



BURO HOOGSTRAAT



Waterhuishoudkundig plan

Boerenbuurt-Roekens Leersum

Projectcode: P03548

Versie: Concept

Datum: 02-06-2022

Colofon	
Titel:	Waterhuishoudkundig plan Boerenbuurt-Roekens Leersum
Projectcode	P03548
Versie:	Concept
Datum:	02-06-2022
Auteur:	M. Damminga
Opdrachtgever:	Meacasa B.V.
Opdrachtnemer:	Buro Hoogstraat bv Kerkplein 5 8121 BM Olst
Telefoon:	0570 563083
Email:	algemeen@burohoogstraat.nl
Website:	https://burohoogstraat.nl/
Contactpersoon:	Rob Haenen
Telefoon:	06 3358 0491
Email:	rob.haenen@burohoogstraat.nl
Akkoord voor vrijgave	
	

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Aanleiding en doel	4
1.2	Leeswijzer	4
2	Algemene gegevens	5
2.1	Bronnen	5
2.2	Gegevens plangebied	5
2.3	Regionale bodemopbouw en geohydrologie	7
2.4	Bodemopbouw en doorlatendheid	7
2.5	Grondwater	8
2.6	Oppervlaktewater	9
2.7	Kwel	10
2.8	Overstromingsrisico	11
2.9	Bestaande riolering	11
3	Randvoorwaarden en uitgangspunten.....	12
3.1	Digitale watertoets	12
3.2	Ontwateringsdieptes	12
3.3	Beleid hemelwater	12
4	Hemelwater.....	13
4.1	Afstromend verhard oppervlak	13
4.2	Berging.....	13
4.3	Ledigingstijd	14
5	Vuilwater	16

Bijlagen

Bijlage 1	Grafieken grondwaterstanden
Bijlage 2	Locaties boringen en boorstaten
Bijlage 3	Resultaten infiltratieonderzoek
Bijlage 4	Infiltratievoorzieningen
Bijlage 5	Digitale watertoets

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

In opdracht van Meacasa B.V. is door Buro Hoogstraat een waterhuishoudkundig plan opgesteld. De aanleiding voor het opstellen van dit waterhuishoudkundig plan is de geplande ontwikkeling van de Boerenbuurt-Roekens in Leersum. De geplande ontwikkeling mag geen negatieve gevolgen hebben op de waterhuishoudkundige situatie (zowel kwalitatief als kwantitatief) in en om het plangebied. In verband hiermee moet een waterhuishoudkundig plan worden opgesteld waarin de waterhuishoudkundige aspecten (veiligheid, wateroverlast, waterkwaliteit, verzilting en verdroging) en alle wateren (rijkswateren, regionale wateren, gemeentelijke en particuliere wateren en grondwater) worden beschouwd. In het waterhuishoudkundig plan wordt onderbouwd wat het effect van het voorgenomen plan op voornoemde aspecten en wateren is, voor zover relevant. Indien negatieve effecten worden verwacht, wordt aangegeven welke maatregelen kunnen worden getroffen om de negatieve effecten te beperken/voorkomen.

Op basis van het waterhuishoudkundig plan kan een waterparagraaf worden opgesteld die in het bestemmingsplan kan worden opgenomen.

1.2 Leeswijzer

In dit waterhuishoudkundig wordt ingegaan op de volgende onderdelen:

- Hoofdstuk 2 Algemene gegevens;
- Hoofdstuk 3 Randvoorwaarden en uitgangspunten;
- Hoofdstuk 4 Hemelwater;
- Hoofdstuk 5 Vuilwater.

2 Algemene gegevens

2.1 Bronnen

Dit waterhuishoudkundig plan is gebaseerd op de ervaring van Buro Hoogstraat met vergelijkbare projecten en op onderstaande bronnen:

- [1] De website www.google.nl/maps: luchtfoto's en straatoverzichten;
- [2] De website www.pdok.nl/viewer: actuele geo-informatie op kaarten;
- [3] De website www.dinoloket.nl: geowetenschappelijke gegevens over de ondergrond van Nederland;
- [4] De website <https://www.risicokaart.nl/>: 30-04-2022;
- [5] De website: <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/>; kwelkaart: april 2022;
- [6] De website: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>: AHN, april 2022;
- [7] De website: <https://www.risicokaart.nl/>: april 2022;
- [8] De tekening "Situatieschets Boerenbuurt Leersum", bladnummer SIT-1-A, 23-05-2022, Meacasa B.V.;
- [9] Het document "Adviesformulier omgevingstafel – Bouwplan: Realiseren van 6 woningen op het perceel Boerenbuurt-Roekenes — vakdiscipline riolering en water" datum advies 01-02-2022;
- [10] Het document "Adviesformulier omgevingstafel – Bouwplan: Realiseren van 6 woningen op het perceel Boerenbuurt-Roekenes - vakdiscipline Weging van het Waterbelang (HDSR)", datum advies 14-01-2022;
- [11] De website: <https://waterinfo.rws.nl/>: waterpeilen, april 2022;
- [12] De website: <https://grondwater.webscada.nl/hdsr/>: Grondwaterstanden Eijkelkamp, april 2022;
- [13] De website: <https://experience.arcgis.com/experience/36136fad9d1049db830b2661dd074bcb/>; Legger Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, mei 2022;
- [14] De website: <https://experience.arcgis.com/experience/7ce581cbafbd4821a531aea13663fe01/page/Extreme-neerslag/>, stresstest, mei 2022;
- [15] Gegevens: rioolgegevens ontvangen van de gemeente Utrechtse Heuvelrug, mei 2022;
- [16] Het rapport; "Waterrobuuste en klimaatadaptieve Utrechtse Heuvelrug" 2022, gemeente Utrechtse Heuvelrug;
- [17] Het document: "Afspraken klimaatadaptief bouwen Utrecht", juni 2021.

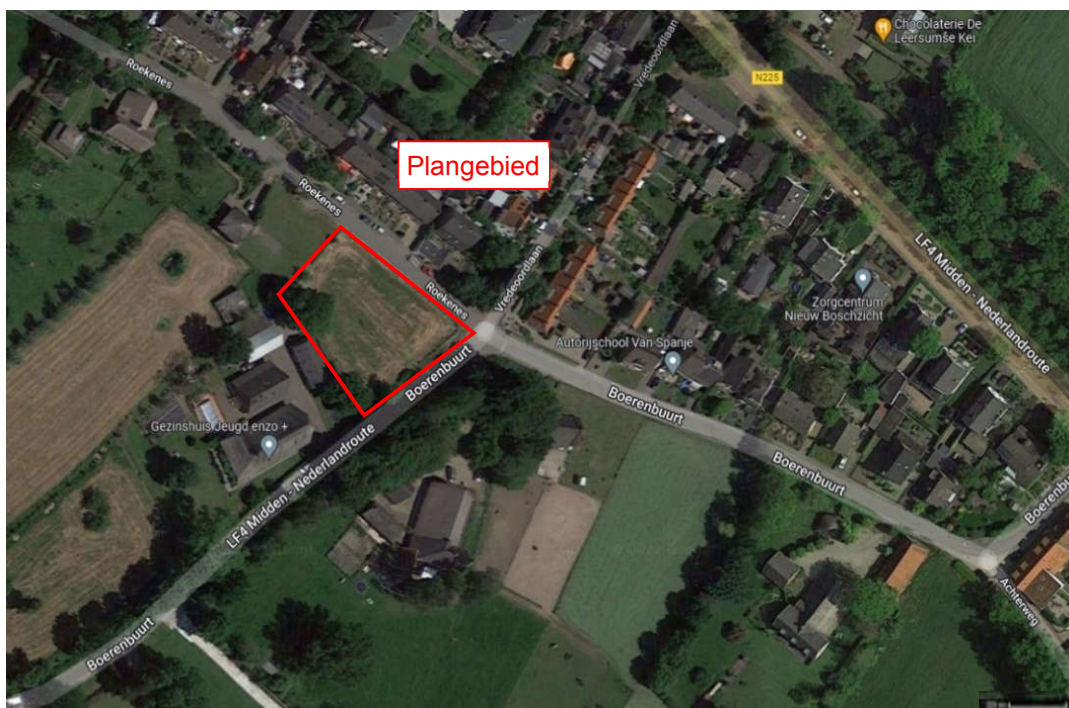
2.2 Gegevens plangebied

De ontwikkeling omvat de nieuwbouw van 6 woningen. In afbeelding 1 is de regionale ligging van het plangebied weergegeven. Het maaiveld van het plangebied ligt op een hoogte tussen circa +6,3 en +7,1 m NAP (bron [6]).



Afbeelding 1 Regionale ligging plangebied (bron [2])

In afbeelding 2 zijn de grenzen van het plangebied weergegeven. Het plangebied heeft een oppervlakte van circa 2.000 m². In afbeelding 2 is een schets van de geplande inrichting van het plangebied weergegeven.



Afbeelding 3 Grenzen van het plangebied (bron [1])



Afbeelding 2 Geplande inrichting plangebied (bron [8])

2.3 Regionale bodemopbouw en geohydrologie

Op het Dinoloket (bron [3]) zijn binnen een afstand van circa 200 m van het plangebied 2 boringen aangegeven tot een diepte van 1,5 m-mv en tot 45 m-mv. De boorstaten laten zien dat de bodem hoofdzakelijk uit midden en grof zand bestaat. Bij de boring tot 45 m-mv zijn op 18,3 en 20,7 m-mv 0,5 m dikke kleilagen aangegeven. In tabel 1 is een geohydrologisch profiel weergegeven van de bovenste 21 m binnen het plangebied.

Tabel 1 Geohydrologisch profiel van het plangebied (bron [3])

Diepte (m-mv)	Hydrogeologische eenheid	Lithologie	K-waarde ¹⁾ (m/dag)	c-waarde ²⁾ (dagen)
0 – 2,4	Formatie van Boxtel, tweede zandige eenheid	midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	$5 \leq K < 10$	g.w.
2,4 – 2,7	Formatie van Boxtel, vierde zandige eenheid	midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	$5 \leq K < 10$	g.w.
2,7 – 9	Formatie van Drente, eerste zandige eenheid	grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei	$25 \leq K < 50$	g.w.
9 – 16	Formatie van Drente, tweede zandige eenheid	grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei	$25 \leq K < 50$	g.w.
16 – 18	Formatie van Drente, derde zandige eenheid	grof en midden zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei	$10 \leq K < 25$	g.w.
18 – 21	Formatie van Waalre, eerste kleiige eenheid	zandige klei, klei en midden zand, met weinig veen, fijn en grof zand en een spoor grind	g.w.	$50 \leq c < 100$

Watervoerend pakket

Scheidende laag

1) K-waarde = horizontale waterdoorlatendheid;

2) c-waarde = hydrologische weerstand;

3) g.w. = geen waarde vermeld;

2.4 Bodemopbouw en doorlatendheid

Op 11 mei 2022 is binnen het plangebied een infiltratieonderzoek uitgevoerd, waarbij 3 boringen zijn uitgevoerd tot een diepte van 3,0 m-mv. De boorstaten van deze boringen zijn opgenomen in bijlage 2. Uit de boorstaten blijkt dat de bodem tot in ieder geval 3,0 m-mv voornamelijk uit zand bestaat. Bij 1 van de 3 boringen is op een diepte van circa 70 cm-mv een kleilaagje aangetroffen van nog geen 10 cm.

Infiltratieonderzoek

Op basis van de bodemopbouw is bij elke boorlocatie bepaald in welke bodemlaag een infiltratieproef moest worden uitgevoerd voor het bepalen van de doorlatendheid (K-waarde). Tijdens het veldonderzoek zijn grondwaterstanden aangetroffen tussen 1,2 en 1,5 m-mv. De infiltratieproeven zijn uitgevoerd middels de falling head methode in de onverzadigde zone (boven de grondwaterspiegel). Hierbij wordt handmatig een boring gezet tot in de bodemlaag waarvan de K-waarde moet worden bepaald. Daarna wordt in het boorgat een (tijdelijke) peilbuis geplaatst met het geperforeerde deel in de betreffende bodemlaag. Vervolgens wordt een ruime hoeveelheid water in de peilbuis gegoten om de bodem rondom de peilbuis goed te voorverzadigen. Na de voorverzadiging wordt de daling van het waterniveau in de tijd gemeten met behulp van een datalogger. Op basis van het verloop van de waterstands daling in de tijd kan een indicatie van de K-waarde van de grond rondom het filter van de peilbuis worden afgeleid.

De meetresultaten van het infiltratieonderzoek zijn weergegeven in bijlage 3. Een overzicht van de afgeleide K-waarden is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Afgeleide K-waarden in m/dag

Boring	Dieptetraject	Afgeleide K-waarde (m/dag)	
01	Onverzadigde zone : diepte boorgat: 1,5 m-mv	3,7	2,7
02	Onverzadigde zone : diepte boorgat: 1,2 m-mv	4,9	2,5
03	Onverzadigde zone : diepte boorgat: 1,2 m-mv	4,3	1,2

2.5 Grondwater

Op elke plaats fluctueert de freatische grondwaterstand in een jaar als gevolg van seizoensinvloeden (neerslag en verdamping). In het algemeen ligt de freatische grondwaterstand in het voorjaar (maart/april) op het hoogste niveau en in de nazomer (september) op het laagste niveau. Uit gemeten grondwaterstanden in een monitoringspeilbuis die niet binnen het plangebied staat, kan een indicatie over de gemiddeld laagste (GLG) en gemiddeld hoogste (GHG) grondwaterstand in het plangebied worden verkregen.

Op het Dinoloket (bron [3]) en bron [12] zijn binnen een straal van circa 750 m van het plangebied 6 monitoringspeilbuizen aangegeven waarin de grondwaterstanden periodiek zijn gemeten. De locaties van deze peilbuizen zijn weergegeven in 0 en in tabel 3 zijn nadere gegevens van deze monitoringspeilbuizen weergegeven.

Tabel 3 Gegevens van monitoringspeilbuizen in de omgeving van het plangebied (bron [3])

Peilbuis	Hoogte maaiveld (m NAP)	Filterstelling (m NAP)	Gemeten periode	Aantal metingen	Afstand tot plangebied (m)
B39B0371	7,7	-29,8 tot -30,8	28-05-1953 tot 28-03-1969	369	220
B39B1629	6,1	5,0 tot 3,0	03-07-2017 tot 14-07-2020	26.227	500
B39B1576	5,9	2,7 tot 3,7	01-09-2012 tot 21-03-2022	dagelijks	750
B39B0341	8,1	-18,2 tot -19,2	16-10-1990 tot 22-10-2020	43.549	370
B39B0331	8,5	-16,5 tot -17,5	27-06-1983 tot 30-12-2019	17.581	330
B39B0255	7,4	-8,6 tot -9,6	29-04-1968 tot 28-10-2005	766	110

De mate waarin de in een peilbuis gemeten grondwaterstanden als representatief voor het plangebied kunnen worden beschouwd is afhankelijk van de volgende aspecten:

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

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

Tabel 4 Beoordeling gemeten grondwaterstanden in de monitoringspeilbuizen

Criterium	B39B0371	B39B1629	B39B1576	B39B0341	B39B0331	B39B0255
a) Afstand tot plangebied	0	-	-	0	0	+
b) Diepte filter	-	+	+	-	-	-
c) Bodemopbouw	?	?	?	0	+	+
d) Meetreeks : ouderdom (≤ 5 jaar)	- (53 j)	+	+	+	+	- (17 j)
: lengte (≥ 8 jaar)	+	-	+	+	+	+
: aantal metingen per jaar (≥ 24)	-	+	+	+	+	-
e) Hoogte maaiveld	0	+	0	-	-	0
f) Oppervlaktewater	+	+	+	+	+	+
g) Overige factoren	?	?	?	?	?	?
TOTAAL ²⁾	-	+++	++++	++	+++	+

1) Relatieve score ten opzichte van de andere peilbuizen: + is beter dan 0 en 0 is beter dan -.

2) Som van alle + + en - -, bijvoorbeeld 3 keer +, 2 keer 0 en 1 keer - levert een totaal op van ++.

Op basis van tabel 4 worden de gemeten grondwaterstanden in de peilbuizen B39B0331 en B39B1576 het meest representatief geacht om een indicatie van de GHG en GLG in het plangebied af te leiden. In 0 zijn de in deze peilbuizen gemeten grondwaterstanden grafisch weergegeven.

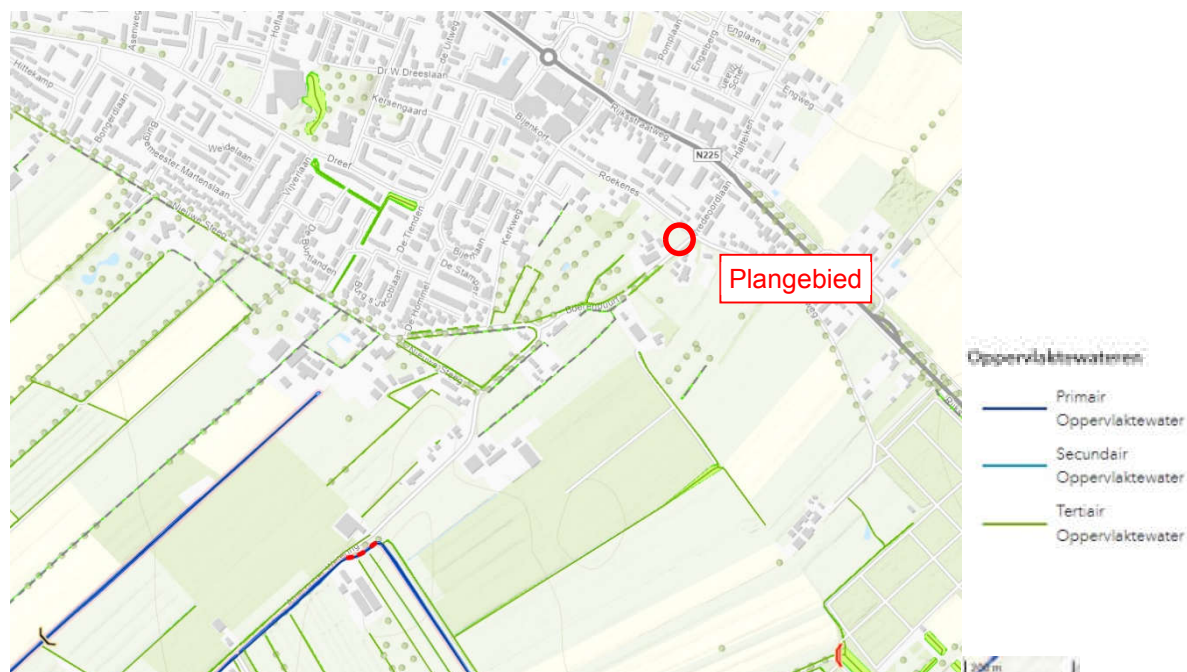
Op basis van tabel 3, tabel 4 en 0 worden voor het plangebied de in tabel 5 vermelde GHG en GLG aangehouden.

Tabel 5 Voor het plangebied aangenomen GLG en GHG

	Peilbuis B39B0331	Peilbuis B39B1576	Plangebied
Hoogte maaiveld (+ m NAP)	8,47	5,86	6,30 tot 7,10
GHG (+ m NAP)	5,55	5,60	5,55 ± 0,10
GLG (+ m NAP)	4,85	4,60	4,70 ± 0,10

2.6 Oppervlaktewater

Op de legger van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden zijn op een afstand van circa 100 m ten zuidwesten van het plangebied tertiaire watergangen aangegeven (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4 Oppervlaktewater in omgeving plangebied (bron [13])

Het plangebied ligt op circa 2,1 km afstand ten noorden van de Nederrijn. Hoge waterstanden in de Nederrijn kunnen invloed hebben op het grondwater in het plangebied. Het normale waterpeil van de Nederrijn ter hoogte van het plangebied (ten oosten van de stuw bij Driel) is tussen circa +4,5 en +6,2 m NAP. Bij hoogwater komt het peil boven +7,2 m NAP uit (bron [11]).

De mate waarin oppervlaktewater invloed heeft op de grondwaterstand in een gebied is afhankelijk van het hydrologisch contact tussen het oppervlaktewater en het grondwater. De mate waarin sprake is van hydrologisch contact is afhankelijk van de uittredeweerstand van het oppervlaktewater: hoe groter de uittredeweerstand, des te kleiner de invloed op de grondwaterstand is. Indien sprake is van hydrologisch contact, is de mate waarin oppervlaktewater invloed heeft op de grondwaterstand, afhankelijk van:

- de afstand van het oppervlaktewater tot het gebied: hoe kleiner de afstand, des te groter de invloed;
- de doorlatendheid van de bodem tussen het oppervlaktewater en het gebied: hoe groter de doorlatendheid, des te groter de invloed;

- de hydrologische weerstand van een eventueel in het gebied aanwezige deklaag: hoe lager de hydrologische weerstand, des te groter de invloed;
- het hoogteverschil tussen het oppervlaktewaterpeil en de grondwaterstand: hoe groter het hoogteverschil, des te groter de invloed;
- de diepte en horizontale afmetingen van het oppervlaktewater: hoe groter de diepte en de horizontale afmetingen, des te groter de invloed.

Op basis van de hiervoor genoemde punten is beoordeeld wat de verwachte invloed van de Nederrijn op de grondwaterstand in het plangebied is. In tabel 6 is het resultaat van deze beoordeling weergegeven.

Tabel 6 Beoordeling invloed Nederrijn op grondwaterstand in plangebied

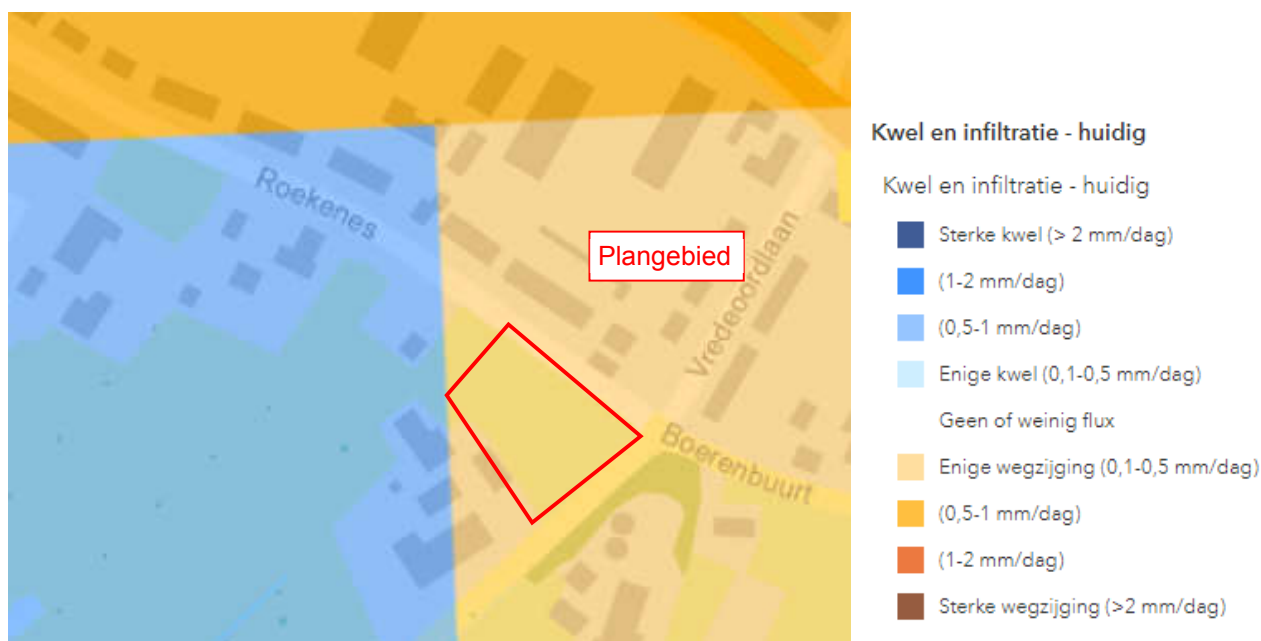
Criterium	Beoordeling ¹⁾	Toelichting
• Afstand tussen Nederrijn en plangebied	+	
• Doorlatendheid bodem tussen Nederrijn en plangebied	-	2)
• Hydrologische weerstand deklaag in plangebied	-	3)
• Oppervlaktewaterpeil ten opzichte van grondwaterstand	-	4)
• Afmetingen oppervlaktewater	-	5)
TOTAAL ¹⁾	-	6)

- 1) Inschatting invloed wanneer sprake is van hydrologisch contact:
 + : gunstig: geen tot weinig invloed op grondwaterstand;
 - : ongunstig; duidelijk merkbare / grote invloed op grondwaterstand;
 ? : mate van invloed is onbekend.
- 2) In verband met de goede doorlatendheid van de diepere bodemlagen (zie tabel 1);
- 3) In het plangebied is geen waterremmende deklaag aanwezig (zie §2.4);
- 4) De aangenomen GLG en GHG in het plangebied vallen binnen de range van het "normale" waterpeil van de Nederrijn. Een (extreem) hoog waterpeil van de Nederrijn ligt meer dan 1,6 m boven de aangenomen GHG;
- 5) De Nederrijn vormt een "onuitputtelijke" waterbron;
- 6) Op basis van de afstand en hydrologische weerstand van de deklaag.

Op basis van deze beoordeling wordt aangenomen dat de Nederrijn een merkbare invloed heeft op de grondwaterstand in het plangebied. Een eventuele invloed is meegenomen in de in tabel 5 aangegeven GHG omdat.

2.7 Kwel

Op de kwelkaart van de klimaateffectatlas (bron [5]) is aangegeven dat het plangebied in een infiltratiegebied ligt (zie afbeelding 5).

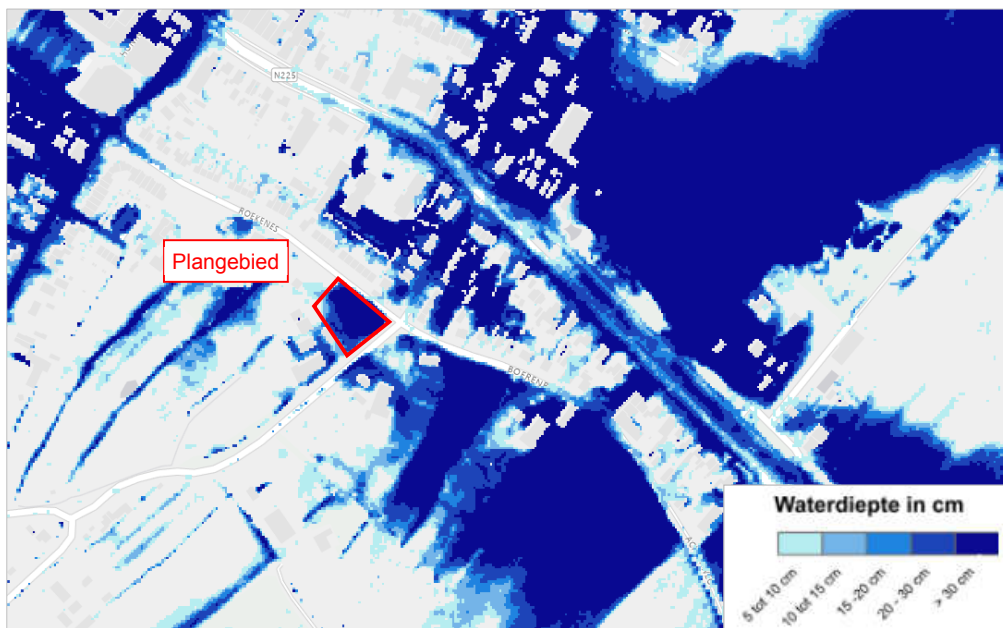


Afbeelding 5 Kwel- en infiltratiekaart (bron [5])

2.8 Overstromingsrisico

Op de website www.risicokaart.nl (bron [7]) worden de overstromingskansen van een gebied verdeeld in drie categorieën: grote overstromingskans, middelgrote overstromingskans en kleine overstromingskans. Het plangebied valt niet binnen een van deze drie categorieën. Dit betekent dat er voor het plangebied geen risico op overstromingen is vastgesteld.

Vanuit het Rijk is voor heel Nederland in beeld gebracht waar bij hevige regenval wateroverlast te verwachten is (stresstest extreme neerslag). In Afbeelding 6 is het resultaat hiervan voor het plangebied en de omgeving ervan weergegeven. Bij de stresstest is uitgegaan van buien van 70 en 140 mm in 2 uur. In afbeelding 6 is te zien dat voor de beschouwde buien in het plangebied in de huidige situatie wateroverlast optreedt. De reden hiervoor is dat het plangebied lager ligt dan de omgeving. Bij het ontwerp moet hier rekening mee worden gehouden.



Afbeelding 6 Stresstest extreme neerslag Leersum (bron [14])

2.9 Bestaande riolering

Onder de Boerenbuurt ligt een persleiding. De persleiding is vlak voor de kruising met de Roekenes aangesloten op een PVC 200 mm. Onder de Roekenes ligt een gemengd riool met een ei-buis van 700/1050 mm (bron [15]).

3 Randvoorwaarden en uitgangspunten

3.1 Digitale watertoets

Voor de geplande ontwikkeling is een check van de digitale watertoets uitgevoerd op de website www.dewatertoets.nl. Deze is opgenomen in bijlage 5.

Op basis van de ingevoerde gegevens wordt geconcludeerd dat de geplande ruimtelijke ontwikkeling (grote) gevolgen heeft voor water en dat nog niet duidelijk is of het plan voldoet aan de belangrijkste minimale voorwaarde van Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden: “het standstill beginsel”, wat inhoudt dat door het plan geen verslechtering van de waterhuishouding ontstaat.

Uit de check van de digitale watertoets volgt dat er belangen van het hoogheemraadschap worden geraakt in verband waarmee de normale procedure moet worden gevolgd. Dit houdt in dat er samen met het hoogheemraadschap een watertoetsproces moet worden doorlopen, waarbij voorafgaand aan de formele RO-procedure in overleg met het hoogheemraadschap gekeken moet worden naar waterkansen en -knelpunten. Ter voorbereiding hierop kan dit waterhuishoudkundig plan naar het hoogheemraadschap worden gezonden.

3.2 Ontwateringsdieptes

Het maaiveld van het plangebied ligt in de huidige situatie op een hoogte tussen circa +6,30 en 7,10 m NAP. Op basis van een GHG van +5,55 m NAP volgen de in tabel 7 weergegeven ontwateringsdieptes.

Tabel 7 Minimale ontwerphoogtes in het plangebied op basis van een GHG van +5,55 m NAP

Gebruiksvorm	Ontwateringsdiepte	
	Gangbare norm (m boven GHG)	Minimaal (+ m NAP)
Woningen ¹⁾	1,00	6,55
Tuinen en openbare groenvoorzieningen	0,50	6,05
Wegen	0,70	6,25

1) Het vloerpeil van woningen dient 0,30 m boven de kruin van wegen aangelegd te worden (de Roekenes en Boerenbuurt liggen op een hoogte van circa +6,90 m NAP).

Aangezien het maaiveld van het plangebied duidelijk lager ligt dan het maaiveld van de omgeving, moet bij de technische uitwerking aangegeven worden hoe het plangebied op de omliggende percelen wordt aangesloten.

3.3 Beleid hemelwater

De gemeente Utrechtse Heuvelrug en Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden stellen dezelfde bergings-eis. De volgende eisen gelden voor het plangebied:

- Bij extreem hevige neerslag (bui T=100: 70 mm in 1 uur) mag geen schade optreden aan bebouwing, infrastructuur en vitale voorzieningen (bronnen [16] en [17]).
- Van een bui T=100 (70 mm in 1 uur) wordt op privaat terrein 50 mm (met een range tussen 40 en 70 mm) verwerkt (geïnfiltreerd, vastgehouden en/of geborgen) in voorzieningen of daarvoor bestemde (extra) voorzieningen in het plangebied. De voorzieningen voeren de eerste 24 uur vertraagd af en zijn in maximaal 60 uur weer beschikbaar.

4 Hemelwater

4.1 Afstromend verhard oppervlak

In tabel 8 is de toename aan verhard oppervlak in het plangebied weergegeven. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten genomen:

- 70% van het gemeenschappelijk terrein wordt verhard oppervlak;
- 50% van de tuinen wordt verhard oppervlak.

Tabel 8 Verdeling oppervlaktes in het plangebied

Onderdeel	Verhard (m ²)			Groen (m ²)	Totaal (m ²)
	Terreinverharding	Dak	Totaal		
Openbaar gebied	0	0	0	0	0
Uitgeefbaar terrein : privaat	500	390	890	500	1.390
: gemeenschappelijk	390	0	390	165	555
Totaal	890	390	1.280	665	1.945

4.2 Berging

Conform de eisen van de gemeente en het hoogheemraadschap dient in het plangebied 70 mm berging gerealiseerd te worden. In dit waterhuishoudkundig plan is als uitgangspunt genomen dat op ieder privaat perceel 45 mm berging wordt gerealiseerd die voldoet aan de eisen van de gemeente. Op basis van de in tabel 8 weergegeven verharde oppervlakken is in tabel 9 de in het plangebied te realiseren berging weergegeven.

Tabel 9 Overzicht te realiseren berging in het plangebied voor een bui van 70 mm

Berging op	Hemelwater afkomstig van	Verhard oppervlak (m ²)	Te realiseren berging	
			(mm)	(m ³)
Privaat terrein	privaat terrein	890	45	40
Gemeenschappelijk terrein	privaat terrein	890	25	22
	gemeenschappelijk terrein	390	70	27
	TOTAAL			49

Privaat terrein

Het private terrein wordt verdeeld in zes percelen waarop in totaal 40 m³ berging moet worden gerealiseerd. Dit gebeurt als volgt:

- 20 mm (18 m³) in infiltratiekratten (3,0 m³ per perceel);
- 25 mm (22 m³) op maaiveld (3,7 m³ per perceel).

Infiltratiekratten met afmetingen lengte x breedte x hoogte = 0,6 m x 0,6 m x 0,4 m en een effectieve berging van 98% hebben een effectief bergingsvolume van 0,141 m³. Dit betekent dat per privaat perceel gemiddeld 21 infiltratiekratten (met een totale oppervlakte van 7,6 m²) nodig zijn.

Voor de berging op maaiveld op de private percelen is 1.000 m² beschikbaar (zie tabel 8: 500 m² verharding en 500 m² groen). Verdeling van 22 m³ over 1.000 m² levert (tijdelijk) een 22 mm dikke waterlaag op.

Gemeenschappelijk terrein

Op het gemeenschappelijk terrein moet 49 m³ berging worden gerealiseerd. Dit gebeurt als volgt:

- 19 m³ in 135 infiltratiekratten onder de rijbaan/parkeervoorzieningen (oppervlakte 49 m²);
- 30 m³ op maaiveld (infiltrerende verharding en op groen).

Voor de berging op maaiveld op het gemeenschappelijk terrein is 555 m² beschikbaar (zie tabel 8: 390 m² verharding en 165 m² groen). Verdeling van 30 m³ over 555 m² levert (tijdelijk) een 54 mm dikke waterlaag op.

Extreme neerslagsituatie

Zoals in paragraaf 2.8 is aangegeven, ligt het plangebied in een risicogebied voor wateroverlast/overstroming, omdat het maaiveld van het plangebied circa 0,5 m lager ligt dan dat van de omliggende percelen. Geadviseerd wordt om hiermee in het definitieve ontwerp rekening te houden door maatregelen te nemen zoals:

- het verhogen van de drempelhoogte van de woningen;
- het aanleggen van een (klein) "ringdijkje" om het perceel, zodat wordt voorkomen dat water van buiten het plangebied zich gaat verzamelen op het perceel;
- het ophogen van het plangebied;
- een combinatie van bovenstaande maatregelen.

Verder dient rekening gehouden te worden met de lager gelegen boerderij aan de zuidwest kant van het plangebied. Deze boerderij mag geen wateroverlast krijgen door de ontwikkeling van het plangebied.

Bij een bui van 90 mm in 1 uur moet binnen het plangebied (1.945 m²) 175 m³ hemelwater worden verwerkt. In alle infiltratiekratten (op de private percelen en op het gemeenschappelijke perceel) kan 37 m³ worden geborgen. Dan moet er nog 138 m³ op het maaiveld worden geborgen. Hiervoor is binnen het plangebied buiten de bebouwing 1.555 m² beschikbaar (zie tabel 8). Zonder rekening te houden met infiltratie tijdens de bui ontstaat op maaiveld dan een waterlaag van 8,9 cm dik. Bij een vloerpeil van 20 tot 30 cm hoger dan het omliggende maaiveld treedt geen schade op aan woningen.

4.3 Ledigingstijd

Conform het beleid moeten de voorzieningen in maximaal 60 uur weer beschikbaar (dus leeg) zijn.

Infiltratiekratten

Het totale verwerkende vermogen van infiltratiekratten moet gelijk zijn aan de som van de berging en de infiltratiecapaciteit: hoe kleiner de infiltratiecapaciteit, des te groter de benodigde berging moet zijn en omgekeerd (zie bijlage 4). Berging kan alleen boven de grondwaterspiegel worden gerealiseerd.

Aangezien horizontale permeabele oppervlakken van een infiltratievoorziening (zoals de bodem van infiltratiekratten) na verloop van tijd vaak dichtslibben maar de permeabele wanden doorgaans wel hun infiltrerende vermogen behouden, moet bij het ontwerpen van infiltratievoorzieningen, binnen de beschikbare (horizontale en verticale) ruimte een zo groot mogelijk (verticaal) wandoppervlak worden gecreëerd: dit betekent een zo groot mogelijke hoogte/diepte en voor de horizontale afmetingen een zo groot mogelijke verhouding tussen de lengte L en breedte B (een zo groot mogelijke verhouding L/B).

Voor verschillende krattenconfiguraties is (met formule 21 uit bijlage 4) berekend wat de ledigingstijd is, waarbij de volgende uitgangspunten zijn aangehouden:

- K-waarde: 2,1 m/dag (gemiddelde van de drie K-waarden van de 2^{de} meting, zie tabel 8);
- 1 laag infiltratiekratten (hoogte 0,4 m) gelet op de relatief hoge grondwaterstand;
- geen infiltratie door de bodem.

In tabel 10 is een overzicht van de berekende ledigingstijden weergegeven.

Tabel 10 Berekende ledigingstijden bij verschillende configuraties van infiltratiekratten

Terrein	Aantal kratten		Afstand (m)		Ledigingstijd (uren)
	Breedte	Lengte	Breedte	Lengte	
Privaat	1	21	0,6	12,6	6,3
	3	7	1,8	4,2	13,9
Gemeenschappelijk	1	135	0,6	81,0	6,6
	3	45	1,8	27,0	18,6
	5	27	3,0	16,2	27,9
	9	15	5,4	9,0	37,2

Uit tabel 10 blijkt dat de ledigingstijden van de infiltratiekratten ruim binnen de eis van 60 uur liggen.

Maaiveld

Het water dat op maaiveld staat zal wegzakken in het groen en in de infiltrerende verharding. Voor de private percelen en het gemeenschappelijke perceel is berekend wat de “ledigingstijden” zijn, waarbij de volgende uitgangspunten zijn aangehouden:

- K-waarde groen en infiltrerende verharding: 0,5 m/dag;
- 40% van de verharding op gemeenschappelijk terrein is infiltrerend;
- geen infiltratie door “normale” verharding.

In tabel 11 is een overzicht van de berekende ledigingstijden weergegeven.

Tabel 11 Berekende ledigingstijden bij verschillende configuraties van infiltratiekratten

Terrein	Te infiltreren (m ³)	Infiltrerend oppervlak (m ²) ¹⁾	Ledigingstijd (uren)
Privaat perceel	3,7	83,3 (500/6)	2,1
Gemeenschappelijk	30	321 (40% van 390 + 165)	4,5

1) zie tabel 8.

Uit tabel 11 blijkt dat de “ledigingstijden” van het maaiveld ruim binnen de eis van 60 uur liggen.

Extreme neerslagsituatie

Bij een bui van 90 mm in 1 uur wordt 138 m³ op het maaiveld geborgen (zie §4.2). Dit water infiltreert in het groen (totaal 665 m²) en via de infiltrerende verharding van het gemeenschappelijk gebied (40% van 390 = 156 m²). Met een K-waarde van 0,5 m/dag voor het groen en de infiltrerende verharding, is al het water na 8,1 uur weggezakt.

5 Vuilwater

Uitgangspunten

- Aantal woningen : 6;
- Gemiddeld aantal inwoners : 3 per woning;
- Inwonersequivalent : 18;
- VWA per inwoner : 120 liter per dag;
- Piekafvoer : 12 liter per uur per inwoner;
- Totaal afvoer : 2,16 m³ per dag;
- Totaal piekafvoer : 216 liter per uur.

Aansluiting op bestaand riool

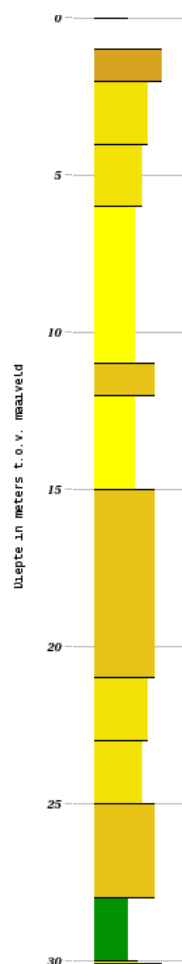
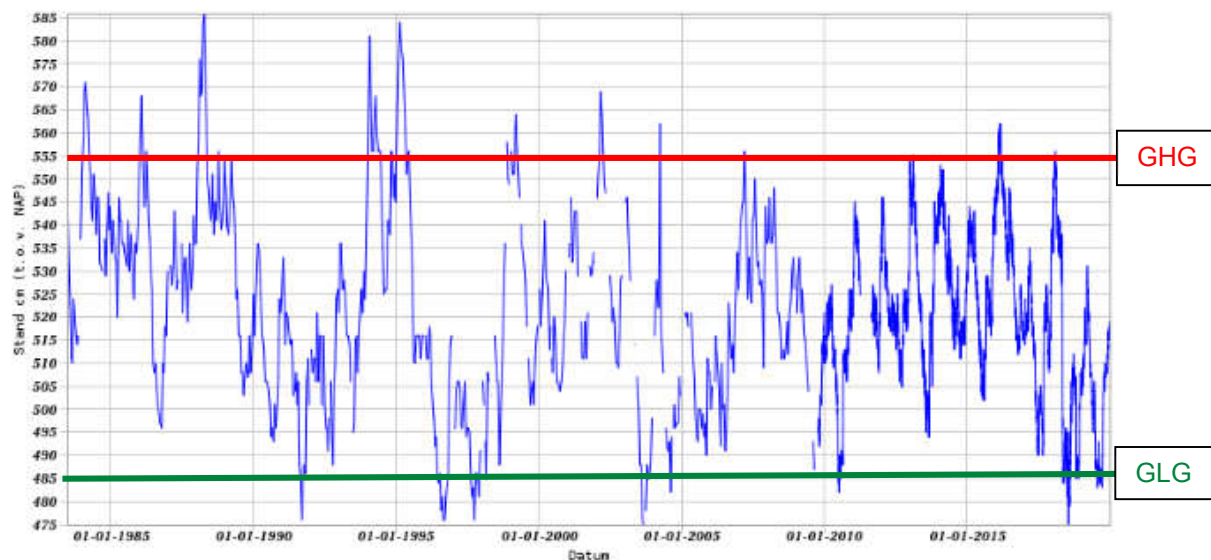
Onder de Boerenbuurt ligt geen vrij verval riool, maar een persleiding. De woningen kunnen niet op dit riool worden aangesloten, maar moeten op het riool onder de Roekenes aangesloten worden. Dit kan door de 6 woningen op een verzamelriool aan te sluiten, en deze aan te sluiten op het gemeenteriool.

De totale piekafvoer van vuilwater bedraagt 216 liter per uur ofwel 0,06 l/s. Een kunststofleiding met een diameter van 250 mm en een verhang van 1:250 heeft een afvoercapaciteit van circa 22,7 l/s. Voor de verzamelleiding van het vuilwaterriool volstaat een leidingdiameter van 250 mm dus ruimschoots.

Bijlage 1 Grafieken grondwaterstanden

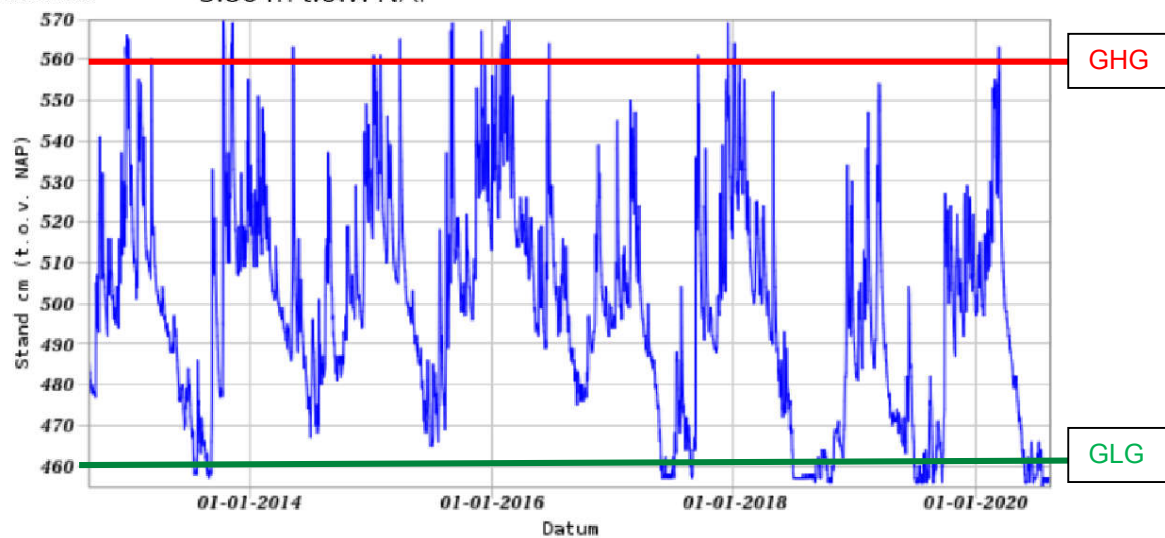


Afbeelding 7 Locaties van monitoringspeilbuizen (bron [3])



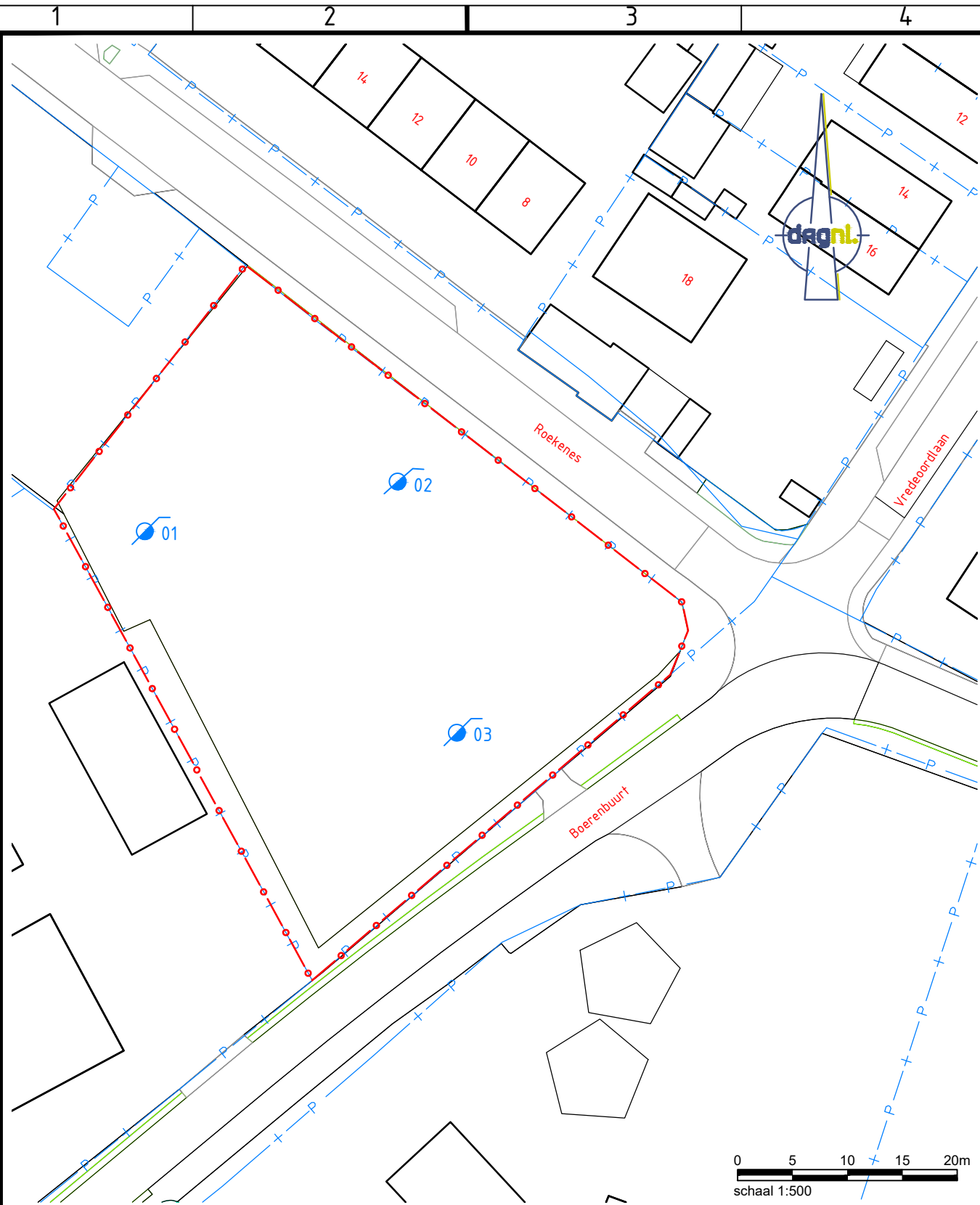
Grafiek van gemeten grondwaterstand in peilbuis B39B0331 en boorprofiel van deze boring (bron [3])

Maaiveld: 5.86 m t.o.v. NAP

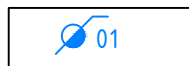


Grafiek van gemeten grondwaterstanden in peilbuis B39B1576 (bron [3])

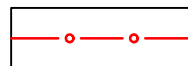
Bijlage 2 Locaties boringen en boorstaten



LEGENDA



Boring 3,0 m-mv
+ infiltratieonderzoek



Werkgrens

Opdrachtgever:

Meacasa B.V.

Project:

Leersum

Onderwerp:

Boorpunten Infiltratieonderzoek

Getekend: M. Damminga

Datum: 07-04-2022

Goedgekeurd: R. Haenen

Datum: 07-04-2022

Schaal: 1:500

Status: C

Formaat: A4

Versie: 1

Projectcode: P03548

Soort document: TEKENING



BURO HOOGSTRAAT

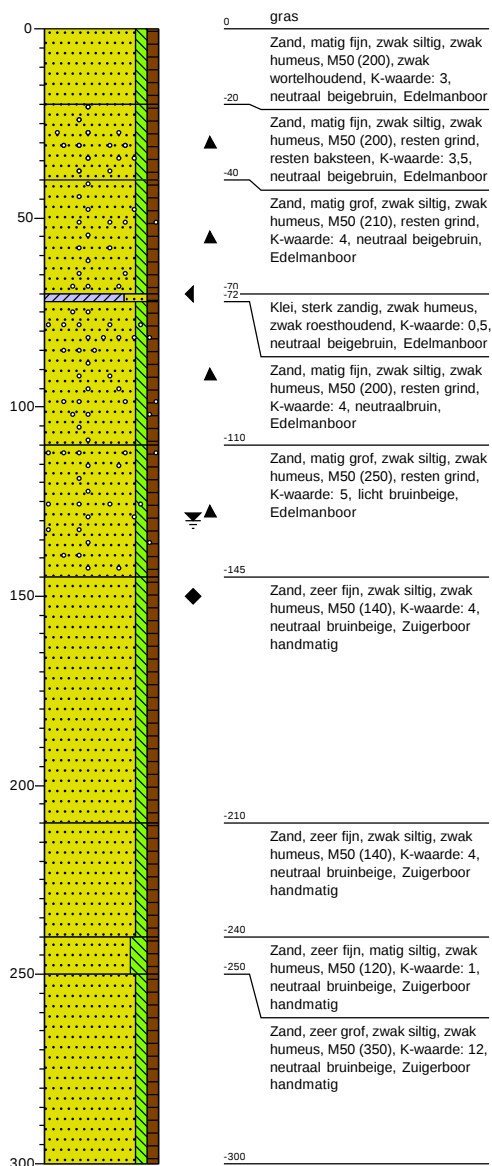


Tekeningnummer:

OZ-01-C01-P03548

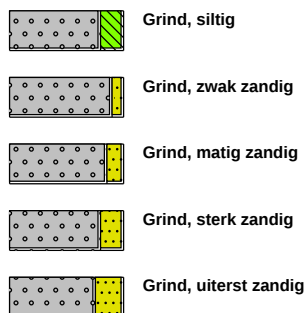
Boring: 03

Datum: 11-5-2022
 GWS in cm -mv: 130
 GHG in cm -mv: 70
 GLG in cm -mv: 150
 Boormeester: Chanan Brandsma

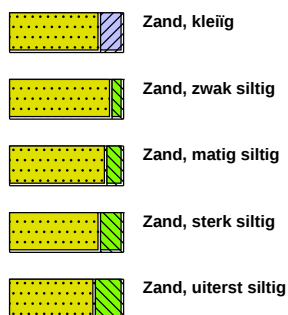


Legenda (conform NEN 5104)

grind



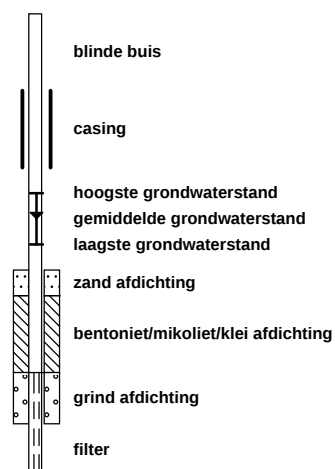
zand



veen



peilbuis



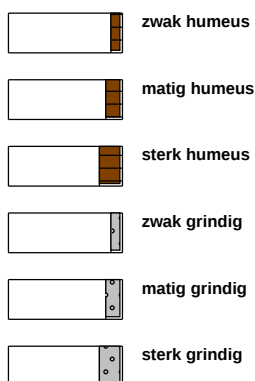
klei



leem



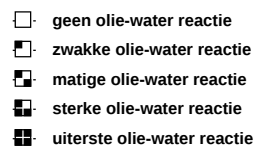
overige toevoegingen



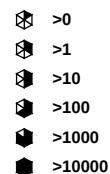
geur



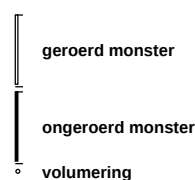
olie



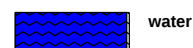
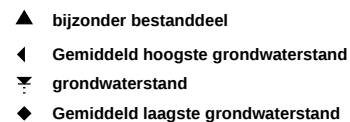
p.i.d.-waarde



monsters

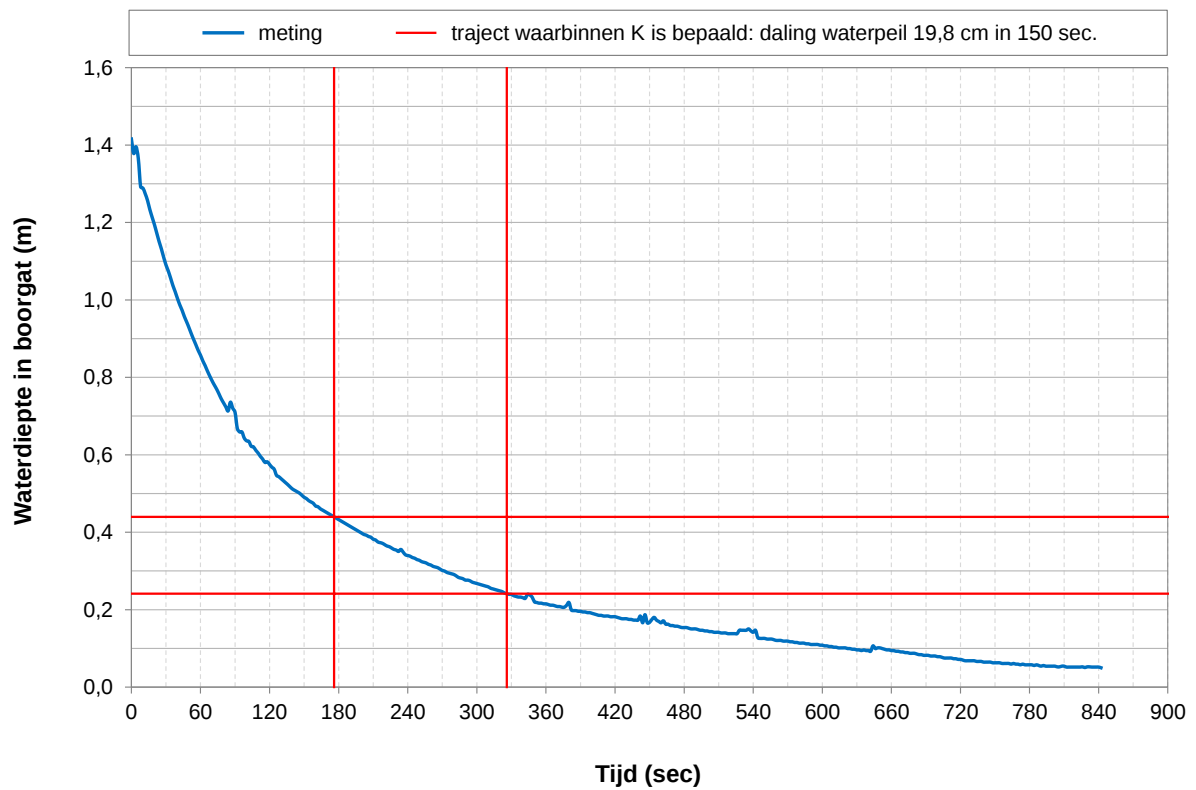


overig

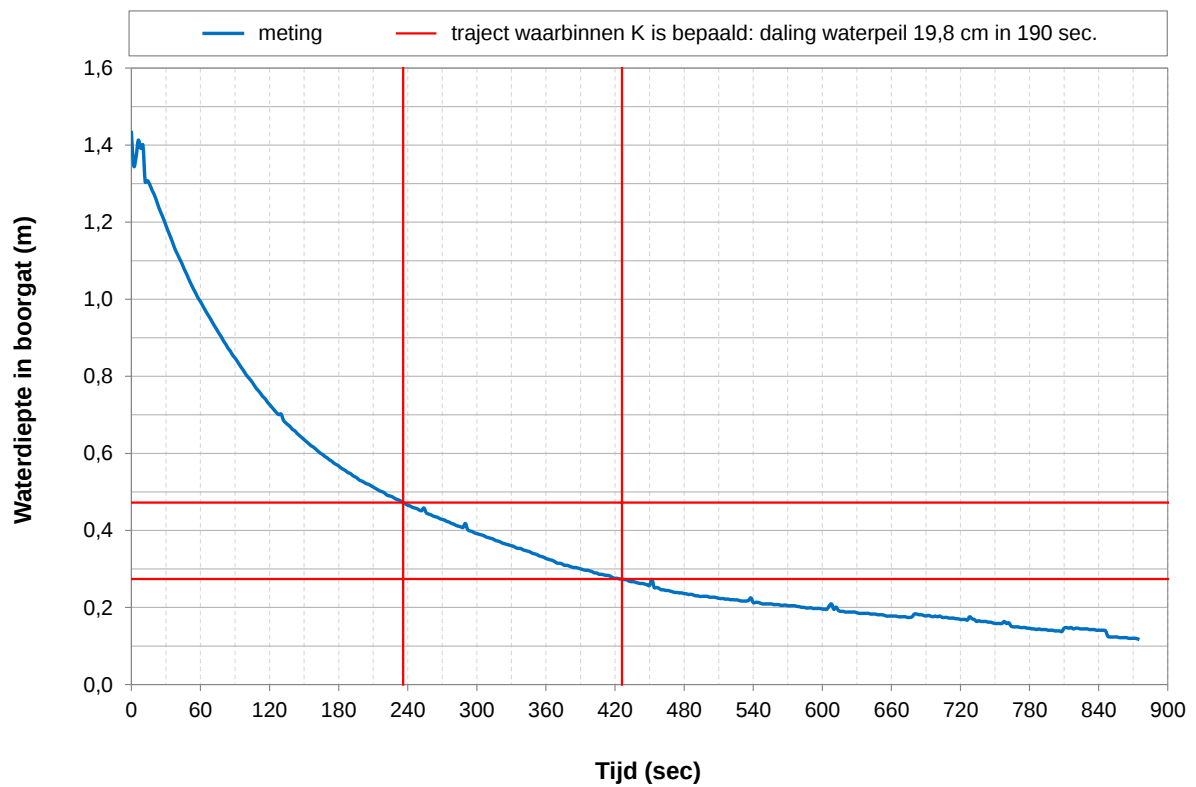


Bijlage 3 Resultaten infiltratieonderzoek

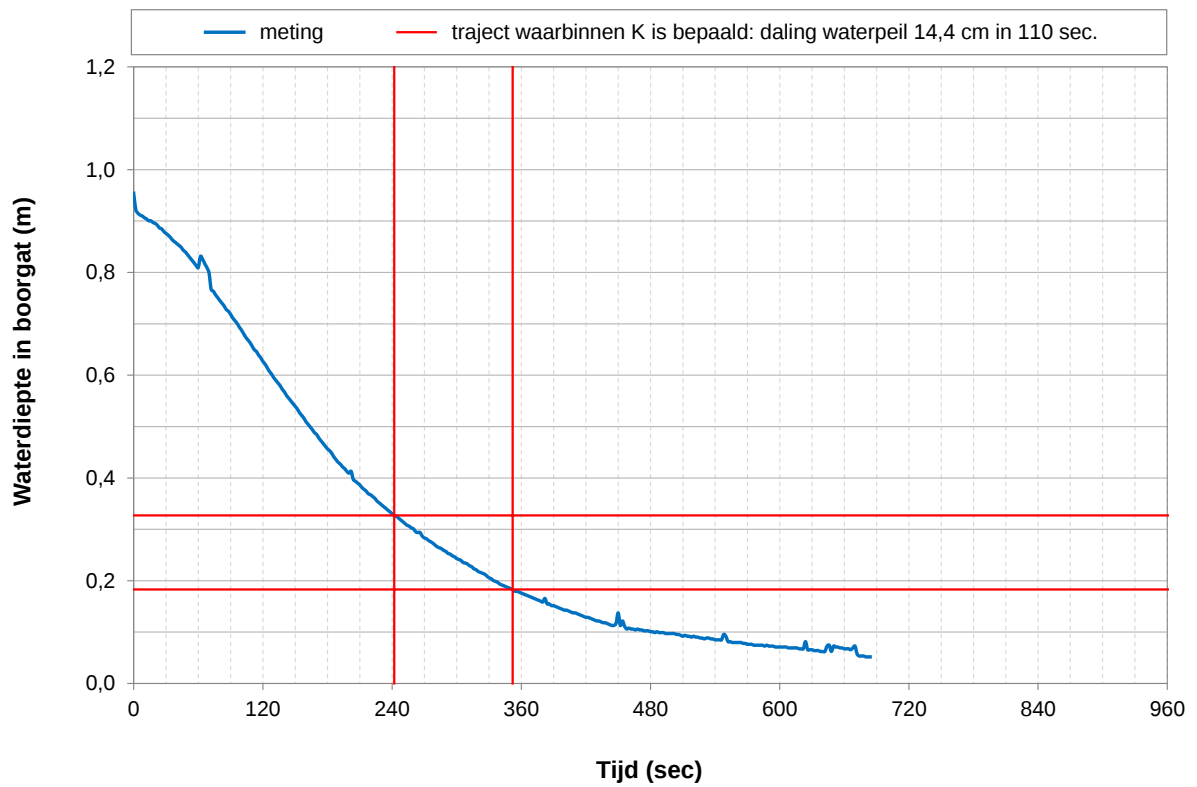
Falling head onverzadigd: meetlocatie 1 , diepte boorgat 1,5 m-mv , meting 1 : $K = 3,7$ m/d.



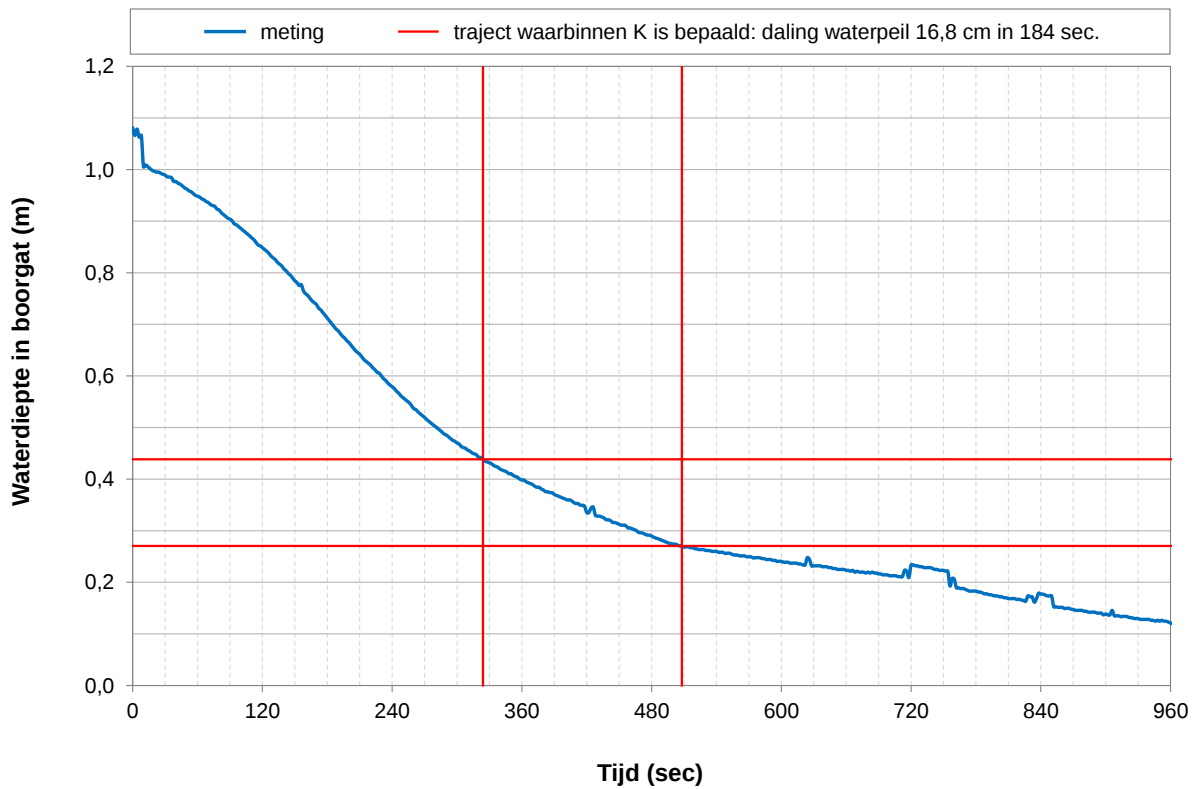
Falling head onverzadigd: meetlocatie 1 , diepte boorgat 1,5 m-mv , meting 2 : $K = 2,7$ m/d.



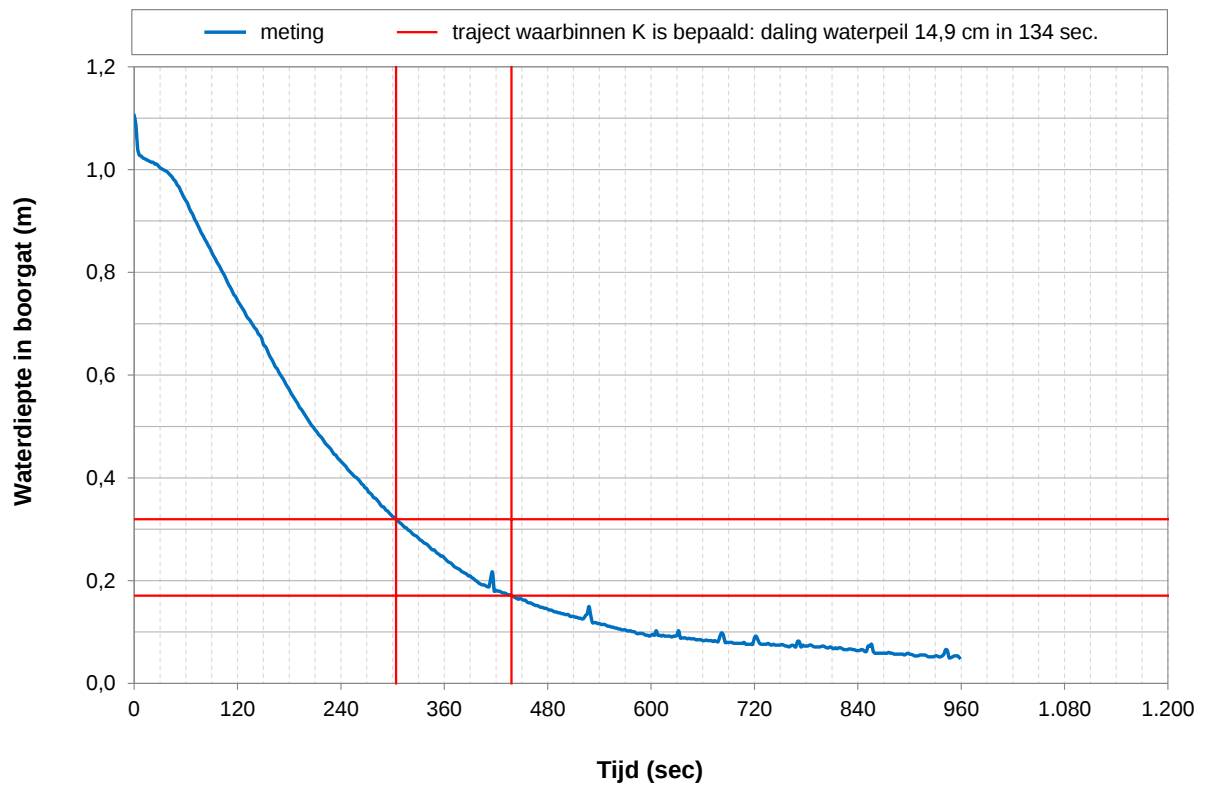
Falling head onverzadigd: meetlocatie 2 , diepte boorgat 1,2 m-mv , meting 1 : $K = 4,9$ m/d.



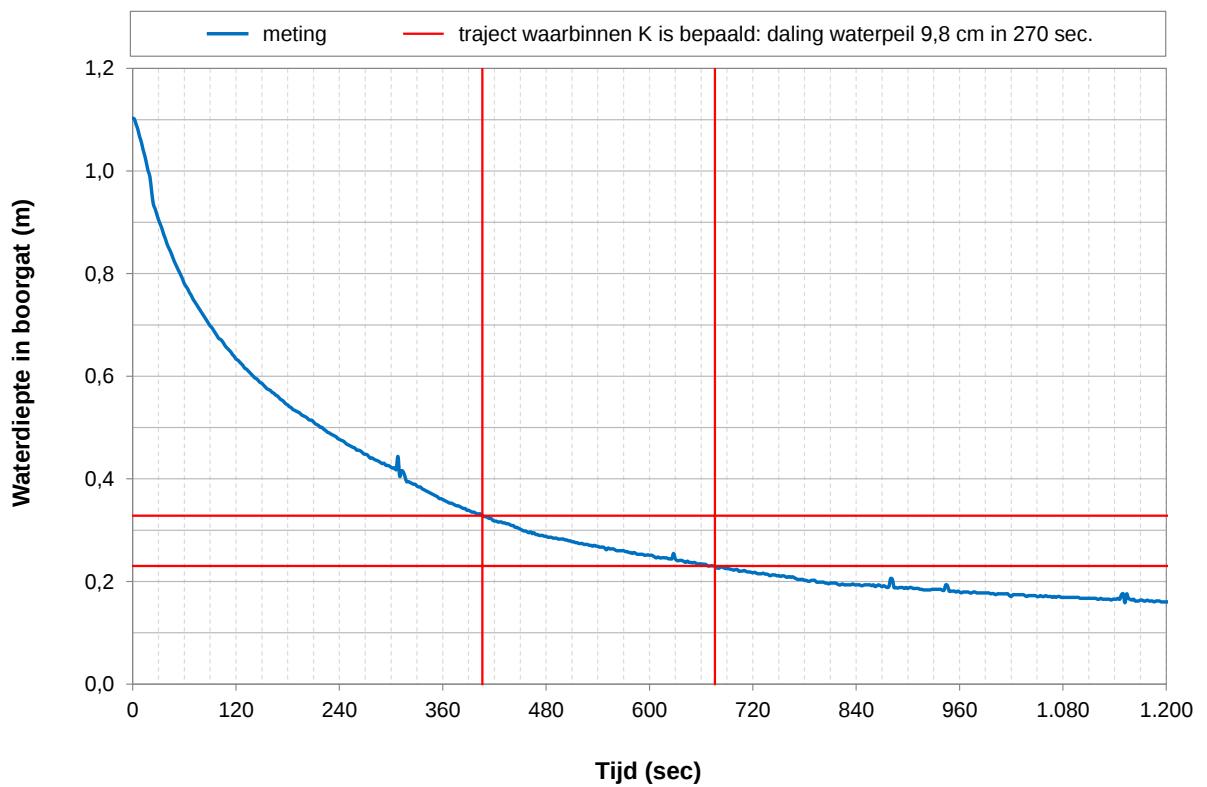
Falling head onverzadigd: meetlocatie 2 , diepte boorgat 1,2 m-mv , meting 2 : $K = 2,5$ m/d.



Falling head onverzadigd: meetlocatie 3 , diepte boorgat 1,2 m-mv , meting 1 : $K = 4,3$ m/d.



Falling head onverzadigd: meetlocatie 3 , diepte boorgat 1,2 m-mv , meting 2 : $K = 1,2$ m/d.



Bepaling K-waarde met falling head proeven

Verzadigde zone

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

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

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

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

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

Hierin is

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

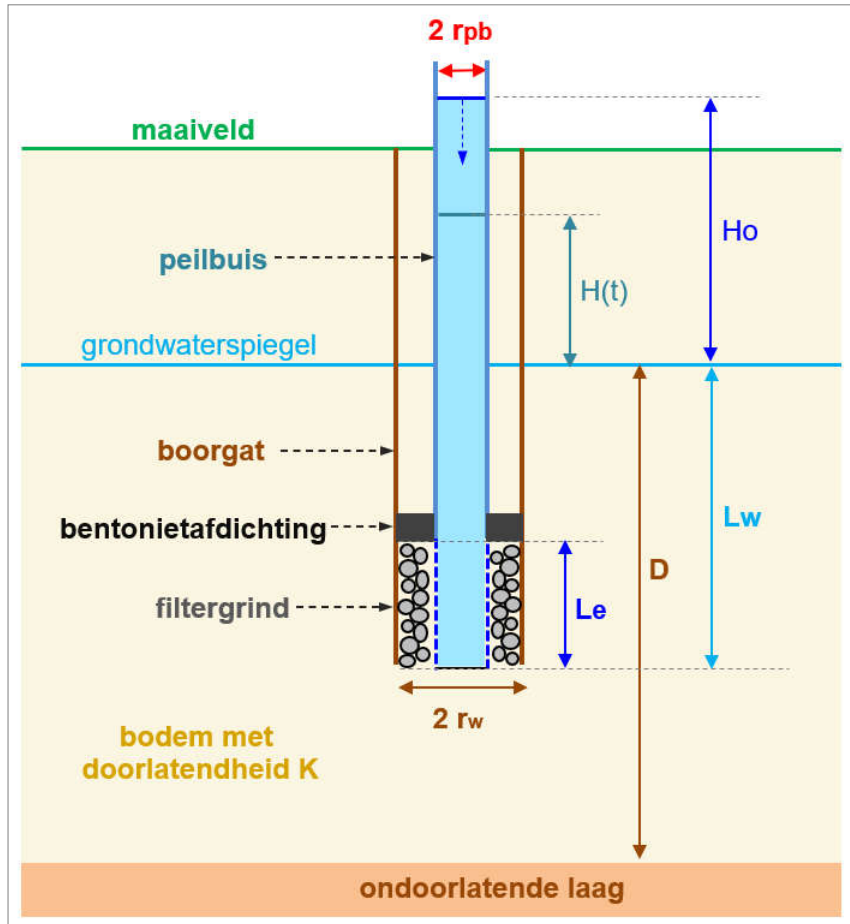
Hierbij geldt

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

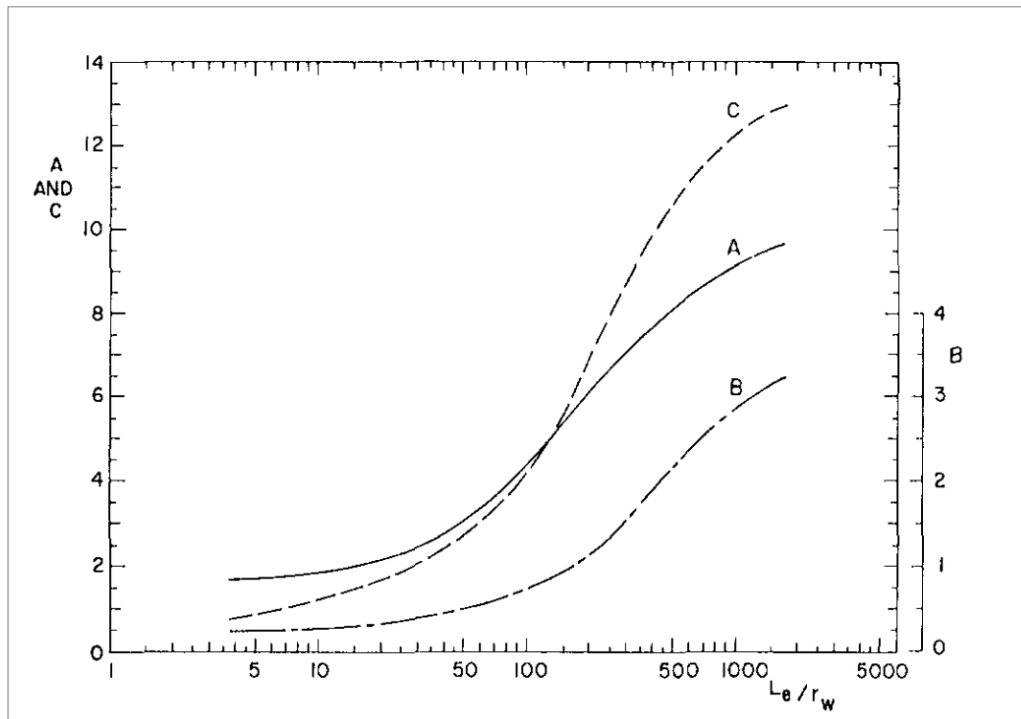
$$(3) \quad \text{Voor } H = L_w : \ln \frac{R_e}{r_w} = \left[\frac{1.1}{\ln(L_w/r_w)} + \frac{C}{L/r_w} \right]^{-1}$$

Hierin is

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



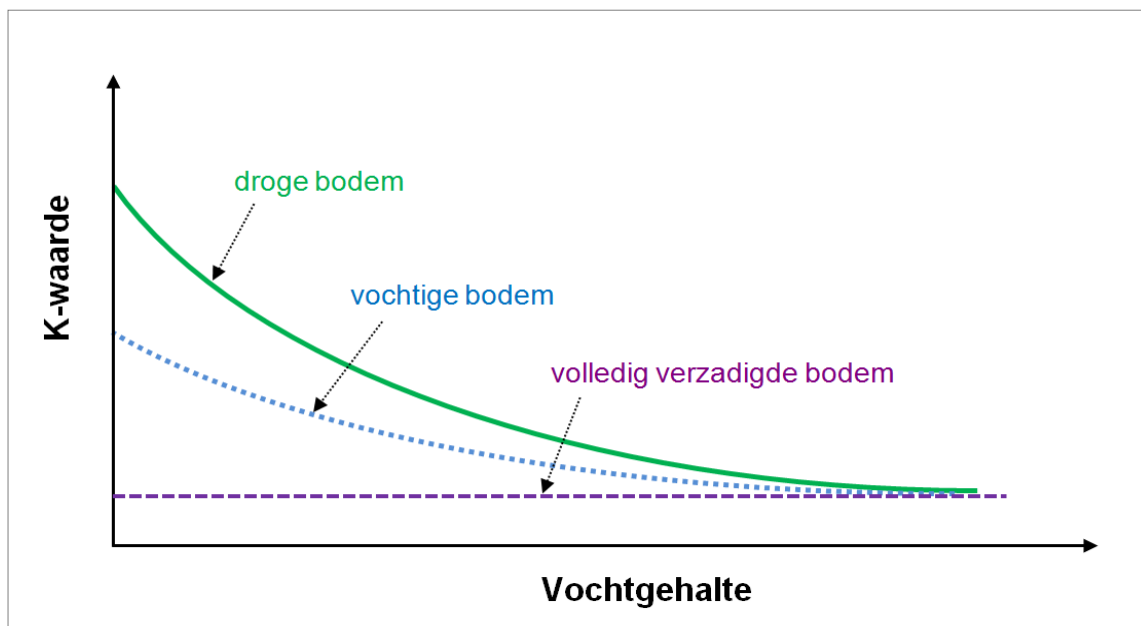
Afbeelding 1: Principe meetopstelling falling head proef verzadigde zone



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

Onverzadigde zone

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



Afbeelding 3: K-waarde als functie van het vochtgehalte

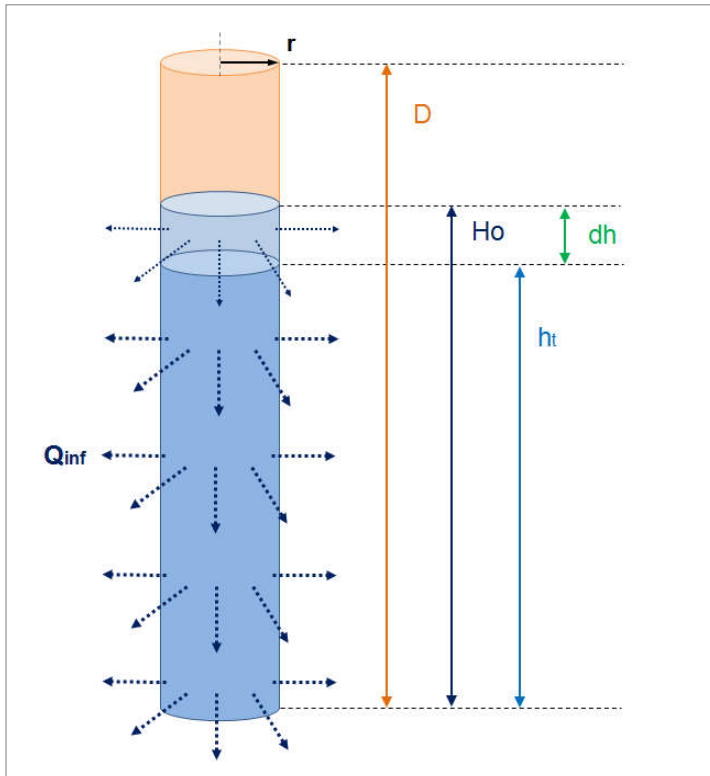
Vóór aanvang van een infiltratieproef heerst in de onverzadigde zone een zuigspanning (onderdruk). Naarmate het vochtgehalte van de bodem rondom het boorgat tijdens het voorverzadigen toeneemt en de infiltratiezone zich verder vanaf het boorgat in de bodem uitbreidt, neemt de invloed van de zuigspanning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

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

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

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

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



Afbeelding 4: Principe falling head onverzadigd

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

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

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

Voor waterstroming door een watervoerende laag geldt volgens Darcy:

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

Hierin is: Q : de hoeveelheid water die per tijdseenheid door een oppervlakte A in de watervoerende laag met doorlatendheid K stroomt als gevolg van een verschil in waterdruk van dh over een afstand dr (m^3/dag);
 K : de doorlatendheid van de watervoerende laag (m/dag);
 A : het oppervlak waardoorheen het water stroomt (m²);
 dh/dr : de hydraulische gradiënt in de watervoerende laag (-).

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

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

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

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

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

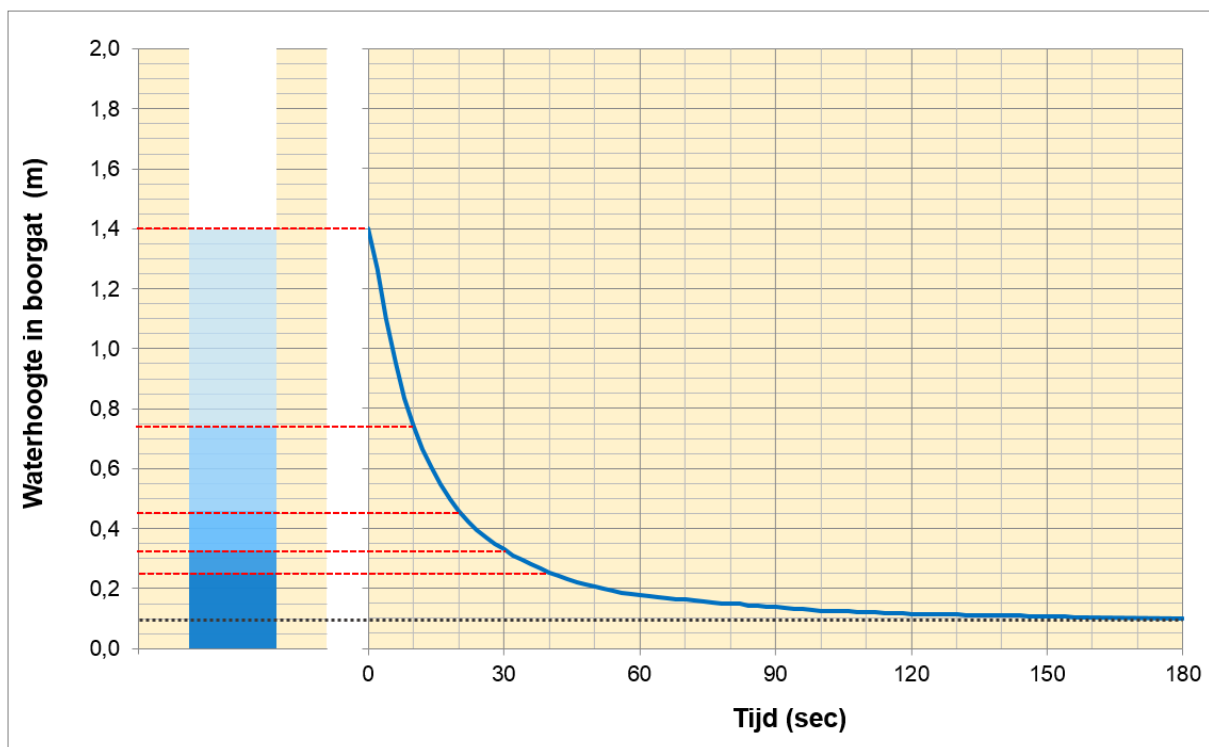
$$(9) \quad Q(t) = K * A(t) = K [\pi r \{ 2 h(t) - dh \} + \pi r^2] = -\pi r^2 dh/dt \quad (\text{m}^3/\text{dag})$$

Uit vergelijking 9 kan worden afgeleid:

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

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

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



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

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

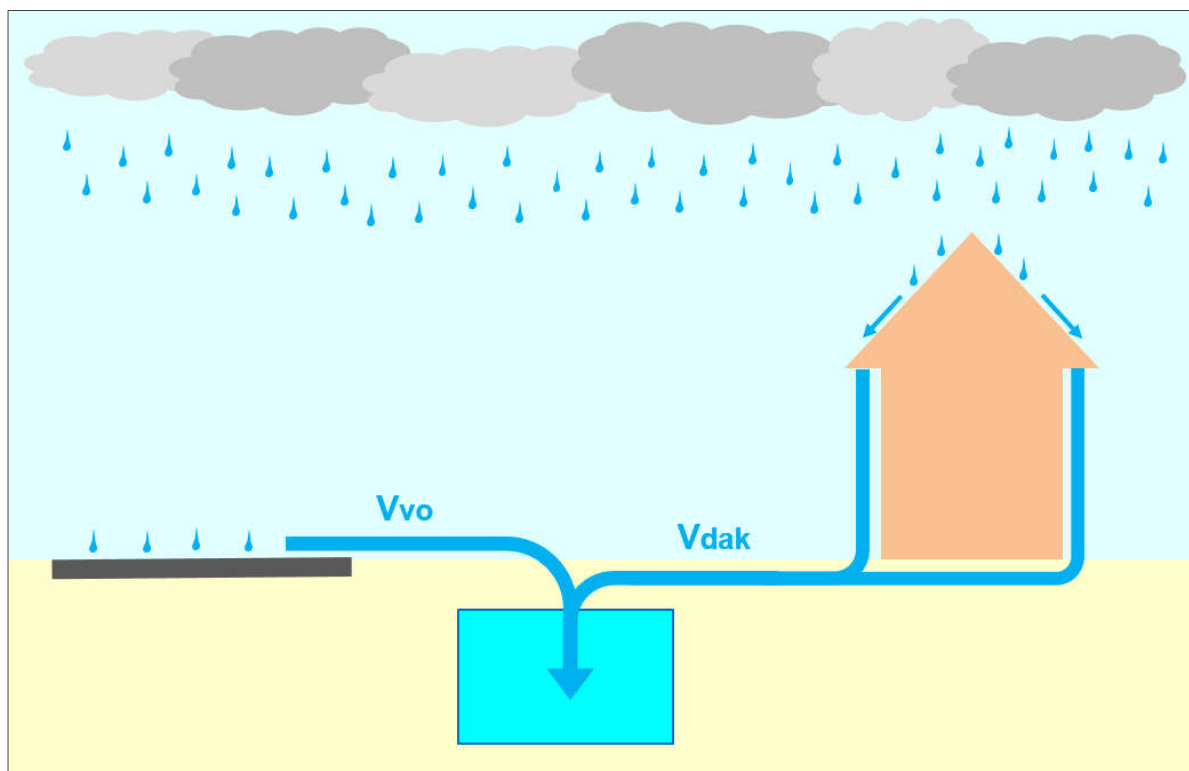
Met dit aspect moet rekening worden gehouden bij het kiezen van het meettraject waarvoor de K-waarde wordt bepaald. Het eerste traject van een meting is minder geschikt om een representatieve waarde voor de doorlatendheid van een bodem te krijgen; K-waarden die voor het begintraject worden afgeleid zullen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

Bijlage 4 Infiltratievoorzieningen

Infiltratievoorzieningen

1 Algemeen

Een infiltratievoorziening bestaat uit een berging met permeabele wanden en soms een permeabele bodem. Wanneer neerslag op afgekoppeld verhard (dak)oppervlak valt, stroomt een deel hiervan naar de infiltratievoorziening (zie afbeelding 1). Bij bovengrondse infiltratievoorzieningen (zoals een infiltratiesloot en wadi) komt daarnaast ook nog hemelwater direct vanuit de lucht in de infiltratievoorziening terecht.



Afbeelding 1: Aanvoer hemelwater naar een infiltratievoorziening tijdens neerslag; vanaf afgekoppeld dakoppervlak (Vdak) en afgekoppeld verhard oppervlak (Vvo).

Door de aanvoer van hemelwater in de infiltratievoorziening gaat er water door de wanden van de infiltratievoorziening in de bodem infiltreren. Aangezien horizontale permeabele oppervlakken van een infiltratievoorziening na verloop van tijd vaak dichtslibben maar de permeabele wanden doorgaans wel hun infiltrerende vermogen behouden, worden horizontale (bodem)oppervlakken bij het uitvoeren van capaciteitsberekeningen meestal niet meegenomen bij het effectieve infiltratieoppervlak.

Wanneer er per tijdseenheid meer hemelwater in de infiltratievoorziening aangevoerd wordt dan er via infiltratie uit verdwijnt, zal het waterpeil in de berging stijgen. Bij een stijgend waterpeil neemt het verticale wandoppervlak waardoorheen water in de bodem infiltreert toe, zodat er per tijdseenheid meer water in de bodem infiltreert. Het waterpeil blijft stijgen totdat er per tijdseenheid evenveel water in de infiltratievoorziening terecht komt als dat er via infiltratie uit verdwijnt. Is de intensiteit van een bui zo hoog en/of is de doorlatendheid van de bodem zo klein, dat de aanvoer hoger blijft dan de infiltratie, dan zal het waterpeil in de berging stijgen tot aan een aangebrachte overstortvoorziening. Zodra de intensiteit van de bui afneemt en/of de neerslag stopt, zal het waterpeil in de berging gaan dalen.

Het totale verwerkende vermogen van een infiltratievoorziening moet gelijk zijn aan de som van de berging en de infiltratiecapaciteit: hoe kleiner de infiltratiecapaciteit, des te groter de benodigde berging moet zijn en omgekeerd. Berging kan alleen boven de grondwaterspiegel worden gerealiseerd.

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

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

Om een goed ontwerp van een infiltratievoorziening te kunnen maken, moeten alle hierboven genoemde aspecten inzichtelijk zijn. Een voor infiltratie ongunstige waarde van één aspect kan door een gunstige waarde van één of meer andere aspecten worden gecompenseerd.

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

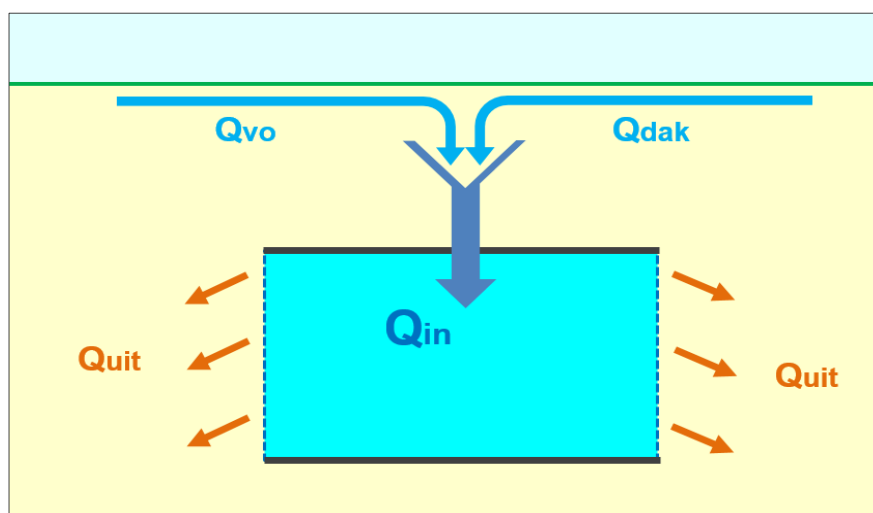
Bij voorkeur worden infiltratievoorzieningen boven de GHG aangelegd, zodat de effectieve infiltratiehoogte zo groot mogelijk is. Volgens het KNMI valt het zwaartepunt van extreme neerslaggebeurtenissen doorgaans in de maanden juli en augustus; dat zijn de maanden waarin doorgaans sprake is van een lage grondwaterstand, hetgeen gunstig is met betrekking tot infiltratie.

2 Ontwerpberekeningen infiltratievoorziening

Voor een infiltratievoorziening ten behoeve van de verwerking van hemelwater dat op afgekoppeld verhard (dak)oppervlak valt, vormt onderstaande waterbalans de basis (zie ook afbeelding 2):

$$(1) \quad V_B = \int_0^{T_N} \{ Q_{in}(t) - Q_{uit}(t) \} dt$$

Hierin is: V_B = het benodigde effectieve bergingsvolume van de infiltratievoorziening (m³);
 T_N = de tijdsduur van de neerslagperiode (dag);
 Q_{in} = het debiet waarmee het hemelwater de infiltratievoorziening instroomt (m³/dag);
 Q_{uit} = het debiet waarmee het water uit de berging in de bodem infiltreert (m³/dag).



Afbeelding 2: Waterbalans infiltratievoorziening: $V_{in} = V_{uit} + V_{berging}$

Het totale watervolume dat in de infiltratievoorziening terecht komt, wordt gegeven door vergelijking 2.

$$(2) \quad V_{in} = V_{vo} + V_{dak} \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is: V_{vo} = watervolume afkomstig van afgekoppeld verhard oppervlak (m^3);
 V_{dak} = watervolume afkomstig van afgekoppeld dakoppervlak (m^3).

Het watervolume dat in een tijdsperiode dt vanaf afgekoppeld verhard oppervlak in de infiltratievoorziening terecht komt, wordt gegeven door vergelijking 3.

$$(3) \quad V_{vo} = C_{vo} * O_{vo} * N * dt \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is: C_{vo} = de afstromingscoëfficiënt van het afgekoppelde verharde oppervlak (-/-);
 O_{vo} = de oppervlakte van het afgekoppelde verharde oppervlak (m^2);
 N = de gemiddelde neerslagintensiteit gedurende het tijdsinterval dt (m/dag);
 dt = het beschouwde tijdsinterval van de neerslag (dag).

Het watervolume dat in een tijdsperiode dt vanaf afgekoppeld dakoppervlak in de infiltratievoorziening terecht komt, wordt gegeven door vergelijking 4.

$$(4) \quad V_d = C_d * O_d * N * dt \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is: C_d = de afstromingscoëfficiënt van het afgekoppelde dakoppervlak (-/-);
 O_d = de horizontale oppervlakte van het afgekoppelde dakoppervlak (m^2);
 N = de gemiddelde neerslagintensiteit gedurende het tijdsinterval dt (m/dag);
 dt = de beschouwde tijdsperiode van de neerslag (dag).

In een tijdsperiode dt (waarin de neerslagintensiteit constant wordt verondersteld) stroomt een volume hemelwater de infiltratievoorziening in, dat gegeven wordt door:

$$(5) \quad V_{in} = N(t) * dt * \{ C_{vo} * O_{vo} + C_d * O_d \} \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is: $N(t)$ = de gemiddelde neerslagintensiteit gedurende de tijdsperiode dt (m/dag).

Als gevolg van de instroom van hemelwater (V_{in}) stijgt het waterpeil in de berging met een waarde h_w . Als de berging verticale wanden heeft, volgt h_w uit vergelijking 6.

$$(6) \quad h_w = \frac{v_{in}}{O_h} \quad (\text{m})$$

Hierin is: O_h = het horizontale oppervlak van de berging (m^2).

De horizontale oppervlakte van de berging van een infiltratievoorziening wordt gegeven door:

$$(7) \quad \begin{array}{ll} \text{a) } O_h = L * B & (\text{m}^2) \quad \text{voor rechthoekige infiltratievoorzieningen;} \\ \text{b) } O_h = \pi r^2 & (\text{m}^2) \quad \text{voor cilindervormige infiltratievoorzieningen.} \end{array}$$

Hierin is: L = de lengte van de binnenzijde van de berging (m);
 B = de breedte van de binnenzijde van de berging (m);
 r = de binnenstraal van de berging (m).

Zodra er hemelwater in de infiltratievoorziening terecht is gekomen en het waterpeil in de berging is gestegen tot h_w , gaat er water door de permeabele zijwanden infiltreren. In een tijdsperiode dt infiltreert er een watervolume V_{uit} vanuit de infiltratievoorziening de bodem in, dat gegeven wordt door vergelijking 8.

$$(8) \quad V_{uit} = K * O_w * dt \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is:

- K = de doorlatendheid van de bodem waarin het water infiltreert (m/dag);
- O_w = het totale wandoppervlak van de berging waardoorheen het water in de bodem infiltreert (m²).

Het totale permeerbare wandoppervlak van de berging, waardoorheen het water in de bodem infiltreert is:

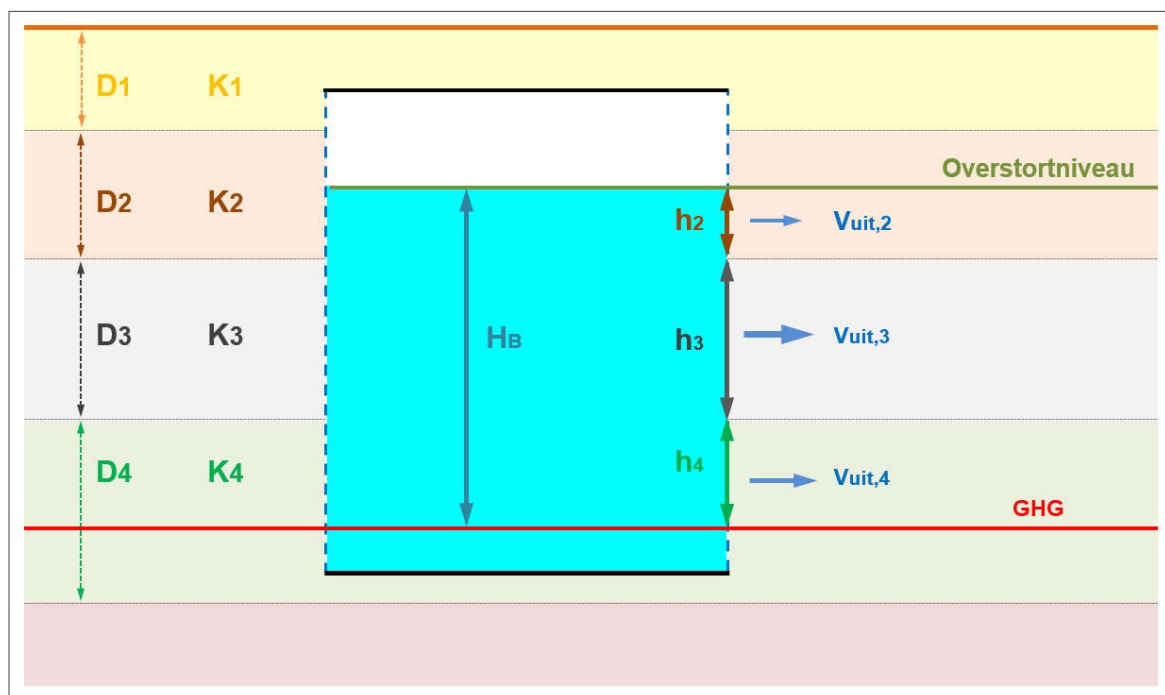
$$(9) \quad O_w = h_w * O_m \quad (\text{m}^2)$$

Hierin is: h_w = de hoogte van de waterlaag in de berging (m);
 O_m = de buitenomtrek van de berging (m).

De buitenomtrek O_m van de berging is afhankelijk van de vorm van de berging:

(10) a) $O_m = 2 (L + B)$ (m²) voor rechthoekige infiltratievoorzieningen;
b) $O_m = 2 \pi r$ (m²) voor cilindervormige infiltratievoorzieningen.

Vergelijking 8 geldt voor een homogene bodem (één waarde voor de doorlatendheid). Voor een gelaagde bodem moet worden bepaald wat de infiltratie in elke bodemlaag is. In afbeelding 3 is een schematische dwarsdoorsnede van een berging in een gelaagde bodem weergegeven. De afgebeelde berging doorsnijdt (deels) 4 lagen die elk een verschillende dikte (D_1 t/m D_4) en een verschillende doorlatendheid (K_1 t/m K_4) hebben. Voor de situatie in afbeelding 3 vindt infiltratie plaats in de lagen 2, 3 en 4 over de verticale hoogtes h_2 , h_3 en h_4 .



Afbeelding 3: Principe infiltratie vanuit een berging in een gelaagde bodem

Het watervolume dat in een tijdsperiode Δt vanuit de berging in laag i infiltreert, wordt gegeven door:

$$(11) \quad V_{uit,j} = K_i * O_{w,j} * dt \quad (\text{m}^3)$$

Hierin is:

K_i	=	de doorlatendheid van laag i (m/dag).
$O_{w,i}$	=	het totale (verticale) wandoppervlak van laag i waardoorheen het water in de bodem infiltreert (m ²).

Het wandoppervlak van laag i waardoorheen water in de bodem infiltreert, wordt gegeven door vergelijking 12 (analoog aan vergelijking 9 voor een homogene bodem):

$$(12) \quad O_{w,i} = h_i * O_m \quad (\text{m}^2)$$

Hierin is: h_i = de waterhoogte in de berging in laag i (m);
 O_m = de buitenomtrek van de berging (m) die constant is bij verticale zijwanden (zie vergelijking 10).

Met de vergelijkingen 11 en 12 volgt voor het watervolume dat uit elke laag infiltreert:

$$(13) \quad V_{uit,i} = K_i * h_i * O_m * dt \quad (\text{m}^3/\text{dag})$$

Het verloop van de waterhoogte in de berging van een infiltratievoorziening in de tijd als gevolg van een neerslaggebeurtenis, kan worden berekend door een stapsgewijze benadering van de in- en uitstroom van water in/uit de berging, waarbij in één tijdstap " p " de volgende stappen worden onderscheiden:

- instroming van hemelwater in de berging ($V_{in,p}$);
- stijging waterpeil in de berging over een hoogte $dh_{in,p}$;
- uitstroming van water door infiltratie in de bodemlagen die in contact met het water staan ($\sum V_{uit,i,p}$);
- daling waterpeil in de berging over een verticale afstand $dh_{uit,p}$ tot nieuwe hoogte h_p .

Aan het einde van stap p is de waterhoogte dus h_p . Vervolgens herhalen de stappen a t/m d zich in de volgende tijdstap ($p+1$):

- instroming van hemelwater in de berging ($V_{in,p+1}$);
- stijging waterpeil in de berging over een hoogte $dh_{in,p+1}$;
- uitstroming van water door infiltratie in de bodemlagen die in contact met het water staan ($\sum V_{uit,i,p+1}$);
- daling waterpeil in de berging over een verticale afstand $dh_{uit,p+1}$ tot nieuwe hoogte h_{p+1} .

Dit proces gaat door zolang er neerslag valt. En zolang er in een tijdstap meer hemelwater de infiltratievoorziening in- dan uitstroomt, stijgt het waterpeil in de berging. Wanneer de uitstroming op een bepaald moment groter wordt dan de instroming (doordat de neerslagintensiteit afneemt, het infiltratieoppervlak een bepaalde grootte heeft bereikt en/of het waterpeil tot aan een laag met een zeer hoge doorlatendheid is gestegen), blijft het waterpeil in de berging constant of gaat het dalen. Zodra de neerslag stopt gaat het waterpeil dalen totdat al het water via de zijwanden is geïnfiltreerd.

Uit de vergelijkingen 1, 5, 8 en 9 kan het minimale volume van een berging V_B worden berekend dat nodig is zonder dat er een overstort plaatsvindt. Voor V_B geldt:

$$(14) \quad V_B = (C_{av}O_{vo} + C_{ad}O_{dak}) \int_0^{T_N} N(t) dt - K O_m \int_0^{T_N} h_w(t) dt$$

3 Ledigingstijd infiltratievoorziening

Nadat de neerslag is gestopt geldt voor de ledigingstijd van een geheel gevulde infiltratievoorziening:

$$(15) \quad T_l = \frac{V}{C_{in}}$$

Hierin is: T_l = ledigingstijd (dagen);
 V = waterinhoud in de berging (m^3);
 C_{in} = totale infiltratiecapaciteit van de infiltratievoorziening (m^3/dag).

Voor de totale infiltratiecapaciteit geldt:

$$(16) \quad C_{in} = C_{in(b)} + C_{in(w)}$$

Hierin is: $C_{in(b)}$ = infiltratiecapaciteit van de bodem van de infiltratievoorziening (m³/dag);
 $C_{in(w)}$ = infiltratiecapaciteit van de wanden van de infiltratievoorziening (m³/dag).

Voor de infiltratiecapaciteit van een (rechthoekige) bodem van een infiltratievoorziening geldt:

$$(17) \quad C_{in(b)} = F_b * K * L * B$$

Hierin is: F_b = bijdrage bodem infiltratievoorziening aan infiltratie: $F_b \leq 1$ (-);
 K = doorlatendheid omringende bodem (m/dag);
 L = lengte infiltratievoorziening (m);
 B = breedte infiltratievoorziening (m).

Voor de infiltratiecapaciteit van de wanden van een infiltratievoorziening geldt:

$$(18) \quad C_{in(w)} = F_w * K * H_{gem} * O_m$$

Hierin is: F_w = bijdrage wanden infiltratievoorziening aan infiltratie: $F_w \leq 1$ (-);
 K = doorlatendheid omringende bodem (m/dag);
 H_{gem} = gemiddelde hoogte van de “natte” wand tijdens het leeglopen (m);
 O_m = omtrek van de infiltratievoorziening (m).

Voor de gemiddelde hoogte van de “natte” wand tijdens het leeglopen van de infiltratievoorziening geldt:

$$(19) \quad H_{gem} = \frac{1}{2} (H_b + H_e) = \frac{1}{2} H_b$$

Hierin is: H_b = de waterhoogte in de infiltratievoorziening vóór start van het leeglopen (m);
 H_e = de waterhoogte in de infiltratievoorziening aan het eind van het leeglopen (m).

De omtrek van de infiltratievoorziening wordt gegeven door:

$$(20) \quad O_m = 2 * (L + B)$$

Hierin is: L = lengte infiltratievoorziening (m);
 B = breedte infiltratievoorziening (m).

Met de vergelijkingen 15 t/m 20 volgt voor de ledigingstijd van een geheel gevulde infiltratievoorziening:

$$(21) \quad T_l = \frac{V}{K * [(F_b * L * B) + F_w * (L + B) * H]}$$

Bijlage 5 Digitale watertoets

Digitale Watertoets

Resultaat van de check gedaan op 10-05-2022

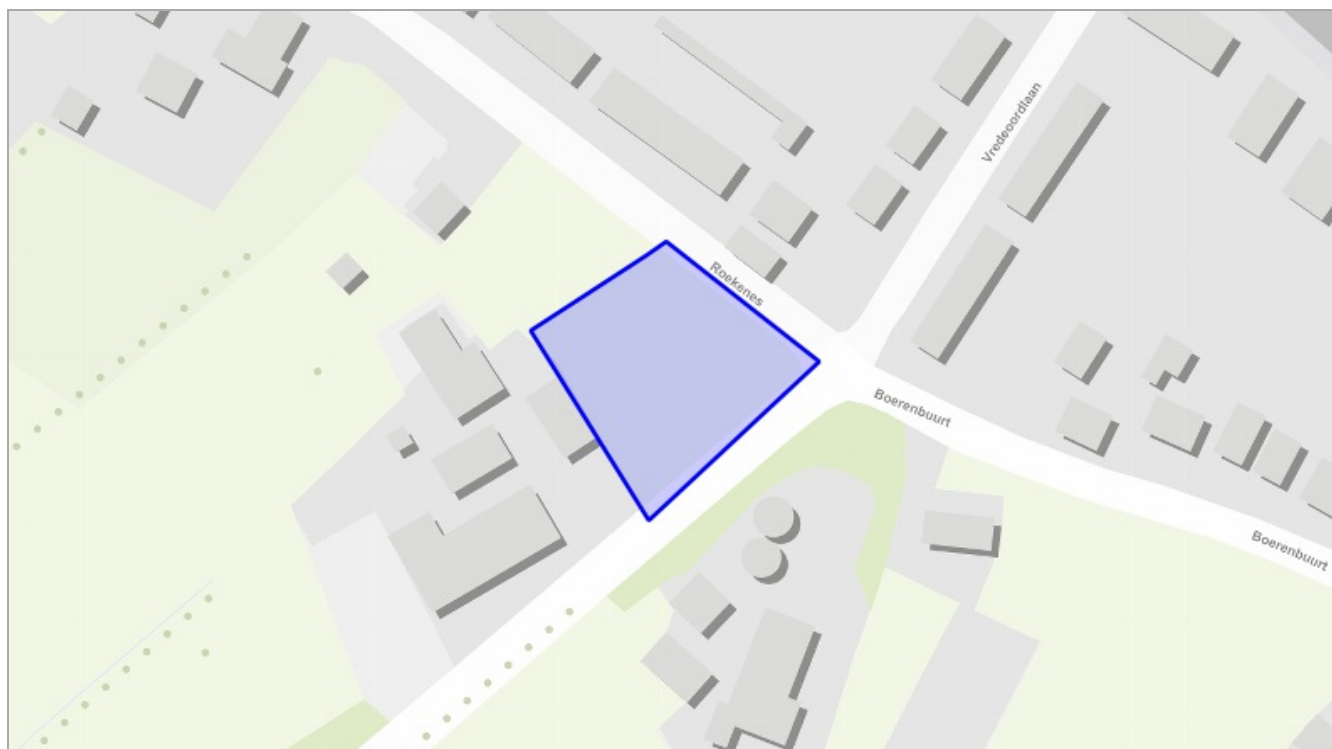
Digitale watertoets

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

VOOR DE ACTIVITEIT DIGITALE WATERTOETS IS OP BASIS VAN DE GEGEVEN ANTWOORDEN NODIG:

1. normale procedure

OP BASIS VAN ONDERSTAANDE LOCATIE



Digitale Watertoets

VRAGEN EN ANTWOORDEN UIT DE CHECK

1. Blijft de bebouwing staan en gaat het alleen om een interne functiewijziging?
 - nee
2. Maakt het plan deel uit van een groter plan dat in ontwikkeling is?
 - nee
3. Overige_waterkeringen
 - nee
4. Belangrijke_watergangen
 - nee
5. Rioolwaterzuiveringsinstallatie
 - nee
6. invloedszone Primaire waterkering
 - nee
7. Rioolpersleidingen
 - nee
8. Invloedszone Regionale waterkeringen
 - nee
9. Is er sprake van een toename van verhard oppervlak van meer dan 500 vierkante meter in stedelijk gebied of meer dan 5000 vierkante meter in landelijk gebied?
 - ja
10. uiterwaarden
 - nee
11. Drinkwaterwingebieden provincie Utrecht
 - nee

Digitale Watertoets

12. Wateropgave wateroverlast

- nee

13. Watergangen met ecologische doelstellingen KRW

- nee

DETAILS

1. normale procedure

Voor uw plan moet u de normale procedure volgen.

Wat moet ik doen?

U heeft via de website www.dewatertoets.nl een watertoetsproces gestart. Door het starten van een watertoetsproces via deze website, zorgt u er voor dat het waterschap alle relevante informatie krijgt om een goed advies te kunnen geven. Bij geen of weinig gevolgen voor water, kunt u snel door in uw procedure, zonder dat u hoeft te wachten op een reactie van het waterschap.

Onze conclusie

Naar aanleiding van uw ingevulde informatie volgt de procedure:

Waterschapsbelang, normale procedure. Op basis van uw ingevoerde gegevens blijkt dat uw ruimtelijke ontwikkeling (grote) gevolgen heeft voor water en dat nog niet duidelijk is of uw plan voldoet aan onze belangrijkste minimale voorwaarde: ""het standstill beginsel"". Dit beginsel houdt in dat door het plan geen verslechtering van de waterhuishouding ontstaat. Voor uw ruimtelijke plan(procedure) kunt u geen gebruik maken van een standaard tekst.

Acties

Bovenstaande conclusie betekent dat u samen met het waterschap een watertoetsproces gaat doorlopen. Dit betekent dat er in overleg (informeel) met het waterschap gekeken moet worden naar waterkansen en -knelpunten. Dit voorafgaand aan de formele ro-procedure! Wij verzoeken u om allereerst meer informatie, bijvoorbeeld een concept toelichting en plankaart of onderbouwing naar ons toe te sturen. Op basis van deze informatie kunnen wij een (beter) beeld vormen van de ontwikkeling. Daarnaast vragen wij u om alvast te kijken of uw plan klimaatbestendig is? Zie voor de kansen en mogelijkheden www.ruimtelijkeadaptatie.nl U kunt informatie toesturen naar emailadres: watertoets@hdsr.nl Per gemeente hebben wij een contactpersoon RO-plannen en rioleringsplannen. Een overzicht van de contactpersonen vindt u op onze website <http://www.hdsr.nl/watertoets> Nadat u informatie hebt toegestuurd nemen wij contact met u op om het plan te bespreken. Onze focus ligt daarbij op het voorkomen of compenseren van eventuele negatieve gevolgen voor water en om kansen te pakken om het watersysteem en de ruimtelijke kwaliteit te verbeteren.

Formele Wro- procedure

U dient met het waterschap een vooroverleg te hebben in het kader van de Wro. Tijdens dit overleg zullen we samen met u de gevolgen voor water inzichtelijk maken en bespreken. Vervolgens dient u het plan eventueel aan te passen en de afspraken vast te leggen in uw ruimtelijke plan (in de onderbouwing, toelichting, regels en plankaart). Tijdens de formele overlegprocedures (art 3.1.1 of art 5.1.1) van het bestemmingsplan of projectbesluit zal het waterschap vervolgens een formeel (schriftelijk) wateradvies geven.

Disclaimer

Dit wateradvies is 1 jaar geldig. Indien u graag deze termijn wilt verlengen, dan kunt u contact met ons opnemen. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden streeft naar correcte en actuele informatie in deze watertoetsapplicatie aan te bieden. Aan het beschikbaar gestelde kaartinformatie kunnen geen rechten worden ontleend.

Digitale Watertoets

Hoogheemraadschap aanvaardt geen aansprakelijkheid voor enige vorm van schade naar aanleiding van het gebruik of de informatie die via deze applicatie beschikbaar wordt gesteld."

Waar moet ik op letten?

Achtergrondinformatie