

ASV's Groningen


Fase 2: Analytische berekeningen

Lijst met aanpassingen

Versie	Datum	Beschrijving van de wijziging	Herzien	Vrijgegeven door
D0	19-06-2024	Oplevering definitief rapport		

Sweco Nederland B.V.
Onderwerp Handelsregister 30129769
Projectnummer ASV's Groningen
Klant 51018708
Auteur Provincie Groningen
Datum Siska de Vreeze
Versie 19-06-2024
Documentreferentie D0
 NL24-648800269-92060

Gecontroleerd door


 Kees van Immerzeel

Vrijgegeven door


 Thomas Braaksma

Inhoudsopgave

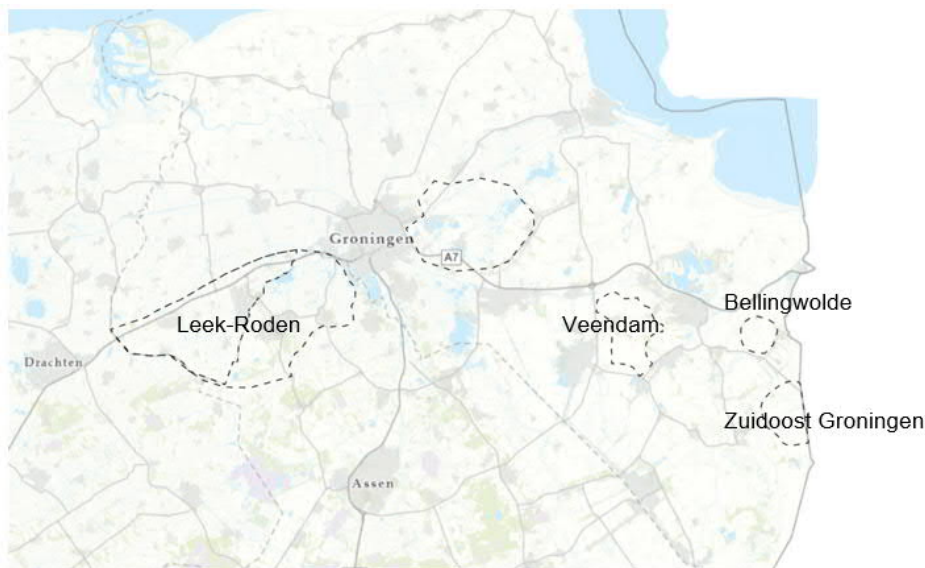
1	Inleiding	5
1.1	Algemeen	5
1.2	Doelstelling	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Methode.....	7
2.1	Referentielocaties	7
2.2	Definitie invloedsgebied	7
2.3	Bodemopbouw	7
2.4	Drainageweerstand	8
2.5	Analytische berekeningen	8
2.5.1	Huisman-Kemperman.....	8
2.5.2	Hantush.....	9
3	Bellingwolde	10
3.1	Referentielocatie	10
3.2	Bodemopbouw	10
3.2.1	Bodemopbouw op basis van boringen	10
3.2.2	Bodemopbouw op basis van de pompproef	11
3.2.3	Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)	11
3.3	Keuze parameters	12
3.3.1	Bodemopbouw	12
3.3.2	Parameters	12
3.4	Parametervariatie	12
3.5	Resultaten	12
3.6	Gevoeligheidsanalyse	14
4	Zuidoost Groningen	15
4.1	Referentielocaties	15
4.2	Bodemopbouw	16
4.2.1	Bodemopbouw op basis van boringen	16
4.2.2	Bodemopbouw volgens MIPWA (=REGIS v2.2)	17
4.3	Keuze parameters	18
4.3.1	Bodemopbouw	18
4.3.2	Parameters	19
4.4	Parametervariatie	19
4.5	Resultaten	20
4.6	Gevoeligheidsanalyse	20

5	Veendam	21
5.1	Referentielocaties	21
5.2	Bodemopbouw	22
5.2.1	Bodemopbouw op basis van boringen	22
5.2.2	Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)	23
5.3	Keuze parameters	25
5.3.1	Bodemopbouw	25
5.3.2	Parameters	26
5.4	Parametervariatie	26
5.5	Resultaten	26
5.6	Gevoeligheidsanalyse	27
6	Leek-Roden	28
6.1	Referentielocaties	28
6.2	Bodemopbouw	28
6.2.1	Bodemopbouw op basis van boringen	28
6.2.2	Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)	29
6.3	Keuze parameters	30
6.3.1	Bodemopbouw	30
6.3.2	Parameters	31
6.4	Parametervariatie	31
6.5	Resultaten	31
6.6	Gevoeligheidsanalyse	32
7	Conclusies en aandachtspunten	33
7.1	Conclusies	33
7.2	Aandachtspunten	33
	Bijlage 1 – Methodes analytische berekeningen	
	Bijlage 2 – Methode bepalen drainageweerstand	
	Bijlage 3 – Slootafstand en drainageweerstand	
	Bijlage 4 – kD-waardes pompproeven	
	Bijlage 5 – LinkTables	
	Bijlage 6 – Boorprofielen	

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Om in de toekomst aan de drinkwatervraag te kunnen voldoen, zijn de Nederlandse provincies op zoek naar Aanvullende Strategische Voorraden (ASV's). Gedeputeerde Staten van provincie Groningen hebben in 2022 vijf zoekgebieden aangewezen. Hiervan dienen er vier locaties nader onderzocht te worden. Het gaat om de locaties Bellingwolde, Zuidoost Groningen, Leek-Roden en Veendam (zie figuur 1.1).



Figuur 1.1 Zoekgebieden ASV's

Om de mogelijke ASV's geschikt te houden voor toekomstige drinkwaterwinning, wil provincie Groningen deze gebieden opnemen in de Omgevingsvisie en de Provinciale Omgevingsverordening (POV). Op deze manier worden de gebieden beschermd. Hiervoor zal echter eerst een plan-m.e.r. procedure doorlopen moeten worden. Daardoor worden de mogelijke effecten per ASV in beeld gebracht.

In fase 1 van dit project is de bruikbaarheid van het grondwatermodel MIPWA bepaald voor het bepalen van de grondwatereffecten. Op basis hiervan is besloten om eerst analytisch een inschatting te maken van de invloedsgebieden van eventuele drinkwaterwinningen.

Dit rapport geeft inzicht in deze invloedsgebieden. Om een indicatie te maken van de invloedsgebieden, is per locatie een analytische berekening gemaakt. Er is gebruik gemaakt van twee methodes:

- de methode van Huisman-Kemperman in het geval van een tweelagenmodel en
- de methode van Hantush in het geval van een één-laagsmodel.

De methode wordt in hoofdstuk 2 verder toegelicht.

1.2 Doelstelling

De doelstelling van dit rapport is het geven van een eerste indicatie van de invloedsgebieden van de ASV's. Onder invloedsgebied wordt in dit geval verstaan de 5 cm verlagingscontour in het gepompte pakket.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gebruikte methode beschreven. Hoofdstukken 3 tot en met 6 beschrijven de resultaten voor de gebieden Bellingwolde, Zuidoost-Groningen, Veendam en Leek-Roden. Per hoofdstuk wordt ingegaan op:

- de referentielocatie;
- de bodemopbouw op basis van:
 - o boringen;
 - o beschikbare pompproeven;
 - o de gegevens in MIPWA v4.1.2.

Tevens wordt per locatie de parameterkeuze toegelicht, en worden de resultaten beschreven.

Hoofdstuk 7 bevat de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek.

Ook zijn enkele bijlages toegevoegd. In bijlage 1 worden de methodes van de analytische berekeningen nader toegelicht. De methode voor het bepalen van de drainageweerstand is beschreven in bijlage 2. In bijlage 3 zijn de slootafstand en drainageweerstand per locatie bepaald. Bijlage 4 bevat de kD-waardes van in het verleden uitgevoerde pompproeven. In bijlage 5 zijn de LinkTables uit MIPWA v4.1.2 bijgevoegd (zie ook paragraaf 2.3). Tot slot zijn in bijlage 6 boorprofielen van de gebruikte boringen bijgevoegd.

2 Methode

In dit hoofdstuk wordt de gebruikte methode beschreven, met eventuele kanttekeningen en aandachtspunten van de methode.

2.1 Referentielocaties

Allereerst zijn per zoekgebied een aantal referentielocaties gekozen. Voor Bellingwolde is maar één referentielocatie gekozen, namelijk de oude winlocatie in het midden van het zoekgebied.

Voor zoekgebieden Veendam en Zuidoost-Groningen zijn de referentielocaties als volgt gekozen:

1. één referentielocatie in het midden van het zoekgebied;
2. twee referentielocaties op andere locaties binnen het zoekgebied in een (mogelijk) grof zand voorkomen.

Uit fase 1 is gebleken dat de bodemopbouw bij zoekgebied Leek-Roden zeer grillig is. Hier zijn daarom 2 referentielocaties gekozen: één met potkleilaag, en één zonder.

2.2 Definitie invloedsgebied

Na het bepalen van de referentielocaties, is gedefinieerd wat, in het kader van dit project, gezien wordt als 'invloedsgebied'. Idealiter wordt voor drinkwaterwinningen met de 25- en 100-jaarszone gewerkt. Echter, aangezien deze analytisch niet te bepalen zijn, is ervoor gekozen om de 5 cm verlagingscontour binnen het **bepompte** pakket als invloedsgebied te kiezen.

2.3 Bodemopbouw

Per referentielocatie is de bodemopbouw beschreven. Voor de berekeningen is in eerste instantie uitgegaan van de bodemopbouw, zoals deze in MIPWA v4.1.2 zit (dit is grotendeels gelijk aan de bodemopbouw van REGIS v2.2). Op locaties waar pompproeven zijn uitgevoerd, zijn de kD-waarden van deze pompproeven overgenomen. Ook is nog gekeken of de bodemopbouw in MIPWA niet sterk afwijkt van een nabij gelegen diepe boring. De gebruikte boorprofielen zijn te vinden in bijlage 6.

In MIPWA wordt gewerkt met een LinkTable. Dit is een tabel waarin aangegeven wordt welke formaties aan welke modellen zijn toegeschreven. Per referentielocatie is dit samengevat in een tabel met daarin ook de boven- en onderkant van de modellaag, en de doorlatendheid of weerstand. Voor de volledige LinkTable van elk zoekgebied wordt verwezen naar bijlage 5.

De bodemopbouw volgens MIPWA is vervolgens versimpeld naar een één-laagsmodel of een twee-lagenmodel. Bij een bodemopbouw waarbij er nog een watervoerende laag boven het bepompte pakket aanwezig is, is gekozen voor een twee-lagenmodel. Wanneer dit niet het geval is of wanneer de weerstand tussen de twee watervoerende lagen dermate groot is dat voeding van bovenaf onwaarschijnlijk is, is gekozen voor een één-laagsmodel.

Deze keuze bepaalt vervolgens welke berekeningsmethode gebruikt wordt: Huisman-Kemperman of Hantush. Deze worden verder toegelicht in paragraaf 2.5.

2.4 Drainageweerstand

Naast de weerstanden van de bodemlagen, is ook de drainageweerstand van belang voor de bepaling van de invloedsgebieden. In een onderzoek van Alterra (Alterra-Rapport 1339, 2006) is het verband tussen de drainageweerstand en de slootafstand bepaald. Voor verschillende bodemtypen is een factor bepaald waarmee de slootafstand vermenigvuldigd kan worden. Dit geeft een indicatie van de drainageweerstand. In bijlage 2 is de factor voor verschillende bodemsoorten weergegeven.

Voor het bepalen van de slootafstand, is in eerste instantie gekeken naar de **watervoerende** sloten rondom de referentielocatie. Wanneer onduidelijk is of een sloot watervoerend is of niet, is zowel de afstand tussen twee mogelijk watervoerende sloten bepaald als de afstand tussen de twee leggerwatergangen.

In bijlage 3 is per referentielocatie beschreven hoe de slootafstand en drainageweerstand bepaald zijn.

2.5 Analytische berekeningen

Na het bepalen van de bodemopbouw en de drainageweerstand ter plaatse van de referentielocaties, is bepaald welke analytische berekeningsmethode het meest geschikt is: Huisman-Kemperman of Hantush.

2.5.1 Huisman-Kemperman

De methode van Huisman-Kemperman is gebruikt in het geval van een tweelagenmodel. Hierbij zijn twee watervoerende lagen aanwezig, gescheiden door een slecht doorlatende laag. De methode van Huisman-Kemperman gaat uit van een stationaire situatie en is opgenomen in het rekenprogramma Discharge (versie 2.0.0.1).

In Discharge kunnen de deklaagweerstand, weerstand tussen de twee watervoerende pakketten en de doorlatendheden van de watervoerende pakketten ingevoerd worden. Vervolgens kan aangegeven worden hoeveel er onttrokken dient te worden, en uit welke watervoerende laag. Het resultaat is de berekende verlaging op enkele vooraf gedefinieerde afstanden in beide watervoerende pakketten.

De freatische verlaging wordt dus niet berekend (behalve in het geval dat er geen deklaagweerstand is). Een indicatie van de verlaging in het freatisch pakket kan bepaald worden met behulp van de volgende formule:

$$\Delta h_{fr} = \Delta h_{wvp1} \frac{c_{drain}}{c_{drain} + c_{deklaag}}$$

Met:

$$\begin{aligned} \Delta h_{fr} &= \text{verlaging in freatisch pakket} \\ \Delta h_{wvp1} &= \text{verlaging in eerste watervoerend pakket} \\ c_{drain} &= \text{drainageweerstand} \\ c_{deklaag} &= \text{deklaagweerstand} \end{aligned}$$

Aangezien voor deze case het invloedsgebied gedefinieerd is als de 5 cm contour in het gepompte pakket, is de freatische verlaging minder van belang. Deze is daarom niet bepaald.

2.5.2 Hantush

De methode van Hantush is gebruikt in het geval van een één-laagsmodel. Hierbij is een freatisch pakket aanwezig, met daaronder een watervoerend pakket. De twee pakketten worden gescheiden door een slecht doorlatende laag. De methode van Hantush is opgenomen in een rekensheet in Excel.

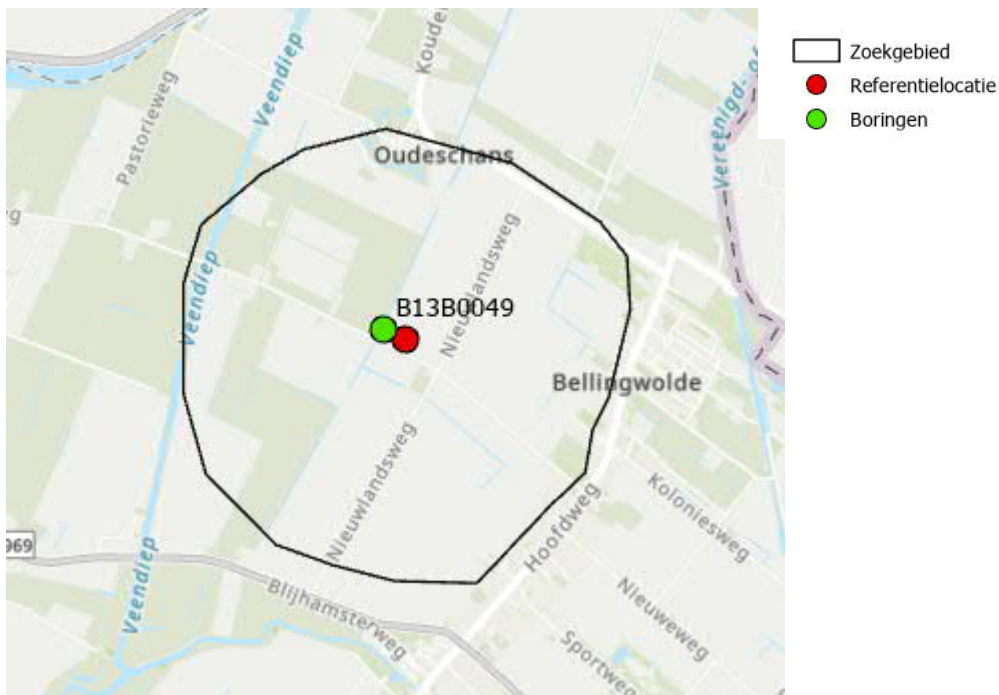
In deze rekensheet kunnen de drainageweerstand, deklaagweerstand, weerstand van een scheidende laag onder het watervoerend pakket en de doorlatendheid van de watervoerende pakketten ingevoerd worden. Aangezien Hantush uitgaat van een niet-stationaire situatie, dient ook een onttrekkingsduur ingevoerd te worden. Bij de berekeningen voor de invloedsgebieden is een duur van 10 jaar aangehouden.

Anders dan bij Huisman-Kemperman wordt bij Hantush wel een freatische verlaging berekend.

3 Bellingwolde

3.1 Referentielocatie

Voor het zoekgebied Bellingwolde één referentielocatie gebruikt. Het gaat om de locatie van de bestaande winning¹ (figuur 3.1). De voorgestelde diepte van de putfilters is circa NAP -70 m à NAP -85 m.



Figuur 3.1 Locatie van de winning Bellingwolde

3.2 Bodemopbouw

3.2.1 Bodemopbouw op basis van boringen

Om inzicht te krijgen in de bodemopbouw ter plaatse, is informatie gebruikt uit MIPWA (=REGIS v2.2) en de boring B13B0049.

In boring B13B0049 is tot NAP -2,7 m een deklaag zichtbaar die uit leem en veen bestaat. Hieronder wordt zeer grof Boxtel zand aangetroffen, tot NAP -7,2 m. Tot NAP -31 m bestaat het boorprofiel uit zeer tot matig fijn Peelozand. Tussen NAP -31 m en NAP -51 m wordt Appelscha zand aangetroffen. Deze laatste laag is zeer tot uiterst grof. Zeer tot uiterst grof Peize-Waalre zand bevindt zich ook aan de onderzijde hiervan, tot NAP -58 m. Een Peize-kleilaag bevindt zich tussen NAP -58 m en NAP -62 m. Vervolgens wordt tot het einde van de boring (NAP -91 m) uiterst grof Peize-Waalre zand aangetroffen, met daarin enkele dunne kleilagen.

¹ Coördinaten (272.350, 572.210)

3.2.2 Bodemopbouw op basis van de pompproef

In mei 1975 is een pompproef uitgevoerd ter plaatse van de bestaande winning Bellingwolde. De bodemopbouw is daarbij als volgt geschematiseerd:

- 0-24 m - m.v.* , een minder goed tot slecht doorlatend complex afzettingen met een weerstand van C_1 dagen;
- 24-58 m - m.v. , een watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van $k_1 D_1$ m²/dag;
- 58-62 m - m.v. , een slechtdoorlatende laag met een weerstand van C_2 dagen;
- 62-91 m - m.v. , een watervoerend pakket met een doorlaatvermogen van $k_2 D_2$ m²/dag;
- 91-102 m - m.v. , een slechtdoorlatende laag met een weerstand van C_3 dagen;
- 102-151 m - m.v. , een fijnzandig minder goed doorlatend pakket.

Helaas zijn de verkregen waardes van de pompproef (de hydraulische weerstanden en de doorlaatvermogens) niet bekend. Wel is uit het Grondwaterplan Groningen een afbeelding bekend van kD -waardes op basis van verschillende pompproeven. Deze afbeelding is bijgevoegd in bijlage 4. Daaruit blijkt dat het doorlaatvermogen van het watervoerende pakket bij Bellingwolde circa 1410 m²/d bedraagt.

3.2.3 Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)

Het lagenmodel in MIPWA ziet er op deze locatie als volgt uit (tabel 3.1). Vergeleken met de bodemopbouw op basis van de boringen en de pompproef, is de bodemopbouw uit MIPWA representatief voor deze locatie.

Tabel 3.1 Locatie Bellingwolde: het lagenmodel in MIPWA (=REGIS v2.2).

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	KD (m ² /dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	-0,4	-0,5	1	-	-	12,5
-1	-0,5	-2,7	-	797	Holoceen veen Holocene deklaag	0,01 0,02
2	-2,7	-7,5	22	-	Boxtel	5,0
4	-7,5	-10,3	16	-	Peelo	6,0
5	-10,3	-30,3	136	-	Peelo	9,2
6	-30,3	-57,0	1557	-	Peelo, Appelscha, Peize-Waalre	9,7 65,0 39,0
-6	-57,0	-60,6	-	82	Peize	0,03
7	-60,6	-93,3	1152	-	Peize-Waalre, Peize-Complex	39,7 21,1
-7	-93,3	-95,4	-	295	Peize-Complex	0,02
8	-95,4	-292,4	384	-	Peize-Waalre, Oosterhout, Oosterhout-complex	27,0 5,9 3,0

3.3 Keuze parameters

3.3.1 Bodemopbouw

Tabel 3.2 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA en de bodemopbouw uit de pompproef.

Tabel 3.2 Bellingwolde: geschematiseerde bodemopbouw

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	2,0	-	800
WVP1	54,3	1730	-
Scheidende laag 1	3,6	-	80
WVP2	32,7	1410	-

3.3.2 Parameters

Het doorlaatvermogen (kD , m^2/d) van het tweede watervoerende pakket is op basis van de pompproef ingeschat op $1410 m^2/dag$.

De gekozen parameters zijn weergegeven in tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bellingwolde: ondergrond parameters

Parameter	MIPWA	Eenheid
$C_{deklaag}^*$	800	dagen
C_{drain}	270	dagen
kD_{wvp1}	1730	m^2/dag
C_1	80	dagen
kD_{wvp2}	1410*	m^2/dag

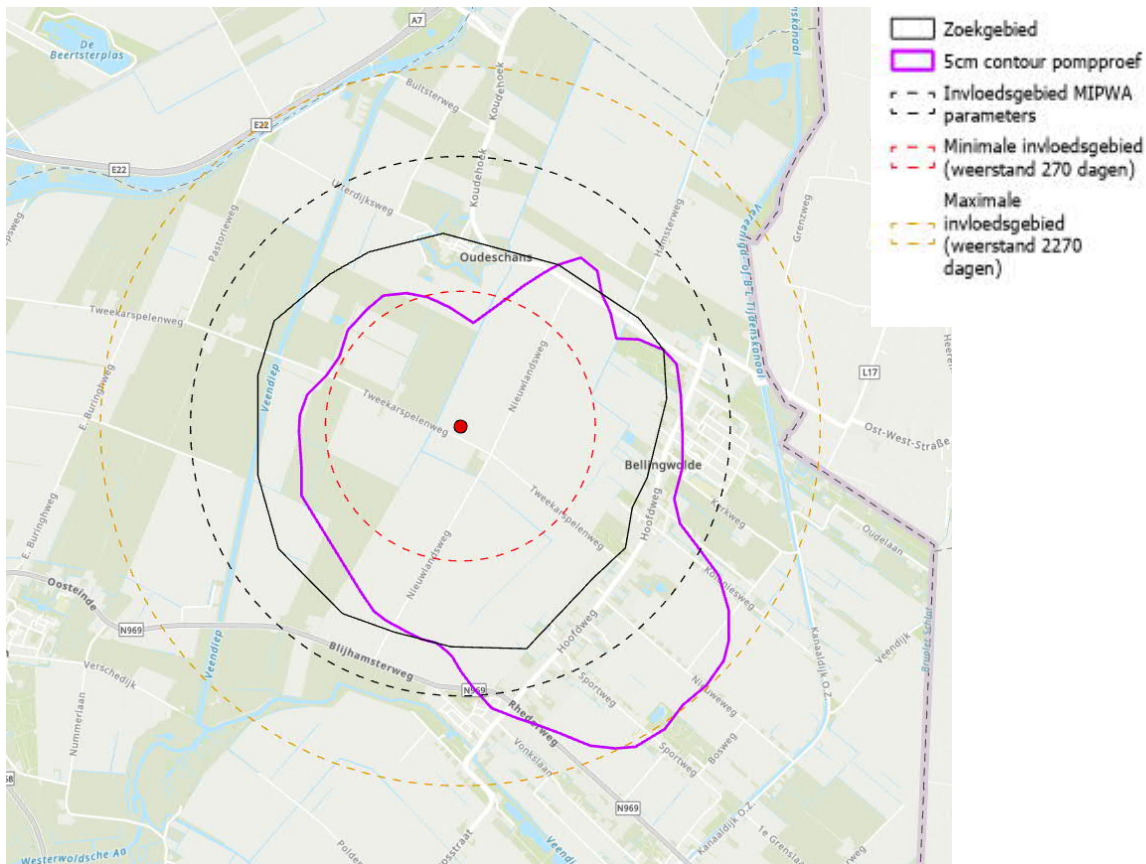
* wordt gevarieerd

3.4 Parametervariatie

Bij Bellingwolde is in het verleden een pompproef uitgevoerd. Van deze pompproef zijn de verlagingcontouren bekend. Hierdoor kunnen de parameters in de berekening gekalibreerd worden. Met name de deklaagweerstand en drainageweerstand hebben een grote invloed op de berekeningsresultaten en het invloedsgebied. Als uitgangspunt wordt een drainageweerstand van 270 dagen gekozen (zie bijlage 3). Vervolgens is de deklaagweerstand gevarieerd om te komen tot een invloedsgebied dat vergelijkbaar is met de resultaten van de pompproef.

3.5 Resultaten

In figuur 3.2 zijn de resultaten van de parametervariatie weergegeven. Om tot een vergelijkbaar invloedsgebied als de pompproef te komen, is de totale bovenliggende weerstand (sloot- + deklaagweerstand) gevarieerd van 270 tot 2270 dagen.



Figuur 3.2 Bellingwolde: 5 cm verlagingcontour in het ondiepe watervoerende pakket bij een totale bovenliggende weerstand van 270-2270 dagen en een onttrekkingsdebiet van 1,2 Mm³/jaar.

In tabel 3.4 zijn de bandbreedtes van het invloedsgebied (5 cm contour) bij een debiet van 140 m³/uur (1,2 Mm³/jaar), 285 m³/uur (2,5 Mm³/jaar) en 460 m³/uur (4 Mm³/jaar) weergegeven. De dikgedrukte waarden zijn de waarden bij de MIPWA-parameters (zoals weergegeven in tabel 3.3).

Tabel 3.4 *Bellingwolde: berekende invloedsgebied bij een winning van 1,2 Mm³/jaar, 2,5 Mm³/jaar en 4.0 Mm³/jaar*

Debiet	Sloot- + deklaagweerstand (dagen)	Straal invloedsgebied (m)		Oppervlakte invloedsgebied (km ²)	
		WVP1	WVP2	WVP1	WVP2
1,2	270	1200	1300	4,5	5,3
	1070	2400	2400	18	18
	2270	3200	3300	32	32
2,5	270	1800	1800	10	10
	1070	3400	3400	36	36
	2270	4800	4800	72	72
4,0	270	2100	2200	14	15
	1070	4000	4000	50	50
	2270	5800	5800	106	106

3.6 Gevoeligheidsanalyse

Op basis van de resultaten bij de bandbreedteanalyse kan geanalyseerd worden hoe gevoelig de resultaten zijn voor de deklaagweerstand. In tabel 3.5 is het verschil weergegeven in percentages.

Tabel 3.5 *Gevoeligheidsanalyse*

Debiet	Deklaagweerstand (dagen)	Variatie deklaagweerstand t.o.v. MIPWA-parameters	Invloedsgebied WVP1	Invloedsgebied WVP2	Variatie invloedsgebied t.o.v. MIPWA parameters (WVP1)	Variatie invloedsgebied t.o.v. MIPWA parameters (WVP2)
1,2	0	-100%	1200	1300	-50%	-46%
	800	-	2400	2400	-	-
	2000	+150%	3200	3300	+33%	+38%
2,5	0	-100%	1800	1800	-47%	-47%
	800	-	3400	3400	-	-
	2000	+150%	4800	4800	+41%	+41%
4,0	0	-100%	2100	2200	-48%	-45%
	800	-	4000	4000	-	-
	2000	+150%	5800	5800	+45%	+45%

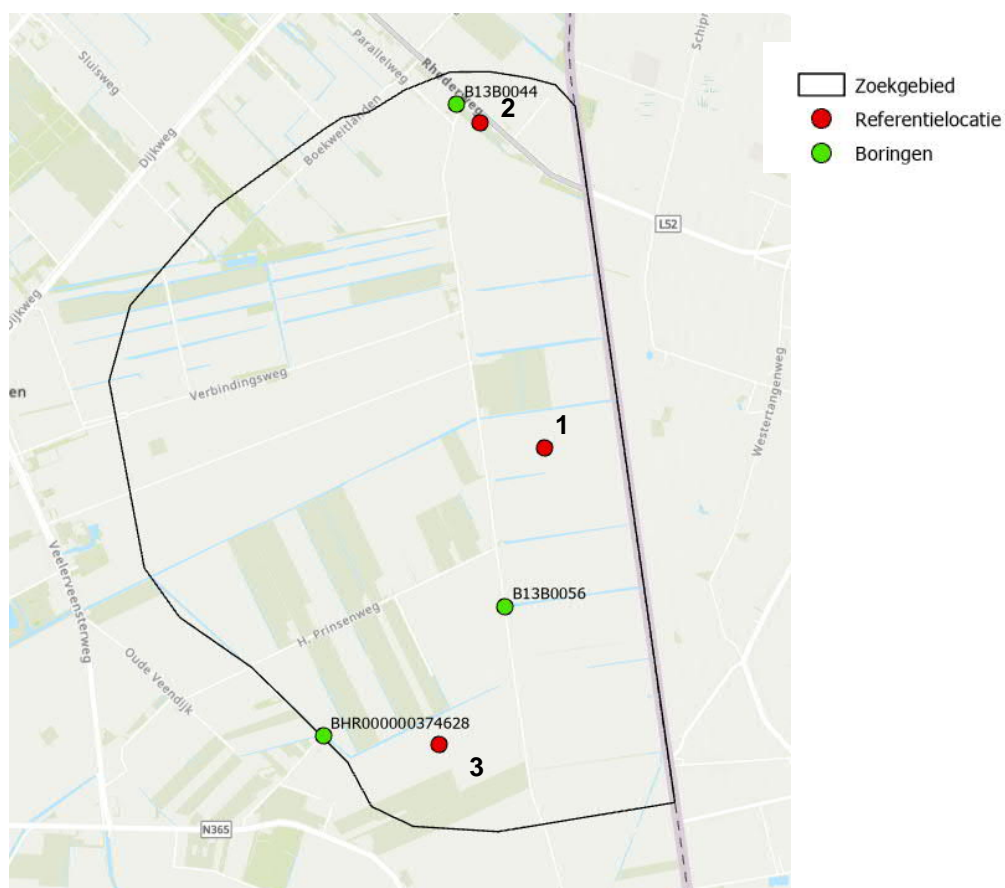
4 Zuidoost Groningen

4.1 Referentielocaties

Voor het zoekgebied Zuidoost Groningen worden drie referentielocaties voorgesteld. De locaties zijn weergegeven in figuur 4.1. Deze locaties zijn gekozen op basis van de (mogelijke) grof zand voorkomens die in het TNO-onderzoek² naar voren zijn gekomen.

Locatie 1 is gekozen in het midden van het gebied. Locatie 2 in een (mogelijk) grof zand voorkomen in het noorden. Locatie 3 ligt in een (mogelijk) grof zand voorkomen in het zuiden. Locatie 3 is tevens nabij de in 2023 uitgevoerde diepe boring geplaatst.

Op alle locaties wordt het invloedsgebied van een winning van 4,0 Mm³/jaar berekend.



Figuur 4.1 Zuidoost Groningen: referentielocaties

² 'Geologisch en hydrogeologisch onderzoek ten behoeve van de locatiekeuze ASV Hebrecht (Oost-Groningen)' - TNO 2019 R11727 (TNO, 2019)

4.2 Bodemopbouw

4.2.1 Bodemopbouw op basis van boringen

Locatie 1

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie is gekeken naar de REGIS v2.2 boring B13B0056.

Boring B13B0056 laat tot NAP +3,1 m een deklaag zien, bestaande uit veen. Hieronder wordt tot NAP -18,2 m zeer fijn tot uiterst fijn Boxtel zand aangetroffen. Tot NAP -31,2 m (einde boring) bestaat het boorprofiel uit zeer tot matig fijn Peelozand.

Locatie 2

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie is verder gekeken naar de REGIS v2.2 boring B13B0044.

Boring B13B0044 laat tot NAP -4,4 m matig fijn, humeus zand zien, behorende tot de Formatie van Boxtel. Hieronder wordt tot NAP -32,4 m matig fijn, deels grindig Peelozand aangetroffen. Tussen NAP -32,4 m en NAP -55,4 m wordt Appelscha zand aangetroffen. Deze laag is uiterst grof, sterk grindig, en wordt deels onderbroken met kleilagen. Vanaf NAP -55,4 m tot NAP -95,9 m (einde boring) wordt matig fijn tot zeer grof, kleilig Peize-Waalre zand aangetroffen.

Locatie 3

Tenslotte is voor de bodemopbouw op de referentielocatie gekeken naar de REGIS v2.2 boring B13B0056 en de recent uitgevoerde diepe boring BHR000000374628.

Boring B13B0056 laat tot NAP +3,1 m een deklaag zien, bestaande uit veen. Hieronder wordt tot NAP -18,2 m zeer fijn tot uiterst fijn Boxtel zand aangetroffen. Tot NAP -31,2 m (einde boring) bestaat het boorprofiel uit zeer fijn tot matig fijn Peelozand.

Boring BHR000000374628 laat tussen het maaiveld (NAP +3,7 m) en NAP -5,9 m fijn siltig zand zien. Tussen NAP -5,9 m en NAP -8,3 m wordt silt aangetroffen. Hieronder bevindt zich een laag veen van 1,0m dikte (tot NAP -9,3 m). Tot NAP -14,8 m is onder deze veenlaag fijn, ziltig zand aanwezig.

Daaronder, tot NAP -134,3 m, bestaat de ondergrond uit fijn tot matig grof, soms siltig zand. Tot NAP -142 m wordt fijn, kleilig zand aangetroffen. De laatste meters van de boring (tot NAP -146,3 m) bestaan uit sterk tot zwak zandige klei.

4.2.2 Bodemopbouw volgens MIPWA (=REGIS v2.2)

Locatie 1

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 1 is weergegeven in tabel 4.1. Deze bodemopbouw komt grotendeels overeen met de bodemopbouw volgens de boring (paragraaf 4.2.1). Wel zit er in MIPWA een slecht doorlatende laag uit de Formatie van Boxtel tussen NAP -8 m en NAP -10 m, deze wordt in de boring niet aangetroffen. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de ondergrond hier zeer grillig is, en de boring op enige afstand van de referentielocatie ligt.

Tabel 4.1 *Zuidoost-Groningen – locatie 1: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)*

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	KD (m2/dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	3,3	3,2	1	-	-	12,5
-1	3,2	3,0	-	17	Holoceen veen Holocene deklaag	0,01 0,02
2	3,0	-8,0	49	-	Boxtel	5,0
-2	-8,0	-10,1	-	266	Boxtel	0,007
3	-10,1	-16,0	27	-	Boxtel	5,3
4	-16,0	-20,6	29	-	Peelo	6,0
5	-20,6	-28,8	85	-	Peelo	9,2
6	-28,8	-57,3	1130	-	Peelo Appelscha Peize-Waalre	9,7 65,0 39,0
7	-57,3	-82,4	728	-	Peize-Waalre	39,7
8	-82,4	-381,7	917	-	Peize-Waalre Oosterhout Oosterhout-complex	27,0 5,9 3,0

Locatie 2

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 2 is weergegeven in tabel 4.2. Deze bodemopbouw komt over het algemeen goed overeen met de bodemopbouw volgens boring B13B0044.

Tabel 4.2 *Zuidoost-Groningen – locatie 2: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)*

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	KD (m2/dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	1,8	1,7	1	-	-	12,5
2	1,7	-5,3	35,7	-	Boxtel	5,0
3	-5,3	-5,9	3,4	-	Boxtel Drente	5,3 10,1
4	-5,9	-16,3	198,3	-	Drente Peelo	24,4 6,0
5	-16,3	-24,5	97,2	-	Peelo	9,2
6	-24,5	-57,1	1687	-	Peelo Appelscha Peize-Waalre	9,7 65,0 39,0
7	-57,1	-89,1	958,5	-	Peize-Waalre	39,7
8	-89,1	-436,8	911,5	-	Peize-Waalre Oosterhout Oosterhout-complex	27,0 5,9 3,0

Locatie 3

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 3 is weergegeven in tabel 4.3. Hierin wordt, in tegenstelling tot boring B13B0056, geen veen aangetroffen. Wel bevat het lagenmodel in MIPWA een slecht doorlatende laag tussen NAP -7,5 m en NAP -9,6 m. Deze wordt niet in boring B13B0056 aangetroffen, maar in de nieuwe boring wordt wel een veenlaag op deze diepte aangetroffen. De kleilaag vanaf NAP -142 m die in de nieuwe boring aangetroffen is, zit op deze locatie niet in MIPWA.

Tabel 4.3 Zuidoost-Groningen – locatie 3: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	KD (m ² /dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	3,9	3,8	1	-	-	12,5
2	3,8	-7,5	54,5	-	Boxtel	5,0
-2	-7,5	-9,6	-	266	Boxtel	0,007
3	-9,6	-14,8	25,1	-	Boxtel	5,3
4	-14,8	-17,1	13,7	-	Peelo	6,0
5	-17,1	-25,8	86,2	-	Peelo	9,2
6	-25,8	-59,2	1382,8	-	Peelo Appelscha Peize-Waalre	9,7 65,0 39,0
7	-59,2	-70,1	302,3	-	Peize-Waalre	39,7
8	-70,1	-311,2	744,7	-	Peize-Waalre Oosterhout Oosterhout-complex	27,0 5,9 3,0

4.3 Keuze parameters

4.3.1 Bodemopbouw

Locatie 1

Tabel 4.4 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 1. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 4.4 Zuidoost-Groningen – locatie 1: geschematiseerde bodemopbouw

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,2	-	20
WVP1	11	50	-
Scheidende laag 1	2,1	-	265
WVP2	368	2915	-

Locatie 2

Tabel 4.5 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 2. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 4.5 Zuidoost-Groningen – locatie 2: geschematiseerde bodemopbouw

Laag	Dikte	kD	c
WVP1	439	3890	-

Locatie 3

Tabel 4.6 toont de schematisatie gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 3. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 4.6 *Zuidoost-Groningen – locatie 3: geschematiseerde bodemopbouw*

Laag	Dikte	kD	c
WVP1	11,4	55	-
Scheidende laag 1	2,1	-	265
WVP2	80	2555	-

4.3.2 Parameters

De gekozen parameters zijn weergegeven in tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Zuidoost-Groningen: ondergrond parameters*

Parameter	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	Eenheid
c_{deklaag}	20	-	-	dagen
c_{drain}	700	130-160	390-500	dagen
kD_{wvp1}	50	3890	55	m ² /dag
c_1	265	-	265	dagen
kD_{wvp2}	2915	-	2555	m ² /dag

4.4 Parametervariatie

Voor de locaties in Zuidoost-Groningen zijn helaas geen pompproefgegevens beschikbaar om de parameters in tabel 4.7 op te kalibreren.

Locatie 1

Voor locatie 1 zijn de kD- en c-waardes overgenomen uit MIPWA (= REGIS v2.2). De slootafstand is gebaseerd op twee watervoerende watergangen. Het freatische effect wordt met name bepaald door de deklaagweerstand en de drainageweerstand.

De deklaagweerstand is overgenomen uit MIPWA.

De drainageweerstand is gebaseerd op de afstand tussen twee watervoerende sloten. Gebleken is dat vooral de drainageweerstand bepalend is. De onzekerheid hiervan is echter beperkt. Deze parameters worden daarom niet gevarieerd.

De invloedsafstand in het watervoerende pakket is verder afhankelijk van de drainageweerstand, c_1 en kD_{wvp2} . De c- en kD-waardes blijken weinig te verschillen rondom deze locatie. Ook deze parameters zijn daarom in de gevoeligheidsanalyse niet gevarieerd.

Locatie 2

Voor locatie 2 wordt de drainageweerstand gevarieerd van 130 tot 160 dagen (zie Bijlage 3).

Locatie 3

Voor locatie 3 is de drainageweerstand gevarieerd van 390 tot 500 dagen (zie bijlage 3).

4.5 Resultaten

Tabel 4.8 toont voor de locaties 1, 2 en 3 het berekende invloedsgebied bij een winning van 4,0 Mm³/jaar.

Bij de locatie in het midden van het gebied (1) komt het invloedsgebied aan de Nederlandse kant van de grens redelijk overeen met de grootte van het zoekgebied.

Tabel 4.8 *Zuidoost Groningen: berekende Invloedsgebied bij een winning van 4,0 Mm³/jaar*

Locatie	Drainageweerstand (dagen)	Straal invloedsgebied (m)		Oppervlakte invloedsgebied (km ²)	
		WVP1	WVP2	WVP1	WVP2
1	700	3.400	3.800	36	45
2	130	1440*	1440	6,5*	6,5
	160	1600*	1600	8,0*	8,0
3	390	2600	3000	21	28
	500	2800	3400	25	36

* WVP1 = freatisch bij locatie 2

4.6 Gevoeligheidsanalyse

Op basis van de resultaten bij de bandbreedteanalyse kan geanalyseerd worden hoe gevoelig de resultaten zijn voor de deklaagweerstand. In tabel 4.9 is het verschil weergegeven in percentages.

Tabel 4.9 *Gevoeligheidsanalyse*

Locatie	Drainageweerstand (dagen)	Variatie drainageweerstand	Invloedsgebied WVP1	Invloedsgebied WVP2	Variatie invloedsgebied (WVP1)	Variatie invloedsgebied (WVP2)
2	130	-	1440	1440	-	-
	160	+23%	1600	1600	+11%	+11%
3	390	-	2600	3000	-	-
	500	+28%	2800	3400	+8%	+13%

5 Veendam

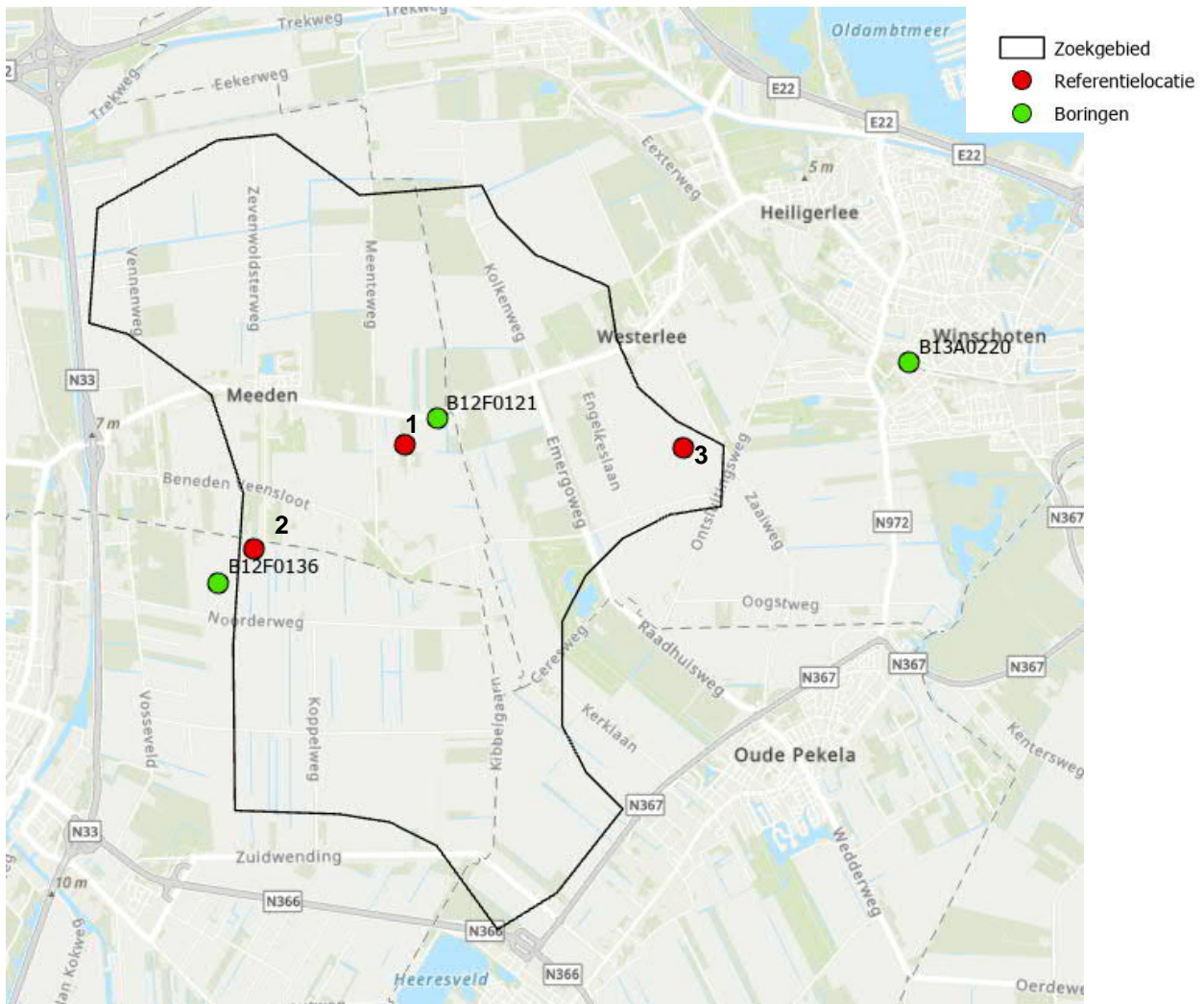
5.1 Referentielocaties

Voor het zoekgebied Veendam zijn drie referentielocaties onderzocht. De locaties zijn weergegeven in figuur 5.1. Locatie 1 bevindt zich in het midden van het zoekgebied, in een tunneldal. Een tunneldal³ snijdt door oudere formaties heen, soms tot in de mariene basis, en is opgevuld met de Formatie van Peelo. Door de aanwezigheid van een tunneldal kan kortsluiting met zout grondwater ontstaan wat een risico is voor de grondwaterwinning. De samenstelling van de Peelo opvulling is vaak zeer grillig: van ondoorlatende potklei tot grof zand/grind. Het grove zand biedt juist weer kansen voor een drinkwaterwinning.

In dit gebied wordt ervan uitgegaan dat de bodemopbouw in het tunneldal overal vergelijkbaar is. Eén berekening in het tunneldal is daarom voldoende. Om ook de mogelijkheid van winning buiten het tunneldal te bekijken, zijn de locaties 2 en 3 in grof zandlagen geplaatst net naast het tunneldal. Het tunneldal wordt bij die locaties als het ware genegeerd.

Voor iedere locatie geldt dat het invloedsgebied is berekend als er een winning zou plaatsvinden van 5,0 Mm³/jaar.

³ Voor meer informatie over de ligging en overige eigenschappen van het tunneldal in dit gebied, wordt verwezen naar de rapportage van Fase 1.



Figuur 5.1 Veendam: referentielocaties

5.2 Bodemopbouw

5.2.1 Bodemopbouw op basis van boringen

Locatie 1

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie 1 is gekeken naar de REGIS v2.2 boring B12F0121.

Boring B12F0121 laat tot NAP -2,2 m een deklaag zien die uit veen bestaat. Hieronder wordt matig fijn Boxtel zand aangetroffen, tot NAP -10,7 m. Tussen NAP -10,7 m en NAP -39,4 m bestaat de boring uit Peeloklei 1. Hieronder, tot NAP -103,9 m (einde boring) bestaat het boorprofiel uit Peeloklei 2. In fase 1 is gebleken dat zich hier een tunneldal bevindt. In de boring is deze terug te zien als de Formatie van Peelo.

Locatie 2

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie 2 is gekeken naar de REGIS v2.2 boring B12F0136.

Boring B12F0801 laat tot NAP -15,6 m zeer fijn tot matig grof zand uit de Formatie van Boxtel zien. Hieronder wordt, tot NAP -35,6 m, Peelklei aangetroffen. Tussen NAP -35,6 m en NAP -38,1 m wordt leem uit de Formatie van Peelo aangetroffen. Tot NAP -40,6 m wordt matig grof, zwak siltig Peelozand aangetroffen. Hieronder, tot NAP -58,1 m (einde boring), bestaat de bodem uit zeer tot uiterst grof zand, behorende tot de Formaties van Appelscha en Peize-Waalre.

Locatie 3

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie 3 is gekeken naar de GeoTOP boring B13A0220.

Deze boring laat tot NAP -11,4 m een zandlaag zien, behorende tot de Formatie van Boxtel. Tussen NAP -11,4 m en NAP -17,7 m wordt leem, kleiig zand of zandige klei, behorende tot de Formatie van Boxtel, aangetroffen. Tussen NAP -17,7 m en NAP -25,9 m bestaat de bodem uit leem, zandige klei of kleiig zand van de Formatie van Peelo. Hieronder tot NAP -42,8 m wordt klei uit dezelfde formatie aangetroffen. Fijn tot matig grof zand uit de Formatie van Appelscha bevindt zich tussen NAP -42,8 m en NAP -50 m. Fijn tot matig zand uit de Formatie van Peize-Waalre wordt hieronder tot NAP -73,2 m aangetroffen. Kleiig zand, zandige klei of leem en fijn zand, waarvan de geologische eenheid niet beschreven is, worden tot einde boring (NAP -90,6 m) gevonden.

5.2.2 Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)

Locatie 1

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 1 is opgenomen in tabel 5.1. Hieruit blijkt dat in MIPWA de veenlaag die in de boring is aangetroffen, mist. Ook laat MIPWA klei en zand in de Formatie van Peelo zien, terwijl in de boring vanaf NAP -10,7 m alleen klei is aangetroffen. Aangezien de zandlaag in MIPWA slechts 6 m dik is en zich tussen twee dikke potkleilagen bevindt, is de verwachting dat eventuele voeding vanuit deze laag minimaal is. Deze zandlaag wordt daarom genegeerd in de berekeningen.

Tabel 5.1 Veendam – locatie 1: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	kD (m2/dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	-0,2	-0,3	1	-	-	55,2
2	-0,3	-2,7	11,3	-	Boxtel	51,6
3	-2,7	-7,5	26,6	-	Boxtel	51,1
4	-7,5	-11,8	23,8	-	Boxtel	12,6
-6	-11,8	-34,0	-	29394	Peelo	0,001
7	-34,0	-40,3	80,6	-	Peelo	13,1
-7	-40,3	-100,9	-	31690	Peelo	0,002
8	-100,9	-294,4	2722	-	Peelo	16,5

Locatie 2

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 2 is opgenomen in tabel 5.2. Deze bodemopbouw komt grotendeels goed overeen met de bodemopbouw op basis van de boring.

Tabel 5.2 Veendam – locatie 2: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	kD (m2/dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	0,5	0,4	1	-	-	55,2
2	0,4	-2,0	11,5	-	Boxtel	51,6
3	-2,0	-8,9	35,0	-	Boxtel	51,1
4	-8,9	-15,1	33,3	-	Boxtel	12,6
-6	-15,1	-36,3	-	27020	Peelo	0,001
7	-36,3	-44,2	114,8	-	Peelo	13,1
8	-44,2	-53,8	482,6	-	Peelo	16,5
					Appelscha	70,5
					Peize-Waalre	34,8
9	-53,8	-306,5	761,3	-	Peize-Waalre	33,3
					Oosterhout	4,9
					Oosterhout-complex	2,9

Locatie 3

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 3 is opgenomen in tabel 5.3. In de boring zijn leem, kleilig zand en zandige Boxtel klei aangetroffen tussen NAP -11 m en NAP -17,7 m. In MIPWA zijn deze lagen opgenomen in de Formatie van Peelo. Ook komt de verdeling zand en klei in de Formatie van Peelo niet volledig overeen met de boring. In de boring worden namelijk tussen NAP -17,7 m en NAP -25,9 m leem, zandige klei of kleilig zand aangetroffen, en daaronder, tot NAP -42,8 m, klei. In MIPWA bestaat de ondergrond vanaf NAP -33,3 m uit zand.

Tabel 5.3 Veendam – locatie 3: het lagenmodel in MIPWA (=REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	kD (m2/dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	-0,5	-0,6	1	-	-	55,2
2	-0,6	-1,1	2,7	-	Boxtel	51,6
3	-1,1	-2,8	8,6	-	Boxtel	51,1
4	-2,8	-3,3	2,8	-	Boxtel	12,6
-6	-3,3	-33,3	--	30471	Peelo	0,001
7	-33,3	-44,6	135,8	-	Peelo	13,1
8	-44,6	-57,0	479,6	-	Peelo	16,5
					Appelscha	70,5
					Peize-Waalre	34,8
-8	-57,0	-63,8	-	165	Peize	0,036
9	-63,8	-280,2	445,9	-	Peize-Waalre	33,3
					Oosterhout	4,9
					Oosterhout-complex	2,9

5.3 Keuze parameters

5.3.1 Bodemopbouw

Locatie 1

Tabel 5.4 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 1. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 5.4 Veendam locatie 1: geschematiseerde bodemopbouw. Onttrekking vindt plaats in watervoerend pakket 3 (WVP3)

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,1	1	-
WVP1	11,5	61,7	-
Scheidende laag 1	22,2	-	29394
WVP2	6,3	80,6	-
Scheidende laag 2	60,7	-	31690
WVP3	193,5	2722	-

Locatie 2

Tabel 5.5 toont de schematisatie gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 2. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 5.5 Veendam locatie 2: geschematiseerde bodemopbouw. Onttrekking vindt plaats in watervoerend pakket 2 (WVP2)

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,1	1	-
WVP1	15,5	79,7	-
Scheidende laag 1	21,3	-	27020
WVP2	270	1359	-

Locatie 3

Tabel 5.6 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 3. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 5.6 Veendam locatie 3: geschematiseerde bodemopbouw. Onttrekking vindt plaats in watervoerend pakket 2 (WVP2)

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,1	1	-
WVP1	2,7	14,2	-
Scheidende laag 1	30	-	30471
WVP2	23,7	615,4	-
Scheidende laag 2	6,8	-	165
WVP3	216	445,9	-

5.3.2 Parameters

De gekozen parameters zijn weergegeven in tabel 5.7.

Tabel 5.7 Veendam: ondergrond parameters

Parameter	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	Eenheid
C _{deklaag}	61084	27022	30471	dagen
C _{drain}	360 - 650	350	390	dagen
kD _{wvp1}	2720	1360	615	m ² /dag

5.4 Parametervariatie

Voor de locaties in Veendam zijn helaas geen pompproefgegevens beschikbaar om de parameters in tabel 5.7 op te kalibreren.

De kD- en c-waardes zijn overgenomen uit MIPWA. De slootafstand is gebaseerd op de omliggende watervoerende watergangen.

Het invloedsgebied is met name gevoelig voor de bovenliggende weerstand en drainageweerstand. De bovenliggende weerstand is overgenomen uit MIPWA, en de drainageweerstand is gebaseerd op de afstand tussen twee watervoerende sloten. Vanwege de hoge weerstand van de Peelokleilaag is deze met name bepalend voor de weerstand boven het watervoerende pakket. Op deze locatie komt vrijwel zeker een zeer dikke (> 20.000 dagen weerstand) Peelokleilaag voor. Deze parameters worden daarom niet gevarieerd.

5.5 Resultaten

Tabel 5.8 toont voor de locaties 1, 2 en 3 het berekende invloedsgebied bij een winning van 5,0 Mm³/jaar.

Uit deze tabel blijkt dat door de aanwezigheid van de potklei het berekende freatische invloedsgebied klein is. Daarbij geldt: hoe hoger de weerstand van de potklei, hoe kleiner het freatische invloedsgebied.

Het invloedsgebied in het watervoerende pakket is juist groter naarmate de potkleilaag een hogere weerstand heeft.

Tabel 5.8 Veendam: berekende Invloedsgebied bij een winning van 5,0 Mm³/jaar

Locatie	Drainageweerstand (dagen)	Straal invloedsgebied (m)		Opp. beïnvloed gebied (km ²)	
		WVP1*	WVP2	WVP1*	WVP2
1	360	0	32.300	0	3,3 x10 ³
	650	39	32.370	4,8x10 ⁻³	3,3 x10 ³
2	350	600	18.870	1,1	1,10x10 ³
3	390	1740	16.510	9,5	856

* WVP1 = freatisch pakket op deze locaties

5.6 Gevoeligheidsanalyse

Op basis van de resultaten bij de bandbreedteanalyse kan geanalyseerd worden hoe gevoelig de resultaten zijn voor de drainageweerstand. In tabel 5.9 is het verschil weergegeven in percentages. Hieruit blijkt dat het invloedsgebied in slechts zeer geringe mate gevoelig is voor de variatie van de deklaagweerstand. Dit komt waarschijnlijk door de aanwezigheid van de potkleilaag. De drainageweerstand is namelijk erg klein in vergelijking met de weerstand van de potkleilaag.

Tabel 5.9 **Gevoeligheidsanalyse**

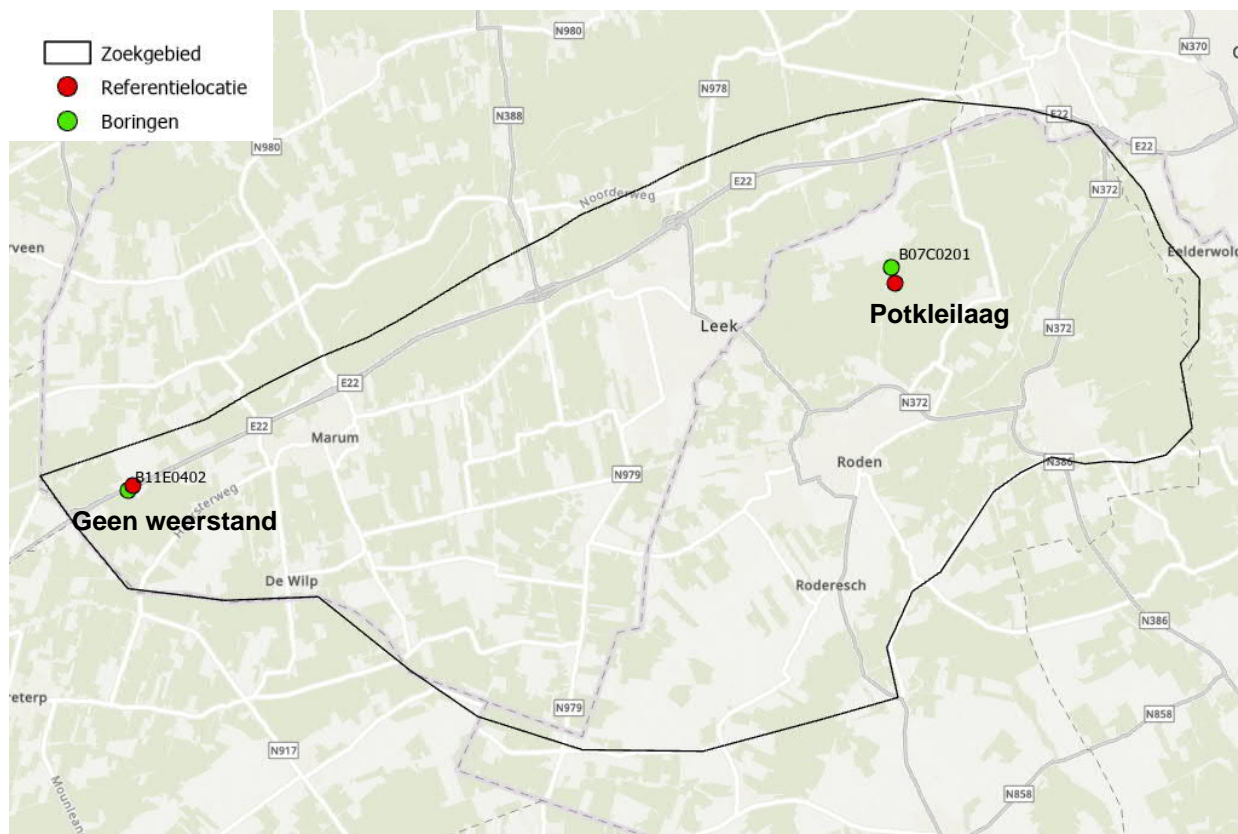
Locatie	Drainageweerstand (dagen)	Variatie deklaagweerstand	Invloedsgebied WVP2	Variatie invloedsgebied (WVP2)
1	360	-	32.300	-
	650	+80%	32.370	+0,2%

6 Leek-Roden

6.1 Referentielocaties

Het zoekgebied Leek-Roden was in eerste instantie opgedeeld in vier deelgebieden, waarbij voor elk deelgebied drie berekeningen uitgevoerd zouden worden: één in het midden van het deelgebied en twee op een nader te bepalen locatie.

Vanwege de zeer grillige bodemopbouw is er echter voor gekozen *twee* locaties door te rekenen: één met potkleilaag en één zonder een potkleilaag. De gekozen locaties zijn weergegeven in figuur 6.1. Het invloedsgebied wordt berekend voor een winning van 3,0 Mm³/jaar en voor een winning van 6,0 Mm³/jaar.



Figuur 6.1 Leek-Roden: referentielocaties.

6.2 Bodemopbouw

6.2.1 Bodemopbouw op basis van boringen

Zoals in § 5.1 beschreven, zijn twee bodemopbouwvarianten doorgerekend: één zonder weerstand aan de bovenzijde en één met een grote weerstand (potkleilaag) boven het watervoerende pakket.

Locatie 1: geen weerstand

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie is gekeken naar de REGIS v2.2 boring B11E0402.

Boring B11E0402 bestaat tot NAP -1,1 m uit matig fijn tot matig grof zand, behorende tot de Formatie van Boxtel. Hieronder wordt matig grof zand uit de Formatie van Drachten aangetroffen, tot NAP -5,1 m. Tussen NAP -5,1 m en NAP -28,1 m wordt matig tot zeer fijn Peelozand aangetroffen. Vanaf NAP -28,1 m tot NAP -42,1 m (einde boring) bestaat de bodem uit matig tot uiterst grof zand, behorende tot de Formatie van Urk.

Locatie 2: grote weerstand

Voor de bodemopbouw op de referentielocatie is gekeken naar de REGIS v2.2 boring B07C0201.

Boring B07C0201 laat zien dat de bodem tot NAP -1,85 m uit veen bestaat. Hieronder, tot NAP -5,5 m, is de ondergrond matig fijn tot matig grof zand, behorende tot de Formatie van Boxtel. Vervolgens bestaat de boring tot NAP -6,3 m (einde boring) uit klei, behorende tot de Formatie van Peelo.

6.2.2 Bodemopbouw volgens MIPWA (= REGIS v2.2)

Locatie 1

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 1 is opgenomen in tabel 6.1. Deze bodemopbouw komt grotendeels overeen met de bodemopbouw op basis van de boring.

Tabel 6.1 Leek-Roden – locatie 1: het lagenmodel in MIPWA (= REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	kD (m ² /dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	3,0	2,5	1,0	-	-	46,9
2	2,5	2,1	2,4	-	Boxtel	23,4
3	2,1	0,4	9,4	-	Boxtel	25,1
4	0,4	-0,3	3,8	-	Boxtel	24,2
6	-0,3	-5,1	26,1	-	Drente Drachten	74,6 62,7
7	-5,1	-16,9	41,7	-	Peelo	42,7
8	-16,9	-22,7	38,5	-	Peelo	8,1
9	-22,7	-32,9	161	-	Peelo Urk	8,9 23,5
10	-32,9	-100,4	2824	-	Urk Appelscha Peize-Waalre	25,8 68,4 50,2
11	-100,4	-159,3	3388	-	Peize-Waalre Peize-complex	54,8 28,3
-11	-159,3	-175,7	-	599	Peize-complex	0,035
12	-175,7	-212,9	800	-	Peize-Waalre Maassluis Maassluis-complex	24,8 6,5 1,02
-12	-212,9	-221	-	2701	Maassluis-complex	0,008
13	-221	-223,6	13	-	Maassluis	5,0
-13	-223,6	-223,8	-	27	Oosterhout	0,007
14	-223,8	-437,6	229	-	Oosterhout Oosterhout-complex	5,6 2,8

Locatie 2

Het lagenmodel in MIPWA voor locatie 2 is opgenomen in tabel 6.2. Deze bodemopbouw komt grotendeels overeen met de bodemopbouw op basis van de boring.

Tabel 6.2 Leek-Roden – locatie 2: het lagenmodel in MIPWA (=REGIS v2.2)

Laagnr. MIPWA	Bovenkant (m +NAP)	Onderkant (m +NAP)	kD (m ² /dag)	C (dagen)	Formaties	Gemiddelde kh (m/dag)
1	-0,9	-1,0	1	-	-	46,9
-1	-1,0	-1,7	-	139	Holoceen veen Holocene deklaag	0,02 0,14
2	-1,7	-3,3	8,7	-	Boxtel	23,4
3	-3,3	-4,6	6,9	-	Boxtel	25,1
4	-4,6	-6,4	9,6	-	Boxtel	24,2
7	-6,4	-6,6	1,7	-	Peelo	42,7
-7	-6,6	-49,9	-	60605	Peelo	0,007
8	-49,9	-53,9	35,7	-	Peelo	8,1
9	-53,9	-62,3	50	-	Peelo	8,9
10	-62,3	-91,1	1931	-	Appelscha Peize-Waalre	68,4 50,2
11	-91,1	-139,3	2481	-	Peize-Waalre Peize-complex	54,8 28,3
-11	-139,3	-149,4	-	306	Peize-complex	0,035
12	-149,4	-176,1	632	-	Peize-Waalre	24,8
-13	-176,1	-181,2	-	687	Oosterhout	0,007
14	-181,2	-414,1	418	-	Oosterhout Oosterhout complex	5,6 2,8

6.3 Keuze parameters

6.3.1 Bodemopbouw

Locatie 1

Tabel 6.3 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 1. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 6.3 Leek-Roden locatie 1: geschematiseerde bodemopbouw. Onttrekking vindt plaats in watervoerend pakket 1 (WVP1)

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,5	1	-
WVP1	162	6495	-
Scheidende laag 1	16,4	-	599
WVP2	37,2	800	-
Scheidende laag 2	8,1	-	2700
WVP3	2,6	13,2	-
Scheidende laag 3	0,2	-	27
WVP4	214	229	-

Locatie 2

Tabel 6.4 toont de schematisatie die gebruikt is voor de analytische berekeningen van het invloedsgebied op locatie 2. Deze schematisatie is gebaseerd op de bodemopbouw uit MIPWA.

Tabel 6.4 Leek-Roden locatie 2: geschematiseerde bodemopbouw. Onttrekking vindt plaats in watervoerend pakket 2 (WVP2)

Laag	Dikte	kD	c
Deklaag	0,8	-	139
WVP1	4,9	25,2	-
Scheidende laag 1	43,3	-	60605
WVP2	89,4	4498	-
Scheidende laag 2	10,1	-	306
WVP3	26,7	632	-
Scheidende laag 3	5,0	-	687
WVP4	233	418	-

6.3.2 Parameters

De gekozen parameters zijn weergegeven in tabel 6.5.

Tabel 6.5 Leek-Roden: ondergrond parameters

Parameter	Locatie 1	Locatie 2	Eenheid
C _{deklaag}	0	60000	dagen
C _{drain}	80-190	80-190	dagen
kD _{wvp1}	6500	4500	m ² /dag

6.4 Parametervariatie

Voor het gebied Leek-Roden wordt al deels voldaan aan de parametervariatie door de keuze van de twee locaties. De slootafstand (en daarmee de drainageweerstand) is echter wel variabel, afhankelijk van de uiteindelijke locatie. Om deze reden is ervoor gekozen om de gemiddelde slootafstand binnen het zoekgebied te gebruiken, maar te vermenigvuldigingsfactor om te komen tot de drainageweerstand te variëren (zie bijlage 3).

6.5 Resultaten

In tabel 6.6 zijn de berekende invloedsgebieden samengevat. Hierin is te zien dat op de locatie met potklei het berekende invloedsgebied in het freatische pakket klein is, terwijl het invloedsgebied in het bepompde pakket relatief groot is. Ook is te zien dat bij de locatie met potklei de invloed van de drainageweerstand zeer klein is.

Op de locatie zonder bovenliggende weerstand is het invloedsgebied in het watervoerende pakket en het freatische pakket nagenoeg gelijk.

Tabel 6.6 Leek-Roden: berekende invloedsgebied bij een winning van 3,0 Mm³/jaar en voor een winning van 6,0 Mm³/jaar

Locatie	Debiet (Mm ³ /jaar)	Drainageweerstand (dagen)	Straal invloedsgebied (m)		Oppervlakte invloedsgebied (km ²)	
			WVP1*	WVP2	WVP1*	WVP2
1 (geen weerstand)	3,0	80	1010	1020	3,2	3,3
		190	1560	1560	7,6	7,6
	6,0	80	1390	1400	6,1	6,2
		190	2140	2140	14	14
2 (potklei)	3,0	80	0	27.730	0	2,4 x10 ³
		190	0	27.760	0	2,4 x10 ³
	6,0	80	0	36.580	0	4,2 x10 ³
		190	0	36.620	0	4,2 x10 ³

*WVP1 = freatisch op deze locaties

6.6 Gevoeligheidsanalyse

Op basis van de resultaten bij de bandbreedteanalyse kan geanalyseerd worden hoe gevoelig de resultaten zijn voor de deklaagweerstand. In tabel 6.7 is het verschil weergegeven in percentages wanneer gekeken wordt naar de variatie van de drainageweerstand. Uit deze tabel blijkt dat het invloedsgebied vooral gevoelig is voor de drainageweerstand wanneer er geen potkleilaag aanwezig is (locatie 1). Bij de locatie met potkleilaag is de invloed van de drainageweerstand zeer klein.

Tabel 6.7 Gevoeligheidsanalyse

Locatie	Debiet	Drainageweerstand (dagen)	Variatie drainageweerstand	Invloedsgebied WVP1	Invloedsgebied WVP2	Variatie invloedsgebied (WVP1)	Variatie invloedsgebied (WVP2)
1	3,0	80	-	1010	1020	-	-
		190	+138%	1560	1560	+54%	+53%
	6,0	80	-	1390	1400	-	-
		190	+138%	2140	2140	+54%	+53%
2	3,0	80	-	0	27.730	-	-
		190	+138%	0	27.760	-	+0,1%
	6,0	80	-	0	36.580	-	-
		190	+138%	0	36.620	-	+0,1%

7 Conclusies en aandachtspunten

7.1 Conclusies

In Tabel 7.1 zijn de inschattingen van het te verwachten invloedsgebied per locatie weergegeven. Het werkelijke invloedsgebied is afhankelijk van de werkelijke (regionale) bodemopbouw.

Uit de gevoeligheidsanalyses is gebleken dat de invloedsgebieden met name gevoelig zijn voor de drainageweerstand wanneer er geen potkleilaag aanwezig is. Wanneer deze wel aanwezig is, is de invloed van de drainageweerstand nihil, aangezien deze – in vergelijking met de weerstand van de potkleilaag – zeer klein is. Dit betekent dat in gebieden waar de aanwezigheid van de potkleilaag zeer grillig/onzeker is, de invloedsgebieden ook erg onzeker zijn.

Tabel 7.1 Samenvatting verwachte invloedsgebieden

Zoekgebied	Locatie	Debiet (Mm ³ /jaar)	Minimale invloedsgebied (m)		Maximale invloedsgebied (m)	
			WVP1	Bepompt pakket (WVP2)	WVP1	Bepompt pakket (WVP2)
Bellingwolde	1	1,2	1.200	1.300	3.200	3.300
		2,5	1.800	1.800	4.800	4.800
		4,0	2.100	2.200	5.800	5.800
Zuidoost-Groningen	1	4,0	3.400	3.800	-	-
	2*		1.440	1.440	1.600	1.600
	3		2.600	3.000	2.800	3.400
Veendam	1*	5,0	0	32.300	39	32.370
	2*		600	18.870	-	-
	3*		1.740	16.510	-	-
Leek-Roden	1*	3,0	1.010	1.020	1.560	1.560
			1.390	1.400	2.140	2.140
	2*	6,0	0	27.730	0	27.760
			0	36.580	0	36.620

*: WVP1 is freatisch op locatie

7.2 Aandachtspunten

Bij het berekenen van de invloedsgebieden zijn enkele aandachtspunten van belang:

- Bij de analytische berekeningen wordt de bodemopbouw op slechts één locatie geschematiseerd. De ruimtelijke variatie van de regionale bodemopbouw wordt niet meegenomen. Daarmee zijn de analytisch berekende resultaten een eerste inschatting van de invloedsgebieden.
- De bovenstaande beperking van de analytische formules laat zich vooral voelen in gebieden met potklei. Uit de analytische berekeningen volgt een (zeer) klein freatisch invloedsgebied, maar een (extreem) groot invloedsgebied in het watervoerend pakket. In werkelijkheid zal de potkleilaag echter niet vlakdekkend aanwezig zijn. Hierdoor zal in werkelijkheid het invloedsgebied in het watervoerende pakket kleiner zijn dan analytisch is berekend, terwijl het freatische invloedsgebied juist groter zal zijn dan analytisch is berekend.

- Uit de berekeningen blijkt dat in het zoekgebied Zuidoost-Groningen de bodemopbouw een relatief grote onzekerheid vormt bij de bepaling van het invloedsgebied. Deze conclusie komt overeen met de conclusie die in fase 1 is vastgesteld: de bodemopbouw in MIPWA, afkomstig van REGIS v2.2, is zeer waarschijnlijk onjuist. Omdat de bodemopbouw in MIPWA bij de referentielocaties gecontroleerd is aan de hand van boringen, heeft dit geen (grote) invloed op de berekeningen. Echter, in werkelijkheid zal daardoor het invloedsgebied sterk variëren in de ruimte.
- Ook in het zoekgebied Leek-Roden is de bodemopbouw zeer grillig, waardoor er een relatief grotere onzekerheid bestaat over de omvang van het invloedsgebied.
- De bepaalde slootafstand en bodemopbouw zijn nu zeer sterk gerelateerd aan de gekozen referentielocatie. Hierdoor zijn de resultaten waarschijnlijk niet representatief voor andere punten binnen het zoek-gebied. Dit is inherent aan de gekozen aanpak.
- Voor Leek-Roden en Bellingwolde is de gemiddelde slootafstand van het zoekgebied gebruikt. Dit zou ook een optie zijn voor de andere twee zoek-gebieden, maar omdat hier specifieke referentielocaties gekozen zijn (in tegenstelling tot Leek-Roden) en het om relatief grote zoekgebieden gaat (in tegenstelling tot Bellingwolde), is in die gebieden gekozen voor de slootafstand rondom de referentielocatie.
- Voor de factor tussen de slootafstand en de drainageweerstand (volgens het rapport van Alterra, zie ook bijlage 2) is nu gekozen voor de gemiddelde LogGetransformeerde-waarde. Alterra heeft ook een standaarddeviatie bepaald, welke in veel gevallen zelfs groter is dan de gemiddelde waarde. Er zit dus erg veel onzekerheid in deze factor.

Bijlage 1 – Methodes analytische berekeningen

1. Huisman-Kemperman

1.2 Formules

Uitgangspunten

- Schematisatie:
 - o deklaag met c-waarde;
 - o eerste watervoerend pakket met doorlaatvermogen;
 - o slecht doorlatende tussenlaag met weerstand;
 - o tweede watervoerend pakket met doorlaatvermogen.
- Stationair.
- Op $x=\infty$ dan $h=0$ voor beide pakketten.

De volgende formules gelden (Huisman, 1972):

$$\alpha_1 = \frac{1}{k_1 H_1 c_1} \quad \alpha_2 = \frac{1}{k_2 H_2 c_2} \quad \beta_1 = \frac{1}{k_1 H_1 c_2}$$

$$\lambda_1, \lambda_2 = \frac{1}{2} \left(\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 \pm \sqrt{(\alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1)^2 - 4\alpha_1 \alpha_2} \right)$$

$$s_1 = b_1 K_0(r\sqrt{\lambda_1}) - b_2 K_0(r\sqrt{\lambda_2})$$

$$s_2 = -b_1 \frac{\alpha_2}{\lambda_1 - \alpha_2} K_0(r\sqrt{\lambda_1}) - b_2 \frac{\alpha_2}{\alpha_2 - \lambda_2} K_0(r\sqrt{\lambda_2})$$

$$Q_1 = 2\pi k_1 H_1 (b_1 r\sqrt{\lambda_1} K_1(r\sqrt{\lambda_1}) - b_2 r\sqrt{\lambda_2} K_1(r\sqrt{\lambda_2}))$$

$$Q_2 = -2\pi k_2 H_2 \left(b_1 \frac{\alpha_2}{\lambda_1 - \alpha_2} r\sqrt{\lambda_1} K_1(r\sqrt{\lambda_1}) + b_2 \frac{\alpha_2}{\alpha_2 - \lambda_2} r\sqrt{\lambda_2} K_1(r\sqrt{\lambda_2}) \right)$$

Oplossen voor a_1, a_2, b_1, b_2 uit:

$$s_1 = s_1$$

$$s_2 = s_2$$

$$Q_1 = Q_1$$

$$Q_2 = Q_2$$

met:

r	: afstand tot kanaal waar $h = h(0)$ (m)
s_1	: verlaging stijghoogte op afstand x in wvp1 (m)
s_2	: verlaging stijghoogte op afstand x in wvp2 (m)
k_1	: doorlaatfactor wvp1 (m/d)
k_2	: doorlaatfactor wvp2 (m/d)
H_1	: dikte wvp1 (m)
H_2	: dikte wvp2 (m)
c_1	: weerstand deklaag (d)
c_2	: weerstand eerste scheidende laag (d)

1.2 Huisman-Kemperman in Discharge

De methode van Huisman-Kemperman is opgenomen in het rekenprogramma Discharge (versie 2.0.0.1). Hierbij kan aangegeven worden wat de deklaagweerstand (plus drainageweerstand) is (*Resistance top aquitard*), de weerstand tussen de twee watervoerende pakketten (*Resistance first aquitard*) en de doorlatendheid van de watervoerende pakketten. Ook kan het onttrekkingsdebiet per watervoerende pakket als input worden gegeven. Als resultaat wordt de verlaging per watervoerende pakket gegeven, op vooraf gedefinieerde afstanden van de onttrekking.

Huisman-Kemperman
— □ ×

Huisman-Kemperman

Resistance top aquitard (d)	<input type="text" value="1000"/>	Distance to centre (m)	Drawdown (m) aquifer 1	Drawdown (m) aquifer 2
Permeability first aquifer (m2/d)	<input type="text" value="1500"/>	5	0,08	1,36
Resistance first aquitard (d)	<input type="text" value="2000"/>	10	0,08	1,21
Permeability second aquifer (m2/d)	<input type="text" value="2500"/>	25	0,08	1,02
Calculation mode <input type="radio"/> calculate the discharge <input checked="" type="radio"/> discharge as input		Show results <input checked="" type="radio"/> drawdown <input type="radio"/> discharge		
Discharge aquifer 1 (m3/h)	<input type="text" value="0"/>	50	0,08	0,87
Discharge aquifer 2 (m3/h)	<input type="text" value="140"/>	100	0,08	0,72
		250	0,08	0,53
		500	0,07	0,38
		1000	0,06	0,25
		2000	0,04	0,13
		4000	0,02	0,05

Distances to calculate drawdown (m)

project

Calculate

Print results

Save results

Home menu

2 Hantush

2.1 Formules

Op basis van de formule van Hantush is eerst de verlaging van de stijghoogte in het watervoerend pakket bepaald:

$$h_{wvp}(r, t) = \frac{Q}{4\pi kD} W\left(\mu, \frac{r}{\lambda}\right)$$

met

$$\lambda = \sqrt{kDc}$$

$$\mu = \frac{r^2 S}{4kDt}$$

Vervolgens is op basis van deze verlaging de doorwerking naar het freatische pakket berekend:

$$h_{fr}(r, t) = h_{wvp}(r, t) \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_b}\right)}\right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_b}$$

waarin:

r	: afstand tot onttrekking (m)
t	: tijd (d)
$h_{wvp}(r, t)$: stijghoogte watervoerend pakket op afstand r (m) op tijdstip t (d)
$h_{fr}(r, t)$: freatische grondwaterstand op afstand r (m) op tijdstip t (d)
Q	: debiet op r=0 (m ³ /d)
W()	: de "Well"-functie (-)
λ	: spreidingslengte (m)
c	: vervangende weerstand (d)
c_{dr}	: drainageweerstand (d)
p	: effectieve porositeit freatisch grondwater (-)
c_b	: weerstand pakket boven watervoerend pakket (d)
S	: bergingscoëfficiënt watervoerend pakket (-)
kD	: doorlaatvermogen (m ² /d)
c_o	: weerstand pakket onder watervoerend pakket (d)

Bij het bepalen van de spreidingslengte wordt rekening gehouden met voeding van boven en/of onder de onttrekkingslaag. De representatieve weerstand (c) wordt dan als volgt bepaald:

$$\frac{1}{c} = \left(\frac{1}{c_b} + \frac{1}{c_o}\right)$$

Waarbij:

- c = representatieve weerstand (dagen)
- c_b = weerstand slecht doorlatende lagen boven onttrekkinglaag (C1+..) (dagen)
- c_o = weerstand slecht doorlatende laag onder onttrekkinglaag (dagen)

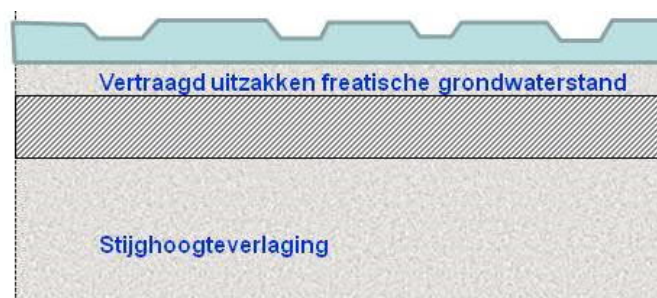
Bergingscoëfficiënt / effectieve porositeit

Voor het freatisch grondwater is in deze studie uitgegaan van een bergingscoëfficiënt van 0,12. Voor een gespannen watervoerend pakket is uitgegaan van een waarde van 0,001. In deze gebieden met een semi-gespannen watervoerend pakket is sprake van een (boven de onttrekking aanwezige) slecht doorlatende laag, maar deze heeft een beperkte weerstand. Tijdens de onttrekking zal – afhankelijk van deze weerstand – een deel van het water (horizontaal) toestromen vanuit het watervoerende pakket, en een deel vanuit het freatische grondwater, met als gevolg een (gedempte) verlaging van het freatisch grondwater. De totale weerstand voor een Hantush-berekening is gelijk aan de drainageweerstand plus de weerstand van de deklaag (of ondiepe scheidende laag).

Waterlopen met
drainageweerstand

Deklaag met
freatische
grondwaterstand

Watervoerend
pakket



De bergingscoëfficiënt voor het watervoerend pakket kan gecompenseerd worden voor het vertraagd uitzakken van dit freatisch water:

$$S = p \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{p} \left(\frac{1}{c_{dr}} + \frac{1}{c_v} \right)} \right) \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$$

S_{add} : additionele berging (-)
 t : tijd (d)
 c_v : weerstand deklaag (d)
 c_{dr} : drainageweerstand (d)
 p : bergingscoëfficiënt freatisch grondwater (-)

Als de weerstand van de deklaag heel klein is, dan is de bergingscoëfficiënt voor het watervoerend pakket gelijk aan de freatische bergingscoëfficiënt. Dat is conform verwachting.

Voor het geval dat de tijd oneindig wordt, dan is de bergingscoëfficiënt gelijk aan $p \cdot \frac{c_{dr}}{c_{dr} + c_v}$: dat is precies de hoeveelheid water die uit het freatische pakket verdwijnt (per eenheid van verlaging).

2.2 Hantush in Excel

Bepaling van de invloed van berekening			
Hantush niet-stationair (individueel)			
Cdrain	650,00	d	drainageweerstand
Cdeklaag	60000,00	d	weerstand deklaag
kD	2720,00	m ² /d	doorlaatvermogen
Cesl	1000000000,00	d	weerstand scheidende laag
Q	570,00	m ³ /u	beregeningshoeveelheid
dhmax	0,05	m	toegestane verlaging
dt	3650,00	d	tijd
Sfr	0,1200	-	freatisch bergingscoefficient
Swvp	0,0010	-	bergingscoefficient wvp

Sweco heeft in een vorig project de methode van Hantush verwerkt in Excel. Bovenstaand zijn de parameters weergegeven die ingevuld dienen te worden. Met behulp van bovenstaande formules wordt vervolgens de 5 cm contour in het watervoerende pakket en het freatische pakket berekend.

Aangezien Hantush uitgaat van een niet-stationaire situatie, wordt een lange onttrekkingsduur ingevoerd (10 jaar).

Bijlage 2 – Methode bepalen drainageweerstand

In Alterra rapport 1339 (Van der Gaast, 2006) is de verhouding berekend tussen de drainageweerstand en de slootafstand voor verschillende bodemfysische eenheden. Vervolgens is met logtransformatie het gemiddelde bepaald. Dit gemiddelde is weergegeven de kolom 'Factor – gemiddeld' in Tabel 1. De uiteindelijk bepaalde waarden zijn weergegeven in Tabel 2. Hierin zijn nog enkele wijzigingen doorgevoerd bij de bodemfysische eenheden 6, 17 en 18.

Tabel 4.7 Gemiddelde factor per bodemfysische eenheid op basis van de gekalibreerde modellen op buislocaties

Bodemfysische eenheid	aantal	Factor		LogGetransformeerd	
		gemiddeld	std	gemiddeld	std
1 Veengronden met veraarde bovengrond	58	2.8	2.3	2.1	2.1
2 Veengronden met veraarde bovengrond op zand	106	2.1	1.7	1.7	1.9
3 Veengronden met kleidek	25	1.7	1.2	1.4	1.8
4 Veengronden met kleidek op zand	3	1.3	0.2	1.3	1.1
5 Veengronden met zanddek op zand	110	1.7	1.5	1.4	1.9
6 Veengronden met moerige gronden op ongerijpte klei	4	4.2	1.8	3.9	1.5
7 Stui/zand-gronden	132	1.8	1.3	1.5	1.8
8 Podzolgrond in leemarm, fijn zand	13	2.8	2.8	1.8	2.6
9 Podzolgrond in zwak lemig, fijn zand	560	2.2	1.7	1.7	1.9
10 Podzolgrond in zwak lemig, fijn zand op grof zand	74	1.6	1.1	1.4	1.8
11 Podzolgrond in sterk lemig, fijn zand op keileem of leem	105	2.2	1.4	1.9	1.7
12 Enkeerdgrond in zwak lemig, fijn zand	151	1.9	1.4	1.5	1.9
13 Beekeerd-grond in sterk lemig, fijn zand	130	2.1	1.6	1.7	1.9
14 Podzolgrond in grof zand	11	1.3	0.9	1.1	1.7
15 Homogene zavelgronden	8	1.7	0.5	1.6	1.3
16 Homogene, lichte kleigronden	19	1.6	1.7	1.2	2.0
17 Kleigrond, met zware tussenlaag of ondergrond	55	1.9	1.6	1.5	1.9
18 Kleigronden op veen	4	1.2	0.4	1.2	1.4
19 Klei op zandgronden	7	1.5	1.3	1.2	1.9
Totaal	1575	2.0	1.6	1.6	1.9

Tabel 4.8 Verhouding tussen drainageweerstand en slootafstand voor bodemfysische eenheden

Bodemfysische eenheid	FactorL	Bodemfysische eenheid	FactorL
1	2.1	12	1.5
2	1.7	13	1.7
3	1.4	14	1.1
4	1.3	15	1.6
5	1.4	16	1.2
6 ¹	2.5	17 ²	2.0
7	1.5	18 ²	2.0
8	1.8	19	1.5
9	1.7	20	1.2
10	1.4	21	1.2
11	1.9		

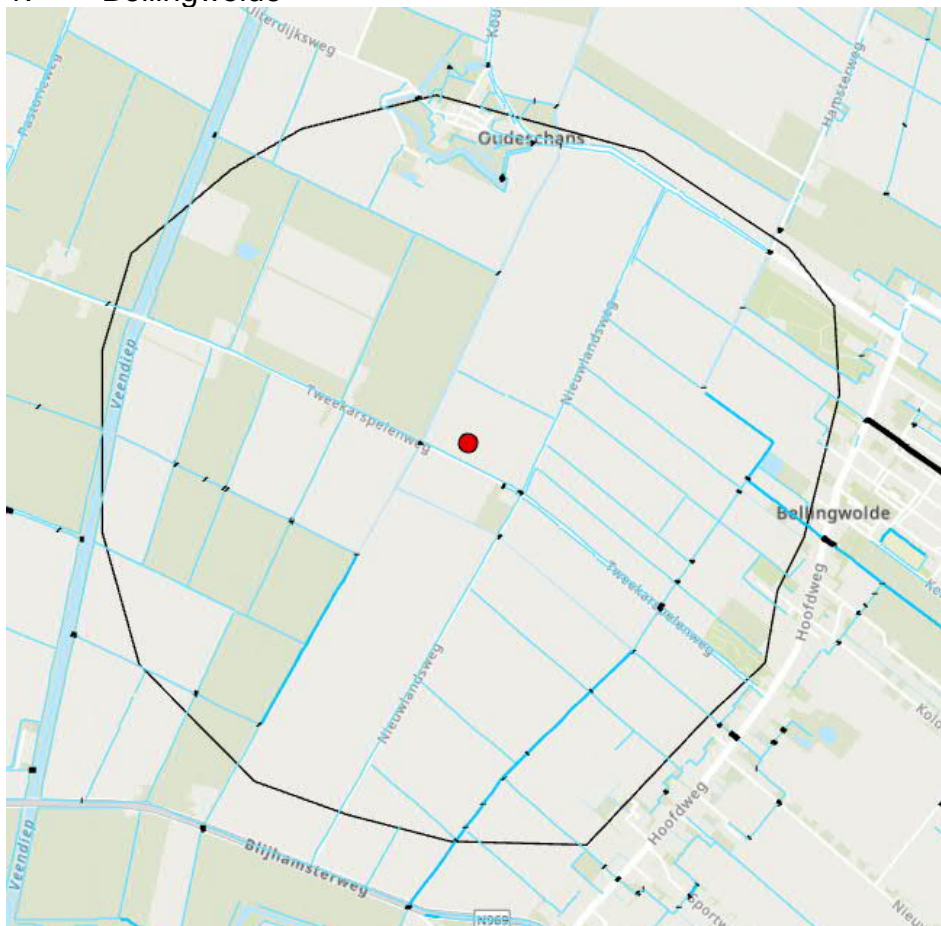
¹Bodfys 6 is verlaagd naar 2,5 (ivm geringe aantal waarden)

²Bodfys 17 en 18 zijn op 2,0 gesteld, hierbij is gekeken naar bodfys 1 en 6

De drainageweerstand/voedingsweerstand voor de invoer van een 1-dimensionale berekening kan dan worden bepaald door de gemiddelde slootafstand (binnen het potentiële invloedsgebied (3x spreidingslengte) te vermenigvuldigen met bovenstaande factoren.

Bijlage 3 – Slootafstand en drainageweerstand

1. Bellingwolde



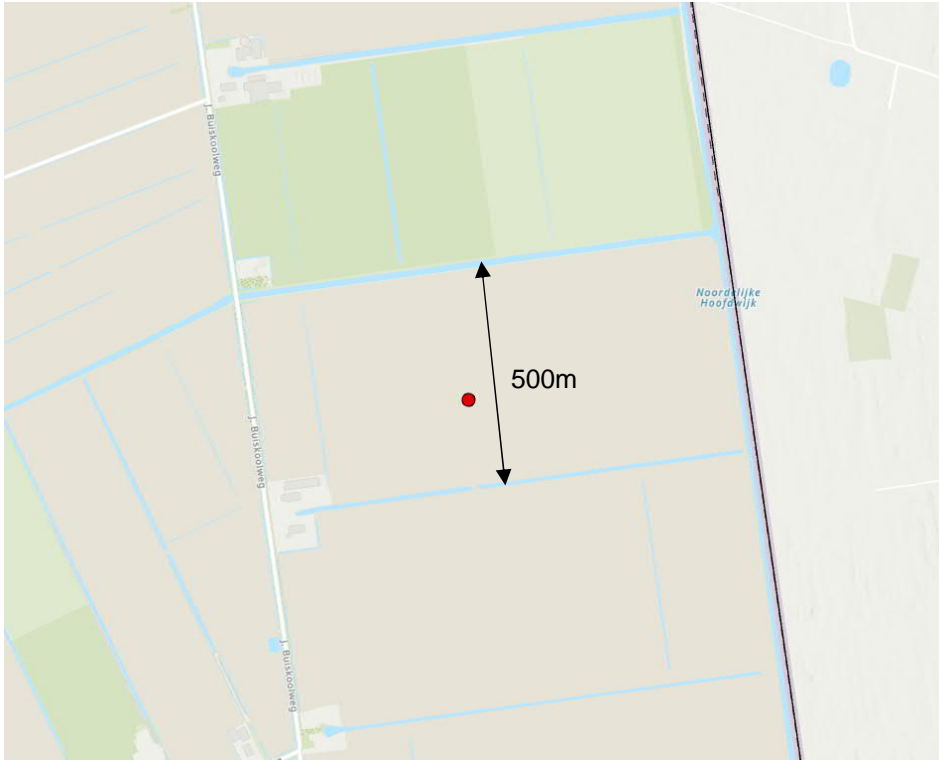
De gemiddelde slootafstand rondom de referentielocatie bij Bellingwolde bedraagt 227 meter. Deze gemiddelde slootafstand is bepaald door de oppervlakte van het zoekgebied te delen door de totale lengte van alle sloten binnen het zoekgebied (volgens TOP10).

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit poldervaaggronden (klei) op veen bestaat. Uit bijlage 2 volgt dat hier een factor 1,2 bij hoort. De drainageweerstand komt daarmee uit op 270 dagen.

	Minimaal
Slootafstand (m)	227
Bodemtype	Poldervaaggronden (klei) op veen
Factor (-)	1,2
Drainageweerstand (dagen)	270

2. Zuidoost-Groningen

2.1 Locatie 1

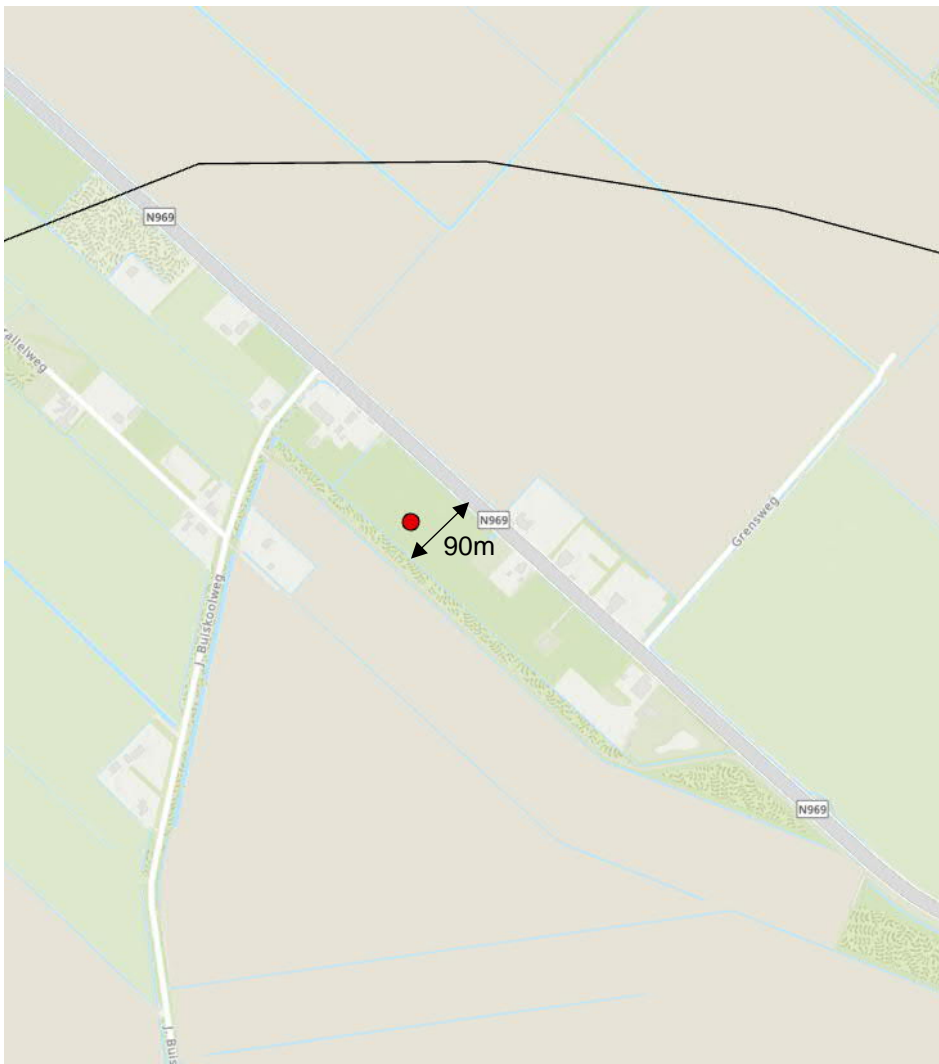


De slootafstand rondom referentielocatie 1 bedraagt 500 meter.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit veengronden op zand bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van 1,4 bij. De drainageweerstand komt daarmee uit op 700 dagen.

Parameter	Waarde
Slootafstand (m)	500
Bodemtype	Veengronden op zand
Factor (-)	1,4
Drainageweerstand (dagen)	700

2.2 Locatie 2

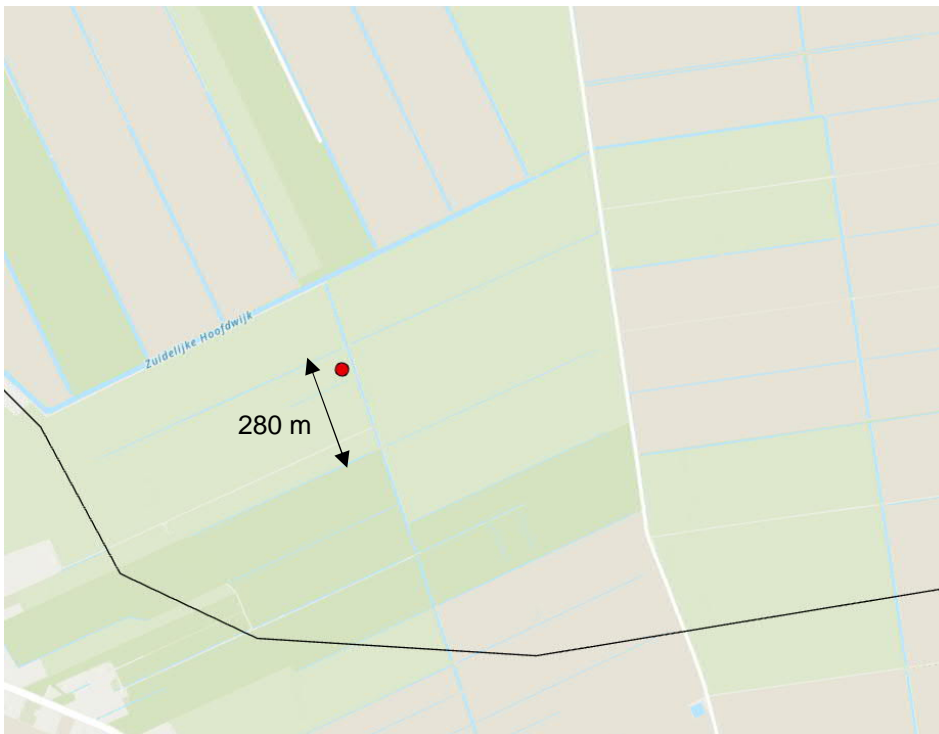


De slootafstand rondom referentielocatie 2 bedraagt 90 meter. Dit is gebaseerd op de watergangen die opgenomen zijn in TOP10.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit podzolgronden op zand bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van 1,4 tot 1,8 bij. De drainageweerstand komt daarmee uit op circa 130 tot 160 dagen.

Parameter	Minimale waarde	Maximale waarde
Slootafstand (m)		90
Bodemtype		Podzolgronden op zand
Factor (-)	1,4	1,8
Drainageweerstand (dagen)	130	160

2.3 Locatie 3



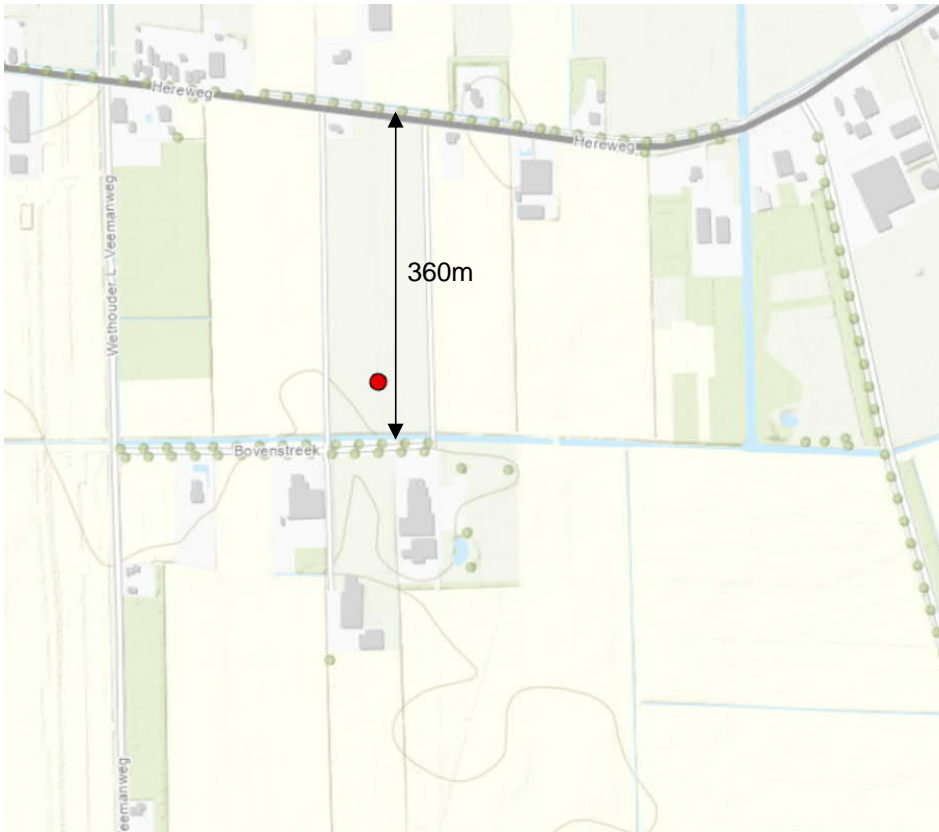
De slootafstand rondom referentielocatie 3 bedraagt 280 meter. Dit is gebaseerd op de watergangen die opgenomen zijn in TOP10.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit podzolgronden op zand bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van 1,4 tot 1,8 bij. De drainageweerstand komt daarmee uit op circa 390 tot 500 dagen.

Parameter	Minimale waarde	Maximale waarde
Slootafstand (m)		280
Bodemtype		Podzolgronden op zand
Factor (-)	1,4	1,8
Drainageweerstand (dagen)	390	500

3. Veendam

3.1 Locatie 1



De slootafstand rondom referentielocatie 1 bedraagt 360 meter.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit podzolgronden op zand bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van 1,4 tot 1,8 bij. De drainageweerstand komt daarmee uit op 650 dagen.

Parameter	Minimale waarde	Maximale waarde
Slootafstand (m)		360
Bodemtype		Podzolgronden op zand
Factor (-)	1,4	1,8
Drainageweerstand (dagen)	360	650

3.2 Locatie 2



De slootafstand rondom referentielocatie 2 bedraagt 100 tot 250 meter. Er bevinden zich greppels op circa 100 m afstand van elkaar, maar het is niet zeker of deze watervoerend zijn. De afstand van 250 m is de kortste afstand tussen twee leggerwatergangen.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit podzolgronden op zand en/of podzolgronden met een veendek bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van respectievelijk 1,8 of 1,4 bij. De drainageweerstand komt daarmee uit op circa 140 tot 450 dagen.

Parameter	Minimale waarde	Maximale waarde
Slootafstand (m)	100	250
Bodemtype	Podzolgronden op zand / met veendek	
Factor (-)	1,4	1,8
Drainageweerstand (dagen)	140	450

3.3 Locatie 3



De slootafstand rondom referentielocatie 1 bedraagt 280 meter.

Er wordt aangenomen dat de ondiepe bodem hier uit podzolgronden met een veendek bestaat. Hier hoort volgens bijlage 2 een factor van 1,4 bij (veen- gronden met zanddek op zand). De drainageweerstand komt daarmee uit op 390 dagen.

Parameter	Waarde
Slootafstand (m)	280
Bodemtype	Podzolgronden met veendek
Factor (-)	1,4
Drainageweerstand (dagen)	390

4. Leek-Roden

Voor Leek-Roden is een andere aanpak gekozen dan voor de overige locaties. Vanwege de zeer grillige bodemopbouw zijn namelijk twee referentielocaties gekozen: één met potkleilaag en één zonder potkleilaag. Deze twee referentielocaties geven een indicatie van de bandbreedte van het invloedsgebied weer, wanneer een eventuele winning op een vergelijkbare locatie wordt geplaatst. Daarom is ervoor gekozen om voor de slootafstand een gemiddelde waarde te kiezen.

Deze gemiddelde slootafstand is bepaald door de oppervlakte van het zoekgebied te delen door de totale lengte van alle sloten binnen het zoekgebied (volgens TOP10). Dit komt neer op een gemiddelde slootafstand van 76 meter.

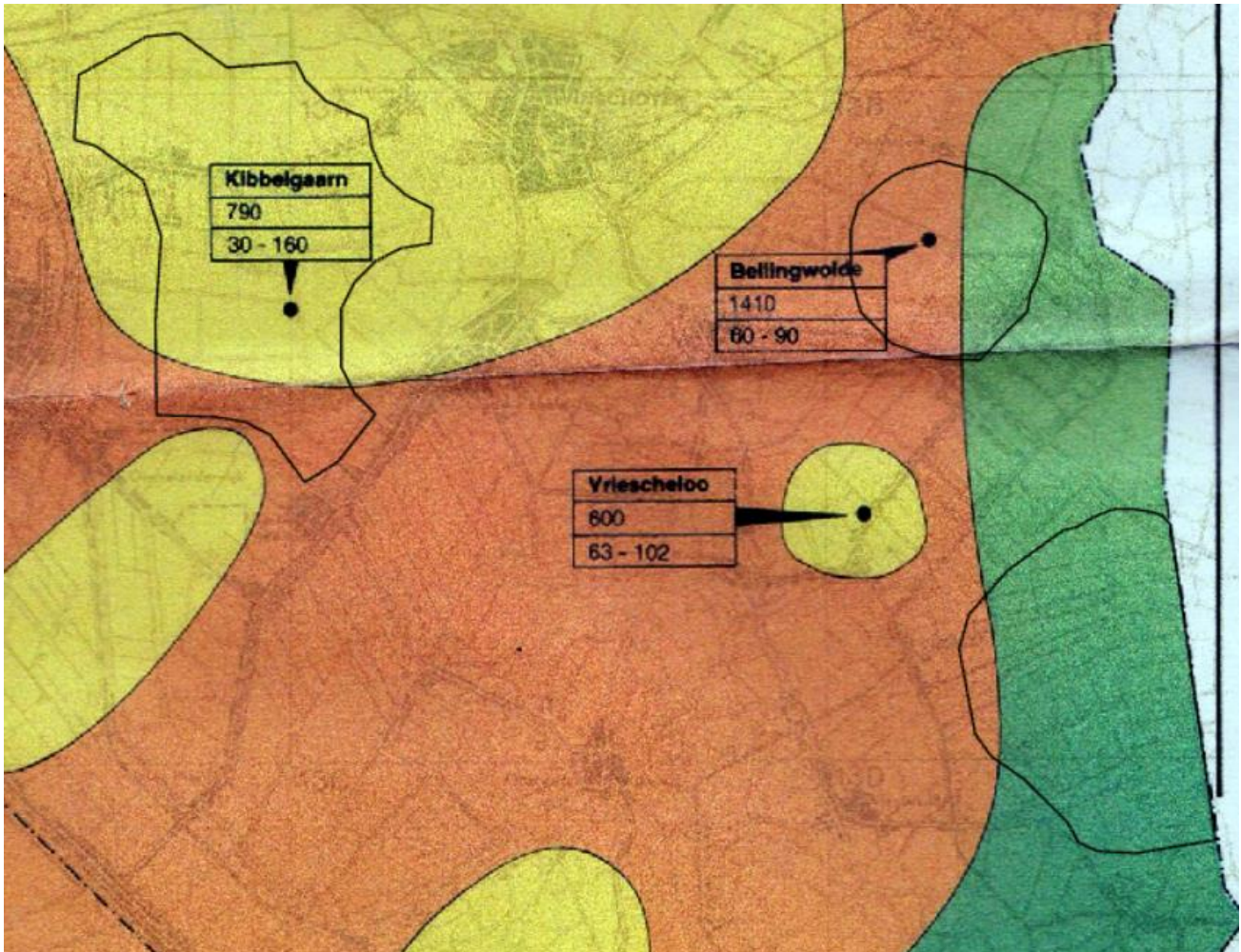
Volgens het rapport van Alterra (zie bijlage 2) kan de gemiddelde verhouding tussen de drainageweerstand en slootafstand variëren van 1,1 voor podzolgronden in grof zand, tot 2,5 voor veengronden met moerige gronden op ongerijpte klei. Aangezien de bodemopbouw binnen dit gebied zo grillig is, is ervoor gekozen om de drainageweerstand te variëren aan de hand van deze factoren.

Deze waarden leiden tot een minimale drainageweerstand van 80 dagen en een maximale drainageweerstand van 190 dagen.

Bijlage 4 – kD-waardes pompproeven

Bijlage 4 – kD waardes pompproeven

Auteur: Siska de Vreeze



Bijlage 5 – LinkTables

Bijlage 5 - LinkTables

1 Bellingwolde + Zuidoost-Groningen

Number	Name	Type	Percentage	Schema1	Schema2	Part	Kfactor	AverageK
1	MV_eenheid	Aquifer	100	1	1	1	1	12,5276
2	HLC_veen	Aquitard	13,74	-1	-1	1	1	0,01262
3	HLC_TNO2007	Aquitard	38,73	-2	-1	1	1	0,01943
4	bxz2	Aquifer	100	3	2	1	1	4,98521
5	bxz3	Aquifer	92,62	4	2	1	1	4,99895
6	bxk2	Aquitard	78,55	-4	-2	1	1	0,00748
7	bxz4	Aquifer	97,18	5	3	1	1	5,34153
8	drz1	Aquifer	1,87	6	3	1	1	10,0998
9	DRGik1_TNO20	Aquitard	0,07	-6	-3	1	1	0,00588
10	drz3	Aquifer	57,29	7	4	1	1	24,3675
11	pez1	Aquifer	69,23	8	4	1	1	5,97037
12	pek1	Aquitard	60,56	-8	-4	1	1	0,00113
13	PEz2_geul	Aquifer	97,87	9	5	1	1	9,23681
14	PEk2_geul	Aquitard	27,45	-9	-5	1	1	0,00116
15	PEz3_geul	Aquifer	90,58	10	6	1	1	9,65285
16	apz1	Aquifer	87,31	11	6	1	1	65,0375
17	pzwaz2	Aquifer	98,3	12	6	1	1	38,9723
18	pzk1	Aquitard	65,32	-12	-6	1	1	0,03212
19	pzwaz3	Aquifer	99,05	13	7	1	1	39,7216
20	PZc_zand	Aquifer	37,34	14	7	1	1	21,1121
21	PZc_klei	Aquitard	37,34	-14	-7	1	1	0,02209
22	pzwaz4	Aquifer	100	15	8	1	1	27,0285
23	ooz2	Aquifer	100	16	8	1	1	5,88281
24	ooc_s1	Complex	100	17	8	0,5	1	3,00162
25	ooc_s2	Complex	100	-17	0	0,5	1	0,01495
26	brk1	Aquitard	100	-18	0	1	1	0,002

2 Veendam

Number	Name	Type	Percentage	Schema1	Schema2	Part	Kfactor	AverageK
1	MV_ eenheid	Aquifer	100	1	1	1	1	55,2357
2	Hlc_veen	Aquitard	36,46	-1	-1	1	1	0,02174
3	Hlc_TNO2007	Aquitard	15,87	-2	-1	1	1	0,14681
4	bxz2	Aquifer	95,02	3	2	1	1	51,6119
5	bxk1	Aquitard	0,05	-3	-2	1	1	0,00535
6	bxz3	Aquifer	96,29	4	3	1	1	51,1409
7	bxk2	Aquitard	13,39	-4	-3	1	1	0,1659
8	bxz4	Aquifer	96,06	5	4	1	1	12,6102
9	eez1	Aquifer	4,04	6	4	1	1	9,46408
10	eez2	Aquitard	7,01	-6	-4	1	1	0,02295
11	eez3	Aquifer	3,67	7	5	1	1	11,0368
12	eez3	Aquifer	6,33	8	5	1	1	10,2881
13	drz1	Aquifer	0,03	9	5	1	1	14,9633
14	DRG1k1_TNO20:	Aquitard	2,72	-9	-5	1	1	0,01522
15	drz3	Aquifer	34,44	10	6	1	1	19,5404
16	pez1	Aquifer	48,5	11	6	1	1	9,80208
17	pek1	Aquitard	73,91	-11	-6	1	1	0,00101
18	PEz2_geul	Aquifer	98,2	12	7	1	1	13,0937
19	PEk2_geul	Aquitard	71,2	-12	-7	1	1	0,00177
20	PEz3_geul	Aquifer	83,93	13	8	1	1	16,4542
21	apz1	Aquifer	16,25	14	8	1	1	70,5273
22	pzwaz2	Aquifer	38,11	15	8	1	1	34,8353
23	pzk1	Aquitard	18,75	-15	-8	1	1	0,03606
24	pzwaz3	Aquifer	33,19	16	9	1	1	33,2559
25	pzwaz4	Aquifer	42,42	17	9	1	1	20,3997
26	ooz2	Aquifer	53,77	18	9	1	1	4,85532
27	ooc_s1	Complex	80,34	19	9	0,5	1	2,90698
28	ooc_s2	Complex	80,34	-19	0	0,5	1	0,01495
29	brk1	Aquitard	100	-20	0	1	1	0,002

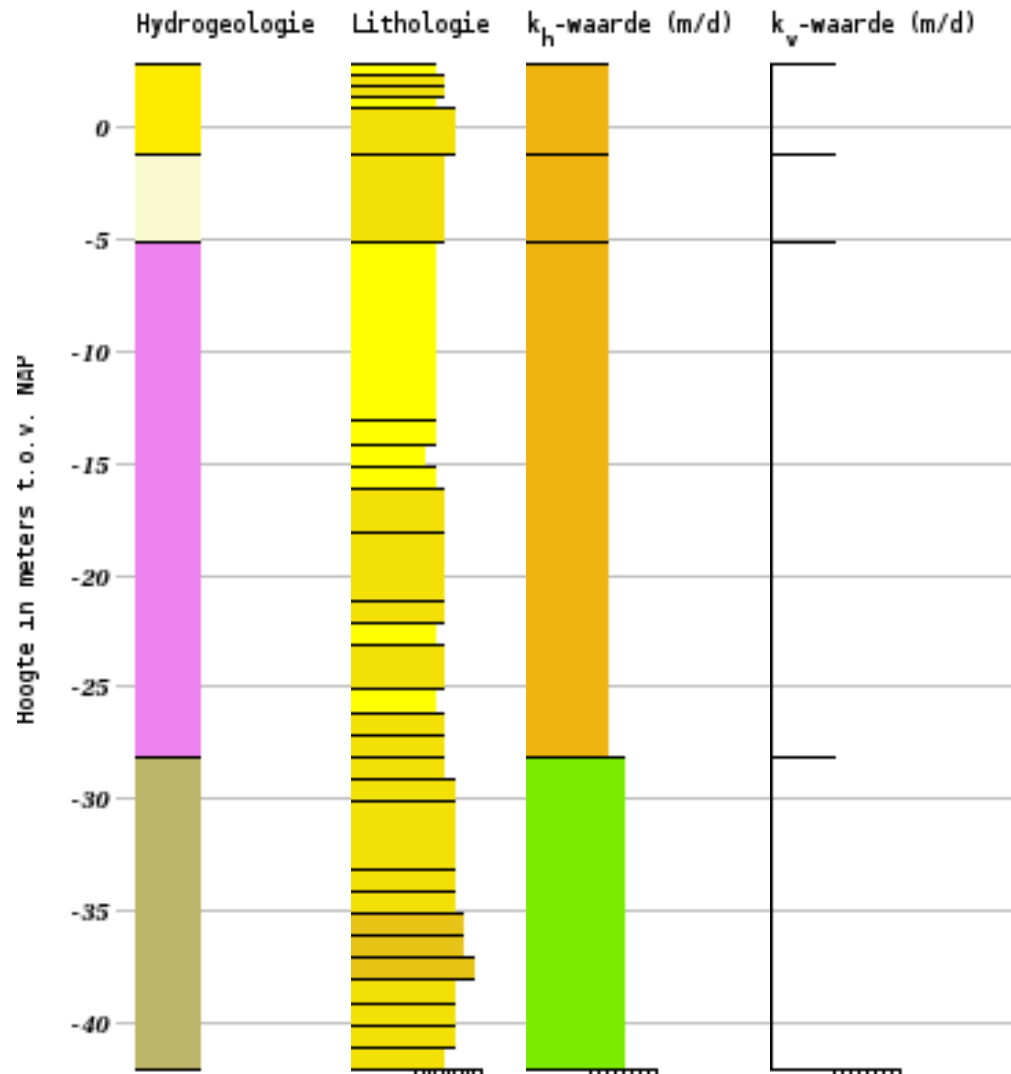
3 Leek-Roden

Number	Name	Type	Percentage	Schema1	Schema2	Part	Kfactor	AverageK
1	MV_eenheid	Aquifer	100	1	1	1	1	46,935
2	Hlc_veen	Aquitard	21,77	-1	-1	1	1	0,01746
3	Hlc_TNO2007	Aquitard	19,04	-2	-1	1	1	0,13988
4	bxz2	Aquifer	64,17	3	2	1	1	23,4205
5	bxk1	Aquitard	1,8	-3	-2	1	1	0,00854
6	bxz3	Aquifer	75,26	4	3	1	1	25,1079
7	bxk2	Aquitard	0,6	-4	-3	1	1	0,00752
8	bxz4	Aquifer	73,45	5	4	1	1	24,2228
9	eez1	Aquifer	0,24	6	4	1	1	9,14738
10	eek1	Aquitard	0,16	-6	-4	1	1	0,02001
11	eez2	Aquifer	0,48	7	5	1	1	12,0812
12	eez3	Aquifer	0,51	8	5	1	1	11,8982
13	drz1	Aquifer	10,09	9	5	1	1	13,3392
14	drz2	Aquifer	1,9	10	5	1	1	4,52134
15	DRG1k1_TNO2C	Aquitard	48,66	-10	-5	1	1	0,03073
16	drz3	Aquifer	15,52	11	6	1	1	74,6055
17	dnz1	Aquifer	41,05	12	6	1	1	62,7366
18	urz1	Aquifer	2,24	13	6	1	1	9,67466
19	urk1	Aquitard	0,96	-13	-6	1	1	0,01131
20	urz2	Aquifer	2,82	14	7	1	1	10,8429
21	urz3	Aquifer	2,94	15	7	1	1	10,9463
22	pez1	Aquifer	70,85	16	7	1	1	42,7263
23	pek1	Aquitard	91,42	-16	-7	1	1	0,00675
24	PEz2_geul	Aquifer	97,7	17	8	1	1	8,14325
25	PEk2_geul	Aquitard	6,99	-17	-8	1	1	0,0014
26	PEz3_geul	Aquifer	95,49	18	9	1	1	8,8631
27	urz4	Aquifer	60,66	19	9	1	1	23,5263
28	urk3	Aquitard	8,14	-19	-9	1	1	0,03316
29	urz5	Aquifer	60,78	20	10	1	1	25,7604
30	apz1	Aquifer	84,91	21	10	1	1	68,3681
31	pzwaz2	Aquifer	97,43	22	10	1	1	50,1924
32	pzk1	Aquitard	2,65	-22	-10	1	1	0,01072
33	pzwaz3	Aquifer	96,58	23	11	1	1	54,8227
34	PZc_zand	Aquifer	98,59	24	11	1	1	28,2805
35	PZc_klei	Aquitard	98,59	-24	-11	1	1	0,03539
36	pzwaz4	Aquifer	81,74	25	12	1	1	24,7514
37	msz2	Aquifer	39,72	26	12	1	1	6,59772
38	msz3	Aquifer	6,68	27	12	1	1	6,36242
39	msc_s1	Complex	59,19	28	12	0,5	1	1,02012
40	msc_s2	Complex	59,19	-28	-12	0,5	1	0,0082
41	msz4	Aquifer	34,83	29	13	1	1	5,03976
42	ook1	Aquitard	72,21	-29	-13	1	1	0,00707
43	ooz2	Aquifer	99,93	30	14	1	1	5,60744
44	ooc_s1	Complex	100	31	14	0,5	1	2,81715
45	ooc_s2	Complex	100	-31	0	0,5	1	0,00947
46	brk1	Aquitard	100	-32	0	1	1	0,002

Bijlage 6 – Boorprofielen

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1

Identificatie: B11E0402
Coördinaten: 209587, 572320 (RD)
Maaiveld: 2.88 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -42.12 m - 2.88 m



Hydrogeologie

- BXz
- DNz
- PEz
- URz

Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

kh-waarde

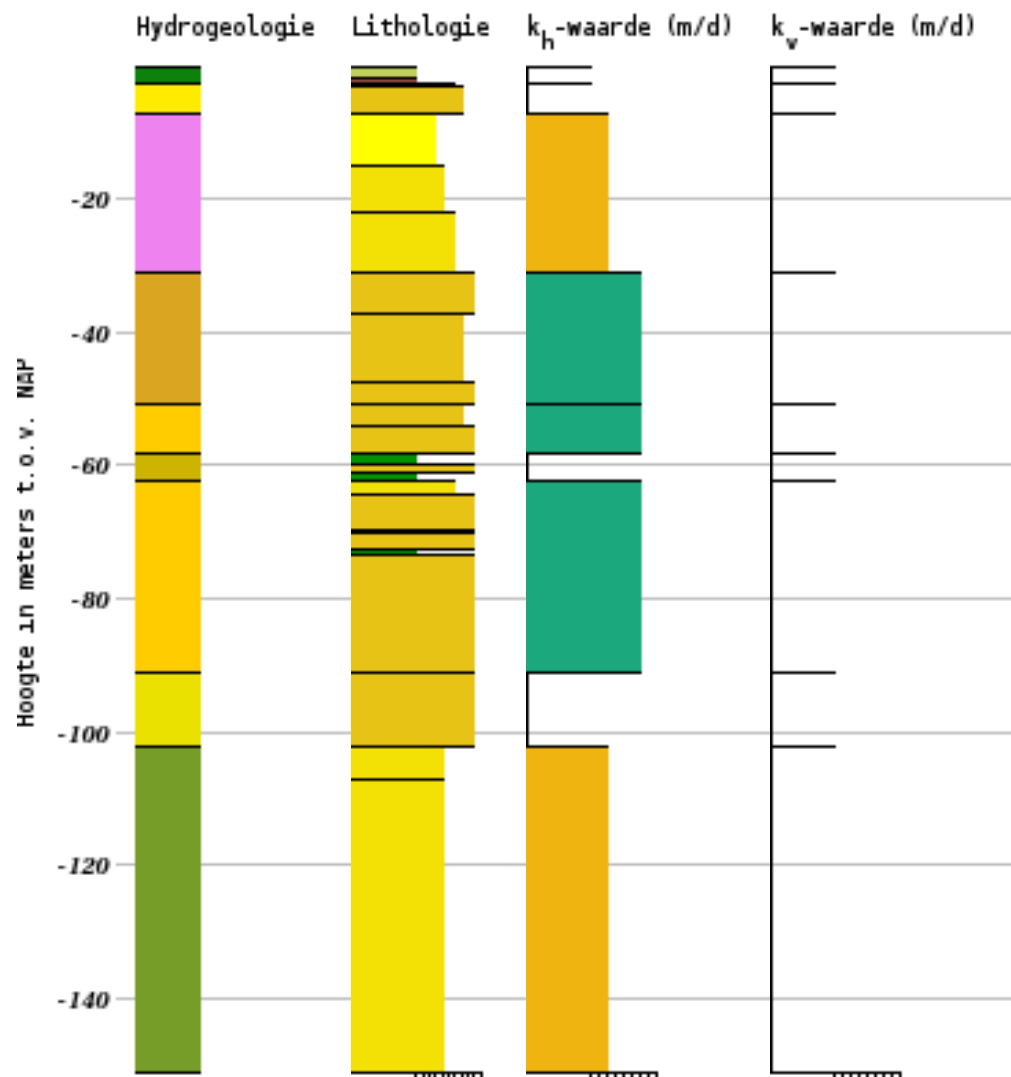
- $0.0E0 \leq kh < 1.0E0$
- $1.0E0 \leq kh < 2.5E0$
- $2.5E0 \leq kh < 5.0E0$
- $5.0E0 \leq kh < 1.0E1$
- $1.0E1 \leq kh < 2.5E1$
- $2.5E1 \leq kh < 5.0E1$
- $5.0E1 \leq kh < 1.0E2$
- $1.0E2 \leq kh < 2.0E2$
- $2.0E2 \leq kh < 1.0E9$

kv-waarde









- $0.0E0 \leq kv < 5.0E-5$
- $5.0E-5 \leq kv < 1.0E-4$
- $1.0E-4 \leq kv < 5.0E-4$
- $5.0E-4 \leq kv < 1.0E-3$
- $1.0E-3 \leq kv < 5.0E-3$
- $5.0E-3 \leq kv < 1.0E-2$
- $1.0E-2 \leq kv < 5.0E-2$
- $5.0E-2 \leq kv < 1.0E-1$
- $1.0E-1 \leq kv < 1.0E9$

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1







Identificatie: B13B0049
Coördinaten: 272180, 572300 (RD)
Maaiveld: -0.21 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -151.21 m - -0.21 m










Hydrogeologie

	HLC
	BXz
	PEz
	APz
	PZk1
	PZWAz
	PZc
	00z










Lithologie

	Leem
	Klei
	Zand fijne categorie
	Zand midden categorie
	Zand grove categorie
	Veen

kh-waarde

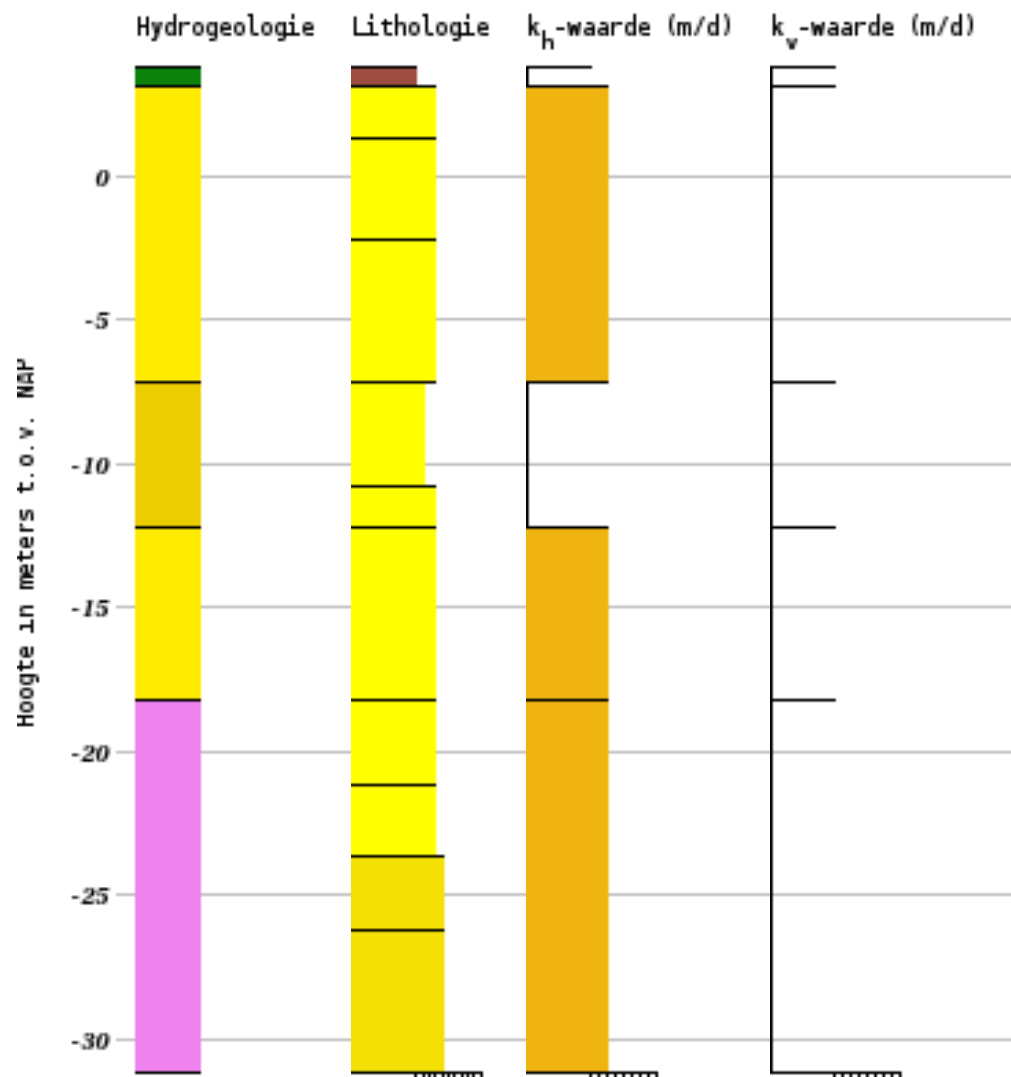
	0.0E0	≤ kh <	1.0E0
	1.0E0	≤ kh <	2.5E0
	2.5E0	≤ kh <	5.0E0
	5.0E0	≤ kh <	1.0E1
	1.0E1	≤ kh <	2.5E1
	2.5E1	≤ kh <	5.0E1
	5.0E1	≤ kh <	1.0E2
	1.0E2	≤ kh <	2.0E2
	2.0E2	≤ kh <	1.0E9

kv-waarde

	0.0E0	≤ kv <	5.0E-5
	5.0E-5	≤ kv <	1.0E-4
	1.0E-4	≤ kv <	5.0E-4
	5.0E-4	≤ kv <	1.0E-3
	1.0E-3	≤ kv <	5.0E-3
	5.0E-3	≤ kv <	1.0E-2
	1.0E-2	≤ kv <	5.0E-2
	5.0E-2	≤ kv <	1.0E-1
	1.0E-1	≤ kv <	1.0E9

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1

Identificatie: B13B0056
Coördinaten: 275880, 562970 (RD)
Maaiveld: 3.82 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -31.18 m - 3.82 m



Hydrogeologie

- HLC
- BXz
- BXk2
- PEz

Lithologie

- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie
- Veen

kh-waarde

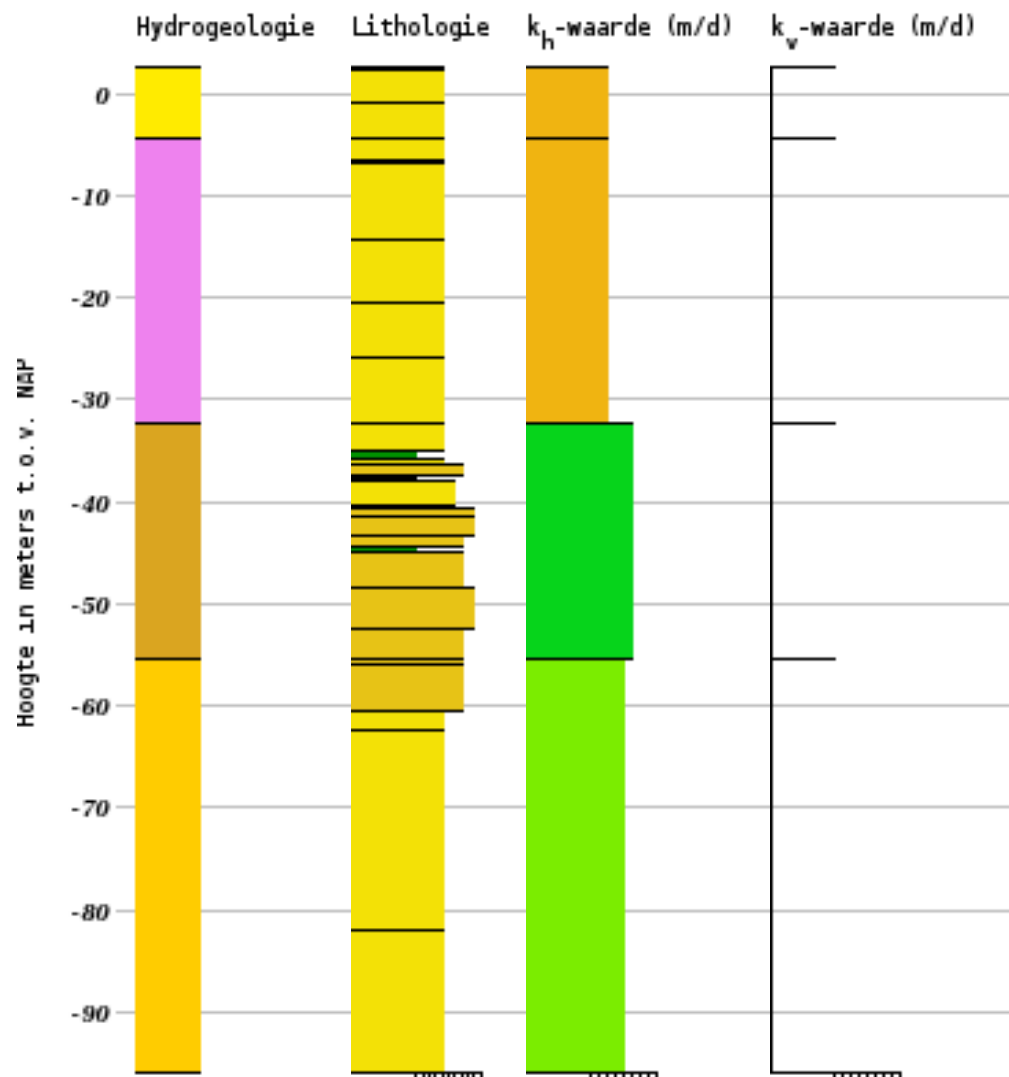
- $0.0E0 \leq kh < 1.0E0$
- $1.0E0 \leq kh < 2.5E0$
- $2.5E0 \leq kh < 5.0E0$
- $5.0E0 \leq kh < 1.0E1$
- $1.0E1 \leq kh < 2.5E1$
- $2.5E1 \leq kh < 5.0E1$
- $5.0E1 \leq kh < 1.0E2$
- $1.0E2 \leq kh < 2.0E2$
- $2.0E2 \leq kh < 1.0E9$

kv-waarde

- $0.0E0 \leq kv < 5.0E-5$
- $5.0E-5 \leq kv < 1.0E-4$
- $1.0E-4 \leq kv < 5.0E-4$
- $5.0E-4 \leq kv < 1.0E-3$
- $1.0E-3 \leq kv < 5.0E-3$
- $5.0E-3 \leq kv < 1.0E-2$
- $1.0E-2 \leq kv < 5.0E-2$
- $5.0E-2 \leq kv < 1.0E-1$
- $1.0E-1 \leq kv < 1.0E9$

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1

Identificatie: B13B0044
Coördinaten: 275475, 567200 (RD)
Maaiveld: 2.60 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -95.90 m - 2.60 m



Hydrogeologie

- BXz
- PEz
- APz
- PZWAz

Lithologie

- Klei
- Zand midden categorie
- Zand grove categorie

kh-waarde

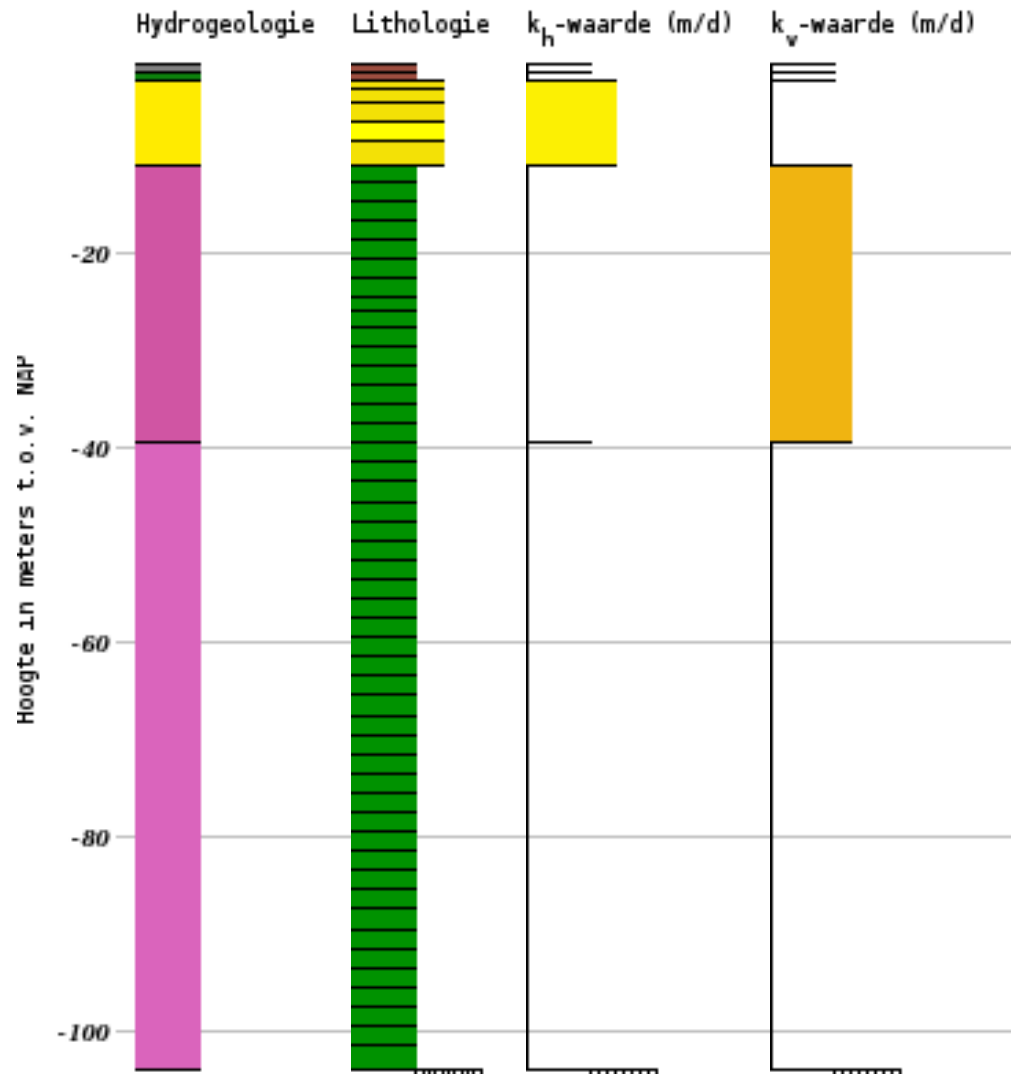
- $0.0E0 \leq kh < 1.0E0$
- $1.0E0 \leq kh < 2.5E0$
- $2.5E0 \leq kh < 5.0E0$
- $5.0E0 \leq kh < 1.0E1$
- $1.0E1 \leq kh < 2.5E1$
- $2.5E1 \leq kh < 5.0E1$
- $5.0E1 \leq kh < 1.0E2$
- $1.0E2 \leq kh < 2.0E2$
- $2.0E2 \leq kh < 1.0E9$

kv-waarde

- $0.0E0 \leq kv < 5.0E-5$
- $5.0E-5 \leq kv < 1.0E-4$
- $1.0E-4 \leq kv < 5.0E-4$
- $5.0E-4 \leq kv < 1.0E-3$
- $1.0E-3 \leq kv < 5.0E-3$
- $5.0E-3 \leq kv < 1.0E-2$
- $1.0E-2 \leq kv < 5.0E-2$
- $5.0E-2 \leq kv < 1.0E-1$
- $1.0E-1 \leq kv < 1.0E9$

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1

Identificatie: B12F0121
Coördinaten: 259800, 573312 (RD)
Maaiveld: -0.40 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v NAP: -103.90 m - -0.40 m



Hydrogeologie

AA
HLc
BXz
PEk1
PEk2

Lithologie

Klei
Zand fijne categorie
Zand midden categorie
Veen

kh-waarde

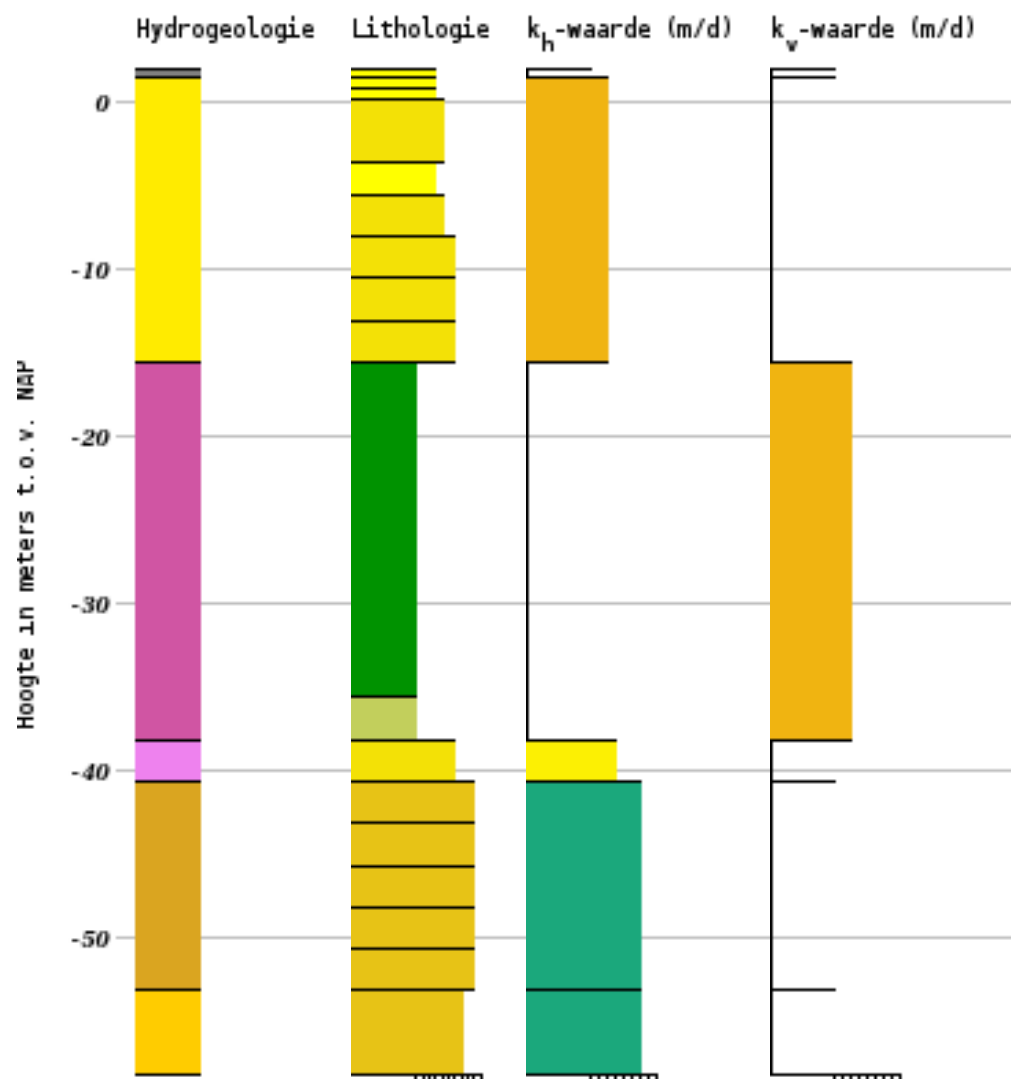
0.0E0	≤ kh <	1.0E0
1.0E0	≤ kh <	2.5E0
2.5E0	≤ kh <	5.0E0
5.0E0	≤ kh <	1.0E1
1.0E1	≤ kh <	2.5E1
2.5E1	≤ kh <	5.0E1
5.0E1	≤ kh <	1.0E2
1.0E2	≤ kh <	2.0E2
2.0E2	≤ kh <	1.0E9

kv-waarde

0.0E0	≤ kv <	5.0E-5
5.0E-5	≤ kv <	1.0E-4
1.0E-4	≤ kv <	5.0E-4
5.0E-4	≤ kv <	1.0E-3
1.0E-3	≤ kv <	5.0E-3
5.0E-3	≤ kv <	1.0E-2
1.0E-2	≤ kv <	5.0E-2
5.0E-2	≤ kv <	1.0E-1
1.0E-1	≤ kv <	1.0E9

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1

Identificatie: B12F0136
Coördinaten: 257510, 571600 (RD)
Maaiveld: 1.89 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -58.11 m - 1.89 m



Hydrogeologie

AA
BXz
PEk1
PEz
APz
PZWaz

Lithologie

Leem
Klei
Zand fijne categorie
Zand midden categorie
Zand grove categorie

kh-waarde

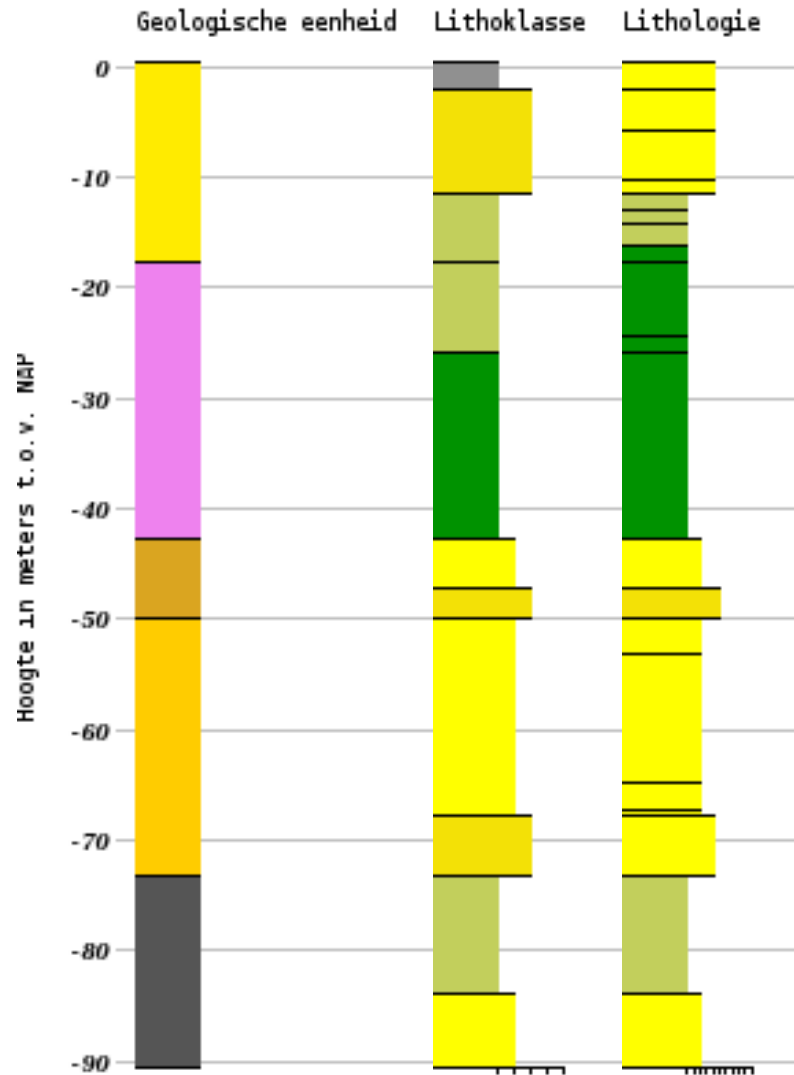
0.0E0	≤ kh <	1.0E0
1.0E0	≤ kh <	2.5E0
2.5E0	≤ kh <	5.0E0
5.0E0	≤ kh <	1.0E1
1.0E1	≤ kh <	2.5E1
2.5E1	≤ kh <	5.0E1
5.0E1	≤ kh <	1.0E2
1.0E2	≤ kh <	2.0E2
2.0E2	≤ kh <	1.0E9

kv-waarde

0.0E0	≤ kv <	5.0E-5
5.0E-5	≤ kv <	1.0E-4
1.0E-4	≤ kv <	5.0E-4
5.0E-4	≤ kv <	1.0E-3
1.0E-3	≤ kv <	5.0E-3
5.0E-3	≤ kv <	1.0E-2
1.0E-2	≤ kv <	5.0E-2
5.0E-2	≤ kv <	1.0E-1
1.0E-1	≤ kv <	1.0E9

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.6

Identificatie: B13A0220
Coördinaten: 262675, 572470 (RD)
Maaiveld: 0.40 m t.o.v. NAP
Hoogte t.o.v. NAP: -90.60 m - 0.40 m



Geologische eenheid

- BX
- PE
- AP
- PZWA
- NN

Lithoklasse

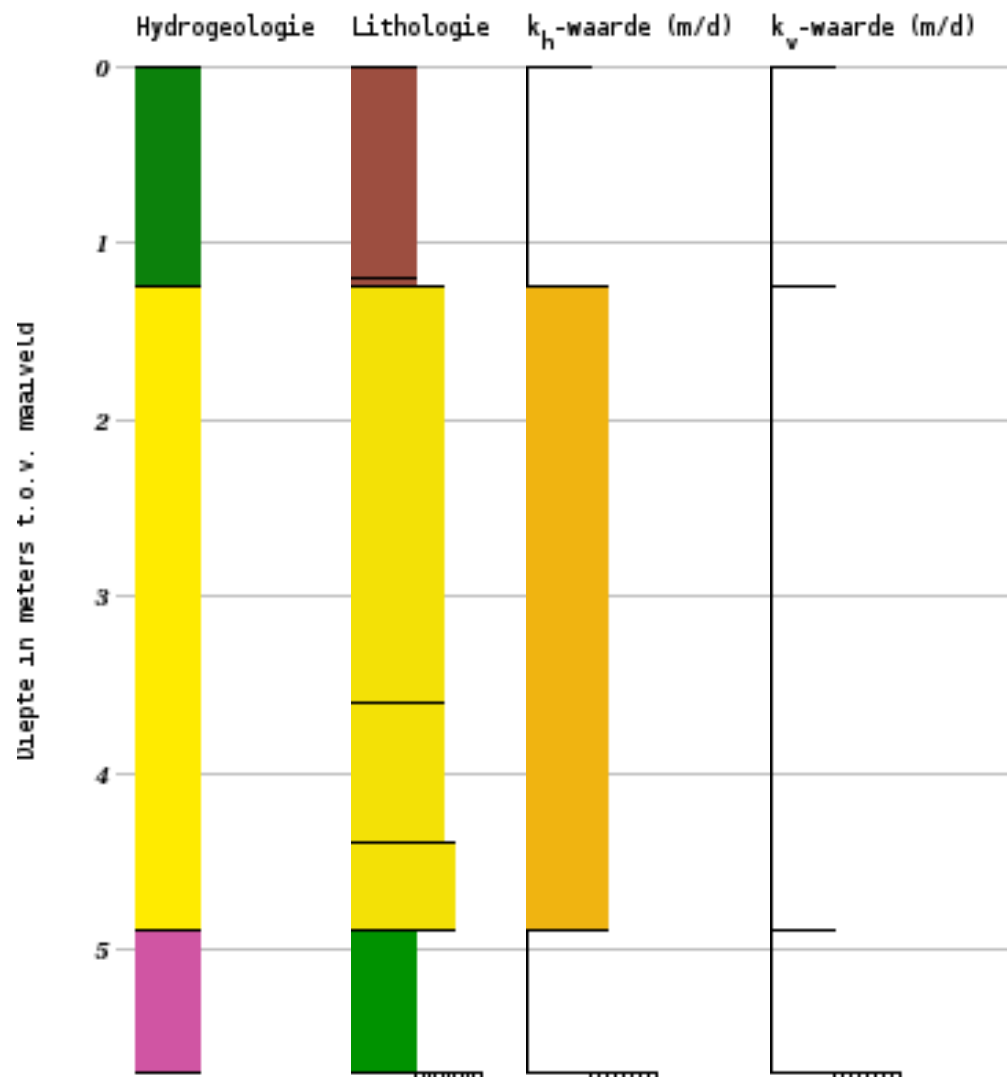
- antropogeen
- organisch materiaal (veen)
- klei
- kleiig zand, zandige klei en leem
- zand fijn
- zand midden
- zand grof
- grind
- schelpen

Lithologie

- Leem
- Klei
- Zand fijne categorie
- Zand midden categorie

Boormonsterprofiel en interpretatie BRO REGIS II v2.2.1





Identificatie: B07C0201
Coördinaten: 225650, 577000 (RD)
Maaiveld: -0.60 m t.o.v. NAP
Diepte t.o.v maaiveld: 0.00 m - 5.70 m












Hydrogeologie

-  HLc
-  BXz
-  PEk1










Lithologie

-  Klei
-  Zand midden categorie
-  Veen
-  Gyttja

kh-waarde

-  0.0E0 ≤ kh < 1.0E0
-  1.0E0 ≤ kh < 2.5E0
-  2.5E0 ≤ kh < 5.0E0
-  5.0E0 ≤ kh < 1.0E1
-  1.0E1 ≤ kh < 2.5E1
-  2.5E1 ≤ kh < 5.0E1
-  5.0E1 ≤ kh < 1.0E2
-  1.0E2 ≤ kh < 2.0E2
-  2.0E2 ≤ kh < 1.0E9

kv-waarde

-  0.0E0 ≤ kv < 5.0E-5
-  5.0E-5 ≤ kv < 1.0E-4
-  1.0E-4 ≤ kv < 5.0E-4
-  5.0E-4 ≤ kv < 1.0E-3
-  1.0E-3 ≤ kv < 5.0E-3
-  5.0E-3 ≤ kv < 1.0E-2
-  1.0E-2 ≤ kv < 5.0E-2
-  5.0E-2 ≤ kv < 1.0E-1
-  1.0E-1 ≤ kv < 1.0E9

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

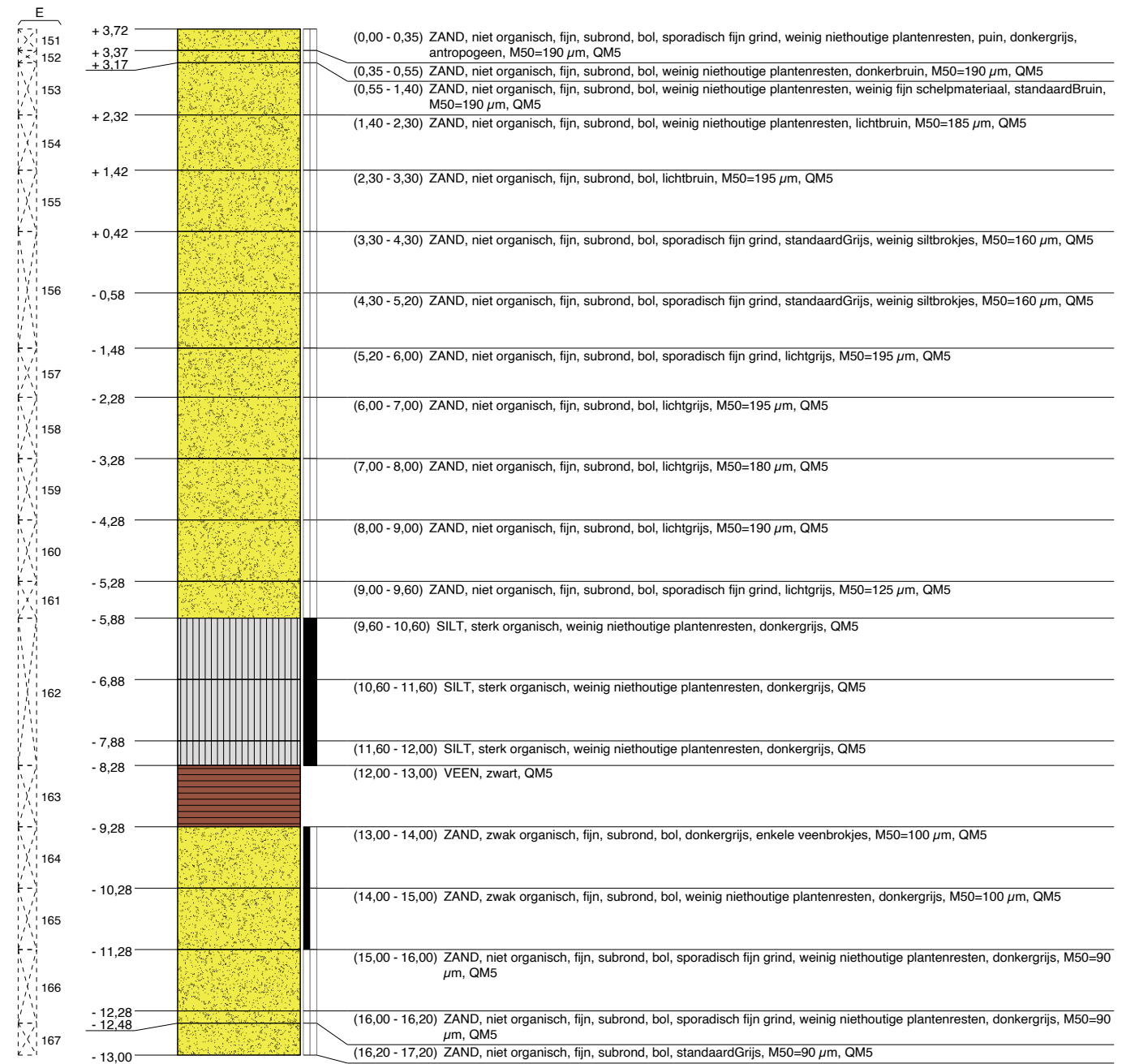
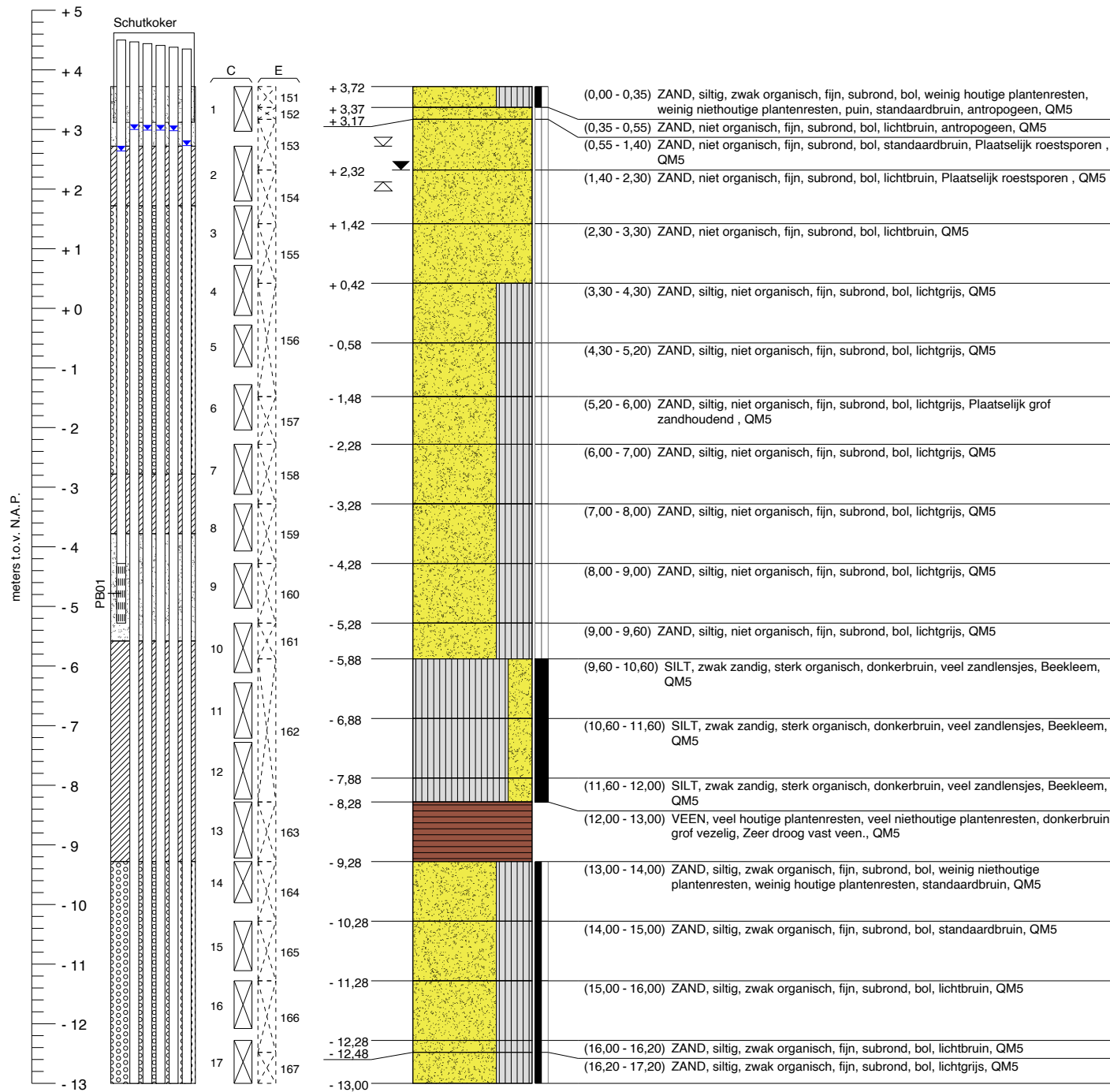
Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.



Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht	
	X = 274353,50	Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
	Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001	
	Blad 1 van 9		

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

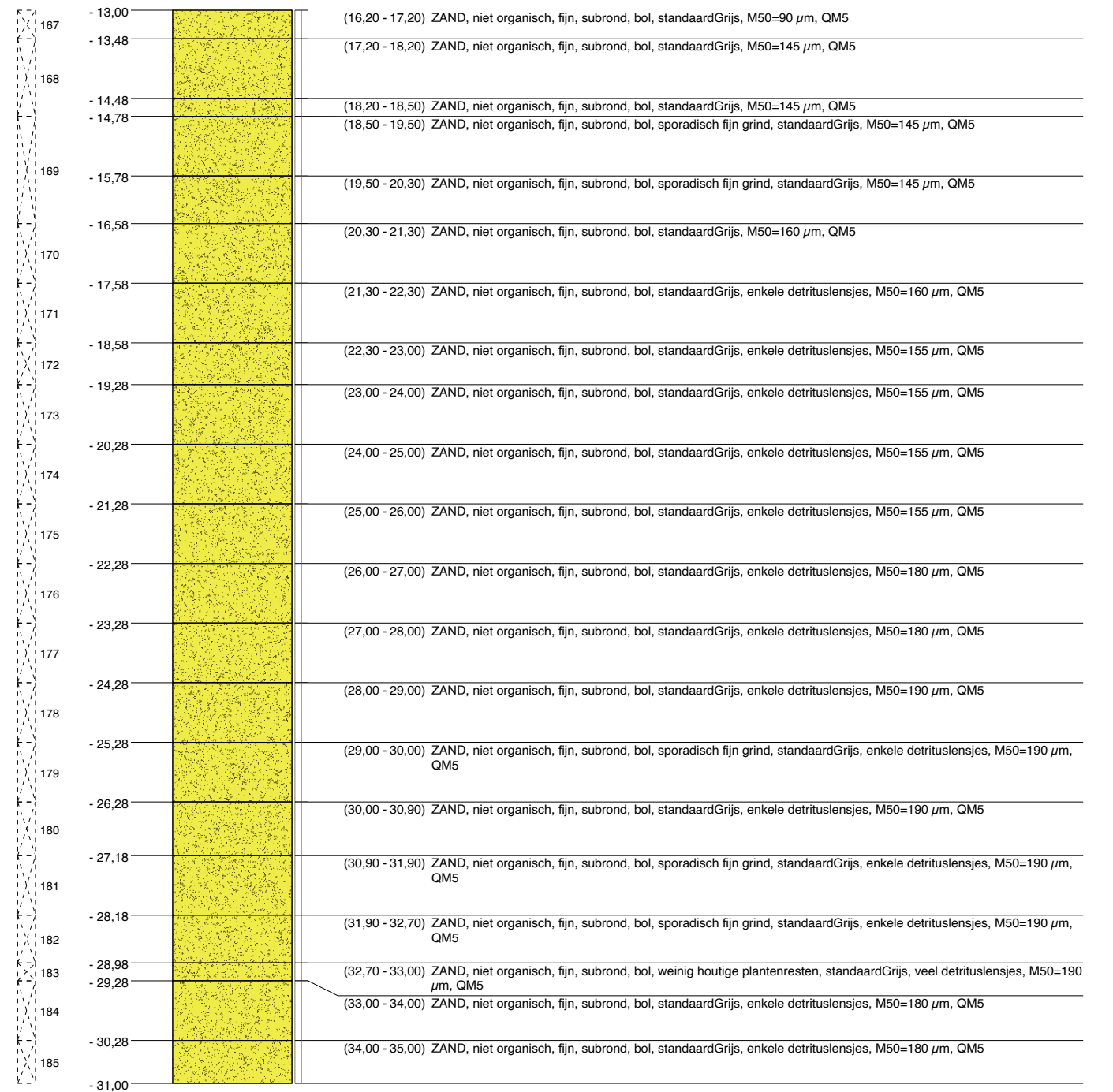
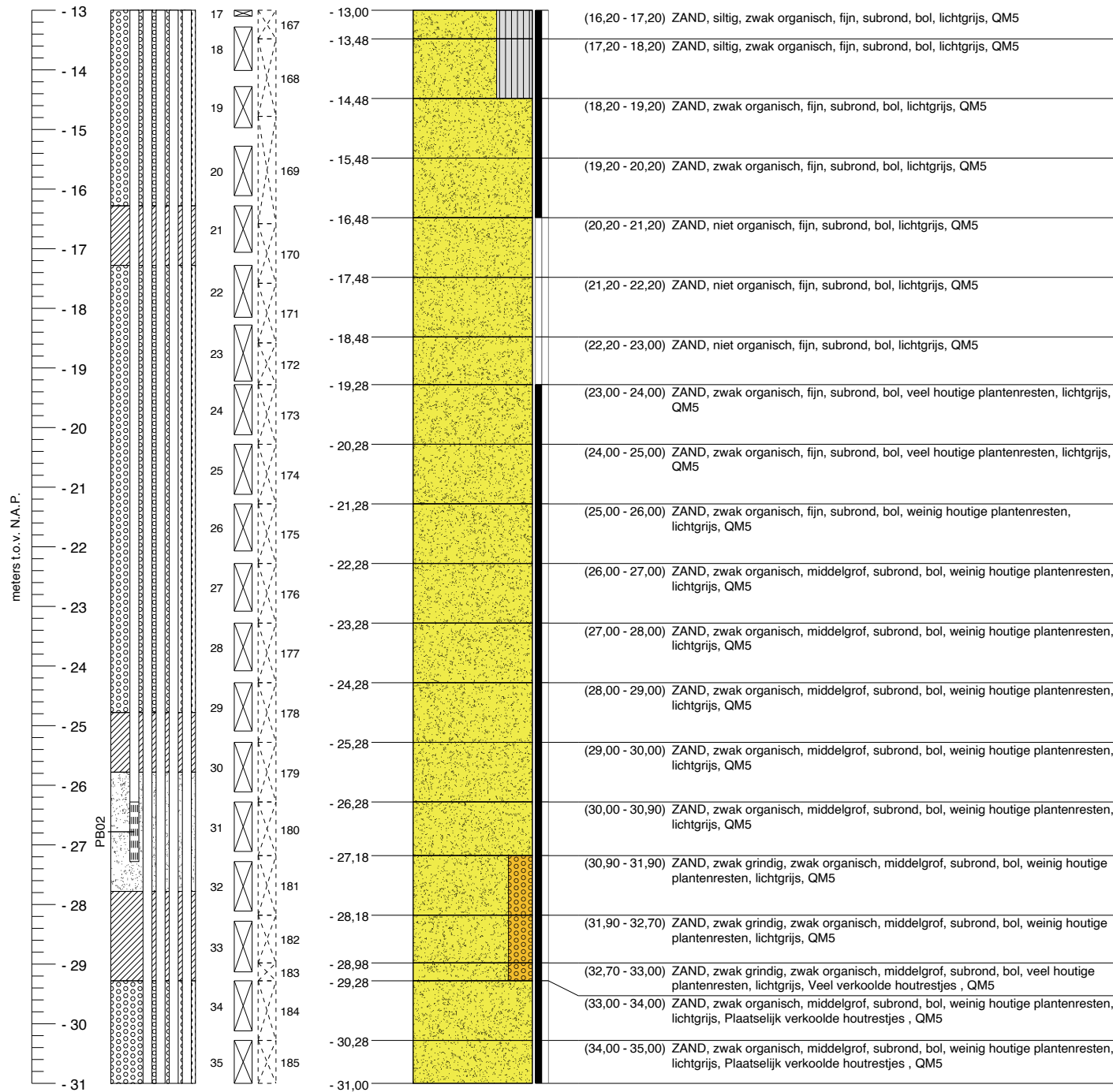
Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.



Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.

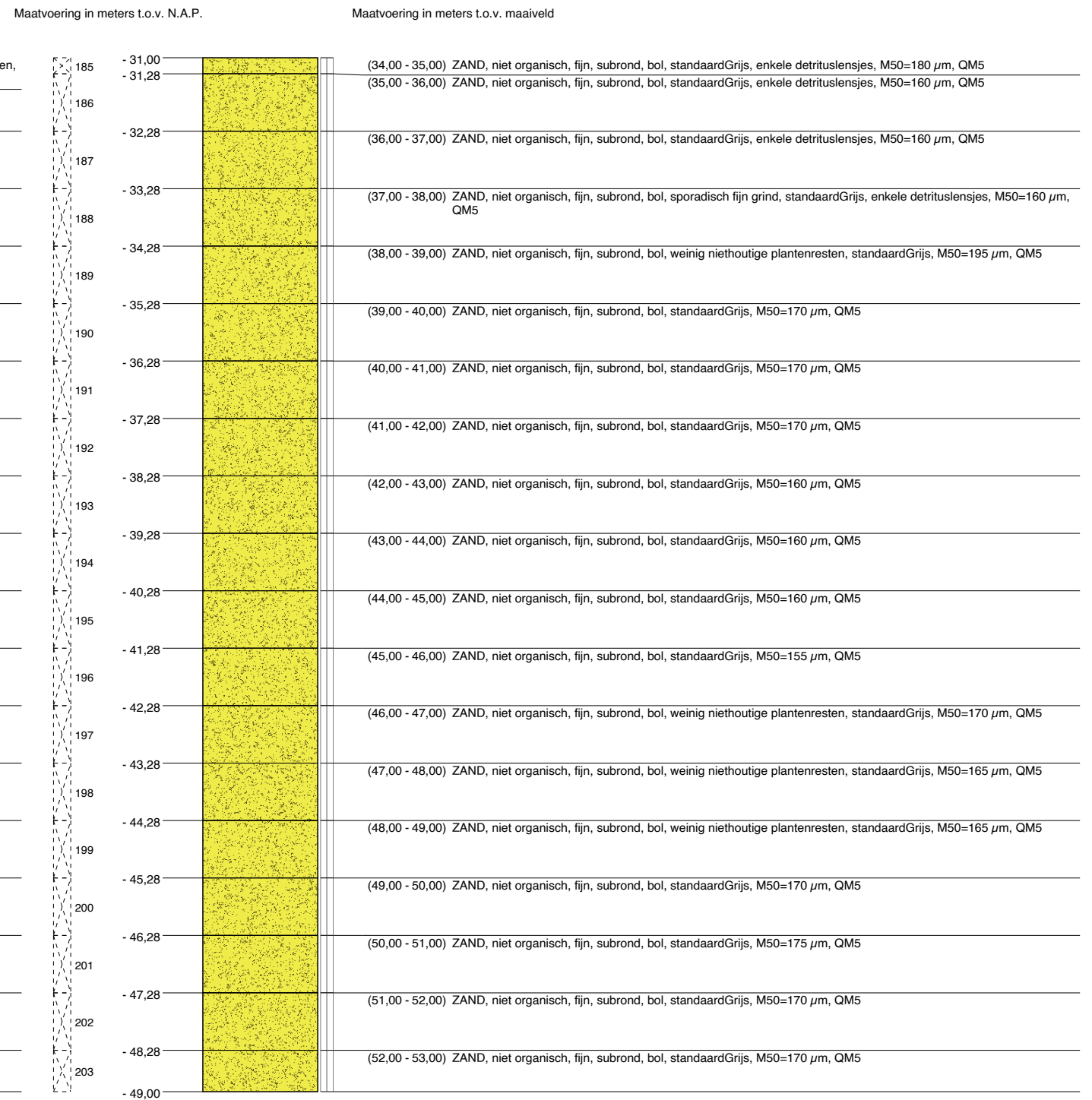
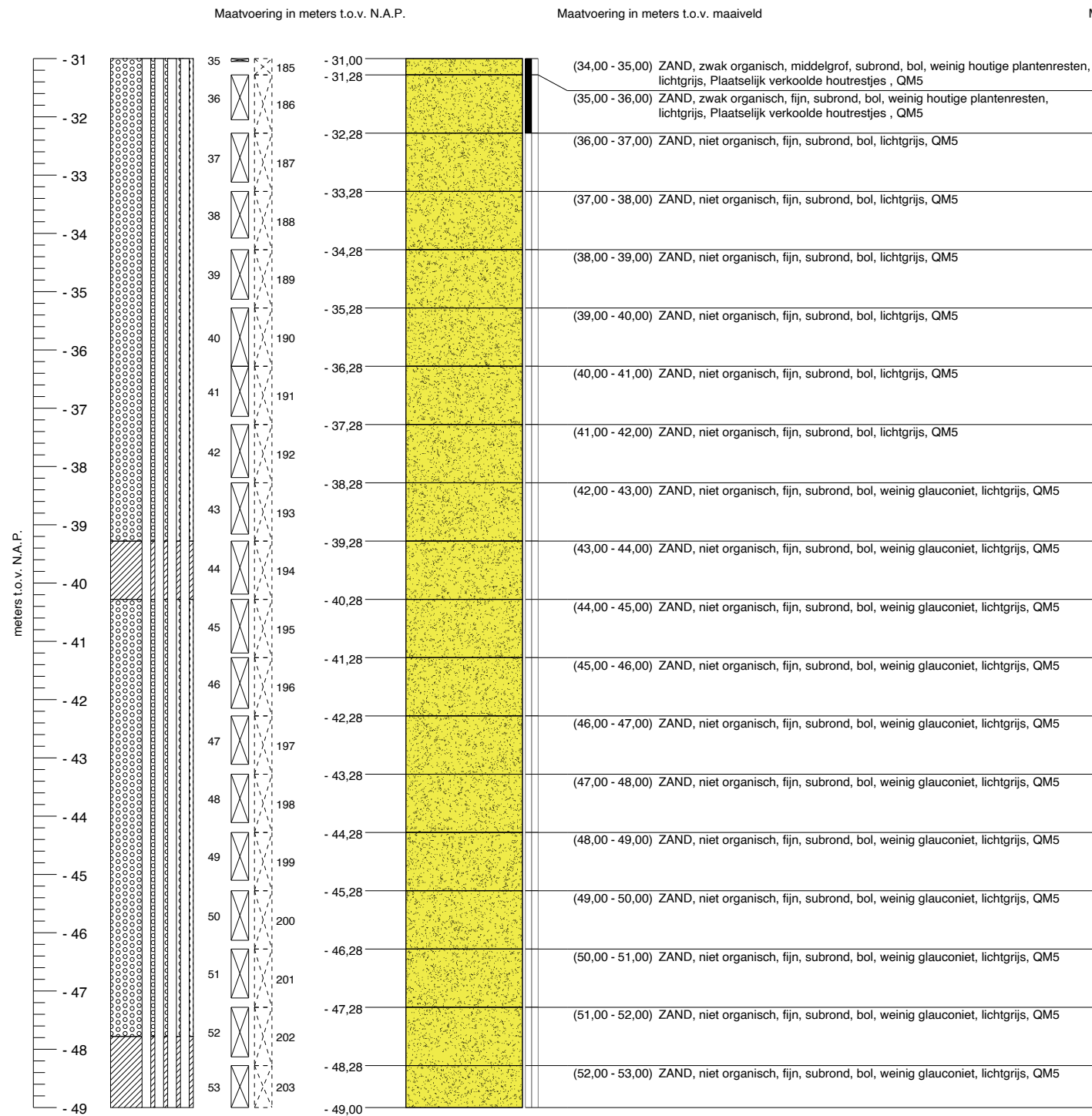
Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld





 Geolab Wiertsema	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 2 van 9		

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

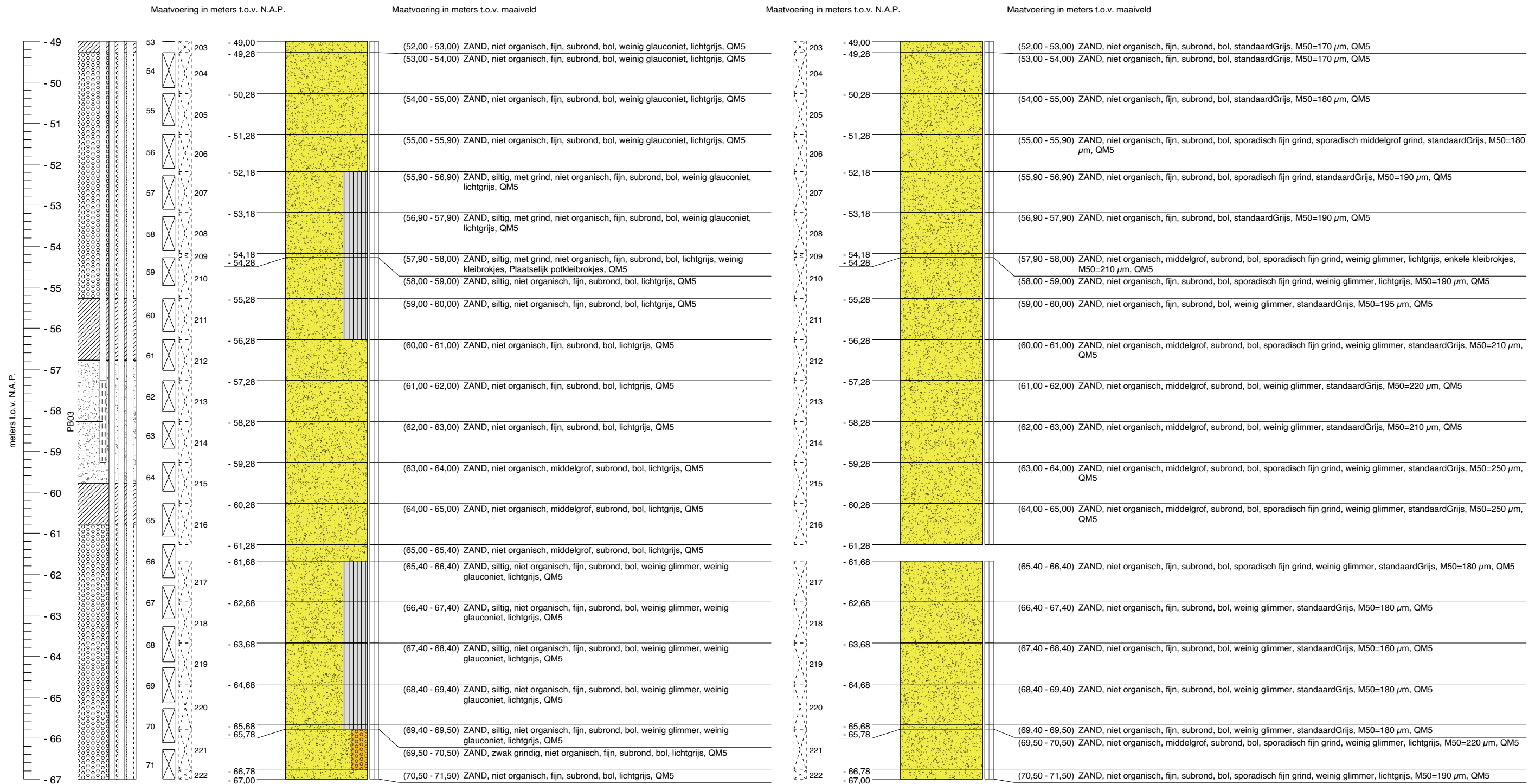
Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)




	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 3 van 9		

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

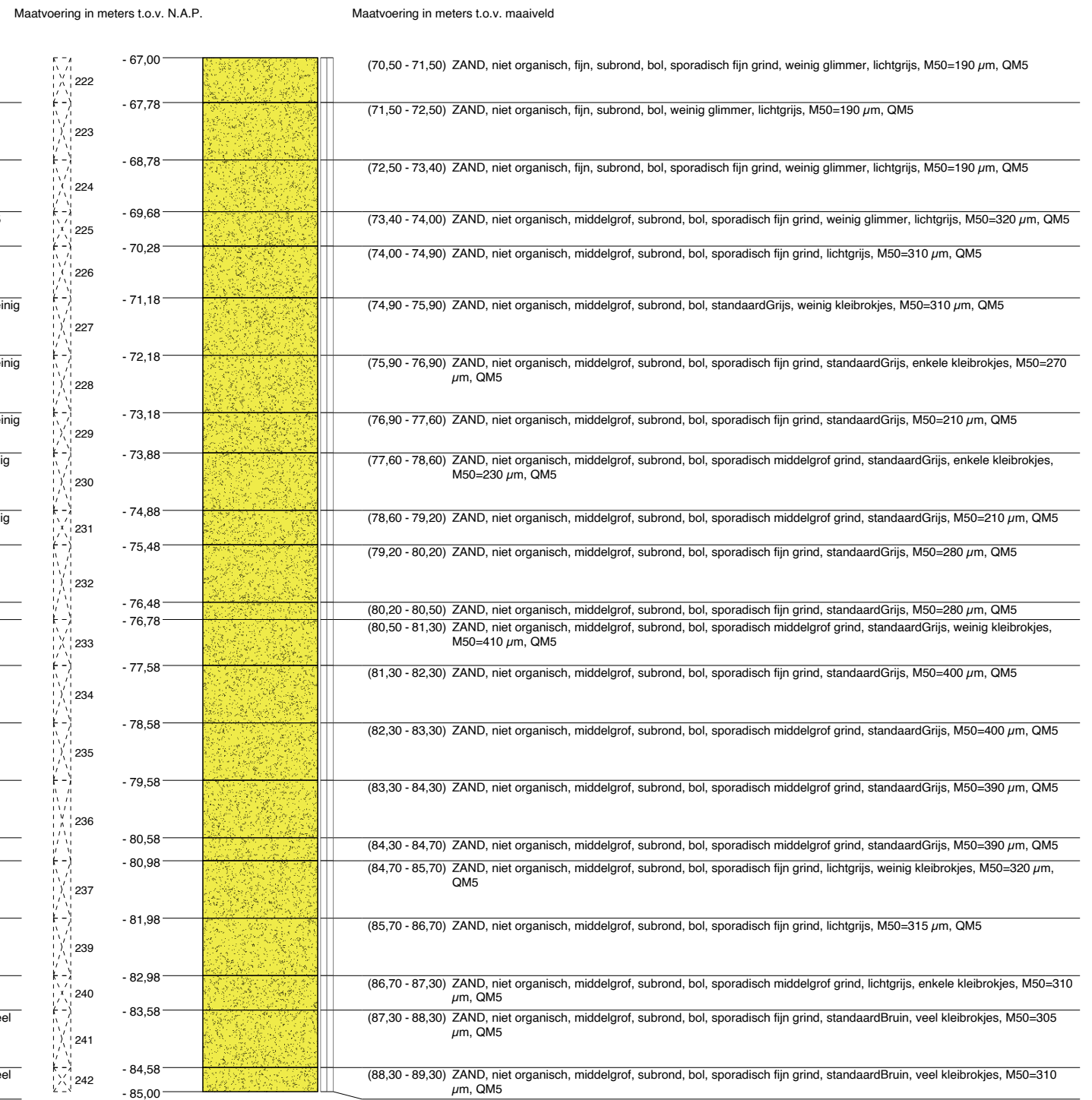
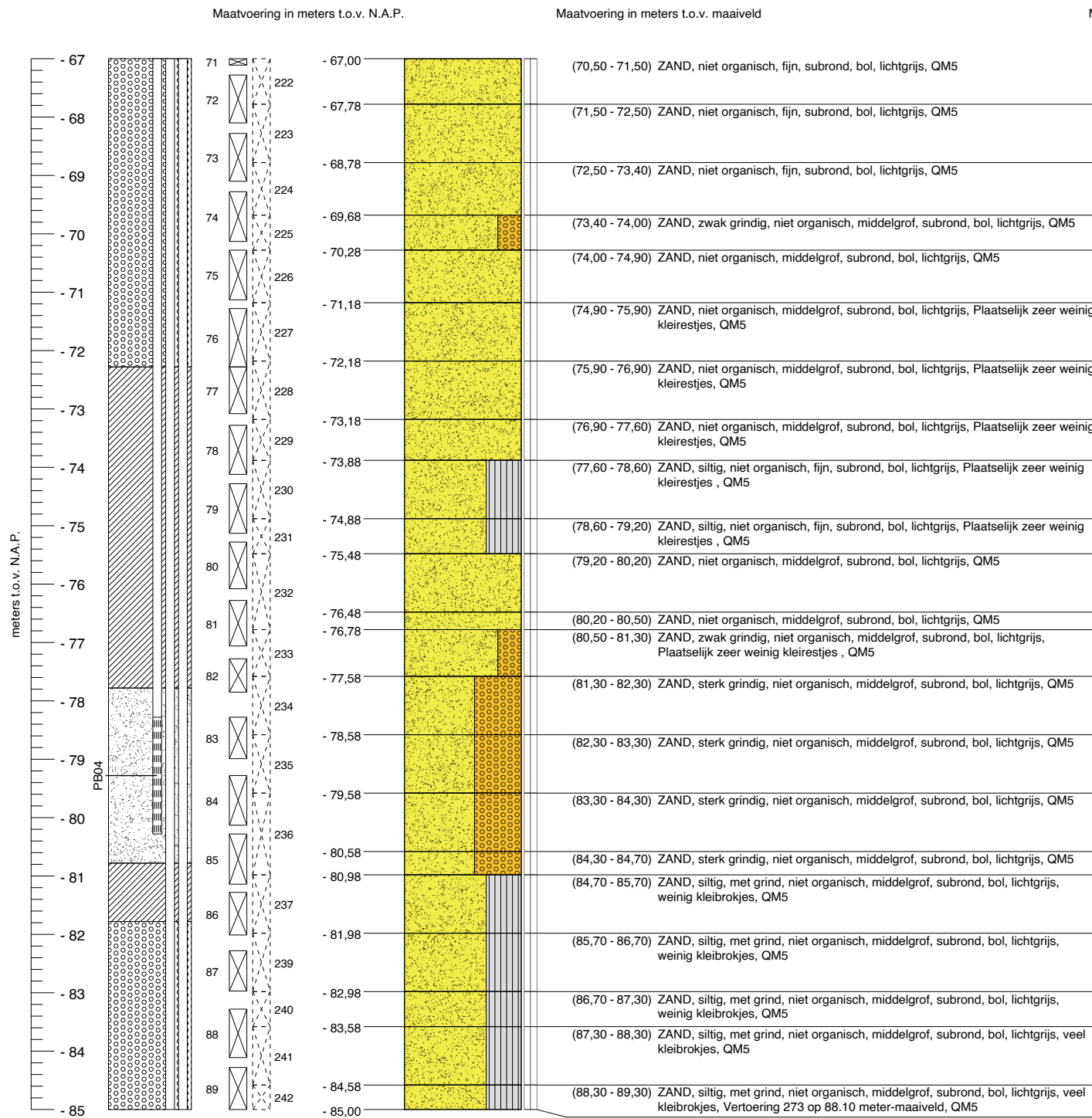
Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)




	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 4 van 9		AKKOORD LAB

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)



	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 5 van 9		AKKOORD LAB

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

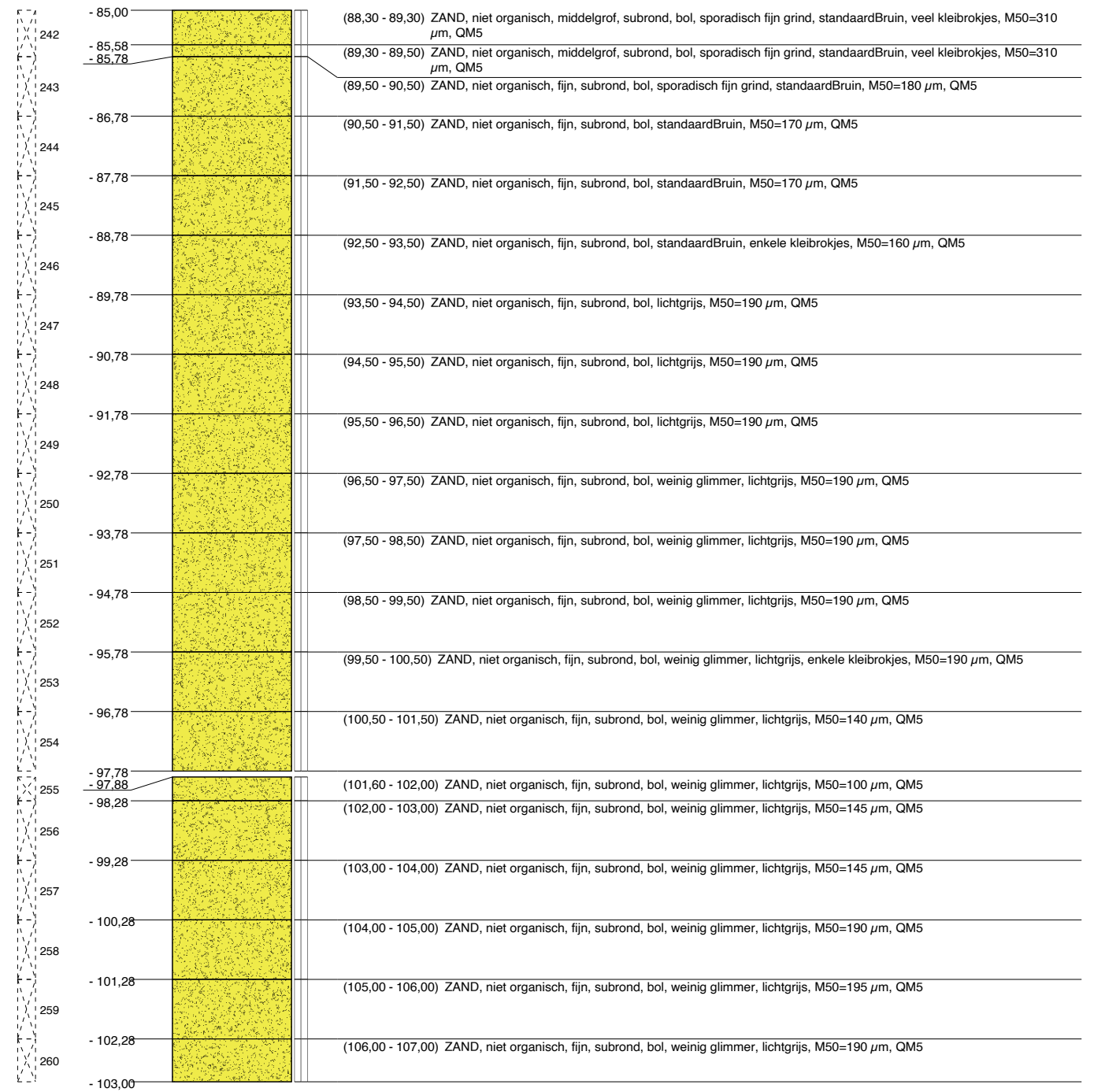
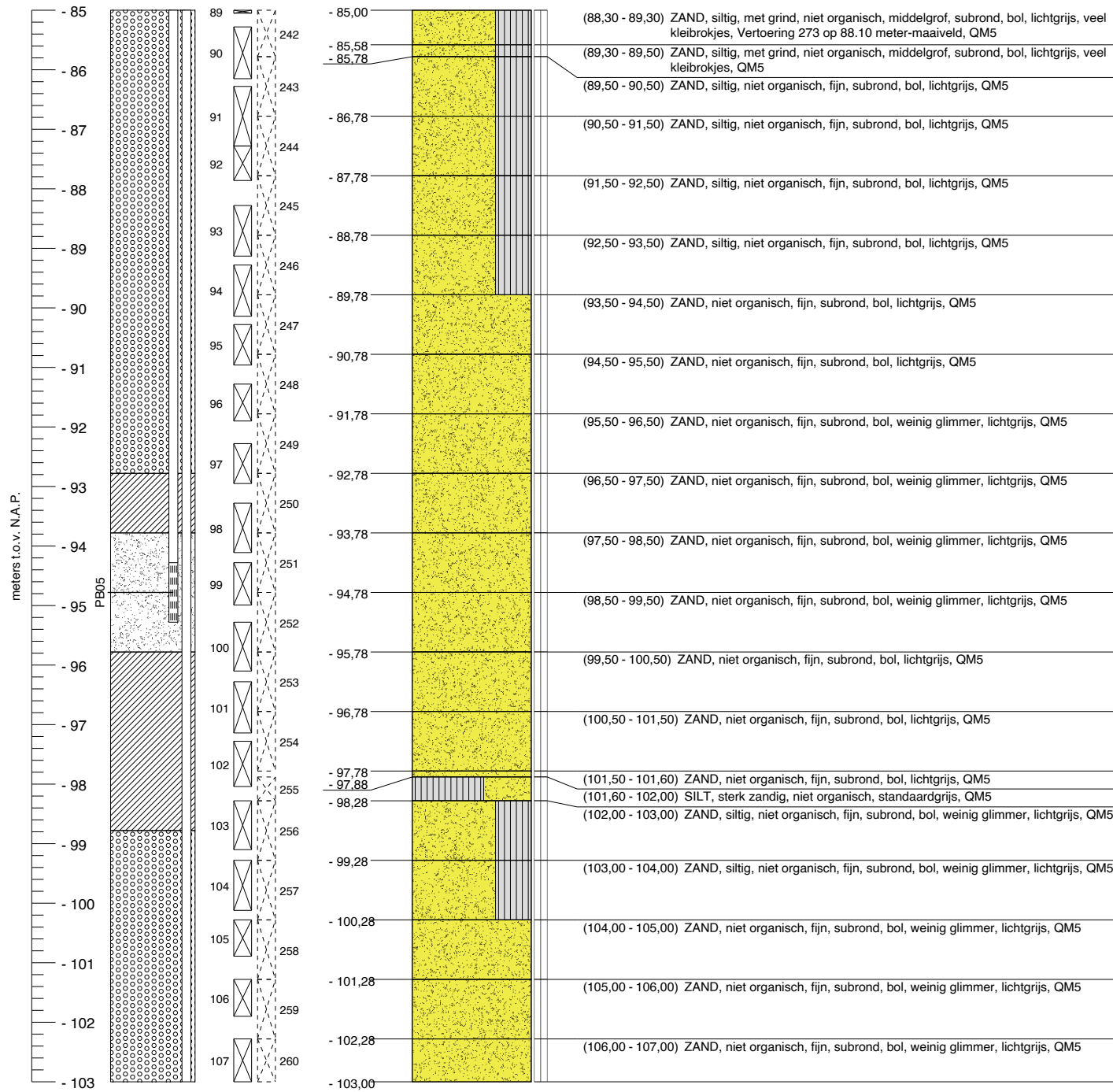
Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.


Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
	X = 274353,50	
	Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
	Uitgevoerd: 23-10-2023	
	Blad 6 van 9	AKKOORD LAB

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

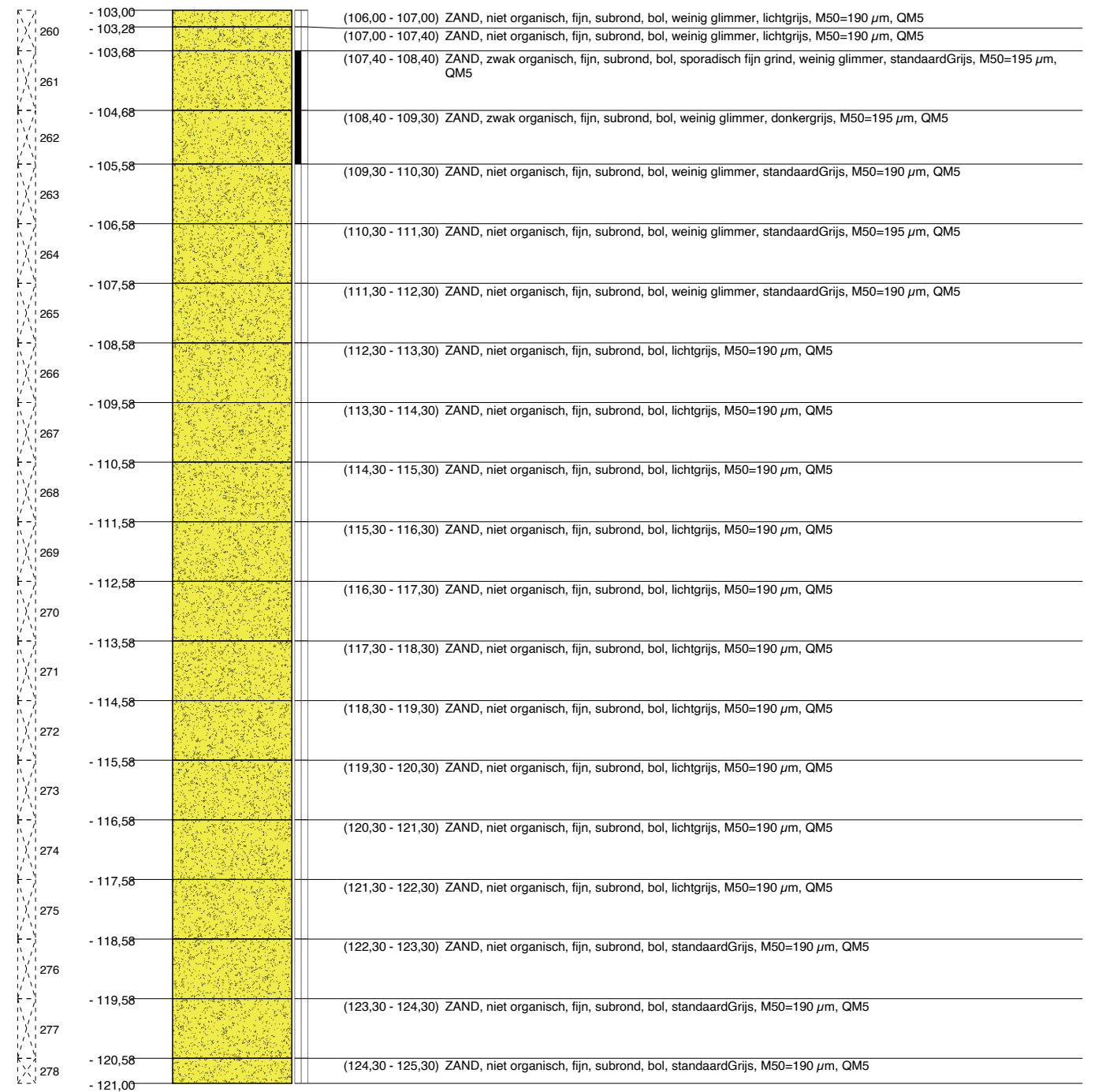
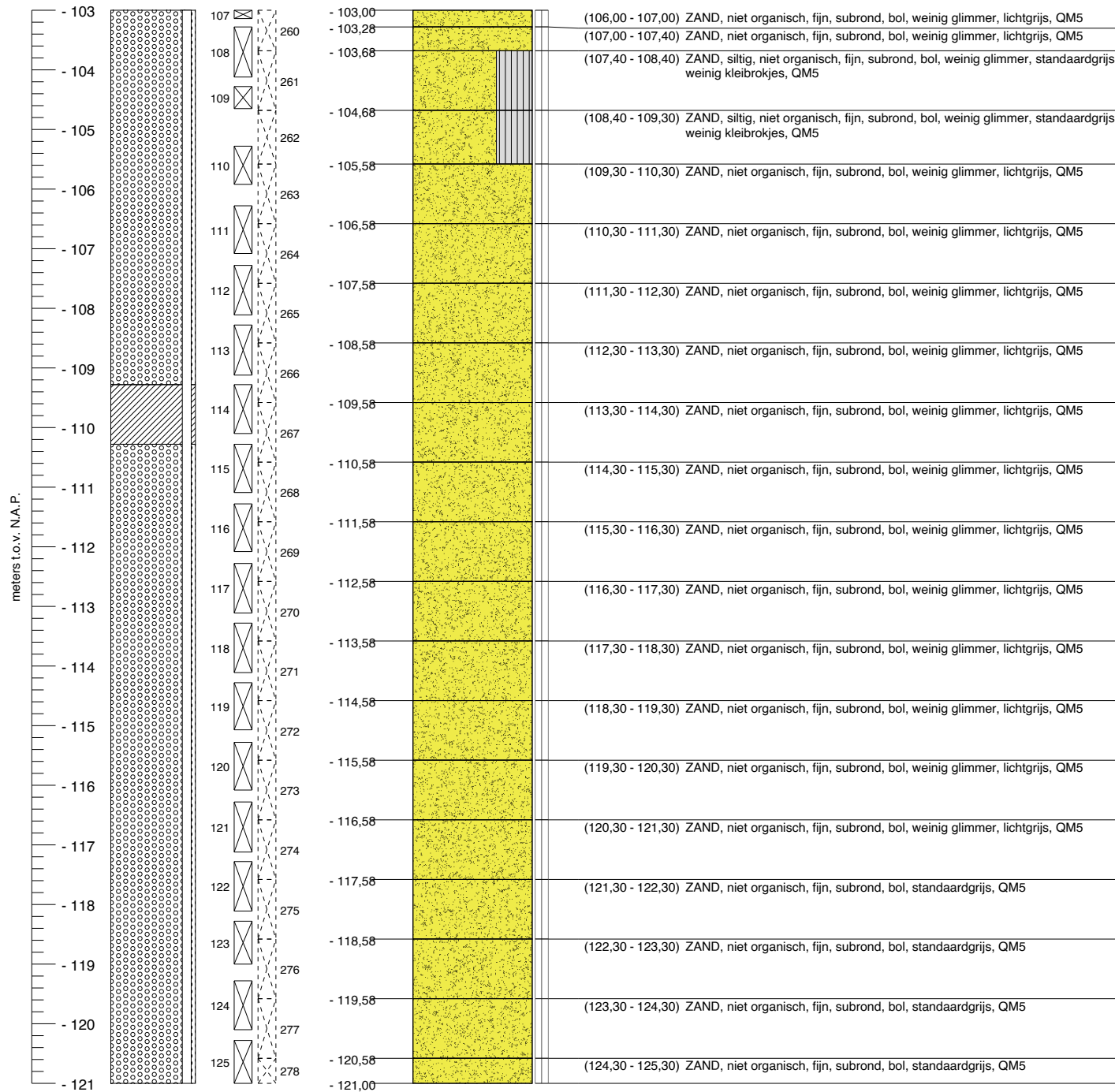
Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.



Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.

Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld



	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 7 van 9		

Veldboorbeschrijving (klasse 2)

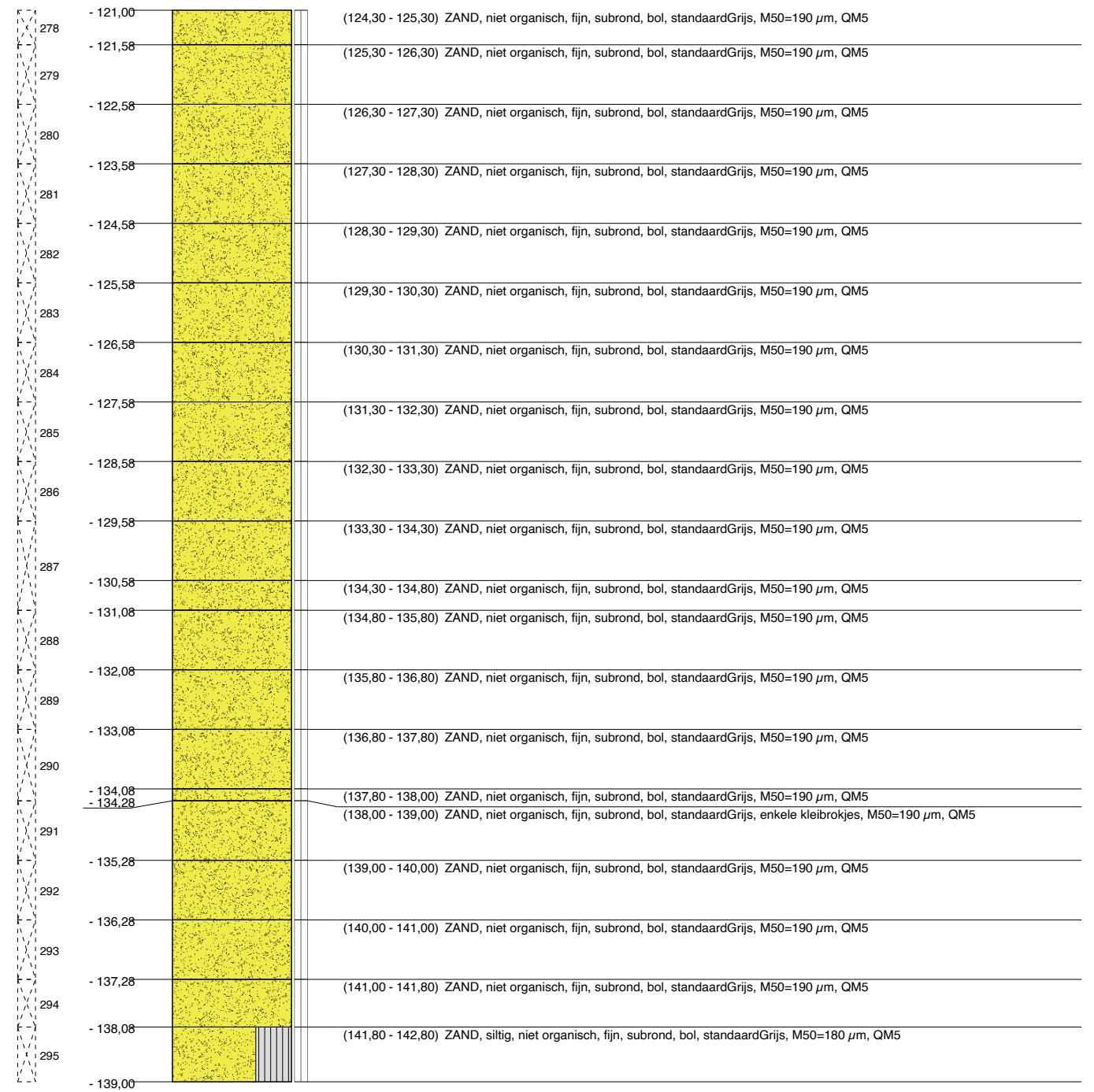
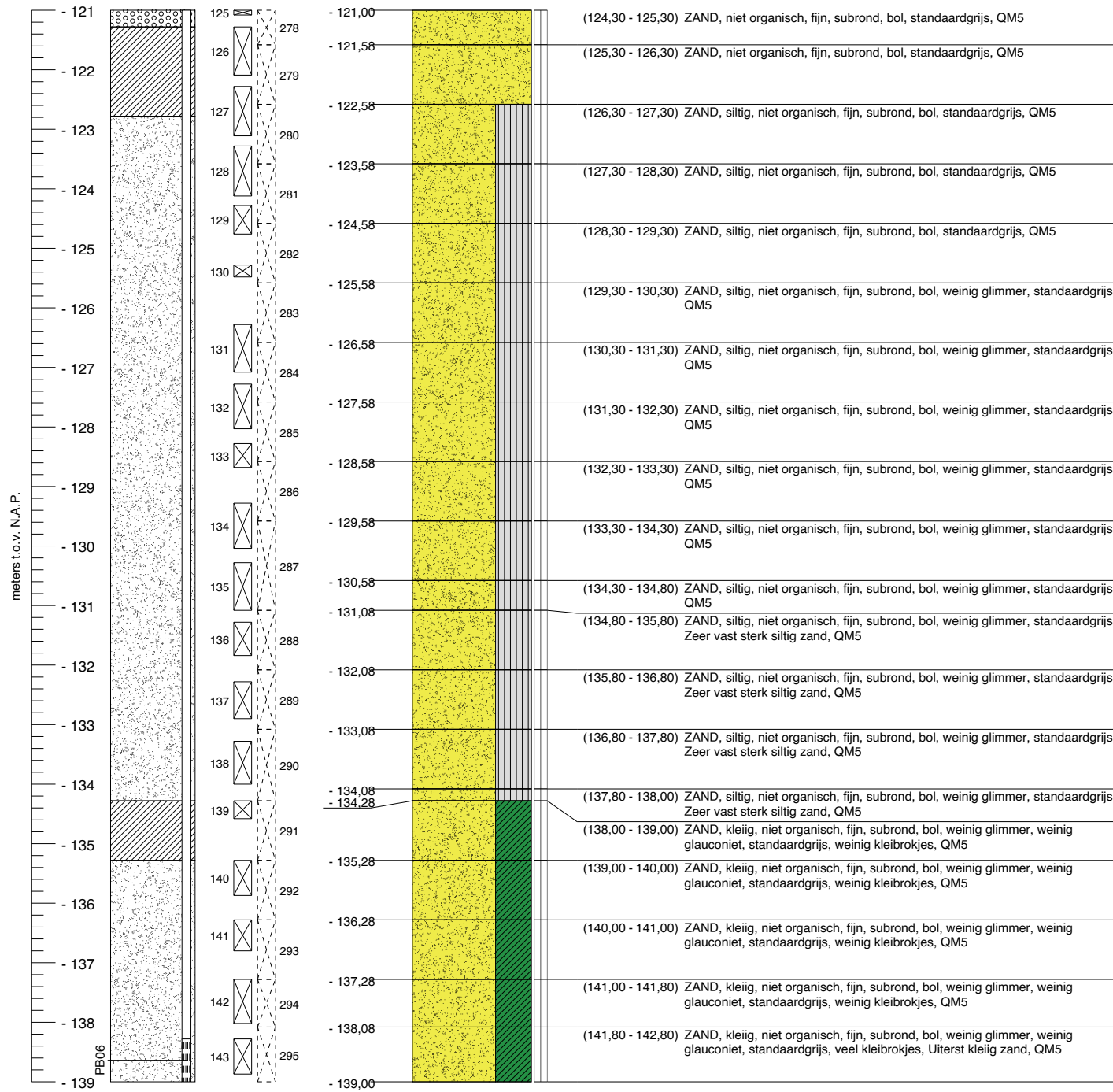
Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.



Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)

Maatvoering in meters t.o.v. N.A.P.

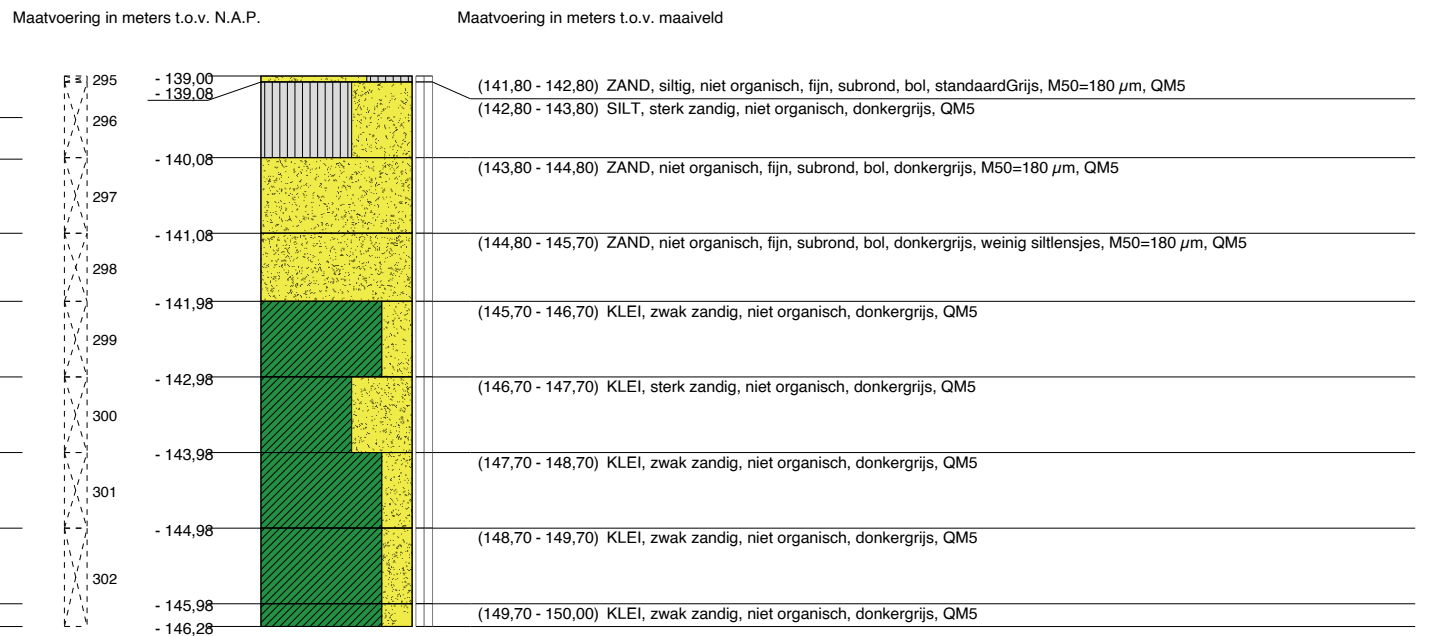
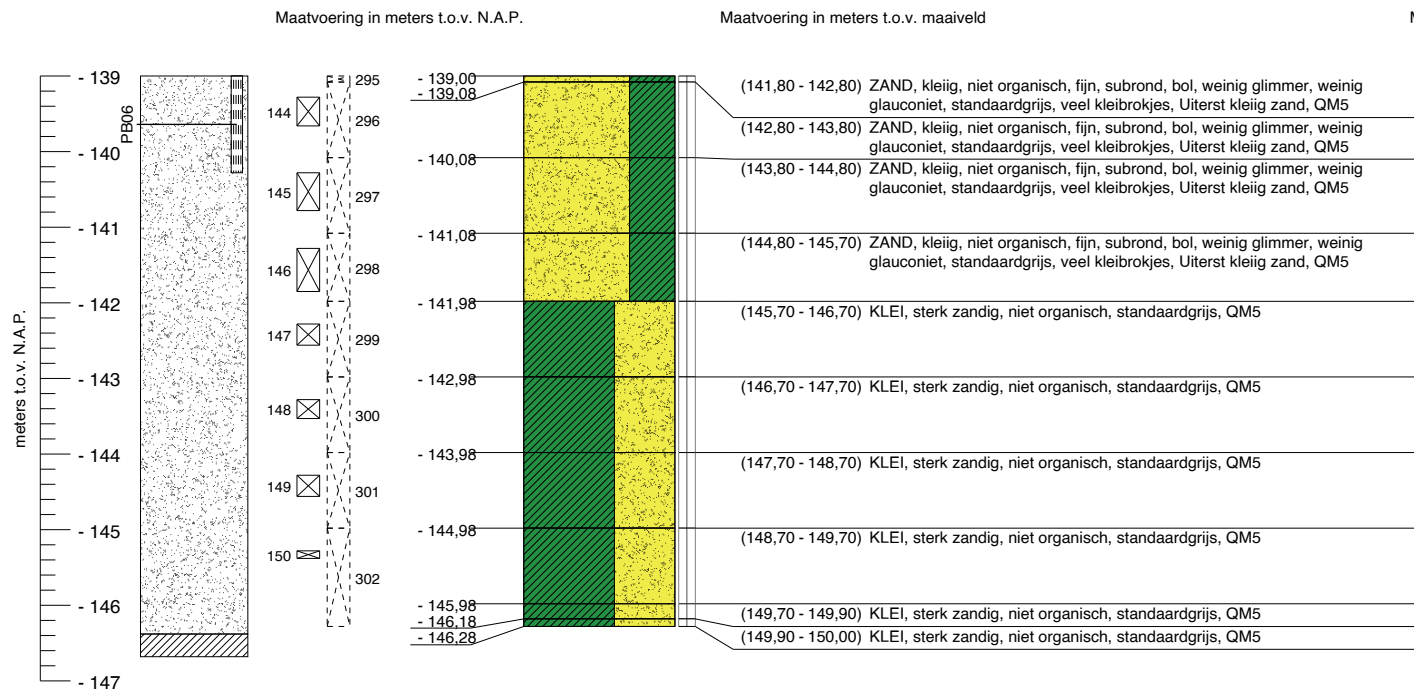
Maatvoering in meters t.o.v. maaiveld




	Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
		X = 274353,50	
		Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
		Uitgevoerd: 23-10-2023	Boornr (W&P): MB001
	Blad 8 van 9		

Veldboorbeschrijving (klasse 2)


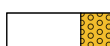
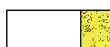
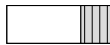
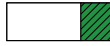

Laboratoriumbeschrijving (geroerd, klasse 2)






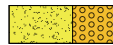


	t.o.v. N.A.P.	t.o.v. maaiveld	Ec
BK PB01 (Øint = 36,0mm) :	+ 4,50 m	+ 0,78 m	
GWS PB01 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,64 m	- 1,08 m	300 µS/cm
BK filter PB01 :	- 4,28 m	- 8,00 m	
OK filter PB01 :	- 5,28 m	- 9,00 m	
Materiaal PB01 :		pvc	
BK PB02 (Øint = 36,0mm) :	+ 4,47 m	+ 0,75 m	
GWS PB02 d.d. (23-10-2023) :	+ 3,00 m	- 0,72 m	420 µS/cm
BK filter PB02 :	- 26,28 m	- 30,00 m	
OK filter PB02 :	- 27,28 m	- 31,00 m	
Materiaal PB02 :		pvc	
BK PB03 (Øint = 36,0mm) :	+ 4,44 m	+ 0,72 m	
GWS PB03 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,99 m	- 0,73 m	230 µS/cm
BK filter PB03 :	- 57,28 m	- 61,00 m	
OK filter PB03 :	- 59,28 m	- 63,00 m	
Materiaal PB03 :		pvc	
BK PB04 (Øint = 81,4mm) :	+ 4,41 m	+ 0,69 m	
GWS PB04 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,99 m	- 0,73 m	220 µS/cm
BK filter PB04 :	- 78,28 m	- 82,00 m	
OK filter PB04 :	- 80,28 m	- 84,00 m	
Materiaal PB04 :		pvc	
BK PB05 (Øint = 36,0mm) :	+ 4,38 m	+ 0,66 m	
GWS PB05 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,98 m	- 0,74 m	600 µS/cm
BK filter PB05 :	- 94,28 m	- 98,00 m	
OK filter PB05 :	- 95,28 m	- 99,00 m	
Materiaal PB05 :		pvc	
BK PB06 (Øint = 81,4mm) :	+ 4,35 m	+ 0,63 m	
GWS PB06 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,73 m	- 0,99 m	540 µS/cm
BK filter PB06 :	- 138,28 m	- 142,00 m	
OK filter PB06 :	- 140,28 m	- 144,00 m	
Materiaal PB06 :		pvc	
GWS MB001 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,32 m	- 1,40 m	
G.H.G. MB001 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,72 m	- 1,00 m	
G.L.G. MB001 d.d. (23-10-2023) :	+ 2,12 m	- 1,60 m	

Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)	RD coördinaten	Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht
	X = 274353,50	
	Y = 561895,90	Opdrachtnr.: VN-75466-1
	Uitgevoerd: 23-10-2023	
	Blad 9 van 9	Boornr (W&P): MB001

KEIEN / KEITJES / OVERIGE*

	KEIEN
	KEIEN, met grind
	KEIEN, met zand
	KEIEN, met silt
	KEIEN, met klei
	* Overige niet binnen NEN-EN-ISO-14688-1 onderscheiden hoofdgrondsoorten






ZAND

	ZAND
	ZAND, met keien
	ZAND, zwak grindig
	ZAND, sterk grindig
	ZAND, siltig
	ZAND, kleilig







KLEI

	KLEI
	KLEI, met keien
	KLEI, zwak grindig
	KLEI, sterk grindig
	KLEI, zwak zandig
	KLEI, sterk zandig






GRIND

	GRIND
	GRIND met keien
	GRIND, zwak zandig
	GRIND, sterk zandig
	GRIND, siltig
	GRIND, kleilig



SILT

	SILT
	SILT, met keien
	SILT, zwak grindig
	SILT, sterk grindig
	SILT, zwak zandig
	SILT, sterk zandig



VEEN (HUMUS, DETRITUS)

	VEEN
	VEEN, zwak zandig
	VEEN, sterk zandig
	VEEN, siltig
	VEEN, kleilig

MONSTERNAME

	Geroerd monster
	Ongeroerd monster


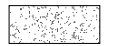




PEILBUIZEN

	Blinde buis / stijgbuis
	Filter

AFKORTINGEN

MB	= Mechanische boring
HB of HBS	= Handboring
PB	= Peilbuis / Piezometer
GWS	= Grondwaterstand
GHG	= Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand
GLG	= Gemiddeld Laagste Grondwaterstand
EC	= Elektrische geleidbaarheid




AANVULLINGEN

	Grind
	Zand
	Klei / Bentoniet
	Uitkomende grond
	Wegverhardingsmateriaal
	Grout

GEOHYDROLOGISCHE GEGEVENS

	Actuele grondwaterstand direct na boren bepaald
	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)
	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

ORGANISCH STOF GEHALTE

	Niet organisch
	Zwak organisch
	Sterk organisch

Geotechnisch onderzoek (Boorbeschrijving conform NEN-EN-ISO-14688)

Geohydrologisch onderzoek ASV Zuidoost Groningen te Hebrecht

Legenda boorbeschrijving

Oprichtnr.: VN-75466-1



Geolab Wiertsema

