Rapport

indicatief infiltratieonderzoek
De Beeke 2 te Erp

Bezoekadres Jekschotstraat 12
Postcode en plaats 5465 PG Veghel
Telefoon 0413 287068
e-mail info@bodem-inzicht.nl
internet www.bodem-inzicht.nl

Projectnaam Vlaskapel te Zeeland
Projectnummer B3385

Opdrachtgever RB Holding BV
Postadres Cruijgenstraat 34
5469 BT Erp
Contactpersoon [redacted]

Status Definitief
Versie 1

Aantal pagina's 8 (exclusief bijlagen)
Datum 15 december 2023

Samenstelling rapport en kwaliteitscontrole [redacted]

Paraaf [redacted]

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 3
1.1 Algemeen 3
2 ACHTERGRONDEN 4
2.1 Terreingegevens 4
2.2 Bodem- en geohydrologische gegevens 4
2.3 Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem 4
3 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN 6
4 RESULTATEN 7
4.1 Infiltratieproeven 7
4.2 Berekening K-waarde per meetpunt 8

BIJLAGEN

Bijlage 1: Topografische ligging onderzoekslocatie
Bijlage 2: Situatietekening met boorpunten
Bijlage 3: Boorprofielbeschrijvingen
Bijlage 4: meetgegevens per infiltratieproef

1 INLEIDING

1.1 Algemeen

In opdracht van RB Holding BV heeft Bodeminzicht een infiltratieonderzoek uitgevoerd op een locatie gelegen op plangebied De Beeke 2 te Erp en gericht op de capaciteit van de bodem met betrekking tot de infiltratie van hemelwater.

Aanleiding voor het uitvoeren van het indicatief infiltratieonderzoek is de aanleg van een infiltratiesysteem (waterbergend betongranulaat) ter plaatse een erfverharding ten zuiden van te bouwen woonfaciliteiten op De Beeke 2 te Erp.

Doel van het onderzoek is het bepalen van de doorlatendheid (de K-waarde) en daarmee de infiltratiemogelijkheden van de bodem ter plaatse van de toekomstige voorzieningen.

In dit rapport wordt ingegaan op de beschikbare gegevens en de onderzoeksopzet, de uitvoering en de resultaten van het veldonderzoek.

2 ACHTERGRONDEN

2.1 Terreingegevens

In onderstaand overzicht zijn de algemene gegevens van de locatie opgenomen. In onderstaande figuur 1 is een weergave te zien van de situering van infiltratievoorzieningen binnen het plangebied.

Figuur 1: beoogde woningen en infiltratiesysteem (blauwe vlak)



Adres onderzoekslocatie :De Beek 2 te Erp
Gemeente :Meierijstad
Kadastrale registratie :Erp P 314
Huidig perceelgebruik :braakliggend terrein

Beoogd wordt een waterberging te realiseren middels het aanbrengen van 261 m³ waterbergend betongranulaat onder een erfverharding. De pakketdikte van het betongranulaat betreft 40 cm over een oppervlakte van 653 m².

2.2 Bodem- en geohydrologische gegevens

Bodemopbouw			
deklaag	fijn tot matig grof zand. Plaatselijk komt leem, klei en veen voor.	Nuenengroep	0-15 m-mv
eerste watervoerend pakket	matig tot zeer grove grindrijke zanden, met plaatselijk een kleilaag.	Formatie van Sterksel/Veghel	15-60 m-mv
scheidende laag	kleihoudende afzettingen	Kedichem/Tegelen	60-110 m-mv
hydrologie			
diepte freatisch grondwater	1,0 tot 1,5 m-mv		
stromingsrichting	noordwestelijk		

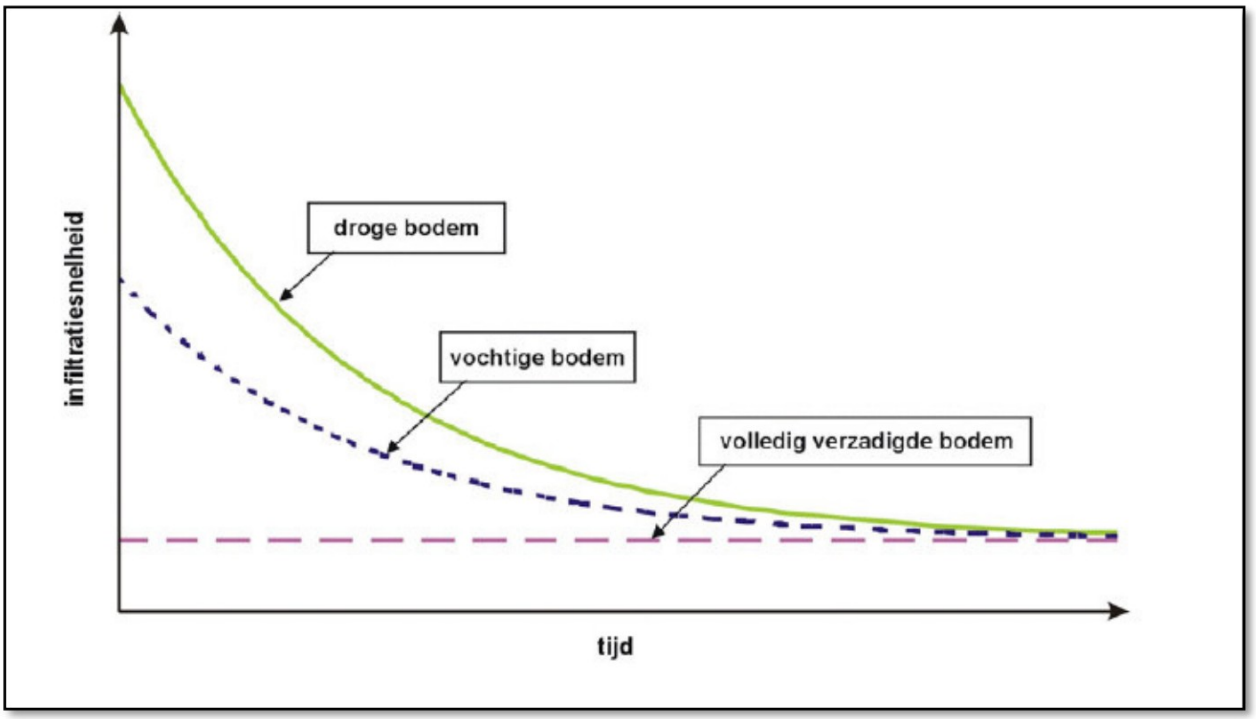
2.3 Achtergronden bij infiltratie van hemelwater in de bodem

De infiltratiecapaciteit van de ondergrond verschilt per type ondergrond. Bij de dimensionering van een infiltratievoorziening is het van belang uit te gaan van een zo correct mogelijke inschatting van de infiltratiecapaciteit. Infiltratietesten zijn een hulpmiddel om een inschatting te maken van de infiltratiecapaciteit van de ondergrond. Het heeft echter weinig zin om de infiltratiecapaciteit te testen van gronden waarvan op basis van literatuurgegevens een veel te kleine doorlaatbaarheid wordt verwacht (klei, leem en veen).

De ondergrond bestaat uit een onverzadigde en een verzadigde zone. De doorlaatbaarheid (of doorlatendheid of infiltratiecapaciteit) van beide zones wordt gekarakteriseerd door de hydraulische geleidbaarheid K. In de verzadigde zone is de hydraulische geleidbaarheid een constante (Ksat), in de onverzadigde zone is dit niet het geval. In de onverzadigde zone speelt de zuigcapaciteit van de bodem een belangrijke rol en is de hydraulische geleidbaarheid een functie van die zuigcapaciteit, die op haar beurt weer een functie is van het watergehalte van de bodem. Zo zal bij een initieel drogere bodem de infiltratiesnelheid groter zijn dan bij een initieel vochtige bodem. De infiltratiesnelheid zal afnemen naarmate het watergehalte in de bodem stijgt, totdat de bodem verzadigd raakt en de infiltratiesnelheid een constante waarde benadert. Het is aan te raden deze constante waarde te gebruiken als (veilige) waarde voor de infiltratiecapaciteit bij de dimensionering en de berekening van het ledigingsdebiet van de infiltratievoorziening.

Figuur 2 geeft aan dat de infiltratiecapaciteit van een droge bodem veel groter is dan de infiltratiecapaciteit van een volledig verzadigde bodem. Dit betekent dat het beter is te voorkomen dat de infiltratie leidt tot langdurige vernatting, omdat dit de effectiviteit van een infiltratievoorziening sterk vermindert. Bij de interpretatie van infiltratiemetingen als door ons uitgevoerd (omgekeerde boorgatmethode) wordt met bovengenoemde processen rekening gehouden. De capaciteit van een infiltratievoorziening verminderd met de tijd door colmatatie (dichtslibbing), een goede aanleg en onderhoud zijn noodzakelijk om de infiltratiecapaciteit te blijven garanderen.

Figuur 2: Infiltratiesnelheid met verschillende initiële watergehalten



3 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Op 13 december 2023 zijn de veldwerkzaamheden uitgevoerd. Ten tijde van uitvoering van het onderzoek was de wijze van infiltreren bekend.

Om een beeld van de doorlatendheid van de bodem ter plaatse van de infiltratievoorzieningen te verkrijgen, zijn twee infiltratieproeven uitgevoerd, verdeeld over de beoogde locatie van de infiltratievoorziening.

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand.
De boringen zijn doorgeboord tot visueel de ingeschatte GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) is bereikt.
Per boring is een boorbeschrijving conform NEN 5104 opgesteld.
Uit gegevens van een monitoringspeilbuis 1,8 kilometer ten zuidwesten van onderhavige onderzoekslocatie (B51E0041-001), blijkt dat de GHG op 10,50 m+NAP/0,37 m-mv wordt ingeschat. Maaiveld bevindt zich volgens DINOloket op 10,87 m+NAP.
Uit gegevens van een monitoringspeilbuis 650 meter ten zuiden van onderhavige onderzoekslocatie (B51F0320-001), blijkt dat de GHG op 11,70 m+NAP/0,47 m-mv wordt ingeschat. Maaiveld bevindt zich volgens DINOloket op 12,17 m+NAP.
Beide peilbuizen bevinden zich echter op ruimte afstand van onderhavige onderzoekslocatie en op lager gelegen grond.
Het maaiveld van de onderzoekslocatie bevindt zich op 12,65 m+NAP

Bodemopbouw ter plaatse van de infiltratieproef bij meetpunt 1
De bodemopbouw ter plaatse van het onderzochte meetpunt is globaal als volgt:

0-60 cm-mv	zand matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, neutraal beigebruin
60-100 cm-mv	zand matig fijn, zwak siltig, licht bruinbeige
100-110 cm-mv	zand zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker grijsbruin
110-120 cm-mv	zand zeer fijn, zwak siltig, licht beigeoranje

Bodemopbouw ter plaatse van de infiltratieproef bij meetpunt 2
De bodemopbouw ter plaatse van het onderzochte meetpunt is globaal als volgt:

0-60 cm	zand zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten beton, donker beigebruin
60-90 cm-mv	zand matig fijn, zwak siltig, neutraal bruinbeige
90-120 cm	zand matig fijn, zwak siltig, licht bruinbeige

In bijlage 3 zijn de boorprofielen van meetpunt 1 en 2 weergegeven.

Op basis van de bodemkenmerken (roestvorming in bodem) wordt de GHG ingeschat op 1,10 m-huidige maaiveldpeil.

Proefopstelling
In het proefgat is een PVC-filter geplaatst met een lengte van 1,1 meter (volledig geperforeerd, diameter 6,3 cm). Het filtermateriaal zorgt ervoor dat het boorgat niet instort tijdens de proef. Allereerst is de grond rondom het filter verzadigd door een ruime hoeveelheid water via het filter te laten infiltreren, waarbij het boorgat enige tijd volledig vol water staat.
Bij meetpunt 2 is 25 liter water gebruikt, wat circa 3 tot 4 keer meer is dan gebruikelijk. Mogelijk is de bodem ter plaatse recentelijk ontgraven en niet verdicht bij opvulling.
Nadat de bodem verzadigd is, is per boring een infiltratieproef uitgevoerd. De uitgevoerde proef is een niet steady-state infiltratieproef (omgekeerde boorgat-methode) waarmee de verzadigde doorlatendheid wordt bepaald. Vanwege de praktisch zeer moeilijk uit te voeren steady-state proef (constant debiet en waterpeil) is gekozen voor de niet steady-state infiltratieproef waarbij het waterniveau in het boorgat afneemt in de tijd.
Het filter in het boorgat wordt wederom gevuld met water waarna per deeltraject van 5 cm de verstreken tijd wordt gemeten. Hiermee wordt de snelheid bepaald waarmee het water uit het boorgat de bodem in zakt. De maximale duur van de proef bedraagt 15 minuten.

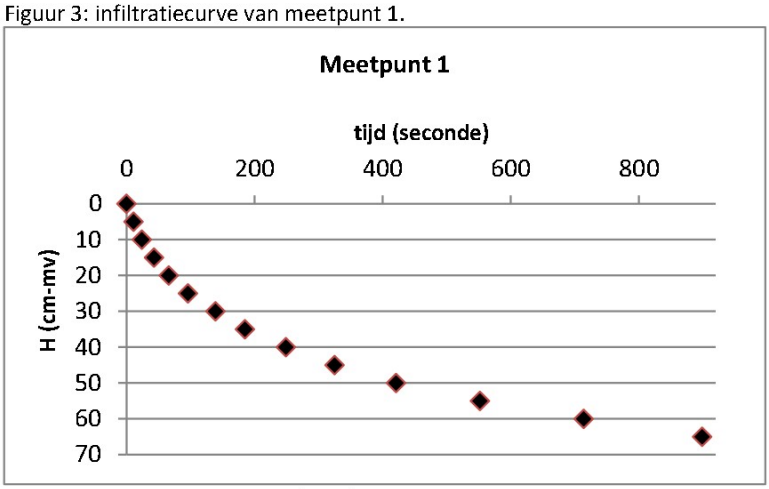
Op basis van de metingen wordt de doorlatendheid van de bodem bepaald.
De positie van de in dit onderzoek verrichte boringen zijn ingemeten met GPS op 0,01 meter nauwkeurig en op de situering in bijlage 2 weergegeven.

4 RESULTATEN

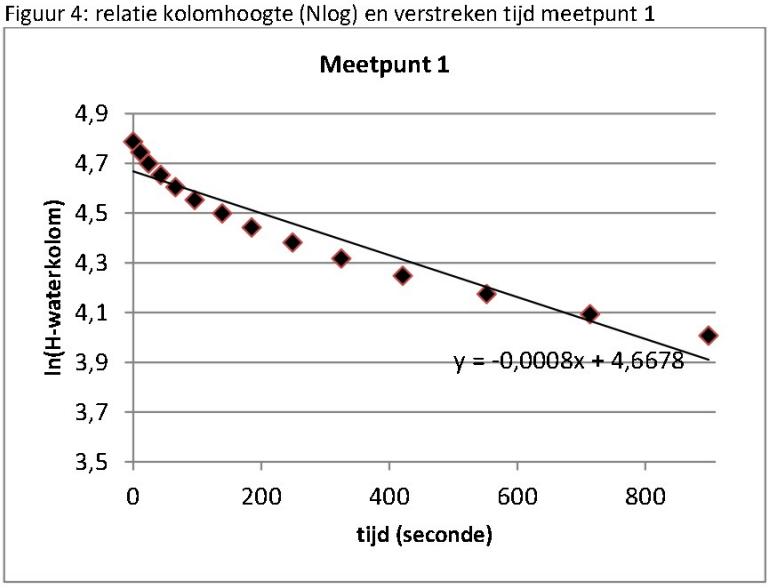
4.1 Infiltratieproeven

Bij het uitwerken van de meetgegevens is uitgegaan van een benadering "met een afnemend infiltrerend oppervlak", aangezien het volledige boorgat met water is gevuld en is voorzien van filtermateriaal.

Figuur 3: infiltratiecurve van meetpunt 1.



Figuur 4: relatie kolomhoogte (Nlog) en verstreken tijd meetpunt 1



Het debiet dat uit het boorgat de bodem inloopt volgt, in samenhang met de vergelijking van [redacted] uit de volgende vergelijking:

$Q(t) = K * A(t) = -\pi * r^2 * dh/dt$

met:
K = doorlatendheid (m/sec)
A = oppervlakte waarover water infiltreert in de bodem (m^2)
h = waterniveau in het boorgat (m)
t = tijd (s)
Omgekeerde boorgat methode (met afnemend infiltrerend oppervlak)

$K_{sat} = r/2*((\ln(h(t1))-\ln(h(t2)))/(t1-t2))$

K_{sat} = verzadigde horizontale doorlatendheid
r(boorgat) = straal boorgat (cm)
h(t1) = hoogte waterkolom op t=1 (cm)
h(t2) = hoogte waterkolom op t=2 (cm)

t1 = tijdstip begin van de meting (sec)
t2 = tijdstip einde van de meting (sec)

4.2 Berekening K-waarde per meetpunt

In de onderstaande tabel 2 zijn de berekende k-waarden weergegeven. In bijlage 4 staan de verzamelde data per meetproef.

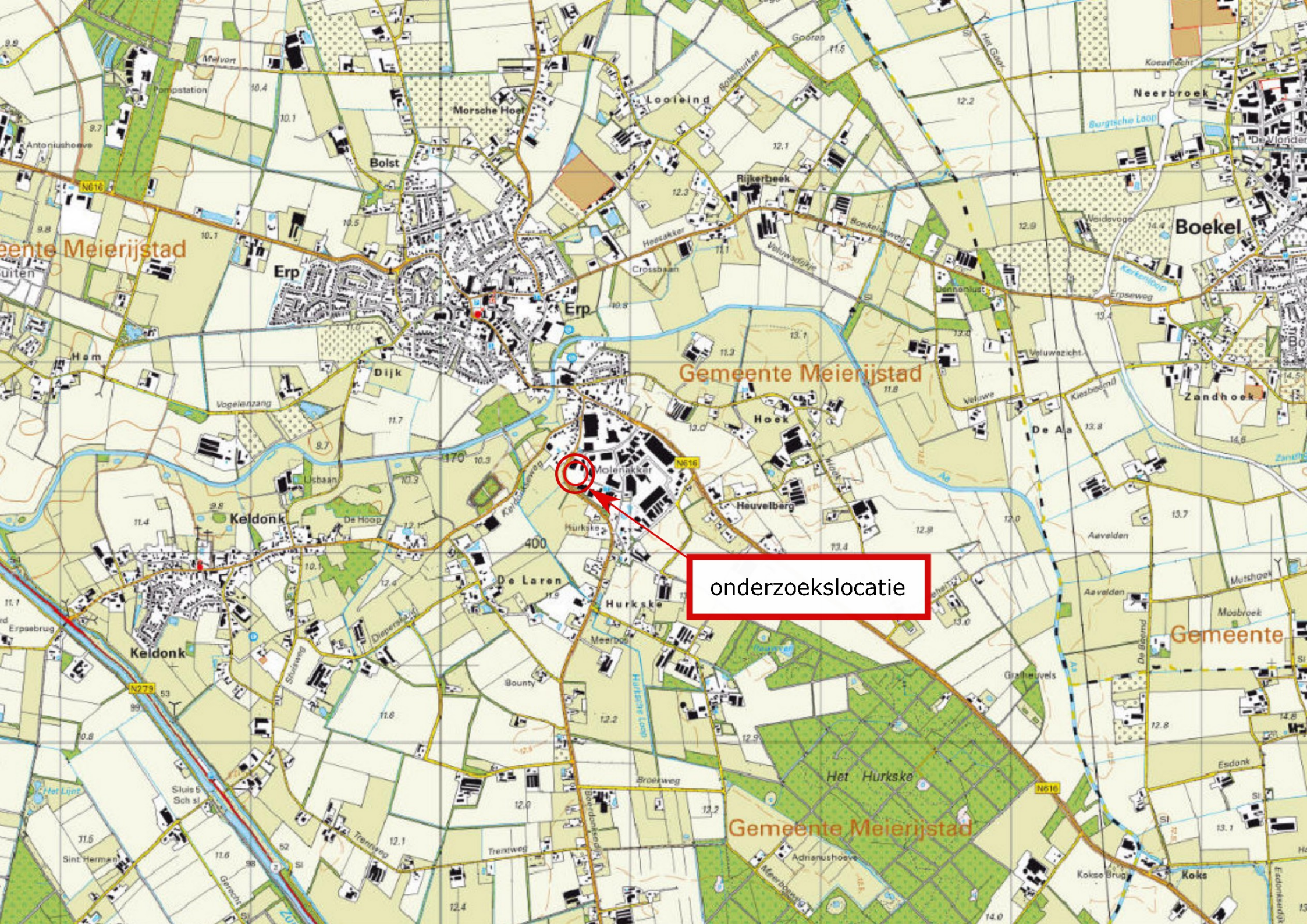
Tabel 2: verzadigde horizontale doorlaatbaarheid

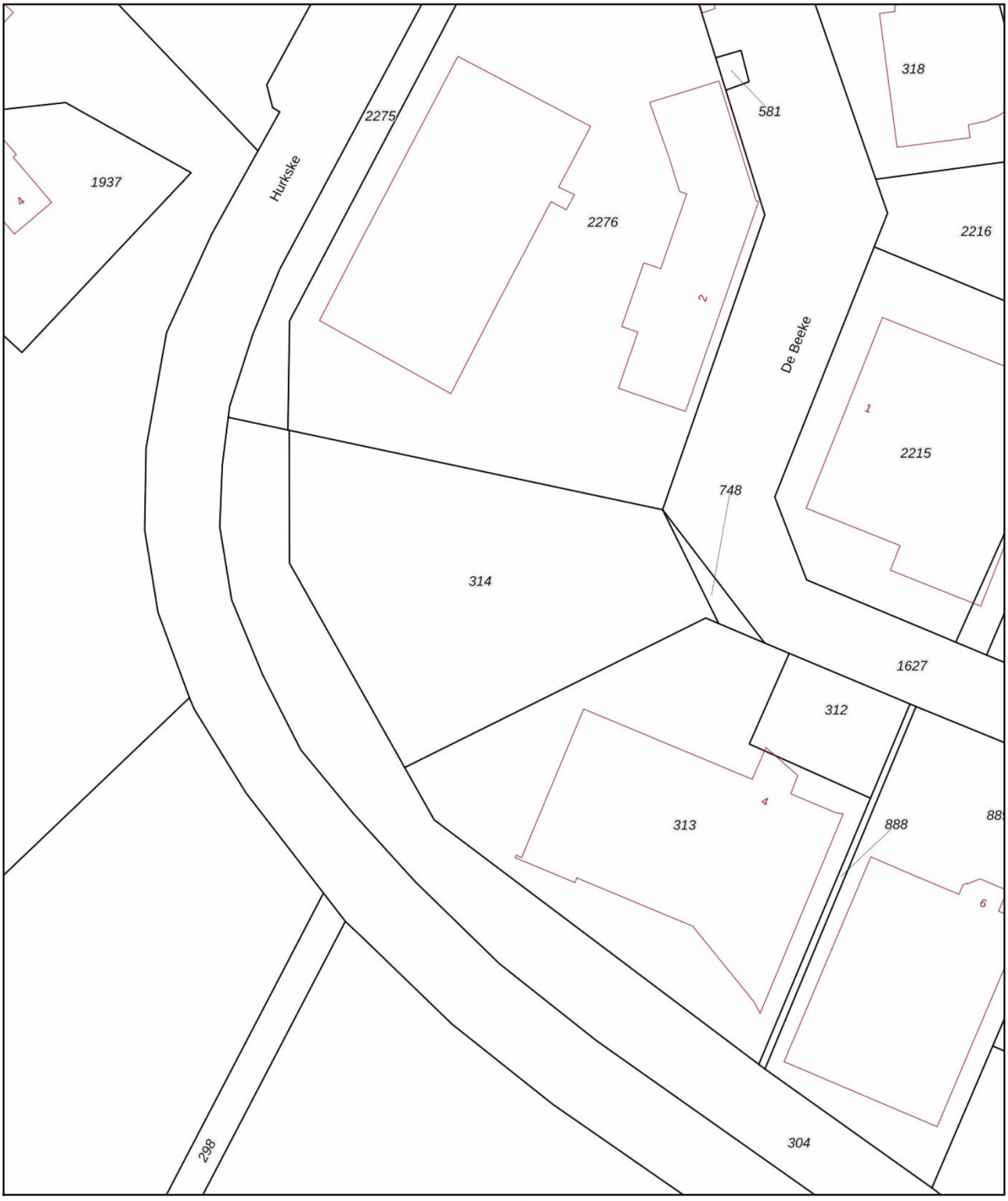
Meetpunt	meettraject in cm	Diameter in cm	Voorbenatting in liters	Richtingscoëfficiënt trendlijn	Ksat in m/dag
1	0-60	7	7	0,0008	1,21
2	0-100	7	25	0,0063	9,53

Op basis van voorgaande infiltratieproeven wordt de K-waarde van meetpunt 1 als meest betrouwbaar en representatief beschouwd. Bij meetpunt 2 is waarschijnlijk sprake van recente graafwerkzaamheden waarbij geen verdichting heeft plaatsgevonden.

Bijlage 1

Topografische ligging onderzoekslocatie


onderzoekslocatie
Gemeente Meierijstad
Gemeente Meierijstad
Gemeente Meierijstad
Gemeente
Erp
Erp
Bolst
Morsche Hoef
Looieind
Rijkerbeek
Neerbroek
Boekel
Zandhoek
Dijk
Ham
Hoek
Heuvelberg
De Aa
Keldonk
Keldonk
De Laren
Hurkske
Hurkske
Het Hurkske
Koks
Kokse Brug
Adrianushoeve
Grafheuvels
Bounty
Meerbos
Lisbaan
De Hoop
Erpsebrug
Sint Herman
Sluis 5
Sch sl
Molenakker
Crossbaan
Heesakker
Veluwsdijkje
Boekelseweg
Dennenlust
Veluwezicht
Kiesbeemd
Veluwe
Aavelden
Mosbroek
Mutshoek
Esdonk
Broekweg
Trentweg
Sluisweg
Diepersand
Vogelenzang
Kerkenloop
Erpseweg
Burgtsche Loop
Koesmacht
Gooren
Boterhurken
Melvert
Pompstation
Antoniushoeve
Het Lijnt
N616
N279
170
400



Deze kaart is noordgericht
12345 Perceelnummer
25 Huisnummer
Vastgestelde kadastrale grens
Voorlopige kadastrale grens
Administratieve kadastrale grens
Bebouwing

Schaal 1: 1000

Kadastrale gemeente	Erp
Sectie	P
Perceel	314

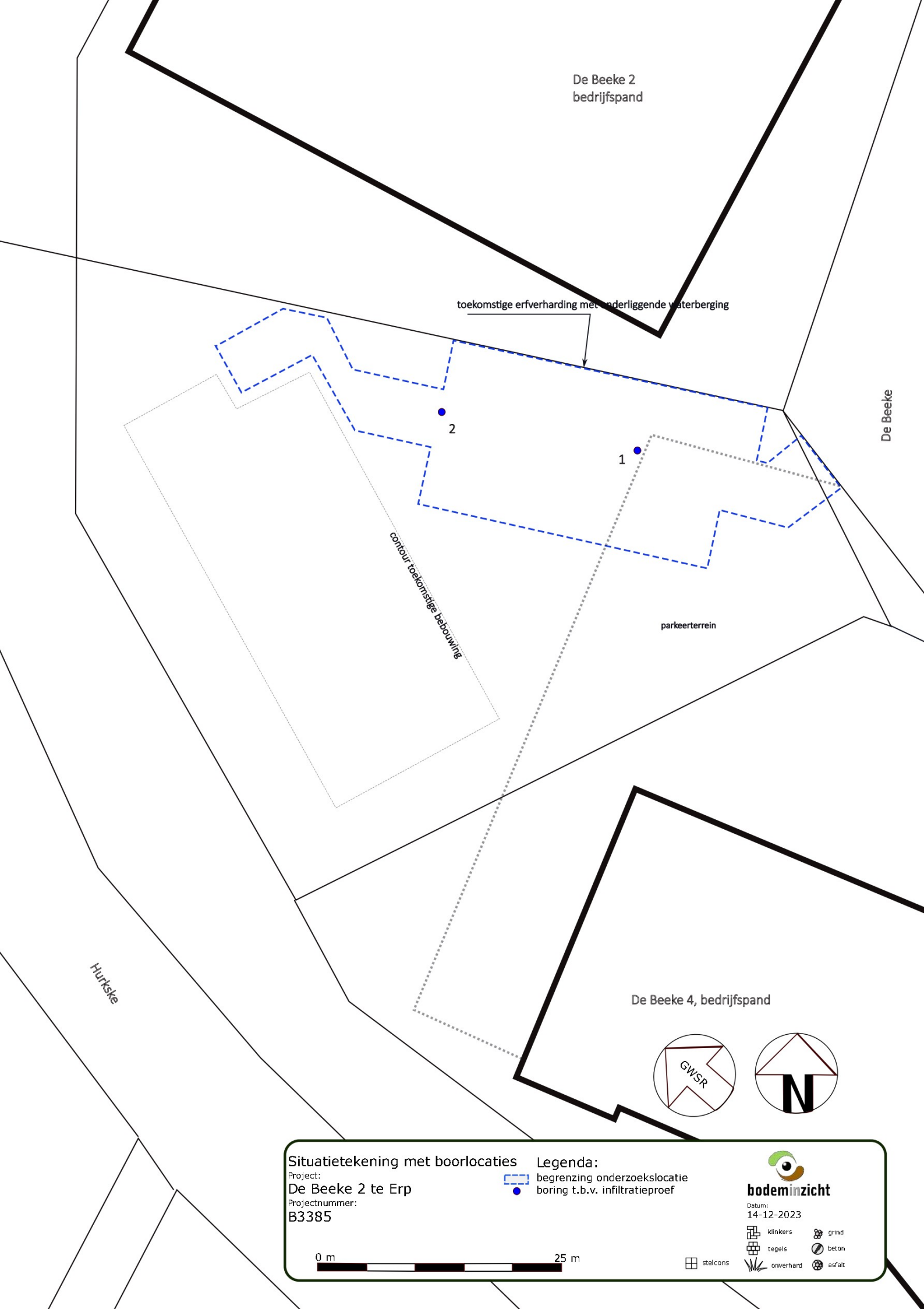
kadaster

Voor een eensluidend uittreksel, geleverd op 11 december 2023
De bewaarder van het kadaster en de openbare registers

Aan dit uittreksel kunnen geen betrouwbare maten worden ontleend.
De Dienst voor het kadaster en de openbare registers behoudt zich de intellectuele eigendomsrechten voor, waaronder het auteursrecht en het databankenrecht.

Bijlage 2

Situatietekening


De Beeke 2
bedrijfspand
toekomstige erfverharding met onderliggende waterberging
2
1
De Beeke
contour toekomstige bebouwing
parkeerterrein
Hurkske
De Beeke 4, bedrijfspand
GWSR
N
Situatietekening met boorlocaties
Project:
De Beeke 2 te Erp
Projectnummer:
B3385
Legenda:
begrenzing onderzoekslocatie
boring t.b.v. infiltratieproef
bodeminzicht
Datum:
14-12-2023
klinkers
grind
tegels
beton
onverhard
asfalt
stelcons
0 m
25 m

Bijlage 3

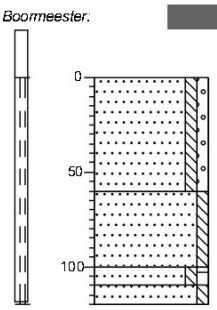
Boorbeschrijvingen

Bijlage: Boorprofielen

Boring: 1

Datum: 13-12-2023

Boormeester: [redacted]



0 braak

Zand matig fijn, zwak siltig, zwak grindig, neutraal beigebruin, Edelmanboor

60

Zand matig fijn, zwak siltig, licht bruinbeige, Edelmanboor

100

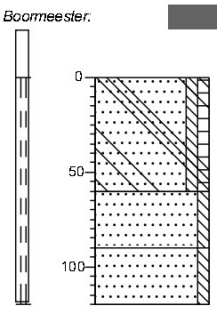
110 Zand zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, donker grijsbruin, Edelmanboor

120 Zand matig fijn, zwak siltig, licht beigeoranje, Edelmanboor

Boring: 2

Datum: 13-12-2023

Boormeester: [redacted]



0 braak

Zand zeer fijn, zwak siltig, zwak humeus, resten beton, donker beigebruin, Edelmanboor

60

Zand matig fijn, zwak siltig, neutraal bruinbeige, Edelmanboor

90

Zand matig fijn, zwak siltig, licht bruinbeige, Edelmanboor

120

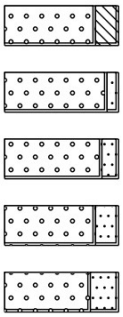
Projectnaam: De Beeke 2 te Erp

Projectcode: B3385

'getekend volgens NEN 5104'

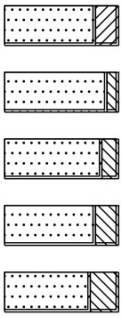
Legenda (conform NEN 5104)

grind



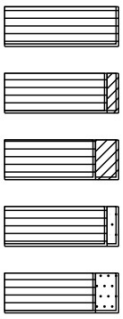
Grind, siltig
Grind, zwak zandig
Grind, matig zandig
Grind, sterk zandig
Grind, uiterst zandig

zand



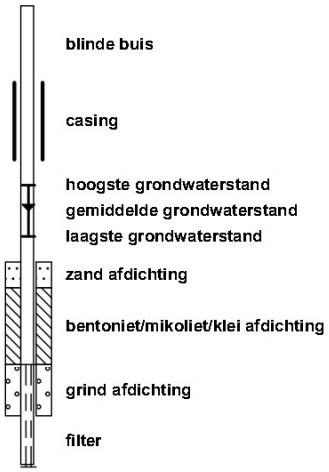
Zand, kleïig
Zand, zwak siltig
Zand, matig siltig
Zand, sterk siltig
Zand, uiterst siltig

veen



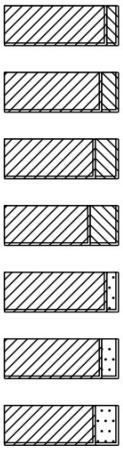
Veen, mineraalarm
Veen, zwak kleïig
Veen, sterk kleïig
Veen, zwak zandig
Veen, sterk zandig

peilbuis



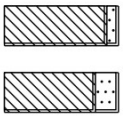
blinde buis
casing
hoogste grondwaterstand
gemiddelde grondwaterstand
laagste grondwaterstand
zand afdichting
bentoniet/mikoliet/klei afdichting
grind afdichting
filter

klei



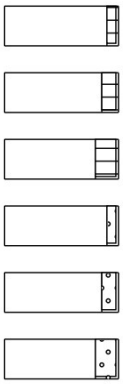
Klei, zwak siltig
Klei, matig siltig
Klei, sterk siltig
Klei, uiterst siltig
Klei, zwak zandig
Klei, matig zandig
Klei, sterk zandig

leem



Leem, zwak zandig
Leem, sterk zandig

overige toevoegingen



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

geur



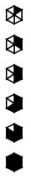
geen geur
zwakke geur
matige geur
sterke geur
uiterste geur

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

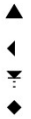


>0
>1
>10
>100
>1000
>10000

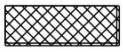
monsters

geroerd monster
ongeroerd monster
volumering

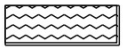
overig



bijzonder bestanddeel
Gemiddeld hoogste grondwaterstand
grondwaterstand
Gemiddeld laagste grondwaterstand



slib



water

Bijlage 4

Meetresultaten per meetpunt

Infiltratieproef

adres	De Beeke 2 te Erp
project	B3385
datum	13-12-2023

Meetpunt:	1	
boordiameter	7	
filtertraject	1,2	m-mv
bovenkant -mv	0	
onderkant -mv	1,2	

cm	min	sec
0		0
5		11
10		24
15		43
20	1	6
25	1	36
30	2	19
35	3	5
40	4	9
45	5	25
50	7	1
55	9	12
60	11	54
65	14	59

RC InMP	0,0008
Ksat	1,2096

Infiltratieproef

adres	De Beeke 2 te Erp
project	B3385
datum	13-12-2023

Meetpunt:	2	
boordiameter	7	
filtertraject	1,2	m-mv
bovenkant -mv	0	
onderkant -mv	1,2	

cm	min	sec
0		0
75		16
80		23
85		28
90		50
95	1	34
100	3	16

RC InMP	0,0063
Ksat	9,5256