



**Geohydrologische studie  
wijzigingen grond-  
watersituatie Kijkduin  
Binnen te Den Haag -  
Schapenatjesduin B2**

BODEM WATER FUNDERINGEN



Wareco is een gespecialiseerd ingenieursbureau op het gebied van water, bodem en funderingen. Onze kracht is de integratie en combinatie van onze specialisaties. We doen onderzoek en geven advies. We maken plannen en begeleiden de uitvoering. Enthousiast, persoonlijk en innovatief. Al meer dan 35 jaar leveren we maatwerk, met als resultaat hoge kwaliteit en duurzame, kostenbesparende oplossingen.

Vanuit onze vestigingen in Deventer en Amstelveen bedienen we met circa 60 professionals overheden, bedrijfsleven en particulieren.

We hechten grote waarde aan kwaliteit en duurzaamheid. Het managementsysteem is ISO 9001 (kwaliteitsmanagement) en ISO 14001 (milieumanagement) gecertificeerd. Voor u als opdrachtgever komt dit tot uiting in de vorm van duidelijke afspraken, het afhandelen van klachten volgens vaststaande procedures en het, waar mogelijk en wenselijk, aandraagen van duurzame oplossingen.

Daarnaast staat duurzaamheid ook bij onze bedrijfsvoering hoog op de agenda. Dit komt tot uiting in aandacht voor besparing op en hergebruik van grondstoffen en het beperken van milieubelasting.

Vestiging Amstelveen  
Postbus 6  
1180 AA Amstelveen  
t 020 750 46 00  
f 020 750 46 99

Vestiging Deventer  
Zutphenseweg 51  
7418 AH Deventer  
t 0570 66 09 10  
f 0570 66 09 19

info@wareco.nl  
www.wareco.nl



## **Geohydrologische studie wijzigingen grond- watersituatie Kijkduin Binnen te Den Haag - Schapenatjesduin B2**

Concept

Uitgebracht aan:

Gemeente Den Haag, DSO  
T.a.v. Crediteurenadministratie  
Postbus 12655  
2500 DP DEN HAAG

---

Auteur drs. ing. C. Gijsbertsen  
Vrijgave drs. ing. M.J. Kuiper

Kenmerk BX71 RAP20170602  
Datum 08-06-2017  
Status Concept

## Inhoudsopgave

<b>Tekst</b>	<b>pagina</b>
1. Inleiding.....	1
1.1.    Aanleiding en doel.....	1
1.2.    Gebruikte gegevens.....	2
1.3.    Werkzaamheden .....	3
2. Beschrijving van het onderzoeksgebied .....	4
2.1.    Algemeen.....	4
2.2.    Oppervlaktewater.....	4
2.3.    Puinduin en anti-tankgracht .....	6
2.4.    Drainage .....	8
2.5.    Bodem en geohydrologie.....	9
2.5.1. Bodemopbouw .....	9
2.5.2. Grondwaterstroming.....	10
3. Toekomstige situatie herontwikkeling.....	11
3.1.    Wijzigingen verhard oppervlak .....	11
3.2.    Wijzigingen in maaiveldniveau .....	12
3.3.    Wijzigingen watersysteem .....	12
4. Effecten herontwikkeling op de grondwatersituatie .....	13
4.1.    Effecten ophogen maaiveld.....	13
4.2.    Modelstudie overige effecten .....	13
4.3.    Resultaten modelstudie.....	14
4.3.1. Effecten .....	14
4.3.2. Beoordeling effecten toename stroomsnelheid grondwater puinduin .....	15
5. Conclusies en aanbevelingen.....	17

## Bijlage

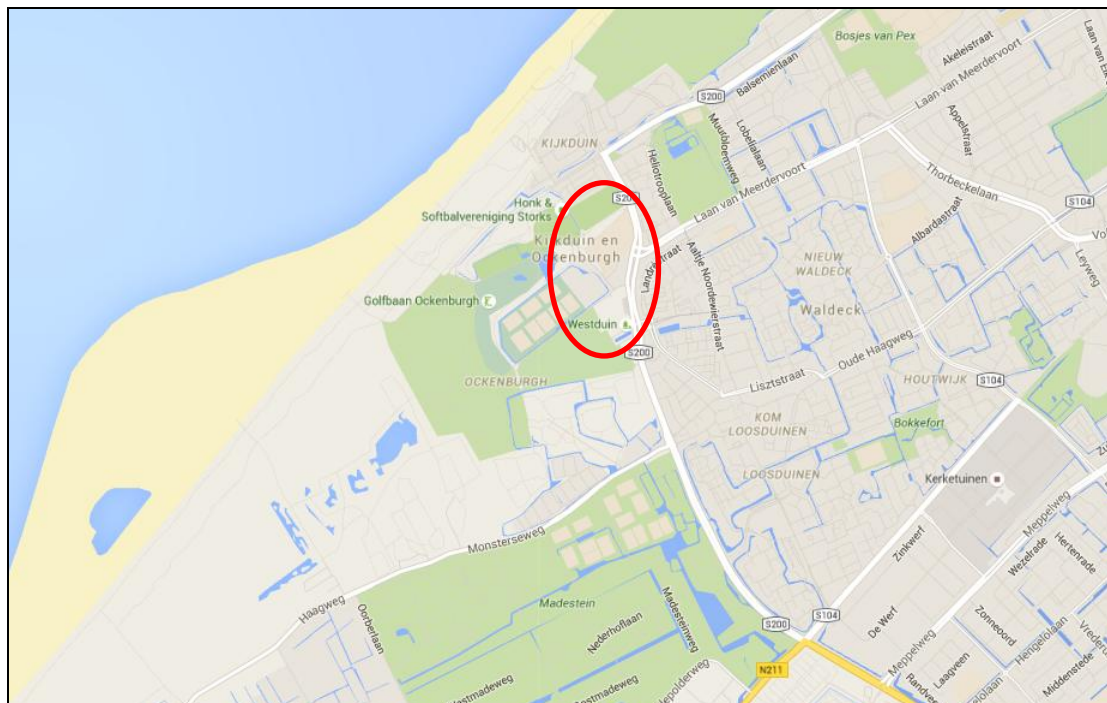
1. Overzicht onderzoeksgebied

# 1. Inleiding

## 1.1. Aanleiding en doel

De gemeente Den Haag heeft opdracht verstrekt aan Wareco voor het uitvoeren van een geohydrologische studie naar de wijziging van de grondwatersituatie ten gevolge van de herinrichting van Kijkduin Binnen te Den Haag.

De topografische ligging van het onderzoeksgebied is aangegeven in figuur 1.



**Figuur 1:** Topografische ligging van de projectlocatie (bron: Google Maps, 2016)

De aanleiding voor het onderzoek wordt gevormd door ruimtelijke ontwikkelingen, voortkomend uit het Masterplan Kijkduin dat is vastgesteld als een van de gebiedsgerichte uitwerkingen van de Structuurvisie Den Haag 2020 'Wereldstad aan zee' en het Bestemmingsplan Kijkduin Ockenburg. Het deelgebied Schapenatjesduin dat in deze rapportage wordt besproken (B2) is onderdeel van deze grotere gebiedsontwikkeling.

Als onderdeel van de bestemmingsplanwijziging is een aanvullend hydrologisch onderzoek nodig naar de gevolgen van de wijzigingen in het watersysteem op de grondwatersituatie (zowel kwantitatief als kwalitatief). Het aspect waterkwaliteit dient voor alle ontwikkelvelden in Kijkduin Binnen in een keer integraal opgepakt te worden.

### Doelstelling onderzoek

Doelstelling van het geohydrologisch onderzoek is om met behulp van modelberekeningen te onderzoeken wat de geohydrologische effecten van de ontwikkelingen zijn op het gebied van de grondwaterstanden, grondwaterstroming en verontreinigingen en om de mogelijk noodzakelijke mitigerende oplossingsrichtingen om ongewenste effecten tegen te gaan aan te geven. Het onderzoek richt zich op de gebruiks-/beheerfase (eindsituatie) van de ontwikkeling.

Het resultaat van het onderzoek dient als onderbouwing voor het thema waterkwaliteit in het bestemmingsplan, waarin specifiek wordt ingegaan op de mogelijke toestroom van verontreiniging uit de nabijgelegen Puinduinenvan/tankgracht (zie paragraaf 2.3.) en het effect van het gewijzigde oppervlaktewatersysteem en het ophogen van het maaiveld op de grondwatersituatie

Voorafgaand aan het onderzoek zijn archiefgegevens verzameld en bestudeerd met betrekking tot riolering, het oppervlaktewater, de bodemopbouw, de grondwaterstanden, grondwaterkwaliteit, aanwezige drainage en het maaiveldniveau. In het archief van Wareco zijn gegevens verzameld met betrekking tot de bodemopbouw, de (grond-) waterstanden en de meteorologie.

## **1.2. Gebruikte gegevens**

Er is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

1. Actualisatie grondwatermodel en scenarioberekeningen Den Haag, kenmerk: ke10.013aoo.rap, d.d. 11 november 2008, opgesteld door Wareco Ingenieurs.
2. Projectbeschrijvingen aangeleverd door de gemeente Den Haag.
3. Watersysteemgegevens Hoogheemraadschap van Delfland in shp-formaat, ontvangen d.d. 14 juni 2016.
4. Den Haag Ockenburgh Monitoring Puinduinenvan 2013, kenmerk: 1217987, d.d. 30 april 2014, opgesteld door Tauw.
5. Tekeningen inrichting locatie Schapenatjesduin en toekomstige maaiveldhoogtes.
6. E-mail gegevens drainage sportvelden Kijkduin, d.d. 15 juni 2016, email dhr. Vroom.
7. Monitoringsplan freatisch grondwater Delflandse Kust, kenmerk: 1202884-002-BGS-0006, d.d. 8 oktober 2012, opgesteld door Deltares.
8. Schetsontwerp - Schapenatjesduin veld B2, d.d. 27 februari 2017, Ingenieursbureau Den Haag.
9. Dinoloket van TNO en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem).
10. Gemeentelijk grondwatermeetnet gemeente Den Haag, Wareco.
11. Kijkduin - Ockenburgh Milieueffectrapport, kenmerk 260050, revisie 06, Antea Group, d.d. maart 2014.
12. Waterparagraaf Wijzigingsplan Schapenatjesduin Oost (B2) te Den Haag in concept, 408594, Antea Group, d.d. 2 juni 2017.

De in de tekst vermelde cijfers tussen [ ] verwijzen naar bovenstaande gegevens.

### 1.3. Werkzaamheden

De binnen het masterplan voorgestelde ontwikkelingen zijn vormgegeven in verschillende ontwikkelvelden. Het onderzoek naar de geohydrologische effecten heeft betrekking op ontwikkelvelden in Kijkduin Binnen: B1, B2, C1 en C2. De beoogde ontwikkelingen in Kijkduin Binnen omvatten:

- Waldeck (B1): realisatie van koop-/beleggershuurappartementen en twee- tot vier-onder-een-kapwoningen.
- Schapenatjesduin Oost (B2): realisatie van maximaal 120 woningen en een aan te leggen duinlandschap.
- Wijndaelerstrip (C1): uitbreiding van de International School The Hague met 3.500 m<sup>2</sup> bvo, realisatie van drie appartementengebouwen met woningen, 1.600 m<sup>2</sup> bvo commerciële functies en kinderdagopvang.
- Hoek Wijndaelerweg (C2): realisatie van circa 100 woningen.

Deze rapportage gaat in op de veld B2, het voormalige voetbalcomplex van Kranenburg HSV. De voorgenomen ontwikkelingen die mogelijk invloed hebben op de grondwatersituatie in de omgeving binnen de velden betreffen ondermeer:

- wijzigingen in het oppervlaktewatersysteem (peilen en locaties waterpartijen), onder andere door aanleg van nieuwe waterpartijen;
- ophogen ontwikkellocaties;
- wijzigingen in het verhardingspercentage (toevoer van neerslag aan het grondwater).

Een onderzoek naar effecten van ontwikkelingen op de waterhuishouding ter plaatse van deelgebieden B1 en C1 is in een eerder fase uitgevoerd.

## 2. Beschrijving van het onderzoeksgebied

### 2.1. Algemeen

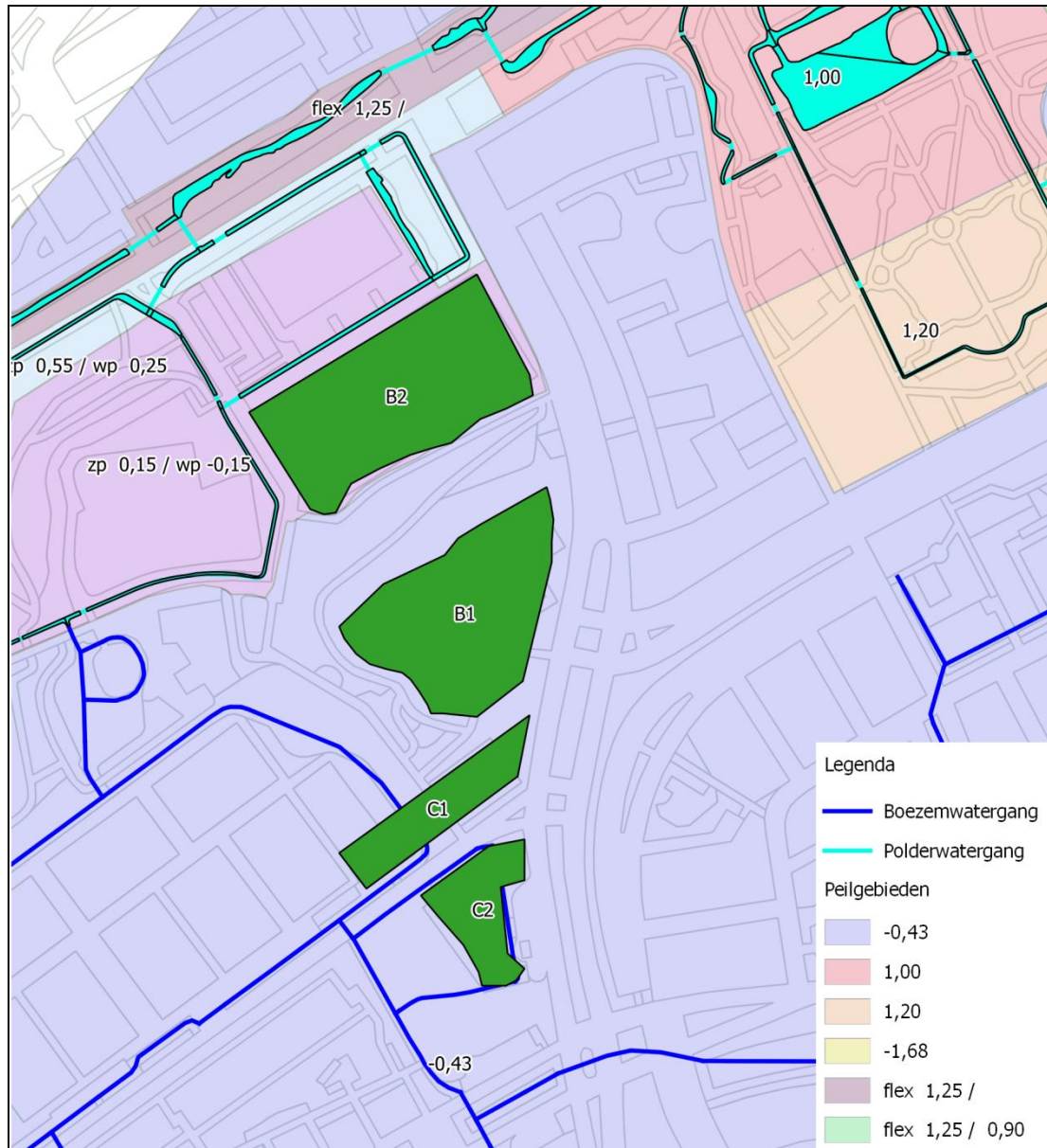
In dit hoofdstuk wordt het onderzoeksgebied in de huidige situatie beschreven. Een overzicht van het onderzoeksgebied is weergegeven in [bijlage 1](#).

Kijkduin Binnen is gelegen aan de binnenduinrand van Den Haag. Zowel voor het maai-veldniveau als de grondwaterstanden geldt dat er sprake is van een scherpe overgangszo-  
ne van de hooggelegen duinen naar het lagergelegen boezemgebied. De ondiepe bodem bestaat van nature hoofdzakelijk uit zand. In de huidige situatie wordt het projectgebied voornamelijk gebruikt door sportaccommodaties en parkeervoorzieningen, waarvan de bestemming wordt gewijzigd in woningen, uitbreiding van een school en versterking van het landschap.

### 2.2. Oppervlaktewater

In en rondom de onderzoekslocaties bevindt zich oppervlaktewater. In figuur 2 is de huidige situatie weergegeven. De boezemwatergangen hebben een vast peil van circa NAP -0,4 m. Voor de polderwatergangen worden zowel vaste peilen als seizoensgebonden peilen gehanteerd.



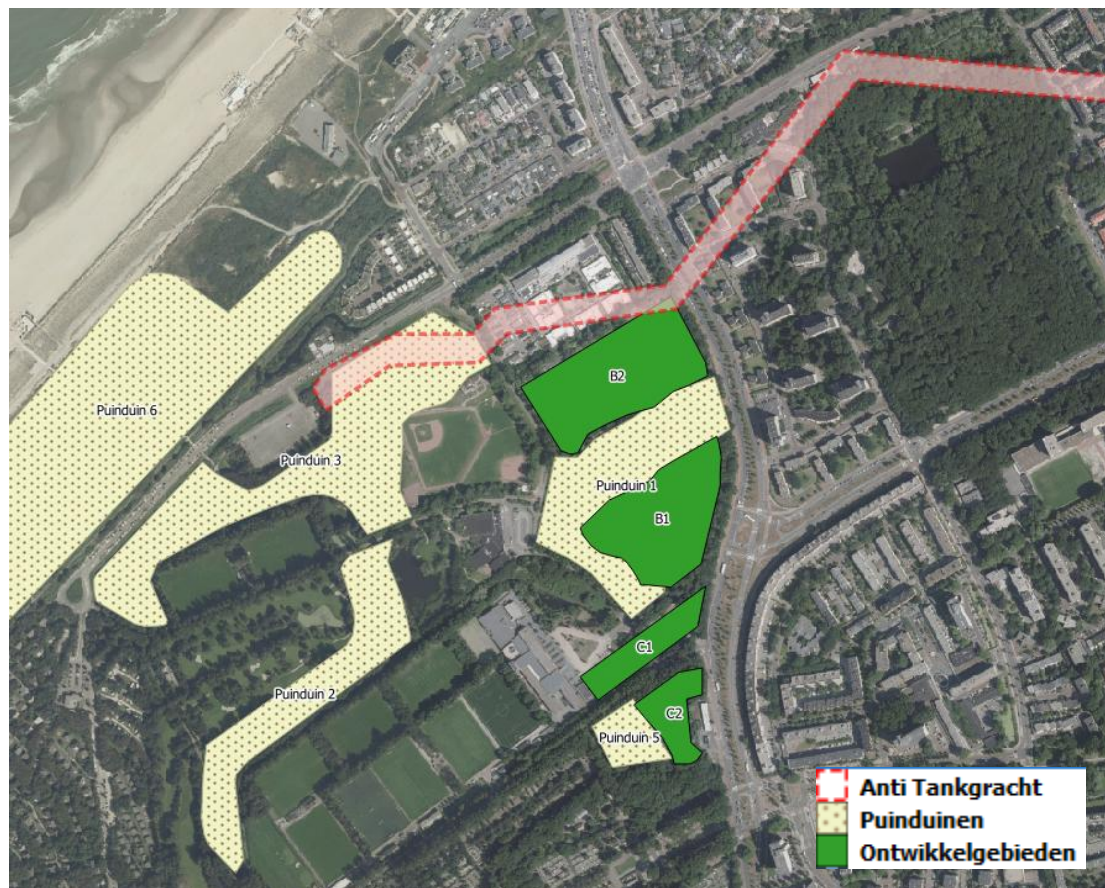


**Figuur 2:** Overzicht van de watergangen rondom de projectlocatie (Bron: legger wateren Hoogheemraadschap van Delfland, 2016). In groen zijn de ontwikkelgebieden weergegeven.

### 2.3. Puinduinen en anti-tankgracht

In de directe nabijheid van de ontwikkelgebieden zijn de puinduinen Ockenburgh en delen van de Atlantikwall gelegen. Binnen deze gebieden zijn in het verleden afvalstoffen gestort die mogelijk tot verontreinigingen in de bodem en het grondwater hebben geleid. Vermoedelijk is ook grond en/of puin afkomstig van het voormalige gasfabrieksterrein De Binckhorst gestort. De locaties zijn naar aanleiding van actuele risico's in 1996-1997 gesaneerd volgens de IBC-methode (Isoleren, Beheersen en Controleren). Daarnaast is ter plaatse van een deel van de locaties de voormalige anti-tankgracht van de Atlantikwall aanwezig. Ook deze tankgracht is in het verleden gedempt met puinhoudend en mogelijk verontreinigd materiaal.

De locaties van de puinduinen en tankgracht zijn opgenomen in onderstaande figuur.



**Figuur 3:** Overzicht ontwikkelgebieden, nabijgelegen puinduinen en anti-tankgracht (Bron ligging puinduinen: Integraal monitoringssysteem puinduinen Ockenburgh/Zeeuwing Delfland, Tauw, kenmerk R3222128.&01/CEH, d.d. november 1992)

#### Puinduin I

Deze puinduin is opgebouwd uit bouw- en sloopafval, afgewerkt met een laag vuilverbrandingslakken en een zandlaag, de deklaag. Ten behoeve van de vergroting van de bergingscapaciteit is een cunet gegraven. De hierbij vrijgekomen grond is later verwerkt in de deklaag. Tussen 1 mei 1968 en 1 april 1969 is hier circa 240.000 m<sup>3</sup> afval gestort.

#### Puinduin II

Van december 1969 tot eind 1971 is dit puinlichaam volgestort met bouw- en sloopafval. De geplande capaciteit bedroeg circa 60.000 m<sup>3</sup>. Puinduin 2 wordt grotendeels hydrologisch beheerst door middel van drainerende sloten rondom.

#### Puinduin III

Van maart 1969 tot eind mei 1971 heeft de aanvoer van bouw- en sloopafval naar dit puinduin plaatsgevonden. De geplande capaciteit bedroeg circa 240.000 m<sup>3</sup>. Mogelijk is in dit puinduin ook andersoortig afval gestort, waaronder huisvuil en grond afkomstig van het voormalige gasfabrieksterrein. Puinduin 3 wordt grotendeels hydrologisch beheerst door middel van drainerende sloten rondom (bron: Historisch onderzoek).

#### Puinduin V

In 1970 zijn de voorbereidingen getroffen voor de aanleg van puinduin V. Dit puinduin is voornamelijk gebruikt voor het storten van vuilverbrandingslakken.

#### Tankgracht

De tankgracht is een onderdeel van de Atlantikwall en is na de oorlog gedempt met puin uit de wijk Bezuidenhout en Rotterdam. Verwacht wordt dat de tankgracht aanwezig is ter plaatse van deelgebied B2. In 1991 (bron: Hopman Peters) is hier een bodemonderzoek uitgevoerd naar de kwaliteit van het dempingsmateriaal. Het grondwater bleek maximaal licht verontreinigd. Verwacht wordt dat de kwaliteit van dit dempingsmateriaal zeer heterogeen is.

#### **Grondwaterkwaliteit**

Voor de puinduinen is in het kader van de IBC maatregel een integraal monitoringssysteem opgezet. De monitoring is gericht op het controleren van het stromingsbeeld en concentraties in het beheersgebied van de puinduinen. De monitoring wordt sinds 1993 periodiek (totaal negen maal) uitgevoerd, waarvan de laatste in 2013 [4]. Op basis van de laatste monitoring wordt geconcludeerd dat puinduinen 2 en 3 voldoende worden beheerd door de omliggende sloten. Deze sloten blijven nodig om eventueel percolaatwater af te vangen, waardoor water uit de puinduinen minder makkelijk het diepere grondwater zal bereiken. Voor het overige gebied wordt geconcludeerd dat de stromingsrichting onveranderd is gebleven.

Ten aanzien van de concentraties aan verontreinigingen zijn sinds de start van de monitoring in 1993 nauwelijks wijzigingen opgetreden. Het grondwater is maximaal licht verontreinigd met de onderzochte stoffen. Ernstige verontreinigingen in het grondwater zijn nooit aangetroffen. Ten aanzien van het grondwater worden daarom geen risico's verwacht. Geconcludeerd wordt bij de laatste monitoring dat met de huidige beheersmaatregel (bij puinduin 2 en 3) er sprake is van een stabiele situatie. In de rapportage wordt geadviseerd om de monitoring te beëindigen.

### Beïnvloeding puinduinen

In het kader van de bestemmingsplanwijzigingen dient te worden onderbouwd dat de grondwaterhuishouding ter plaatse van het beheersgebied van de puinduinen en de waterkwaliteit van het oppervlaktewater niet negatief mogen worden beïnvloed.

## 2.4. Drainage

In de huidige situatie is drainage aanwezig ter plaatse van diverse sportvelden in de omgeving van de ontwikkelgebieden. In tabel 1 zijn de locaties en diepteliggingen van de aanwezige drainage weergegeven. De gegevens die direct relevant zijn voor locatie B2 zijn rood gedrukt weergegeven in de tabel. De drainage in het gebied loost onder vrij verval op nabijgelegen watergangen.

**Tabel 1:** Overzicht drainageniveaus [6] in **rood** heeft direct betrekking op deelgebied B2

Locatie	Diepteligging drainage (m onder maaiveld)	Gehanteerd drainageniveau (m t.o.v. NAP)
Sportpark Ockenburgh		
6 natuurgras voetbalvelden	0,6	-0,43
2 kunstgras voetbalvelden	0,45	-0,43
Honkbalcomplex Storks	0,6	-0,15 (winter), +0,15 (zomer)
<b>Voormalige voetbalcomplex Kranenburg HSV</b>	<b>0,6</b>	<b>-0,15 (winter), +0,15 (zomer)</b>
Golfcomplex Ockenburgh	Onbekend	Onbekend
Tennisbanen Ockenburgh	Onbekend	Onbekend
Voormalige voetbalcomplex SOA, omgebouwd tot golfbaan	Onbekend of er drainage ligt	Onbekend

## 2.5. Bodem en geohydrologie

### 2.5.1. Bodemopbouw

In de rapportage met betrekking tot nazorg en monitoring van de puinduinen [4] is de bodemopbouw ter plaatse van de onderzoekslocaties geschematiseerd. De omschreven bodemopbouw komt overeen met de bodemopbouw die is opgenomen in het gemeentelijk grondwatermodel [1]. Voor deze studie zijn geen aanvullende veldwerkzaamheden of archiefstudies naar de diepere bodemopbouw uitgevoerd. In het onderzoeksgebied worden de volgende bodemlagen aangetroffen:

#### Ophooglaag (Stadslaag)

Binnen het stedelijke gebied ligt plaatselijk direct onder maaiveld een ophooglaag. De ophooglaag bestaat voornamelijk uit (plaatselijk puinhoudend) zandig materiaal.

#### Jonge Duinen (Laag van Den Haag)

In het duingebied langs de kust wordt vanaf maaiveld een zandig duinpakket aangetroffen. In het duinpakket komen lokaal veenlenzen voor. De dikte van het duinpakket varieert van meer dan 10 m (in de duinen) tot minder dan 2 m (boezemgebied). Ter plaatse van Kijkduin bedraagt de dikte circa 2 m. Het niveau van de onderzijde van het duinpakket ligt gemiddeld op circa NAP +1 m.

#### Veen/kleilagen

In dit deel van Den Haag worden in de ondergrond venige afzettingen aangetroffen. Deze veenlagen worden aangeduid als Hollandveen (Formatie van Nieuwkoop). Plaatselijk is het veenpakket afwezig. De afwezigheid van de veenlaag is natuurlijk en deels is de veenlaag vergraven. De dikte van het Hollandveen bedraagt circa 0,5 m à 2 m.

#### Oude duin- en strandzanden (Laag van Voorburg en Laag van Rijswijk)

Onder het Hollandveen, dan wel direct onder de jonge duinzanden, worden oude duin- en strandzanden aangetroffen. Uit de kust wordt dit pakket ook wel wadzand genoemd. Langs de kust bedraagt de dikte van dit pakket maximaal 20 m. Landinwaarts wordt de dikte van het pakket geringer. In de laaggelegen poldergebieden is dit pakket niet aanwezig. In dit bodempakket zijn kleilagen ingeschakeld.

#### Basisveen, kleiige afzettingen

De onderzijde van het Holocene pakket wordt gevormd door het Basisveen en lokaal voorkomende kleiige afzettingen. De totale dikte van deze veen- en kleilagen varieert sterk. In het duingebied is dit pakket slechts plaatselijk aanwezig.

#### Pleistocene

De top van het Pleistocene pakket wordt voornamelijk gevormd door de fluviatiele, fijn- tot grofzandige afzettingen van de Formaties Urk en Kreftenheye en deels door zandige afzettingen van de Formatie van Stamproy. De top van het Pleistocene pakket wordt aangetroffen op een gemiddelde diepte van NAP -20 m. De diepte van de onderzijde van dit zandpakket bedraagt gemiddeld circa NAP -60 m.

### 2.5.2. Grondwaterstroming

In de nabijheid van de ontwikkelgebieden zijn grondwaterstandgegevens beschikbaar vanuit de monitoring van de puinduinen [4] en vanuit het gemeentelijk grondwatermeetnet [10]. De meetgegevens van de monitoring van de puinduinen worden beschouwd als de nulsituatie waarop geen wijzigingen mogen optreden die leiden tot een verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit.

Opgemerkt wordt dat bij de isohypsen die zijn opgesteld voor de monitoring van de puinduinen geen rekening is gehouden met ontwaterende middelen als watergangen of drainage. Het patroon van de isohypsen geeft geen representatie van de daadwerkelijk optredende grondwaterstromen en beschouwen wij daarom ook niet als representatief voor de nulsituatie. Met het grondwatermodel wordt een representatiever beeld van de grondwaterstroming verkregen.

**Tabel 2:** Grondwaterstandgegevens afkomstig uit het gemeentelijk grondwatermeetnet

Peilbuis	Grondwaterstand* (m t.o.v. NAP)
CP0255	+1,5
CP0258	+0,8
CP0056	+0,9
CP0307	-0,3
CP0316	-0,3
CP0016	+0,0
CP0540	-0,4

\*In een representatief natte situatie

Vanwege lokale doorsnijdingen van de veenlaag wordt verwacht dat de grondwatersituatie in het wadzandpakket vergelijkbaar is met die van het freatische pakket. Voor het eerste watervoerend pakket geldt een vergelijkbare stromingsrichting, maar de stijghoogte is over het algemeen 0,1 à 0,2 m lager dan de freatische grondwaterstand.

### 3. Toekomstige situatie herontwikkeling

#### 3.1. Wijzigingen verhard oppervlak

De huidige en toekomstige inrichting van ontwikkelveld B2 is weergegeven in onderstaande figuur.



**Figuur 4:** Toekomstige (l) en huidige (r) situatie ontwikkellocatie B2 [2] en bron: Google maps

In verband met de herinrichting van de gebieden treedt een wijziging op in de verhardingspercentages, waardoor de toevoer van neerslag aan het grondwater zal wijzigen (zie tabel 3). Voor de verhardingspercentages is aangesloten bij [12].

**Tabel 3:** Gehanteerd verhard oppervlak voor de locatie Schapenatjesduin (B2) [12]

	<b>Bestaand (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Nieuw (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Vershil (m<sup>2</sup>)</b> (+ is toename; - is afname)
<u>Verhard</u>			
Bouwpercelen incl. tuinen*	0	13.548 (40%)	13.548 (+40%)
Verharding (parkeerplaats, trottoirs)	0	4.369 (13%)	4.369 (+13%)
Natuurgrasveld (37% verhard)	12.507 (37%)	0	-12.507 (-37%)
<u>Onverhard</u>			
Openbaar groen	0	12.956 (38%)	12.956 (+38%)
Natuurgrasveld (63% onverhard)	21.297 (63%)	0	-21.297 (-63%)
<u>Water</u>	0	2.931 (9%)	2.931 (+9%)
<b>Totaal verhard</b>	<b>12.507</b>	<b>17.917</b>	<b>5.410 (+16%)</b>
<b>Totaal onverhard</b>	<b>21.297</b>	<b>12.956</b>	<b>-8.341 (-16%)</b>
<b>Totaal water</b>	<b>0</b>	<b>2.931</b>	<b>2.931</b>

### 3.2. Wijzigingen in maaiveldniveau

De huidige maaiveldhoogte ter plaatse van het ontwikkelgebied bedraagt circa NAP +0,7 m. Het terrein wordt integraal opgehoogd. De ophoging bedraagt enkele decimeters in het westelijke terreindeel tot meer dan 1 meter in het oostelijke deel. Maaiveldverlaging vindt plaats ter plaatse van de duinvijver en de wadi's. Op een tweetal locaties wordt een parkeergarage aangelegd. De bodem van de garagevloer wordt aangelegd tot 30 cm boven het hoogste grondwaterpeil [5].

### 3.3. Wijzigingen watersysteem

In de toekomstige situatie wordt in het ontwikkelgebied een duinvijver aangelegd (met 2.931 m<sup>2</sup>) ter compensatie van de toename in verharding. Daarnaast wordt een tweetal wad's aangelegd van waaruit hemelwater kan infiltreren in de bodem. In figuur 5 zijn de locaties van duinvijver en wadi's weergegeven. De duinvijver staat in verbinding met de noordwestelijk gelegen watergang met een peil van NAP +0,15 m in een zomersituatie en NAP -0,15 m in een wintersituatie.



**Figuur 5:** Beoogde situatie voor de waterhuishouding. Duinvijver in blauw, wadi's lichtblauw.

Als gevolg van de werkzaamheden voor ondermeer aanleg van de vijver wordt aangehouden dat de bestaande drainage in de toekomstige situatie niet meer zal functioneren.



## 4. Effecten herontwikkeling op de grondwatersituatie

### 4.1. Effecten ophogen maaiveld

Voor de gebruiksfase worden geen effecten verwacht van wijzigingen in het maaiveldniveau op de grondwaterhuishouding. Dat is omdat een ophoging zorgt voor een toename van de dikte van de onverzadigde zone (het droge zand). De verzadigde zone (het natte deel) wordt niet beïnvloed. De grondwaterstand fluctueert namelijk onder het huidige maaiveldniveau: het maaiveld is daardoor niet (beperkende) van invloed op de fluctuatie van het grondwater. Het verhogen van het maaiveld heeft dan geen effect op de grondwaterstand.

Mogelijk kunnen enige tijdelijke (geotechnische) effecten optreden in de uitvoeringsfase, waarbij extra of juist minder gewicht van de opgebrachte of afgegraven grond tijdelijk doorwerkt op de waterdruk in het grondwatersysteem in de omgeving. Dit is een tijdelijk effect dat niet relevant is voor de gebruiksfase.

### 4.2. Modelstudie overige effecten

Voor de effectberekeningen op het grondwater (verandering verhardingspercentages en oppervlaktewatersysteem) is gebruik gemaakt van het gemeentelijk grondwatermodel van de gemeente Den Haag. De voor dit model gehanteerde uitgangspunten en achtergrondinformatie zijn gerapporteerd in de rapportage [1]. Het gemeentelijk model is opgesteld op wijkniveau en is op de projectlocatie voornamelijk toegespitst op het dieper gelegen wadzandpakket. Voor deze effectstudie is het grondwatermodel daarom geoptimaliseerd om betrouwbare uitspraken te kunnen doen voor het freatische grondwater en de effecten van de herontwikkeling hierop.

De effectberekeningen zijn stationair uitgevoerd voor een maatgevende situatie. Dat wil zeggen dat de berekende effecten inzicht geven in een evenwichtssituatie in het grondwater die optreedt nadat de herontwikkelingen zijn gerealiseerd. Bij de berekeningen is geen rekening gehouden met kortdurende effecten die optreden in de aanlegfase (zoals bemaalingen, tijdelijke geotechnische effecten van ophoging van het maaiveld, et cetera).

#### Wijzigingen bestaand gemeentelijk grondwatermodel ter plaatse van interessegebied

De knooppuntsafstand in en rond het interessegebied is teruggebracht van circa 100 m naar 10 à 20 m. Op basis van de door het Hoogheemraadschap van Delfland aangeleverde gegevens zijn de oppervlaktewateren en bijbehorende peilen ingevoerd. Het verhardingspercentage is op basis van de waarden in tabel 3 geactualiseerd. Ter plaatse van de met puin opgevulde tankgracht is de doorlatendheid verhoogd. Tevens is ter plaatse van de tankgracht een doorsnijding van het Hollandveen doorgevoerd. Hierdoor wordt ter plaatse van de tankgracht direct contact tussen het freatische grondwater en het wadzandpakket verondersteld.

Het model is opgesteld voor een representatief natte situatie waarbij een relatief groot verhang vanuit de duinen naar de ontwikkelgebieden optreedt (worstcase). De gemodelleerde natte situatie is gevalideerd aan de hand van de gegevens van nabijgelegen peilbuizen uit het gemeentelijk grondwatermeetnet (zie paragraaf 2.5.2.) en de meetgegevens uit de monitoringsrapportages van de puinduinen [4].

Na optimalisatie van het grondwatermodel zijn de berekende waarden nogmaals vergeleken met de bekende grondwatergegevens uit het meetnet. De gemiddelde afwijking bedroeg ter hoogte van Schapenatjesduin Oost minder dan 0,1 m (gangbaar is <0,2 m).

#### Parameters voor schematisatie nieuwe situatie

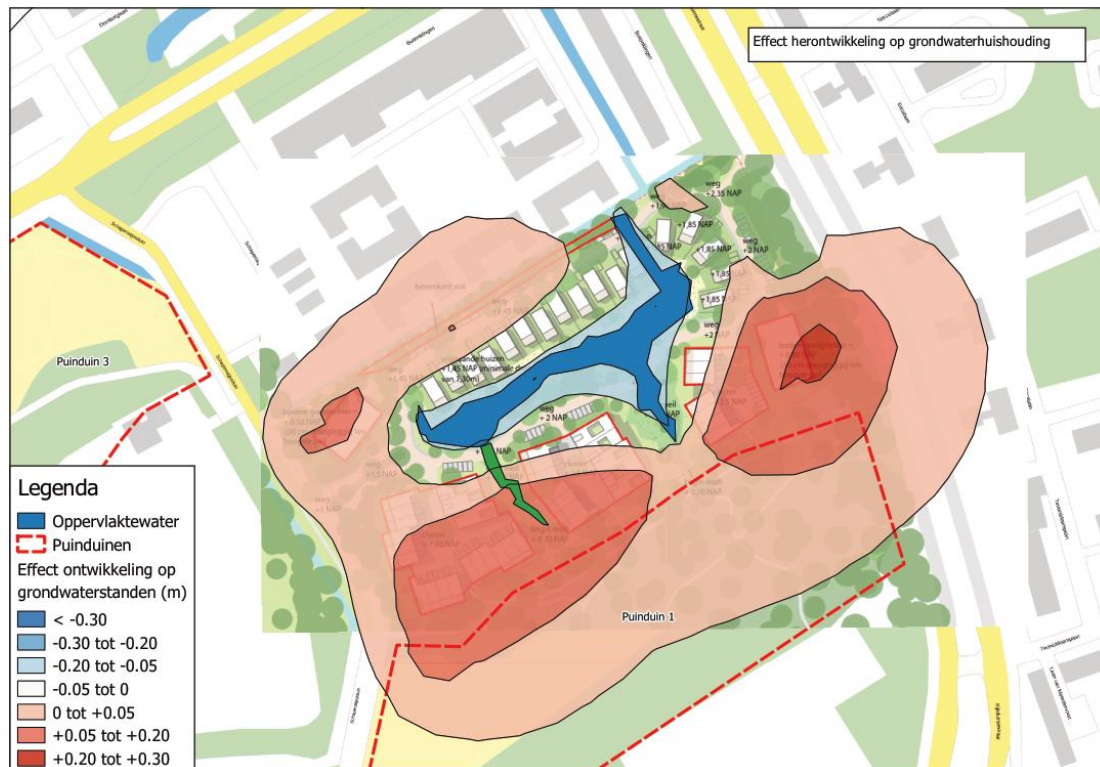
De wijzigingen op de bestaande situatie zoals beschreven in paragraaf 2.2. zijn doorgevoerd in het model. Naast het invoeren van de duinvijver en de wadi's zijn de verhardingspercentages ter plaatse van de onderzoekslocaties aangepast (zie tabel 3).

Het ophogen van het maaiveld brengt geen veranderingen teweeg ten opzichte van de verzadigde grondwaterstand. Er wordt modelmatig derhalve geen invloed op de grondwatersituatie verwacht ten gevolge van de ophoging. Omdat het peil van de onderzijde van de verdiepte bebouwing hoger ligt dan de huidige grondwaterstand in een natte situatie, worden tevens geen effecten als gevolg van opstuwing verwacht.

## **4.3. Resultaten modelstudie**

### **4.3.1. Effecten**

In figuur 6 zijn de effecten van de herontwikkelingen op de grondwatersituatie weergegeven. De effecten zijn gepresenteerd als het verschil tussen de grondwaterstanden in de huidige situatie en die in de situatie na herontwikkeling.



**Figuur 6:** Wijziging van de grondwaterstand (m) ten opzichte van de nulsituatie ten gevolge van de herinrichting van deelgebied B2 Schapenatjesduin Oost

In de nulsituatie (huidige situatie) is er sprake van een grondwaterstroming vanuit puinduin 1 naar het nabijgelegen oppervlaktewater. Ten gevolge van de herontwikkelingen daalt de grondwaterstand ter hoogte van de vijver tot circa 0,1 m. Verder van de vijver af treedt juist een stijging van de grondwaterstanden op tot maximaal 0,3 m. De stijging van de grondwaterstanden wordt veroorzaakt doordat de drainage die over alle sportvelden aanwezig was in de toekomstige situatie niet meer zal functioneren. De stromingsrichting van het grondwater ter hoogte van puinduin 1 blijft onveranderd.

#### 4.3.2. Beoordeling effecten toename stroomsnelheid grondwater puinduin

Het grondwater stroomt in de huidige situatie vanuit de puinduin via de drainage richting het nabijgelegen oppervlaktewater. In de nieuwe situatie wordt de functie van de drainage deels overgenomen door de duinvijver. Het water uit de duinvijver staat in directe verbinding met het oppervlaktewater waarvoorheen de drainage op loosde. Voor de huidige en de toekomstige situatie is bepaald in hoeverre de stroomsnelheid van het grondwater wijzigt als gevolg van de herontwikkelingen en of mag worden verwacht dat dit van negatieve invloed is op de kwaliteit van het nabijgelegen oppervlaktewater. De resultaten van deze berekeningen zijn opgenomen in tabel 4.

**Tabel 4:** Samenvatting van de analyse van stroomsnelheden

Situatie	k (m/d)	$\Delta h$ (m)	x (m)	v (m/d)
Voor herinrichting	20	0,16	50	0,21
Na herinrichting	20	0,2	50	0,26
k = doorlatendheid bodem (porositeit 0,3)				
$\Delta h$ = verhang in grondwaterstand				
x=afstand				
v= stroomsnelheid				

Het grondwater verplaatst zich in de huidige situatie met een snelheid van circa 80 m per jaar richting het oppervlaktewater. Als gevolg van de herontwikkelingen neemt de stroomsnelheid vanuit de puinduin richting het oppervlaktewater met circa 25% toe.

De puinduin zijn aangelegd eind jaren '60 van de vorige eeuw. Bij het huidige grondwaterregime (waar drainage nog aanwezig is en loost op het oppervlaktewater) betekent dit dat grondwater uit puinduin 1 binnen een jaar het nabijgelegen oppervlaktewater heeft bereikt. Rekening houdend met retardatie van verontreinigingen zal het maximaal enkele jaren hebben geduurd totdat deze stoffen het oppervlaktewater hebben bereikt. Het oppervlaktewater beheerst in de huidige situatie het grondwater ter plaatse van puinduin 1. Dit zal in een toekomstige situatie na herontwikkeling niet wijzigen.

In het grondwater ter plaatse van puinduin 1 zijn bij eerdere monitoringsrondes geen noemenswaardige verontreinigingen in het grondwater aangetroffen die een negatief effect hebben op de kwaliteit van het nabijgelegen oppervlaktewater. Een toename van de stroomsnelheid van het grondwater zal niet tot gevolg hebben dat meer stoffen in oplossing zullen gaan, waardoor een toename aan gehalten zal ontstaan. Stoffen die in het grondwater kunnen oplossen hebben (theoretisch) juist minder tijd om in oplossing te gaan, aangezien het grondwater sneller stroomt.

Mochten onverhoopt toch (niet eerder gemeten) grondwaterverontreinigingen ter plaatse van puinduin 1 aanwezig zijn, dan zouden deze in de huidige situatie al uitstromen in het oppervlaktewater. De toename van de uitstroom van grondwater in het oppervlaktewater (kleiner dan 1 m<sup>3</sup>/dag) ten opzichte van de watervolumes in het oppervlaktewater (als gevolg van neerslag en drainage) is dermate klein dat een verschil niet meetbaar zal zijn. Derhalve wordt verwacht dat er geen sprake zal zijn van een negatief effect op de oppervlaktewaterkwaliteit.

Door een toename van stroomsnelheid van het grondwater wordt daarom ook geen effect op de kwaliteit van het oppervlaktewater verwacht. Daarnaast zijn geen noemenswaardige verontreinigingen in het grondwater aangetroffen bij de uitgevoerde grondwatermonitoring [4] die een negatief effect hebben op de kwaliteit van het nabijgelegen oppervlaktewater. Inrichting daarvan zal worden vastgesteld na de bestemmingsplanprocedure.

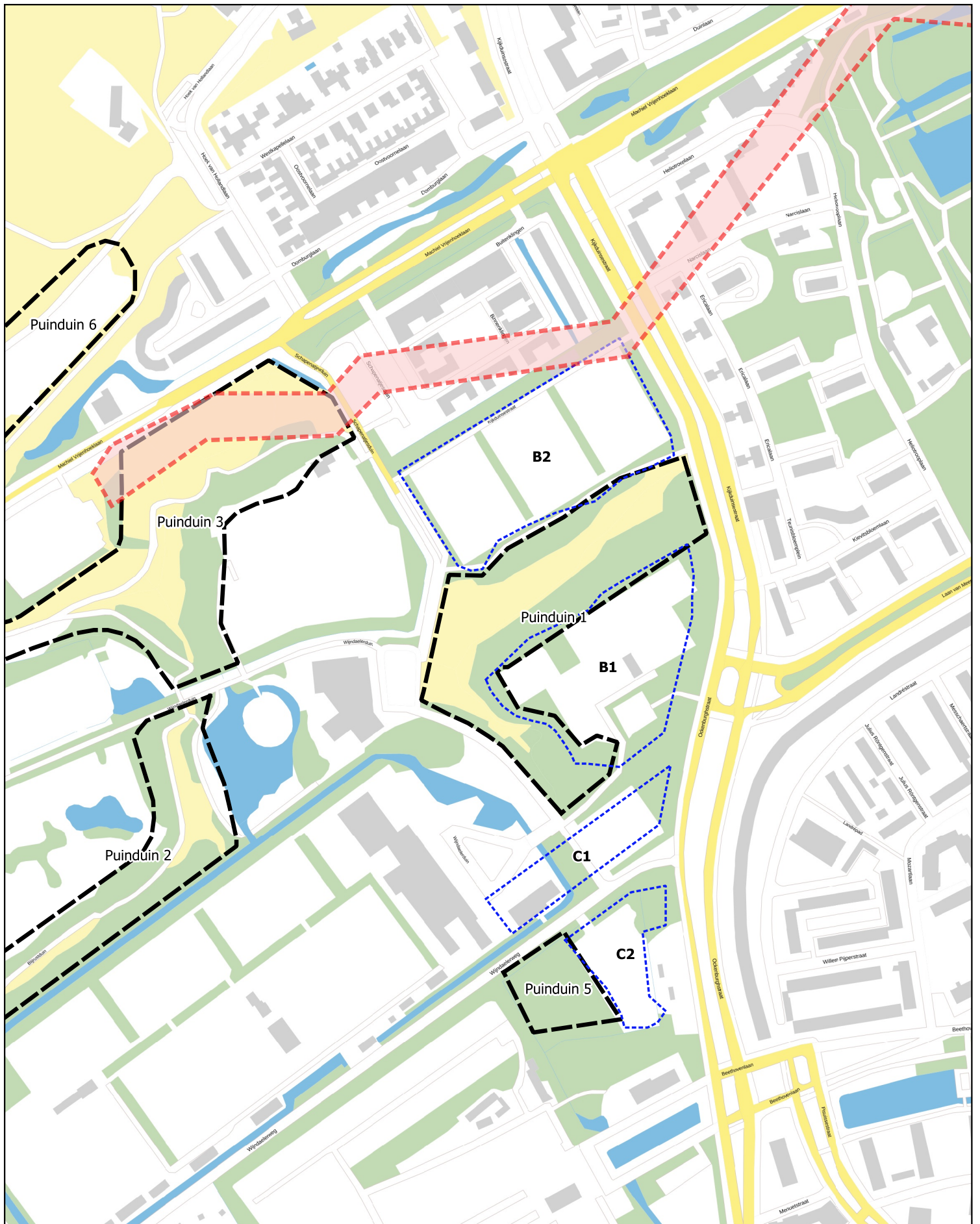
## 5. Conclusies en aanbevelingen

Als gevolg van de herinrichting ter plaatse van Schapenatjesduin (deelgebied B2) zal een wijziging optreden in de grondwatersituatie ter hoogte van puinduin 1. De grondwaterstanden ter plaatse van de puinduin zullen tot maximaal 0,3 m stijgen. Ter hoogte van de nieuw aan te leggen duinvijver wordt juist een daling van de grondwaterstanden verwacht door een toename aan verhardingspercentage en de aanleg van de duinvijver. Buiten de ontwikkellocatie zijn de effecten nihil.

In de huidige situatie stroomt het freatische grondwater ter plaatse van de ontwikkelgebieden in noordelijke richting naar de drainage ter plaatse van de voormalige voetbalvelden. Deze vangt daarmee de grondwaterstroming vanuit de puinduin af. Als gevolg van de herontwikkelingen blijft deze stromingsrichting ongewijzigd. De duinvijver neemt in de toekomstige situatie deels de ontwaterende functie van de drainage over. Wel wordt een toename verwacht van de stroomsnelheid van het grondwater uit de puinduin richting het ontwikkelgebied B2. Hierdoor zal een grondwaterdeeltje uit de puinduin het oppervlaktewater eerder bereiken en zal een toename optreden van grondwater dat vanuit de puinduin uitstroomt in het oppervlaktewater. De verontreinigingssituatie (geen noemenswaardige verontreinigingen) en de mate van toename van de stroomsnelheid van het grondwater, zullen niet leiden tot verslechtering van de oppervlaktewaterkwaliteit.




Geconcludeerd wordt dat een toename van de stroomsnelheid van het grondwater uit de puinduin geen negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater. De richting wordt namelijk niet veranderd en daardoor ook niet de kwaliteit van het aangevoerde grondwater.

De herontwikkelingen ter plaatse van ontwikkelgebied B2 hebben geen negatieve invloed op de bestaande grondwaterhuishouding en grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit.



**Bijlage 1: Overzichtskaart**

**Legenda**

-  Anti Tankgracht
-  Puinduinen
-  Ontwikkelgebieden



Document:  
BX71

Datum:  
06-06-2017

Opgesteld:  
CVL

Controle:  
CGI

0 50 100 m

