

Toelichting watertoets

Valkenswaard-Zuid woningbouwgebied

projectnr. 201457
revisie 02
3 december 2009

Opdrachtgever

Gemeente Valkenswaard
Postbus 10100
5550 GA Valkenswaard

datum vrijgave

3-12-09

beschrijving revisie 02

Definitief

goedkeuring

M. Stark

vrijgave

R.v. Hoek

	Inhoud	Blz.
1	Inleiding	2
2	Beschrijving huidige situatie	3
2.1	Plangebied	3
2.2	Maaiveldhoogte	4
2.3	Bodemopbouw	5
2.4	Doorlatendheid	5
2.5	Grondwater	6
2.6	Ontwatering	8
2.7	Oppervlaktewater en ecologie	9
2.8	Hemelwaterafvoer	11
2.9	Vuilwaterafvoer	11
3	Beleid	12
4	Randvoorwaarden waterbeheerders	13
4.1	Waterschap De Dommel	13
4.2	Gemeente Valkenswaard	14
5	Toekomstige situatie	15
5.1	Ontwatering	16
5.2	Waterkwaliteit	16
5.3	Waterkwantiteit	17
5.4	Mogelijkheden waterberging	18
6	Conclusie / aanbeveling	23
7	Samenvatting waterparagraaf	24
Bijlage 1	Overzicht boringen en peilbuizen	
Bijlage 2	Profielbeschrijvingen boringen	
Bijlage 3	Resultaten doorlatendheidmeting	
Bijlage 4	Toelichting berging	

1 Inleiding

De gemeente Valkenswaard is bezig met de ontwikkeling van een woningbouwgebied met ruim 300 woningen in Valkenswaard-Zuid.

In het vigerende bestemmingsplan is de voorgenomen ontwikkeling niet toegestaan. Om de ontwikkeling van de locatie mogelijk te maken dient het bestemmingsplan te worden aangepast. Onderdeel van de procedure is het doorlopen van een watertoets.

In deze waterparagraaf worden de huidige en toekomstige situatie beschreven. Voor de toekomstige situatie wordt beschreven welke maatregelen genomen moeten worden ten aanzien van het watersysteem om te voldoen aan het landelijke en het waterschapsbeleid. Voor dit gebied is een onderzoek uitgevoerd betreffende de geohydrologie. De resultaten van dit onderzoek zijn verwerkt in dit document.

2 Beschrijving huidige situatie

2.1 Plangebied

Het plangebied Valkenswaard-Zuid is globaal gelegen tussen de Irislaan in het noorden, de Monseigneur Smetsstraat in het westen, het Broek in het zuiden en aan de oostkant door een watergang. Valkenswaard-Zuid heeft een oppervlakte van circa 18 ha en is gelegen ten zuiden van de kern van Dommelen (figuur 1). Het plangebied is momenteel grotendeels onbebouwd. Het plangebied ligt in het beheersgebied van waterschap de Dommel.

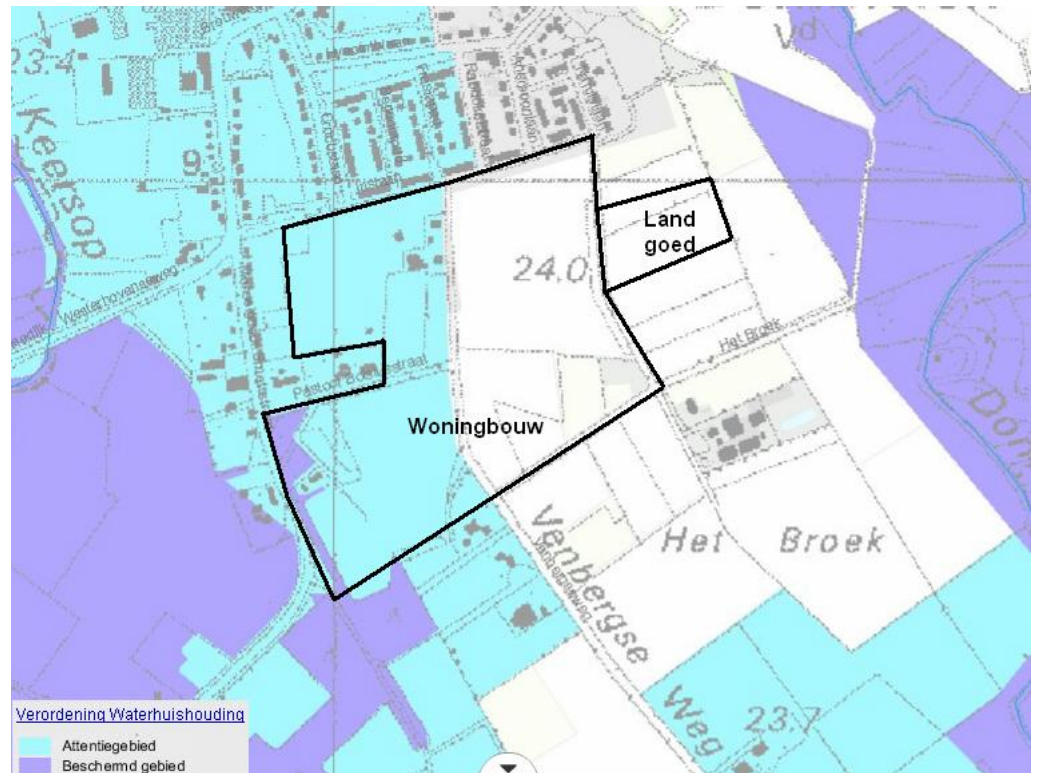


Figuur 1: Globale ligging plangebied Valkenswaard-Zuid en peilbuizen DINOLoket
(Bron: maps.google.nl)

In de huidige situatie is het gebied grotendeels in gebruik als landbouw- en akkerbouwgrond. In de huidige situatie zijn binnen het plangebied enkele woningen aanwezig.

Het plangebied is gelegen in een attentiegebied uit de Verordening Waterhuishouding (zie figuur 2). Een kleine strook aan de westkant van het plangebied ligt in een beschermd gebied uit de Verordening. In het beschermde gebied mag alleen onttrekking van grondwater plaatsvinden indien hiervoor een vergunning is verleend. In het attentiegebied gelden ten aanzien van de Grondwaterwet geen bijzondere eisen, wel kan worden verwacht dat bij vergunningverlening extra aandacht voor de effecten op natuur

wordt gevraagd. De aanduidingen gelden alleen voor maatregelen in het kader van de Grondwaterwet.

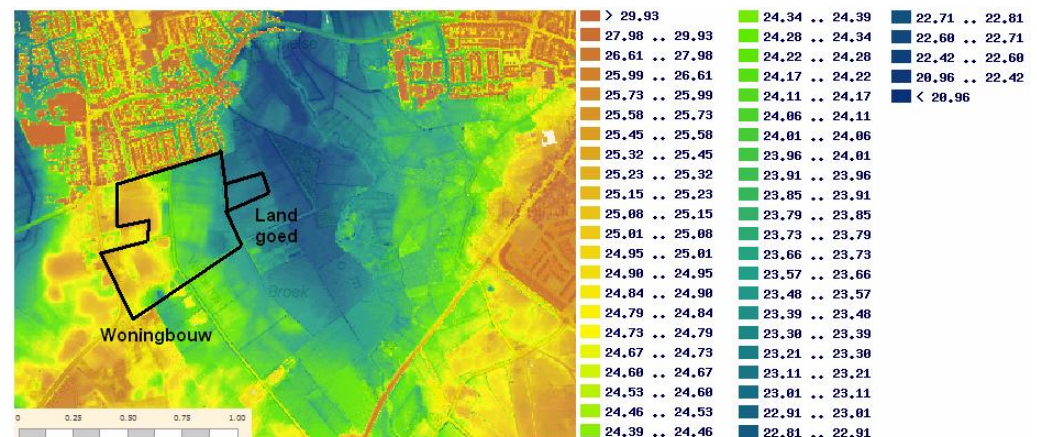


Figuur 2: Beschermd en attentiegebieden uit de Verordening Waterhuishouding bij het plangebied (bron: Wateratlas, Provincie Noord-Brabant)

Het plangebied is niet in een grondwaterbeschermingsgebied gelegen (bron: wateratlas Noord-Brabant).

2.2 Maaiveldhoogte

De maaiveldhoogte binnen het plangebied varieert globaal tussen NAP +23,5 m in het oostelijk deel en NAP +25,5 m in het westelijk deel (figuur 3).



Figuur 3: Globale maaiveldhoogte (bron: www.ahn.nl)

2.3 Bodemopbouw

Veldonderzoek Oranjewoud (augustus 2009)

In het plangebied is door Oranjewoud een uitgebreid geohydrologisch onderzoek uitgevoerd. In het onderzoek is de bodemopbouw tot maximaal 3,7 m -mv. in beeld gebracht. De locaties van de boringen en peilbuizen is te zien in bijlage 1. Uit de profielbeschrijving (zie bijlage 2) blijkt dat de bodemopbouw in het plangebied weinig varieert. De bodem direct onder het maaiveld tot circa 2 m -mv. bestaat voornamelijk uit matig fijn en zeer fijn zand. Bij de diepere boringen tot 3 en 3,7 m -mv. is van circa 2 m -mv. een grindlaag aangetroffen.

Wateratlas Noord-Brabant

Met behulp van de wateratlas Provincie Noord-Brabant is de geohydrologische bodemopbouw ter hoogte van het plangebied in kaart gebracht. Ter plaatse van het plangebied is de bodem opgebouwd uit voornamelijk eerdgronden, voedselrijk en vochtig tot droog.

Boring DINO-Loket

Met behulp van DINO-Loket zijn gegevens opgevraagd over de bodem nabij het plangebied. Op een afstand van circa 100 m van het plangebied zijn verschillende boringen aanwezig die tot maximaal 25 m beneden maaiveld inzicht geeft in de bodem. De bodem bestaat tot 24 m -mv. uit zand met hier en daar grindige lagen. Op 24 m -mv. bevindt zich een leemlaag.

De deklaag in deze omgeving heeft een dikte van ca. 10 m en bestaat uit de overwegend fijne zanden en leem van de formatie van Bxotel (Nuenen Groep). Hieronder ligt het eerste watervoerende pakket, dat uit de grove zanden van de formaties van Sterksel en Stramproy bestaat. De weerstand tussen de deklaag en het watervoerende pakket is relatief klein, waardoor de freatische grondwaterstanden en de stijghoogten in het watervoerende pakket sterk overeenkomen.

2.4 Doorlatendheid

Om de doorlatendheid van de bodem te bepalen is door Oranjewoud een infiltratie onderzoek uitgevoerd. De resultaten van het infiltratie onderzoek zijn opgenomen in bijlage 3. In het algemeen kan worden gesteld dat een doorlatendheid (k-waarde) van minder dan 0,25 m/d onvoldoende is voor infiltratie van hemelwater. Tussen ca. 0,25 en 0,75 m/d is er een matige doorlatendheid. Bij een k-waarde van meer dan 0,75 m/d is de doorlatendheid redelijk goed. Idealiter is de doorlatendheid groter dan 1 à 2 m/d om een goede infiltratie te kunnen realiseren.

Op basis van het infiltratieonderzoek is geconcludeerd dat de bodem op enkele locaties in het plangebied de eerste 0,5 m -mv. een slechte tot matige doorlatendheid heeft. Bij alle onderzochte locaties heeft de bodem op 1 m -mv. en in de peilbuizen een redelijke tot goede doorlatendheid. In tabel 1 zijn de gemeten doorlatendheden weergegeven: de gemiddelde doorlatendheid per bodemlaag, de geconstateerde afwijkingen in de metingen (standaardafwijking) en de maatgevende doorlatendheid die op basis van de metingen wordt aangehouden. Hierbij zijn bij de ondiepe bodemlagen de twee hoogste waarnemingen per bodemlaag (uitschieters) weggelaten.

Tabel 1: Doorlatendheid bodem (k-waarde in m/d)

Diepte meting	Gemiddelde k-waarde (m/d)	Afwijking in metingen (m/d)	Maatgevende doorlatendheid (m/d)
0,5 m -mv.	0,45	0,25	0,20
1,0 m -mv.	1,9	1,3	0,6
2-3 m -mv.	14	6	8

Op basis van het infiltratieonderzoek, de aangetroffen grondwaterstanden en de bodemopbouw wordt geconcludeerd dat het plangebied matig tot goed geschikt is voor de infiltratie van hemelwater. Voor de ondiepe bodemlaag kan een grondverbetering een verbetering van de infiltratiecapaciteit geven. Hierbij moet wel rekening worden gehouden met een eventuele ophoging van het gebied.

2.5 Grondwater

Veldonderzoek Oranjewoud

Door Oranjewoud zijn in augustus 2009 vier peilbuizen geplaatst in het plangebied. De locatie van de peilbuizen is weergegeven in bijlage 1.

Tijdens het veldonderzoek van 17 augustus 2009 is de grondwaterstand in de verschillende peilbuizen opgenomen. In onderstaande tabel 2 is de grondwaterstand per peilbuis weergegeven. Hierbij wordt opgemerkt dat de resultaten uit de droogste periode van het jaar komen. In de winter zullen de grondwaterstanden hoger liggen, naar verwachting in de orde van 0,5 à 0,75 m.

Tabel 2: Grondwaterstand in peilbuizen op 17-08-2009 (relatief lage grondwaterstand)

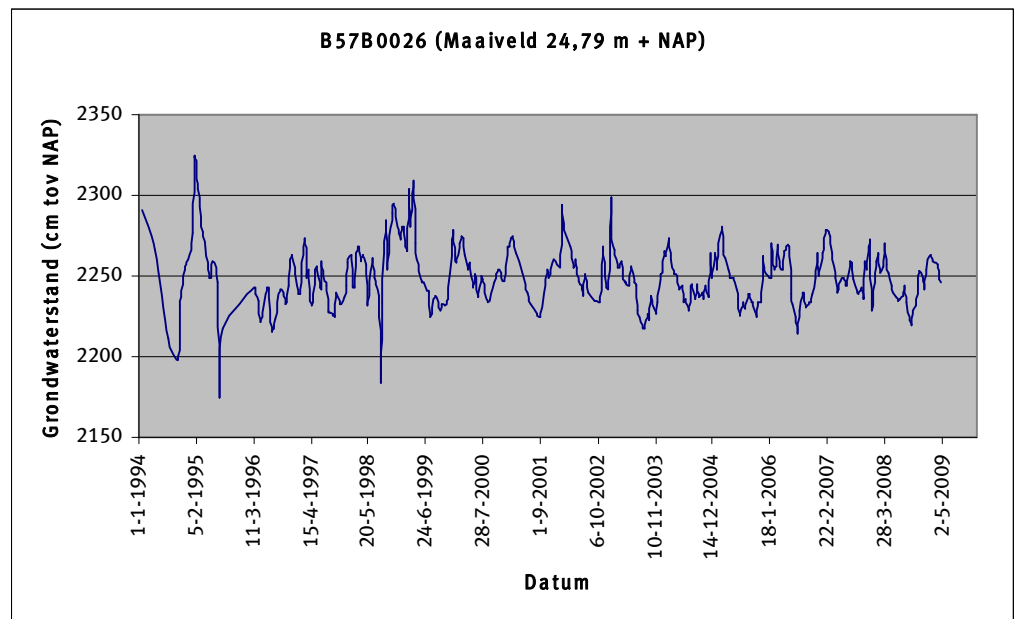
Peilbuisnummer	Grondwaterstand (m -mv.)
002	1,80
004	2,40
006	1,70
012	1,16

Om meer informatie over de grondwaterstanden in het gebied te verkrijgen, wordt aanbevolen de peilbuizen in het gebied gedurende een langere periode waar te nemen. Afhankelijk van de toekomstige ligging van wadi's e.d. is een uitbreiding van het meetnet wenselijk. Voor de monitoring kunnen handmatige metingen worden toegepast. De metingen vinden dan bij voorkeur plaats op de 14^e en 28^e van iedere maand, zodat aangesloten kan worden bij de waarnemingen van peilbuizen in de omgeving. Een alternatief is om de peilbuizen te voorzien van dataloggers (*divers*), waarmee de grondwaterstanden dagelijks of meerdere malen per dag worden geregistreerd. Hiermee wordt tevens inzichtelijk hoe snel het grondwater op neerslag reageert. De periode met de hoogste grondwaterstanden ligt in de winter en het voorjaar, globaal tussen december en april.

DINOLoket

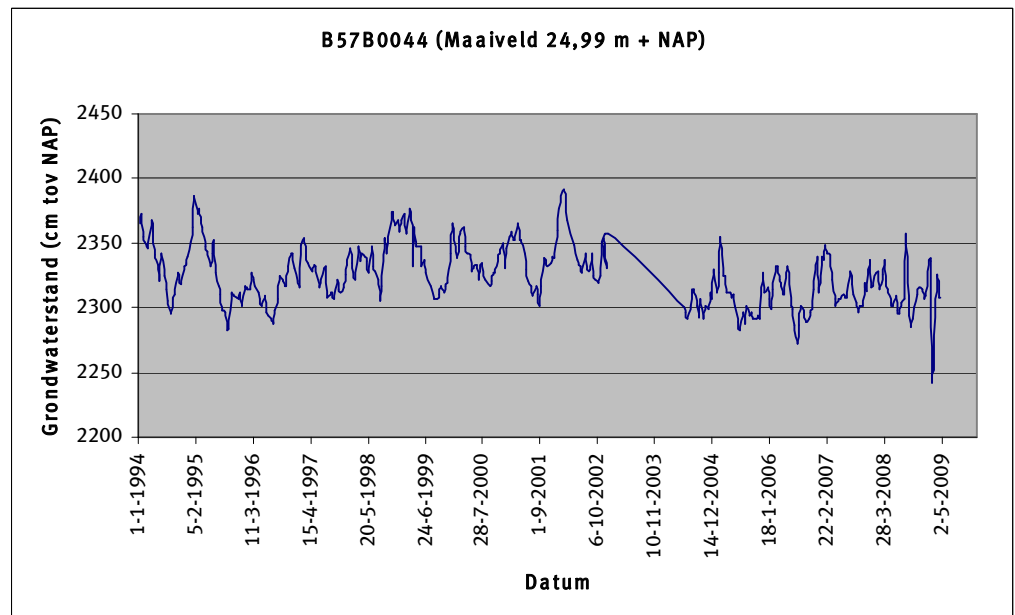
Met behulp van DINOLoket zijn gegevens opgevraagd over de grondwaterstand nabij het plangebied. Op een afstand van circa 100 m van het plangebied zijn verschillende peilbuizen aanwezig die gedurende langere tijd zijn waargenomen. De ligging van de

peilbuizen is weergegeven in figuur 1. In figuren 4 en 5 zijn de grondwaterstanden van de peilbuizen weergegeven.



Figuur 4: Grondwaterstandverloop peilbuis noordelijk plangebied DINOLoket

De maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis B57B0026 (figuur 4) is NAP +24,79 m. Het filter van de peilbuis ligt op circa 6,5 - 24 meter beneden maaiveld, dus deels in de deklaag en deels in het eerste watervoerende pakket. Uit de waarnemingen blijkt dat de maatgevende hoogste grondwaterstanden ter plaatse van de peilbuis op circa 2,0 m -mv. liggen. De maatgevend laagste grondwaterstand liggen ca. 2,6 m -mv.



Figuur 5: Grondwaterstandverloop peilbuis DINOLoket zuidwesthoek plangebied

De maaiveldhoogte ter plaatse van de peilbuis B57B0044 is NAP +24,99 m. Het filter van de peilbuis ligt op circa 22 - 24 meter beneden maaiveld. Uit de waarnemingen blijkt dat

de maatgevende hoogste grondwaterstand ter plaatse van de peilbuis op circa 1,5 m -mv. liggen. De maatgevende laagste grondwaterstanden liggen ca. 2,0 m -mv.

Deze peilbuis ligt op de zuidwestelijke grens van het plangebied en is dus redelijk representatief voor het plangebied. Wel moet er rekening mee worden gehouden dat het maaiveld in oostelijke richting afloopt. De grondwaterstanden zullen in die richting ook afnemen.

Uit de beschikbare grondwaterstanden blijkt dat de grondwaterstroming globaal noordelijk gericht is.

Wateratlas Noord-Brabant

Met behulp van de wateratlas Provincie Noord-Brabant is vastgesteld welke grondwatertrappen er voorkomt. Deze zijn weergegeven in de onderstaande tabel. De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) worden gegeven in centimeters beneden maaiveld.

De grondwatertrappen VI en VII betreffen relatief droge grondwatertrappen. Dit komt ook globaal overeen met de waarnemingen van de grondwaterstand.

Tabel 3: Overzicht grondwatertrappen

Locatie	Grondwatertrap	GHG (cm -mv)	GLG (cm -mv)
Woningbouw Valkenswaard-Zuid westelijk deel	VII	80 - 140	>120
Woningbouw Valkenswaard-Zuid oostelijk deel	VI	40 - 80	>120

2.6 Ontwatering

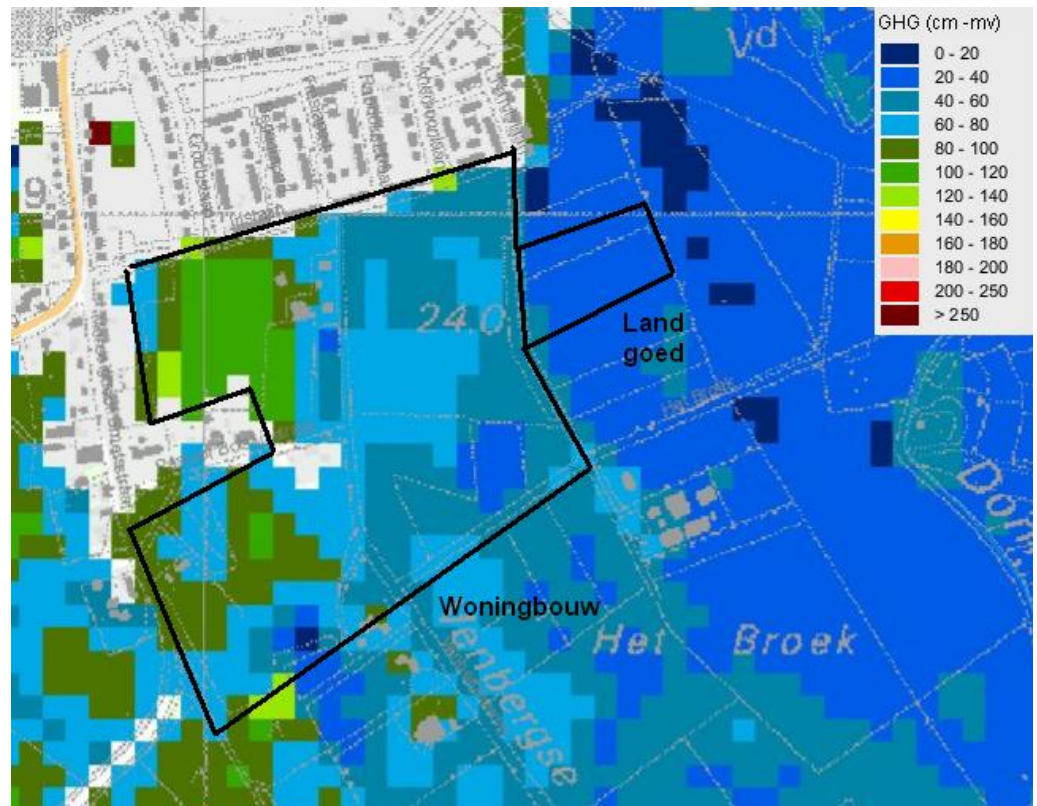
De ontwateringsdiepte (afstand tussen maaiveld en grondwaterstand) dient volgens de landelijke richtlijn minimaal 0,75 m te bedragen om grondwateroverlast (vochtige kruipruimtes e.d.) te voorkomen.

Voor het plangebied is de ontwateringsdiepte getoetst op basis van de beschikbare metingen van de grondwaterstand en een globale fluctuatie van de grondwaterstand in de orde van 0,5 à 0,75 m (op basis van de peilbuizen uit DinoLoket). Tevens is een beoordeling gemaakt op basis van de grondwatertrappen (Wateratlas Noord-Brabant, figuur 6).

Hieruit blijkt dat waarschijnlijk in het westelijke deel van het plangebied gedurende het hele jaar een ontwatering van meer dan 0,8 m aanwezig. In het oostelijke deel van het plangebied is de ontwateringsdiepte waarschijnlijk in de natte periode kleiner dan 0,8 m (figuur 6). Uit deze figuur blijkt dat hier een ophoging in de orde van ca. 0,2 à 0,4 m wenselijk is.

De grondwatertrappenkaart is echter opgesteld voor een groter schaalniveau dan hier weergegeven. Er is dus sprake van enige onnauwkeurigheid, die in het algemeen zowel tot een drogere als nattere situatie kan leiden. Op basis van de maaiveldhoogten en de peilbuiswaarnemingen wordt verwacht dat in dit geval de grondwatertrappenkaart natter lijkt te zijn dan in werkelijkheid het geval is.

Aanbevolen wordt om de grondwaterstanden in de peilbuizen gedurende een langere periode regelmatig op te nemen, zodat meer inzicht ontstaat in de ontwatering van het plangebied. Dit betreft bij voorkeur in ieder geval een natte periode (winter-voorjaar).



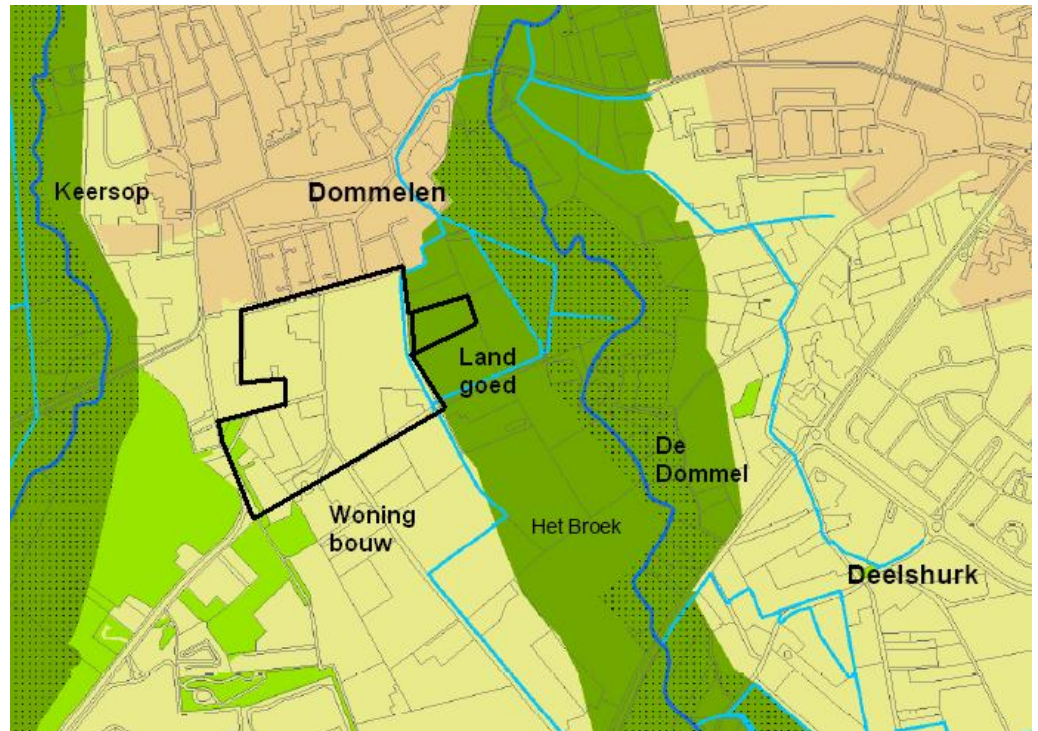
Figuur 6: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (Bron: wateratlas Noord-Brabant)

2.7 Oppervlaktewater en ecologie

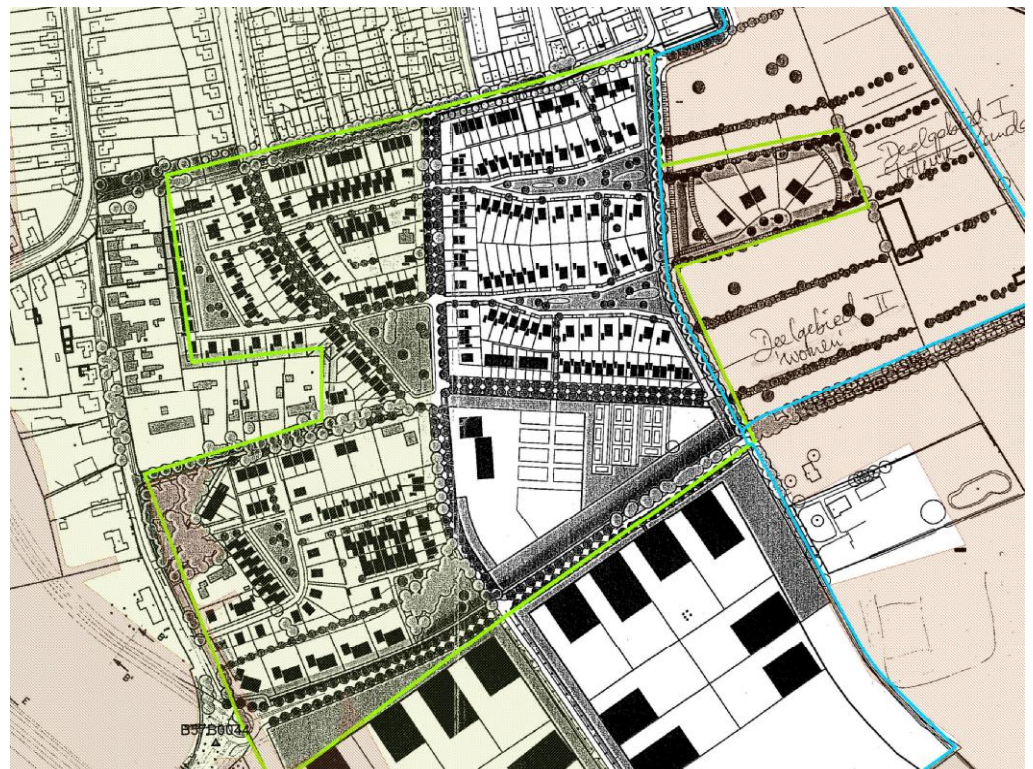
Op enige afstand oostelijk van het plangebied stroomt de Dommel (figuur 7). Op enige afstand ten westen van het plangebied loopt de Beekloop of Keersop. Aan de oostelijke begrenzing van de woningbouwlocatie loopt een sloot in beheer van het waterschap De Dommel. Het waterschap heeft hiervan geen peilen beschikbaar gesteld.

Het waterschap heeft verder aangegeven dat het westelijke deel van het plangebied in een keurattentiegebied ligt (figuur 8). Een klein deel van het plangebied aan de westkant is een beschermd gebied in de Keur. In een keurbeschermingsgebied geldt een anti-verdrogingsbeleid gericht op behoud en/of herstel van grondwaterstanden en kwelsituaties. Een attentiegebied betreft een zone van ca. 500 m rond een natte natuurparel (voor zover deze niet samenvalt met de beschermde gebieden). Bij voorziene werkzaamheden die in de Keur een ontheffing vereisen (bijv. de aanpassing van waterlopen, aanlegging drainage, toepassing onderbemaling) wordt in deze gebied aanvullende aandacht aan een mogelijke invloed op het anti-verdrogingsbeleid gegeven.

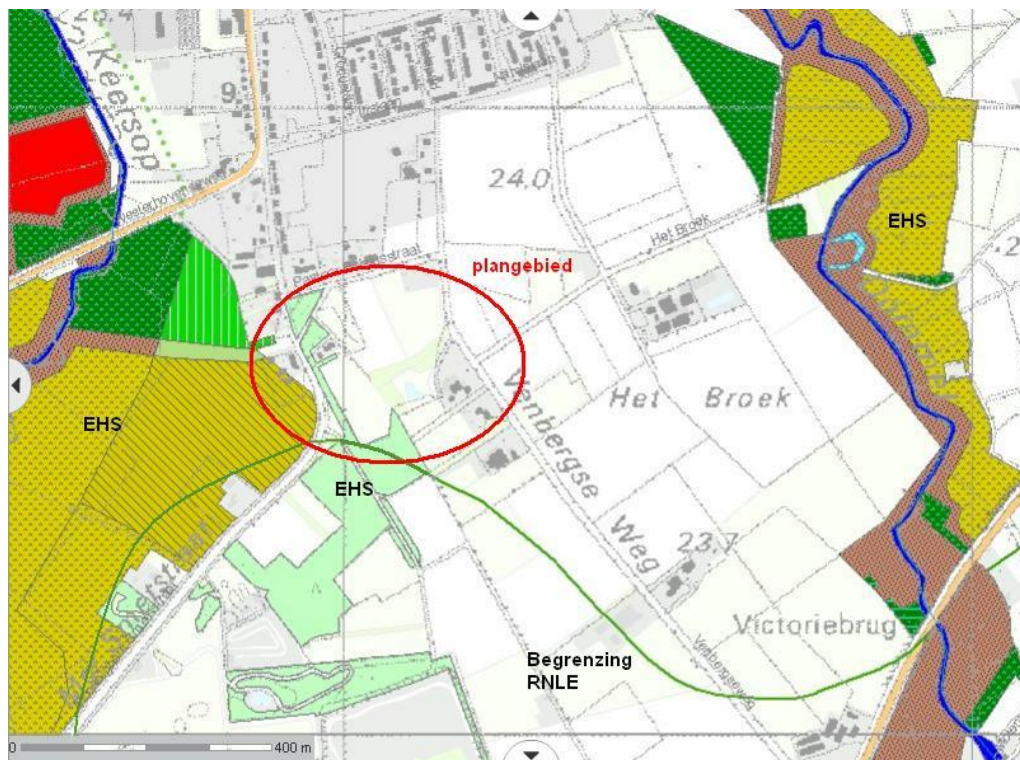
Het zuidwestelijke deel van het plangebied ligt tenslotte in de EHS (figuur 9). Het betreffende natuurdoeltype is multifunctioneel bos. Juist zuidelijk van het plangebied ligt de begrenzing van de RNLE, de Regionale Natuur- en LandschapEenheden.



Figuur 7: Ligging oppervlaktewater nabij plangebied



Figuur 8: Ligging attentiegebieden (groen) en beschermde gebieden (bruin) Keur



Figuur 9: Ligging EHS

2.8 Hemelwaterafvoer

In de huidige situatie is het plangebied grotendeels onbebouwd en valt het hemelwater direct op het maaiveld en infiltreert het in de bodem.

2.9 Vuilwaterafvoer

De woningen in het plangebied zijn aangesloten op de gemengde riolering van Dommelen.

3 Beleid

Europees- en rijksbeleid water

Directe aanleiding voor het kabinetsstandpunt 'Anders omgaan met water, waterbeleid in de 21e eeuw' (WB21)', is de zorg over het toenemende hoogwater in de rivieren, wateroverlast en de versnelde stijging van de zeespiegel. Het kabinet is van mening dat er een aanscherping in het denken over water dient plaats te vinden. Nadrukkelijker zal rekening moeten worden gehouden met de (ruimtelijke) eisen die het water aan de inrichting van Nederland stelt.

In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) is afgesproken dat water een medesturend aspect is binnen de ruimtelijke ordening en dat het watersysteem 'op orde' moet worden gebracht. Dit betekent dat het watersysteem robuust en veerkrachtig moet zijn en moet voldoen aan de normen voor wateroverlast, nu en in de toekomst. In het Nationaal Bestuursakkoord Water-actueel (2008) is wederom afgesproken om het watertoetsproces te doorlopen bij alle waterhuishoudkundige relevante ruimtelijke plannen en besluiten van rijk, provincies en gemeenten.

Het watertoetsproces is verankerd in het Besluit op de ruimtelijke ordening (2003). Met de invoering van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) in 2008 ter vervanging van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO) is de wettelijk verplichte werkingsfeer van het watertoetsproces beperkt tot bestemmingsplannen, inpassingsplannen, projectbesluiten en buitentoepassingsverklaringen. Bij landelijke, provinciale en gemeentelijke structuurvisies is het watertoetsproces geen voorgeschreven onderdeel meer, maar in de praktijk zal daarbij ook de inbreng van de waterbeheerder gevraagd worden.

Voor gemeenten geldt dat het gemeentelijke waterbeleid (incl. de basisinspanning riolering, mogelijke optimalisaties en de grondwaterproblematiek) in overleg met het waterschap opgesteld moet zijn. Hierbij dienen de partijen rekening te houden met de ruimteclaims voortvloeiend uit de toepassing van de (werk)normen. De watertoets vormt hierbij een waarborg voor de inbreng en kwaliteit van water in de ruimtelijke ordening. De gemeente Valkenswaard heeft het waterbeleid opgenomen in het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP, 2006). Het waterschap De Dommel heeft haar beleid vastgelegd in het (ontwerp) Waterbeheerplan III 2010-2015, wat eind 2009 wordt vastgesteld.

In de Nota Ruimte zijn de ruimtelijke consequenties van het waterbeleid, zoals beschreven in de NW4, meegenomen. Water en ruimtelijke ordening worden in deze nota nadrukkelijk aan elkaar gekoppeld.

De basisprincipes van bovengenoemd beleid zijn: meer ruimte voor water en het voorkomen van afwenteling van de waterproblematiek in ruimte of tijd. Dit is in WB21 geconcludeerd in de twee drietrapsstrategieën voor: Waterkwantiteit (vasthouden, bergen, afvoeren) en Waterkwaliteit (schoonhouden, schoon en vuil scheiden, zuiveren).

De Watertoets

Onderdeel van het rijksbeleid is de invoering van de watertoets. De watertoets dient te worden toegepast op nieuwe ruimtelijke plannen, zoals bestemmingsplannen, structuurplannen en ook ruimtelijke onderbouwingen. Als een gemeente een ruimtelijk plan wil opstellen, stelt zij de waterbeheerder vroegtijdig op de hoogte van dit voornemen. De waterbeheerders stellen dan een zogenaamd wateradvies op. Het ruimtelijk plan geeft in de waterparagraaf aan hoe is omgegaan met dit wateradvies.

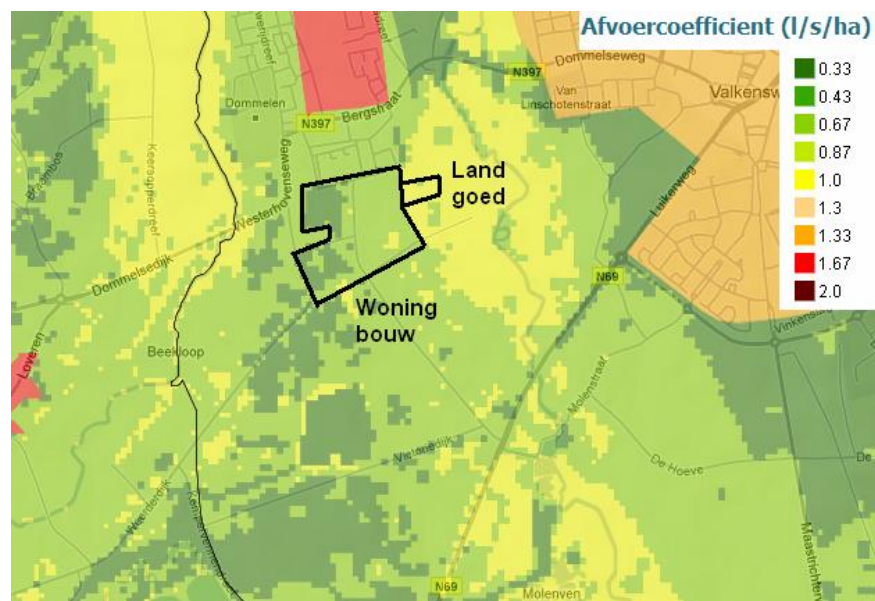
4 Randvoorwaarden waterbeheerders

4.1 Waterschap De Dommel

In het kader van de watertoets is contact opgenomen met Waterschap De Dommel. Het waterschap heeft aangegeven dat voor de betreffende ontwikkeling de volgende randvoorwaarden gelden:

Hieronder zijn een aantal belangrijke punten uit de Checklist watertoets opgenomen die van toepassing zijn op deze ontwikkeling.

- Voor de afvoer van hemelwater geldt het uitgangspunt 'hydrologisch neutraal bouwen'. Dit houdt in dat het hemelwater dat op daken en verhardingen valt, niet versneld mag worden afgevoerd naar oppervlaktewater. Voor behandeling van dit water geldt de waterkwantiteitstrits, waarbij optie 1 het meest wenselijk en optie 4 het minst wenselijk is: 1. hergebruik 2. vasthouden / infiltratie 3. bergen 4. afvoeren naar oppervlaktewater;
- De afvoer mag niet meer bedragen dan de afvoer in de oorspronkelijke situatie. De maximale afvoer is locatiegebonden en varieert voor deze locatie tussen 0,33 en 0,67 l/s/ha (figuur 10). In overleg met het waterschap is 0,67 l/s/ha gehanteerd;



Figuur 10: Afvoercoëfficiënten plangebied

- Als hergebruik en (volledige) infiltratie niet mogelijk zijn, is het noodzakelijk om water te bergen. Dat geldt tenminste voor het deel waarmee de verharding toeneemt (toekomstige situatie). Voor de berekening van de benodigde bergingscapaciteit wordt de HNO-tool (hydrologisch neutraal ontwikkelen) van het waterschap gebruikt;
- Het plangebied ligt in een keurbeschermingsgebied. Dit houdt in dat er een anti-verdrogingsbeleid geldt, gericht op het behoud en/of herstel van grondwaterstanden en kwelsituaties;
- De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) mag niet worden verlaagd. Eventuele bergingsvoorzieningen liggen boven de GHG;

- Bij de inrichting, bouwen en beheer dienen zo min mogelijk vervuilende stoffen te worden toegevoegd aan de bodem en het grond- en oppervlaktewatersysteem. Conform de waterkwaliteitsrichts: 1. schoonhouden 2. scheiden 3. zuiveren;
- Uitlopende materialen worden niet gebruikt bij nieuwbouw.

4.2 Gemeente Valkenswaard

De gemeente Valkenswaard heeft een indicatieve inrichting van het plangebied bepaald. Hierbij is uitgegaan van een blauw-groene inrichting van de zuidelijke begrenzing en van twee 'wiggen' langs de oostelijke plangrens. Deze inrichting heeft mede tot doel om de ecologische en landschappelijke waarden van het gebied te vergroten. De zuidelijke begrenzing is tevens ecologische verbindingzone (EVZ).

Het toegestane gebruik van bouwmaterialen (in relatie tot uitloogbaarheid) is opgenomen in de bouwvoorschriften van de gemeente.

5 Toekomstige situatie

Voor het plangebied Valkenswaard-Zuid, dat nu voornamelijk een agrarisch gebruik kent, is een woonlocatie voorzien. Binnen het plan komen circa 300 woningen. In het plan zijn tevens waterbergingsvoorzieningen in de vorm van wadi's en oppervlaktewater (greppels, watergangen) opgenomen. In de onderstaande figuur is de stedenbouwkundige schets opgenomen.



Figuur 11: Stedenbouwkundig ontwerp plangebied Valkenswaard-Zuid

De ontwikkelingen hebben een toename van de verharding als gevolg. In onderstaande tabel 4 zijn indicatief de oppervlaktes uit de voorlopige stedenbouwkundige schets overgenomen. Hierbij is voor woonbebouwing aangenomen dat 60% van de oppervlakte verhard is, het overige deel is tuin.

Tabel 4: Oppervlakte verdeling (indicatief) plangebied Valkenswaard-Zuid

Oppervlak	Oppervlakte (m ²)	Oppervlakte (ha)
Totaal plangebied	178.000	17,8
Verhard oppervlak (60% van bebouwing + infrastructuur)	93.000	9,3
Onverhard (tuinen, groen, water)	85.000	8,5

5.1 Ontwatering

Bij de bouw van de woonwijk is de landelijke richtlijn dat minimaal 0,7 à 0,8 m ontwateringsdiepte (ten opzichte van de GHG) gehaald wordt. Op basis van de grondwatertrappen wordt verwacht dat dit in het oostelijke deel van het plangebied niet overal het geval zal zijn. Om de ontwateringsdiepte in het plangebied beter in beeld te krijgen, wordt aanbevolen om de peilbuizen die geplaatst zijn tijdens het veldonderzoek in augustus 2009 langere tijd te monitoren (in ieder geval tot voorjaar 2010).

Wanneer de ontwatering niet voldoende blijkt te zijn, kunnen de volgende maatregelen onderzocht worden om toekomstige grondwateroverlast te voorkomen:

- **Kruipruimteloos bouwen.**
Deze methode wordt weinig toegepast omdat de aansluiting van kabels en leidingen naar woningen minder eenvoudig te realiseren is.
- **Toepassing van drainage in de wegcunnetten;** deze mogen echter niet dieper dan de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) worden aangelegd om een verlaging van de GHG te voorkomen. Vanwege de ligging in een keurattentiegebied moet ook worden aangetoond dat er geen negatief effect is op de grondwaterstanden in de omgeving. Verwacht wordt dat met deze aanpak onvoldoende ontwateringsdiepte wordt bereikt.
- **Ophoging van het plangebied.**
Deze methode geeft het beste resultaat.

De gemeente Valkenswaard heeft aangegeven dat de voorkeur uitgaat naar ophoging van het plangebied. De benodigde ophoging van het maaiveld ligt in het oostelijke plangebied naar verwachting tussen 0,2 en 0,4 m. Hiermee wordt de ontwateringsdiepte van 0,7 à 0,8 m boven de GHG bereikt.

De ophoging kan (deels) worden gerealiseerd met grond die vrijkomt uit kruipruimtes, wegcunnetten e.d. in het plangebied, mits de civieltechnische kwaliteit voldoende is.

Om ook in extreme (neerslag)situaties voldoende ontwateringsdiepte te behouden, geeft de gemeente Valkenswaard aan dat het bouwpeil bij voorkeur 0,2 à 0,3 m boven het wegpeil dient te liggen.

5.2 Waterkwaliteit

Hergebruik

Voor deze ontwikkeling kan gedacht worden aan het hergebruik van hemelwater. Zo zouden bij de woningen regentonnen kunnen worden geplaatst. De regentonnen kunnen echter niet meegerekend worden als waterberging.

Gezien de ecologische waarden in de directe omgeving en de wens om de grondwaterstanden niet te verlagen, is substantieel hergebruik van hemelwater ongewenst. Dit water komt dan nl. niet meer ten goede aan het grondwatersysteem.

Afkoppelen

Het hemelwater dat terecht komt op de bebouwing wordt beschouwd als schoon wanneer geen uitlogende bouwmaterialen gebruikt worden. Dit water kan dan zonder verdere zuivering worden afgevoerd naar een infiltratie- of bergingsvoorziening of naar het oppervlaktewater.

Het hemelwater dat terecht komt op wegen wordt beschouwd als licht verontreinigd. Voordat dit water kan worden afgevoerd op oppervlaktewater dient een bodem-/bermpassage te worden gepasseerd.

Natuurvriendelijke oevers

Waar oppervlaktewater binnen het plan aanwezig is of wordt aangelegd, worden (indien mogelijk) natuurvriendelijke oevers toegepast. Op de natuurvriendelijke oevers krijgen planten meer kans te groeien. De planten, zoals riet, nemen voedingsstoffen op en dragen zo bij aan de zuivering van het water. De natuurvriendelijke oevers hebben een talud van minimaal 1:3 maar bij voorkeur 1:5 of flauwer. Een profiel met een plas/dras zone dient tevens als natuurvriendelijke inrichting van de oever.

5.3 Waterkwantiteit

Vuilwater

Het vuilwater van de nieuwe woonwijk wordt opgevangen in een vuilwaterstelsel. De vuilwaterriolering wordt middels een pompmaal aangesloten op het bestaande gemengde stelsel in de omliggende straten in Dommelen.

Hemelwater

De hemelwaterafvoer vanaf daken en wegen mag niet worden aangesloten op het gemeentelijk riool. Het hemelwater dient te worden geïnfiltreerd of worden geborgen binnen het plangebied. Uit de doorlatendheidsmetingen blijkt dat infiltratie op circa 0,5 m -mv. op deze locatie redelijk mogelijk is gezien de bodemsamenstelling en de grondwaterstanden. De doorlatendheid is op 1,0 m -mv. beter, maar in een deel van het jaar zullen de grondwaterstanden dan te hoog liggen om infiltratie mogelijk te maken.

De benodigde berging in infiltratie- en bergingsvoorzieningen is berekend met de HNO-tool van het waterschap De Dommel. Hierbij zijn de volgende waarden ingevuld:

Kenmerken projectgebied		Systeemeisen berging	
Bruto oppervlakte	178.000 m ²	Peilstijging normaal nat jaar	0,3 m
Bestaande opp. verhard	2.650 m ²		
Bruto oppervlakte verhard	93.000 m ²	Peilstijging T=10	0,5 m
GHG	0,75 m -mv.	Peilstijging T=100	0,75 m
Doorlatendheid bodem	0,2 m/d	Afvoercoëfficiënt	0,67 l/s/ha

Uit deze berekening komen de volgende oppervlakten en volumes:

	Volume (m ³)	Oppervlakte (m ²)	Overige eisen
Infiltratie*	1.466	5.181	Max. lediging in 36 uur
Extreme neerslag T=10	4.328	9.156	-
Extreme neerslag T=100	5.722	9.156	-

* Bij een grotere doorlatendheid van de bodem kan de infiltratie- en bergingsvoorziening voor het 'normale' gebruik kleiner worden gedimensioneerd. Bij een k-waarde van 0,5 m/d kan de infiltratievoorziening beperkt blijven tot 798 m³ (ca. 2.960 m²). De berging voor extremere situaties (T=10 en T=100) wordt hier niet door beïnvloed.

Een nadere toelichting op de bergingsberekening is opgenomen in bijlage 4.

Om voldoende hemelwater te kunnen bergen in de wijk zijn in het voorlopige stedenbouwkundig ontwerp wadi's, greppels en een nieuwe watergang ingetekend. De totale oppervlakte van het weergegeven bergingsgebied bedraagt ca. 11.000 m², dus meer dan absoluut noodzakelijk is.

Een aantal mogelijke vormen van waterberging waar bij dit plan aan gedacht kan worden zijn weergegeven in de volgende paragraaf.

In een waterhuishoudkundig plan moet de uiteindelijke situatie (kwalitatief en kwantitatief) nader worden uitgewerkt. Dit waterhuishoudkundige plan vormt tevens de basis voor de aanvraag van de Keurontheffing.

5.4 Mogelijkheden waterberging

In deze paragraaf zijn de reële mogelijkheden voor het infiltreren en/of bufferen van het hemelwater in het plangebied Valkenswaard-Zuid weergegeven. Voor welke aanpak (of combinatie) wordt gekozen, wordt vooral bepaald door het gewenste uiterlijk van de wijk en de beschikbare ruimte.

Berging in open water

De aanleg van oppervlaktewater met de mogelijkheid van een peilstijging geeft een relatief goedkope berging. In het huidige stedenbouwkundige ontwerp is er oppervlaktewater in de vorm van een nieuwe watergang gepland. Daarnaast is in de 'wiggen' aan de oostkant oppervlaktewater voorzien.

Het waterpeil van de watergang hangt samen met de voorkomende gemiddeld laagste (GLG) en gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG) en het peil van omliggende watergangen.

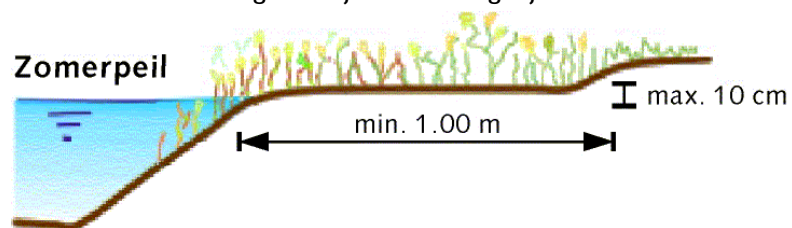
Belangrijke aandachtspunten bij de uitwerking van oppervlaktewater zijn:

- Voldoende waterdiepte om kwaliteitsproblemen te voorkomen (0,5 à 1,0 m).
- Voldoende beschikbare ruimte: bodembreedte 0,5 m, taluds niet steiler dan 1:1 à 1:2, bij een waterpeil van 1,0 m -mv. en een waterdiepte van 0,75 m is de bovenbreedte dus 4,0 à 7,5 m.
- Doorstroming om waterkwaliteitsproblemen te voorkomen. Vooral bij de groen/blauwe 'wiggen' aan de oostkant zijn dit belangrijke aandachtspunten wanneer hier permanent oppervlaktewater gewenst is. Er moet dus voldoende afschot / verhang zijn om afvoer te behouden.
- Waar mogelijk toepassing van natuurvriendelijke oevers om waterkwaliteitsproblemen te voorkomen.

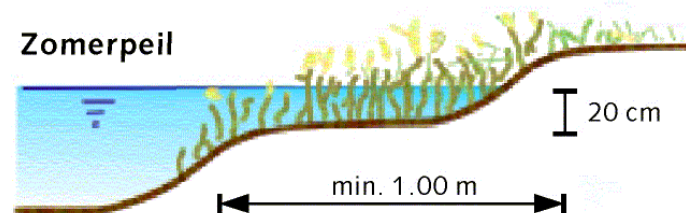


Oppervlaktewater naast woningen, Empel

In de onderstaande figuren zijn enkele mogelijkheden voor de oevers weergegeven.



Drasoevers, waarbij een deel van de oever vochtig tot natte omstandigheden kent.



Plasoever, waarbij een flauw tot horizontaal talud onder de waterspiegel aanwezig is.

Wadi's

In Valkenswaard-Zuid is in de groenstroken een verlaging van de bodem (wadi) voorzien waar regenwater tijdelijk kan worden geborgen en waar het water kan infiltreren in de ondergrond. De wadi heeft vaak een formeel karakter met een strakke inrichting. Een wadi wordt vaak ook toegepast voor multifunctioneel ruimtegebruik, bijvoorbeeld een combinatie met speeltoestellen.

In een wadi wordt normaal gesproken een waterlaag van maximaal 0,3 meter toegestaan. Als de wadi zijn maximale bergingscapaciteit (waterlaag van 0,5 m) bereikt heeft, treedt een overstort in werking.

De uitstraling (nat/droog) is afhankelijk van onder meer de bodemopbouw en van de mate van aanvoer van hemelwater. De bovenlaag dient, ook op langere termijn, voldoende doorlatend te zijn en te hoge grondwaterstanden dienen voorkomen te worden. Door de wadi uit te voeren met een drain kan voorkomen worden dat de wadi te lang nat blijft.



Wadi Piekenhoef Oss met wandelpad

Greppels

Bij een beperkt beschikbare ruimte kan ook een greppel worden toegepast. Deze heeft een combinatie van waterberging en -infiltratie, maar ook een functie om het water naar een grotere bergingsvoorziening te leiden. De afmetingen van greppels worden grotendeels bepaald door de mogelijkheden voor onderhoud: bij te steile taluds en een te grote diepte kan de greppel niet goed gemaaid worden. Wanneer de greppel echter te ondiep is, zal deze snel dichtgroeien. Als richtlijn wordt een diepte van 0,3 tot 0,5 m aangehouden, een bodembreedte van 0,3 tot 0,5 m en taluds 1:1.



Greppel kort na neerslag

De hieronder genoemde waterbergingsmogelijkheden dragen niet bij aan het gewenste blauw-groene karakter van de woonwijk. Deze kunnen wel een aanvulling vormen op andere voorzieningen, om aan de vereiste berging te voldoen.

Vanuit het oogpunt van beheer en onderhoud heeft de gemeente Valkenswaard aangegeven de voorkeur te geven aan een IT-riool boven aquaflow, watershells e.d.

HWA-leiding / IT-riool

In de leidingen van een HWA-stelsel kan een deel van het hemelwater gebufferd worden. Door een extra grote diameter toe te passen en gebruik te maken van een stuwput wordt in de leidingen een bergingscapaciteit gecreëerd. De bergingscapaciteit is afhankelijk van de diameter van de buis. Bij een IT-riool (infiltratie-transport-riool) kan hemelwater tevens in de bodem infiltreren.

Om bij iedere bui weer van de bergingscapaciteit gebruik te kunnen maken, worden de leidingen leeggepompt of stroomt de buis (indien mogelijk) onder vrijerval vertraagd leeg.

Aquaflow®

Het Aquaflow systeem is een elementenverharding waar (een deel van) het regenwater via de voegen naar de onderliggende fundering stroomt. Het regenwater wordt geborgen in de in permeabel geotextiel gehulde fundering. De bergingscapaciteit is circa $0,1 \text{ m}^3/\text{m}^2$ bij een standaardopbouw. Aquaflow kan de aanleg van goten of van kolken en een hemelwaterriool overbodig maken. Bij de aanleg moet rekening worden gehouden met de toekomstige bouwwerkzaamheden (zandinloop) en met kabels en leidingen. De kabels en leidingen worden bij voorkeur niet onder Aquaflow bestrating aangelegd.



Aquaflow uitgevoerd in baksteen

Watershell®

Watershell is een ondergrondse berging. De koepelvormige kunststof cassettes fungeren als verloren bekisting waarop beton wordt gestort. Het systeem Watershell creëert een 'dubbele bodem' waarin water geborgen kan worden. De diepte of hoogte van de bodem kan variëren tussen 0,08 tot 1,55 m. De draagkracht van het systeem gaat tot 40 kN/m^2 wat gelijk staat aan verkeersklasse 60.



Figuur: Principe Watershell

6 Conclusie / aanbeveling

Voor deze ontwikkeling dient rekening te worden gehouden met de volgende aspecten:

- Het hemelwater wordt niet aangesloten op het rioolstelsel maar wordt direct afgevoerd naar een bergings- en infiltratievoorziening waar het hemelwater in de bodem kan infiltreren en geborgen wordt, zodat aan de afvoereisen van het waterschap wordt voldaan;
- Gezien de bodemsamenstelling, grondwaterstand en de uitgevoerde infiltratieproef wordt geconcludeerd dat het plangebied matig tot goed geschikt is voor de infiltratie van hemelwater;
- Om voldoende ontwateringsdiepte te bereiken (0,7 à 0,8 m boven de GHG), is naar verwachting in het oostelijke deel van het plangebied ophoging in de orde van 0,2 à 0,4 m nodig. Uit een monitoring van de grondwaterstanden gedurende minimaal één winter en voorjaar kan de benodigde ophoging nader worden bepaald.
- Het vuilwater (DWA) van de nieuwe woonwijk wordt opgevangen in een vuilwaterstelsel. Het vuilwaterriool sluit aan op het bestaande gemengde stelsel in Dommelen;
- Bij de bouw worden geen uitlogende bouwmaterialen gebruikt, zoals ook vastgelegd in de bouwverordening van de gemeente;
- In het plangebied wordt ruim 90.000 m² nieuwe verharding (woningen en bestrating) aangelegd. Op basis van de HNO-tool van het waterschap houdt dit in dat voor de T=10 in totaal 4.328 m³ bergingscapaciteit moet worden gerealiseerd (toegestane afvoercoëfficiënt 0,67 l/s/ha). Uitgaande van een maximale peilstijging van 0,5 m komt dit overeen met 9.156 m² berging. Met deze berging kan tevens invulling worden gegeven aan de T=100 bui (5.722 m³ met 0,75 m peilstijging). Voor de 'normale natte' situatie is een infiltratievoorziening benodigd met een oppervlakte van 5.181 m² (volume 1.466 m³) bij een maatgevende bodemdoorlatendheid van 0,2 m/d. Wanneer de doorlatendheid wordt vergroot door de toepassing van bodemverbetering kan een kleinere infiltratievoorziening worden toegepast.
- Belangrijke aandachtspunten bij de uitwerking van bergings- en infiltratievoorzieningen is bij permanent open water de doorstroming ervan en het realiseren van een voldoende waterdiepte.
- In een waterhuishoudkundig plan moet de uiteindelijke situatie nader worden uitgewerkt. Hierbij wordt zowel de waterkwaliteit (inclusief eventueel benodigde zuivering hemelwater) als de waterkwantiteit nader uitgewerkt.

7 Samenvatting waterparagraaf

In opdracht van de gemeente Valkenswaard heeft Oranjewoud het proces van de watertoets doorlopen voor de ontwikkeling van woningbouwgebied "Valkenswaard-Zuid" te Valkenswaard. In de rapportage "Toelichting watertoets, Valkenswaard-Zuid woningbouwgebied, december 2009" door Oranjewoud is de waterhuishoudkundige situatie voor het plan uitgebreid beschreven.

De knelpunten en aandachtspunten ten aanzien van de waterhuishouding zijn geïventariseerd. Hieronder zijn de huidige en toekomstige situatie beschreven. De gewenste situatie ten aanzien van de waterhuishouding is tevens weergegeven.

Gewenste situatie

Waterschap de Dommel

Hieronder zijn een aantal belangrijke punten uit de Checklist watertoets opgenomen die van toepassing zijn op deze ontwikkeling.

- Voor de afvoer van hemelwater geldt het uitgangspunt 'hydrologisch neutraal bouwen'. Dit houdt in dat het hemelwater dat op daken en verhardingen valt, niet versneld mag worden afgevoerd naar oppervlaktewater. Voor behandeling van dit water geldt de waterkwantiteitstrits, waarbij optie 1 het meest wenselijk en optie 4 het minst wenselijk is: 1. hergebruik 2. vasthouden / infiltreren 3. bergen 4. afvoeren naar oppervlaktewater;
- De afvoer mag niet meer bedragen dan de afvoer in de oorspronkelijke situatie. De maximale afvoer is locatie gebonden en is voor deze locatie 0,67 l/s/ha;
- Als hergebruik en (volledige) infiltratie niet mogelijk zijn, is het noodzakelijk om water te bergen. Dat geldt tenminste voor het deel waarmee de verharding toeneemt (toekomstige situatie). Voor de berekening wordt gebruik gemaakt van de HNO-tool van het waterschap;
- Het plangebied ligt in een keurbeschermingsgebied. Dit houdt in dat er een anti-verdrogingsbeleid geldt, gericht op het behoud en/of herstel van grondwaterstanden en kwelsituaties;
- De gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) mag niet worden verlaagd. Eventuele bergingsvoorzieningen liggen boven de GHG;
- Bij de inrichting, bouwen en beheer dienen zo min mogelijk vervuilende stoffen te worden toegevoegd aan de bodem en het grond- en oppervlaktewatersysteem. Conform de waterkwaliteitstrits: 1. schoonhouden 2. scheiden 3. zuiveren;
- Uitlopende materialen worden niet gebruikt bij nieuwbouw.

Gemeente Valkenswaard

De gemeente Valkenswaard heeft een indicatieve inrichting van het plangebied bepaald. In het plan komen ca. 300 woningen. Tevens zijn waterbergingsvoorzieningen in de vorm van wadi's, greppels en watergangen voorzien.

Het toegestane gebruik van bouwmaterialen (in relatie tot uitloogbaarheid) is opgenomen in de bouwvoorschriften van de gemeente.

Huidige situatie

Het plangebied Valkenswaard-Zuid is globaal gelegen tussen de Irislaan in het noorden, de Monseigneur Smetsstraat in het westen, het Broek in het zuiden en aan de oostkant door een watergang. Valkenswaard-Zuid heeft een oppervlakte van bijna 18 ha en is

gelegen ten zuiden van de kern van Dommelen. Het plangebied is momenteel grotendeels onbebouwd. De maaiveldhoogte binnen het plangebied varieert globaal tussen N.A.P. +23,5 m in het oostelijk deel en N.A.P. +25,5 m in het westelijk deel.

De bodem op de locatie heeft een matige tot goede doorlatendheid voor infiltratie van hemelwater. De Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) ligt volgens de beschikbare informatie (veldwerk ter plaatse, DinoLoket, grondwatertrappen) in het westelijke deel van het plangebied dieper dan ca. 0,8 m -mv. In het oostelijke deel ligt de GHG waarschijnlijk tussen ca. 0,4 en 0,8 m -mv.

Toekomstige situatie

Voor het plangebied Valkenswaard-Zuid, dat nu voornamelijk een agrarisch gebruik kent, is een woonlocatie voorzien. Binnen het plan komen circa 300 woningen. Tevens is een groen-blauwe inrichting voorzien van de zuidelijke begrenzing en van twee 'wiggen' aan de oostelijke plangrens gezien. Deze inrichting heeft mede tot doel om de ecologische en landschappelijke waarden van het gebied te vergroten. De zuidelijke begrenzing is tevens ecologische verbindingzone (EVZ).

De ontwateringsdiepte in de huidige situatie is onvoldoende voor woningbouw (gewenst 0,7 à 0,8 m boven de GHG). De gemeente Valkenswaard heeft aangegeven dat de voorkeur uitgaat naar ophoging van het plangebied. De benodigde ophoging van het maaiveld ligt in het oostelijke plangebied naar verwachting tussen 0,2 en 0,4 m.

De ontwikkelingen hebben een toename van de verharding als gevolg. Het waterschap gaat er bij nieuwe bebouwing vanuit dat hemelwater niet wordt aangesloten op de riolering maar binnen het plangebied wordt geïnfiltreerd of geborgen.

Het hemelwater dat terecht komt op de bebouwing en andere verhardingen wordt beschouwd als schoon wanneer geen uitlopende bouwmaterialen gebruikt worden. Dit water kan zonder aanvullende zuivering worden afgevoerd naar een infiltratie- of bergingsvoorziening of naar het oppervlaktewater. Het hemelwater dat terecht komt op wegen wordt beschouwd als licht verontreinigd. Voordat dit water kan worden afgevoerd op oppervlaktewater dient een bodem-/bermpassage te worden gepasseerd.

Het hemelwater dient te worden geïnfiltreerd of worden geborgen binnen het plangebied. De benodigde berging in infiltratie- en bergingsvoorzieningen is berekend met de HNO-tool van het waterschap De Dommel. Hieruit blijkt dat voor de T=10-situatie een berging van 4.328 m³ benodigd is, en voor de T=100-situatie een berging van 5.722 m³. Bij een maximale peilstijging van 0,75 m bij de T=100 en 0,5 m bij de T=10 komt dit overeen met een ruimtebeslag van 9.156 m². Voor de 'normaal natte' situatie is een infiltratievoorziening met een volume van 1.466 m³ (oppervlakte 5.181 m²) nodig. Wanneer grondverbetering wordt toegepast, kunnen de afmetingen van de infiltratievoorziening kleiner worden.

De waterhuishoudkundige situatie wordt nader uitgewerkt in een waterhuishoudkundig plan. Hierbij wordt zowel de waterkwaliteit (inclusief eventueel benodigde zuivering hemelwater) als de waterkwantiteit nader uitgewerkt.

Het vuilwater van de nieuwe woonwijk wordt opgevangen in een vuilwaterstelsel. De vuilwaterriolering wordt middels een gemaal aangesloten op het bestaande gemengde stelsel in de omliggende straten.

Bijlage 1: Overzicht boringen en peilbuizen



Bijlage 2: Profielbeschrijvingen boringen

Boring- nummer	Diepte in (cm-mv)	Textuur	Opmerkingen	Filterdiepte in (cm-mv)
001	0 - 80	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, lichtbruin	matig roesthoudend	
	80 - 140	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige		
	140 - 150	Leem, sterk zandig, grijsbeige		
	150 - 160	Zand, zeer fijn, matig siltig, witbeige		
	160 - 190	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin		
	190 - 200	Zand, zeer fijn, matig siltig, witbeige		
002	0 - 50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin		200 - 300
	50 - 90	Zand, zeer fijn, matig grindig, bruin		
	90 - 200	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige		
	200 - 300	Zand, matig fijn, zwak grindig, grijsbeige		
004	0 - 100	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin	zwak roesthoudend	270 - 370
	100 - 200	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin		
	200 - 250	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin		
	250 - 370	Grind, fijn, zwak zandig, grijsbeige		
005	0 - 50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, bruin		
	50 - 100	Zand, matig fijn, matig siltig, licht geelbruin		
006	0 - 100	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin		200 - 300
	100 - 200	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige		
	200 - 300	Grind, fijn, grijsbeige		
007	0 - 30	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin	sterk wortelhoudend	
	30 - 70	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht geelgrijs		
	70 - 100	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs		
008	0 - 50	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin		
	50 - 100	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige		
009	0 - 100	Zand, zeer fijn, zwak humeus, bruin		
010	0 - 50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin		
	50 - 70	Zand, matig fijn, matig siltig, licht geelbruin		
	70 - 90	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, licht grijsbruin		
	90 - 100	Zand, matig grof, matig siltig, lichtgrijs		
011	0 - 50	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin	zwak leemhoudend	
	50 - 100	Zand, matig fijn, matig siltig, licht geelbruin		
012	0 - 100	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin		200 - 300
	100 - 200	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige		
	200 - 300	Grind, fijn, zwak zandig, grijsbeige		
013	0 - 50	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin		
	50 - 100	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs		

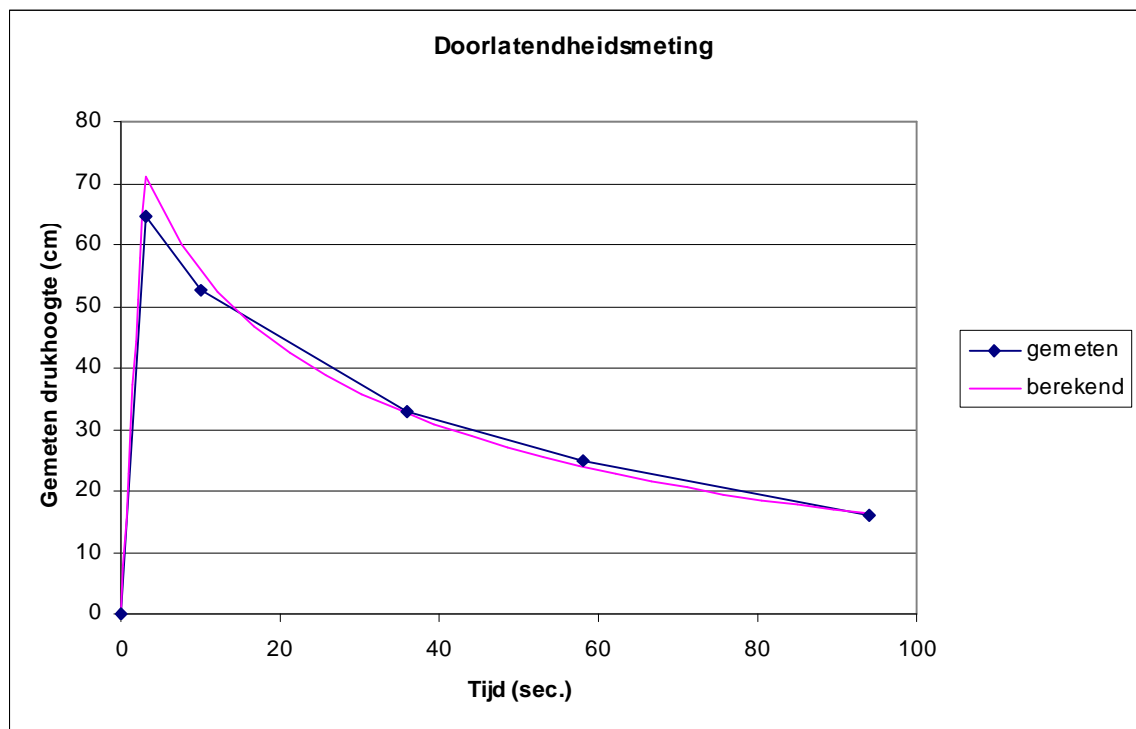
Bijlage 3 : Resultaten doorlatendheidmetingen

De metingen van de doorlatendheid (k-waarde) worden uitgevoerd d.m.v. een infiltratieproef. Aan een boorgat wordt een hoeveelheid water toegevoegd. Door het waterpeil in het boorgat te meten in relatie tot de tijd wordt bepaald hoe snel de grondwaterstand weer daalt. Deze daling is een maat voor de doorlatendheid.

Met de falling head-methode (programma fallhead) wordt de doorlatendheid berekend.

Invoerparameters zijn het gemeten verloop van de grondwaterstand, de afmetingen van het boorgat (lengte en doorsnede) en de geschatte effectieve porositeit van de bodem.

In de onderstaande figuur is een voorbeeld van de gemeten en de berekende doorlatendheid opgenomen.



Figuur 2: voorbeeld curve gemeten en berekende doorlatendheid

In de onderstaande tabel zijn de resultaten en de berekende k-waarden van de infiltratieproeven opgenomen. Tevens is per boring een beknopte profielbeschrijving gegeven. Op plaatsen waar een - staat ontbreken meetresultaten.

Tabel 1: Resultaten infiltratieproeven in boorgat

Boring/peilbuis	Diepte boring (m-mv)	Profielbeschrijving (m-mv)	Doorlatendheid (m/d)
Boring 001	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, lichtbruin	-
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige	0,6
Boring 002	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin	-
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige	10,3
Peilbuis 002	2,0 - 3,0	Zand, zeer fijn, zwak grindig, grijsbeige	14,4
Boring 003	0,5	-	0,9
	1	-	0,5
Boring 004	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin	0,2
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin	0,9
Peilbuis 004	2,7 - 3,7	Grind, fijn, zwak zandig, grijsbeige	-
Boring 005	0,5	Zand, matig fijn, matig siltig, matig humeus, bruin	0,3
	1	Zand, matig fijn, matig siltig, licht geelbruin	4,1
Boring 006	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruin	0,6
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige	2,2
Peilbuis 006	2,0 - 3,0	Grind, fijn, grijsbeige	7,8
Boring 007	0,5	Zand, matig fijn, zwak siltig, licht grijsgeel	0,6
	1	Zand, matig fijn, matig siltig, lichtgrijs	4,4
Boring 008	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin	16,7
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige	2,0
Boring 009	0,5	Zand, zeer fijn, zwak humeus, bruin	-
	1	Zand, zeer fijn, zwak humeus, bruin	1,8
Boring 010	0,5	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin	0,1
	1	Zand, matig grof, matig siltig, lichtgrijs	5,8
Boring 011	0,5	Zand, zeer fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin	0,6
	1	Zand, matig fijn, matig siltig, licht geelbruin	0,6
Boring 012	0,5	Zand, zeer fijn, matig siltig, zwak humeus, bruin	0,3
	1	Zand, zeer fijn, matig siltig, bruinbeige	1,7
Peilbuis 012	2,0 - 3,0	Grind, fijn, zwak zandig, grijsbeige	19,4
Boring 013	0,5	Zand, matig fijn, zwak siltig, matig humeus, grijsbruin	6,9
	1	Zand, matig grof, zwak siltig, zwak grindig, lichtgrijs	2,3

De doorlatendheid van de bodem is op bijna alle locaties op zowel 0,5 m -mv. als op 1 m -mv. redelijk tot goed. Uitzondering zijn de boorlocaties 004, 005, 010 en 012 op 0,5 m -mv. de doorlatendheid van de bodem is daar matig. De doorlatendheid van de bodem bij de peilbuizen is zeer goed.

In de onderstaande tabel zijn de doorlatendheden per bodemlaag samengevat. Hierbij zijn de twee hoogste metingen van de bodemlagen 0,5 m -mv. en 1,0 m -mv. weggelaten, zodat geen overschatting van de doorlatendheid wordt verkregen.

Diepte	Gemiddelde	Standaardafwijking	Maatgevende doorlatendheid
0,5 m -mv.	0,45	0,25	0,20
1,0 m -mv.	1,9	1,3	0,6
2-3 m -mv.	14	6	8

Bijlage 4 : Toelichting berging

Totale benodigde berging in projectgebied

De totale benodigde berging in het projectgebied is opgesplitst drie volumes:

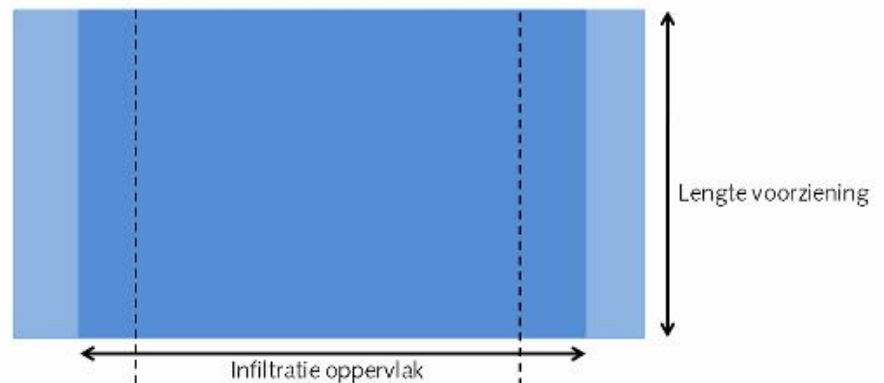
- De berging (in m³) die nodig is voor infiltratie
- De berging (in m³) die nodig is bij een neerslagsituatie met een herhalingsperiode van 10 jaar
- De berging (in m³) die nodig is bij een neerslagsituatie met een herhalingsperiode van 100 jaar

Ontwerp infiltratievoorziening

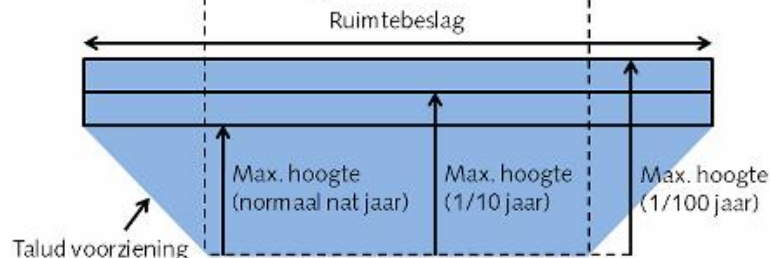
Voor het ontwerp van de infiltratievoorziening gelden de volgende dimensies:

- Het ruimtebeslag van de infiltratievoorziening (in m²). Dit is het oppervlak dat gereserveerd dient te worden voor infiltratie.
- De maximale berging in een normaal nat jaar (in m³). Dit is het maximale volume aan water dat in een normaal nat jaar in de voorziening geborgen wordt.
- De maximale ledigingstijd in een normaal nat jaar (in uren).
- De berging bij een extreme neerslagsituatie met een herhalingsperiode van 10 jaar (in m³) in de infiltratievoorziening.
- De berging bij een extreme neerslagsituatie met een herhalingsperiode van 100 jaar (in m³) in de infiltratievoorziening.

Bovenaanzicht infiltratievoorziening



Zijaanzicht infiltratievoorziening



Ontwerp bergingsvoorziening voor extreme neerslagsituaties

Voor het ontwerp van de totale bergingsvoorziening gelden de volgende dimensies:

- Het ruimtebeslag van de totale voorziening (in m²). Dit is het oppervlak dat gereserveerd dient te worden voor infiltratie en berging van extreme neerslagsituaties.
- De berging bij een extreme neerslagsituatie met een herhalingstijd van 10 jaar (in m³) in de totale voorziening.
- De berging bij een extreme neerslagsituatie met een herhalingstijd van 100 jaar (in m³) in de totale voorziening.

Berging 'tussen de stoepranden'

De berging 'tussen de stoepranden' is het volume dat bij een neerslaggebeurtenis van eens in de 100 jaar niet in de ontworpen voorziening past en daarmee elders geborgen moet worden.