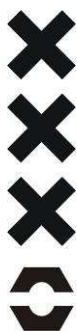


10 maart 2010  
50325  
50671  
definitief



Gemeente Amsterdam  
**Ingenieursbureau**

Land & Water

## Wateradvies Kenniskwartier

Deelgebied van de Zuidas Amsterdam

### Auteurs

Ir. T.P. Timmermans  
Ir. J.J.M. Steenbergen

### Opdrachtgever

Zuidas Amsterdam  
Contactpersoon: B. van Eijk

### Projectnummer

50325

Documentnummer: 50671			
autorisatie	naam	paraaf	datum
opstelling	T.P. Timmermans J.J.M. Steenbergen		10-3-10
controle	J. de Jong		16-3-10
vrijgave	T.P. Timmermans		16-3-10

# Inhoudsopgave

<b>Inleiding .....</b>	<b>2</b>
<b>Uitgangspunten .....</b>	<b>3</b>
<b>Gebiedsbeschrijving .....</b>	<b>4</b>
1.1. Ruimtegebruik.....	4
1.2. Oppervlaktewatersysteem .....	5
1.3. Bodemopbouw.....	5
<b>Effect toekomstige inrichting op het watersysteem .....</b>	<b>6</b>
1.4. Toekomstige inrichting deelgebied Kenniskwartier .....	6
1.5. Waterafvoer .....	8
1.6. Waterberging .....	10
1.7. Waterkwaliteit .....	13
1.8. Grondwater .....	15
1.8.1. De gemeten grondwaterstanden in de huidige situatie .....	15
1.8.2. Grondwatermodel .....	15
1.8.3. Huidige grondwaterstanden.....	17
1.8.4. Toekomstige grondwaterstanden .....	19
1.8.5. De toekomstige ontwatering .....	21
1.8.6. ....	22
1.8.7. Oplossingsrichtingen .....	22
1.8.8. Grondwatermaatregelen.....	24
1.9. Waterkering .....	28
1.10. Hemelwaterafvoer.....	30
<b>Advies .....</b>	<b>33</b>
<b>Bronvermelding .....</b>	<b>35</b>
<b>BIJLAGE 1 – minimaal benodigde maaiveldhoogte .....</b>	<b>1</b>

## Inleiding



**Figuur 1: Projectlocatie Kenniskwartier**

Het deelgebied Kenniskwartier (voormalige deelgebieden VUmc en VU-kwartier) bevindt zich aan de zuidwest kant van het projectgebied Zuidas (zie Figuur 1). Voor dit deelgebied worden momenteel plannen gemaakt voor de toekomstige ontwikkeling en inrichting.

In deze plannen is het oppervlaktewatersysteem en de maaiveldinrichting gewijzigd ten opzichte van de huidige situatie. Een van de belangrijkste wijzigingen is het dempen van de bestaande Sporslagsloot (de watergang ten zuiden van de ringweg A10 zuid) en de bestaande watergangen rond de sportvelden en schoolwerktuin.

In deze rapportage worden de effecten van de ontwikkeling van het deelgebied Kenniskwartier op het grondwater- en oppervlaktewatersysteem bepaald. Daarnaast worden oplossingsrichtingen aangedragen bij een onwenselijke beïnvloeding van het watersysteem. Deze rapportage kan gebruikt worden bij de onderbouwing van eventuele waterparagrafen, het uitwerken van het stedenbouwkundig plan en bij de aanvraag van watervergunningen.

## Uitgangspunten

Bij het onderzoek worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor de toekomstige inrichting van het deelgebied Kenniskwartier Zuidas is de concept-plankaart Kenniskwartier [bron 1] gehanteerd.
- Onder alle bouwblokken worden ondergrondse parkeergarages gerealiseerd;
- Alle ondergrondse parkeergarages blokkeren het gehele freatische pakket, waardoor er ter plaatse van deze garages geen grondwaterstroming plaats vindt;
- De neerslag op alle ondergrondse parkeergarages wordt opgevangen en via het hemelwaterriool afgevoerd naar het oppervlaktewater. Er vindt dus geen geconcentreerde grondwateraanvulling plaats bij de randen van ondergrondse parkeergarages door drainagesystemen;
- Het oppervlaktewatersysteem uit 2001 wordt als de referentiesituatie gehanteerd. Dit jaar is ook gebruikt als referentiejaar voor het bepalen van de waterbergingsopgave. De referentiesituatie is vastgelegd in het rapport "Waterbergingsopgave Zuidas" [bron 12];
- Er wordt kruipruimteloos gebouwd in de Zuidas;
- Er wordt geen rekening gehouden met het Zuidas Dok. Mocht het dok alsnog gebouwd worden dan heeft dit naar verwachting geen verhogend effect op de grondwaterstand in dit deelgebied;
- Om de grondwateraanvulling door neerslag te berekenen is gebruik gemaakt van de infiltratiecoëfficiënten zoals vermeld in de Waterbergingskaart Zuidas [bron 13]
- Voor het bepalen van de "hoogste grondwaterstand" in het Kenniskwartier wordt de Waternetssystematiek gehanteerd. Hierbij wordt een continue neerslag van 2,5 mm/dag gevolgd door een 10-daagse bui van 7,2 mm/dag gehanteerd als modelinvoer;
- De maaiveldhoogte van het deelgebied Kenniskwartier wordt getoetst aan de gemeentelijke grondwaternorm. Deze norm wordt in de onderhavige studie voor het gehele (niet-onderkelderde) projectgebied toegepast (voor nieuwbouw en reeds bestaande bebouwing);
- De gemeentelijke grondwaternorm is vastgelegd in de nota "Grondwater Amsterdam 2007-2011" [bron 2]. Het rapport maakt deel uit van het gemeentelijk waterplan. Waternet (voorheen DWR) treedt op als handhavers van dit beleid in gevolge de gemeentelijk zorgplicht voor grondwaterbeheer;
- De gemeentelijke grondwaternorm stelt dat bij kruipruimteloos bouwen ten hoogste 1 maal per 2 jaar een grondwaterstand hoger dan 0,5 m onder het maaiveld mag voorkomen gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen.

## Gebiedsbeschrijving

### 1.1. Ruimtegebruik



**Figuur 2: Luchtfoto deelgebied Kenniskwartier**

Het deelgebied Kenniskwartier wordt ingesloten tussen (de oprit van) de ringweg A10 zuid, de Buitenveldertselaan, de Arent Janszoon Ernststraat, de Overijsselweg en de Amstelveenseweg.

Binnen dit gebied bevindt zich de Vrije Universiteit (VU), het Academisch Ziekenhuis VU, de Hortus Botanicus van de VU, het sportpark Buitenveldert, enkele schoolwerktuinen en het tennispark. De Spoorlagsloot (de watergang ten zuiden van de ringweg A10 zuid) valt buiten het deelgebied.

## 1.2. Oppervlaktewatersysteem

Het deelgebied Kenniskwartier ligt in de Binnendijkse Buitenveldertse polder [bron 3], waar een polderpeil van NAP  $-2,0$  m gehandhaafd wordt [bron 4]. De Spoorslagsloot en de watergangen langs de Amstelveenseweg en de Arent Janszoon Ernststraat hebben een belangrijke waterafvoerende functie. Via onder andere deze watergangen stroomt het water vanuit de polder naar het gemaal aan de Amstel. Daarnaast vangt de Spoorslagsloot (streefpeil NAP  $-2,0$  m) de kwel op vanuit de hoger gelegen Amstellandse boezem (direct ten noorden van de A10, met een streefpeil van NAP  $-0,4$  m [bron 5]). De watergang langs de Amstelveenseweg (streefpeil NAP  $-2,0$  m) vangt de kwel op vanuit de Rijnlandsboezem (streefpeil NAP  $-0,59$  m [bron 5]).

Het oppervlaktewaterstelsel, inclusief de wat kleinere watergangen rond het sportpark, dienen als drainagebasis voor het freatische grondwatersysteem.

## 1.3. Bodemopbouw

Voor het vaststellen van de bodemopbouw in het gebied is gebruik gemaakt van de binnen het IBA aanwezige sonderingen en boringen [bron 6]. De maaiveldhoogte in het gebied varieert tussen circa NAP  $-0,8$  m en circa NAP  $-0,5$  m [bron 19 en 20].

Het freatisch pakket begint direct onder het maaiveld en bestaat uit ophoogzand dat is aangebracht tijdens het bouwrijp maken van het gebied. Onder dit pakket bevindt zich de slecht-doorlatende laag die bestaat uit lagen hollandveen, wadafzettingen, hydrobiaklei en basisveen. Over de hydraulische weerstand van deze laag bestaan geen eenduidige gegevens, in diverse modelstudies met betrekking op de omgevingen worden weerstanden van 1.000 tot 10.000 dagen gehanteerd.

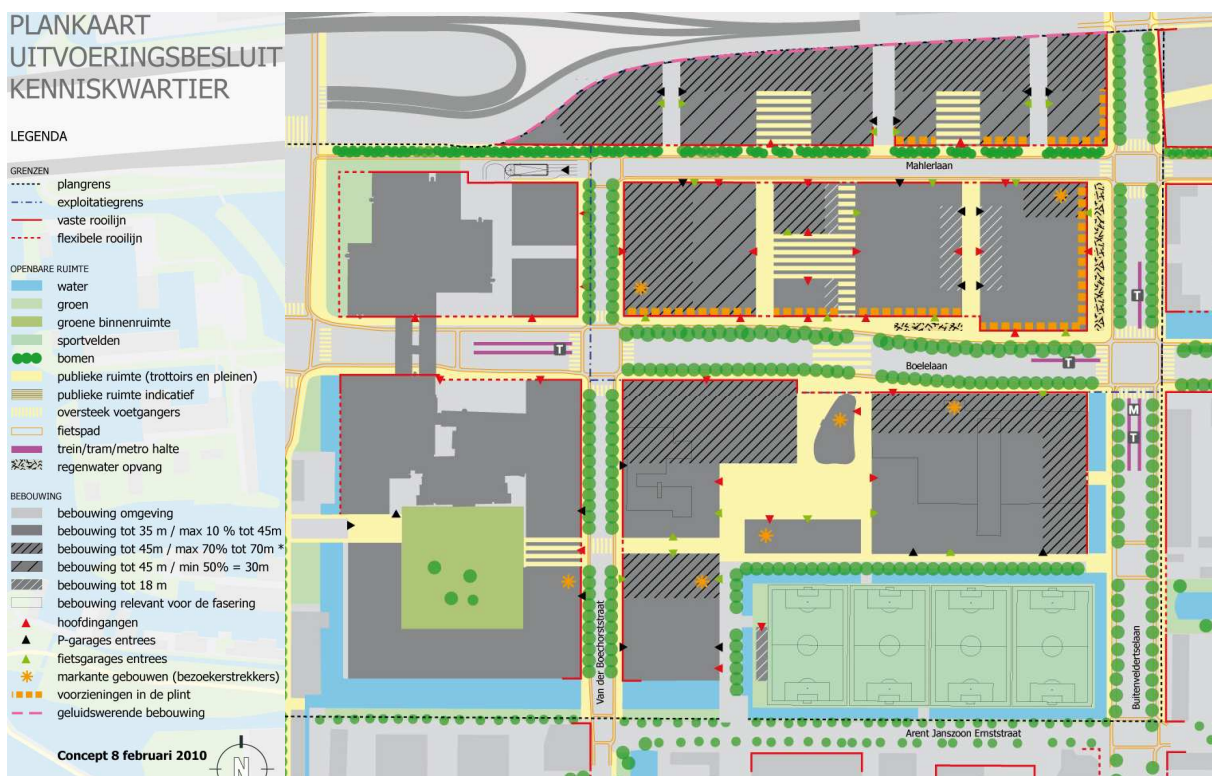
Onder de slecht-doorlatende laag bevindt zich de eerste zandlaag, het eerste watervoerend pakket. De bodemopbouw in het gebied is schematisch weergegeven in Tabel 1.

Bodemlaag	Onderkant [m + NAP]	Dikte [m]	Geohydrologie
Ophooglaag; zand	$-2,7$ tot $-3,0$	1,9 tot 2,5 m	Freatisch pakket
Holocene afzettingen; hollandveen, oude zeeklei, wadzand, hydrobiaklei, basisveen	$-11,5$	circa 8,5 m	Slecht-doorlatende laag
1 <sup>e</sup> zandlaag	n.v.t.	n.v.t.	1 <sup>e</sup> watervoerend pakket

**Tabel 1: schematisatie bodemopbouw**

## Effect toekomstige inrichting op het watersysteem

### 1.4. Toekomstige inrichting deelgebied Kenniskwartier

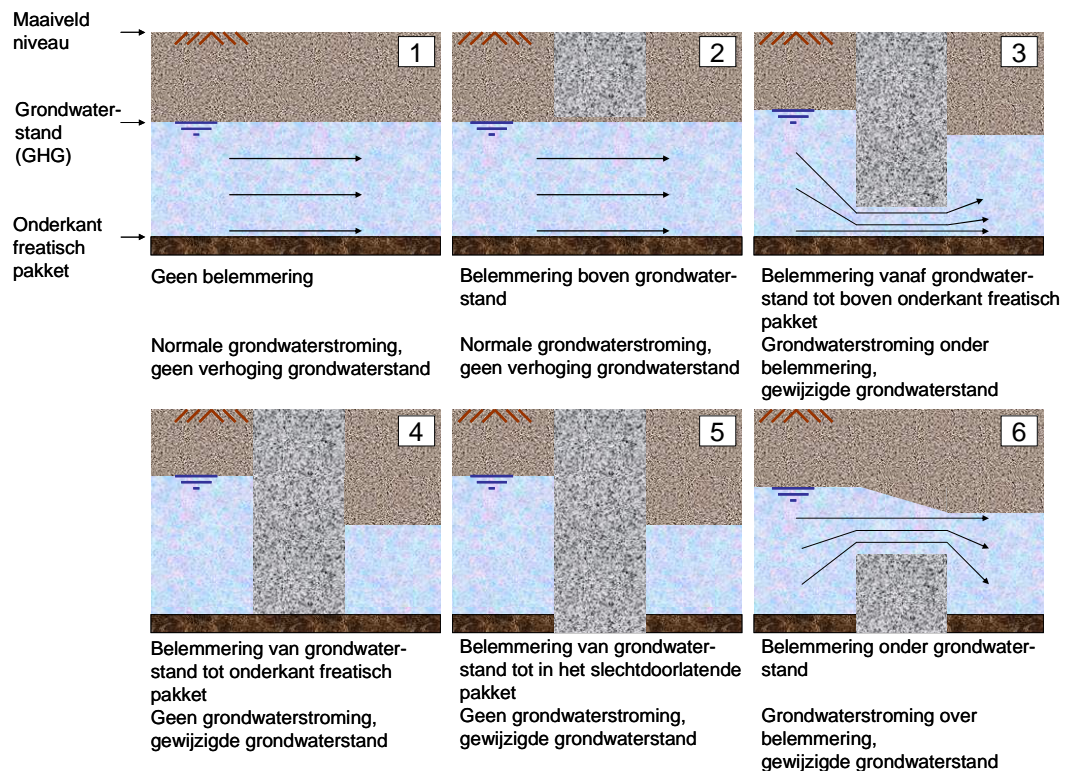


**Figuur 3: Concept plankaart Kenniskwartier 8 februari 2010**

Bij de ontwikkeling van het gebied wordt de bestaande maaiveldinrichting en bebouwing voor het grootste deel gefaseerd vervangen door nieuwbouw. Uitzondering hierop zijn het academisch ziekenhuis VU, de nieuwbouw van de ACTA en het opleidingscentrum zorg en welzijn van de VU.

Onder het grootste deel van de bebouwing (bebouwing/bouwvelden) in het Kenniskwartier komen ondergrondse parkeergarages. Onder de vier kunstgrasvelden in het zuidoosten van het deelgebied Kenniskwartier wordt een alternatieve waterberging in de vorm van een reservoir gerealiseerd, mogelijk gecombineerd met een ondergrondse parkeergarage.

Uitgangspunt is dat de bovengenoemde ondergrondse parkeergarages en alternatieve waterberging de grondwaterstroming in het freatische pakket volledig blokkeren. Er kan zodoende geen grondwater over of onder de constructie stromen (voorbeeld 4 en 5 uit Figuur 4).



**Figuur 4: Obstructie van de freatische grondwaterstroming door constructies**

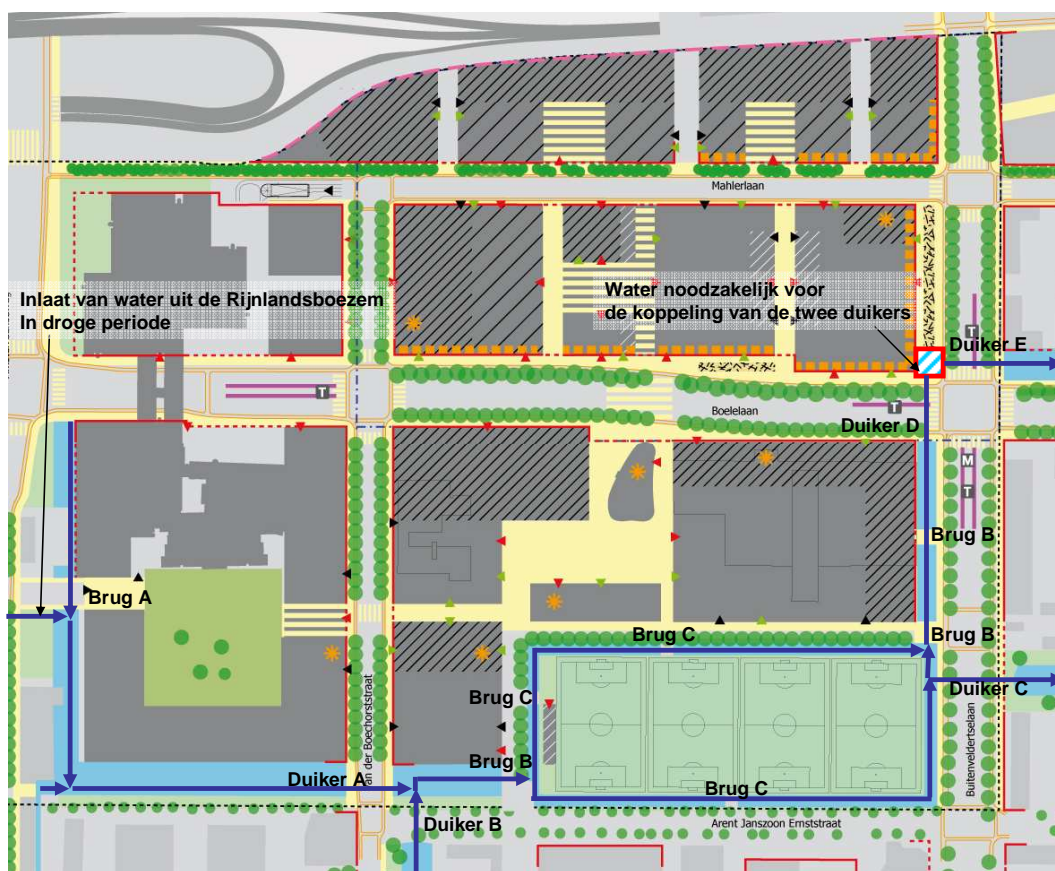
De bestaande watergang langs de Amstelveenseweg ten noorden van de De Boelelaan, de Sporslagsloot, de watergangen rond de schoolwerktuin en sportpark Buitenveldert en de watergangen ten noorden en oosten van de Hortus Botanicus worden gedempt. De watergang langs de Amstelveenseweg ten zuiden van de De Boelelaan, de watergang langs de Arent Janszoon Ernststraat en de Overijsselweg en de watergang langs de Buitenveldertselaand worden verbreed. Rond de sportvelden wordt gedeeltelijk een nieuwe watergang gerealiseerd. Mogelijk wordt er een watergang gerealiseerd aan de westkant van het deelgebied langs de Amstelveenseweg ten zuiden van de De Boelelaan. Deze in het grondwatermodel opgenomen.

In de volgende hoofdstukken worden de relevante wateraspecten voor de ontwikkelingen in het deelgebied in beeld gebracht.



## 1.5. Waterafvoer

De Boelegracht / -sloot (de watergang aan de noordzijde van de De Boelelaan) neemt in de toekomst de waterafvoerende functie van de Sporslagsloot (de watergang direct langs het zuidelijke talud van de ringweg A10-zuid) over. De Sporslagsloot kan pas gedempt worden na het gereedkomen van de De Boelegracht / -sloot. In eerste instantie zijn de afmetingen van de watergang langs de De Boelelaan relatief beperkt (De Boelesloot wordt circa 8 m breed), bij de verdere ontwikkeling en het gereedkomen van de benodigde ruimte wordt deze watergang verbreed tot de eindafmetingen van circa 28 m (De Boelegracht).



**Figuur 5: Waterafvoer in deelgebied Kenniskwartier incl. de aanwezige duikers**

Alle watergangen binnen het Kenniskwartier hebben straks de status van een primaire watergang van het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht [bron 3]. Dit betekent dat zij onderhouden worden door het waterschap en dat zij moeten voldoen aan de eisen uit de keur [bron 10].

Binnen het deelgebied Kenniskwartier is de waterafvoer zoals weergegeven in Figuur 5. Bij de Amstelveenseweg bevindt zich een inlaat, waarmee in droge tijden (circa 1 a 2 keer per jaar) water vanuit de Rijnlandsboezem ingelaten kan worden.

Er wordt water aangevoerd vanuit de watergang langs de Van der Boechorststraat en naar het oosten afgevoerd naar de toekomstige De Boelegracht en de watergang langs Magerhorst.

Het is van belang dat er bij voorkeur oppervlaktewater (of in tweede instantie een put) gerealiseerd wordt op de locatie waar de twee duikers (onder de De Boelelaan en onder de Buitenveldertselaan) bij elkaar komen.

Als de doorstroming op een locatie in de afvoerroute beperkt wordt kan er een waterstandsverschil (hydraulische opzetting) optreden tussen het bovenstrooms- en benedenstrooms gelegen water. De grootte van de hydraulische opzetting wordt bepaald door de hydraulische weerstand van het belemmerende element. Er kan wateroverlast ontstaan wanneer door hydraulische opzetting de waterstand tot boven het omliggende maaiveld stijgt omdat het water niet goed afgevoerd kan worden. Het optreden van wateroverlast vanuit het oppervlaktewater wordt inundatie (ofwel overstromen) genoemd.

Voor de nieuwe inrichting van het watersysteem in het deelgebied is gekeken naar de opzetting in de toekomstige en bestaande duikers in de afvoerroute [bron 7]. De opzetting in de watergangen en ter plaatse van bruggen is bij dit watersysteem minimaal en wordt dan ook verwaarloosd. Bij de berekening van de opzetting over de duikers is uitgegaan van een half-dichtgeslibde duiker en een debiet van 1.260 m<sup>3</sup>/uur, gelijk aan een kwart van de gemaalcapaciteit van 1,4 m<sup>3</sup>/s.

Object	Status	Lengte [m]	Diameter [mm]	Opzetting [m]
Duiker A	Bestaand	30	700 [bron 8]	0,29
Duiker B	Bestaand	30	700 [bron 8]	0,29
Duiker C	Bestaand	63	700 [bron 8]	0,61
Duiker D	Nieuw	60	2x 1.000 of 3x 800	0,03 à 0,04
Duiker E	Bestaand	37	2x 1.000 [bron 9]	0,02
Brugtype A	Nieuw	15	nvt	verwaarloosbaar
Brugtype B	Nieuw	12	nvt	verwaarloosbaar
Brugtype C	Nieuw	6	nvt	verwaarloosbaar

**Tabel 2: Opzetting in duikers**

De duikers met de grootste opzetting binnen het deelgebied zijn de bestaande duikers. De hydraulische opzetting bij de nieuwe duikers is zeer beperkt (in de orde van cm) en zullen daardoor naar verachting de afvoer verbeteren ten opzichte van de huidige aanwezige duikers met een diameter van 700 mm.

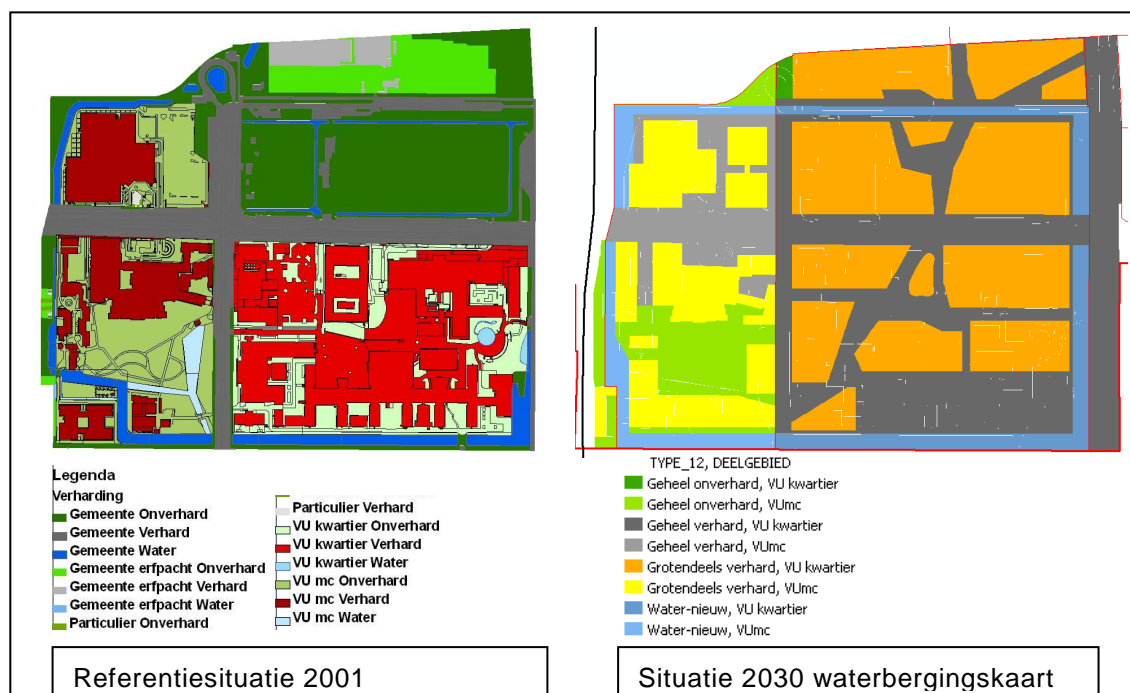
Uit een globale hydraulische doorrekeningen van het totale watersysteem van de Binnendijkse Buitenveldertse polder volgt dat de opzetting binnen het deelgebied Kenniskwartier bij hevige neerslag circa 0,3 a 0,4 m bedraagt (oppervlaktewaterpeil is dan NAP -1,6 m), ongeveer gelijk aan de huidige opzettingen.

## 1.6. Waterberging

Naast een waterafvoerende functie heeft oppervlaktewater een waterbergende functie. De ontwikkeling van een gebied heeft vaak consequenties voor de aanwezigheid en benodigde hoeveelheid waterberging. Zo zal bijvoorbeeld bij toename van de verharding (straten en bebouwing) de belasting op het oppervlaktewater toenemen. Bij een onverhard oppervlak (zoals tuinen, grasvelden, perken en dergelijke) infiltreert een groot deel van de neerslag in de bodem en wordt vervolgens vertraagd afgevoerd naar het oppervlaktewater. Bij een verhard oppervlak vindt nauwelijks infiltratie plaats en wordt zodoende het grootste deel van de neerslag zeer snel afgevoerd naar het oppervlaktewater. Door deze piekbelasting stijgt het peil in het oppervlaktewater, waardoor wateroverlast (inundatie) kan optreden.

Om het risico op wateroverlast te bepalen heeft de waterbeheerder hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht de uitbreiding van verharding beperkt. Op grond van artikel 3.7.1 uit de Keur ("wetboek van de waterbeheerder") [bron 10] is het verboden om meer dan 1.000 m<sup>2</sup> verhard oppervlak aan te leggen binnen stedelijk gebied. Ontheffing op dit artikel is mogelijk als initiatiefnemer aan kan tonen dat de toename van de belasting van het oppervlaktewatersysteem gecompenseerd is met de aanleg van extra waterberging in hetzelfde watersysteem [bron 11].

Waternet (het uitvoerende orgaan van het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht) heeft middels berekeningen aangetoond dat in de Binnendijkse Buitenveldertse Polder extra verharding gecompenseerd moet worden met 15% oppervlaktewater [bron 12] en dat de normaliter gehanteerde compensatie van 10% niet toereikend is. Hierdoor moet per 1.000 m<sup>2</sup> extra verhard oppervlak 150 m<sup>2</sup> extra wateroppervlak gerealiseerd worden. Daarnaast moet de plaatselijke demping van oppervlaktewater gecompenseerd worden met de aanleg van nieuw oppervlaktewater (artikel 3.2.1 uit de Keur AGV).



**Figuur 6: Maaiveldinrichting in de referentiesituatie 2001 en in de waterbergingskaart situatie 2030**

Om te kunnen bepalen wat als extra verharding of extra water gerekend kan worden is voor de gehele Zuidas een referentiesituatie (jaar 2001) vastgelegd door Waternet [bron 12]. In 2008 is de verdeling van de benodigde waterberging en de maximale toename van de verharding in alle deelgebieden vastgelegd in de waterbergingskaart Zuidas (inclusief 12.000 m<sup>3</sup> alternatieve waterberging onder de sportvelden VU) [bron 13].

Deelgebied	Verhard oppervlak [ha]		Onverhard oppervlak [ha]		Water oppervlak [ha]	
	Ref. situatie	Waterbergingskaart	Ref. situatie	Waterbergingskaart	Ref. situatie	Waterbergingskaart
VU-kwartier Noord	5,6	13,7 (+8,1)	9,5	0,9 (-8,6)	0,5	1,0 (+0,5)
VU-kwartier Zuid	10,3	13,3 (+3,0)	4,5	0,7 (-3,8)	1,0	1,8 (+0,8)
<b>Totaal VU-kwartier</b>	<b>15,8</b>	<b>27,0 (+11,2)</b>	<b>14,1</b>	<b>1,6 (-12,4)</b>	<b>1,5</b>	<b>2,8 (+1,3)</b>
VU-mc Noord	2,6	4,0 (+1,4)	2,3	0,5 (-1,8)	0,3	0,7 (+0,4)
VU-mc Zuid	2,6	4,2 (+1,6)	4,9	3,2 (-1,8)	1,0	1,2 (+0,2)
<b>Totaal VU-mc</b>	<b>5,2</b>	<b>8,2 (+3,0)</b>	<b>7,2</b>	<b>3,7 (-3,5)</b>	<b>1,3</b>	<b>1,9 (+0,5)</b>
<b>Totaal Kenniskwartier</b>	<b>21,0</b>	<b>35,2 (+14,2)</b>	<b>21,3</b>	<b>5,3 (-16,0)</b>	<b>2,8</b>	<b>4,6 (+1,8)</b>

**Tabel 3: Maaiveldinrichting volgens de referentiesituatie 2001 en de waterbergingskaart [bron 14]**

In de plankaart Kenniskwartier [bron 1] is de maaiveldinrichting echter nog meer verhard en is minder oppervlaktewater opgenomen dan in de situatie 2030 van de waterbergingskaart [bron 7]. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dat het groene middenterrein binnen het zuidelijk deel van het VU-mc als onverhard oppervlak ingericht wordt (dus met een waterdoorlatend maaiveld en zonder een ondergrondse parkeergarage).

Om voldoende waterberging in het deelgebied Kenniskwartier te realiseren is theoretisch nog circa 3,3 ha extra oppervlaktewater nodig (2,3 ha vanwege het te kleine wateroppervlak en 1,0 ha als 15%-compensatie voor de extra hoeveelheid verharding).

In plaats van de aanleg van extra oppervlaktewater wordt de waterberging ook gerealiseerd worden als alternatieve waterberging (1 m<sup>3</sup> alternatieve waterberging is in de Zuidas ongeveer gelijk aan 2,5 m<sup>2</sup> oppervlaktewater). Deze extra alternatieve waterberging voor de afwijking tussen de plankaart en de waterbergingskaart moet een inhoud van minimaal 13.000 m<sup>3</sup> moeten hebben. De totale hoeveelheid alternatieve waterberging in het deelgebied Kenniskwartier komt dan op 25.000 m<sup>3</sup>. Onder een sportveld kan maximaal circa 10.000 m<sup>3</sup> alternatieve waterberging gerealiseerd worden [bron 15].

Deelgebied	Verhard oppervlak [ha]		Onverhard oppervlak [ha]		Water oppervlak [ha]	
	Plankaart	Afwijking t.o.v. Waterbergingskaart	Plankaart	Afwijking t.o.v. Waterbergingskaart	Plankaart	Afwijking t.o.v. Waterbergingskaart
VU-kwartier Noord	15,6	+1,9	0	-0,9	0	-1,0
VU-kwartier Zuid	14,4	+1,1	0	-0,7	1,4	-0,4
<b>Totaal VU-kwartier</b>	<b>30,0</b>	<b>+3,0</b>	<b>0</b>	<b>-1,6</b>	<b>1,4</b>	<b>-1,4</b>
VU-mc Noord	4,8	+0,8	0,4	-0,1	0	-0,7
VU-mc Zuid	6,7	+2,5	0,8	-2,4	1,0	-0,2
<b>Totaal VU-mc</b>	<b>11,5</b>	<b>+3,3</b>	<b>1,2</b>	<b>-2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>-0,9</b>
<b>Totaal Kenniskwartier</b>	<b>41,5</b>	<b>+6,3</b>	<b>1,2</b>	<b>-4,1</b>	<b>2,4</b>	<b>-2,3</b>

**Tabel 4: Maaiveldinrichting volgens de plankaart en de afwijking ten opzichte van de waterbergingskaart**

Naast de realisatie van de werkelijke waterberging moet er ook getracht worden om circa 40% van het verharde oppervlak als watervertragend in te richten (door bijvoorbeeld de aanleg van daktuinen en/of ondergrondse waterberging). Hiermee wordt de piekbelasting op het oppervlaktewater en de hemelwaterafvoer enigszins verminderd.

## 1.7. Waterkwaliteit

Om verontreiniging van afstromend hemelwater, oppervlaktewater, grondwater en waterbodembodem tegen te gaan wordt het gebruik van uitlogende materialen tijdens de bouw- en gebruiksfase voorkomen. Ten aanzien van uitloogbare materialen zullen de richtlijnen van Waternet/AGV worden gevolgd (geen gebruik van PAK, lood, zink en koper). Daarnaast zal bij het beheer zo min mogelijk gebruik worden gemaakt van middelen die kunnen leiden tot verontreiniging van het oppervlakte- of grondwater (zoals kunstmest en bestrijdingsmiddelen) en zal de openbare ruimte regelmatig worden geveegd.

Neerslag die via drukbereden straten afstroomt moet afgevoerd worden naar het verbeterd gescheiden rioleringsysteem. Neerslag die op een niet-verontreinigd oppervlak valt moet zoveel mogelijk afgevoerd worden naar het oppervlaktewater.

Doodlopende watergangen hebben een negatief effect op de waterkwaliteit aangezien er stilstaand water kan ontstaan. Stilstaand water kan zuurstofarm worden waarna het gaat stinken ("doodwater") en algengroei optreedt. Het risico op zuurstofloosheid in watergangen is naast de stroming, de hoeveelheid fosfaten, nitraten en lichtinval onder meer afhankelijk van de diepte en breedte van de watergang.

De watergangen in het Kenniskwartier hebben allemaal een aanzienlijke breedte en een minimale diepte van 1 m (onderhoudsdiepte 1,25 m) [bron 10] aangezien het primaire watergangen zijn.

Daarnaast is alleen de watergang langs de Amstelveenseweg doodlopend. Deze watergang wordt circa twee keer per jaar doorgespoeld als er in droge perioden water vanuit de Rijnlandsboezem ingelaten wordt bij het inlaatpunt (met uitzondering van de mogelijke uitbreiding direct ten zuiden van de De Boelelaan). Verdere doorstroming kan bewerkstelligd worden door een uitlaat van de hemelwaterafvoer (HWA) en/of een fontein (ook goed voor de beluchting van het water) in het uiteinde van de doodlopende watergang te realiseren. In de watergang kan het geloosde water uit de hemelwaterafvoer verder gezuiverd worden met een randvoorziening zoals bijvoorbeeld een helofytenfilter (rietvelden).

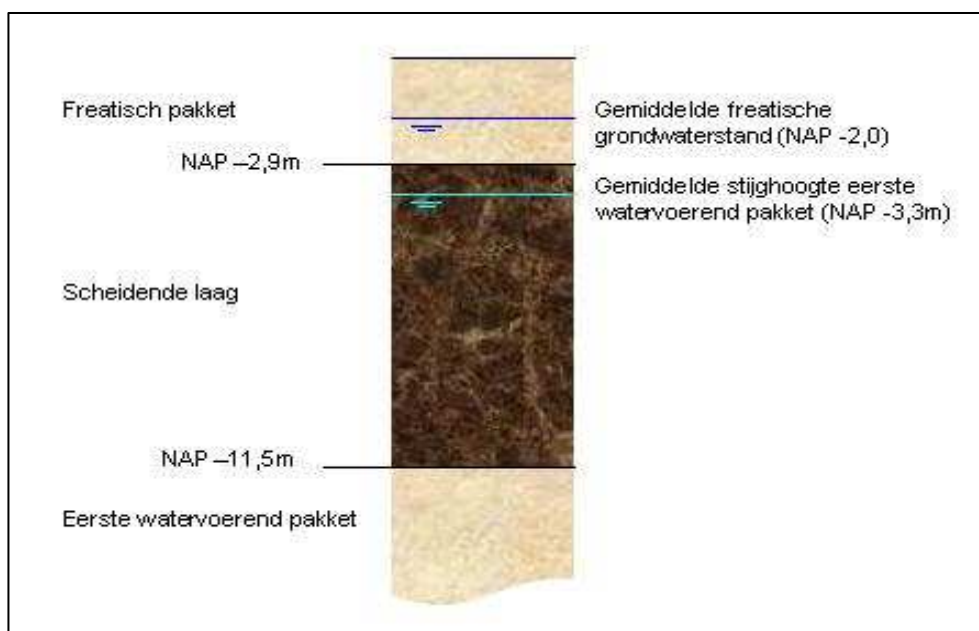
De waterkwaliteit en de ecologische biotoop kan verder mogelijk verbeterd worden door de toepassing van natuurlijke taluds, oeverzones voor rietkragen, drijvende tuinen. Daarnaast kan de groei van bijzondere varens op kademuren gestimuleerd worden met de toepassing van aangepaste mortel tussen de stenen.

## 1.8. Grondwater

### 1.8.1. De gemeten grondwaterstanden in de huidige situatie

Voor het vaststellen van de huidige gemiddelde grondwaterstanden is gebruik gemaakt van de bij Waternet beschikbare grondwater meetserie in de freatische peilbuizen [bron 16]. Uit deze meetserie is gebleken dat de gemiddelde freatische grondwaterstand in de huidige situatie in het Kenniskwartier varieert tussen circa NAP -2,4 m en NAP -1,6 m en dat de gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket circa NAP -3,3 m is. De gemiddelde stijghoogte ligt minimaal 0,9 m onder de gemiddelde grondwaterstand in het projectgebied. Er is dus sprake van inzijging (neerwaartse stroming van grondwater van het freatische pakket) naar het eerste watervoerend pakket.

In Figuur 7 is de huidige grondwatersituatie in het Kenniskwartier schematisch weergegeven.



**Figuur 7: schematisering situatie grondwater en bodem**

### 1.8.2. Grondwatermodel

Voor het bepalen van de toekomstige grondwaterstanden is gebruik gemaakt van een indicatief MicroFEM grondwatermodel [bron 17]. Om het grondwatermodel zo goed mogelijk de werkelijkheid te laten simuleren is het model geijkt op de gemiddelde freatische grondwaterstanden.

Bij de ijking van het grondwatermodel worden enkele parameters gevarieerd tot de berekende gemiddelde grondwaterstanden uit het model de gemeten gemiddelde freatische grondwaterstanden (gemeten in de peilbuizen) zo dicht mogelijk benaderen (in dit geval tot op circa + of - 0,1 m).



De parameters waarmee tijdens dit onderzoek is geijkt, zijn de doorlatendheid van het freatische pakket en de hydraulische weerstand van de slechtdoorlatende laag. De parameters zijn gevarieerd in gebieden ten oosten of westen van de Van der Boechorststraat. Tijdens de ijking van het model is freatisch gerekend.

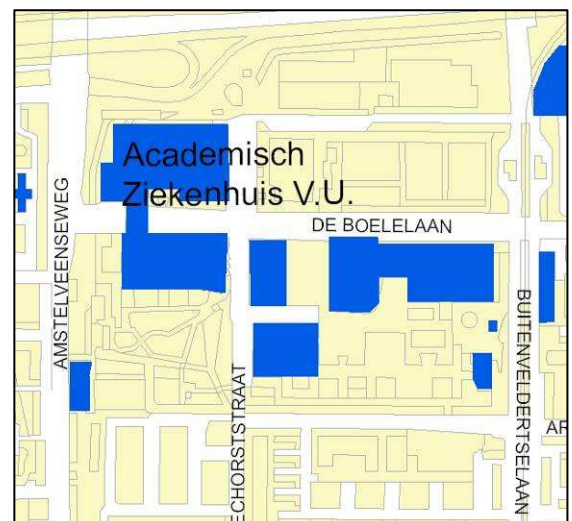
Voor de ijking van het grondwatermodel is de gemiddelde dagneerslag gehanteerd van het meetstation Amsterdam uit de periode 1995 – maart 2009 [bron 18]. De gemiddelde dagneerslag in deze periode bedraagt 2,5 mm/dag. De effectieve grondwateraanvulling door neerslag is berekend door de infiltratiecoëfficiënt te vermenigvuldigen met de gemiddelde dagneerslag.

Voor de ijking van het model is gebruik gemaakt is van de infiltratiecoëfficiënten uit de Waterbergingskaart Zuidas [bron 13] voor de referentiesituatie 2001, te weten 0,64 voor het VUmc (ten westen van de Boechorststraat) en 0,55 voor het VU-kwartier (ten oosten van de Boechorststraat).

### Modelparameters

De bestaande ondergrondse constructies (zoals parkeerkelders en tunnels) zijn in het grondwatermodel meegenomen als grondwaterdoorlatend (doorlatendheid van 0 m<sup>2</sup>/dag). In Figuur 8 zijn de bekende ondergrondse constructies weergegeven.

In de watergangen is het streefpeil van het oppervlaktewater (NAP -2,0 m) als vast peil gehanteerd, waarbij een drainageweerstand naar het grondwater van 10 dagen is gebruikt. In de waterpartij bij de Hortus Botanicus wordt een peil van NAP -1,85 m gehanteerd.

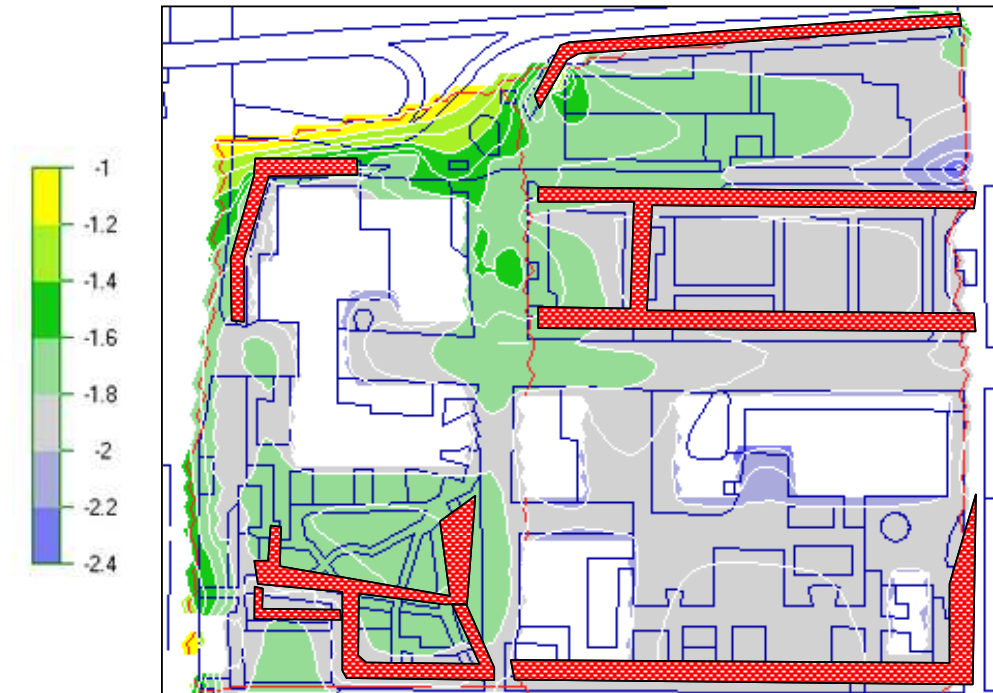


**Figuur 8: Bestaande ondergrondse constructies in deelgebied Kenniskwartier weergegeven met blauwe vlakken**

De onderzijde van het freatische pakket bevindt zich in het model op NAP -2,7 (VU MC) tot NAP -3,0 m (VU kwartier). Tijdens de ijking van het grondwatermodel is freatisch gerekend. Uit de ijking van het grondwatermodel volgt een doorlatendheid van het freatische pakket van 7 m/dag in het VU-MC gebied tot 10 m/dag in het VU-kwartier. Uit de ijking van het grondwatermodel volgt dat de hydraulische weerstand van de slechtdoorlatende laag in het Kenniskwartier Zuidas circa 1.000 dagen is.

### 1.8.3. Huidige grondwaterstanden

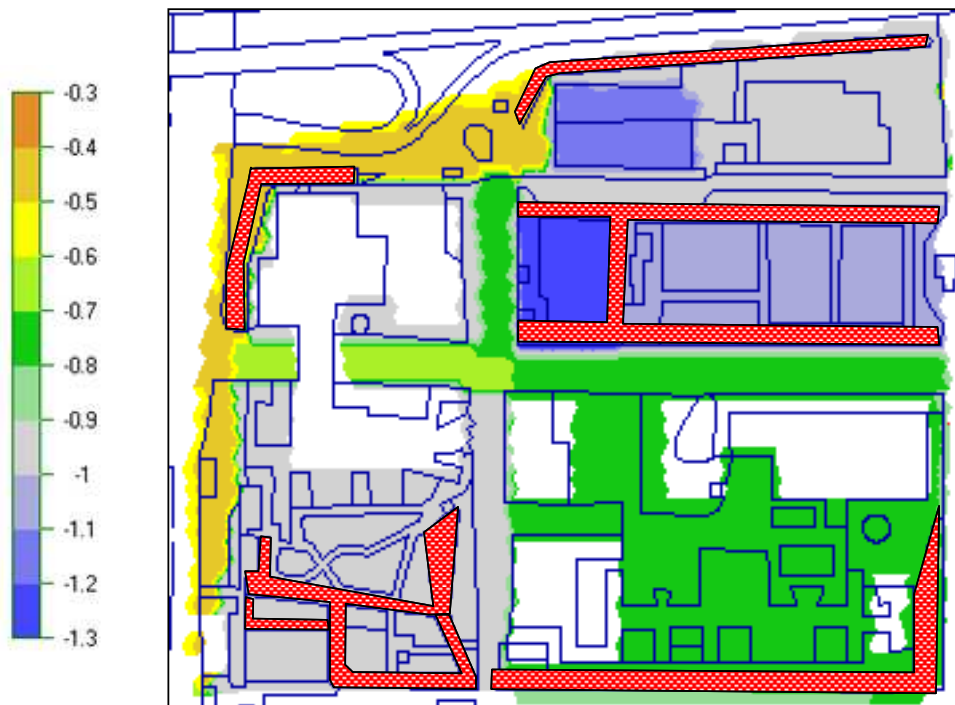
Met het freatische grondwatermodel zijn de huidige “hoogste grondwaterstanden” bepaald voor het projectgebied. Voor het bepalen van de “hoogste grondwaterstand” wordt de Waternetsystematiek gehanteerd. Hierbij wordt eerst een continue neerslag van 2,5 mm/dag gehanteerd, gevolgd door een 10-daagse bui van 7,2 mm/dag.



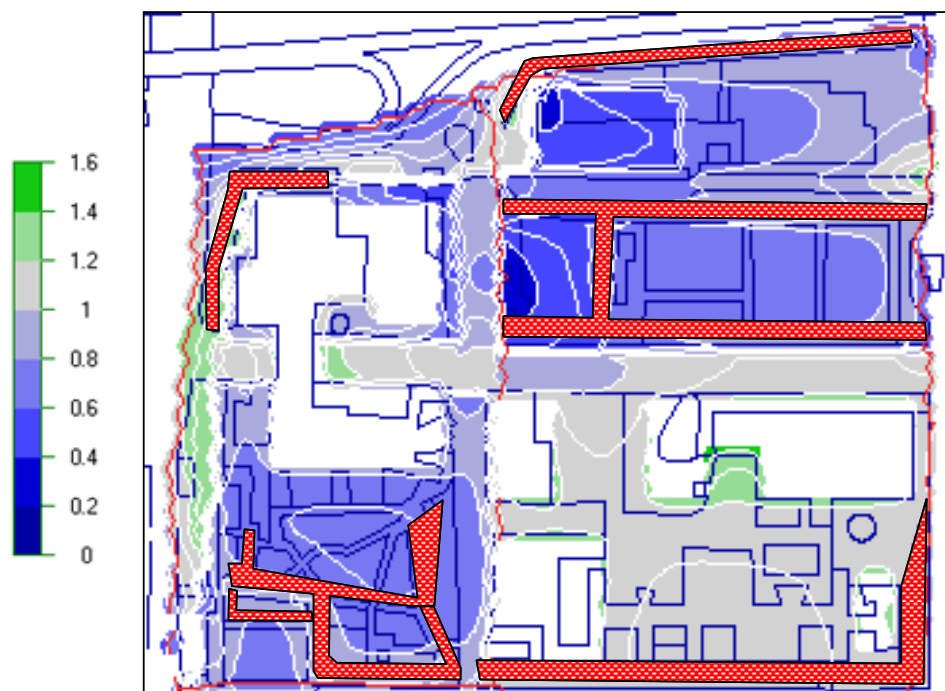
**Figuur 9: Huidige freatische “hoogste” grondwaterstanden [m +NAP] (witte vlakken = ondergrondse constructie, rood-witte vlakken = oppervlaktewater, rode lijnen = grenzen deelgebieden)**

De berekende “hoogste” freatische grondwaterstanden in het Kenniskwartier variëren tussen NAP -1,2 m (nabij onderdoorgang VUmc) en NAP -2,0 m (nabij het oppervlaktewater). Ten noorden van het deelgebied Kenniskwartier (ter plaatse van het taludlichaam van de ringweg A10zuid) stijgt de grondwaterstand. Dit komt door de overgang naar de Amstellandsboezem met een streefpeil van NAP -0,4 m.

In Figuur 10 is de voor de grondwatertoets gehanteerde maaiveldhoogte weergegeven [bron 19] en [bron 20]. In Figuur 11 is de berekende huidige ontwatering (de afstand tussen het grondwater en het maaiveld) in het Kenniskwartier weergegeven. Te zien is dat de berekende ontwatering in het Kenniskwartier behalve bij de schoolwerktuinen en de sporthal / sportveld aan de Gustav Mahlerlaan, nergens minder dan 0,6 m is. Er wordt dus voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm. Bij de schoolwerktuinen en de sporthal / sportveld is naar verwachting een drainagesysteem aanwezig, waardoor de werkelijke ontwatering vermoedelijk groter is dan de berekende ontwatering van 0,3 m.



Figuur 10: maaiveld hoogte (m +NAP) [bron 19 en 20]



Figuur 11: berekende ontwatering in de referentiesituatie (m -maaiveld) in de referentie-situatie (witte vlakken = ondergrondse constructie, rood-witte vlakken = oppervlaktewater, rode lijnen = grenzen deelgebieden).

#### 1.8.4. Toekomstige grondwaterstanden

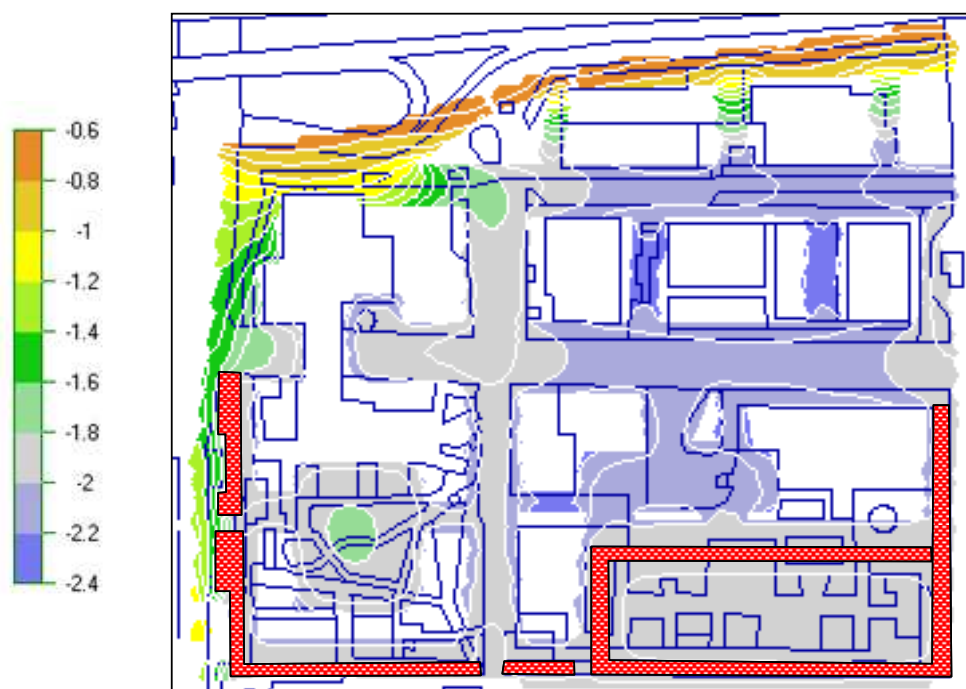
Het grondwatermodel is na de ijking aangepast op de toekomstige situatie met een ander oppervlaktewatersysteem [bron 1] en een andere locatie van ondergrondse constructies [bron 1].

Er is een globale effectenstudie gedaan naar het effect van de infiltratiecoëfficiënt door de twee uiterste scenario's door te rekenen.

- In scenario 1 is uitgegaan van de huidige infiltratiecoëfficiënten voor het Kenniskwartier (0,55 voor het VU kwartier en 0,64 voor het VU MC).
- In scenario 2 is gerekend met een infiltratiecoëfficiënt van 0,15, de infiltratiecoëfficiënt voor een volledig verhard oppervlak.

De werkelijkheid zal zich naar verwachting ergens tussen deze alternatieven bevinden.

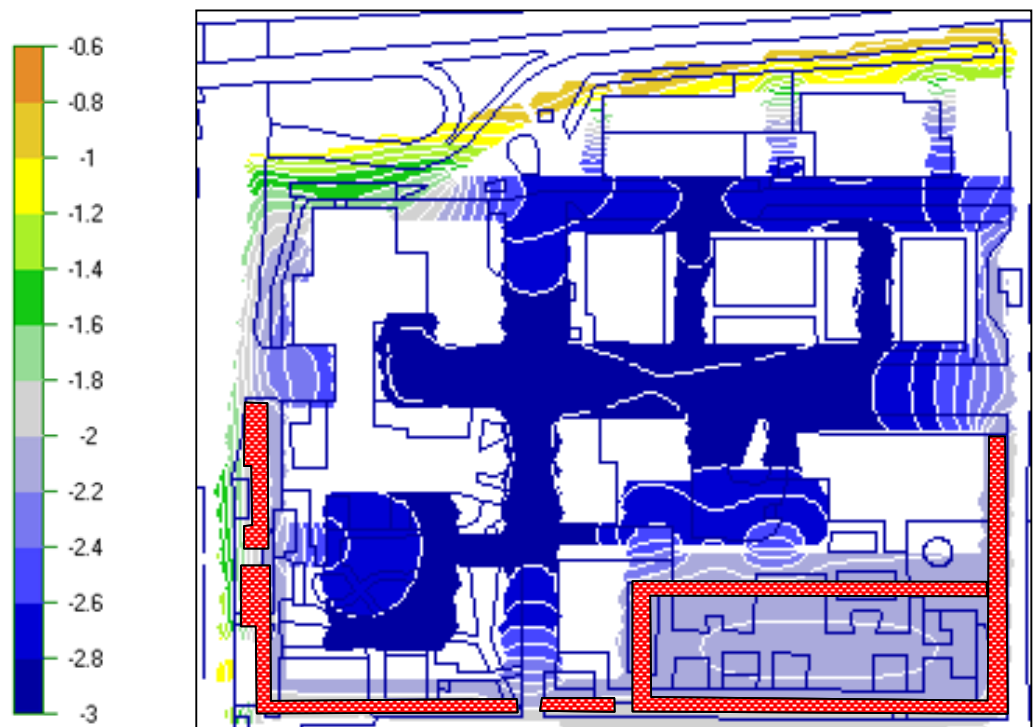
In Figuur 12 worden de toekomstige freatische grondwaterstanden voor het Kenniskwartier op basis van de in de referentiesituatie geldende infiltratiecoëfficiënten (scenario 1) weergegeven. De freatische grondwaterstanden zijn ten opzichte van de huidige situatie gestegen. De freatische grondwaterstanden in het Kenniskwartier variëren tussen NAP -0,6 m (ten noorden van het VUMC) tot NAP -2,0 (in de omgeving van de watergangen).



**Figuur 12: Toekomstige freatische grondwaterstanden in het Kenniskwartier (scenario 1) [m +NAP] (witte vlakken = ondergrondse constructie, rood-witte vlakken = oppervlaktewater).**

De ondergrondse constructies van het noordelijk deel van het VU-mc, de ACTA, en de kavels ten noorden van de Mahlerlaan blokkeren de kwelstroming vanuit het noorden (de Amstellandboezem). Indien deze ondergrondse constructies niet aanwezig zijn zal een hogere grondwaterstand optreden ter plaatse van het Kenniskwartier. Het is van belang dat deze grondwaterblokkerende functie gerealiseerd wordt gelijk met het dempen van de Spoorlagsloot, vóór de aanleg van de kelders in de vorm van een tijdelijke damwand. Het risico bestaat dat uiteindelijk niet alle geplande kelders zullen worden aangelegd. Mocht dat het geval zijn, dan zal een mitigerende maatregel getroffen dienen te worden, zoals bijvoorbeeld een permanente damwand.

Als in het deelgebied de hoeveelheid verharding uitbreidt, zal naar verwachting de infiltratiecoëfficiënt afnemen. In de Figuur 13 worden de toekomstige freatische grondwaterstanden voor het Kenniskwartier op basis van een totaal verhard maaiveldoppervlak (infiltratiecoëfficiënt van 0,15) weergegeven. De freatische grondwaterstanden zijn ten opzichte van de huidige situatie plaatselijk gedaald. De freatische grondwaterstanden in het Kenniskwartier variëren tussen NAP -0,8 m (ten noorden van het VUMC) tot NAP -2,8 (in het midden van het VU-kwartier). In deze situatie is de hoeveelheid grondwateraanvulling door neerslag kleiner dan de inzijging van het freatische grondwater naar het 1<sup>e</sup> watervoerend pakket. De watergangen hebben nu een infiltrerende functie (wateraanvoerende functie).

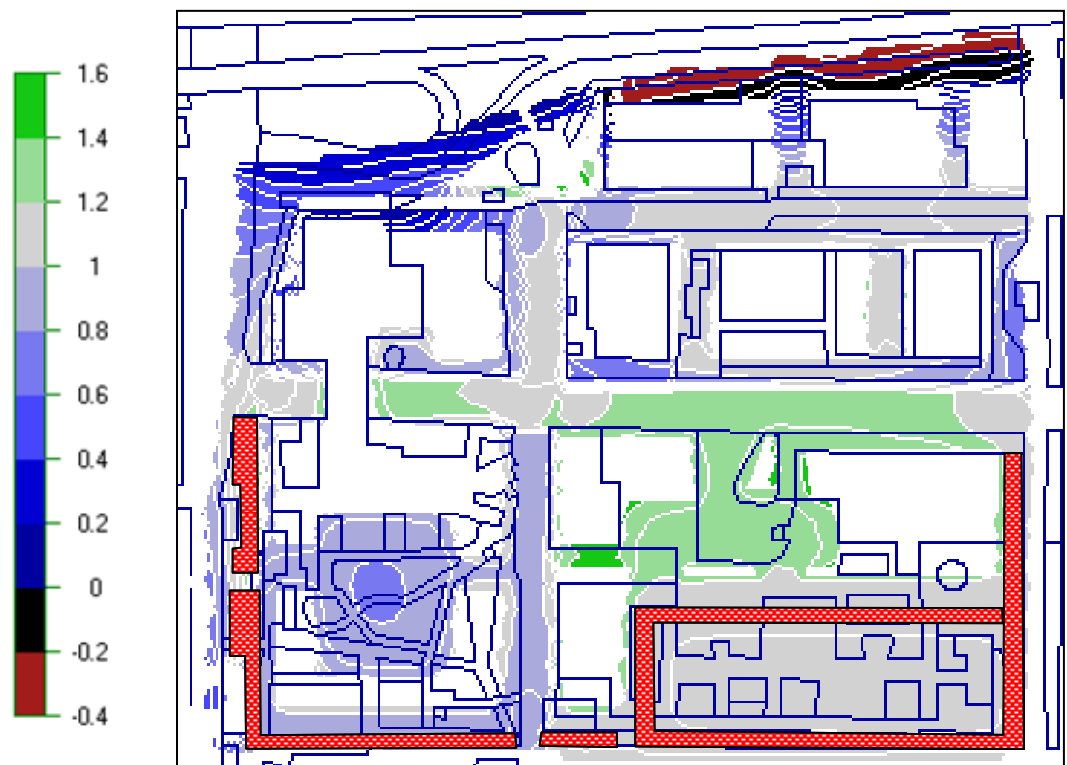


**Figuur 13: Toekomstige freatische grondwaterstanden in het Kenniskwartier (scenario 2) [m +NAP] (witte vlakken = ondergrondse constructie, rood-witte vlakken = oppervlaktewater).**

### 1.8.5. De toekomstige ontwatering

Uitgaande van de bestaande maaiveldhoogte [bron 19 en 20] en de berekende grondwaterstanden is de ontwatering (afstand tussen het grondwater en het maaiveld) bepaald. Aangezien scenario 1 met de onveranderde infiltratiecoëfficiënten maatgevend is wordt alleen naar dit scenario gekeken.

De ontwatering (zie Figuur 14) neemt over het algemeen af ten opzichte van de huidige situatie en varieert tussen de -0,25 m en +1,6 m. De negatieve waarden treden op aan de noordkant van het deelgebied en houden in dat in dit gebied een groot risico is op grondwater op het maaiveld (wateroverlast). Deze grondwaterproblematiek wordt veroorzaakt door de demping van de Spoorlagsloot. De Spoorlagsloot zorgde ervoor dat de kwel vanuit de Amstellandse boezem afgevangen werd.



**Figuur 14: Toekomstige ontwatering bij gelijkblijvende infiltratiecoëfficiënt (scenario 1) [m -maaiveld] (witte vlakken = ondergrondse constructie, rood-witte vlakken = oppervlaktewater).**

Naast acute grondwateroverlast wordt in een veel groter gebied (globaal het gebied ten noorden van de Gustav Mahlerlaan) niet voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm (ontwatering kleiner dan 0,5 m), zie Figuur 15. Geconcludeerd kan worden dat een oppervlaktewatersysteem zoals opgenomen in de plankaart gecombineerd met het huidige maaiveldniveau niet toereikend is. Aanvullende maatregelen zijn noodzakelijk.

#### 1.8.6.



**Figuur 15: locaties waar de berekende ontwatering minder dan 0,5 m is (blauwe vlakken).**

#### 1.8.7. Oplossingsrichtingen

Er zijn meerdere methoden waarmee de ontwatering plaatselijk vergroot kan worden, zodat voldaan wordt aan de gemeentelijke grondwaternorm. Sommige methoden zijn duurzamer, robuuster en door de waterbeheerder meer gewenst dan andere methodes. Onderstaand volgen de methoden op volgorde van meest robuust en duurzaam naar minst robuust en duurzaam:

- Realisatie van extra oppervlaktewater:  
De grondwaterstand is ter plaatse van oppervlaktewater gelijk aan het streefpeil in het oppervlaktewater (NAP -2,0 m) en stijgt vervolgens wanneer je op grotere afstand van de watergangen komt (drainerende werking van watergangen). De hoeveelheid opbolling is onder andere afhankelijk van de afstand tussen de watergangen (drainafstand). Door de aanleg van extra oppervlaktewater daalt het grondwater niveau plaatselijk tot het streefpeil van het oppervlaktewater van NAP -2,0 m en daalt de grondwaterstand in een veel groter gebied door het verkleinen van de drainafstand. De aanleg van extra oppervlaktewater is een zeer robuuste methode, maar heeft wel een groot ruimtebeslag.
- Verhogen van het maaiveldniveau:  
De afstand tussen het grondwater en het maaiveld kan vergroot worden door het verhogen van het maaiveldniveau. Bij deze methode wordt grond met een doorlatendheid minimaal gelijk aan het bestaande freatische pakket aangebracht, waardoor het maaiveld hoger wordt. Rekening moet worden gehouden met enige zetting van de ondergrond door de extra belasting van de ophoging. Dit is een erg robuuste methode, maar het ophogen van het maaiveld zorgt voor een toename van de belasting op aanwezige constructies, zoals blijvende bebouwing, kabels en leidingen. Voor deze blijvende constructies moeten dus mogelijk maatregelen genomen worden. Daarnaast moet het verhoogde maaiveld ook stedenbouwkundig ingepast worden.

- Toepassen van integrale grondverbetering:

Het grondwaterniveau kan verlaagd worden door het doorlaatvermogen van het freatische pakket te verbeteren. Hierdoor neemt de opbolling van het grondwater af. Het vergroten van het doorlaatvermogen kan gerealiseerd worden door de doorlatendheid van het freatische pakket te verbeteren (vervangen van bestaande grond met grond met een betere doorlatendheid, bijvoorbeeld goed doorlatend zand of grind) of door de dikte van het freatische pakket te vergroten. Dit laatste is een aanzienlijke ingreep waarbij eerst het freatische pakket afgegraven en terzijde gelegd wordt. Vervolgens worden de onderliggende klei- en veenlagen tot een bepaalde diepte afgegraven en afgevoerd en vervolgens wordt het maaiveld met de opgeslagen grond van het freatische pakket en extra grond op de gewenste hoogte gerealiseerd. Dit is een robuuste methode, maar de effecten van het verhogen van de doorlatendheid zijn beperkt (door de reeds hoge doorlatendheid van het freatische pakket) en het vergroten van de dikte van het freatische pakket is een aanzienlijke ingreep aangezien een dergelijke ingreep integraal gedaan moet worden voor een relatief groot gebied. DE afvoerkosten bij deze oplossingsrichting kunnen aanzienlijk zijn.
- Toepassen van plaatselijke grondverbetering:

Naast de integrale grondverbetering zoals hierboven beschreven kan ook een plaatselijke grondverbetering toegepast worden. De grondverbetering wordt dan in een tracé gerealiseerd, die eindigt bij het oppervlaktewater. Het grondwater stroomt via het tracé met de grondverbetering gemakkelijk af naar het oppervlaktewater waardoor de opbolling beperkt wordt. Geadviseerd wordt plaatselijke grondverbetering te realiseren als een grindkoffer zonder drain. Een grindkoffer bestaat uit een grindpakket met daaromheen een geotextiel. Het geotextiel voorkomt dat gronddeeltjes tussen het grind gaan zitten en daarmee de doorlatendheid zou verminderen. Het toepassen van een grindkoffer is relatief robuust door zijn afmetingen en de aanwezigheid van een geotextiel, maar er bestaat altijd de kans van beschadiging door graafactiviteiten. De kans op schade kan verminderd worden door rekening te houden met een beschermingszone rond het tracé van de grindkoffer waarbinnen geen graafactiviteiten (zoals kabels en leidingen) plaats mogen vinden.
- Toepassen van een ontwateringsmiddel:

Het grondwaterniveau kan efficiënt verlaagd worden met het toepassen van ontwateringsmiddelen. Bij een ontwateringsmiddel stroomt het grondwater het ontwateringsmiddel in en wordt vervolgens via een aaneengesloten holle ruimte afgevoerd. Door het ontwateringsmiddel aan te sluiten op het oppervlaktewater wordt in het ontwateringsmiddel het grondwaterpeil ongeveer gelijk aan het streefpeil van het oppervlaktewater. Een ontwateringsmiddel kan de volgende vormen hebben:

  - Drains
  - Grindkoffer met drain
  - Drainerende riolen
  - Permavoid kratten



Het toepassen van een ontwateringsmiddel is efficiënt, en met uitzondering van de drains relatief robuust. Wel dient het ontwateringsmiddel beheerd en onderhouden te worden.

- Toepassen van een onttrekkingsmiddel:  
Een onttrekkingsmiddel is een ontwateringsmiddel waarin het streefpeil kunstmatig op een laag niveau gehouden wordt, bijvoorbeeld met een gemaal. Dit is een efficiënte methode, maar niet robuust (falen van gemaal) en niet duurzaam (energie benodigd voor gemaal).

### 1.8.8. Grondwatermaatregelen

Uit de oplossingsrichtingen van bovenstaande paragraaf zijn de meest efficiënte, robuuste en duurzame oplossingsrichtingen gekozen. Uit de studies van de dienst Ruimtelijke Ontwikkeling (dRO) is gebleken dat het niet mogelijk is extra robuust oppervlaktewater te creëren. De integrale en plaatselijke grondverbetering zijn niet efficiënt en hebben slechts een beperkt grondwaterverlagend effect. Een onttrekkingsmiddel is niet duurzaam noch robuust.

Oplossingsrichting	Toepassing
Extra oppervlaktewater	Nee, extra oppervlaktewater niet inpasbaar als robuust oppervlaktewater
Verhogen van maaiveld	
Integrale grondverbetering	Nee, toepassing is niet efficiënt
Plaatselijke grondverbetering	Nee, toepassing is niet efficiënt
Ontwateringsmiddel	Ja, toepassing van grindkoffer met drain, drainerende riolen en/of permavoid-kralen is efficiënt en robuust
Onttrekkingsmiddel	Nee, toepassing is niet robuust en duurzaam

**Tabel 5: Toe te passen oplossingsrichtingen ontwateringseis**

Met een combinatie van de twee overgebleven oplossingsrichtingen (verhogen van het maaiveld en het toepassen van ontwateringsmiddelen) is een oplossingsvariant gemaakt voor het grondwaterfraagstuk.

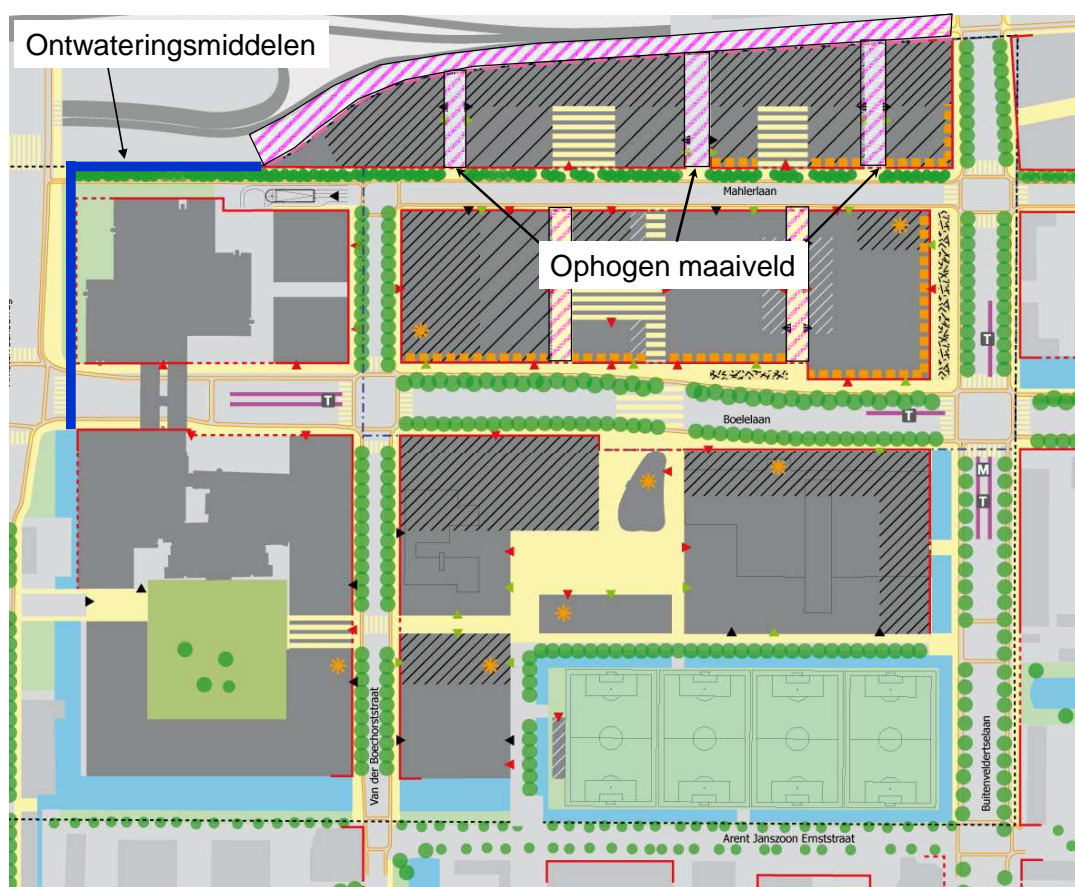
Langs de Amstelveenseweg en de oprit van de ringweg A10-zuid wordt ter plaatse van het tracé van de Spoorlagsloot een ontwateringsmiddel gerealiseerd. Deze begint bij de ondergrondse constructie van het meest westelijke kavel ten noorden van de Mahlerlaan en eindigt ter plaatse van het oppervlaktewater langs de Amstelveense weg. Het ontwateringsmiddel zal naar verwachting bestaan uit een grindkoffer met drain. Een grindkoffer bestaat uit een grindpakket met daarin een drain van 250 mm opgesloten binnen een geotextiel. Om dichtslibbing van de drain en het grindpakket door ijzeroxidatie te voorkomen moet de grindkoffer onder het streefpeil van het oppervlaktewater gerealiseerd worden. Op deze manier kan er binnen de grindkoffer geen zuurstof bij het ijzerhoudende grondwater komen.

Om inspectie en beheer van de grindkoffer mogelijk te maken zijn er inspectie- / doorspuitputten noodzakelijk. Deze putten hebben een deksel op het maaiveld en moeten met een vrachtwagen te bereiken zijn.

Vanwege deze diepe ligging en de ijzerhoudendheid van het grondwater is een combinatie van de grindkoffer (grondwaterafvoer) met een hemelwaterafvoer niet gewenst.

Het maaiveld wordt in de volgende gebieden opgehoogd, zodat ook daar voldaan wordt aan de gemeentelijke grondwaternorm:

- tussen het taludlichaam van de ringweg A10-zuid en de kavels ten noorden van de Mahlerlaan;
- ten noorden van de De Boelelaan en ten oosten van het VU-mc;



**Figuur 16: Tracé ontwateringsmiddelen en locatie met te verhogen maaiveld**

Door het invoegen van het ontwateringsmiddel dalen de toekomstige grondwaterstanden in het gebied plaatselijk aanzienlijk (zie Figuur 17). Het ontwateringsmiddel is in het grondwatermodel gemodelleerd als een tracé met een vast peil van NAP -2,0 m (gelijk aan het streefpeil van het oppervlaktewater waar het ontwateringsmiddel aan gekoppeld wordt) met een drainageweerstand van 10 dagen.

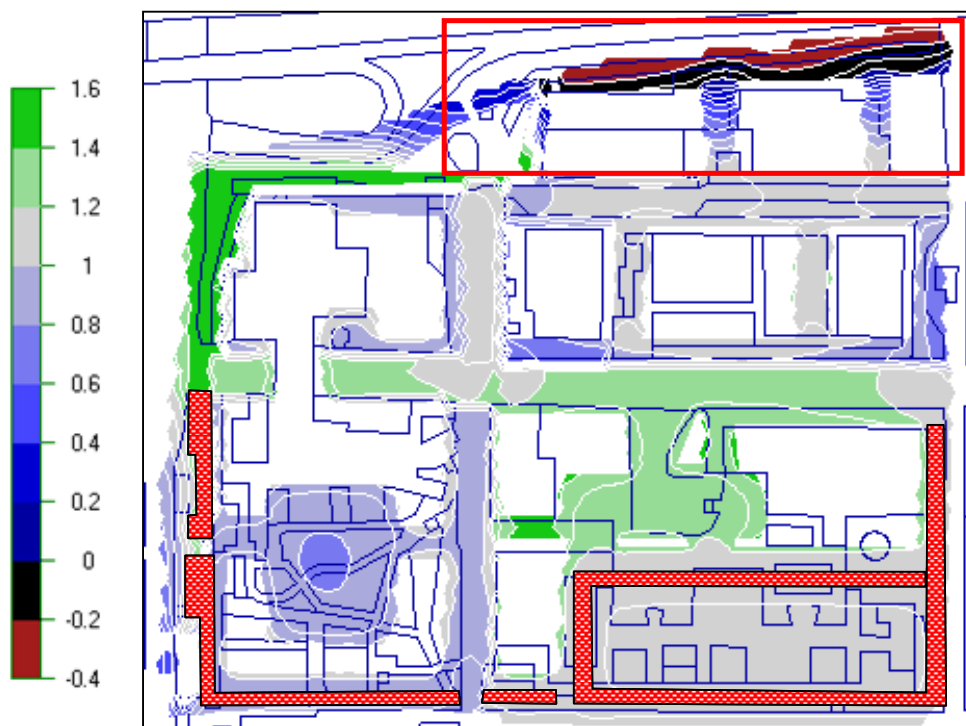


**Figuur 17: Toekomstige grondwaterstanden (m +NAP) met ontwateringsmiddel op de locatie zoals aangegeven in Figuur 16 (witte vlakken = kelder, rood-witte vlakken = oppervlaktewater).**

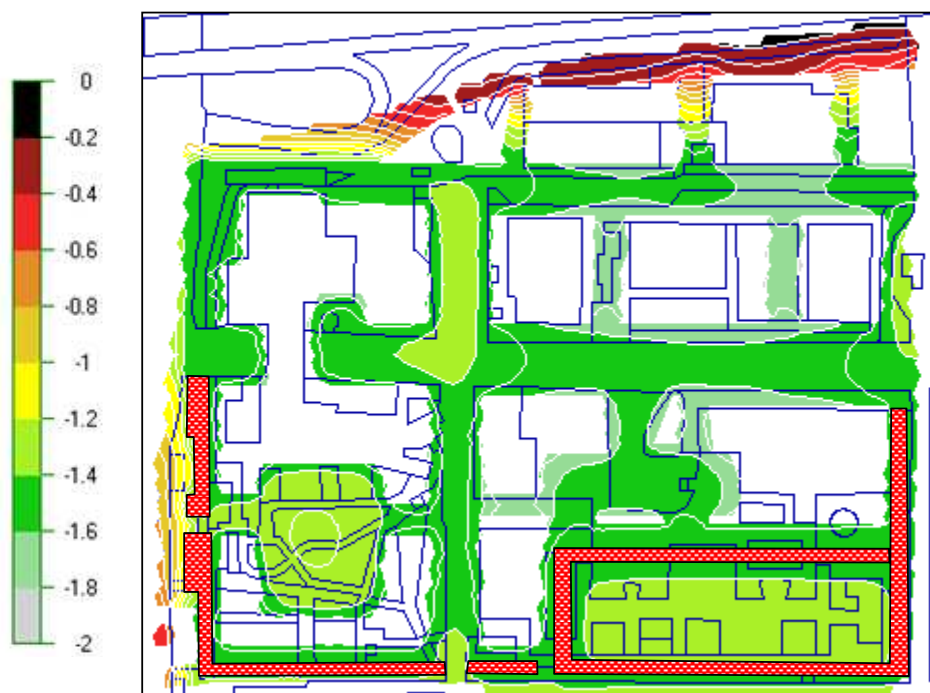
- Ten noorden van de Mahlerlaan (ter hoogte van waar nu het sportcomplex ligt) wordt bij aanleg van het ontwateringsmiddel en het handhaven van de huidige maaiveldhoogte nog niet voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm (zie rode kader in Figuur 18). Dit toont aan dat alléén de aanleg van het ontwateringsmiddel nog niet voldoende is.

Door het maaiveld plaatselijk als volgt te verhogen wordt wel voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm (zie ook Figuur 19). In bijlage 1 is een uitvergroting van de figuur met de gewenste minimale maaiveldhoogte opgenomen.

- Tracé ter hoogte van de Spoorlagsloot met 0,25 tot maximaal 0,75 m (afhankelijk van de huidige maaiveldhoogte) verhogen tot NAP -0,2 m;
- Gebied tussen de bouwblokken ten noorden van de Mahlerlaan verhogen tot NAP -0,2 m ter plaatse van de Spoorlagsloot aflopend tot het huidige maaiveld ter plaatse van de Mahlerlaan.



**Figuur 18: berekende ontwatering (m -maiveld) met ontwateringsmiddel (witte vlakken = kelder, rood-witte vlakken = oppervlaktewater, rood kader = gebied voldoet niet aan grondwaternorm).**



**Figuur 19: benodigde minimale maaiveldhoogte (m +NAP) berekend op basis van de berekende grondwaterstanden (witte vlakken = kelder, rood-witte vlakken = oppervlaktewater).**

## 1.9. Waterkering

### **Secundaire directe waterkering**

Ter plaatse van de Amstelveenseweg ligt een verholen secundaire directe waterkering. De waterkering is van regionaal belang en biedt voor de Binnendijkse Buitenveldertse Polder (polderpeil NAP-2,0 m [bron 4]) directe bescherming tegen overstromingen door aangrenzend water van de Rijnlands boezem (boezempeil NAP -0,59 m). De waterkering bestaat uit een verholen kering wat betekent dat er geen fysieke kering boven of onder de grond waarneembaar is. De waterkering bestaat uit een, door de waterbeheerder aangewezen en in de legger [bron 21] vastgesteld, tracé in de ondergrond met een niet-zichtbaar taludlichaam waarbinnen restricties gelden conform de Keur.

De kering bestaat uit een ondergronds taludlichaam met een drie meter brede kruin (op NAP +0,4 m) en taluds van 1:2 aan de westzijde en 1:3 aan de oostzijde [bron 21]. Dit profiel van de waterkering dient vrij te blijven van keringsvreemde objecten. Kelders en wanden worden niet toegestaan binnen het keurprofiel en voor funderingen, kabels en leidingen gelden beperkingen.

Rond de waterkering zijn verschillende beschermingszones aanwezig waarbinnen beperkingen gelden. In de 3 m brede kernzone, waarbinnen de kruin valt, mag geen bebouwing plaats vinden (rood gearceerd in Figuur 20).

Aangrenzend bevindt zich de 15 m brede Binnenbeschermingszone (oranje gearceerd in Figuur 20). Binnen deze beschermingszones kan alleen gewerkt worden met keurontheffing van het Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht (AGV). Deelgebied Kenniskwartier valt buiten de beschermingszones van de secundaire directe waterkering [bron 21].



**Figuur 20: Waterkeringen nabij het deelgebied Kenniskwartier**

### **Secundaire indirecte waterkering**

Aan de noordkant van de ringweg A10-zuid bevindt zich een secundaire indirecte waterkering tussen de polder Begraafplaats Buitenveldert (polderpeil NAP -2,0 m) en de polder Binnendijkse Buitenveldertse Polder (polderpeil NAP -2,0 m). Deze waterkering biedt beveiliging tegen overstroming nadat de voorliggende (directe) waterkering is bezweken.

De waterkering bestaat uit een verholen kering wat betekent dat er geen fysieke kering boven of onder de grond waarneembaar is. De waterkering bestaat uit een, door de waterbeheerder aangewezen en in de keurkaart [bron 3] vastgesteld, tracé in de ondergrond met een niet-zichtbaar taludlichaam waarbinnen restricties gelden conform de Keur.

De kering bestaat uit een ondergronds taludlichaam met een drie meter brede kruin (op NAP +0,4 m) en taluds van 1:4 (uitgaande van een ondergrond met overwegend zand) [bron 10]. Dit profiel van de waterkering dient vrij te blijven van keringsvreemde objecten. Kelders en wanden worden niet toegestaan binnen het keurprofiel en voor funderingen, kabels en leidingen gelden beperkingen.

Rond de waterkering zijn verschillende beschermingszones aanwezig waarbinnen beperkingen gelden. In de 3 m brede kernzone, waarbinnen de kruin valt, mag geen

bebouwing plaats vinden. Aangrenzend bevindt zich de Binnenbeschermingszone waarbinnen alleen gewerkt kan worden met een keurontheffing van het Hoogheemraadschap Amstel Gooi en Vecht (AGV).

Deelgebied Kenniskwartier valt buiten de beschermingszones van de secundaire indirecte waterkering.

### 1.10. Hemelwaterafvoer

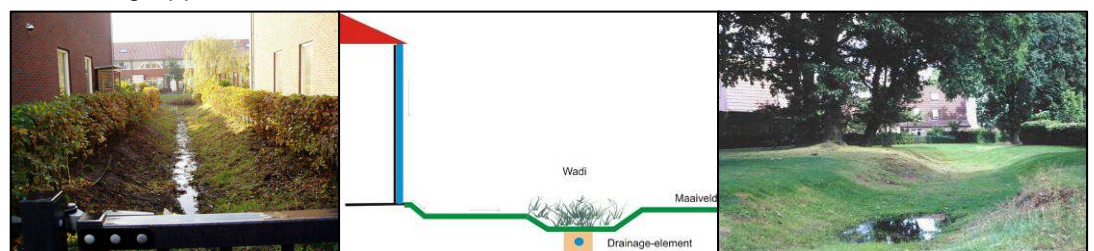
In het deelgebied Kenniskwartier zal gebruik worden gemaakt van een gescheiden rioleringsstelsel. Dit betekent dat er een apart leidingsysteem is voor de afvoer van rioolwater naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI), ook wel genoemd de droogweerafvoer (DWA) en een apart leidingsysteem voor de afvoer van neerslag naar het oppervlaktewater, ook wel genoemd de hemelwaterafvoer (HWA).

De daken, stoepen en verkeersluwe straten (minder dan 1000 voertuigbewegingen per dag) worden aangesloten op de HWA. De neerslag die op deze oppervlakken valt is nauwelijks verontreinigd en kan zodoende afgevoerd worden naar het oppervlaktewater. Hiermee wordt overbodige belasting van de RWZI voorkomen.

Normaal gesproken bestaat de HWA uit een onder het maaiveld gelegen leidingsysteem. Het water stroomt naar het oppervlaktewater doordat de leiding onder een helling (verhang) afloopt naar het oppervlaktewater. Doordat de afstand tot het oppervlaktewater op sommige locaties (vooral aan de noordzijde van het gebied) erg groot is (tot circa 400 m) wordt het verschil in diepte ligging tussen het begin en einde van de HWA erg groot. Rekening houdend met de benodigde gronddekking op leidingen van circa 0,8 m (in verband met puntbelastingen en bevriezing) en het verschil in streefpeil en het maaiveldniveau kan de inpassing van de HWA-leidingen problemen opleveren.

Het is mogelijk met andere middelen de HWA te realiseren, zoals:

- Wadi's / greppels



**Figuur 21: Foto's en schema greppels of wadi**

Greppels bestaan uit een tracé van een verdiept liggend onverhard maaiveld waar in een droge periode geen water in staat, maar waar bij hevige neerslag wel water instaat. Indien het tracé van de greppel in verbinding staat met oppervlaktewater kan de greppel gebruikt worden voor de afvoer van water. Indien dit niet het geval is dient de greppel voornamelijk voor het bergen en infiltreren van neerslag. Een wadi bestaat uit een greppel waaronder eventueel

een drainage-element gerealiseerd is. Met het drainage-element wordt ervoor gezorgd dat de grondwater door de infiltratie niet te hoog kan stijgen, maar versneld wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater.

**Voordeel:** De hemelwaterafvoerende functie is te combineren met een grondwaterregulerende functie bij de toepassing van een wadi. De tijdelijke zichtbaarheid van water bij (hevige) neerslag draagt bij aan de beleving van water.

**Nadeel:** Een greppel of wadi vraagt een groter ruimtebeslag dan een leidingsysteem en is daardoor mogelijk moeilijker in te passen. Een greppel en wadi infiltreert grondwater, wat mogelijk niet overal gewenst is. De bodem van de wadi moet boven het grondwater worden aangelegd. De afvoercapaciteit van een greppel of wadi is relatief beperkt door de hogere hydraulische weerstand van het maaiveld.

- Molgoten



**Figuur 22: Foto's van molgoten**

Molgoten bestaan uit een tracé van een verdiept liggend verhard maaiveld waar in een droge periode geen water in staat, maar waar bij hevige neerslag wel water in afstroomt. De afvoercapaciteit van een molgoot is door de beperkte hydraulische weerstand van verharding relatief groot en kan middels de breedte en diepte van de molgoot ontworpen worden.

**Voordeel:** De afvoercapaciteit is relatief groot en te ontwerpen door de toe te passen breedte en diepte. De tijdelijke zichtbaarheid van water bij (hevige) neerslag draagt bij aan de beleving van water.

**Nadeel:** Een molgoot heeft een ruimtebeslag op het maaiveld. Een molgoot kan bij een slecht ontwerp belemmerend werken voor minder-validen (bijvoorbeeld in verband met rolstoelen en rollators).

- Lijngoten





**Figuur 23: Foto's van lijngoten**

Lijngoten bestaan uit geprefabriceerde goten met daaroverheen een rooster. De afvoercapaciteit van een lijngoot is door de beperkte hydraulische weerstand groot en kan middels de breedte en diepte van de lijngoot ontworpen worden. Lijngoten zijn in de Zuidas ondermeer al toegepast in de deelgebieden Mahler en Gershwin [bron 22 en 23].

Voordeel: De afvoercapaciteit is groot en te ontwerpen door de toe te passen breedte en diepte.

Een lijngoot werkt niet belemmerend voor minder-validen (bijvoorbeeld in verband met rolstoelen en rollators).

Nadeel: Een lijngoot heeft een ruimtebeslag op het maaiveld.

## Advies

### Dempen Spoorlagsloot en aanleggen grindkoffer

De Spoorlagsloot kan pas gedempt worden nadat de De Boeigracht / -sloot over het gehele tracé gerealiseerd is en gekoppeld is aan het bestaande watersysteem. Dit in verband met de afvoer van oppervlaktewater.

Tijdens de demping van de Spoorlagsloot dient er een grindkoffer ter plaatse van VU-mc Noord langs de Amstelveenseweg en de oprit van de ringweg A10-zuid gerealiseerd te worden. Daarnaast dient er parallel aan de toekomstige kavels ten noorden van de Mahlerlaan een grondwaterblokkerende constructie (damwand) gerealiseerd te worden. Deze voorzieningen zijn noodzakelijk om de toestroming van kwel uit de Amstellandsboezem te beperken. Hierbij is de aanleg van de noordelijke kelders van belang. De kelders nemen na aanleg de grondwaterblokkerende functie over.

### Ophogen maaiveld

Het maaiveld in het gebied tussen het taludlichaam van de ringweg A10-zuid en de kavels ten noorden van de Mahlerlaan moet opgehoogd worden tot minimaal NAP -0,2 m. Daarnaast moet het noordelijk deel van het deelgebied VU-kwartier (De Boelelaan, de Mahlerlaan en de tussengelegen kavels) opgehoogd worden tot NAP -1,2 m, (voorzover het gebied daar nu al niet aan voldoet). Met deze ophogingen in combinatie met de blokkerende werking van de ondergrondse constructies van de noordelijke kavels en de grindkoffer wordt in het gehele gebied voldaan aan de gemeentelijke grondwaternorm.

### Waterberging

Om voldoende waterberging in het deelgebied Kenniskwartier te hebben ter compensatie van de uitbreiding van het verharde oppervlak en de aanpassing van het oppervlaktewater is theoretisch nog circa 3,3 ha extra oppervlaktewater nodig (2,3 ha vanwege het te kleine wateroppervlak en 1,0 ha als 15%-compensatie voor de extra hoeveelheid verharding). Belangrijk uitgangspunt bij deze berekening is dat het groene middenterrein binnen het zuidelijk deel van het VU-mc als onverhard oppervlak ingericht wordt (dus met een waterdoorlatend maaiveld en zonder een ondergrondse parkeergarage).

In plaats van de aanleg van extra oppervlaktewater kan de waterberging ook (deels) gerealiseerd worden als alternatieve waterberging (1 m<sup>3</sup> alternatieve waterberging is in de Zuidas ongeveer gelijk aan 2,5 m<sup>2</sup> oppervlaktewater). Dit is een haalbare optie binnen het plangebied. Deze extra alternatieve waterberging voor de afwijking tussen de plankaart en de waterbergingskaart zou een inhoud van minimaal 13.000 m<sup>3</sup> moeten hebben. De totale hoeveelheid alternatieve waterberging ter plaatse van de zuidelijke sportvelden komt dan op 25.000 m<sup>3</sup> (inclusief 12.000 m<sup>3</sup> uit de waterbergingskaart). Onder een sportveld kan maximaal circa 10.000 m<sup>3</sup> alternatieve waterberging gerealiseerd worden.

### **Bruggen en duikers**

Het is van belang dat alle nieuwe duikers in het deelgebied Kenniskwartier gerealiseerd worden als 2 buizen met een diameter van 1.000 mm of als 3 buizen met een diameter van 800 mm. Dit om opstuwung te voorkomen.

Daarnaast moet er bij voorkeur oppervlaktewater of eventueel een put gerealiseerd worden op de locatie waar de duiker onder de De Boelelaan en de duiker onder de Buitenveldertselaan bij elkaar komen.

Bij de realisatie van de zeven nieuwe bruggen moet de doorstromingopening niet teveel beperkt worden (overspanning minimaal 3 m).

### **Inrichting doodlopende watergang**

Bij de doodlopende zijde van de watergang langs de Amstelveenseweg dient een uitlaat van de hemelwaterafvoer (HWA) gesitueerd te worden. Hiermee wordt doorstroming van de watergang gestimuleerd en in de watergang kan het geloosde water uit de hemelwaterafvoer verder gezuiverd worden met een randvoorziening zoals bijvoorbeeld een helofytenfilter (rietvelden).

Daarnaast is de realisatie van een fontein in het uiteinde van de doodlopende watergang gewenst, dit draagt bij aan de beluchting van het water.

De waterkwaliteit en de ecologische biotoop kan verder mogelijk verbeterd worden door de toepassing van natuurlijke taluds, oeverzones voor rietkragen, drijvende tuinen. Daarnaast kan de groei van bijzondere varens op kademuren gestimuleerd worden met de toepassing van aangepaste mortel tussen de stenen.

## Bronvermelding

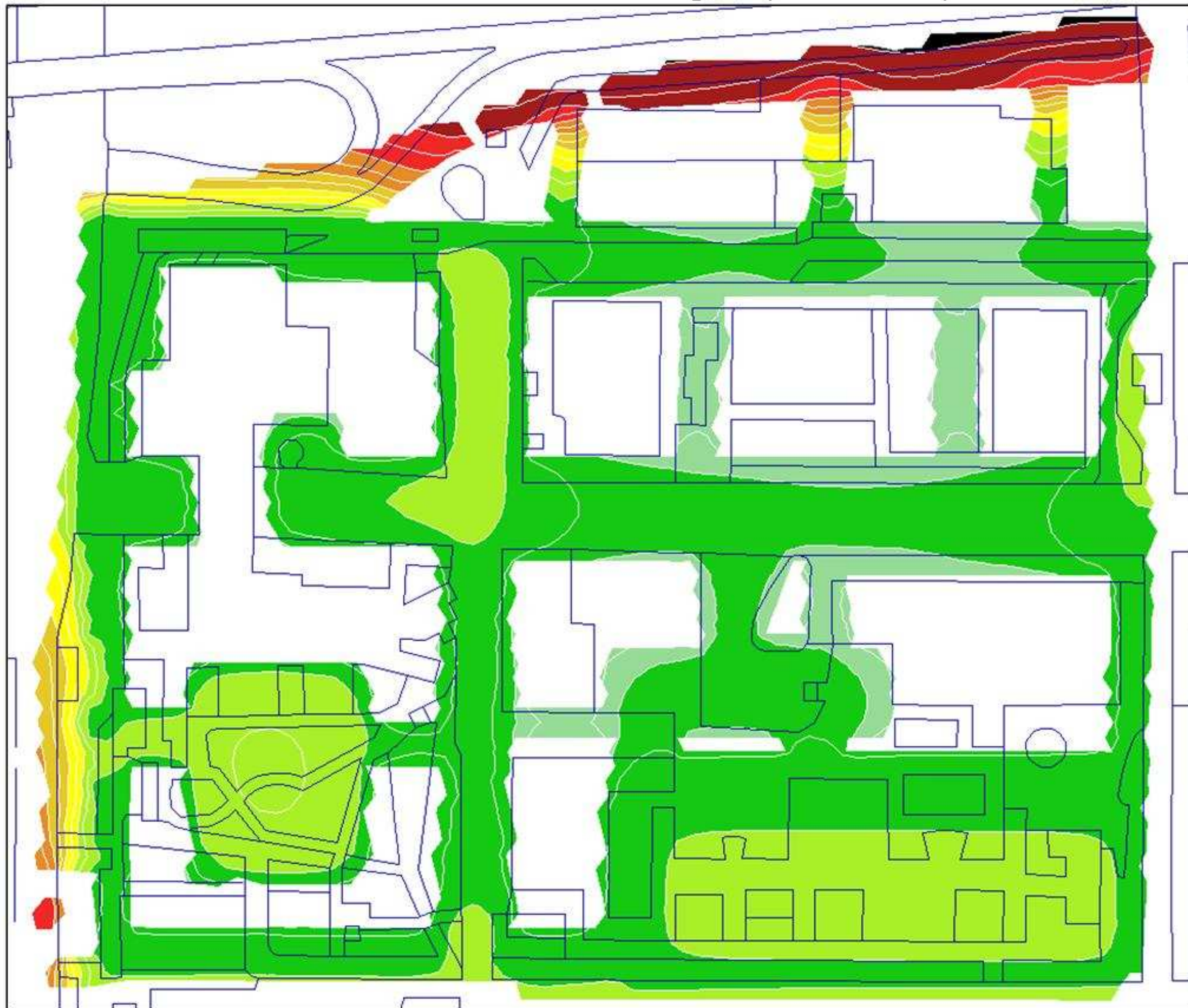
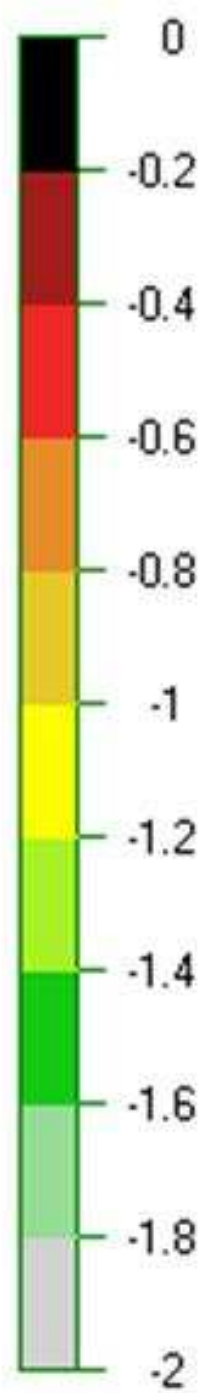
---

- [bron 1] Concept-plankaart Kenniskwartier 8 februari 2010, per email ontvangen van dRO (M. Milanovic) op 12 februari 2010;
- [bron 2] Nota Grondwater Amsterdam 2007 – 2011, Waternet, okt. 2007
- [bron 3] Keurkaart AGV 2006 – Regio Amsterdam, kaartnummer IM 20060059, Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, 27-03-2006;
- [bron 4] Kaartbehorende bij het peilbesluit van BP Buitenveldert (nr 14)
- [bron 5] Kaart Waterkeringen en polders in en rond Amsterdam 1997, augustus 1997
- [bron 6] Sonderingen Kenniskwartier (IBA archief), OMEGAM: F5-260, F5-1291, F5-1174, F5-1354 en F5-1258
- [bron 7] Tekening “Kenniskwartier oppervlaktes tbv de grex op basis van de plankaart 08 02 2010”, dRO, 29 januari 2010;
- [bron 8] Kaart Binnendijksche Buitenveldersche Polder, tekeningnummer WBA 1610-01-P, Dienst Waterbeheer en Riolering, sector waterbeheer Amsterdam, november 2001;
- [bron 9] Keurontheffing Duiker Buitenveldertselaan, objectnummer AMSAM1146, aanvraagnummer 2007.027300, kenmerk 2008.004037, hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht, 25 februari 2008;
- [bron 10] Keur AGV 2009, Integrale Keur van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV), op 26 november 2009 vastgesteld door het Algemeen Bestuur;
- [bron 11] Beleidsnota hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV), Inrichting, Gebruik en Onderhoud van wateren en oevers, vastgesteld door het Algemeen Bestuur van AGV op 9 maart 2006
- [bron 12] Notitie “Waterbergingsopgave Zuidas, referentiesituatie en berekenings-systematiek”, v202, Waternet, 25 augustus 2008;
- [bron 13] Waterbergingskaart Zuidas 2008, versie 02 – Deelgebieden, projectnummer 50224, IBA, 25 november 2009;
- [bron 14] Notitie “Waterbergingsopgave Zuidas deelgebied VU”, projectnummer 50224, documentnummer 44141, IBA, 14 augustus 2009;
- [bron 15] rapportage “Alternatieve waterberging onder het Parkgebouw en sportvelden, vijf bouwstenen nader onderzocht”, documentnummer 23411, projectnummer 50214, IBA, 18 januari 2008;
- [bron 16] Waternet peilbuizen F05-008, F05-015, F05-023 t/m F05-032, F05-220 t/m F05-223
- [bron 17] MicroFEM, versie 4.10.02, C.J. Hemker en R.G. de Boer 1997-2007

- 
- [bron 18] KNMI, maart 2009
- [bron 19] kaart 'Actueel Hoogtebestand Nederland' (AHN), gridcellen 5 x 5 meter
- [bron 20] kaart 'bij IBA bekende maaiveldhoogtes kenniskwartier', 30 november 2009
- [bron 21] Legger van de direct kerende boezemwaterkeringen langs de Amstel, kaartblad Amstel\_5, Vastgesteld door het bestuur van het Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht bij besluit AB 07/007 d.d. 8 maart 2007;
- [bron 22] Rapportage "Gotensysteem gebied Mahler", projectnummer 40118, documentnummer 5498, IBA, 28 augustus 2006;
- [bron 23] Notitie "Uniform afwateringssysteem Mahlerplein-Zuid en Gershwinplein", projectnummer 60248, documentnummer 32129, IBA, 5 september 2008;

## **BIJLAGE 1 – minimaal benodigde maaiveldhoogte**

# Gewenste maaiveldhoogte (m +NAP)



**Colofon**

# **Wateradvies Kenniskwartier**

**Deelgebied van de Zuidas Amsterdam**

**Tekst**

Gemeente Amsterdam

Ingenieursbureau

Niets uit deze uitgave mag worden overgenomen zonder bronvermelding.

Gemeente Amsterdam,

Ingenieursbureau

Weesperstraat 430

Postbus 12693

1100 AR Amsterdam