

**Geohydrologisch onderzoek**

Hengelosestraat 381 te Enschede



## Geohydrologisch onderzoek

Hengelsestraat 381 te Enschede

### Opdrachtgever

Trebbe Wonen B.V.  
De heer P. Kok  
Postbus 4  
7500 AA Enschede

### Adviesbureau

Geofoxx  
Eektestraat 10-12  
Postbus 221  
7570 AE OLDENZAAL  
Tel. 0541 - 585544

### Status

Definitief

### Datum

29 september 2020

### Projectnummer

20200863/JUBR

### Documentkenmerk

20200863\_a1RAP

### Auteur

De heer J.M. ten Broek MSc.

Paraaf:

### Controle / vrijgave

De heer ing. R.H. Rekveldt

Paraaf:



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
	1.1 Aanleiding en doel	1
	1.2 Onderzoeksopzet	1
<b>2</b>	<b>Informatie plangebied</b>	<b>3</b>
	2.1 Huidige situatie	3
	2.2 Toekomstige situatie	4
<b>3</b>	<b>Literatuuronderzoek</b>	<b>5</b>
	3.1 Maaiveldhoogte	5
	3.2 Geologie	5
	3.3 Regionale geohydrologische bodemopbouw	6
	3.4 Grondwater	7
	3.5 Oppervlaktewater	9
	3.6 Riolering en ontwateringsmiddelen	9
	3.7 Voorgaande (bodem)onderzoek	10
<b>4</b>	<b>Veldwerkzaamheden</b>	<b>11</b>
	4.1 Algemeen	11
	4.2 Uitgevoerde veldwerkzaamheden	11
	4.3 Resultaten	11
	4.4 Doorlatendheid (k-waarde verzadigde zone)	12
	4.5 Doorlatendheid (k-waarde onverzadigde zone)	12
<b>5</b>	<b>Huidig beleid stedelijk waterbeheer</b>	<b>14</b>
	5.1 Inleiding	14
	5.2 Beleid waterschap Vechtstromen	14
	5.3 Gemeentelijk beleid stedelijk waterbeheer	15
<b>6</b>	<b>Mogelijkheden hemelwaterinfiltratie</b>	<b>17</b>
	6.1 Algemeen	17
	6.2 Infiltratiemogelijkheden algemeen	17
<b>7</b>	<b>Grondwatermonitoring</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Conclusie en advies</b>	<b>21</b>
<b>Bijlagen</b>		
1	Situatietekeningen	
2	Boorprofielen	
3	Resultaten metingen doorlatendheid	
4	Foto's	
5	Ontwerpeisen gemeente Enschede	



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Trebbe Wonen B.V. heeft Geofoxx, als onafhankelijk adviesbureau<sup>1</sup>, een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd ter plaatse van Hengelosestraat 381 te Enschede.

De aanleiding voor het laten uitvoeren van het onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen nieuwbouw op de locatie en in samenhang hiermee de bestemmingsplanwijziging van de locatie.

In het kader van de benodigde bestemmingsplanprocedure dient de watertoets te worden doorlopen en moet als onderbouwing een waterparagraaf in het bestemmingsplan worden opgenomen. Als input hiervoor wordt een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd.

Om goed onderbouwde en weloverwogen keuzes te kunnen maken bij het ontwerp van het plangebied is het raadzaam om inzicht te hebben in de grondwaterhuishouding (grondwaterstanden en fluctuaties) en bodemopbouw op de locatie. Het onderzoek heeft tot doel dit inzicht te verkrijgen, alsmede een basis te vormen voor een in een later stadium op te stellen waterhuiskundig plan.

## 1.2 Onderzoekopzet

Voor de uitvoering van het geohydrologisch onderzoek kunnen de volgende stappen worden onderscheiden:

### *Stap 1: Vooronderzoek bestaande uit een bureaustudie*

In het vooronderzoek wordt informatie verkregen van de regionale en lokale bodemopbouw en heersende grondwaterstanden. De volgende informatiebronnen worden geraadpleegd:

- Boorbeschrijvingen en meetreeksen van grondwaterstanden uit het DINO-loket van TNO;
- Onderzoeksresultaten van het gelijktijdig op de locatie uitgevoerde bodemonderzoek;
- Actueel Hoogtebestand Nederland (v 3.0);
- Wateratlas Provincie Overijssel;
- Grondwatermeetnet Twente;
- Enschede Ondergronds;
- Gemeente Enschede;
- Bodemloket.nl.

### *Stap 2: Veldonderzoek*

Het veldonderzoek moet informatie opleveren over:

1. de lokale bodemopbouw;
2. de doorlatendheid van de bodem;
3. de (fluctuatie van) de grondwaterstand.

Punten 1 t/m 3 staan onderstaand nader toegelicht.

---

<sup>1</sup> De opdrachtgever en terreineigenaar zijn geen zuster- of moederbedrijf en komen niet uit de eigen organisatie zodat de onafhankelijkheid van het onderzoek is gewaarborgd.



1. Bodemopbouw

Op de locatie wordt op acht plekken handmatig een grondboring uitgevoerd tot circa 1,0 m-mv en op drie plekken tot circa 3,5 m-mv. Twee van de drie diepe boringen worden met een peilbuis afgewerkt. Op basis van de bij de boringen vrijkomende grond wordt een gedetailleerde boorbeschrijving gemaakt. De boorbeschrijvingen worden weergegeven in boorprofielen. Dit geeft inzicht in de gelaagdheid en de samenstelling van de bodem. Tevens geeft dit al een indicatie van de doorlatendheid (k-waarde).

2. Doorlatendheid

Voor het bepalen van de doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone van de bodem worden doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De k-waarde boven grondwatervniveau is van belang voor het bepalen van de infiltratiemogelijkheden op de locatie. Hiertoe zal op 5 plaatsen op de locatie een zogenaamde 'falling-head' test worden uitgevoerd. De doorlatendheid van de verzadigde zone zal worden bepaald middels een constant-flow test, waarbij gebruik gemaakt wordt van de geplaatste peilbuizen.

3. Grondwaterstand

Door twee boringen af te werken met een peilbuis (met afsluitbare straatpot) kan de grondwaterstand worden gemeten.

Beide peilbuizen worden voorzien van een datalogger, om de grondwaterstand op de projectlocatie voor langere tijd te kunnen meten. De grondwaterstand zal gedurende een periode van 1 jaar elke 12 uur automatisch worden geregistreerd door de datalogger. In deze aanbieding zijn wij uitgegaan van één (eind)uitlezing, na een periode van 1 jaar. Ter controle op de metingen zullen bij installatie, 1x tussentijds (na circa een half jaar) en bij de einduitlezing tevens de grondwaterstanden in de peilbuizen handmatig worden gepeild.

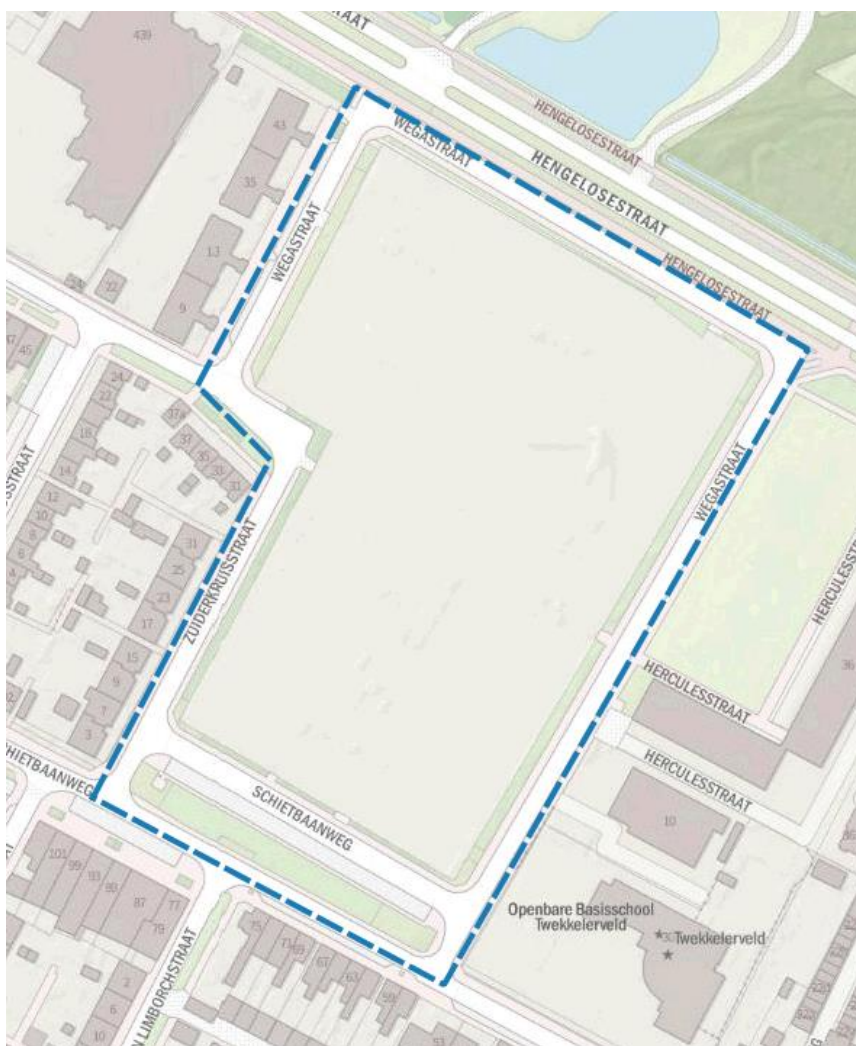
De gemeten grondwaterstanden zullen als meetreeks in grafiekvorm worden weergegeven, ten opzichte van maaiveld. Op basis van een waterpassing ten opzichte van de beschikbare puthoogten in de nabijheid zal bepaald worden wat de grondwaterstanden zijn ten opzichte van NAP zijn. De resultaten geven een indicatie van de schommelingen van de lokale grondwaterstand in de betreffende meetperiode.

## 2 Informatie plangebied

### 2.1 Huidige situatie

De onderzoekslocatie is gelegen aan de rand van de woonwijk "Tweckelerveld", ten noordwesten van het centrum van Enschede. De locatie wordt begrensd door de Hengelsestraat in het noorden, de Wegastraat / Zuiderkruisstraat in het westen, Schietbaanweg in het zuiden en de Wegastraat aan de oostkant. De onderzoekslocatie is momenteel braakliggend. De oppervlakte van de onderzoekslocatie bedraagt circa 18.900 m<sup>2</sup>. In de directe nabijheid zijn woonhuizen en een basisschool gelegen.

De locatie staat kadastraal bekend als gemeente Lonneker, sectie S en nummers 2635 en 3627. In afbeelding 2.1 is de lokale ligging van de onderzoekslocatie weergegeven. In bijlage 1 zijn de geografische ligging van de onderzochte locatie en een situatietekening opgenomen.



Afbeelding 2.1: Situatietekening met in blauw de onderzoekslocatie (bron: opdrachtgever).

De algemene locatiegegevens zijn opgenomen in tabel 2.1.



**Tabel 2.1: Algemene gegevens onderzoekslocatie**

<b>Algemene gegevens onderzoekslocatie</b>	
Locatie omschrijving:	Braakliggend terrein (gras/ beplanting)
Oppervlakte onderzoekslocatie:	Circa 18.900 m <sup>2</sup>
Bebouwing:	Niet aanwezig
Verharding:	Niet aanwezig
Kadastrale aanduiding:	Gemeente Lonneker, Sectie S, Nummers 2635 en 3627
Eigenaar:	Ontwikkelaar Trebbe

Een overzicht van de eerder uitgevoerde bodemonderzoeken en de historische informatie van de onderzoekslocatie staat beschreven in het verkennend en nader (asbest)bodemonderzoek van Envita (rapportnummer: 206504-11/R01, d.d. 27 juni 2017). In paragraaf 3.7 wordt dit onderzoek besproken.

## 2.2 Toekomstige situatie

Op de locatie zal nieuwbouw plaatsvinden waarbij nieuwbouw wordt ontwikkeld. Daarnaast is de invulling van deze locatie een eerste aanzet voor de gemeente Enschede voor de herstructurering van de woonwijk "Twekkerveld".

## 3 Literatuuronderzoek

### 3.1 Maaiveldhoogte

Op de onderzoekslocatie loopt het maaiveld heel globaal af in westelijke richting. Het maaiveld op de onderzoekslocatie heeft een gemiddelde hoogte van circa 31,6 m + NAP (zie onderstaande afbeelding).



Figuur 3.1: Globale maaiveldhoogte met in rood de onderzoekslocatie (bron: AHN 3.0).

### 3.2 Geologie

De projectlocatie is gelegen op de westelijke flank van het stuwwalcomplex, waarop de stad Enschede is gelegen.

Een stuwwal ontstaat doordat gletsjertongen vanuit de rand van een landijskapschap een gebied binnendringen. Daarbij schuren ze een diep glaciaal bekken uit. De sedimenten uit het bekken worden opgestuwd tot een hoge stuwwal. De sedimenten worden daarbij niet alleen verplaatst, maar ook sterk vervormd. Dichtbij de ijstong vormen zich in de stuwwal dekbladachtige overschuivingen of dakpansgewijs gestapelde schubben. Verder van het ijsfront vandaan is de druk minder groot en worden plooiën gevormd die geleidelijk afnemen in grootte.



In de vlakke voor het landijsfront worden waaiers van smeltwaterzanden afgezet door smeltwaterstromen die zich steeds weer verleggen. Ook tijdens de stuwving kunnen zich smeltwaterstromen vormen. Het water stroomt over de gestuwde afzettingen heen naar het laagland buiten de stuwwal. De stuwwal wordt hierbij deels geërodeerd. Het grovere materiaal uit de smeltwaterstromen wordt grotendeels aan de voet van de stuwwal als een waaier afgezet, maar het kan ook al op de stuwwalflank achterblijven.

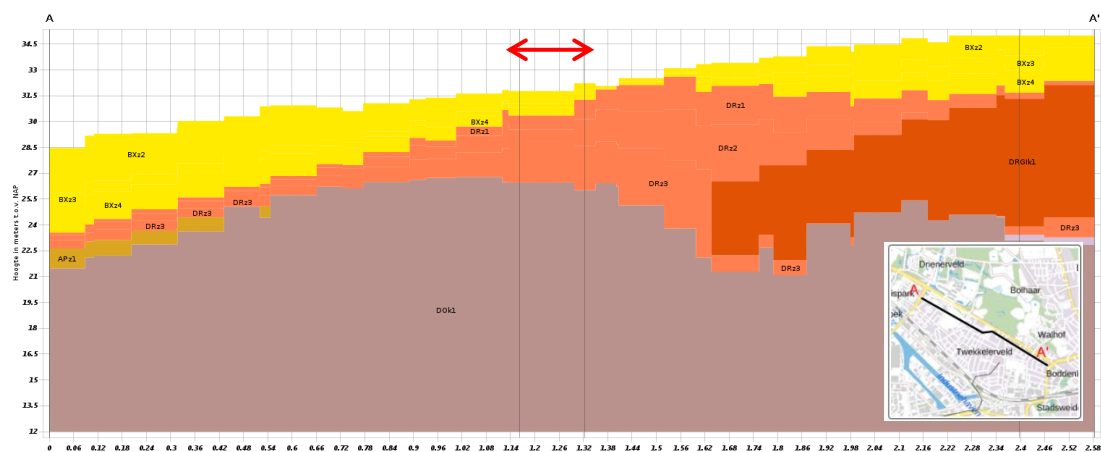
Tevens zijn vanuit het noordwesten met name de vlaktes en westflanken van hellingen (waaronder de projectlocatie) bedekt met een laag stuifzand (formatie van Boxtel), aan de oostzijde van de stuwwal zijn deze afzettingen meestal geringer van dikte.

### 3.3 Regionale geohydrologische bodemopbouw

De opeenvolging van slecht doorlatende lagen en goed doorlatende watervoerende pakketten bepaalt de grondwaterstroming in een gebied. De opeenvolging wordt de geohydrologische opbouw genoemd.

In figuur 3.2 is de geohydrologische opbouw weergegeven (gebaseerd op het geohydrologische model van de DINO-Loket, REGIS II.I). Aan het maaiveld is sprake van een relatief dunne zandlaag, bestaande uit de formatie van Boxtel. Daaronder bevindt zich de formatie van Drenthe (oranje), deze is tot circa 6 m-mv aanwezig en bestaat uit een afwisseling van kleiige tot zeer grove zandlagen. Eveneens kunnen lokaal sterk grindige lagen of stenen voorkomen. De hydrologische basis bestaat uit een slecht doorlatende kleilaag, de formatie van Dongen (paars).

Op basis hiervan en de aard van het onderzoek, wordt een verdere uitwerking van de regionale geohydrologische gegevens niet relevant geacht.



### 3.4 Grondwater

#### 3.4.1 Regionale grondwaterstroming

Door middel van [www.grondwatertools.nl](http://www.grondwatertools.nl) is een isohypsenkaart voor de omgeving van het plangebied gemaakt. Hieruit blijkt een stroming van het grondwater in het eerste watervoerende pakket in zuidwestelijke richting (zie figuur 3.3). Ter plaatse van het plangebied is een gradiënt aanwezig van ongeveer 1%. Dit is geheel in overeenstemming met de ligging ten opzichte van de stuwwal en het maaiveldverloop.



Figuur 3.3: Isohypsenkaart [grondwatertools.nl](http://grondwatertools.nl).

De grondwaterstanden in het 1° watervoerend pakket zullen qua stijghoogte afwijken van de lokale grondwaterstand in de deklaag, echter geeft figuur 3.3 wel een goed beeld van de gradiënt en stromingsrichting.

### 3.4.2 Grondwaterstanden in de omgeving

Voor inzicht in de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG), de gemiddelde grondwaterstand (GG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is gebruik gemaakt van het grondwatermeetnet Twente, in onderhoud en beheer bij MOS B.V.

In de directe omgeving van het plangebied zijn zes representatieve monitoringspeilbuizen van het grondwatermeetnet beschikbaar, met relevante en actuele meetdata. De situering van deze peilbuizen ten opzichte van het plangebied is weergegeven in figuur 3.4.



Figuur 3.4: Ligging peilbuizen in de omgeving van de onderzoekslocatie.

Op basis van deze meetreeksen zijn per peilbuis de volgende grondwaterstanden afgeleid:

- de gemiddelde hoge grondwaterstand (GHG);
- de gemiddelde lage grondwaterstand (GLG).

De berekende grondwaterstanden zijn weergegeven in tabel 3.1. Aan de hand van deze gegevens kan een uitspraak worden gedaan over de heersende grondwaterstanden en fluctuaties ervan ter plaatse.

Tabel 3.1: Maatgevende grondwaterstanden

Meetpunt (naam)	Maaiveldhoogte (m + NAP)	Meetperiode	GHG		GLG	
			(m + NAP)	(m-mv)	(m + NAP)	(m-mv)
320A	34,94	1981 – 2020	33,76	1,18	32,72	2,22
633A	29,21	1988 – 2020	28,63	0,58	28,01	1,11
650A	32,78	1989 – 2020	32,09	0,68	31,32	1,46
751A	33,07	1992 – 2018	32,11	0,96	31,30	1,77
944A	33,02	2003 – 2019	31,93	1,09	31,32	1,70
946A	28,63	2003 – 2019	27,59	1,04	27,06	1,57

Uit tabel 3.1 kan geconcludeerd worden dat het grondwaterstand in de directe omgeving van het plangebied met circa 0,75 meter fluctueert. Meer ten noorden van het plangebied neemt de fluctuatie toe, terwijl de fluctuatie afneemt in de buurt van het Twentekanaal (zuidelijk gelegen).

Gesteld kan worden dat de regionaal gemiddelde GHG circa 0,9 m-mv bedraagt en de gemiddelde GLG circa 1,5 m-mv bedraagt. De definitieve GHG dient mede bepaald te worden op basis van de grondwatermonitoring (hoofdstuk 7).

### 3.5 Oppervlaktewater

Binnen een straal van 500 meter rondom de onderzoekslocatie is geen oppervlaktewater aanwezig. Ook is geen sprake van drinkwaterwingebied of grondwaterbeschermingsgebied.

### 3.6 Riolering en ontwateringsmiddelen

Onderstaand is de ligging van de riolering weergegeven. Het riool stroomt af in zuidwestelijke richting. Aan de oostzijde van het projectgebied is het riool (b.o.b. hoogte) hoger gelegen met 30,71 m + NAP. Aan de westzijde is het riool lager gelegen met een hoogte van 30,2 tot 30,0 m + NAP.

Voor zover bekend zijn er geen ontwateringsmiddelen (DT-riool en/of drainage) aanwezig.



Figuur 3.5: Ligging riolering in de omgeving van de onderzoekslocatie.



### 3.7 Voorgaande (bodem)onderzoek

Op de onderzoekslocatie is door Envita een verkennend en nader (asbest)bodemonderzoek Hengelosestraat 381 te Enschede (rapportnummer: 206504-11/RO1, datum 27 juni 2017).

De aanleiding voor het bodemonderzoek is het vastleggen van de milieuhygiënische bodemkwaliteit na de sloop- en saneringswerkzaamheden die op de locatie zijn uitgevoerd en de mogelijke verkoop van de locatie.

In de bovengrond zijn licht verhoogde gehalten aan kwik, PCB, PAK en minerale olie aangetoond. De verhoogde gehalten zijn waarschijnlijk te relateren aan het voorkomen van bodemvreemd materiaal. In de ondergrond zijn geen verhoogde gehalten aangetoond.

In het grondwater zijn diverse zware metalen, xylenen en naftaleen licht verhoogd aangetoond. De verhoogde xylenen en naftaleen concentraties zijn waarschijnlijk afkomstig van de gesaneerde minerale oliecomponenten verontreiniging.

Plaatselijk is asbest aangetoond, maar in alle gevallen is het gewogen gehalte asbest zeer ruim onder de interventiewaarde aangetoond.

#### Lokale bodemopbouw

De bovengrond (plaatselijk ook dieper) bestaat uit matig fijn, zwak tot matig siltig en/of humeus en/of grindig zand. In de ondiepe ondergrond wordt het zand fijner van textuur, matig siltig of laagjes leem. De diepere ondergrond bestaat uit matig fijn, zwak tot sterk siltig zand.



## 4 Veldwerkzaamheden

### 4.1 Algemeen

Het veldonderzoek, plaatsen van de boringen en peilbuizen, is uitgevoerd op 31 augustus en 1 september 2020 door de heren P. Kamp en R. Stegink van Geofoxx.

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd onder certificaat conform de richtlijnen en kwaliteitseisen zoals genoemd in de Beoordelingsrichtlijn veldwerk voor milieuhygiënisch bodem en waterbodemonderzoek van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, nummer 2000 "Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek" (kortweg: BRL SIKB 2000) en Vigerend protocol 2001 (Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen).

### 4.2 Uitgevoerde veldwerkzaamheden

Conform de onderzoeksopzet zijn voor het geohydrologisch onderzoek drie diepe boringen geplaatst tot circa 3,5 m-mv en acht ondiepe boringen tot circa 1,0 a 1,5 m-mv. Twee van de drie diepe boringen zijn afgewerkt met een peilbuis. Aan de hand van de uiterlijke kenmerken van het opgeboorde materiaal is de bodemopbouw herleid. Tevens is er gelet op roestverschijnselen. In bijlage 4 zijn de foto's van de locatie opgenomen.

De gegevens van de bodemopbouw zijn verwerkt in profielbeschrijvingen conform de NEN 5104.

In bijlage 2 zijn de boorprofielen weergegeven, de situering van de boringen is weergegeven op de overzichtstekening in bijlage 1.

### 4.3 Resultaten

#### 4.3.1 Lokale bodemopbouw

In tabel 4.1 is een globale beschrijving van de lokale bodemopbouw weergegeven.

**Tabel 4.1 Lokale bodemopbouw**

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Bijzonderheden
0,00 – 0,75	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak humeus	Resten puin
0,75 – 1,30	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak tot matig humeus	-
1,30 – 3,50	Zand, matig fijn, matig siltig	Resten planten Zwak grindhoudend (vanaf 2,3 m-mv)

Bij het zintuiglijk onderzoek zijn bodemvreemde materialen aangetroffen in de vorm van resten puin tot een diepte van circa 0,8 m-mv.



#### 4.3.2 Grondwaterstand en roestverschijnselen

Naast de bodemopbouw speelt grondwater een belangrijke rol in het geohydrologisch systeem. Er zijn roestverschijnselen aangetoond vanaf het maaiveld tot aan het niveau van de huidige grondwaterstand. Dit betekent een fluctuatie in de grondwaterstand gedurende het jaar (stijging gedurende de wintermaanden en een daling in de zomermaanden). Verwacht wordt dat de roestverschijnselen in de bovengrond (tot 0,5 m-mv) voornamelijk veroorzaakt worden door hangwater en infiltrerend regenwater.

De lokale grondwaterstand is aangetroffen op circa 1,4 m-mv. Aan de noordzijde van de locatie staat de grondwaterstand op 1,7 m-mv en aan de zuid(west)zijde staat de grondwaterstand op 1,3 m-mv. Gezien de periode waarin de grondwaterstand is gemeten komt de gemeten grondwaterstand overeen met de GLG situatie.

#### 4.4 Doorlatendheid (k-waarde verzadigde zone)

Tijdens de veldwerkzaamheden is de doorlatendheid van de bodem bepaald op basis van constant flow-head testen met behulp van de geplaatste peilbuizen. De doorlatendheid is bepaald in het bodemtraject (zand) tussen circa 2,0 en 3,0 m-mv. De resultaten van de doorlatendheidsmeting zijn opgenomen in tabel 4.2.

**Tabel 4.2: Lokale doorlatendheid (verzadigde zone)**

Peilbuis	Filterstelling [m-mv]	Doorlatendheid [m/d]	Bodemopbouw
1	2,30 – 3,30	3,3	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak grindhoudend
2	2,00 – 3,00	1,1	Zand, matig fijn, matig siltig

Op basis van de meetgegevens (doorlatendheid < 10 m/dag) kan worden vastgesteld dat sprake is van redelijk goed doorlatende zandlagen. Dit komt overeen met de gegevens uit het vooronderzoek en de aangetroffen bodemopbouw op deze diepte.

#### 4.5 Doorlatendheid (k-waarde onverzadigde zone)

Voor het onderzoek zijn zeven boringen (4, 5, 7, 8, 9, 10 en 11) verricht tot verschillende dieptes met een edelmanboor (5 cm doorsnee). In het traject van circa 0,5 tot 1,2 m-mv zijn doorlatendheidsmetingen (falling-head test) verricht. Bij de falling-head methode wordt de grondwaterspiegel eenmalig verhoogd waarna de daling van de grondwaterspiegel wordt gemeten. In bijlage 3 en tabel 4.3 zijn de meetgegevens van de doorlatendheidsproeven opgenomen. Voor de locaties van de testen wordt verwezen naar de tekening in bijlage 1.2.

Zowel de bodemopbouw als de doorlatendheden wijken onderling sterk af. Dit is waarschijnlijk te relateren aan de eerdere grondroering op de onderzoekslocatie.



**Tabel 4.3: Resultaten lokale doorlatendheid (onverzadigde zone)**

Boringnummer/test	Meettraject [m-mv]	Doorlatendheid k-waarde [m/dag]	Bodemopbouw
4	0,7 – 1,2	0,5	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus
5	0,4 – 0,9	0,1	Zand, matig fijn, matig siltig, zwak tot matig humeus
7	0,7 – 1,2	0,2	Zand, matig fijn, matig siltig, resten planten
8	0,46 – 0,96	0,2	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus
9	0,48 – 0,98	3,0	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus
10	0,45 – 0,95	7,8	Zand, matig fijn, matig siltig
11	0,5 – 1,0	0,7	Zand, matig fijn, matig siltig, plaatselijk sterk siltig
<b>Gemiddeld:</b>	<b>0,52 – 1,03</b>	<b>1,8</b>	



## 5 Huidig beleid stedelijk waterbeheer

### 5.1 Inleiding

In de navolgende paragraaf is het huidige beleid ten aanzien van stedelijk waterbeheer beknopt toegelicht. Het stedelijk waterbeleid wordt ingevuld door de gemeente Enschede en waterschap Vechtstromen.

### 5.2 Beleid waterschap Vechtstromen

Het waterschap heeft een aantal normen en uitgangspunten opgenomen in het document 'duurzaam en veilig water in de stad' alsmede 'Waterbeheerplan 2015-2021, Waterschap Vechtstromen'. Het algemene uitgangspunt van het waterschap Vechtstromen is dat het omliggende watersysteem niet extra belast wordt door de ontwikkelingen op de locatie. Er mag géén afwenteling op de omgeving (en in de tijd) plaatsvinden (de gemeente Enschede sluit met haar beleid hierop aan). Daartoe hanteert het waterschap de volgende twee tritsen voor waterkwantiteit en waterkwaliteit:

#### Vasthouden – bergen – afvoeren

De trits 'vasthouden – bergen – afvoeren' houdt in dat in eerste instantie getracht dient te worden het (gebiedseigen) water zo lang mogelijk – daar waar het valt – vast te houden (infiltratie in de bodem). Indien dit niet mogelijk is dient het afstromend regenwater lokaal te worden geborgen in vijvers en watergangen. Pas in laatste instantie - wanneer noch vasthouden, noch bergen afdoende is - kan overwogen worden het water zo traag mogelijk af te voeren naar de omgeving.

#### Schoon houden – scheiden – schoonmaken

De trits 'schoon houden – scheiden – schoonmaken' omvat ten eerste het niet toelaten dat de waterkwaliteit verslechtert (schoon houden), vervolgens het scheiden van schone en vuile waterstromen en als laatste het zuiveren (schoonmaken) van verontreinigd water. De hydrologische ordeningsfuncties voor deze trits zijn:

- Cascadering, waarbij vuile gebiedsfuncties benedenstrooms van schone worden gelegd;
- Buffering, waarbij tussen schone en vuile gebiedsfuncties een bufferzone wordt aangelegd;
- Differentiatie per stroomgebied, waarbij elk (deel)stroomgebied een richtinggevende functie krijgt.

Onder deze bovengenoemde trits heeft het waterschap Vechtstromen een aantal specifieke uitgangspunten met betrekking tot het stedelijk waterbeheer. De voor dit plangebied relevante zijn:

- De berging- en/of infiltratievoorzieningen dienen een gezamenlijke minimale inhoud te hebben van 40 mm (op basis van een kortdurende piekbui T10 + 10%), waarbij het hemelwater middels een knijpconstructie vertraagd afvoert richting het oppervlaktewatersysteem;
- Ondergrondse infiltratievoorzieningen moeten worden voorzien van een inspectiemogelijkheid en worden voorzien van blad- en zandvangers;
- Het hemelwater wordt bij voorkeur zichtbaar afgevoerd naar de berging- en/of infiltratievoorziening;
- In het kader van duurzaam bouwen en vanwege de beoogde grond- en oppervlakte-waterkwaliteit mogen geen uitlogende bouwmaterialen (zoals zink, koper, lood en PAK-houdende materialen) worden toegepast. Er zijn voldoende milieuvriendelijke alternatieven die vergelijkbaar zijn wat betreft uitstraling, gebruiksgemak, levensduur



en onderhoud. Indien de uitlogende materialen toch worden toegepast, dienen ze jaarlijks gecoat te worden om diffuse verontreinigingen te voorkomen;

- Het waterschap is geen voorstander van het creëren van nieuwe onderbemalingen t.b.v. het realiseren van voldoende ontwateringsdiepte bij nieuwbouwprojecten. Om voldoende ontwateringsdiepte te bereiken, en toch aan te sluiten bij bestaande grond- en oppervlaktewaterpeilen kan overwogen worden het terrein integraal op te hogen, dan wel om over te gaan op selectief ophogen in combinatie met kruipruimteloos bouwen. Gangbare normen voor de ontwateringsdiepte en drooglegging zijn:
  - *Woningen met kruipruimte* 0,70 m – maaiveld
  - *Woningen zonder kruipruimte* 0,30 m – maaiveld
  - *Tuinen en openbare groenvoorzieningen* 0,50 m – maaiveld
  - *Primaire wegen* 0,90 - 1,10 m
  - *Secundaire wegen + woonstraten* 0,70 m

### 5.3 Gemeentelijk beleid stedelijk waterbeheer

De gemeente Enschede heeft een aantal normen en uitgangspunten opgenomen t.b.v. infiltratievoorzieningen en de omgang met hemelwater (toetsingskaders openbare ruimte TOR, Gemeente Enschede):

#### Hemelwaterafvoer

- Hemelwater afkomstig van bebouwing en overig verhard oppervlak op een bouwperceel dient te worden geborgen (bijv. groendak en/of wadi) en worden geïnfiltreerd in de bodem en/of vertraagd te worden afgevoerd naar het openbare afwateringssysteem. Daarbij geldt voor binnenstedelijke herontwikkelingen een bergingseis van minimaal 20 millimeter gerelateerd aan het verhard oppervlak. Indien verhard oppervlak wordt toegevoegd geldt hiervoor een bergingseis van 40 mm.
- Hemelwater gescheiden van afvalwater aanbieden;
- Veiligheid: i.v.m. wateroverlast dient het systeem doorgerekend te worden. We willen inzichtelijk hebben of en wanneer water op straat, wateroverlast en waterschade ontstaat. Om het risico op water in woningen te beperken het vloerpeil van de bebouwing minimaal 0,20 m boven het dichtstbijzijnde wegpeil (kruin weg) aanleggen.
- Bij berging middels wadi's: T = 50 (40 mm in 75 min); Voor het bergen van water zijn diverse oplossingen mogelijk: wadi's, greppels, verlaagde groenzones, molgoten, vijvers, infiltratiekratten, bergingsbakken en (infiltratietransport)leidingen.
- Alvorens regenwater naar oppervlaktewater wordt afgevoerd moeten eventuele verontreinigingen voortijdig afgevangen worden. Dit betekent:
  - Materialisering en bouwen volgens richtlijnen "Duurzaam bouwen";
  - Water van verontreinigde oppervlakken bij voorkeur zuiveren voordat het wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit kan doormiddel van wadi's en bermen.
- Bij voorkeur bovengrondse afvoer van regenwater, om reden:
  - Inzicht in werking van het systeem en mogelijke tekortkomingen;
  - Een lagere beheernorm. Geen kosten voor een hemelwaterriool;
  - Een grotere betrokkenheid van burgers;
  - Een betere toegankelijkheid bij calamiteiten.



#### Droogweerafvoer

- Afvoer van afvalwater uitsluitend via het riool (DWA).
- Afvoer bij voorkeur onder vrij verval.
- Afvalwater aanbieden aan de perceelsgrens.
- De riolering op bestaande nabijgelegen riolering aansluiten, middels een aanvraag.
- De afvoer van afvalwater vanuit het gebied dient geen problemen in het bestaande rioolstelsel te veroorzaken.

#### Grondwater

Het grondwatersysteem binnen het stedelijk gebied van Enschede is over het algemeen licht tot sterk verontreinigd. De kwaliteit van de vaste bodem brengt eveneens vaak beperkingen met zich mee. Een (voor)onderzoek is in de meeste gevallen aan te bevelen.

De planontwikkeling mag geen negatieve beïnvloeding van de grondwaterstanden tot gevolg hebben. Uitgangspunt bij ontwikkelingen is geen toename van de afvoer van grondwater, geen grondwater afvoeren naar de riolering.

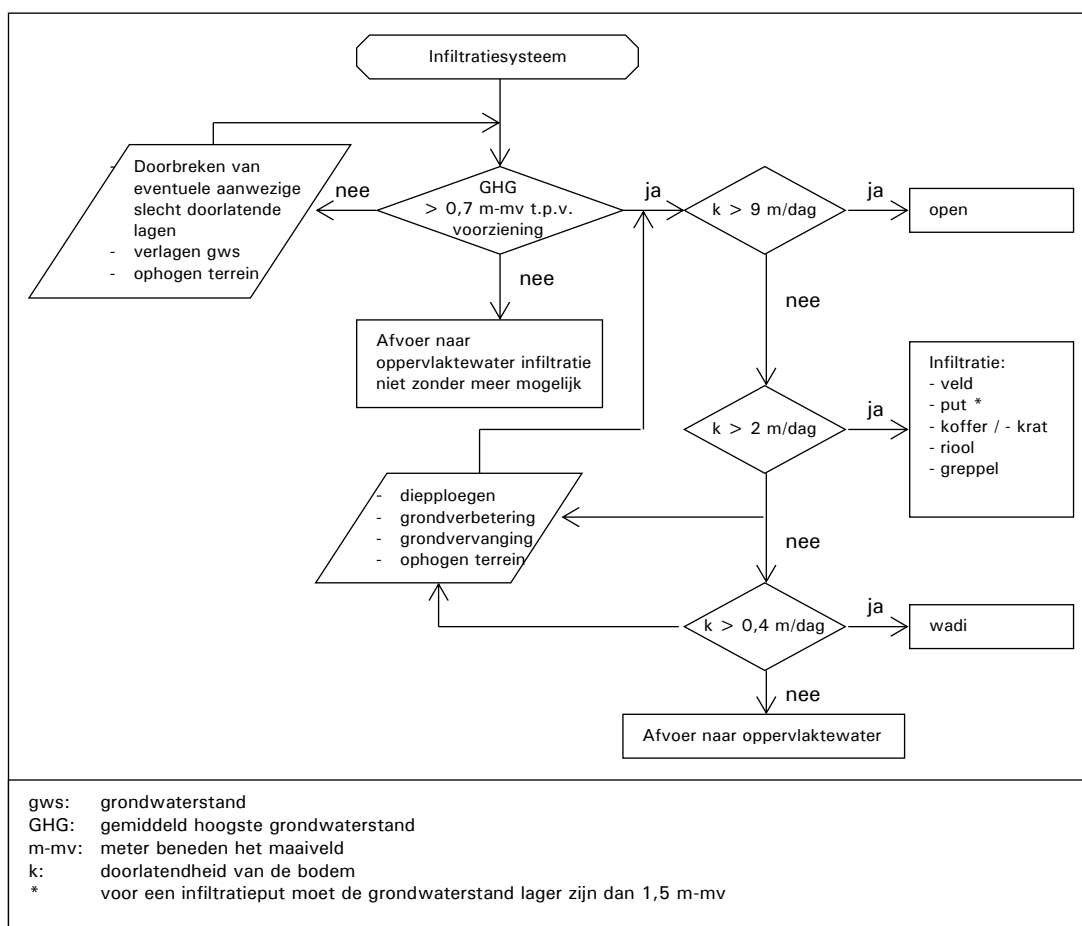
## 6 Mogelijkheden hemelwaterinfiltratie

### 6.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden voor het infiltreren van hemelwater in de bodem toegelicht aan de hand van een beslisboom. Vervolgens wordt met de beslisboom en de resultaten van het vooronderzoek bepaald in hoeverre de onderzoekslocatie geschikt is voor hemelwaterinfiltratie.

### 6.2 Infiltratiemogelijkheden algemeen

De mogelijkheid voor het infiltreren van hemelwater in de bodem is onder ander afhankelijk van de bodemopbouw, de doorlatendheid van de bodem en de heersende grondwaterstand. In figuur 6.1 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren van hemelwater in de bodem en de keuze voor een bepaalde infiltratietechniek weergegeven. Het betreft een algemene beslismethodiek.



Figuur 6.1: Mogelijkheden voor infiltratie van hemelwater (bron: Hemelwater binnen perceelgrens, SBR/ISSO, publicatie 70\_1, mei 2002).



1. Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)

De GHG is als eerste criterium toegepast bij de afweging tussen het infiltreren in de bodem, het bergen van het hemelwater, óf het afvoeren van hemelwater naar elders. Indien de GHG op de locatie hoger is dan 0,7 meter beneden maaiveld is infiltratie niet zonder meer mogelijk en blijven de volgende mogelijkheden over:

- het bergen van het hemelwater op de locatie;
- het nemen van maatregelen ter verbetering van de geohydrologische omstandigheden;
- het ophogen van de locatie;
- het afvoeren van hemelwater naar elders.

2. Doorlatendheid (k-waarde)

Indien de doorlatendheid van de bodem groter is dan 9 m/dag kunnen in principe alle typen infiltratievoorzieningen worden toegepast. Indien de doorlatendheid van de onverzadigde zone kleiner is dan 9 m/dag, maar groter dan 2 m/dag, kunnen de infiltratietechnieken als een infiltratieveld, -koffer, -riool en –greppel goed worden toegepast. Indien de doorlatendheid van de bodem tussen de 2 en 0,4 m/dag ligt, kan het hemelwater, mits voldoende ruimte beschikbaar is, met behulp van een wadi (infiltratiegreppel met infiltratiekoffers en drainage naar open water) in de bodem worden geïnfiltreerd. In geval van een doorlatendheid van minder dan 0,4 m/dag is het infiltreren van hemelwater niet goed mogelijk.

## 7 Grondwatermonitoring

De beide geplaatste peilbuizen zijn voorzien van een datalogger om langere tijd de grondwaterstanden te kunnen monitoren.

De hoogte van de bovenkant van de peilbuizen ten opzichte van NAP is gemeten door middel van een waterpassing. Als uitgangspunt voor de metingen zijn de NAP-hoogten van de nabijgelegen rioolputdeksels aangehouden. De hoogten zijn weergegeven in onderstaande afbeeldingen.



Figuur 7.1: NAP hoogtes riolering / putten Hengelsestraat (Pb 2, noordzijde onderzoekslocatie).



Figuur 7.2: NAP hoogtes riolering / putten Zuiderkruisstraat / Schietbaanweg (Pb 1, zuidzijde onderzoekslocatie).



Op 16 september 2020 is in beide peilbuizen een datalogger geïnstalleerd. In tabel 7.1 zijn de specificaties van de twee peilbuizen en de dataloggers weergegeven.

**Tabel 7.1: Specificaties van de twee peilbuizen**

NAP hoogtes	Peilbuis 1		Peilbuis 2	
	m t.o.v. NAP	m t.o.v. mv	m t.o.v. NAP	m t.o.v. mv
Maaiveld	31,68	-	32,08	-
Bovenkant peilbuis	31,58	0,1	31,98	0,1
Datalogger	28,65	3,03	29,75	3,33

Op 24 september 2020 heeft een testuitlezing plaatsgevonden waarna halfjaarlijks de dataloggers zijn uitgelezen en gecontroleerd op hun werking. Ter verificatie van de meetresultaten is in de peilbuizen de grondwaterstand handmatig gepeild.



## 8 Conclusie en advies

In opdracht van Trebbe Wonen B.V. heeft Geofoxx een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd ter plaatse van Hengelosestraat 381 te Enschede.

De aanleiding voor het laten uitvoeren van het onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen nieuwbouw op de locatie en in samenhang hiermee de bestemmingsplanwijziging van de locatie.

In het kader van de benodigde bestemmingsplanprocedure dient de watertoets te worden doorlopen en moet als onderbouwing een waterparagraaf in het bestemmingsplan worden opgenomen. Als input hiervoor wordt een geohydrologisch onderzoek uitgevoerd.

### Conclusie

Op basis van de regionale gegevens wordt de regionale GHG verwacht op circa 0,9 m-mv. De jaarlijkse fluctuatie (GHG – GLG) is circa 0,75 m. Meer ten noorden van het plangebied neemt de fluctuatie toe, terwijl de fluctuatie afneemt in de buurt van het Twentekanaal (zuidelijk gelegen).

Er zijn roestverschijnselen aangetoond vanaf het maaiveld tot aan het niveau van de huidige grondwaterstand. Dit betekent een fluctuatie in de grondwaterstand gedurende het jaar (stijging gedurende de wintermaanden en een daling in de zomermaanden). De lokale grondwaterstand is aangetroffen op circa 1,4 m-mv. Aan de noordzijde van de locatie staat de grondwaterstand op 1,7 m-mv en aan de zuid(west)zijde staat de grondwaterstand op 1,3 m-mv.

De bovengrond bestaat uit matig siltig, zwak tot matig humeus en matig fijn zand. De humeuze bodemlaag komt voor tot een diepte van circa 1,5 m-mv. In de diepere ondergrond zijn plaatselijk resten planten en grind aanwezig. Tot circa 1,0 m-mv komt er bijmenging met puin voor.

De doorlatendheid in de onverzadigde zone wisselt sterk op de locatie en bevindt zich tussen de 0,1 en 7,8 m/d. Deze wisseling in doorlatendheid is te relateren aan de grondroering welke heeft plaatsgevonden op de locatie. In de verzadigde zone bedraagt de horizontale doorlatendheid circa 2,0 m/d.

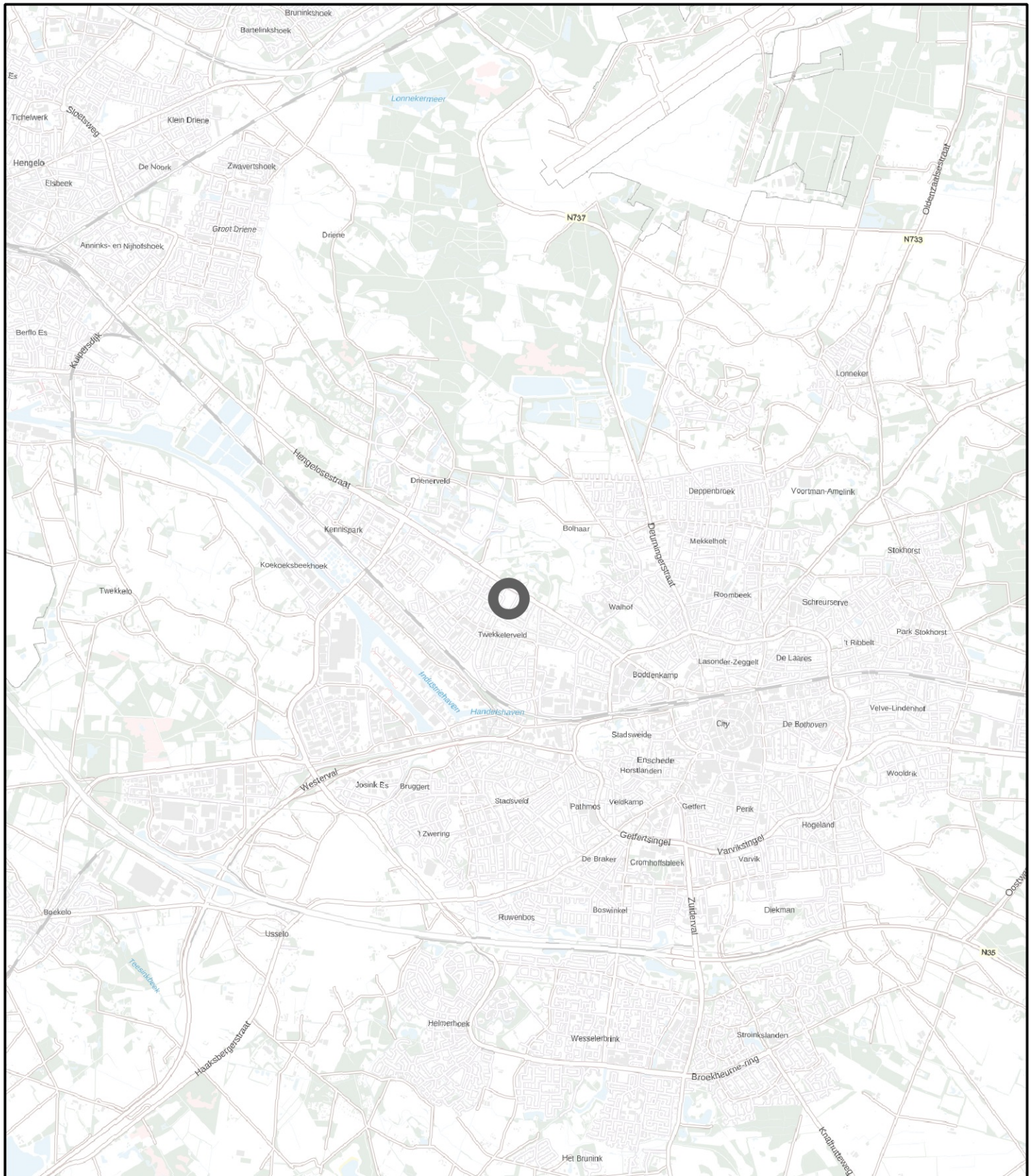
### Advies

Door de ontwikkeling op de locatie zal het verhard oppervlak gaan toenemen. Om de effecten van de planontwikkeling inzichtelijk te maken dient een watertoets te worden uitgevoerd en een waterhuishoudkundig plan te worden opgesteld. Hierbij kan worden gedacht aan de randvoorwaarden en dimensionering van het bovengrondse- en ondergrondse watersysteem.





## Bijlage 1: Situatietekeningen



Omschrijving:  
Geografische ligging locatie

Bijlage:  
1.1

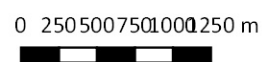
Project:  
Hengelsestraat 381 te Enschede

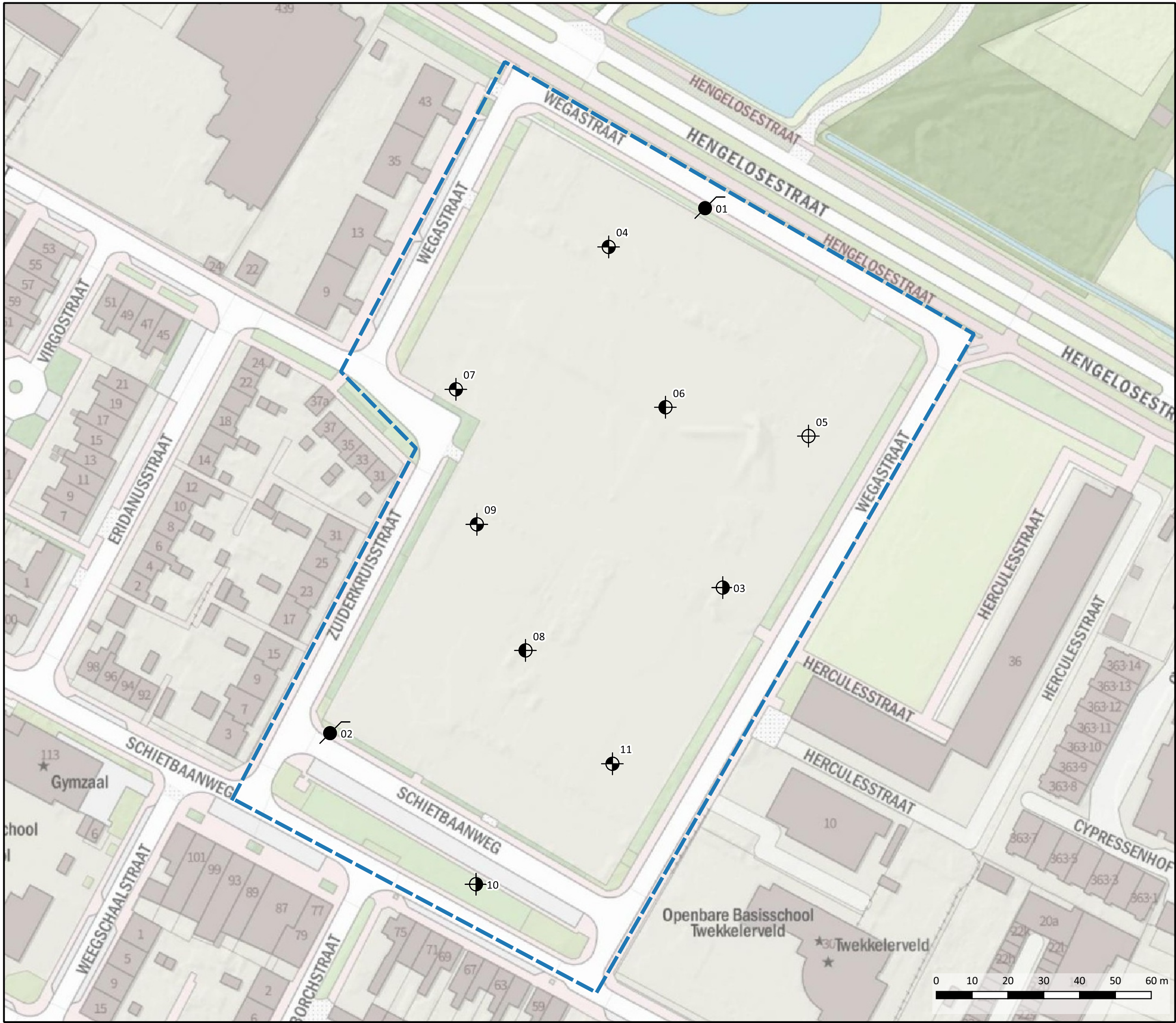
Opdrachtgever:  
Trebbe Wonen B.V.

Projectnummer:  
20200863



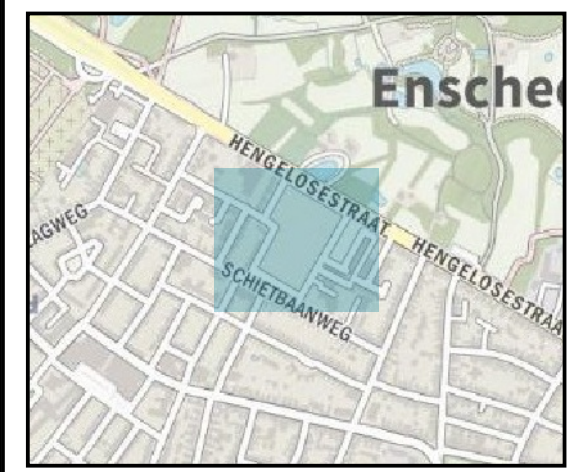
Tekenaar:    Schaal:    Formaat:    Datum:  
JUBR        1:50.000    A4        18-9-2020





Legenda

- Boringen
- Boring tot 1,0 / 1,2 m-mv
  - Boring tot 1,7 m-mv
  - Boring tot 2 m-mv
  - Boring tot 3,5 m-mv
  - Boring met peilbuis
  - Onderzoeklocatie



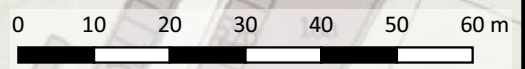
Omschrijving: Situatiekening boringen Bijlage: 1.2

Project: Hengelosestraat 381 te Enschede

Opdrachtgever: Trebbe Wonen B.V.

Projectnummer: 20200863

Tekenaar: JUBR Schaal: 1:1.000 Formaat: A3 Datum: 18-9-2020



G:\SF\IGL\_Proj\2020\0863\0863\VER\20200863\_0863 - Geprint.docx



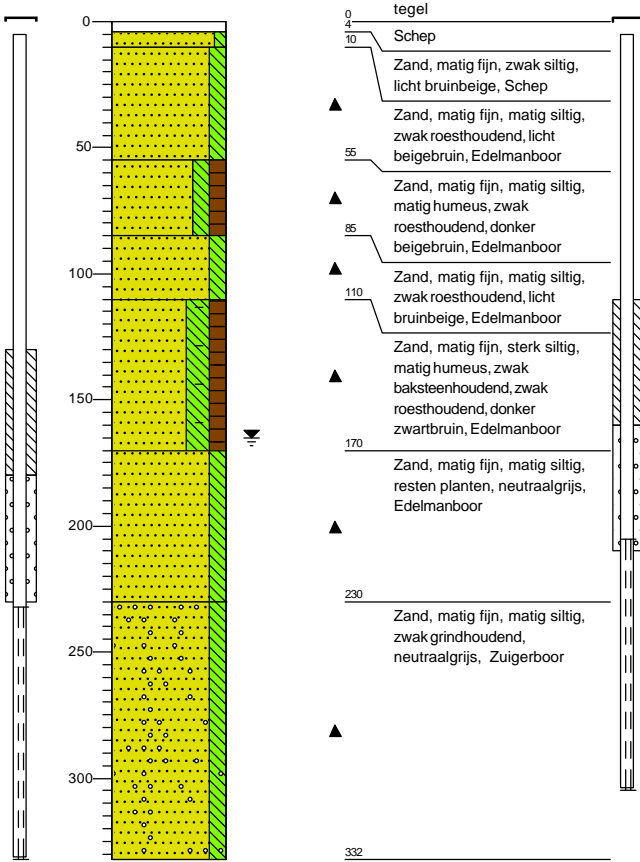
## Bijlage 2: Boorprofielen



## Boring: 01

Datum: 31-8-2020

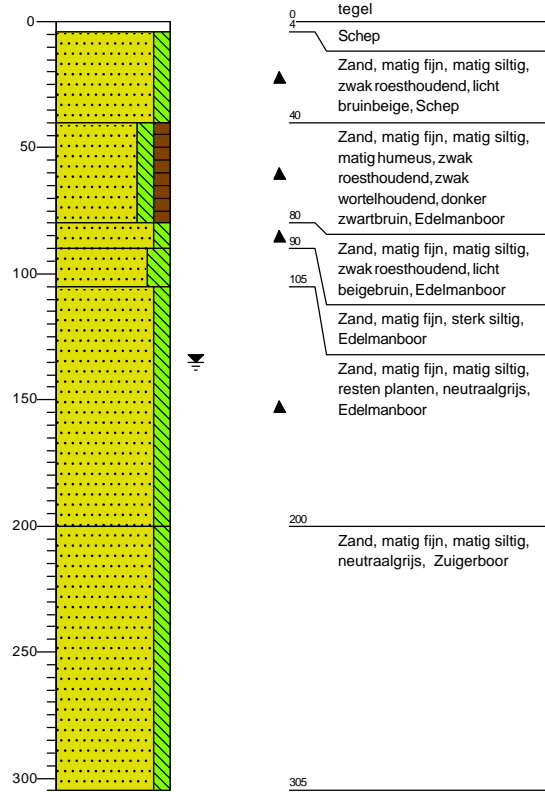
Boormeester: Rob Stegink



## Boring: 02

Datum: 31-8-2020

Boormeester: Rob Stegink

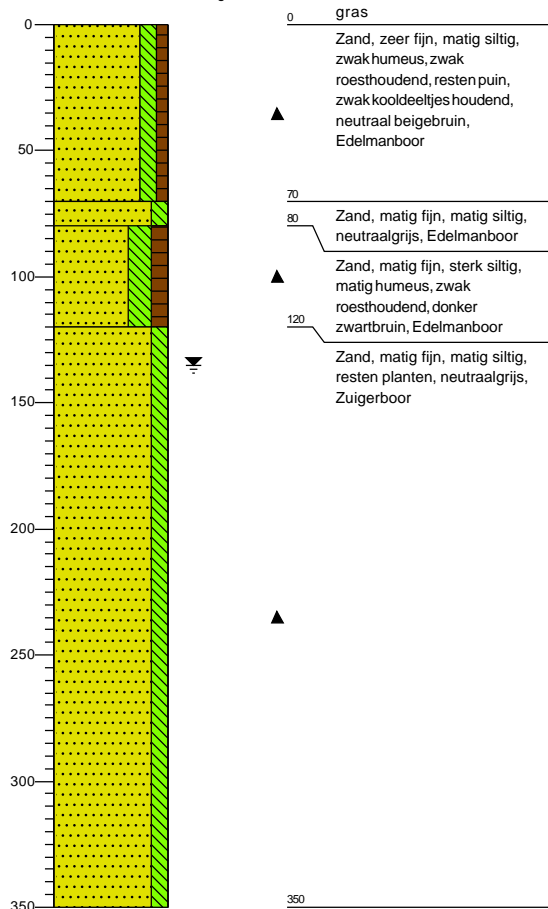




### Boring: 03

Datum: 31-8-2020

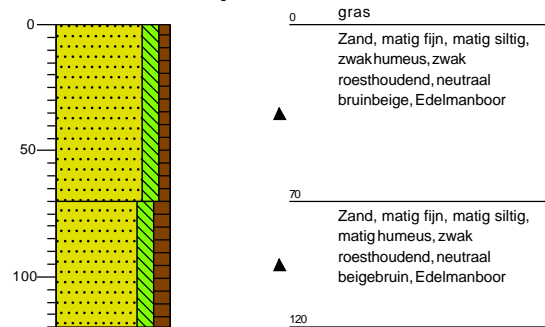
Boormeester: Rob Stegink



### Boring: 04

Datum: 31-8-2020

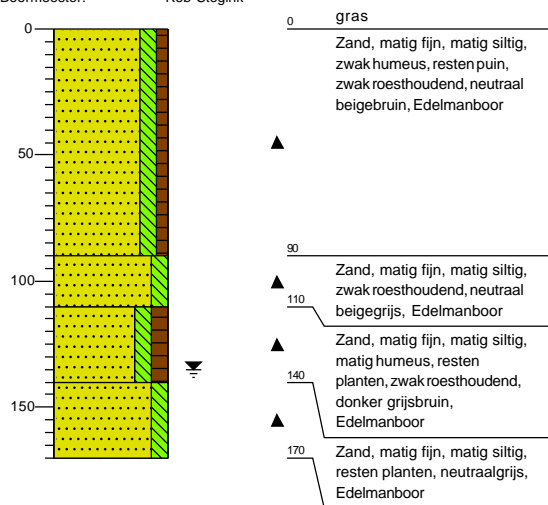
Boormeester: Rob Stegink



### Boring: 05

Datum: 31-8-2020

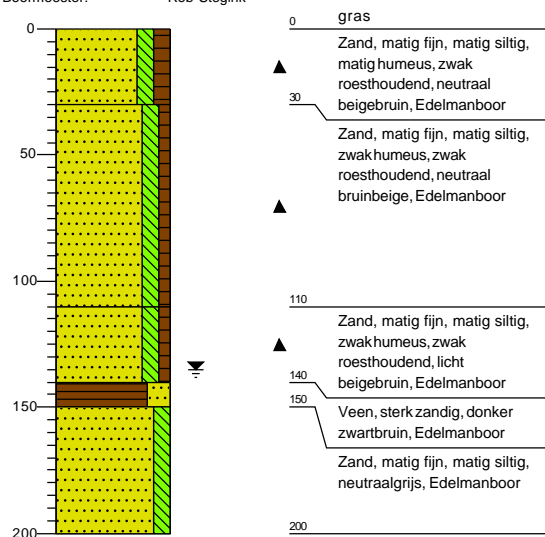
Boormeester: Rob Stegink



### Boring: 06

Datum: 31-8-2020

Boormeester: Rob Stegink



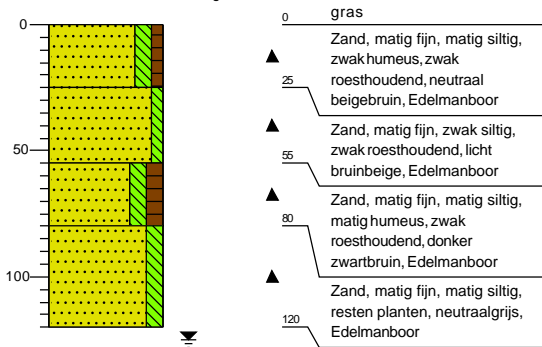
getekend volgens NEN 5104



## Boring: 07

Datum: 31-8-2020

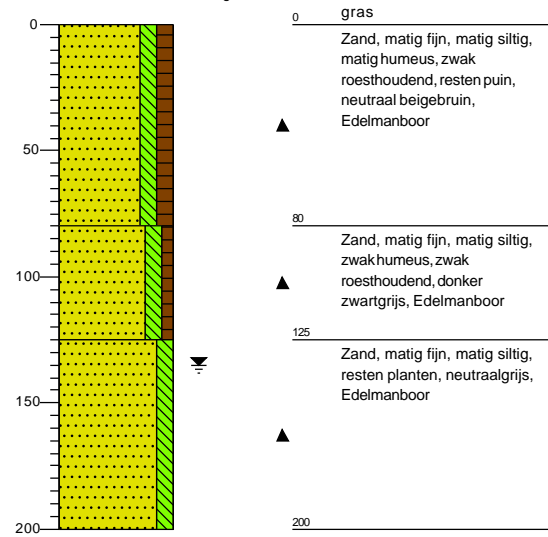
Boormeester: Rob Stegink



## Boring: 08

Datum: 31-8-2020

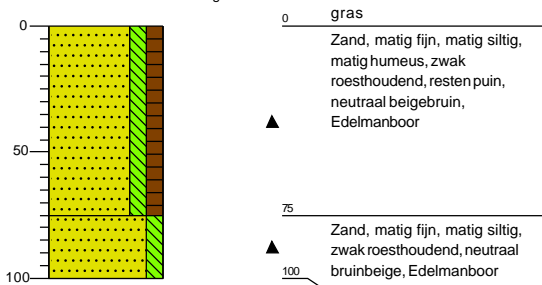
Boormeester: Rob Stegink



## Boring: 09

Datum: 31-8-2020

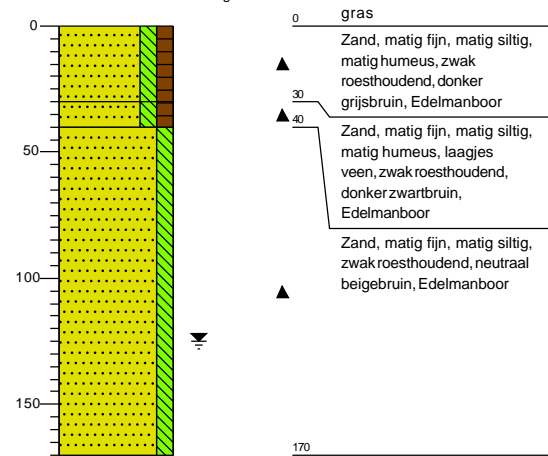
Boormeester: Rob Stegink



## Boring: 10

Datum: 1-9-2020

Boormeester: Rob Stegink

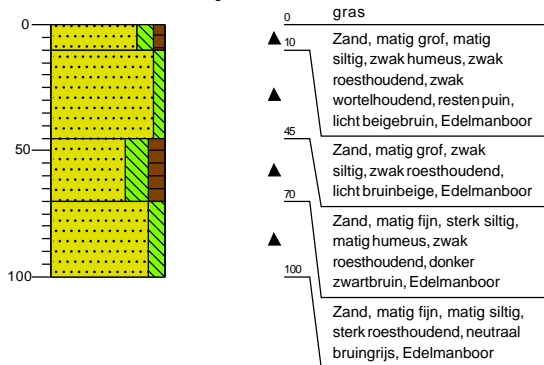




# Boring: 11

Datum: 1-9-2020

Boormeester: Rob Stegink







## Bijlage 3: Resultaten doorlatendheid

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Constant flow - head test conform C2510<sup>1</sup> en NEN-EN-ISO 22282-2



(ook genoemd: constant debietproef, constant rate test, steady state proef, putproef, stopproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
meetdatum	<=	1-09-20
waarnemer	<=	Rob Stegink

## Meetgegevens/tussenberekeningen

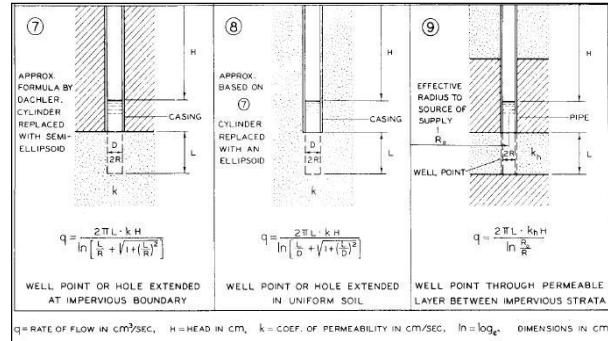
Peilbuis nummer	filter lengte (cm)	Diameter boorgat (cm)	top peilb. (cm+mv)	massa lege emmer (kg)	waterstand voor pompen (cm)	waterstand bij pompen (cm)	minuten gepompt	massa water + emmer (kg)	Geometrische factor Situatie 7, 8 of 9 voor Hvorslev/Dachler	k (m/dag) Hvorslev/Dachler	k (m/dag) C2510	GW (m-mv)
1	100	7	5	0,26	135	155	5	4,51	8	3,3	3,3	1,30
2	100	7	5	0,26	163	217	5	4,17	8	1,1	1,1	1,58
										-	-	-
										-	-	-
										-	-	-
										-	-	-
										-	-	-
										-	-	-
										-	-	-

Formule van Hvorslev/Dachler:  $K = ((Q \times 100) / 6) / (2 \times \pi \times L \times \Delta h) \times F$

- waarin:
- $\Delta h$  = verlaging tijdens pompen (cm)
  - D = diameter boorgat (cm)
  - F = geometrische factor conform nevenstaand Dachler figuur
  - K = doorlatendheid (cm/s)
  - L = effectieve filterlengte (cm)
  - Q = debiet (l/min)

Formule van C2510  $K = (Q / F \times \Delta h)$  en Europese norm NEN-EN-ISO 22282-2:2012

- waarin:
- $\Delta h$  = verlaging tijdens pompen (m)
  - D = diameter boorgat (m)
  - F = geometrische factor conform bijlage 5 C2510, berekend o.b.v. D en L
  - K = doorlatendheid (m/dag)
  - L = effectieve filterlengte (m)
  - Q = debiet (m<sup>3</sup>/dag)



Opgemerkt wordt dat in afwijking van de C2510 alleen de waterhoogte en het debiet (vrijkomende hoeveelheid water in een bepaalde periode) wordt vastgesteld van de periode zodra zowel debiet als waterhoogte constant (in evenwicht) zijn. De metingen om een evenwichtssituatie te creëren zijn niet relevant voor de doorlatendheid en worden derhalve niet opgenomen. Een andere afwijking betreft de gehanteerde meetperiode vanaf de verkregen evenwichtssituatie. Conform de C2510 dient hiervoor minimaal een half uur een evenwichtssituatie aanwezig te zijn alvorens gemeten kan worden. Geofox-Lexmond hanteert hiervoor het uitgangspunt dat gemeten mag worden zodra minimaal één minuut een evenwichtssituatie aanwezig is.

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	4
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

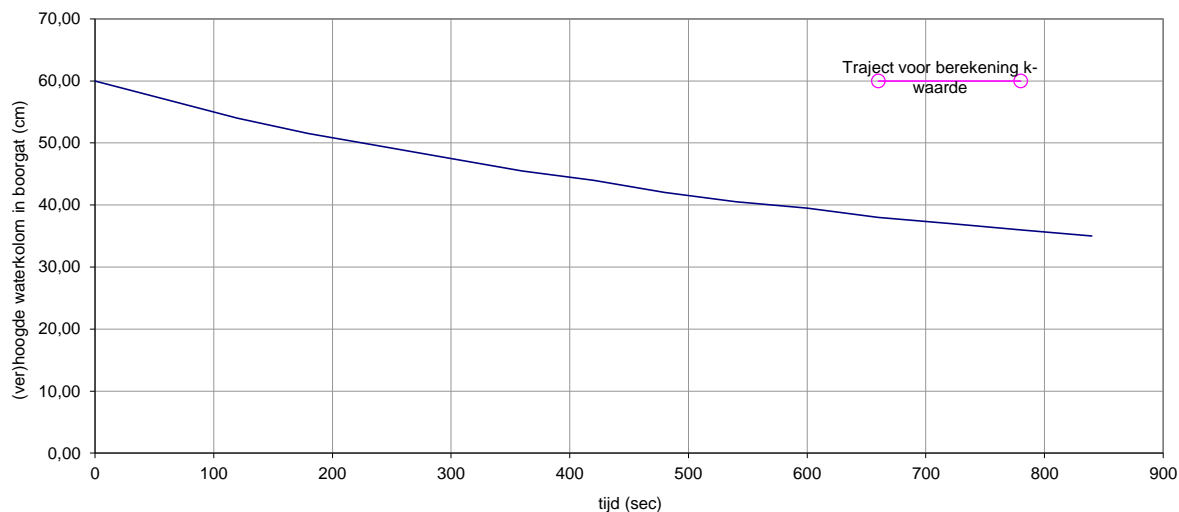
bovenkant peilbuis / trechter	<=	60	toelichting
diepte boorgat	<=	120	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	70-120	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	120,0	60	60	61,25	-	100%
60	123,0	63	57	58,25	0,9	95%
120	126,0	66	54	55,25	0,9	90%
180	128,5	69	52	52,75	0,9	86%
240	130,5	71	50	50,75	0,8	83%
300	132,5	73	48	48,75	0,8	79%
360	134,5	75	46	46,75	0,8	76%
420	136,0	76	44	45,25	0,8	73%
480	138,0	78	42	43,25	0,8	70%
540	139,5	80	41	41,75	0,8	68%
600	140,5	81	40	40,75	0,7	66%
660	142,0	82	38	39,25	0,7	63%
720	143,0	83	37	38,25	0,7	62%
780	144,0	84	36	37,25	0,7	60%
840	145,0	85	35	36,25	0,7	58%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)) / t - t'0$

### Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	39,25	toelichting
t' (s)	<=	120	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 660 seconden
h'(t)+rw/2	<=	37,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf **660** seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,5** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	5
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

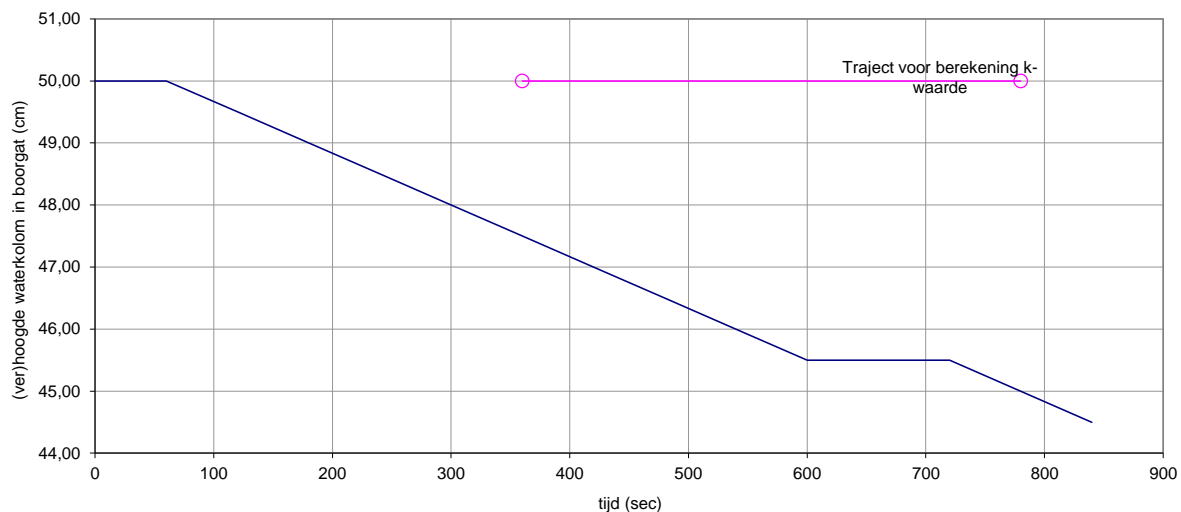
bovenkant peilbuis / trechter	<=	89	toelichting
diepte boorgat	<=	91	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	41-91	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	130,0	41	50	51,25	-	100%
60	130,0	41	50	51,25	0,0	100%
120	130,5	42	50	50,75	0,1	99%
180	131,0	42	49	50,25	0,1	98%
240	131,5	43	49	49,75	0,1	97%
300	132,0	43	48	49,25	0,1	96%
360	132,5	44	48	48,75	0,1	95%
420	133,0	44	47	48,25	0,2	94%
480	133,5	45	47	47,75	0,2	93%
540	134,0	45	46	47,25	0,2	92%
600	134,5	46	46	46,75	0,2	91%
660	134,5	46	46	46,75	0,2	91%
720	134,5	46	46	46,75	0,1	91%
780	135,0	46	45	46,25	0,1	90%
840	135,5	47	45	45,75	0,1	89%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)) / t - t'0$

Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	48,75	toelichting
t' (s)	<=	420	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 360 seconden
h'(t)+rw/2	<=	46,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf 360 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= 0,1 m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	7
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

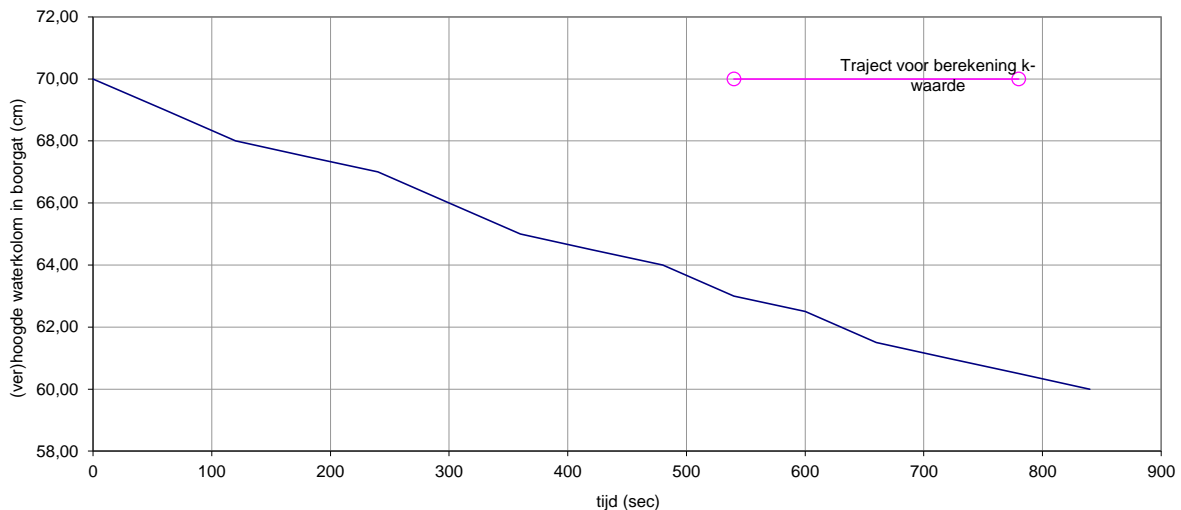
bovenkant peilbuis / trechter	<=	60	toelichting
diepte boorgat	<=	120	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	70-120	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	110,0	50	70	71,25	-	100%
60	111,0	51	69	70,25	0,3	99%
120	112,0	52	68	69,25	0,3	97%
180	112,5	53	68	68,75	0,2	96%
240	113,0	53	67	68,25	0,2	96%
300	114,0	54	66	67,25	0,2	94%
360	115,0	55	65	66,25	0,2	93%
420	115,5	56	65	65,75	0,2	92%
480	116,0	56	64	65,25	0,2	91%
540	117,0	57	63	64,25	0,2	90%
600	117,5	58	63	63,75	0,2	89%
660	118,5	59	62	62,75	0,2	88%
720	119,0	59	61	62,25	0,2	87%
780	119,5	60	61	61,75	0,2	86%
840	120,0	60	60	61,25	0,2	86%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)) / t - t'0$

Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	64,25	toelichting
t' (s)	<=	240	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
h'(t)+rw/2	<=	61,75	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf 540 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,2** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	8
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

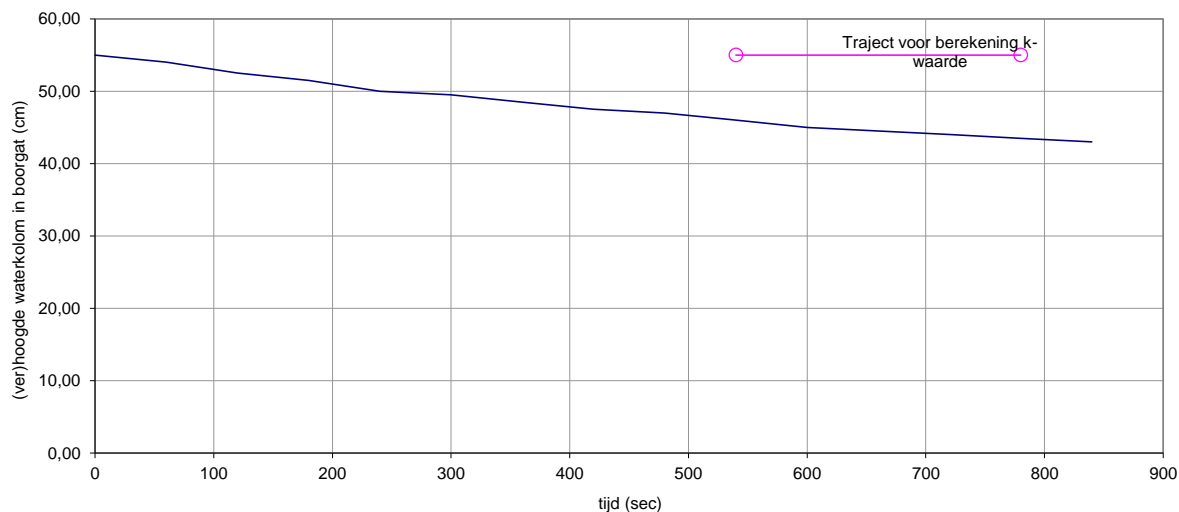
bovenkant peilbuis / trechter	<=	90	toelichting
diepte boorgat	<=	90	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	46-90	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	125,0	35	55	56,25	-	100%
60	126,0	36	54	55,25	0,3	98%
120	127,5	38	53	53,75	0,4	95%
180	128,5	39	52	52,75	0,4	94%
240	130,0	40	50	51,25	0,4	91%
300	130,5	41	50	50,75	0,4	90%
360	131,5	42	49	49,75	0,4	88%
420	132,5	43	48	48,75	0,4	86%
480	133,0	43	47	48,25	0,3	85%
540	134,0	44	46	47,25	0,3	84%
600	135,0	45	45	46,25	0,4	82%
660	135,5	46	45	45,75	0,3	81%
720	136,0	46	44	45,25	0,3	80%
780	136,5	47	44	44,75	0,3	79%
840	137,0	47	43	44,25	0,3	78%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)) / t - t'0$

### Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	47,25	toelichting
t' (s)	<=	240	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
h'(t)+rw/2	<=	44,75	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

**Berekening doorlatendheid vanaf** 540 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,2** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	9
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

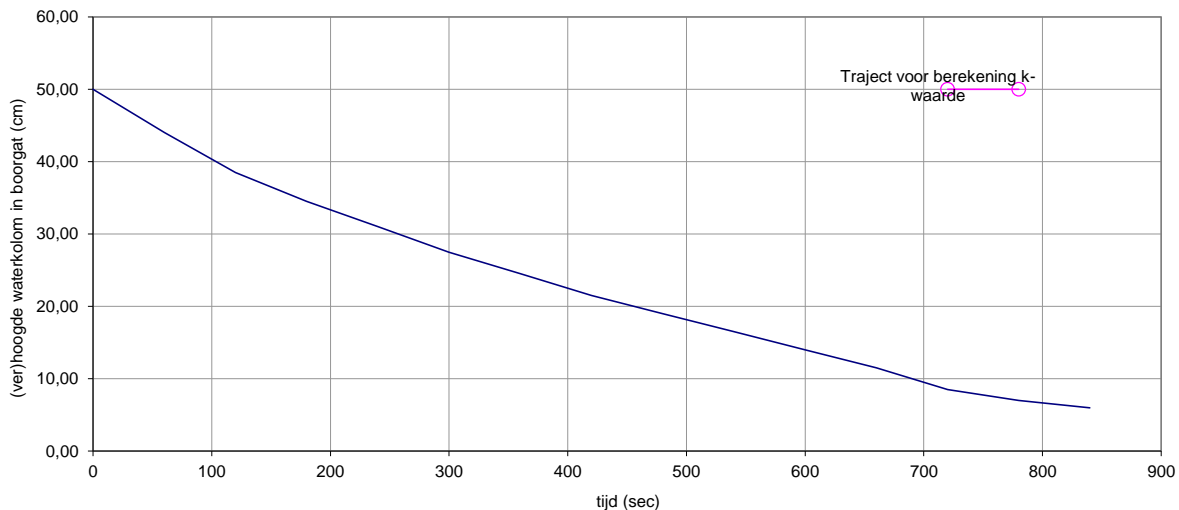
bovenkant peilbuis / trechter	<=	82	toelichting
diepte boorgat	<=	98	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	48-98	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	130,0	48	50	51,25	-	100%
60	136,0	54	44	45,25	2,2	88%
120	141,5	60	39	39,75	2,3	77%
180	145,5	64	35	35,75	2,2	69%
240	149,0	67	31	32,25	2,1	62%
300	152,5	71	28	28,75	2,1	55%
360	155,5	74	25	25,75	2,1	49%
420	158,5	77	22	22,75	2,1	43%
480	161,0	79	19	20,25	2,1	38%
540	163,5	82	17	17,75	2,1	33%
600	166,0	84	14	15,25	2,2	28%
660	168,5	87	12	12,75	2,3	23%
720	171,5	90	9	9,75	2,5	17%
780	173,0	91	7	8,25	2,5	14%
840	174,0	92	6	7,25	2,5	12%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h_0 + 0,5 \times rw) - \log(h_t + 0,5 \times rw)) / t - t_0$

Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	9,75	toelichting
t' (s)	<=	60	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 720 seconden
h'(t)+rw/2	<=	8,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf **720** seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **3,0** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011

# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	10
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

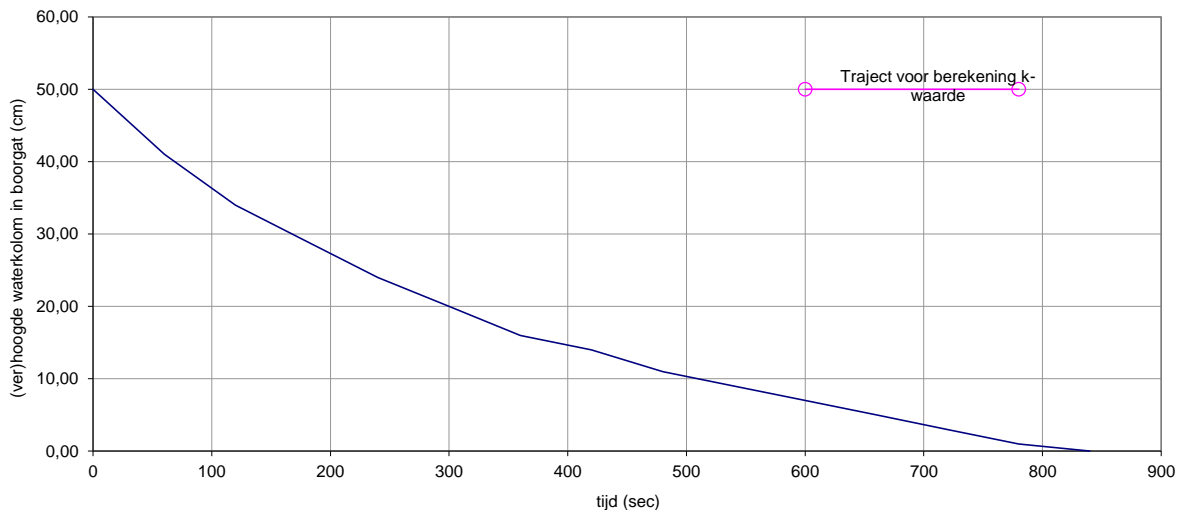
bovenkant peilbuis / trechter	<=	85	toelichting
diepte boorgat	<=	95	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	45-95	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	130,0	45	50	51,25	-	100%
60	139,0	54	41	42,25	3,5	82%
120	146,0	61	34	35,25	3,4	68%
180	151,0	66	29	30,25	3,2	58%
240	156,0	71	24	25,25	3,2	48%
300	160,0	75	20	21,25	3,2	40%
360	164,0	79	16	17,25	3,3	32%
420	166,0	81	14	15,25	3,1	28%
480	169,0	84	11	12,25	3,2	22%
540	171,0	86	9	10,25	3,2	18%
600	173,0	88	7	8,25	3,3	14%
660	175,0	90	5	6,25	3,4	10%
720	177,0	92	3	4,25	3,7	6%
780	179,0	94	1	2,25	4,3	2%
840			-	-	-	-

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h_0 + 0,5 \times rw) - \log(h_t + 0,5 \times rw)) / t - t_0$

Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	8,25	toelichting
t' (s)	<=	180	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 600 seconden
h'(t)+rw/2	<=	2,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf **600** seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **7,8** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011



# Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510<sup>1</sup>



(ook genoemd: slug test, omgekeerde hooghoudtproef, omgekeerde boorgatproef, porchetproef, omgekeerde pompproef, omgekeerde putproef)

## Administratieve gegevens

project	<=	Hengelosestraat 381 te Enschede
projectnummer	<=	20200863
boorpunt	<=	11
meetdatum	<=	31-08-2020
waarnemer	<=	Peter Kamp

## Input basisparameters

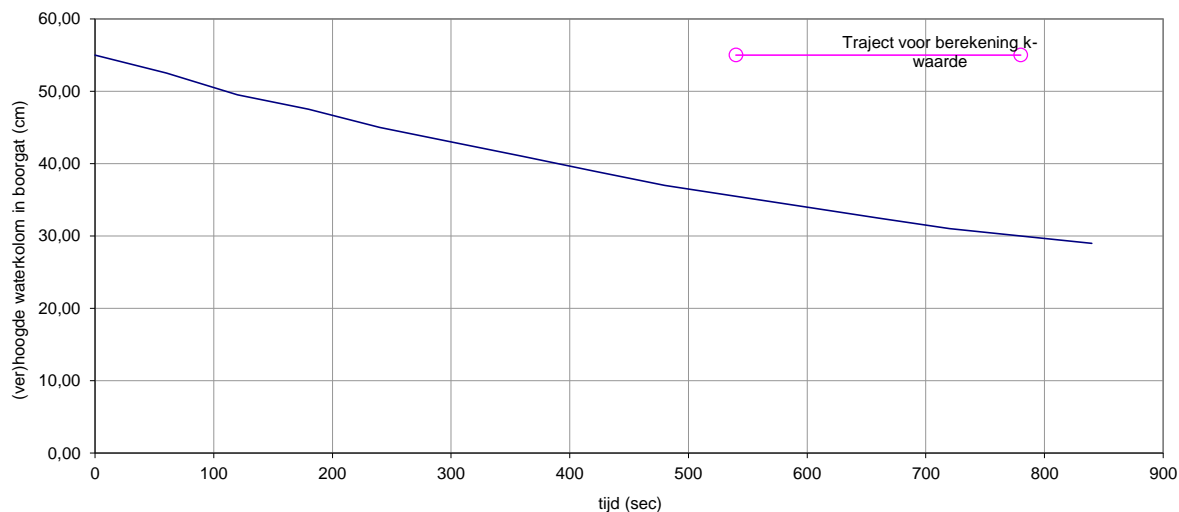
bovenkant peilbuis / trechter	<=	80	toelichting
diepte boorgat	<=	100	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
straal van het boorgat	<=	2,5	cm-mv
filtertraject	<=	50-100	cm
L (m)	<=	180	cm-mv
			lengte peilbuis (cm)

## Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	125,0	45	55	56,25	-	100%
60	127,5	48	53	53,75	0,8	95%
120	130,5	51	50	50,75	0,9	90%
180	132,5	53	48	48,75	0,9	86%
240	135,0	55	45	46,25	0,9	82%
300	137,0	57	43	44,25	0,9	78%
360	139,0	59	41	42,25	0,9	75%
420	141,0	61	39	40,25	0,9	71%
480	143,0	63	37	38,25	0,9	67%
540	144,5	65	36	36,75	0,9	65%
600	146,0	66	34	35,25	0,8	62%
660	147,5	68	33	33,75	0,8	59%
720	149,0	69	31	32,25	0,8	56%
780	150,0	70	30	31,25	0,8	55%
840	151,0	71	29	30,25	0,8	53%

Formule doorlatendheid:  $1,15 \times rw \cdot (\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)) / t - t'0$

Verloop infiltratie in de tijd



## Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	36,75	toelichting
t' (s)	<=	240	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
h'(t)+rw/2	<=	31,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf 540 seconden

Laatste deel van de proef (33% resterende waterkolom) is meest representatief voor de doorlatendheid aangezien dan voldoende voorverzadiging heeft plaatsgevonden. Daarom laatste deel handmatig selecteren.

Horizontale doorlatendheid <= **0,7** m/d

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, februari 2011



## Bijlage 4: Foto's

Foto 1: Boring 01 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 2: Boring 03 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 3: Boring 04 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 4: Boring 05 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 5: Boring 06 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 6: Boring 07 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 7: Boring 08 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 8: Boring 09 (d.d. 31 augustus 2020)



Foto 9: Boring 10 (d.d. 31 augustus 2020)

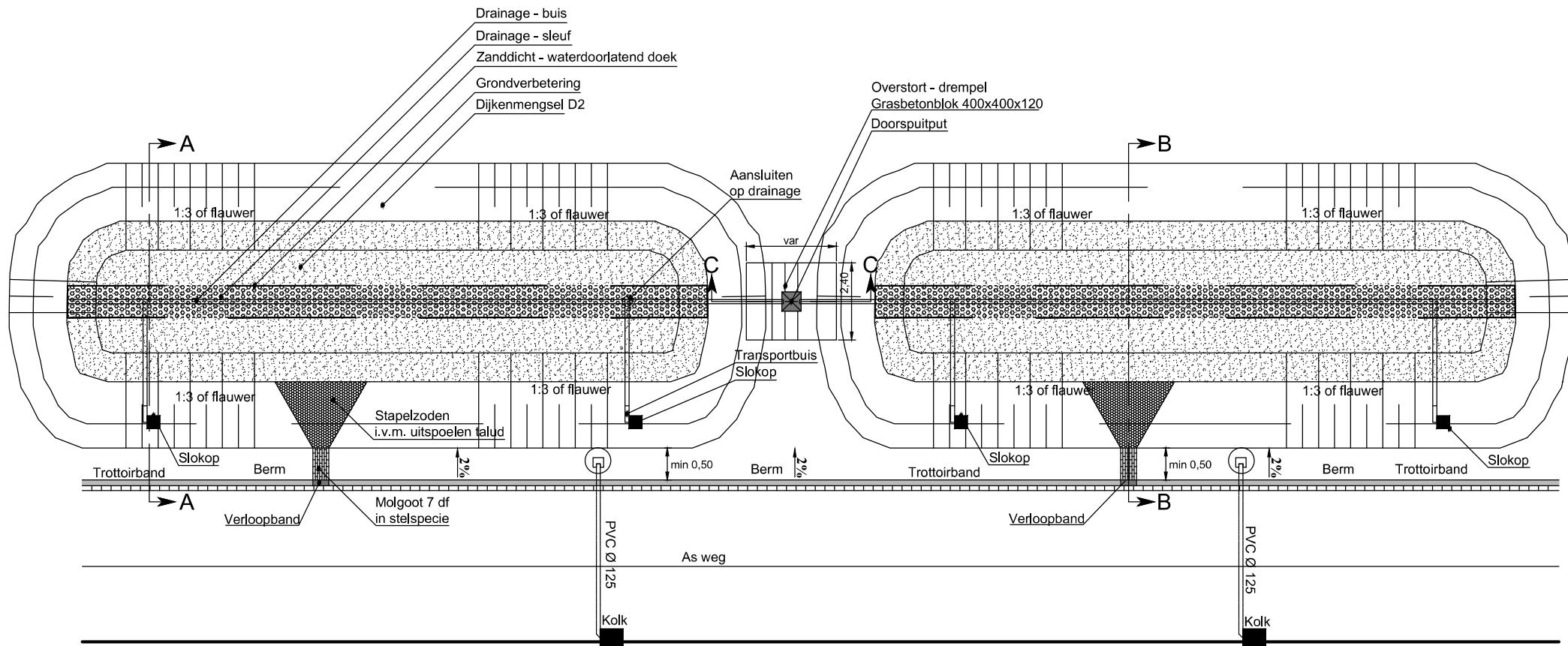


Foto 10: Boring 11 (d.d. 01 september 2020)





## Bijlage 5: Ontwerpeisen gemeente Enschede

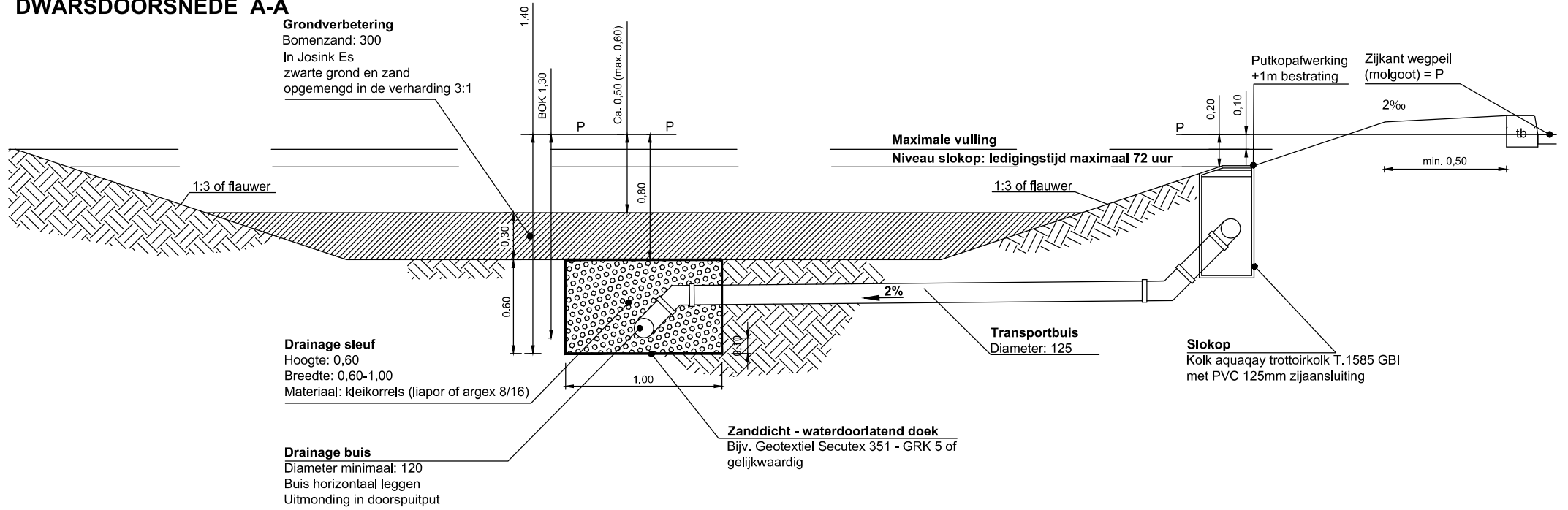


Doorsnede(s) zie blad 43 en 44

Standaard detail opbouw wadi  
Bovenaanzicht

De maatvoering in meters en alle materialen in millimeters, tenzij anders aangegeven			Stadsingenieurs Enschede		
Naam	Laatst gewijzigd d.d.	Bedrijfsleider	Tek. nr.	Formaat	Schaal
G. J. Kooy	2-1-2012		SE-63610	A3	1:125
			Blad		
			STANDAARDEDETAILS 2012		

## DWARSDOORSNEDE A-A



- \* Kleikorrels t.b.v. drainage sleuf bij aanvoer opslaan in open container, om vermengen met ander materiaal te voorkomen
- \* Eisen aan bestaande bodem: tot 2,00m diep t.o.v. maaiveld: k-waarde:  $\geq 0,5$  m/d  
k-waarde is de waterdoorlatenheid van de bodem/constructie (hydrologische conductiviteit)
- \* Inzaaien bodem + taluds met D2 grasmengsel
- \* Geen toepassing van flexibele ribbedrainbuizen
- \* Drainagebuizen fabrikaat Frankische, type Strabusil Ts (buislengte 6m)
- \* Filterkous PP 300 micrometer
- \* Doorspuitputten WAVIN, type "WAVIN", met een schachtdiameter van 500mm, een zandvang (verdiepte bodem) van 300 mm.
- \* Putafdekking (TBS of Weegels) die om de putschacht heen valt, vrijdragend
- \* Maximale afstand regelputten 100m i.v.m. doorspuiten
- \* Verhang drainagebuizen: gebruikelijk onder verhang van circa 0,1m/100m met een eenzijdige afstroming. Het kan echter ook horizontaal met aan twee zijden afstroming naar open water om de kans op verstopping te verkleinen
- \* Drainagebuizen periodiek (min. 1x per jaar) doorspuiten
- \* Minimaal 2 slokops per wadi
- \* **Let op:** Slokop dient voor extra snelle infiltratie, het is geen overstort. Overstort is voorzien middels een overstort-drempel.

## Standaard detail opbouw wadi dwarsdoorsnede A-A

De maatvoering in meters en alle materialen in millimeters, tenzij anders aangegeven

Stadsingenieurs Enschede

Naam	Laatst gewijzigd d.d.	Bedrijfsleider	Tek. nr.	Formaat	Schaal
G. J. Kooy	2-1-2012		SE-63610	A4	1:25

