



KUHLMANNKAAL

INFILTRATIERAPPORT

Documentbeheer

Document informatie

Projectcode	Kuhlmannkaai		
Projectnaam	R&D-Testen		
Bedrijfsnaam	Envisan - ENV		
Kennisgebied	[Knowledge area] - [abbreviation]		
Toepassingsgebied	[Field of application]		
Documentsjabloon	Report		
Documentnummer	1		
Documentrevisie	[RR.rr]	Complete revisie	☐
Titel van het document	Kuhlmannkaai		
Subtitel van het document	INFILTRATIERAPPORT		
Initiërende afdeling	Environmental department - ENV		
Client name	ENVISAN NV		
Client Documentnummer	[Document number client]		
JDN parent Documentnummer and Revisie number	[Corporate document number]-[RR.rr]		
Auteur	Emma Vanderveken, Pieter Beel, Annelies Verwaeren		

Revisiegeschiedenis

Revisie	Datum	Beschrijving en locatie van wijzigingen
1	01-Jul-2025	Opmaak rapport
[RR.rr]	[Date]	
[RR.rr]	[Date]	

Inhoudsopgave

1	Infiltratieproeven	3
1.1	Grondboringen	3
1.2	Infiltratieproeven	6
1.3	Conclusie	13
2	Grondwatermetingen	14
3	Infiltratie en verontreiniging	24
4	Conclusie	29

1 Infiltratieproeven

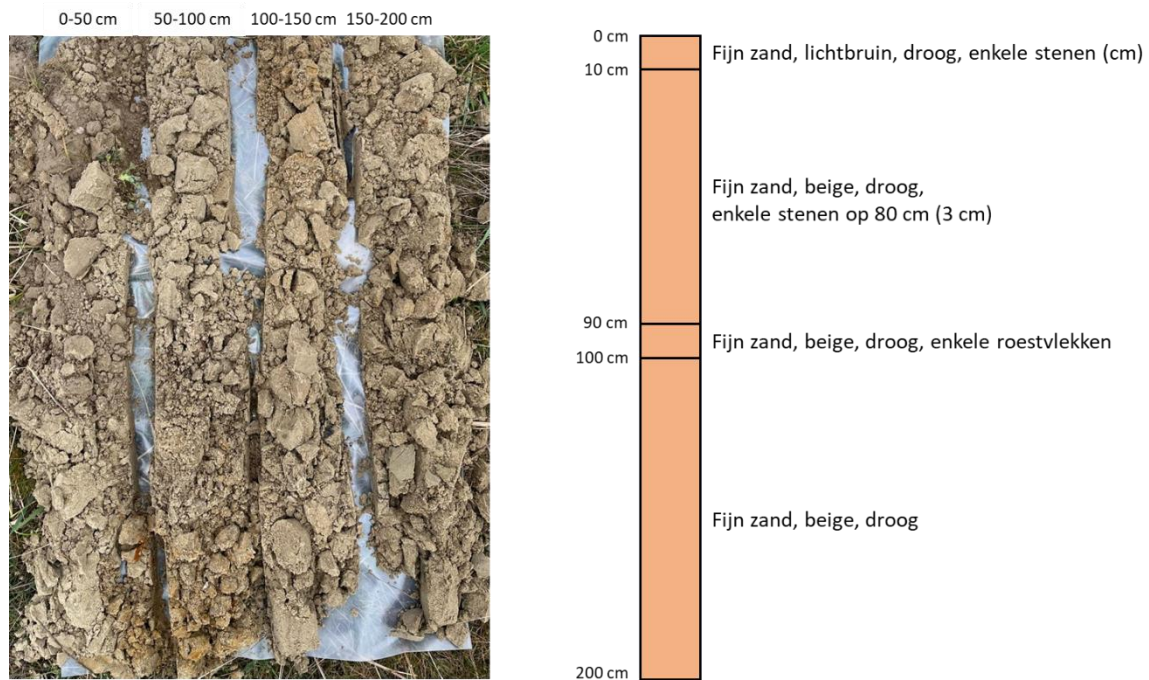
Op 5 verschillende locaties (7 zones) werden grondboringen en infiltratieproeven uitgevoerd. Deze locaties zijn alle verschillende zones waar mogelijks infiltratie kan gedaan worden op basis van het inplantingsplan van het project. Een overzichtskaart met aanduiding van de verschillende zones en uitvoeringen van de infiltratieproeven is weergegeven in Figuur 1-1.



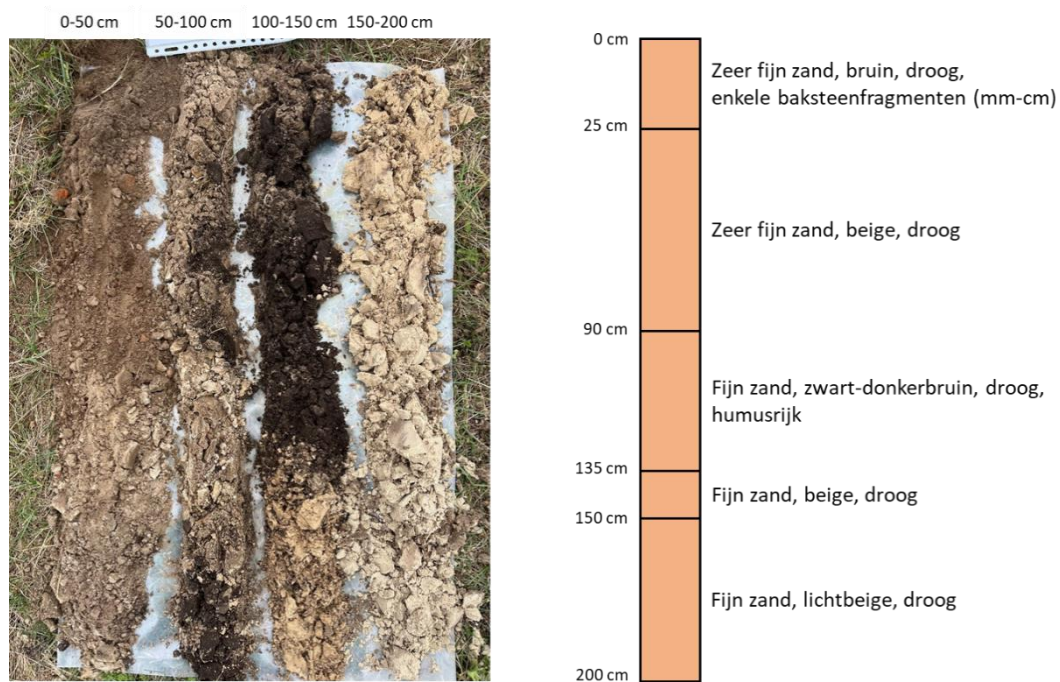
Figuur 1-1: Overzichtskaarten met aanduiding van de infiltratieproeven.

1.1 Grondboringen

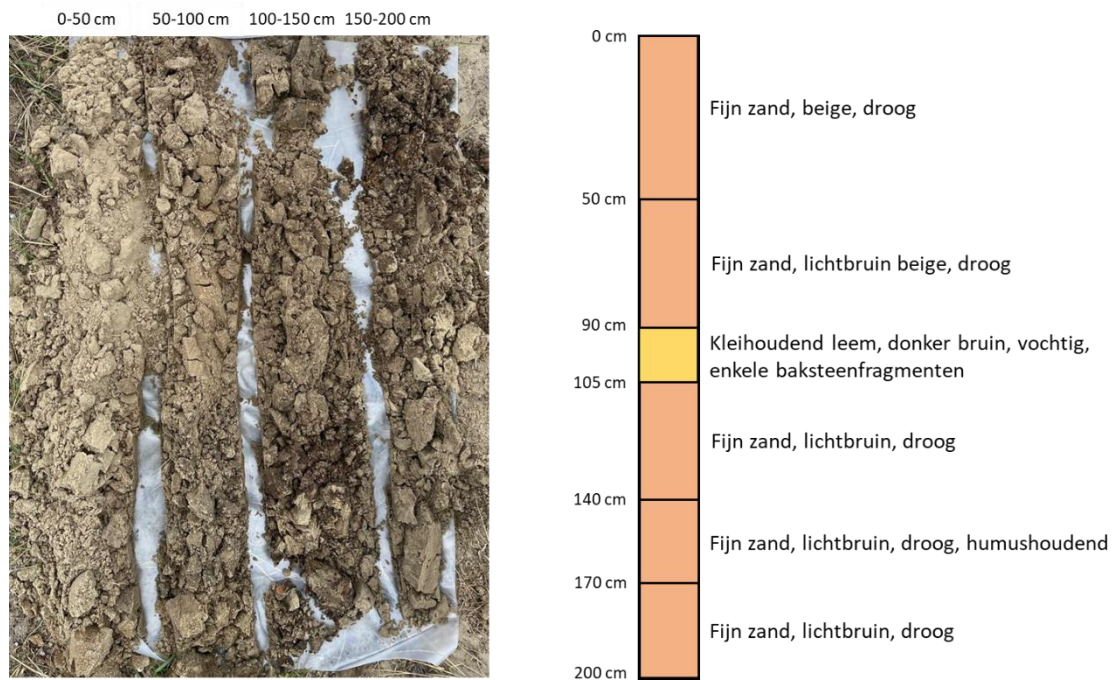
In elke zone werd een grondboring uitgevoerd tot 2.0 m-mv voor de opmaak van een boorstaat. De grondboringen werden uitgevoerd op 28/03/2025. De boorstaat van elke zone kan teruggevonden worden in Figuur 1-2 tot en met Figuur 1-6. Op geen enkele locatie werd het grondwater bereikt tijdens de boring. Met uitzondering van zone 7 gaat het steeds om een fijne tot zeer fijne zandgrond. In zone 7 wisselen lagen van leemhoudend zand en sterk zandhoudend leem elkaar af (Figuur 1-6).



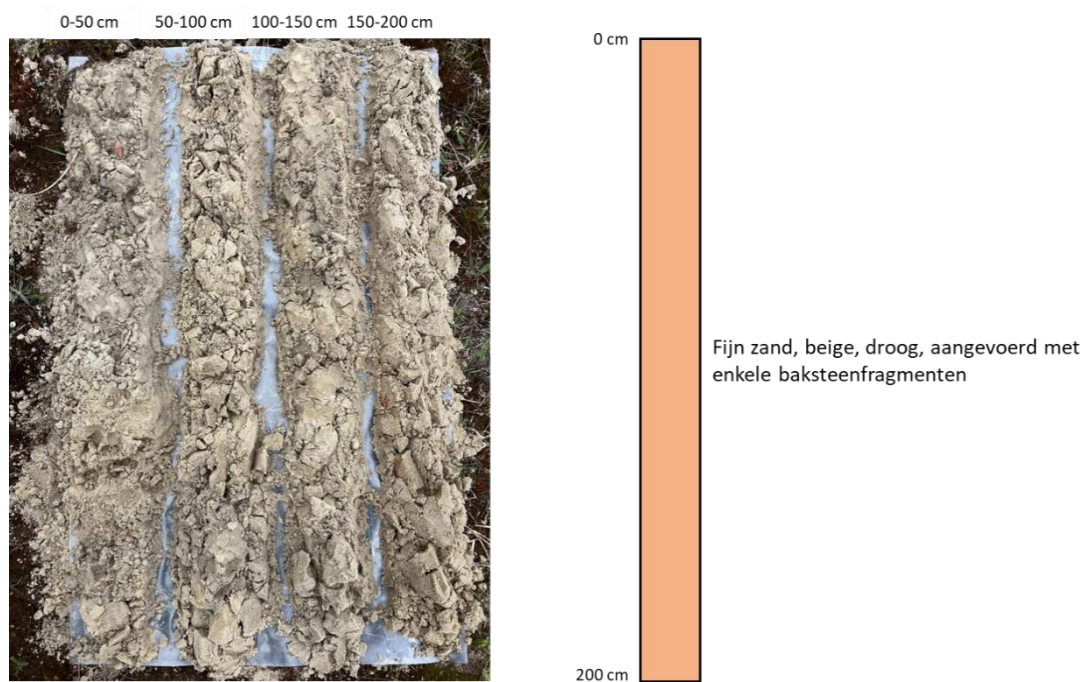
Figuur 1-2: Boorstaat van de grondboring in zone 1 en 2.



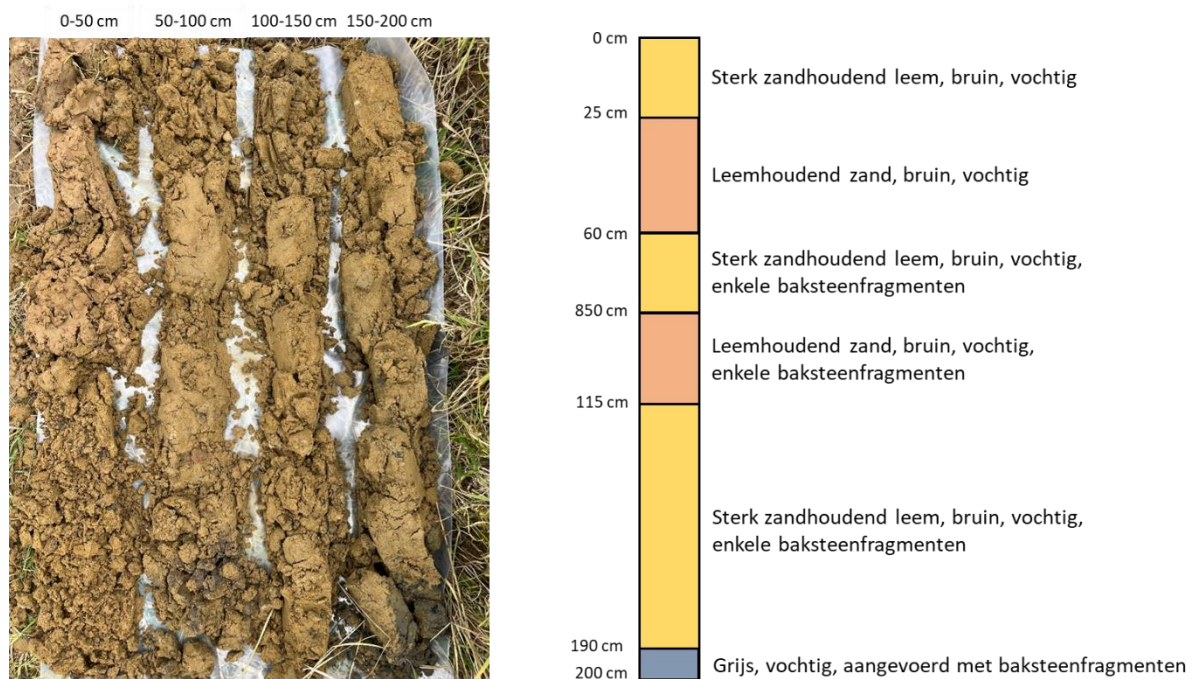
Figuur 1-3: Boorstaat van de grondboring in zone 3 en 4.



Figuur 1-4: Boorstaat van de grondboring in zone 5.



Figuur 1-5: Boorstaat van de grondboring in zone 6.



Figuur 1-6: Boorstaat van de grondboring in zone 7.

1.2 Infiltratieproeven

In elke zone werd een infiltratieproef drie keer herhaald. De infiltratieproef die gebruikt werd, is de 'dubbele ring methode falling head'. Bij deze proef is de daling van het waterpeil in functie van de tijd over een gekende oppervlakte een maat voor de doorlatendheid van de bodem. Door de grond onder het bodemoppervlak tussen binnen- en buitenring te verzadigen, wordt het effect van laterale stroming ten gevolge van wegzijging beperkt. De volledige methodologie van deze proef kan teruggevonden worden in het rapport *'Opstellen richtlijnen meten infiltratiecapaciteit en onderbouwen voor dimensionering van infiltratievoorzieningen'* (bladzijde 116-121). De opstelling staat weergegeven in Figuur 1-7. De binnenring heeft een diameter van 30 cm en de buitenring heeft een diameter van 55 cm. Beide ringen hebben een hoogte van 29 cm en werden voor aanvang van de test 2 tot 3 cm in de grond bevestigd.



Figuur 1-7: Opstelling infiltratieproef.

Elke proef werd voor 1 uur uitgevoerd. De volgende parameters werden geregistreerd tijdens de infiltratietest:

H_{start} De hoogte van het waterniveau bij het begin van de test (mm).

H_w De hoogte van het waterniveau op een bepaald ogenblik (mm) (lezing elke minuut).

Δh De daling van het waterpeil over Δt (mm).

T Tijd (min).

Op basis van deze metingen werd k_{fs} , de permeabiliteitscoëfficiënt in een *in situ* waterverzadigde bodem (mm/u), berekend volgens onderstaande formule. Hierbij werd enkel rekening gehouden met de metingen nadat verzadiging bereikt werd.

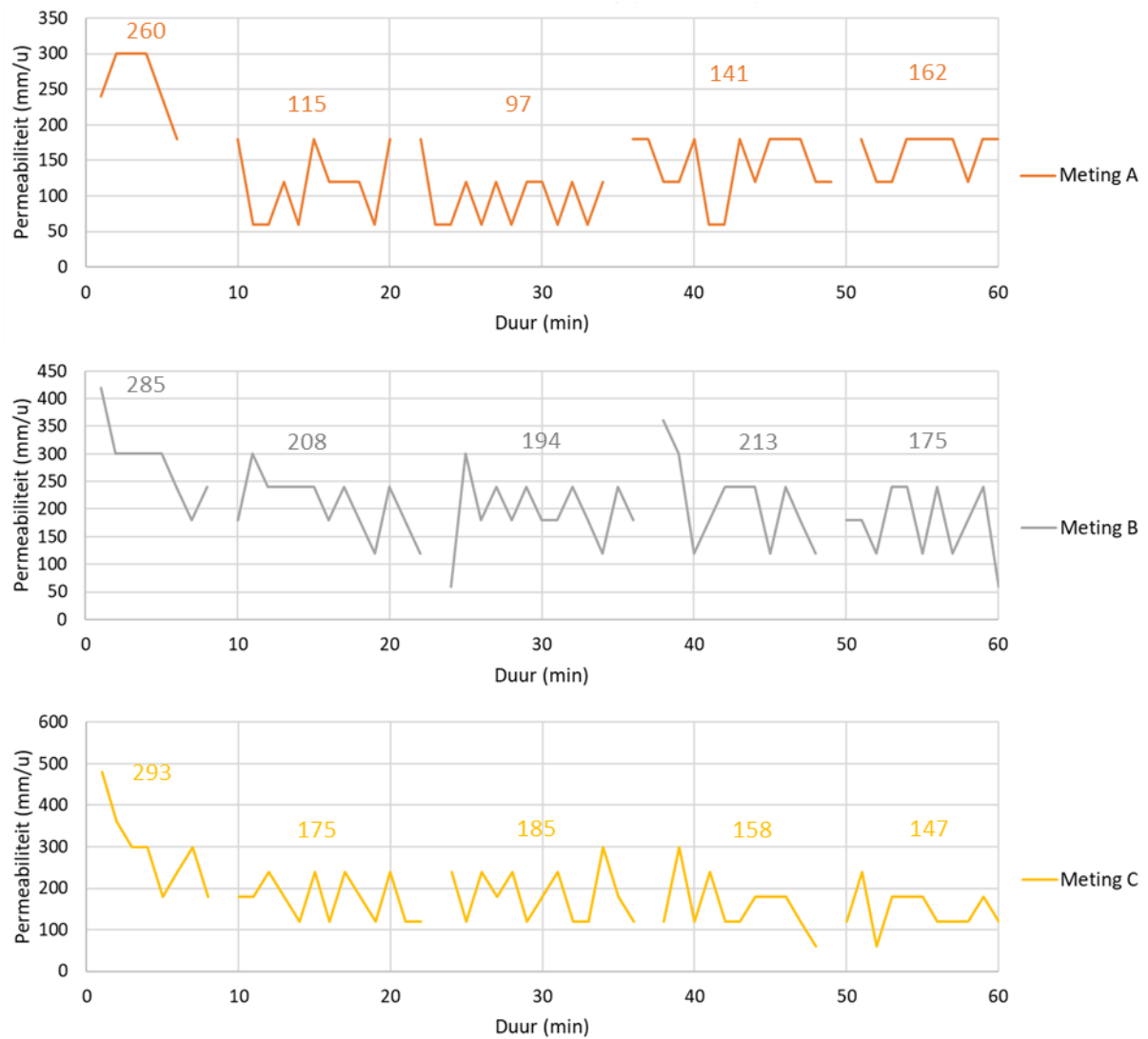
$$k_{fs} = \frac{\Delta h}{\Delta t}$$

De resultaten van de infiltratieproeven zijn grafisch weergegeven in Figuur 1-8 tot en met Figuur 1-12. Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt steeds weergegeven als een onderbreking in de grafiek. Voor elk meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.

Tabel 1-1 vermeldt de permeabiliteitscoëfficiënt k_{fs} per meting. De onderlinge verhouding tussen de zones komt overeen met wat we verwachten uit de grondboringen. Per zone werd de volgende permeabiliteitscoëfficiënt vastgelegd:

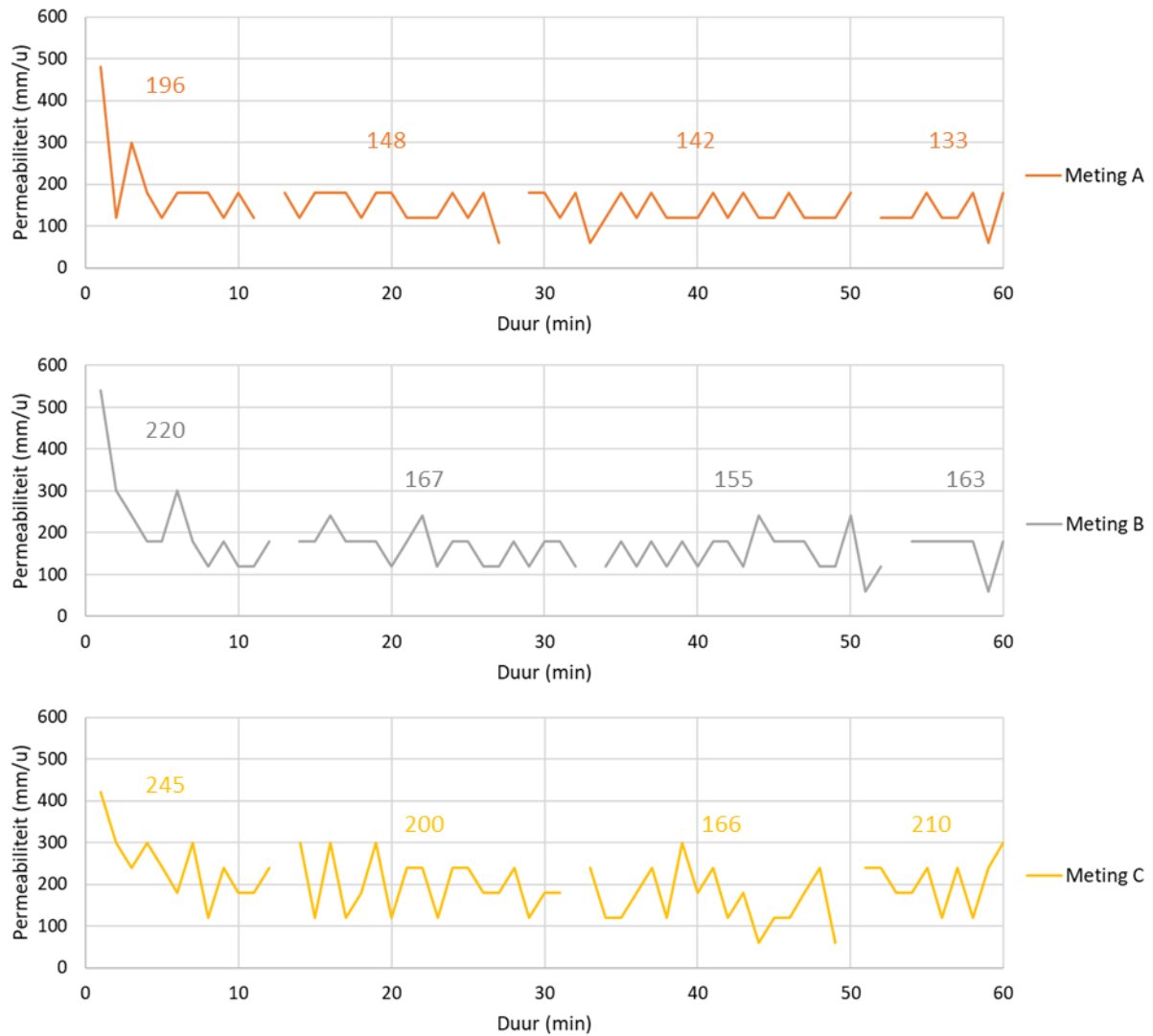
- | | | |
|---------------|---------------------|--|
| • Zone 7 | $k_{fs} = 45$ mm/u | Leemhoudend zand en sterk zandhoudend leem |
| • Zone 5 | $k_{fs} = 145$ mm/u | Fijn zand en een laag kleihoudend leem |
| • Zone 1 en 2 | $k_{fs} = 164$ mm/u | Fijn zand |
| • Zone 3 en 4 | $k_{fs} = 165$ mm/u | Fijn zand |
| • Zone 6 | $k_{fs} = 207$ mm/u | Fijn zand |

Enkel de locaties C (8 mm/u) en D (3 mm/u) in zone 7 kennen een zeer lage permeabiliteit door het aanwezige leem. Tijdens het uitvoeren van deze twee permeabiliteitstesten moest het water in de binnen- en buitenring gedurende het hele uur niet bijgevuld worden.



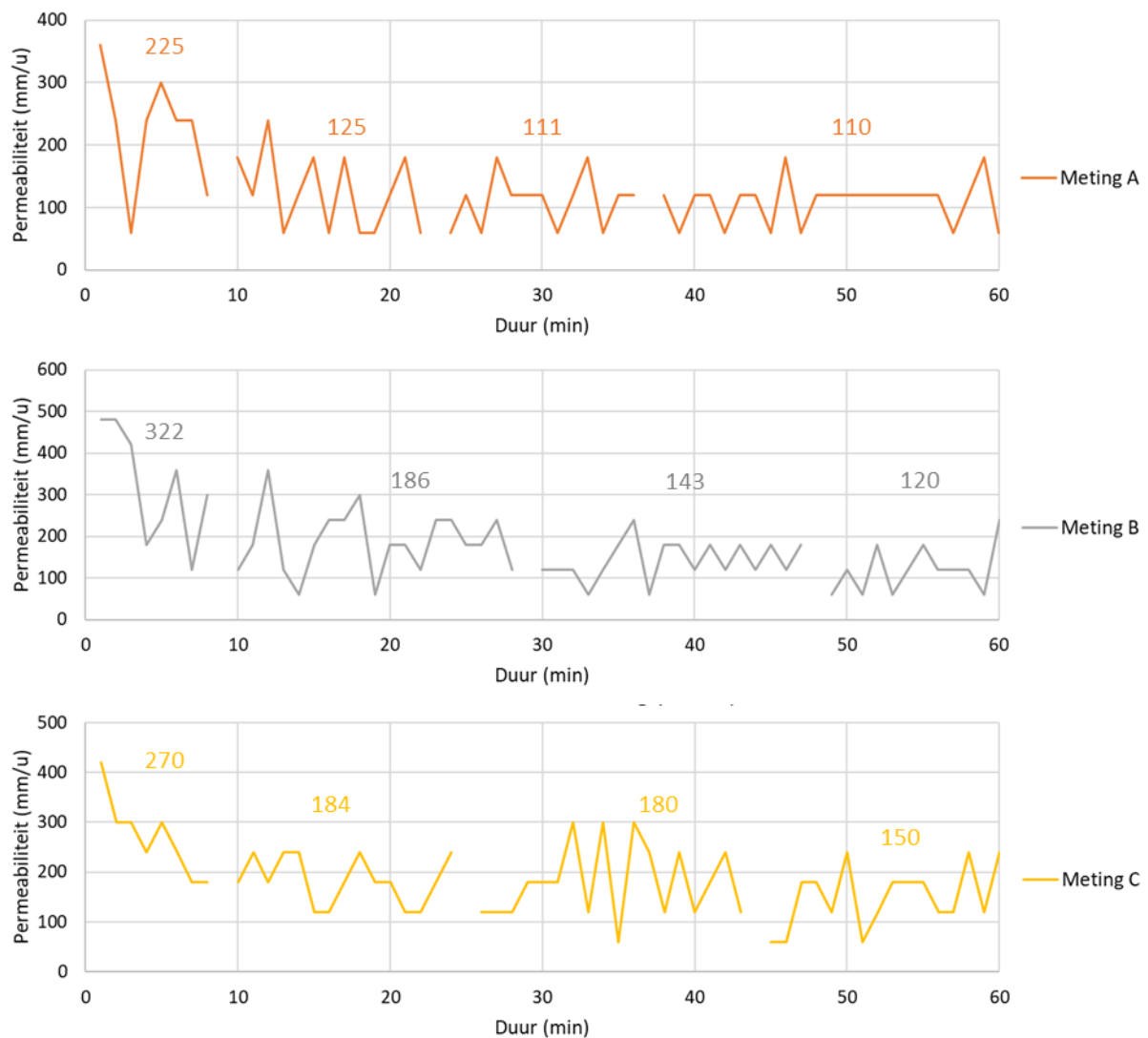
Figuur 1-8: Infiltratieproeven in zone 1 en 2.

Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt weergegeven als een onderbreking in de grafiek.
Voor elke meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.



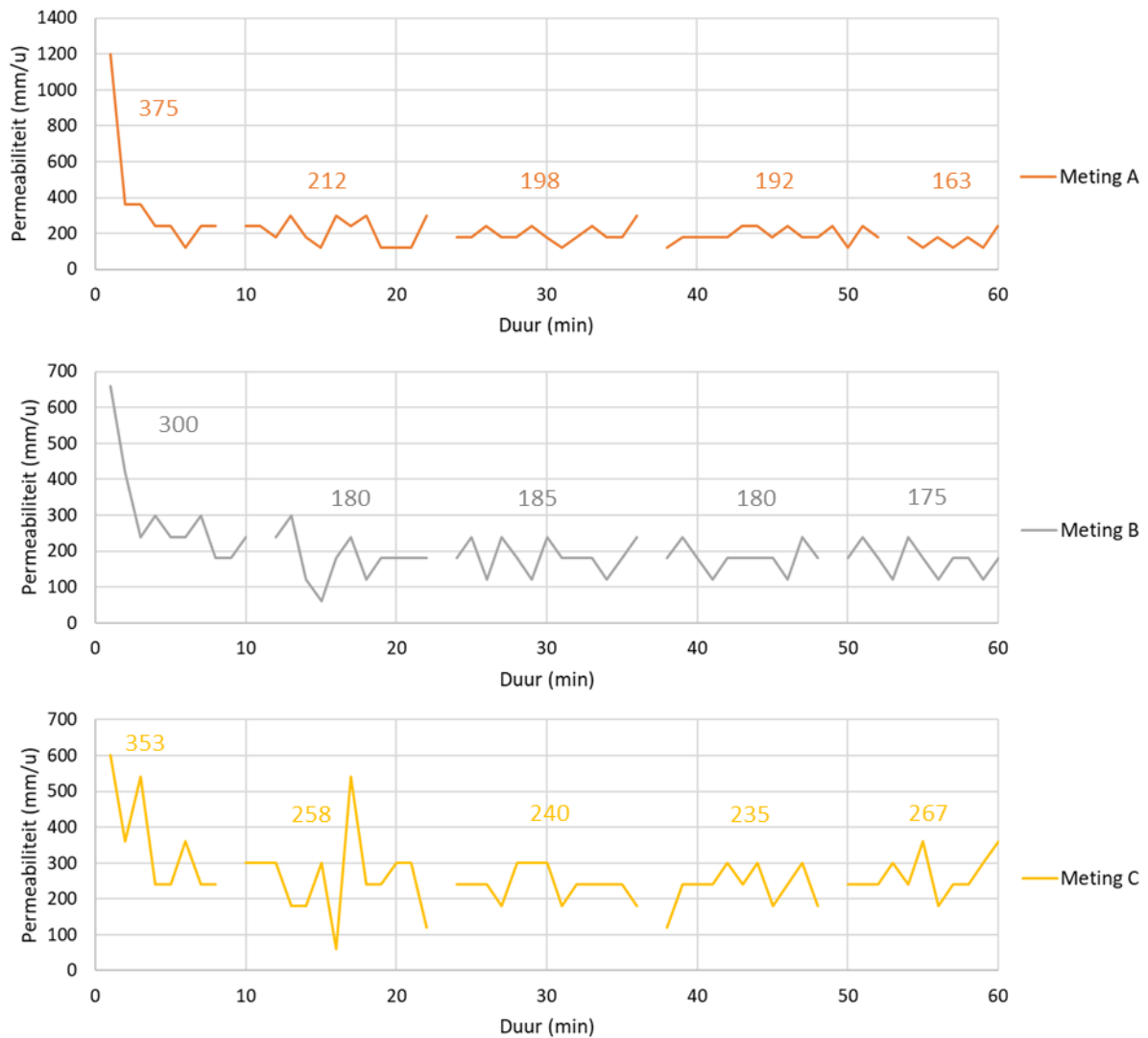
Figuur 1-9: Infiltratieproeven in zone 3 en 4.

Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt weergegeven als een onderbreking in de grafiek.
Voor elke meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.



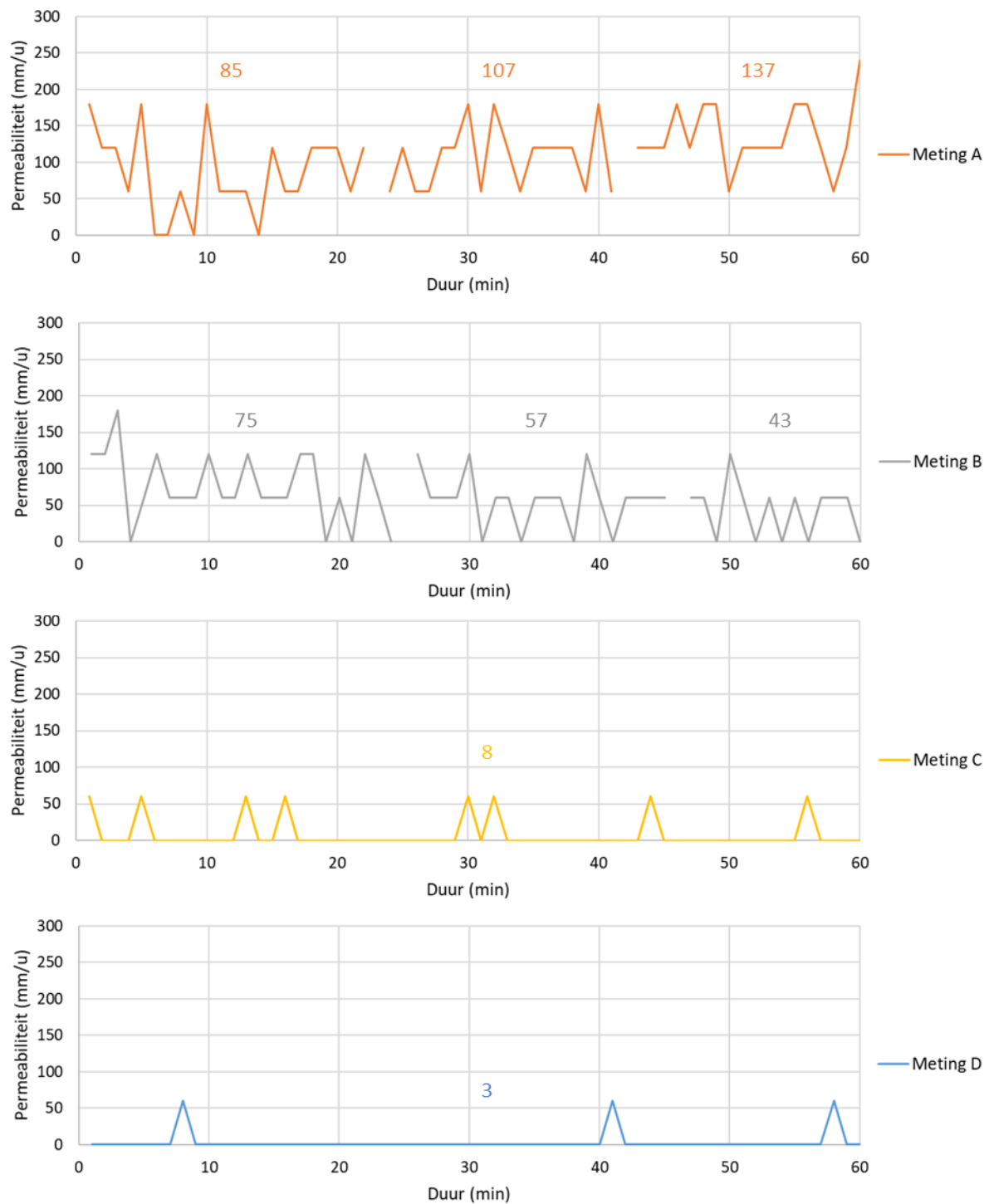
Figuur 1-10: Infiltratieproeven in zone 5.

Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt weergegeven als een onderbreking in de grafiek.
Voor elke meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.



Figuur 1-11: Infiltratieproeven in zone 6.

Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt weergegeven als een onderbreking in de grafiek.
Voor elke meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.



Figuur 1-12: Infiltratieproeven in zone 7.

Het bijvullen van de binnen- en buitenring wordt weergegeven als een onderbreking in de grafiek.
Voor elke meetblok wordt de gemiddelde permeabiliteit (mm/u) weergegeven.

Tabel 1-1: Permeabiliteitscoëfficiënt k_{fs}

Zone	Permeabiliteitscoëfficiënt k_{fs} (mm/u)					
Meting	Gemiddelde per meetblok					Gemiddelde per meting (vanaf verzadiging)
Zone 1 en 2						
Meting A	260	115	97	141	162	129
Meting B	285	208	194	213	175	197
Meting C	293	175	185	158	147	166
Zone 3 en 4						
Meting A	196	148	142	133	-	141
Meting B	220	167	155	163	-	162
Meting C	245	200	166	210	-	192
Zone 5						
Meting A	225	125	111	110	-	115
Meting B	322	186	143	120	-	150
Meting C	270	184	180	150	-	171
Zone 6						
Meting A	375	212	198	192	163	191
Meting B	300	180	185	180	175	180
Meting C	353	258	240	235	267	250
Zone 7						
Meting A	85	107	137	-	-	109
Meting B	75	57	43	-	-	58
Meting C	8	-	-	-	-	8
Meting D	3	-	-	-	-	3

1.3 Conclusie

Uit de infiltratieproeven blijkt dat zone 7 een zeer lage permeabiliteit heeft door het aanwezige leem. Op basis van deze resultaten werd beslist om deze zone uit te sluiten als mogelijke infiltratiezone.

2 Grondwatermetingen

Volgende zes peilbuizen werden geselecteerd voor de grondwatermetingen: 12S016, T5, P1, P17, SW1.5 en SW1.3. Een overzichtskaart met aanduiding van de peilbuizen en het dichtstbijzijnde meetpunt grondwaterstandsindicator freatisch grondwater is weergegeven in Figuur 2-1. Een detailkaart met aanduiding van de peilbuizen is weergegeven in Figuur 2-2. Een boorstaat van elke peilbuis met aanduiding van de plaatsing van de filter kan teruggevonden worden in Figuur 2-3 tot Figuur 2-8.

De grondwatermetingen werden uitgevoerd van februari tot en met mei met een minimum van één meting per maand. Hiervoor werd gebruik gemaakt van een waterniveaumeter met geluidssignaal [Eijkkamp, Nederland] zoals weergegeven in Figuur 2-9. Wanneer de sonde in contact komt met water, geeft hij een duidelijk geluidssignaal. Wanneer de kabel vervolgens iets wordt opgetild, stopt het signaal en kan de diepte direct vanaf de meetband worden afgelezen (nauwkeurigheid tot 1 cm).

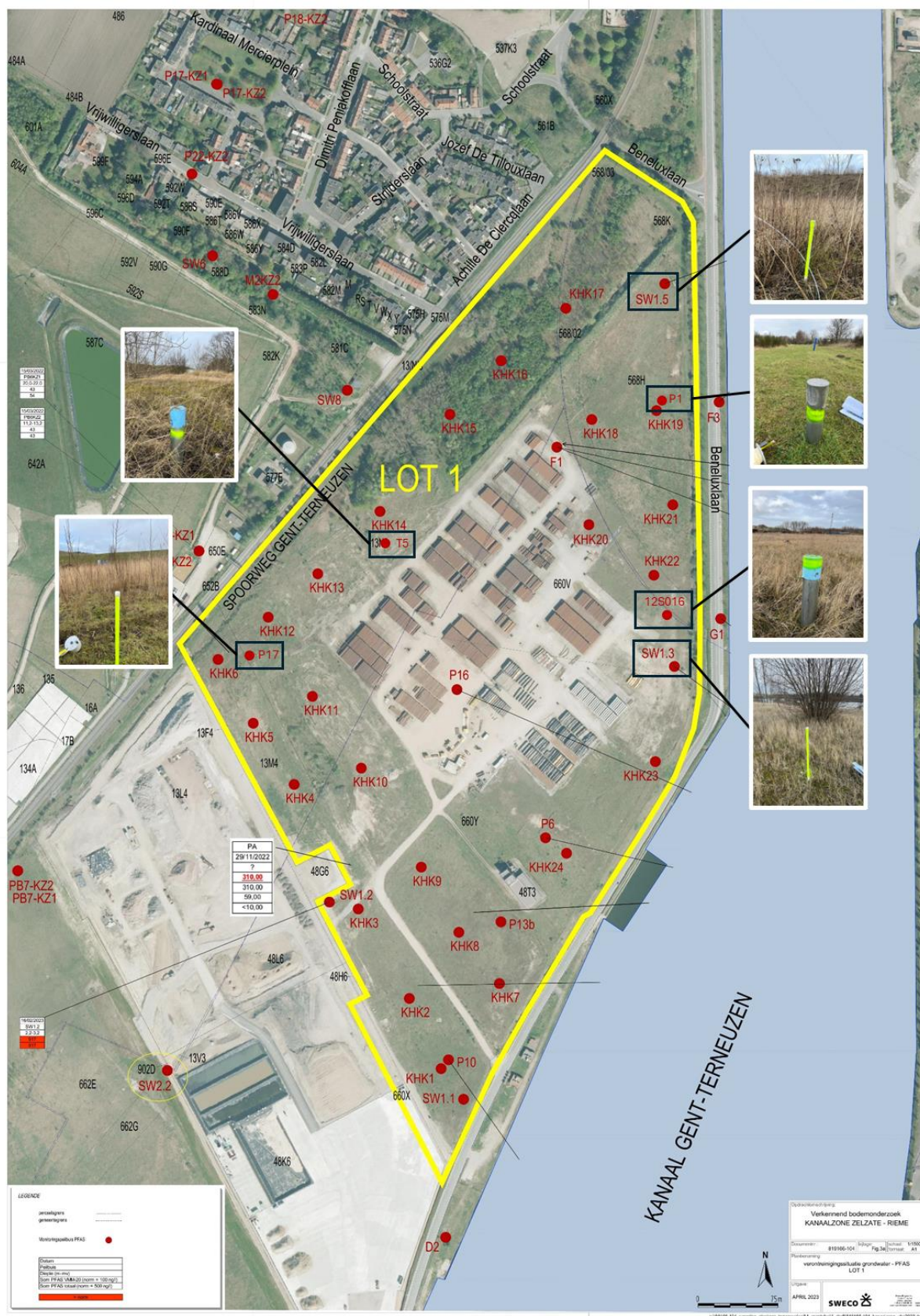
Tabel 2-1 en Figuur 2-10 rapporteren de verschillende grondwatermetingen (uitgedrukt in m-mv). Een daling in de grondwaterstand van februari 2025 tot heden werd gemeten in de zes peilbuizen (gemiddelde daling van 0.39 m).

Ter vergelijking werd de data van de actuele relatieve grondwaterstandsindicator en de relatieve lokale grondwaterstandsindicator van het dichtstbijzijnde meetpunt geanalyseerd. Van januari tot februari werd een lichte stijging in de actuele grondwaterstand van 0.05 m gemeten in peilput 4-0242. Vervolgens werd hier van februari tot heden een daling van 0.62 m geregistreerd. Het verloop met de maandelijkse metingen (uitgedrukt in mTAW) staat weergegeven in Figuur 2-11.

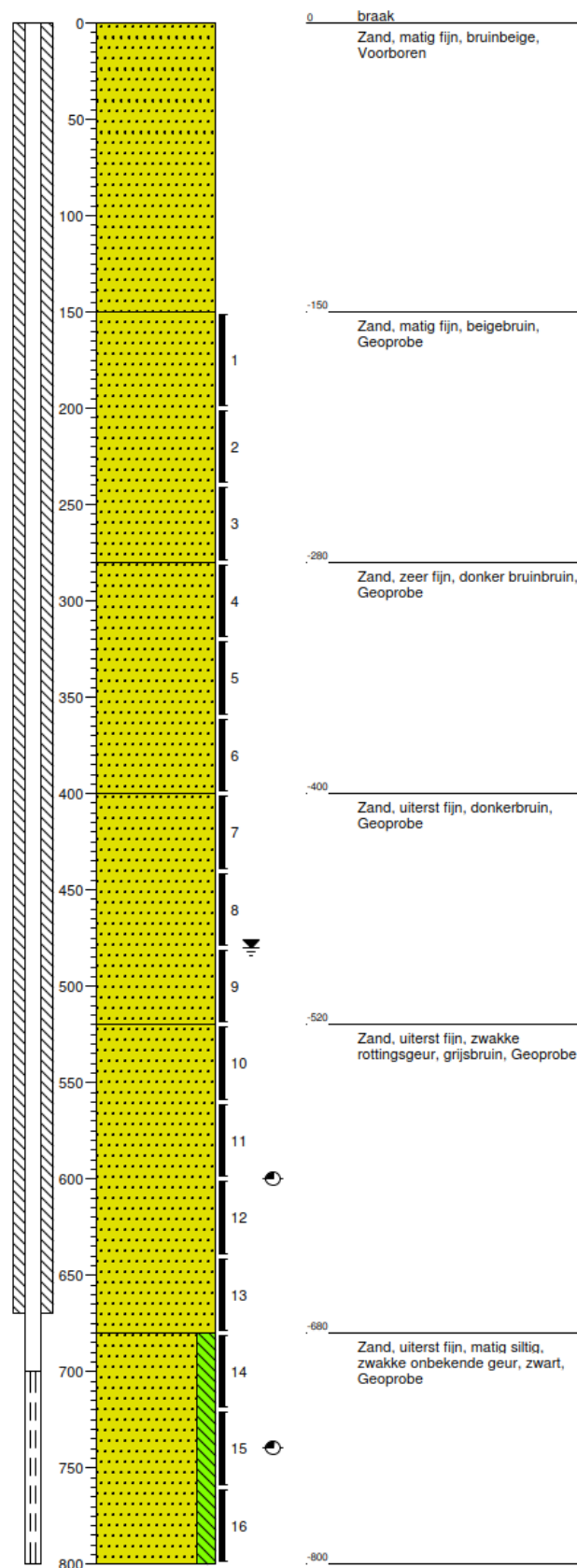
Voor het bepalen van de relatieve lokale grondwaterstandsindicator wordt per meetplaats de gesimuleerde grondwaterstand (combinatie maandelijkse peilmetingen en dagelijkse modellering met het Pastas-model) per dag vergeleken met de gesimuleerde grondwaterstand van telkens dezelfde dag in het jaar in de 30-jarige referentieperiode. Er wordt ingeschat hoeveel procent van die jaren de beschouwde dag een grondwaterstand heeft die lager is dan de gesimuleerde grondwaterstand voor dit jaar. Over de periode van januari tot april 2025 daalde de grondwaterstand in peilput 4-0242 van een normaal niveau (P30-P70) naar een zeer laag niveau (<P10) (Figuur 2-12).



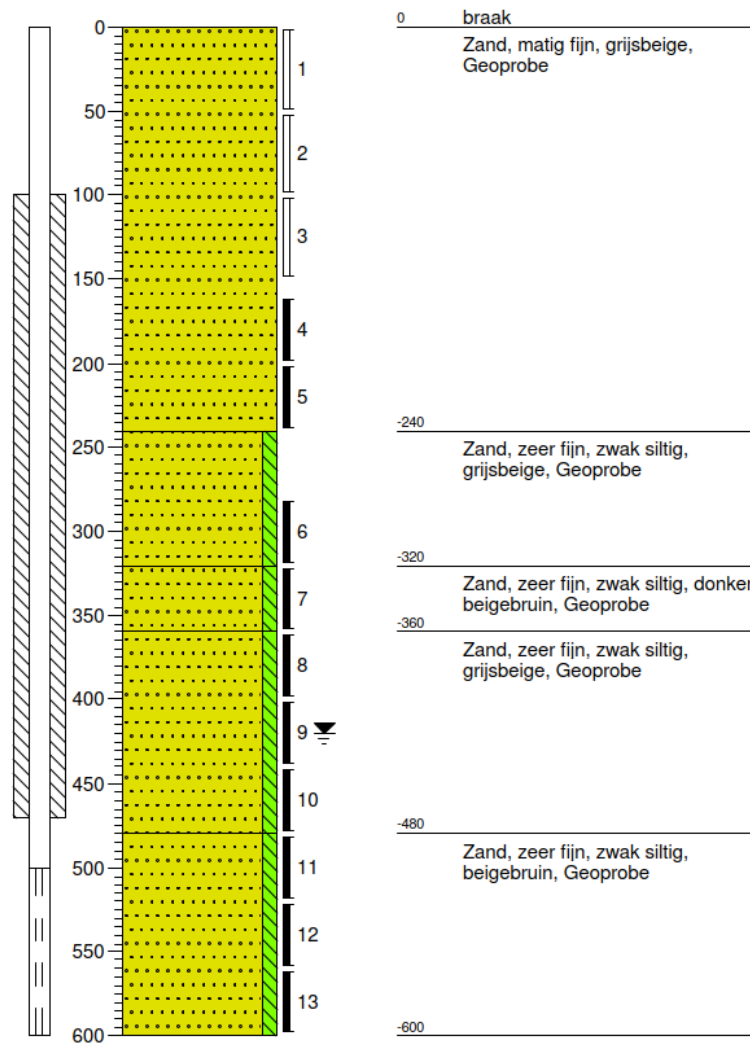
Figuur 2-1: Overzichtskaart met aanduiding van peilbuizen en het dichtstbijzijnde meetpunt grondwaterstandsindicator freatisch grondwater.



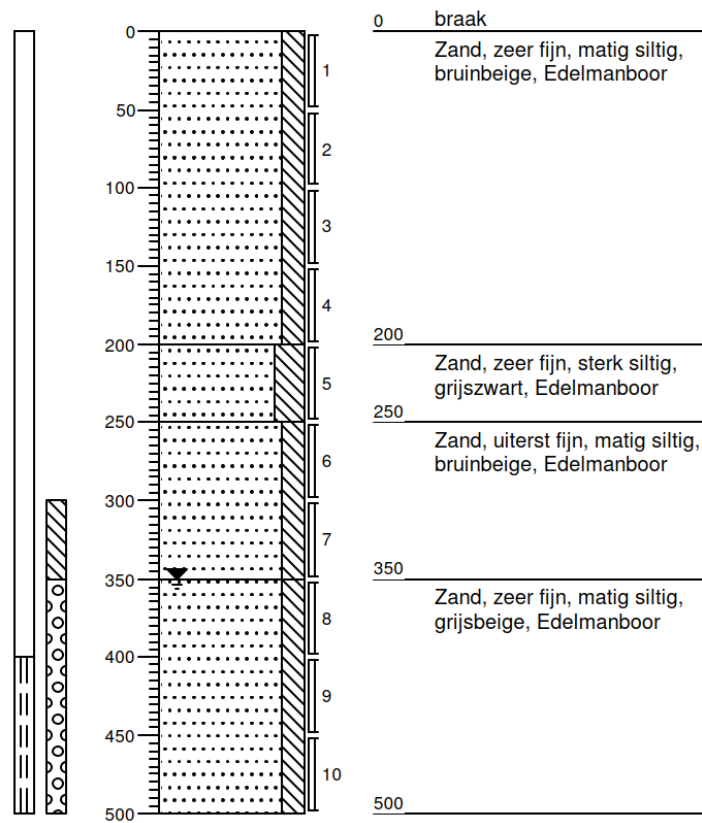
Figuur 2-2: Overzichtskaart met aanduiding van de peilbuizen.



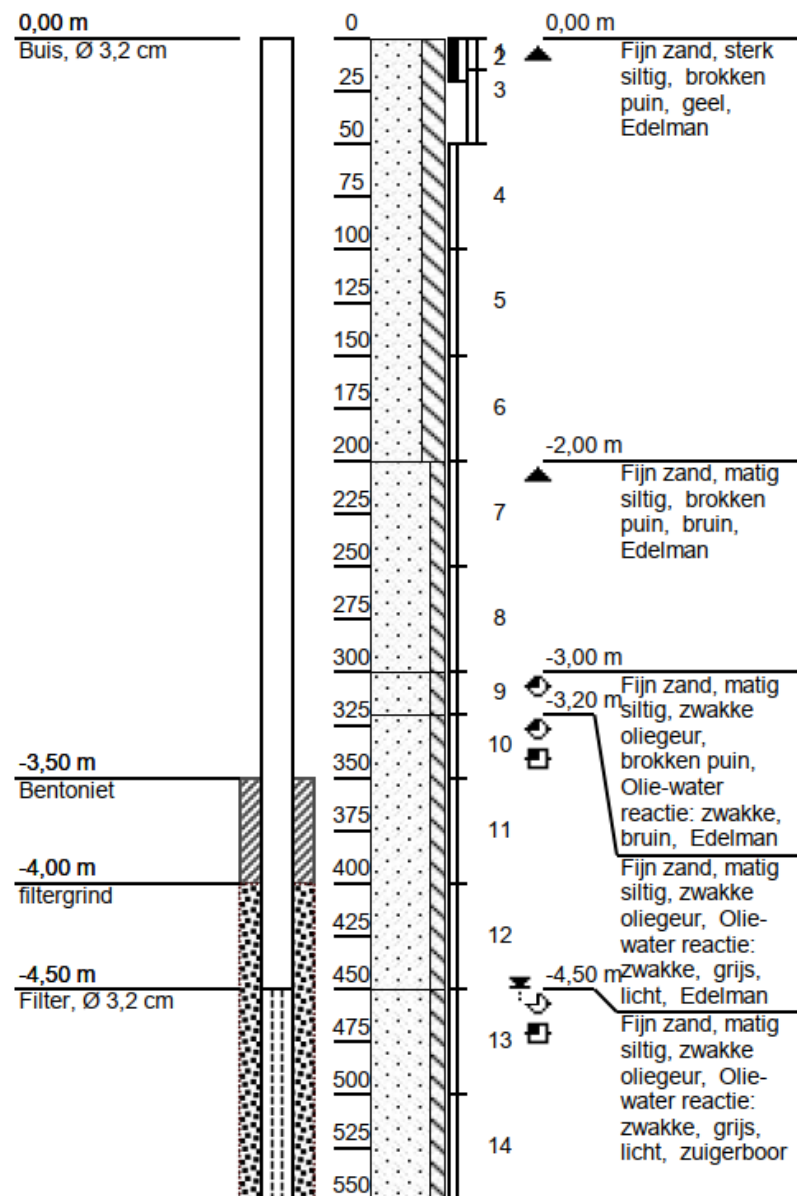
Figuur 2-3: Boorstaat van peilbuis 12S016 (22/11/2016).



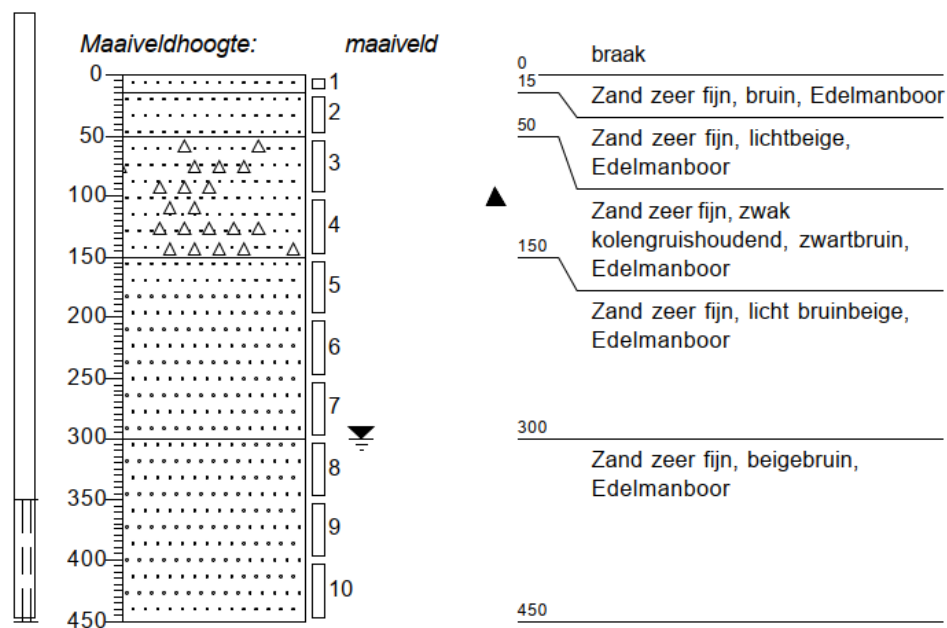
Figuur 2-4: Boorstaat van peilbuis T5 (24/11/2016).



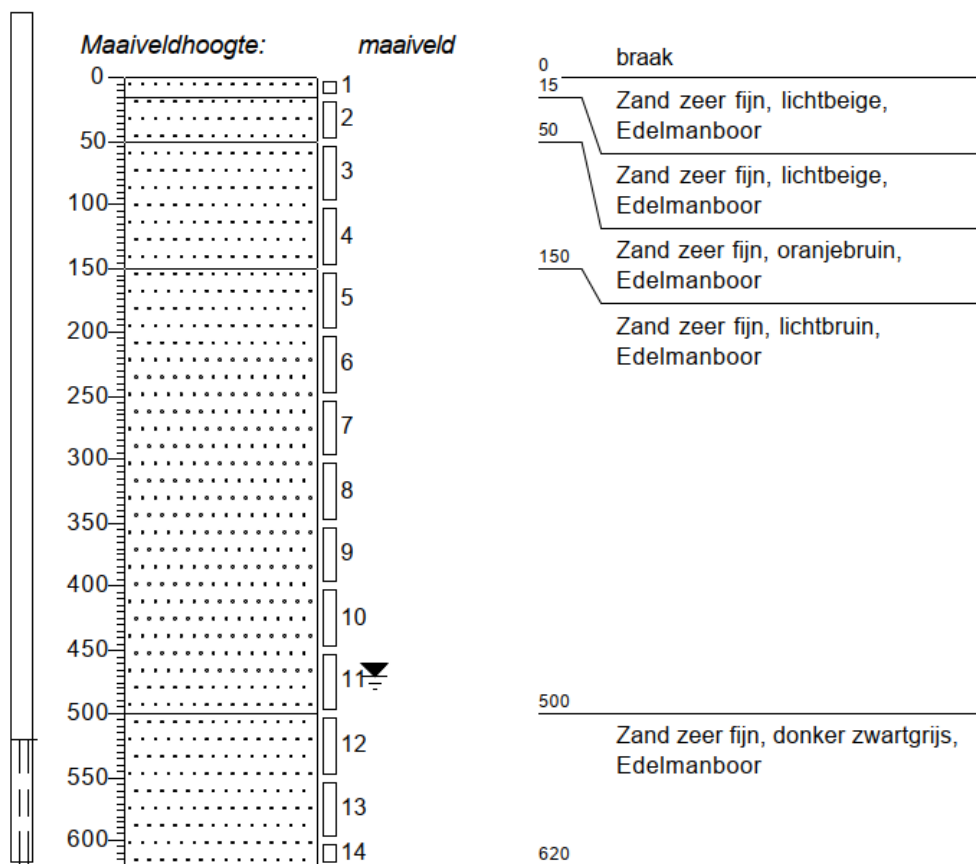
Figuur 2-5: Boorstaat van peilbuis P1 (09/01/2017).



Figuur 2-6: Boorstaat van peilbuis P17 (09/11/2022).



Figuur 2-7: Boorstaat van peilbuis SW1.5 (08/02/2023).



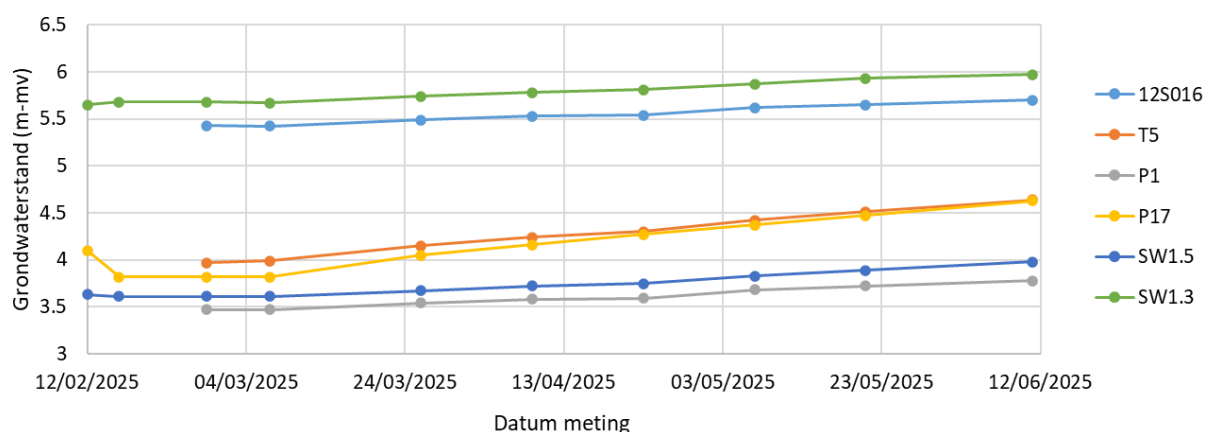
Figuur 2-8: Boorstaat van peilbuis SW1.3 (08/02/2023).



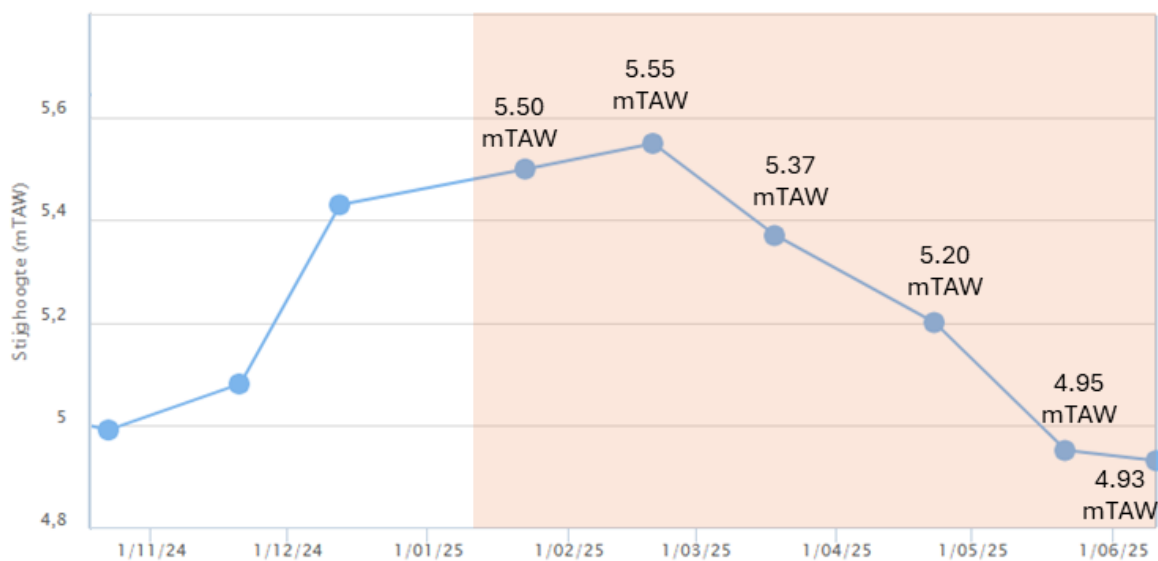
Figuur 2-9: Peilapparaat voor de grondwatermetingen.

Datum	Diepte grondwaterstand (m-mv)						Verloop (m)	
	12S016	T5	P1	P17	SW1.5	SW1.3	Gemiddeld verschil met vorige meting	Gemiddeld verschil met nulmeting
12/02/2025	-	-	-	4.10	3.63	5.65	-	-
16/02/2025	-	-	-	3.82	3.61	5.68	0.09	0.09
27/02/2025	5.43	3.97	3.47	3.82	3.61	5.68	0.00	0.09
07/03/2025	5.42	3.99	3.47	3.82	3.61	5.67	0.00	0.05
26/03/2025	5.49	4.15	3.54	4.05	3.67	5.74	-0.11	-0.07
09/04/2025	5.53	4.24	3.58	4.16	3.72	5.78	-0.06	-0.13
23/04/2025	5.54	4.30	3.59	4.27	3.75	5.81	-0.04	-0.17
07/05/2025	5.62	4.42	3.68	4.37	3.83	5.87	-0.09	-0.26
21/05/2025	5.65	4.51	3.72	4.47	3.89	5.93	-0.06	-0.32
11/06/2025	5.70	4.64	3.78	4.63	3.98	5.97	-0.09	-0.41

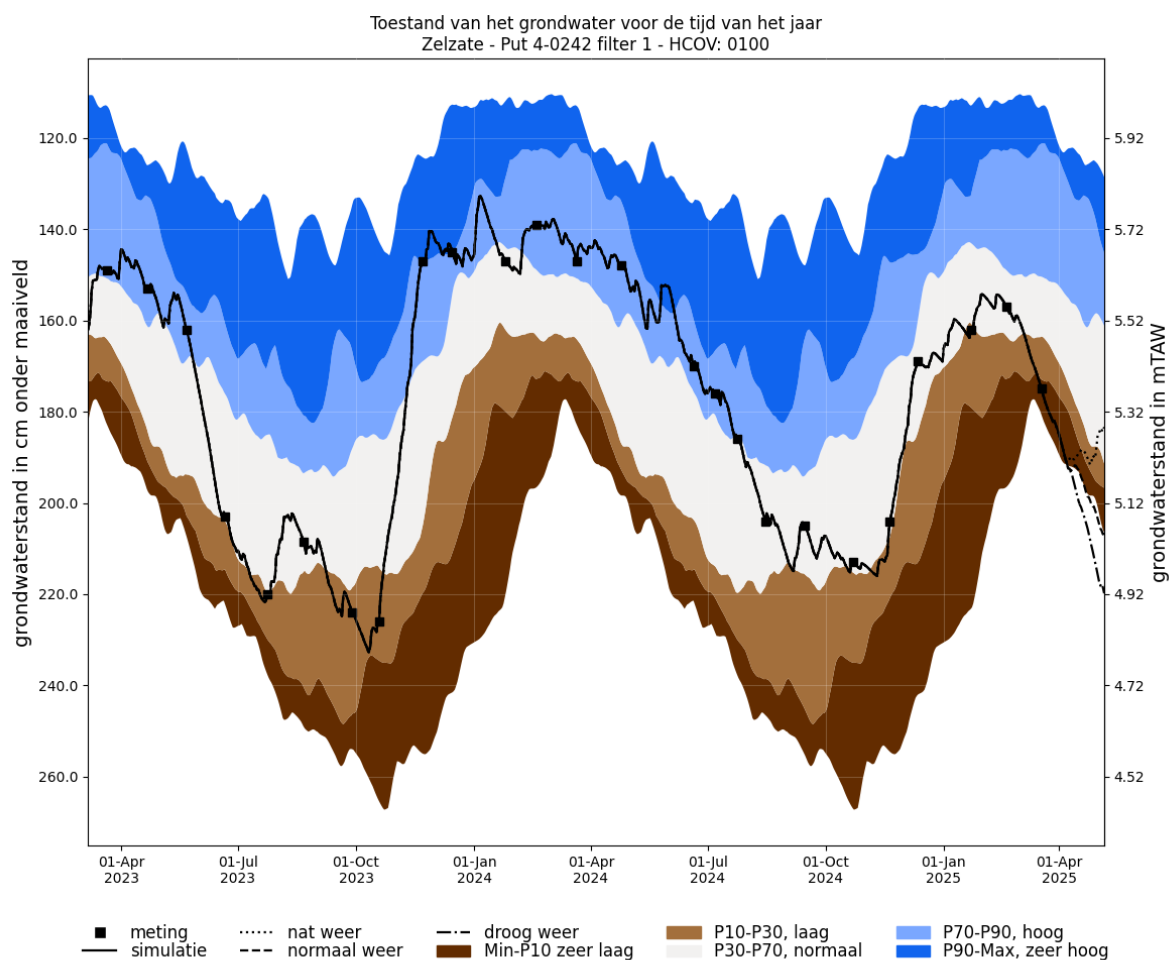
Tabel 2-1: Grondwatermetingen.



Figuur 2-10: Grondwatermetingen.



Figuur 2-11: Actuele grondwaterstandsindicator (peilput 4-0242).



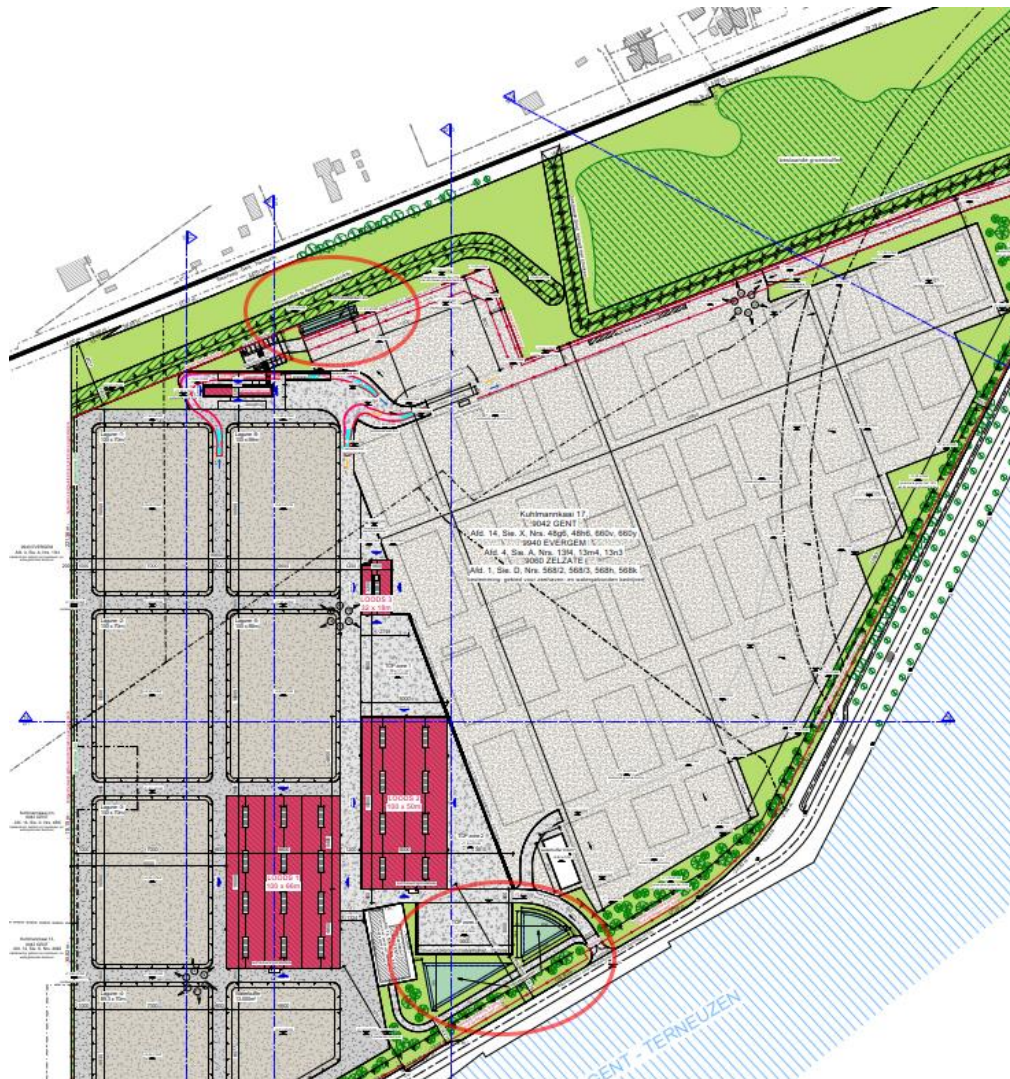
Voorspellingen vanaf 07/04/2025
Referentieperiode: 01/01/1991-31/12/2020

Bron: Vlaamse Milieumaatschappij

Figuur 2-12: Relatieve lokale grondwaterstandsindicator van het dichtstbijzijnde meetpunt (peilput 4-0242).

3 Infiltratie en verontreiniging

Op basis van de infiltratieproeven (zie hoofdstuk 1) en op basis van de info uit de hemelwatertoets (geen nood aan infiltratiezones voor het logistieke gedeelte) blijven nog twee zones relevant voor het plaatsen van infiltratiebekkens. Enerzijds in het noorden van het terrein en anderzijds zuidelijk gelegen.



Figuur 3-1: Inplantingsplan met 2 infiltratiezones

Restverontreinigingen in de grond.

In Figuur 3-2 zijn de restverontreinigingen weergegeven. De bekken vallen buiten deze verontreinigingen.



Figuur 3-2: restverontreiniging in de grond met aanduiding bekken

Ondiepe grondwaterverontreinigingen.

Het noordelijke bekken (zone 1 en 2) valt binnen de arseenpluim. Arseen is echter al in de ruime omgeving en stroomafwaarts aanwezig en betreft ook een regionaal probleem. De impact van een lokale verhoging van de grondwatersnelheid is verwaarloosbaar.

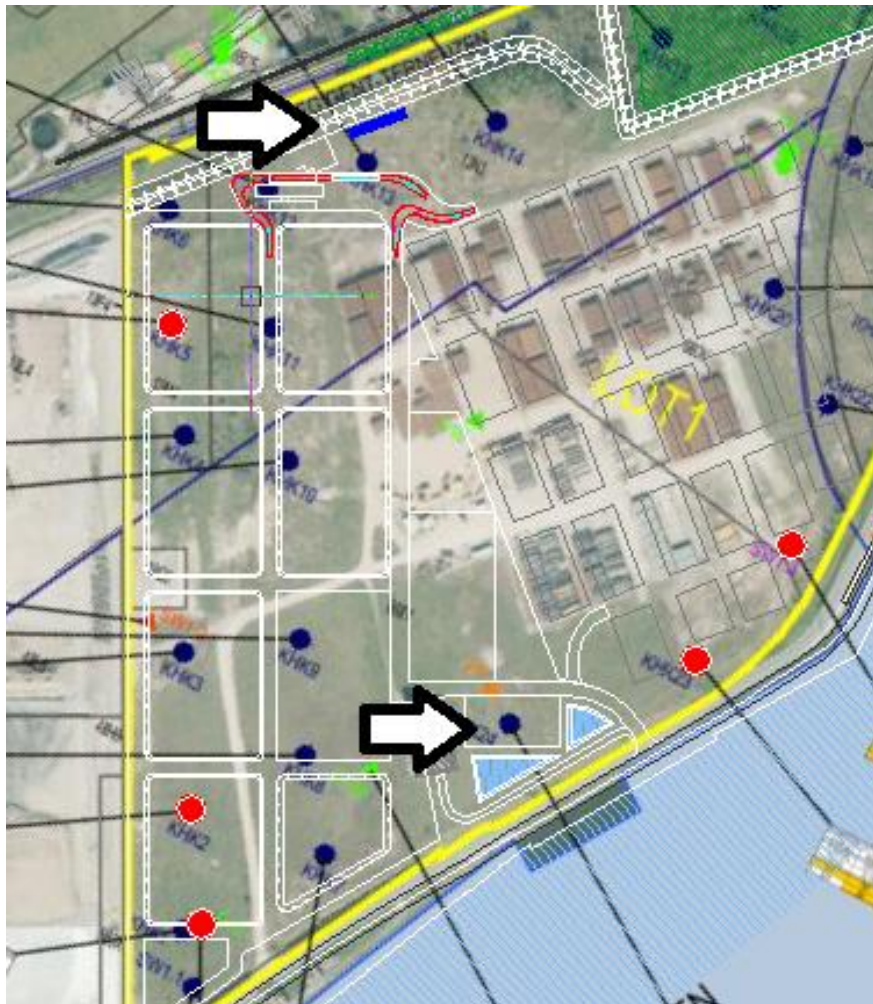
De zuidelijke bekken (zone 6) vallen buiten enige grondwaterverontreiniging.



Figuur 3-3: Plan Ondiepe grondwaterverontreiniging met aanduiding bekken

PFAS

Grondconcentraties PFAS: In Figuur 3-4 zijn in rood de overschrijdingen van de Toetsingswaarde Vrijhergebruik (3/2/8) weergegeven. De bekken vallen buiten de PFAS-grondverontreinigingen.



Figuur 3-4: PFAS-grondverontreinigingen met aanduiding bekken

Grondwaterconcentraties PFAS: In Figuur 3-5 zijn in rood de overschrijdingen van 100 ng/l weergegeven. Er is geen grondwaterverontreiniging aanwezig bij het noordelijke bekken. Stroomopwaarts van de zuidelijke bekkens is 140 ng/l aanwezig in het grondwater. Rekening houdende met de overige concentraties op de site en het gebruik als industriegebied, lijkt de impact van de infiltratie op deze beperkte normoverschrijding verwaarloosbaar, zeker omdat langsheen het kanaal concentraties worden gemeten die vele malen hoger zijn (tot 59600 ng/l).



Figuur 3-5: PFAS grondwaterconcentraties met aanduiding bekkens

4 Conclusie

Op basis van de infiltratieproeven, de grondmetingen en het vergelijk met de verontreinigingszones zijn de zones 1&2 en zone 6 geschikt om de infiltratiebekkens te voorzien.