

Waterhuishoudkundig plan

Ontwikkelingslocatie Het Loo te Zelhem



Waterhuishoudkundig plan

Ontwikkelingslocatie Het Loo te Zelhem

Opdrachtgever

Anacon-Infra
de heer R. Mengerink
Korenbree 34 A
7271 LH BORCULO

Adviesbureau

Geofoxx

Status

Versie 4

Datum

21 november 2023

Projectnummer

20230225/RREK

Documentkenmerk

20230225_a4RAP

Auteur

De heer R. Rekveldt
Mevrouw I. Frederiks

Paraaf:

Controle / vrijgave

De heer B. ter Haar

Paraaf:



Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Locatiegegevens en onderzoeksopzet	3
2.1	Locatiegegevens	3
2.2	Gewenste herinrichting	3
2.3	Onderzoeksopzet	4
3	Beleid	6
3.1	Waterschap	6
3.2	Gemeentelijk beleid	7
4	Geohydrologisch onderzoek	9
4.1	Maaiveldhoogte	9
4.2	Geologie	10
4.3	Bodemopbouw	10
4.4	Doorlatendheid	11
4.5	Civieltechnisch hergebruiksonderzoek	12
4.6	Grondwater	13
4.7	Oppervlaktewater	15
4.8	Riolering	15
4.9	Natuurgebieden	15
4.10	Grondwaterbeschermingsgebied	15
4.11	Klimaatteffect atlas	15
4.12	Vastgestelde geohydrologische situatie	17
5	Toekomstige situatie waterhuishouding	19
5.1	Algemeen	19
5.2	Infiltratiemogelijkheden algemeen	19
5.3	Infiltratiepotentie en geschiktheid hemelwaterinfiltratie	20
5.4	Berging hemelwater	20
5.5	Ontwerp watersysteem	21
6	Bouw- en woonrijp maken	26
6.1	Voorstel vloerpeilen	26
6.2	Aandachtspunten bouwrijp maken	26
7	Samenvatting en conclusie	28
Bijlagen		
1	Situatietekeningen	
1.1	Ontwerptekening plangebied	
1.2	Overzicht boorpunten	
2	Boorstaten	
3	Berekening doorlatendheid	
4	Civieltechnische hergebruikstoetsing	
5	Foto's	



1 Inleiding

In opdracht van Anacon-Infra heeft Geofoxx, als onafhankelijk adviesbureau¹, een waterhuishoudkundig plan opgesteld - inclusief uitgevoerd geohydrologisch onderzoek - voor de planlocatie Ontwikkelingslocatie Het Loo te Zelhem.

De aanleiding voor het laten uitvoeren van het onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen nieuwbouw op de locatie ("Het Loo") en de daarvoor benodigde bestemmingsplanwijziging van de locatie. In verband met de bestemmingsplanwijziging en de geplande woningbouw is het nodig om de lokale waterhuishouding en de gevolgen van de herontwikkeling op de huidige waterhuishoudkundige situatie in kaart te brengen.

Er zijn meerdere relevante wateraspecten en belangen binnen het plangebied. De volgende onderdelen zijn specifiek voor het gebied, en behoeven speciale aandacht:

- De vereisten op het gebied van klimaatadaptie en waterberging geven kansen voor landschap, natuur en recreatie;
- Het oplossen van de mogelijke wateroverlast van de Bloemenbuurt kan ruimtelijk gezien (alleen) via het plangebied Zelhem Het Loo worden opgelost. Dit geldt eveneens voor de noodzakelijk uit te breiden en te vervangen vuilwaterberging;
- Slim/integraal ontwerpen: bijvoorbeeld groen/bomen en water/bodem/energie in relatie tot ondergrondse infrastructuur (kabels, leidingen, riolering, infiltratie, laadpalen, transformatorhuisjes);
- De basis voor de inrichting van de openbare ruimte wordt het Handboek Inrichting Openbare Ruimte (HIOR);
- In het plangebied ligt een bestaande riool persleiding. Deze kan en zal worden verlegd op basis van de definitieve planuitwerking bij het bouwrijp maken.

Achtergrond

Om water bij ruimtelijke ontwikkeling een prominentere rol te geven, is op grond van het Besluit op de ruimtelijke ordening de watertoets verplicht gesteld. Dit komt er op neer dat bij elk ruimtelijk plan vooraf moet worden aangegeven op welke wijze rekening wordt gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishouding en dat onderlinge afstemming plaatsvindt tussen ontwikkelaar en waterbeheerders (watertoetsproces). De doorvertaling van het watertoetsproces zal in het bestemmingsplan worden opgenomen in de vorm van een waterparagraaf, waarin verantwoording wordt afgelegd over de manier waarop omgegaan is met de inbreng van de waterbeheerder.

Watertoets(proces)

De essentie van het watertoetsproces is een vroegtijdig contact tussen zogeheten initiatiefnemers en waterbeheerders. Het doel van de watertoets is waarborgen dat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen bij alle relevante ruimtelijke plannen en besluiten van Rijk, provincies en gemeenten. De toets is verplicht voor ruimtelijke plannen waarin 'waterbelangen' spelen. In een waterparagraaf wordt door de initiatiefnemer uitgelegd hoe wordt omgegaan met de waterhuishouding binnen het plan (Bij grotere plannen wordt het opstellen van de waterparagraaf veelal voorafgegaan door een vooroverleg met waterschap, gemeente en/of Rijkswaterstaat). Het waterschap kijkt vervolgens of in het plan voldoende rekening is gehouden met de waterhuishouding ter plaatse (beoordeling waterparagraaf) en geeft een wateradvies. Het resultaat van het watertoetsproces is een tussen de initiatiefnemer en waterbeheerder afgestemde waterparagraaf in het ruimtelijk plan.

Afhankelijk van de omvang van het plan alsmede relevante wateraspecten / -belangen komt het watertoetsproces in aanmerking voor de korte procedure dan wel normale procedure.

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



Doel

Om goed onderbouwde en weloverwogen keuzes te kunnen maken bij het ontwerp van het plangebied is het raadzaam om inzicht te hebben in de grondwaterhuishouding (grondwaterstanden, fluctuaties en stromingsrichting) en bodemopbouw ter plaatse. De resultaten van het onderzoek kunnen gebruikt worden als input voor de in een latere fase op te stellen waterparagraaf. Tevens wordt de digitale watertoets reeds ingevuld, om te bepalen welke procedure doorlopen moet worden dan wel een wateradvies te verkrijgen.

2 Locatiegegevens en onderzoeksopzet

2.1 Locatiegegevens

Het plangebied is gelegen in Zelhem tussen de Hummeloseweg, Rondweg N315, Toonkweg en de Orchideestraat. De oppervlakte van het plangebied bedraagt circa 64.835 m². De onderzoekslocatie is momenteel in gebruik als agrarische grond. De opstallen bestaan uit een voormalig bedrijfspand, voormalige gemeentewerf en een woonhuis. Ten zuiden van het gebied zijn woningen en bedrijfspanden gelegen. In de overige richtingen wordt het gebied door wegen en weilanden begrensd.

Tabel 1.1: Overzicht topografische gegevens

Topografische gegevens	
Locatie	Nabij Toonkweg, Orchideestraat te Zelhem
Gemeente	Bronckhorst
Waterschap	Rijn en IJssel
Huidig gebruik	Agrarisch, bedrijfsterrein, woning
Oppervlakte onderzoekslocatie	64.835 m ²
Maaiveldhoogte ¹	15,6 – 17,0 m + NAP
Toekomstig gebruik	Woningen

¹ Gemiddelde maaiveldhoogte op basis van AHN.nl, oplopend van zuid naar noord;

2.2 Gewenste herinrichting

Het plangebied zal worden ontwikkeld tot woonwijk, inclusief de benodigde infra- en groenstructuur (zie figuur 2.1). In totaal zullen ca. 130 nieuwe woningen worden gebouwd.

In de nieuwe situatie zijn twee toegangswegen voorzien: vanaf de Hummeloseweg in het zuiden en vanaf het Loo in het noordoosten van het plangebied. In het plangebied zijn meerdere woonblokken voorzien waarbij ook ruimte is voor groenstroken. In het westen komen twee waterlichamen. Daarnaast zijn er meerdere wadi's in de groenstroken voorzien.



Figuur 2.1: Onderzoekslocatie huidige en nieuwe situatie (respectievelijk links en rechts).

Gebaseerd op de tekening aangeleverd door de opdrachtgever zal het verhard oppervlakte in de toekomst toenemen. Dit bestaat uit circa 13.020 m² voor de toekomstige rijbaan, trottoirs en parkeerplaatsen (verhardingen). Daarnaast zal de bebouwing zorgen voor een toename van het verhard oppervlak met circa 15.320 m². Dit is inclusief inritten en een parkeerplaats op particulier terrein. In onderstaande tabel is de toekomstige verharding weergegeven.



Tabel 2.1: Oppervlaktes en kavelindeling (m²)

Situatie	Kavels	Globale oppervlakte	Oppervlak bebouwd	Oppervlak verharding
Voormalig	--	64.835	11.000	
Toekomstig		64.835	15.320	
	Kavels ¹			3.222
	Parkeerplaatsen			9.231
	Gesloten verharding			567
	Halfverharding ²			
Totaal onverhard			36.495 (56%)	
Totaal verhard			28.340 (44%)	

- 1) Kavels zijn als 70% verhard meegerekend, waarbij woonoppervlak, tuinen en opritten zijn inbegrepen.
- 2) Halfverharding is als 70% verhard meegerekend.

2.3 Onderzoeksopzet

2.3.1 Geohydrologisch onderzoek

Eerst is een bureaustudie uitgevoerd waarbij op basis van alle beschikbare openbare data (o.a. DINO-loket, Klimateffect atlas, Actueel Hoogtebestand Nederland) de lokale bodemopbouw en geohydrologie wordt beschreven.

Omdat deze gegevens vaak van regionale aard zijn dienen deze te worden doorvertaald naar de lokale situatie. Hiervoor zijn aan verschillende openbare bronnen gegevens ontleend omtrent de geohydrologie en waterhuishouding. De verzamelde gegevens zijn afkomstig van;

- het Actueel Hoogtebestand van Nederland 4 (AHN 4);
- kadastrale kaarten van het Kadaster;
- de database DINO-loket van TNO;
- openbare datasets beschikbaar via het Nationaal Georegister;
- de klimateffectenatlas;
- informatie van de opdrachtgever:
 - Verkennend bodemonderzoek, Buro Ontwerp & Omgeving, projectnummer 3684.01, d.d. 18 mei 2022;
 - Schetsontwerp Het Loo, Zelhem, d.d. 22-09-2023.

Veld- en laboratoriumonderzoek

Om inzicht te krijgen in de doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone van de bodem zijn doorlatendheidsmetingen uitgevoerd. De k-waarde is van belang voor het bepalen van de infiltratiemogelijkheden op de locatie. In lijn met de leidraad riolering Module C2510 (Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage), met een GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand < 1,5 m-mv), zijn zeven doorlatendheidsmetingen (falling head testen) uitgevoerd van circa 0,5 tot 1,0 m-mv.

Op basis van de bij de boringen vrijkomende grond is een gedetailleerde boorbeschrijving gemaakt (boorprofielen). Dit geeft inzicht in de bodemopbouw (samenstelling en doorlatendheid).

De ligging van de boorpunten is weergegeven op de situatietekeningen in bijlage 1. Voor gedetailleerde boorbeschrijvingen wordt verwezen naar bijlage 2.

Kwaliteitsborging

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd onder certificaat conform de richtlijnen en kwaliteitseisen zoals genoemd in de Beoordelingsrichtlijn veldwerk voor milieuhygiënisch bodem en waterbodemonderzoek van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging



Bodembeheer, nummer 2000 "Veldwerk bij milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek" (kortweg: BRL SIKB 2000) en vigerend protocol 2001 (Plaatsen van handboringen en peilbuizen, maken van boorbeschrijvingen, nemen van grondmonsters en waterpassen).

Hergebruik zand

Van het zand is de civieltechnische herbruikbaarheid bepaald op basis van de standaard RAW 2020. De resultaten zijn getoetst aan de eisen volgens de standaard RAW bepaling 2020 (22.06.01 "Zand in aanvulling of ophoging", 22.06.02 "Draineerzand", 22.06.03 "Zand in zandbed").

2.3.2 Digitale watertoets

In dit kader van de (verplichte) watertoets is het van belang om in de planvormingsfase na te denken over de waterhuishoudkundige aspecten op de locatie. Een eerste stap hierin is het doorlopen van de digitale watertoets. Met behulp hiervan kan worden bepaald welke wateraspecten er spelen en welke procedure op basis hiervan moet worden doorlopen.

Ten behoeve van een goede ruimtelijke onderbouwing van de ontwikkeling dient in de toelichting van het bestemmingsplan een waterparagraaf te worden opgenomen. Hierin wordt een beschrijving gemaakt van onder andere de geohydrologische uitgangspunten, de beleidsmatige uitgangspunten van gemeente en waterschap, de benodigde bergingsopgave, infiltratiemogelijkheden en de toekomstige invulling van de waterhuishouding (op hoofdlijnen).

3 Beleid

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

3.1 Waterschap

Het waterschap heeft een aantal normen en uitgangspunten opgenomen in het 'Waterbeheerplan 2022-2027, Waterschap Rijn en IJssel'. Daarin is onder meer het volgende opgenomen. "Belangrijkste speerpunt is de opgave om ons gebied veerkrachtiger te maken tegen klimaatverandering. Hiervoor werken we toe naar een andere balans van vasthouden-bergen-afvoeren (voorraadbeheer), rekening houdend met de meest recente inzichten over de snelheid van klimaatverandering. Wij investeren gebiedsbreed in een toename van de veerkracht, anticiperend op de nieuwe inzichten over de snelheid van klimaatverandering richting 2050".

In de stroomgebieden wil men werken aan een betere balans tussen vasthouden, bergen, afvoeren en accepteren van water. Daarnaast wil het waterschap een schoon en gezond watersysteem met watervoerende en stromende beken en wil men veilig zijn tegen overstromingen uit de grote rivieren. Met partners in het landelijke gebied werken ze daartoe samen aan een gezonde bodem, een betere vochthuishouding en een optimale benutting van voedingsstoffen. In samenwerkingen (zoals Vruchtbare Kringloop Achterhoek, Agrarisch Waterbeheer) en gebiedsprojecten ontwikkelen en delen ze kennis en passen die toe. In stedelijk water stimuleert men afkoppelen, het verminderen van overstorten en meer waterberging. Hierdoor wordt meer water lokaal vastgehouden en dit vermindert de belasting op de waterketen en verbetert de waterkwaliteit.

In de waterketen wordt gestreefd naar afkoppelen in de kernen en de optimalisatie van de zuiveringen, dit vermindert de belasting op het oppervlaktewater. Door de waterverdeling slim aan te passen, verbetert de benutting van het beschikbare water. De inrichting van het watersysteem stemt men zoveel mogelijk af op de landschappelijke context, oftewel de samenhang tussen ondergrond, bodem en het verloop van het maaiveld.

Balans tussen nat en droog

De basisgedachte voor de toekomst is dat men de grondwatervoorraad niet verder wil uitputten. Vraag en aanbod moeten meerjarig in balans zijn. Daarom denkt het waterschap vanuit het principe van nul op de balans. Men bekijkt dit op gebieds- en gebruikersniveau:

- We benutten het neerslagoverschot optimaal door water vast te houden op de plek waar het valt, te infiltreren en alleen af te voeren als dit nodig is. Dit geldt zowel voor het watersysteem als de keten. We denken daarbij circulair. Dit betekent dat we bij alle waterstromen kijken of het water in plaats van afvoeren nog in het gebied ingezet kan worden.
- Het verschil tussen watervraag en wateraanbod (nu gesteld als een opgave van 100 mm) zal variëren over het gebied. We delen het gebied daarbij op in 2 typen gebieden:
 - Gebieden waar de opgave kleiner is, er geen conflicten tussen belangen aanwezig zijn en er alleen een wateropgave aanwezig is. In deze gebieden zetten we in op optimalisatie van het watersysteem.
 - Gebieden waar conflicterende belangen aanwezig zijn en er meerdere opgaven aanwezig zijn die de ruimtelijke ordening raken. Hier vergt de ontwikkeling van klimaatbestendige inrichting en robuuste watersystemen, met als basis de natuurlijke kenmerken van het watersysteem, een integrale gebiedsgerichte benadering. We organiseren dat het gebied, de functies en het gebruik weerbaarder worden tegen de klimaatextremen door

vraagstukken rond klimaat met ontwikkelingen als de stikstofaankpak, de landbouwtransitie en de energietransitie in samenhang te bekijken.

3.2 Gemeentelijk beleid

De gemeente wil de riolering en de (her)inrichting klimaatadaptief maken. Bij iedere (her)inrichting van de buitenruimte worden de risico's op schade bepaald. Hierbij wordt verder gekeken dan alleen de plangrenzen. De gemeente ziet de klimaatopgave echter als een gezamenlijke opgave. Daarmee is het ook noodzakelijk dat particulieren en bedrijven hierin hun eigen verantwoordelijkheid nemen. Bronckhorst wil uiterlijk in 2050 klimaatbestendig zijn. De speerpunten in de planperiode 2023 t/m 2027 zijn afkoppelen en klimaatadaptatie.

Hemelwater (HWA)

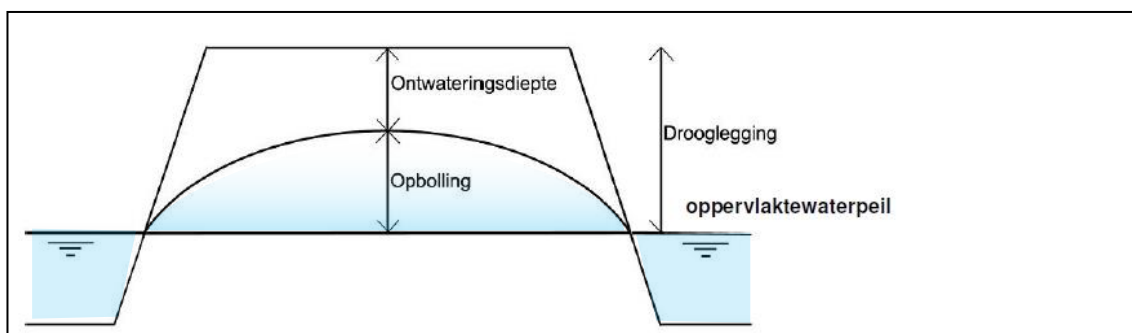
De planontwikkeling heeft na realisatie een toegenomen hoeveelheid verhard oppervlak (28.340 m² in totaal) tot gevolg. Compenserende maatregelen zijn derhalve noodzakelijk.

Om te voldoen aan het voorkeursbeleid van de waterbeheerders, wordt hemelwater van verharding en bebouwing bij voorkeur bovengronds afgevoerd naar een infiltratievoorziening. Indien bovengrondse afvoer niet mogelijk of wenselijk is, dienen regenpijpen boven het maaiveld te worden voorzien van een bladvanger welke tevens kan dienen als noodoverloop. Op basis van de Hemelwaterverordening en contact met gemeente Bronckhorst en waterschap Rijn en IJssel kan worden uitgegaan van een minimale berging van 80 mm (uitbreidingslocatie).

Vanuit de berging infiltreert het regenwater in de bodem of wordt vertraagd naar oppervlaktewater afgevoerd. Alleen bij zeer hevige regenval raakt de berging vol en mogen piekafvoeren naar de riolering of openbare weg worden afgevoerd. In heel Bronckhorst moet dit bovengronds gebeuren. Als de openbare regenwatervoorzieningen bovengronds zijn (zoals goten), dan moet ook de overloop bovengronds zijn (afvoer over maaiveld).

Ontwateringsdiepte

In figuur 3.1 zijn de definities van ontwateringsdiepte en drooglegging weergegeven.



Figuur 3.1: Definities ontwateringsdiepte en drooglegging

De ontwateringsdiepte is het verschil tussen maaiveldhoogte² en grondwaterstand. Het uitgangspunt voor het stedelijk gebied is dat voldoende ontwateringsdiepte wordt gerealiseerd voor de gewenste functie. In tabel 3.1 zijn de ontwateringsdiepten weergegeven (de beoogde ontwateringsdiepte is geen vaste te garanderen grondwaterstand omdat de grondwaterstand een sterk dynamisch karakter heeft).

² De maaiveldhoogte zelf heeft vrijwel geen directe invloed op de grondwaterstand (afhankelijk van een bepaalde drooglegging werkt de maaiveldhoogte, via het oppervlaktewaterpeil, wel door in de grondwaterstand). De maaiveldhoogte is wel van belang voor de ontwateringsdiepte.



Tabel 3.1: Gewenste ontwateringsdiepte per gebruiksfunctie

Gebruiksfunctie	Gewenste ontwateringsdiepte (m)*
Woningen/gebouwen met kruipruimte	1,0 m t.o.v. vloerpeil
Woningen/gebouwen zonder kruipruimte	0,5 m t.o.v. vloerpeil
Wegen	0,7 m t.o.v. maaiveld
Openbaar groen	0,5 m t.o.v. maaiveld

*Op basis van ervaring uit het verleden

Bouwperiode

Bij de aanleg en het onderhoud van het gebouw en bestrating mag geen gebruik gemaakt worden van uitloogbare bouwmaterialen, chemische bestrijdingsmiddelen en dient het gebruik van strooizout te worden beperkt. Indien er toch uitloegende materialen worden toegepast, dient het desbetreffende materiaal jaarlijks gecoat te worden om diffuse verontreinigingen te voorkomen.

Inrichting

De straatpeilen dienen bij de straatpeilen in de omgeving van het plangebied aan te sluiten. Rondom de bouwkavels is voldoende ruimte om hoogteverschillen met de omgeving op te vangen. Het vloerpeil van de bebouwing dient normaal 0,2 m boven de kruin van de weg gelegen te zijn, echter is dit eveneens afhankelijk van de inrichting van het straattracé (drempels, type wegprofiel, afstand tot straat etc).

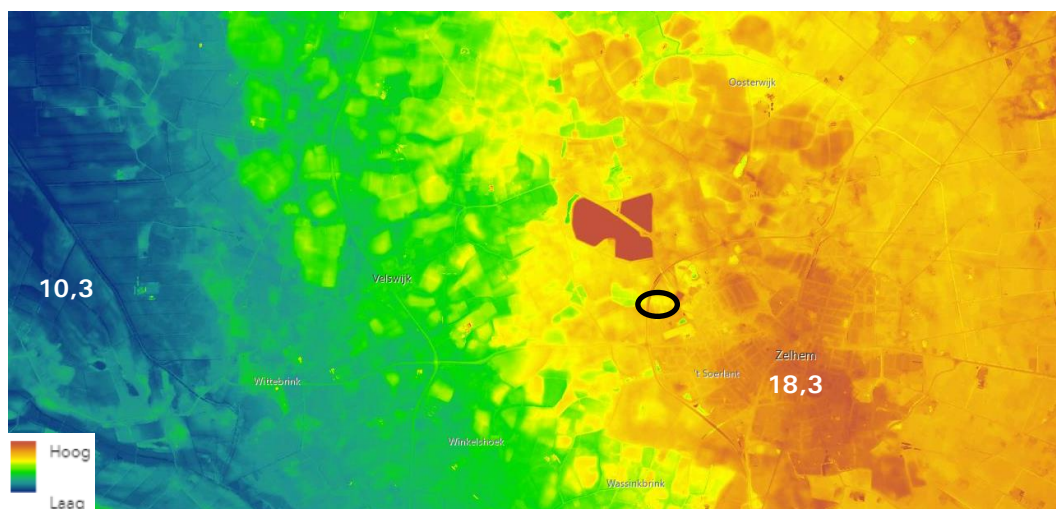
In hoofdstuk 6.1 zal verder worden ingegaan op de vloerhoogten. Deze vloerpeilen zijn gebaseerd op de minimale drooglegging en benodigde straatpeilen.

4 Geohydrologisch onderzoek

4.1 Maaiveldhoogte

Regionaal

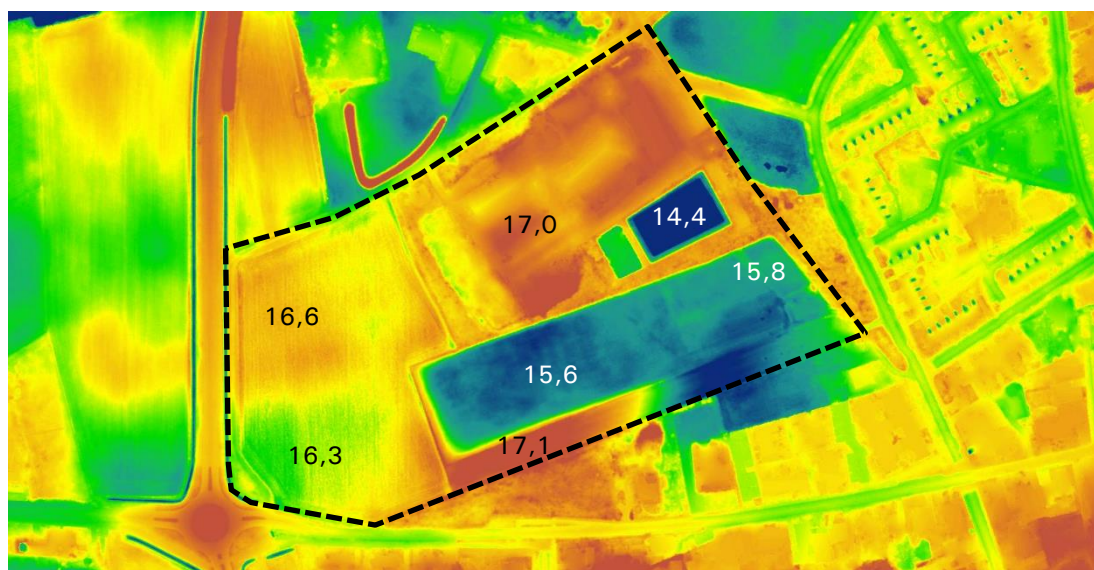
Het plangebied ligt in het noordwesten van Zelhem. In de regio van het plangebied verloopt het maaiveld van een maximumhoogte van circa 18,3 m +NAP in het centrum van Zelhem tot een minimumhoogte ten westen van het onderzoeksgebied rond 12,3 m +NAP.



Figuur 4.1: Regionale maaiveldhoogte in m + NAP (plangebied omcirkeld, bron: AHN4)

Lokaal

Het plangebied is op circa 16,3 m +NAP gelegen, met een totale spreiding van 14,4 tot 17,1 m +NAP. In het zuidoosten van het plangebied zijn lager gelegen percelen aanwezig welke in de huidige situatie weilanden zijn. Uit historische gegevens blijkt dat op dit oostelijk deel in het (verre) verleden afgraving plaatsgevonden.



Figuur 4.2: Globale maaiveldhoogte in m + NAP onderzoekslocatie (bron: AHN4 en GPS)

4.2 Geologie

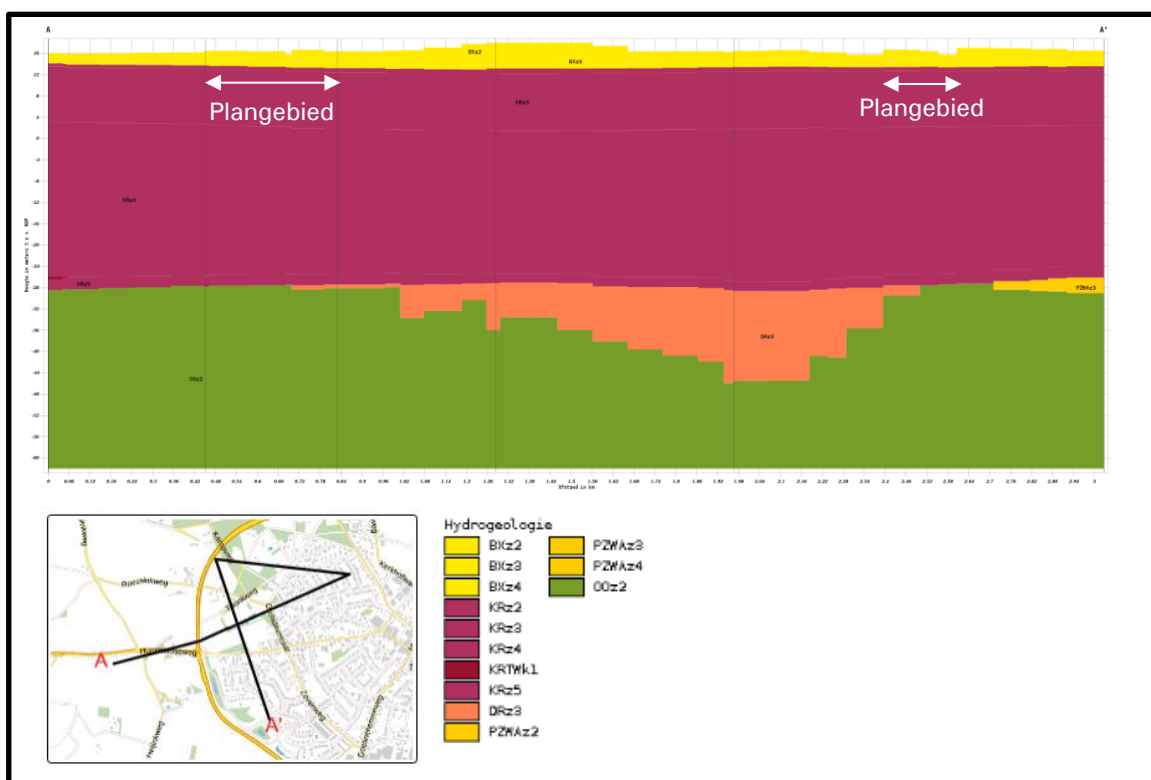
Het plangebied ligt in het dal van de Oude IJssel, op de Halserug. De ondergrond van dit gebied wordt vooral gevormd door de fluviatiele afzettingen van de Formatie van Kreftenheye die zijn bedekt met eolische zanden van de Formatie van Boxtel, laagpakket van Delwijnen (Berendsen, 2005).

Vanaf het Laat-Weichselien en in het Holoceen stroomde het lokale beekstelsel van de Oude IJssel door het Oude IJsseldal. Deze beek volgde de oude loop van de Rijn om het Montferland heen, om bij Arnhem in de Rijn uit te monden.

4.3 Bodemopbouw

Regionale bodemopbouw

De opeenvolging van slecht doorlatende lagen en goed doorlatende watervoerende pakketten bepaalt de grondwaterstroming in een gebied. De opeenvolging wordt de geohydrologische opbouw genoemd. In figuur 4.3 is de geohydrologische opbouw weergegeven (gebaseerd op het geohydrologische model van de DINOloket, REGIS v2.2.1).



Figuur 4.3: Regionale bodemopbouw (REGIS V2.2, DINOloket)

Ter plaatse van het plangebied bestaat de bovenste drie meter van de ondergrond uit fijn tot midden zand (Formatie van Boxtel). Hieronder bevinden zich de zandige Formatie van Kreftenheye tot een diepte van 44 meter onder het maaiveld en de formatie van Oosterhout vanaf 44 meter.

Tabel 4.1: Regionale bodemopbouw (REGRIS V2.2, DINOloket)

Diepte (m-mv)	Formatie	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	k-waarde (m/dag)
0 – 3	Boxtel	Midden en fijn zand, met weinig zandige klei en grof zand en een spoor klei, veen en grind	Deklaag	5,0 – 10
4 – 44	Kreftenheye	Midden en grof zand, met weinig zandige klei, fijn zand en grind en een spoor klei en veen	Eerste watervoerend pakket	50 - 100
> 44	Oosterhout	Midden en fijn zand en schelpen, met weinig kleiig zand en grof zand en een spoor klei, glauconietzand, grind en kalksteen	Eerste watervoerend pakket	2,5 – 5,0

Lokale bodemopbouw

In het kader van de herontwikkeling heeft Geofoxx in maart 2023 een geohydrologisch onderzoek op de locatie uitgevoerd. De boorprofielen zijn opgenomen in bijlage 2.

Uit de profielbeschrijvingen van de grondboringen volgt dat de bodemopbouw ter plaatse van de geplande vijvers vanaf circa 2 m-mv tot 3,5 m-mv uit sterk siltige zandlagen bestaat (tabel 4.2). Deze zandlagen vormen geen eenduidige afsluitende / storende laag, echter is de doorlatendheid van deze lagen gering. Vanaf 3,5 m-mv bestaat de ondergrond weer uit 'zwak siltig' zand.

Over het gehele terrein is een laag van circa 0,5 tot 0,7 m dik zand aanwezig, welke gevormd is door de landbouwactiviteiten de afgelopen jaren. Enkel aan de randen van de voormalige gemeentewerf ontbreekt de bouwvoor en bestaat de bodem vanaf maaiveld uit zand.

Tabel 4.2: Lokale bodemopbouw

Diepte (m-mv)	Bodemsamenstelling	Opmerking
0,0 – 0,7	Matig fijn zand, matig siltig, matig humeus	Roestsporen vanaf 0,6 m-mv
0,7 – 1,6	Matig fijn zand, matig siltig	
1,6 – 3,5	Matig fijn zand, sterk siltig	
0,7 – 5,5	Matig fijn zand, zwak siltig	

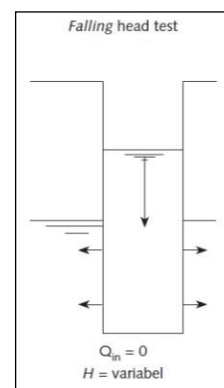
Er zijn roestverschijnselen aangetroffen van 0,6 tot circa 3,4 m-mv. Bij het verrichten van de veldwerkzaamheden door Geofoxx is het grondwater aangetroffen op circa 1,5 m-mv.

4.4 Doorlatendheid

Onverzadigde zone:

Om een indruk te krijgen van de doorlatendheid (k-waarde) van de onverzadigde zone is in zeven boringen een doorlatendheidsproef uitgevoerd. De proeven zijn verricht verspreid over het terrein op verschillende dieptes in de aanwezige zandlaag. De doorlatendheid van de onverzadigde bodemlagen is bepaald met behulp van de Falling head-methode, ook wel omgekeerde Hooghoudmethode genoemd. Bij de Falling head-methode wordt de grondwaterspiegel eenmalig verhoogd waarna de daling van de grondwaterspiegel wordt gemeten (Figuur 4.3). De metingen worden uitgevoerd om een indicatie te verkrijgen van de mogelijkheden voor de infiltratie van hemelwater in de bodem.

De doorlatendheidsproeven zijn uitgevoerd in de onverzadigde zone (boven de grondwaterstand) in de zandlagen (zie bijlage 1 voor de locaties).



Figuur 4.4:
Falling-Head



Tabel 4.3: Gemeten doorlatendheid onverzadigde zone (m/dag)

Boorpunt	Filtertraject (m-mv)	Samenstelling bodem	K-waarde (m/dag)
1	0,5 – 1,0	Zand matig fijn matig siltig	11,9
2	0,5 – 1,0	Zand uiterst fijn matig siltig	15,5
3	0,5 – 1,0	Zand matig fijn matig siltig (opgebracht?)	0,2
4	0,5 – 1,0	Zand matig fijn matig siltig (opgebracht?)	0,3
5	0,55 – 1,05	Zand matig fijn matig siltig	7,4
6	0,6 – 1,1	Zand matig fijn matig siltig	9,9
7	0,5 – 1,0	Zand matig fijn matig siltig	6,4
Gemiddelde doorlatendheid			5 – 10 m/dag

Uit de infiltratietesten blijkt dat de bovengrond tot 1,5 m-mv een goede gemiddelde doorlatendheid van 7 m/dag heeft. De doorlatendheid varieert van 0,2 tot 15,5 m/dag. Mogelijk is de matig slechte doorlatendheid ter plaatse van boring 3 en 4 gerelateerd aan opgebrachte grond.

4.5 Civieltechnisch hergebruiksonderzoek

Van het zand is de civieltechnische herbruikbaarheid bepaald op basis van de standaard RAW 2020. De resultaten zijn getoetst aan de eisen volgens de standaard RAW bepaling 2020 (22.06.01 "Zand in aanvulling of ophoging", 22.06.02 "Draineerzand", 22.06.03 "Zand in zandbed").

Tabel 4.4: Zintuiglijk waargenomen afwijkingen

Boring	Diepte boring (m -mv)	Traject (m -mv)	Grondsoort	Waargenomen bijzonderheden
01	1,00	0,00 - 1,00	Zand	Matig baksteenhoudend, zwak roesthoudend
07	1,00	0,65 - 1,00	Zand	zwak roesthoudend
08	5,50	1,10 - 3,40	Zand	zwak roesthoudend
09	5,20	0,75 - 3,00	Zand	zwak roesthoudend
10	5,00	1,50 - 2,90	Zand	zwak roesthoudend

Tabel 4.5: Monsterselectie en analyses grondmonsters

Analyse-monster	Traject (m -mv)	Deelmonsters	Samenstelling	RAW toepasbaarheid	K-waarde (m/dag)
MM1	0,00 - 1,00	03 (0,00 - 1,00)	Zandlagen boskamer (zuidzijde gemeentewerf). Vermoedelijk opgehoogd	zand in aanvulling / ophoging	1,0
		04 (0,00 - 1,00)			
MM2	0,55 - 1,60	01 (0,60 - 1,00)	Zandlagen onder de bouwvoor, aanwezig in gehele plangebied tot circa 1,5 m-mv.	Zand in zandbed	3,3
		02 (0,60 - 1,00)			
		05 (0,55 - 1,00)			
		06 (0,65 - 1,00)			
		07 (0,65 - 1,00)			
		08 (1,10 - 1,60)			
		09 (1,10 - 1,60)			
		10 (0,80 - 1,50)			
MM3	1,80 - 3,00	08 (2,50 - 3,00)	Siltige / uiterst fijne zandlagen. Aanwezig in de diepere ondergrond	zand in aanvulling / ophoging	1,8
		09 (2,40 - 2,85)			
		10 (1,80 - 2,90)			

Een overzicht van de civieltechnische hergebruiksmogelijkheden van de verschillende zandlagen is opgenomen in tabel 4.9 en in bijlage 4. De locatie van de monsternamen is in bijlage 1 weergegeven.

Tabel 4.6: Resultaten civieltechnisch hergebruik

Monsters	Traject (m-mv)	Civieltechnisch hergebruik			
		zand in aanvulling/ ophoging	tijdelijk draineerzand	draineerzand	zand in zandbed
MM01	(0,00 - 1,00)	Ja	Nee	Nee	Nee
MM02	(0,55 - 1,60)	Ja	Nee	Nee	Ja
MM03	(1,80 - 3,00)	Ja	Nee	Nee	Nee

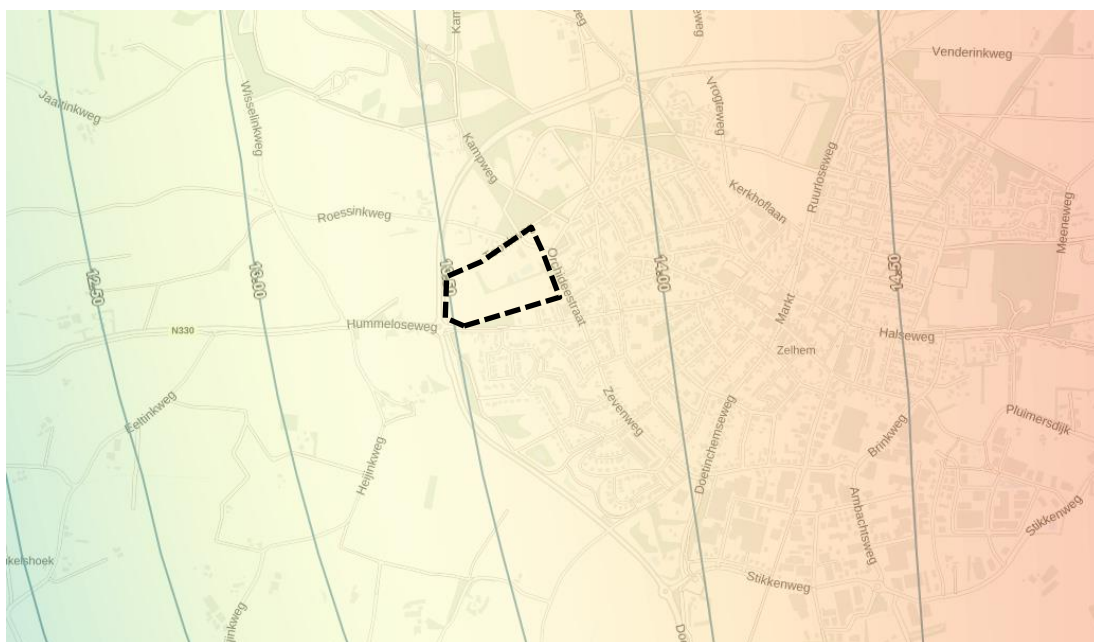
Uit de toetsing van de zeefkrommes is gebleken dat alle onderzochte grondlagen te gebruiken zijn als zand in aanvulling of ophoging en MM02 (zandlagen onder de bouwvoor) als zand in zandbed. Geen van de onderzochte grondlagen is geschikt als draineerzand.

4.6 Grondwater

Om een volledig beeld te krijgen van de heersende grondwaterstanden op het plangebied, zijn diverse bronnen geraadpleegd.

Regionale grondwaterstroming

De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is globaal westelijk gericht.



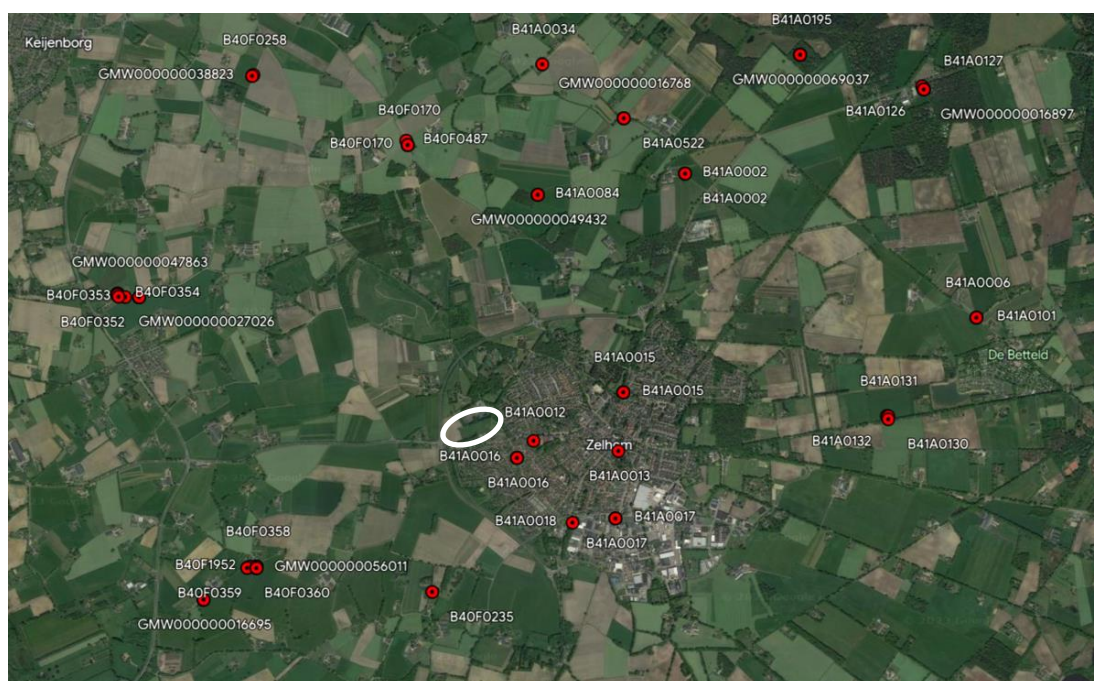
Figuur 4.5: Grondwaterstroming m NAP (Grondwatertools; isohypsen 1^e watervoerend pakket)

Grondwatertools en het DINO-loket

Bij grondwatertools en het DINO-loket van TNO zijn langdurige meetgegevens bekend van grondwaterstanden in de omgeving van het plangebied. In navolgende tabel zijn de berekende statistieken van de meetwaarden weergegeven.

Tabel 4.7: Grondwaterstanden grondwatermeetnet Grondwatertools

Meetpunt	Hoogte	Meetperiode	GHG		GG		GLG	
	Peilbuis m + NAP		m + NAP	m-mv	m + NAP	m-mv	m + NAP	m-mv
B41A0015	17,6	1992-2000	15,6	2,0	14,7	2,9	13,7	3,9
B41A0016	16,7	1990-2001	14,7	2,0	13,9	2,8	13,0	3,7
B41A0017	17,7	1992-2001	15,2	2,5	14,5	3,2	13,4	4,3
B41A0101	17,4	2011-2019	16,4	1,0	15,5	1,9	14,7	2,7
B40F0487	16,2	2011-2019	13,9	2,3	13,2	3,0	12,3	3,9
B40F0355	13,1	2011-2019	12,2	0,9	11,7	1,4	11,2	1,9
B41A0192	16,8	2011-2019	16,5	0,3	15,8	1,0	14,9	1,9
B41A0257	16,7	2009-2017	16,5	0,2	15,9	0,8	15,3	1,4



Figuur 4.6: overzicht peilbuizen grondwatertools nabij het plangebied (omcirkeld)

Op basis van de langdurige grondwaterreeksen bedraagt de gemiddelde jaarlijkse fluctuatie in het plangebied circa 1,5 m.

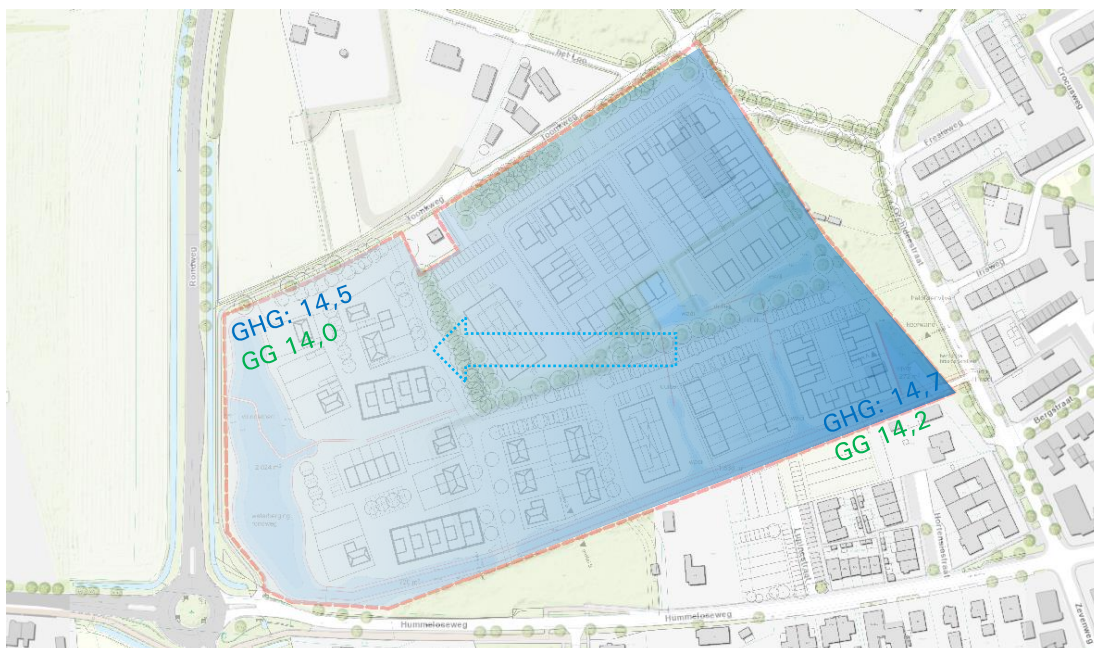
Lokale grondwatermetingen

Door Geofoxx zijn in het kader van het infiltratieonderzoek boringen op het terrein verricht. De waterstanden zijn gemeten bij uitvoering van de veldwerkzaamheden op 29 maart 2023 en aangetroffen op circa 1,5 m-mv (14,8 m + NAP). De aangetroffen grondwaterstanden liggen vermoedelijk rond de GHG situatie, wat overeenkomt met het jaargetijde waarin de hoogste grondwaterstanden gemeten zijn.

Maatgevende grondwaterstanden

Op basis van de maatgevende grondwaterstanden van grondwatertools, het verwachte stromingspatroon en de metingen op de onderzoekslocatie, zijn de volgende maatgevende grondwaterstanden bepaald en aangehouden:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 14,7 tot 14,5 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GG): 14,2 tot 14,0 m + NAP



Figuur 4.7: Grondwaterverloop (m + NAP) op het plangebied

4.7 Oppervlaktewater

Uit de legger van het waterschap Rijn en IJssel blijkt dat nabij het plangebied geen oppervlaktewateren in beheer van het waterschap zijn gelegen.

4.8 Riolering

De gemeente is verantwoordelijk voor de inzameling en afvoer van afvalwater en daarmee de aanleg, het onderhoud en het beheer van het hoofdrioolstelsel. In het plangebied ligt een bestaande riool persleiding. Deze kan en zal worden verlegd op basis van de definitieve planuitwerking bij het bouwrijp maken. Dit geldt eveneens voor de noodzakelijk uit te breiden en te vervangen vuilwaterberging.

4.9 Natuurgebieden

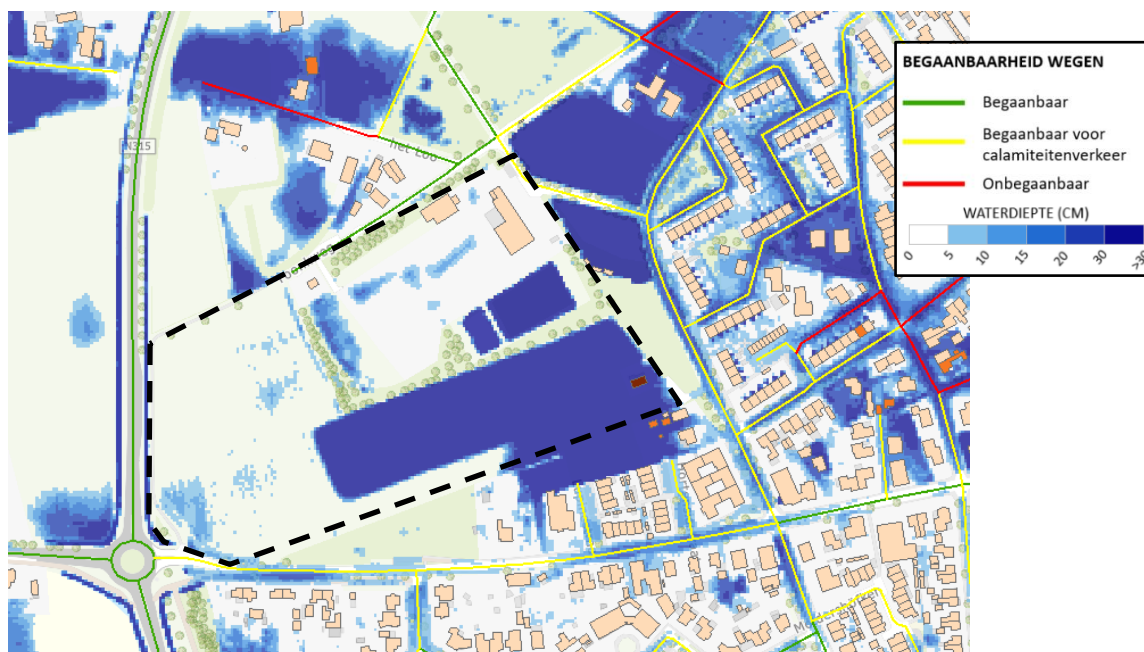
Nabij het plangebied zijn geen gebieden gelegen die tot het Natura-2000 of Natuurnetwerk Nederland behoren.

4.10 Grondwaterbeschermingsgebied

De locatie is niet gelegen in een waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied danwel een intrekgebied.

4.11 Klimaat-effect atlas

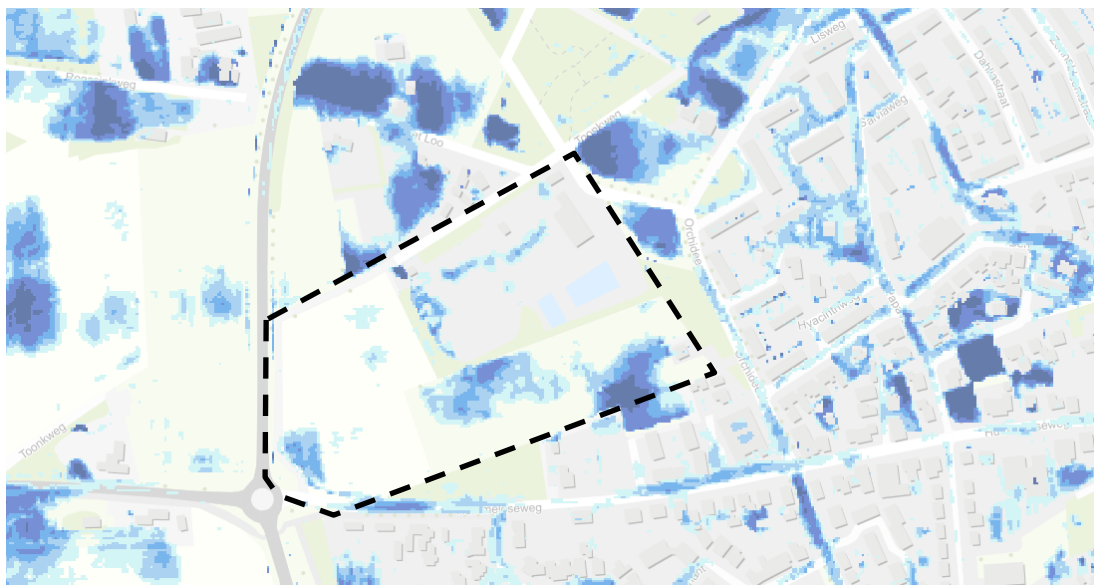
Het is bekend dat de bovenstrooms gelegen Bloemenbuurt (ten oosten van het plangebied) kampt met wateroverlast. Voor het nagaan van de waterdiepte bij extreme neerslag binnen het plangebied is de Klimaatatlas Bronckhorst geraadpleegd.



Figuur 4.8: Klimaateffect atlas, waterdiepte bij 70 mm neerslag in 1 uur op en nabij het plangebied

Op basis van de klimaateffect atlas blijkt dat bij extreme neerslag (Figuur 4.8) ter plaatse van het plangebied op de laagstgelegen percelen meer dan 30 cm water aan de oppervlakte aanwezig is. In de omgeving van het plangebied zijn verschillende locaties waarop eveneens meer dan 30 cm water aan de oppervlakte aanwezig is. De wegen rondom het plangebied zijn bij extreme regenval begaanbaar voor calamiteitenverkeer. Opgemerkt dient te worden dat ondanks het feit dat water op maaiveld aanwezig is, het plangebied geen waterbergende functie heeft ten tijde van extreme neerslag.

In figuur 4.9 is de situatie weergegeven welke ontstaat bij een bui waarbij 70 mm neerslag in 2 uur valt. Hiervoor is de landelijke klimaateffecten atlas geraadpleegd. Het beeld komt overeen met de klimaatatlas Bronckhorst.



Figuur 4.9: Klimaat-effect atlas, waterdiepte bij 70 mm neerslag in 2 uur op en nabij het plangebied (omcirkeld)

4.12 Vastgestelde geohydrologische situatie

Bodemopbouw

Ter plaatse van de geplande vijvers bestaat de bodemopbouw vanaf circa 2 m-mv tot 3,5 m-mv uit sterk siltige zandlagen. Deze zandlagen vormen geen eenduidige afsluitende / storende laag, echter is de doorlatendheid van deze lagen wel gering. Vanaf 3,5 m-mv bestaat de ondergrond weer uit zwak siltig zand.

Over het gehele terrein is een laag van circa 0,5 tot 0,7 m dik zand aanwezig, welke gevormd is door de landbouwactiviteiten de afgelopen jaren. Enkel aan de randen van de voormalige gemeentewerf ontbreekt de bouwvoor en bestaat de bodem vanaf maaiveld uit zand.

Civieltechnisch hergebruik

Alle onderzochte grondlagen zijn te gebruiken als zand in aanvulling of ophoging en MM02 (zandlagen onder de bouwvoor, zie paragraaf 4.5) als zand in zandbed. Geen van de onderzochte grondlagen is geschikt als draineerzand.

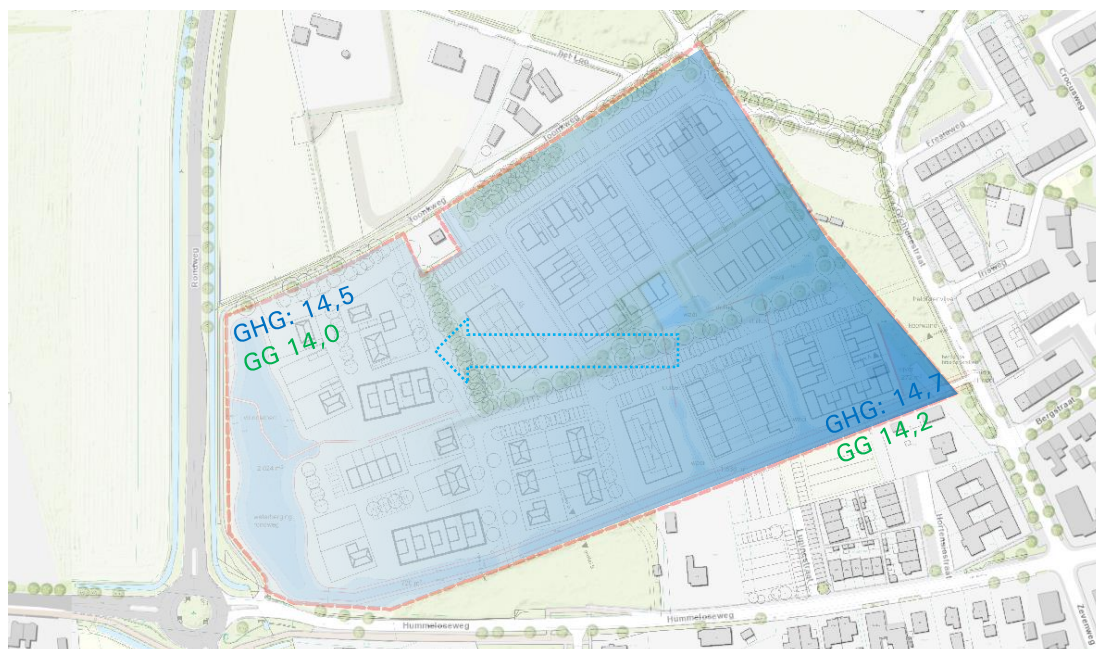
Hoogteligging

Het plangebied is op circa 16,3 m + NAP gelegen, met een totale spreiding van 14,4 tot 17,1 m + NAP. In het zuidoosten van het plangebied zijn lager gelegen percelen aanwezig welke in de huidige situatie weilanden zijn.

Grondwaterniveau

De grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket is globaal westelijk gericht. De volgende maatgevende grondwaterstanden bepaald en aangehouden:

- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG): 14,7 tot 14,5 m + NAP
- Gemiddelde grondwaterstand (GG): 14,2 tot 14,0 m + NAP



Figuur 4.10: Grondwaterstanden en verloop binnen het plangebied.



Doorlatendheid

In het plangebied is een redelijk tot goede doorlatendheid van de zandlagen aangetroffen van ongeveer 5-10 m/dag. Vermoedelijk is de ondergrond goed doorlatend en is ten zuidoosten van de bestaande bedrijfsgebouwen (boringen 3 en 4) slecht doorlatend zand opgebracht. Het terrein is vanuit dat oogpunt van nature geschikt voor infiltratie.

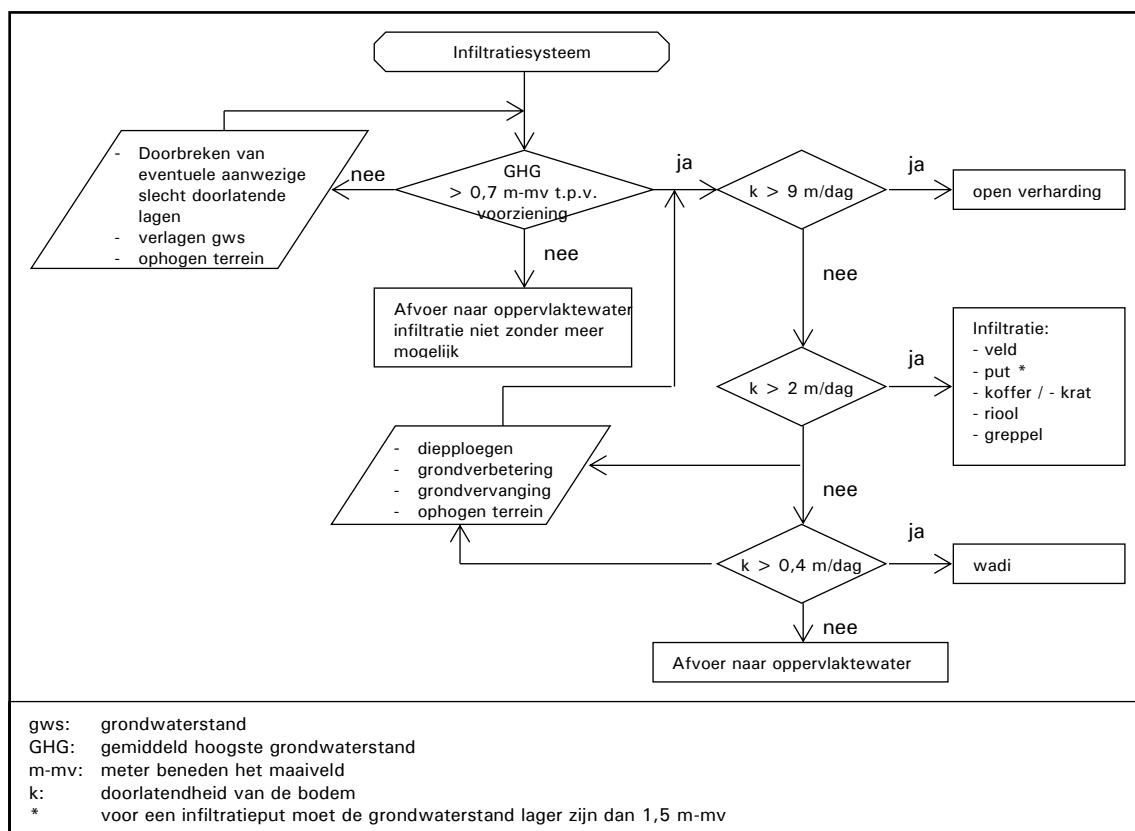
5 Toekomstige situatie waterhuishouding

5.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de mogelijkheden voor het verwerken van hemelwater binnen de plangrenzen bekeken.

5.2 Infiltratiemogelijkheden algemeen

De mogelijkheid voor het infiltreren van hemelwater in de bodem is onder ander afhankelijk van de bodemopbouw, de doorlatendheid van de bodem en de heersende grondwaterstanden. In figuur 5.1 is schematisch de afweging tussen het wel of niet infiltreren van hemelwater in de bodem en de keuze voor een bepaalde infiltratietechniek weergegeven. Het betreft een algemene beslismethodiek.



Figuur 5.1: Mogelijkheden voor infiltratie van hemelwater (bron: Hemelwater binnen perceelgrens, SBR/ISSO, publicatie 70_1, 2015).

Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)

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

- bufferen en hergebruik van het hemelwater op de locatie;
- het nemen van maatregelen ter verbetering van de geohydrologische omstandigheden;
- het ophogen van de locatie;
- het afvoeren van hemelwater naar oppervlaktewater.



Doorlatendheid (k-waarde)

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

5.3 Infiltratiepotentie en geschiktheid hemelwaterinfiltratie

Op basis van de onderzoeksresultaten kan voor de locatie worden uitgegaan van de situatie zoals opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 5.1: Infiltratiepotentie

	GHG m NAP	GG m NAP	k-waarde m/dag
Plangebied	14,6	14,1	5-10

Op basis van de GHG en de doorlatendheid is infiltratie op de locatie mogelijk. Om hemelwater te infiltreren is op basis van de aangetroffen geohydrologische situatie infiltratie middels een wadi (eventueel in combinatie met drainage), infiltratieriool of een zaksloot het meest geschikt.

Aandachtspunt bij de aanleg van infiltratievoorzieningen is de matige doorlatendheid in het oosten van het plangebied (ter plaatse van boringen 3 en 4). Geadviseerd wordt om ter plaatse bodemverbetering toe te passen waarmee de plaatselijke doorlatendheid wordt verbeterd om hangwater, en daarmee wateroverlast, te voorkomen.

Opgemerkt dient te worden dat de keuze voor het type infiltratievoorziening ook afhankelijk is van de ruimtelijke inrichting van het terrein.

5.4 Berging hemelwater

Op basis van de Hemelwaterverordening en contact met de gemeente Bronckhorst en het waterschap Rijn en IJssel kan worden uitgegaan van een minimale berging van 80 mm (uitbreidingslocatie) voor het plangebied. Daarnaast dient 10.000 m³ extra waterberging binnen het plangebied te worden gerealiseerd in verband met het verminderen en zo mogelijk oplossen van de wateroverlast van de naastgelegen wijk (Bloemenbuurt). Het systeem wordt zo ingericht dat de 10.000 m³ afkomstig van de Bloemenbuurt binnen 3 uur verwerkt kan worden binnen het plangebied (dynamische berging).

Het te bergen hemelwater zal in de openbare ruimte geborgen moeten worden en waar mogelijk ook worden geïnfiltreerd.

Tabel 5.2: Berging

	Verhard oppervlak afgerond (m ²)	Bergingseis (mm)	Berging afgerond (m ³)
Ontwikkelingslocatie Het Loo	28.340	80	2.267
Bloemenbuurt	--	--	10.000
Totaal:			12.267

5.5 Ontwerp watersysteem

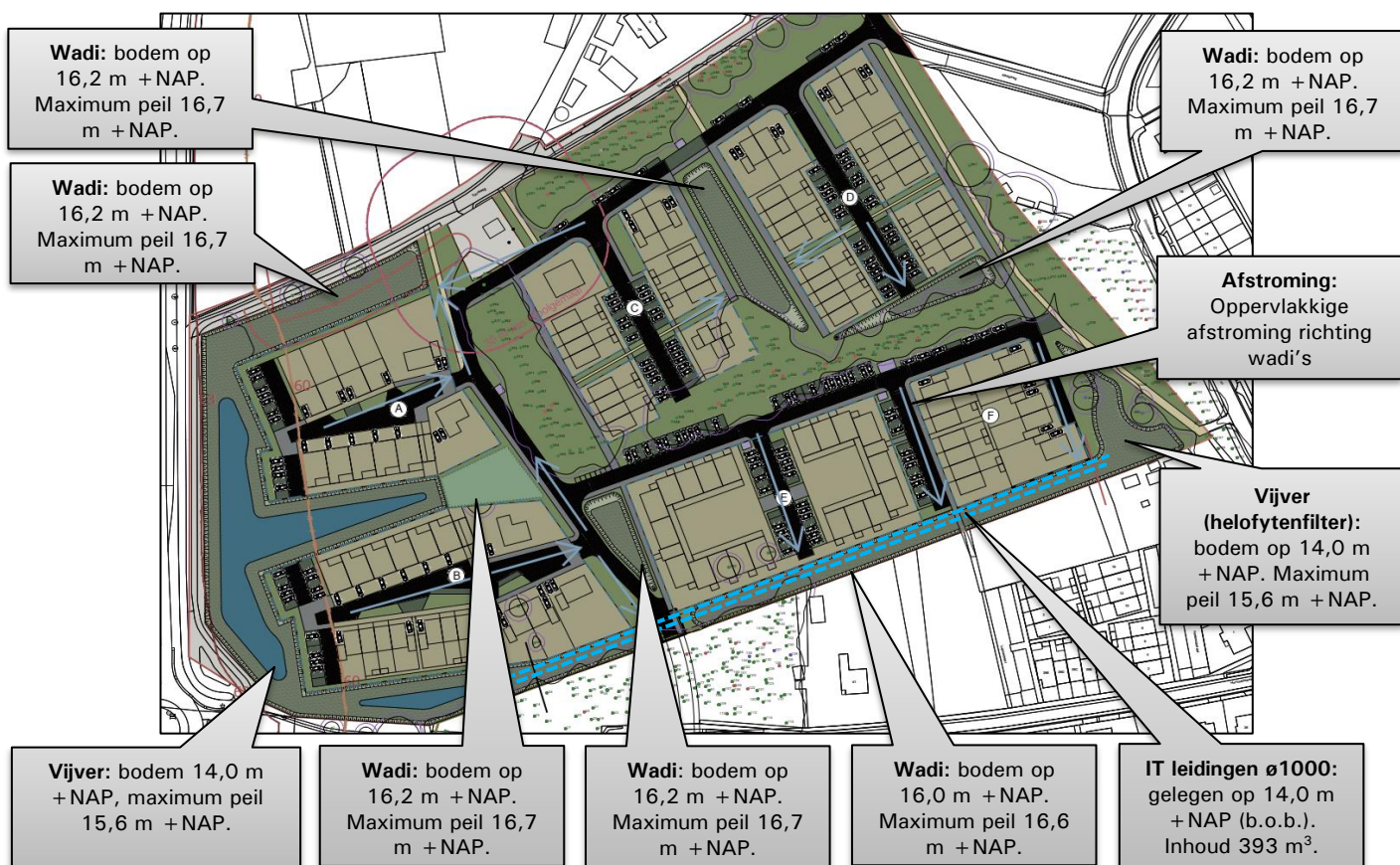
De planontwikkeling heeft een verhard oppervlak van in totaal 28.340 m² tot gevolg. Dit is een toename ten opzichte van de uitgangssituatie. Compenserende maatregelen zijn derhalve noodzakelijk.

Waterberging Het Loo

De verwerking van de waterstromen van het verhard terrein in de toekomstige inrichting van het plangebied vindt plaats door middel van diverse wadi's. De wadi's zijn in groenstroken gelegen. In het zuiden van het plangebied komt onder de wadi's het IT-riool te liggen.

Waterberging Bloemenbuurt

Het water afkomstig uit de Bloemenbuurt wordt aangeboden via een hemelwater riooluitvoer in het zuidoosten van het plangebied. Hier wordt het water opgevangen in een vijver met helofytenfilter en vertraagd afgevoerd naar de vijver in het westen van het plangebied via het IT-riool. Boven het IT-riool komt een wadi te liggen waarin hemelwater afkomstig van het plangebied kan worden geborgen en zo mogelijk geïnfiltreerd.



Figuur 5.2: Watersysteem planlocatie

Navolgend wordt per watersysteemonderdeel een korte uitwerking gegeven.

5.5.1 Verhard oppervlak en afstroming

Hemelwater dat afstroomt van de toekomstige verharding van de wijk Het Loo op het openbaar terrein kan naar de wadi's worden geleid over het verhard oppervlak. Er zal gebruik worden gemaakt van het natuurlijke afschot op locatie.

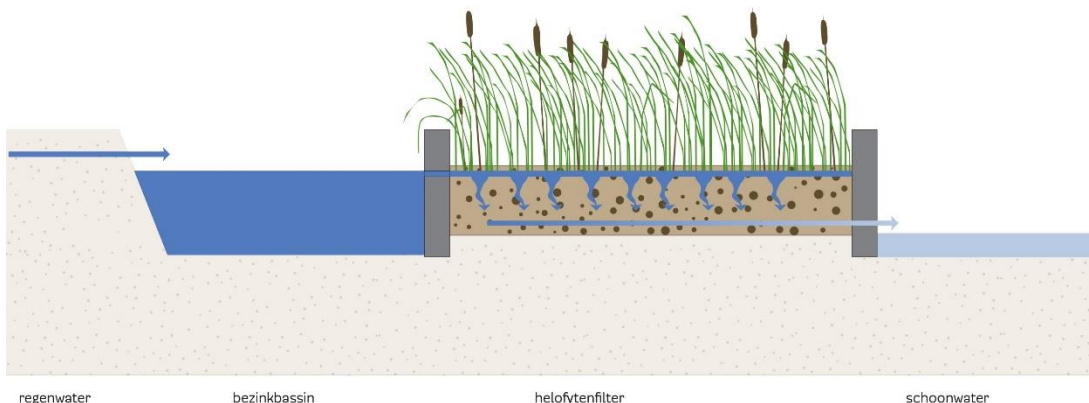
Het hemelwater vanuit de Bloemenbuurt wordt in het zuidoosten van het plangebied aangeboden in de vorm van de uitstroom uit een hemelwaterriool. In de vijver met helofytenfilter wordt het water opgevangen en vertraagd afgevoerd middels het IT-riool naar de vijvers in het westen van het plangebied.

Eventuele overstorten vanuit particulier terrein worden op de erfgrans – bovengronds - aangeboden, al dan niet middels een uitstroompuit. Aanbevolen wordt om een bladscheider aan te brengen in de regenpijp teneinde te allen tijde een afvoermogelijkheid te behouden bij verstopping.

5.5.2 Helofytenfilter en retentievijvers

Water afkomstig van het hemelwaterriool van de Bloemenbuurt wordt in een retentievijver met helofytenfilter opgevangen. Deze vijver heeft een bodemoppervlak van 500 m² en een maximaal waterpeil van 1,6 meter boven de bodem (15,6 m +NAP). In totaal kan 800 m³ water worden opgevangen in de vijver.

Het uitgangspunt van een helofytenfilter is dat oeverplanten gebruikt worden om regenwater te zuiveren tot een kwaliteit die onschadelijk is voor het milieu (zie afbeelding 5.3). Na passage door het filter kan het water uit het hemelwaterriool verder worden verwerkt binnen het plangebied.



Figuur 5.3: schematisch overzicht helofytenfilter

Water wordt vertraagd afgevoerd van de retentievijver in het oosten van het plangebied richting de vijver met open bodem in het westen van het plangebied. De groenstroken in het westen van het plangebied dragen bij aan de (dynamische) waterberging van de vijver. Het infiltrerend bodemoppervlak bedraagt 2.525 m² en is op 14,0 m +NAP gelegen. De maximale waterhoogte bedraagt 1,6 meter (14,0 – 15,6 m +NAP). De groenstroken hebben taluds van 1:2,5 (nabij bebouwing) en 1:4 (nabij rondweg). In totaal kan ongeveer 6.378 m³ water worden geborgen en zo mogelijk geïnfiltreerd in de westelijke vijver³.

De doorlatendheid van de westelijke vijvers dient voldoende hoog te zijn om het water van de Bloemenbuurt dynamisch te kunnen bergen (zie paragraaf 5.5.5). Aangeraden wordt om grondverbetering toe te passen waarbij ten minste een k-waarde van 1 m/dag in de vijverbodem en 0,1 m/dag in de taluds wordt bereikt.

³ Voor de berekening van de inhoud van de westelijke vijver is uitgegaan van twee boven elkaar gesitueerde systemen: het onderste deel bestaat uit een vijver met een bodemhoogte op 14,0 m +NAP en een maximale waterstand tot 15,2 m +NAP. Hierboven is gerekend met het 'wadisysteem boven de vijver' met taluds van 1:2,5 en 1:4 tot een maximum waterpeil van 15,6 m +NAP. Beide systemen vormen samen de vijver.



5.5.3 IT-riool

Water afkomstig uit het hemelwaterriool van de Bloemenbuurt wordt in het zuidoosten van het plangebied aangeboden. Hier wordt water in de vijver met helofytenfilter opgevangen. Middels een IT-riool (2 buizen, $\varnothing 1000$, b.o.b. 14,0 m + NAP) wordt het water vertraagd afgevoerd naar de vijver in het westen van het plangebied waar infiltratie in de bodem mogelijk is.

Het IT-riool heeft een lengte van 250 meter en wordt zo aangelegd dat de bodem van de buizen op de GHG-hoogte is gelegen (uitgaande van een GHG van 14,0 m + NAP). Uit de berekening blijkt dat in totaal 393 m³ in de twee buizen van het IT-riool kan worden geborgen.

Het gehele riool wordt horizontaal aangebracht. Aanbevolen wordt om de putten in het IT-systeem te voorzien van een zandvang om versmering van het IT rioolstelsel te voorkomen. Tevens dient rondom het IT riool een pakket drainagezand aangebracht te worden.

5.5.4 Wadi's

Bij de dimensionering van de wadi's dienen de volgende uitgangspunten van kracht te zijn:

- De wadi mag een maximale waterstand van 60 cm bevatten met een minimale wake van het waterpeil van 10 cm;
- De wadi moet in 48 uur weer leeg zijn door middel van infiltreren dan wel vertraagd afvoeren;
- Het talud mag een maximaal verhang bevatten van 1:3;
- Wadi's dienen te allen tijde voorzien te zijn van een overstort en eventueel drainage om de infiltratiecapaciteit te bevorderen.

De wadi's zijn voorzien in diverse groenstroken binnen het plangebied. In het zuiden van het plangebied is een wadi boven het IT-riool gelegen.

De wadi binnen Het Loo inclusief de wadi boven het IT-riool hebben taluds welke 1:3 of flauwer zijn en een maximale waterstand van 0,5 tot 0,6 meter boven de bodem. De wadi's in de meest zuidelijke groenstrook hebben een bodemhoogte van 16 m + NAP en een maximale waterstand van 16,6 m + NAP. De bodem van de overige wadi's komt op 16,2 m + NAP te liggen met een maximale waterstand tot 16,7 m + NAP. In totaal kan circa 2.185 m³ hemelwater in de wadi's worden geborgen.

In totaal is er 2.267 m³ berging benodigd als compensatie voor het toekomstig verhard oppervlak binnen het plangebied Het Loo. De resterende 82 m³ zal in de overige groenstroken (in het westen van het plangebied) worden geborgen.

Aangeraden wordt om een overstort aan te leggen zodat hemelwater af kan worden gevoerd bij extreme regenval. Hiermee wordt overlast door water voorkomen. Aangeraden wordt de overstort ter hoogte van de maximale waterpeilen aan te leggen (16,6 – 16,7 m + NAP). De precieze uitvoering van de overstort kan in een later stadium van het ontwerp worden uitgewerkt.

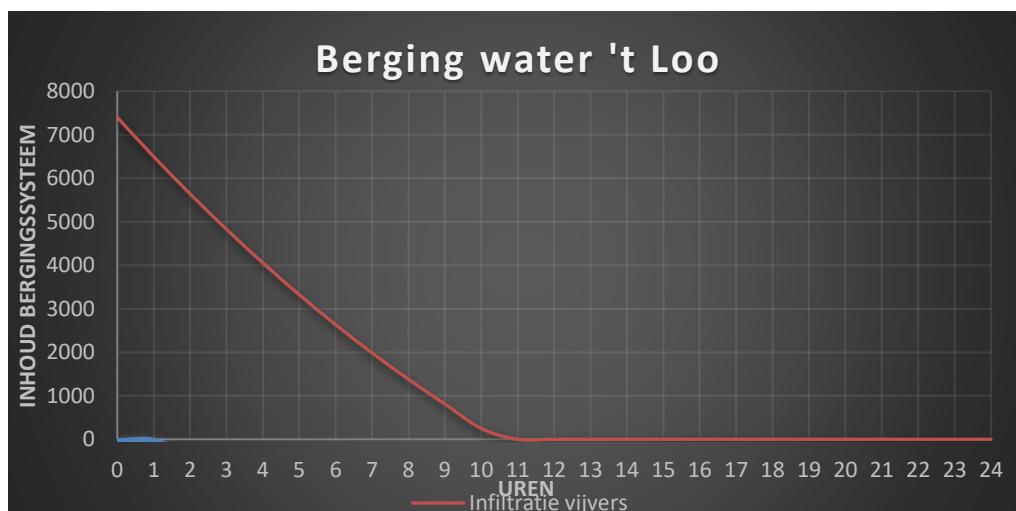
5.5.5 Overzicht waterbalans Bloemenbuurt

In totaal kan circa 7.489 m³ extra waterberging afkomstig van de Bloemenbuurt direct binnen het plangebied Het Loo worden gerealiseerd in de beide vijvers en het IT-riool. Echter, wateraanvoer vanuit de Bloemenbuurt zal niet in één keer binnen het plangebied aanwezig zijn maar zal gedurende enkele uren worden aangeboden. In overleg met de gemeente moet binnen het plangebied 10.000 m³ water kunnen worden geborgen binnen 3 uur.

Om te bepalen of de extra waterberging dynamisch in het plangebied geborgen kan worden, is een capaciteitsberekening uitgevoerd (figuur 5.5). Als uitgangspunt is gerekend met een inloop van 0,23 m³/seconde vanuit de Bloemenbuurt en de in figuur 5.4 weergegeven dimensies van de verschillende watersystemen.⁴

Watersysteem (vijvers, IT leiding, Wadi, Helofytenfilter)			
Wadisysteem boven de vijver:			
Oppervlakte bodem:	5000	m ²	
totaal berging (15,2 - 15,6 m NAP)	2000	m ³	
Helofytenfilter:			
Oppervlakte bodem helofytenfilter	500	m ²	
Effectieve waterhoogte (15,2 - 15,6 m NAP)	1,6	m	
	800	m ³	
Vijvers langs rondweg:			
Oppervlakte lager gelegen deel vijver	2025	m ²	
Effectieve waterhoogte	1,2	m	
Water in vijvers ex taluds	2430	m ³	
infiltrerent oppervlak bodems beide vijvers	2525	m ²	
Lengte talud 1:2,5	210	m	882 m ³
Lengte talud 1:4	370	m	1065,6 m ³
totaal inhoud vijver:	4378	m ³	
IT Riol			
Lente strengen	250	m	
Diameter	1000	mm	
Aantal strengen parallel	2	st	
inhoud riool	392,5	m ³	

Figuur 5.4: dimensies van de voorzieningen t.b.v. de waterberging van de Bloemenbuurt



Figuur 5.5: capaciteitsberekening voor de dynamische waterberging binnen het plangebied van water aangevoerd vanuit de Bloemenbuurt

Uit de capaciteitsberekening volgt dat de dynamische berging van 10.000 m³ binnen 3 uur mogelijk is indien de doorlatendheid voldoende hoog is.

- k-waarde van 5 m/dag voor de IT-leidingen
- k-waarde van 1 m/dag voor de vijverbodem
- k-waarde van 0,1 m/dag voor de taluds

Aangeraden wordt om grondverbetering toe te passen waarbij ten minste de bovenstaande doorlatendheid wordt bereikt.

⁴ Voor de berekening van de inhoud van de westelijke vijver is uitgegaan van twee boven elkaar gesitueerde systemen: het onderste deel bestaat uit een vijver (bodemhoogte: 14,0 m + NAP, maximale waterstand: 1,2 meter boven de vijverbodem/15,2 m + NAP) het onderste deel bestaat uit het 'wadisysteem boven de vijver' (maximum waterpeil: 15,6 m + NAP). Beide systemen vormen samen de vijver.

5.5.6 DWA riool

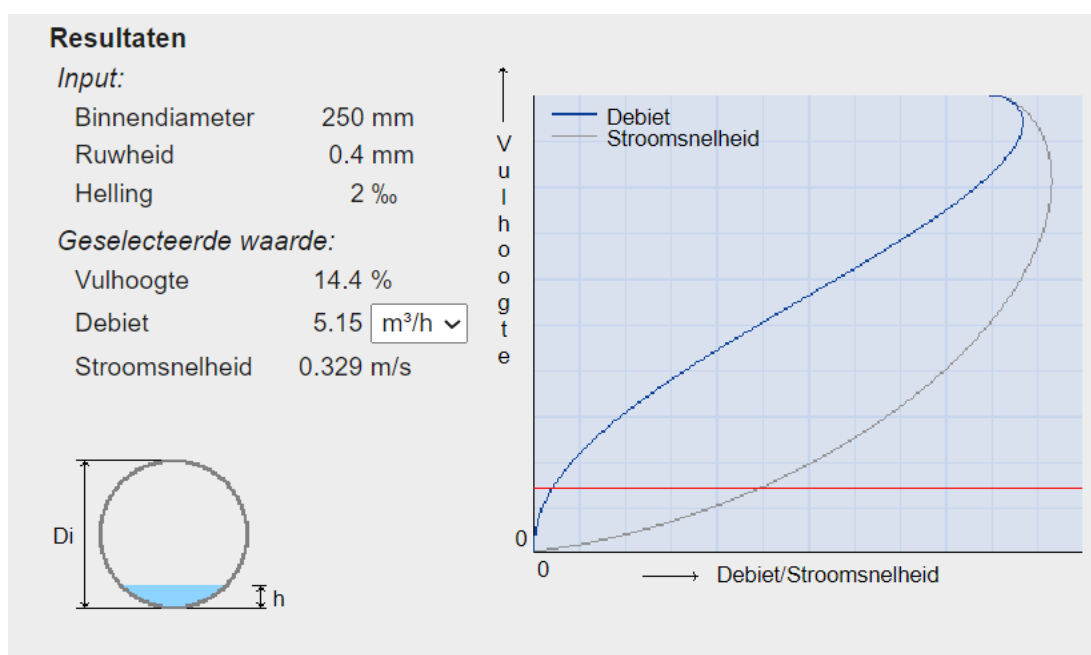
Binnen het plangebied worden circa 130 woningen gerealiseerd en aangesloten op één leiding. Binnen het plangebied is een persleiding gelegen maar het is op dit moment nog niet bekend op welke wijze het DWA riool zal worden uitgebreid. Aangenomen wordt dat vuilwater middels een leiding met een diameter van 250 mm aangesloten zal worden op het gemeentelijk riool.

Toetsing buisvulling

De toetsing van het stelsel vindt derhalve geheel benedenstrooms plaats.

Uitgaande van een gemiddelde van 3 inwoners per woning komt het aantal gebruikers van dit riool op 390. De afvalwaterproductie per inwoner op 135 l/dag gesteld, met een maximale afvoer van 13,5 l/inw/uur. De totale hoeveelheid huishoudelijk afvalwater komt daarmee op 52,2 m³/dag, met een maximum van 5,2 m³/uur.

De buisvulling van een leiding met een diameter van Ø 250 mm en een bodemverhang van 1:250 bij een verhouding debiet van circa 5,2 m³/uur bedraagt de waterdiepte circa 14% van de buisdiameter. Deze capaciteit is acceptabel voor de geplande woningen.

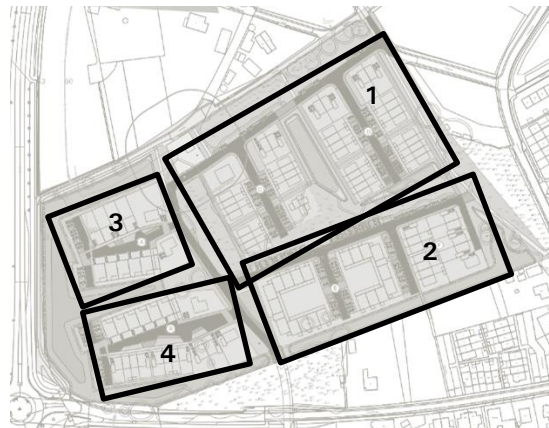


Figuur 5:6: Buisvulling bij 5,2 m³ / uur afvoer en 250 mm diameter

6 Bouw- en woonrijp maken

6.1 Voorstel vloerpeilen

Op basis van de (toekomstige) maaiveldhoogtes, gemeten grondwaterstanden en vloerpeilen van omliggende bebouwing is een voorstel gedaan voor de te hanteren vloerpeilen voor de nieuwe vloer. De vloerpeilen dienen in een later stadium van de ontwikkeling verder uitgewerkt te worden.



Figuur 6.1: overzicht woonblokken in huidig ontwerp voor Het Loo.

Tabel 6.1: Voorstel vloerpeilen CONCEPT

Kavels	Voorstel peilen			Huidig maaiveldniveau (m + NAP)	Ophoging (m)
	vloerpeil (m + NAP)	(m + GHG)	straatpeil (m + NAP)		
1	17,0	3,0	16,8	17,0	--
2	17,1	3,1	16,7	15,7	+ 1,4
3	17,0	3,0	16,8	16,6	+ 0,4
4	17,1	3,1	16,7	16,3	+ 0,8

Op basis van de bovenstaande vloerpeilen is het mogelijk om te bouwen met kruipruimten. Op basis van de bovenstaande vloerpeilen en toekomstige inrichting van het plangebied is voldoende ruimte aanwezig om aan te sluiten op de bestaande peilen op aangrenzende percelen.

6.2 Aandachtspunten bouwrijp maken

Tuinen

In de tuinen moet grond worden verwerkt die geschikt is om vegetatie te laten groeien en voldoende doorlatend is om regenwater voldoende snel te laten wegzakken. De bestaande bodem wordt voldoende doorlatend geacht.

Als gevolg van de bouwwerkzaamheden kan het voorkomen dat verslemping/verdichting van de bodem optreedt met wateroverlast (plasvorming) in de nieuwe situatie. Het is ter overweging van de bewoners de tuinen te spitten na uitvoering van de (bouw)werkzaamheden.

Ophoging

Door de ophoging van het maaiveld wordt de grondwaterstand (beperkt) beïnvloed. De zandlagen in het gebied fungeren als buffer voor het vallende regenwater. Door de ophoging zal de capaciteit van de tijdelijke buffer toenemen en de grondwaterstand in theorie enigszins hoger worden (capillaire opstijging). Gezien de lage GHG geworden aanvullende maatregelen niet noodzakelijk geacht.

Bebouwing:

Indien onder de te realiseren woningen kruipruimten aanwezig zijn, dienen deze bij voorkeur ondiep te zijn (< 1 m t.o.v. vloerpeil). Op deze manier wordt (grond)wateroverlast zoveel



mogelijk voorkomen. Bij diepere kruipruimten dient de bodem voorzien te zijn van goed doorlatend zand. Op deze manier kan water ten tijde van de bouw en ontwikkeling van de woonwijk infiltreren in de bodem en kan in later stadium eventueel water in de kruipruimte in de bodem kan infiltreren.

Infiltratievoorzieningen:

De bodem van de wadi's moet een zodanige samenstelling hebben dat hierop vegetatie kan groeien en het water voldoende snel kan wegzakken. De samenstelling van de wadibodem moet daarom voldoen aan:

- Doorlatendheid bodem > 0,5 m/dag;
- Humusgehalte 3-5 % ;
- Lutumgehalte < 1 % ;
- M50-getal 200-300 μm .

Er wordt aanbevolen de wadi's te voorzien van een slokop met overstort in geval de waterstanden > 0,6 m hoog zijn.

Extreme situaties:

Wanneer de intensiteit van de regenval de ontwerpintensiteit overschrijdt, of de totale neerslaghoeveelheid groter is dan de te bergen inhoud van de bergingsvoorzieningen (bergingsseis 80 mm), dan raakt het hemelwatersysteem overbelast. De wegen, of een deel daarvan, gaan dan ook als goot functioneren. In de praktijk betekent dit dat er een waterstroom op de wegen ontstaat. Het hemelwater stroomt af naar het laagste punt. De ontwerphoogtes in het plan zijn zo gekozen dat het laagste punt op de rand van het plangebied ligt. Overtollig regenwater zal in dat geval afstromen naar de onbebouwde zuidzijde van het plangebied.



7 Samenvatting en conclusie

In opdracht van Anacon-Infra heeft Geofoxx, als onafhankelijk adviesbureau, een waterhuishoudkundig plan opgesteld – en geohydrologisch onderzoek uitgevoerd - voor de planlocatie Ontwikkelingslocatie Het Loo te Zelhem.

Aanleiding en doel

De aanleiding voor het laten uitvoeren van het onderzoek wordt gevormd door de voorgenomen nieuwbouw op de locatie en de bestemmingsplanwijziging welke hiervoor nodig is. In verband met de bestemmingsplanwijziging en de geplande woningbouw is het nodig om de lokale waterhuishouding en de gevolgen van de herontwikkeling op de huidige waterhuishoudkundige situatie in kaart te brengen. Daarnaast is het nodig om in de waterhuishoudkundige inrichting van de ontwikkelingslocatie waterberging te realiseren met als doel de wateroverlast van de naastgelegen Bloemenbuurt aan te pakken.

Resultaten

Door de ontwikkeling is in het openbaar gebied straks circa 28.340 m² verharding aanwezig. In lijn met de beringseis (80 mm) is binnen het plangebied 2.267 m³ bergingscapaciteit benodigd. Daarnaast dient 10.000 m³ extra waterberging binnen het plangebied te worden gerealiseerd in verband met het verminderen en zo mogelijk oplossen van de wateroverlast van de naastgelegen wijk (Bloemenbuurt). Uitgangspunt is dat deze 10.000 m³ afkomstig van de Bloemenbuurt binnen 3 uur verwerkt kan worden binnen het plangebied (dynamische berging).

Waterberging Het Loo

Binnen het plangebied is gekozen om het hemelwater over het maaiveld en via natuurlijk afschot te laten afstromen naar diverse wadi's. De wadi's zijn in de groenstroken gelegen. In het zuiden van het plangebied komt onder de wadi's het IT-riool te liggen. In totaal kan circa 2.185 m³ afstromend hemelwater in de wadi's worden geborgen van de totale, benodigde 2.267 m³ op basis van het toekomstig verhard oppervlak van het plangebied Het Loo. De resterende 82 m³ zal in de overige groenstroken (in het westen van het plangebied) worden geborgen.

Waterberging Bloemenbuurt

Het water afkomstig uit de Bloemenbuurt wordt aangeboden via het hemelwaterriool in het zuidoosten van het plangebied. Hier wordt het water opgevangen in een vijver met helofytenfilter en vertraagd afgevoerd naar de vijver (inclusief groenstroken) in het westen van het plangebied via het IT-riool. In totaal kan circa 7.489 m³ extra waterberging afkomstig van de Bloemenbuurt direct binnen het plangebied Het Loo worden gerealiseerd in de beide vijvers en het IT-riool. Echter, wateraanvoer vanuit de Bloemenbuurt zal niet in één keer binnen het plangebied aanwezig zijn maar zal gedurende enkele uren worden aangeboden. Uit de capaciteitsberekening volgt dat de dynamische berging van 10.000 m³ binnen 3 uur mogelijk is indien de doorlatendheid voldoende hoog is.

Vloerpeilen

In hoofdstuk 6 is een voorstel voor te hanteren vloerpeilen opgenomen. Op basis van de toekomstige inrichting van het plangebied is er voldoende ruimte aanwezig om deze aan te laten sluiten op de bestaande peilen op aangrenzende percelen, echter wordt aanbevolen om bij de verdere (civiele) uitwerking van het plan aandacht te hebben voor de hoogteverschillen welke ontstaan tussen de percelen.



Disclaimer

Het onderzoek is op een zorgvuldige wijze uitgevoerd met behulp van de voor het onderzoek gangbare technieken, inzichten en methodes. Bij het uitvoeren van onderzoek streven wij optimale representativiteit na. Het blijft mogelijk dat er plaatselijk afwijkingen voorkomen. Deze afwijkingen komen door het steekproefsgewijze karakter van het onderzoek niet aan het licht. Geofoxx is niet aansprakelijk voor schade die voortkomt uit bovengenoemde aspecten.



Bijlage 1: Situatietekeningen

HET LOO, ZELHEM

RUIMTESTAAT 1:500



Ruimtestaat:

- plangebied
- aangepast plangebied
- perceel (uitgeefbaar)
ca. 34% t.o.v. plangebied
- uitgeefbaar woongebied
ca. 41% t.o.v. plangebied
- halfverharding
- verharding rijbaan
- verharding trottoir
- verharding parkeren
- groen
- water
- bodem/talud wadi
- talud wadi
- nutsvoorziening (footprint)
- overig

Zelhem
Ruimtestaat



- Legenda**
- Ondergrond
- Boorpunten



Overzichtskaart: 1:20.000



Omschrijving:
Situatietekening met boorpunten

Project:
Het Loo te Zelhem

Projectnummer:
20230225

Opdrachtgever:
Anacon Inra

Bijlage: 1
Schaal: 1:1.000
Formaat: A3

Datum: 30-3-2023
Tekenaar: RREK



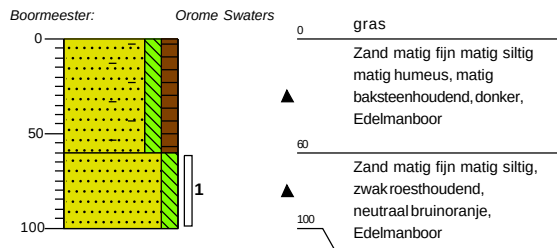


Bijlage 2: Boorbeschrijvingen



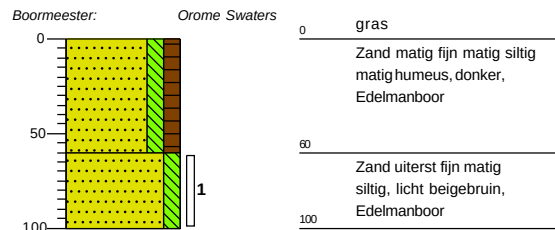
Boring: 01

Datum: 23-3-2023



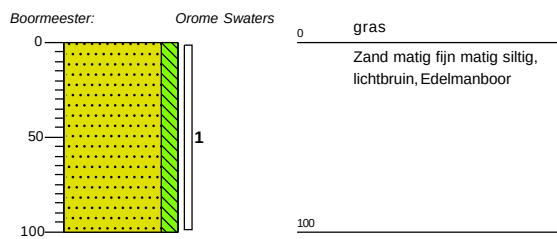
Boring: 02

Datum: 23-3-2023



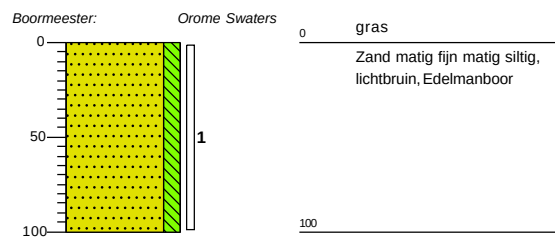
Boring: 03

Datum: 23-3-2023



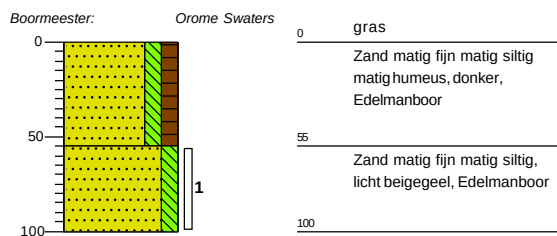
Boring: 04

Datum: 23-3-2023



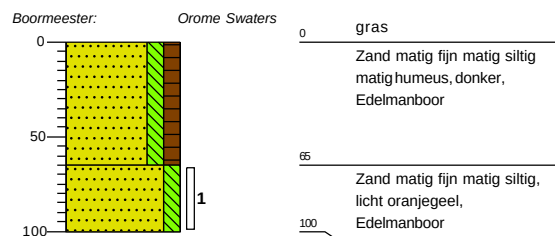
Boring: 05

Datum: 23-3-2023



Boring: 06

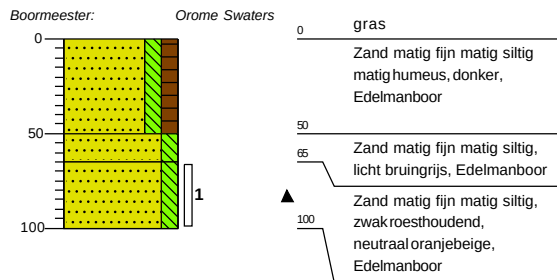
Datum: 23-3-2023





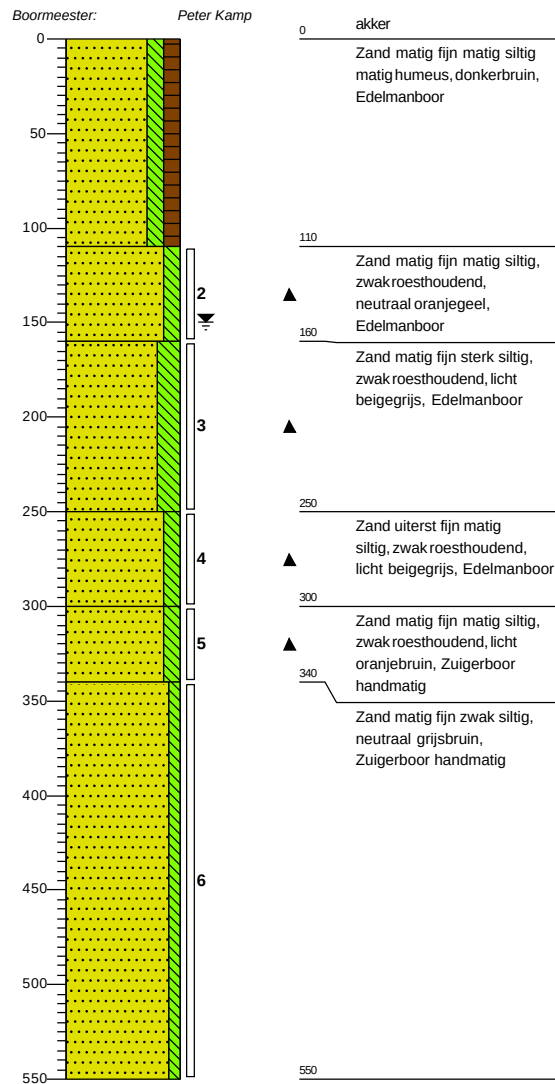
Boring: 07

Datum: 23-3-2023



Boring: 08

Datum: 29-3-2023

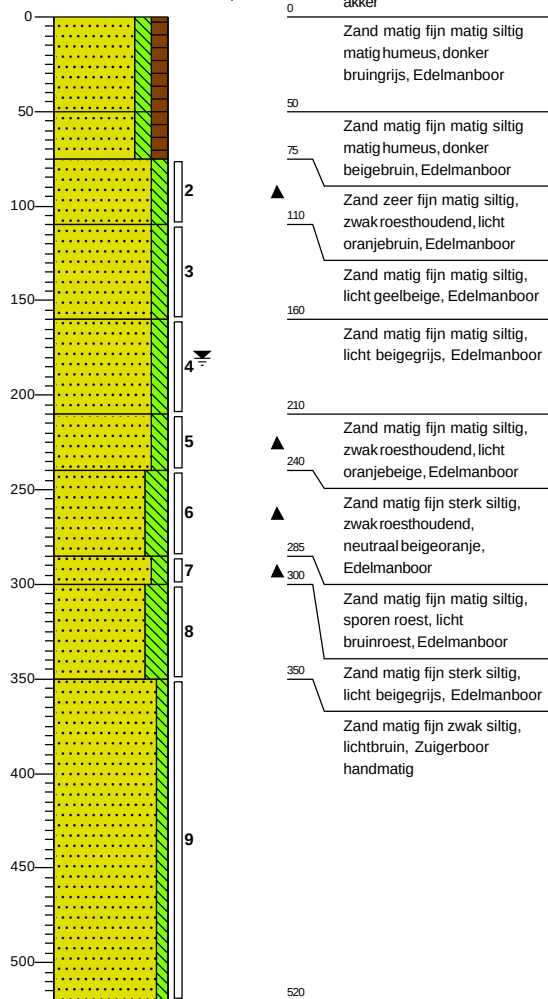




Boring: 09

Datum: 29-3-2023

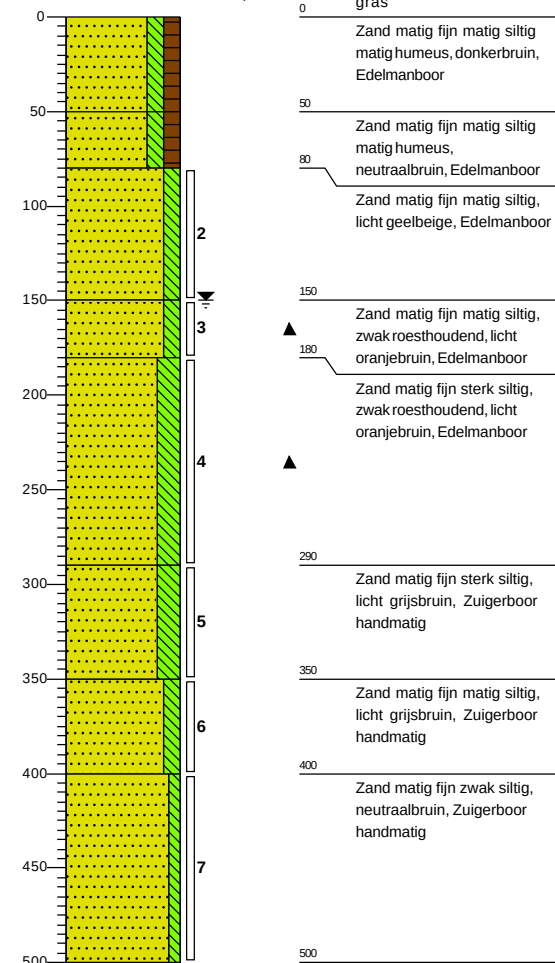
Boormeester: Peter Kamp



Boring: 10

Datum: 29-3-2023

Boormeester: Peter Kamp





Bijlage 3: Berekening doorlatendheid

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	1
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

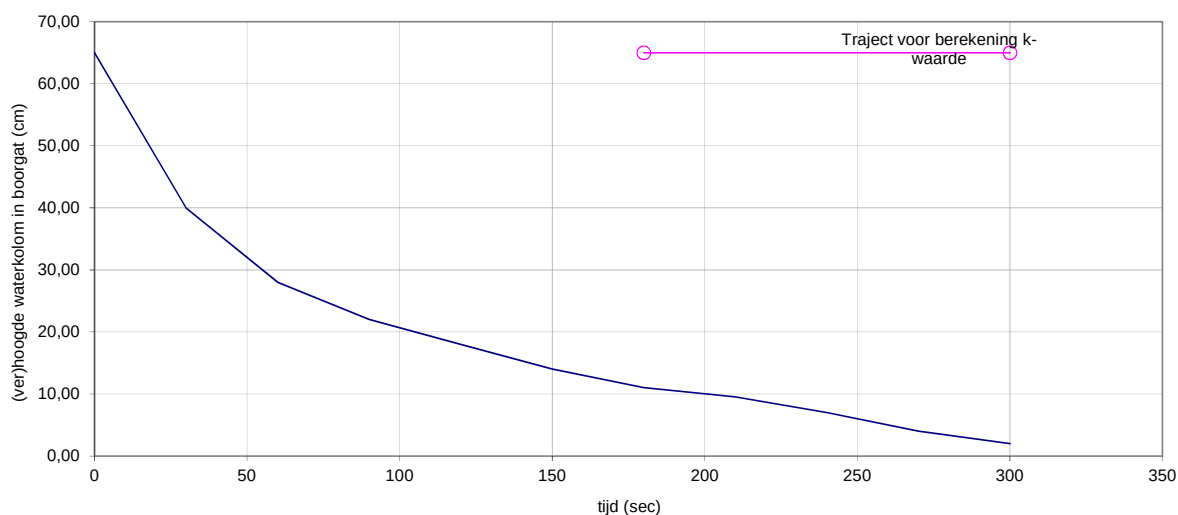
bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	toelichting	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100		cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5		cm
filtertraject	<=	50-100		cm-mv
L (m)	<=	170		lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	105	35	65	66,25	-	100%
30	130	60	40	41,25	17,0	62%
60	142	72	28	29,25	14,7	43%
90	148	78	22	23,25	12,6	34%
120	152	82	18	19,25	11,1	28%
150	156	86	14	15,25	10,6	22%
180	159	89	11	12,25	10,1	17%
210	161	91	10	10,75	9,3	15%
240	163	93	7	8,25	9,4	11%
270	166	96	4	5,25	10,1	6%
300	168	98	2	3,25	10,8	3%
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	12,25	toelichting	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 180 seconden
t' (s)	<=	120		referentietijdstip (grafisch)
h'(t)+rw/2	<=	3,25		hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

180 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 11,9 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	2
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

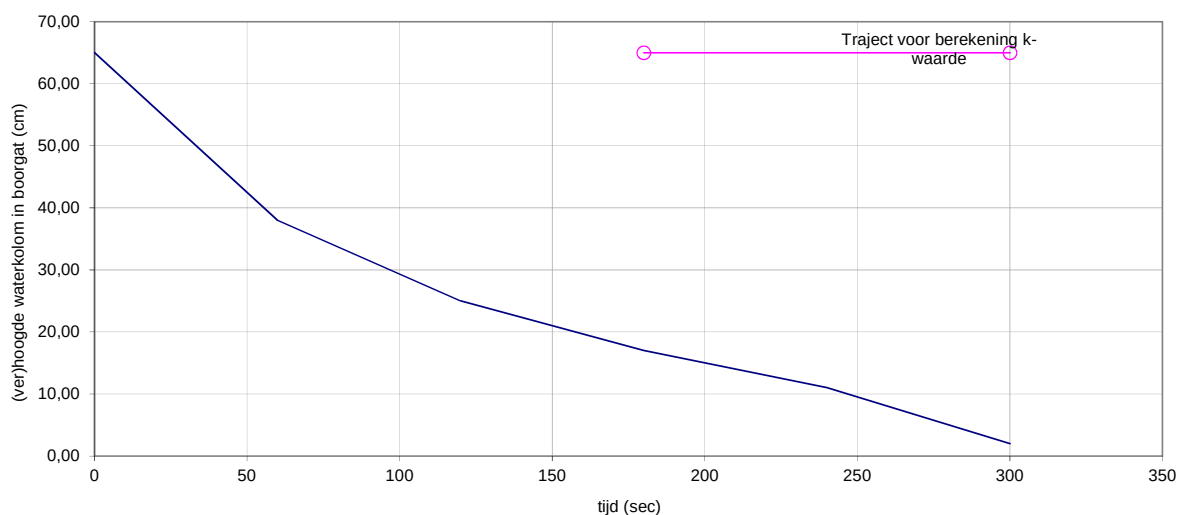
bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	toelichting	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100		cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5		cm
filtertraject	<=	50-100		cm-mv
L (m)	<=	170		lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	105	35	65	66,25	-	100%
60	132	62	38	39,25	9,4	58%
120	145	75	25	26,25	8,3	38%
180	153	83	17	18,25	7,7	26%
240	159	89	11	12,25	7,6	17%
300	168	98	2	3,25	10,8	3%
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)}{t - t'_0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	18,25	toelichting	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 180 seconden
t' (s)	<=	120		referentietijdstip (grafisch)
h'(t)+rw/2	<=	3,25		hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

180 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 15,5 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	3
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

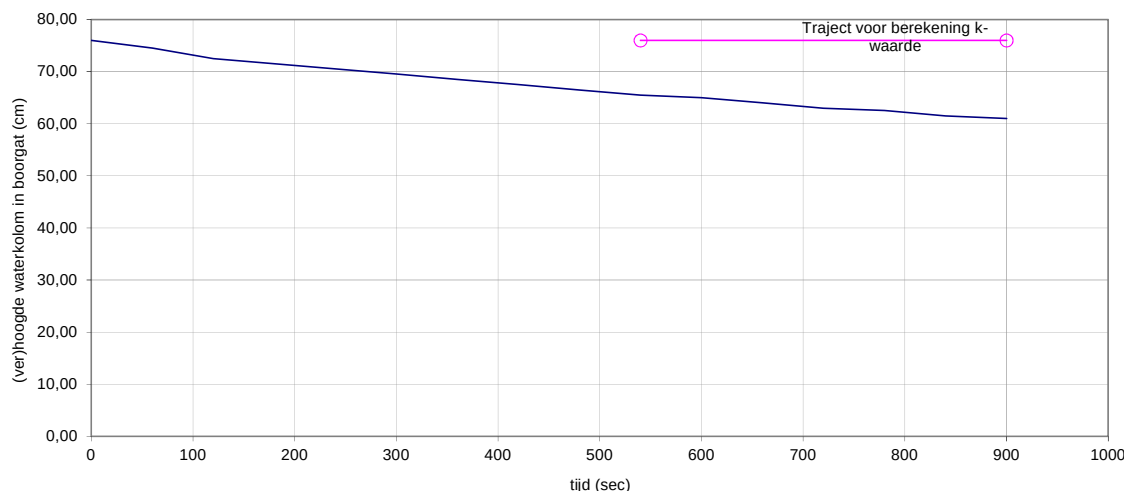
bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	toelichting	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100		cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5		cm
filtertraject	<=	50-100		cm-mv
L (m)	<=	170		lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	94	24	76	77,25	-	100%
60	96	26	75	75,75	0,4	98%
120	98	28	73	73,75	0,4	95%
180	99	29	72	72,75	0,4	94%
240	100	30	71	71,75	0,3	93%
300	101	31	70	70,75	0,3	91%
360	102	32	69	69,75	0,3	90%
420	103	33	68	68,75	0,3	89%
480	104	34	67	67,75	0,3	88%
540	105	35	66	66,75	0,3	86%
600	105	35	65	66,25	0,3	86%
660	106	36	64	65,25	0,3	84%
720	107	37	63	64,25	0,3	83%
780	108	38	63	63,75	0,3	82%
840	109	39	62	62,75	0,3	81%
900	109	39	61	62,25	0,3	80%
			-	-	-	-
			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \cdot (\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)) / t - t'_0$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	66,75	toelichting	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
t' (s)	<=	360		referentietijdstip (grafisch)
h'(t)+rw/2	<=	62,25		hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

540 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 0,2 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	4
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100	cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5	cm
filtertraject	<=	50-100	cm-mv
L (m)	<=	170	lengte peilbuis (cm)

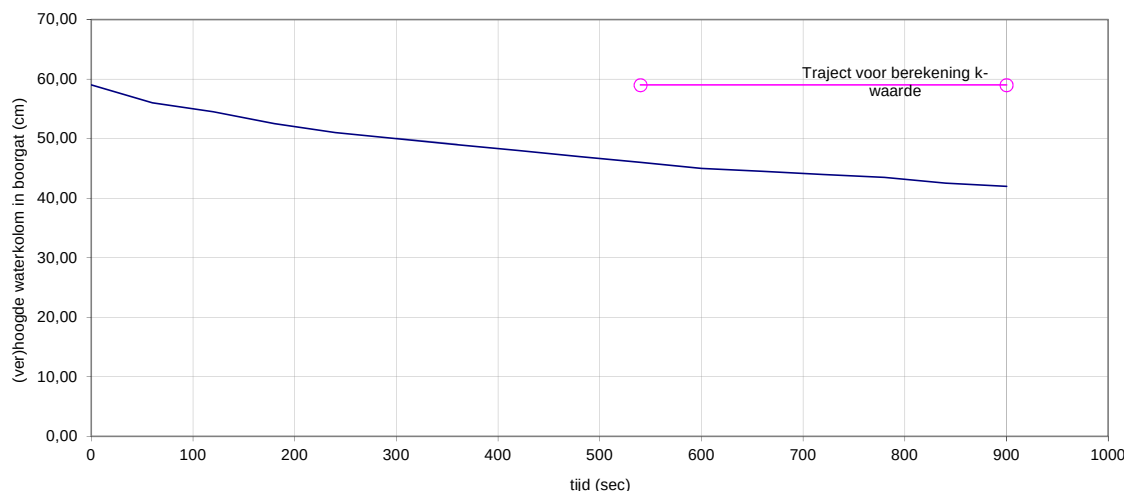
toelichting

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	111	41	59	60,25	-	100%
60	114	44	56	57,25	0,9	95%
120	116	46	55	55,75	0,7	92%
180	118	48	53	53,75	0,7	89%
240	119	49	51	52,25	0,6	86%
300	120	50	50	51,25	0,6	85%
360	121	51	49	50,25	0,5	83%
420	122	52	48	49,25	0,5	81%
480	123	53	47	48,25	0,5	80%
540	124	54	46	47,25	0,5	78%
600	125	55	45	46,25	0,5	76%
660	126	56	45	45,75	0,5	75%
720	126	56	44	45,25	0,4	75%
780	127	57	44	44,75	0,4	74%
840	128	58	43	43,75	0,4	72%
900	128	58	42	43,25	0,4	71%
			-	-	-	-
			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \cdot (\log(h'_0 + 0,5 \times rw) - \log(h'_t + 0,5 \times rw)) / t - t'_0$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	47,25	toelichting
t' (s)	<=	360	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
h'(t)+rw/2	<=	43,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

540 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 0,3 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	5
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100	cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5	cm
filtertraject	<=	50-100	cm-mv
L (m)	<=	170	lengte peilbuis (cm)

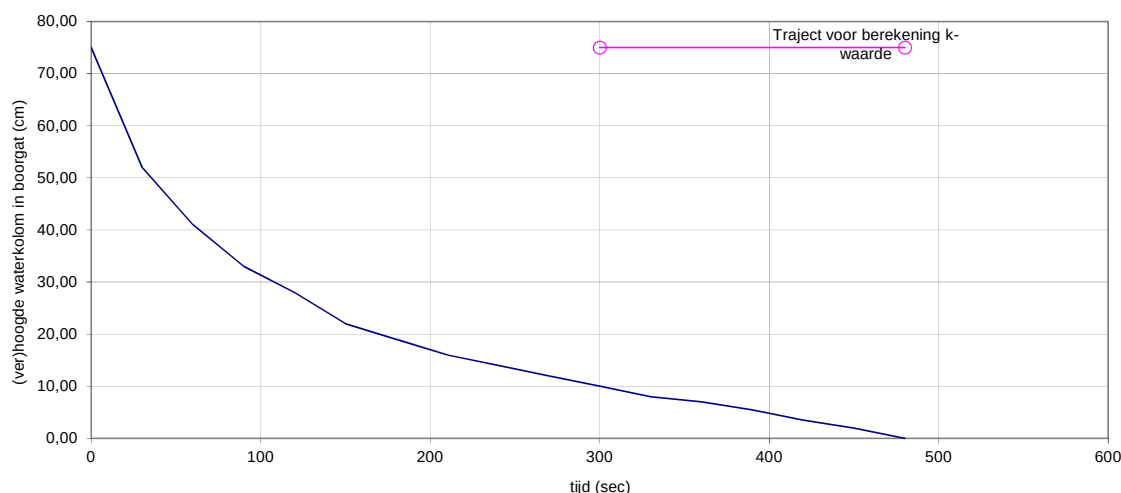
toelichting

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	95	25	75	76,25	-	100%
30	118	48	52	53,25	12,9	69%
60	129	59	41	42,25	10,6	55%
90	137	67	33	34,25	9,6	44%
120	142	72	28	29,25	8,6	37%
150	148	78	22	23,25	8,5	29%
180	151	81	19	20,25	7,9	25%
210	154	84	16	17,25	7,6	21%
240	156	86	14	15,25	7,2	19%
270	158	88	12	13,25	7,0	16%
300	160	90	10	11,25	6,9	13%
330	162	92	8	9,25	6,9	11%
360	163	93	7	8,25	6,7	9%
390	165	95	6	6,75	6,7	7%
420	167	97	4	4,75	7,1	5%
450	168	98	2	3,25	7,6	3%
480			-	-	-	-
510						
540			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)}{t - t'0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	11,25	toelichting
t' (s)	<=	180	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 300 seconden
h(t)+rw/2	<=	3,25	referentietijdstip (grafisch)
			hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

300 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 7,4 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	6
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

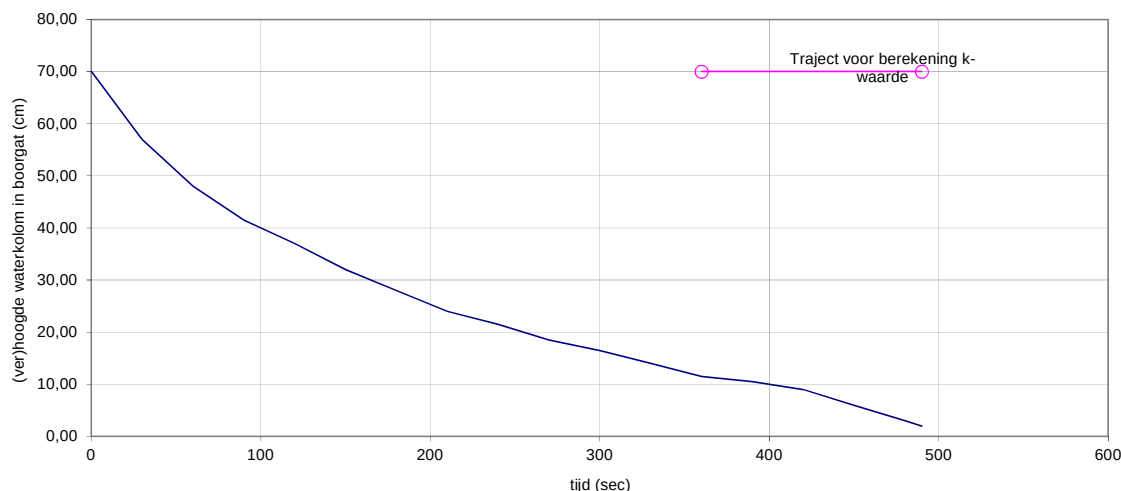
bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	toelichting	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100		cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5		cm
filtertraject	<=	50-100		cm-mv
L (m)	<=	170		lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
0	100	30	70	71,25	-	100%
30	113	43	57	58,25	7,2	81%
60	122	52	48	49,25	6,6	69%
90	129	59	42	42,75	6,1	59%
120	133	63	37	38,25	5,6	53%
150	138	68	32	33,25	5,5	46%
180	142	72	28	29,25	5,3	40%
210	146	76	24	25,25	5,3	34%
240	149	79	22	22,75	5,1	31%
270	152	82	19	19,75	5,1	26%
300	154	84	17	17,75	5,0	24%
330	156	86	14	15,25	5,0	20%
360	159	89	12	12,75	5,2	16%
390	160	90	11	11,75	5,0	15%
420	161	91	9	10,25	5,0	13%
450	164	94	6	7,25	5,5	9%
480	167	97	3	4,25	6,3	4%
490	168	98	2	3,25	6,8	3%
			-	-	-	-

Formule doorlatendheid: $1,15 \times rw \left(\frac{\log(h'0 + 0,5 \times rw) - \log(h't + 0,5 \times rw)}{t - t'0} \right)$

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	12,75	toelichting	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 360 seconden
t' (s)	<=	120		referentietijdstip (grafisch)
h'(t)+rw/2	<=	4,25		hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

360 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= 9,9 m/d

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

Bepaling horizontale doorlatendheid m.b.v. Falling head test conform C2510¹



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

Administratieve gegevens

project	<=	Ontwikkelingslocatie t'Loo Zelhem
projectnummer	<=	20230225
boorpunt	<=	8
meetdatum	<=	23-3-2023
waarnemer	<=	O. Swaters

Input basisparameters

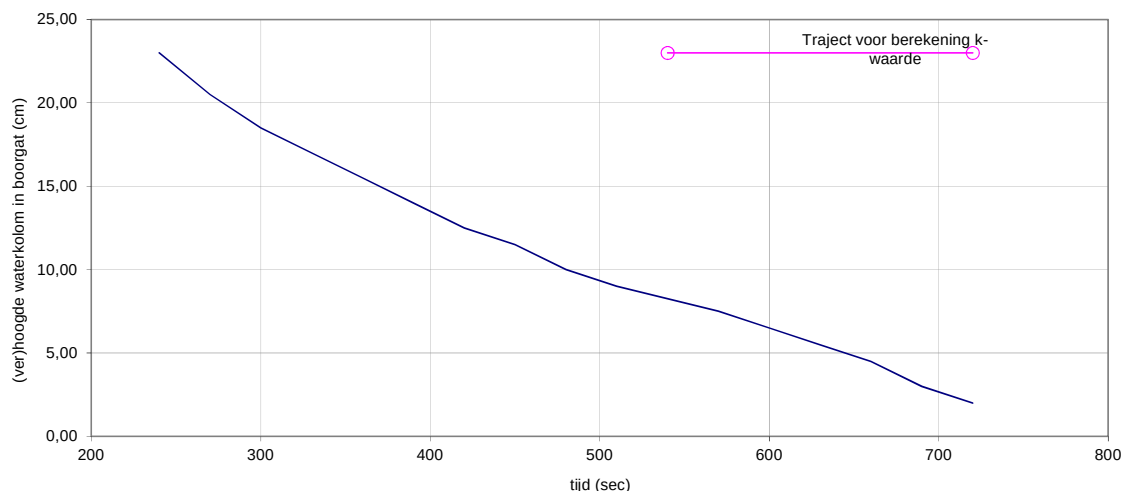
bovenkant peilbuis / trechter	<=	70	toelichting	cm t.o.v. mv (+ = boven maaiveld)
diepte boorgat	<=	100		cm-mv
straal van het boorgat	<=	2,5		cm
filtertraject	<=	50-100		cm-mv
L (m)	<=	170		lengte peilbuis (cm)

Meetgegevens/tussenberekeningen

tijd	waterstand	waterstand	h (t)	h(t)+rw/2	doorlatendheid (k)	Resterende waterkolom
(sec)	cm-bkpb	cm-mv	=>	=>	(m/dag)	%
240	147	77	23	24,25	0,0	100%
270	150	80	21	21,75	0,4	89%
300	152	82	19	19,75	0,7	80%
330	153	83	17	18,25	0,9	74%
360	155	85	16	16,75	1,1	67%
390	156	86	14	15,25	1,3	61%
420	158	88	13	13,75	1,5	54%
450	159	89	12	12,75	1,5	50%
480	160	90	10	11,25	1,7	43%
510	161	91	9	10,25	1,8	39%
540	162	92	8	9,50	1,9	36%
570	163	93	8	8,75	1,9	33%
600	164	94	7	7,75	2,1	28%
630	165	95	6	6,75	2,2	24%
660	166	96	5	5,75	2,4	20%
690	167	97	3	4,25	2,7	13%
720	168	98	2	3,25	3,0	9%
			-	-	-	-
			-	-	-	-

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

Verloop infiltratie in de tijd



Geselecteerde meetgegevens

h'0 (m)+rw/2	<=	9,50	toelichting	hoogte waterkolom +straal/2 bij berekening vanaf 540 seconden
t' (s)	<=	180		referentietijdstip (grafisch)
h(t)+rw/2	<=	3,25		hoogte waterkolom + straal/2

Berekening doorlatendheid vanaf

540 seconden

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

Horizontale doorlatendheid <= **6,4** m/d

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



Bijlage 4: Civieltechnische hergebruikstoetsing

Benaming grond a.d.v. korrelgroteverdeling

[illegible]

Civiltechnische hergebruiksmogelijkheden volgens standaard RAW bepaling 2020

Project:	Het Loo te Zelhem	
Projectnummer:	20220225 RREK	
Opdrachtgever:	Anacon Infra	
Contactpersoon opdrachtgever:	de heer R. Mengerink	
Contactpersoon Geofixx:	Rob Rekveldt	

Resultaten analyse

Percentage	MM1	MM2	MM3								
droge stof %	89,7	86,6	83,8								
org. stof %	0,5	0,5	0,5								
lutum (< 2 µm)	2,9	2	3,2								
fractie (< 20 µm)	5,2	2,2	4,3								
silt (< 63 µm)	20	8,3	14								
zand (< 250 µm)	86	72	87								
zand (< 2 mm)	100	99	100								

Toetsing resultaten aan RAW eisen

monsters	droge stof	org. stof	org. stof	lutum			silt	silt		zand	voldoet aan criteria ?			
	(%)	(%)	(= % zandfractie)	fractie ¹⁾ < 2 µm	fractie ¹⁾ < 20 µm	fractie ¹⁾ < 20 µm	fractie ¹⁾ < 63 µm	fractie ¹⁾ < 63 µm	fractie ¹⁾ > 250 µm	fractie ¹⁾ < 2 mm	zand in aanv./oph	tijdelijk draineer- zand	permanent draineer- zand	zand in zandbed
MM1	89,7	0,5	0,5	2,9	5,2	5,2	20,0	20,0	14,0	100,0	ja	nee	nee	nee
MM2	86,6	0,5	0,5	2,0	2,2	2,2	8,3	8,4	28,0	99,0	ja	nee	nee	ja
MM3	83,8	0,5	0,5	3,2	4,3	4,3	14,0	14,0	13,0	100,0	ja	nee	nee	nee
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
	--	--	--	--	0,0	--	0,0	--	0,0	--	--	--	--	--
RAW-eisen :														
zand in aanvulling of ophooglaag ³⁾				max. 8%			max. 50%							
draineerzand ⁴⁾				max 3%			max 5%		min 50%					
zand in zandbed ⁵⁾				max 3%		max. 3% ²⁾	max 15% ⁶⁾							

¹⁾ % van de fractie door zeef 2 mm

²⁾ indien het onder ⁶⁾ genoemde gehalte 10-15% bedraagt mag bovendien het gehalte aan minerale deeltjes door zeef 20 µm van de fractie door zeef 2 mm ten hoogste 3% bedragen

³⁾ Standaard RAW bepaling 2020, hoofdstuk 22.06.01

⁴⁾ Standaard RAW bepaling 2020, hoofdstuk 22.06.02

⁵⁾ Standaard RAW bepaling 2020, hoofdstuk 22.06.03

nb bepaling permanent draineerzand is niet mogelijk, hiervoor dien je de fractie < 250 µm te bepalen



Bijlage 5: Foto's

Foto 1: Boring 2 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 2: Boring 2 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 3: Boring 2 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 4: Boring 3 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 5: Boring 3 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 6: Boring 3 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 7: Boring 4 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 8: Boring 4 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 9: Boring 5 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 10: Boring 5 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 11: Boring 5 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 12: Boring 6 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 13: Boring 6 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 14: Boring 6 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 15: Boring 6 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 16: Boring 6 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 17: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 18: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 19: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 20: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 21: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 22: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 23: Boring 7 (d.d. 23 maart 2023)



Foto 24: Boring 8 (d.d. 29 maart 2023)



Foto 25: Boring 9 (d.d. 29 maart 2023)



Foto 26: Boring 9 (d.d. 29 maart 2023)



