

Geohydrologisch onderzoek Van Eeghenstraat 94-98 te Amsterdam

18 mei 2022

Kenmerk R001-1284436RMR-V04-kzo-NL

Verantwoording

Titel	Geohydrologisch onderzoek Van Eeghenstraat 94-98 te Amsterdam
Opdrachtgever	
Projectleider	
Auteur(s)	
Tweede lezer	
Uitvoering meet- en inspectiewerk	(certificaatnummer K54913)
Projectnummer	1284436
Aantal pagina's	12
Datum	18 mei 2022
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking.
	Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

TAUW bv
Rhijnspoor 209
Postbus 6
2900 AA Capelle aan den IJssel
T +31 10 28 86 10 0
E info.rotterdam@tauw.com

Kenmerk R001-1284436RMR-V04-kzo-NL

Inhoud

1 Inleiding 4

2 Geohydrologische situatie 5

2.1 Maaiveldhoogte en bodemopbouw 5

2.2 Doorlatendheidsmetingen 6

2.3 Oppervlaktewatersituatie 7

2.4 Grondwatersituatie 8

2.5 Geohydrologisch overzicht 9

3 Beoordeling gevolgen voor het grondwatersysteem door de voorgenomen activiteit 11

3.1 Samenvatting geohydrologische situatie 11

3.2 Beoordeling standstill-kD 12

Bijlage 1 Boorprofielen

Bijlage 2 Doorlatendheidsmetingen

1 Inleiding

Op uw percelen, gelegen aan de Van Eeghenstraat 94-98 te Amsterdam, bent u voornemens een kelder met parkeergarage onder uw huidige pand te realiseren. Het realiseren van een kelder kan effect hebben op de grondwaterstroming ter plaatse van uw percelen. Een verandering hiervan kan leiden tot grondwateroverlast of -onderlast.

Voor het realiseren van kelders heeft de gemeente Amsterdam beleid opgesteld wat gericht is op toekomstbestendig en grondwaterneutraal bouwen van kelders. Dit beleid is recent geactualiseerd en vastgelegd in paraplubestemmingsplan 'Grondwaterneutrale Kelders' (identificatie b_NL.IMRO.0363. GA2102PBPGST-VG01) en vastgesteld door de gemeente Amsterdam op 7 oktober 2021. Dit bestemmingsplan is ook van toepassing op uw percelen.

In het bestemmingsplan is beschreven dat nieuwe kelders gerealiseerd mogen worden, wanneer voldaan wordt aan de beleidsregels uit het 'Afwegingskader Grondwaterneutrale Kelders Amsterdam'. Doel van dit kader is:

"*Het bouwen van een kelder waarbij de stand en stroming van het grondwater buiten het perceel waarop de kelder is geprojecteerd niet of nauwelijks veranderen, waar mogelijk zal verbeteren, en geen negatieve grondwatereffecten optreden. Tot negatieve effecten worden in ieder geval gerekend risico's op opbarsten van de deklaag, welvorming, grondwateroverlast en grondwateronderlast.*"

In het nieuwe 'Afwegingskader Grondwaterneutrale Kelders Amsterdam' van 20 januari 2021 staat opgenomen voor welke locaties welke regels gelden. Bij dit afwegingskader is een bijlage opgenomen met een overzicht van wijken en buurten waarvoor specifieke maatregelenpakketten gelden. Uw adres is gelegen in de wijk 'Museumkwartier' en de buurt 'Cornelis Schuytbuurt'. Hiervoor is maatregelenpakket 2 van toepassing.

"Maatregelen benodigd om overlast of onderlast te voorkomen door een standstill-kD/doorlaatvermogen (kelder bouw toegestaan met extra maatregelen op eigen perceel, waardoor het oorspronkelijk aanwezige doorlaatvermogen wordt hersteld)."

Met *standstill-kD* wordt bedoeld dat hetzelfde doorlaatvermogen van de bodem dat vóór de bouw van de kelder aanwezig was op de betreffende locatie moet worden teruggebracht. Het doorlaatvermogen is de mate waarin grondwater zich door grond kan bewegen. Bij slecht doorlatende grond (klei, leem, veen) is het doorlaatvermogen vele malen kleiner dan bij goed doorlatende grond (zand, grind).

Onderdeel van het maatregelenpakket 2 is dat de initiatiefnemer de verplichting heeft om op zijn/haar kavel een geohydrologisch onderzoek uit te voeren, inclusief boringen. In onderhavig geohydrologische rapportage is het geohydrologisch onderzoek uitgewerkt, inclusief een

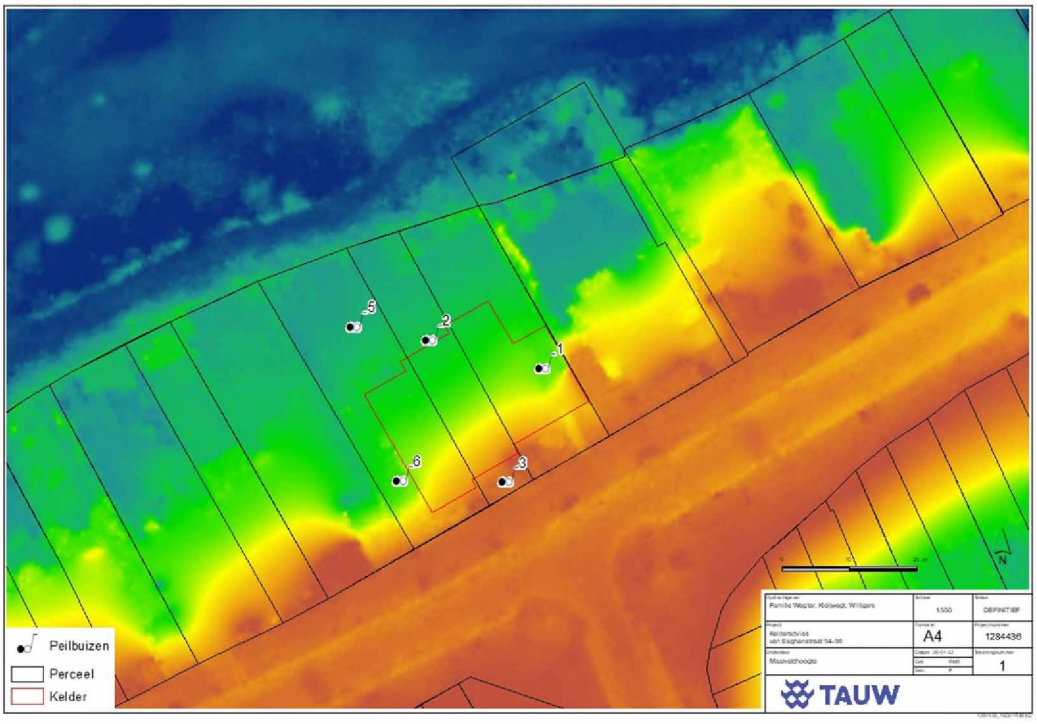
beschrijving van het uitgevoerde veldwerk en bepaling van de doorlaatcapaciteit, en toetsing aan het standstill-kD principe.

2 Geohydrologische situatie

In het onderstaande hoofdstuk wordt de geohydrologische situatie rond de locatie van de te plaatsen kelder in kaart gebracht.

2.1 Maaiveldhoogte en bodemopbouw

De maaiveldhoogte loopt vanaf de straat af richting het Vondelpark. Onder het huidige pand is momenteel een souterrain aanwezig. De diepte hiervan is circa 1,1 m onder het straatniveau. De maaiveldhoogte aan de achterzijde van de panden is ongeveer gelijk aan de diepte van het souterrain. De maaiveldhoogte aan de straat is circa +0,2 m NAP. De maaiveldhoogte aan de achterzijde van het pand ligt op circa -0,9 m NAP. Het hoogteverschil is weergegeven in figuur 2.1.



Figuur 2.1 Maaiveldhoogte (AHN4; rood=hoog, blauw=laag), perceelgrenzen (kadaster.nl) en peilbuizen (TAUW en APS)

Op 7 februari 2019 zijn er zes boringen op de percelen gezet door APS. Aanvullend daarop heeft TAUW twee peilbuizen geplaatst. Eén aan de voor- en één aan de achterzijde van de panden. In bijlage 1 zijn de boorprofielen opgenomen (conform NEN 5104). Uit de boorprofielen volgt dat er tot circa -2,8 m NAP (circa 3 m-mv aan de voorkant van de panden, en circa 1,9 m-mv aan de achterkant van de panden) matig grof zand, met een zwak tot matige siltige, en plaatselijk zwak tot sterke humeuse bijmenging aanwezig is. Ter plaatse van de boring aan de voorkant van de panden, en bij de boring aan de oostzijde van de panden is op circa -1,8 tot -2,8 m NAP bodemvreemd materiaal aangetroffen van grind met bakstenen, sintels, en slakken. Vanaf -2,8 m NAP ligt een veenlaag tot circa -4,8 m NAP. Vanaf -4,8 m NAP begint een kleilaag.

2.2 Doorlatendheidsmetingen

Voor de twee eerder geplaatste peilbuizen aan de weerzijden van de panden, alsmede de peilbuizen geplaatst door TAUW aan de voor- en achterzijde van de panden zijn de filters in de verzadigde zonde geplaatst, beneden de grondwaterstand. Dit is gedaan om de doorlatendheid (k-waarde) van de verzadigde zone te bepalen. Samen met de dikte van de bodemlaag wordt deze k-waarde doorvertaald naar het doorlaatvermogen (kD-waarde).

Om de doorlaatfactor te meten zijn op 28 januari 2022 doorlaatbaarheidsmetingen uitgevoerd. De metingen zijn uitgevoerd met de *constant-head(verlaging)*-methode, en de *rising-head*-method (conform de methodiek zoals opgenomen in de Kennisbank Stedelijk Water; voormalige module C2510 van de Leidraad Riolering). Voor de *rising-head*-methode wordt eerst grondwater uit de peilbuis wordt onttrokken, waardoor het grondwaterpeil lokaal wordt verlaagd. Vervolgens wordt gemeten hoe snel de grondwaterstand zich weer hersteld. De snelheid waarmee dit gebeurt is een maat voor de doorlatendheid van de grond. Voor de *constant-head(verlaging)*-methode wordt tijdelijk de grondwaterstand verlaagd. Deze verlaging wordt constant gehouden met een bepaalde hoeveelheid water dat wordt onttrokken. De hoeveelheid water dat nodig is om deze grondwaterstandverlaging in stand te houden in verhouding met de tijd dat de grondwaterstand is verlaagd, geeft een maat voor de aanvoer van water naar het filter, en daarmee een maat voor de doorlatendheid van de grond.

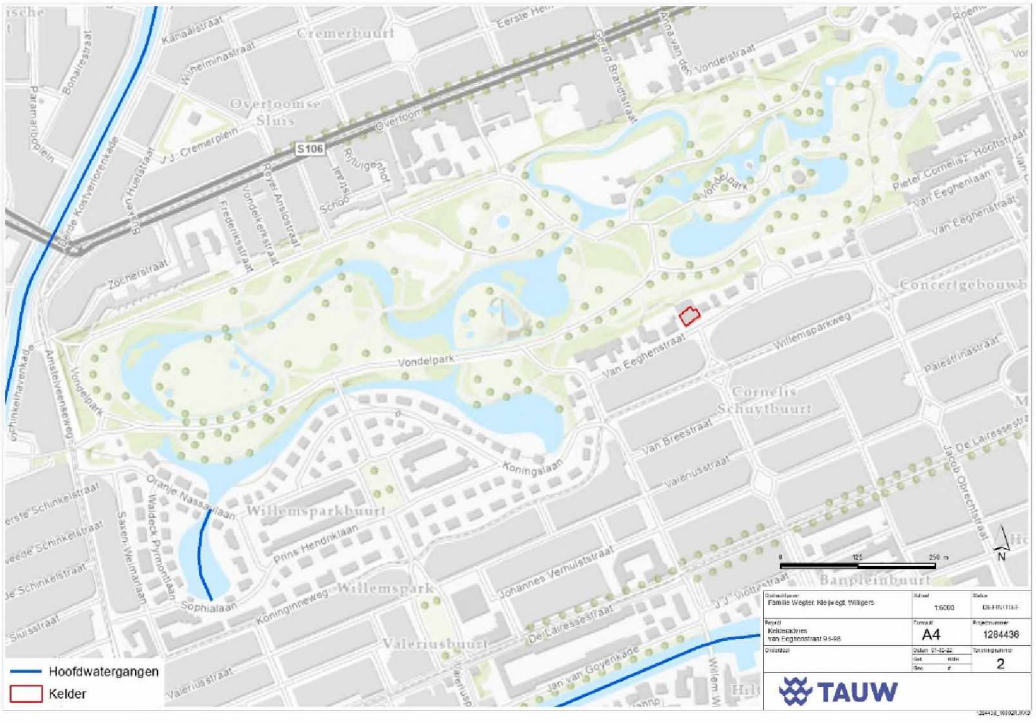
In de navolgende tabel zijn de doorlaatbaarheden van de geteste peilbuizen weergegeven. De waarde van de doorlaatfactor in peilbuis 6 ligt significant lager dan de rest van de peilbuizen. Dit is naar verwachting, aangezien het filter zich grotendeels bevindt in een zeer slecht doorlatende veenlaag. De doorlaatfactor van peilbuis 1 ligt ook lager dan die van peilbuis 2 en 3. Dit is vanwege de aanwezigheid van bodemvreemd materiaal aanwezig rondom het filter. De filters van peilbuizen 2 en 3 staan volledig in de zandlaag. De doorlaatbaarheid van deze peilbuizen komt goed overeen met de te verwachten doorlaatbaarheid op basis van de grondsoort waarin de peilbuizen zijn geplaatst, namelijk matig grof zand met siltige en humeuse bijmengingen. De berekeningen voor de doorlaatbaarheidsproeven zijn opgenomen in bijlage 2.

Tabel 2.1 Resultaten doorlaatbaarheidsproeven

Peilbuis	Doorlaatbaarheid (m/dag)
1	0,023
2	2,1
3	2,5
6	0,394

2.3 Oppervlaktewatersituatie

Het oppervlaktewater rondom de locatie wordt beheerd door Waterschap Amstel, Gooi en Vecht. Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater bij de panden zijn de vijvers in het Vondelpark op circa 70 m van de percelen (zie figuur 2.2). Het streefpeil van de vijvers is afgeleid van de legger[1] van het waterschap en ligt op -2,45 m NAP. De resterende oppervlaktewateren liggen op dusdanige afstand dat deze beperkte invloed zullen hebben op de grondwaterstanden. Het vondelpark heeft een eigen peilbesluit dat overeenkomt met het oppervlaktewater peil van -2,45 m NAP[2]. Om het Vondelpark heen wordt geen vast peil gehanteerd.



Figuur 2.2 Aanwezige oppervlaktewateren (bron Legger waterkeringen Amstel Gooi en Vecht)

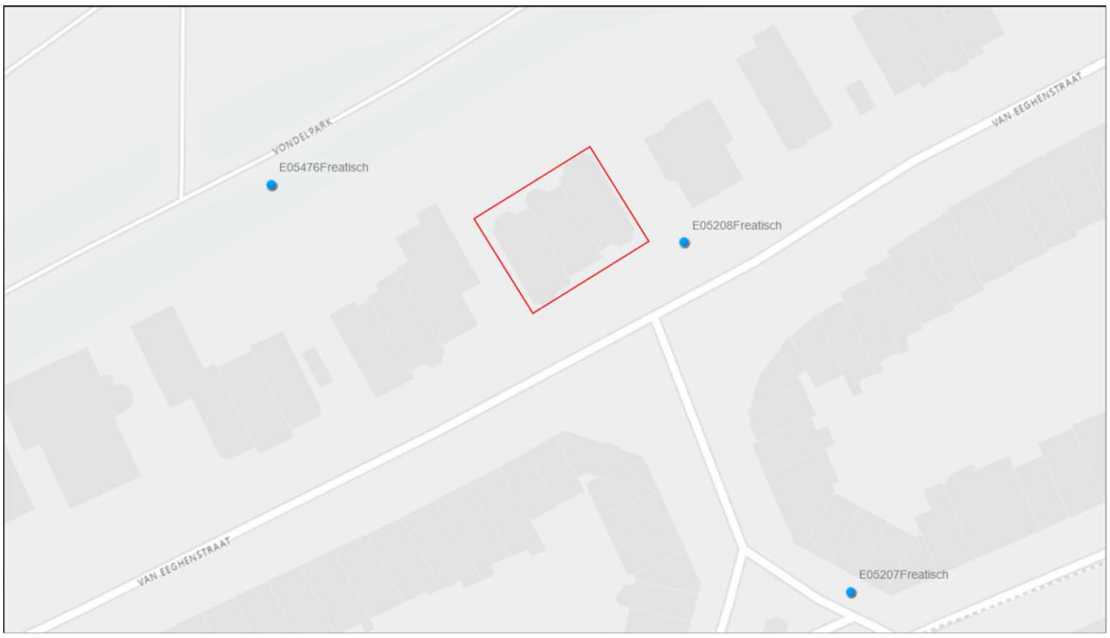
[1] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, "Legger Waterschap AGV", https://www.agv.nl/onze-taken/legger/, laatst bezocht 2 januari 2022
[2] Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, "Peilbesluit Polder Tuindorp Oostzaan", 12 augustus 2008

2.4 Grondwatersituatie

De grondwaterstand wordt beïnvloed door de vaste waterpeilen in de omgeving, waarbij de lokale grondwaterstand op de percelen afhankelijk is van de afstand tot deze waterpeilen. Om meer inzicht te krijgen in de grondwatersituatie zijn grondwaterstanden opgevraagd uit het meetnet van Waternet[3]. In figuur 2.3 zijn de locaties weergegeven waar de freatische grondwaterstand wordt gemeten. De grafiek in figuur 2.4 laat deze meetreeksen zien ten opzichte van NAP, tabel 2.2 geeft de karakteristieken van de peilbuizen weer. Wat opvalt hoe dichter naar het Vondelpark toe, hoe lager de gemiddelde grondwaterstand staat. Dit wordt veroorzaakt door het vaste peil van het Vondelpark dat op -2,45 m NAP ligt. Uit deze informatie kan worden geconcludeerd dat het grondwater in noord/noordwestelijke richting stroom naar het Vondelpark toe. De grondwaterstand in de peilbuizen in de woonwijk zijn relatief stabiel en fluctueert door het jaar heen circa 0,5 à 0,8 m. De peilbuis in het Vondelpark laat hogere fluctuaties zijn van circa 1,0 – 1,5 m door het jaar heen.

Tabel 2.2 Karakteristieken langdurige meetreeksen van de peilbuizen van Waternet

Peilbuis	Filterstelling (m-mv)	Meetperiode	RLG* (m NAP)	GG (m NAP)	RHG* (m NAP)
E05208	2,0 – 3,0	1980 – 2021	-1,82	-1,59	-1,38
E05207	2,5 – 3,5	1980 – 2021	-1,59	-1,45	-1,30
E05476	2,0 – 3,0	1993 – 2021	-2,26	-1,90	-1,57



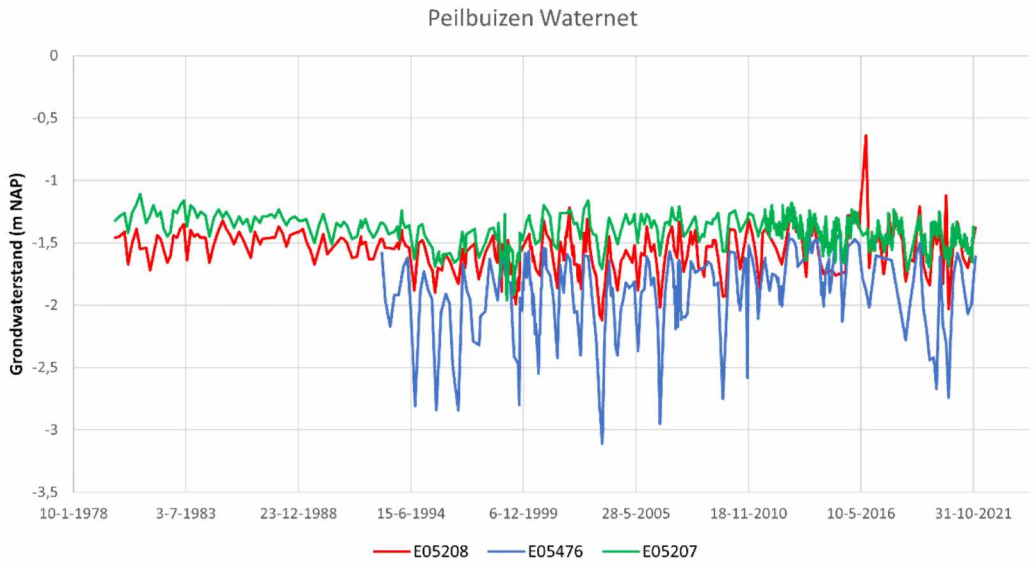
Figuur 2.3 Peilbuizen Waternet (freatisch)

[3] Waternet, "Peilbuizen Waternet", https://maps.waternet.nl/kaarten/peilbuizen.html, laatst bezocht 2 januari 2022

In de peilbuizen 1, 2, 3, en 6 (zie figuur 2.1) is op 28 januari 2022 ook lokaal de grondwaterstand gemeten. Tabel 2.3 geeft de gemeten grondwaterstanden weer. Op basis van stromingsrichting is de verwachting dat in peilbuizen 3 en 6 de grondwaterstand hoger staat dan in peilbuizen 1 en 2. Deze verschillen zijn ook aanwezig, al is het zeer beperkt. De gemeten grondwaterstanden komen goed overeen met de gemiddelde grondwaterstand uit de dichtstbijzijnde peilbuis van Waternet E05208 (-1,59 m NAP)

Tabel 2.3 Eenmalige metingen lokale peilbuizen

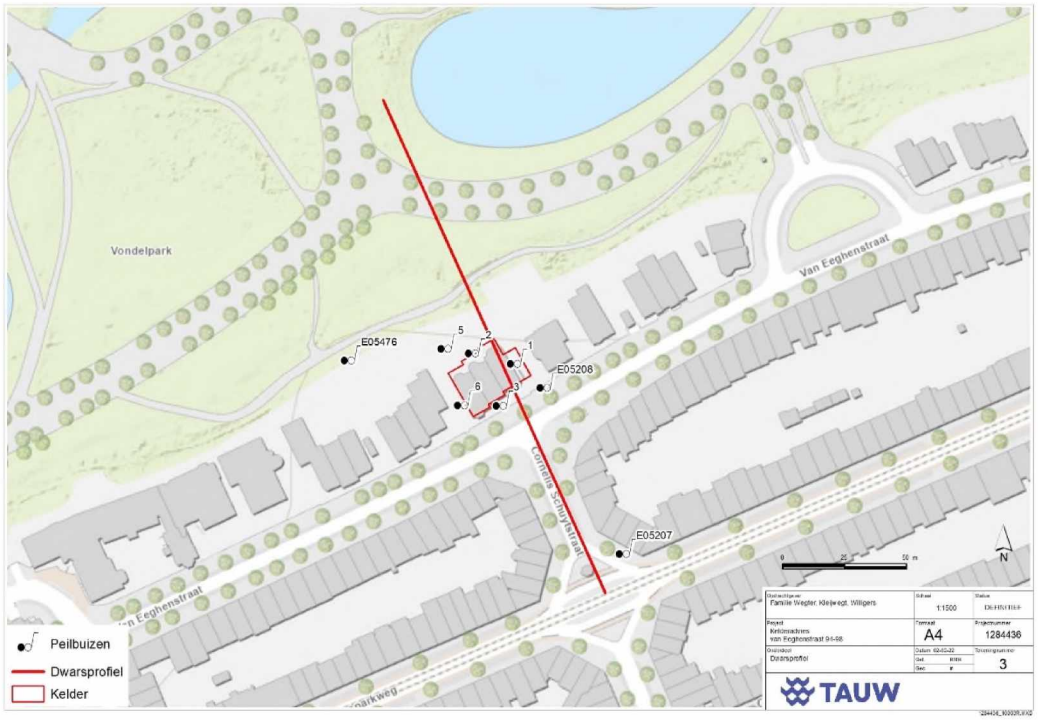
Peilbuis	Bovenkant peilbuis (m NAP)	Grondwatermeting (m-mv)	Grondwaterstand (m NAP)
1	-0,70	0,88	-1,58
2	-0,94	0,63	-1,57
3	+0,22	1,78	-1,56
6	-0,74	0,83	-1,57



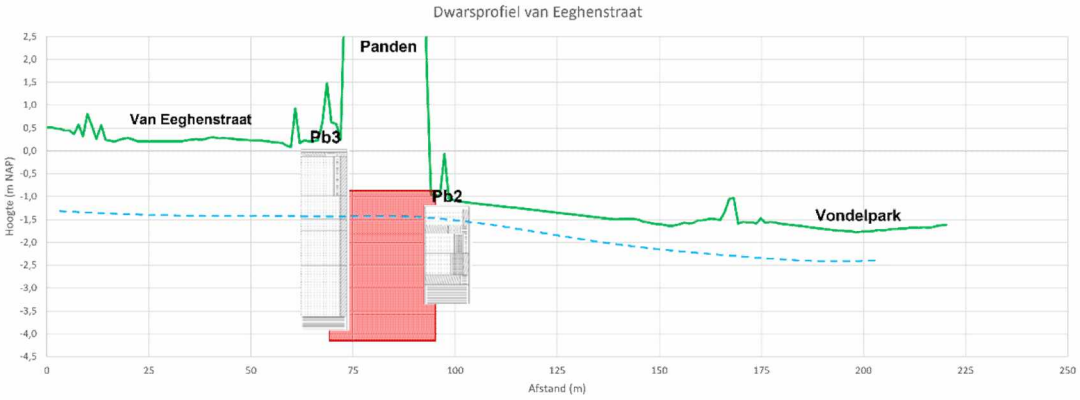
Figuur 2.4 Grondwaterstanden peilbuizen Waternet (freatisch)

2.5 Geohydrologisch overzicht

Om het samenspel van de maaiveldhoogte, bodemopbouw, grondwaterstanden en oppervlaktewaterpeilen duidelijk in beeld te brengen is een dwarsprofiel samengesteld. In figuur 2.5 is de ligging van het tracé van het dwarsprofiel (zuid-noord oriëntatie) weergegeven. Het dwarsprofiel zelf opgenomen in figuur 2.6. De oriëntatie van het profiel is zuid-noord gericht, waarbij de hoogteschaal (y-as) is uitgerekt ten opzichte van de afstandschaal (x-as) om de hoogteverschillen duidelijk te kunnen presenteren.



Figuur 2.5 Situering dwarsprofiel



Figuur 2.6 Dwarsprofiel (zuid-noord) met maaiveldhoogte (groene lijn), indicatieve grondwaterstand (blauwe stippellijn), selectie van 2 boorprofielen en indicatief de toekomstige kelder

Belangrijk om te melden is dat de grondwaterstand indicatief is opgenomen. De blauwe stippellijn is ingeschat op basis van de gemiddelde grondwaterstanden in de peilbuizen van Waternet, de eenmalige metingen in lokaal geplaatste peilbuizen, en het waterpeil in het Vondelpark. De grondwatersituatie kan op een willekeuring ander moment anders zijn, voornamelijk afhankelijk van de weersinvloeden (neerslag/verdamping). In een natte winterperiode kunnen de grondwaterstanden iets hoger zijn, terwijl in een droge zomer de grondwaterstanden wat verder zullen uitzakken.

De beoogde kelder komt op circa 3,2 m onder het huidige souterrain (de onderkant van souterrain ligt op circa -0,9 m NAP), wat resulteert in een diept van circa -4,1 m NAP. De kelder zal volledig in de doorlatende zandlaag en deels in niet doorlaatbare veenlaag geplaatst worden. De kelder zal de indicatieve grondwaterspiegel doorsnijden. Op basis van de gemeten grondwaterstanden wordt deze insnijding geschat op 2,2 – 2,7 m.

3 Beoordeling gevolgen voor het grondwatersysteem door de voorgenomen activiteit

3.1 Samenvatting geohydrologische situatie

Na het in beeld brengen van de geohydrologische situatie ter plaatse van de percelen van Eeghenstraat 94-98 te Amsterdam kan het volgende worden geconcludeerd:

- Het maaiveldniveau kent een redelijk hoogteverschil als gevolg van de ligging naast het Vondelpark. Het maaiveld varieert grofweg van +0,2 tot -0,9 m NAP
- Uit de uitgevoerde boringen volgt dat de tot circa -2,8 m NAP de bodem bestaat uit matig fijn, zwak tot sterk humeus, tot zwak siltig zand. Lokaal is bodemvreemd materiaal aangetroffen op circa -1,8 tot -2,8 m NAP. Vanaf -2,8 m NAP begint een veenlaag met een dikte van circa 2,0 m. Na de veenlaag begint een kleilaag
- Uit de doorlaatbaarheidsmetingen (*rising-head*-methode en *constant-head(verlaging)*-methode) volgt dat waar het zandpakket aanwezig is de bodem redelijk goed doorlaatbaar is (2,1 – 2,5 m/dag). Het bodemvreemd materiaal lijkt minder doorlatend (0,39 m/dag). De veenlaag is zoals verwacht zeer slecht doorlatend
- Het dichtstbijzijnde oppervlaktewater zijn de vijvers in het Vondelpark, waar een vast polderpeil van -2,45 m NAP worden aangehouden
- De grondwaterstand ter plaatse van de percelen op basis van de lokale metingen en langdurige meetreeksen van het waternet zijn redelijk stabiel. De fluctuatie van de grondwaterstand op basis van de langdurige meetreeksen is hoger richting het Vondelpark (1,0 – 1,5 m gedurende het jaar) dan richting de woonwijk (circa 0,5 -1,0 m gedurende het jaar)
- Op basis van het dwarsprofiel met daarin de projectie van de beoogde kelder en de indicatieve grondwaterstand is afgeleid dat de kelder de grondwaterspiegel met circa 2,2 – 2,7 m doorsnijdt, rekening houdend met de natuurlijke fluctuatie van de grondwaterstand

3.2 Beoordeling standstill-kD

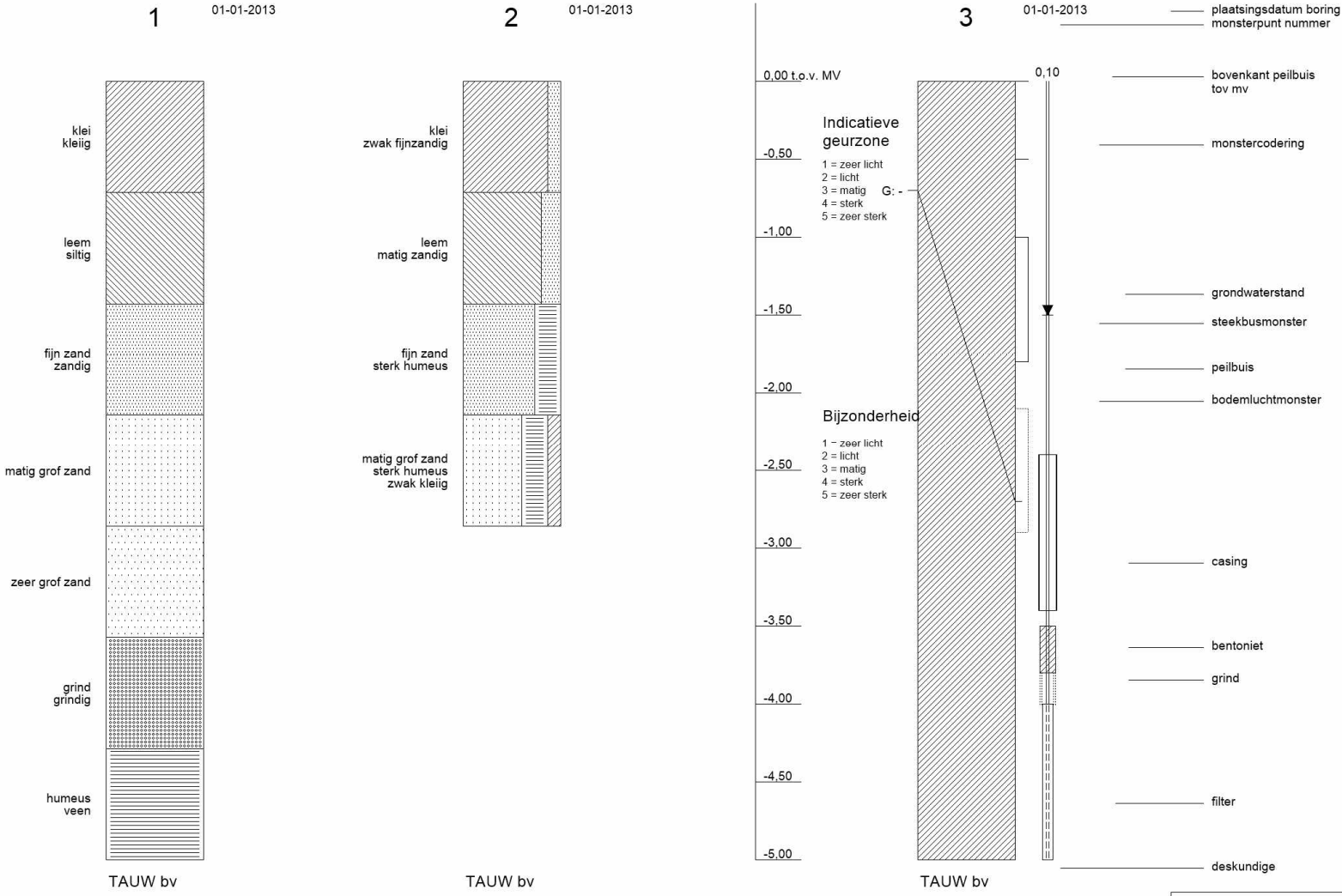
Op basis van deze bevindingen is afgeleid dat het doorlaatvermogen (kD-waarde, bestaande uit de dikte waarmee de kelder de grondwaterspiegel doorsnijdt, en de gemeten horizontale k-waarde van de bodem) circa 2,8 m^2/dag bedraagt (insnijding op basis van recente metingen van circa 2,5 waarvan 1,2 m bestaat uit zand met een gemiddelde k-waarde van 2,3, en 1,3 m bestaat uit veen met een k-waarde van 0,023). De KD-waarde is afhankelijk van de dikte van het watervoerende pakket. Met hogere grondwaterstanden zal de KD-waarde hoger liggen (3,2 m^2/dag), en met lagere grondwaterstanden zal de KD-waarde lager liggen (2,1 m^2/dag). Met de voorgenomen diepte en afmetingen kan het realiseren van de kelder, zonder compensatie, impact hebben op het doorlaatvermogen van de huidige situatie.

Om het verlies van het doorlaatvermogen van de bodem bij het realiseren van de kelder te compenseren dient rondom de kelder goed doorlaatbaar bodemmateriaal (zand of grind) geplaatst te worden. Hierdoor zal de grondwatersituatie niet negatief verstoord worden.
Mitigerende maatregelen kunnen bestaan uit het plaatsen van grindkoffers, aanleggen van een bypass systeem, damwanden plaatsen met gaten en/of damwanden opvullen met grind om het effect te minimaliseren.
De uiteindelijke inrichting van de mitigerende maatregelen is ter keuze en verantwoordelijkheid van de uitvoerende aannemer.

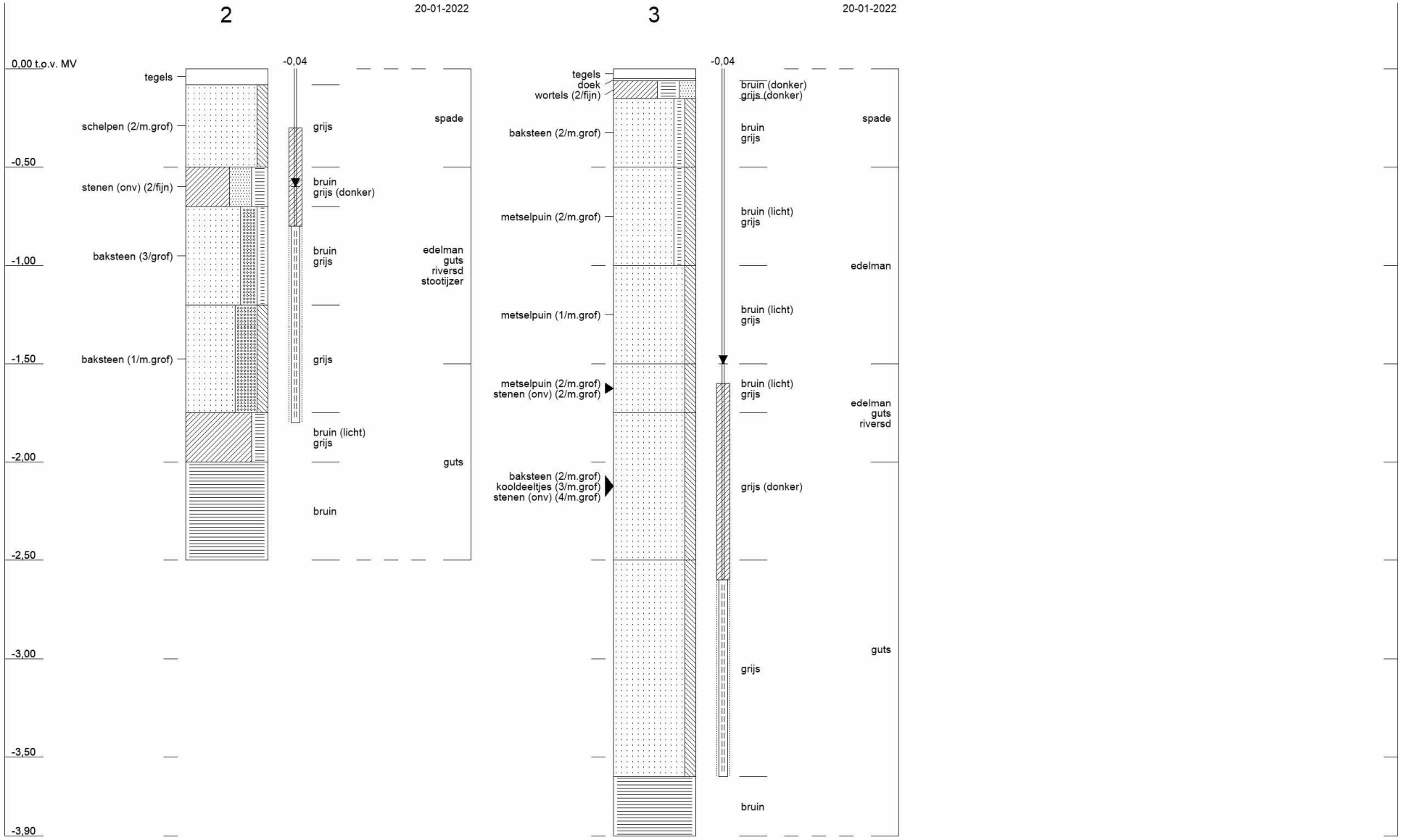
Kenmerk R001-1284436RMR-V04-kzo-NL

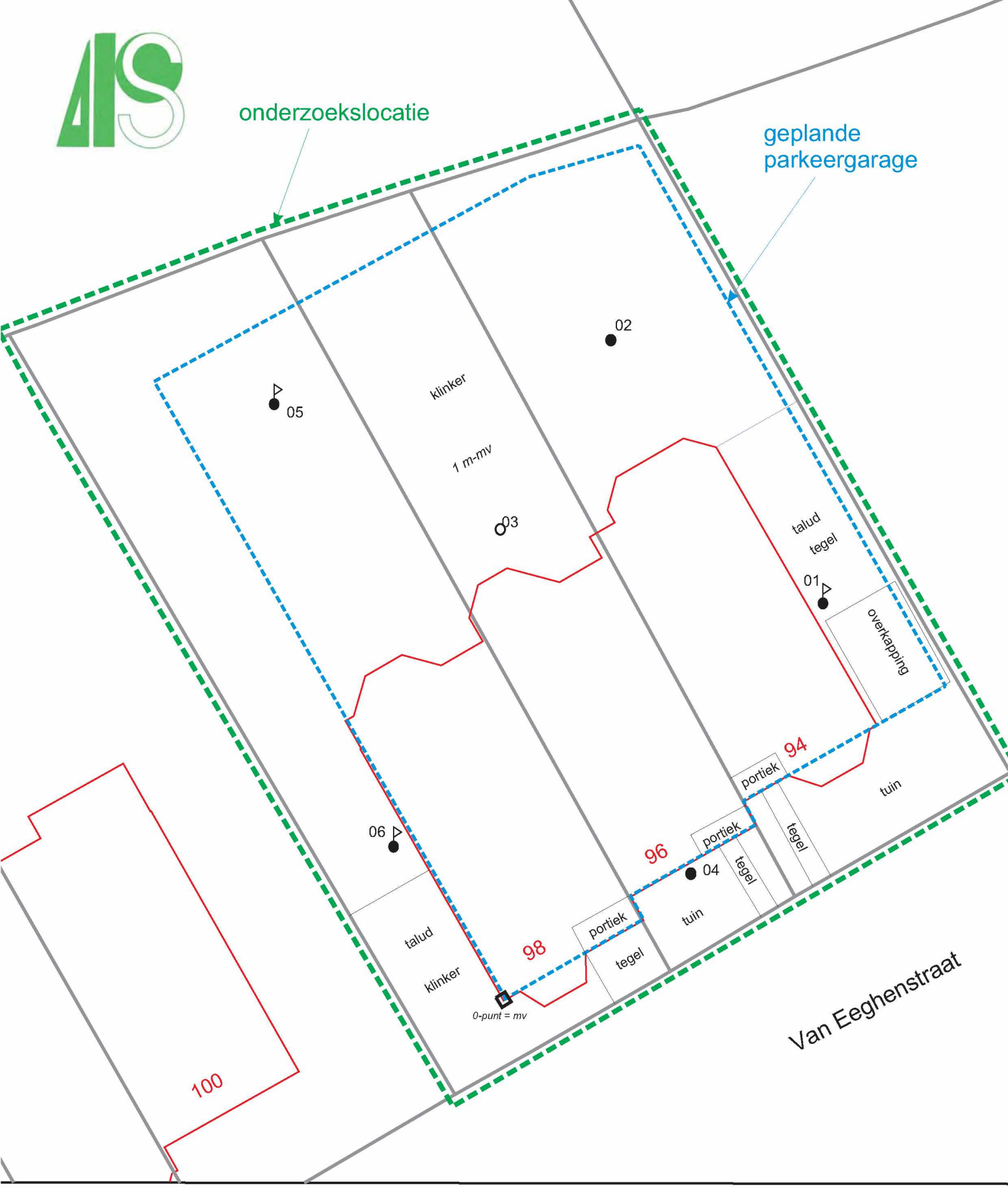
Bijlage 1 Boorprofielen

Legenda boorprofielen



arcering conform NEN 5104


2
20-01-2022
0,00 t.o.v. MV
tegels
schelpen (2/m.grof)
stenen (onv) (2/fijn)
baksteen (3/grof)
baksteen (1/m.grof)
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
-3,00
-3,50
-3,90
-0,04
grijs
bruin
grijs (donker)
bruin
grijs
grijs
bruin (licht)
grijs
bruin
spade
edelman
guts
riversd
stootijzer
guts
3
20-01-2022
tegels
doek
wortels (2/fijn)
baksteen (2/m.grof)
metselpuin (2/m.grof)
metselpuin (1/m.grof)
metselpuin (2/m.grof)
stenen (onv) (2/m.grof)
baksteen (2/m.grof)
kooldeeltjes (3/m.grof)
stenen (onv) (4/m.grof)
-0,04
bruin (donker)
grijs (donker)
bruin
grijs
bruin (licht)
grijs
bruin (licht)
grijs
bruin (licht)
grijs
grijs (donker)
grijs
bruin
spade
edelman
edelman
guts
riversd
guts



LOCATIETEKENING

datum: februari 2019

nummer: R19-B094

locatie: Van Eeghenstraat 94-98
Amsterdam

Opdrachtgever:
Grabo Onroerend Goed BV

LEGENDA

N

schaal: 1:250

0 m 5

- peilbuis
- boring tot 5,7 m-mv
- boring tot 3,5 m-mv
- boring (gestuit)
- inspectiegat asbest
- 0-punt

Legenda (conform NEN 5104)

grind

- Grind, siltig
- Grind, zwak zandig
- Grind, matig zandig
- Grind, sterk zandig
- Grind, uiterst zandig

zand

- Zand, kleïig
- Zand, zwak siltig
- Zand, matig siltig
- Zand, sterk siltig
- Zand, uiterst siltig

veen

- Veen, mineraalarm
- Veen, zwak kleïig
- sterk kleïig
- Veen, zwak zandig
- Veen, sterk zandig

klei

- Klei, zwak siltig
- Klei, matig siltig
- Klei, sterk siltig
- Klei, uiterst siltig
- Klei, zwak zandig
- Klei, matig zandig
- Klei, sterk zandig

leem

- Leem, zwak zandig
- Leem, sterk zandig

overige toevoegingen

- zwak humeus
- matig humeus
- sterk humeus
- zwak grindig
- matig grindig
- sterk grindig

geur

- geen geur
- zwakke geur
- matige geur
- sterke geur
- uiterste geur

olie

- geen olie-water reactie
- zwakke olie-water reactie
- matige olie-water reactie
- sterke olie-water reactie
- uiterste olie-water reactie

p.i.d.-waarde

- >0
- >1
- >10
- >100
- >1000
- >10000

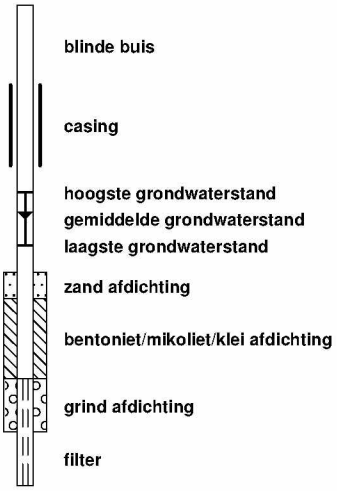
monsters

- geroerd monster
- ongeroerd monster
- volumering

overig

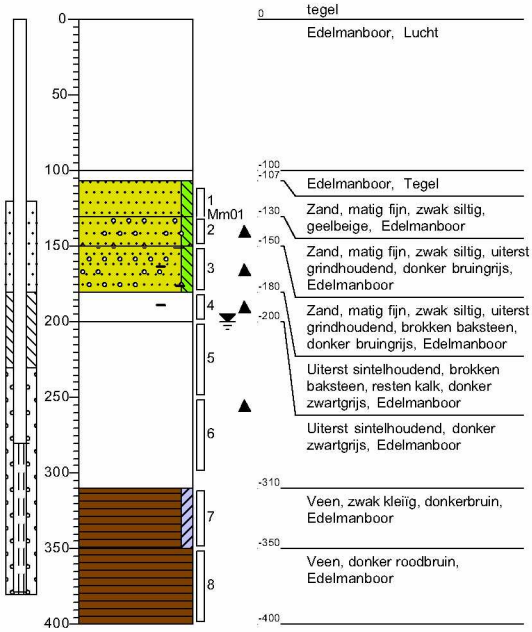
- bijzonder bestanddeel
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand
- grondwaterstand
- Gemiddeld laagste grondwaterstand
- slib
- water

peilbuis



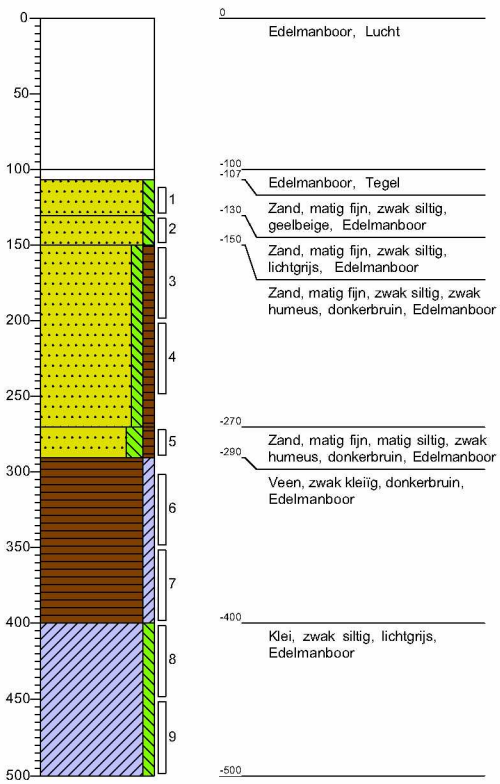
Boring: 01

X: 119776,11
Y: 485567,98
Datum: 7-2-2019
GWS: 200



Boring: 02

X: 119764,92
Y: 485575,17
Datum: 7-2-2019

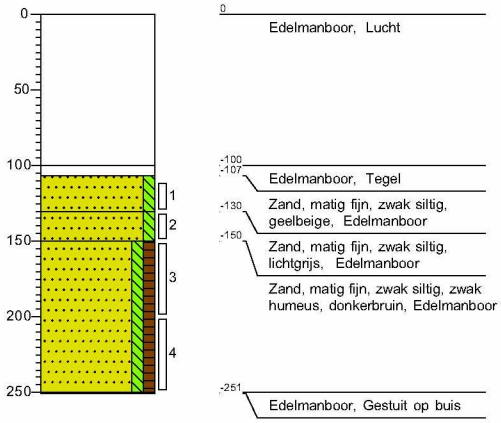


Projectnaam: Van Eeghenstraat 94-96-98 Amsterdam

Projectcode: R19-B094

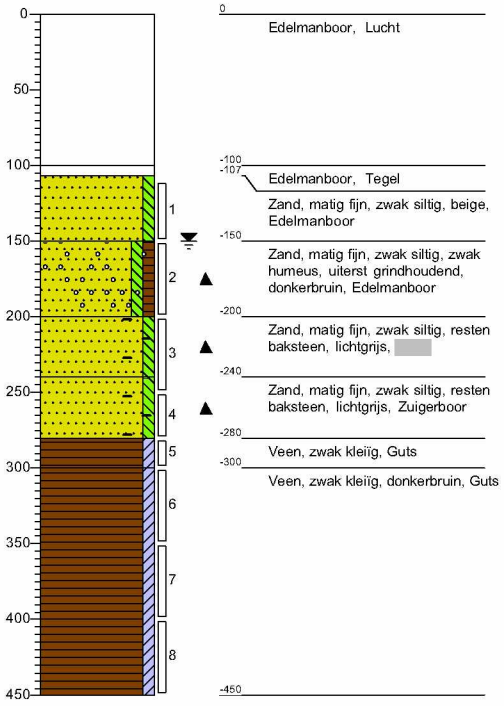
Boring: **02A**

Datum: 7-2-2019



Boring: **03**

Datum: 7-2-2019
GWS: 150

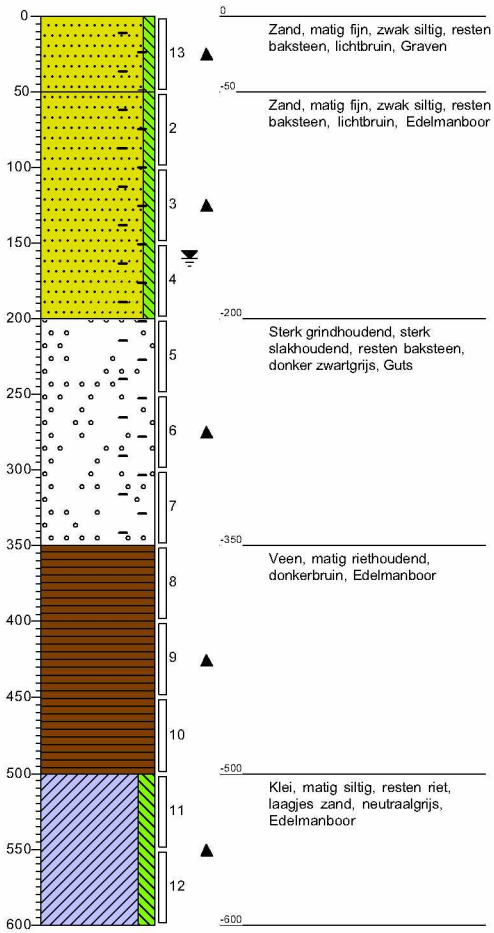


Projectnaam: Van Eeghenstraat 94-96-98 Amsterdam

Projectcode: R19-B094

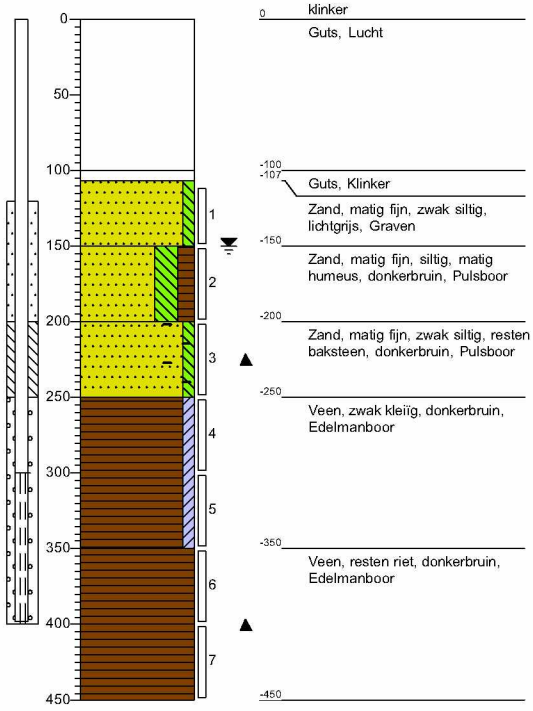
Boring: 04

Datum: 7-2-2019
GWS: 160



Boring: 05

Datum: 7-2-2019
GWS: 150

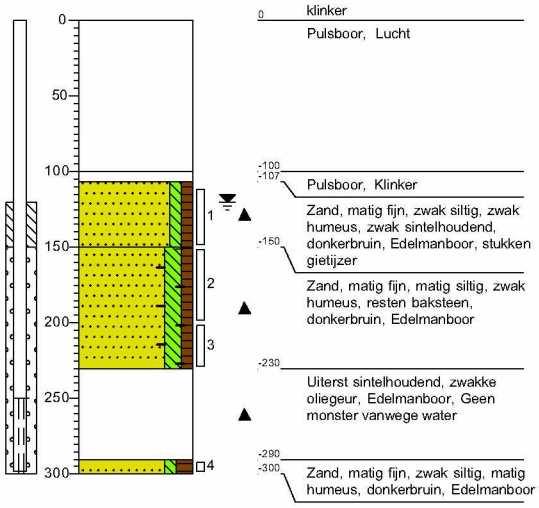


Projectnaam: Van Eeghenstraat 94-96-98 Amsterdam

Projectcode: R19-B094

Boring: 06

Datum: 7-2-2019
GWS: 120



Projectnaam: Van Eeghenstraat 94-96-98 Amsterdam

Projectcode: R19-B094

Kenmerk R001-1284436RMR-V04-kzo-NL

Bijlage 2 Doorlatendheidsmetingen

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Constant flow - head test conform C2510[1] en NEN-EN-ISO 22282-2

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

Administatieve gegevens

project	<=	Amsterdam, Kelderadvies Van Eeghenstraat
projectnummer	<=	1284436
meetdatum	<=	28-01-22
waarnemer	<=	

Meetgegevens/tussenberekeningen

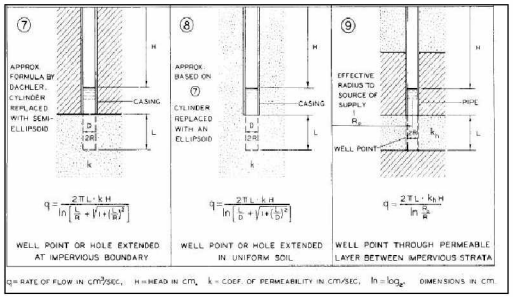
Peilbuis nummer	top peilb. (cm+mv)	filter diepte (cm)	filter lengte (cm)	Diameter boorgat (cm)	massa lege emmer (kg)	waterstand voor pompen (cm)	waterstand bij pompen (cm)	start meting bij evenwicht	stop meting bij evenwicht	seconden gepompt in evenwichtsituatie	massa water + emmer (kg)	minuten gepompt	Geometrische factor Situatie 7, 8 of 9 voor Hvorslev/Dachler	k (m/dag) Hvorslev/Dachle	k (m/dag) C2510	GW (m-mv)
3	-4,0	359	100	4,0	0,25	177,5	230,0	11:11:41	11:13:41	120,0	3,12	2,00	8	2,5	2,5	1,8
2	-4,0	179	71	4,0	0,25	63,2	112,0	11:41:54	11:43:58	124,0	2,10	2,07	8	2,1	2,1	0,7
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-
													8	-	-	-

Formule van Hvorslev/Dachler: K = (((Q x 100) / 6)) / (2 x pi x L x ^h)) x F

waarin:			
	^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 x ^h) en Europese norm NEN-EN-ISO 22282-2:2012

waarin:			
	^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	(m3/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 creeeren 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. TAUW hanteerd 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, maart 2015

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Rising head test conform C2510[1] en Ernst (1950)

TAUW

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

Administatieve gegevens

project	<=	Amsterdam, kelderadvies Van Eeghenstraat
projectnummer	<=	1284436
boorpunt	<=	1
meetdatum	<=	28-01-22
waarnemer	<=	

Input basisparameters			**toelichting**		
Hoogte bovenkant peilbuis		-4	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)		
Oorspronkelijke grondwaterstand	<=	88	cm-bkpb	92	cm-mv
Diepte boorgat	<=	300	cm-mv		
straal van het boorgat	<=	1,6	cm (helft van de diameter)		
filtertraject	<=	200-300	cm-mv		
Slecht doorlatende laag aanwezig onder het boorgat	<=	Ja	ondieper dan 6 x de straal van het boorgat		

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd (sec)	waterstand cm-bkpb	waterstand cm-mv	h' (t) =>	C =>	doorlatendheid (k) (m/dag)	verlaagde waterkolom >25% toegenomen
0	178,23	182,23	90,73	-	-	nee
120,00	168,61	172,61	85,92	0,30	0,0241	nee
240,00	162,02	166,02	77,81	0,32	0,0178	nee
360,00	156,36	160,36	71,69	0,35	0,0163	nee
480,00	151,11	155,11	66,23	0,37	0,0161	>25%
600,00	146,62	150,62	61,36	0,39	0,0147	>25%
720,00	142,71	146,71	57,16	0,42	0,0136	>25%
840,00	138,68	142,68	53,20	0,44	0,0148	>25%
960,00	135,24	139,24	49,46	0,47	0,014	>25%
1080,00	132,21	136,21	46,23	0,50	0,013	>25%
1200,00	129,23	133,23	43,22	0,53	0,013	>25%
1320,00	126,67	130,67	40,45	0,56	0,012	>25%
1440,00	124,28	128,28	37,97	0,59	0,012	>25%
1560,00	121,88	125,88	35,58	0,63	0,013	>25%
1680,00	119,96	123,96	33,42	0,67	0,011	>25%
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-

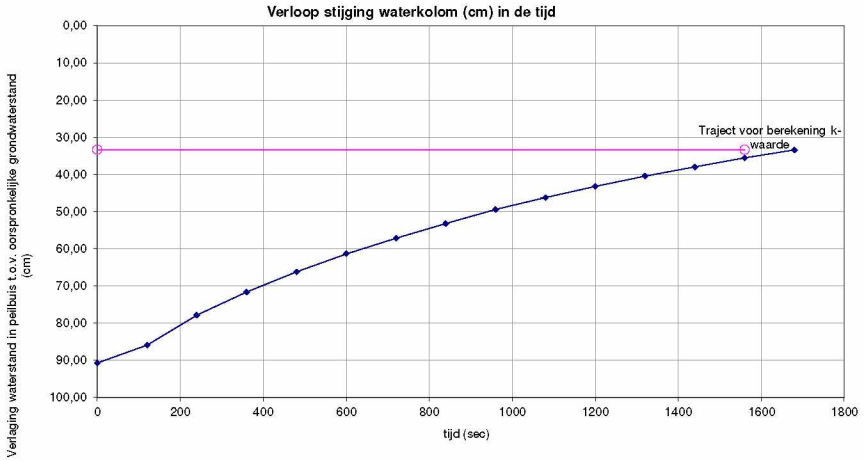
Formule horizontale doorlatendheid: $K = (\Delta h / \Delta t) \times C$

^h	=>	stijging (cm) van het water in het boorgat over betreffende meetperiode
^t	=>	tijdsduur (seconden) in meetperiode voor ^H
C	=>	geometrische factor. Formule conform C2510 alsmede Ernst (1950) geven hetzelfde resultaat

Formule geometrische factor: $C^{(\text{conform C2510})} = ((4000 \times (r / h')) / ((20 + H / r) \times (2 - h' / H))$ of $C^{(\text{conform Ernst,1950})} = (4000 \times r^2) / ((H + 20 \times r) \times (2 - h' / H) \times h')$

h'	=>	afstand (cm) tussen originele grondwaterstand en de gemiddelde grondwaterstand tussen 2 metingen
r	=>	straal (cm) van het boorgat
H	=>	natte lengte (cm) van het boorgat

Formule geometrische factor indien proef op slechtdoorlatende laag is uitgevoerd: $C^{(\text{conform Ernst,1950})} = (3600 \times r^2) / ((H + 10 \times r) \times (2 - h' / H) \times h')$



Berekening doorlatendheid van 0 seconden tot 1560

Voor de berekening van de doorlatendheid wordt het deel van de meting gekozen waar de stijging van de waterkolom nagenoeg gelijk is in de tijd. Het eerste deel van de meting kan ook beter niet meegenomen worden i.v.m. lekkage langs de wanden van het boorgat. Tenslotte is ook de meting van de proef niet meer betrouwbaar als er meer water is teruggestroomd dan 25% van de maximaal verlaagde waterkolom. Het gekozen traject ligt daarom wel zoveel mogelijk in het begin van de meting.

h' (t)	<=	36
C	<=	0,63
^h/^t	<=	0,0361218
Horizontale doorlatendheid	<=	**0,023** m/d (in de meetperiode van 0 tot 1560 seconden)

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, maart 2015

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Rising head test conform C2510[1] en Ernst (1950)

TAUW

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

Administatieve gegevens

project	<=	Amsterdam, kelderadvies Van Eeghenstraat
projectnummer	<=	1284436
boorpunt	<=	6
meetdatum	<=	26-02-21
waarnemer	<=	

Input basisparameters			**toelichting**		
Hoogte bovenkant peilbuis		-4	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)		
Oorspronkelijke grondwaterstand	<=	83	cm-bkpb	87	cm-mv
Diepte boorgat	<=	200	cm-mv		
straal van het boorgat	<=	1,6	cm (helft van de diameter)		
filtertraject	<=	150-200	cm-mv		
Slecht doorlatende laag aanwezig onder het boorgat	<=	Ja	ondieper dan 6 x de straal van het boorgat		

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd (sec)	waterstand cm-bkpb	waterstand cm-mv	h' (t) =>	C =>	doorlatendheid (k) (m/dag)	verlaagde waterkolom >25% toegenomen
0	196,56	200,56	114,06	-	-	nee
120	157,83	161,83	94,69	0,64	0,2081	nee
240	126,21	130,21	59,52	0,81	0,2135	>25%
360	108,24	112,24	34,72	1,21	0,1811	>25%
480	97,68	101,68	20,46	1,91	0,1682	>25%
600	91,56	95,56	12,12	3,10	0,1583	>25%
720	88,00	92,00	7,28	5,05	0,1498	>25%
840	86,02	90,02	4,51	8,05	0,1331	>25%
960	84,79	88,79	2,90	12,41	0,127	>25%
1080	83,86	87,86	1,83	19,66	0,153	>25%
1200	83,74	87,74	1,30	27,53	0,027	>25%
1320	83,39	87,39	1,07	33,52	0,098	>25%
1440	83,27	87,27	0,83	42,86	0,042	>25%
1560	83,27	87,27	0,77	46,07	0,000	>25%
1680	83,10	87,10	0,69	51,91	0,076	>25%
1800	83,10	87,10	0,60	59,46	0,000	>25%
1920	83,10	87,10	0,60	59,46	0,000	>25%
2040	83,27	87,27	0,69	51,91	-0,076	>25%
2160	83,27	87,27	0,77	46,07	0,000	>25%
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-

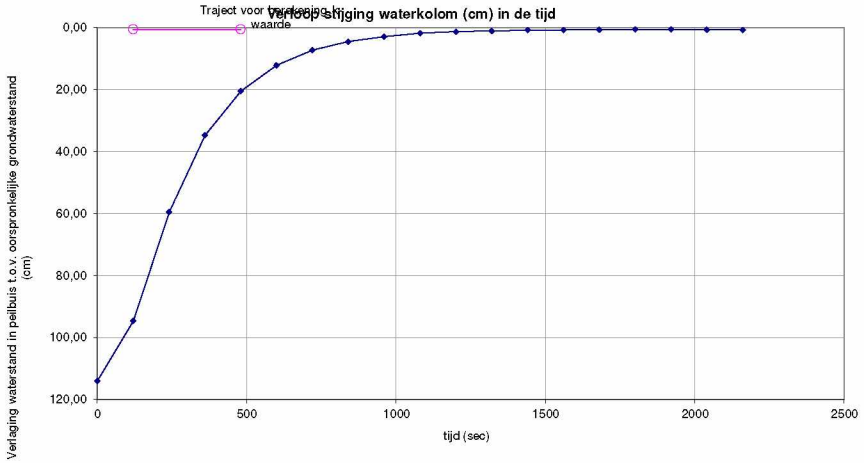
Formule horizontale doorlatendheid: K = (^h / ^t) x C

^h	=>	stijging (cm) van het water in het boorgat over betreffende meetperiode
^t	=>	tijdsduur (seconden) in meetperiode voor ^H
C	=>	geometrische factor. Formule conform C2510 alsmede Ernst (1950) geven hetzelfde resultaat

Formule geometrische factor: $C^{(conform\ C2510)} = ((4000 \times (r / h')) / ((20 + H / r) \times (2 - h' / H))$ of $C^{(conform\ Ernst,1950)} = (4000 \times r^2) / ((H + 20 \times r) \times (2 - h' / H) \times h')$

h' (t)	=>	afstand (cm) tussen originele grondwaterstand en de gemiddelde grondwaterstand tussen 2 metingen
r	=>	straal (cm) van het boorgat
H	=>	natte lengte (cm) van het boorgat

Formule geometrische factor indien proef op slechtdoorlatende laag is uitgevoerd: $C^{(conform\ Ernst,1950)} = (3600 \times r^2) / ((H + 10 \times r) \times (2 - h' / H) \times h')$



Berekening doorlatendheid van 120 seconden tot 480

Voor de berekening van de doorlatendheid wordt het deel van de meting gekozen waar de stijging van de waterkolom nagenoeg gelijk is in de tijd. Het eerste deel van de meting kan ook beter niet meegenomen worden i.v.m. lekkage langs de wanden van het boorgat. Tenslotte is ook de meting van de proef niet meer betrouwbaar als er meer water is teruggestroomd dan 25% van de maximaal verlaagde waterkolom. Het gekozen traject ligt daarom wel zoveel mogelijk in het begin van de meting.

h' (t)	<=	20
C	<=	1,91
^h/^t	<=	0,1670602
Horizontale doorlatendheid	<=	**0,319** m/d (in de meetperiode van 120 tot 480 seconden)

1) Conform Module C2510, Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage, Leidraad Riolering, maart 2015