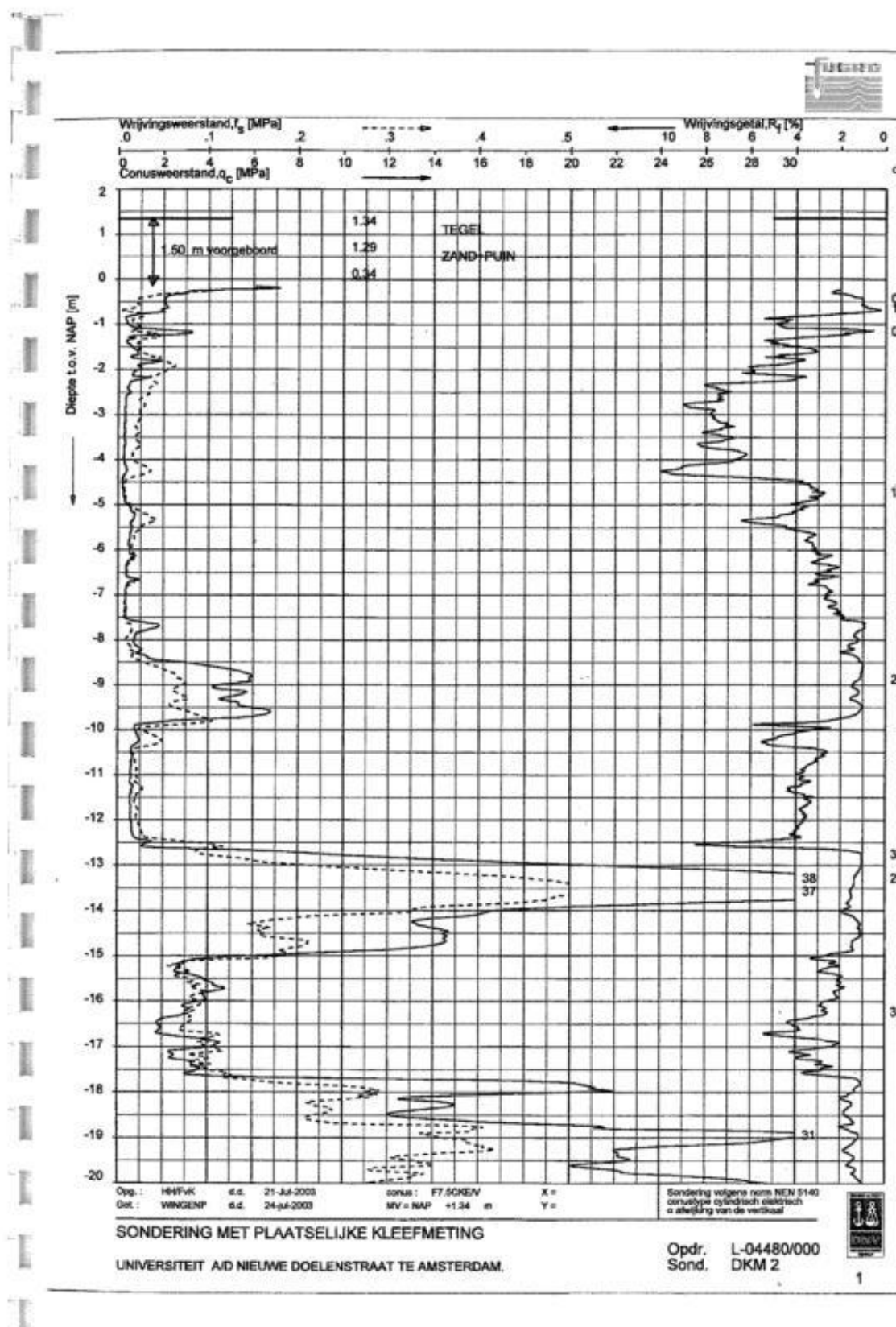
- De actuele grondwaterstand;
- Grondwaterkwaliteit.

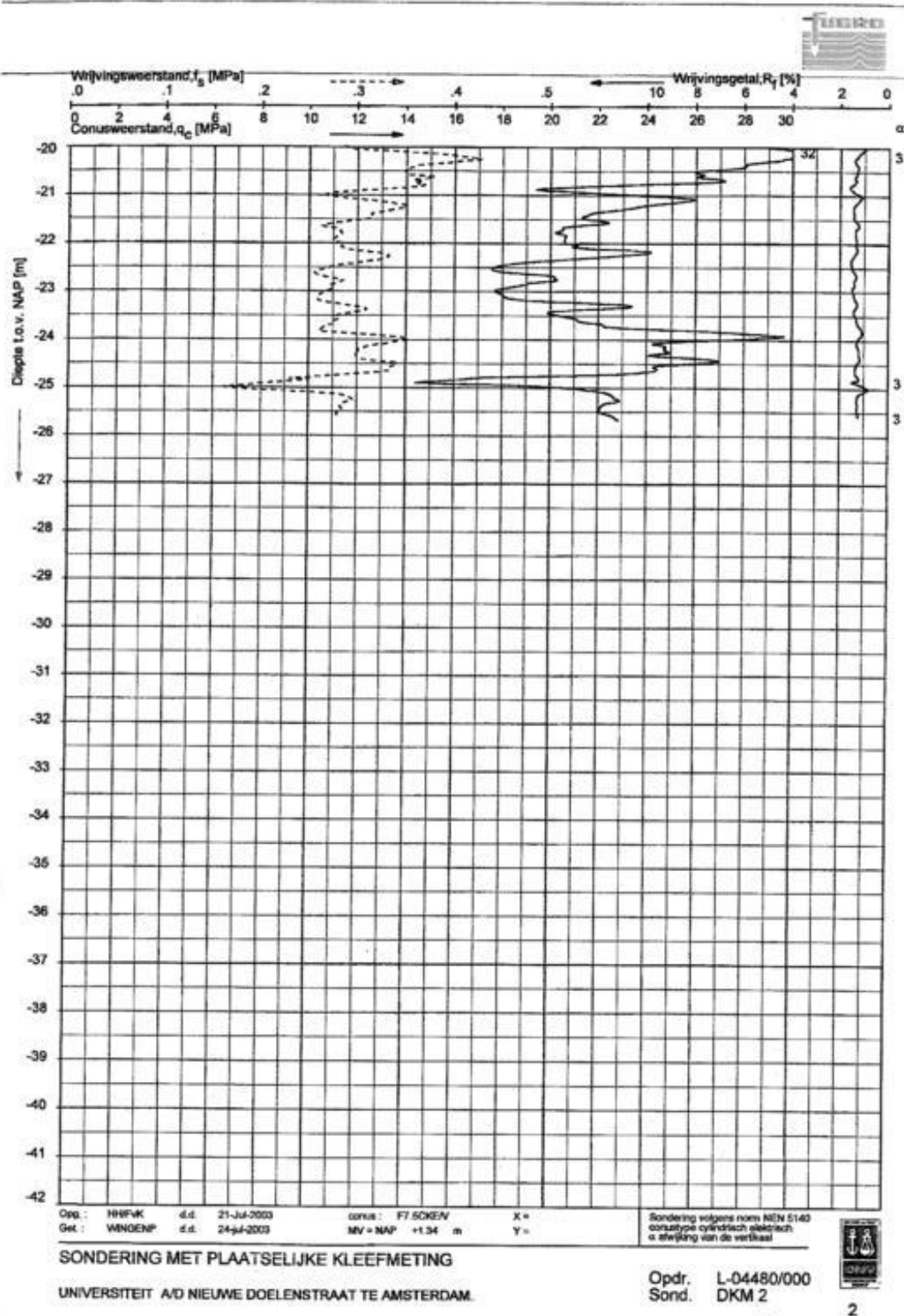
Bijlage B - Grondonderzoek

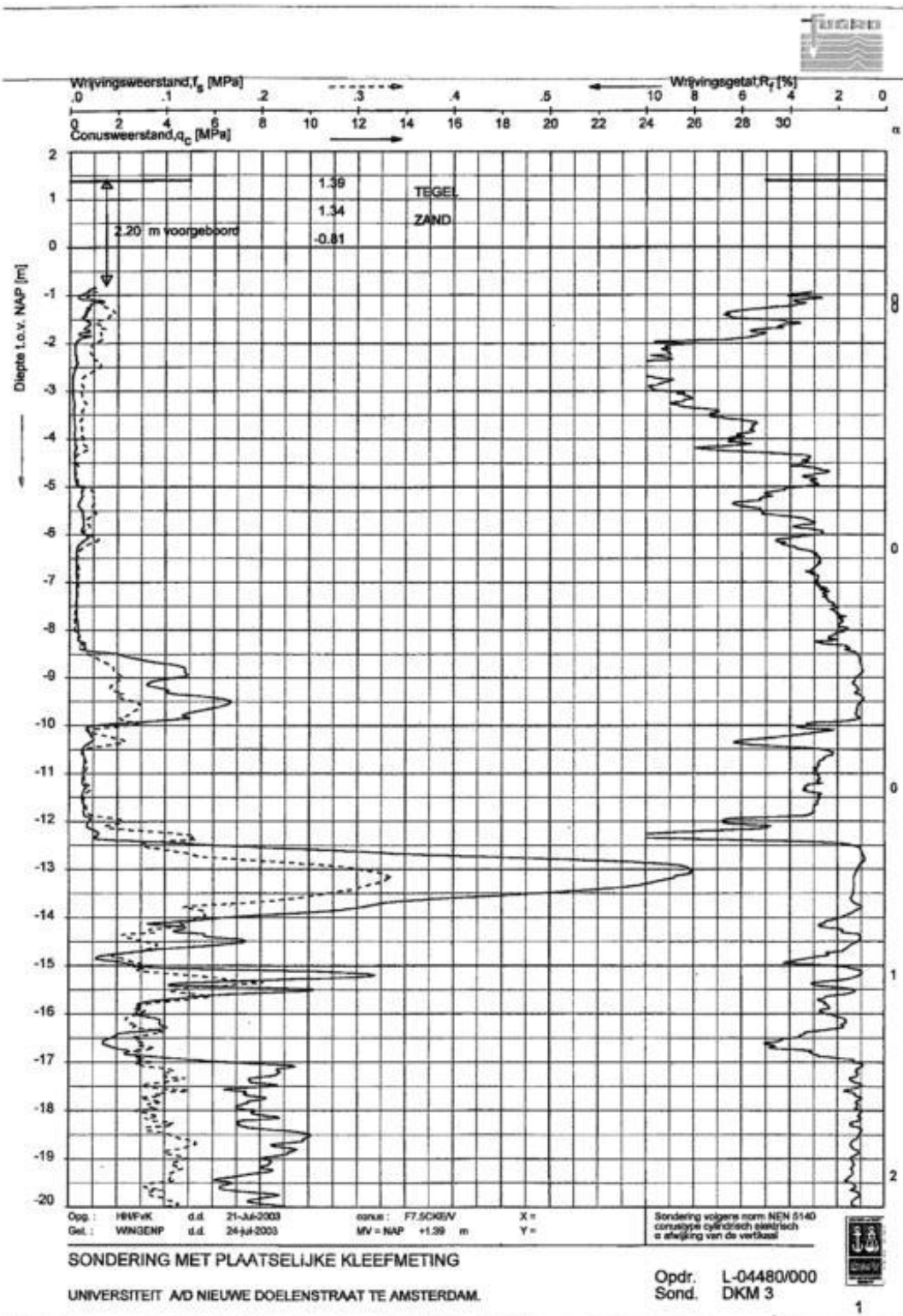


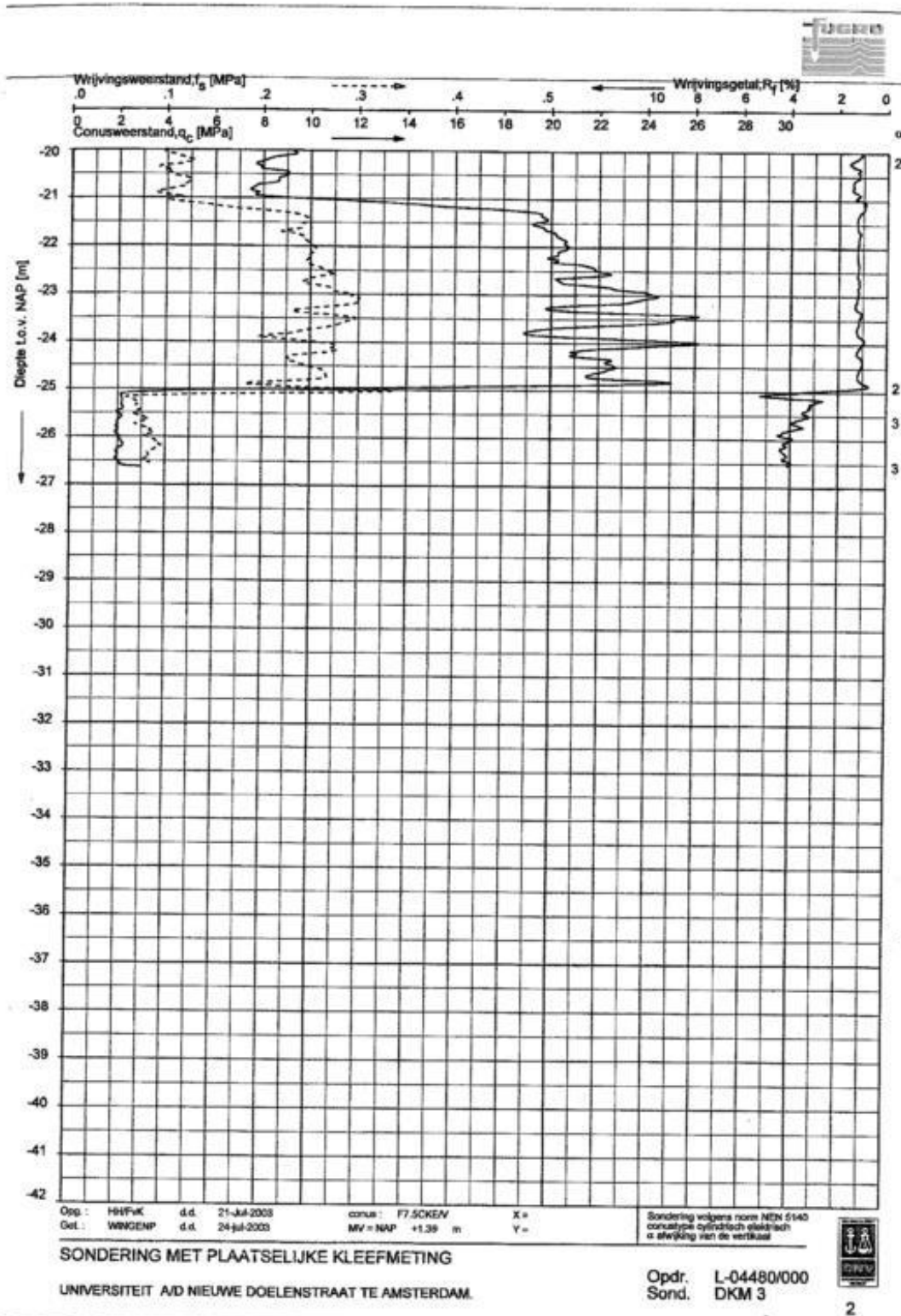


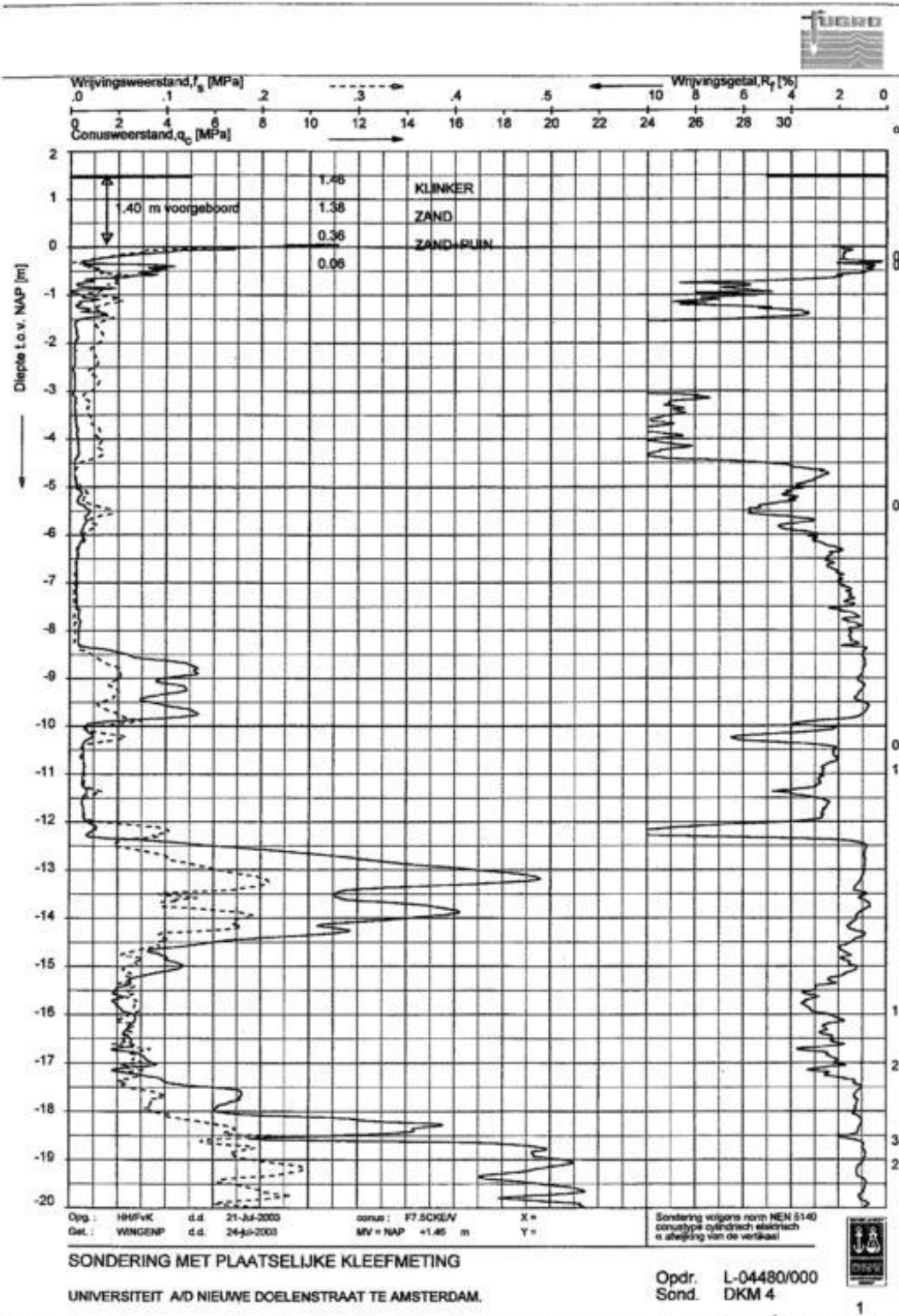


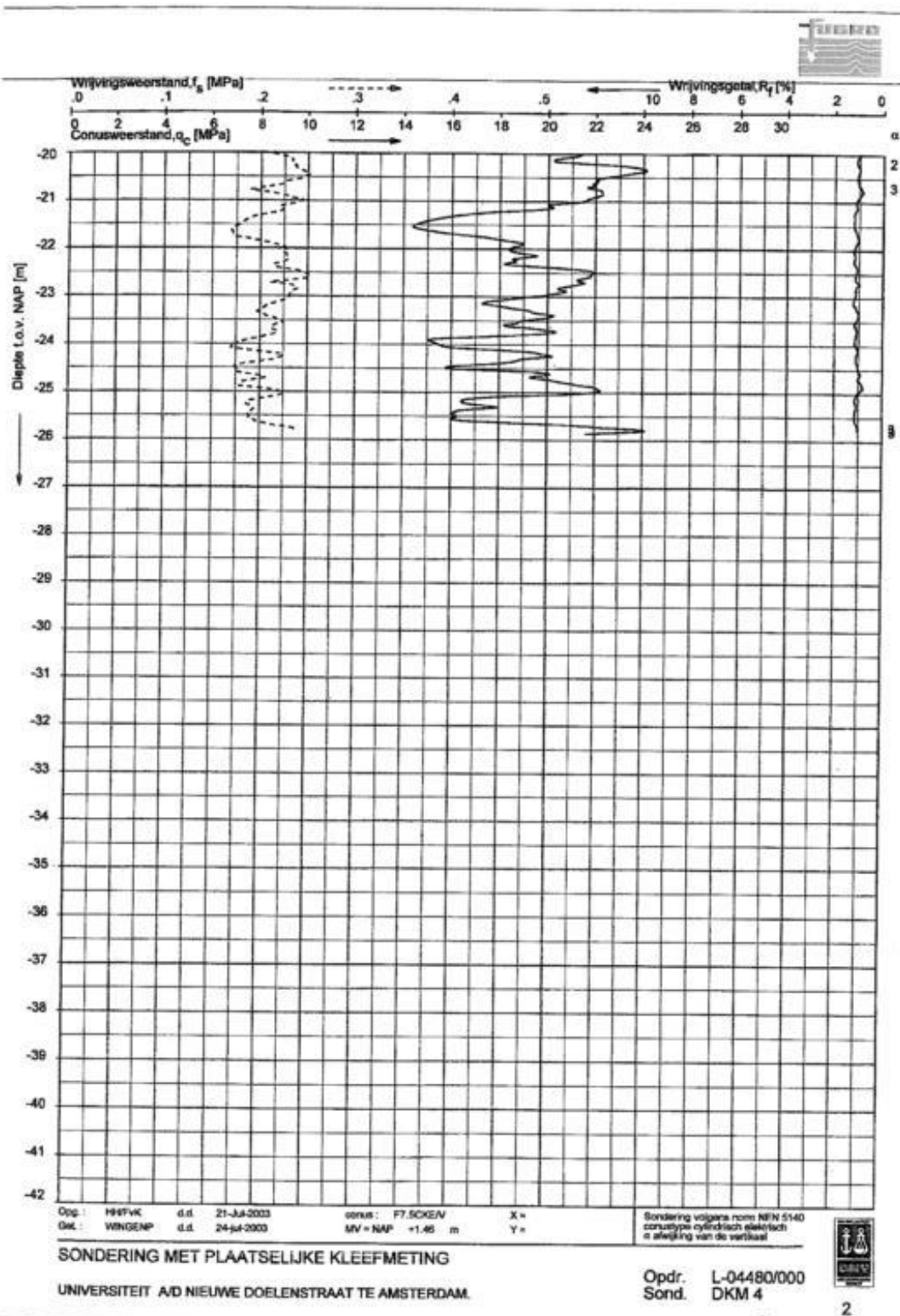


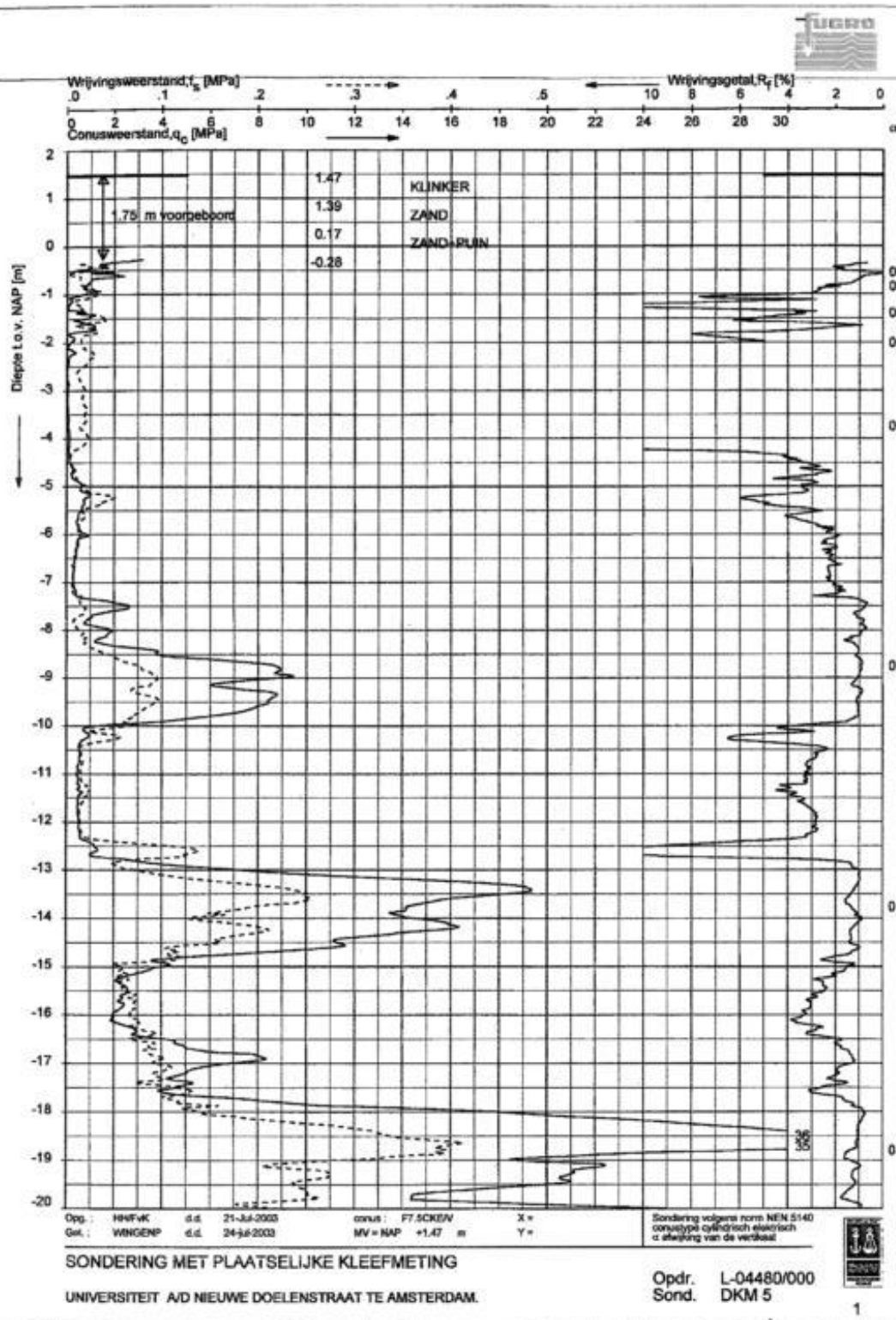


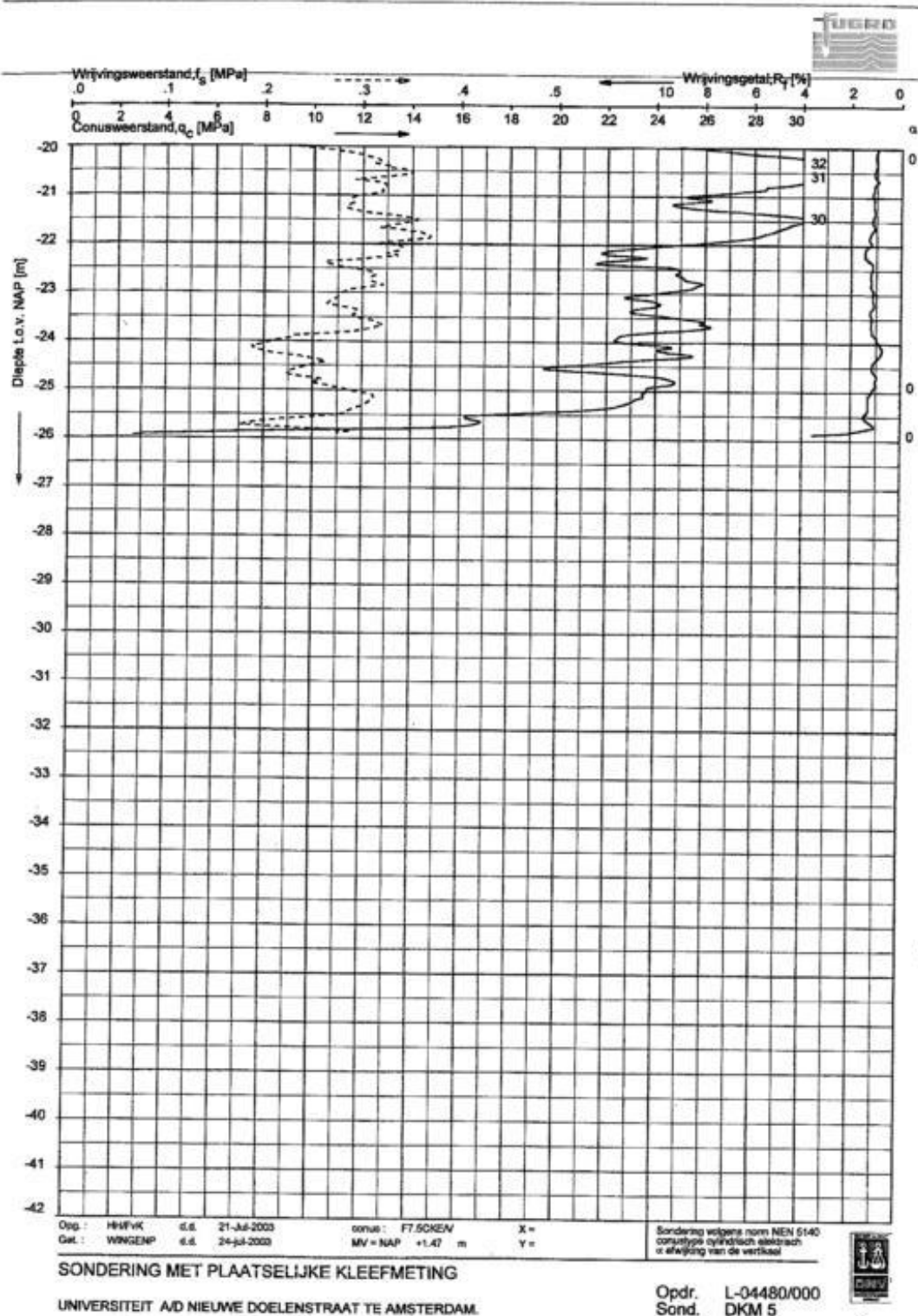


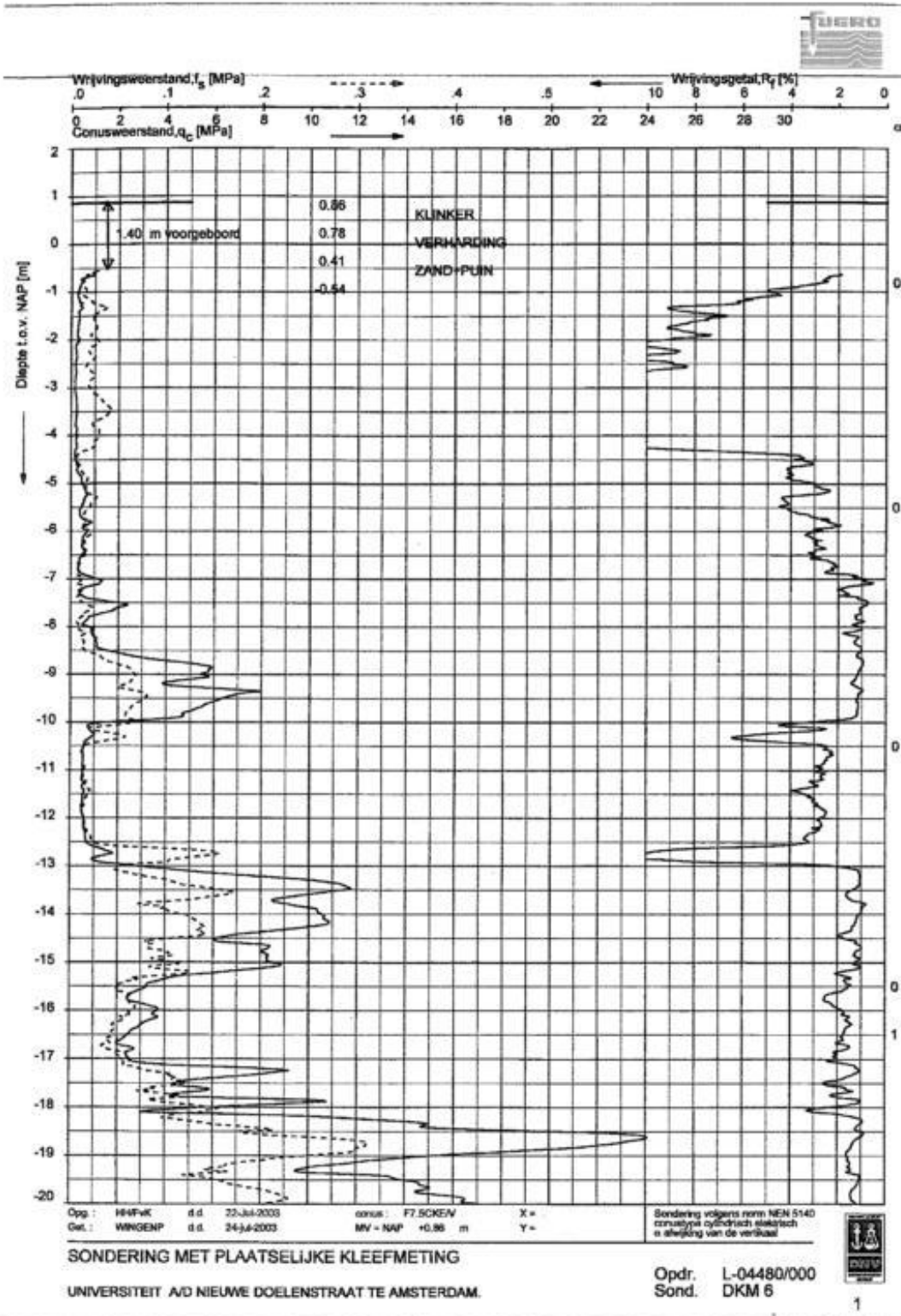


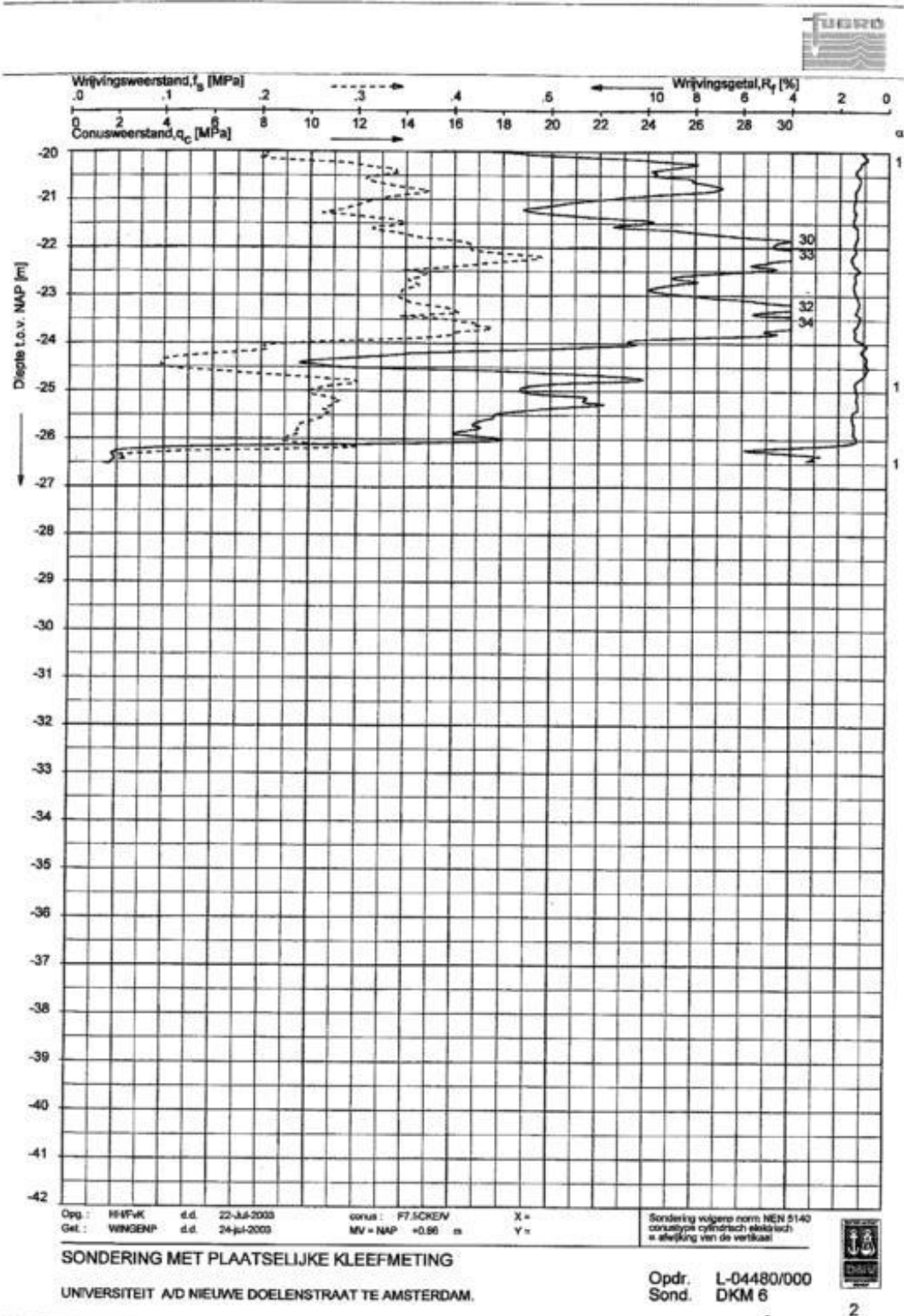


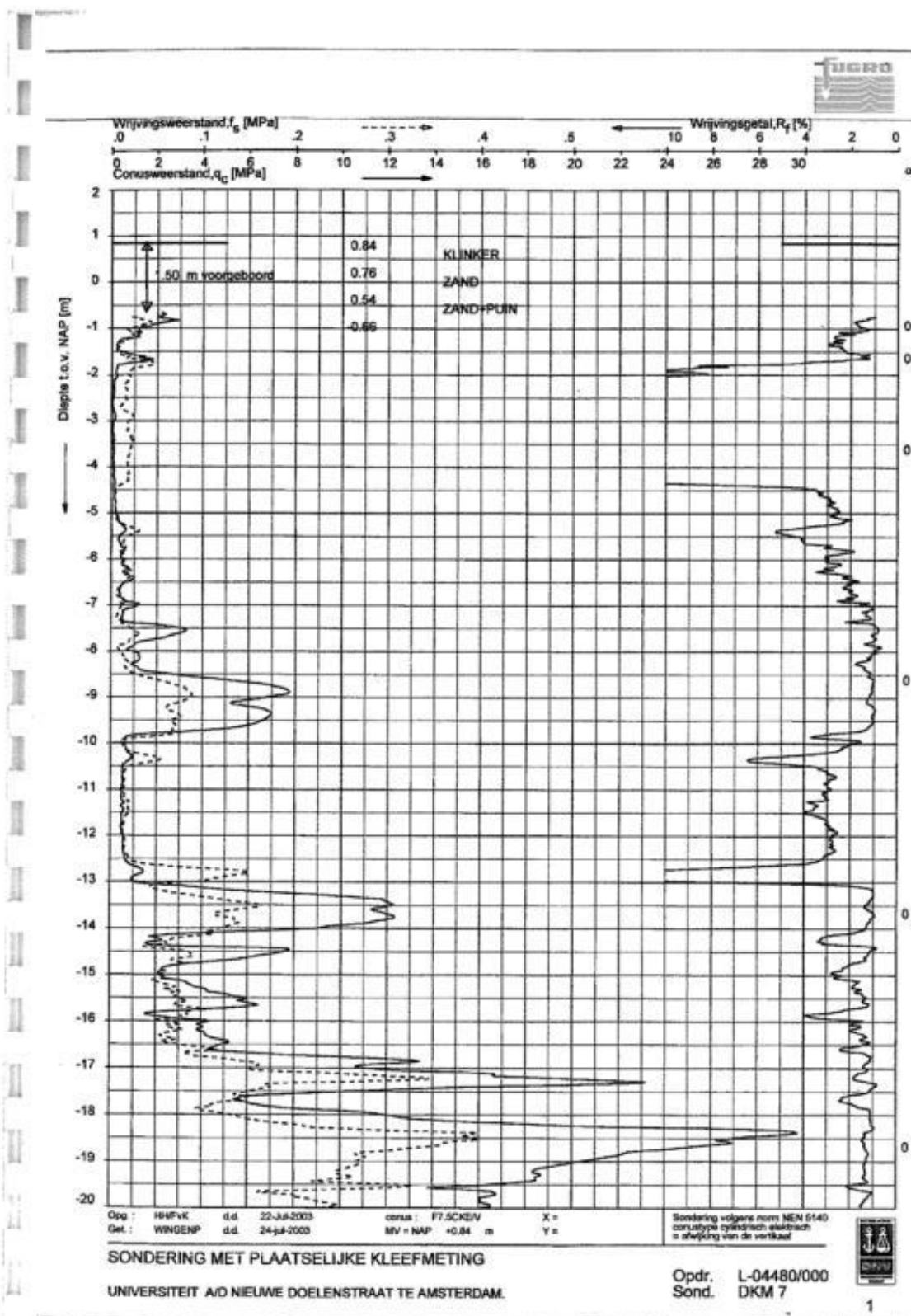


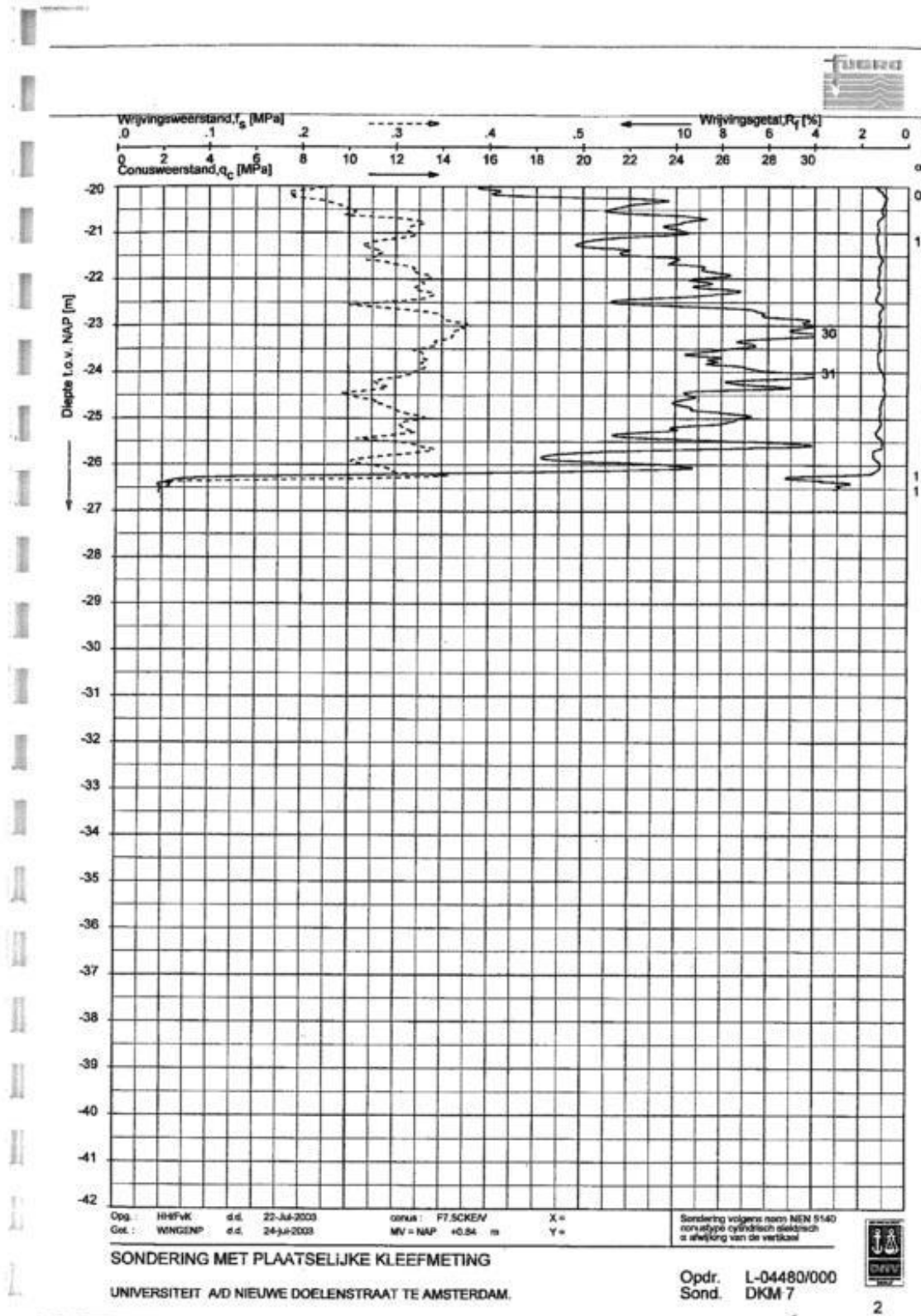




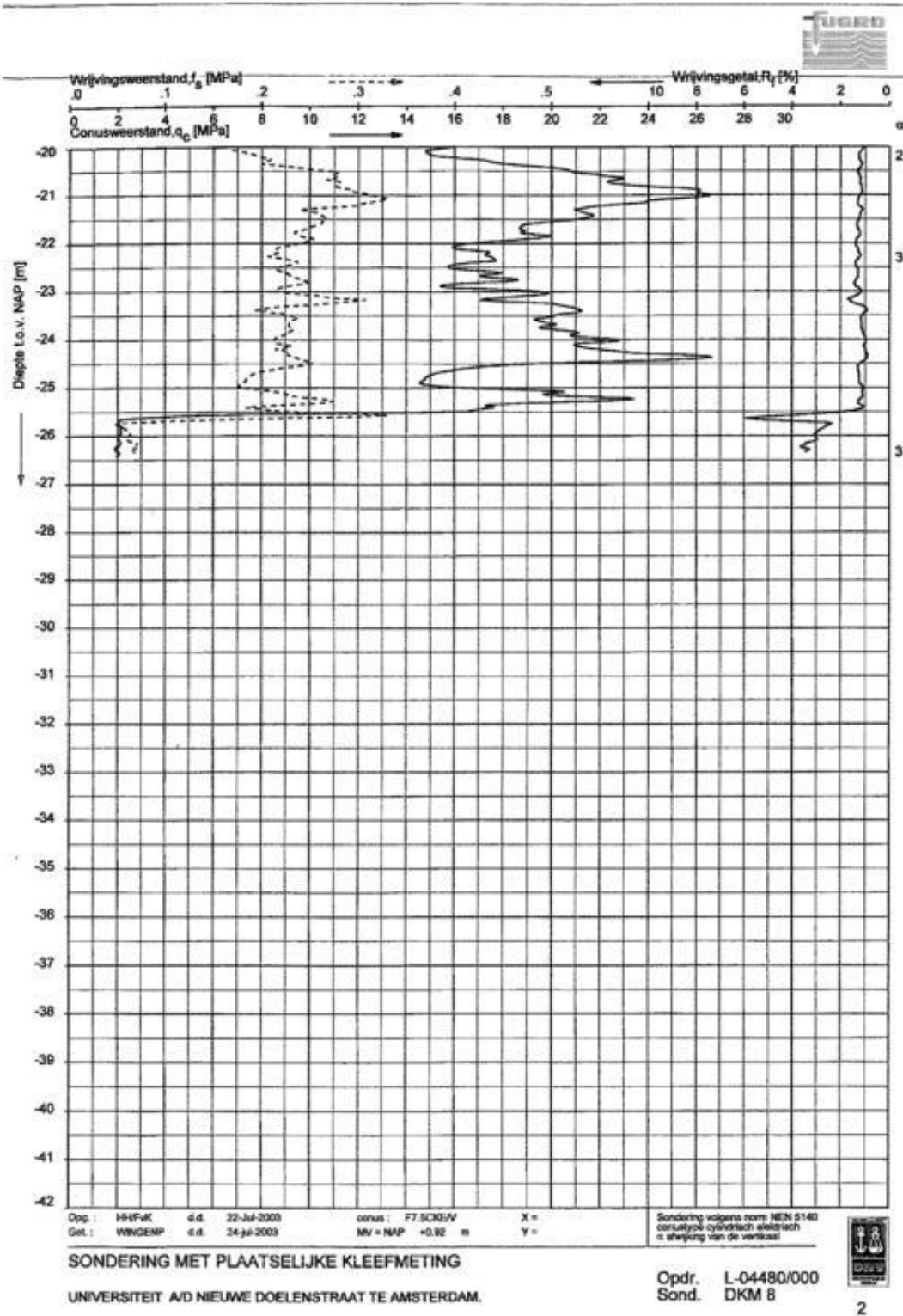




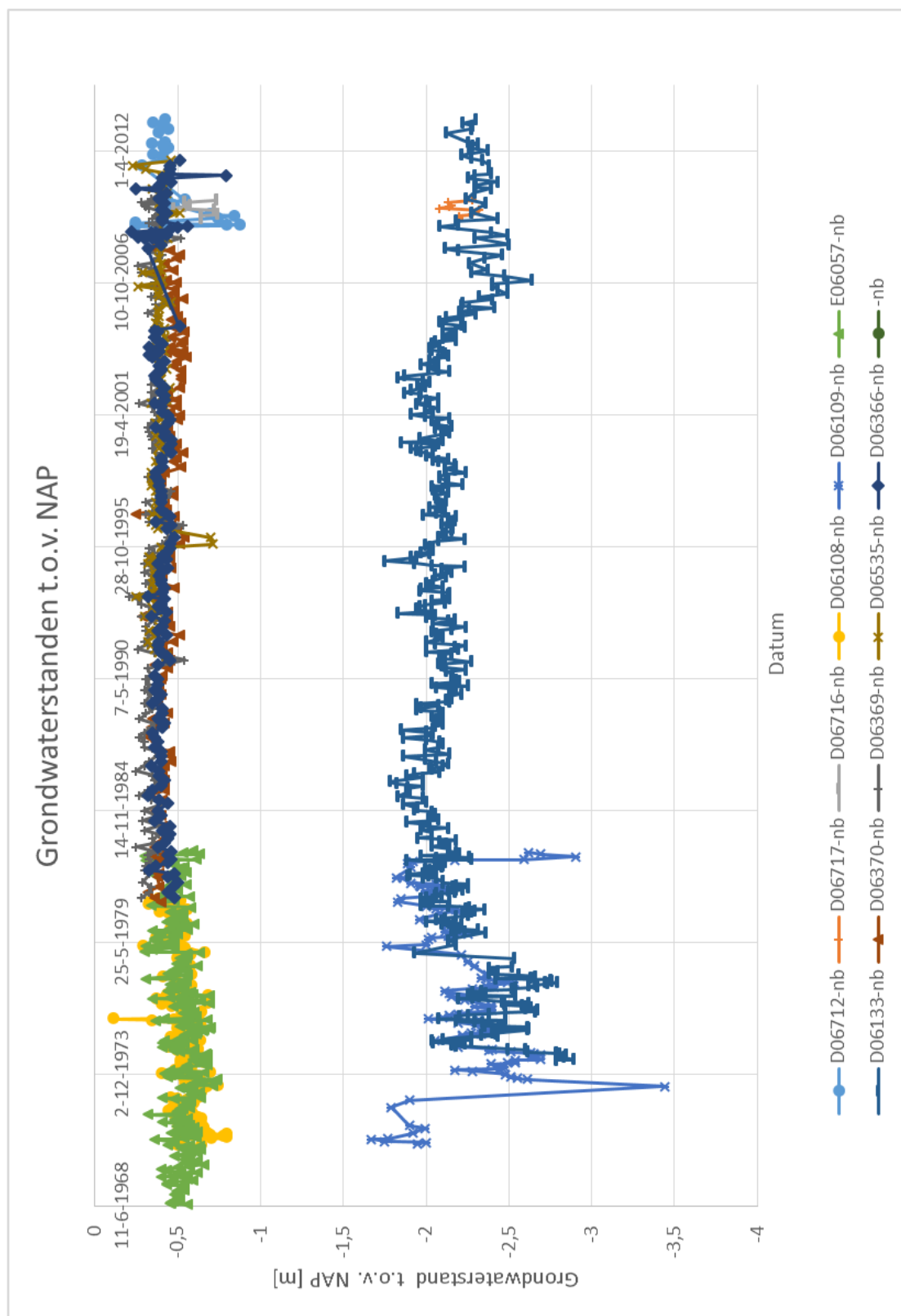






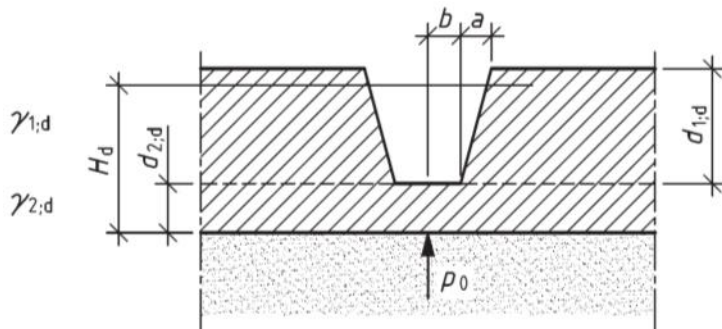


Bijlage C - Grondwaterstanden



Bijlage D - Verticaal evenwichtsberekening

Om te bepalen of de bouwputbodem kan opbarsten en ter voorkoming van welvorming dient de verticale stabiliteit te worden bepaald conform NEN 9997-1+C1:2012, theorie van Boussinesq; $u_{z;d} \leq \gamma_{2;d} \times d_{2;d} + f \times \gamma_{1;d} \times d_{1;d}$ [1]. Bij een bemaling van een relatief kleine bouwput of een smalle sleuf dragen de grondlagen aan weerszijden van de ontgraving bij tot een extra neerwaartse gronddruk. Dit heeft een gunstig effect ten aanzien van de veiligheid. In deze bijlage zijn de evenwichtsberekeningen toegevoegd.



Figuur 7 - Opbarsten van de bodem van een sleuf [1]

Tabel C2 verticaal evenwicht - bij ontgravingsniveau NAP -3 m

2 x b	Sleufbreedte [m]	50
a	Hellingbreedte [m]	0.02 ontgraven onder een talud van 1:0.01
	Ontgravingsniveau	-3.00 m+NAP

NEN 9997-1+C1:2012, theorie van Boussinesq. Cursieve tekst is gecorrigeerde massa (boven ontgravingsniveau)

Onderzijde [m t.o.v. NAP]	Bodemsoort	Dikte laag [m]	Volumieke massa [kN/m³]	Kritieke grondwaterstand m t.o.v. NAP	Benodigde verlaging [m]
-1.00	Niveau start				
-4.2	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)	1.20	13.01		
-7.5	klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)	3.30	50.49		
-7.5	Opbarstniveau 1		totaal 63.5	-1.03	0.73
	zand, sterk siltig/kleilig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$)	2.00	36.00		
-9.5					
-12	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)	2.50	40.50		
-12.5	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)	0.50	5.40		
-12.5	Opbarstniveau 2		totaal 145.4	2.32	geen

Tabel C2 verticaal evenwicht - bij ontgravingsniveau NAP -5,9 m

2 x b	Sleufbreedte [m]	50	
a	Hellingbreedte [m]	0,05	ontgraven onder een talud van 1:0,01
	Ontgravingsniveau	-5,90	m+NAP

NEN 9997-1+C1:2012, theorie van Boussinesq. Cursieve tekst is gecorrigeerde massa (boven ontgravingsniveau)

Onderzijde	Bodemsoort	Dikte laag	Volumieke massa	Kritieke grondwaterstand	Benodigde verlaging
[m t.o.v. NAP]		[m]	[kN/m ²]	m t.o.v. NAP	[m]
-1,00	Niveau start				
-7,5	klei, matig ($\gamma=17\text{kN/m}^3$)	1,60	24,48		
-7,5	Opbarstniveau 1		totaal 24,5	-5	4,7
-9,5	zand, sterk siltig/kleiig (verzadigd met grondwater) ($\gamma=20\text{kN/m}^3$)	2,00	36,00		
-12	klei, zwak zandig, matig ($\gamma=18\text{kN/m}^3$)	2,50	40,50		
-12,5	veen, matig (matig voorbelast) ($\gamma=12\text{kN/m}^3$)	0,50	5,40		
-12,5	Opbarstniveau 2		totaal 106,4	-1,66	geen