



BURO HOOGSTRAAT




Waterstructuurplan

Woonwijk Lettele-Oost

Projectcode: P05072

Versie: Definitief 03

Datum: 16-01-2025

Colofon	
Titel:	Waterstructuurplan Woonwijk Lettele-Oost
Projectcode	P05072
Versie:	Definitief 03
Datum:	16-01-2025
Auteur:	C. Brandsma
Gecontroleerd door:	M. Damminga
Opdrachtgever:	Gemeente Deventer
Opdrachtnemer:	Buro Hoogstraat bv Kerkplein 5 8121 BM Olst
Telefoon:	0570 563083
Email:	algemeen@burohoogstraat.nl
Website:	https://burohoogstraat.nl/
Contactpersoon:	F. Harbers
Telefoon:	06 13949581
Email:	fabian.harbers@burohoogstraat.nl
Akkoord voor vrijgave	
Datum:	16-01-2025
Naam:	F. Harbers
Paraaf:	

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding en doel.....	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Algemene gegevens.....	5
2.1	Gegevens plangebied	5
2.2	Regionale bodemopbouw en geohydrologie.....	7
2.3	Bodemopbouw en doorlatendheid	7
2.4	Grondwater.....	8
2.5	Oppervlaktewater	10
2.6	Overstromingsrisico.....	11
2.7	Stresstest	12
2.8	Bestaande riolering	12
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten	13
3.1	Digitale watertoets.....	13
3.2	Ontwateringsdieptes.....	13
3.3	Beleid gemeente Deventer.....	14
3.4	Beleid waterschap Drents Overijsselse Delta	14
3.5	Technische ontwerp-eisen hemel- en vuilwaterafvoer	14
3.6	Waterkwaliteit	15
4	Hemelwaterafvoer	16
4.1	Afstromend verhard oppervlak	16
4.2	Benodigde berging binnen het plangebied.....	16
4.3	Principe hemelwatersysteem	16
4.4	Uitgangspunten waterberging	17
4.5	Bergingscapaciteit in het plangebied	18
4.6	Berekening eisen gemeente en waterschap.....	19
4.7	Extreme neerslagsituatie.....	19
4.8	Klimaatadaptatie.....	19
5	Ontwerp vuilwaterafvoer.....	20
6	Samenvatting, conclusie- en aanbevelingen	21
7	Verwijzingen	23

Bijlagen

Bijlage 1	Grafieken grondwaterstanden
Bijlage 2	Boorstaten en locaties
Bijlage 3	Bestaande riolering
Bijlage 4	Digitale watertoets
Bijlage 5	Waterontwerp
Bijlage 6	Doorlatendheidsonderzoek

Bijlage 7 Begrippenlijst

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Gemeente Deventer is door Buro Hoogstraat bv een waterstructuur plan opgesteld. De aanleiding voor het opstellen van dit waterstructuur plan is de geplande ontwikkeling van een woonwijk aan de oostkant van Lettele. De geplande ontwikkeling mag geen negatieve gevolgen hebben op de waterhuishoudkundige situatie (zowel kwalitatief als kwantitatief) in en om het plangebied. In verband hiermee is dit waterstructuurplan opgesteld waarin de waterhuishoudkundige aspecten (veiligheid, wateroverlast, waterkwaliteit, verzilting en verdroging) en alle wateren (Rijkswateren, regionale wateren, gemeentelijke en particuliere wateren en grondwater) worden beschouwd. In dit waterstructuur plan is onderbouwd wat het effect van de voorgenomen ontwikkeling op voornoemde aspecten en wateren is, voor zover relevant. Indien negatieve effecten worden verwacht, wordt aangegeven welke maatregelen kunnen worden getroffen om de negatieve effecten te beperken/voorkomen.

Op basis van het waterstructuur plan kan een waterparagraaf worden opgesteld die in het omgevingsplan kan worden opgenomen.

1.2 Leeswijzer

In dit waterstructuurplan wordt ingegaan op de volgende onderdelen:

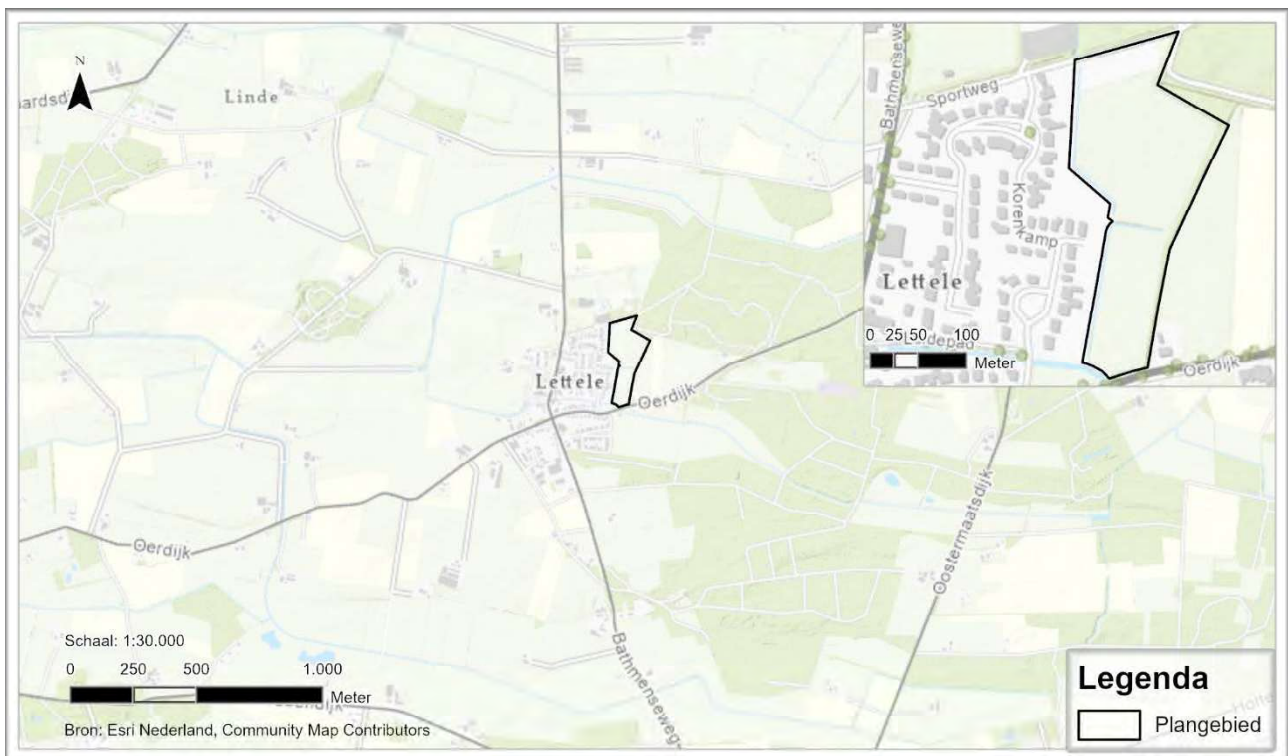
- Hoofdstuk 2 algemene gegevens;
- Hoofdstuk 3 randvoorwaarden en uitgangspunten;
- Hoofdstuk 4 hemelwaterafvoer;
- Hoofdstuk 5 ontwerp vuilwaterafvoer.

2 Algemene gegevens

Dit waterstructuur plan is gebaseerd op de ervaring van Buro Hoogstraat met vergelijkbare projecten en op geraadpleegde bronnen aan het eind van het rapport (verwijzingen). In bijlage 6 is een begrippenlijst toegevoegd met veel gebruikte begrippen en extra informatie die relevant zijn voor het waterstructuur plan.

2.1 Gegevens plangebied

Het plangebied ligt ten oosten van de bebouwde kom in Lettele zie afbeelding 1. Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 32.500 m². Het maaiveld ligt volgens AHN4 (2023) en hoogtemeting (dagnl, 2022) tussen circa +7,30 en +7,50 m NAP in het noorden en tussen circa +7,70 en +8,40 m NAP in het zuiden. In het zuiden loopt de noord- en de zuidkant langzaam op naar een hoogte van +8,40 m NAP, zie afbeelding 2 (AHN4, 2023).



Afbeelding 1 Regionale ligging plangebied



Afbeelding 2 Bestaande hoogtes in plangebied (AHN4, 2023)

In afbeelding 3 is een uitsnede van het voorlopig ontwerp van het plangebied weergegeven. In het plangebied wordt een woonwijk gebouwd, met wegen, parkeerplaatsen, groen, moestuinen en waterretentiegebieden (Gemeente Deventer, 2024).



Afbeelding 3 Voorlopig ontwerp plangebied (Gemeente Deventer, 2024)

2.2 Regionale bodemopbouw en geohydrologie

In tabel 1 is een geohydrologisch profiel weergegeven van de bovenste 49 m binnen het plangebied.

Tabel 1 Geohydrologisch profiel van het plangebied (TNO, 2024)

Diepte (m-mv)	Hydrogeologische eenheid	Lithologie	K-waarde ¹⁾ (m/dag)	c-waarde ²⁾ (dagen)
0 – 3	Formatie van Boxtel, 3 ^{de} en 4 ^{de} zandige eenheid	midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	$5 \leq K_h < 10$	g.w.
3 – 32	Formatie van Kreftenheye, 3 ^{de} en 4 ^{de} zandige eenheid	midden en grof zand, met weinig zandige klei, grof zand en een spoor van klei en veen	$50 \leq K_h < 100$	g.w.
32 – 49	Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Twello, 1 ^{ste} kleiige eenheid	zandige klei en klei, met weinig fijn en midden zand en een spoor grof zand	g.w.	$10^4 \leq c < 10^5$

Watervoerend pakket
Scheidende laag

- 1) K-waarde = horizontale waterdoorlatendheid;
 2) c-waarde = hydrologische weerstand;
 3) g.w. = geen waarde vermeld.

2.3 Bodemopbouw en doorlatendheid

In oktober 2022 is binnen het plangebied een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit onderzoek zijn 41 boringen uitgevoerd tot dieptes variërend van 0,50 tot 3,00 m-mv (Bodemportaal BV, 2022). De boorstaten geven weer dat de bodem binnen het plangebied tot in ieder geval 3,0 m-mv voornamelijk uit zand bestaat. De boorstaten en de locaties van de boringen van het verkennend bodemonderzoek zijn weergegeven in bijlage 2.

Infiltratieonderzoek

De verwachting is dat hemelwater in het plangebied geïnfiltreerd kan worden aangezien de bodem tot een diepte van tenminste 3,0 m-mv uit zand bestaat (Bodemportaal BV, 2022). Dinoloket geeft een indicatie van 5 tot 10 m/dag voor de K-waarde van het zand tot 3,0 m-mv in het plangebied (TNO, 2024). Deze K-waarden duiden op een goede doorlatendheid van het zand.

Door het uitvoeren van een infiltratieonderzoek is een inzicht verkregen in de doorlatendheid (K-waarde) van de bodem. Het onderzoek heeft plaatsgevonden eind september 2024. De resultaten van het onderzoek zijn samengevat weergegeven in onderstaande tabel 2. In bijlage 6 is het volledige rapport omtrent het geohydrologische onderzoek ten behoeve van het plangebied opgenomen.

Tabel 2 Resultaten doorlatendheids- (K-waarde) onderzoek

Infiltratieproef	Diepte peilbuis (m-mv)	Afgeleide K-waarde (m/dag)	
		Meting 1	Meting 2
1	0,90	1,3	1,2
2	1,40	6,1	5,5
3	0,75	0,4	0,3
4	0,45	0,0	0,0
5	2,43	13,4	15,2
6	2,33	44,6	43,8
7	2,91	49,4	51,1
8	2,54	10,0	11,1

Proeven 1 tot en met 3 zijn in de bovengrond (onverzadigde zone) van het zuidelijke deel uitgevoerd en tonen een matige tot goede doorlatendheid van de bodem tot 1,5 m-mv.

Proef 4 is in de bovengrond van het noordelijk deel uitgevoerd en toont een zeer slechte doorlatendheid. De reden van deze zeer slechte doorlatendheid is dat de grondwaterstand in het noordelijk deel op circa 0,5 m-mv is aangetroffen ten tijden van het onderzoek, er hier sprake is van een humeuze toplaag en dat het water daar op maaiveld stond ten tijde van het veldwerk.

Proeven 5 tot en met 8 zijn uitgevoerd in de verzadigde bodem (van zowel het noordelijke als het zuidelijke deel) en tonen een zeer goede doorlatendheid.

2.4 Grondwater

Op het Dinoloket (TNO, 2024) zijn binnen een straal van circa 220 m van het plangebied 4 monitoringspeilbuizen aangegeven waarin de grondwaterstanden periodiek zijn gemeten. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in bijlage 1 en in tabel 3 zijn nadere gegevens van deze monitoringspeilbuizen weergegeven.

Tabel 3 Gegevens van monitoringspeilbuizen in omgeving van het plangebied (TNO, 2024)

Peilbuis	Filterstelling (m NAP)	Hoogte maaiveld (m NAP)	Gemeten periode	Aantal metingen	Afstand tot plangebied (m)
B27H0014	-3,41 tot -23,59	+8,16	28-03-1950 t/m 28-08-2000	580	220
B27H0036	+3,15 tot +2,15	+8,13	16-01-1973 t/m 28-09-1993	454	215
B27H0245	+4,97 tot +3,97	+8,28	27-08-1999 t/m 31-12-2019	16.997	220
GMW27H120677	+6,00 tot +5,00	+7,99	11-11-2015 t/m 14-03-2024	43.511	155

Op elke plaats fluctueert de freatische grondwaterstand in een jaar als gevolg van seizoensinvloeden (neerslag en verdamping). In het algemeen ligt de freatische grondwaterstand in het voorjaar (maart) op het hoogste niveau en in de nazomer (september) op het laagste niveau. Uit gemeten grondwaterstanden in een monitoringspeilbuis die niet binnen het plangebied staat, kan een indicatie over de gemiddeld laagste (GLG) en gemiddeld hoogste (GHG) grondwaterstand in het plangebied worden verkregen. De mate waarin de in de peilbuizen gemeten grondwaterstanden als representatief voor het plangebied kunnen worden beschouwd is afhankelijk van de volgende aspecten:

- de afstand van de peilbuis tot het plangebied (hoe groter de afstand des te minder representatief);
- de diepte van het filter van de peilbuis (hoe dieper, des te minder representatief) en de bodemopbouw ter plaatse van de peilbuis in het plangebied (hoe groter de verschillen, des te minder representatief);
- de ouderdom en lengte van de tijdreeks waarover meetgegevens beschikbaar zijn (hoe ouder en hoe korter de meetreeks des te minder representatief) en het aantal metingen van de meetreeks (hoe minder metingen des te minder representatief);
- de maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis in vergelijking met de maaiveldhoogte van het plangebied (hoe groter het verschil in maaiveldhoogte des te minder representatief);
- de aanwezigheid, omvang en diepte van oppervlaktewater tussen de peilbuis en het plangebied (hoe groter en dieper het oppervlaktewater des te minder representatief);
- overige omstandigheden tussen de peilbuis en het plangebied die invloed hebben op de grondwaterstand.

Op basis van de hiervoor genoemde punten is beoordeeld in welke mate de, in de beschouwde peilbuizen, gemeten grondwaterstanden representatief zijn voor het plangebied. In tabel 4 is het resultaat van deze beoordeling weergegeven.

Tabel 4 Beoordeling representativiteit van de in monitoringspeilbuizen gemeten grondwaterstanden

criterium ¹⁾	B27H0014	B27H0036	B27H0245	GMW27H120677
a) Afstand tot plangebied	o	o	o	o
b) Diepte filter in relatie tot bodemopbouw	+	o	+	+
c) Meetreeks : ouderdom	-	-	o	+
: lengte	+ (50,5 j)	+ (20,5 j)	+ (20 j)	+ (8,5 j)
: aantal metingen per jaar	- (11 p/j)	- (22 p/j)	+ (849 p/j)	+ (5.118 p/j)
d) Hoogte maaiveld	+	+	+	+
e) Oppervlaktewater	o	o	o	o
f) Overige factoren	?	?	?	?
TOTAAL²⁾	+	o	++++	+++++

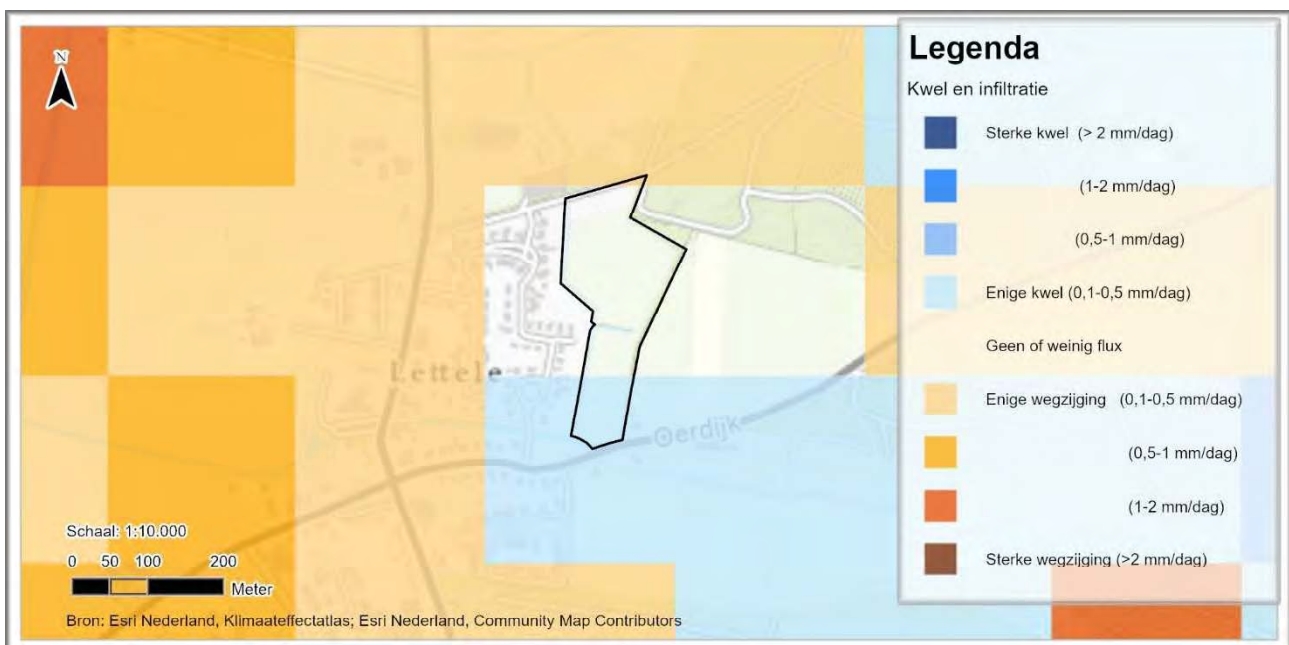
1) Zie tabel 15 voor kwantificering van de parameters;

2) Som van alle + + en - -; bijvoorbeeld 3 keer +, 2 keer 0 en 1 keer - levert een totaal op van ++, waarbij + = gunstig/buikbaar
o = neutraal - = ongunstig/niet bruikbaar.

Op basis van tabel 4 worden de gemeten grondwaterstanden in peilbuizen B27H0245 en GMW27H120677 het meest representatief geacht om een indicatie van de GHG en GLG in het plangebied af te leiden. In bijlage 1 zijn de in deze peilbuizen gemeten grondwaterstanden grafisch weergegeven.

Kwel

Op de kwelkaart van de klimaateffectatlas (Geodan, 2023) in afbeelding 4 is aangegeven dat in het midden van het plangebied geen of weinig flux is, in het noorden sprake is van enige wegzijging en in het zuiden van enige kwel.



Afbeelding 4 Kwel en infiltratiekaart (Geodan, 2023)

Grondwaterbeschermingsgebied

Het plangebied ligt in een boringsvrije zone voor boringen dieper dan 50 meter (Provincie Overijssel, 2024). Dit heeft te maken met de grondwaterwinning voor drinkwater van het diepe grondwater. Dit betekent dat dieper dan 50 meter niet zomaar geboord mag worden in verband met het grondwaterbeschermingsgebied. Wanneer binnen het plan gekeken wordt naar boringen/ infiltratie dieper dan 50 meter dient dit nader onderzocht te worden, echter gaat de voorkeur uit om dit niet te doen.

Conclusie grondwater

Op basis van tabel 3, tabel 4, afbeelding 4 en bijlage 1 worden voor het plangebied de in tabel 5 vermelde GHG en GLG aangehouden.

Tabel 5 Voor het plangebied aangenomen GLG en GHG

	B27H0245	GMW27H120677	Plangebied
Hoogte bestaand maaiveld (m NAP)	+8,28	+7,99	+7,30 à +8,40
GHG (m NAP)	+7,30	+7,30	+7,35 ¹⁾
GLG (m NAP)	+6,40	+6,40	+6,40

1) Plus 5 cm onzekerheidsmarge ten opzichte van de GHG in peilbuizen B27H0245 en GMW27H120677 in verband met mogelijke toekomstige klimaatontwikkeling waarbij periodes met grotere grondwaterstandfluctuaties niet zijn uit te sluiten (aanneمة in doorsnede tekening (Gemeente Deventer, 2024)).

2.5 Oppervlaktewater

Het plangebied ligt in het beheergebied van waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). In afbeelding 5 zijn de op de legger van het waterschap geregistreerde watergangen weergegeven. Het plangebied ligt in een peilgebied waar het minimale peil +6,60 m NAP is en het maximale peil +6,90 m NAP (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2024). De peilen worden gehanteerd bij peil regulerende kunstwerken, dit kan betekenen dat de waterstanden lokaal kunnen afwijken van het streefpeil.



Afbeelding 5 Legger van WDOD (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2024)

Het project beoogt de aanleg van een natuurvriendelijke oever aan de oostelijke oever. In overleg met het waterschap wordt nog beslist of de A-watergang in het besluitgebied met smalspoor of breedspoor zal worden onderhouden. Dit in verband met de aanplant van bomen aan de west- of oostzijde van de watergang. Bij breedspoor-onderhoud zal de watergang verlegt worden om een minimaal 5 meter breed obstakelvrij onderhoudspad te creëren. Daarbij blijft de afvoer en afwatering van bovenstrooms gelegen gebieden gegarandeerd. Er vindt in de A-watergang geen extra peilopzet plaats en de afvoercapaciteit blijft minimaal gelijk aan de huidige situatie. Er vindt geen extra afvoer vanuit het plangebied plaats op de A-watergang ten opzichte van de huidige situatie, door de aanleg van nieuwe bergingsvoorzieningen. Daardoor is er geen toename in de kans op wateroverlast in de omliggende gebieden.

Langs de rechterzijde van de houtwal aan de oostzijde van de ontwikkeling loopt een afwateringssloot welke van belang is voor de naastgelegen percelen en het daarachter liggende gebied. De afvoer uit het gebied is niet exact te bepalen maar kan bij tijden fors zijn (de effecten van water vasthouden in de Oostermaet kan positief hierop zijn).

In de huidige situatie is deze sloot enerzijds middels een duiker $\varnothing 300$ mm aangesloten op de A-watergang in het midden van het plangebied. Anderzijds loopt deze sloot ook verder door naar het zuiden richting de Oerdijk alwaar deze rechtstreeks middels een duiker $\varnothing 300$ mm is aangesloten op de Lettelerleide.

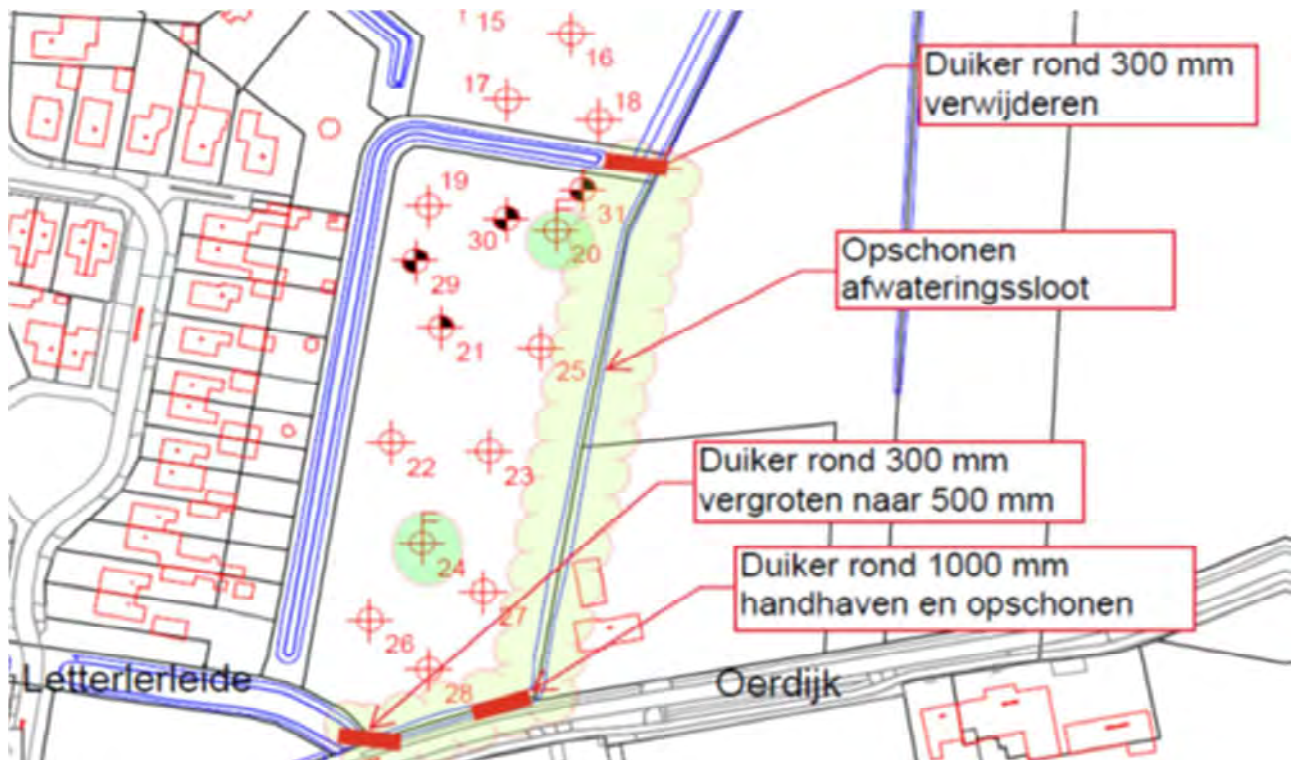
Het project voorziet in het verwijderen van de aansluiting van de afwateringssloot op de A-watergang in het plangebied. In verband hiermee is voorzien in het opschonen van de afwateringssloot vanaf het aansluitpunt op de A-watergang tot aan het lozingspunt op de Lettelerleiding. Het opschonen dient zodanig plaats te vinden dat hetzelfde profiel ontstaat zoals dat ook aanwezig is bij de watergang oost-west door het plangebied. Tevens wordt binnen het project de duiker $\varnothing 300$ mm welke aansluit op de Lettelerleide, vergroot naar een duiker $\varnothing 500$ mm. In geval van een aanvoersituatie op de Lettelerleide, en om te voorkomen dat het perceel oostelijk van het plangebied volstroomt, wordt deze duiker voorzien van een terugslagklep.

Met deze maatregelen blijft de afvoer en afwatering van bovenstrooms gelegen gebieden gegarandeerd en is er geen toename in de kans op wateroverlast in de omliggende gebieden. In afbeelding 6 is dit gevisualiseerd.

2.6 Overstromingsrisico

Op de klimaateffectatlas (Geodan, 2024) zijn kaarten weergegeven waarop de overstromingskansen van gebieden zijn aangeduid. Dit betreffen overstromingen die kunnen ontstaan vanuit een rivier of zee. Toch kunnen de maatregelen die overlast van extreme neerslag tegen gaan ook helpen tegen ondiepe overstromingen vanuit rivier, zee en ander oppervlaktewater. Hierbij zijn de overstromingskansen verdeeld in vier categorieën met verschillende herhalingsperiodes:

- Grote kans : de kans dat een gebied 1 keer in de 10 jaar overstroomt;
- Middelgrote kans : de kans dat een gebied 1 keer per 100 jaar overstroomt;



Afbeelding 6 Visualisatie ingrepen bestaande watergang(en) ten oosten van het plangebied

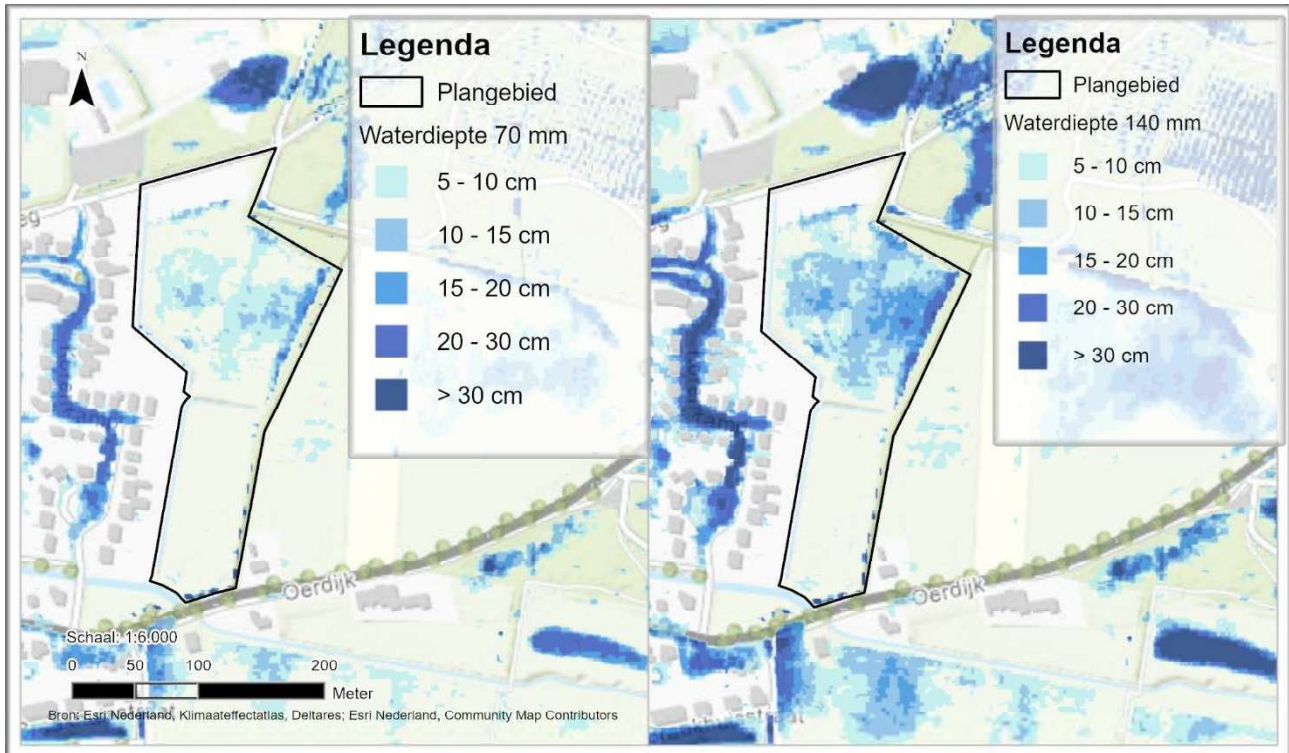
- Kleine kans : de kans dat een gebied 1 keer per 1.000 jaar overstroomt;
- Bijzonder kleine kans : de kans dat een gebied 1 keer per 10.000 jaar overstroomt.

Op de klimaateffectatlas is aangegeven dat voor het plangebied geen kans is op een overstroming.

2.7 Stresstest

Op de klimaateffectatlas zijn naast kaarten met gegevens over overstromingskansen, ook kaarten beschikbaar met een indicatie van de kans op wateroverlast door hevige neerslagsituaties met daarbij aangegeven wat de verwachte optredende waterdiepte is. Hierbij is gekeken naar een bui van 70 mm in 2 uur en een bui van 140 mm in 2 uur. In afbeelding 7 zijn deze kaarten voor het plangebied weergegeven.

Hierin is te zien dat tijdens hevige neerslagsituaties in het plangebied kans is op wateroverlast met name op het lageregelegen gedeelte aan de noordzijde van het plangebied. Hierbij is een kans op wateroverlast bij 70 mm/2uur waarbij een waterdiepte van maximaal 30 cm kan worden verwacht. Bij de bui van 140 mm/2uur kan heel lokaal een waterdiepte van meer dan 30 cm worden verwacht.



Afbeelding 7 Kans op wateroverlast door hevige neerslag op basis van de gegevens van de klimaateffectatlas (Geodan, 2023)

2.8 Bestaande riolering

In tabel 6 zijn nadere gegevens weergegeven van het rioelstelsel rondom het plangebied (Gemeente Deventer, 2024) (Kadaster, 2024).

Tabel 6 Gegevens rioelstelstel rondom het plangebied (Gemeente Deventer, 2024) (Kadaster, 2024)

Straatnaam	Type	Afvoerrichting	Hoogtes		Diameter Ø (mm)
			B.O.B. (m NAP)	Maaiveld (m NAP)	
Oerdijk	Vrijverval Putnummer 126	Westen	+6,35	+8,19	300
Korenkamp	Vrijverval (gemengd) Putnummer 008	Zuiden	+6,45	+7,81	300

De revisietekening van de bestaande riolering in Lettele is bijgevoegd in bijlage 3.

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

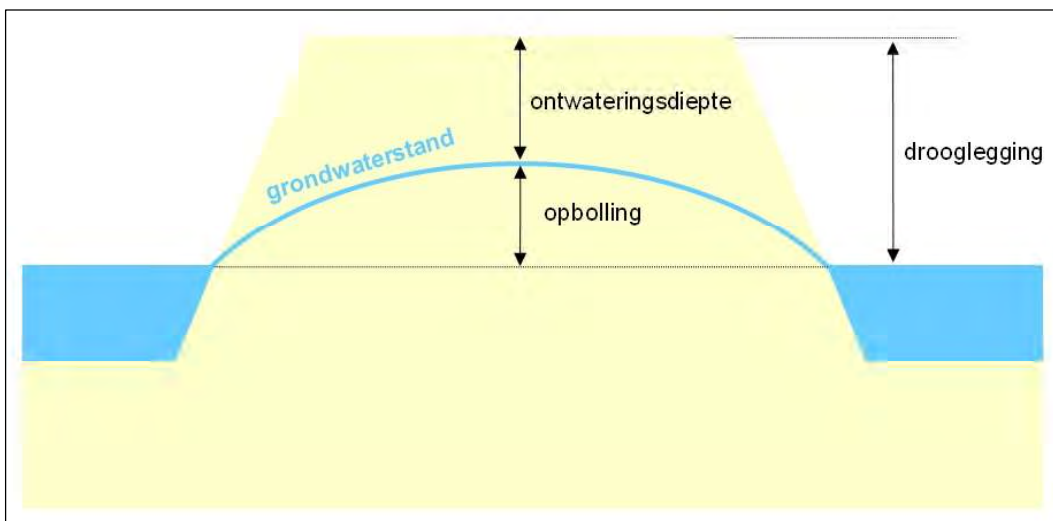
3.1 Digitale watertoets

Voor de geplande ontwikkeling is de digitale watertoets op de website www.hetwateradvies.nl uitgevoerd. Deze is opgenomen in bijlage 4. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat belangen van het waterschap worden geraakt en dat daarom de normale procedure moet worden gevolgd. Op basis hiervan is de digitale watertoets ingediend bij het waterschap. Het waterschap heeft aangegeven dat de volgende waterbelangen naar voren zijn gekomen:

- Bij een toename van meer dan 500 m² verharding moet bij herstructurering compensatie plaatsvinden middels: vasthouden-bergen-afvoeren.

3.2 Ontwateringsdieptes

De gemeente Deventer heeft eisen gesteld aan de minimale ontwateringsdiepten voor bebouwing, wegen en openbaargroen / tuinen (Gemeente Deventer, 2023). Deze ontwateringsdieptes worden gehanteerd om te voorkomen dat in de toekomst nadelige gevolgen gaan optreden als gevolg van (te) hoge grondwaterstanden. In afbeelding 8 is schematisch weergegeven wat de ontwateringsdiepte inhoudt.



Afbeelding 8 Schematisch overzicht ontwateringsdiepte

Het maaiveld van het plangebied ligt in de huidige situatie op een hoogte van circa +7,30 tot +8,40 m NAP. Op basis van een GHG van +7,35 m NAP is in tabel 7 een overzicht weergegeven van de minimale hoogtes van de toekomstige inrichting zoals terreinverhardingen en vloerpeilen. Op basis van deze gegevens dient een groot deel van het plangebied te worden opgehoogd. Bij de technische uitwerking van het plan dienen de ontwerphoogtes verder uitgewerkt te worden.

Tabel 7 Minimale ontwerphoogtes in plangebied op basis de GHG +7,35 m NAP

gebruiksvorm	ontwateringsdiepte	
	eis gemeente Deventer (m boven GHG)	plangebied (+ m NAP)
bebouwing met kruipruimte ¹⁾	0,70	+8,05
bebouwing zonder kruipruimten ¹⁾	0,50	+7,85
tuinen en openbare groenvoorzieningen	0,50	+7,85
primaire wegen	1,00	+8,35
secundaire wegen	0,70	+8,05

1) Vloerpeil van de woningen 0,20 tot 0,30 m boven het omringend maaiveld en minimaal 0,20 m boven de as van wegen.

3.3 Beleid gemeente Deventer

De gemeente Deventer stelt als eis in het Handboek Eisen Openbare Ruimte (Gemeente Deventer, 2023) dat tenminste 20 mm water in een infiltratievoorziening geborgen dient te worden binnen de grenzen van het plangebied. Dit geldt voor openbaar gebied. Voor uitgeefbaar gebied (op eigen kavel) geldt dit ook, tenzij het om technische of geohydrologische redenen niet mogelijk is. Overtollig regenwater mag bovengronds op de perceelgrens worden aangeboden op de openbare ruimte.

Daarnaast dient te worden voldaan aan een bergingseis van 62 mm/uur bij een bui van 64 mm/uur, waarbij geen wateroverlast mag ontstaan. Wateroverlast betekent water binnen de woningen. Tijdens de 64 mm/uur bui mag wel tijdelijk water op straat staan. Een infiltratievoorziening dient binnen 24 uur na het einde van de bui geleid te zijn.

3.4 Beleid waterschap Drents Overijsselse Delta

Het hemelwatersysteem wordt door het WDOOD getoetst aan de hoeveelheid neerslag die eens in de 100 jaar wordt overschreden: uitgangspunt hiervoor is een bui van 111 mm in 48 uur. De toegestane afvoer in deze neerslagsituatie is 1,6 l/s/ha. Er mag bij deze bui geen water in de woningen komen en belangrijke ontsluitingswegen blijven vrij van water (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023). Tabel 8 geeft een overzicht van de hiervoor benodigde berging. Hieruit blijkt dat in het plangebied 80 mm berging gerealiseerd moet worden.

Tabel 8 Overzicht benodigde berging (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023)

Neerslagstatistiek	Nieuwe statistiek volgens Stowa rapport 2015-10
Klimaatscenario	Huidig klimaat + 10%
Afvoer (l/s/ha) T=1	0,8
Afvoer (l/s/ha) T=100	1,6
Maatgevende bui duur (uur)	48
Totale neerslaghoeveelheid (mm)	111 (100,9*1,1)
Afvoer via oppervlaktewater (mm)	28
Berging dak/straat/etc (mm)	3
Benodigde berging (mm)	80

3.5 Technische ontwerpisen hemel- en vuilwaterafvoer

Technische uitgangspunten voor het vuil- en hemelwaterriool volgens het Handboek Eisen Openbare Ruimte van de gemeente Deventer (Gemeente Deventer, 2023).

- gronddekking hoofdriool minimaal 1,25 m;
- diameter vuilwaterriool bij gescheiden stelsel minimaal 250 mm, materiaal PP;
- diameter schoonwaterriool minimale diameter 315 mm, materiaal PP;
- maximale lengte tussen twee putten: 75 m;
- afstromend hemelwater in eerste instantie naar groenvoorziening leiden;
- ondergrondse infiltratievoorzieningen reinigbaar en inspecteerbaar;
- bij overbelasting infiltratievoorziening mag deze overstorten op openbare ruimte;
- maximale waterdiepte beperken tot 0,30 m;
- putten voorzien van zandvang 300 mm;
- waterbergende fundering, onderlaag 0,15 m menggranulaat 4/40 vermengd met 15 volumepercent drainzand, vlijlaag 0,05 m brekerzand, met een holle ruimte van 23%.

Technische uitgangspunten voor het ontwerpen en dimensioneren van een wadi volgens het Handboek Eisen Openbare Ruimte van de gemeente Deventer (Gemeente Deventer, 2023).

- maximale waterdiepte beperken tot 0,30 m;
- bij wadi's de slokop uitvoeren met een bochtstuk van 315 mm met hierop een gietijzeren straatkolkkop;
- wadi's zo uitvoeren dat de bodem voldoende snel droog valt, waar nodig drains (horizontaal) of verticale drainage (grindpalen) toepassen;
- voor wadi's uitgaan van het standaardontwerp van de gemeente Deventer.

3.6 Waterkwaliteit

Bij de ontwikkeling dient rekening gehouden te worden met de kwaliteit van het hemelwater dat wordt geïnfiltreerd in de bodem en/ of overstort op openbaar terrein/ oppervlaktewater. Voor de infiltratievoorziening en de daarop afwaterende daken en regenpijpen zijn alleen materialen toe te passen die niet uitloogbaar en/of afbreekbaar zijn. De levensduur van de materialen moet minimaal 40 jaar bedragen (Gemeente Deventer, 2023). Het WDOD (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2024) geeft de volgende zaken aan met betrekking tot de kwaliteit van het af te voeren hemelwater:

- Schoon hemelwater mag worden afgevoerd naar oppervlaktewater (dakoppervlakken).
- Voor overige afvoer en verwerking van hemelwater (vanaf verharding) is het gewenst om dit via een bodempassage te lozen op het oppervlaktewater.
- In alle situaties geldt een voorkeur voor bovengronds afvoeren (zichtbaar). Anders is het noodzakelijke voorzieningen te treffen om eventuele foutieve ondergrondse aansluitingen te kunnen vaststellen.

4 Hemelwaterafvoer

4.1 Afstromend verhard oppervlak

In tabel 9 is de verdeling van oppervlaktes in het plangebied weergegeven. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen verharding in uitgeefbaar en openbaar gebied op basis van het voorlopige stedenbouwkundig ontwerp (zie afbeelding 3).

Tabel 9 Verdeling van verharde oppervlaktes in het plangebied

Onderdeel	Totaal verhard (m ²)
Openbaar terrein totaal	10.813
Verharding algemeen (bestrating)	8.563
Parkeerplaatsen (halfverharding)	1.450
Paden (halfverharding)	800
Uitgeefbaar terrein totaal	8.643
Woningen (PO-Kavels/middeldure koop)	5.873 ¹⁾
Woningen (goedkope koop/huur)	2.770 ²⁾
Totaal	19.456

1) Aanname 35% groen;

2) Aanname 10% groen.

4.2 Benodigde berging binnen het plangebied

In het plangebied moet voor verhard oppervlak berging worden gerealiseerd. De gemeente Deventer en het WDOOD hebben hier de eisen aan gesteld zoals beschreven in §3.3 en §3.4. Op basis van de in tabel 9 weergegeven verharde oppervlakten is in tabel 10 een overzicht van de te realiseren berging weergegeven.

Tabel 10 Overzicht te realiseren berging in plangebied

Onderdeel	Verhard oppervlak (m ²)	Te realiseren berging (m ³) voor de verwerking van ...		
		20 mm	62 mm/uur	80 mm
Openbaar terrein	10.813	216	649	865
Uitgeefbaar terrein	8.643	173	519	691
Totaal	19.456	389	1.167	1.556

4.3 Principe hemelwatersysteem

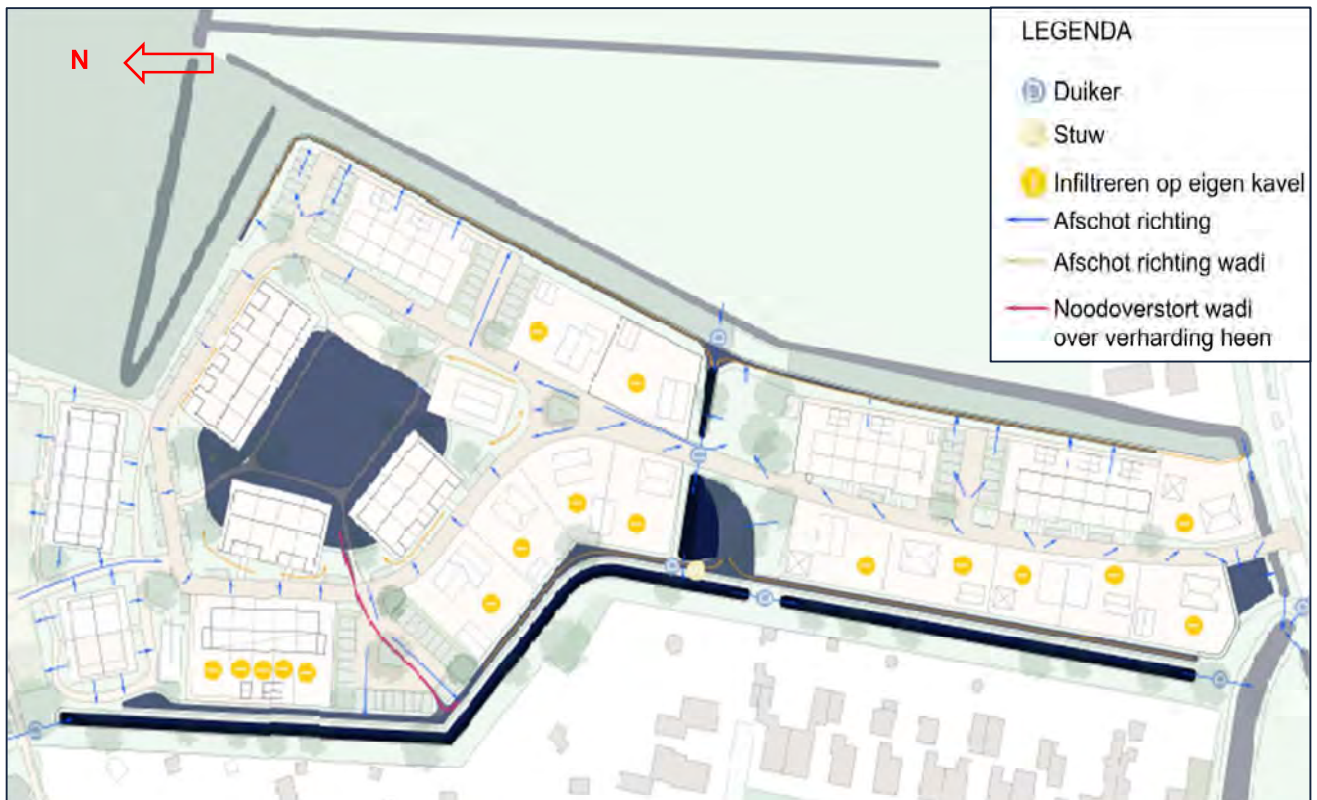
In het plangebied worden verschillende types woningen gebouwd. De woningen krijgen bergingen en tuinen. Om de woningen worden wegen, parkeerplaatsen, groen en waterretentiezones (wadi's) gerealiseerd.

De waterberging binnen het plangebied bestaat uit:

- waterberging op eigen kavel;
- waterberging in een wadi;
- waterberging in waterbergende fundatie.

In afbeelding 9 is het "Ontwerp Water" weergegeven binnen het plangebied (Gemeente Deventer, 2024). Hierin is te zien dat hemelwater middels afschot richting de wadi's en naastgelegen greppels kan stromen (zie ook bijlage 5). Voor de bergingsberekening is niet uitgegaan van berging in de greppels. In de praktijk zal hier wel water worden vastgehouden en wordt daarmee meer berging gerealiseerd in het plangebied dan hier wordt berekend. Gezien de beperkte breedte van deze greppels is ervoor gekozen deze berging niet mee te

rekenen. Bij de verdere civieltechnische uitwerking wordt gekeken in hoeverre er al dan niet berging in deze greppels gerealiseerd kan worden. De greppels worden wel gebruikt als overstortvoorziening.



Afbeelding 9 Ontwerp Water binnen plangebied (Gemeente Deventer, 2024)

Voor de percelen aangeduid met een 'gele I' geldt dat het hemelwater dat op deze percelen valt voor 20 mm wordt geborgen op eigen kavels. Voor de overige kavels geldt dat deze dergelijk kleine tuinen hebben dat het realiseren van 20 mm berging op deze kavels niet mogelijk is. Als de berging op de eigen kavels is gevuld zal het water via de wegen bovengronds overstorten, middels afschot, richting de wadi's of de omringende greppels. Verder zal waterbergende fundatie worden aangelegd onder de wegen en parkeerplaatsen in het plangebied. Middels kolken in de weg, die worden aangesloten op de drains in/onder de waterbergende fundatie zal het waterbergende pakket worden gevuld.

De as van de weg wordt (over het gehele plangebied) aangelegd op een hoogte van +8,05 m NAP. Het vloerpeil van de huizen komt op een hoogte van minimaal +8,25 m NAP. De bodem van deze wadi's komt boven/op de GHG van +7,35 m NAP, waarmee de insteek van de wadi's op +7,85 m NAP komt te liggen. Uitgaande dat de bovenkant van de waterbergende fundatie 15cm onder straatpeil wordt aangelegd, betekent dit de waterbergende fundatie volledig is gevuld bij +7,90 m NAP.

De overstort zal bovengronds via maaiveld worden gerealiseerd richting de greppels wanneer de voorzieningen volledig zijn gevuld (+7,90 m NAP) en 80 mm in het plangebied is gerealiseerd. Vanuit de greppels kan het hemelwater overstorten richting de watergang van het waterschap.

4.4 Uitgangspunten waterberging

De onderstaande uitgangspunten zijn aangehouden bij het ontwerp van de wadi's:

- talud van 1:3;
- bij 20 mm waterberging mag de wadi voor maximaal 30 cm gevuld zijn;
- bij een bui van 62 mm mag de wadi volledig gevuld zijn (50 cm);
- aanleg bodem wadi boven de GHG van +7,35 m NAP.

De onderstaande uitgangspunten zijn aangehouden bij het ontwerp van de waterbergende fundatie:

- waterbergende fundatie door middel van menggranulaat 4/40 met 15% drainzand;
- dikte pakket: 250 mm;
- holle ruimte: 23%.

In afbeelding 10 zijn de wadi's weergegeven.



Afbeelding 10 Waterbergingen (Gemeente Deventer, 2024)

4.5 Bergingscapaciteit in het plangebied

Wadi's

In tabel 11 is de bergingscapaciteit van de verschillende wadi's weergegeven. Hierin is te zien dat de wadi's voldoen aan de eis van 20 mm.

Tabel 11 Berging in wadi

	Oppervlakte Insteek wadi (m ²)	Berging wadi (m ³)		Berging wadi (mm)	
		bij 30 cm diepte	bij 50 cm diepte	bij 30 cm diepte ¹⁾	bij 50 cm diepte ²⁾
Wadi 1	1.603	446	743	41	38
Wadi 2	345	88	147	8	7
Wadi 3	99	22	37	2	2
Totaal	2.047	556	927	51	47

1) Op basis van een afvoerend verhard oppervlak van 10.813 m²;

2) Op basis van een afvoerend verhard oppervlak van 19.456 m².

Waterberging op uitgeefbaar terrein

Op ca. 50 % van de vierkante meters uit te geven kavels kan er een infiltratievoorziening van 20 mm op eigen terrein worden gerealiseerd. Op basis van 8.643 m² aan totaal uitgeefbaar terrein, wordt er 8.643 * 50% * 20 mm = 86 m³ aan berging op uitgeefbaar terrein gerealiseerd. Dit komt neer op een berging van 86 m³ / 19.456 m² = 4,4 mm.

Waterbergende fundatie

De waterbergende fundatie wordt aangelegd onder de wegen en de parkeerplaatsen (totaaloppervlakte 10.013 m²) in het plangebied. Op basis van de uitgangspunten in §4.4 is een waterberging van 575 m³ berekend. Dit komt neer op een berging van 575 m³ / 19.456 m² = 29,6 mm.

Totale berging

In tabel 12 is een totaaloverzicht weergegeven van de waterberging. Hierin is te zien dat in het plangebied voldoende berging aanwezig/realiseerbaar is om te voldoen aan de bergingseis van de gemeente Deventer van 20 mm in een voorziening en de 80 mm eis van het WDOD binnen het plangebied.

Tabel 12 Totaaloverzicht te realiseren berging

Infiltratievoorziening	Totale berging (m ³)	Totale berging (mm) ¹⁾
Wadi's	927	47
Berging uitgeefbaar terrein	86	4,4
Waterbergende fundatie	575	29,6
Totaal	1.588	81

1) Op basis van een afvoerend verhard oppervlak van 19.456 m².

4.6 Berekening eisen gemeente en waterschap

Voor het plangebied is de ledigingstijd bij een bui van 20 mm van een infiltratievoorziening vastgesteld op 24 uur (Gemeente Deventer, 2023). Of aan deze maximale eis kan worden voldaan is afhankelijk van:

- de bodemopbouw: de dikte en samenstelling van de verschillende bodemlagen in het plangebied;
- de doorlatendheid (K-waarde) van de verschillende bodemlagen;
- de grondwaterstand en fluctuaties daarvan (GHG/GLG).

De bodem binnen het plangebied bestaat uit zand (zie §2.3) wat gunstig is met betrekking tot infiltratie. De GHG binnen het plangebied is relatief hoog wat ongunstig is met betrekking tot infiltratie. Uit het doorlatendheidsonderzoek blijkt dat de doorlatendheid van de bovengrond (onverzadigde zone) een matige tot goede doorlatendheid hebben en dat de diepere bodem (verzadigde zone) een zeer goede doorlatendheid heeft. De aangetroffen doorlatendheid van de bodem is gunstig voor wat betreft de ledigingstijd van de infiltratievoorzieningen.

4.7 Extreme neerslagsituatie

In het geval dat meer neerslag valt dan berging in het plangebied aanwezig is (zie §4.5) dient gekeken te worden naar wat er gebeurt. Bij een extreme bui van 100 mm/uur zal $1.946 - 1.733 = 213$ m³ buiten de waterbergingsmogelijkheden verspreid worden. Dit betekent dat over de gehele verharding $213 \text{ m}^3 / 19.456 \text{ m}^2 = 1,1$ cm water komt te staan. Wanneer het vloerpeil van de huizen minimaal 20 cm boven het straatpeil ligt, stroomt water niet de huizen in. Daarnaast zal doordat een overstort op +7,90 m NAP wordt gerealiseerd de kans op wateroverlast klein zijn omdat het hemelwater kan afstromen richting de A-watergang van het waterschap.

4.8 Klimaatadaptatie

In het plangebied wordt hemelwater zoveel mogelijk geïnfiltreerd in de bodem door de wadi's en waterbergende fundatie. Hierdoor wordt het effect van de toename aan verharding, waardoor versnelde afvoer van hemelwater plaatsvindt, zoveel mogelijk voorkomen. Door het infiltreren van hemelwater wordt het grondwater aangevuld, waarmee wordt bijgedragen aan het tegen gaan van verdroging. Door het infiltreren van hemelwater en het tegengaan van de versnelde afvoer van hemelwater door verharding wordt voorkomen dat het watersysteem overbelast raakt. Waardoor de kans op wateroverlast wordt verminderd. Verder wordt binnen het plan geen gebruik gemaakt van uitlogende materialen om vervuiling van grond-/oppervlaktewater zoveel mogelijk tegen te gaan. Het hemelwater dat oppervlakkig tot afstroming komt richting de wadi's wordt hier voor-gezuiverd alvorens het in het grond- en oppervlaktewater terecht komt.

5 Ontwerp vuilwaterafvoer

Uitgangspunten

- Aantal woningen : 60;
- Gemiddeld aantal inwoners : 3 per woning;
- Inwonersequivalent : 180;
- VWA per inwoner : 120 liter per dag;
- Piekafvoer : 12 liter per uur per inwoner;
- Totaal afvoer : 22 m³ per dag
- Totaal piekafvoer : 2.160 liter per uur.

Aansluiting op bestaand riool

De maximaal af te voeren hoeveelheid vuilwater bedraagt 180 inwoners x 12 l/u = 2.160 liter per uur ofwel 0,60 l/s. Een kunststofleiding met een diameter van $\varnothing 250$ mm en een verhang van 1:250 heeft een afvoercapaciteit van circa 22,7 l/s bij een half gevulde buis. Voor het vuilwaterriool volstaat een leidingdiameter van $\varnothing 250$ mm ruimschoots.

In de wegen rondom het plangebied zijn geen geschikte aansluitmogelijkheden onder vrijverval aan te sluiten met het vuilwaterriool. Op basis van de KLIC en de rioolrevisie van de gemeente wordt geadviseerd om een apart gemaal te plaatsen voor het plangebied en deze middels een persleiding te laten lozen op het bestaande rioolstelsel van Lettele.

Voorgesteld wordt om het gemaal in het midden van het plangebied nabij de voorziene trafo te plaatsen. Op basis van het naastgelegen rioolstelsel in Lettele zijn er twee mogelijke locaties om met behulp van een persleiding aan te sluiten op het bestaande rioolstelsel van Lettele. Dit betreft putnummer 008 in de Korenkamp en putnummer 126 in de Oerdijk, welke zijn weergegeven in bijlage 3.

Voor de aansluiting op de Korenkamp geldt dat hiervoor een particulier perceel doorkruist dient te worden. Daarmee is dit geen voor de hand liggende oplossing. Geadviseerd wordt daarom om het gemaal door middel van een persleiding te laten lozen op putnummer 126 in de Oerdijk.

Geadviseerd wordt om in dit geval 24-uurs berging in het stelsel te realiseren. In overleg met de gemeente Deventer dient dit verder te worden uitgewerkt.

6 Samenvatting, conclusie- en aanbevelingen

In opdracht van de Gemeente Deventer is door Buro Hoogstraat bv een waterstructuur plan opgesteld. De aanleiding voor het opstellen van dit waterstructuur plan is de geplande ontwikkeling van een woonwijk aan de oostkant van Lettele. De geplande ontwikkeling mag geen negatieve gevolgen hebben op de waterhuishoudkundige situatie (zowel kwalitatief als kwantitatief) in en om het plangebied. In verband is dit waterstructuur plan opgesteld waarin de waterhuishoudkundige aspecten (veiligheid, wateroverlast, waterkwaliteit, verzilting en verdroging) en alle wateren (Rijkswateren, regionale wateren, gemeentelijke en particuliere wateren en grondwater) zijn beschouwd. In het waterstructuur plan is onderbouwd wat het effect van de voorgenomen ontwikkeling op voornoemde aspecten en wateren is, voor zover relevant.

Het plangebied ligt ten oosten van de bebouwde kom in Lettele. Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 32.500 m². Het maaiveld ligt volgens AHN4 (2023) en hoogtemeting (dagnl, 2022) tussen circa +7,30 en +7,50 m NAP in het noorden en tussen circa +7,70 en +8,40 m NAP in het zuiden. In het zuiden loopt de noord- en de zuidkant langzaam op naar een hoogte van +8,40 m NAP (AHN4, 2023).

In oktober 2022 is binnen het plangebied een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd. Tijdens dit onderzoek zijn 41 boringen uitgevoerd tot dieptes variërend van 0,50 tot 3,00 m-mv (Bodemporaal BV, 2022). De boorstaten geven weer dat de bodem binnen het plangebied tot in ieder geval 3,0 m-mv voornamelijk uit zand bestaat.

Voor het plangebied is de in tabel 13 vermelde GHG en GLG aangehouden.

Tabel 13 Voor het plangebied aangenomen GLG en GHG

	B27H0245	GMW27H120677	Plangebied
Hoogte bestaand maaiveld (m NAP)	+8,28	+7,99	+7,30 à +8,40
GHG (m NAP)	+7,30	+7,30	+7,35
GLG (m NAP)	+6,40	+6,40	+6,40

- 1) Plus 5 cm onzekerheidsmarge ten opzichte van de GHG in peilbuizen B27H0245 en GMW27H120677 in verband met mogelijke toekomstige klimaatontwikkeling waarbij periodes met grotere grondwaterstandfluctuaties niet zijn uit te sluiten (aanneمة in bij doorsnede tekening (Gemeente Deventer, 2024).

Het plangebied ligt in een boringsvrije zone voor boringen dieper dan 50 meter (Provincie Overijssel, 2024). Dit heeft te maken met de grondwaterwinning voor drinkwater van het diepe grondwater. Dit betekent dat dieper dan 50 meter niet zomaar geboord mag worden in verband met het grondwaterbeschermingsgebied. Wanneer binnen het plan gekeken wordt naar boringen/ infiltratie dieper dan 50 meter dient dit nader onderzocht te worden, echter gaat de voorkeur uit om dit niet te doen.

Het plangebied ligt in het beheergebied van waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD). Het plangebied ligt in een peilgebied waar het minimale peil +6,60 m NAP is en het maximale peil +6,90 m NAP (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2024). De peilen worden gehanteerd bij peil regulerende kunstwerken, dit kan betekenen dat de waterstanden lokaal kunnen afwijken van het streefpeil.

Het project beoogt de aanleg van een natuurvriendelijke oever aan de oostelijke oever. In overleg met het waterschap wordt nog beslist of de A-watgang in het besluitgebied met smalspoor of breedspoor zal worden onderhouden. Dit in verband met de aanplant van bomen aan de west- of oostzijde van de watgang. Bij breedspoor-onderhoud zal de watgang verlegt worden om een minimaal 5 meter breed obstakelvrij onderhoudspad te creëren.

Het project voorziet in het verwijderen van de aansluiting van de afwateringssloot aan de oostzijde van de ontwikkeling op de A-watgang. Om de afwatering van deze afwateringssloot te borgen is voorzien in het opschonen en herprofilen van de afwateringssloot vanaf het aansluitpunt op de huidige A-watgang in het plangebied tot aan het lozingspunt op de Lettelerleiding. Tevens wordt in verband hiermee binnen het project de duiker ø300 mm welke aansluit op de Lettelerleiding, vergroot naar een duiker ø500 mm. Om terugloop vanuit de Lettelerleiding te voorkomen, wordt deze voorzien van een terugslagklep.

Op de klimaateffectatlas is aangegeven dat voor het plangebied geen kans is op een overstroming. Tijdens hevige neerslagsituaties in het plangebied kans is op wateroverlast met name op het lageregelegen gedeelte aan de noordzijde van het plangebied. Hierbij is een kans op wateroverlast bij 70 mm/2uur waarbij een waterdiepte van maximaal 30 cm kan worden verwacht. Bij de bui van 140 mm/2uur kan heel lokaal een waterdiepte van meer dan 30 cm worden verwacht.

De gemeente Deventer stelt als eis in het Handboek Eisen Openbare Ruimte (Gemeente Deventer, 2023) dat tenminste 20 mm berging in een infiltratievoorziening geborgen dient te worden binnen de grenzen van het plangebied. Dit geldt voor zowel openbaar, als uitgeefbaar gebied (op eigen kavel). Daarnaast dient te worden voldaan aan een bergingseis van 62 mm/uur bij een bui van 64 mm/uur, waarbij geen wateroverlast mag ontstaan. Wateroverlast betekent water binnen de woningen. Tijdens de 64 mm/uur bui mag wel tijdelijk water op straat staan. Een infiltratievoorziening dient binnen 24 uur na het einde van de bui geleidigd te zijn. Het hemelwatersysteem wordt door het WDOD getoetst aan de hoeveelheid neerslag die eens in de 100 jaar wordt overschreden: uitgangspunt hiervoor is een bui van 111 mm in 48 uur. De toegestane afvoer in deze neerslagsituatie is 1,6 l/s/ha. Er mag bij deze bui geen water in de woningen komen en belangrijke ontsluitingswegen blijven vrij van water (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2023). In het plangebied moet 80 mm berging gerealiseerd moet worden.

In tabel 14 is een totaaloverzicht weergegeven van de waterberging. Hierin is te zien dat in het plangebied voldoende berging aanwezig/realiseerbaar is om te voldoen aan de bergingseis van de gemeente Deventer van 20 mm in een voorziening en de 80 mm eis van het WDOD binnen het plangebied.

Tabel 14 Totaaloverzicht te realiseren berging

Infiltratievoorziening	Totale berging (m ³)	Totale berging (mm) ¹⁾
Wadi's	927	47
Berging uitgeefbaar terrein	86	4,4
Waterbergende fundatie	575	29,6
Totaal	1.588	81

1) Op basis van een afvoerend verhard oppervlak van 19.456 m².

Voor het plangebied is ledigingstijd van een infiltratievoorziening vastgesteld op 24 uur (Gemeente Deventer, 2023). Of aan deze maximale eis kan worden voldaan is afhankelijk van:

- de bodemopbouw: de dikte en samenstelling van de verschillende bodemlagen in het plangebied;
- de doorlatendheid (K-waarde) van de verschillende bodemlagen;
- de grondwaterstand en fluctuaties daarvan (GHG/GLG).

De bodem binnen het plangebied bestaat uit zand wat gunstig is met betrekking tot infiltratie. De GHG binnen het plangebied is relatief hoog wat ongunstig is met betrekking tot infiltratie. Uit het doorlatendheidsonderzoek blijkt dat de doorlatendheid van de bovengrond (onverzadigde zone) een matige tot goede doorlatendheid hebben en dat diepere bodem (verzadigde zone) een zeer goede doorlatendheid heeft. De aangetroffen doorlatendheid van de bodem is gunstig voor wat betreft de ledigingstijd van de infiltratievoorzieningen

De maximaal af te voeren hoeveelheid vuilwater bedraagt 180 inwoners x 12 l/u = 2.160 liter per uur ofwel 0,60 l/s. Een kunststofleiding met een diameter van ø250 mm en een verhang van 1:250 heeft een afvoer capaciteit van circa 22,7 l/s bij een half gevulde buis. Voor het vuilwaterriool volstaat een leidingdiameter van ø250 mm ruimschoots.

In de wegen rondom het plangebied zijn geen geschikte aansluitmogelijkheden onder vrijverval aan te sluiten met het vuilwaterriool. Geadviseerd wordt om een apart gemaal te plaatsen voor het plangebied en deze middels een persleiding te laten lozen op het bestaande rioolstelsel van Lettele. Voorgesteld wordt om het gemaal in het midden van het plangebied nabij de voorziene trafo te plaatsen. Geadviseerd wordt om het gemaal door middel van een persleiding te laten lozen op putnummer 126 in de Oerdijk. Geadviseerd wordt om in dit geval 24-uurs berging in het stelsel te realiseren. In overleg met de gemeente Deventer dient dit verder te worden uitgewerkt.

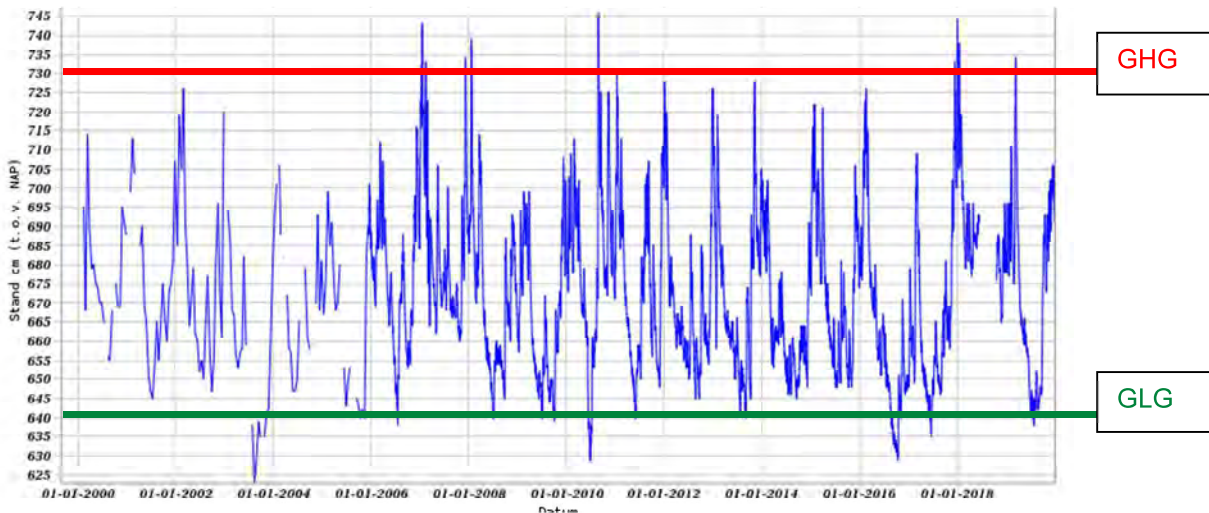
7 Verwijzingen

- AHN4. (2023, November). *ahn4 viewer*. Opgehaald van AHN4: <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>
- Bodemportaal BV. (2022). *Verkennend bodemonderzoek Lettele, perceel: DPV, sectie E, nr's 3489 en 3360*. (sd).dagnl, 2022. *Lettele Inmeting*.
- Gemeente Deventer. (2023). *Handboek Eisen Openbare Ruimte*.
- Gemeente Deventer. (2023). *Handboek Eisen Openbare Ruimte*. Deventer: gemeente Deventer.
- Gemeente Deventer. (2024, april 3). Lettele A0 Doorsnede.
- Gemeente Deventer. (2024, juni 10). Rioleringsgegevens opgevraagd.
- Gemeente Deventer. (2024, mei 23). Voorlopig Ontwerp - Openbare Ruimte Overzicht.
- Gemeente Deventer. (2024, mei 23). Voorlopig Ontwerp Water - VO-02.
- Geodan. (2023, november). *Kwel en infiltratie*. Opgehaald van Klimaat-effectatlas: www.klimaat-effectatlas.nl
- Geodan. (2023, november). *Stresstest*. Opgehaald van Klimaat-effectatlas: www.klimaat-effectatlas.nl
- Geodan. (2024, juni). *Overstromingsrisicokaart*. Opgehaald van Klimaat-effectatlas: www.klimaat-effectatlas.nl
- Kadaster. (2024, juni 11). KLIC VIEWER.
- Provincie Overijssel. (2024, juni). Opgehaald van <https://overijssel.tercera-ro.nl/MapView/Default.aspx?id=NLIMRO9923VerordeningOv01-va01>.
- RIONED. (2006, juli 1). *Infiltratieoppervlak en ledigingscapaciteit*. Opgehaald van Stichting Rioned: <https://www.riool.net/infiltratieoppervlak-en-ledigingscapaciteit>
- TNO. (2024, mei). *Dinoloket ondergrondmodellen*. Opgehaald van Dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- TNO. (2024, juni). *Ondergrondgegevens*. Opgehaald van DINOluket: <https://www.dinoloket.nl/>
- Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2023). *Uitgangspuntennotitie*.
- Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2024, juni). Opgehaald van <https://wdodelta.maps.arcgis.com/apps/instant/minimalist/index.html?appid=eeb3ab5d0bc24d0b8f4544aef1e7e109>
- Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2024). Watertoets - Normale Procedure.
- Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum. (1988). *Cultuurtechnisch vademecum*. De Bilt: Cultuurtechnische vereniging.

Bijlage 1 Grafieken grondwaterstanden



Afbeelding 11 Locaties van monitoringspeilbuizen (TNO, 2024)



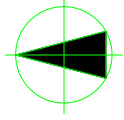
Afbeelding 13 Locaties van monitoringspeilbuizen (TNO, 2024)








Afbeelding 12 Grafische weergave gemeten grondwaterstand in peilbuis GMW27H120677 (TNO, 2024)

Bijlage 2 Boorstaten en locaties

N

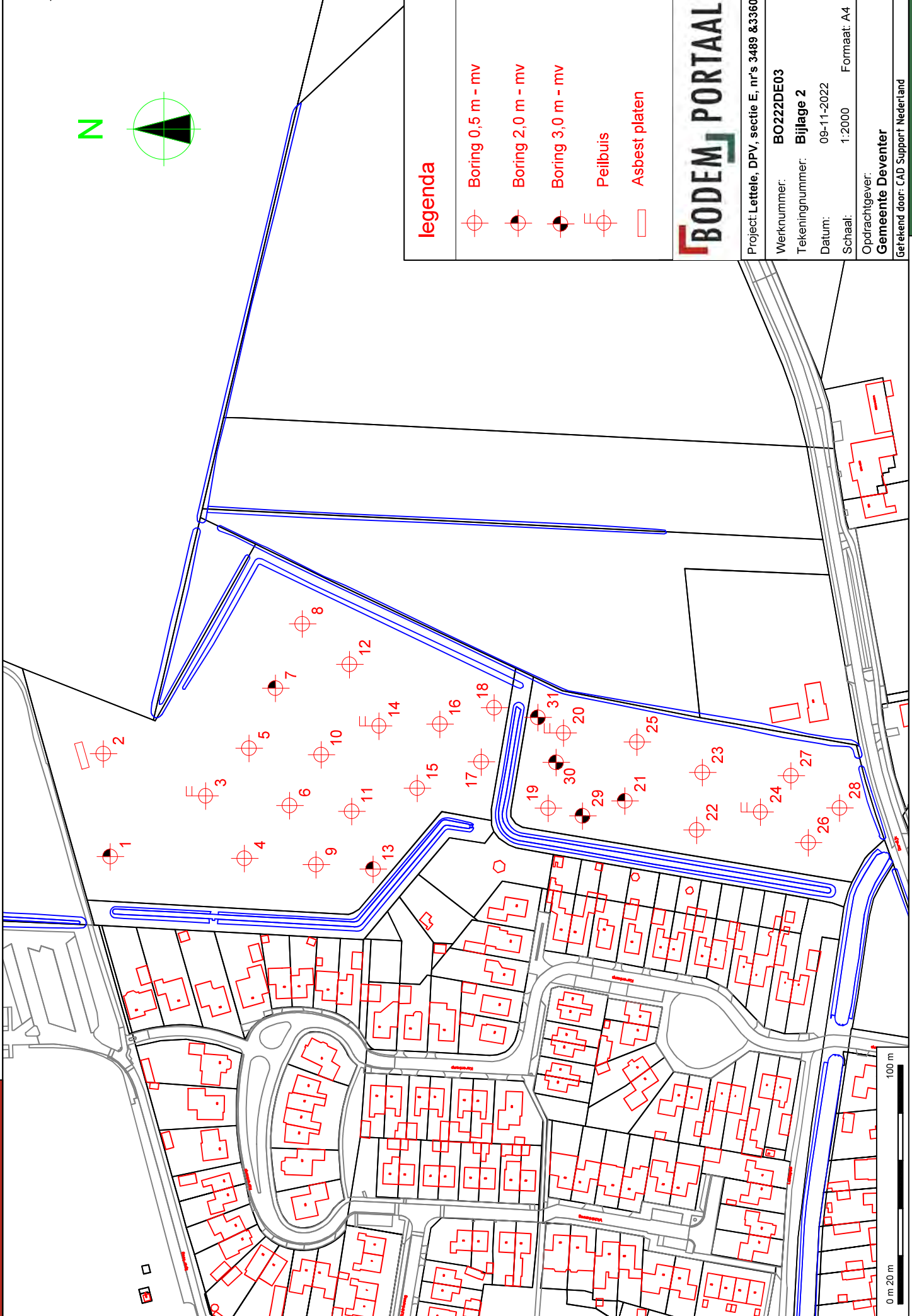


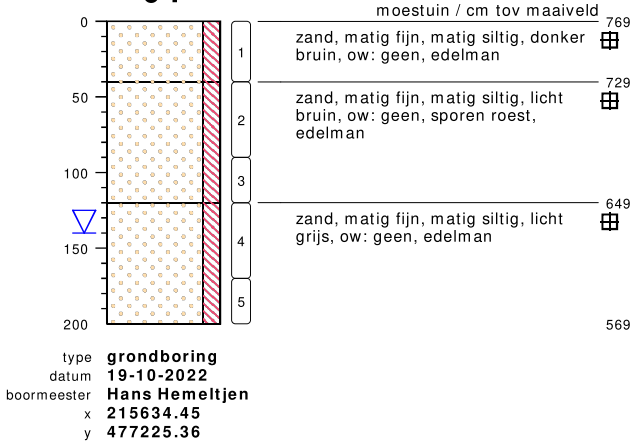
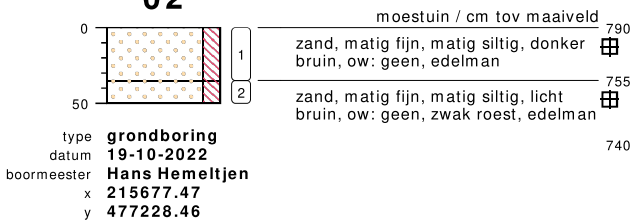
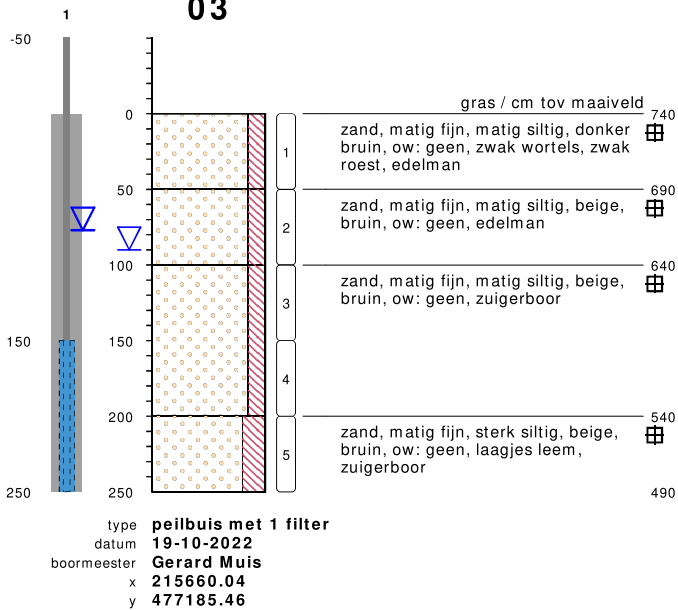
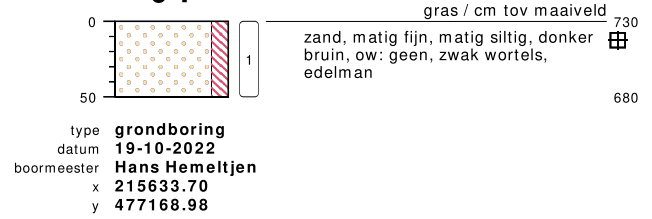
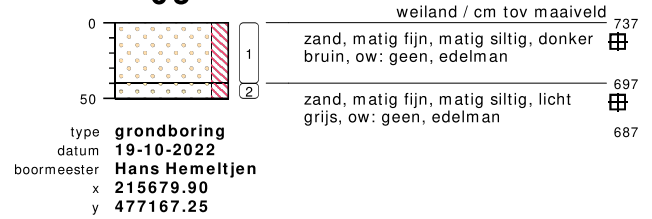
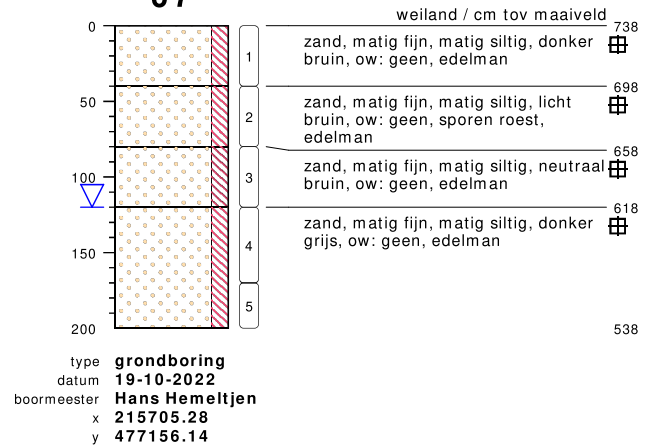
legenda

-  Boring 0,5 m - mv
-  Boring 2,0 m - mv
-  Boring 3,0 m - mv
-  Peilbuis
-  Asbest platen

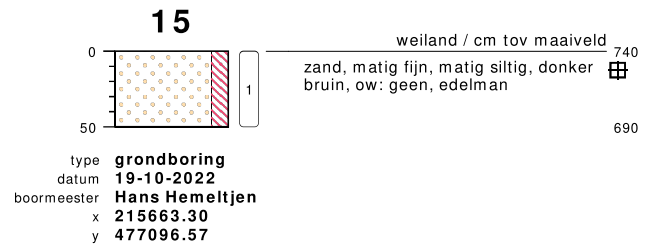
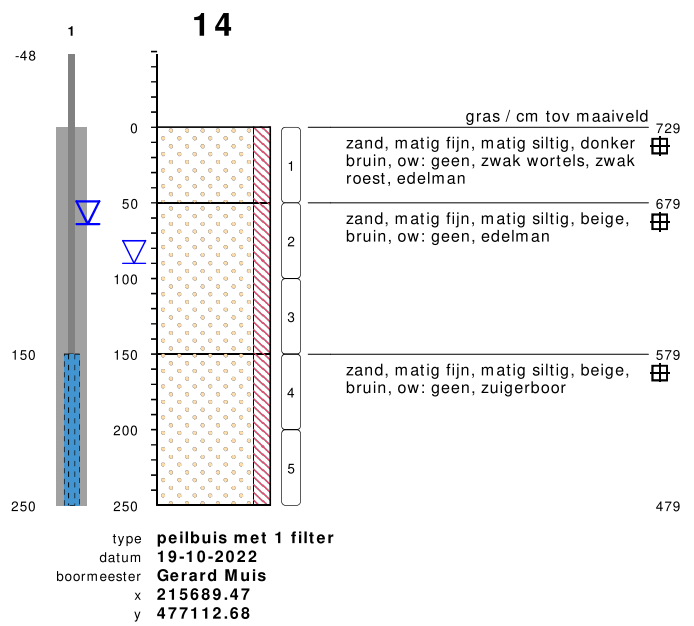
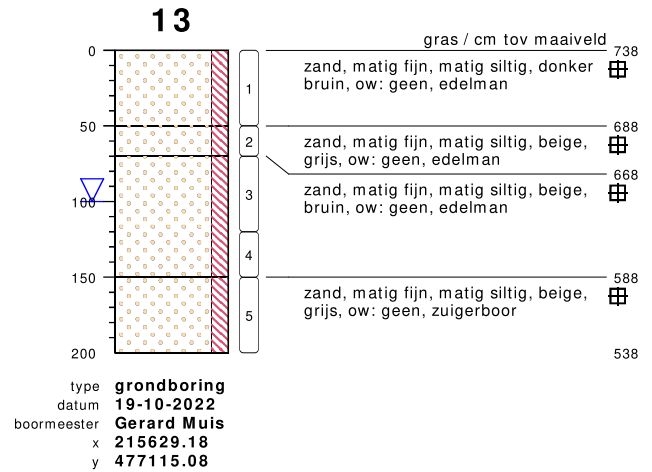
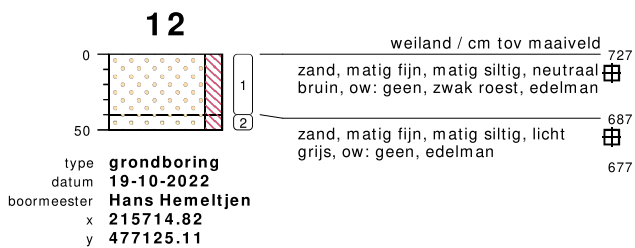
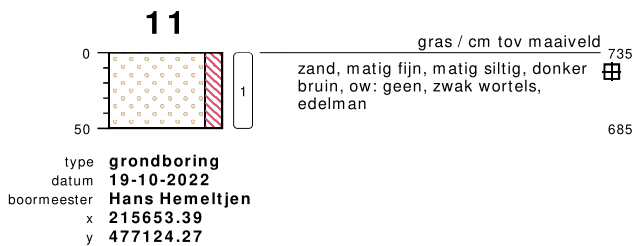
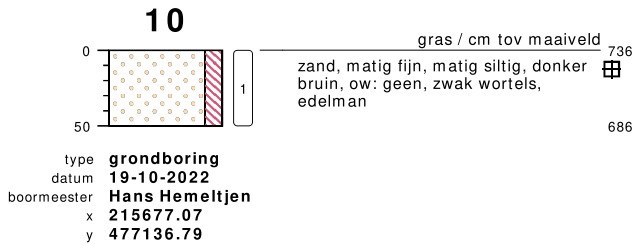
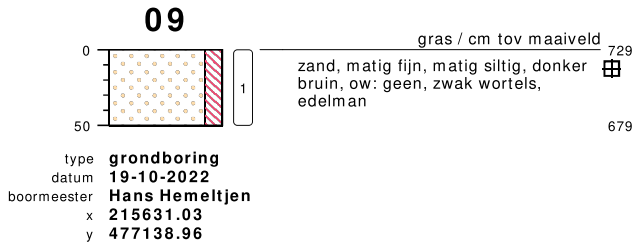
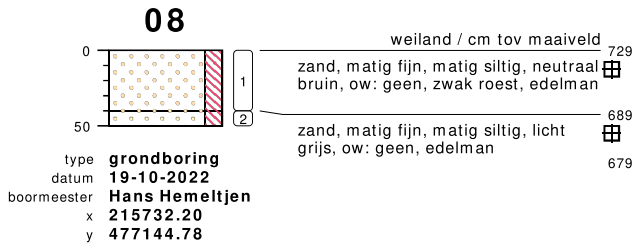
BODEM PORTAAL

Project: Lettele, DPV, sectie E, nr's 3489 & 3360
 Werknummer: BO222DE03
 Tekeningnummer: Bijlage 2
 Datum: 09-11-2022
 Schaal: 1:2000 Formaat: A4
 Opdrachtgever:
Gemeente Deventer
 Gefokend door: CAD Support Nederland



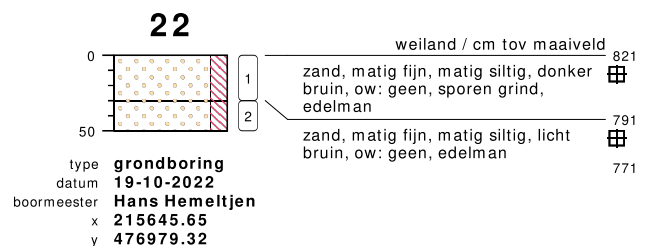
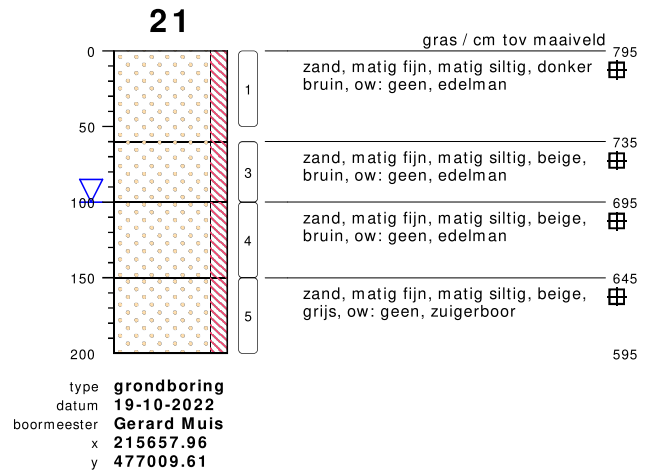
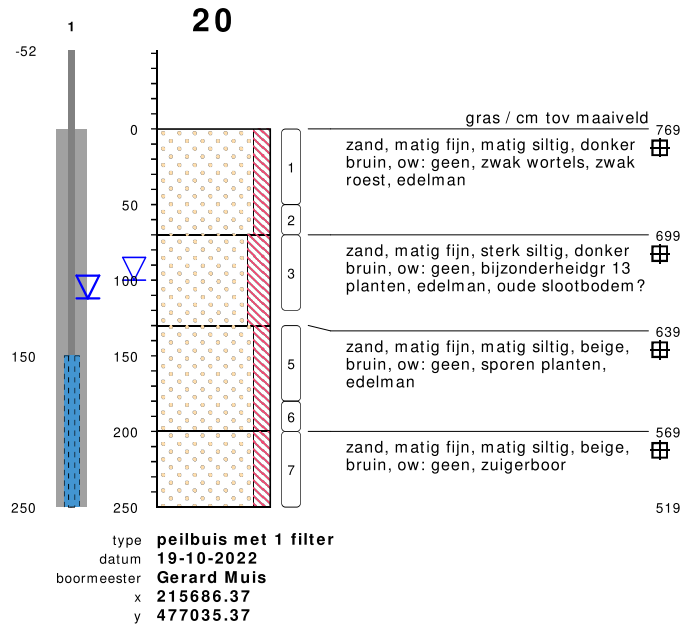
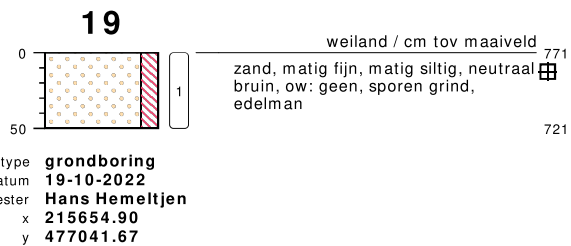
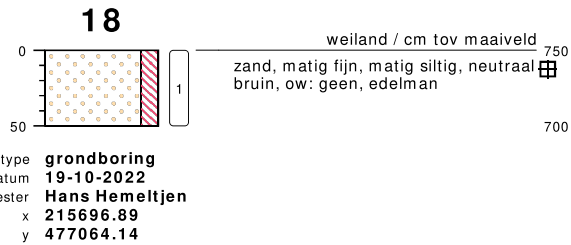
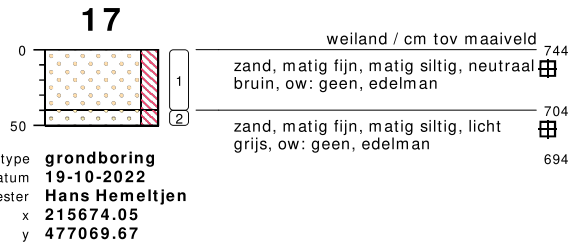
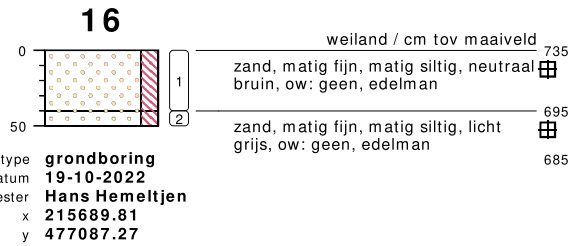
01**02****03****04****05****06****07**bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Lettele**
projectcode **BO222DE03**
getekend conform **NEN 5104**



bodemprofielen **schaal 1:50**

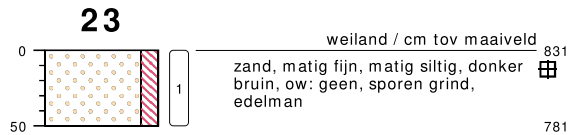
onderzoek **Lettele**
projectcode **BO222DE03**
getekend conform **NEN 5104**



bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Lettele**
 projectcode **BO222DE03**
 getekend conform **NEN 5104**

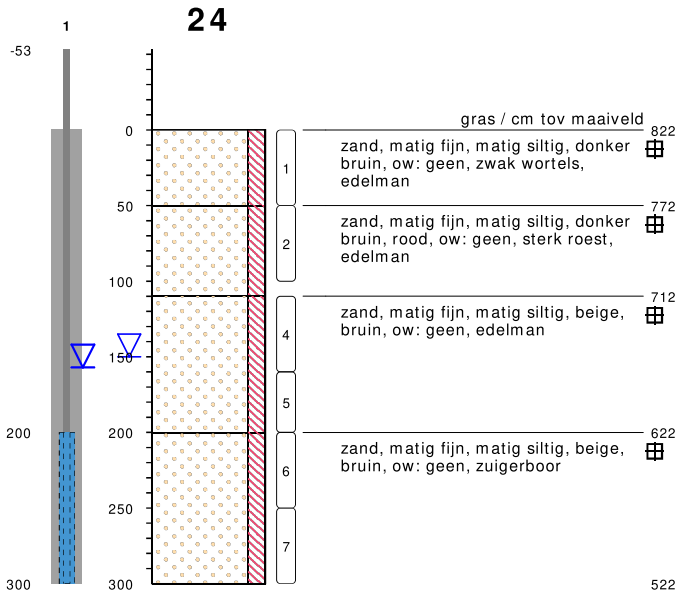




type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**
 x **215669.58**
 y **476977.05**



type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**
 x **215640.21**
 y **476932.45**



type **peilbuis met 1 filter**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Gerard Muis**
 x **215653.18**
 y **476952.44**



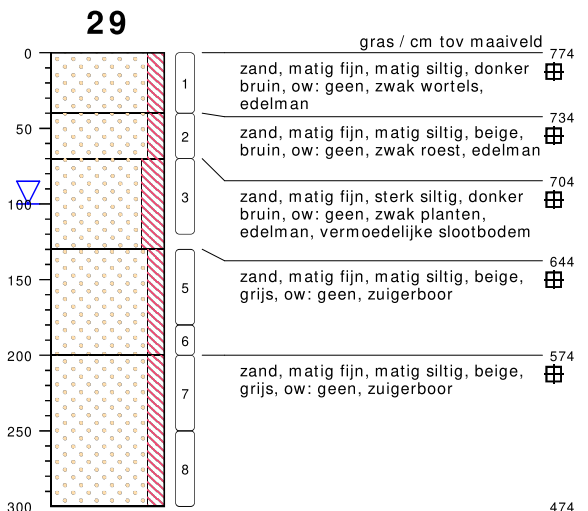
type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**
 x **215682.49**
 y **477004.43**



type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**
 x **215668.29**
 y **476939.71**



type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**
 x **215654.88**
 y **476919.29**

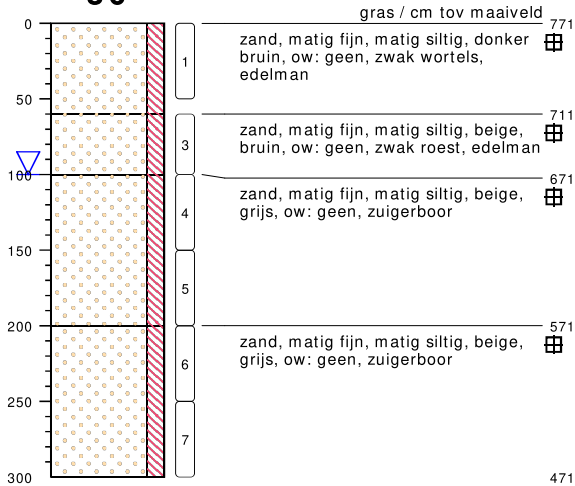


type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Gerard Muis**
 x **215651.53**
 y **477027.17**

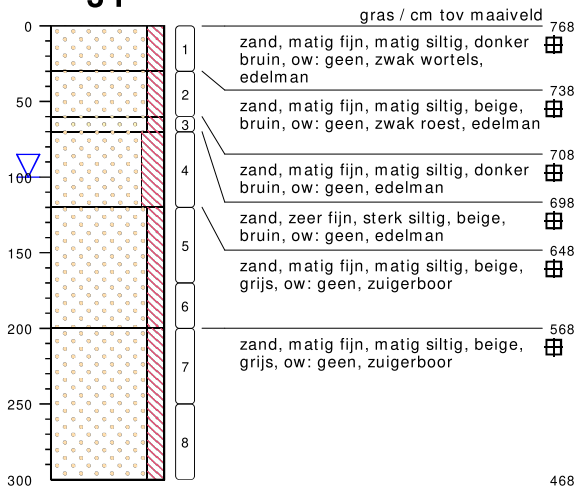
bodemprofielen schaal 1:50

onderzoek **Lettele**
 projectcode **BO222DE03**
 getekend conform **NEN 5104**



30

type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Gerard Muis**
 x **215674.02**
 y **477038.38**

31

type **grondboring**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Gerard Muis**
 x **215692.75**
 y **477046.02**

Asbestplaten moestuin

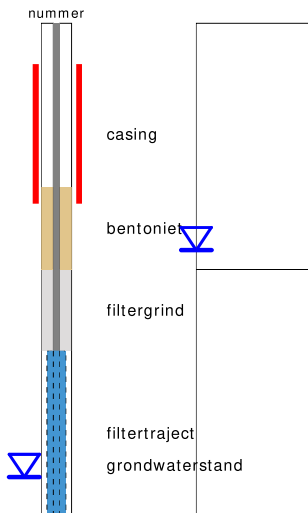
type **inspectiegat**
 datum **19-10-2022**
 boormeester **Hans Hemeltjen**

moestuif / cm tov maaiveld 0
 zand, matig fijn, matig siltig, donker bruin, ow: geen, edelman, 10x langs de druppelijin platen
 asbestplaten 1 215679,668
 477229,178 asbestplaten 2 215672,5
 477227,192

bodemprofielen **schaal 1:50**

onderzoek **Lettele**
 projectcode **BO222DE03**
 getekend conform **NEN 5104**

PEILBUIJS

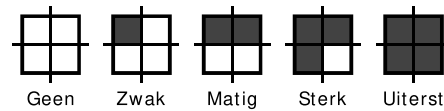


BORING

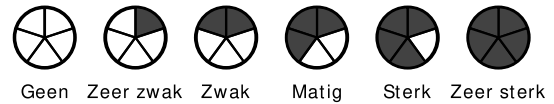


links= cm-maaiveld
rechts= cm+ NAP

OLIE OP WATER REACTIE



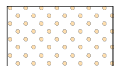
GEUR INTENSITEIT



GRONDSOORTEN



GRIND, grindig (G,g)



ZAND, zandig (Z,z)



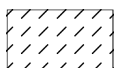
LEEM, siltig (L,s)



KLEI, kleilig (K,k)



VEEN, humeus (V,h)



slib

VERHARDINGEN

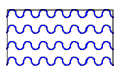


asfalt, beton, klinkers, tegels
stelconplaat, ondoordringbare laag

OVERIG



bodemvreemde bestanddelen aanwezig



water

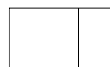
MATE VAN BIJMENGING



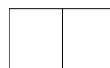
zwak - (0-5%)



matig - (5-15%)



sterk - (15-50%)



uiterst - (> 50%)

GRADATIE ZAND

uf = uiterst fijn (63-105 um)
zf = zeer fijn (105-150 um)
mf = matig fijn (150-210 um)
mg = matig grof (210-300 um)
zg = zeer grof (300-420 um)
ug = uiterst grof (420-2000 um)

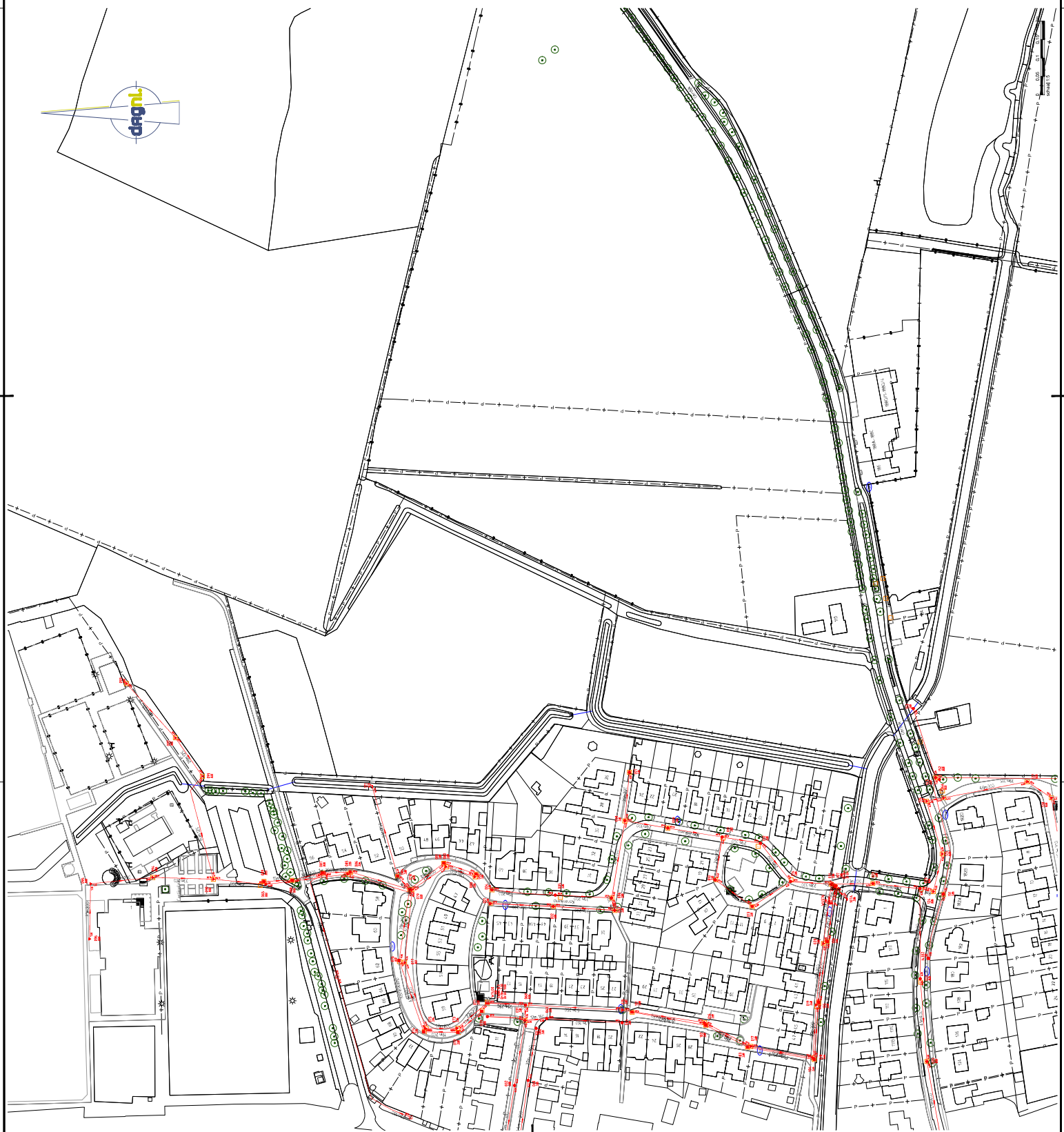
GRADATIE GRIND

f = fijn (2-5.6 mm)
mg = matig grof (5.6-16 mm)
zg = zeer grof (16-63 mm)

BESCHRIJVING BODEMLAAG

pid = foto ionisatie detector
bv = bodemvocht
ow = olie op water

Bijlage 3 Bestaande riolering



Opdrachtgever: **Gemeente Deventer**

Project: **Woningbouw Letelle**

Onderwerp: **Bestaande riolering**

Ontwerper	Datum
A. Slikweg	14-10-2014
F. Harkes	14-10-2014
Scale	1:1000
Status	Concept
Projectcode	PO7448
Bestandnummer	EP00103



Project: PO7448-SO-BS-01-C01

Bijlage 4 Digitale watertoets

Digitale watertoets

De watertoets helpt u om aan de hand van de locatie van uw ruimtelijke plan en een aantal vragen te toetsen of u de belangen van het Waterschap raakt. Indien dit het geval is krijgt u tekst en uitleg over het vervolg proces.

Op basis van de check is onderstaande nodig

1. normale procedure
2. Advies verharding

Op basis van onderstaande locatie



Vragen en antwoorden uit de check

Gaat het om een plan met uitsluitend een functiewijziging van bestaande bebouwing?	nee
Is er sprake van een uitbreiding van de lozing van huishoudelijk afvalwater in het landelijk gebied groter dan 9 vervuilingseenheden (ve) of in het stedelijk gebied van 30 ve?	ja
Wat is de totale hoeveelheid verhard oppervlak binnen het plangebied en is dit meer dan 500m ² ?	ja
Is het plan onderdeel van een grotere ruimtelijke ontwikkeling?	nee
Worden er op bedrijfsmatige wijze activiteiten verricht waardoor het verharde oppervlak verontreinigd raakt?	nee
Worden er materialen gebruikt waardoor het afstromende hemelwater verontreinigd kan raken?	nee
Vindt er een lozing plaats op oppervlaktewater?	nee
Vindt er een tijdelijke of permanente onttrekking van grondwater plaats?	nee
Invloedszone A-watergangen	ja
Beekdalen	ja
Milieuzonering RWZI	nee
Invloedszone Grote Rivieren	nee
Invloedszone Vecht	nee
Zone persleiding	nee
Beschermingszone waterkering	nee
Primaire Watergebieden en bergingsgebieden	nee
Invloedszone B watergangen	nee
Invloedszone overige keringen	nee
overstroombaar gebied	nee
Grondwaterbeschermingsgebied drinkwater	nee

Details

1. normale procedure

Voor uw plan moet u de normale procedure volgen.

Wat moet ik doen?

"WIJ VERZOEKEN U OM IN TE LOGGEN OM DE PROCEDURE AF TE RONDEN. HIERDOOR IS UW PLAN OOK AANGEMELD BIJ HET WATERSCHAP! Geachte heer / mevrouw, U heeft een watertoets uitgevoerd op de website www.dewatertoets.nl. Op basis van deze digitale toets concluderen wij dat belangen van het waterschap worden geraakt. U volgt daarom de normale procedure. Binnen 4 weken na indiening neemt waterschap Drents Overijsselse Delta contact met u op en ontvangt u een uitgangspuntennotitie. Deze notitie ontvangt u op het door u opgegeven emailadres. In de uitgangspuntennotitie vindt u meer informatie over de bestaande waterhuishouding en vindt u concrete uitgangspunten voor uw plan. Wij adviseren u deze uitgangspunten te verwerken in uw plan. Over het vervolg van het watertoetsproces vindt u in de uitgangspuntennotitie meer informatie. ##### Verklaring Dit document is een automatisch gegenereerd bestand op basis van de door u ingevulde gegevens. U bent akkoord gegaan met de door u ingevulde gegevens en u heeft verklaard alles naar waarheid te hebben ingevuld.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

2. Advies verharding

Er bevindt zich meer dan 500m² aan verharding in het plangebied

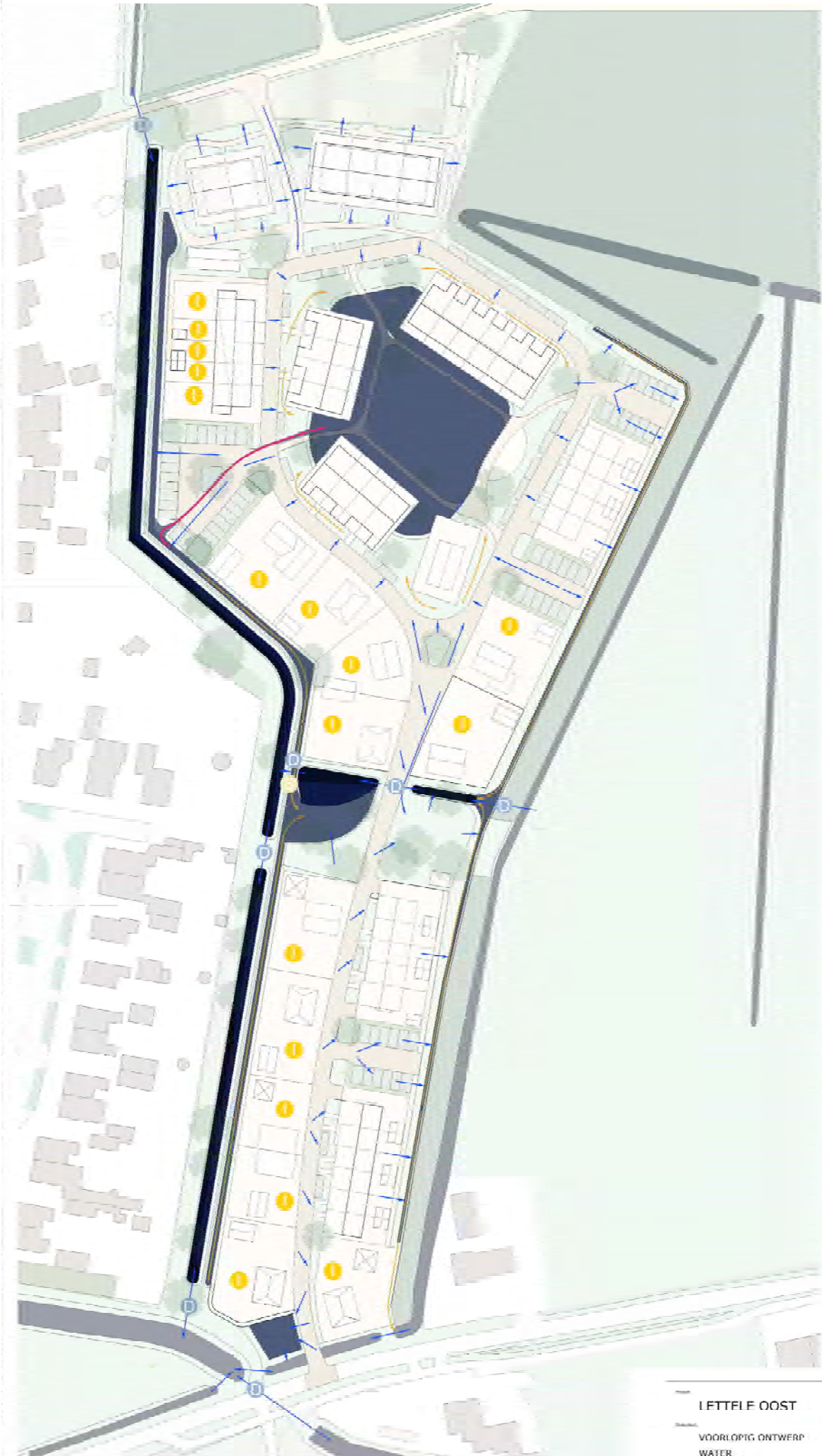
Wat moet ik doen?

In het plan bevindt zich een grote (>500m²) hoeveelheid verharding. Dit kan effect hebben op de werking van het watersysteem in de omgeving van het plangebied. Wij gaan graag tijdig met u in overleg over de wijze waarop in het plangebied wordt omgegaan met hemelwater dat afstroomt van dit verharde oppervlak. Zo wordt wateroverlast nu en in de toekomst voorkomen dit geldt ook bij herstructurering. Compensatie moet de volgende trap volgen: vasthouden-bergen-afvoeren. In het plan is een verhard oppervlak van circa m² aanwezig (bestaand+toekomstig). Dit houdt in dat een waterbergend oppervlak van $m^2 * 0.08m = \text{m}^3$ [kuub] wordt aangelegd/aanwezig moet zijn. Wanneer u bijvoorbeeld een extra schuur op het terrein wilt realiseren wordt gevraagd de oppervlakte van de schuur en de oppervlakte van de overige verharding (bestrating, huis, parkeerplaats) te noemen voor deze totale oppervlakte wordt een bergingsopgave opgesteld. Bestaande berging (greppel, vijver, infiltratiekragen) binnen het plangebied kunnen een deel van de bergingsopgave vervullen.

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie

Bijlage 5 Waterontwerp



LEGENDA

-  Duiker
-  Stuw
-  Infiltreren op eigen kavel
-  Afschot richting
-  Afschot richting wadi
-  Noodoverstort wadi over verharding heen

LITTELE OOST

VOORLOPIG ONTWERP
WATER



IN BEWERKING
23-05-2024

Maat: 1:500	Formaat: A1	Vakgroep: STEDENBOUW & LANDSCHAP
Werk: VO-02	Tek: 2-4	Projectleider: MR / PS Tekenaar: JTB

Bijlage 6 Doorlatendheidsonderzoek

Onderwerp:	Geohydrologisch onderzoek - Woonwijk Lettele-Oost
Projectcode:	P05072
Datum:	14-10-2024
Opgesteld door:	Chanan Brandsma
Gecontroleerd door:	Lucas Hoevers
Telefoon:	06 57506738
Email:	chanan.brandsma@burohoogstraat.nl

Geohydrologisch onderzoek

1 Inleiding

In opdracht van gemeente Deventer is door Buro Hoogstraat een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd.

De aanleiding voor het geohydrologisch onderzoek is de geplande ontwikkeling van een woonwijk in het plangebied. Om na te gaan of hemelwater in de bodem kan worden geïnfiltreerd is een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd met als doel het verkrijgen van inzicht in:

- de bodemopbouw tot een diepte van circa 3,0 m-mv;
- de heterogeniteit van de bodemopbouw binnen het plangebied;
- de waterdoorlatendheid (K-waarde) van de watervoerende lagen (dit zijn de lagen die overwegend uit zand bestaan) tot een diepte van circa 3,0 m-mv;
- de grondwaterstand en fluctuaties daarvan (de gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste (GLG) grondwaterstand).

2 Algemene gegevens

Dit geohydrologisch onderzoek is gebaseerd op de ervaring van Buro Hoogstraat met vergelijkbare projecten en op geraadpleegde bronnen aan het eind van dit memo (verwijzingen op bladzijde 7).

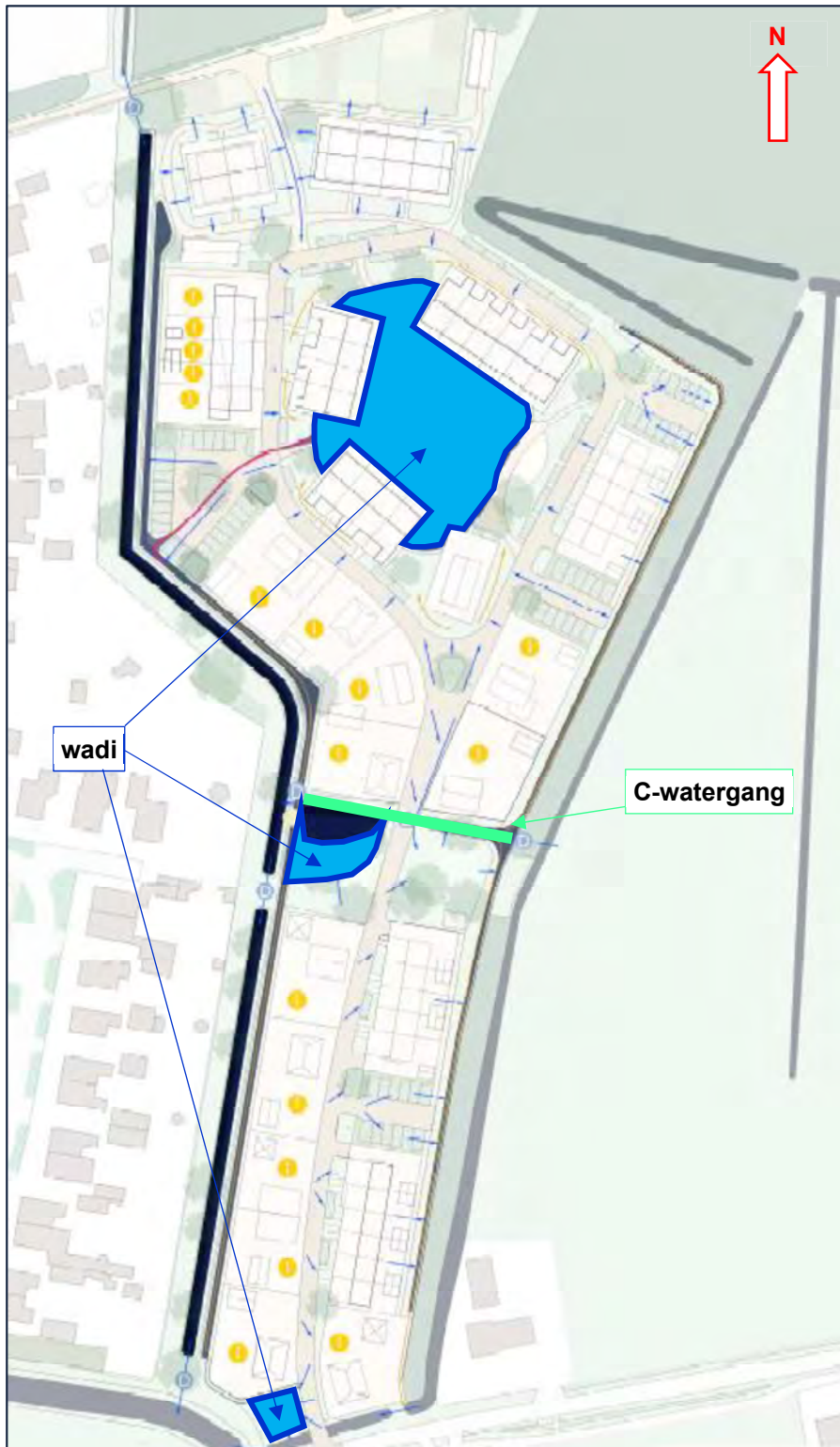
Gegevens plangebied

Het plangebied ligt ten oosten van de bebouwde kom van Lettele zie afbeelding 1.



Afbeelding 1 Regionale ligging plangebied (Kadaster, 2024)

In afbeelding 2 is een uitsnede van het waterontwerp binnen het plangebied weergegeven (Gemeente Deventer, 2024). In het plangebied zullen drie wadi's worden gerealiseerd met de bodem op circa 0,50 m-mv. Onder de wegen en de parkeerplaatsen in het plangebied zal waterbergende fundatie worden aangelegd met een dikte van 250 mm. In het midden van het plangebied ligt een C-watergang (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2024).



Afbeelding 2 Ontwerp water binnen het plangebied (Gemeente Deventer, 2024)

Het maaiveld ten noorden van de C-watrgang bevindt zich tussen de +7,3 tot +7,7 mNAP. Het maaiveld ten zuiden van de C-watrgang ligt beduidend hoger, namelijk tussen +7,7 en +8,5 mNAP (AHN 4, 2023), zie afbeelding 3.



Afbeelding 3 Bestaande hoogtes in plangebied (AHN 4, 2023)

In tabel 1 is een geohydrologisch profiel weergegeven van de bovenste 49 m binnen het plangebied.

Tabel 1 Geohydrologisch profiel van het plangebied (TNO, 2024)

Diepte (m-mv)	Hydrogeologische eenheid	Lithologie	K-waarde ¹⁾ (m/dag)	c-waarde ²⁾ (dagen)
0 – 3	Formatie van Boxtel, 3 ^{de} en 4 ^{de} zandige eenheid	midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	$5 \leq Kh < 10$	g.w.
3 – 32	Formatie van Kreftenheye, 3 ^{de} en 4 ^{de} zandige eenheid	midden en grof zand, met weinig zandige klei, grof zand en een spoor van klei en veen	$50 \leq Kh < 100$	g.w.
32 – 49	Formatie van Kreftenheye, Laagpakket van Twello, 1 ^{ste} kleiige eenheid	zandige klei en klei, met weinig fijn en midden zand en een spoor grof zand	g.w.	$10^4 \leq c < 10^5$

Watervoerend pakket

Scheidende laag

1) K-waarde = horizontale waterdoorlatendheid;

2) c-waarde = hydrologische weerstand;

g.w. = geen waarde vermeld.

3 Uitgevoerde werkzaamheden

Het veldwerk van het geohydrologisch onderzoek is uitgevoerd op 27 september 2024.

Boringen

Inzicht in de bodemopbouw en in de mate van heterogeniteit daarvan is verkregen door het uitvoeren van boringen ter plaatse van de geplande infiltratievoorzieningen. In het plangebied zijn acht handboringen tot een maximale diepte van 3,0 m-mv gezet. De boorbeschrijvingen zijn opgenomen in bijlage 1. Bij elke boring is aan de hand van de opgeboorde grond een gedetailleerde boorbeschrijving gemaakt, waarbij naast de samenstelling en korrelgrootte (textuur) van de opgeboorde grond, is gelet op hydromorfe kenmerken (de zogenaamde gleyverschijnselen: roest en reductie) die samenhangen met de historische waterhuishouding.

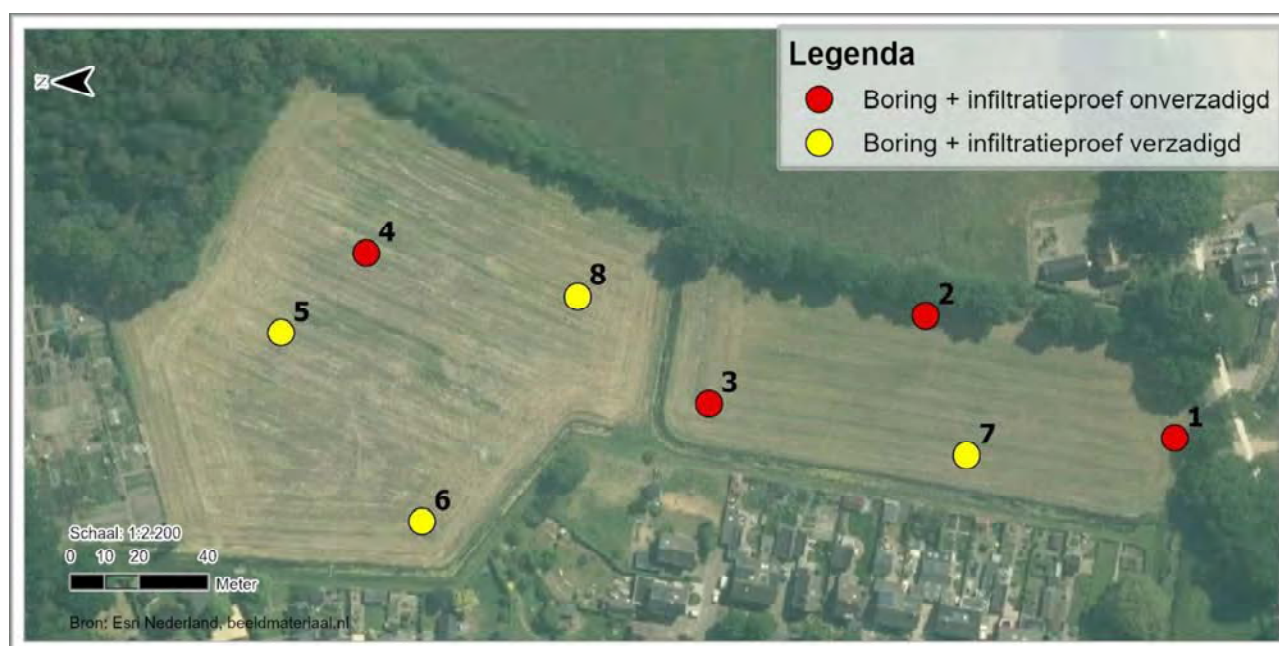
Infiltratieproeven

Om inzicht te krijgen in de doorlatendheid van de bodem, ter plaatse van de geplande infiltratievoorzieningen, zijn acht infiltratieproeven uitgevoerd middels de *falling head methode* (in bijlage 2 is een toelichting gegeven op de falling head methode). Op basis van de bodemopbouw en de grondwaterstand is bij elke boorlocatie bepaald op welke diepte een infiltratieproef moest worden uitgevoerd en of het een verzadigde of onverzadigde proef werd (zie tabel 2).

Tabel 2 Diepte infiltratieproeven en falling head methode

Infiltratieproef	Diepte infiltratieproef (m-mv)	Filterstelling peilbuis (m-mv)	Falling head methode
1	0,9	0,0 – 0,9	Onverzadigd
2	1,4	0,0 – 1,4	Onverzadigd
3	0,8	0,0 – 0,8	Onverzadigd
4	0,5	0,0 – 0,5	Onverzadigd
5	2,4	1,4 – 2,4	Verzadigd
6	2,3	1,3 – 2,3	Verzadigd
7	2,9	1,9 – 2,9	Verzadigd
8	2,5	1,5 – 2,5	Verzadigd

De locaties van de boringen en infiltratieproeven zijn aangegeven in afbeelding 4.



Afbeelding 4 Locatie boringen en infiltratieproeven

4 Resultaten

4.1 Bodemopbouw

In tabel 3 is een samenvattend overzicht van de uit de boorbeschrijvingen afgeleide bodemopbouw in het plangebied weergegeven. Hieruit blijkt dat de bodem in het plangebied tot tenminste 3,0 m-mv (maximale boordiepte) uit zand bestaat.

Tabel 3 Uit boorprofiel afgeleide bodemopbouw op locatie

Diepte (m-mv)	Hoofbestanddeel	Bijzonderheden
0,0 – 3,0	ZAND	zeer fijn tot matig fijn, zwak tot sterk siltig, zwak tot matig humeus, zwak grindig
	infiltratie mogelijk	geen / beperkt infiltratie mogelijk

4.2 Grondwater

In tabel 4 zijn de gemeten grondwaterstanden en de op basis van hydromorfe kenmerken geschatte gemiddeld hoogste (GHG) en gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) weergegeven.

Tabel 4 Gemeten grondwaterstanden en geschatte GHG en GLG

Boring	Grondwaterstand (m-mv) ¹⁾	Schatting GHG ²⁾ (m-mv)	Schatting GLG ²⁾ (m-mv)
1	1,12	0,8	1,4
2	1,75	0,3	2,3
3	1,42	0,6	1,4
4	0,65	0,3	n.z. ³⁾
5	0,69	0,2	n.z. ³⁾
6	0,67	0,2	n.z. ³⁾
7	1,01	0,6	1,3
8	0,60	0,3	n.z. ³⁾

1) Grondwaterstand meting is op dezelfde dag uitgevoerd als plaatsing waardoor er mogelijk afwijkingen in zitten ten opzichte van de 'normale' freatische grondwaterstand;

2) Schatting op basis van hydromorfe kenmerken;

3) n.z. = niet zichtbaar.

4.3 Doorlatendheid

In tabel 5 is een overzicht van de uit de infiltratieproeven afgeleide K-waarden weergegeven.

Tabel 5 Overzicht van de uit de infiltratieproeven afgeleide K-waarden

Infiltratieproef	Diepte boorgat/peilbuis (m-mv)	Falling head methode	Afgeleide K-waarde (m/dag)	
			meting 1	meting 2
1	0,9	onverzadigd	1,3	1,2
2 ¹⁾	1,4	onverzadigd	6,1	5,5
3	0,8	onverzadigd	0,4	0,3
4	0,5	onverzadigd	0,0 ²⁾	0,0 ²⁾
5	2,4	verzadigd	13,4	15,2
6	2,3	verzadigd	44,6	43,8
7	2,9	verzadigd	49,4	51,1
8	2,5	verzadigd	10,0	11,1

1) Uitgevoerd op het hoogste gedeelte van het plangebied (circa +8,2 à +8,5 mNAP) met de diepste grondwaterstand (1,75 m-mv), water heeft zodoende meer ruimte om in de bodem te infiltreren;

2) In verband met hoge grondwaterstand, zwak humeuze toplaag en hangwater op maaiveld.

5 Conclusies

Uit het uitgevoerde geohydrologisch onderzoek wordt het volgende geconcludeerd:

- Op de locaties waar de boringen zijn uitgevoerd bestaat de bodem tot 3,0 m-mv (maximale boordiepte) uit zand.
- Tijdens het veldwerk (27 september 2024) is grondwater in het plangebied aangetroffen tussen circa 0,6 tot 1,8 m-mv. De grondwaterstand in het lager gelegen noordelijke gedeelte (ten opzichte van de C-wa-tergang) bevindt zich op circa 0,6 à 0,7 m-mv. De grondwaterstand in het hoger gelegen zuidelijke ge- deelte (ten opzichte van de C-wa-tergang) bevindt zich op circa 1,0 à 1,8 m-mv.
- Voor het zand tussen 0,0 en 0,5 m-mv in de onverzadigde zone van het noordelijk gedeelte, zijn K-waar- den afgeleid van 0,0 m/dag (dit kan worden beschouwd als zeer slecht doorlatend). Voor het zand tussen 1,3 en 2,5 m-mv in de verzadigde zone van het noordelijk gedeelte, zijn K-waarden afgeleid tussen 10,0 en 44,6 m/dag (dit kan worden beschouwd als zeer goed doorlatend). Variaties in K-waarden kunnen mogelijk in verband worden gebracht met siltlaagjes in de bodem.
- Voor het zand tussen 0,0 en 1,4 m-mv in de onverzadigde zone van het zuidelijk gedeelte, zijn K-waarden afgeleid tussen 0,3 en 6,1 m/dag (dit kan worden beschouwd als matig tot goed doorlatend). Voor het zand tussen 1,9 en 2,9 m-mv in de verzadigde zone van het zuidelijk gedeelte, zijn K-waarden afgeleid tussen 49,4 en 51,1 m/dag (dit kan worden beschouwd als zeer goed doorlatend).
- Het noordelijke gedeelte van het plangebied is lager gelegen, waardoor een hoge grondwaterstand, hu- meuze toplaag en hangwater op het maaiveld zorgen voor een zeer slechte doorlatendheid van de on- verzadigde zone. Aangezien voor de verzadigde zone een zeer goede doorlatendheid is bepaald, wordt geadviseerd om bij de aanleg van infiltratievoorzieningen de humeuze toplaag met siltlaagjes af te graven en zodoende een betere geohydrologische verbinding te maken tussen de onverzadigde en verzadigde bodemzone. Een andere mogelijkheid is om bij (eventuele) ophoging van het maaiveld zand te gebruiken met een hoge K-waarde.
- Het onderzochte zand in het zuidelijk gedeelte van het plangebied biedt in combinatie met de grondwa- terstand matige tot zeer goede mogelijkheden voor het infiltreren van hemelwater.

Verwijzingen

AHN 4. (2023, November). Opgehaald van <https://www.ahn.nl/ahn-viewer>
Cultuurtechnisch vademecum. (1988).

Gemeente Deventer. (2024, mei 23). Voorlopig Ontwerp Water - VO-02.

Kadaster. (2024, oktober). *pdok*. Opgehaald van [pdok: www.pdok.nl/viewer](http://www.pdok.nl/viewer)

TNO. (2024, mei). *Dinoloket ondergrondmodellen*. Opgehaald van Dinoloket:
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>

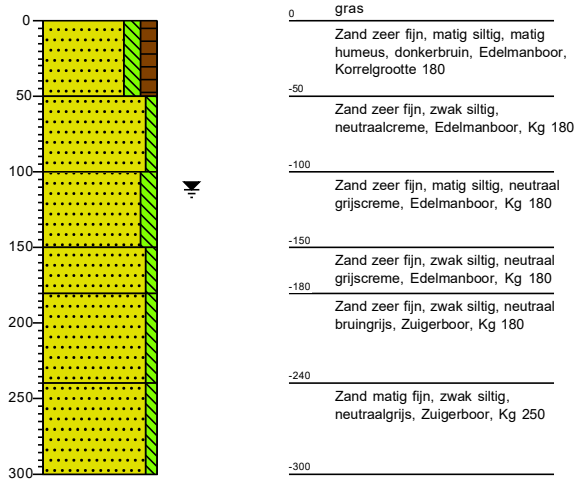
Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2024, juni). Opgehaald van
<https://wdodelta.maps.arcgis.com/apps/PublicInformation/index.html?appid=f4d70462441647d1ab9073fd9f333d1c>

Bijlage 1 Boorprofielen

Boring: 01

GWS: 112

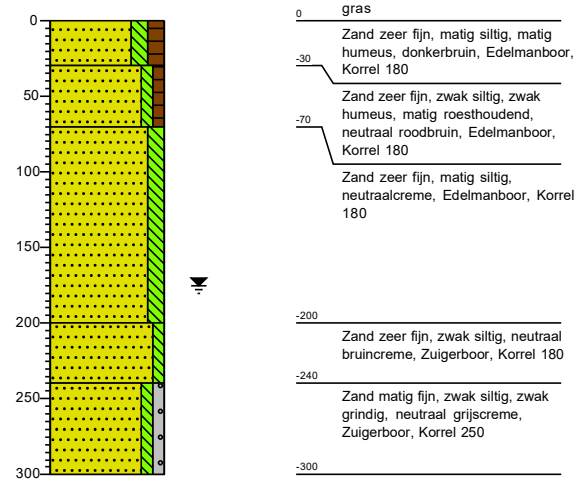
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 02

GWS: 175

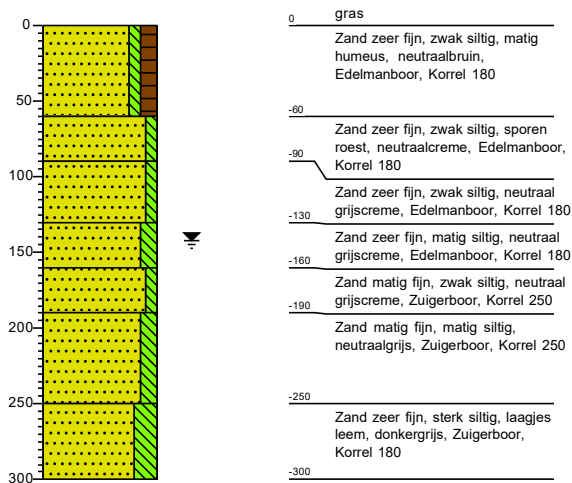
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 03

GWS: 142

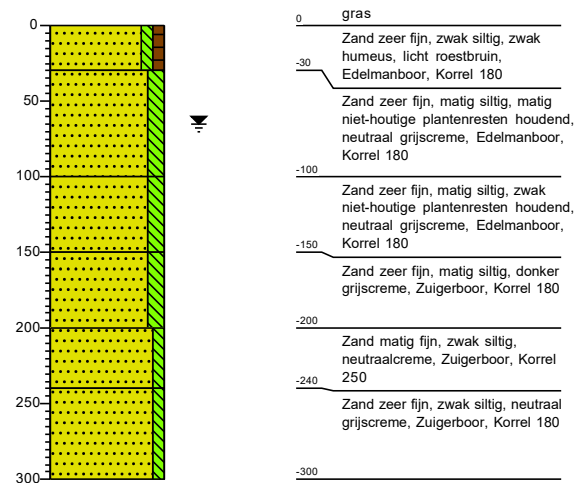
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 04

GWS: 65

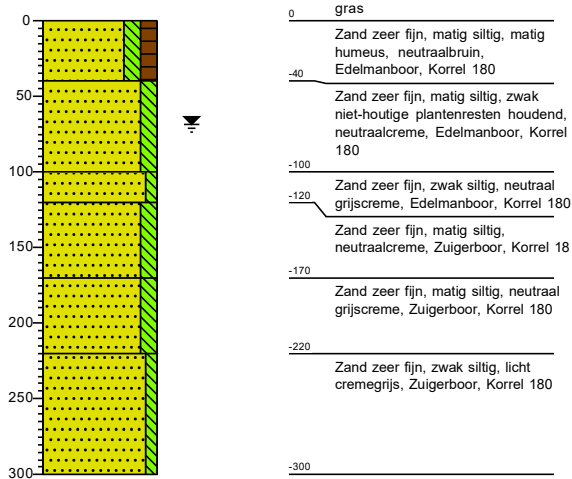
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 05

GWS: 69

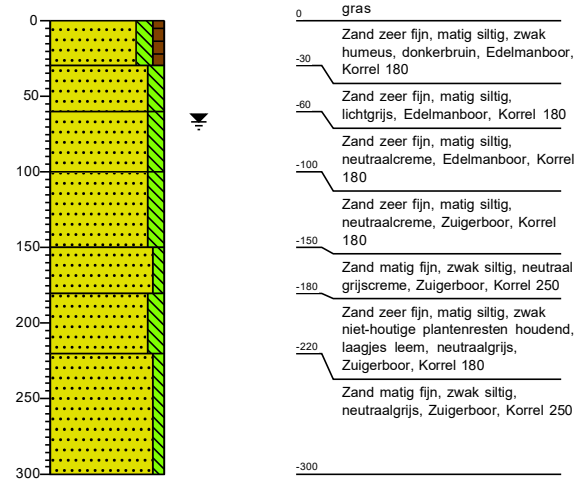
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 06

GWS: 67

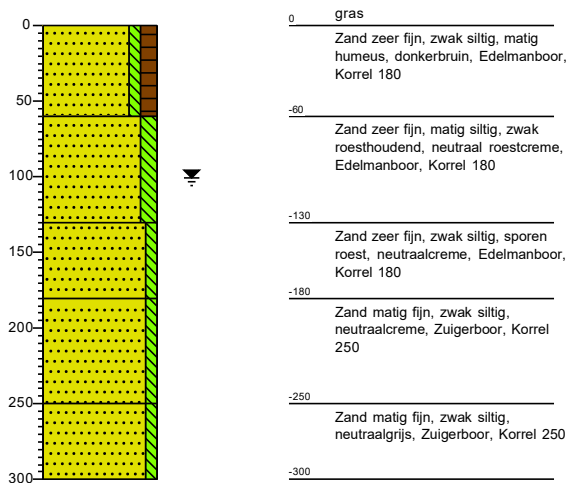
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 07

GWS: 101

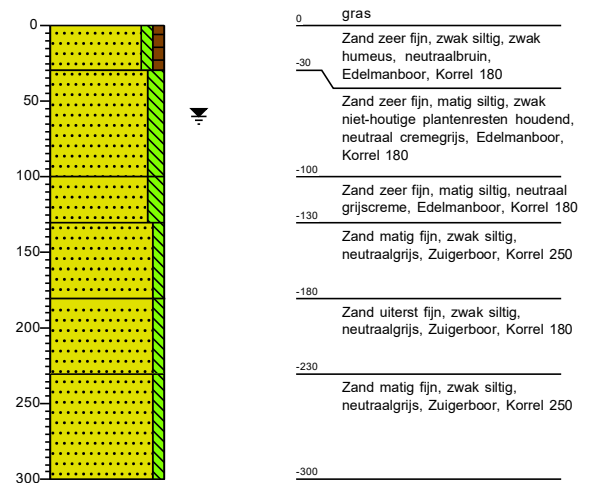
Boormeester: Casper Laureense



Boring: 08

GWS: 60

Boormeester: Casper Laureense

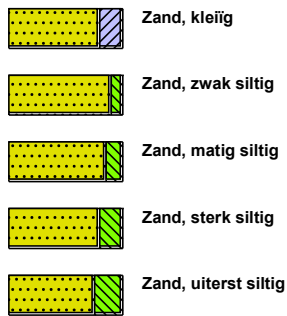


Legenda (conform NEN 5104)

grind



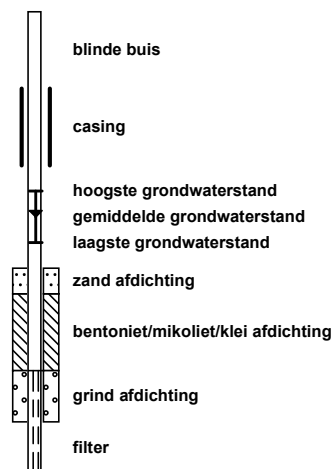
zand



veen



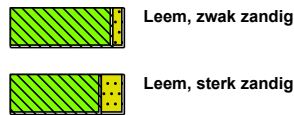
peilbuis



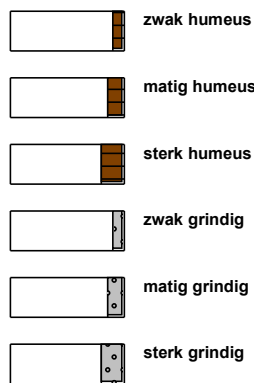
klei



leem



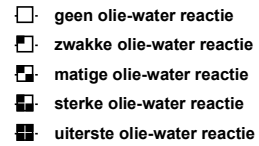
overige toevoegingen



geur



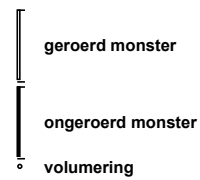
olie



p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 2 Toelichting falling head proeven

Bepaling K-waarde met falling head proeven

Verzadigde zone

De mogelijkheden om hemelwater in de verzadigde zone van de bodem (onder de grondwaterspiegel) te infiltreren zijn afhankelijk van de doorlatendheid (K-waarde) van de verzadigde zone. De K-waarde van de verzadigde zone kan worden bepaald met een infiltratieproef via de falling head methode. Hierbij wordt een boring gezet tot in de bodemlaag waarvan de K-waarde moet worden bepaald. Daarna wordt in het boorgat een peilbuis geplaatst met het filter geheel onder de grondwaterspiegel (bovenkant filter minimaal 20 cm onder de grondwaterspiegel). Vervolgens wordt in het boorgat rondom het filter filtergrind aangebracht en op het filtergrind wordt bentoniet aangebracht om ervoor te zorgen dat het boorgat boven het filter waterdicht wordt. Tijdens de proef moet het water namelijk (in horizontale richting) door het filter in de bodem infiltreren en niet buiten de peilbuis in het boorgat omhoog komen.

In de peilbuis, onder de grondwaterspiegel, wordt een datalogger gehangen die de waterdruk meet volgens een vooraf ingestelde meetfrequentie (meestal 1 of 2 seconde). Vóór elke proef wordt handmatig de grondwaterstand in de peilbuis gemeten.

Vervolgens wordt in één keer schoon water in de peilbuis gegoten, waarbij wordt getracht om een zo hoog mogelijk waterpeil te krijgen (de hoogte van het waterpeil die kan worden bereikt, is afhankelijk van de snelheid waarmee het water in de bodem infiltreert). Wanneer de watertoevoer stopt, gaat het waterpeil in de peilbuis dalen. Hoe doorlatender de bodem (hoe groter de K-waarde), des te sneller het waterpeil zakt.

Op basis van het verloop van de daling van het waterpeil in de tijd ($H(t)$ in afbeelding 1) kan met formule 1 de K-waarde worden bepaald.

$$(1) \quad K = \frac{r_c^2 \ln(R_e/r_w)}{2L} \frac{1}{t} \ln \frac{H_0}{H(t)}$$

Hierin is

r_c	:	binnenstraal van de peilbuis;
R_e	:	straal invloedsgebied van de proef;
r_w	:	straal van het boorgat;
L	:	verzadigde filterlengte;
H_0	:	waterhoogte aan het begin van de proef;
$H(t)$:	waterhoogte op tijdstip t .

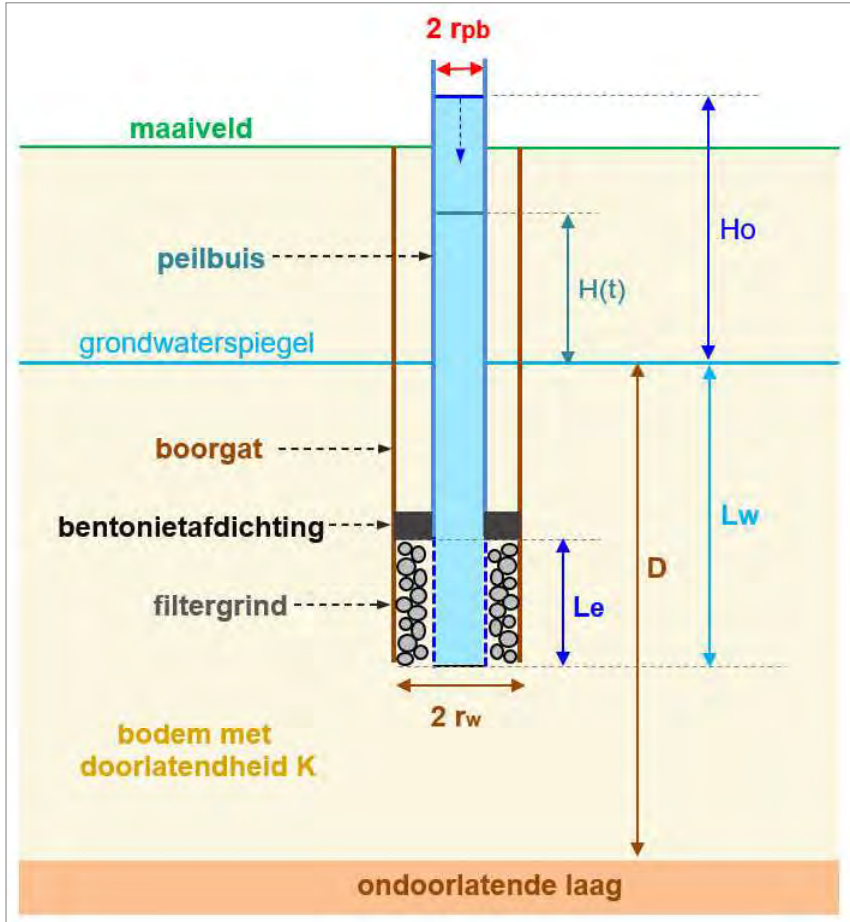
Hierbij geldt

$$(2) \quad \text{Voor } H > L_w : \ln \frac{R_e}{r_w} = \left[\frac{1.1}{\ln(L_w/r_w)} + \frac{A + B \ln[(D - L_w)/r_w]}{L/r_w} \right]^{-1}$$

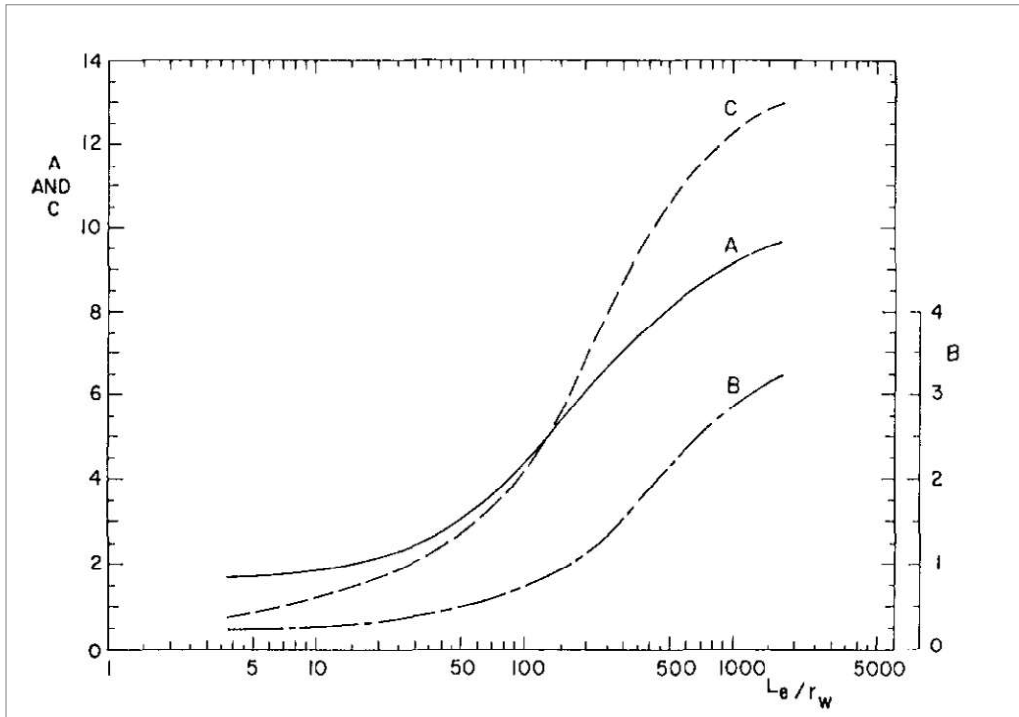
$$(3) \quad \text{Voor } H = L_w : \ln \frac{R_e}{r_w} = \left[\frac{1.1}{\ln(L_w/r_w)} + \frac{C}{L/r_w} \right]^{-1}$$

Hierin is

L_w	:	afstand tussen onderkant peilbuis en grondwaterspiegel;
D	:	dikte watervoerende laag;
A, B, C	:	empirisch bepaalde geometrische coëfficiënten (zie afbeelding 2).



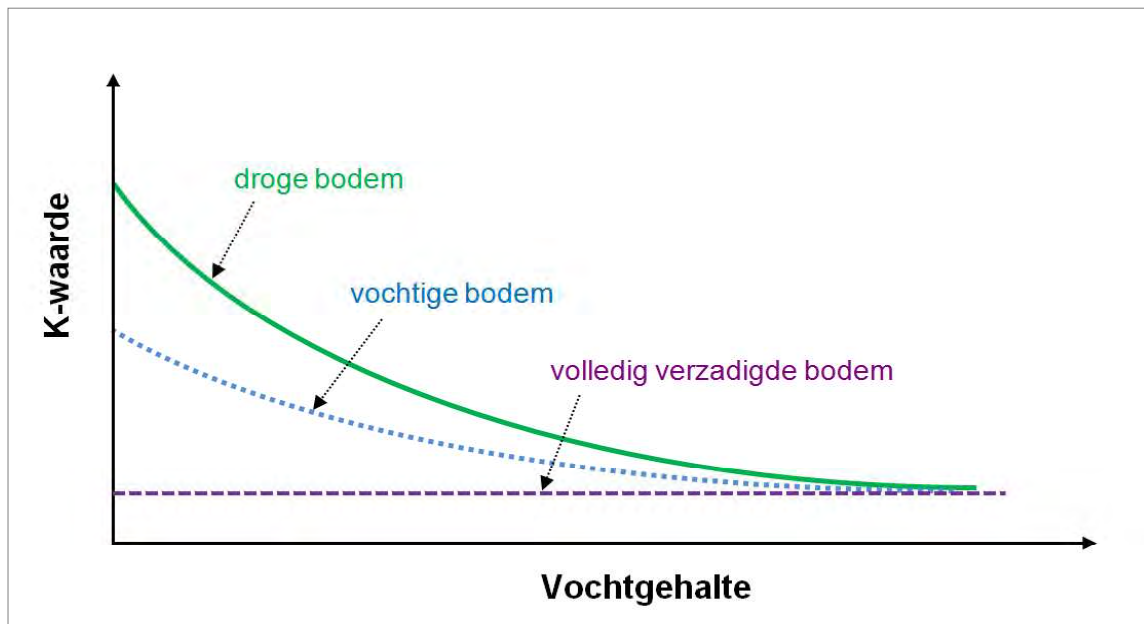
Afbeelding 1: Principe meetopstelling falling head proef verzadigde zone



Afbeelding 2: Dimensieloze coëfficiënten A, B en C als functie van L_e/r_w voor het bepalen van de waarde van $\ln(R_e/r_w)$.

Onverzadigde zone

De mogelijkheden om hemelwater in de onverzadigde zone van de bodem (boven de grondwaterspiegel) te infiltreren zijn afhankelijk van de doorlatendheid (K-waarde) van de onverzadigde zone. De K-waarde van de onverzadigde zone kan worden bepaald met een infiltratieproef via de falling head methode. Hierbij wordt een boring gezet tot aan de onderzijde van de bodemlaag waarvan de K-waarde moet worden bepaald (minimaal 0,2 m boven de grondwaterspiegel). Daarna wordt in het boorgat een peilbuis geplaatst en wordt langdurig water in de peilbuis gegoten om gedurende een bepaalde tijd een zo hoog mogelijk waterpeil in het boorgat in stand te houden. Dit moet worden gedaan om de bodem goed te voorverzadigen wat nodig is omdat de K-waarde afneemt met toenemend vochtgehalte, zoals in afbeelding 3 is weergegeven. Bij onvoldoende voorverzadiging worden te grote K-waarden afgeleid waardoor het risico bestaat dat een infiltratievoorziening te krap wordt gedimensioneerd.



Afbeelding 3: K-waarde als functie van het vochtgehalte

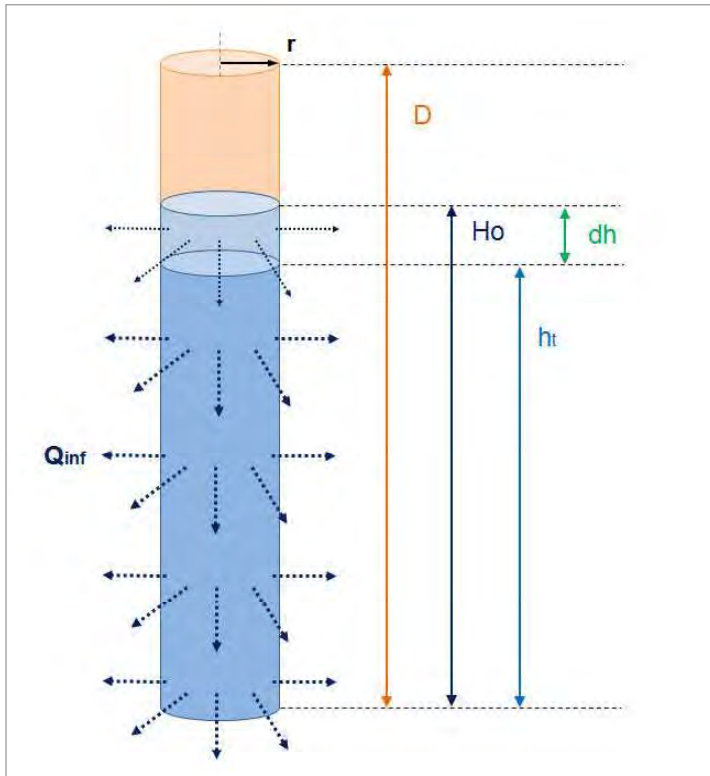
Vóór aanvang van een infiltratieproef heerst in de onverzadigde zone een zuigspanning (onderdruk). Naarmate het vochtgehalte van de bodem rondom het boorgat tijdens het voorverzadigen toeneemt en de infiltratiezone zich verder vanaf het boorgat in de bodem uitbreidt, neemt de invloed van de zuigspanning af en is de infiltratiesnelheid bij benadering constant en gelijk aan de verzadigde doorlatendheid.

Nadat de bodem voldoende is voorverzadigd wordt de watertoevoer in de peilbuis gestopt en wordt de daling van het waterniveau in de tijd gemeten met behulp van een datalogger. Op basis van het verloop van de waterstands daling in de tijd kan een indicatie van de K-waarde van de bodem rondom het filter van de peilbuis worden afgeleid.

Bij aanvang van de meting is de waterhoogte in het boorgat H_0 (zie afbeelding 4). Het waterpeil gaat zakken doordat water door het filter van de peilbuis infiltreert in de omringende bodem die een doorlatendheid K heeft. Het totale oppervlak $A(t)$ waarvoor water in de bodem infiltreert is:

$$(4) \quad A(t) = A_w(t) + A_b = 2 \pi r h(t) + \pi r^2$$

Hierin is: $A_w(t)$: wandoppervlak van het boorgat waarvoor water infiltreert (m^2);
 A_b : bodemoppervlak van het boorgat waarvoor water infiltreert (m^2);
 r : straal van het boorgat (m);
 $h(t)$: de hoogte van het waterpeil in het boorgat op tijdstip t (m).



Afbeelding 4: Principe falling head onverzadigd

A_w (en dus A) is afhankelijk van t , omdat de wand van het boorgat, waardoorheen het water in de bodem infiltreert, steeds kleiner wordt doordat het waterpeil in het boorgat daalt. Het gemiddelde wandoppervlak, waardoorheen het water in een tijdstap dt in de bodem infiltreert, is

$$(5) \quad A_{wg}(t) = 2 \pi r * \frac{1}{2} [h(t) + \{ h(t) - dh \}]$$

Hierin is: dh : de daling van het waterpeil in het boorgat in een tijdstap dt (m).

Voor waterstroming door een watervoerende laag geldt volgens Darcy:

$$(6) \quad Q = K * A * dh/dr \quad (\text{m}^3/\text{dag})$$

Hierin is: Q : de hoeveelheid water die per tijdseenheid door een oppervlakte A in de watervoerende laag met doorlatendheid K stroomt als gevolg van een verschil in waterdruk van dh over een afstand dr (m^3/dag);

K : de doorlatendheid van de watervoerende laag (m/dag);

A : het oppervlak waardoorheen het water stroomt (m²/dag);

dh/dr : de hydraulische gradiënt in de watervoerende laag (-).

Wanneer de bodem rondom en onder het boorgat is verzadigd, is de hydraulische gradiënt op de wand en op de bodem van het boorgat 1 en geldt:

$$(7) \quad Q(t) = K * A(t) \quad (\text{m}^3/\text{dag})$$

In een tijdstap dt daalt het waterpeil in het boorgat over een hoogte dh (zie afbeelding 4). Dit komt overeen met een hoeveelheid water V van

$$(8) \quad V = \pi r^2 * dh \quad (\text{m}^3)$$

Uit de vergelijkingen 4 t/m 8 volgt de volgende waterbalans tijdens de infiltratieproef:

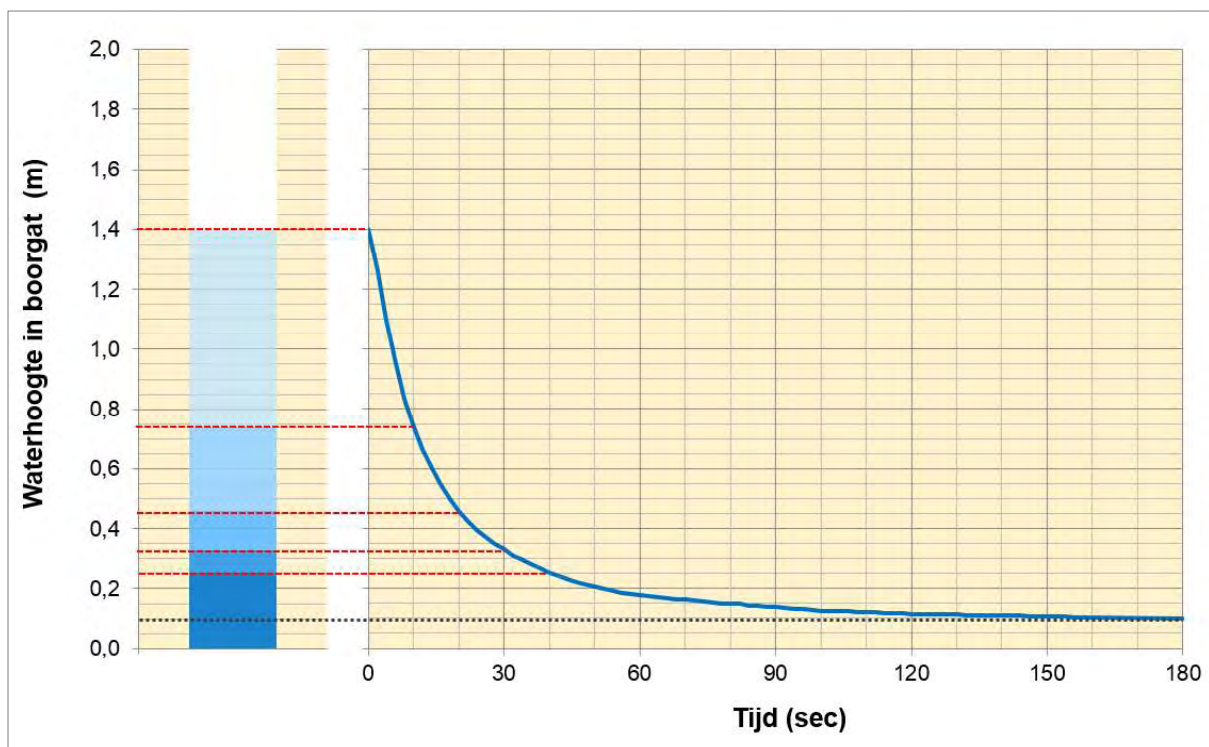
$$(9) \quad Q(t) = K * A(t) = K [\pi r \{ 2 h(t) - dh \} + \pi r^2] = -\pi r^2 dh/dt \quad (\text{m}^3/\text{dag})$$

Uit vergelijking 9 kan worden afgeleid:

$$(10) \quad K = \frac{-r}{2 h(t) - dh + r} * \frac{dh}{dt} \quad (\text{m}/\text{dag})$$

Hierin is: K : de doorlatendheid van de bodem rondom en onder het boorgat (m/dag).
 r : de straal van het boorgat (m);
 h(t) : de waterhoogte in het boorgat op tijdstip t (m);
 dh : de daling van de waterhoogte in het boorgat in een tijdstap dt (m).

De waarde van r ligt vast en de waarden van h(t), dh en dt kunnen worden afgeleid uit de meetresultaten (zie afbeelding 5).



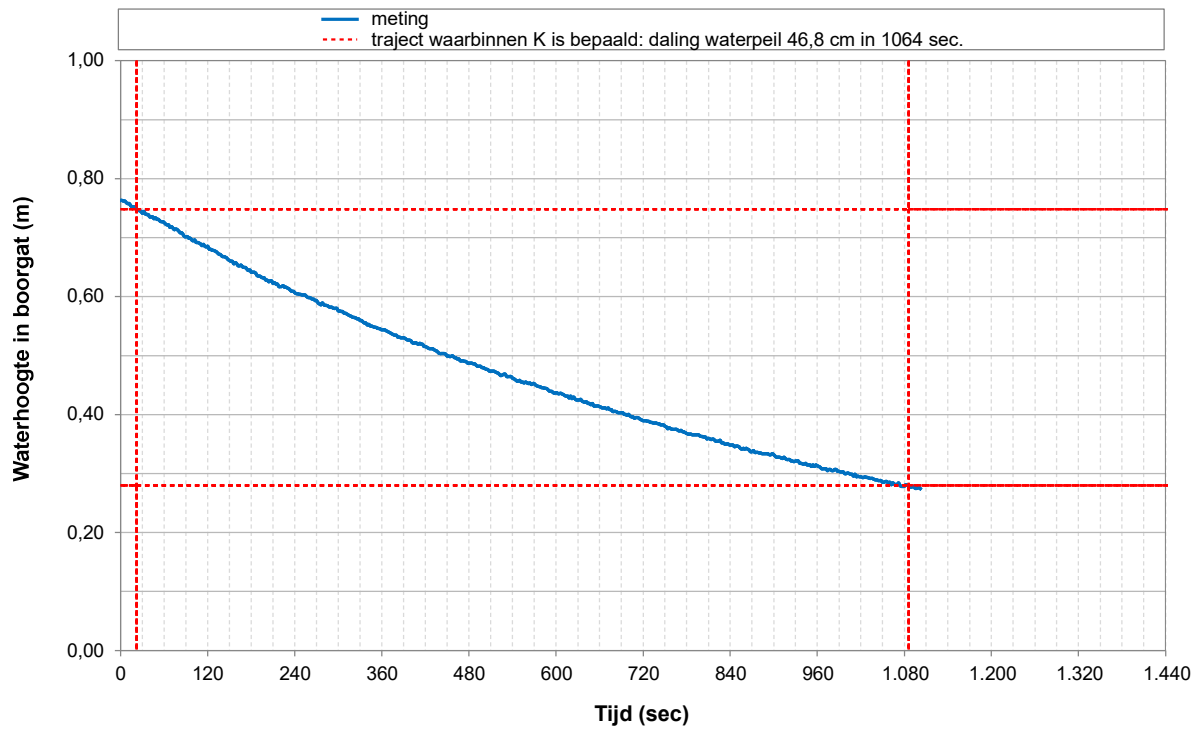
Afbeelding 5: Grafische weergave meetresultaten infiltratieproef falling head onverzadigd in een boorgat van 2 m diepte met de datalogger op 0,1 m hoogte boven de bodem van het boorgat.

Doordat het waterpeil in het boorgat tijdens een infiltratieproef daalt, komt een steeds groter deel van het boorgat na verloop van tijd droog te staan. Hoe hoger in het boorgat, des te eerder een bodemlaag droog valt en des te korter die bodemlaag bijdraagt aan de meting. Om die reden zullen de hoger gelegen bodemlagen ook minder intensief zijn voorverzadigd dan de lager gelegen bodemlagen. Andersom geldt ook: hoe lager in het boorgat, des te langer een bodemlaag is voorverzadigd, des te langer een bodemlaag onder water blijft en des te langer die bodemlaag bijdraagt aan de meting.

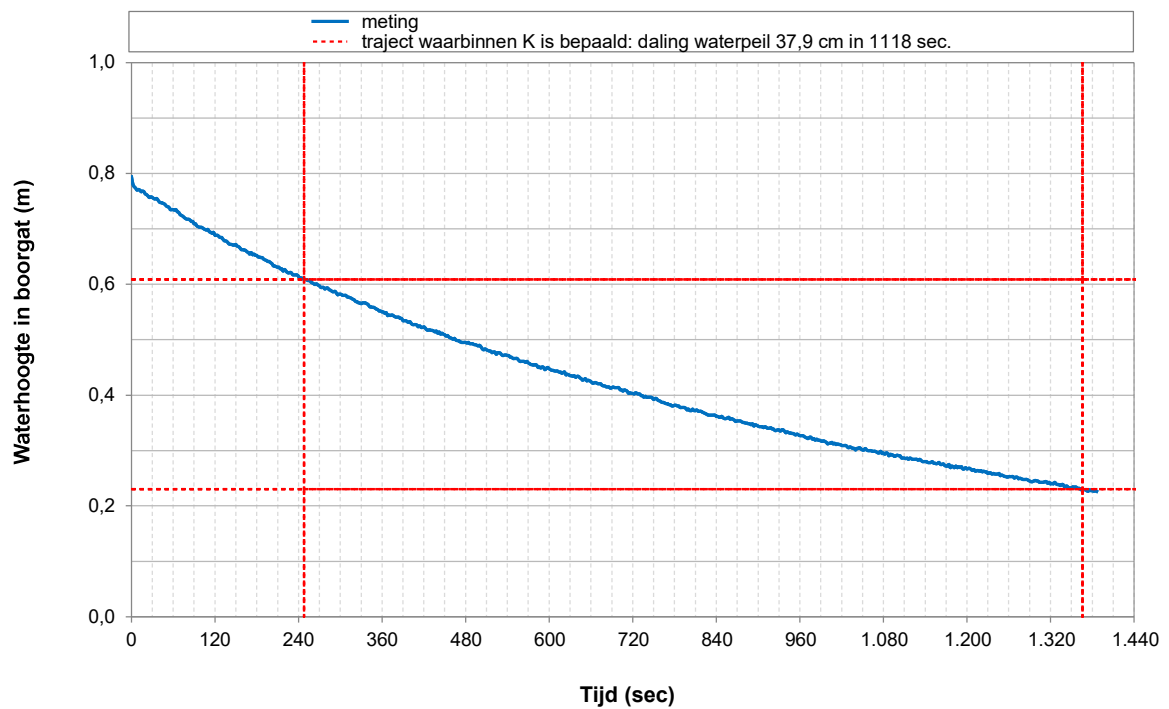
Met dit aspect moet rekening worden gehouden bij het kiezen van het meettraject waarvoor de K-waarde wordt bepaald. Het eerste traject van een meting is minder geschikt om een representatieve waarde voor de doorlatendheid van een bodem te krijgen; K-waarden die voor het begintraject worden afgeleid zullen in het algemeen groter zijn dan K-waarden die voor het eindtraject worden afgeleid en groter zijn dan de werkelijke verzadigde doorlatendheid van de onderzochte bodemlaag.

Bijlage 3 Meetresultaten infiltratieproeven

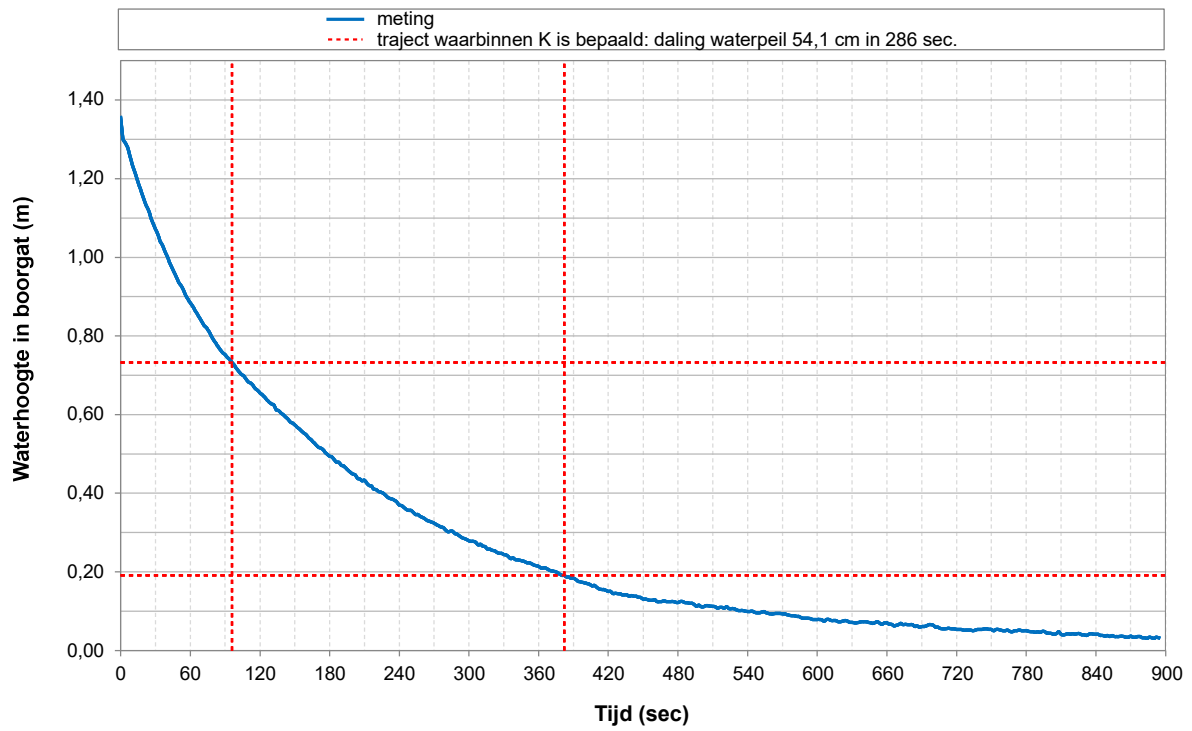
Falling head onverzadigd: meetlocatie 1 , diepte boorgat 0,9 m-mv , meting 1 : K = 1,3 m/d.



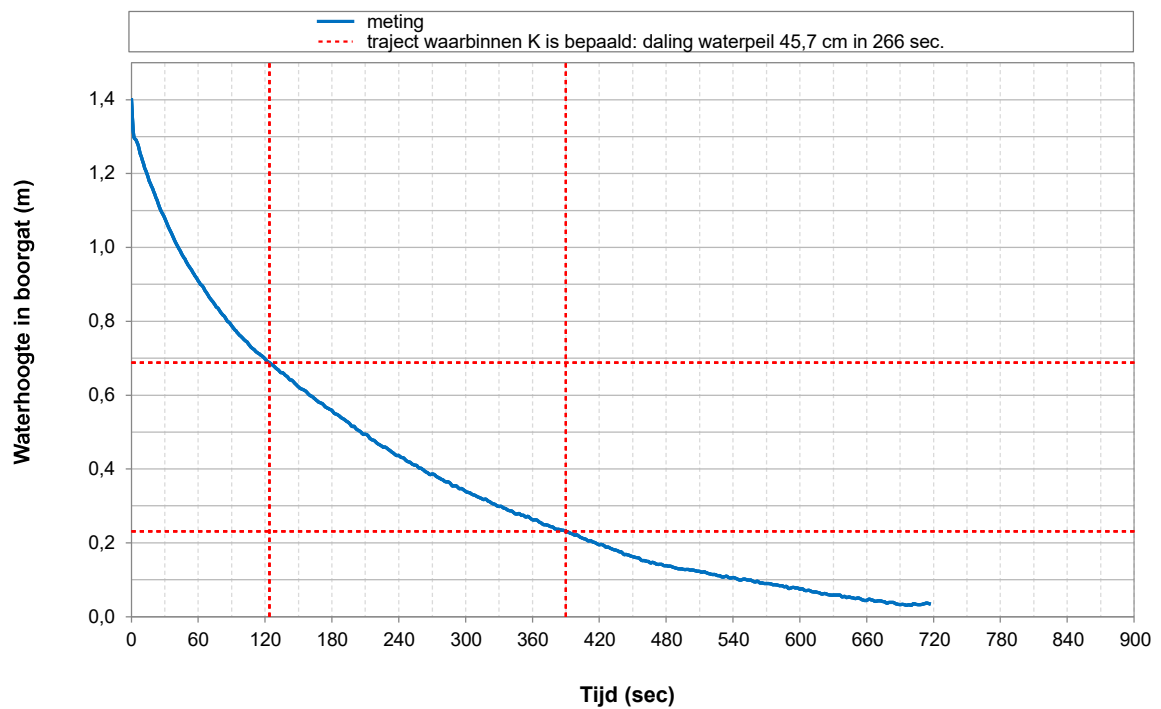
Falling head onverzadigd: meetlocatie 1 , diepte boorgat 0,9 m-mv , meting 2 : K = 1,2 m/d.



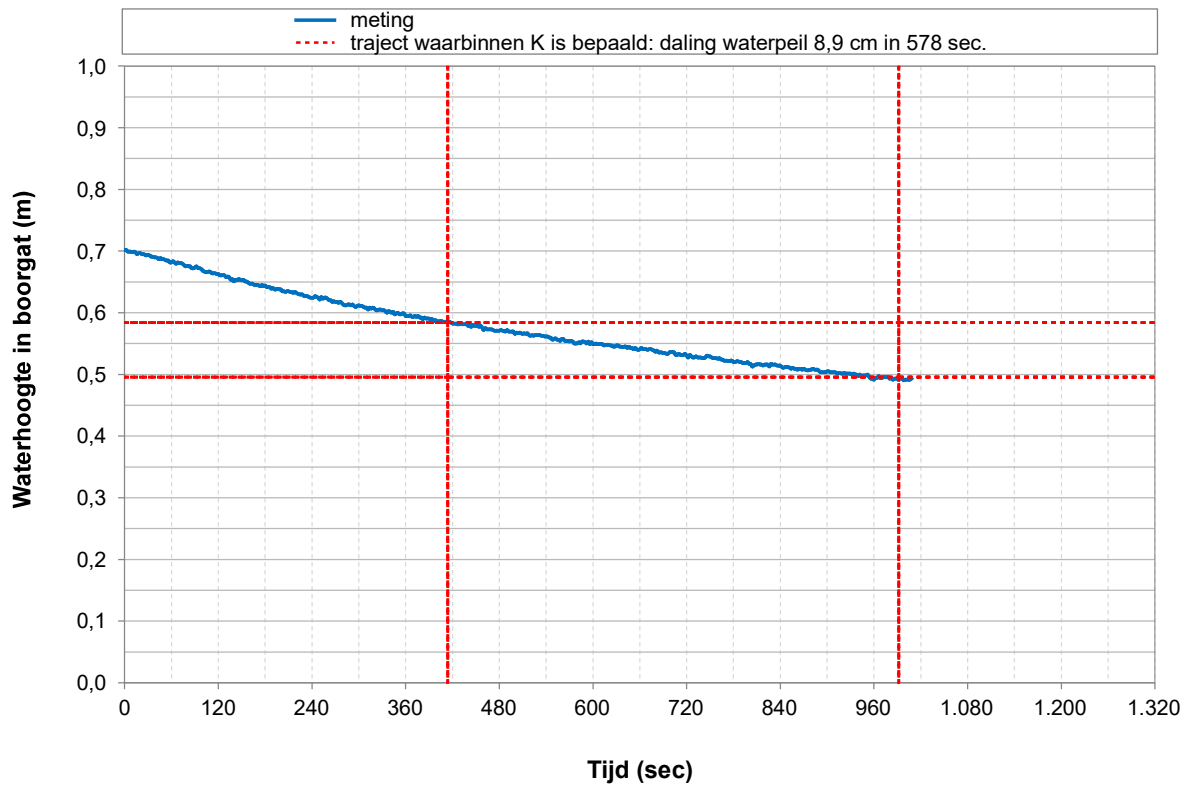
Falling head onverzadigd: meetlocatie 2 , diepte boorgat 1,4 m-mv , meting 1 : $K = 6,1$ m/d.



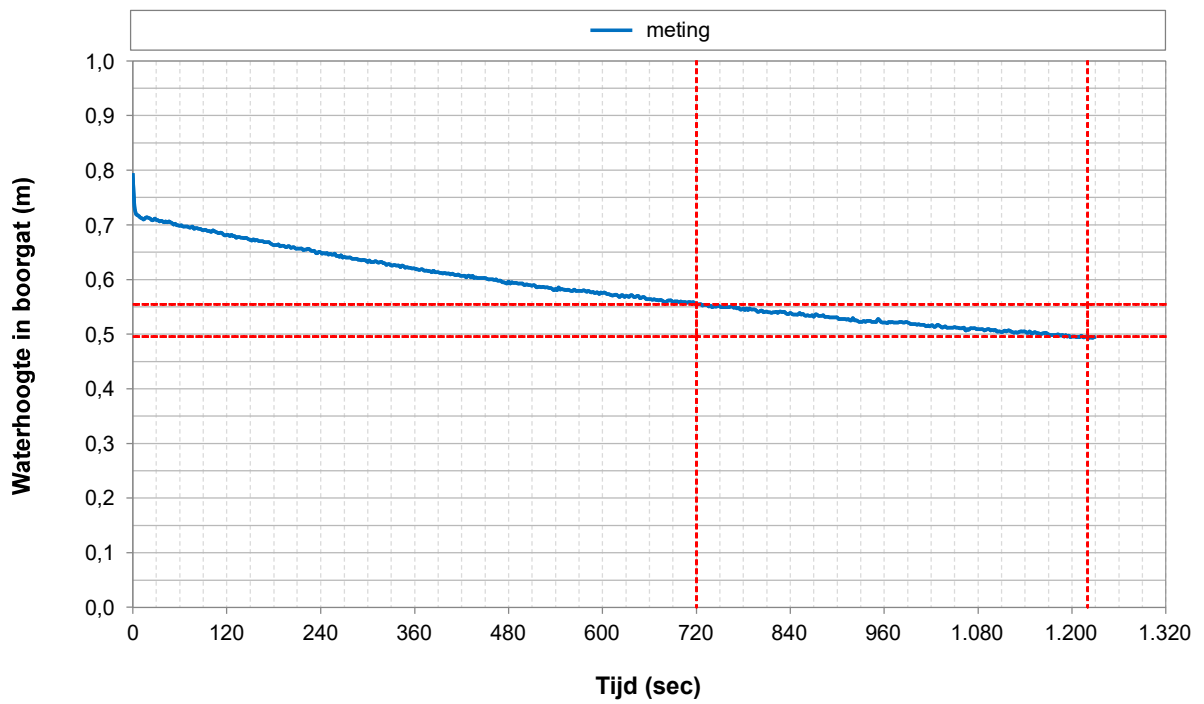
Falling head onverzadigd: meetlocatie 2 , diepte boorgat 1,4 m-mv , meting 2 : $K = 5,5$ m/d.



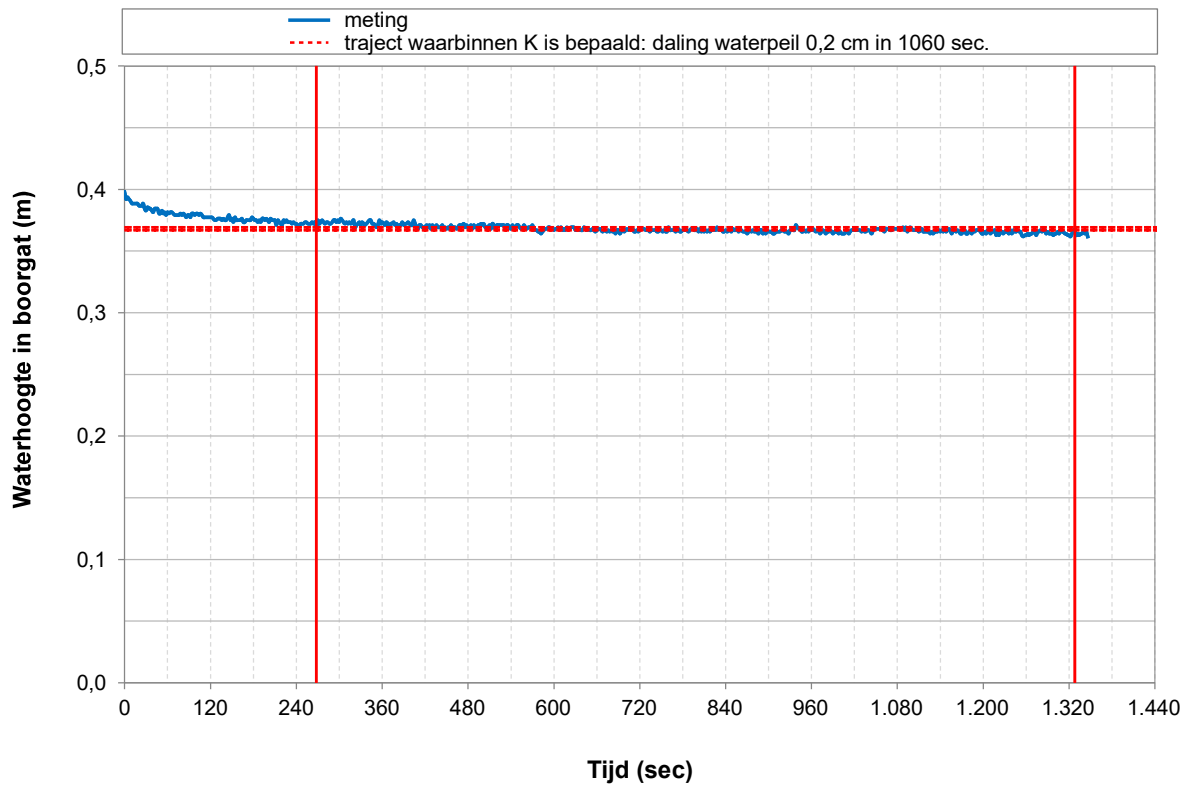
Falling head onverzadigd: meetlocatie 3 , diepte boorgat 0,75 m-mv , meting 1 : $K = 0,4$ m/d.



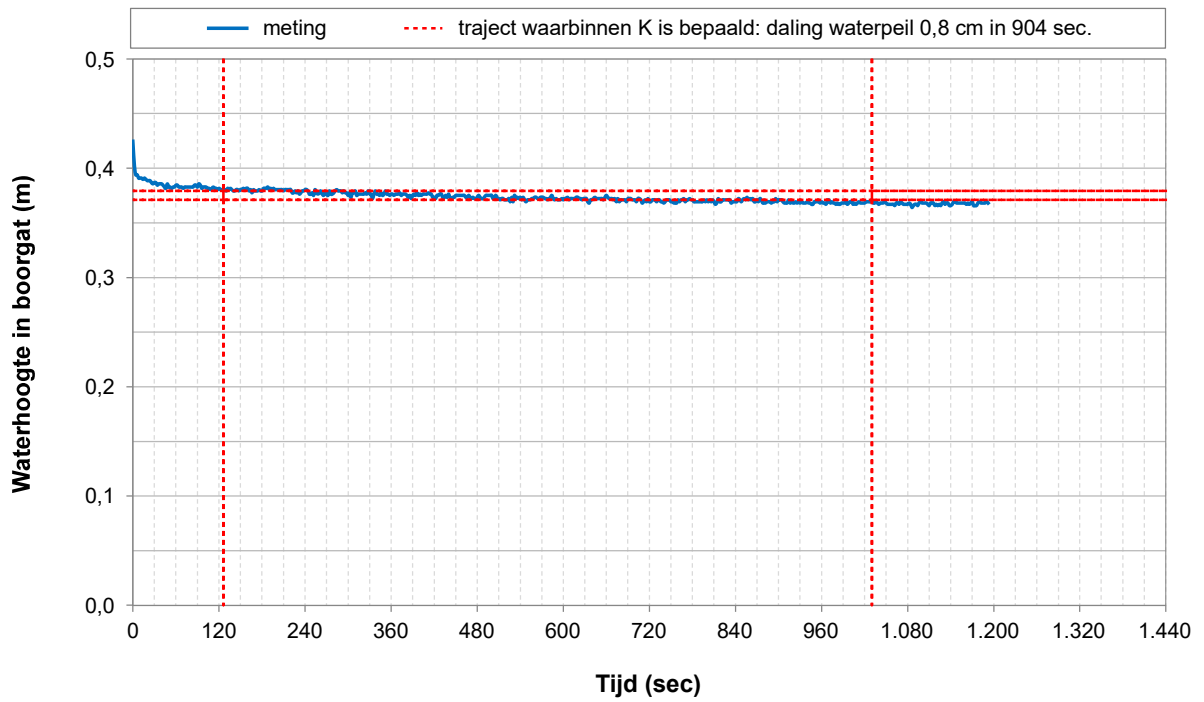
Falling head onverzadigd: meetlocatie 3 , diepte boorgat 0,75 m-mv , meting 2 : $K = 0,3$ m/d.



Falling head onverzadigd: meetlocatie 4 , diepte boorgat 0,45 m-mv , meting 1 : $K = 0,0$ m/d.



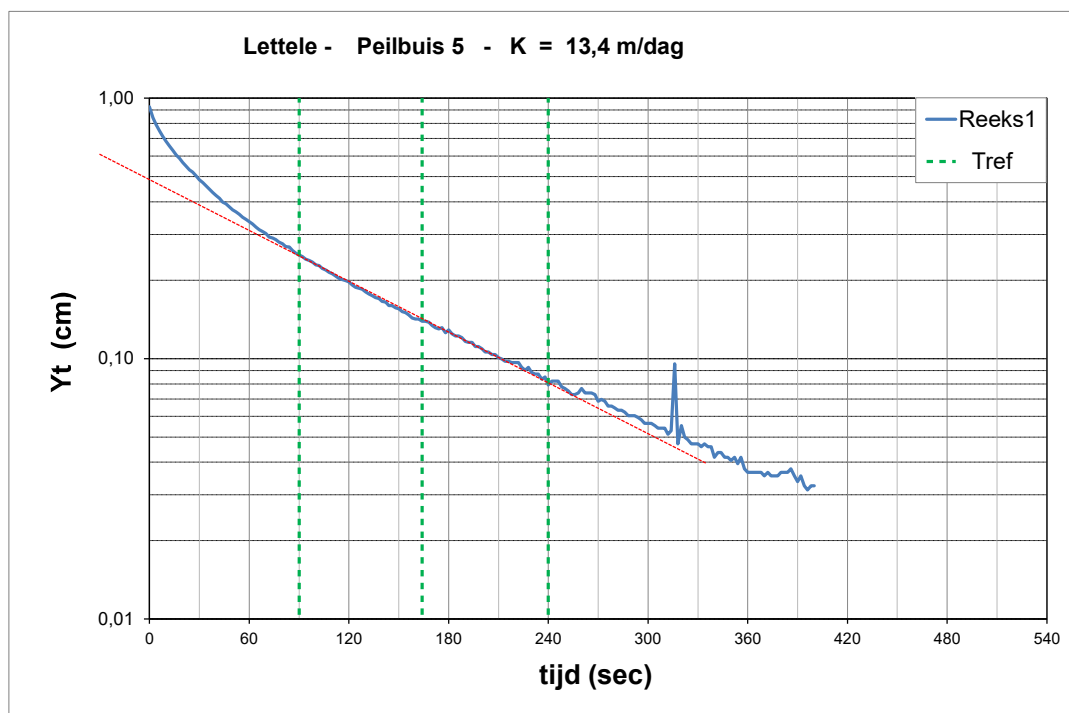
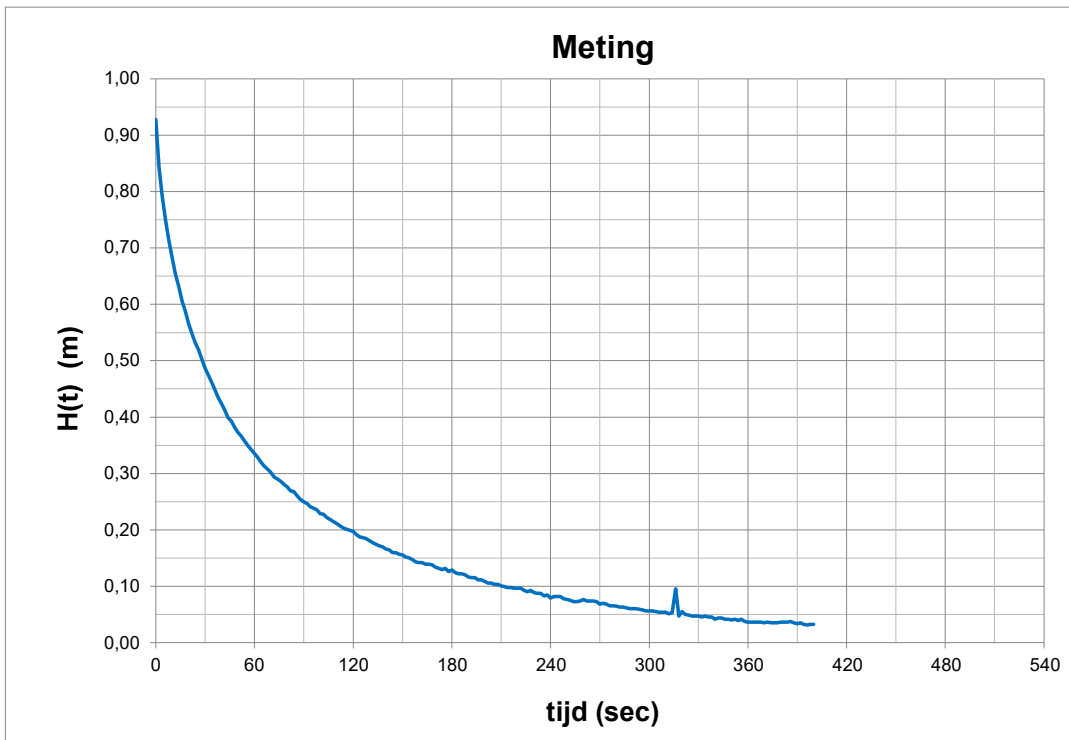
Falling head onverzadigd: meetlocatie 4 , diepte boorgat 0,45 m-mv , meting 2 : $K = 0,0$ m/d.



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 5
Meting 1
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

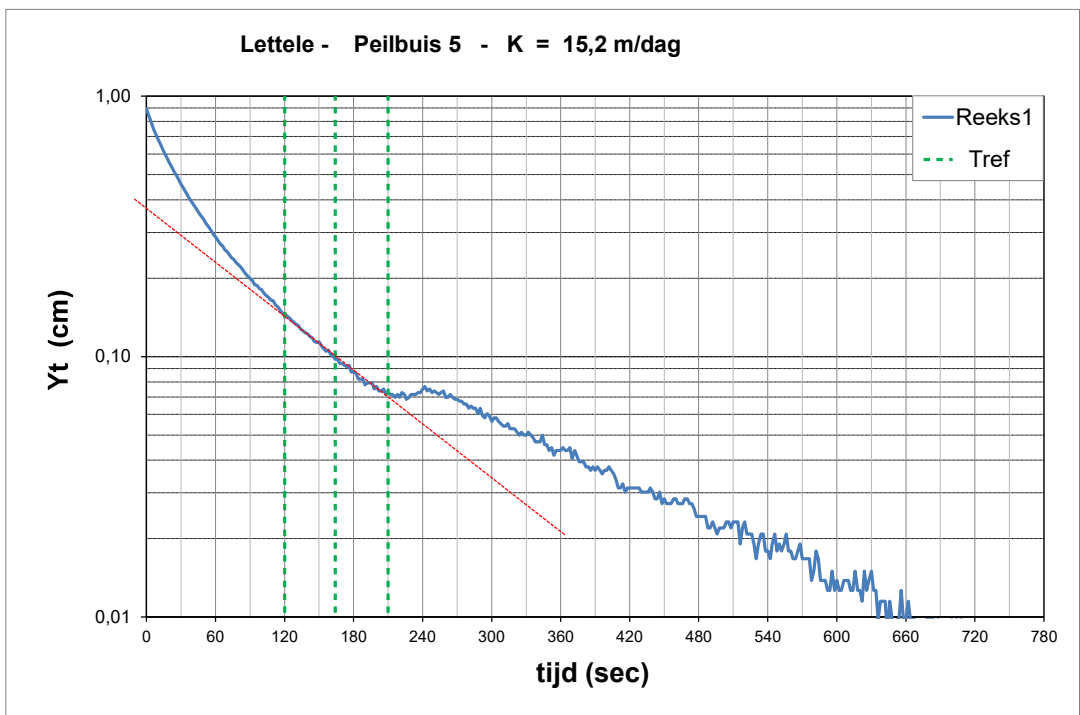
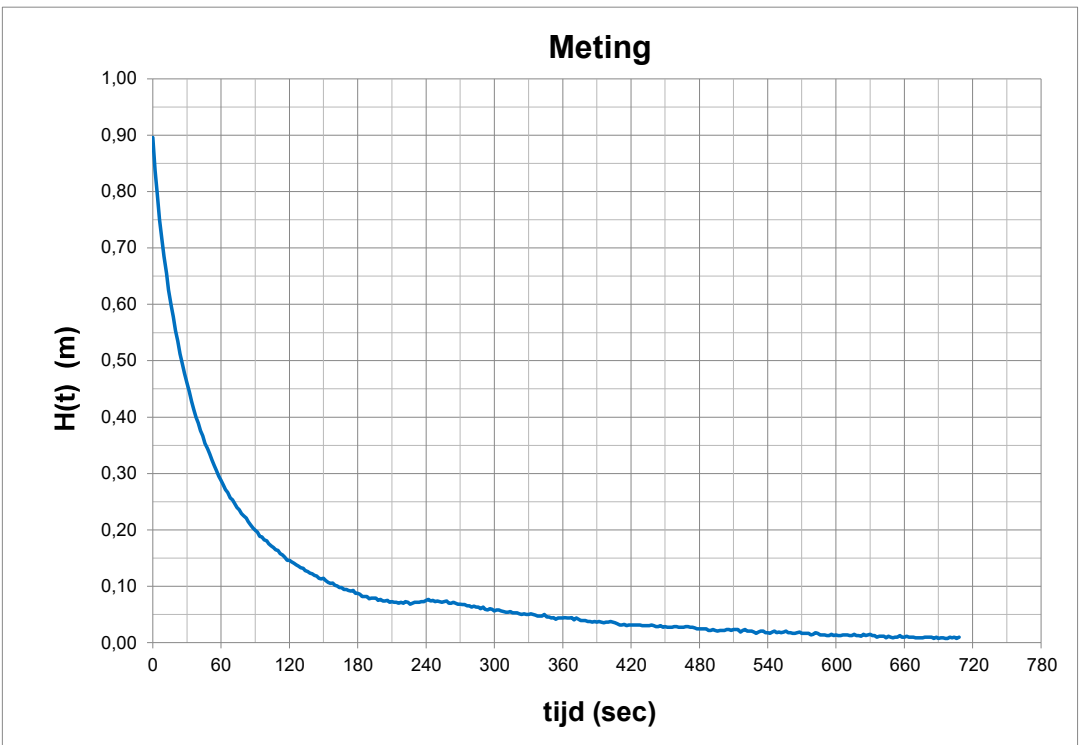
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	1,03	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,77	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
 Projectnummer P05072
 Peilbuis 5
 Meting 2
 Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

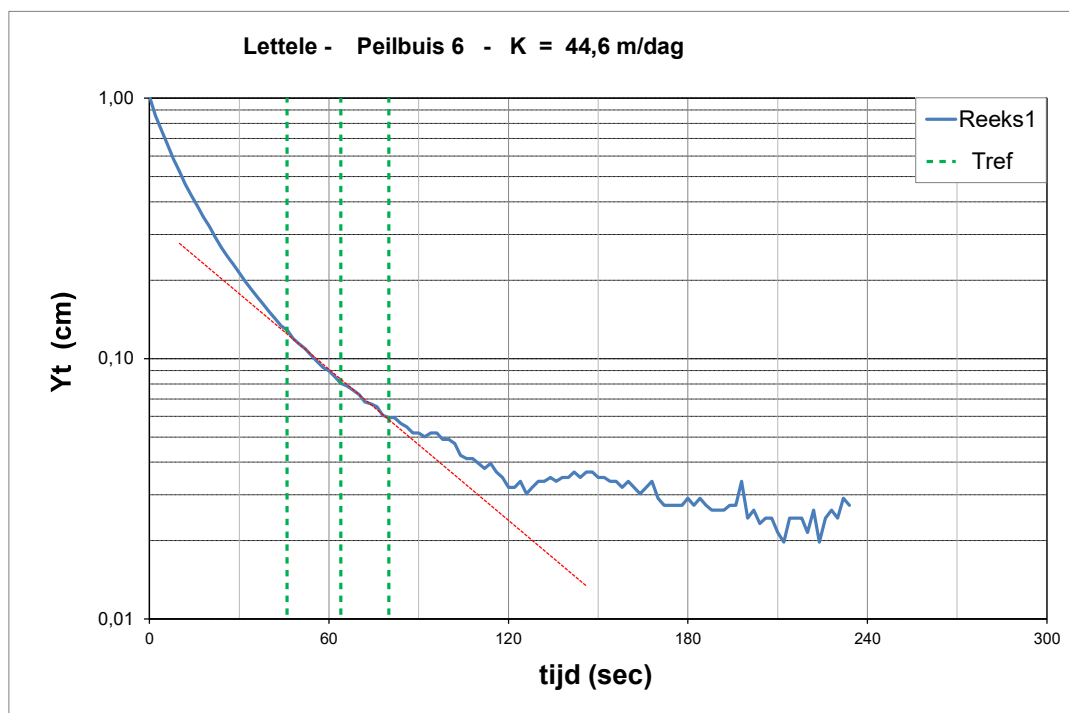
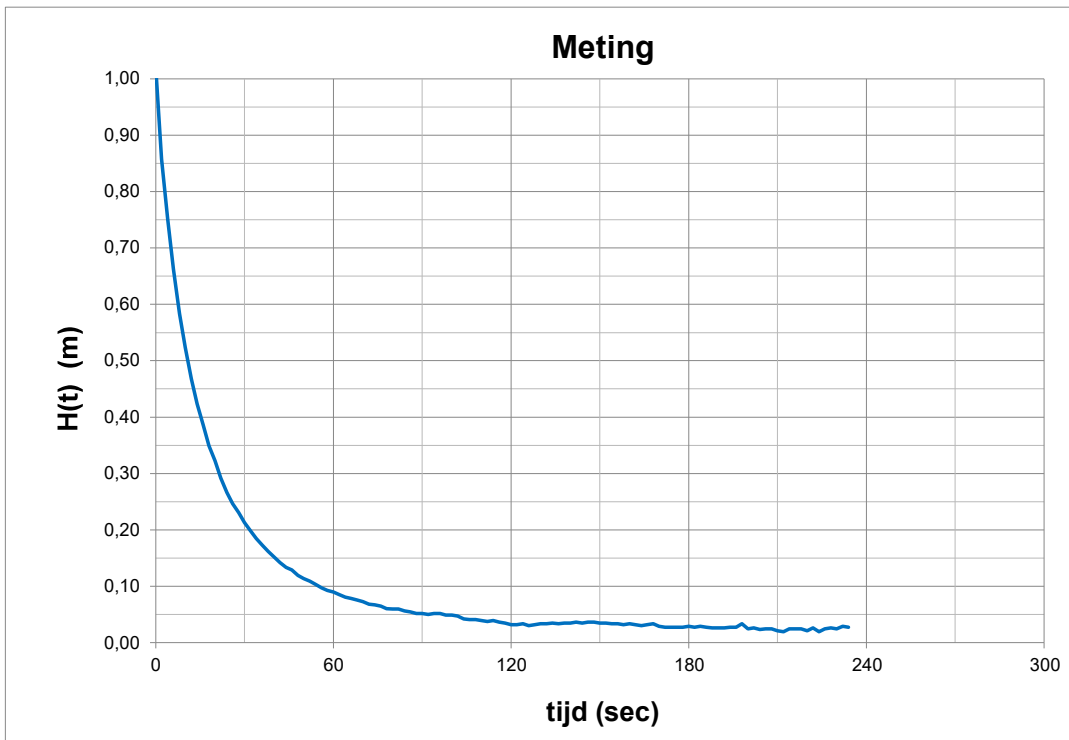
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	0,96	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,77	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 6
Meting 1
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

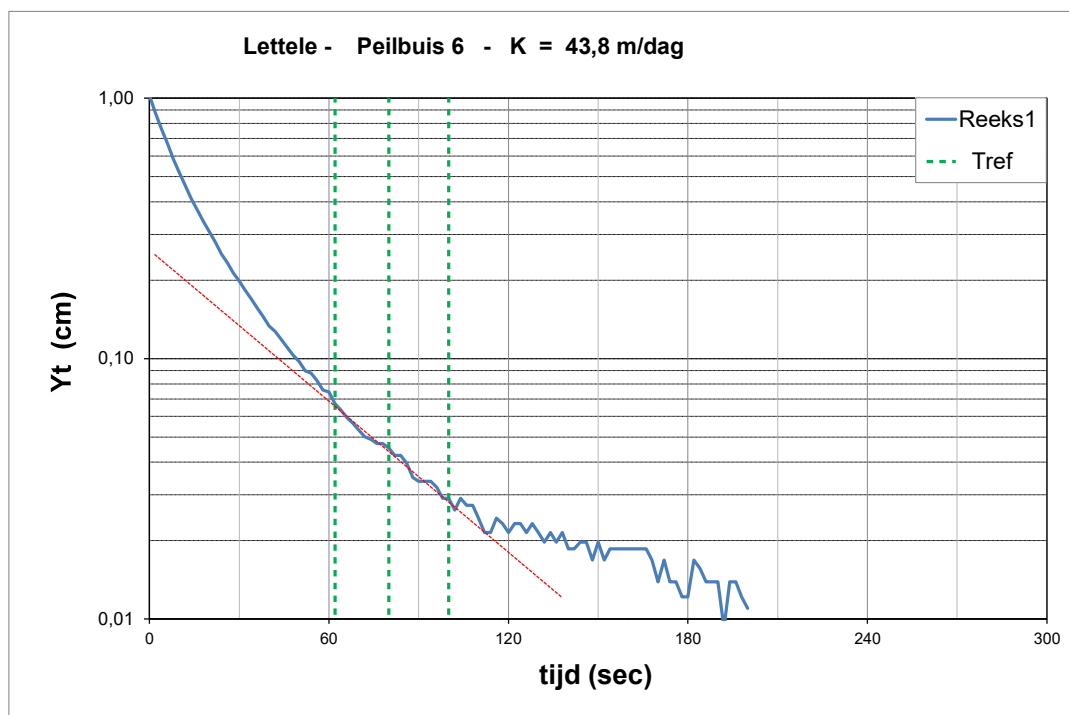
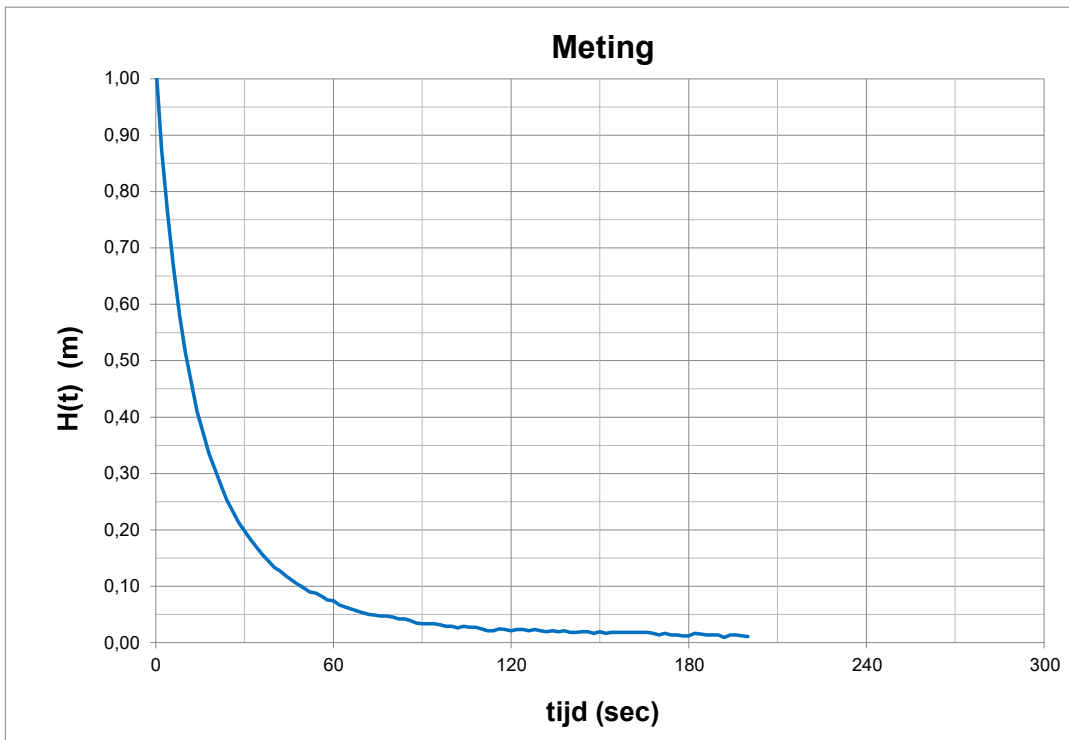
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	1,14	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,80	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 6
Meting 2
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

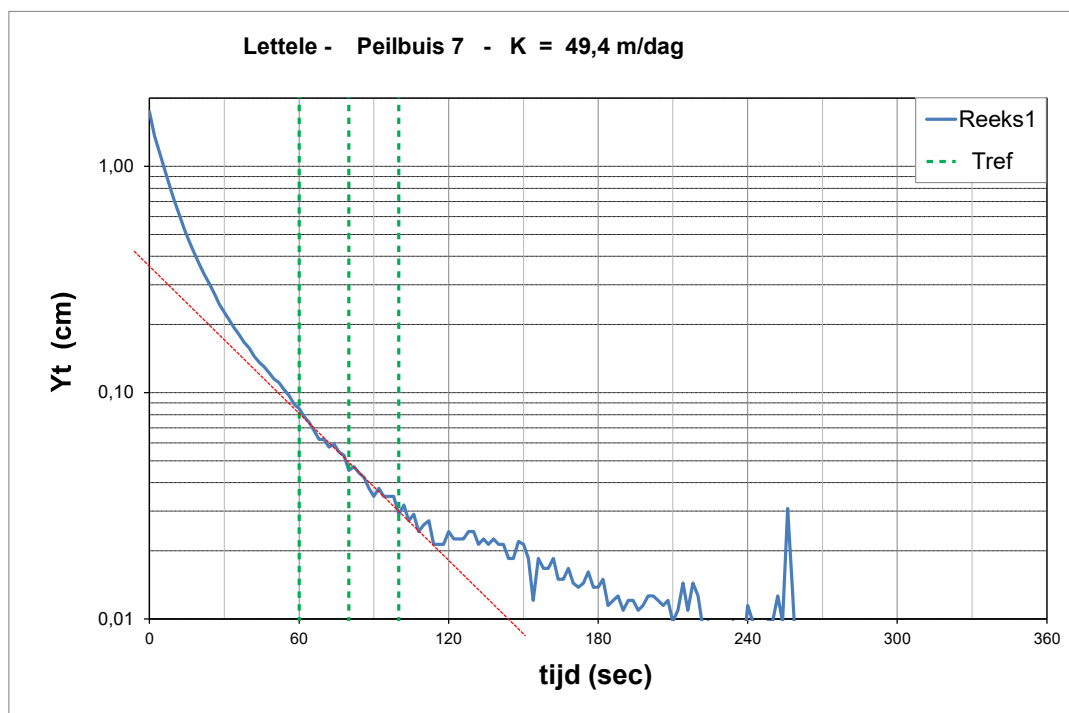
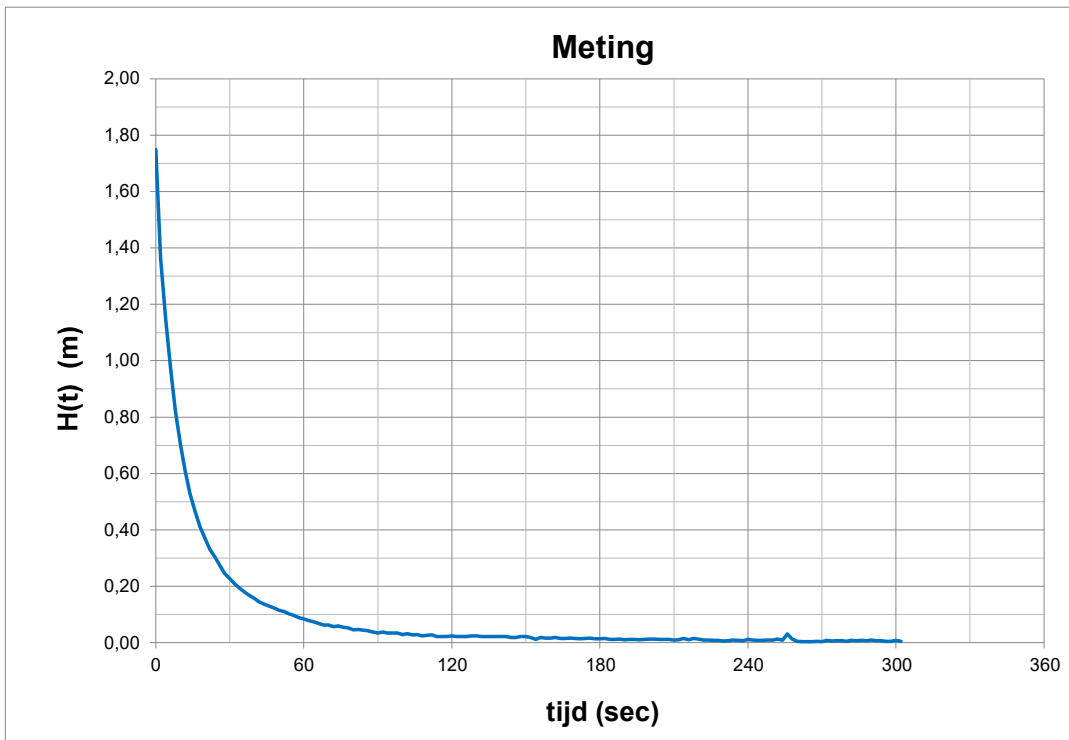
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	1,14	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,80	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 7
Meting 1
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

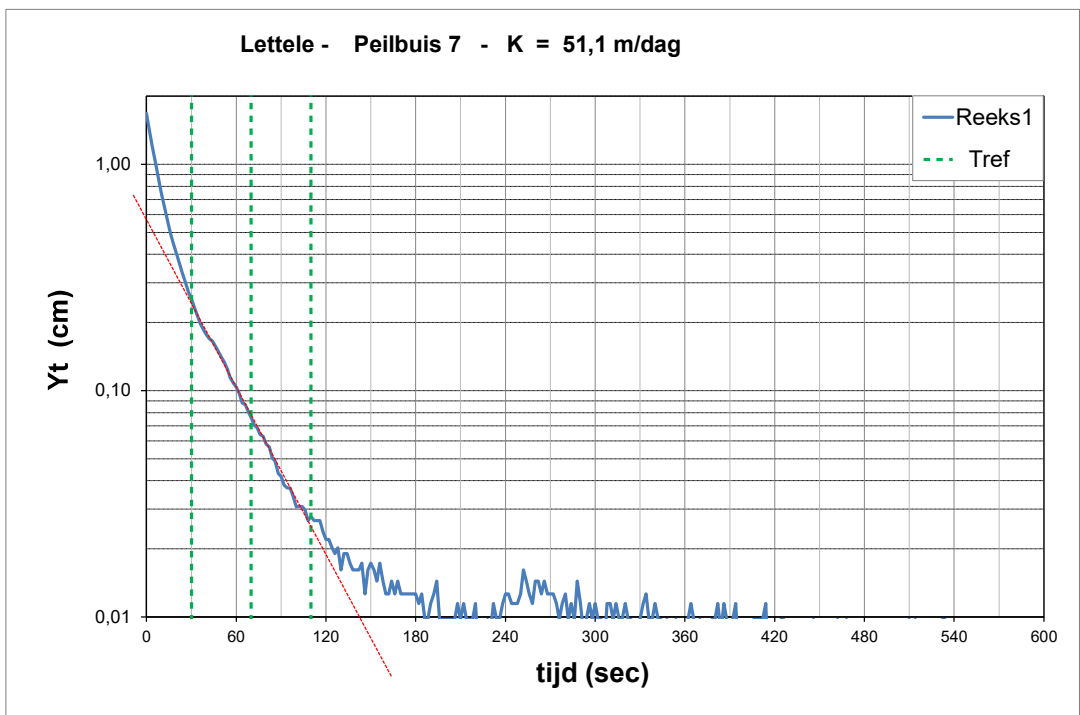
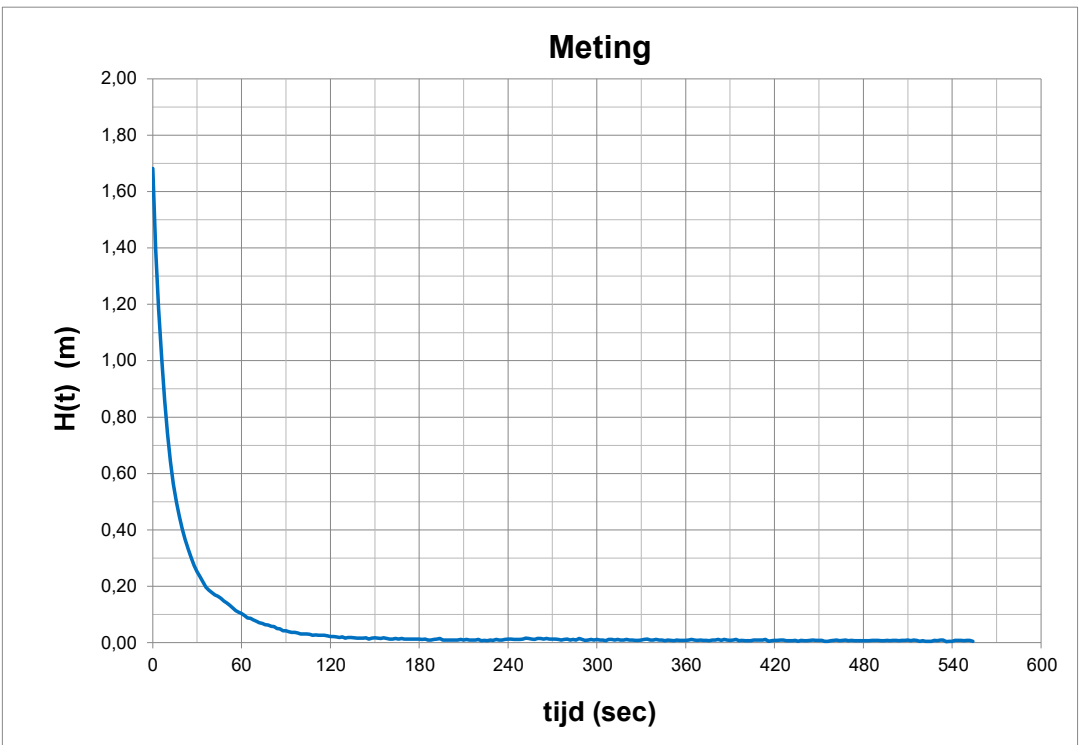
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	2,01	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	3,40	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
 Projectnummer P05072
 Peilbuis 7
 Meting 2
 Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

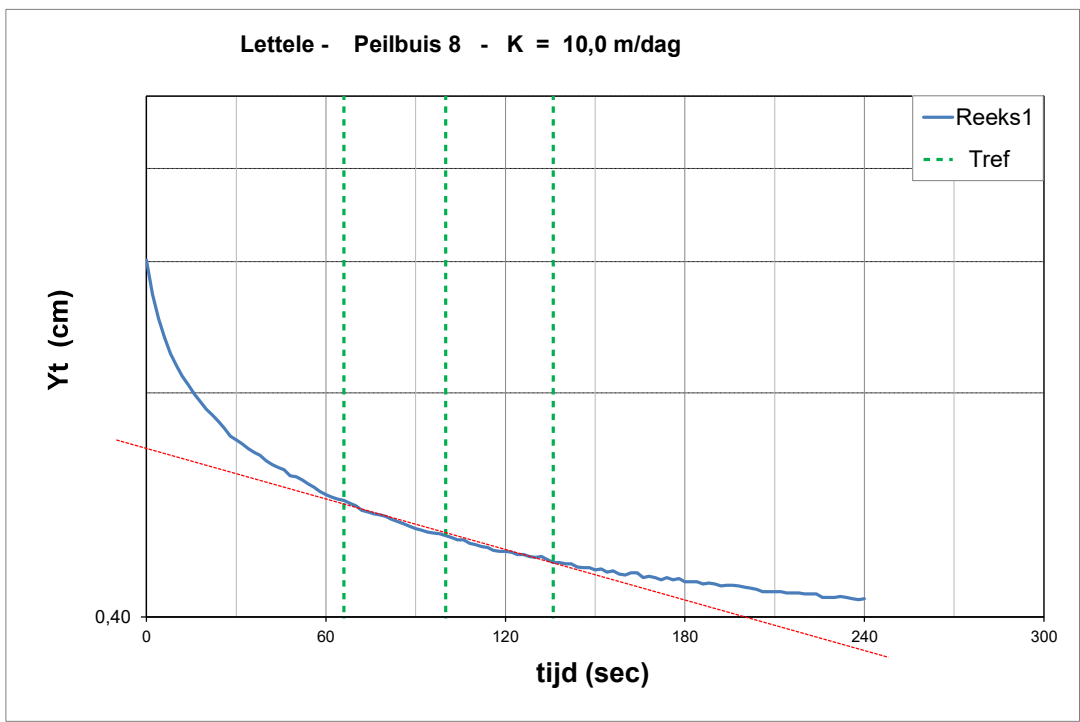
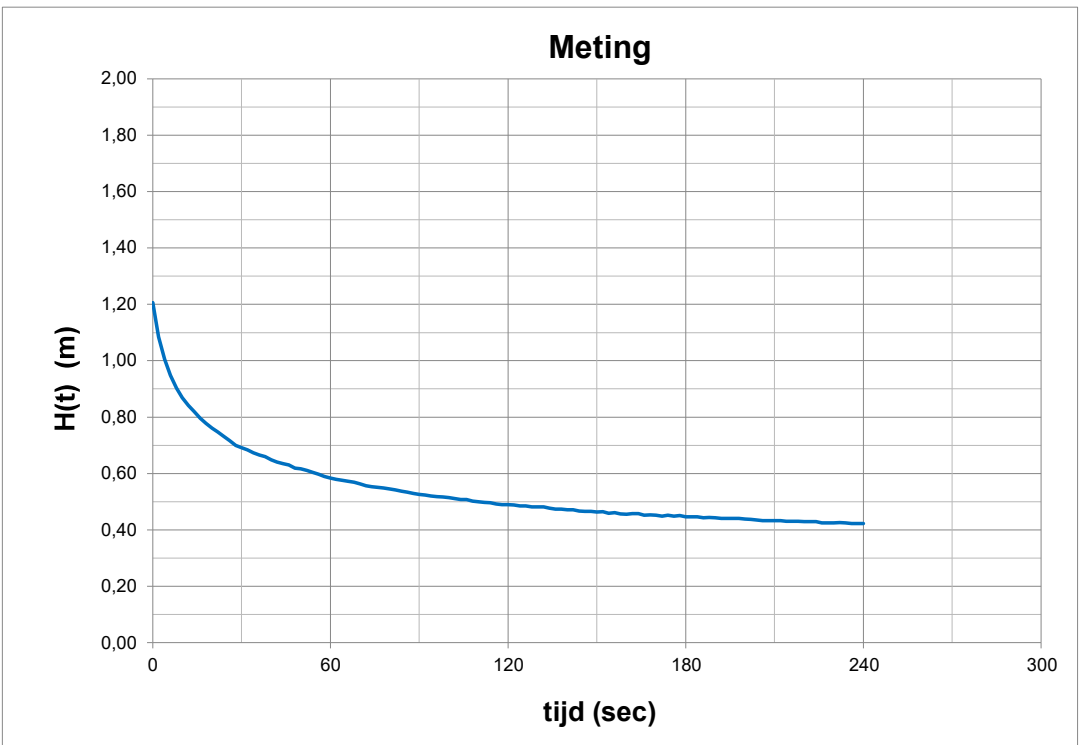
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	2,01	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	3,40	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 8
Meting 1
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

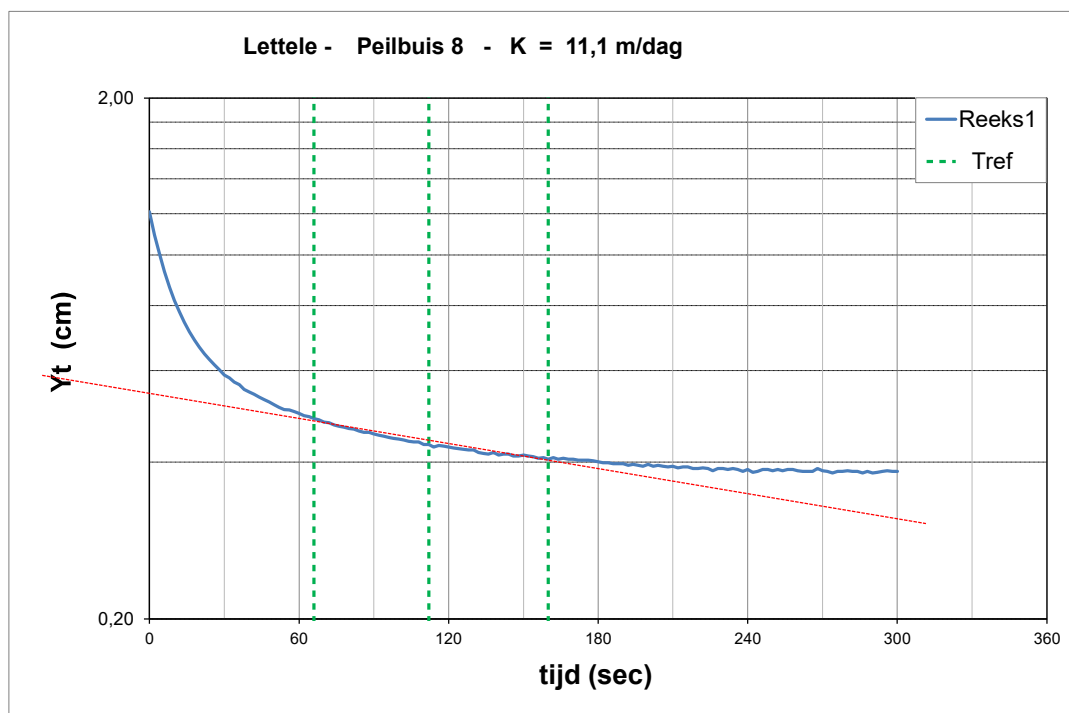
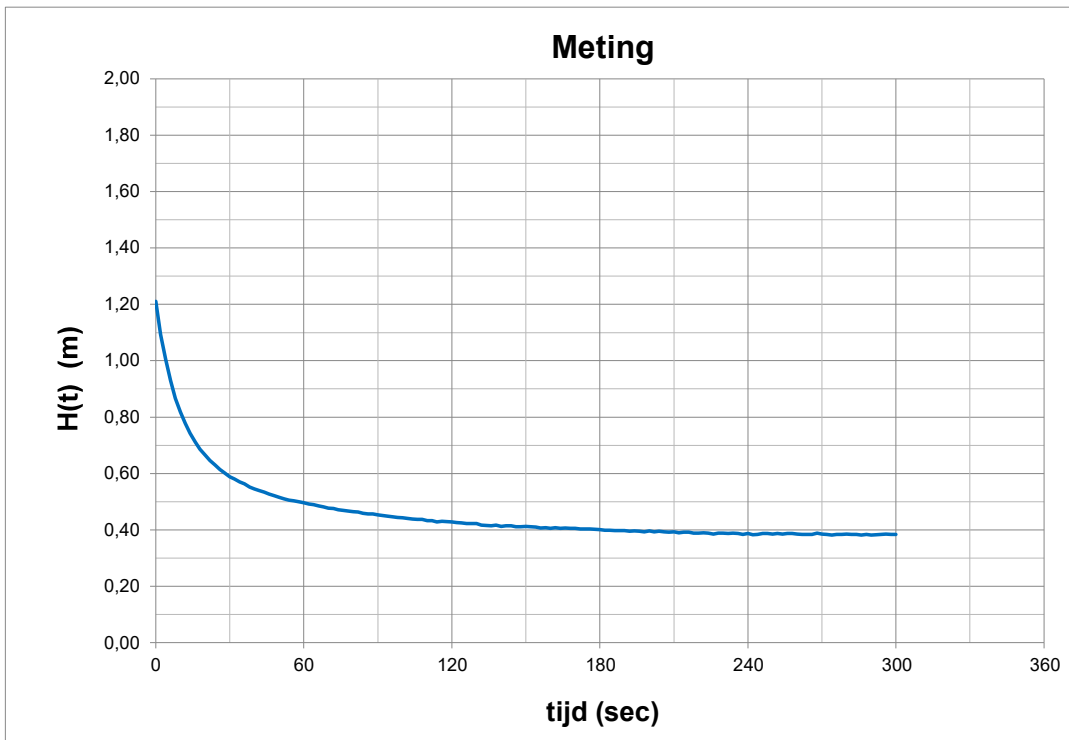
H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	0,91	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,85	m - bovenkant pb



Locatie Lettele
Projectnummer P05072
Peilbuis 8
Meting 2
Meetdatum 27-9-2024

Basisparameters

H (m)	10,00	dikte watervoerende laag
Le (m)	1,00	verzadigde filterlengte
rw (m)	0,04	straal boorgat
rpb (m)	0,14	straal peilbuis
n (-)	0,35	porositeit filtergrind
grondwaterstand	0,89	m - bovenkant pb
diepte onderkant filter	2,85	m - bovenkant pb



Bijlage 4 Begrippenlijst

Veelgebruikte begrippen/afkortingen	Uitleg veelgebruikte begrippen/afkortingen														
Ontwateringsdiepte	Het verschil tussen het maaiveld en het grondwaterpeil														
Drooglegging	Het verschil tussen het waterpeil in de watergang en het maaiveld														
Infiltratievoorzieningen	Een voorziening waar het opgevangen hemelwater tijdelijk wordt geborgen om het vervolgens in de bodem te laten infiltreren														
Bergende voorziening	Een voorziening waarin hemelwater geborgen wordt en vervolgens vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater of een infiltratievoorziening.														
Hemelwaterriool	Riolering waar het hemelwater van daken en terreinverharding afkomt en vaak wordt geloosd op watergangen of infiltratievoorzieningen.														
Vuilwaterriool	Riolering waarmee het vieze afvalwater wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuivering														
GHG/GLG	Gemiddeld laagste grondwaterstand/ Gemiddeld hoogste grondwaterstand. De GLG en GHG worden als volgt bepaald. In een hydrologisch jaar (dat loopt van 1 april tot en met 31 maart van het daaropvolgende jaar) wordt de grondwaterstand in een peilbuis twee keer per maand (gewoonlijk op de 14 ^{de} en 28 ^{ste} dag van de maand) gemeten. Van elk hydrologisch jaar (waarvan 24 metingen beschikbaar zijn) worden de drie hoogst en drie laagst gemeten grondwaterstanden genomen. De GHG/GLG is het gemiddelde van de hoogst/laagst gemeten grondwaterstanden van minimaal acht hydrologische jaren. In een "hydrologisch" normaal jaar staat het grondwater in september rond de GLG en in maart rond de GHG.														
GG	Gemiddelde grondwaterstand → gemiddelde grondwaterstand gezien over een heel jaar														
Doorlatendheid	De capaciteit van de bodem om water door te laten. Het Cultuurtechnisch Vademecum (1988) heeft de doorlatendheid van de bodem als volgt geclassificeerd: <table border="1" data-bbox="526 1232 981 1601"> <thead> <tr> <th>k (m/dag)</th> <th>klasse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><0,01</td> <td>zeer slecht</td> </tr> <tr> <td>0,01 – 0,10</td> <td>slecht</td> </tr> <tr> <td>0,10 – 0,50</td> <td>matig</td> </tr> <tr> <td>0,50 – 1,0</td> <td>vrij goed</td> </tr> <tr> <td>1,0 - 10</td> <td>goed</td> </tr> <tr> <td>>10</td> <td>zeer goed</td> </tr> </tbody> </table>	k (m/dag)	klasse	<0,01	zeer slecht	0,01 – 0,10	slecht	0,10 – 0,50	matig	0,50 – 1,0	vrij goed	1,0 - 10	goed	>10	zeer goed
k (m/dag)	klasse														
<0,01	zeer slecht														
0,01 – 0,10	slecht														
0,10 – 0,50	matig														
0,50 – 1,0	vrij goed														
1,0 - 10	goed														
>10	zeer goed														
Hydromorfe kenmerken	Kenmerken in de grond veroorzaakt door bodemvocht en grondwaterbeweging. Zichtbaar in de grond door roestsporen of het ontbreken daarvan.														

Bijlage 5 Aanvullende opmerkingen

Het totale verwerkende vermogen van een infiltratievoorziening om hemelwater in de bodem te infiltreren, moet gelijk zijn aan de som van de berging en de infiltratiecapaciteit: hoe kleiner de infiltratiecapaciteit, des te groter de benodigde berging moet zijn en omgekeerd. Omdat berging alleen boven de grondwaterspiegel kan worden gerealiseerd worden infiltratievoorzieningen bij voorkeur boven de GHG aangelegd. Volgens het KNMI ligt het zwaartepunt van extreme neerslaggebeurtenissen doorgaans in de maanden juli en augustus; dat zijn de maanden waarin doorgaans sprake is van een lage grondwaterstand, hetgeen gunstig is met betrekking tot infiltratie.

De benodigde minimale afmetingen (lengte, breedte en hoogte/diepte) van een infiltratievoorziening, voor de verwerking van hemelwater dat op afgekoppeld verhard (dak)oppervlak valt, zijn afhankelijk van:

- het totale oppervlak van de afgekoppelde verharde (dak)oppervlakken;
- de afstromingscoëfficiënt(en) van de afgekoppelde verharde (dak)oppervlakken;
- de dikte en waterdoorlatendheid van de bodemlagen die door de infiltratievoorziening worden doorsneden;
- de gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstand (GHG en GLG);
- de maatgevende bui die verwerkt moet kunnen worden.

Om een goed ontwerp van een infiltratievoorziening te kunnen maken, moeten alle hierboven genoemde aspecten inzichtelijk zijn. De op een perceel beschikbare ruimte (zowel horizontaal als verticaal) voor het aanleggen van een infiltratievoorziening bepaalt de maximaal mogelijke omvang, vorm en diepte van een aan te leggen infiltratievoorziening. Aangezien het water vanuit een infiltratievoorziening voornamelijk via de zijwanden in de bodem infiltreert, moet bij het ontwerpen van infiltratievoorzieningen, binnen de beschikbare (horizontale en verticale) ruimte een zo groot mogelijk verticaal wandoppervlak worden gecreëerd: dit betekent een zo groot mogelijke hoogte/diepte en voor de horizontale afmetingen een zo groot mogelijke verhouding tussen de lengte L en breedte B (een zo groot mogelijke verhouding L/B).

Bijlage 7 Begrippenlijst

Uitleg veelgebruikte begrippen/ afkortingen															
Ontwateringsdiepte	Het hoogteverschil tussen het maaiveld en het grondwaterpeil in m.														
Drooglegging	Het hoogteverschil tussen het waterpeil in de watergang en het maaiveld in m.														
Infiltratievoorziening	Een voorziening waarin het opgevangen hemelwater tijdelijk wordt geborgen en van waaruit het vervolgens in de bodem infiltreert.														
Bergende voorziening	Een voorziening waarin hemelwater geborgen wordt en van waaruit het vervolgens vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater of een infiltratievoorziening.														
Hemelwaterriool	Riolering waarnaar het hemelwater wordt afgevoerd dat afkomstig is van daken en terreinverharding. Vanuit een hemelwaterriool wordt het hemelwater vaak geloosd op oppervlaktewater of in een infiltratievoorziening.														
Vuilwaterriool/ droogweerafvoer	Riolering waarmee het afvalwater (huishoudelijk- en industrieel) wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuivering.														
GLG/ GHG	Gemiddeld laagste grondwaterstand/ Gemiddeld hoogste grondwaterstand. De GLG en GHG worden als volgt bepaald. In een hydrologisch jaar (dat loopt van 1 april tot en met 31 maart van het daaropvolgende jaar) wordt de grondwaterstand in een peilbuis twee keer per maand (gewoonlijk op de 14 ^{de} en 28 ^{ste} dag van de maand) gemeten. Van elk hydrologisch jaar (waarvan 24 metingen beschikbaar zijn) worden de drie hoogst en drie laagst gemeten grondwaterstanden genomen. De GHG/GLG is het gemiddelde van de hoogst/laagst gemeten grondwaterstanden van minimaal acht hydrologische jaren. In een "hydrologisch" normaal jaar staat het grondwater in september rond de GLG en in maart rond de GHG.														
GG	Gemiddelde grondwaterstand → gemiddelde grondwaterstand gezien over een heel jaar														
Doorlatendheid	De capaciteit van de bodem om water door te laten. Het (Cultuurtechnisch vademecum, 1988) heeft de doorlatendheid van de bodem als volgt geïnclassificeerd: <table border="1" data-bbox="488 1391 944 1756"> <thead> <tr> <th>k (m/dag)</th> <th>klasse</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><0,01</td> <td>zeer slecht</td> </tr> <tr> <td>0,01 – 0,10</td> <td>slecht</td> </tr> <tr> <td>0,10 – 0,50</td> <td>matig</td> </tr> <tr> <td>0,50 – 1,0</td> <td>vrij goed</td> </tr> <tr> <td>1,0 - 10</td> <td>goed</td> </tr> <tr> <td>>10</td> <td>zeer goed</td> </tr> </tbody> </table>	k (m/dag)	klasse	<0,01	zeer slecht	0,01 – 0,10	slecht	0,10 – 0,50	matig	0,50 – 1,0	vrij goed	1,0 - 10	goed	>10	zeer goed
k (m/dag)	klasse														
<0,01	zeer slecht														
0,01 – 0,10	slecht														
0,10 – 0,50	matig														
0,50 – 1,0	vrij goed														
1,0 - 10	goed														
>10	zeer goed														
Hydromorfe kenmerken	Kenmerken in de grond veroorzaakt door bodemvocht en grondwaterbeweging. Zichtbaar in de grond door roestsporen of het ontbreken daarvan.														
Waking	Verskil tussen het maaiveldniveau en de berekende maximum waterstand in de riolering/ infiltratievoorzieningen.														

Tabel 15 Beoordeling grondwaterstanden uit de monitoringspeilbuizen

Kwantificeren representativiteit van monitoringspeilbuizen ¹⁾		
a) Afstand tot plangebied		- : > 250m; o : > 50m en < 250m; + : < 50m;
b) Diepte filter in relatie tot bodemopbouw		- : filter in bodemlaag onder een scheidende laag. o : filter in freatisch zandpakket, > 5 m onder grondwaterstand; + : filter in freatisch pakket, < 5 m onder grondwaterstand;
c) Meetreeks	ouderdom	- : > 5 jaar; o : > 2 jaar, < 5 jaar; + : < 2 jaar;
	lengte	- : < 2 jaar o : > 2 jaar, < 8 jaar; + : > 8 jaar;
	aantal metingen per jaar	- : < 24. + : ≥ 24;
d) Hoogte maaiveld		- : verschil > 1,0m; o : verschil > 0,5m, < 1,0m; + : verschil < 0,5m;
e) Oppervlaktewater tussen peilbuis en plangebied		+ : geen oppervlaktewater; o : kleinschalig en/of ondiep oppervlaktewater - : omvangrijk en/of diep oppervlaktewater.
f) Overige factoren ²⁾		

1) + = gunstig/buikbaar o = neutraal - = ongunstig/niet bruikbaar

2) Eventuele toelichting.