

Ontwerpadvies bemaling, WPB Vlierden

Bronweg 3 te Vlierden

Ontwerpadvies bemaling, WPB Vlierden

Bronweg 3 te Vlierden

Rapportnummer: AMV250331.009.R1/RKR

Datum: 22 september 2025

Naam opdrachtgever: Brabant Water N.V. - Winningen, de heer [REDACTED]

Adres opdrachtgever: Postbus 1068 5200 BC te 'S-HERTOGENBOSCH

Contactpersoon

Aelmans Milieu:

De heer ing. [REDACTED]

Collegiale toets:

De heer ing. [REDACTED]



CO₂ BEWUST
Certificatie volgens de
CO₂ Prestatieladder
www.nl.sgs.com/nec



Inhoud

1	Inleiding.....	1
2	Projectinformatie	3
3	Schematisering van de ondergrond	5
3.1	Uitgevoerd grondonderzoek	5
3.2	Geotechnisch profiel	6
3.3	Veldtesten waterdoorlatendheid	6
3.4	Geohydrologische schematisering	8
3.5	Grondwaterstanden en stijghoogten	9
4	Ontwerpadvies bemaling	12
4.1	Algemeen.....	12
4.2	Bemalingssysteem	13
4.3	Prognose van het debiet.....	14
5	Invloed op de omgeving	18
5.1	Algemeen.....	18
5.2	Verlaging van de grondwaterstand	18
5.3	Zettingen	19
5.4	Landbouw, natuur en stedelijk groen.....	20
5.5	Invloed op zoet/zout grensvlak	21
5.6	Invloed op waterwin-/grondwaterbeschermingsgebied.....	22
5.7	Overige grondwateronttrekkingen.....	23
5.8	Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen	23
6	Regelgeving bouwput bemaling.....	25
6.1	Omgevingswet.....	25
6.2	Onttrekken van grondwater	25
6.3	Lozen van bronneringswater	27
7	Conclusie en aanbevelingen	30

Figuur 1-3 Ligging onderzoek locatie met situering sondeer- en boorpunten

Bijlage 1 Relevante delen grondonderzoek

Bijlage 2 Meetwaarden veldtesten en uitwerking middels Hooghoudt

Bijlage 3 Input bemaling bouwkunde

Bijlage 4 Voorbeeld modelberekening Dupuit et al [PP010]

Bijlage 5 Uitvoering WPB Vlieden, planning t.b.v. gelijktijdigheid onderdelen

1 Inleiding

Aelmans Milieu heeft van de heer [REDACTED] namens Brabant Water N.V. - Winningen, het verzoek gekregen een bemalingsadvies op te stellen in het kader van de reconstructiewerken voor WPB Vlierden aan de Bronweg 3 te Vlierden.

Het ten grondslag liggende grondonderzoek is uitgevoerd door onze eigen dienst. Dit rapport bevat het op de resultaten van het voornoemde grondonderzoek gebaseerde ontwerpadvies voor de bemaling van onder andere de realisatie van de winputten PP114, PP115 + PP155 alsmede PP116 + PP156. Op verzoek wordt in onderhavige versie de realisatie van 2 extra winputten geëvalueerd.

Uitvraag/opdracht van Brabant Water afdeling Winningen:

- Voor het opstellen van het bemalingsadvies zal inzicht moeten worden verkregen in de bodemgesteldheid en de waterdoorlatendheid van de bodem.
- Op onderhavige locatie Vlierden wordt géén nieuwbouw voorzien waarvoor een ontwerpadvies fundering benodigd is. Wij stellen voor in het werkgebied 3 diepsonderingen (CPTe) te verrichten om sec inzicht te verkrijgen in de bodemopbouw dieper dan 5 meter beneden maaiveld. In het werkgebied van de voorziene winputten plaatsen wij nog (in totaal) 3 sonderingen/boringen/peilbuizen ter verificatie van de bodemopbouw en het verzamelen van grondwaterdata. Ter hoogte van de 3 diepe sonderingen zullen wij dan ook nog de waterspanning meten met een dissipatietest op einddiepte. In het kader van het milieu hygiënisch onderzoek worden ook nog 13 boringen geplaatst tot op maximaal maaiveld - 4,4 meter, ook de boorlogs in dezen zullen wij gebruiken ter verificatie van de grondslag ter plaatse.
- Tijdens het sonderen kan naast het meten van weerstand en wrijving de in het sediment aanwezige waterspanning worden gemeten. Deze waterspanning kan op diverse posities op de conus worden gemeten. De gemeten waarden op de verschillende posities zelf en het verschil in gemeten waarden tussen twee punten op de conus, geeft een indicatie van de aanwezige waterspanningen in een sediment matrix. Dit is niet alleen een actuele waterspanning, maar mogelijk tevens een waterspanning die is opgebouwd onder druk van vroegere omstandigheden. Hierbij valt te denken aan extra drukken opgebouwd tijdens Glacialen in het verleden.
- Opgemerkt wordt dat waarschijnlijk niet de werkelijke (paleo-)waterspanningen worden gemeten, maar de reactie op het indringen van de conus in het sedimentmatrix. De waterspanningen zijn deels een reactie op deze indringing, waarbij het sediment rondom de conus in elkaar wordt gedrukt, waarbij het water als onsamendrukbaar wordt beschouwd.
- Het type grond dat wordt aangetroffen tijdens de sondering bepaalt hoeveel wateroverspanning wordt opgebouwd tijdens de sondering en ook de tijd die nodig voor die opgebouwde druk om af te nemen. In vrij doorlatende materialen, zoals schoon zand en grind, kan de waterspanning wegvloeien voor de bewegende conus. Dit betekent dat er weinig, zo niet geen, wateroverspanning wordt gegenereerd en de gemeten dynamische waterspanning vrijwel gelijk zal zijn aan de hydrostatische waterspanning. Dat heeft als gevolg dat een dissipatietest in zand snel voltooid zal zijn. Het kan zelfs zo snel zijn dat tegen de tijd dat de sondeerbuizen los geklemd zijn, de wateroverspanning al volledig is weggevoerd.
- Bij een maaiveldhoogte van omstreeks NAP +25,5 m verwachten wij tussen circa NAP +22 m en NAP +16 m klei(lagen) [SYkl + WAKl] aan te treffen (gelaagde bodemopbouw welke 5 tot 6 meter dik is). Bij deze matrix (zand op klei op zand) zien wij een toegevoegde waarde voor waterspanningsmetingen op deze locatie, en stellen wij vooralsnog voor 3 metingen met piëzoconus te verrichten met een dissipatietest op einddiepte.

- *Dezelfde afweging willen wij dan ook maken voor het dichtgrouten van de sondeergaten; omdat wij ter plaatse waterremmende lagen verwachten (SYkl + WAKl, binnen de geviseerde diepte) is dichtgrouten opportuun. Het nadrukken van casingbuizen tot op (eind)diepte teneinde kleipluggen te plaatsen is trouwens geen sinecure, hetgeen zich dan ook manifesteert in een hoge verrekenprijs. Na ampel overleg (d.d. 18 juli 2024) is besloten maximaal de bovenste 14 meter in het profiel dicht te grouten.*
- *Om een zo goed mogelijk beeld te krijgen en advies te kunnen geven was/is ons voorstel om onderstaande werkzaamheden uit te voeren:*
 - *Maken van 3 diepsonderingen (CPT, 200kN) tot maximaal 25 m -mv;*
 - *Waterspanning meten bij de 3 sonderingen met dissipatietest op einddiepte;*
 - *Metten van grondwaterstand in sondeergaten;*
 - *Maken van 3 geotechnische boringen/sonderingen tot op een diepte van maximaal 5 m -mv. Identificatie van de geroerde monsters conform NEN-EN-ISO14688-1, beschrijvingsklasse B2;*
 - *3 boringen afwerken met peilbuis (HDPE 32/25 mm + grind en bentoniet) en leveren/plaatsen perkoenpalen rondom peilbuis;*
 - *Peilen grondwater 1x direct na plaatsing peilbuizen;*
 - *CH of FH-test (incl. berekening k-waarde) ter plaatse van de 3 sonderingen/boringen/peilbuizen.*

2 Projectinformatie

Het betreft de locatie WPB Vlierden aan de Bronweg 3 te Vlierden in de gemeente Deurne.

Ten behoeve van dit project zijn de volgende documenten beschikbaar gesteld:

- BRABANT WATER, projectnummer F-525-2022-004, tekeningnummer C-122-801-VO001, d.d. 06-01-2025, WATERPRODUCTIEBEDRIJF VLIERDEN, terrein topografisch overzicht.
- BRABANT WATER, projectnummer F-525-2022-004, tekeningnummer C-122-801-VO002, d.d. 06-01-2025, WATERPRODUCTIEBEDRIJF VLIERDEN, terrein topografisch overzicht, technisch.
- BRABANT WATER, projectnummer F-525-2022-004, tekeningnummer C-122-801-VO003, d.d. 06-01-2025, WATERPRODUCTIEBEDRIJF VLIERDEN, terrein topografisch overzicht, werkgebieden.
- BRABANT WATER, tekeningnummer C-10-BTE-103, d.d. 29-04-2011, PRINCIPETEKENING WINPUT, BLAD 1; WINPUTKELDER, plattegronden, doorsneden + details.
- NV WATERLEIDING MIJ NOORD WEST BRABANT, tekeningnummer 2470, d.d. 19 november 1957, PUTKELDER BETONCONSTRUCTIES, plattegronden, doorsneden + details.
- BRABANT WATER, tekeningnummer C-122-801-DO005, d.d. 07-03-2025, WPB VLIERDEN, terrein, topografisch overzicht, vergunningen, situatie, plattegrond.
- BRABANT WATER, tekeningnummer C-122-801-DO006-1, d.d. 07-03-2025, WPB VLIERDEN, terrein, situatie, detail GWB/WP PP114.
- BRABANT WATER, tekeningnummer C-122-801-DO006-2, d.d. 07-03-2025, WPB VLIERDEN, terrein, situatie, detail GWB/WP PP115-PP155.
- BRABANT WATER, tekeningnummer C-122-801-DO006-3, d.d. 07-03-2025, WPB VLIERDEN, terrein, situatie, detail GWB/WP PP116-PP156.
- BRABANT WATER, input bemaling bouwkunde (nieuw).
- BRABANT WATER, planning ten behoeve van bepalen gelijktijdigheid onderdelen (nieuw).

Uit deze documenten en aanvullende informatie van de opdrachtgever volgt dat in het genoemde gebied nu 5 nieuwe winputten worden gerealiseerd, met daarbij komende werkzaamheden. Betreffende uitgangspunten zijn 1-op-1 overgenomen uit de uitvraag van opdrachtgever van 11 oktober 2024:

- Het amoveren van 3 bestaande winputten (en onderstations).
- Het vervangen van winkelders.
- Voor het boren van nieuwe winputten is een boorplateau benodigd van 25 x 25 m. Dit moet vlak zijn en ontdaan van bomen en struiken (inclusief verwijderen stobben).
- Plaatsen winputkelders.
- Aanleggen van werkplateau's, bronpaden en overige paden (half verharding).
- Rooien en aanleggen van het nieuw leidingwerk en kabels. De posities van kabel- en leidingen worden gesitueerd onder de nieuwe aan te leggen half verharding.

- Bronnering, uitgangspunten hierbij zijn:
 - Aanlegdiepte leidingen: ca. 1,5-2 m -mv.
 - Aanlegdiepte kabels: ca. 1 m -mv.
 - Ontgravingsdiepte winputkelders: ca. 2 m -mv.
 - Ontgravingsdiepte half verharding: ca. 0,3 m -mv.
 - Bemalen tot ca. 0,5 m onder aanlegniveau.
 - Voor de omvang van de bouwput dient 0,5 m rondom de winput (of winputtenschakelgebouw) te worden aangehouden op aanlegniveau (rand vloer) en vanaf daar tot maaiveld taluds van ca. 1 : 2.
 - Bemalingsduur vooralsnog conform aangeleverde uitvoeringsplanning (5 weken).

3 Schematisering van de ondergrond

3.1 Uitgevoerd grondonderzoek

Op 8 en 9 april 2025 zijn de veldwerkzaamheden uitgevoerd. Alle sonderingen zijn doorgezet tot op maximaal maaiveld -25 meter. De sonderingen zijn met een 200 kN sondeertruck uitgevoerd en conform de NEN-EN-ISO-22476-1 verricht.

Bij de sonderingen is naast de conusweerstand tevens de lokale wrijving en de helling gemeten. De continue registratie van de ondervonden bodemweerstand, verzekert een gedetailleerd beeld van de bodemopbouw. Dit niet alleen voor wat betreft de sterkte van de bodem, maar tevens met betrekking tot de aard van de aanwezige ongeroerde grondlagen. Ter hoogte van alle (3) sondeerpunten is een piëzoconus ingezet teneinde tijdens het sonderen ook de waterspanning te meten. Op einddiepte van deze sonderingen zijn dissipatietesten uitgevoerd.

De verhouding tussen de wrijvingsweerstand van de kleefmantel en de weerstand aan de conuspunt, het zogenaamde wrijvingsgetal, heeft voor iedere grondsoort een andere waarde. Voor een gladde elektrische conus gelden bij veel voorkomende gronden, ongeveer de navolgende relaties:

Wrijvingsgetal in %	Grondsoort
0.3 - 1.5	Zand, grof tot fijn
1.5 - 2.5	Silt (leem/löss)
2.5 - 5.0	Klei
> 5.0	Veen

Tussen de verschillende grondsoorten komen overgangsvormen voor, waardoor de aangegeven grenzen niet als hard zijn te beschouwen. De indicatie is sowieso sec van toepassing op de verschillende grondsoorten beneden het grondwaterniveau.

In de elektrische conus bevindt zich een hellingmeter. Hierdoor is controle op een eventueel afwijken van de verticaal mogelijk. Bijzondere afwijkingen zijn niet vastgesteld.

Ter verificatie van het profiel van de bovengrond zijn aanvullend nog 3 boringen/sonderingen (HB01/IP01 – HB03/IP03) tot op maximaal maaiveld -5 meter geplaatst. Deze boringen zijn conform de NEN-EN-ISO 22475-1 uitgevoerd en beschreven volgens de NEN-EN-ISO 14688-1:2019+NEN 8990:2020 nl; Geotechnisch onderzoek en beproeving - Identificatie en classificatie van grond - deel 1: Identificatie en beschrijving (incl. Nederlandse bijlage). Deze boringen zijn allemaal met een peilbuis afgewerkt, zodat infiltratieproeven (falling head testen) konden worden uitgevoerd.

Teneinde 'kortsluiting' tussen de verschillende lagen in de ondergrond te voorkomen zijn, conform afspraak, alle sondeergaten dichtgegrout tot op maaiveld -14 meter. Het grouten heeft plaatsgevonden middels het nadrukken van casingbuizen, waarin de kleipluggen zijn geplaatst.

De sondeer- en boorlocaties zijn in het terrein in RD-coördinaten uitgezet en ten opzichte van NAP gewaterpast. De relevante delen van het grondonderzoek zijn in figuur 1 en 2 alsmede bijlage 1 opgenomen.

3.2 Geotechnisch profiel

De maaiveldhoogte ter plaatse van de sondeer- en boorlocaties varieert van NAP +25,90 m tot NAP +24,63 m. Het maaiveld kent daarmee een significant hoogteverschil van 1,27 meter.

Op basis van het uitgevoerde grondonderzoek (> 3 sonderingen én > 13 handboringen) is het geotechnisch profiel als volgt geschematiseerd:

- Vanaf maaiveld tot op NAP +22,5 m à NAP +21,5 m wordt voornamelijk zand aangetroffen, waarin conusweerstand (qc) van 5 tot meer dan 20 MPa zijn gemeten. Terugvallen in de conusweerstand (tot 0,5 MPa) worden veroorzaakt door silthoudend en/of losgepakt zand of een ingepakte kleilaag). **Het betreft de Formatie van Boxtel, een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind (bron BRO REGIS II v2.2.2).**
- Tussen NAP +22,5 m à NAP +21,5 m en NAP +16,8 m à NAP +16,2 m wordt dan voornamelijk klei aangetroffen, waarin conusweerstand (qc) van <0,5 tot 3 MPa zijn gemeten. Plaatselijk worden conuswaarden van 5 tot >10 MPa geregistreerd, welke duiden op zand- en/of grindlagen in het profiel. **Hier betreft het ook de Formatie van Boxtel, edoch nu een kleiige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit zandige klei, midden en fijn zand, met weinig klei, veen en grof zand (bron BRO REGIS II v2.2.2).**
- Hieronder wordt dan tot op het maximaal verkende niveau van NAP +0,5 m weer een zandpakket aangetroffen, waarin conusweerstand van 5 tot meer dan >30 MPa worden gemeten. Lokaal worden terugvallen in de conusweerstand (tot 1 MPa) gemeten, veroorzaakt door silthoudend en/of losgepakt zand. **Het betreft hier vooraleerst weer de Formatie van Boxtel, een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind, welke omstreeks NAP +9 m op de Formatie van Beegden is gelegen, een zandige eenheid, hoofdzakelijk bestaande uit grof zand, grind en midden zand, met weinig zandige klei en fijn zand, een spoor klei en kans op stenen, keien en blokken (bron BRO REGIS II v2.2.2).**

3.3 Veldtesten waterdoorlatendheid

De doorlaatfactor is middels veldtesten bepaald. Op de projectlocatie zijn (in-situ) **in totaal 3 doorlatendheidsproeven uitgevoerd**. Normaliter wordt hiertoe tot op een bepaalde diepte een boring met bekende boordiameter uitgevoerd in, met name, de onverzadigde zone (= boven het grondwater). Vervolgens wordt in korte tijd het boorgat gevuld met een vooraf vastgestelde hoeveelheid water. De zakking van de waterstand in het boorgat is in de tijd waargenomen.

Indien opportuun wordt de test één tot tweemaal herhaald (een eerste meting geeft meestal een hogere doorlatendheid, omdat de aanwezige grond dan nog niet verzadigd is, bij de volgende metingen raakt de grond langzaam verzadigd, waarbij de laatste meting normaliter maatgevend is voor de doorlatendheid). Vanwege de hoge grondwaterstand hebben wij in onderhavig geval de testen in de peilbuizen beneden de grondwaterspiegel uitgevoerd (= falling head testen, in de verzadigde zone, telkens filtertraject van één meter) uitgevoerd, waarbij de grondwaterspiegel als referentievlak fungeert. De proeven zijn uitgewerkt conform de omgekeerde Hooghoudt. In tabel 3-1 zijn de resultaten van de proeven weergegeven. De meetwaarden zijn in bijlage 2 opgenomen. Situering van de infiltratieproeven volgens de figuren 1-3.

Tabel 3-1: Resultaten doorlatendheidsproeven

	Nummer proef / boring		
	HB01/IP01	HB02/IP02	HB03/IP03
Site	PP114	PP115	PP116
X [RD]	180886	181557	181627
Y [RD]	383234	383069	383144
Z [m =NAP]	25,38	25,33	25,13
Diepte boring (m -mv)	5	5	5
Grondwater (m -mv)	2,6	2,2	1,8
Testdiepte (m -mv)	2,6	2,2	1,8
Diameter boring (mm)	70		
Grondsoort	Overwegend zand, lokaal klei + geroerde grond		
Doorlaatfactor (m/d) Hooghoudt	11,21	9,45	6,92

De doorlatendheid van de ondergrond kan worden geclassificeerd als vermeld in tabel 3-2 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum).

Tabel 3-2: Classificatie doorlatendheid

k (m/d)		klasse
van	tot	
	< 0,01	Zeer slecht
0,01	0,10	Slecht
0,10	0,50	Matig
0,50	1,00	Vrij goed
1,00	10	Goed
>10		Zeer goed

De doorlaatfactoren van de geteste lagen op de zoeklocaties zijn volgens deze classificatie en de Hooghoudt-uitwerking **goed tot zeer goed**. De doorlaatfactoren komen overeen met de waarden van k voor **fijn zand** (k = 10-1 m/d) en **grof zand** (k = 100-10 m/d).

3.4 Geohydrologische schematisering

Uit bureau- en dossierstudie middels BRO REGIS II v2.2, is de geohydrologische schematisering afgeleid (grofweg west naar oost). Ten aanzien van het doorlaatvermogen (kD) van het eerste watervoerende pakket komen het veldwerk én de verschillende bronnen redelijk met elkaar overeen. Voor het model is gekozen de bovengrens te hanteren.

Tabel 3-3: Gehanteerde geohydrologische westzijde: 180.875, 383.237

Grondlaag			Geohydrologische eenheid	Geohydrologische parameter	
Van (m +NAP)	Tot (m +NAP)	Index		Doorlaatvermogen (m ² /d)	Weerstand (d)
25.35 (= maaiveld)	17.77	BXz2-3	Deklaag (±3m) 1 ^e watervoerend pakket	0-25	(350)
17.77	16.07	BXk2	1 ^e scheidende laag	-	100-500
16.07	7.84	BXz4	2 ^e watervoerend pakket	25-50	1
7.84	-10	BEz1+3		1000-1000000000	1
-10	-20.79	STz1		500-1000	1
-20.79	-24.67	STk1	2 ^e scheidende laag*		100-500
-24.67		STz2	3 ^e watervoerend pakket	500-1000	

* De tweede scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis.

Tabel 3-4: Gehanteerde geohydrologische oostzijde: 181.708, 383.036

Grondlaag			Geohydrologische eenheid	Geohydrologische parameter	
Van (m +NAP)	Tot (m +NAP)	Index		Doorlaatvermogen (m ² /d)	Weerstand (d)
25.40 (= maaiveld)	20.23	BXz2-3	Deklaag (±3m) 1 ^e watervoerend pakket	1-25	(350)
20.23	18.24	BXk2	1 ^e scheidende laag	-	100-500
18.24	6.71	BXz4	2 ^e watervoerend pakket	50-100	1
6.71	-9.19	BEz1+3		500-1000	1
-9.19	-43.53	STz1-2		250-1000000000	1
-43.53	-50.67	SYk1	2 ^e scheidende laag*		100-500
-50.67		SYz2	3 ^e watervoerend pakket	50-100	

* De tweede scheidende laag wordt in deze situatie beschouwd als de geohydrologische basis.

De geohydrologische parameters zijn afgeleid van gemeten en algemene gegevens. Met name het doorlaatvermogen en weerstand van de deklaag (i.c. BXz) zijn in dit geval van belang voor de prognose van het debiet. Deze parameters kennen ruimtelijke variaties en variëren respectievelijk tussen de 2,5 en 10 m/d en tussen 0,005 en 0,01 m/d (doorlaatfactor). Op het westelijk terreindeel zouden wij de klei (STk1) op circa NAP -20.79 m willen beschouwen als geohydrologische basis. Deze heeft amper doorlaatvermogen en een hydraulische weerstand van 100 tot 500 dagen. Op het oostelijk terreindeel daarentegen zouden wij de klei (SYk1) op circa NAP -43.53 m willen beschouwen als geohydrologische basis. Deze heeft amper doorlaatvermogen en een ook hydraulische weerstand van 100 tot 500 dagen.

Voor het model is gekozen de bovengrens te hanteren (= doorlaatfactor van $k = 10 \text{ m/d}$). In het model is geen rekening gehouden met exacte locaties van oppervlaktewater.

Om de voeding door neerslag te simuleren wordt in het model 200 mm per jaar gehanteerd. In het model is geen rekening gehouden met exacte locaties van oppervlaktewater. Voor het gehanteerde rekenmodel Dupuit et al [PP010] verwijzen wij naar bijlage 4.

3.5 Grondwaterstanden en stijghoogten

Tijdens de uitvoering van het grondonderzoek is in de sondeergaten (+ peilbuizen) naar het grondwater gepeild, **hetgeen is aangetroffen op maaiveld -1,8 à -2,6 meter oftewel op NAP +23,33 m à NAP +22,78 m**. Hierbij wordt opgemerkt, dat de metingen direct ná het sonderen en/of het plaatsen van de peilbuizen hebben plaatsgevonden en slechts een momentopname zijn en dat onder invloed van spanningswater, lagenopbouw, lokale omstandigheden en seizoen afhankelijkke factoren, de waarde hiervan sterk kan afwijken.

Voor de modellen is, in eerste instantie, gekozen de actuele grondwaterstand te hanteren. Geadviseerd wordt, eventueel aanwezige, peilbuizen te monitoren ter controle van de uitgangspunten. De actuele grondwaterstand dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Tabel 3-5: Statistische uitwerking van grondwatermetingen op WPB Vlierden

Sondering/peilbuis	RD	Maaiveld	Filter	Meetperiode	Statistische eigenschappen			
					LG m +NAP	HG m +NAP	GG m +NAP	Fluctuatie meter
PB01 (HB01), west	180886 383234	25,38	Bodem op m +NAP	Dagen (valide)			22,78	
PB02 (HB02), oost	181557 383069	25,33	20,33	1			23,13	
PB03 (HB03), oost	181627 383144	25,13	20,13	1			23,33	

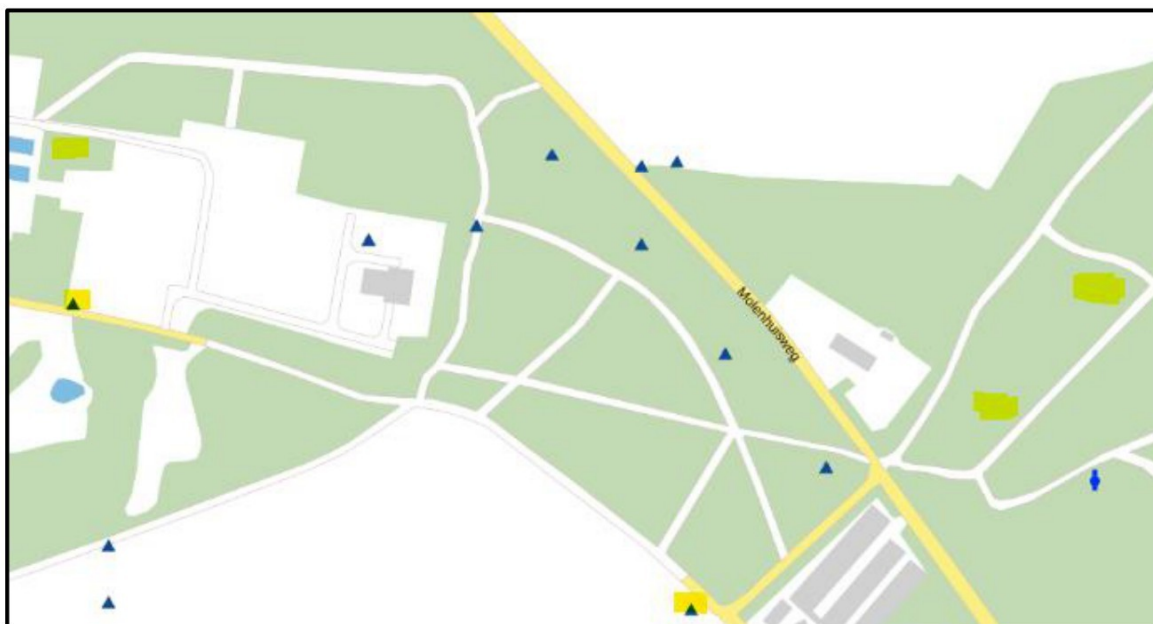
De opnamen hiervoor zijn echter momentopnamen. Om een betere inschatting te maken van het grondwatergedrag is eigenlijk een langere meetreeks noodzakelijk, waaruit dan de GHG en GLG kan worden afgeleid.

De gemiddelde seizoen fluctuatie van het grondwaterpeil is, zoals aangegeven, te karakteriseren met twee variabelen: de gemiddelde hoogste [GHG] en de gemiddelde laagste grondwaterstand [GLG], uitgedrukt in meter onder maaiveld [m -mv]. Deze twee variabelen werden geïntroduceerd door van Heesen in 1970, die voorstelde om de GHG en GLG te berekenen als het gemiddelde van de drie hoogste/laagste peilen per jaar van minimaal acht jaren, waarbij de grondwaterstand tweemaal per maand wordt gemeten (op of omstreeks de 14^e en 28^e dag).

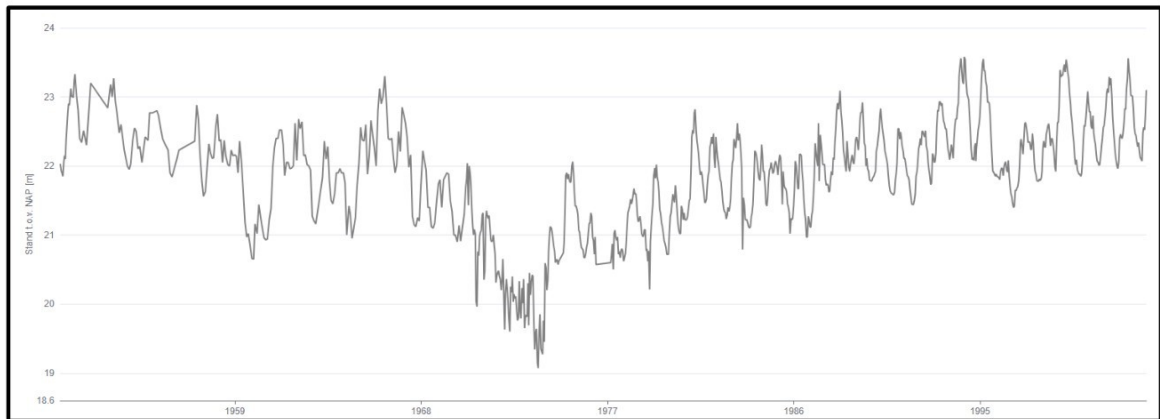
Met 'jaren' worden hier geen kalenderjaren, maar wel hydrologische jaren bedoeld, die beginnen op 1 april en eindigen op 31 maart. Indien onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn, kan een meetreeks worden aangevuld, met behulp van meteorologische data en een tijdsreeksmodel. GHG en GLG zijn maar betekenisvol wanneer seizoen fluctuaties terug te vinden zijn in de tijdsreeks van grondwaterpeilen. Dat is niet altijd het geval.

Het grondwaterpeil fluctueert gedurende het jaar. Gewoonlijk wordt de hoogste grondwaterstand (GWS) eind maart bereikt en de laagste GWS doorgaans eind september. Daarnaast varieert het grondwaterpeil van jaar tot jaar. Het waterpeil dat bijvoorbeeld eind maart wordt bereikt, is afhankelijk van de weerscondities in de periode die eraan vooraf gaat en die weerscondities zijn elk jaar lichtjes anders.

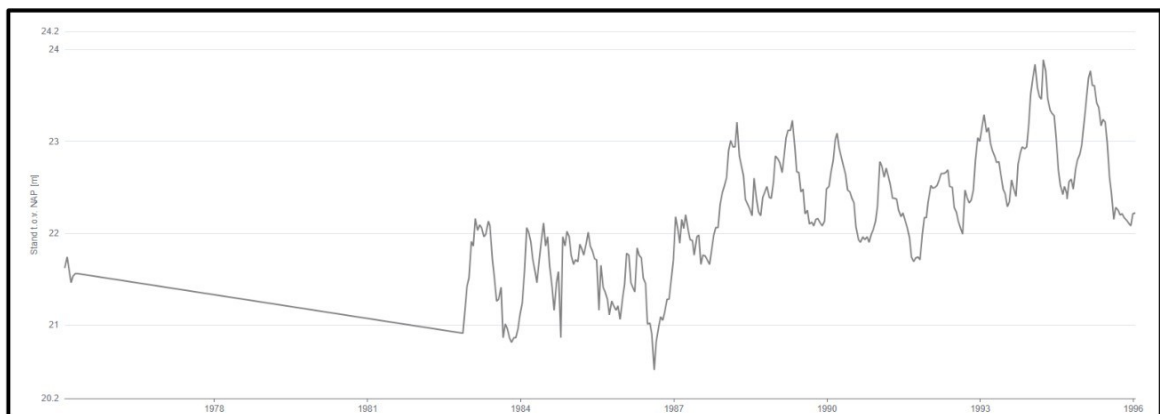
Ter hoogte van WPB Vlierden zelf zijn in de literatuur (o.a. BRO REGIS II v2.2) meerdere meetreeksen gekend. Ter referentie van het grondwater in het eerste/tweede watervoerende pakket zullen wij vooraleerst B52C0030 op het westelijk deel en B52C0296 op het oostelijk deel beschouwen, zie figuren 1, 2 + 3 hieronder.



Figuur 1: Meetreeksen uit BRO met B52C0030 links in de figuur en B52C0296 rechtsonder in de figuur. PP114 bevindt zich in het 1^{ste} kwadrant, PP115 in het 4^{de} kwadrant en PP116 in het 2^{de} kwadrant



Figuur 2: meetreeks B52C0030; GHG van NAP +23 m (westelijk terreindeel)



Figuur 3: meetreeks B52C0296; GHG van NAP +23,5 m (oostelijk terreindeel)

Uit deze reeksen zijn GHG 's van NAP +23,5 m tot NAP +23 m (en GLG 's van NAP +21,5 m tot NAP +21 m) af te leiden. **Op basis van deze gegevens én de input bemaling bouwkunde (bijlage 3) stellen wij voor, voor de zoeklocaties, een GHG aan te houden van NAP +23 m voor het westelijk terreindeel (= PP114 + 001) en een GHG van NAP +23,5 m voor het oostelijk terreindeel (= PP115, 155, 116, 156, 010 + 011).** Exacte grondwaterstanden kunnen enkel middels (langdurige) peilbuismetingen worden verkregen. Geadviseerd wordt de monitoring van de peilbuizen te continueren ter controle van de uitgangspunten. De actuele grondwaterstand dient voorafgaand aan de uitvoering te worden vastgesteld.

Uit de definitie van de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand valt af te leiden dat deze met een bepaalde frequentie worden over- en onderschreden. Dit betekent, dat de GHG niet als absoluut maximum grondwaterstand kan worden gehanteerd en de GLG kan niet worden gehanteerd als absoluut minimum grondwaterstand. Ook de hoogst gemeten grondwaterstand kan niet worden beschouwd als een absoluut maximum grondwaterstand. Het is namelijk niet waarschijnlijk dat juist een meting van de grondwaterstand plaatsvindt, als de grondwaterstand op het hoogste niveau staat.

4 Ontwerpadvies bemaling

4.1 Algemeen

Voor de bronnering zijn de uitgangspunten als volgt geformuleerd (uit o.a. bijlage 3, input bemaling):

- Aanlegdiepte leidingen: ca. 1,5-2 m -maaiveld.
- Aanlegdiepte kabels: ca. 1 m -maaiveld.
- Ontgravingsdiepte winputschakelgebouw [WSG]: 1,36 m -peil oftewel 1,16 m -maaiveld.
- Ontgravingsdiepte winputkelders [PP]: ca. 2 m -maaiveld.
- Amoveren bestaande winputten: ca. 2,13-3,62 m -maaiveld.
- Ontgravingsdiepte half verharding: ca. 0,3 m -maaiveld.
- Bemalen tot ca. 0,5 m onder aanlegniveau.
- Voor de omvang van de bouwput dient 0,5 m rondom de winput of winputtenschakelgebouw te worden aangehouden op aanlegniveau (rand vloer) en vanaf daar tot maaiveld taluds van ca. 1 : 2.

In tabel 4-1 zijn de verschillende sites met omvang/lengte opgenomen. Eén en ander in relatie tot de gemiddelde hoogst gemeten grondwaterstand geeft de noodzaak tot bemalen aan.

Tabel 4-1: Verschillende sites met de benodigde verlaging bij GHG in het model

Site	Omvang (lxb) Lengte (m)	Aanlegdiepte, c.q. verloop (m +NAP) ⁱ		GHG (m +NAP)	Noodzaak tot bemalen	Verlagen (m)*
		van	tot			
Westelijk terreindeel						
Realisatie PP114	3,4x2,8	23.915		23	Neen	-
Amoveren PP001	3,4x2,8	23.02		23	Ja	0,48
Aanleggen aansluitleiding PVC160, inclus aansluiten PP114	17m1	24.42		23	Neen	-
Uitnemen aansluitleiding PP001	11m1	24.57		23	Neen	-
Oostelijk terreindeel						
Realisatie PP115	3,4x2,8	23.54		23,5	Ja	0,46
Realisatie PP155	3,4x2,8	23.54		23,5	Ja	0,46
Amoveren PP010	3,4x2,8	22.82		23,5	Ja	1,18
Aanleggen aansluitleiding PVC160, inclus aansluiten PP115	12m1	24.09		23,5	Neen	-

Aanleggen aansluitleiding PVC160, inclus aansluiten PP155	12m1	24.09		23,5	Neen	-
Uitnemen aansluitleiding PP010	29m1	24.19		23,5	Neen	-
Realisatie PP116	3,4x2,8	23.14		23,5	ja	0,86
Realisatie PP156	3,4x2,8	23.14		23,5	ja	0,86
Amoveren PP011	3,4x2,8	23.36		23,5	Ja	0,64
Aanleggen aansluitleiding PVC160, inclus aansluiten PP116	11m1	23.7		23,5	Ja	0,3
Aanleggen aansluitleiding PVC160, inclus aansluiten PP156	11m1	23.7		23,5	Ja	0,3
Uitnemen aansluitleiding PP011	48m1	24.57		23,5	Neen	-
<i>Kabels + leidingen</i>						
		<i>Maaiveld -1 tot -2 meter</i>		<i>23,5 tot 23</i>	<i>plaatselijk</i>	

(*) Geadviseerd wordt de grondwaterstand tot circa 0,5 m beneden aanlegniveau (of b.o.b.) te verlagen

i inclus grondverbetering van 0,5 meter beneden kelders

Uit de gemeten grondwaterstanden, de gehanteerde GHG en de geplande aanlegniveaus blijkt dat voor de reconstructie ter hoogte van WPB Vlierden nagenoeg overal bemaling noodzakelijk is om de werkzaamheden in den droge uit te kunnen voeren. De werkzaamheden ten behoeve van de nieuwbouw zullen worden uitgevoerd in een open bouwput of een bouwput met sleufbekisting. Een waterkerende constructie wordt vooralsnog nergens voorzien.

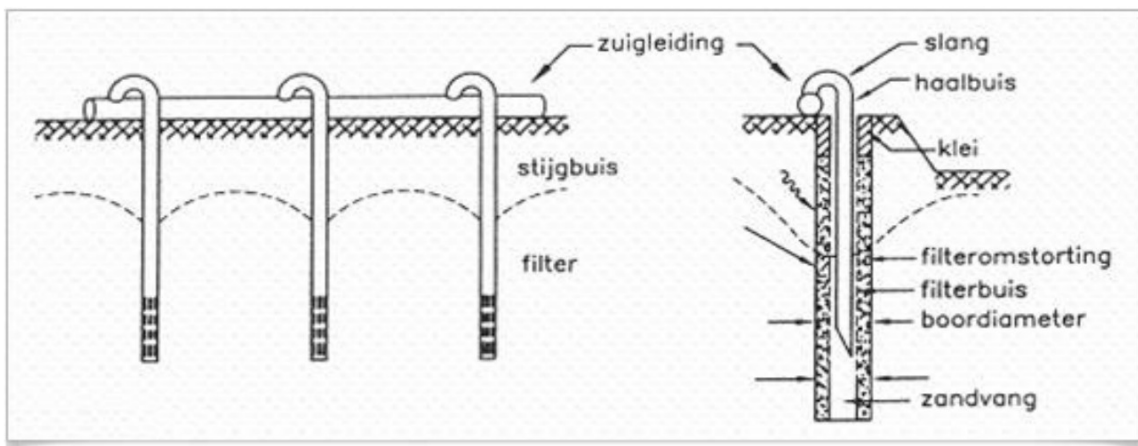
Uitgaande van maatgevend hoge grondwaterstanden van NAP +23,5 m tot NAP +23 m zijn verlagings van de grondwaterstand met maximaal 1,18 meter noodzakelijk.

4.2 Bemalingssysteem

Geadviseerd wordt om een bemaling met behulp van verticale filters toe te passen. Vermits het een tracé betreft kunnen de filters vooraleerst aan één zijde van de sleuf worden toegepast. Bij een bouwput (voor omvang van bouwput wordt 0,5 meter rondom aangehouden), zal afhankelijk van de doorlatendheid van de grond en de vereiste drooglegging, de horizontale afstand tussen de filters circa 3 à 4 meter bedragen.

Eén en ander zal zich tijdens de bemaling en in overleg met het bemalingsbedrijf nader uitwijzen. Zo mogelijk kunnen er nog filters bij worden geplaatst en het net met onttrekkingspunten worden verdicht.

De filters zullen vooraleerst reiken tot op circa maaiveld -5 à -7 meter, met circa 3 à 4 meter omstorting of volumeuze omhulling. Zie navolgende schematisering.



De exacte diepte van de filters zal door het bemalingsbedrijf moeten worden bepaald op basis van de aangetroffen grondslag bij de uitvoering. De methode van installeren van de bemaling en de benodigde filterlengte is ter beoordeling van het bemalingsbedrijf.

Wellicht zal aanvullend op de bronbemaling in de sleuf nog lekwater en/of neerslagwater moeten worden weggepompt. Deze open bemaling kan worden uitgevoerd met behulp van klok- en/of pompelpompen. Het aantal pompen is afhankelijk van de uitvoeringswijze en zal tijdens de bemaling nader moeten worden bepaald.

4.3 Prognose van het debiet

Met de parameters uit hoofdstuk 3 zijn stationaire berekeningen uitgevoerd waarbij wij ervan uitgaan dat aanlegssnelheid van kabels en leidingen 70 m/dag bedraagt.

Op basis van de genoemde uitgangspunten en de nu bekende projectgegevens is het noodzakelijke debiet berekend bij verschillende verlagingen van de grondwaterstand. In tabel 4-2 zijn de berekeningsresultaten voor een sleufbemaling opgenomen.

Tabel 4-2: Prognose stationair debiet bij 70 meter sleuf in bemaling

Verlaging grondwaterstand (m)	Prognose debiet (m ³ /u)	Reikwijdte (m)
2	23	65
1,5	18	48
1	12	32
0,75	9	24
0,5	6	16
0,3	3	10

Er wordt benadrukt dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. In de praktijk kunnen/zullen afwijkingen van het berekende debiet optreden. Op onderhavige locatie wordt b.o.b. geprojecteerd op ongeveer de overgang van twee geologische formaties in de deklaag. De waterdoorlatendheid in de lager gelegen formatie is (significant) hoger dan die in de hogere.

Op basis van de genoemde uitgangspunten en de nu bekende projectgegevens is het noodzakelijke debiet berekend bij benodigde verlaging van de grondwaterstand op objectniveau. In de tabellen 4-3 tot en met 4-9 zijn de berekeningsresultaten opgenomen voor bemaling van de verschillende objecten. De bemaling is voortschrijdend, deels overlappend met leidingwerk en zal volgens de planning in bijlage 5 vooraleerst 5 weken duren.

Tabel 4-3: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,48 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. amoveren kelder [PP001]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m ³ /u]	Debiet [m ³ /d]	Volume voor eerste 5 dagen [m ³]	Volume resterende duur [m ³]
5	Initieel	2,7	65		
	Onvolkomen	3,4	81	406	
	Stationair	1,3	32		
	Onvolkomen stationair	1,7	40		0
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 88 meter vanaf de rand					

Tabel 4-4: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,46 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. realisatie winputkelder [PP115]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m ³ /u]	Debiet [m ³ /d]	Volume voor eerste 5 dagen [m ³]	Volume resterende duur [m ³]
14	Initieel	2	47		
	Onvolkomen	2,5	59	294	
	Stationair	1	24		
	Onvolkomen stationair	1,3	30		273
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 76 meter vanaf de rand					

Tabel 4-5: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,46 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. realisatie winputkelder [PP155]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m³/u]	Debiet [m³/d]	Volume voor eerste 5 dagen [m³]	Volume resterende duur [m³]
14	Initieel	2	47		
	Onvolkomen	2,5	59	294	
	Stationair	1	24		
	Onvolkomen stationair	1,3	30		273
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 76 meter vanaf de rand					

Tabel 4-6: Prognose debiet (begin + stationair) bij 1,18 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. amoveren kelder [PP010]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m³/u]	Debiet [m³/d]	Volume voor eerste 5 dagen [m³]	Volume resterende duur [m³]
5	Initieel	2,9	71		
	Onvolkomen	3,7	88	442	
	Stationair	2	47		
	Onvolkomen stationair	2,4	59		0
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 131 meter vanaf de rand					

Tabel 4-7: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,64 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. amoveren kelder [PP011]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m³/u]	Debiet [m³/d]	Volume voor eerste 5 dagen [m³]	Volume resterende duur [m³]
5	Initieel	1,9	44		
	Onvolkomen	2,3	56	278	
	Stationair	1,1	25		
	Onvolkomen stationair	1,3	32		0
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 84 meter vanaf de rand					

Tabel 4-8: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,86 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. realisatie winputkelder [PP116]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m³/u]	Debiet [m³/d]	Volume voor eerste 5 dagen [m³]	Volume resterende duur [m³]
14	Initieel	2,9	70		
	Onvolkomen	3,6	87	436	
	Stationair	1,7	42		
	Onvolkomen stationair	2,2	52		471
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 117 meter vanaf de rand					

Tabel 4-9: Prognose debiet (begin + stationair) bij 0,86 meter verlaging grondwater; bij (4,4 x 3,8 meter) ontgraving t.b.v. realisatie winputkelder [PP156]

Duur bemaling [d]	Debiet [soort]	Debiet [m ³ /u]	Debiet [m ³ /d]	Volume voor eerste 5 dagen [m ³]	Volume resterende duur [m ³]
14	Initieel	2,9	70		
	Onvolkomen	3,6	87	436	
	Stationair	1,7	42		
	Onvolkomen stationair	2,2	52		471
Invloedstraal, stationaire toestand volgens Dupuit = 117 meter vanaf de rand					

Bij de geprojecteerde duur van de bemalingen bij de afzonderlijke objecten alleen al zal over 5 weken in totaal 4.074 m³ aan waterbezwaar optreden. Er wordt benadrukt, dat de berekende debieten prognoses betreffen op basis van geschatte parameters. In de praktijk kunnen/zullen afwijkingen van het berekende debiet optreden.

Totaal waterbezwaar:

- Maximum debiet: ≈15 m³/u (vanwege gelijktijdigheid in amoveren van PP001, 010, 011 en de aanleg van kabels en leidingen, gerekend met initieel hoger startdebiet)
- Maximum dagdebiet: ≈300 m³ (vanwege gelijktijdigheid kabels en leidingen en winputten, gerekend met initieel hoger startdebiet)
- Maximum maanddebiet: ≈5.000 m³ (vanwege gelijktijdigheid meerdere activiteiten in week 2 en 4 in de bemalingsplanning, zie bijlage 5)
- Maximum kwartaaldebiet: ≈15.000 m³ (= 3x maanddebiet)
- Jaardebiet: ≈60.000 m³ (= 4x kwartaaldebiet)

Wordt ervoor gekozen een object te omgeven door waterdichte damwanden, die voldoende diep reiken, zal een soort van badkuip ontstaan, welke na leegpompen alleen nog droog gehouden moet worden van lek en kwelwater. Het waterbezwaar zal daardoor (significant) afnemen. Indien de damwanden zouden reiken tot in een amper waterdoorlatende natuurlijke kleilaag (of artificieel), zou de reductie zelfs 100% zijn (ná initieel droogpompen).

5 Invloed op de omgeving

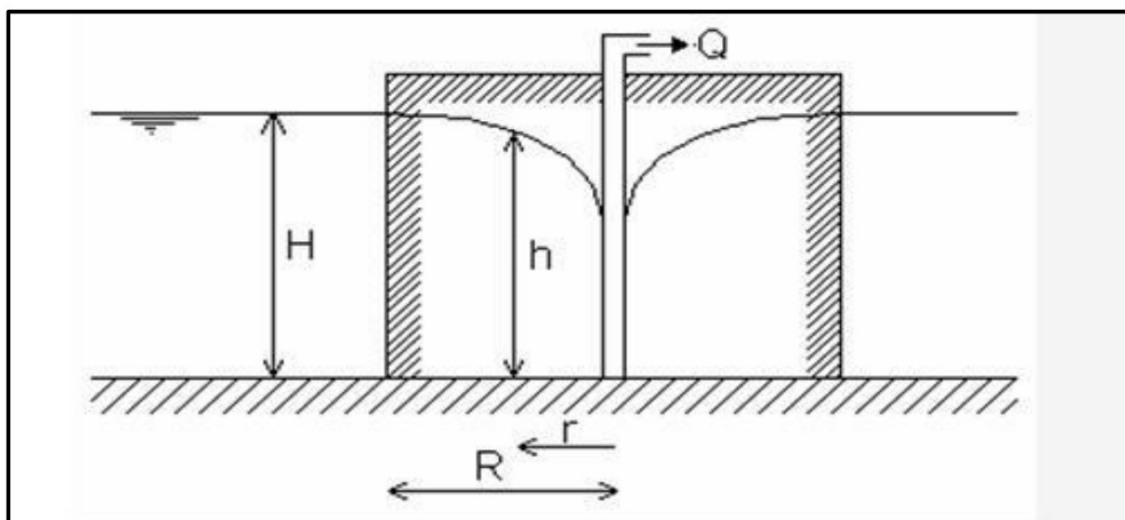
5.1 Algemeen

Ten gevolge van de bemaling kunnen/zullen ook de grondwaterstanden in de omgeving worden beïnvloed. Beoordeeld dient te worden of dit kan leiden tot negatieve effecten, zoals het optreden van (maaiveld)zettingen, invloed op landbouw, natuur of stedelijk groen, het verplaatsen van verontreinigingen of het verplaatsen van het zoet/zout grensvlak. In de navolgende paragrafen worden deze zaken behandeld. Dit hoofdstuk behelst als het ware de vormvrije MER/aanmeldnotitie.

5.2 Verlaging van de grondwaterstand

De bemaling in het freatisch vlak zal verlaging van de grondwaterstand in de omgeving veroorzaken. Middels dezelfde parameters waarmee ook het debiet is berekend is de reikwijdte empirisch bepaald. Het daadwerkelijke invloed gebied zal bij het ontbreken van een remmende laag in de ondergrond kleiner zijn dan indien een dergelijke laag wel aanwezig is.

Bij een verlaging van 1,18 meter (ontgraven bouwput winputkelder PP010, onttrekking van $3,7 \text{ m}^3/\text{u}$; onvolkomen stationair) ter plaatse van de bouwput (open, géén waterkering) betreft de prognose voor de reikwijdte circa 131 meter (volgens Dupuit). Dat wil zeggen in een straal van 131 meter vanaf de rand van de bouwput, zal het grondwater dalen van 1,18 meter in de bron tot nihil in de periferie ($\approx 0,05 \text{ m}$). Op een afstand van 25 meter, vanaf de rand van de bouwput, zal het grondwater nog 0,45 meter dalen, zie schematisering hieronder.



5.3 Zettingen

Door het verlagen van de grondwaterstand neemt de korrelspanning in de ondergrond toe. Dit kan in samendrukbare lagen leiden tot zettingen. In het algemeen treden pas zettingen op indien de grondwaterstand wordt verlaagd tot beneden het niveau van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG).

Uit informatie van de BRO en ons eigen onderzoek kan worden herleid, dat de ondergrond tot op maaiveld -15 meter hoofdzakelijk uit zand bestaat met daarin een leem-/kleilaag. Gezien de benodigde verlaging, kunnen zettingen als gevolg van de bemaling niet worden uitgesloten. In hoeverre zettingen en mogelijke zetting schade zullen optreden, is afhankelijk van de funderingswijze van de bestaande bouwwerken, de bestaande bouwlasten, de grondwaterstandsverlaging, de tijdsduur van verlaging en de bodemopbouw. Moeten zettingen in de omgeving te allen tijde worden voorkomen wordt geadviseerd de werkzaamheden in een bouwkuip uit te voeren. Bemaling binnen een kuip reduceert sowieso het debiet en het invloed gebied. Er bestaat momenteel géén inzicht in de funderingswijze van de bebouwing in de directe omgeving. Tijdelijke toename van negatieve kleeft op eventuele funderingspalen, wordt niet verwacht, is echter nooit uit te sluiten.

Met hoger genoemde informatie én informatie uit de literatuur (o.a. de Leidraad voor het onderzoek naar de invloed van een grondwaterstands daling op de bebouwing van de SBR) zouden wij kunnen stellen dat bij een bodemprofiel bestaande uit zand met leem/silt het maaiveld 4 mm zakt bij een grondwaterstandsverlaging van 0,25 meter. Op basis van genoemd profiel van zand met lokaal een zettingsgevoelige leemlaag op de locatie verwachten wij, ondanks de korte duur van de bemaling, (minimale) zakkingen/zettingen ten gevolge van de bemaling. De navolgende tabel 5-1 prognosticeert de zakking in relatie tot verlaging grondwater in functie van de afstand tot de bemaling (als voorbeeld gebruiken wij de bemaling bij PP010, gemakshalve vergeten wij de eerder genoemde algemene stelregel).

Tabel 5-1: Prognose zakking maaiveld in relatie tot verlaging grondwater (PP010; worst-case)

Afstand tot rand bemaling (m)	Verlaging t.o.v. oorspronkelijk peil (m)	Zakking maaiveld (mm)
5	0,82	13
10	0,67	11
15	0,57	9
20	0,5	8
25	0,45	7
50	0,28	4,5
75	0,18	3
100	0,11	2
125	0,06	1
131	0,05	0

Om straks bij de uitvoering zettingen te monitoren is het mogelijk zettingsbouten te plaatsen en deze vooraf en achteraf in te meten. Dit is dan alleen geen continue meting; de resultaten zijn pas aan het eind bekend. Verder dient de bemaler het debiet af te stemmen op de daadwerkelijk gerealiseerde verlaging van de grondwaterstand. In paragraaf 4.3 hebben wij de debieten geprognoseerd, welke gebruikt kunnen worden voor een melding/vergunning. Het daadwerkelijke debiet dient in situ te worden bepaald en eventueel tijdens de bemalingswerkzaamheden te worden bijgestuurd. Het plaatsen van extra monitoringspeilbuizen ter hoogte van kritische objecten is aanbevelenswaardig.

Bij eventueel kwetsbare bebouwing/infra waar zettingsbouten worden geplaatst, kan ook een peilbuis met continue registratie van de grondwaterstand worden geplaatst. Hierbij kan de verlaging van de grondwaterstand ter plekke worden gemonitord. Als er al zetting optreedt, is er dan de mogelijkheid dat er kan worden beoordeeld of dat aan grondwaterstandsverlaging tijdens de bemaling te wijten is.

Het is verder aanbevelenswaardig de werkzaamheden te plannen in de periode wanneer de grondwaterstanden het laagst zijn.

5.4 Landbouw, natuur en stedelijk groen

De onttrekking vindt in het buitengebied plaats. Rondom de projectlocatie bevinden zich recreatie- en natuurgebieden alsmede landbouwgronden.

De grondwaterstand bevindt zich ruim beneden maaiveld (>1,5 meter). Begroeiing is daarom hoofdzakelijk afhankelijk van hangwater. Schade aan gras, struiken, landbouwgewassen en andere kleine begroeiing wordt ten gevolge van een kortdurende bemaling daarom niet verwacht. Ten aanzien van bomen bestaat bij een uitvoering in het groeiseizoen enig risico op droogtestress. Echter gezien de zeer korte duur van de bemaling en de natuurlijke variatie van de grondwaterstand wordt verwacht dat dit risico beperkt is. Door sowieso het bemalingswater, waar mogelijk, terug op/in de grond te brengen zal stress zoveel mogelijk worden voorkomen.

Voor een ecologisch beschermingsgebied en de bufferzones kan worden gesteld, dat de verlagingen minder moeten zijn dan 0,05 meter, om geen schade aan de vegetatie te veroorzaken. Dit betekent echter niet dat bij verlagingen van 0,05 m of meer automatisch schade zal ontstaan. Dit is namelijk afhankelijk van een groot aantal factoren zoals, type begroeiing, seizoen, waarin de bemaling plaatsvindt en de weersomstandigheden tijdens deze periode.



Figuur 4 Projectlocatie in 1^e kwadrant met Natura2000 gebied in het 2^e en 4^e kwadrant (>6000 meter O)

Volgens figuur 4 is onderhavige locatie minimaal 6 km ten westen gelegen van het Natura 2000 gebied Deurnsche Peel & Mariapeel [VR+HR]. Invloed vanuit de bemaling, op het aangewezen gebied lijkt ons, gezien de maximale reikwijdte, **nihil**.

5.5 Invloed op zoet/zout grensvlak

De beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater is van belang voor landbouw, industrie, drinkwater en natuur. Verzilting van het grond- en oppervlaktewater vindt plaats in het kustgebied van Nederland door indringing van zeewater via de grote rivieren en zoute kwel (het omhoog stromen van zout grondwater naar het oppervlak). Het ligt in de verwachting dat door de voorspelde klimaatverandering en toekomstige stijging van de zeespiegel, de zoute kwel en de zoutindringing vanuit de zee zal toenemen en de beschikbaarheid van zoet grond- en oppervlaktewater zal afnemen.

Het zoet-brak grondwater grensvlak varieert niet veel in de tijd omdat stromingsprocessen in de ondergrond langzaam gaan. Echter, bij het onttrekken van zoet grondwater in kustgebieden kan bij een te groot onttrekkingsdebit in korte tijd dieper zout grondwater worden aangetrokken. Dit proces heet zoutwater opkegeling en beperkt de zoetwaterbeschikbaarheid

Chloride is een conservatieve stof die relatief veel bemeten is t.o.v. andere stoffen en is de dominante representant voor het zoutgehalte van water. Definities van zoet, brak en zout water zijn daarom gebaseerd op chloride concentratie.

Klasse: Chloride concentratie (mg Cl /l)

- Zoet: < 1000
- Brak: 1000 - 3000
- Zout: > 3000

Het zoet/zout grensvlak wordt ter hoogte van de locatie op grote diepte verwacht (>100 meter beneden maaiveld). Gezien deze grote diepte én de kortstondige duur, heeft de bemaling geen invloed op de ligging van het grensvlak.

5.6 Invloed op waterwin-/grondwaterbeschermingsgebied

Een grondwaterbeschermingsgebied is de buitenste schil rondom een waterwingebied. Voor het grondwaterbeschermingsgebied gelden regels om het grondwater niet te vervuilen. Binnen deze gebieden zijn woningen, wegen en bedrijven toegestaan, maar er gelden wel wettelijke regels om vervuiling van het grondwater te voorkomen. Dit wordt ook wel de 25-jaarszone genoemd. In zeer kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden (waar beschermende kleilagen ontbreken) is de 25-jaarszone bovendien omgeven door een 100-jaarszone. Mocht er iets misgaan (bijvoorbeeld door lozingen die in de grond komen), dan is er voldoende tijd om maatregelen te nemen om de zuivering van het drinkwater aan te passen. Binnen het waterwingebied is de reactietijd beperkter door de kortere duur, voordat het verontreinigde grondwater de winputten bereikt. Wettelijk is vastgelegd dat de reactietijd ten minste 60 dagen moet zijn.

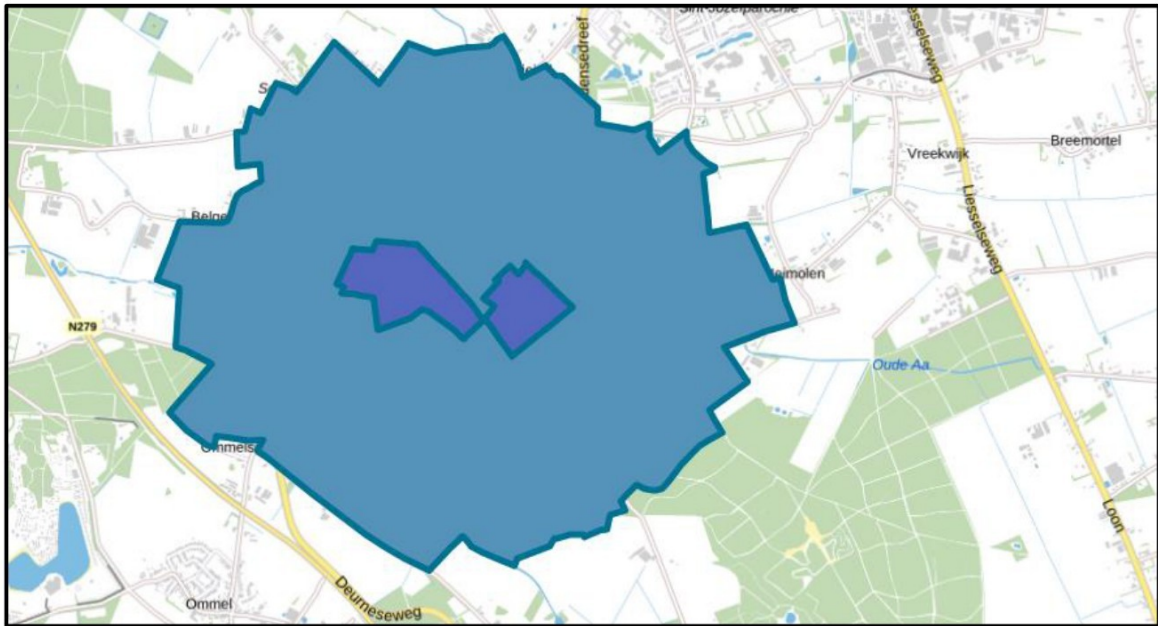
De grondwaterbeschermingsgebieden zijn dus beschermingszones voor de onttrekkingen voor de openbare drinkwatervoorziening. Voor de winningen wordt, in het algemeen, de 25-jaarszone beschermd. Er wordt onderscheid gemaakt in freatische en niet-freatische grondwaterwinningen.

In de Omgevingsverordening zijn daartoe specifieke regels opgenomen voor de (nieuw)vestiging of uitbreiding van diverse soorten inrichtingen of constructies en voor het (verbod op het) gebruik of vervoer van diverse (schadelijke) stoffen. Grondwaterbeschermingsgebieden zijn tevens kwetsbare gebieden in het kader van de vrijstelling rioleringsverplichting.

Een waterwingebied is tevens kwetsbaar gebied, zijnde gebieden ter bescherming van de kwaliteit van het grondwater met het oog op de drinkwaterwinning alsmede kwetsbare gebieden in het kader van de vrijstelling rioleringsverplichting.

In een waterwingebied buiten een inrichting is het o.a. verboden een boorput te slaan, te hebben of te gebruiken, dieper dan 3 meter beneden maaiveld (artikel 4.2.3./e). Dit artikel kent een overeenkomstige toepassing op grondwaterbeschermingsgebieden.

Dit verbod geldt in grondwaterbeschermingsgebieden echter niet indien het voornemen tot het slaan van een boorput vier weken tevoren schriftelijk aan gedeputeerde staten is gemeld en bij het maken en sluiten van de boorput de Beoordelingsrichtlijn Mechanisch boren BRL SIKB 2100, in acht wordt genomen. Bij boring vrije zones bevindt zich in de ondergrond een aaneengesloten slecht doordringbare kleilaag. Deze gebieden zijn minder kwetsbaar voor verontreinigingen en aantastingen dan grondwaterbeschermingsgebieden. Hier gelden ook minder strenge regels. Als een deel van de winning boven en een deel van de winning onder een kleilaag plaatsvindt, kan er zowel een grondwaterbeschermingsgebied als een boring vrije zone om de winning liggen. In de boring vrije zones gelden verboden voor het doorboren van de kleilagen voor specifieke toepassingen ter bescherming van de grondwatervoorraden.



Figuur 5 Projectlocatie gelegen in het grondwaterbeschermingsgebied Vlierden

De projectlocatie betreft de winning Vlierden [31] zelf. Onderhavig werk is derhalve gelegen in een winning en/of grondwaterbeschermingsgebied. Een kortstondige, ondiepe bemaling in het 1^e watervoerende pakket zal ons inziens minimaal invloed hebben op de grondwaterwinning.

5.7 Overige grondwateronttrekkingen

In het kader van deze opdracht is geen navraag gedaan naar andere grondwateronttrekkingen in het gebied. Deze kunnen worden opgevraagd bij de provincie en/of het waterschap.

Gezien de beperkte verlaging en de (zeer) tijdelijke aard wordt geen invloed op eventuele aanwezige andere grondwateronttrekkingen verwacht.

5.8 Verplaatsen van grond(water)verontreinigingen

Ten aanzien van het verplaatsen van eventueel aanwezige (grondwater)verontreinigingen wordt aanbevolen bij de gemeente en de provincie na te vragen of binnen een straal van 150 m tot het project grondwaterverontreinigingen bekend zijn. Op de locatie zelf is door Aelmans een verkennend bodemonderzoek verricht. In het grondwater zijn amper verhoogde concentraties aangetroffen. Deze liggen ruim beneden de signaleringswaarde en zijn gebiedseigen.

In het algemeen mag een grondwateronttrekking geen (negatieve) invloed op bekende verontreinigingen hebben. Indien binnen het invloed gebied grondwaterverontreinigingen aanwezig zijn, dienen mogelijk aanvullende maatregelen te worden genomen of dient de bemalingswijze te worden aangepast.

Ten aanzien van onderhavige locatie zal een hypothetische grondwaterverontreiniging, welke op 25 meter vanaf het centrum van de bemaling (i.c. PP010) is gelegen, zal na 5 dagen, 13,38 meter verplaatst zijn (open bemaling; bij effectieve porositeit van 0,05 en een retardatiefactor van 1*, berekend met afpompskegel volgens Dupuit). Door te bemalen in een bouwkuip en/of retour te bemalen kan de invloed op de omgeving sowieso worden geminimaliseerd.

[*] de mobiliteit van de verontreiniging is afhankelijk van de mate, waarin de verontreiniging wordt vertraagd ten opzicht van het grondwater; dit in verband met de processen sorptie en desorptie. Een maat voor deze vertraging is de retardatiefactor [R] die wordt geschat met behulp van bodem- en stoffeigenschappen. De retardatiefactor wordt voornamelijk bepaald door de verdeling coëfficiënt [Kp] die de verdeling van de verontreiniging tussen grond en grondwater weergeeft. Middels de retardatiefactor worden twee mobiliteitsklassen gedefinieerd:

Klasse 1 immobiele stoffen (als $R > 100$ en $c_w < S$). De snelheid van de verontreiniging is in dit geval maximaal 1% van de snelheid van het grondwater ter plaatse. Vermits de grondwatersnelheid in het algemeen 0,1-10 meter per jaar is, zal een retardatiefactor van meer dan 100 betekenen dat de stof zich met een snelheid van maximaal 0,1-10 cm per jaar verplaatst, zodat de kans dat de verontreiniging buiten de locatie zal worden gevonden erg klein is. Bij een verhouding tussen de dichtheid en de porositeit van de grond van 5 betekent dit dat bij Kp-waarden van 20 of hoger sprake is van een immobiele stof.

Indien de concentratie van de stof in het grondwater [Cw] hoger is dan de oplosbaarheid van de stof in water [S], dan kan de mobiliteit van de stof aanzienlijk hoger zijn dan op grond van de retardatiefactor kan worden geschat, omdat drijfslagen kunnen worden gevormd, die relatief snel uit een locatie kunnen treden.

Klasse 2 mobiele stoffen (als $R < 100$ en $c_w > S$). De snelheid van de verontreiniging is groter dan 1% van de snelheid van het grondwater of er is een kans op vorming van drijfslagen. Deze classificatie is gebaseerd op de retardatiefactor onder de gegeven omstandigheden en laat de mogelijkheid open dat een stof bijvoorbeeld in de bovengrond met een relatief hoog organisch koolstofgehalte immobiel wordt genoemd en in de ondergrond met weinig organisch koolstof mobiel.

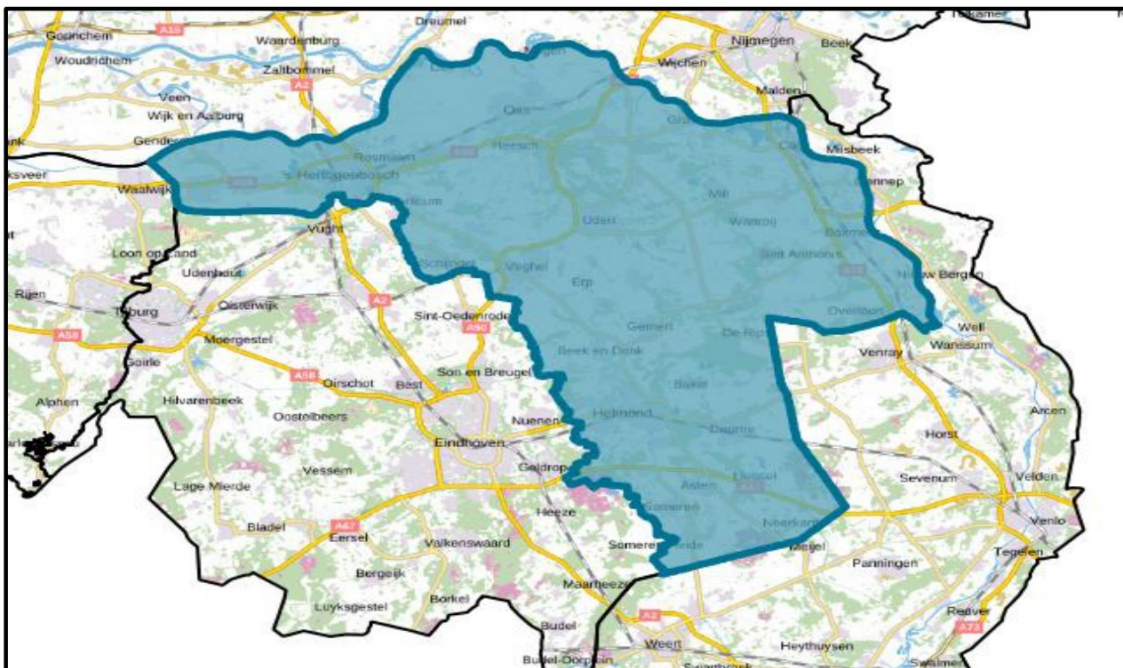
6 Regelgeving bouwput bemaling

6.1 Omgevingswet

Er zijn vergunningplichten vanuit het Rijk voor het onttrekken van grondwater. Het Rijk of de provincie verleent de vergunning. Het waterschap kan een vergunningplicht opnemen in de waterschap verordening. Begin 2024 is de Omgevingswet in werking getreden. De Omgevingswet verving onder andere de Waterwet - één van de 26 wetten die in de Omgevingswet zijn opgegaan. De Waterwet en de onderliggende regelgeving bevatten veel normen die rechtstreeks voortvloeien uit Europese richtlijnen, zoals de Kaderrichtlijn Water, de Grondwaterrichtlijn en Drinkwaterrichtlijn. De bepalingen ter implementatie van deze richtlijnen bleven grotendeels ongewijzigd in de Omgevingswet, omdat Nederland zich moet houden aan de Europese verplichtingen. Ook de hoofdlijnen van het waterbeheer onder het oude recht, zoals bijvoorbeeld de bevoegde autoriteiten en het vergunningstelsel blijven in stand in de Omgevingswet.

6.2 Onttrekken van grondwater

In het beheersgebied van het Waterschap Aa en Maas is de waterschap verordening (Keur) 2024 van toepassing + algemene regels (geldend van 25 oktober 2024 t/m). Op basis hiervan is de onderhavige bemaling ten behoeve van het drooghouden van een bouwput niet vergunning plichtig (algemene regels), vanwege het gestelde in artikel 5.40-2c (duur bemaling <6 maanden én het onttrokken water wordt volledig teruggebracht in de bodem).



Figuur 6 Beheersgebied Waterschap Aa en Maas

- **Paragraaf 5.1.6 Tijdelijke bronbemalingen**
- **Artikel 5.39 Toepassingsbereik**

Deze paragraaf is van toepassing op het tijdelijk onttrekken van grondwater voor bronbemaling.

- **Artikel 5.40 Aanwijzing vergunningvrije gevallen**
 - **1.** Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling, als:
 - a. de te onttrekken hoeveelheid grondwater maximaal 70 m³ per uur is; en
 - b. de onttrekking niet langer dan vijf dagen op één locatie plaatsvindt.
 - **2.** Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling binnen een beschermde gebied, als:
 - a. de bronbemaling alleen gebruikt wordt voor het droog houden van een bouwput voor:
 - **1.** bouwkundige of civieltechnische werking; of
 - **2.** bodemsanering;
 - b. de te onttrekken hoeveelheid grondwater maximaal 50.000 m³ per maand is;
 - c. de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden; en
 - d. het onttrokken grondwater volledig wordt teruggebracht in de bodem.
 - **3.** Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling buiten een beschermd gebied, als:
 - a. de bronbemaling alleen gebruikt wordt voor het droog houden van een bouwput voor:
 - **1.** bouwkundige of civieltechnische werking; of
 - **2.** bodemsanering
 - b. de te onttrekken hoeveelheid grondwater maximaal 50.000 m³ per maand is; en
 - c. de onttrekking niet langer duurt dan 6 maanden
 - **4.** Het verbod, bedoeld in artikel 5.2, eerste lid, geldt niet voor het onttrekken van grondwater voor bronbemaling, als:
 - a. de onttrekkingsinrichting is gelegen buiten een beschermd gebied;
 - b. de pompcapaciteit maximaal 10 m³ water per uur is; en
 - c. de put niet dieper is dan:
 - **1.** het watervoerende pakket zoals aangegeven in tabel 1 van bijlage IV; of
 - **2.** 30 meter wanneer er geen afscheidende lagen aanwezig zijn.

- **Artikel 5.41 Aanwijzing algemene regels**

- 1. Bij het onttrekken van grondwater voor bronbemaling wordt voldaan aan de artikelen 5.42 en 5.44, als de activiteit vergunningvrij is op grond van artikel 5.40, tweede, derde of vierde lid.
- 2. Bij het onttrekken van grondwater voor bronbemaling wordt voldaan de artikelen 5.43 en 5.44, als:

- a. de onttrekkingsinrichting is gelegen buiten een beschermd gebied;

- b. de pompcapaciteit maximaal 10 m³ water per uur is; en

- c. de put niet dieper is dan:

- 1. het watervoerende pakket zoals aangegeven in tabel 1 van bijlage IV; of
- 2. 30 meter wanneer er geen afscheidende lagen aanwezig zijn.

- **Artikel 5.42 Bescherming grondwater**

- 1. De verlaging van de grondwaterstand en de hoeveelheid water die onttrokken wordt, zijn niet groter dan noodzakelijk is voor het uitvoeren van het werk.
- 2. De onttrekking duurt niet langer dan noodzakelijk is voor het uitvoeren van het werk.

- **Artikel 5.43 Hoeveelheid van de onttrekking**

Er wordt niet meer grondwater onttrokken dan noodzakelijk is voor het beoogde gebruik.

- **Artikel 5.44 Afdichten put**

Een put die niet langer gebruikt wordt of niet meer geschikt is voor het gebruik waarvoor deze is aangelegd, wordt afgedicht.

Provinciale heffingen

Op grondwateronttrekkingen zijn 'provinciale heffingen' van toepassing. In het algemeen is sprake van een heffingsvrije voet. Ook bij projecten die onder een melding vallen, kunnen provinciale heffingen van toepassing zijn. Voor de aanvraag van een vergunning zijn meestal apart legeskosten verschuldigd. De grondwaterheffing blijft een verantwoordelijkheid van de provincie. Ook in de Omgevingswet is deze bevoegdheid exclusief voor de provincie.

6.3 Lozen van bronneringswater

Waterkwantiteit

Het is de bedoeling dat het water weer terug de grond in gaat, of wordt geloosd in beek of sloot.

Als men grondwater via de bodem of op de riolering wilt lozen, is contact op te nemen met de betreffende gemeente. Wil men grondwater lozen in een beek of sloot, is contact op te nemen met het waterschap. Volgens de beleidsregels voor waterkering, waterkwantiteit en grondwater onder de omgevingswet, regel 22.5 is retourneren in beschermd gebied verplicht (red. sowieso bij niet te vermijden vergunning plichtige bronbemalingen in beschermde gebieden en attentiegebieden dient gestreefd te worden het onttrokken water altijd volledig terug te brengen in de bodem).

De afvoercapaciteit van het open water en van het riool is gelimiteerd. Met name het debiet dat op het riool mag worden geloosd, is in veel gevallen beperkt. Het debiet dat op het open water mag worden geloosd is onder andere afhankelijk van de grootte van het open water, de afvoermogelijkheden en de functie van het oppervlaktewater. In de meeste gevallen mag op het open water een duidelijk groter debiet worden geloosd dan op het riool.

In veel gevallen gaat de voorkeur van het bevoegd gezag uit naar het lozen van bronneringswater op het open water boven lozen op het riool. Er moet wel rekening mee worden gehouden dat in de (directe) omgeving van het project een geschikte locatie aanwezig moet zijn voor het lozen op het open water.

Er is een landelijke voorkeursvolgorde voor het lozen van grondwater:

- **Lozen op de bodem;** zorg dat het water niet afstroomt naar de omliggende sloten. Neem contact op met de betreffende gemeente. De lozing hoeft niet bij het waterschap te worden gemeld.
- **Grondwater lozen in oppervlaktewater;** hiervoor moet contact worden gezocht met het waterschap. Er zit verschil tussen lozing bij bronnering/ontwatering en bodemsanering.
- **Grondwater lozen in de hemelwaterafvoer;** neem contact op met de betreffende gemeente. De lozing is ook bij het waterschap te melden. Een heffing is te betalen aan het waterschap.
- **Grondwater lozen in gemengd riool of vuilwaterriolering;** neem contact op met de betreffende gemeente. De lozing is ook te melden bij het waterschap. Een heffing is te betalen aan het waterschap.

Ons inziens kan het onttrokken water worden geloosd/gebufferd/geïnfiltreerd op/via de sloten/ waterlopen en wadi 's op het terrein zelf. Ervaringen uit het verleden leert dat nagenoeg 100% van het water kan worden teruggebracht in de bodem. Er is wel rekening mee te houden dat tijdens het project, naast bronneringswater, er ook nog boor- en spuiwater moet worden geloosd. Dat zal wellicht ook naar dezelfde waterlopen gaan, en de grond verzadigen.

Waterkwaliteit

Zowel bij een lozing op het open water als bij een lozing op het riool wordt naast het debiet ook de kwaliteit van het bronneringswater beoordeeld. Als de kwaliteit van het bronneringswater niet direct aan de lozingseisen voldoet, dient in veel gevallen een waterzuivering te worden geplaatst. Geadviseerd wordt om vooraf een monster van het grondwater te nemen en te analyseren op het standaard pakket voor water en op de lozingsparameters om een indicatie van de waterkwaliteit van het te lozen water te verkrijgen. Vervolgens kunnen de analyseresultaten ter beoordeling aan de waterkwaliteitsbeheerder worden voorgelegd.

Regelgeving ten aanzien van de lozing

De voorgenomen bronbemaling wordt gezien als een wateronttrekkingsactiviteit. Derhalve valt de bij de bronbemaling behorende lozing onder de Omgevingswet. Dit besluit geldt voor zowel lozing op riolering als voor lozing op oppervlaktewater. Bevoegd gezag voor lozing op oppervlaktewater is het Rijk (lozen op rijkswater) en het waterschap (lozen op regionaal water).

Voor lozing op de riolering zijn zowel de gemeente (kwantiteit, milieubelastende activiteit) als het waterschap (kwaliteit, lozingsactiviteit) bevoegd gezag (zijnde bruidschat). De proceduredtijd voor het verkrijgen van toestemming om bronneringswater te mogen lozen bedraagt volgens de Omgevingswet 8 weken.

Bij lozen in oppervlaktewater is rekening te houden met de volgende regels:

- Lozing is te melden via het Omgevingsloket.
- Het water hoeft niet terug in de bodem te worden gebracht, op basis van de regels bij onttrekkingen in beschermd gebied.
- Het water is schoon.
- Er mag niet meer worden geloosd dan de waterloop kan verwerken.
- Er mag geen wateroverlast ontstaan.
- De hoeveelheid onopgeloste stoffen mag maximaal 50 milligram per liter bedragen.
- Door het lozen mag geen visuele verontreiniging optreden in het oppervlaktewater.
- De geloosde hoeveelheid water moet gemeten worden met een debietmeter en is binnen 14 dagen na afloop van de lozing door te geven via gestandaardiseerd formulier.

Bekijk voor meer informatie en de exacte regels paragraaf 2.1.6 en 2.2.2 uit de waterschap verordening. Indien meer dan 100 m³ per uur wordt geloosd, is een vergunning aan te vragen via het Omgevingsloket.

Kosten lozen bronneringswater

Aan het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.

Voor lozingen in het oppervlaktewater en in de riolering moet je heffing aan het waterschap betalen. De heffing voor het lozen van grondwater is in 2025 € 60,84 per 1.000 m³ geloosd water. Dit bedrag kan per jaar wijzigen.

De geloosde hoeveelheid grondwater moet gemeten zijn met een debietmeter. De hoeveelheid is binnen 14 dagen na afloop lozing door te geven via het gestandaardiseerde formulier en het lozen van bronneringswater zijn in het algemeen kosten verbonden.

7 Conclusie en aanbevelingen

Voor het in den droge ontgraven van verschillende bouwputten op WPB Vlierden, is een bemaling noodzakelijk. De bemaling kan worden uitgevoerd op verticale filters (zwaartekrachtbemaling).

*Op basis van de momenteel gekende gegevens, de berekende debieten én vermits de criteria in artikel 5.40, lid 2 gerespecteerd worden mogen wij concluderen, dat de bemaling voor het ontgraven **niet** vergunning plichtig is in het kader van de Omgevingswet (bij bemaling van open bouwputten, die minder lang duren dan 6 maanden).*

Negatieve effecten in de omgeving, ten gevolge van de bemaling, worden op basis van de beschikbare gegevens vooralsnog niet verwacht.

Belangrijkste aandachtspunten:

- Advies: monitoring van de grondwaterstand/verifiëren uitgangspunten.
- Bij gemeente en provincie navragen of binnen een straal van 150 m tot de projectlocatie grondwaterverontreinigingen bekend zijn.
- Waar nodig het nemen van (extra) grondwaterstalen voor het bepalen van de waterkwaliteit (analyse op het standaard pakket voor water en op de lozingsparameters).
- Mogelijkheden onderzoeken voor het lozen van bronneringswater.

In een aanvullende opdracht kunnen de bovenstaande punten door Aelmans Milieu worden uitgevoerd.

Ubachsberg, gemeente Voerendaal, 22 september 2025

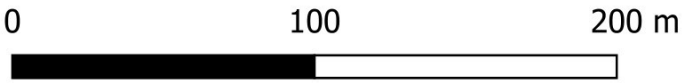
Aelmans Milieu

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R.M.E. Kroonen".

De heer ing. R.M.E. Kroonen

Projectleider/geotechnisch + geohydrologisch Geotechnisch adviseur

Nummer	X (in m)	Y (in m)	NAP (in m)
B01	180858,1094	383232,6962	25,503
B02	181528,9212	383074,0987	25,075
B03	181602,8271	383164,9884	25,725
B04	180869,2404	383245,0755	25,389
B05	180876,9892	383244,7924	25,367
B06	181547,0345	383058,1976	25,778
B07	181621,0168	383132,6704	25,112
B08	180873,0646	383241,141	25,474
B09	180877,8787	383240,2556	25,467
B10	181539,9089	383067,6746	25,336
B11	181546,3605	383064,2006	25,482
B12	181612,9418	383139,1285	24,628
B13	181620,0175	383138,1154	24,869
HB01+IP01	180885,8203	383233,967	25,382
HB02+IP02	181556,9339	383069,1567	25,33
HB03+IP03	181627,4835	383144,4538	25,129
SK01	180886,2986	383243,1011	25,348
SK02	181556,7404	383050,7455	25,895
SK03	181635,154	383138,8792	25,495



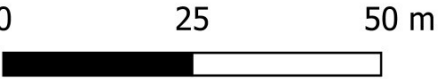
Legenda

- B00 = Handboring
HB00 = Handboring
- ▼

SK00 = Sondering met kleef
- ⊗

IP00 = Infiltratieonderzoek

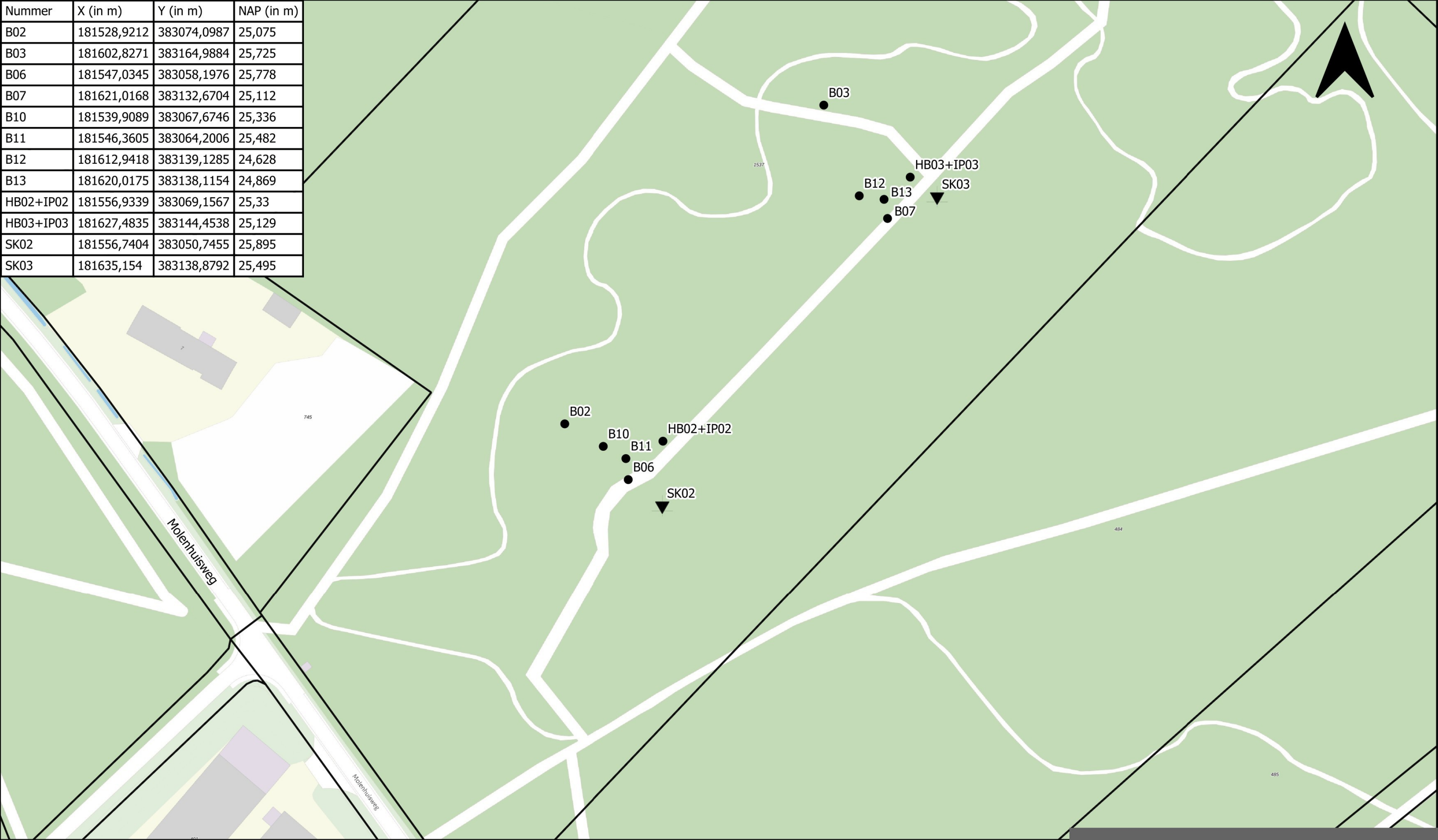
Nummer	X (in m)	Y (in m)	NAP (in m)
B01	180858,1094	383232,6962	25,503
B04	180869,2404	383245,0755	25,389
B05	180876,9892	383244,7924	25,367
B08	180873,0646	383241,141	25,474
B09	180877,8787	383240,2556	25,467
HB01+IP01	180885,8203	383233,967	25,382
SK01	180886,2986	383243,1011	25,348



Legenda

- B00 = Handboring
HB00 = Handboring
- ▼ SK00 = Sondering met kleef
- ⊗ IP00 = Infiltratieonderzoek

Nummer	X (in m)	Y (in m)	NAP (in m)
B02	181528,9212	383074,0987	25,075
B03	181602,8271	383164,9884	25,725
B06	181547,0345	383058,1976	25,778
B07	181621,0168	383132,6704	25,112
B10	181539,9089	383067,6746	25,336
B11	181546,3605	383064,2006	25,482
B12	181612,9418	383139,1285	24,628
B13	181620,0175	383138,1154	24,869
HB02+IP02	181556,9339	383069,1567	25,33
HB03+IP03	181627,4835	383144,4538	25,129
SK02	181556,7404	383050,7455	25,895
SK03	181635,154	383138,8792	25,495



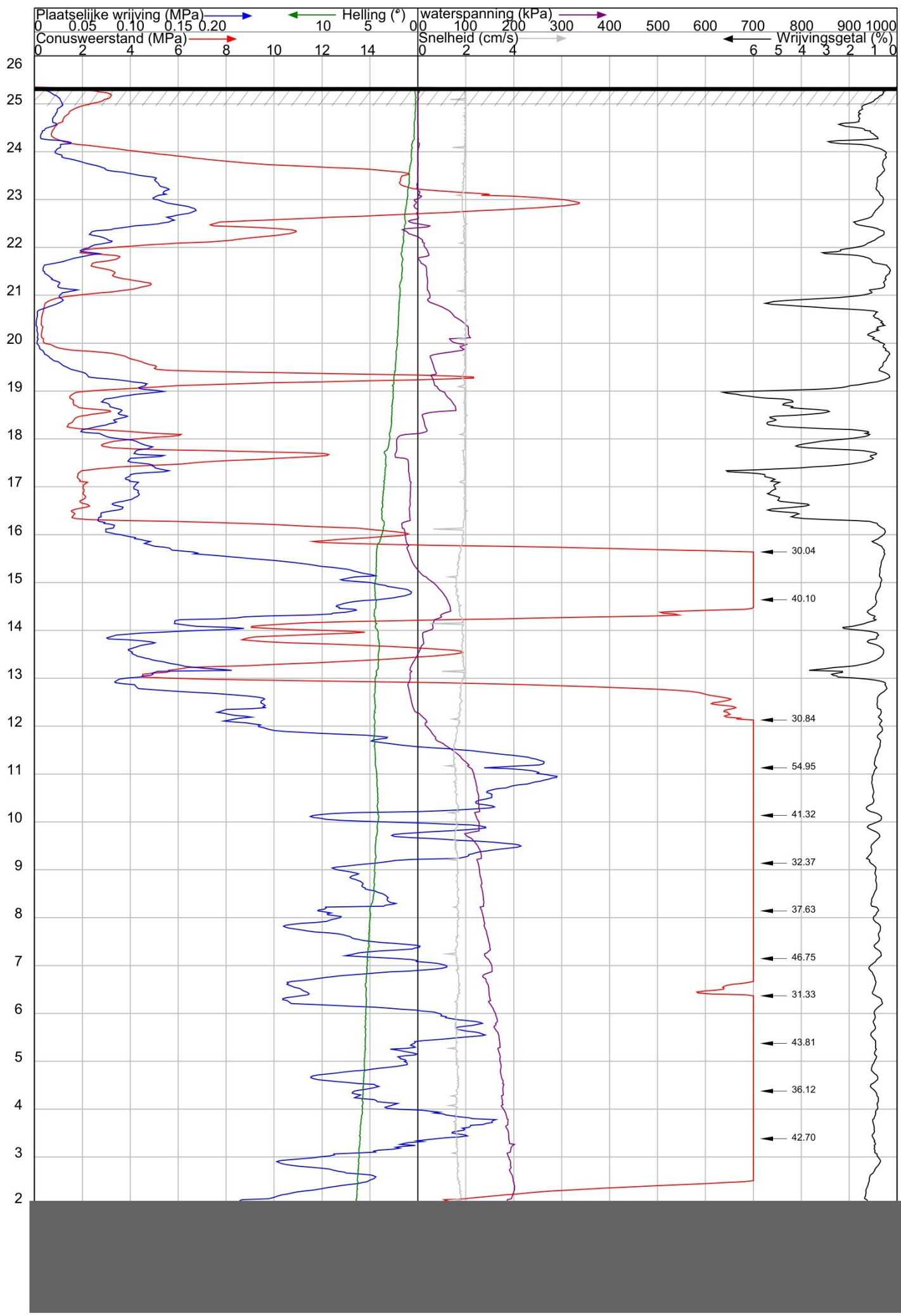
Legenda

- B00 = Handboring
HB00 = Handboring
- ▼ SK00 = Sondering met kleef
- ⊗ IP00 = Infiltratieonderzoek

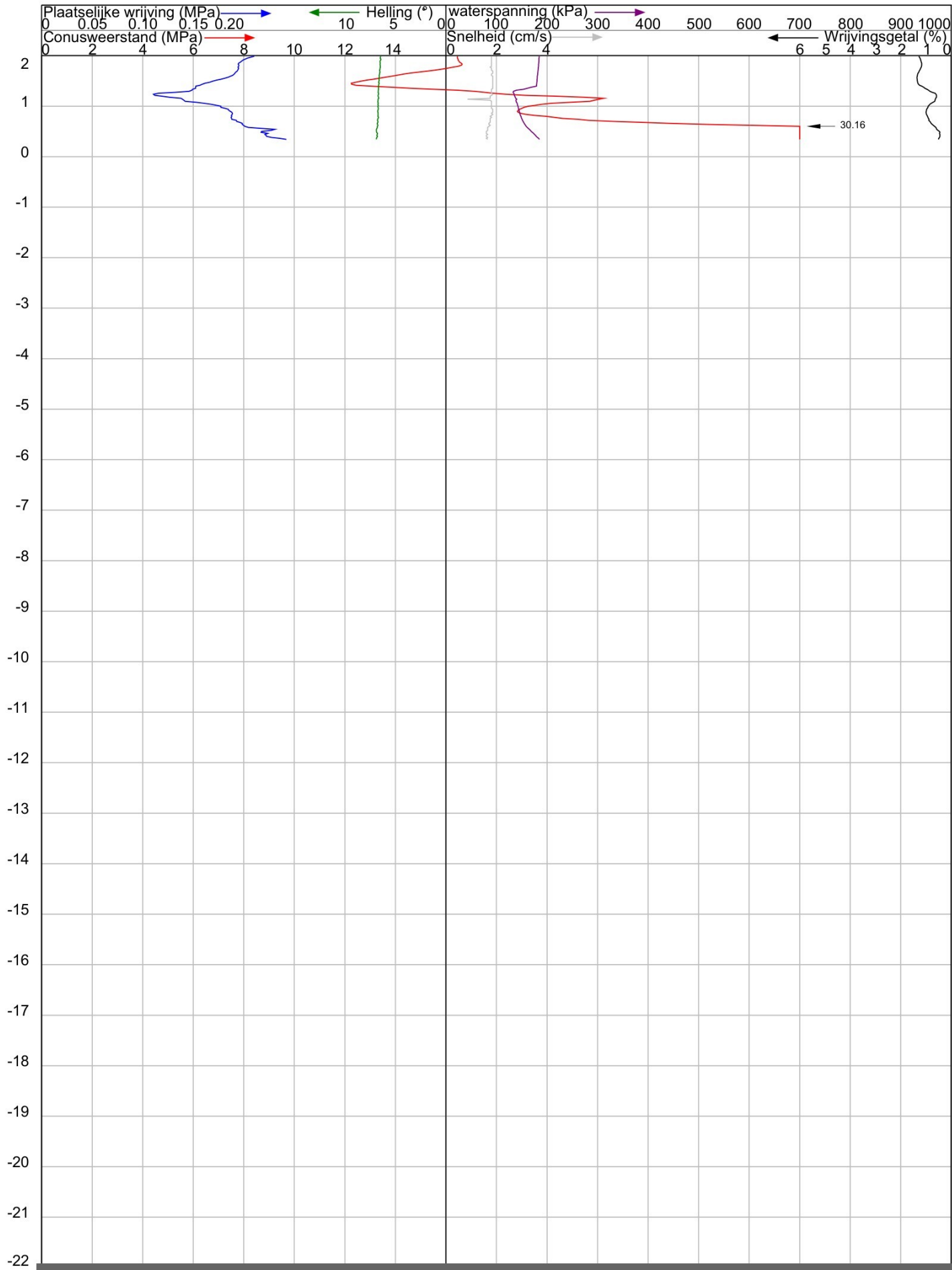
Bijlage 1

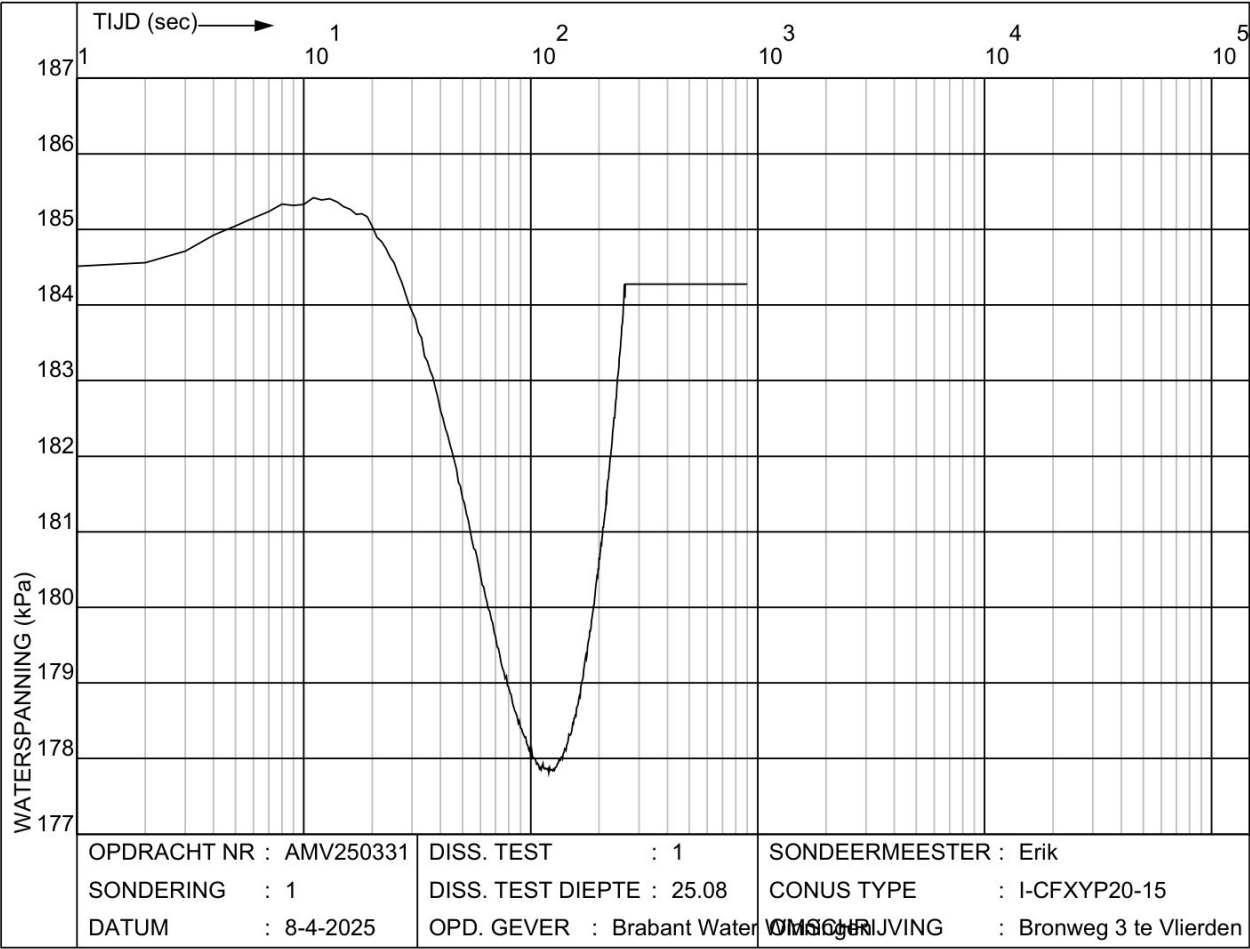
Relevante delen grondonderzoek

DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

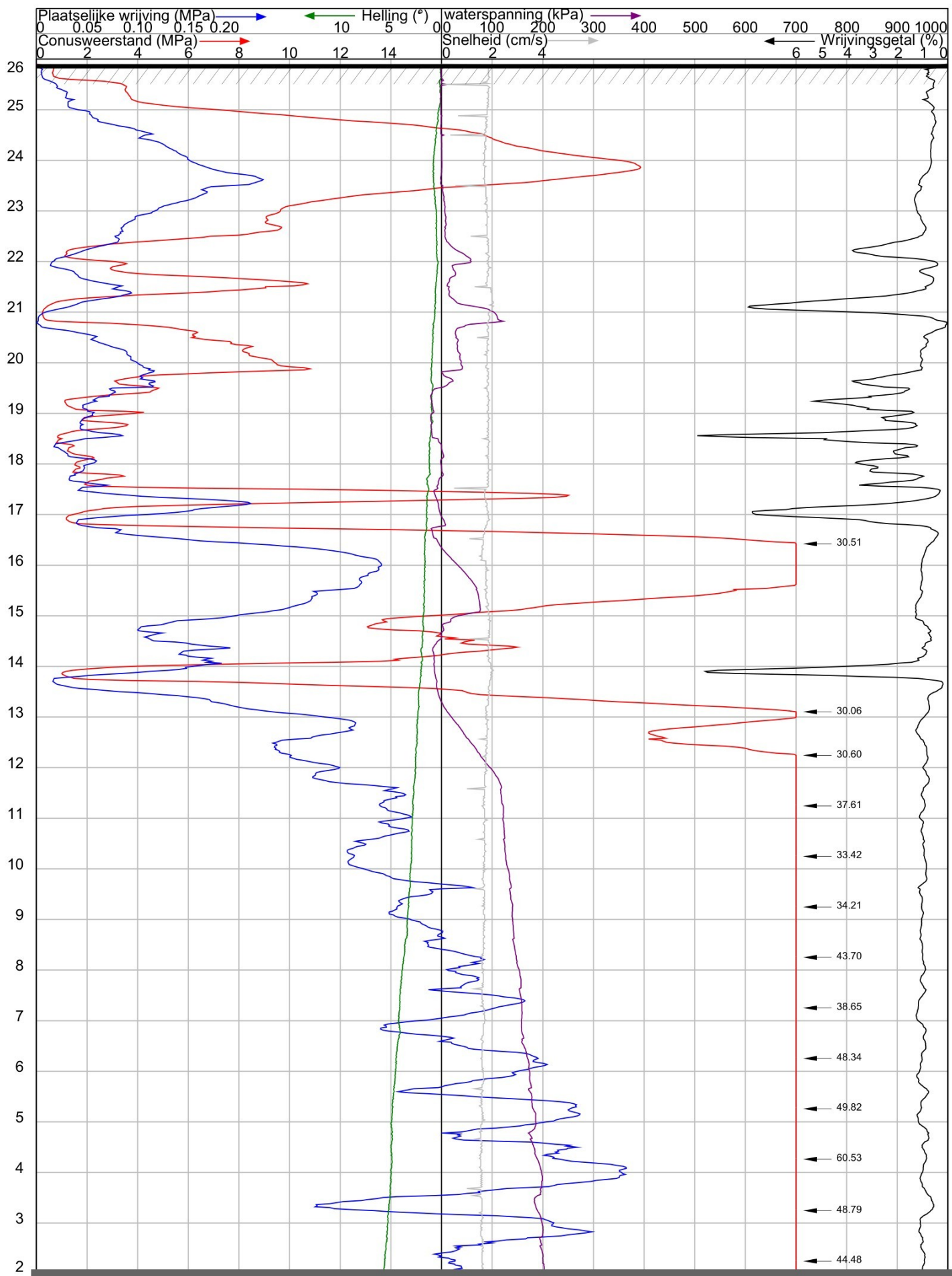


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

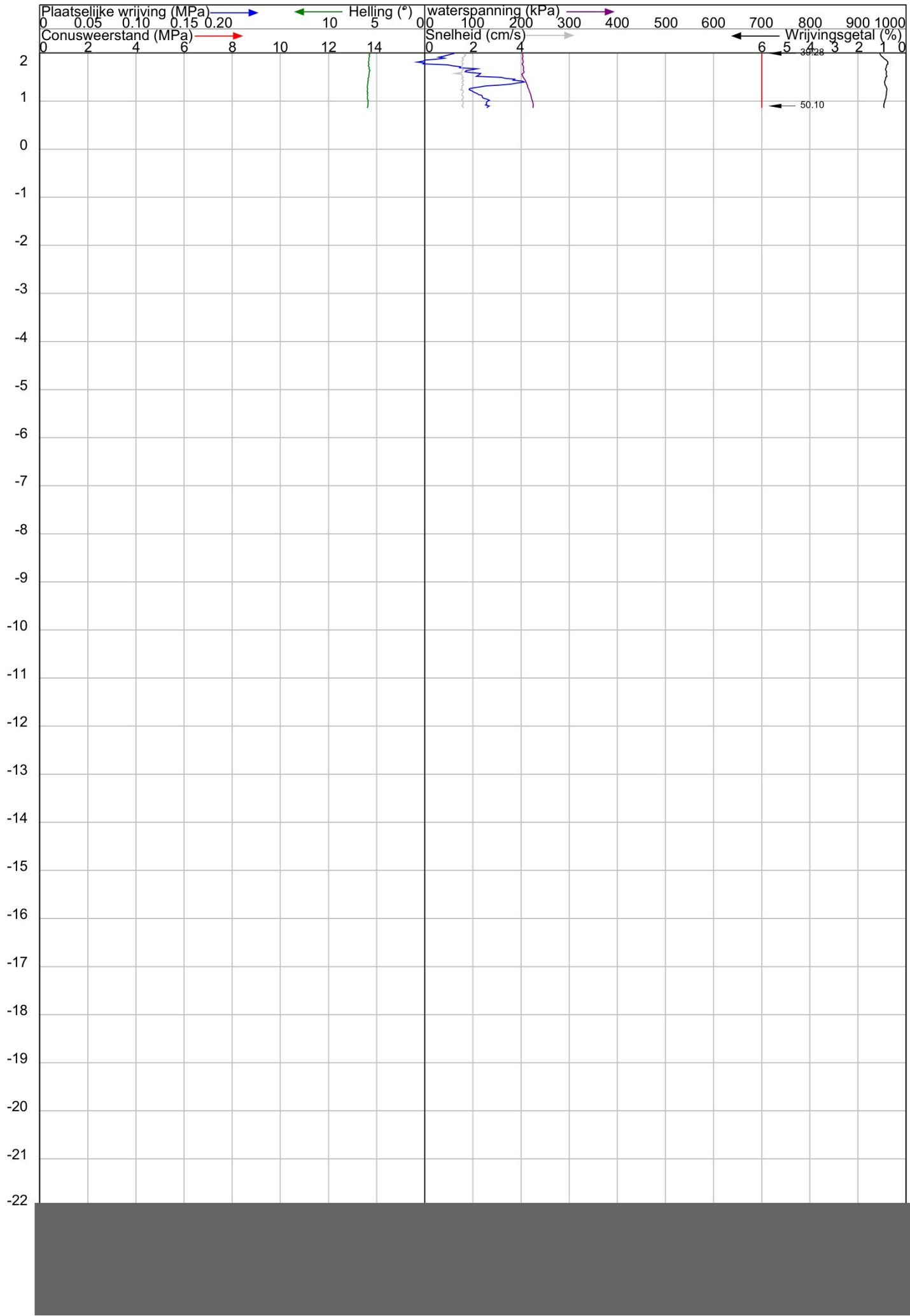


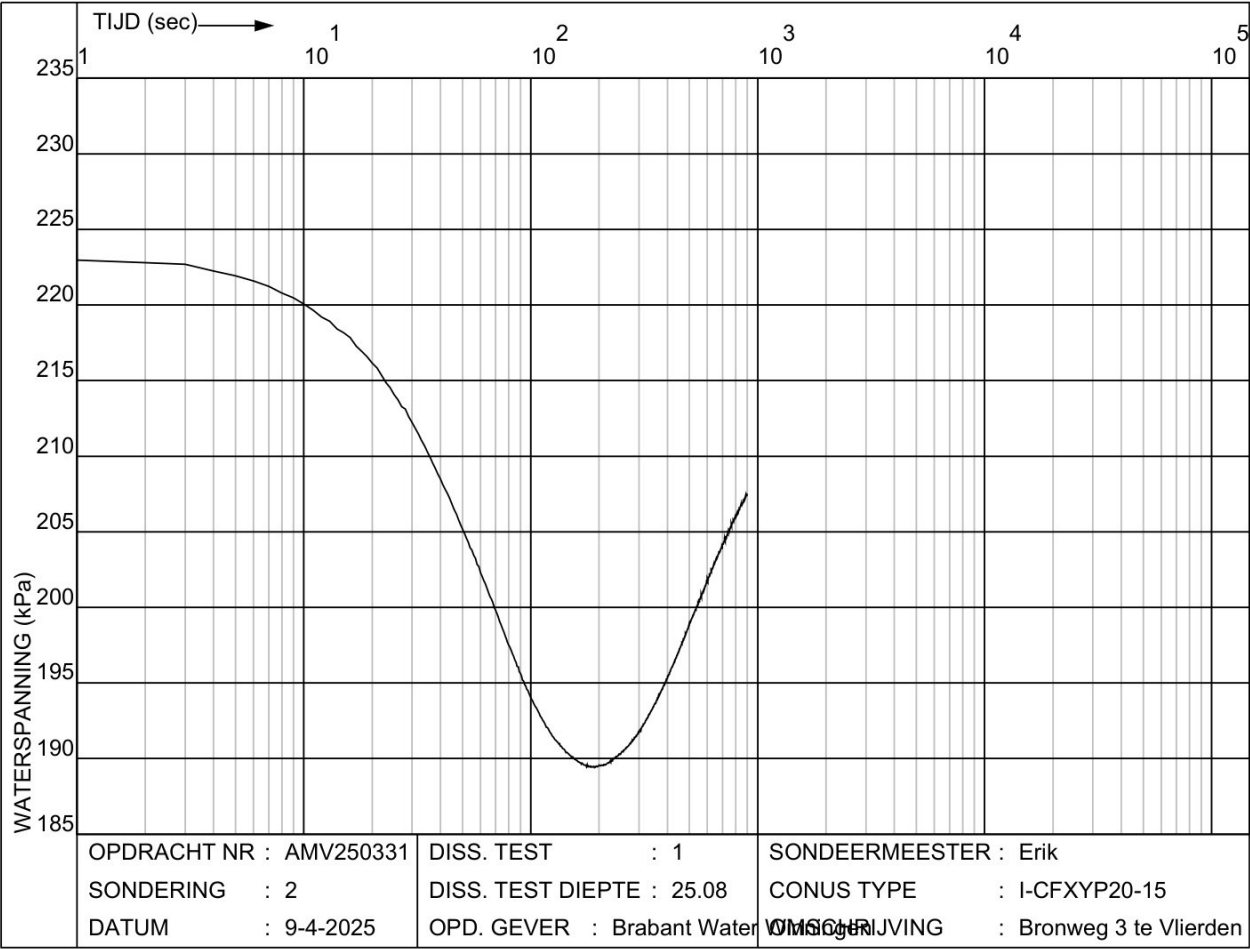


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

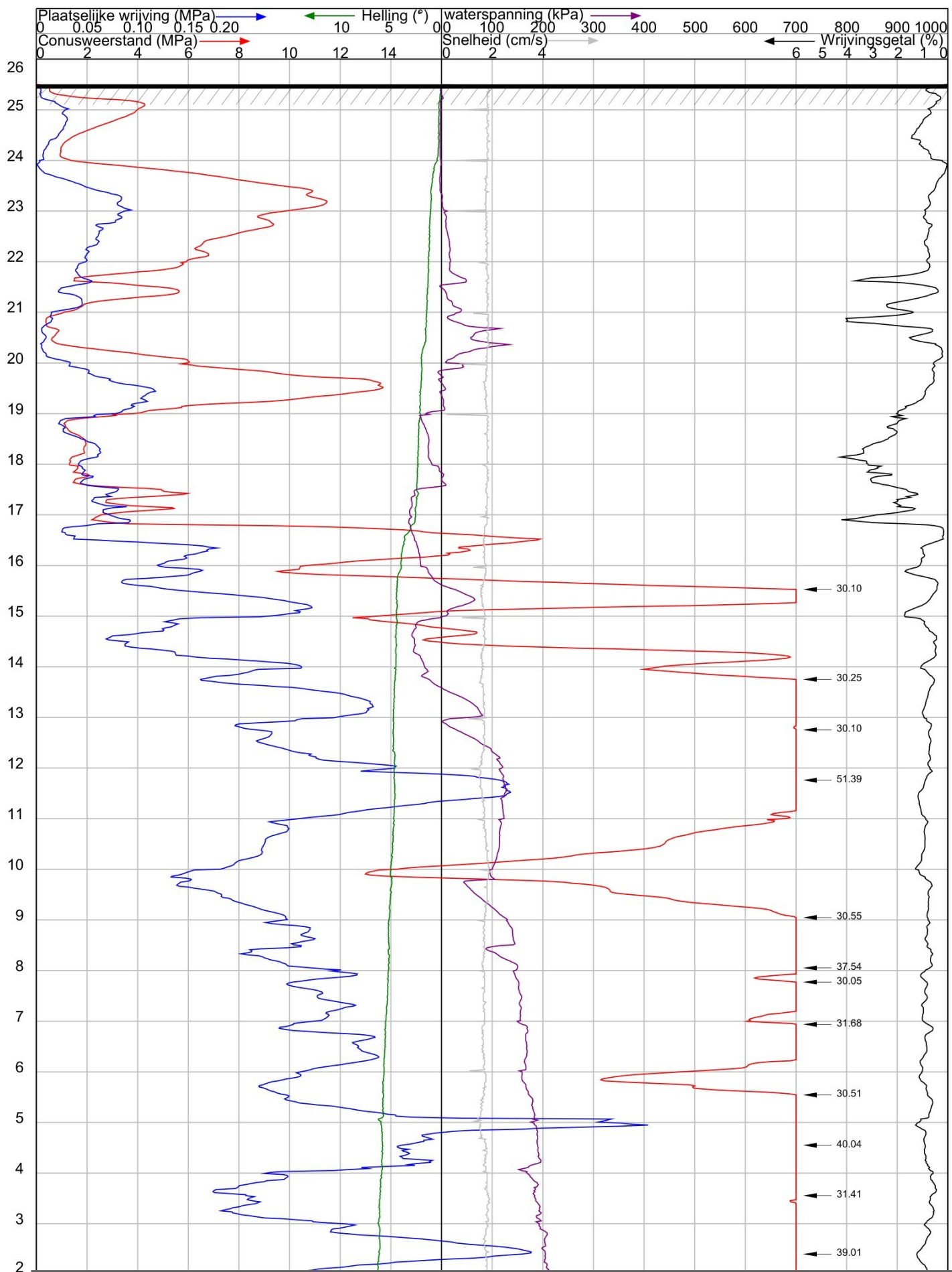


DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

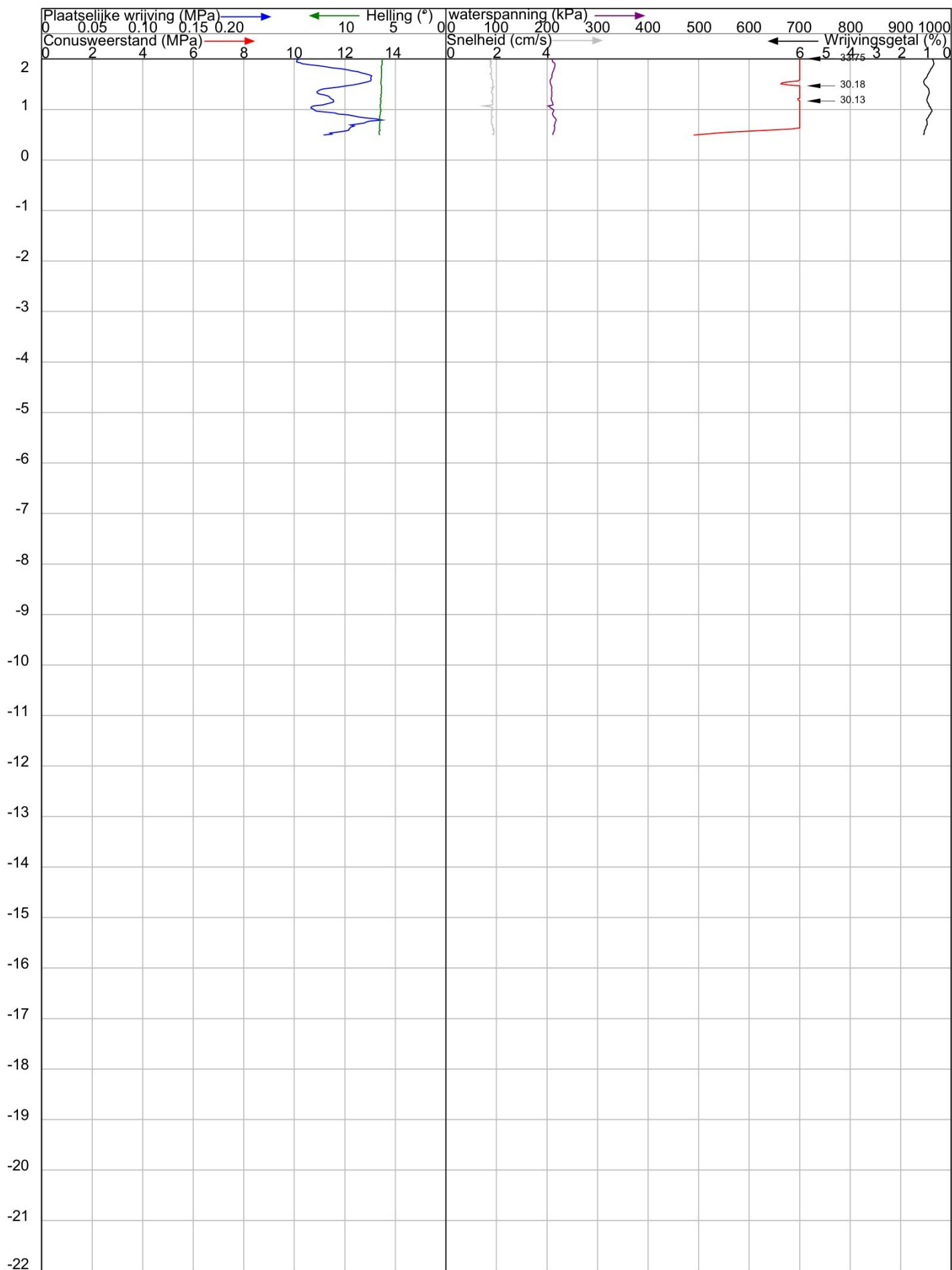




DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP



OPDRACHT NR : AMV250331

SONDERING : 3

DATUM : 9-4-2025 TIJD : 14:45

OPDRACHTGEVER : Brabant Water Woningen

OMSCHRIJVING : Bronweg 3 te Vlierden

SONDEERMEESTER : Erik

REFERENTIE NIVO : 25.5 m t.o.v. NAP

CONUS TYPE : I-CFXYP20-15

HELLINGOPNEMER :

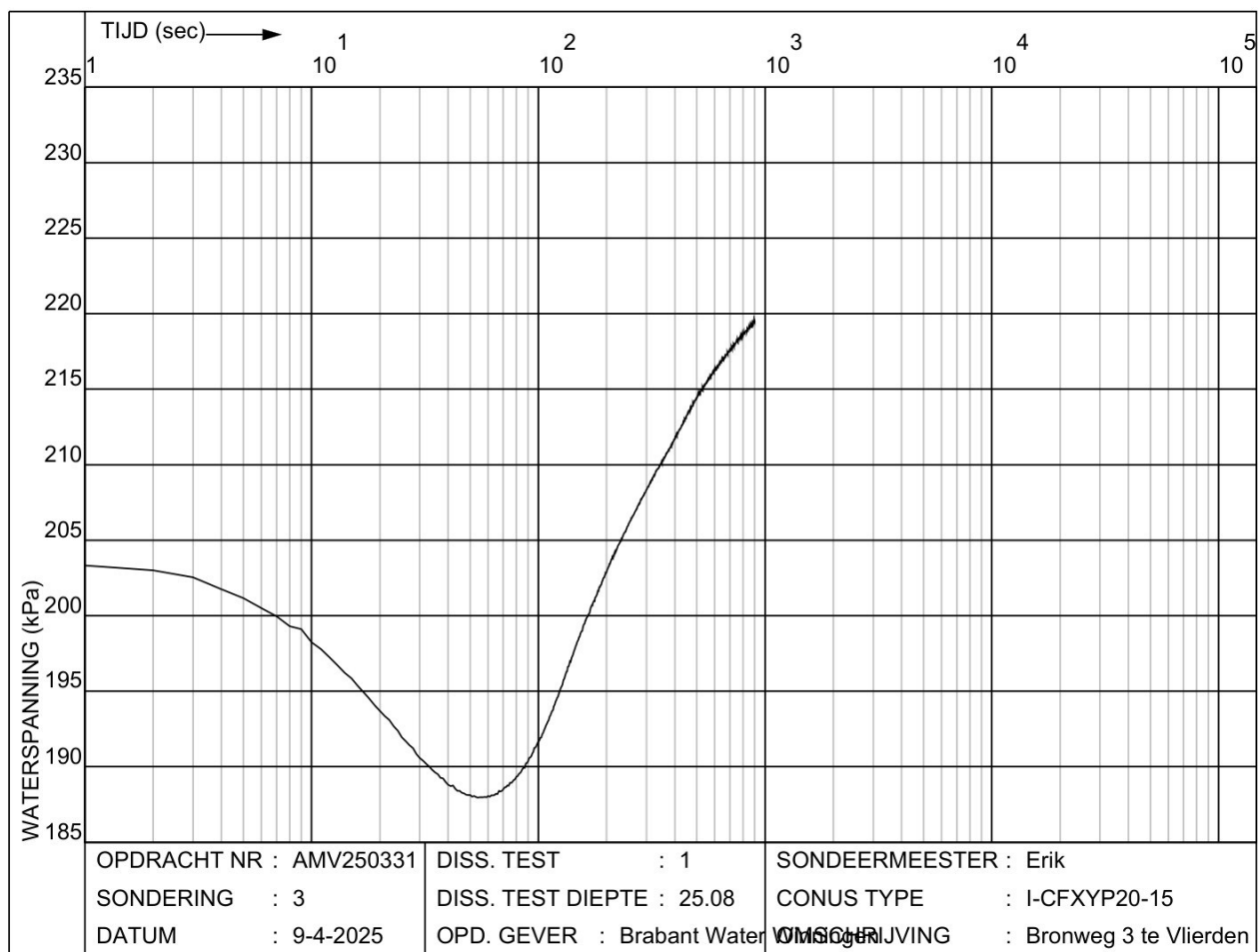
EINDWAARDE HELLING : 6.521196

OPMERKING :

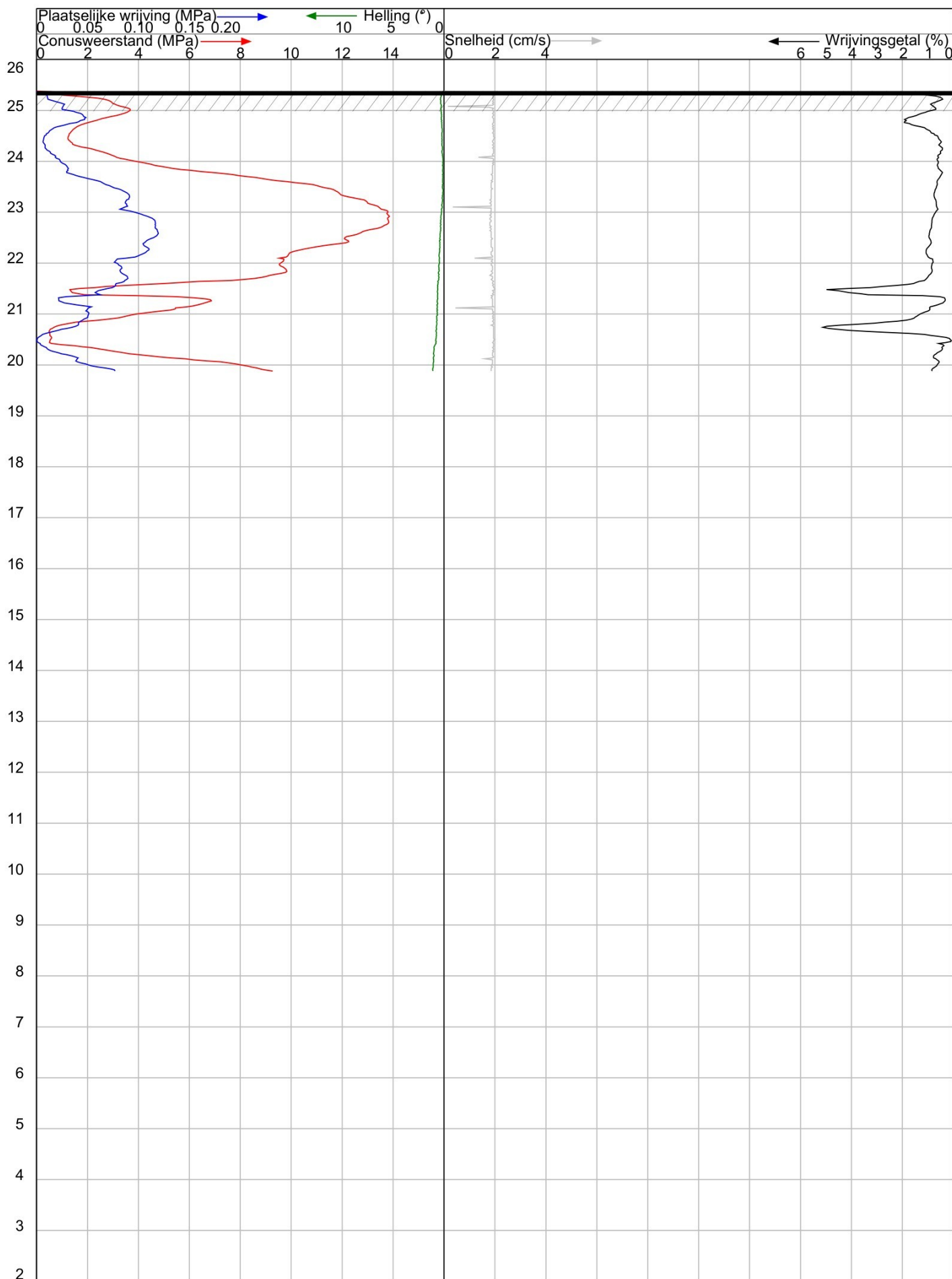
Nr. : 180401

Nr. :

 aelmans



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

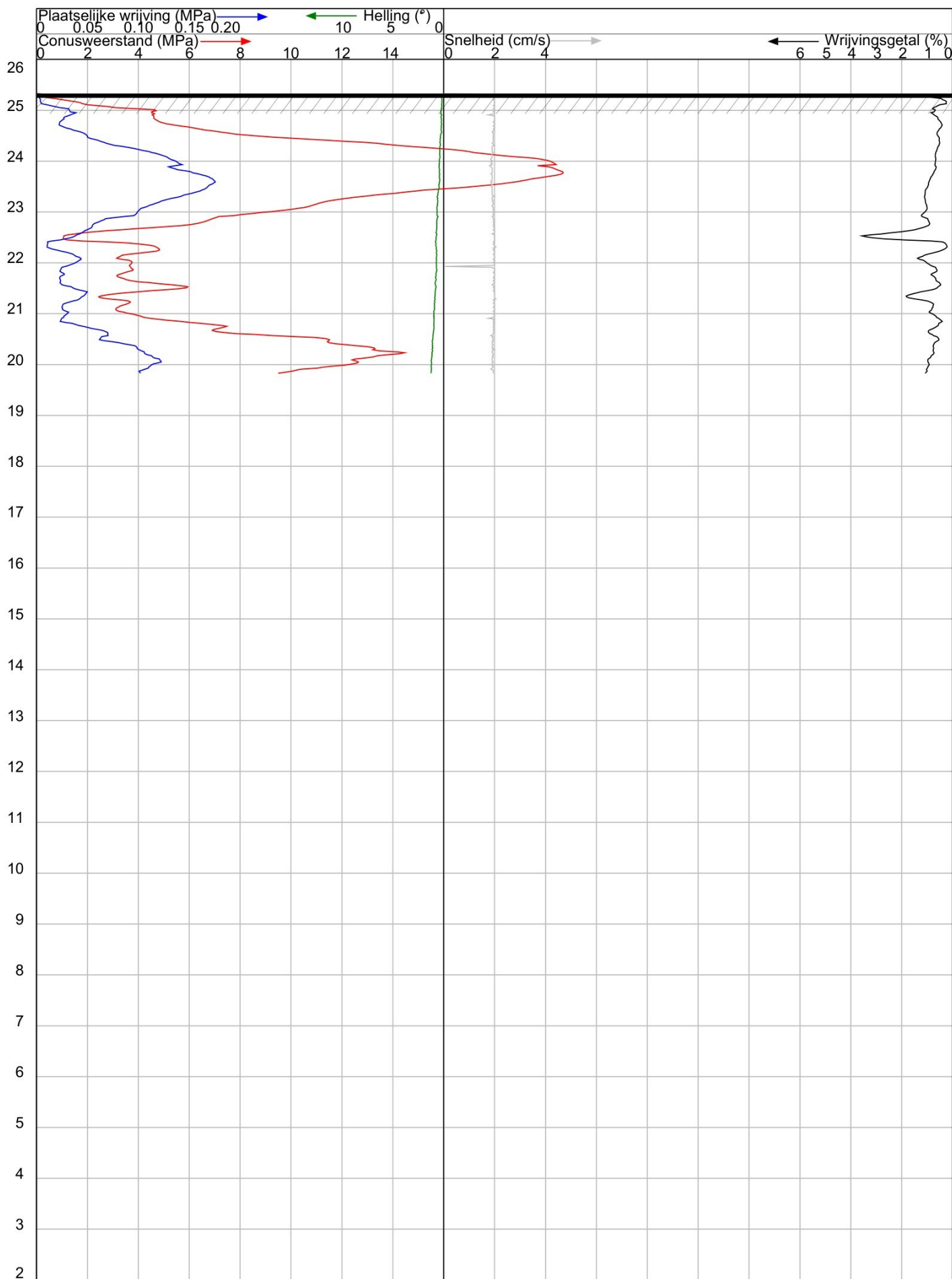


OPDRACHT NR : AMV250331
SONDERING : HB01+PB01
DATUM : 8-4-2025 TIJD : 14:15
OPDRACHTGEVER : Brabant Water Woningen
OMSCHRIJVING : Bronweg 3 te Vlieden

SONDEERMEESTER : Erik
REFERENTIE NIVO : 25.38 m t.o.v. NAP
CONUS TYPE : I-CFX-15
HELLINGOPNEMER :
EINDWAARDE HELLING : 1.094295
OPMERKING :
Nr. : 2408070
Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

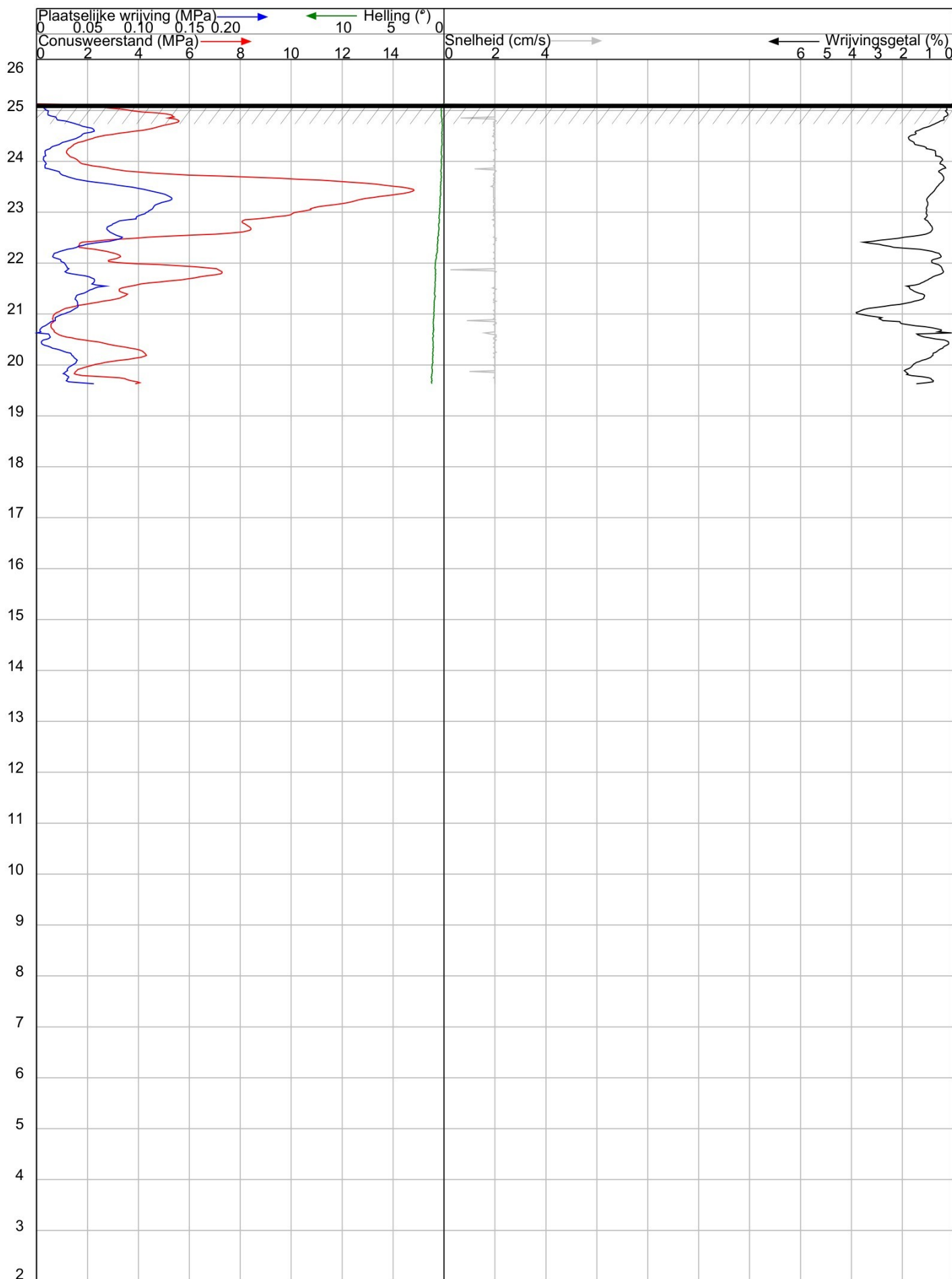


OPDRACHT NR : AMV250331
SONDERING : HB02+PB02
DATUM : 9-4-2025 TIJD : 8:56
OPDRACHTGEVER : Brabant Water Woningen
OMSCHRIJVING : Bronweg 3 te Vlierden

SONDEERMEESTER : Erik
REFERENTIE NIVO : 25.33 m t.o.v. NAP
CONUS TYPE : I-CFXY-15
HELLINGOPNEMER :
EINDWAARDE HELLING : 1.255132
OPMERKING :
Nr. : 2408070
Nr. :



DIEPTE IN METERS T.O.V. NAP

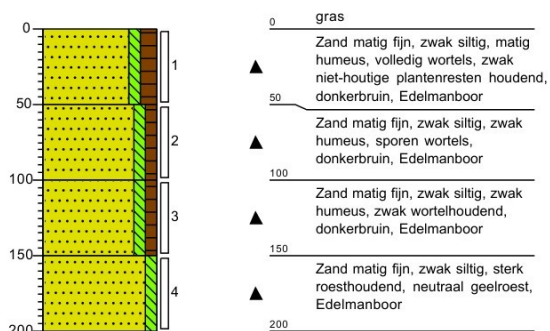


OPDRACHT NR : AMV250331
SONDERING : HB03+PB03
DATUM : 9-4-2025 TIJD : 13:32
OPDRACHTGEVER : Brabant Water Woningen
OMSCHRIJVING : Bronweg 3 te Vlierden

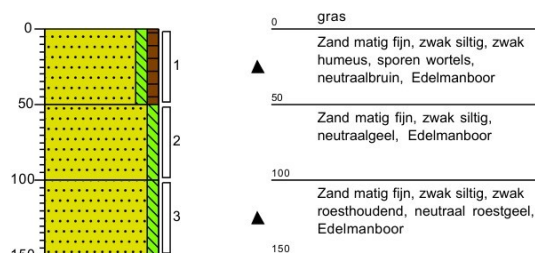
SONDEERMEESTER : Erik
REFERENTIE NIVO : 25.13 m t.o.v. NAP
CONUS TYPE : I-CFX-15
HELLINGOPNEMER :
EINDWAARDE HELLING : 1.213941
OPMERKING :
Nr. : 2408070
Nr. :



Boring: B01
Datum: 8-4-2025



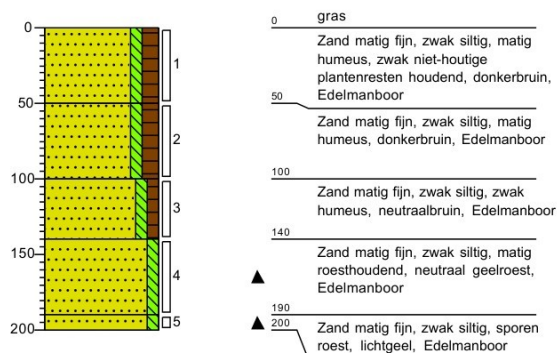
Boring: B02
Datum: 8-4-2025



Boring: B03
Datum: 8-4-2025

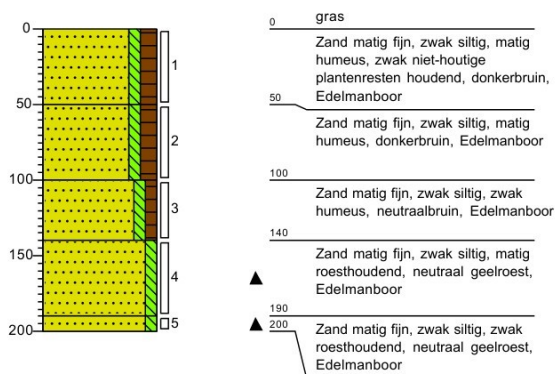


Boring: B04
Datum: 8-4-2025



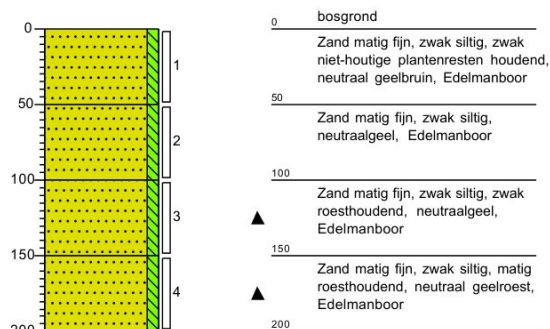
Boring: B05

Datum: 8-4-2025



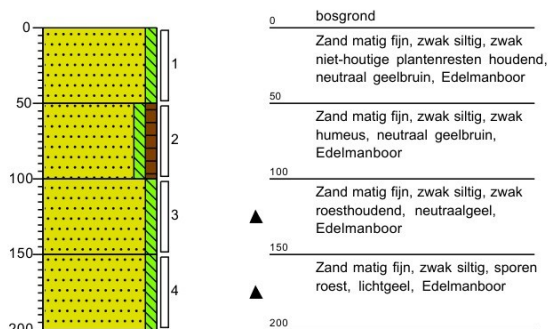
Boring: B06

Datum: 8-4-2025



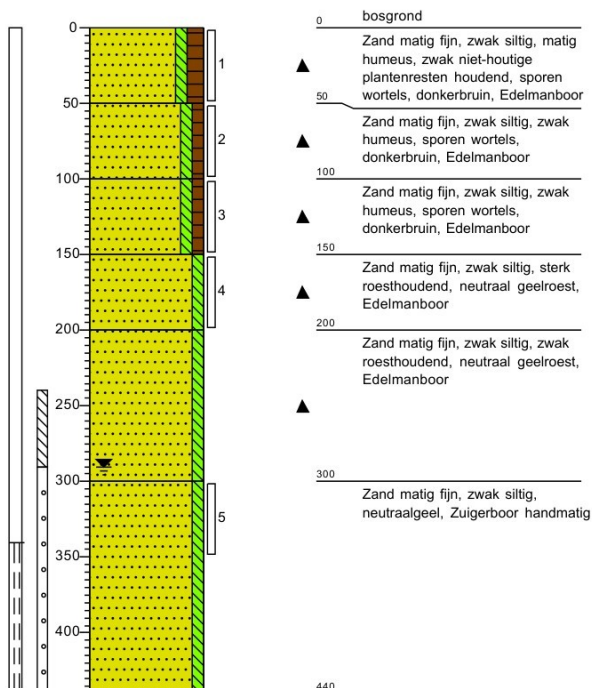
Boring: B07

Datum: 8-4-2025

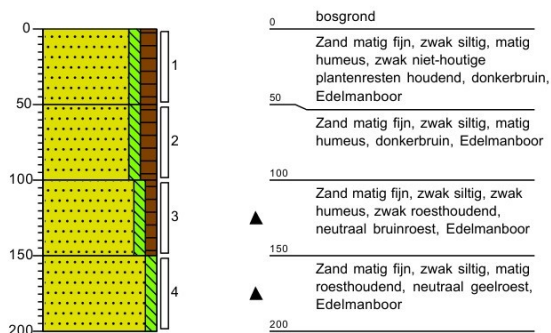


Boring: B08

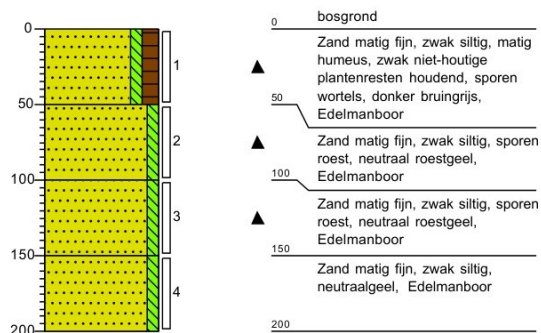
Datum: 8-4-2025



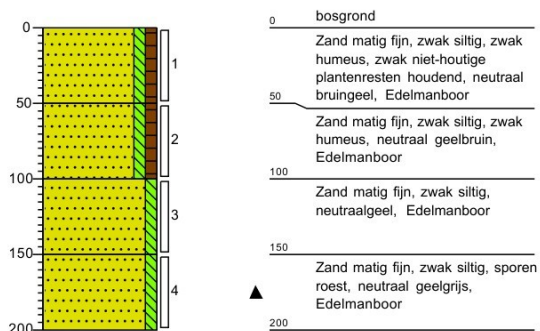
Boring: B09
Datum: 8-4-2025



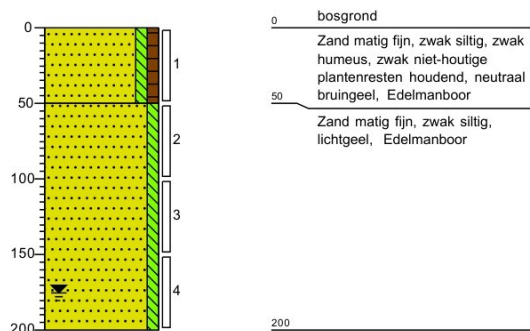
Boring: B10
Datum: 8-4-2025



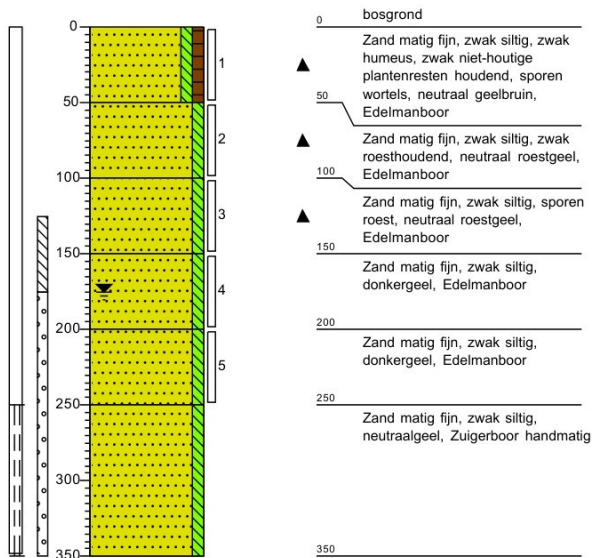
Boring: B11
Datum: 8-4-2025



Boring: B12
Datum: 8-4-2025



Boring: **B13**
Datum: 8-4-2025



Bijlage 2

Meetwaarden veldtesten en uitwerking
middels Hooghoudt

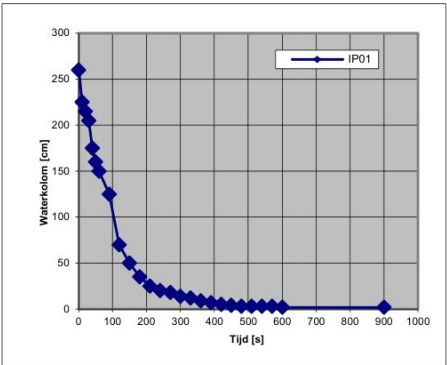
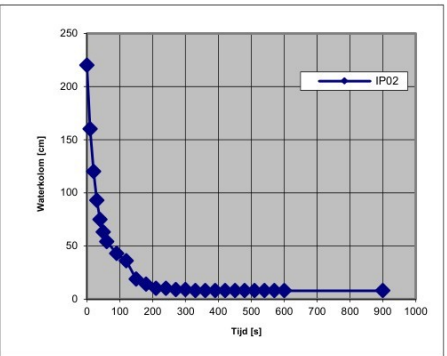
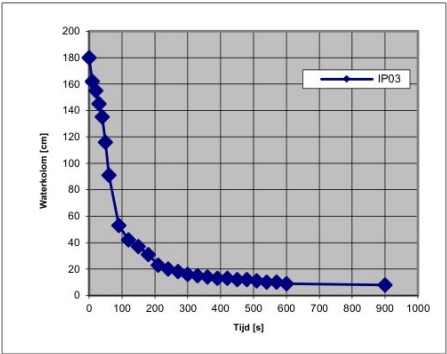
Opdracht: AMV250331
Plaats: Vlieden
Project: k-waarde Bronweg 3

tijd [s]	handpeilingen [cm-mv]			waterkolom in boorgat [cm]		
	IP01	IP02	IP03	IP01	IP02	IP03
0	0	0	0	260	220	180
10	35	60	18	225	160	162
20	45	100	25	215	120	155
30	55	127	35	205	93	145
40	85	145	45	175	75	135
50	100	157	64	160	63	116
60	110	166	89	150	54	91
90	135	177	127	125	43	53
120	190	184	138	70	36	42
150	210	201	143	50	19	37
180	225	206	149	35	14	31
210	235	210	157	25	10	23
240	240	210	160	20	10	20
270	242	211	162	18	9	18
300	246	211	164	14	9	16
330	248	212	165	12	8	15
360	251	212	166	9	8	14
390	253	212	167	7	8	13
420	255	212	167	5	8	13
450	256	212	168	4	8	12
480	257	212	168	3	8	12
510	257	212	169	3	8	11
540	257	212	170	3	8	10
570	257	212	170	3	8	10
600	258	212	171	2	8	9
900	258	212	172	2	8	8

	IP01	IP02	IP03
diameter boorgat [cm]	7	7	7
diepte test [m-mv]	2,6	2,2	1,8
hoeveelheid toegevoegd water [l]	20	20	20

bepaling doorlatendheid

	IP01	IP02	IP03
tan alpha:	0,003224	0,0027175	0,001989
k-waarde (Hooghoudt)	11,21 m/d	9,45 m/d	6,92 m/d



Bijlage 3

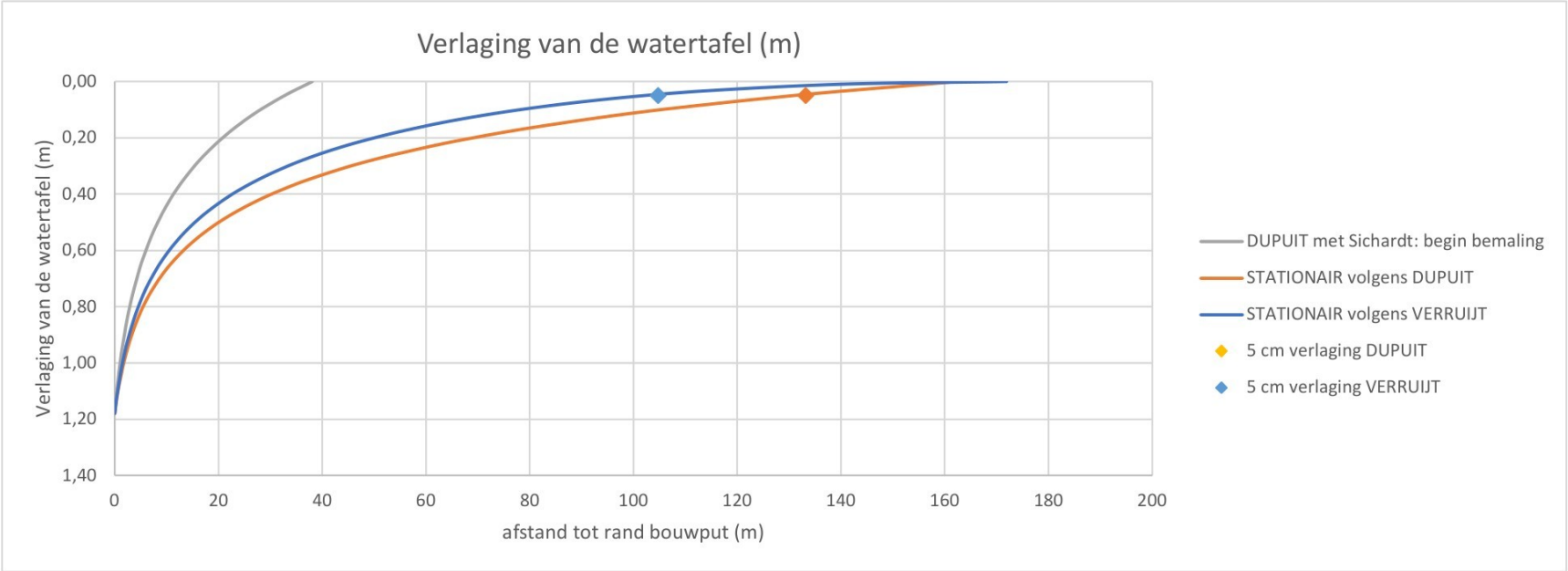
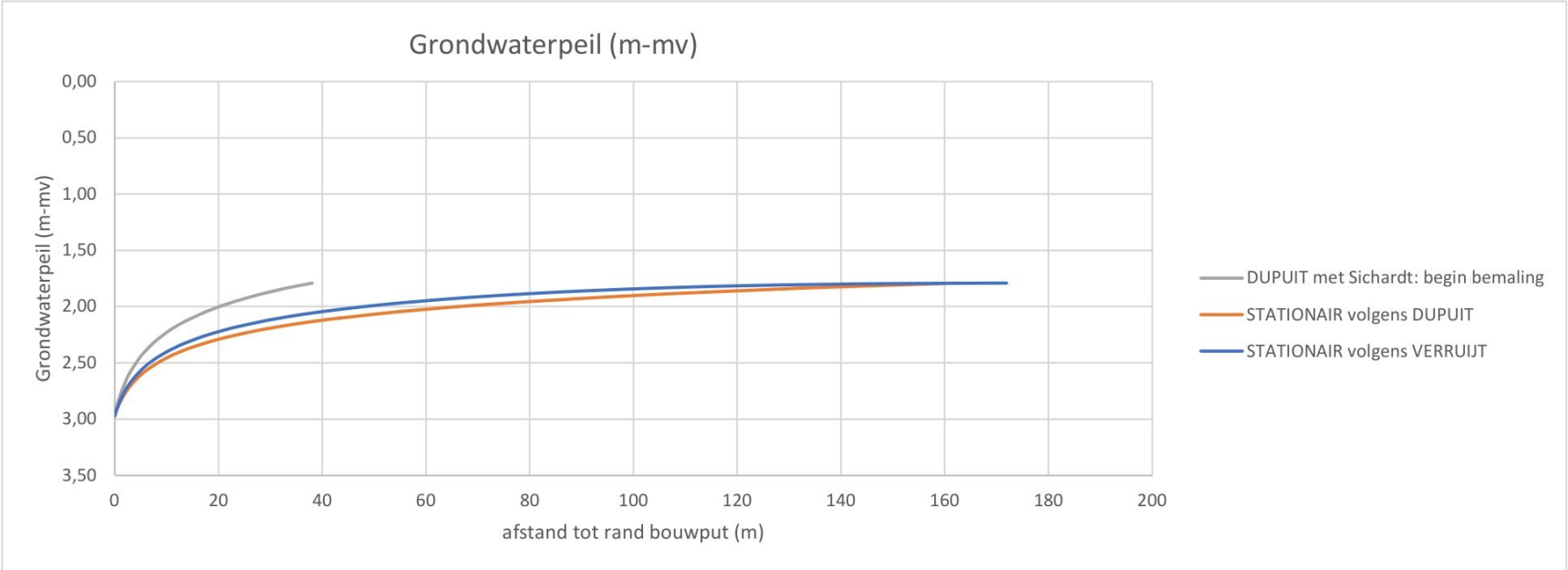
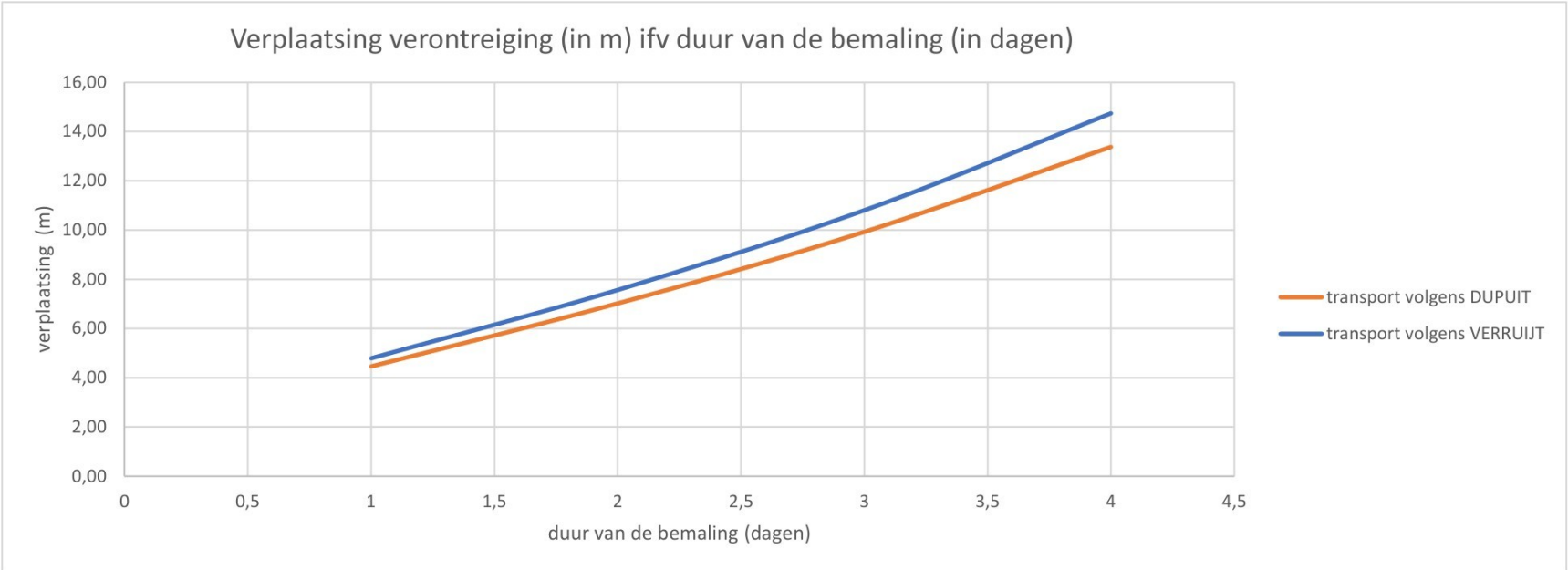
Input bemaling bouwkunde

Object	Discipline				aanlegdiepte t.o.v. m.v.	grond- verbetering (m)	bemalingsdiepte (0,5m onder ontgravingsdiepte)	GHG	Verlaging t.o.v. GHG in m
		m							
Realisatie PP114	Bouwkunde	Maaiveld	24,620	+NAP	1,255	0,5	22,365 +NAP	23,5 +NAP	-1,135
Realisatie PP115	Bouwkunde	Maaiveld	25,290	+NAP	1,255	0,5	23,035 +NAP	23,5 +NAP	-0,465
Realisatie PP155	Bouwkunde	Maaiveld	25,290	+NAP	1,255	0,5	23,035 +NAP	23,5 +NAP	-0,465
Realisatie PP116	Bouwkunde	Maaiveld	24,900	+NAP	1,255	0,5	22,645 +NAP	23,5 +NAP	-0,855
Realisatie PP156	Bouwkunde	Maaiveld	24,900	+NAP	1,255	0,5	22,645 +NAP	23,5 +NAP	-0,855
Amoveren putkelder PP001	Bouwkunde	Maaiveld	25,670	+NAP	2,650	0	22,520 +NAP	23 +NAP	-0,480
Amoveren putkelder PP010	Bouwkunde	Maaiveld	25,290	+NAP	2,470	0	22,320 +NAP	23,5 +NAP	-1,180
Amoveren putkelder PP011	Bouwkunde	Maaiveld	25,760	+NAP	2,400	0	22,860 +NAP	23,5 +NAP	-0,640

			PP001	PP010	PP011
<i>maaiveld</i>	<i>Dawaco</i>	<i>m1+NAP</i>	<i>25,67</i>	<i>25,29</i>	<i>25,76</i>
<i>b.k. vloer</i>	<i>Dawaco</i>	<i>m1+NAP</i>	<i>23,45</i>	<i>23,29</i>	<i>23,83</i>
<i>dikte vloer</i>	<i>Meridian</i>	<i>m1</i>	<i>0,43</i>	<i>0,47</i>	<i>0,47</i>
<i>hoogte kelder</i>	<i>reksom</i>	<i>m1</i>	<i>2,65</i>	<i>2,47</i>	<i>2,40</i>
<i>aanlegdiepte tov NAP</i>	<i>reksom</i>	<i>m1+NAP</i>	<i>23,02</i>	<i>22,82</i>	<i>23,36</i>
<i>controle</i>	<i>reksom</i>	<i>m1+NAP</i>	<i>23,02</i>	<i>22,82</i>	<i>23,36</i>

Bijlage 4

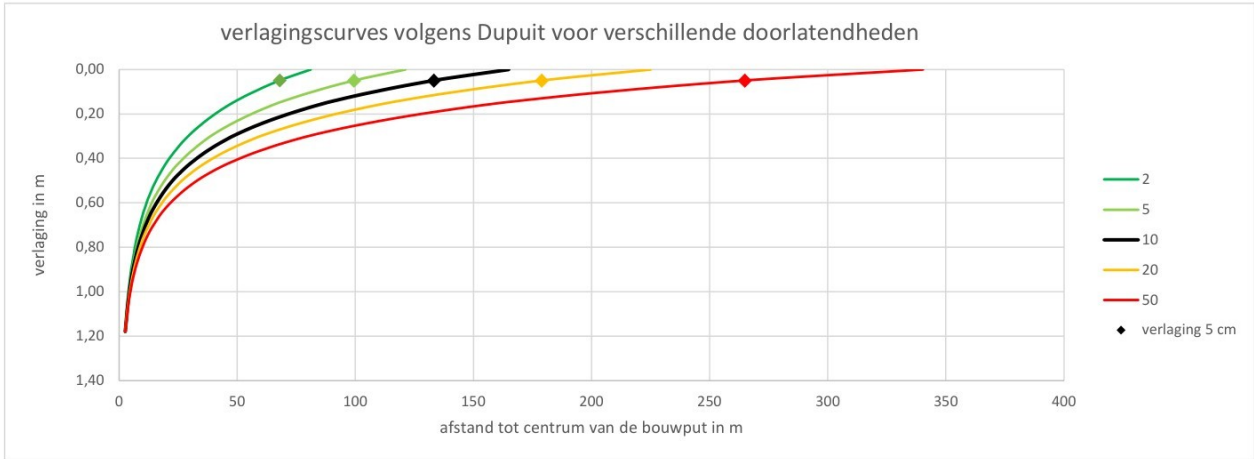
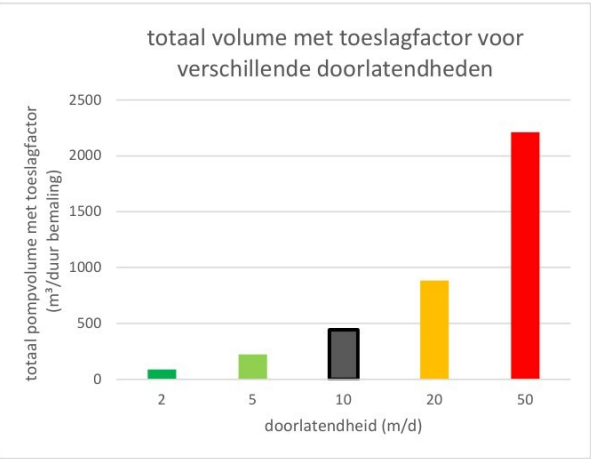
Voorbeeld modelberekening
Dupuit et al [PP010]



Gevoeligheid voor de gekozen doorlatendheid K
enkel uitgevoerd voor Dupuit in evenwicht met de voeding uit neerslag

originele K-waarde 10 m/d

factor		0,2	0,5	1	2	5
doorlatendheid (m/d)		2	5	10	20	50
Sichard	debiet (m³/u)	0,6	1,5	2,9	5,9	14,7
	debiet (m³/d)	14	35	71	141	354
	invloedstraal (m)	17,0	26,9	38,1	53,9	85,2
Dupuit met voeding uit neerslag	debiet (m³/u)	0,5	1,1	2,0	3,6	8,3
	debiet (m³/d)	11	25	47	87	199
	invloedstraal (m)	81	121	165	225	340
	verlaging 5 cm op afstand (m)	68	99	133	179	265
	totaal volume van bemaling	71	177	354	707	1768
	totaal volume met toeslagfactor	88	221	442	884	2210
Verruijt met voeding uit neerslag	debiet (m³/u)	0,5	1,2	2,2	4,0	9,2
	debiet (m³/d)	13	29	52	97	220
	invloedstraal (m)	87	129	175	237	357
	tussenstap berekening	4	4	5	5	5
	verlaging 5 cm op afstand (m)	55	79	105	139	203



BEREKENING
AFPOMPINGSCURVES

factor debiet invloedstraal	0,2					0,5					1					2					5					
	0,5					1,1					2,0					3,6					8,3					
	81					121					165					225					340					
DUPUIT: evenwicht met voeding, iteratieve berekening																										
afstand tot centrum put (m)		afstand tot centrum put (m)	afstand tot centrum put (m)	afstand tot centrum put (m)	afstand tot centrum put (m)	h (verzadigd e dikte)	h(mTAW)	s (m)	Peil (m- mv)																	
0	2,610141067	2,6101411	2,6101411	2,610141	2,610141	2,03	22,32	1,18	2,97																	
1	3,099332759	3,1623741	3,2114489	3,261691	3,329871	2,10	22,39	1,11	2,90																	
2	3,680208582	3,8314443	3,9512822	4,075882	4,248062	2,18	22,47	1,03	2,82																	
3	4,36995194	4,6420711	4,8615536	5,093313	5,419438	2,25	22,54	0,96	2,75																	
4	5,188966749	5,6242038	5,9815276	6,364719	6,913814	2,31	22,60	0,90	2,69																	
5	6,161481016	6,8141285	7,3595142	7,953495	8,820254	2,38	22,67	0,83	2,62																	
6	7,316263554	8,2558081	9,0549526	9,938866	11,25238	2,44	22,73	0,77	2,56																	
7	8,687475018	10,002507	11,140975	12,41983	14,35516	2,51	22,80	0,70	2,49																	
8	10,31567844	12,118758	13,707563	15,5201	18,3135	2,57	22,86	0,64	2,43																	
9	12,24903915	14,68275	16,865425	19,39426	23,36333	2,63	22,92	0,58	2,37																	
10	14,54474963	17,78921	20,750775	24,2355	29,80563	2,69	22,98	0,52	2,31																	
11	17,27072133	21,552911	25,531207	30,28523	38,02434	2,74	23,03	0,47	2,26																	
12	20,50759366	26,112906	31,412925	37,8451	48,50931	2,80	23,09	0,41	2,20																	
13	24,35111943	31,637668	38,649637	47,29209	61,88544	2,85	23,14	0,36	2,15																	
14	28,91499741	38,331317	47,553496	59,09725	78,94996	2,91	23,20	0,30	2,09																	
15	34,33423574	46,441154	58,50857	73,84925	100,7199	2,96	23,25	0,25	2,04																	
16	40,76914576	56,266807	71,987405	92,28368	128,4928	3,01	23,30	0,20	1,99																	
17	48,41008428	68,171294	88,571408	115,3197	163,9239	3,06	23,35	0,15	1,94																	
18	57,48308473	82,594439	108,97593	144,1061	209,1248	3,11	23,40	0,10	1,89																	
19	68,25654363	100,06912	134,08112	180,0783	266,7897	3,16	23,45	0,05	1,84																	
20	81,0491603	121,24095	164,96988	225,0298	340,3553	3,21	23,50	0,00	1,79																	

OMZETTING INPUT naar m-mv en m/d, bepalen toeslag onvolkomen bron

breedte bouwput	3.80	m
lengte bouwput	4.40	m
equivalente straal	2.81	m
duur bemaling	5.00	dagen
type sediment		
K (doorlatendheid)	1.00E+01	m/d --> 10 m/d

maaiveld	25.29	mTAW -->	0	m-mv
Peil in rust	23.50	mTAW -->	1.79	m-mv
Onderkant bouwput	22.82	mTAW -->	2.47	m-mv
s (gewenste verlaging)	22.32	mTAW -->	2.97	m-mv
s (gewenste verlaging)	1.18	m		
diepte filter	5.00	m-mv -->	5	m-mv
ondoortalende basis	-43.53	mTAW -->	68.82	m-mv
H (beperkt tot onderkant filter)	3.21	dikte verzadigde zone vanaf onderkant filter in m		
Toeslag onvolkomen bron	1.25	automatisch bepaald		
Grondwatervoeding	200.00	mm/lj -->	2.28E-05	m/u

INPUT VOLLEDIG: OK
INPUT CONSISTENT: OK
VOLLEDIG EN CONSISTENT: OK

OUTPUT

SICHARD		
invoedstraal (Sichard)	38.08	m
Debiet bij begin (Sichard)	2.95	m³/u --> 71 m³/d

STATIONAIR volgens DUPUIT

Debiet stationair	1.95	m³/u --> 47 m³/d
invoedstraal stationair	164.97	m
invoedstraal verlaging 5 cm	133.24	m

STATIONAIR volgens VERRUIJT

Debiet stationair	2.19	m³/u --> 52 m³/d
invoedstraal stationair	174.57	m
invoedstraal verlaging 5 cm	104.75	m

Onvolkomen debiet (* toeslagfactor 1.25)

bij begin (Sichard)	3.88	m³/u --> 88 m³/d
DUPUIT stationair	2.44	m³/u --> 59 m³/d
VERRUIJT stationair	2.73	m³/u --> 66 m³/d

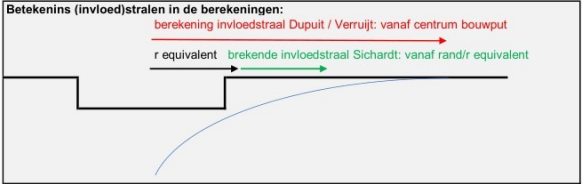
Controle iteratieberekening: Q volgens r r volgens Q
OK 1,95 164,97 Dupuit
OK 2,19 174,57 Verruit

Berekening afstand tot een beplaaide verlaging X m volgens verruijt:

verlaging waarvoor afstand wordt gezocht: 0.05 m
iteratieve berekening voor een verlaging van 5cm volgen Verruijt
stap 1 4,6516065
stap 2 104,75313 m

DUPUIT met Sichardt: begin bemaling					
afstand tot centrum put (m)	afstand tot rand put (m)	H (verzadigde dikte)	h(mTAW)	s (m)	Peil (m-mv)
2,61	0,00	2,03	22,32	1,18	2,97
2,99	0,38	2,10	22,39	1,11	2,90
3,44	0,83	2,18	22,47	1,03	2,82
3,94	1,33	2,25	22,54	0,96	2,75
4,52	1,91	2,31	22,60	0,90	2,69
5,19	2,58	2,38	22,67	0,83	2,62
5,95	3,34	2,44	22,73	0,77	2,56
6,83	4,22	2,51	22,80	0,70	2,49
7,83	5,22	2,57	22,86	0,64	2,43
8,98	6,37	2,63	22,92	0,58	2,37
10,31	7,70	2,69	22,98	0,52	2,31
11,82	9,21	2,74	23,03	0,47	2,26
13,56	10,95	2,80	23,09	0,41	2,20
15,56	12,95	2,85	23,14	0,36	2,15
17,85	15,24	2,91	23,20	0,30	2,09
20,48	17,87	2,96	23,25	0,25	2,04
23,49	20,88	3,01	23,30	0,20	1,99
26,95	24,34	3,06	23,35	0,15	1,94
30,92	28,31	3,11	23,40	0,10	1,89
35,47	32,86	3,16	23,45	0,05	1,84
40,69	38,08	3,21	23,50	0,00	1,79

afstanden volgens log x = log r_equivalent + i * (log(r invoedstraal) -log(r equivalent)/20
met i van 0 tot 20



afstand tot rand bemaling (m)	afstand tot centrum bemaling (m)	h (verzadigde dikte)	h (mTAW)	s (m)	Peil (m-mv)
gekozen afstand: 25,00	27,61	3,07	23,36	0,14	1,93
		2,76	23,05	0,45	2,24
		2,84	23,13	0,37	2,16

bij begin van de bemalingsduur SICHARD

stationair volgens DUPUIT

stationair volgens VERRUIJT

DUPUIT: evenwicht met voeding, iteratieve berekening					
afstand tot centrum put (m)	afstand tot rand put (m)	h (verzadigde dikte)	h(mTAW)	s (m)	Peil (m-mv)
2,61	0,00	2,03	22,32	1,18	2,97
3,21	0,60	2,10	22,39	1,11	2,90
3,95	1,34	2,18	22,47	1,03	2,82
4,86	2,25	2,25	22,54	0,96	2,75
5,98	3,37	2,31	22,60	0,90	2,69
7,36	4,75	2,38	22,67	0,83	2,62
9,05	6,44	2,44	22,73	0,77	2,56
11,14	8,53	2,51	22,80	0,70	2,49
13,71	11,10	2,57	22,86	0,64	2,43
16,87	14,26	2,63	22,92	0,58	2,37
20,75	18,14	2,69	22,98	0,52	2,31
25,53	22,92	2,74	23,03	0,47	2,26
31,41	28,80	2,80	23,09	0,41	2,20
38,65	36,04	2,85	23,14	0,36	2,15
47,55	44,94	2,91	23,20	0,30	2,09
58,51	55,90	2,96	23,25	0,25	2,04
71,99	69,38	3,01	23,30	0,20	1,99
88,57	85,96	3,06	23,35	0,15	1,94
108,98	106,37	3,11	23,40	0,10	1,89
134,08	131,47	3,16	23,45	0,05	1,84
164,97	162,36	3,21	23,50	0,00	1,79

VERRUIJT : evenwicht met voeding, iteratieve berekening					
afstand tot centrum put (m)	afstand tot rand put (m)	h (verzadigde dikte)	h(mTAW)	s (m)	Peil (m-mv)
2,61	0,00	2,03	22,32	1,18	2,97
3,22	0,61	2,11	22,40	1,10	2,89
3,97	1,36	2,20	22,49	1,01	2,80
4,90	2,29	2,27	22,56	0,94	2,73
6,05	3,44	2,35	22,64	0,86	2,65
7,46	4,85	2,42	22,71	0,79	2,58
9,21	6,60	2,49	22,78	0,72	2,51
11,36	8,75	2,56	22,85	0,65	2,44
14,02	11,41	2,63	22,92	0,58	2,37
17,30	14,69	2,70	22,99	0,51	2,30
21,35	18,74	2,76	23,05	0,45	2,24
26,34	23,73	2,82	23,11	0,39	2,18
32,50	29,89	2,88	23,17	0,33	2,12
40,10	37,49	2,94	23,23	0,27	2,06
49,47	46,86	2,99	23,28	0,22	2,01
61,04	58,43	3,05	23,34	0,16	1,95
75,32	72,71	3,10	23,39	0,11	1,90
92,93	90,32	3,14	23,43	0,07	1,86
114,66	112,05	3,17	23,46	0,04	1,83
141,48	138,87	3,20	23,49	0,01	1,80
174,57	171,96	3,21	23,50	0,00	1,79

codetabel	
eenheid	factor naar m/d
m/d	1
m/s	86400

keuzetabel	keuzetabel
mTAW	JA
m-mv	NEEN

Onvolkomen bron (fig 45)		
x van	x tot	factor
0	1	1
1	2	1,05
2	3	1,1
3	4	1,15
4	5	1,2
5	10000	1,25
OF factor = 1 + x * 0.05 voor waarden van x<= 5		

	grondsoort	grondsoort	doorlatendheid (m/dag)
01	zware klei	01 zware klei	0,0001
02	potklei	02 potklei	0,001
03	matig zware klei	03 matig zware klei	0,01
04	zandige klei	04 zandige klei	0,05
05	keileem	05 keileem	0,05
06	veen	06 veen	0,01
07	kleilig veen	07 kleilig veen	0,005
08	sterk zandig veen	08 sterk zandig veen	0,05
09	leem/löss	09 leem/löss	0,05
10	zandige leem	10 zandige leem	0,3
11	lichte zavel	11 lichte zavel	0,5
12	uiterst fijn zand (kleilig)	12 uiterst fijn zand (kli	0,5
13	uiterst fijn zand (zwak klei)	13 uiterst fijn zand (zv	2
14	uiterst fijn zand (zuiver)	14 uiterst fijn zand (zu	3
15	zeer fijn zand (kleilig)	15 zeer fijn zand (klei	1
16	zeer fijn zand (zwak kleilig)	16 zeer fijn zand (zwa	4
17	zeer fijn zand (zuiver)	17 zeer fijn zand (zuiv	6
18	matig fijn zand (kleilig)	18 matig fijn zand (kle	3
19	matig fijn zand (zwak klei)	19 matig fijn zand (zw	10
20	matig fijn zand (zuiver)	20 matig fijn zand (zui	15
21	matig grof zand (kleilig)	21 matig grof zand (kl	5
22	matig grof zand (zwak klei)	22 matig grof zand (za	20
23	matig grof zand (zuiver)	23 matig grof zand (za	30
24	zeer grof zand (kleilig)	24 zeer grof zand (klei	10
25	zeer grof zand (zwak kleilig)	25 zeer grof zand (zwi	35
26	zeer grof zand (zuiver)	26 zeer grof zand (zui	55
27	uiterst grof zand (kleilig)	27 uiterst grof zand (k	50
28	uiterst grof zand (zwak klei)	28 uiterst grof zand (z	150
29	uiterst grof zand (zuiver)	29 uiterst grof zand (z	250
30	teelaarde	30 teelaarde	5
31	schelpen	31 schelpen	30
32	duinzand	32 duinzand	7
33	grof zand	33 grof zand	30
34	zeer grof zand	34 zeer grof zand	80
35	uiterst grof zand	35 uiterst grof zand	200
36	fijn grind	36 fijn grind	1000
37	grof grind	37 grof grind	10000
38			10.000 - 100.000

Bron: Grondwaterzakboekje 2016, Bram Bot

m

Bijlage 5

**Uitvoering WPB Vlierden, planning t.b.v.
gelijktijdigheid onderdelen**

[illegible]

[illegible]