Gemeente Amsterdam

Definitief
Versie 5
21 november 2019

Grondwatertoets Klaprozenbuurt

Effectenstudie grondwaterhuishouding

Auteur(s)
M. Afanasyev

Opdrachtgever
A. Guyaux
Grond en Ontwikkeling, gemeente Amsterdam

Contactpersoon
Marcel Leenaars
Ingenieursbureau, gemeente Amsterdam

Kenmerk
2019-1000006

Opsteller	Goedgekeurd en vrijgegeven	Paraaf	Datum
M. Afanasyev	Duco de Vries		21 november 2019

Inhoud

Samenvatting **4**

1 Inleiding **6**
1.1 Aanleiding 6
1.2 Opdrachtformulering 7
1.3 Leeswijzer 7

2 Planvorming **8**
2.1 Huidige situatie 8
2.2 Beoogde toekomstige ontwikkeling 9

3 Gebiedsbeschrijving **10**
3.1 Maaiveldniveau 10
3.2 Bodemopbouw 10
3.3 Oppervlaktewater 11
3.4 Oevers 12
3.5 Grondwater 12
3.6 Ondergrondse constructies 15
3.7 Drainagesystemen 16
3.8 Kwetsbare objecten in de omgeving 18

4 Opbouw grondwatermodel **19**
4.1 Hydrologische begrippen 19
4.2 Uitgangspunten grondwatermodel Klaprozenbuurt 20
4.3 Modelscenario's 25
4.4 IJking grondwatermodel 27
4.5 Aandachtpunten modelijking 29

5 Resultaten grondwatermodel **30**
5.1 Inleiding 30
5.2 Scenario 0 – Huidige situatie, lekkende riolen 31
5.3 Scenario 1 – Brede cunetten, drainage (basisscenario) 31
5.4 Scenario 2 – Smalle cunetten, drainage 32
5.5 Scenario 3 – Brede cunetten, drainage, lage k 35
5.6 Scenario 4 – Brede cunetten, geen drainage 35
5.7 Scenario 5 – Brede cunetten, drainage, kelders 36
5.8 Scenario 6 – Smalle cunetten, drainage, kelders 38

6 Conclusies en aanbevelingen **40**
6.1 Inleiding 40
6.2 Grondwatermaatregelen 40
6.3 Advies openbare ruimte 44
6.4 Aanvullend veldonderzoek 45
6.5 Tussentijdse evaluatie en controle 45

7 **Bronvermelding** 46

Bijlagen

Bijlage 1 - Grondwateraanvulling
Bijlage 2 - Meetgegevens freatische peilbuizen
Bijlage 3 - Meetgegevens stijghoogte peilbuis
Bijlage 4 - Schetsontwerp GREX d.d. 27 juni 2019
Bijlage 5 - Profiel Wadi Meeuwenlaan

Samenvatting

De Klaprozenbuurt wordt getransformeerd van een extensief gebruikt bedrijventerrein naar een gemengde stadsbuurt met ruimte voor wonen (circa 2000 woningen), werken en voorzieningen, met een park aan het noord- en westrand van de buurt.

De maaiveldhoogte in het Klaprozenbuurt ligt op circa NAP +1,0 m. Het westelijk deel van het plangebied grenst aan het Zijkanaal I, dat een streefpeil van NAP -0,4 m heeft. Het plangebied is voor het grootste deel in gebruik geweest als slibdepot. Onder de antropogene laag van siltig zand (1 á 1,50 m dik) ligt een Holoceen pakket tot circa NAP-12 m à NAP-13 m, bestaande uit zand, klei en veenlagen. Onder het basisveen is voornamelijk Pleistoceen zand aanwezig, tot een diepte van circa NAP-30,0 m. Conform gemeentelijke grondwaternorm (GRPA 2016-2021) is de minimale ontwateringsdiepte 0,5 m –mv en 0,9 m-mv daar waar bomen worden geplant. Naar verwachting wordt deze norm in 2021 bijgesteld naar 0,9 –mv. De gemeten ontwateringsdiepte in het plangebied varieert tussen 0,6 m-mv en 1,5 m-mv. Deze diepte is verklaarbaar door de aanwezige drainage en door de relatief oude, lekkende rioleringen (50 á 60 jaar oud) die een drainerede werking hebben. Als deze worden vervangen zal het grondwaterpeil stijgen en zijn aanvullende maatregelen (zoals aanleg van cunetten en drainage) nodig om aan de norm te voldoen.

Om de grondwatersituatie te beoordelen en de invloed van maatregelen te kwantificeren is op basis van de plankaart versie 27-6-2019 een grondwatermodel opgezet (met softwarepakket MicroFEM) en meerdere scenario's doorgerekend. Voor de huidige situatie is de GBKA 2014 gehanteerd en is ervan uitgegaan dat er geen kelders zijn. Voor het 2085 scenario is de GBKA aangepast op basis van de Schetsontwerp GREX (d.d. 27 juni 2019). Nadat het model is gekalibreerd op basis van de huidige situatie en metingen van de grondwaterstand in peilbuizen in de buurt, is er een berekening uitgevoerd voor 6 verschillende toekomstscenario's. De resultaten van de scenario's zijn in onderstaand tabel samengevat.

Scenario	Effecten
0 – Huidige situatie, lekkende riolen	Grondwaterstand wordt beheerst door lekkende riolen, in delen van de buurt wordt de ontwateringsnorm niet gehaald
1 – Brede (>=20 m) cunetten, drainage (basisscenario)	Dankzij de brede cunetten en drainage is de ontwatering grotendeels voldoende. Er blijven 'zwakke' plekken in onverharde gebieden en in straten waar geen drainage ligt.
2- Smalle (=<10 m) cunetten, drainage	Afwateringcapaciteit van smalle cunetten is lager, vooral in ongedraineerde straten is de hogere grondwaterstand merkbaar.
3 - Brede cunetten, drainage, lage k (5 m/d i.p.v. 7 m/d)	Gering effect op de grondwaterstanden in vergelijking met Scenario 1
4 – Brede cunetten, geen drainage	Zonder drainage stijgen de grondwaterstanden in een groot deel van het gebied tot aan maaiveld, wat onacceptabel is.
5 – Brede cunetten, drainage, kelders (100%)	In de Klaprozenbuurt leidt aanleg van kelders tot een plaatselijke stijging van grondwaterstanden
6 – Smalle cunetten, drainage, kelders (onder 100% van de kavels)	Door het gecombineerde effect van kelders en smalle cunetten zijn de grondwaterstanden hoger dan in Scenario 2 of in Scenario 5, en wordt de ontwateringsnorm op meer locaties niet gehaald.

Op basis van de modelstudie is de conclusie dat **goed doorlatende cunetten noodzakelijk zijn, aangevuld met een drain** (aangelegd in een grindkoffer) om in de Klaprozenbuurt voldoende ontwateringsdiepte te realiseren. Daar waar bomen worden geplant dienen de cunetten dieper te liggen, minimaal tot NAP -0,6 m, een minimale breedte van 5 m en voorzien van een drain (ook in een grindkoffer).

Bij de aanleg van cunetten en drainage dient rekening te worden gehouden met mogelijke aanwezigheid van mobiele verontreinigingen, om verplaatsing te vermijden. Bij aanleg van kelders wordt geadviseerd om grondwaterneutraal te bouwen. Grondwaterneutraal bouwen houdt in dat onder de keldervloer komt een 0,5 m dikke grondverbetering met draineerzand (k=20 m/dag) en kolommen draineerzand (1 m breed) aan alle zijkanten van de gebouwen, om grondwaterstroming mogelijk te maken.

Om aan te sluiten bij de ambitie van het waterschap AGV op het gebied van waterveiligheid wordt een toekomstig maaiveldniveau van minimaal NAP+1,0 m geadviseerd. Bij dit maaiveldniveau wordt dus een GHG nagestreefd tussen +0,1 m NAP en -0,4 m NAP (streefpeil oppervlaktewater).

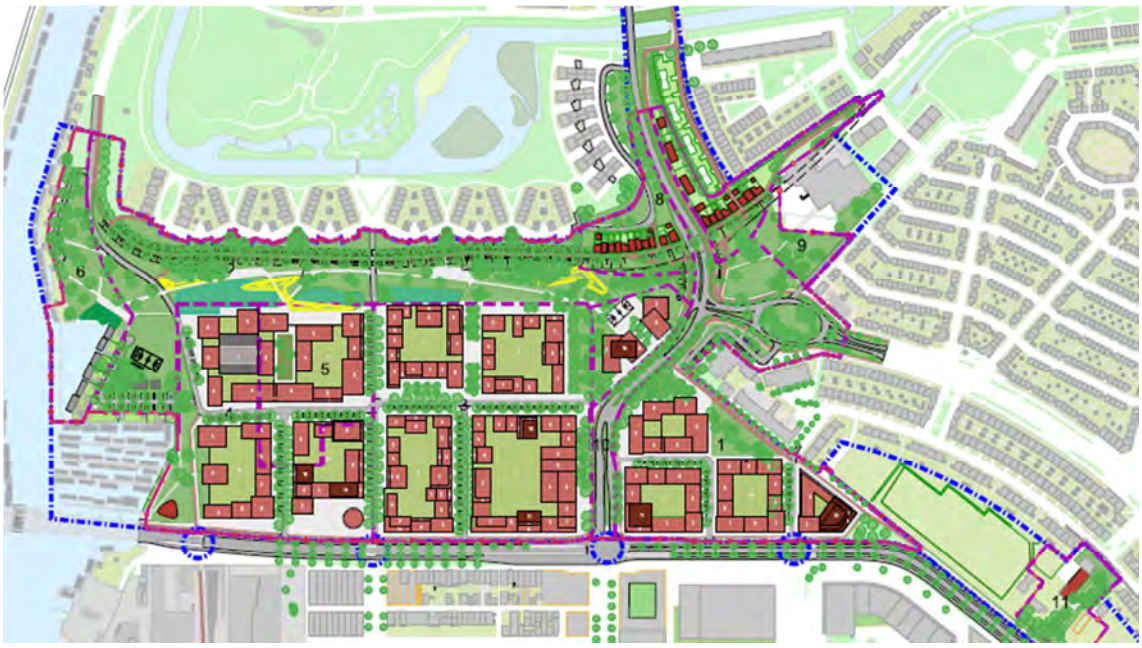
Aanbevolen wordt om de peilbuizen in het gebied te blijven monitoren en om doorlatendheidsonderzoek in het gebied uit te voeren. Wijzigingen in de planvorming kunnen grote gevolgen hebben voor het toekomstige grondwatersysteem. Daarom wordt aanbevolen om de ontwikkelingen te blijven volgen, en het grondwatermodel te evalueren. Indien nodig, dient het model aangepast te worden en de effecten opnieuw te worden berekend.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De Klaprozenbuurt is het bedrijventerrein ten noorden van de Klaprozenweg in het noordelijk deel van de Buiksloterhampolder. De opgave van het project Klaprozenbuurt is de transformatie van een extensief gebruikt bedrijventerrein naar een gemengde stadsbuurt met ruimte voor wonen, werken en voorzieningen. Er komen circa 2.000 woningen bij. Aan de noord- en westrand van het plangebied wordt een dijkpark gerealiseerd, met daarin enkele dijkwoningen.

In het najaar van 2018 heeft het bewonersinitiatief 'de Groene Draak' een visie opgesteld voor het gebied. Ook een groep bewoners uit de Buiksloterham kwam met een eigen visie. Deze visies en schetsen vormden samen met die van het projectteam, de basis om samen aan een ontwerp te werken. Drie architecten uit de buurt hebben dit traject begeleid en zij maakten een stedenbouwkundig schetsontwerp met veel groen en bomen in de woonstraten. Het eindresultaat is op 26 maart 2019 aan de buurt gepresenteerd en werd positief ontvangen. Hierna heeft de gemeente het schetsontwerp verder uitgewerkt tot stedenbouwkundig plan, zie Figuur 1-1.



Figuur 1-1 Stedenbouwkundig Plan kaart [1]

In het stedenbouwkundig plan is de intentie om ondergrondse (parkeer)kelders onder de kavels in de Klaprozenbuurt toe te staan. Ook is voorgesteld om de buurt ingrijpend te vergroenen door vele nieuwe bomen in het gebied te planten. Een overkoepelende grondwatertoets voor de eindsituatie biedt inzicht in de effecten op de freatische grondwaterstanden en -stromingen als gevolg van deze ingrepen. De grondwatertoets geeft antwoord of na herinrichting (zonder aanvullende maatregelen) een grondwaterstandssituatie zonder wateroverlast en/of –onderlast optreedt en of er aan de gemeentelijke grondwaternorm wordt voldaan. Mogelijk kan dit alleen

worden gerealiseerd door extra maatregelen in het gebied te nemen. Voorbeelden van maatregelen zijn:

- ophoging van het maaiveld;
- aanleg van oppervlaktewater;
- doorlatend maken van kades;
- grondwaterneutraal bouwen;
- kelderbouw beperken;
- aanleg van goed doorlatende cunetten;
- aanleg van drainage.

1.2 Opdrachtformulering

Het Stedebouwkundig plan dient getoetst te worden door middel van een geohydrologisch model. De toets moet uitwijzen of de ontwatering aan de norm voldoet. In Q1 2019 is een Quick-Scan opgesteld voor de Klaprozenbuurt [2], waarin aandacht is besteedt aan het huidige watersysteem en aan mogelijke toekomstige ruimtelijke ingrepen in het watersysteem. De Quick-Scan dient als basis van het voorliggende geohydrologisch modelonderzoek. In voorliggend grondwatertoets zijnde uitgangspunten en het grondwatermodel herijkt aan de meeste recente inzichten, gebiedsontwikkelingen en meetdata.

De meerwaarde van voorliggende grondwatertoets is dat zij zorgt voor een vroegtijdige systematische aandacht voor het meewegen van grondwateraspecten in ruimtelijke plannen en besluiten. Grondwater is een belangrijk onderdeel van het watersysteem. In het gebied dient grondwateroverlast voorkomen te worden door het gebied conform het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRPA 2016-2021) van de gemeente Amsterdam op een duurzame wijze te laten voldoen aan de gemeentelijke grondwaternorm [3]. Dit in het kader van de wettelijke grondwaterzorgplicht van de gemeente Amsterdam. Met een grondwatermodel is het toekomstige grondwatersysteem gesimuleerd. In deze rapportage wordt inzicht gegeven in de effecten van de voorgenomen ruimtelijke ontwikkelingen op het grondwatersysteem in de Klaprozenbuurt. Bij het opstellen van het grondwatermodel is uitgegaan van een conceptontwerp d.d. 27 juni 2019, zie Bijlage 4 - . Daarnaast worden een aantal maatregelen aangedragen om te kunnen voldoen aan de gewenste grondwaterhuishouding. Andere wateraspecten zoals oppervlaktewater en hemelwaterafvoer worden in dit rapport niet behandeld.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een beknopte omschrijving van de plannen in het gebied opgenomen. Hoofdstuk 3 beschrijft de voor grondwater relevante aspecten in het plangebied Klaprozenbuurt (maaiveld, bodemopbouw, grond- en oppervlaktewater etc.). Hoofdstukken 4 en 5 zijn technisch van aard, en kunnen door de niet-specialisten worden overgeslagen. In hoofdstuk 4 wordt de opzet en uitgangspunten en de ijking van het grondwatermodel toegelicht. Hoofdstuk 5 beschrijft de resultaten van de modelsimulaties en de toetsing aan de gemeentelijke grondwaternorm. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en aanbevelingen.

2 Planvorming

2.1 Huidige situatie

Het plangebied grenst enerzijds aan een nieuw stuk stad aan de IJ-oever, het in ontwikkeling zijnde gemengd stedelijk gebied Buiksloterham en anderzijds aan de bestaande groene woongebieden Bloemenbuurt, Banne en Hogeland (zie Figuur 2-1). Het plangebied is als het ware een puzzelstukje tussen de Noordelijke IJ-oever en oude delen van Noord. In de overgang naar deze bestaande groene woongebieden liggen bovendien twee grote landschappelijke structuren langs het plangebied: het Zijkanaal I en de Buiksloterdijk (onderdeel van waterkering Waterlandse Zeedijk).



Figuur 2-1 Situering plangebied Klaprozenbuurt [4].

Het plangebied ligt in het noordelijkste deel van de Buiksloterhampolder en wordt begrensd door de Klimopweg, Heggerankweg (achterpad), Klaprozenweg, Zijkanaal I, Buiksloterdijk (Metaalbewerkerweg), Marjoleinstraat en de Floraweg.

Het plangebied is nu grotendeels een extensief gebruikt bedrijventerrein met grondgebonden bedrijven, in totaal circa 43.000 m2 bvo. Aan de oostzijde van het plangebied ligt het N.J. Schaap Schooltuincomplex, waar kinderen van basisscholen in Amsterdam Noord natuuronderwijs krijgen. De noord- en westzijde van het plangebied hebben landschappelijke kwaliteiten. Boven de Metaalbewerkersweg ligt de waterkering de Waterlandse Zeedijk. De oorspronkelijke dijk ligt echter onder een zandlichaam dat in de jaren 60 is aangelegd ten behoeve van de aanleg van een weg, welke uiteindelijk niet gerealiseerd is.

Het groene landschap aan de noordzijde kenmerkt zich door dichtgegroeide groepen bomen en struiken, en een oost-west fietsverbinding. De westzijde heeft het karakter van een waterlandschap met het Zijkanaal I. Aan dit kanaal ligt een woonschepenhaven met ongeveer veertig ligplaatsen en een ruim 1,5 hectare groot grasveld met een kleine speelgelegenheid. Naast het grasveld en aan de oever van Zijkanaal I liggen nog eens circa vijftien woonboten.

2.2 Beoogde toekomstige ontwikkeling

De Klaprozenbuurt van de toekomst is een gemengde stadsbuurt met compacte gebouwen van verschillende hoogte en oppervlakte (zie Figuur 2-2), voor wonen, werken en met sociale voorzieningen. Er komen circa tweeduizend woningen bij: 40% sociale huurwoningen, 40% middeldure huur en koop en 20% vrije sector koopwoningen. Aan het noord- en westrand van de buurt komt een dijkpark.

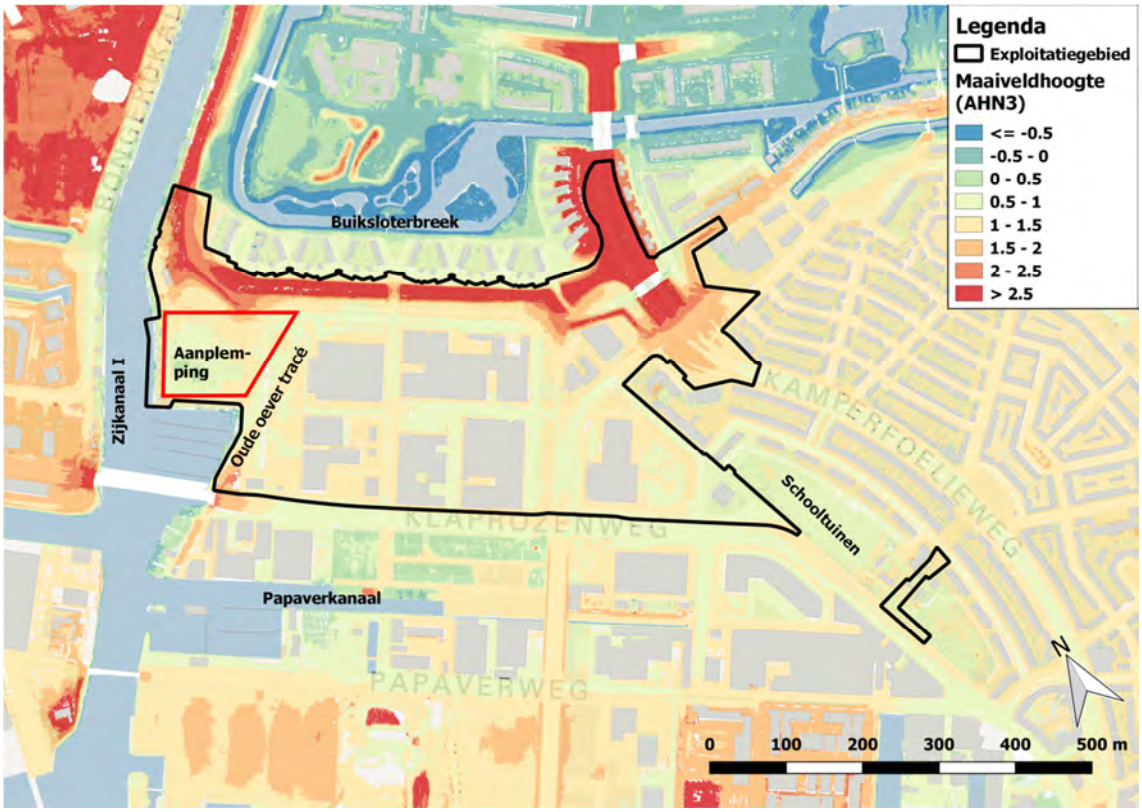


Figuur 2-2 Beoogd toekomstig beeld plangebied Klaprozenbuurt [4].

3 Gebiedsbeschrijving

3.1 Maaiveldniveau

De maaiveldhoogte in het Klaprozenbuurt gebied ligt op circa NAP +1,0 m. In Figuur 3-1 is een gedeelte van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3) weergegeven [5]. De Waterlandse Zeedijk heeft een maximale hoogte van circa NAP +3,8 m. Het gebied ten noorden van het Waterlandse Zeedijk ligt beduidend lager, op circa NAP +0,0 m.



Figuur 3-1 Actuele maaiveldhoogten in m NAP [5]

3.2 Bodemopbouw

Het plangebied is voor het grootste deel in gebruik geweest als slibdepot en daarmee ook opgehoogd in de periode 1900-1929. Het meest westelijke deel van het plangebied (zie Figuur 3-1) is een aanplemping van een verbreding van het zijkanaal, gerealiseerd in de periode 1960-1969. Er zijn diverse watergangen in het gebied geweest die tegenwoordig allemaal gedempt zijn. De noordelijke strook van het plangebied, ter plaatse van de dijk (tussen de Metaalbewerkerweg en de Buiksloterbreek) is opgehoogd met zand in de periode 1960-1969.

De bodemopbouw is bepaald op basis van diverse boringen en sonderingen uitgevoerd in het kader van bodemonderzoeken in het gebied [6][7] en gegevens uit het DINOloket [8]. De bodem

bestaat tot een diepte van NAP 0,0 à -0,5 m uit antropogene (door de mens aangebrachte) laag van fijn, siltig zand met een dikte van circa 1,5 m. Rond de Schoolwerktuinen is de dikte van de zandlaag minder, gemiddeld 1 meter. Hieronder is veen of klei aanwezig. Op enkele plaatsen zijn ondiepere klei- en/of veenlagen aanwezig. In Tabel 3-1 een schematische bodemopbouw gegeven. Onder de antropogene laag ligt een Holoceen pakket tot circa NAP-12 m à NAP-13 m. Dit Holoceen pakket bestaat uit klei met afwisselend enkele zandlaagjes en veen. In de Klaprozenbuurt is in de ondergrond vrijwel overal aan de basis van het Holoceen pakket het basisveen aanwezig. Onder het basisveen is voornamelijk Pleistoceen zand aanwezig, met daarbij een slechtdoorlatende tussenlaag (Alleröd klei) die niet overal aanwezig is, tot een diepte van circa NAP-28,0 m tot NAP-32,0 m. Onder het Pleistocene zand is de Eemklei gelegen, die in Amsterdam als geohydrologische basis kan worden gezien.

Tabel 3-1 Schematische bodemopbouw in het plangebied

Bodemlaag	Dikte (m)	Bovenkant (m NAP)	Onderkant (m NAP)	Geohydrologie
Ophooglaag, puin, stortmateriaal, baggerslib	1,0 à 1,5	Maaiveld	0 à -0,5	Antropogene laag
Klei, siltig zand en veen	5 à 6	0 à -0,5	-5,5 à -6,0	Slecht doorlatende laag
Holocene wadafzettingen	4 à 5	-5,5 à -6,0	-10,5 à -11,0	
Oude Zeeklei	0,5 à 1	-10,5 à -11,0	-11,5 à-12,0	
Basisveen	0,5 à 1	-11,5 à -12,0	-12,0 à -13,0	
1e Zandlaag	3 à 4	-12,0 à -13,0	-15,5 à -16,0	1e Watervoerend pakket
Alleröd klei	2 à 3	-15,5 à -16,0	-17,0 à -17,5	
2e Zandlaag	13 à 15	-17,0 à -17,5	-28 à -30,0	
Eemklei		-30,0		Slecht doorlatende laag

3.3 Oppervlaktewater

Het westelijk deel van het plangebied grenst aan het Zijkanaal I, met een haven voor woonschepen. Ten zuiden van het plangebied ligt het Papaverkanaal. Het Zijkanaal I en het Papaverkanaal maken deel uit van de Noordzeekanaalboezem. Waterbeheerder Rijkswaterstaat (RWS) onderhoudt hierin een streefpeil van NAP -0,4 m. Rijkswaterstaat is op grond van de Waterwet verantwoordelijk voor het waterkwantiteits-, waterkwaliteits- en het waterstaatkundig beheer van de Noordzeekanaalboezem.

Ten noorden van het plangebied ligt de Buiksloterbreek, een restant van een wiel - een diep gat in het land ontstaan als gevolg van een dijkdoorbraak. Het Buiksloterbreek en de daarop aangesloten watergangen liggen in het beheergebied van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, en hebben een streefpeil van NAP -1,43 m.



Figuur 3-2 Luchtfoto van het plangebied Klaprozenbuurt

In het Stedenbouwkundig Plan (zie Figuur 1-1) zijn in het noorden en westen van het plangebied wadi's opgenomen. Het is nog niet bekend of de wadi's daadwerkelijk gerealiseerd gaan worden. De realisatie van de wadi's hangt o.a. van de beschikbare ruimte in de ondergrond i.v.m. de aanwezige kabels en leidingen.

3.4 Oevers

Het plangebied Klaprozenbuurt grenst in het westen aan het Zijkanaal I. De oevers van het Zijkanaal I zijn voor zover bekend zachte oevers, die doorlatend zijn voor het grondwater. Aan de oevers zijn woonboten aangemeerd. Zijkanaal I vormt op sterke wijze het buitendijkse water, maar is vrijwel geheel aan het zicht onttrokken door ligplaatsen van woonboten, tuinen en diverse opstallen. In dit rapport wordt ervan uit gegaan dat zowel de huidige als de toekomstige oevers doorlatend zijn voor het grondwater.

3.5 Grondwater

3.5.1 Grondwaternorm

Conform het GRPA 2016-2021 [3] dient voor alle nieuwbouw in de eindsituatie te voldoen aan de gemeentelijke grondwaternorm.

- Dit betekent een ontwateringsdiepte van minimaal 0,5 m t.o.v. een grondwaterstand die gedurende maximaal 5 aaneengesloten dagen met een herhalingstijd van 1x/2 jaar overschreden wordt.

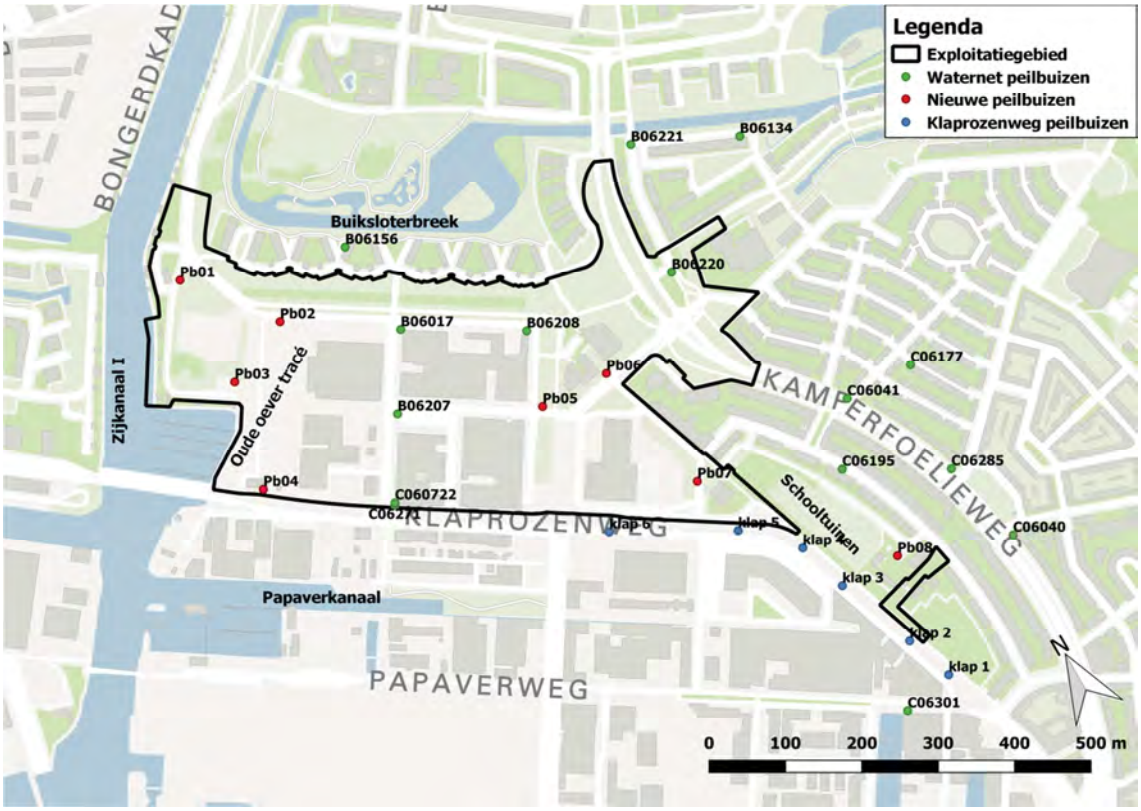
Aanvullend hierop:

- Geldt voor bestaande bouw dat de grondwatersituatie niet verslechtert ten opzichte van de huidige situatie.
- kunnen beheerders van kabels, leidingen, wegen, sporen en openbaar groen aanvullende eisen hebben voor de aanwezige ontwatering (=afstand tussen grondwater en maaiveld)
- acht de gemeente Amsterdam voor de aanplant van bomen een ontwateringsdiepte van minimaal 0,9 m t.o.v. de GHG wenselijk.
- Volgens de planning komt in 2021 een nieuw GRP, waarin een uniform 0,9 m ontwateringsnorm wordt opgenomen, waarmee de bovenstaande 0,5 m norm voor kruipruimteloos bouwen zou komen te vervallen

3.5.2 Freatisch grondwater

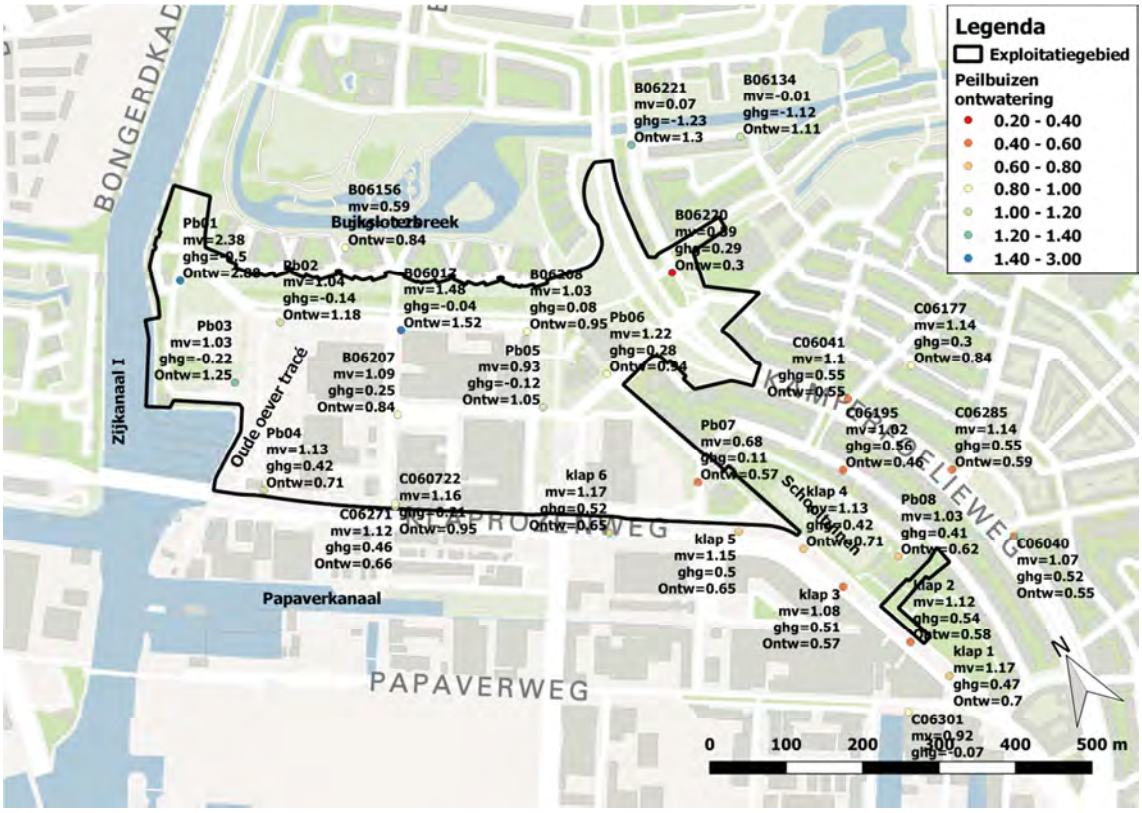
Het gebied heeft een inhomogene bodemopbouw met lokaal verschillende grondwaterstanden tot gevolg. Door de klei- of sliblenzen in de ophooglaag kunnen grillige en lokaal hoge grondwaterstanden en schijngrondwaterstanden optreden. Daarnaast zijn enkele ondergrondse constructies (zie paragraaf 3.6) en drainagesystemen (zie paragraaf 3.7) aanwezig die de grondwaterstand kunnen beïnvloeden.

In november 2018 zijn 8 peilbuizen bijgeplaatst; deze worden nu gemonitord. Geadviseerd wordt om de grondwaterstanden in de nieuw geplaatste peilbuizen en in de peilbuizen van Waternet in het gebied te blijven monitoren. Bij lokale ontwikkelingen dient rekening te worden gehouden met het plaatsen van extra peilbuizen op de betreffende locatie.



Figuur 3-3 Locaties peilbuizen van Waternet en nieuwe peilbuizen.

De ontwateringdieptes zijn in Figuur 3-4 gepresenteerd. De ontwateringsdiepte gemeten in peilbuizen in het plangebied varieert tussen 0,6 m-mv en 1,5 m-mv (PB1 is een uitzondering - deze peilbuis is op de dijk geplaatst. Het maaiveld daar ligt hoger dan in de rest van het gebied). De meetreeksen zijn in Bijlage 2 - gepresenteerd.



Figuur 3-4 Locaties peilbuizen en ontwateringdieptes in m-mv. De ontwateringsdieptes zijn zeer variabel. Dit kan veroorzaakt worden door verschillen in maaiveldhoogte, drainages, lekkende riolen of variaties in bodemopbouw.

3.5.3 Stijghoogte watervoerend pakket

De stijghoogtes zijn bepaald op basis van de meetreeks in peilbuis C06165 II, gelegen op circa 200 m ten zuiden van het plangebied. De metingen zijn gepresenteerd in Bijlage 3 - . De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket fluctueert in de omgeving van het plangebied tussen NAP -1,6 m en NAP -2,7 m. De gemiddelde stijghoogte is NAP -2,1 m. Op basis van het verloop van de isohypsen is de te verwachten stroming in het Eerste Watervoerend Pakket (WVP1) ter plaatse van de onderzoekslocatie te verwaarlozen. In dit gebied is verder sprake van een inzijgingssituatie; een infiltratiesituatie van het freatische pakket richting WVP1. Door de grote weerstand van de Holocene deklaag is de invloed van het eerste watervoerend pakket op de freatische grondwaterstanden beperkt.

3.6 Ondergrondse constructies

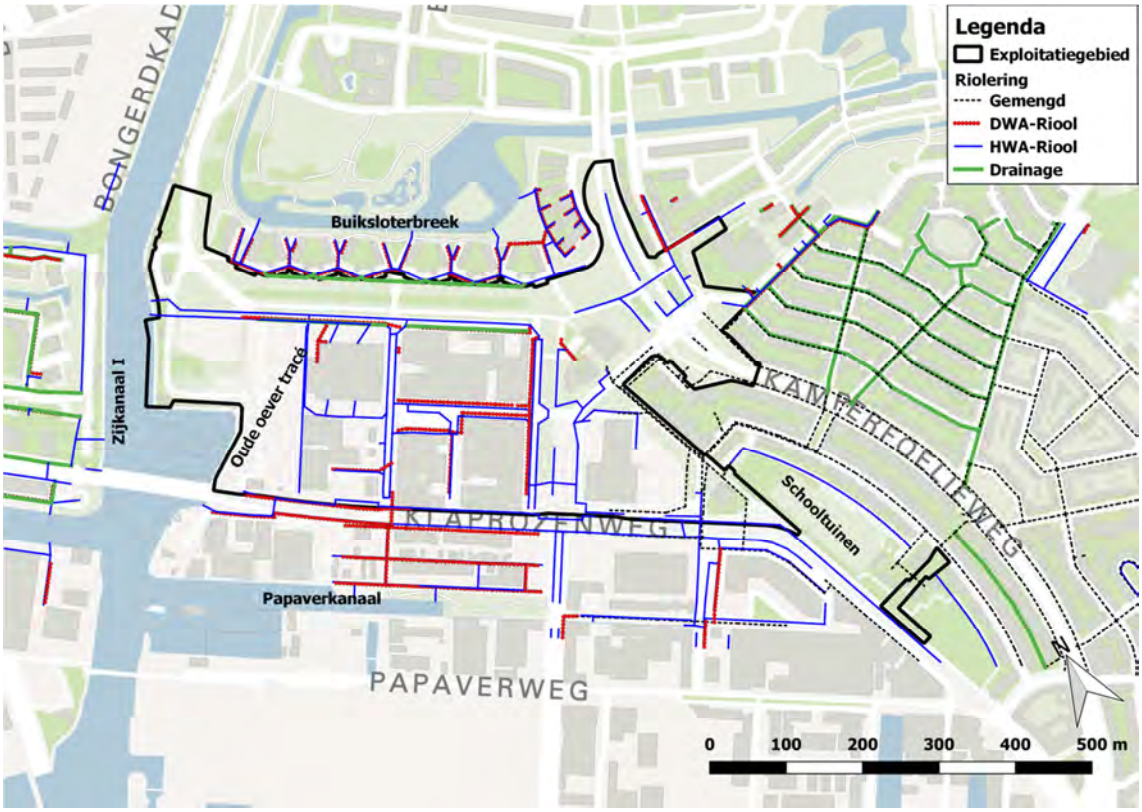
In het gebied is een gedempt kanaal aanwezig en de gedempte verbreding van het Zijkanaal I aanwezig. Ook liggen er mogelijk restanten van een kleidijk met palen van oude gebouwen (bovenaan de foto in Figuur 3-5). Voor zover bekend zijn er langs het gedempt kanaal geen oevervoorzieningen aangelegd, en zijn er geen andere ondoorlatende constructies in de ondergrond. Ondergrondse constructies zijn daarom in het model niet meegenomen.



Figuur 3-5 Ligging van het oude kanaal (in blauw) en de (nu gedempte) verbreding in het Zijkanaal I op een luchtfoto uit 1943.

3.7 Drainagesystemen

In de Klaprozenbuurt is volgens de Leidingenkaart (2015) drainage aanwezig in de Metaalbewerkerweg [9]. De ligging van het drainagesysteem is weergegeven in Figuur 3-6. Dit drainagesysteem is verouderd en mogelijk niet meer functioneel. Desondanks moet het drainagesysteem in stand blijven, omdat door verwijderen of beschadigen van de drainage de grondwaterstand kan stijgen. Naast de aanwezige drainages liggen er relatief oude HWA-rdwa-rioololeringen (50 á 60 jaar oud), deze kunnen lekkend zijn en dus drainerend werken. Tijdens het uitvoeren van werkzaamheden dient met mogelijke aanwezigheid van drainage en lekkende riolen rekening te worden gehouden. Indien er oude riolen vervangen worden of drainages worden verwijderd, stijgt mogelijk de grondwaterstand.



Figuur 3-6 Riolering en drainagesysteem in en rond de Klaprozenbuurt [9]. De drain onder het oostelijke deel van de Klaprozenweg is recent aangelegd en is nog niet in de digitale overzicht opgenomen.

In 2016 is in een deel van de Klaprozenweg drainage aangelegd ten behoeve van de ontwatering van de nieuw geplante bomen, zie Figuur 3-7. Dit deel van de Klaprozenweg ligt ten zuidoosten van het plangebied Klaprozenbuurt.



Figuur 3-7 Doorsnede van drain in draineerzand met geotextiel (links) en tracé drain (rechts).

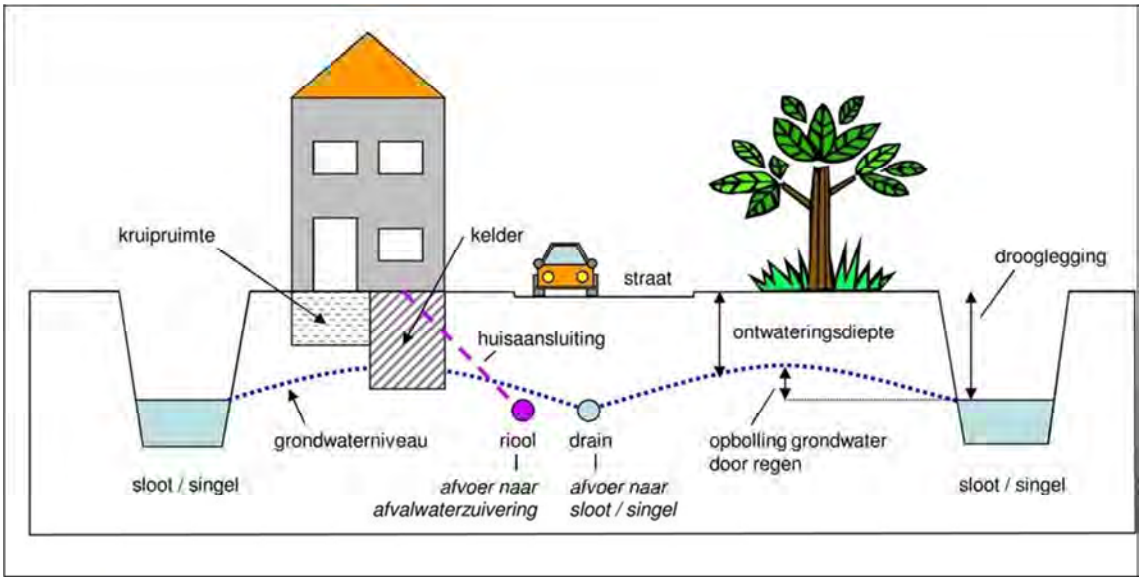
3.8 Kwetsbare objecten in de omgeving

Panden in de Florabuurt en aan de Kamperfoelieweg, ten oosten van het plangebied, zijn gebouwd in de periode voor 1950 [10]. Deze panden zijn mogelijk gefundeerd op staal of op houten palen en zijn mogelijk kwetsbaar voor veranderingen in de grondwaterstand.

4 Opbouw grondwatermodel

4.1 Hydrologische begrippen

In Figuur 4-1 zijn een aantal hydrologische begrippen in beeld gebracht.



Figuur 4-1 Hydrologische begrippen in beeld

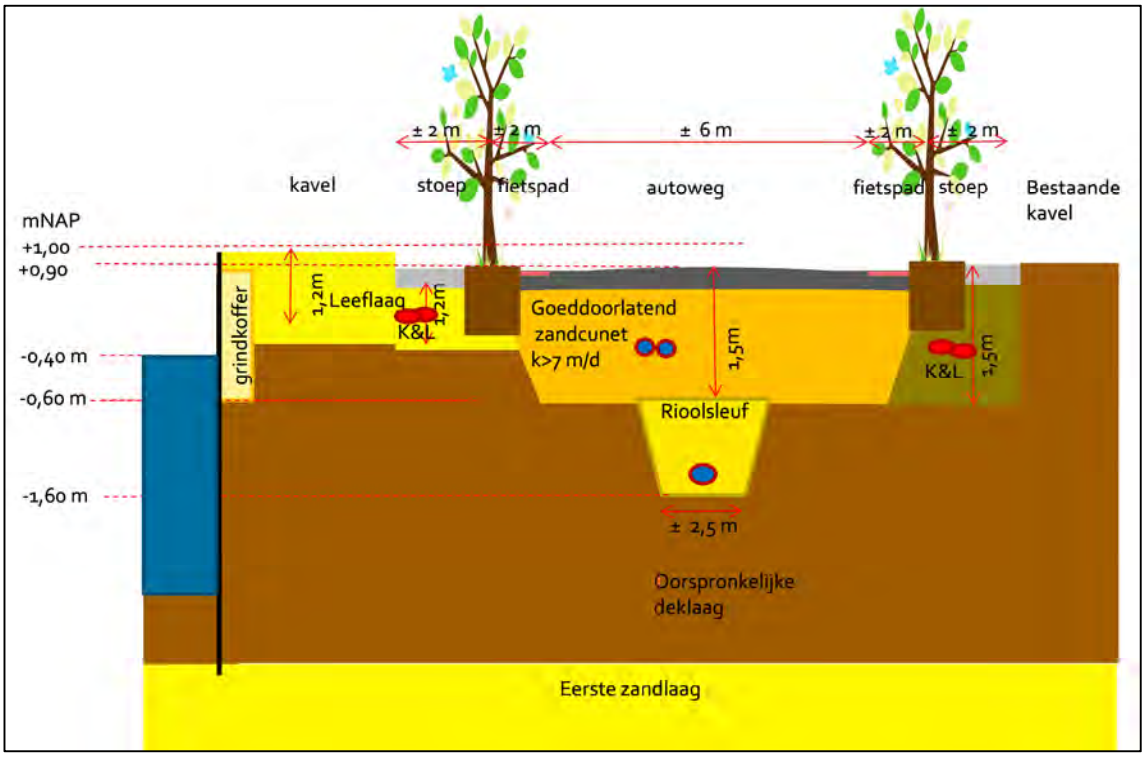
Grondwaternorm: Bij kruipruimteloos bouwen is de norm voor de ontwateringsdiepte 0,5 m ten opzichte van het maaiveld. Voor bomen is het wenselijk om een ontwatering van minimaal 0,9 m te realiseren. In deze rapportage wordt een ontwatering van 0,9 m als uitgangspunt gehanteerd.

Ontwateringsdiepte: afstand tussen grondwaterstand en maaiveld

Grondwateraanvulling: De effectieve grondwateraanvulling is het deel van de neerslag dat infiltreert naar het grondwater.

Cunet: Onder de openbare weg wordt om constructieve redenen een cunet aangebracht. De grond wordt daarbij afgegraven om te voorzien in een meer draagkrachtige laag, meestal van zand[1]. Een cunet heeft tevens een drainerende werking. Een cunet heeft in de praktijk een dikte variërend van circa 1,2 à 1,5 m-mv en een breedte van trottoir tot trottoir. De breedte van het cunet is afhankelijk van de breedte van de straat. Een voorbeelddoorsnee is gegeven in Figuur 4-2.

[1] soms wordt gebruik gemaakt van zand en puin, afhankelijk van de gewenste draagkracht, bijvoorbeeld i.v.m. het verwachte gebruik van de weg door zwaar of veel verkeer.



Figuur 4-2 Indicatief dwarsprofiel cunet in Klaprozenbuurt (niet op schaal)

Grindkoffer: Een grindkoffer is (meestal) een kuil met worteldoek, gevuld met grind waar regenwater de tijd krijgt om langzaam in de bodem opgenomen te worden, dus zonder dat de bodem dichtslibt. Om te voorkomen dat zand en gronddeeltjes tussen het grind komen wordt een filterdoek rondom het grindpakket aangebracht.

Drain: een systeem waarbij (grond)water afgevoerd wordt. Hierbij wordt uitgegaan van horizontale drainage. In sommige gevallen worden drainages ook gebruikt voor aanvoer van water, er is dan sprake van Drainage-Infiltratie systemen.

GG – Gemiddelde Grondwaterstand

GHG - Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand, gebaseerd op de GHG/GLG-definitie in [11]. Daarbij is de GHG bepaald aan de hand van de hoogste 93,75 percentiel van de metingen.

4.2 Uitgangspunten grondwatermodel Klaprozenbuurt

Het grondwatermodel is opgezet met softwarepakket MicroFEM. Het grondwatermodel omvat het gebied **tussen** de Zijkanaal I aan de oostzijde, de Buiksloterbreek aan de noordzijde, het Papaverkanaal aan de zuidzijde en de Floradorp aan de oostzijde. De watergangen en (uitgebreide) drainagesystemen vormen een hydrologische grens dat in het model als randvoorwaarde wordt gebruikt (zie Figuur 4-3).

In de grondwaterberekeningen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- Bij het bepalen van de grondwateraanvulling is uitgegaan van de verharding conform GBKA[2] 2014 (zie Figuur 4-6).
- Voor de huidige bebouwing is ervan uit gegaan dat er geen kelders zijn.
  Voor het 2085 scenario is de GBKA aangepast, op basis van het Schetsontwerp GREX (d.d. 27 juni 2019)[3], zie Figuur 4-7.
- Het gehanteerde klimaatscenario is Warm Hoog (WH) van het KNMI (worst-case scenario m.b.t. neerslag). Dit betekent dat gerekend is met een toename van de gemiddelde neerslag met +30% (in 2085), zie Tabel 4-1 en Bijlage 1 - .
- De locaties van de (lekkende) riolen die drainerend effect hebben in de huidige situatie, zijn bepaald o.b.v. de digitale kaart van Waternet, zie Figuur 4-4.
- In de toekomstige scenario's is uitgegaan van drainage in de Metaalbewerkersweg (noordelijke park), Floraweg, Slijperweg, Klimopweg en Klaprozenweg, zie Figuur 4-5.
- De locaties en peilen van de watergangen zijn zoals omschreven in paragraaf 3.3, zie
- Alle kades waar een cunet op aansluit zijn doorlatend.
- De modellagen zijn bepaald op basis van de bodemopbouw, zoals omschreven in paragraaf 3.2, en zijn samengevat in Tabel 4-3.
- De berekening wordt uitgevoerd voor:
  - Stationair, om de gemiddelde grondwaterstand te berekenen.
  - Instationair, voor een periode van 10 dagen met hoge neerslag, om de GHG te berekenen.

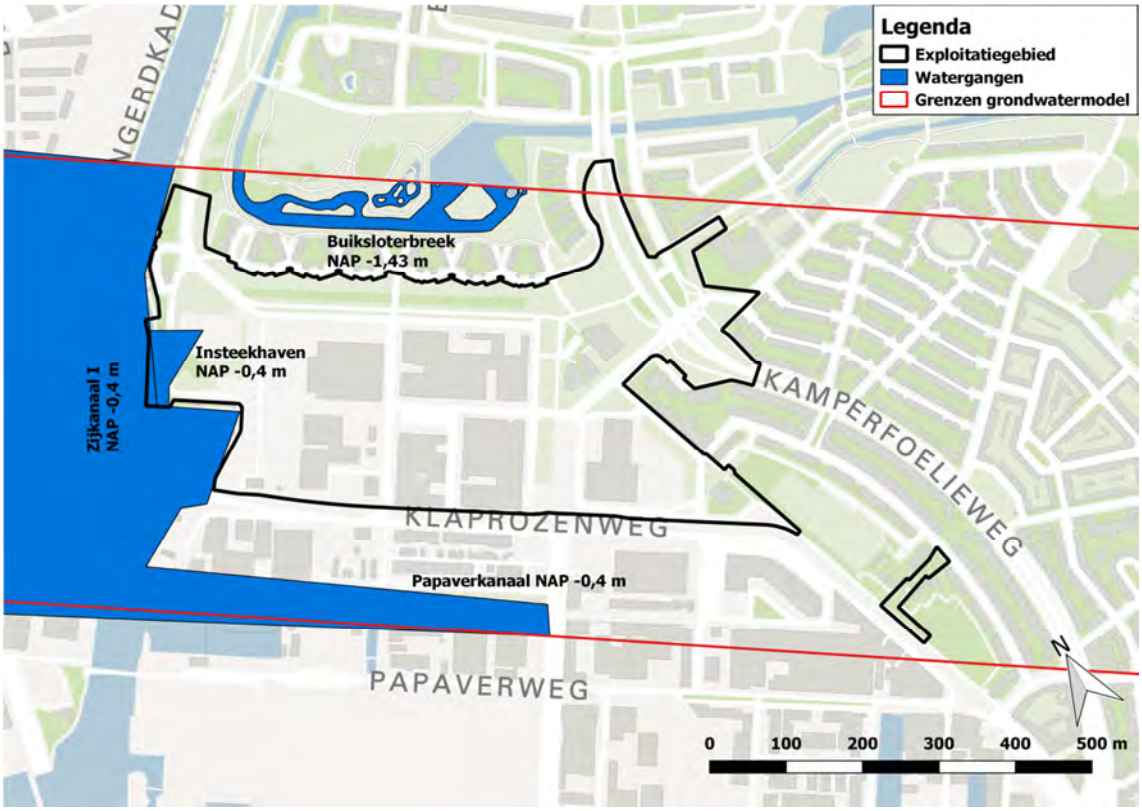
Tabel 4-1 Gehanteerde grondwateraanvulling

	2019		2085*	
	Gemiddelde [mm/dag]	10-daagse piek [mm/dag]	Gemiddelde [mm/dag]	10-daagse piek [mm/dag]
Gesloten verharding (asfalt) of bebouwing	0	0	0	0
Open verharding (klinkers e.d.)**	0,22	0,83	0,39	1,79
Onverhard (zoals groene stroken)**	0,70	6,78	1,29	8,55

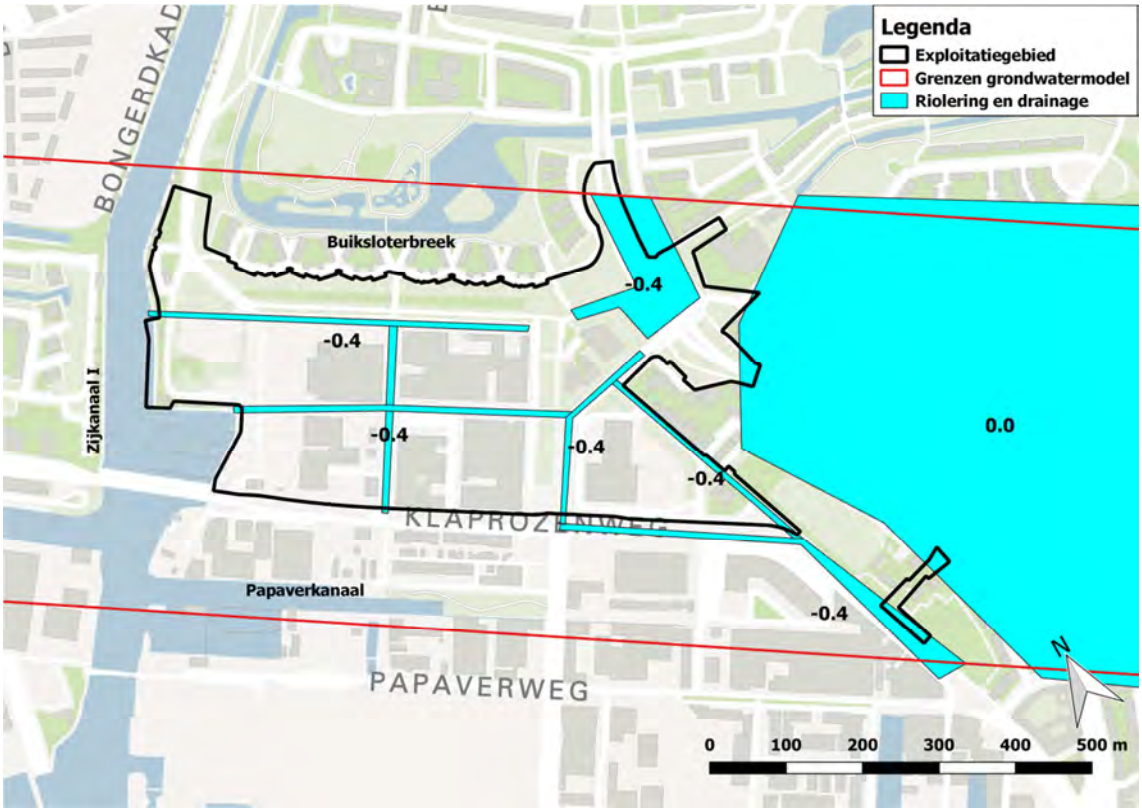
*-waarde van 2019 met klimaattoeslag

**-voor 2019 is gerekend op basis van werkelijk oppervlak uit GBKA 2014, voor 2085 is aangenomen dat de openbare ruimte (buiten de groene zones) voor 90% uit open verharding en voor 10% uit onverhard oppervlak (boomvakken e.d.) bestaat, en is er geen rekening gehouden met eventuele (open)verharding in groene zones, zoals fietspaden in parken, omdat ervanuit wordt gegaan dat deze direct op het omliggende onverhard oppervlak afwateren.

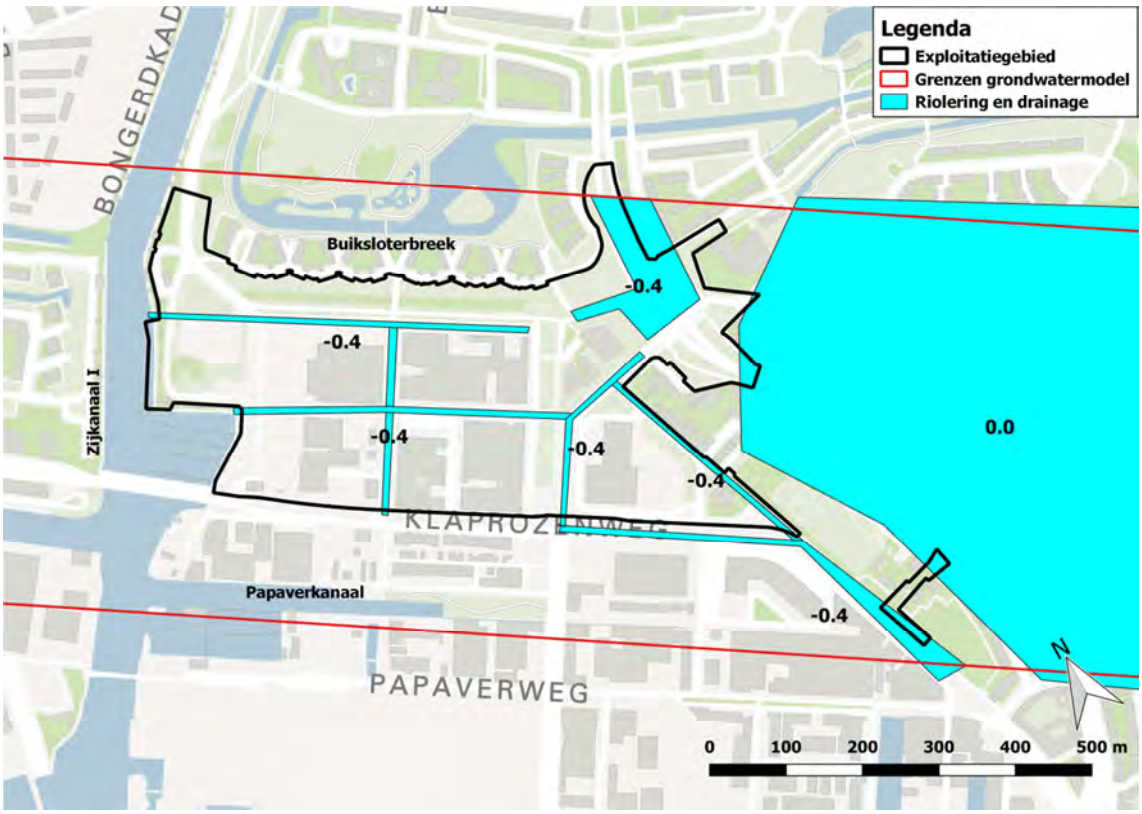
[2] Grootschalige Basiskaart Amsterdam
[3] Bij het opstellen van het grondwatermodel is uitgegaan van het schetontwerp dat op dat moment beschikbaar was. Inmiddels is er een nieuwe schetsontwerp beschikbaar. Vanuit geohydrologisch oogpunt zijn de veranderingen beperkt en hebben geen invloed op de conclusies van dit rapport.



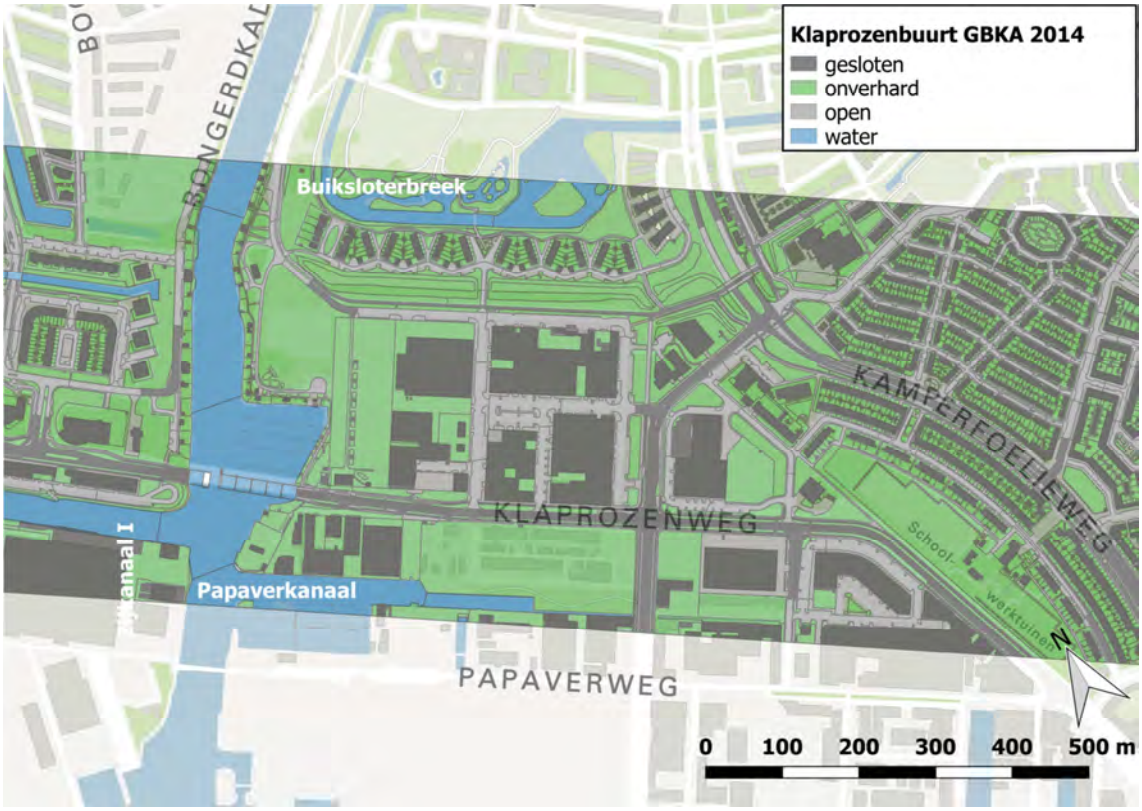
Figuur 4-3 Locaties en peilen watergangen zoals gebruikt in het grondwatermodel. Het Zijkanaal I vormt de westelijke grens van het model. De toekomstige insteekhaven is niet aanwezig in de huidige situatie.



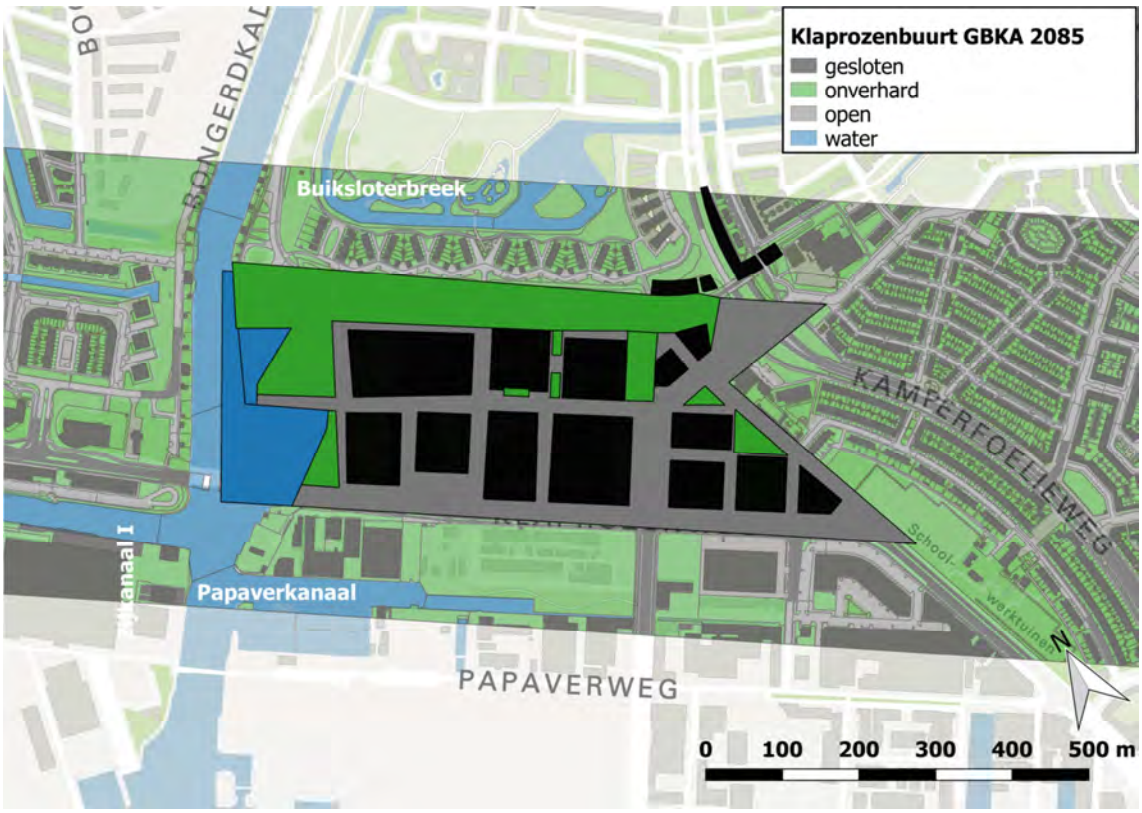
Figuur 4-4 Locaties drainages en lekkende riolen (inclusief peil [m NAP]) in de huidige situatie



Figuur 4-5 Locaties drainages (inclusief peil [m NAP]) In de toekomstige scenario's



Figuur 4-6 Indeling GBKA 2014



Figuur 4-7 Indeling aangepaste GBKA, jaar 2085

Tabel 4-2 Gehanteerde modelparameters

Parameter	Eenheid	Waarde	Bron
Basis topzandlaag	m NAP	-0,5	Bodemonderzoeken
Doorlatendheid topzandlaag (k)	m/d	2	Kalibratie
Freatische bergingscoëfficiënt (s)	-	0,1	www.grondwaterformules.nl
Stijghoogte (h)	m NAP	-2,1	Peilbuismetingen en isohypsen
Basis sliblaag	m NAP	-5,5	Bodemonderzoeken
Doorlatendheid sliblaag	m/d	0,5	Kalibratie
Weerstand (c) kleilaag	Dagen	2.000	NHI data portaal
Drainageweerstand oppervlaktewater	Dagen	10	kalibratie
Drainage peil lekkende riolen (2019)	m NAP	0,0	kalibratie
Drainage peil drains in cunetten (2085)	m NAP	-0,4	Aangesloten op oppervlaktewaterpeil
Grondwateraanvulling	mm/d	Zie tabel	KNMI
Peil en locatie watergangen	m NAP	-0,4	Legger AGV

Tabel 4-3 Modellagen

Modellaag	Dikte	k	C	Stijghoogte
	m	m/d	dagen	m NAP
1 (deklaag)	variabel	2*	-	Variabel
2 (deklaag)	5**	0,5**	-	Variabel
3 (slecht doorlatende laag)	-	-	2000	-
4 (WVP 1)	-	300	-	-2,1

*- op basis van kalibratie
**-kan afwijken afhankelijk van modelscenario

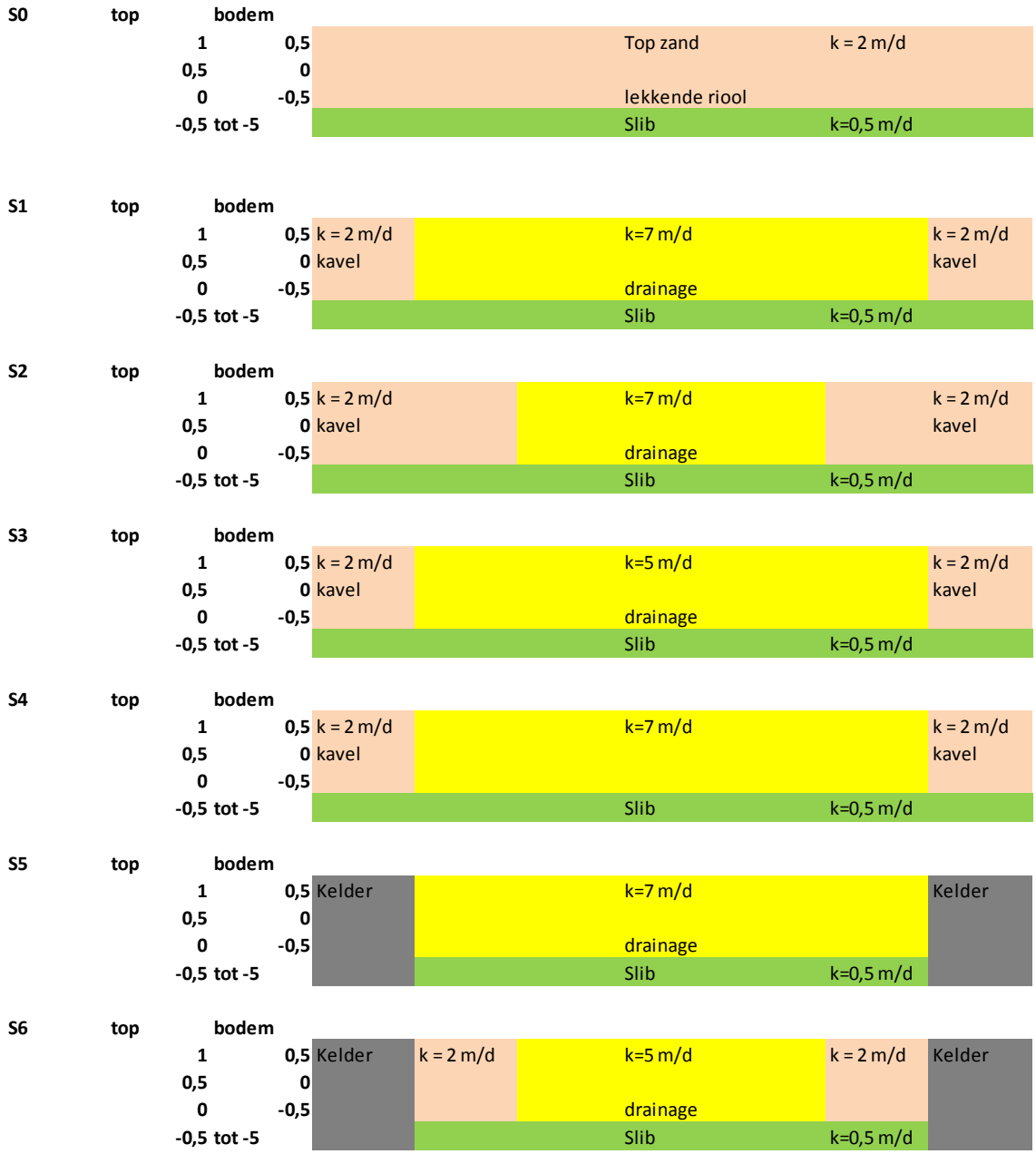
In het model is de deklaag verdeeld in 2 lagen. De bovenste laag is freatisch en heeft een variabele doorlatendheid, afhankelijk van de verzadigde dikte. De onderste laag is verzadigd en wordt o.a. gebruikt om grondverbetering onder de kelders te kunnen modelleren.

4.3 Modelscenario's

Om inzicht te verkrijgen in de effecten van de ontwikkeling op de grondwatersituatie zijn verschillende varianten beschouwd. In Tabel 4-4 zijn de varianten samengevat en in Figuur 4-8 zijn de varianten schematisch weergegeven.

Tabel 4-4 Modelscenario's

Scenario	Kelders	Cunetten	Drainage	k cunet (m/d)
0 – Huidige situatie, lekkende riolen	Nee	Nee	Ja (lekkende riolen)	2
1 – Brede cunetten, drainage (basisscenario)	Nee	Gevel tot gevel ~20 m	Ja	7
2- Smalle cunetten, drainage	Nee	Smalle cunetten ~10 m	Ja	7
3 - Brede cunetten, drainage, lage k	Nee	Gevel tot gevel ~20 m	Ja	5
4 – Brede cunetten, geen drainage	Nee	Gevel tot gevel ~20 m	Nee	7
5 – Brede cunetten, drainage, kelders	Ja	Gevel tot gevel ~20 m	Ja	7
6 – Smalle cunetten, drainage, kelders	Ja	Smalle cunetten ~10 m	Ja	7



Figuur 4-8 Conceptuele schematisatie van de berekende scenario's (niet op schaal)

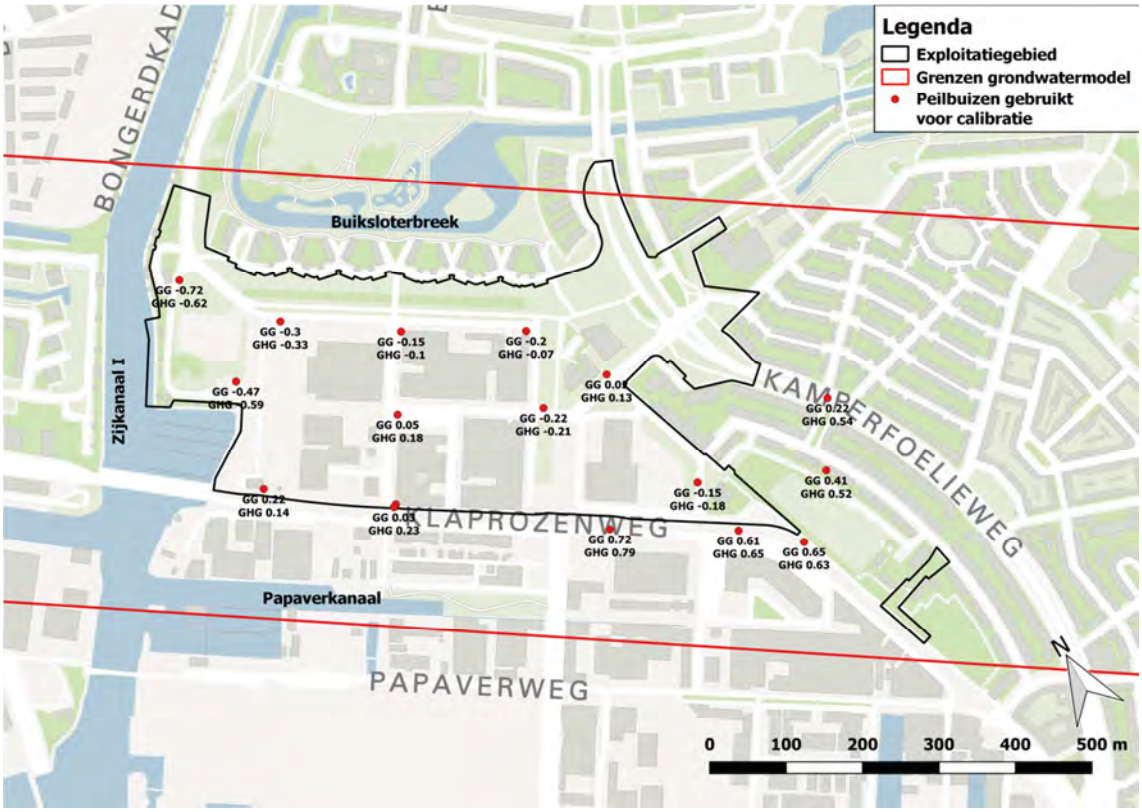
4.4 IJking grondwatermodel

Met het grondwatermodel kunnen grondwaterstanden berekend worden op basis van een set parameters. Met een deel van de parameters wordt gevarieerd (geijkt) totdat de simulaties van het grondwatermodel de werkelijke (gemeten) grondwaterstanden zo nauwkeurig mogelijk benaderen. Voor de ijking zijn een aantal lange meetreeksen (Waternet) en meetgegevens van de nieuw geplaatste peilbuizen gebruikt.

Voor een goede ijking zijn lange meetreeksen (minimaal 8 jaar) aan meetgegevens noodzakelijk

De gemeten grondwaterreeks van de nieuw geplaatste peilbuizen zijn nog te kort om met statistische analyse maatgevende grondwaterstanden te berekenen. Daarnaast is de bodemopbouw erg grillig, hierdoor zijn de filters afwisselend in zand, klei en onder stoorlagen geplaatst. Dit levert sterk variërende grondwaterstanden op. Vanwege het ontbreken van voldoende meetgegevens en de grillige bodemopbouw kunnen modelafwijkingen optreden.

In de onderstaande figuren is het geijkte grondwatermodel weergegeven in de situatie met gemiddelde grondwaterstanden en GHG.



Figuur 4-9: IJkafwijking voor (GG) en GHG. (negatieve getal betekent dat berekende grondwaterstand is te laag, positieve getal betekent dat berekende grondwaterstand is te hoog).

De berekende hoge grondwaterstand in de huidige situatie is gepresenteerd in Figuur 5-1. De berekende hoge grondwaterstand wijkt bij de meeste locaties -0,3 tot +0,3 m af van de 93,75 percentiel (GHG) van de gemeten grondwaterstanden in de peilbuizen in de omgeving van de projectlocatie. In de peilbuizen naast de Klaprozenweg en vlakbij de Zijkanaal I zijn hogere afwijkingen. Voor peilbuizen naast de Klaprozenweg komt dit doordat de drainage in de Klaprozenweg recent aangelegd is, en het effect daarvan ontbreekt in de meetreeksen. Peilbuizen nabij Zijkanaal I zijn recent aangelegd, en de metingen omvatten een extreem droge periode. Mogelijk wordt ook het drainerende effect van Zijkanaal I onderschat, of is het aanvulmateriaal gebruikt voor de aanplemping van hogere doorlatendheid.

De gemodelleerde grondwaterstanden in het grootste gedeelte van de Klaprozenbuurt liggen rond NAP 0,0 (GG) en NAP +0,3 (GHG). Op basis van deze "ijkafwijking" wordt het model nauwkeurig genoeg geacht om het relatieve effect van de ontwikkeling in Klaprozenbuurt op de grondwaterstand te berekenen.

4.5 Aandachtpunten modelijking

Dit model en de gekozen parameters zijn bruikbaar om veranderingen in de grondwaterstanden in het plangebied Klaprozenbuurt te bepalen. Het model en de gebruikte parameters zijn niet geschikt voor gebiedsstudies buiten het plangebied of om op binnen het plangebied op kleine schaal grondwaterberekeningen (bijvoorbeeld een bemaling) mee door te rekenen, hiervoor is het model niet gedetailleerd genoeg.

Naast langdurig gemeten peilbuizen van Waternet zijn in de ijking van het model recent geplaatste peilbuizen meegenomen. De grondwaterreeksen gemeten in de recent geplaatste peilbuizen is nog te kort is om met statistische analyse maatgevende grondwaterstanden te berekenen. De metingen in recent geplaatste en langdurig gemeten peilbuizen tonen echter geen grote en/of onverklaarbare afwijkingen.

De beschikbare boringen zijn voornamelijk gemaakt op openbaar terrein. Dit betekent dat er weinig bekend is van de bodemopbouw van de kavels. Daarnaast is de bodemopbouw zeer variabel, hierdoor zijn de filters afwisselend in zand, klei en onder stoorlagen geplaatst. Dit levert sterk variërende grondwaterstanden op.

5 Resultaten grondwatermodel

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste resultaten van de grondwatermodellering – de GHG's - gepresenteerd. De reden dat voor de GHG is gekozen is dat de ontwateringdiepte bepaald wordt aan de hand van de GHG en de maaiveldhoogte. Omdat we primair in de openbare ruimte zijn geïnteresseerd, zijn in de figuren de grondwaterstanden op de locaties van toekomstige kavels weggelaten.

Belangrijk voor de beoordeling van de resultaten is dat het gebied tussen de Klaprozenweg en de Papaverkanaal in de GBKA 2014 als onverhard gebied aangemerkt is. In werkelijkheid is dit gebied sindsdien bebouwd, wat tot lagere aanvulling en lagere grondwaterstanden leidt. De hoge grondwaterstanden dat in alle scenario's in dit gebied gemodelleerd worden kunnen buiten beschouwing worden gelaten.

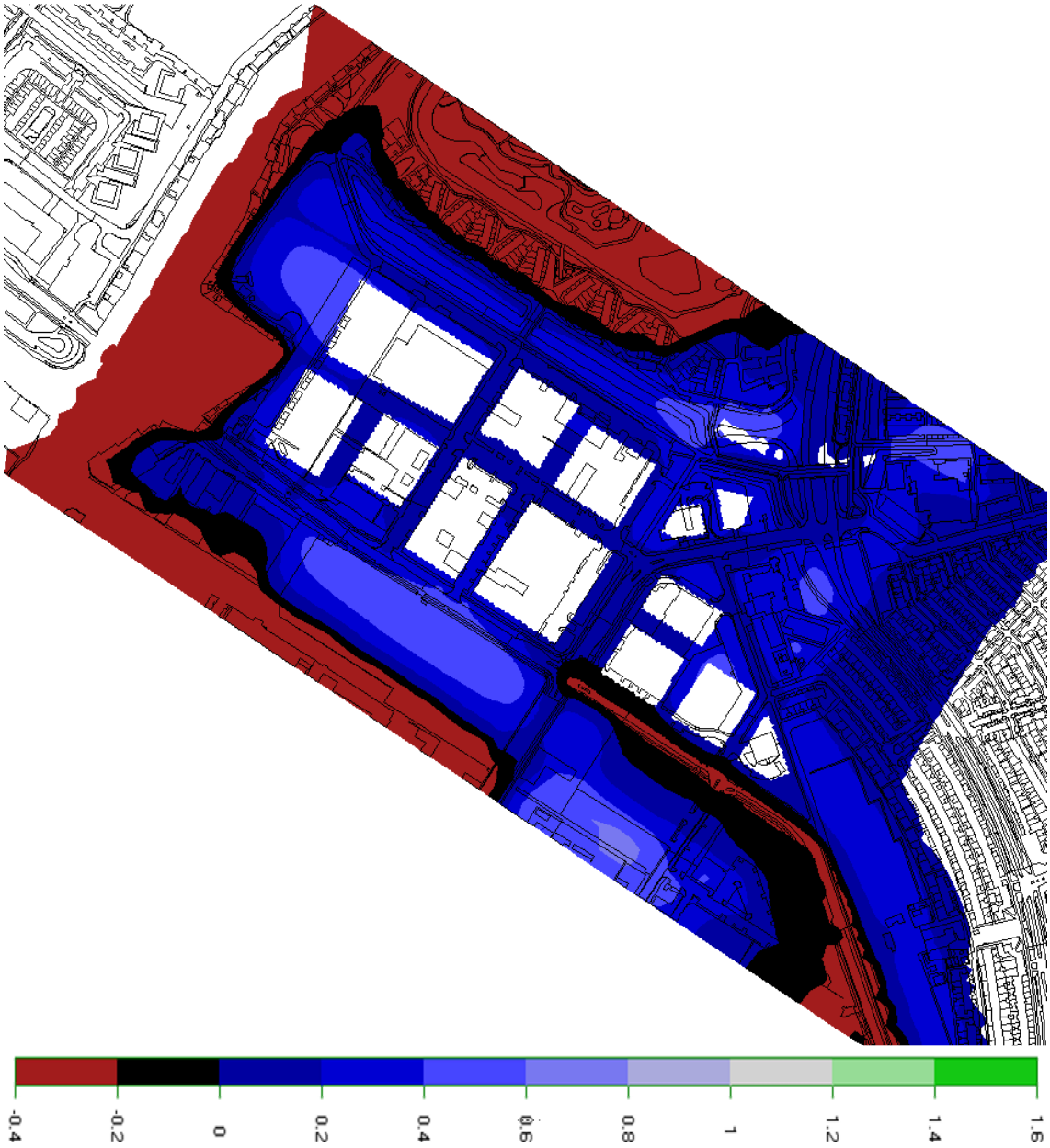
De resultaten van de scenario's zijn in onderstaand tabel samengevat. Per scenario worden in dit hoofdstuk de meest opvallende resultaten besproken en (kort) vergeleken met andere scenario's. De conclusies worden in het volgende hoofdstuk getrokken.

Tabel 5-1 Samenvatting van de resultaten van de modelscenario's

Scenario	Effecten
0 – Huidige situatie, lekkende riolen	Grondwaterstand wordt beheerst door lekkende riolen, in delen van de buurt wordt de ontwateringsnorm niet gehaald
1 – Brede (>=20 m) cunetten, drainage (basisscenario)	Dankzij de brede cunetten en drainage is de ontwatering grotendeels voldoende. Er blijven 'zwakke' plekken in onverharde gebieden en in straten waar geen drainage ligt.
2- Smalle (=<10 m) cunetten, drainage	Afwateringcapaciteit van smalle cunetten is lager, vooral in ongedraineerde straten is de hogere grondwaterstand merkbaar.
3 - Brede cunetten, drainage, lage k (5 m/d i.p.v. 7 m/d)	Gering effect op de grondwaterstanden in vergelijking met Scenario 1
4 – Brede cunetten, geen drainage	Zonder drainage stijgen de grondwaterstanden in een groot deel van het gebied tot aan maaiveld, wat onacceptabel is.
5 – Brede cunetten, drainage, kelders (100%)	In de Klaprozenbuurt leidt aanleg van kelders tot een plaatselijke stijging van grondwaterstanden
6 – Smalle cunetten, drainage, kelders (onder 100% van de kavels)	Door het gecombineerde effect van kelders en smalle cunetten zijn de grondwaterstanden hoger dan in Scenario 2 of in Scenario 5, en wordt de ontwateringsnorm op meer locaties niet gehaald.

5.2 Scenario 0 – Huidige situatie, lekkende riolen

De GHG in de huidige situatie is getoond in Figuur 5-1. De grondwaterstand wordt beheerst door de drainerende werking van de riolen en de aanwezige drainage.

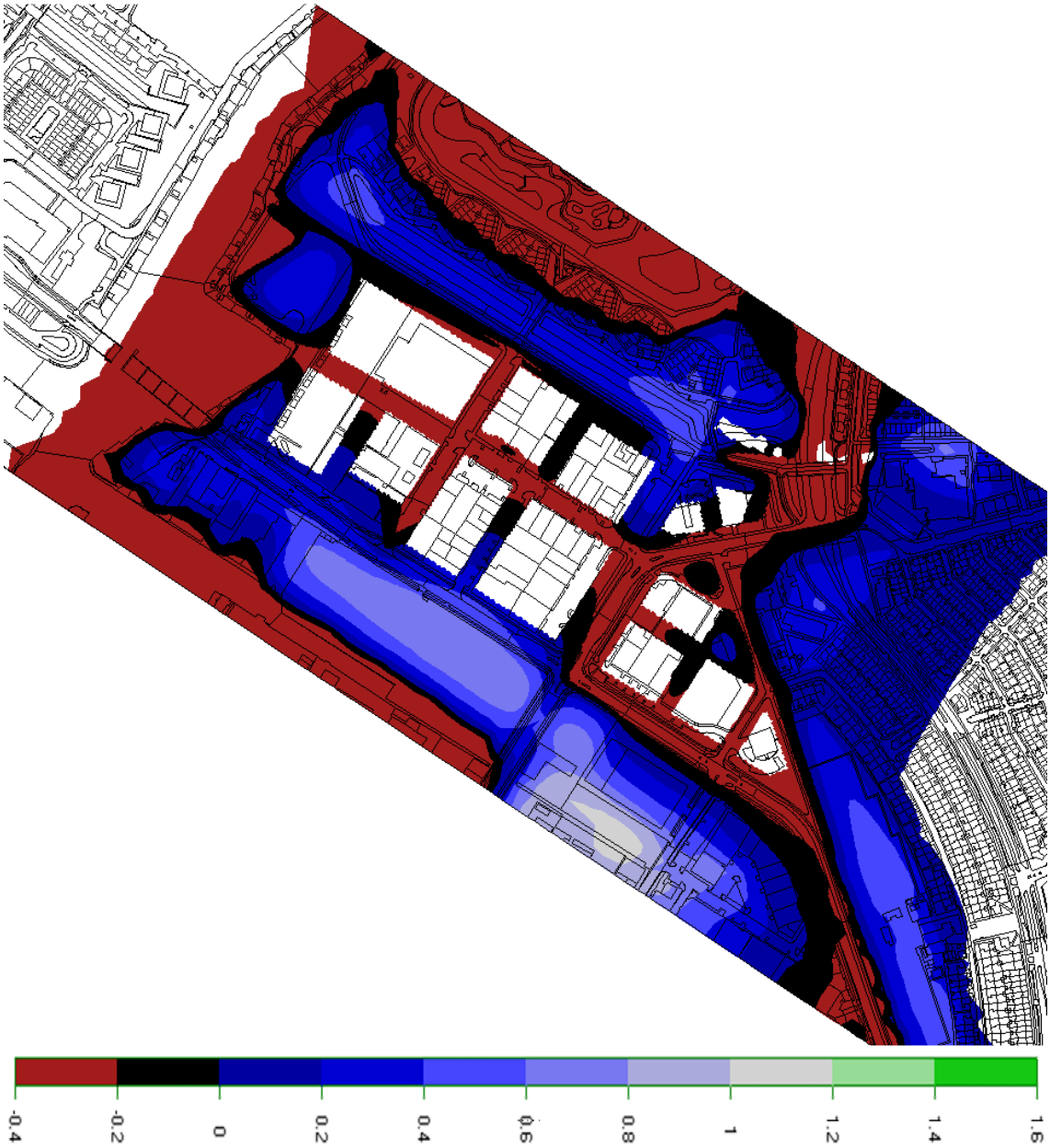


Figuur 5-1: Gemodelleerde GHG in de huidige situatie. De invloed van de drainage in de Klaprozenweg is duidelijk zichtbaar (lage grondwaterstanden rechts onder).

5.3 Scenario 1 – Brede cunetten, drainage (basisscenario)

De situatie in 2085 is door de grote veranderingen in het gebied niet direct vergelijkbaar met de huidige situatie. De indeling van de wijk is dan ingrijpend veranderd. Dankzij de brede cunetten

onder alle wegen en drainage is de ontwatering grotendeels voldoende. Er zijn 'zwakke' plekken, in de onverharde gebieden en in straten waar geen drainage ligt. De minimale ontwateringsdiepte wordt in deze gebieden niet gehaald, en het ontwerp en aanleg van drainage en cunetten vereisen verdere analyse. Het westelijke deel van de Klaprozenweg, waar (nog) geen drainage is aangelegd, heeft mogelijk hoge grondwaterstanden.

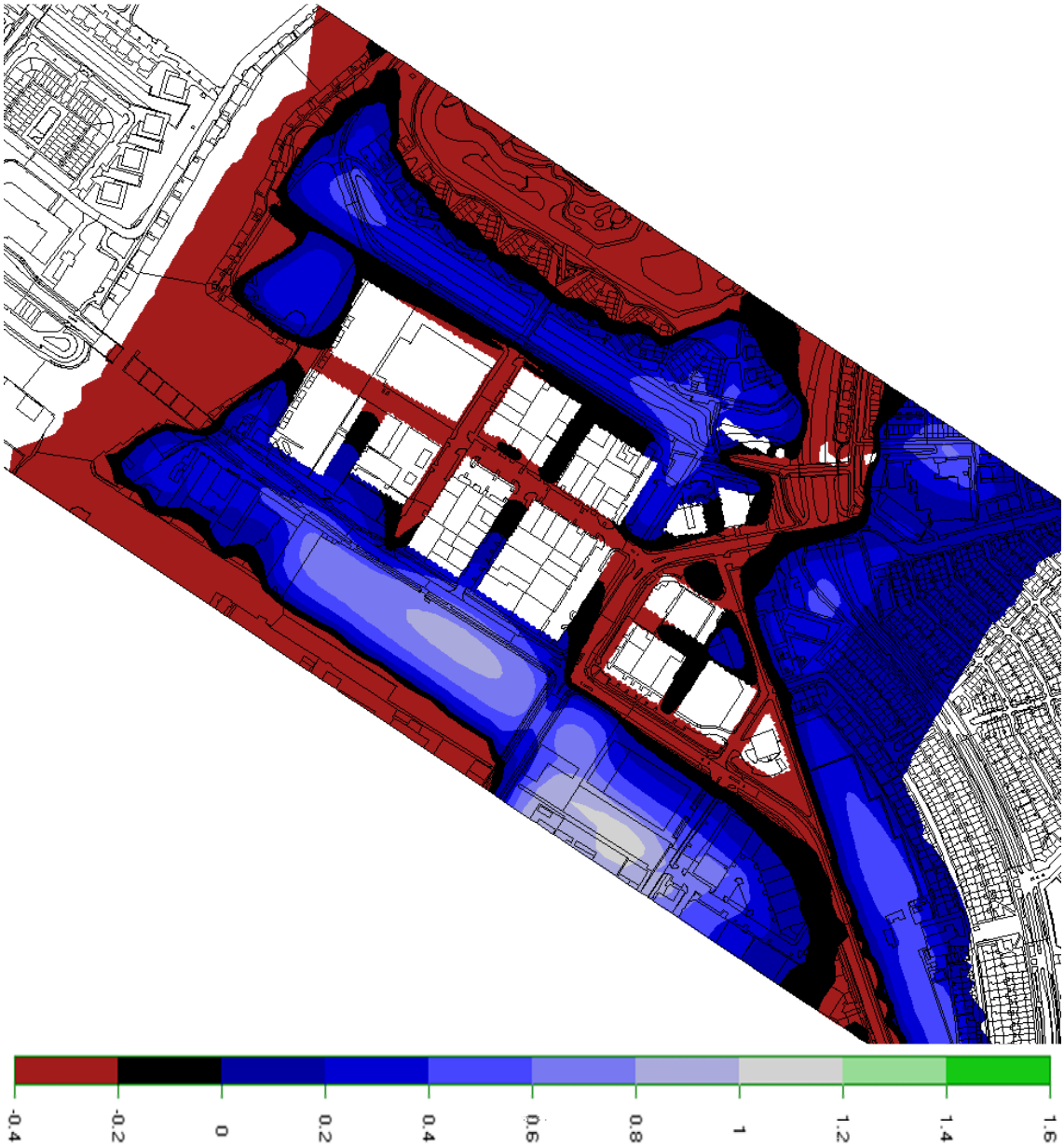


Figuur 5-2: Gemodelleerde GHG voor Scenario 1.

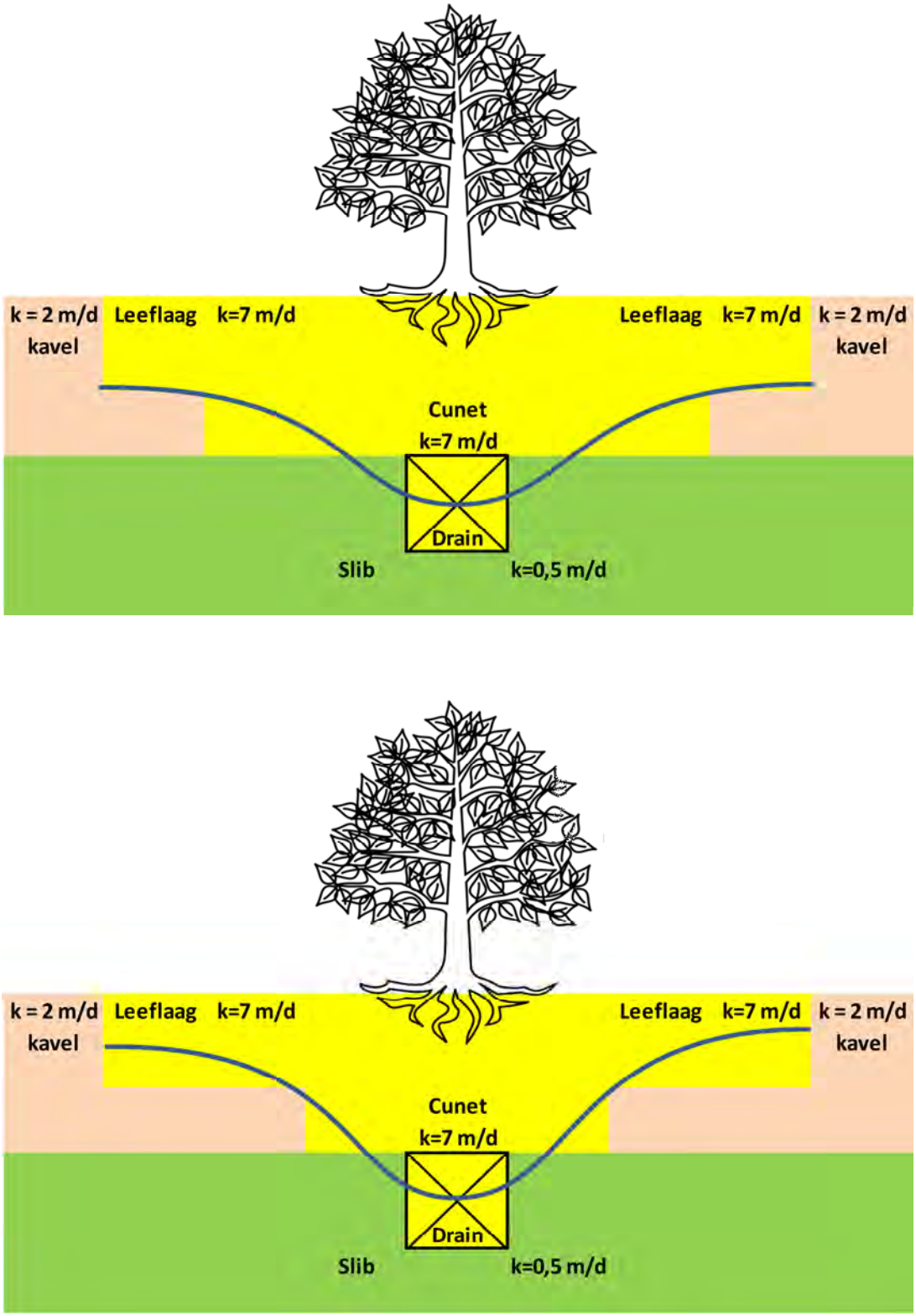
5.4 Scenario 2 – Smalle cunetten, drainage

Door aanleg van smallere cunetten neemt de afwateringcapaciteit van de cunetten af. In gedraineerde straten is het effect gering (<0,05 m). In ongedraineerde straten kan door smallere

cunetten de GHG meer dan 0,10 m hoger zijn. In Figuur 5-4 is het effect van brede en smalle cunetten op de grondwaterstand schematisch weergegeven.



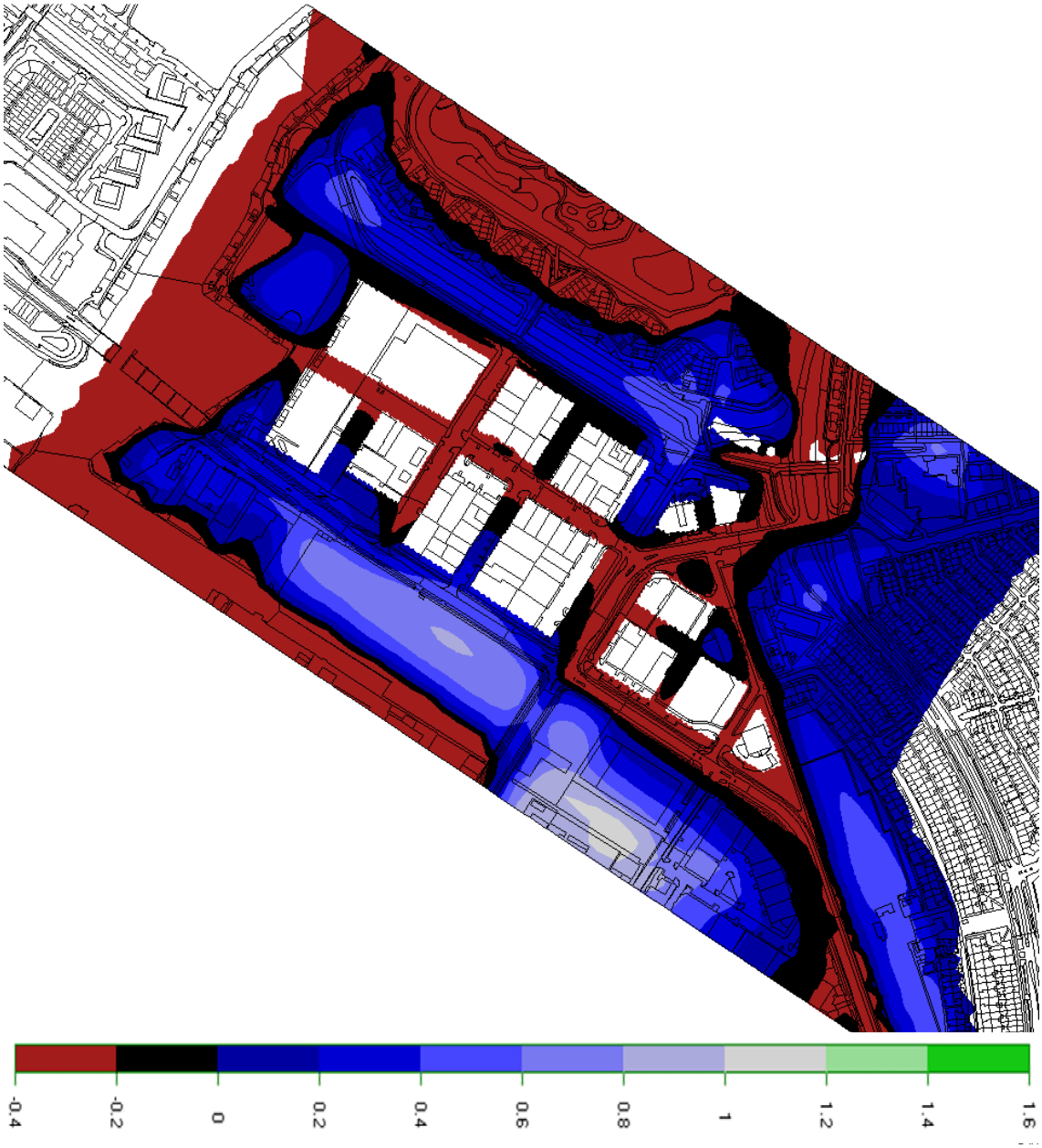
Figuur 5-3: Gemodelleerde GHG voor Scenario 2.



Figuur 5-4: Schematische vergelijking effect op grondwaterstand van breed cunet (boven) en smalle cunet (onder), beide met drain in grindkoffer. In het geval van een smalle cunet is de grondwaterstand in het midden (bij de drain) hetzelfde, maar zijn de grondwaterstanden aan de randen hoger dan in het geval van een brede cunet.

5.5 Scenario 3 – Brede cunetten, drainage, lage k

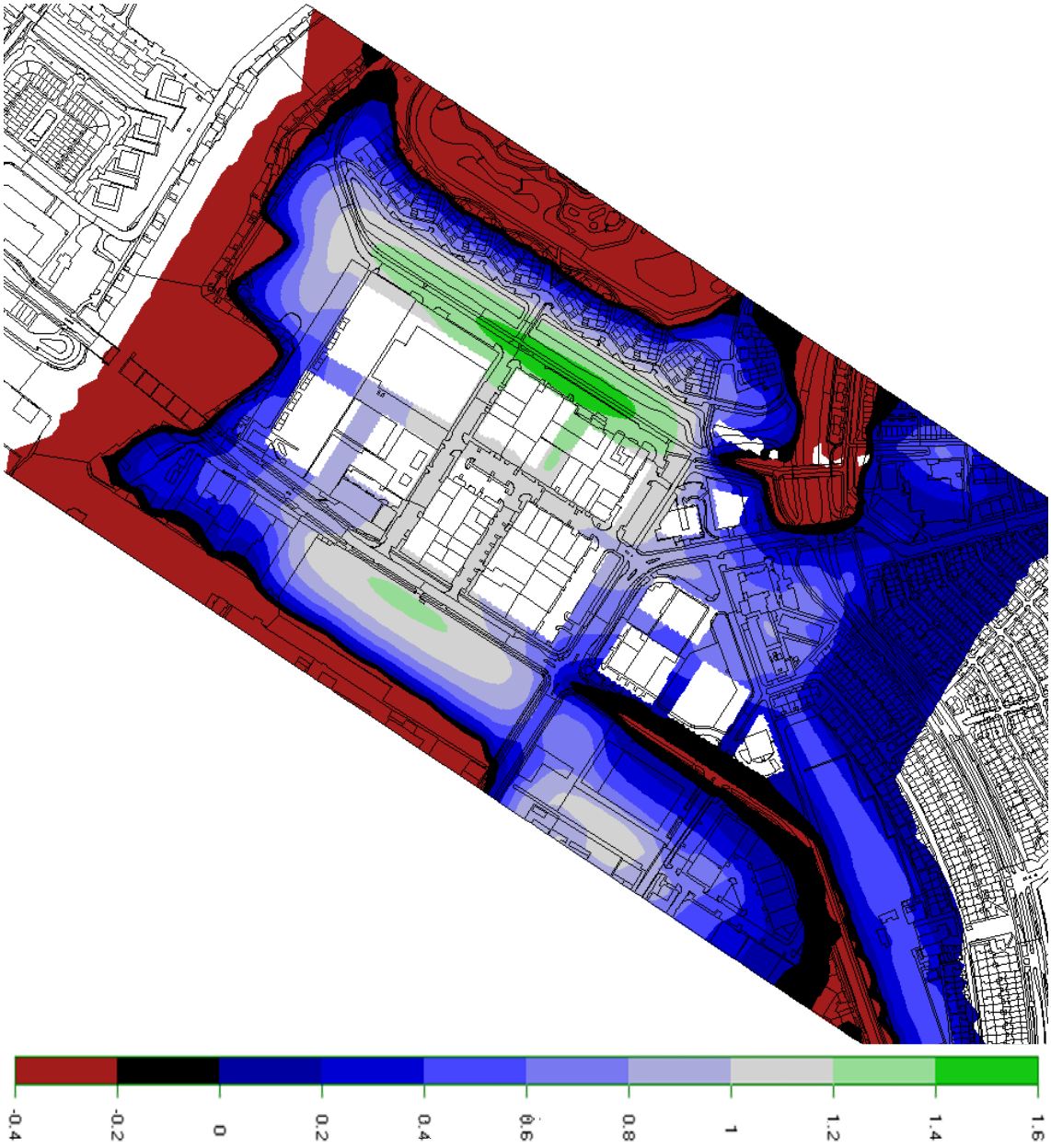
Indien zand met doorlatendheid van 5 m/d gebruik wordt i.p.v. 7 m/d is het effect (in combinatie met drainage en brede cunetten) gering (<0,05 m). De situatie is vergelijkbaar met Scenario 1.



Figuur 5-5: Gemodelleerde GHG voor Scenario 3.

5.6 Scenario 4 – Brede cunetten, geen drainage

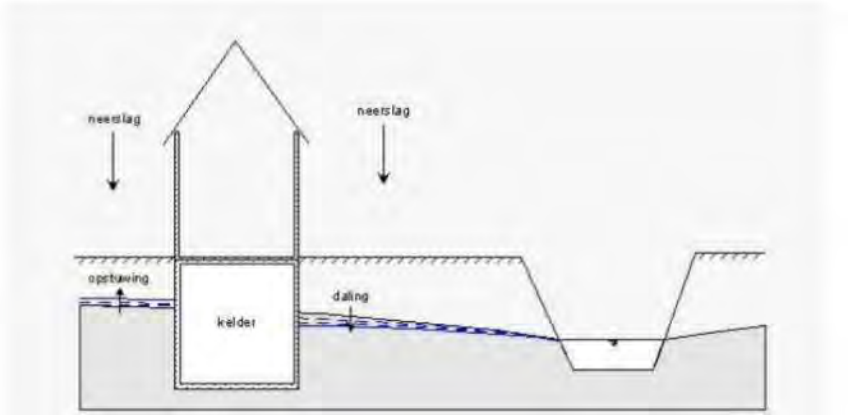
Alleen de cunetten, zonder drainage, zijn onvoldoende om de ontwatering te realiseren. In deze scenario, zonder drainage, stijgen de grondwaterstanden in een groot deel van het gebied tot aan maaiveld. Drainage is in dit gebied absoluut noodzakelijk om aan de grondwaternorm te voldoen.



Figuur 5-6: Gemodelleerde GHG voor Scenario 4.

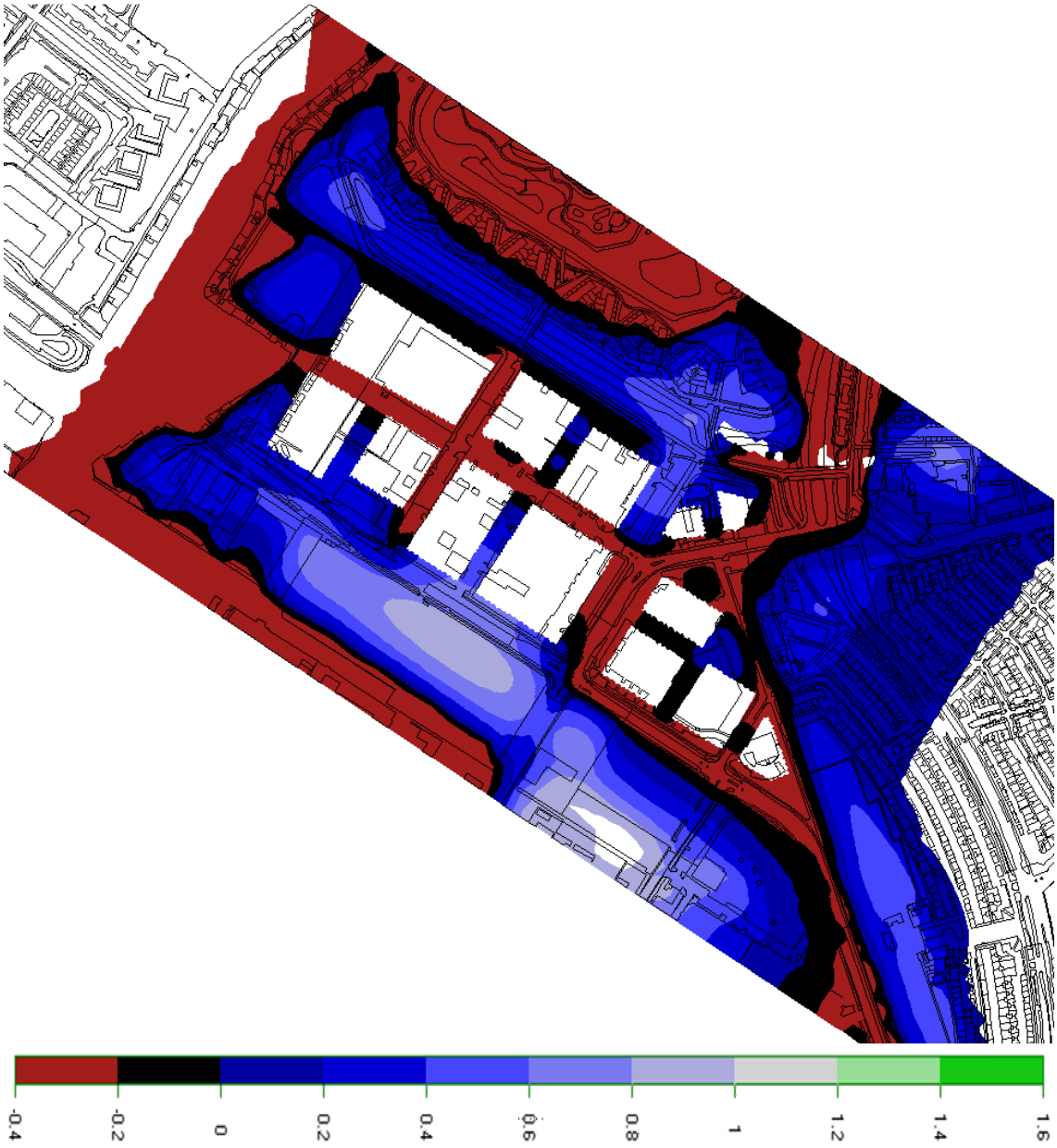
5.7 Scenario 5 – Brede cunetten, drainage, kelders

Door aanleg van kelders ontstaat er barrièrewerking in de ondergrond. Hierdoor kunnen grondwaterstanden zowel stijgen als dalen, afhankelijk van de plaatselijke situatie. In de Klaprozenbuurt leidt aanleg van kelders tot een plaatselijke stijging van grondwaterstanden (rode gebieden in onderstaande figuur). De stijgingen in grondwaterstanden door aanleg van kelders zijn breder aanwezig en zijn groter (tot 0,40 m plaatselijk). Hierdoor wordt mogelijk op deze locaties de grondwaternorm niet behaald, en zijn er extra maatregelen nodig om aan de norm te voldoen (bijvoorbeeld grondverbetering of extra drainage).



Figuur 5-7 Principe barrière werking

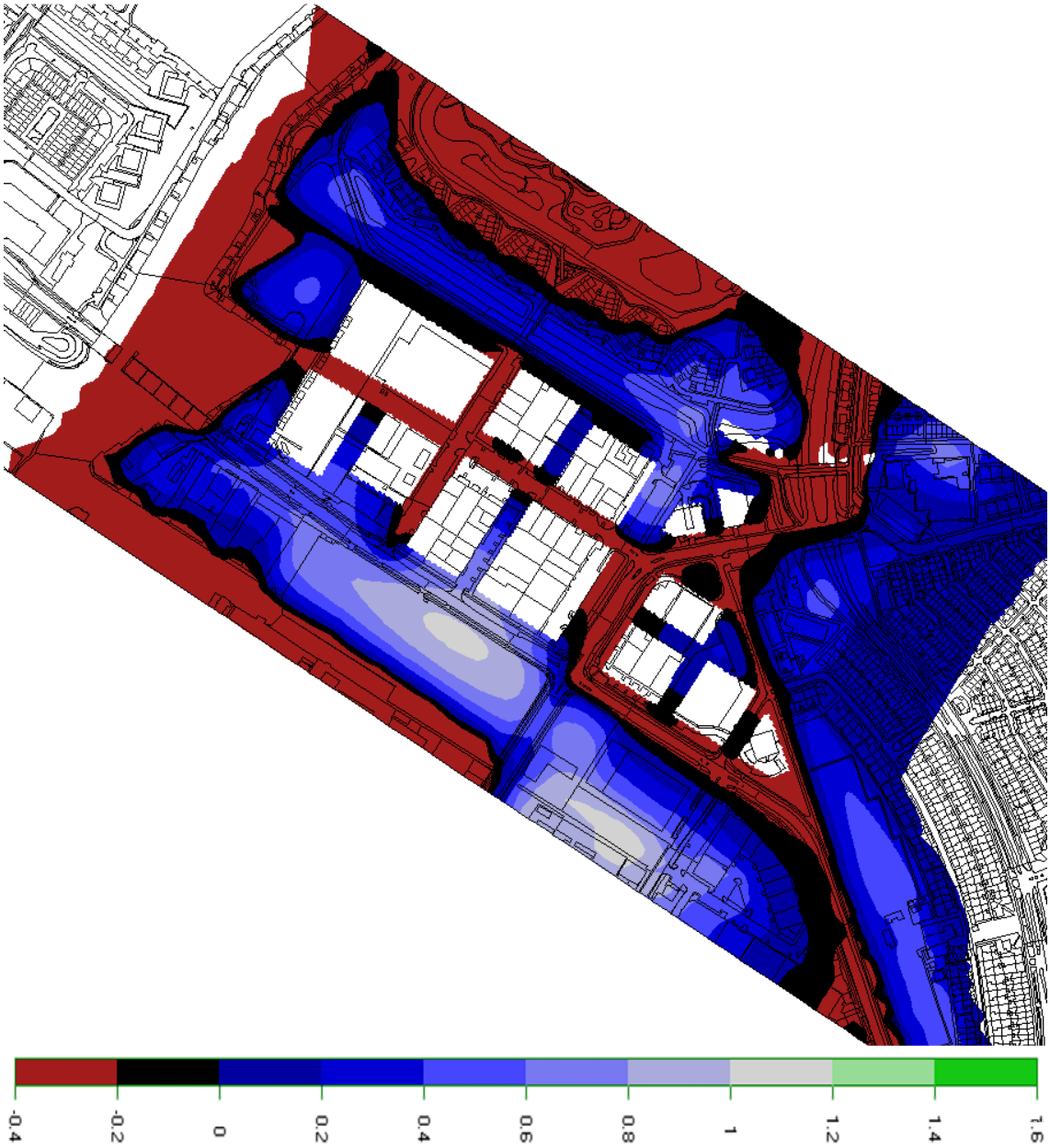
Wanneer er kelders worden aangelegd en er bevindt zich tussen twee kelders bijvoorbeeld een kleilens, dan kan er een situatie ontstaan waarin grondwater 'opgesloten' raakt, met als gevolg grondwateroverlast. Er dient rekening te worden gehouden met een grotere kans op lokaal grondwateroverlast als gevolg van de aanleg van kelders.



Figuur 5-8: Gemodelleerde GHG voor Scenario 5.

5.8 Scenario 6 – Smalle cunetten, drainage, kelders

Deze scenario is een combinatie van de smalle cunetten van Scenario 2 en de kelders van Scenario 5. Door de gecombineerde effect van kelders en smalle cunetten zijn de grondwaterstanden hoger dan in Scenario 2 of in Scenario 5, en wordt de ontwateringsnorm op meer locaties niet gehaald.



Figuur 5-9: Gemodelleerde GHG voor Scenario 6.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Inleiding

De gemeente draagt zorg voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand zoveel mogelijk te voorkomen. De grondwaterstand in de Klaprozenbuurt wordt momenteel beheerst door de aanwezige drainage en lekkende riolen van 50 a 60 jaar oud. Op het moment de riolen worden vernieuwd verliezen ze hun drainerende werking en zal het grondwaterpeil –zonder aanvullende maatregelen- stijgen.

De gemeente hanteert in de GRPA [3] een voorkeursvolgorde voor grondwatermaatregelen bij ruimtelijke ontwikkelingen:

1. aanleg oppervlaktewateren
2. aanpassen waterpeil van oppervlaktewater
3. (integraal) ophogen van maaiveld
4. bouwkundige aanpassingen
5. aanpassen van functie van de bebouwing aan omgeving.

Omdat deze maatregelen niet mogelijk of onvoldoende zijn, zijn aanvullende maatregelen nodig. Hieronder worden de maatregelen en aanbevelingen beschouwd die van toepassing zijn op de Klaprozenbuurt.

6.2 Grondwatermaatregelen

6.2.1 Aanleg oppervlaktewater met doorlatende kades

Volgens het Stedenbouwkundig plan wordt er extra oppervlaktewater gerealiseerd in de vorm van een insteekhaven. Geadviseerd wordt om bij de aanleg van de insteekhaven te zorgen dat de nieuwe oevers goed waterdoorlatend zijn (lage hydraulische weerstand). Daarmee wordt een duurzaam grondwatersysteem gecreëerd waarbij grondwater op een natuurlijke wijze afgevoerd kan worden naar het oppervlaktewater.

Aan de landzijde ter hoogte van de perforaties dient een koffer met goed doorlatend materiaal (drainagezand of grind) aangelegd te worden die in verbinding staat met het freatische grondwater. Hiermee wordt de effectiviteit van de perforaties sterk vergroot

Omdat het water in het IJ brak is, moet infiltratie van IJ-water in tijden van lage grondwaterstanden worden voorkomen. De kadeperforaties dienen als eenrichting verkeer uitgevoerd te worden, waarbij grondwater richting het IJ kan stromen, maar niet andersom.

6.2.2 Ophogen van maaiveld – 'no-regret' maatregel

Om aan te sluiten bij de ambitie van het AGV op het gebied van waterveiligheid wordt een toekomstig maaiveldniveau van minimaal NAP+1,0 m geadviseerd. Het ophogen van maaiveld heeft een positief effect op zowel de ontwateringsdiepte, als op de waterveiligheid in geval van hoge waterstanden in het IJ.

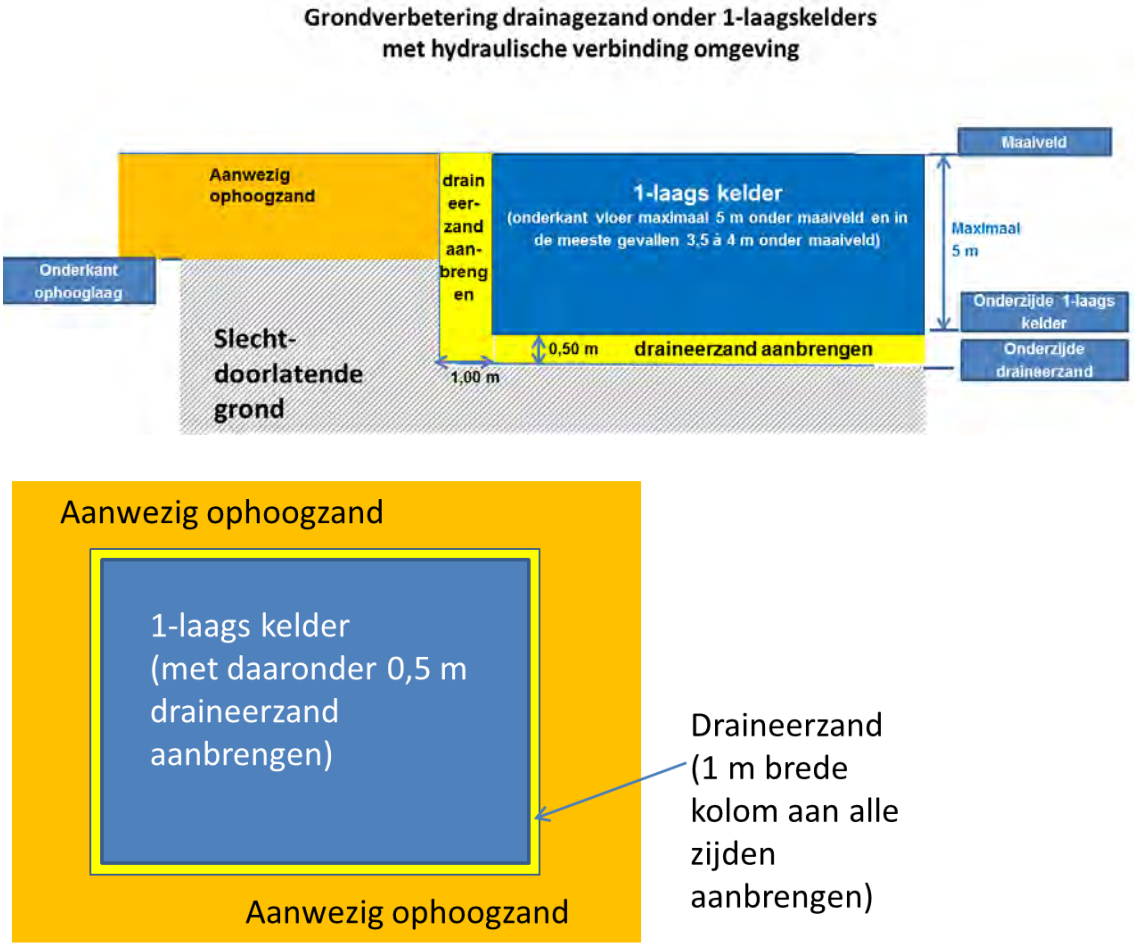
Aanbevolen wordt om het vloerpeil van de nieuwbouw niet gelijk aan het maaiveld, maar dit verhoogd ten opzichte van het maaiveld aan te leggen. Op deze manier kan worden toegewerkt naar een nieuwe gebiedshoogte. Dit dient verder te worden uitgewerkt in samenwerking met de ontwerpers.

6.2.3 Bouwkundige aanpassingen – grondwaterneutraal bouwen

Indien concrete belangstelling ontstaat voor het realiseren van kelders of ondergrondse parkeergarages of het aanbrengen van permanente ondergrondse damwandschermen dienen de geohydrologische effecten van deze constructies te worden bepaald. De effecten dienen ter toetsing te worden voorgelegd aan Waternet/AGV. Daarbij bestaan mogelijkheden om de negatieve effecten van kelders (gedeeltelijk) te mitigeren, bijvoorbeeld door grondwaterneutrale kelderbouw conform de richtlijnen uit het Integraal Technisch Beleidsrapport bij het GRPA [12].

In Figuur 6-1 is het principe van grondwaterneutraal bouwen schematisch weergegeven. Grondwaterneutraal bouwen is een maatregel die praktisch uitvoerbaar is voor 1-laags kelders. Onder de keldervloer komt een 0,5 m dikke grondverbetering met draineerzand (k=20 m/dag) om grondwaterstroming mogelijk te maken. Dit voorkomt dat de constructies een blokkade vormen voor het grondwater, waarbij plaatselijk opstuwing opstaat en de ontwatering lager wordt. Daarnaast dienen kolommen draineerzand (1 m breed) aan alle zijkanten van de gebouwen te worden aangebracht, en goed aangesloten te worden op de cunetten.

Uit voorzorg kan grondwaterneutrale kelderbouw als bouwregel aan alle nieuwe ontwikkelingen kunnen worden opgelegd. Dit laatste brengt extra kosten met zich mee voor de ontwikkelaars die kiezen voor kelderbouw. Het is onzeker of de aanleg van grondverbetering door particulieren daadwerkelijk wordt uitgevoerd en correct wordt aangesloten op de ontwateringsvoorzieningen in de openbare ruimte. Vanwege deze onzekerheden is in het grondwatermodel geen rekening gehouden met grondverbetering.



Figuur 6-1 Grondwaterneutrale kelderbouw (zijaanzicht boven en bovenaanzicht onder)

6.2.4 Aanleg goed doorlatende cunetten en drainage

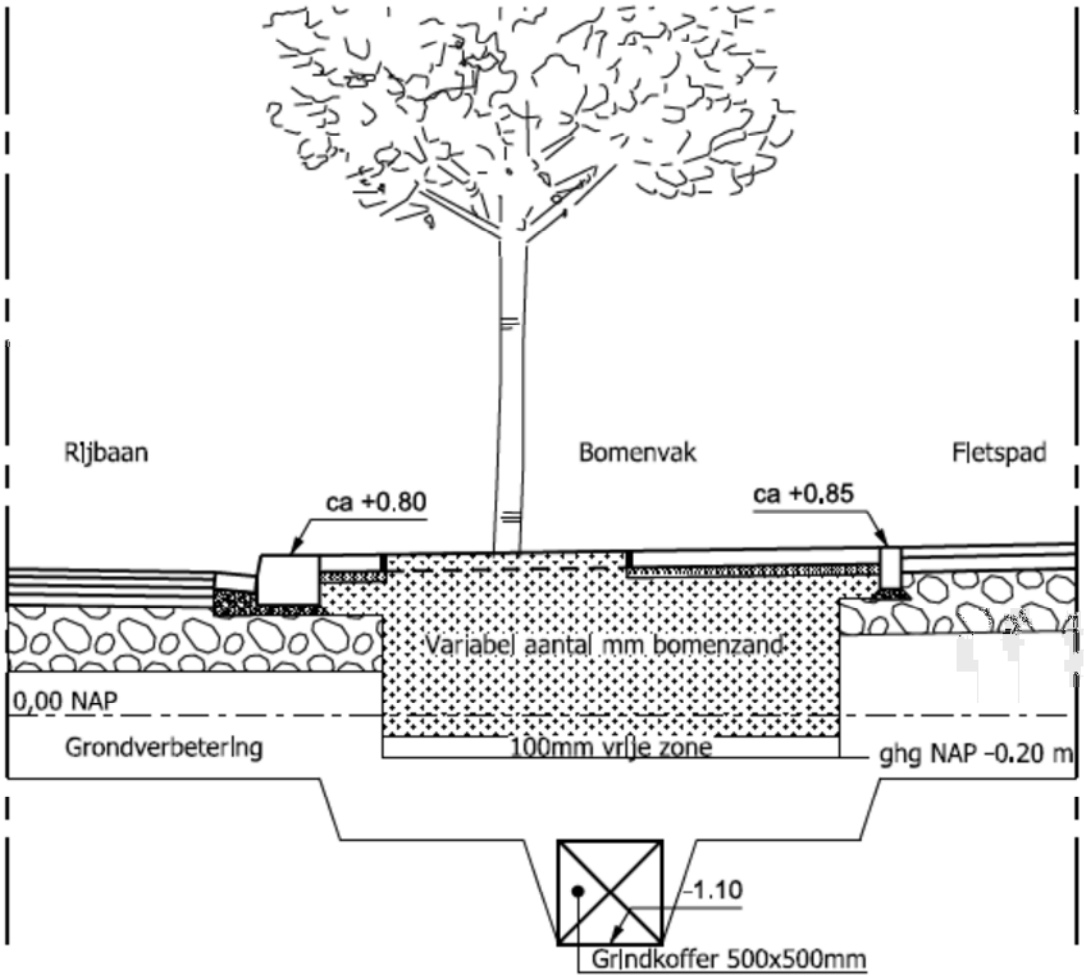
Om in de Klaprozenbuurt voldoende ontwateringsdiepte te realiseren zijn goed doorlatende diepe cunetten in combinatie met drainage noodzakelijk. In Figuur 6-2 is een principeschets van cunet met drain in grindkoffer weergegeven. Hoe breder het cunet wordt aangelegd, hoe robuuster[4], omdat de kans kleiner is dat het cunet wordt doorsneden (door bijv. werkzaamheden). Hoe dieper het cunet hoe groter het contactoppervlak (natte omtrek) met de omliggende slechtdoorlatende grond, wat de toestroom van grondwater en de grondwatersituatie in de omgeving verbetert. Bij de aanleg van cunetten en drainage dient rekening te worden gehouden met mogelijke aanwezigheid van mobiele verontreinigingen; de verplaatsing daarvan dient vermeden te worden.

De noodzaak van een cunet en de afmetingen daarvan kan per straat worden afgewogen en is onder andere afhankelijk van de volgende variabelen:

- Het verschil tussen de huidige ontwatering en de gewenste ontwatering ter plaatse
- De afstand van het cunet tot het oppervlaktewater (drainagebasis)

[4] Onder robuustheid verstaan we het vermogen om de functie waarvoor het systeem ontworpen is te blijven vervullen, ook in situaties die sterk afwijken van de reguliere gebruikersomstandigheden.

- De kans op mogelijke drempelvorming
- Realiseerbaarheid in ruimte en tijd
- Aanwezigheid van mobiele verontreinigingen



Figuur 6-2 Principeschets cunet met drain in grindkoffer

Daar waar bomen gepland zijn dienen de cunetten van drainage te worden voorzien om de minimale ontwatering van 0,9 m-mv te realiseren. De drainage dient robuust te worden uitgevoerd; dat wil zeggen dat de drainage bij voorkeur zo ontworpen wordt dat deze niet periodiek droogvalt (wat kan leiden tot verstopping door ijzeroxidatie).De drainage dient te worden omhuld door een koffer van goed doorlatend materiaal (grind, korrelgrootte >4 mm) met geotextiel omhulling (geweven, poriegrootte >300 mµ) om ingroei van wortels tegen te gaan.

Indien drainage niet in alle straten wordt aangelegd, wordt geadviseerd om bij de aanleg van drainage de afstanden naar de dichtstbijzijnde drain te minimaliseren. Dit kan bijvoorbeeld bereikt worden door lange parallelle drains aan te leggen in de Metaalbewerkerweg, Slijperweg en Klaprozenweg. Zo kunnen de cunetten in de tussenliggende straten (o.a. de Polijsterweg en Draaierweg) op beide uiteinden op de drains in de aangrenzende straten afwateren.

Drainage kan gecombineerd worden met hemelwaterafvoer, en als drainage-transport riool uitgevoerd worden.

6.2.5 Infiltratie van hemelwater beperken

Infiltratie van hemelwater (toepassing van wadi's, infiltratiekratten, waterdoorlatende bestrating, etc.) dat afkomstig is van verharde oppervlakken wordt afgeraden; de Klaprozenbuurt is hiervoor geen geschikt gebied. Zowel de infiltratiecapaciteit als het doorlaatvermogen van de bodem is op veel locaties onvoldoende en de grondwaterstand staat al relatief hoog.

Aanbevolen wordt om water tijdens extreme neerslag zoveel mogelijk over maaiveld af te voeren richting het oppervlaktewater. Indien er water in het gebied wordt vastgehouden, wordt aanbevolen om dit in straten en parkeervakken te doen, en bij voorkeur niet in groene gebieden, om aanvulling van grondwater te beperken en om hoge grondwaterstanden bij bomen te vermijden.

Als in het plangebied wadi's gerealiseerd worden om water te bergen bij extreme neerslag, dienen de wadi's van drainage te worden voorzien. De drainage dient om de wadi's op tijd leeg te laten stromen om ruimte te maken voor opvang van de volgende regenbui en om aanvulling van grondwater vanuit de wadi's te beperken. In Bijlage 5 - is ter illustratie een voorbeeld opgenomen van een dwarsprofiel van een wadi.

6.3 Advies openbare ruimte

Om aan de ontwateringsnorm en gewenste ontwateringsdiepte voor bomen te voldoen worden de volgende maatregelen geadviseerd:

1. Maaiveld zo hoog mogelijk aanbrengen als in de praktijk realiseerbaar is.
2. Aanbrengen cunetten van minimaal 1,2 m diepte[5] onder alle openbare wegen met een doorlatendheid van minimaal 5 m/d.
3. Daar waar bomen geplant worden, aanbrengen diepcunetten minimaal tot NAP-0,6 m en minimaal 5 m breed, met daaronder (onderwater)drainage in een grindkoffer[6].
4. Doorsteken maken om cunetten en drainages te verbinden, om de robuustheid van het systeem te vergroten.
5. Drainage met HWA-riool combineren, en als drainage-transport riool uitvoeren, om ruimte in de ondergrond te besparen.
6. Aanleg van natuurlijke 'zachte' oevers ter plaatse van aansluiting cunetten op oppervlaktewater.
7. Geen actieve hemelwaterinfiltratie (zowel openbare als private ruimte).

De gefaseerde ontwikkeling van het gebied leidt tot een langdurige transitieperiode waarbij nieuwbouw plaatsvindt nabij de al aanwezige panden. Bij een gefaseerde ophoging dient

[5] Om voldoende ontwatering te realiseren moet het cunet zo diep mogelijk worden aangelegd, in de praktijk moet de minimale diepte bepaald worden in overleg met beheerders van kabels en leidingen.
[6] Deze minimale waarden zijn bepaald op basis van ervaringen in andere projecten in de omgeving, met name in de Buiksloterham, waarbij in overleg met Waternet vergelijkbare systemen zijn ontworpen en aangelegd.

voorkomen te worden, dat de kavels die laag blijven liggen grondwater- of hemelwateroverlast hebben, door passende maatregelen te treffen en tussentijds de werking van de maatregelen te controleren.

6.4 Aanvullend veldonderzoek

Aanbevolen wordt om de peilbuizen in het gebied te blijven monitoren. Om de kwaliteit van het grondwatermodel te verbeteren wordt aanbevolen om doorlatendheidsonderzoek in het gebied uit te voeren. Onderzoek dient uitgevoerd te worden op meerdere locaties in het gebied en op verschillende dieptes. Stichting RIONED heeft richtlijnen opgesteld voor het uitvoeren van doorlatendheidsonderzoek [13]. De doorlatendheidsonderzoek kan gecombineerd worden met bodemonderzoek.

6.5 Tussentijdse evaluatie en controle

Wijzigingen in de planvorming kunnen grote gevolgen hebben voor het toekomstige grondwatersysteem, zowel voor wat betreft de grondwaterstand als de afstroming van grondwater. Ook kan beleid tussentijds wijzigen, bijvoorbeeld kan de ontwateringsnorm in de GRPA aangescherpt worden. Ontwikkelingen met invloed op het grondwatersysteem dienen daarom tijdig te worden geëvalueerd. Te denken valt vooral aan realisatie van kelders en nieuwe kadeconstructies maar ook aan trends als het realiseren van meer onverhard oppervlak dan de huidige aanname voor het eindbeeld (20% onverhard oppervlak) of wijzigingen in de te realiseren maaiveldniveaus. Ook komen er nieuwe gegevens beschikbaar, bijvoorbeeld langere meetreeksen of resultaten van bodemonderzoeken. Daarom wordt aanbevolen om de ontwikkelingen te blijven volgen, en het grondwatermodel te evalueren. Als het definitieve ontwerp gereed is, dient het grondwatermodel daarop aangepast te worden en de effecten opnieuw te worden berekend.

7 Bronvermelding

[1] Concept Stedebouwkundig Plan, Gemeente Amsterdam, d.d. 02-07-2019
[2] Quick-scan water Klaprozenbuurt, Gemeente Amsterdam, d.d. 28-02-2019
[3] GRPA, Gemeentelijk RioleringsPlan Aanvullend 2016-2021
[4] Projectnota Klaprozenbuurt, Gemeente Amsterdam, vastgesteld in februari 2019
[5] Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN3), www.ahn.nl
[6] Milieuhygiënisch (water-)bodem- en verhardingsonderzoek Klaprozenweg te Amsterdam, Cauberg-Huygen, referentie 20102336-05, d.d. 18 mei 2011
[7] Verkennend bodemonderzoek Heggerankweg 87 in Amsterdam Noord, Anthea Group, projectnr 268073, d.d. 14 april 2014
[8] https://www.dinoloket.nl/
[9] Gemeente Amsterdam, Leidingenkaart WGM, J.T. Rietveld, d.d. 11-6-2015
[10] https://bagviewer.kadaster.nl/lvbag/bag-viewer/index.html
[11] Karakterisering van de freatische grondwaterstand in Nederland, JWJ van der Gaast en HThL Massop, Alterra-rapport 819, 2003
[12] Integraal Technisch Beleidsrapport 2016-2021. Waternet, december 2015
[13] https://www.riool.net/doorlatendheidsonderzoek

Bijlagen

Bijlage 1 - Grondwateraanvulling

GRONDWATERAANVULLING

Project:
Projectnummer:
Documentnummer:
Opdrachtgever:
Opsteller:
Datum: 26-9-2019
Bestandslocatie: G:\IB\Algemeen\WGM\BESTAND\Projecten\Klaprozenbuurt\Analyses\[Klaprozenb

Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau

Formule:

Grondwateraanvulling =
(1-cver)x(%ver/100)x((Nx(1+(ktoe/100)))-(Vxqver))+
(1-conv)x(%onv/100)x((Nx(1+(ktoe/100)))-(Vxqonv))

per project invullen
standaard waarde
berekening

Gemiddelde situatie

Percentage verhard (%ver)	90	%		
Percentage onverhard (%onv)	10	%		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)		
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)		
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American		
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers		
Neerslag (N)	2,31	mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdaml)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	30	% (17% = toename gemiddelde winterneerslag 2050, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)		

Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard	1,49	mm/d
Netto neerslag verhard	2,85	mm/d	Netto neerslag onverhard	1,52	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,29	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	1,29	mm/d

Gemiddelde grondwateraanvulling	0,39	mm/d

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 13 %

Piekgebeurtenis

Maximum 10-daagse neerslag (T=2 jaar)	83,3	mm/10 dagen =	8,33	mm/d (= 10-daagse bui met T=2 meteostations rond Amsterdam)
Gerelateerde referentie-gewas verdamping	11	mm/maand =	0,35	mm/d (= langjarig gemiddelde november de Bilt)
Klimaatverandering	25	% (17% = verwachtingswaarde toename 10-daagse piekneerslag T=10 winter 2050, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)		

Verdamping verhard	0,04	mm/d	Verdamping onverhard	0,35	mm/d
Netto neerslag verhard	10,38	mm/d	Netto neerslag onverhard	10,06	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	1,04	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	8,55	mm/d

Piek grondwateraanvulling	1,79	mm/d

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 17 %

GRONDWATERAANVULLING

Project:
Projectnummer:
Documentnummer:
Opdrachtgever:
Opsteller:
Datum: 26-9-2019
Bestandslocatie: G:\IB\Algemeen\WGM\BESTAND\Projecten\Klaprozenbuurt\Analyses\[Klaprozen

Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureauu

Formule:

Grondwateraanvulling =
(1-cver)x(%ver/100)x((Nx(1+(ktoe/100)))-(Vxqver))+
(1-conv)x(%onv/100)x((Nx(1+(ktoe/100)))-(Vxqonv))

per project invullen
standaard waarde
berekening

Gemiddelde situatie

Percentage verhard (%ver)	100	%		
Percentage onverhard (%onv)	0	%		
Gewasfactor onverhard (qonv)	1	(gras, cultuurtechnisch vademecum 1988)		
Gewasfactor verhard (qver)	0,1	(aanname IBA)		
Afvoercoefficient verhard (cver)	0,9	(Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, American		
Afvoercoefficient onverhard (conv)	0,15	Society of Civil Engineers		
Neerslag (N)	2,31	mm/dag =	2,31	mm/d (= langjarig gemiddelde meteostations rond Amsterdaml)
Referentie-gewasverdamping (V)	543	mm/jaar =	1,49	mm/d (= langjarig gemiddelde de Bilt)
Klimaatverandering (ktoek)	0	% (17% = toename gemiddelde winterneerslag 2050, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)		

Verdamping verhard	0,15	mm/d	Verdamping onverhard	1,49	mm/d
Netto neerslag verhard	2,16	mm/d	Netto neerslag onverhard	0,82	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,22	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	0,70	mm/d

Gemiddelde grondwateraanvulling	0,22	mm/d

Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 9 %

Piekgebeurtenis

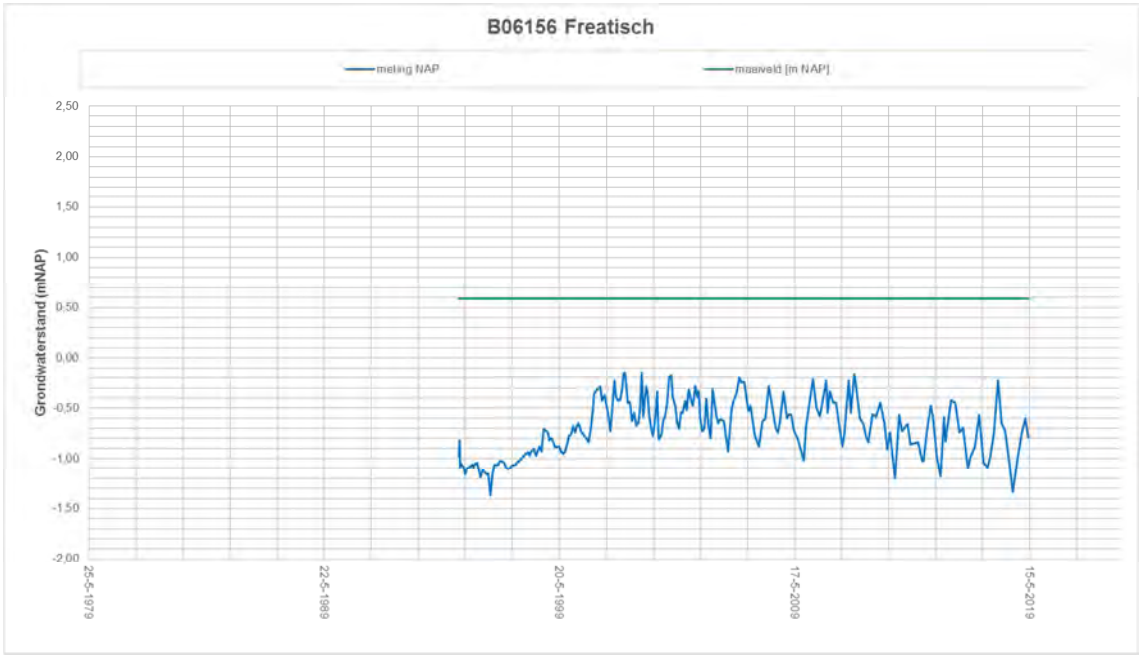
Maximum 10-daagse neerslag (T=2 jaar)	83,3	mm/10 dagen	8,33	mm/d (= 10-daagse bui met T=2 meteostations rond Amsterdam)
Gerelateerde referentie-gewas verdamping	11	mm/maand =	0,35	mm/d (= langjarig gemiddelde november de Bilt)
Klimaatverandering	0	% (17% = verwachtingswaarde toename 10-daagse piekneerslag T=10 winter 2050, klimaatscenario WH, KNMI-scenario 2014)		

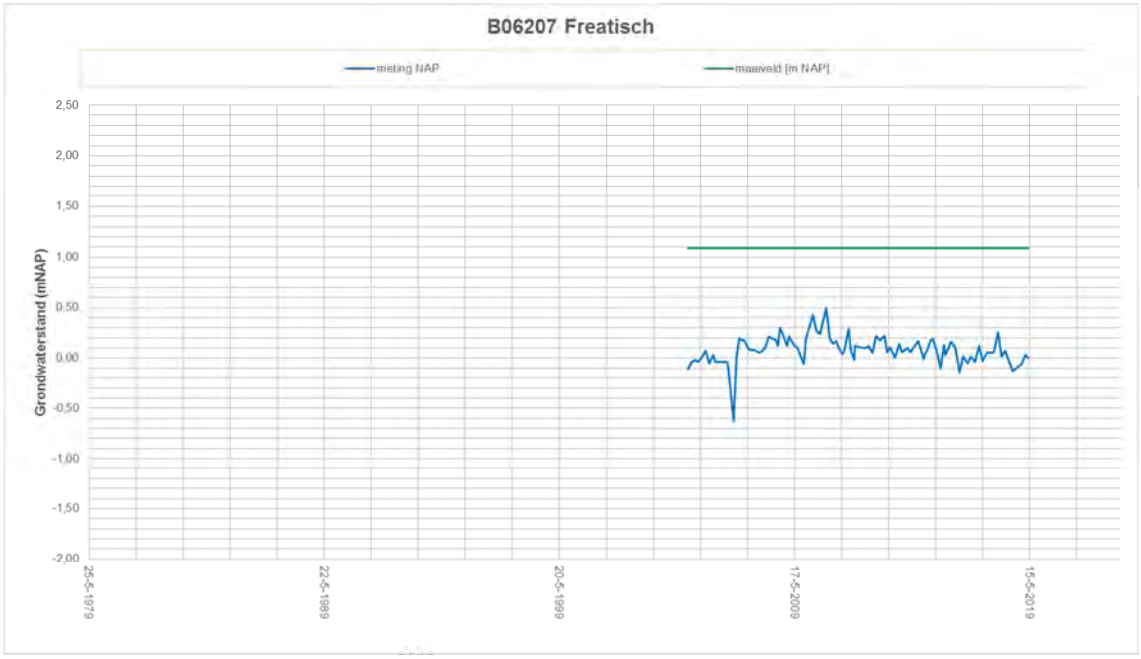
Verdamping verhard	0,04	mm/d	Verdamping onverhard	0,35	mm/d
Netto neerslag verhard	8,29	mm/d	Netto neerslag onverhard	7,98	mm/d
Grondwateraanvulling bij verharding	0,83	mm/d	Grondwateraanvulling bij onverharding	6,78	mm/d

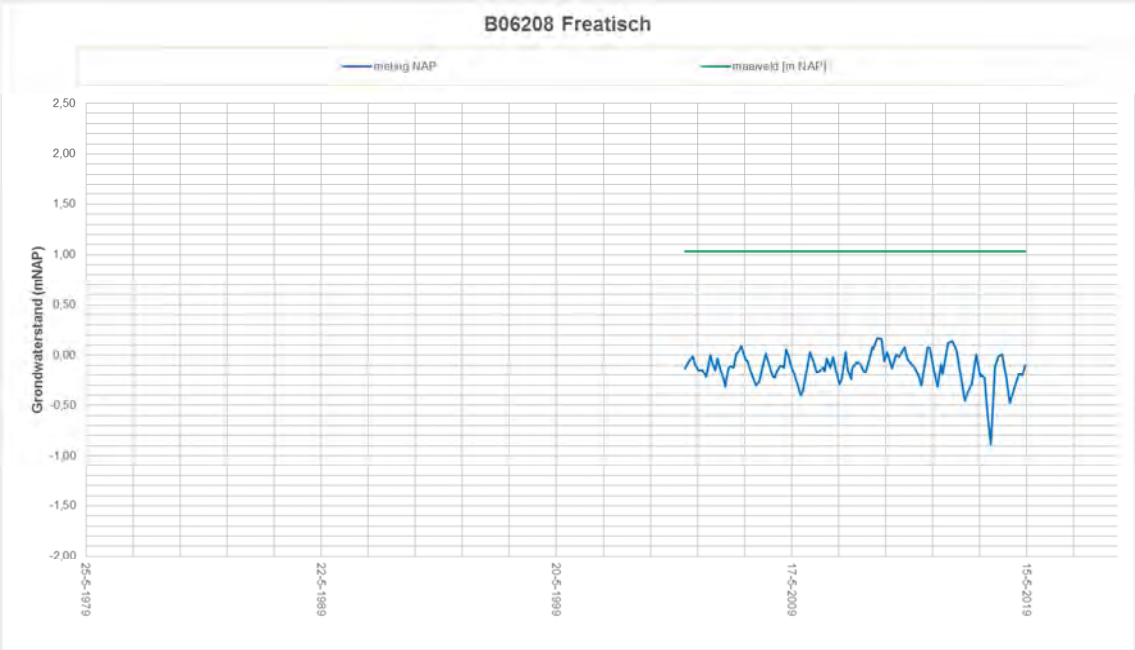
Piek grondwateraanvulling	0,83	mm/d

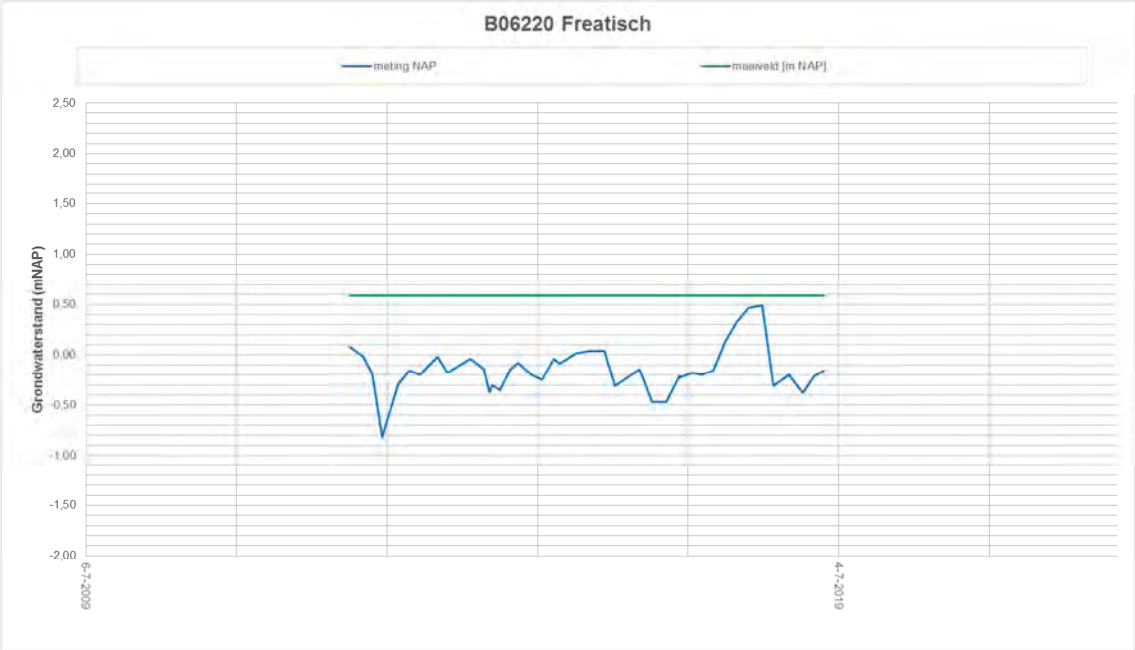
Infiltratiepercentage t.o.v. neerslag 10 %

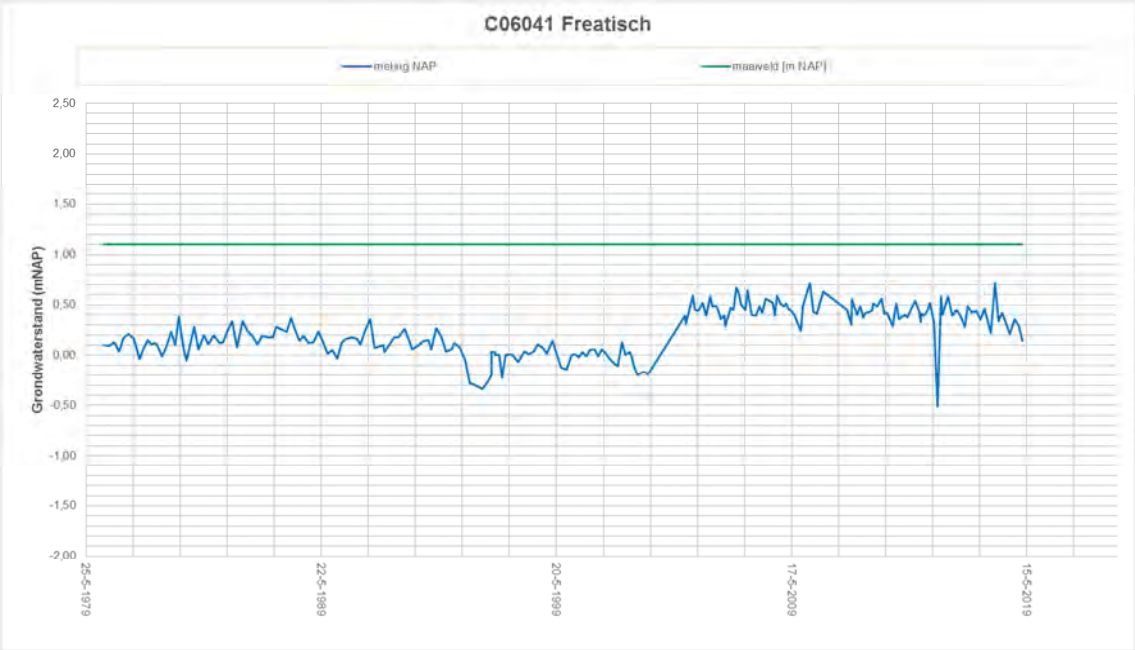
Bijlage 2 - Meetgegevens freatische peilbuizen

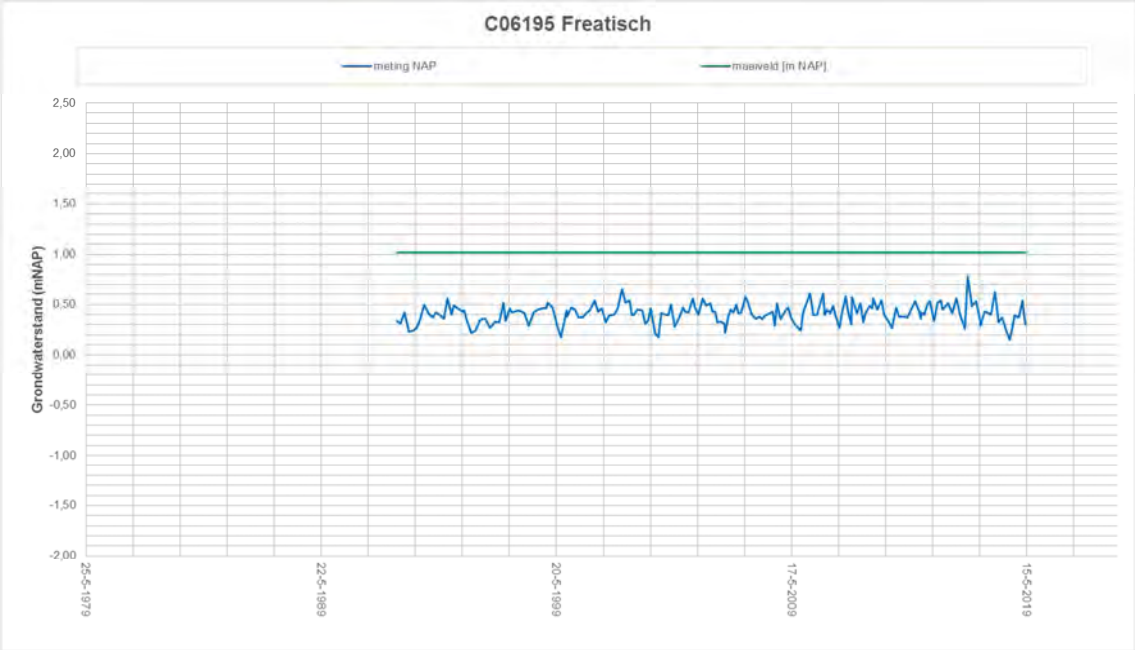

B06156 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

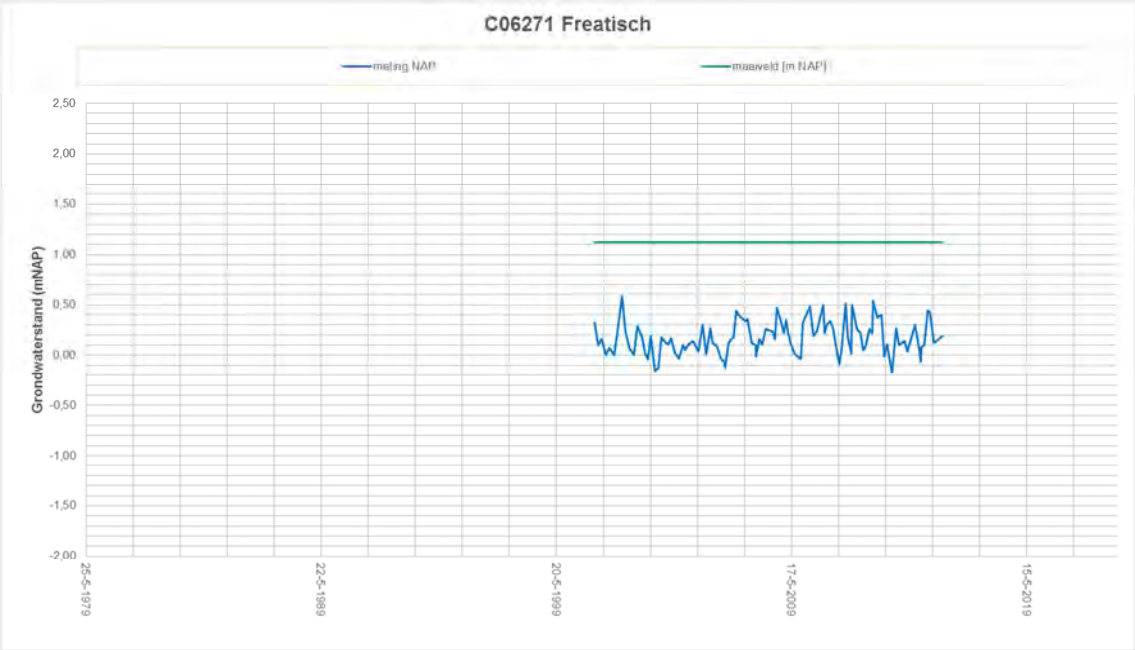

B06207 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

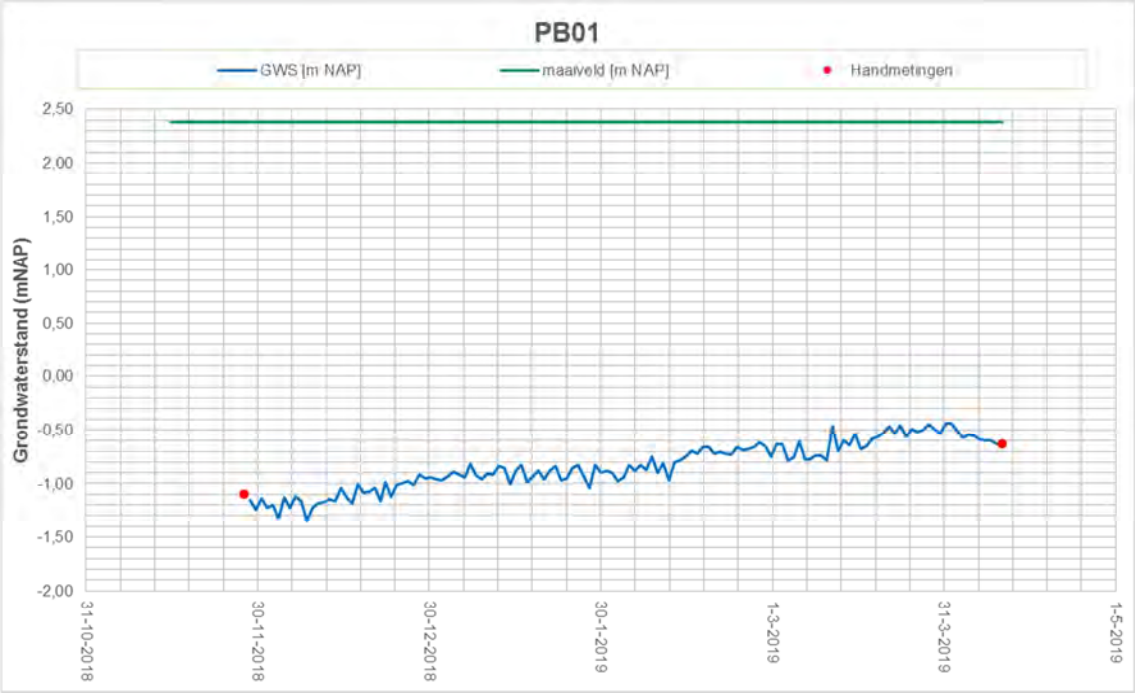

B06208 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

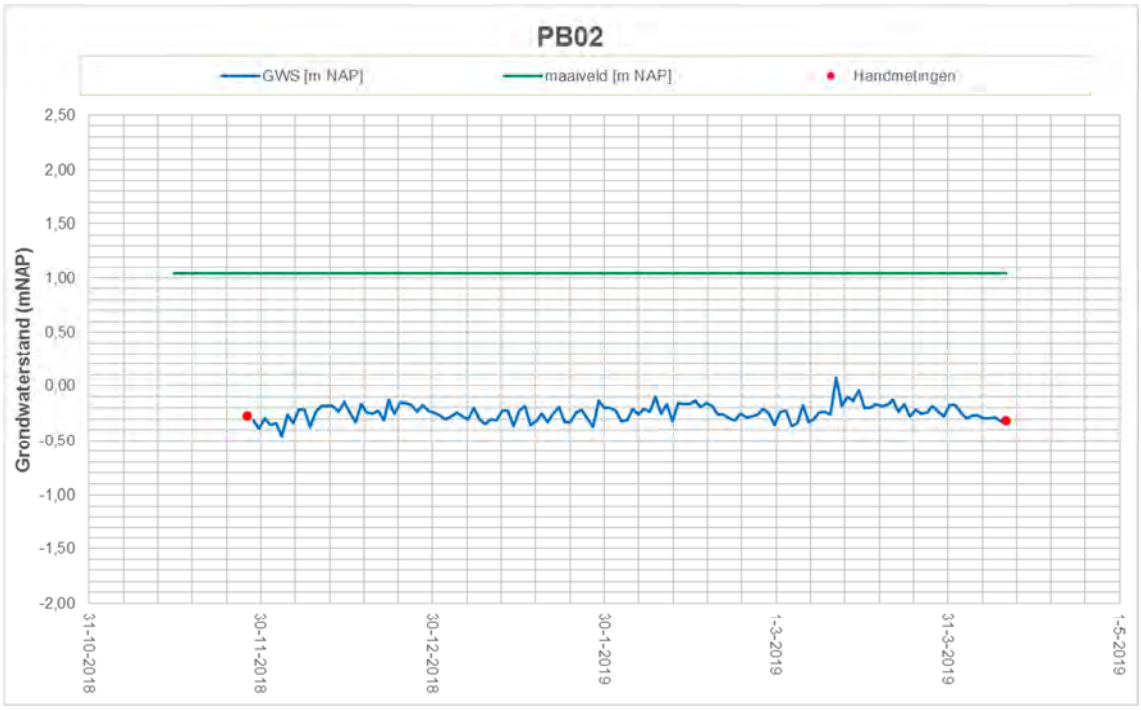

B06220 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
6-7-2009
4-7-2019

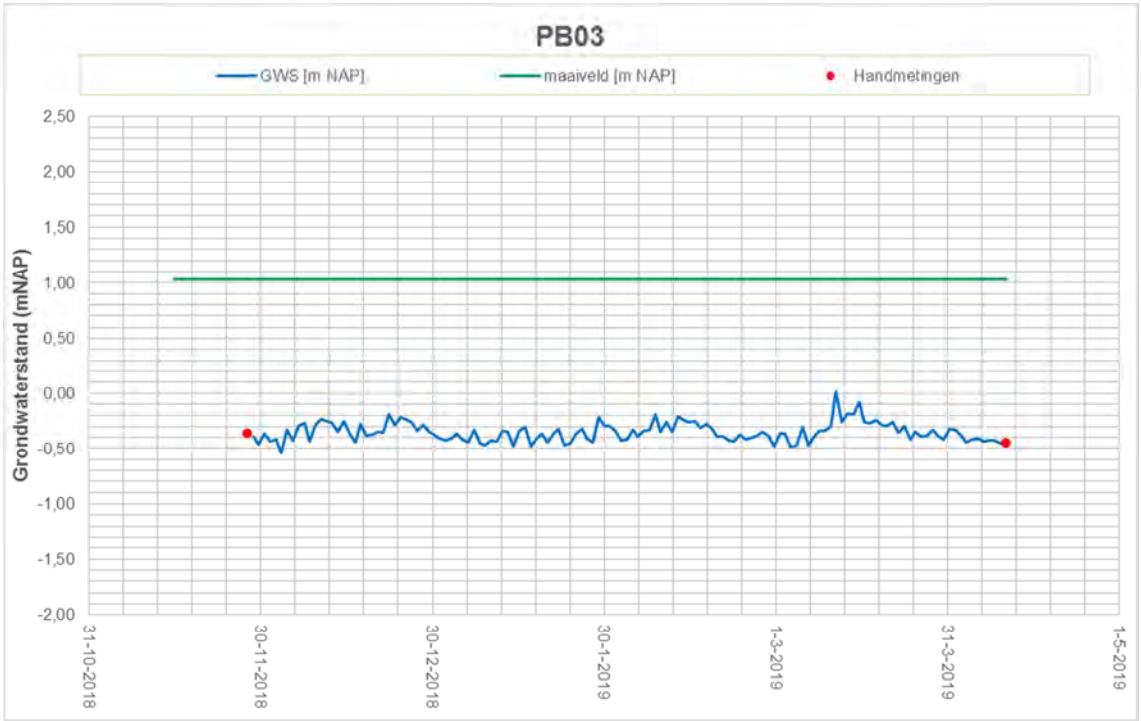

C06041 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

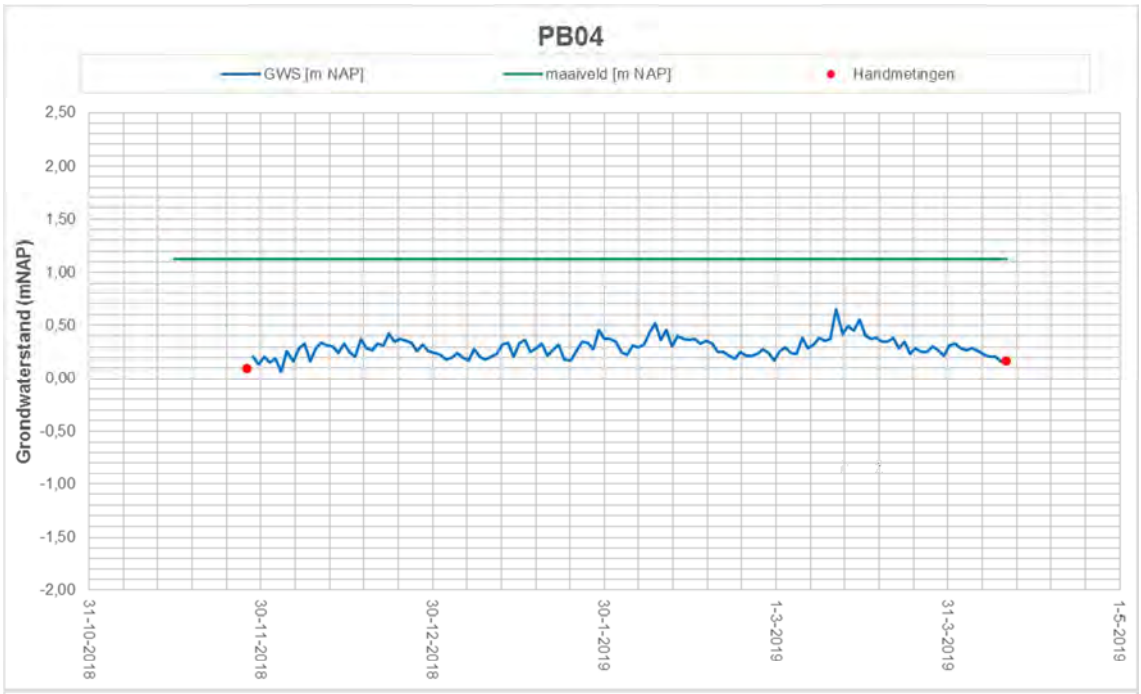

C06195 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

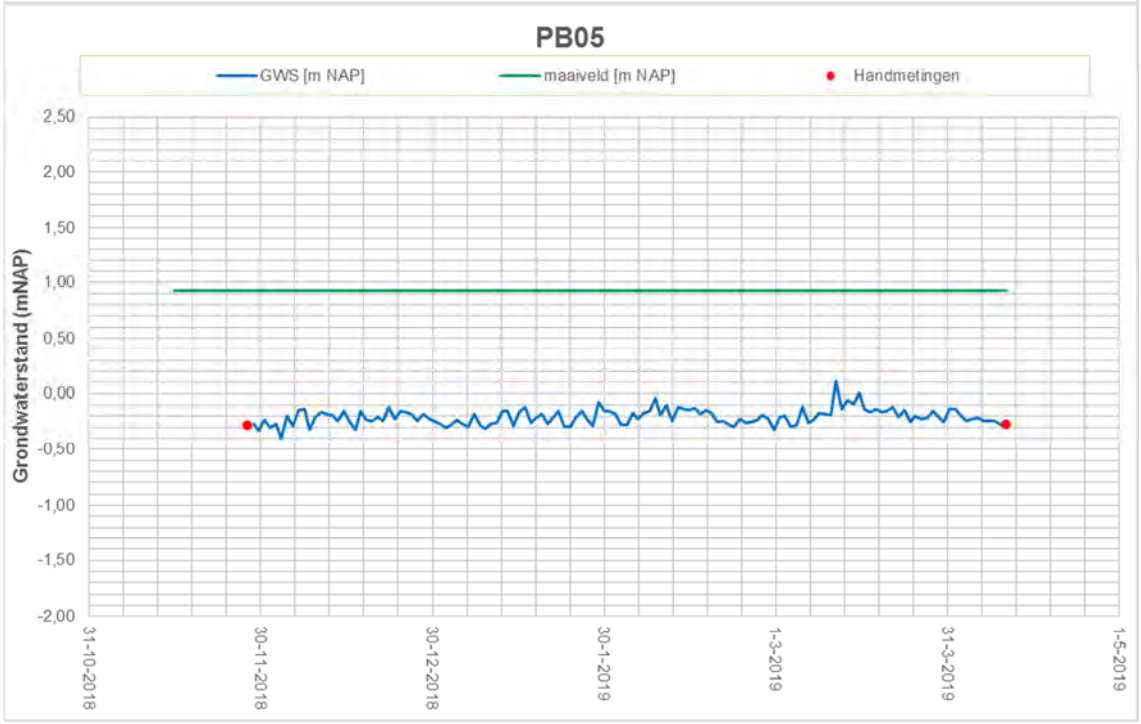

C06271 Freatisch
meting NAP
maaiveld [m NAP]
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
25-5-1979
22-5-1989
20-5-1999
17-5-2009
15-5-2019

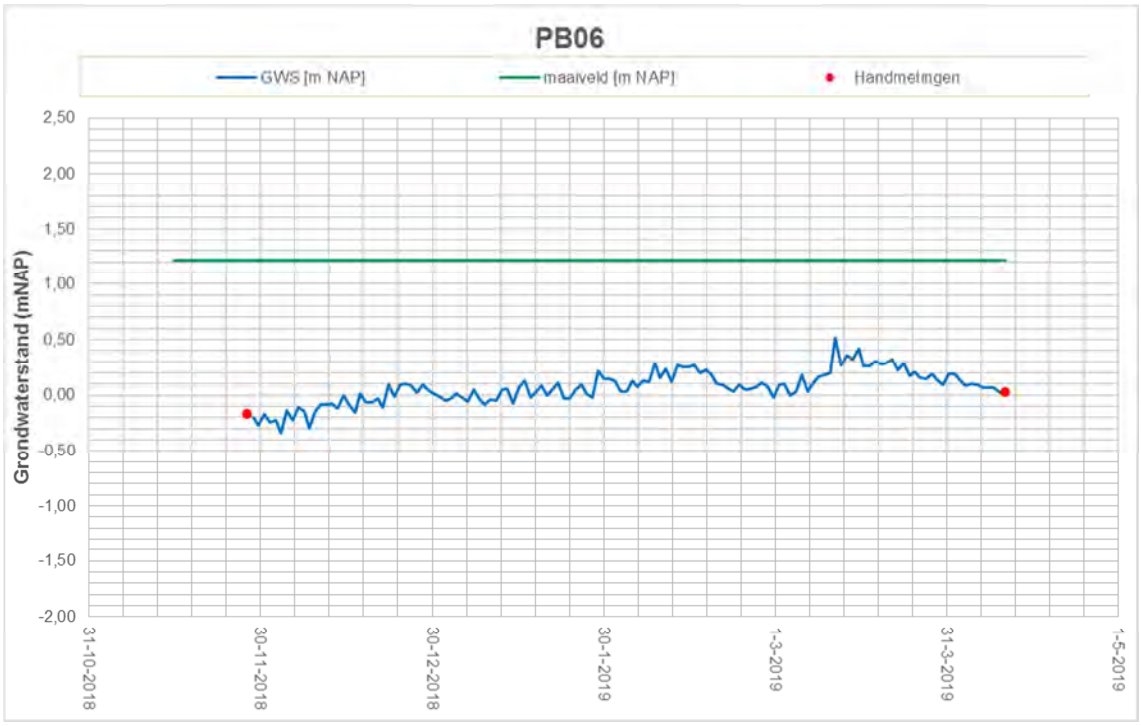

PB01
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019

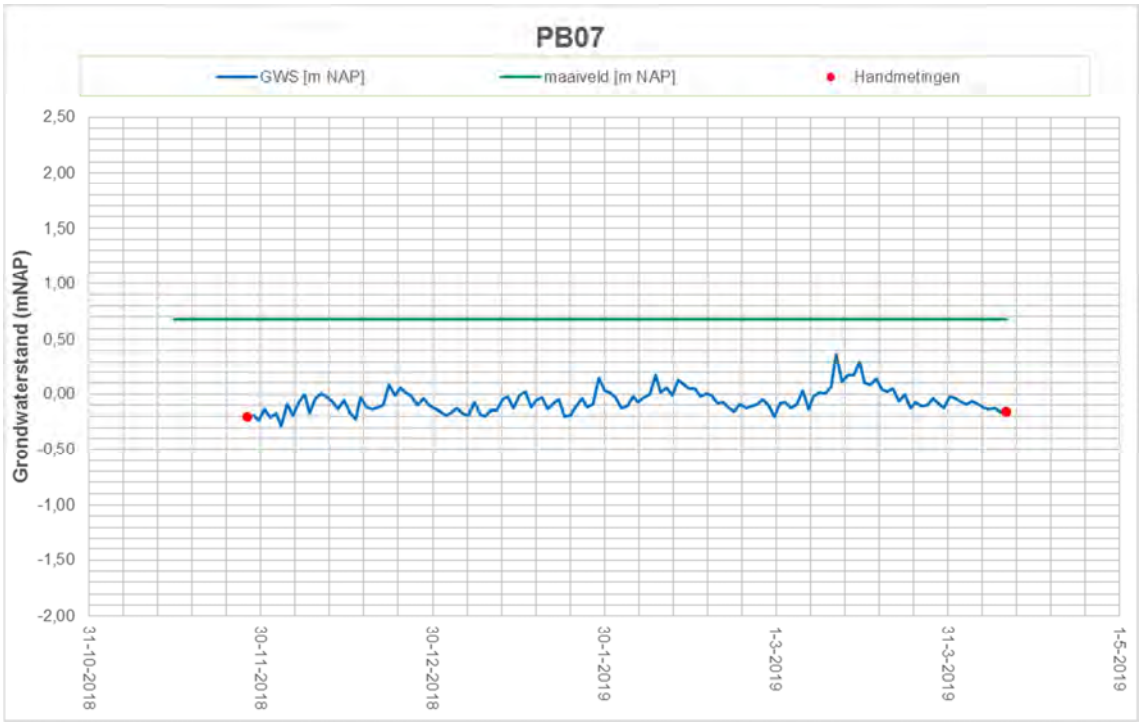

PB02
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019

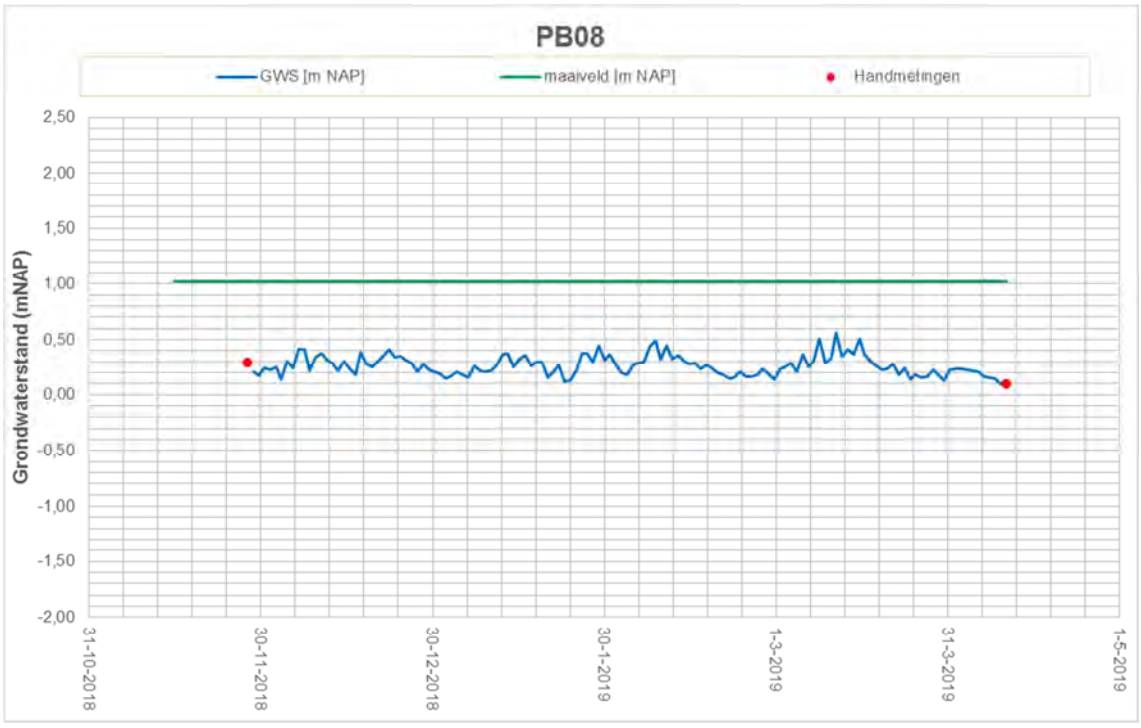

PB03
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019

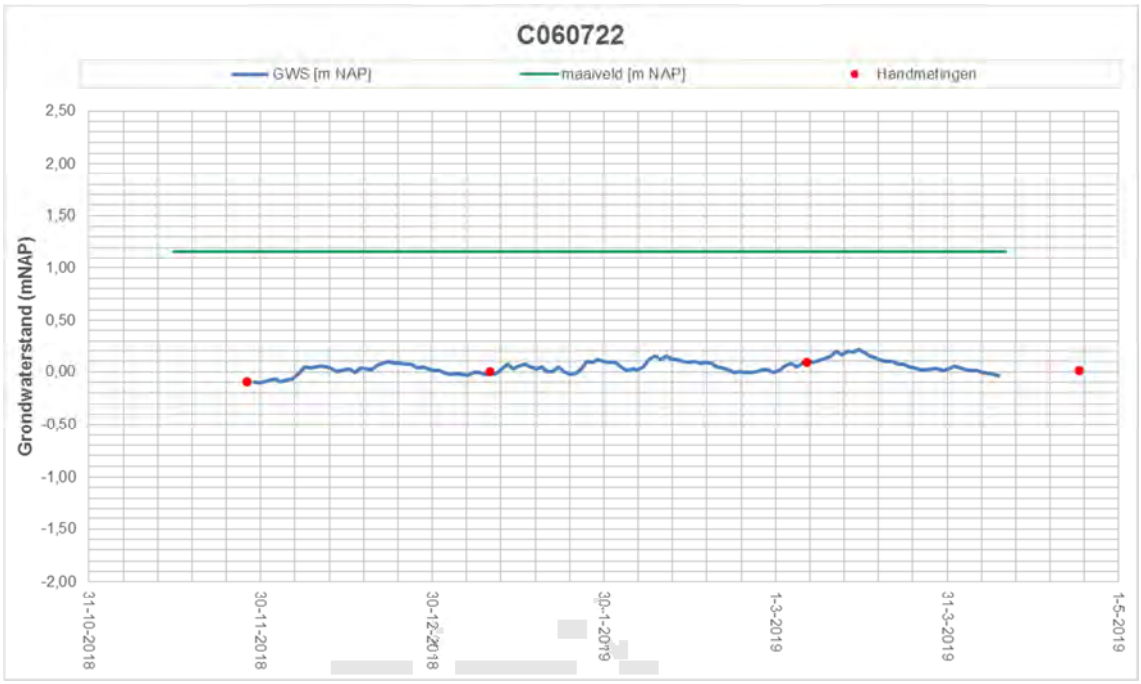

PB04
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019

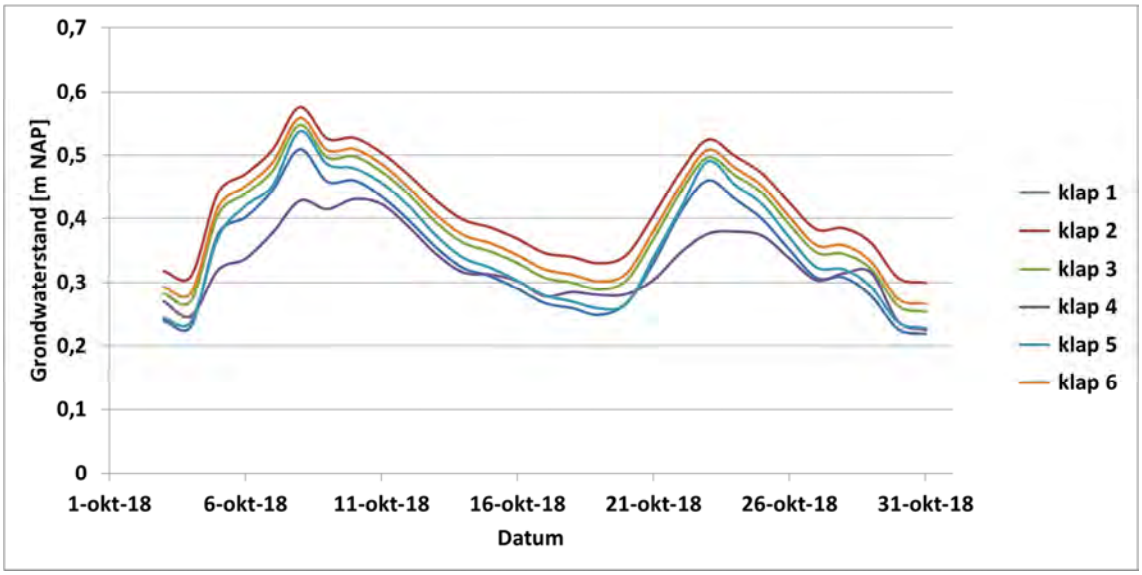

PB05
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019


PB06
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019

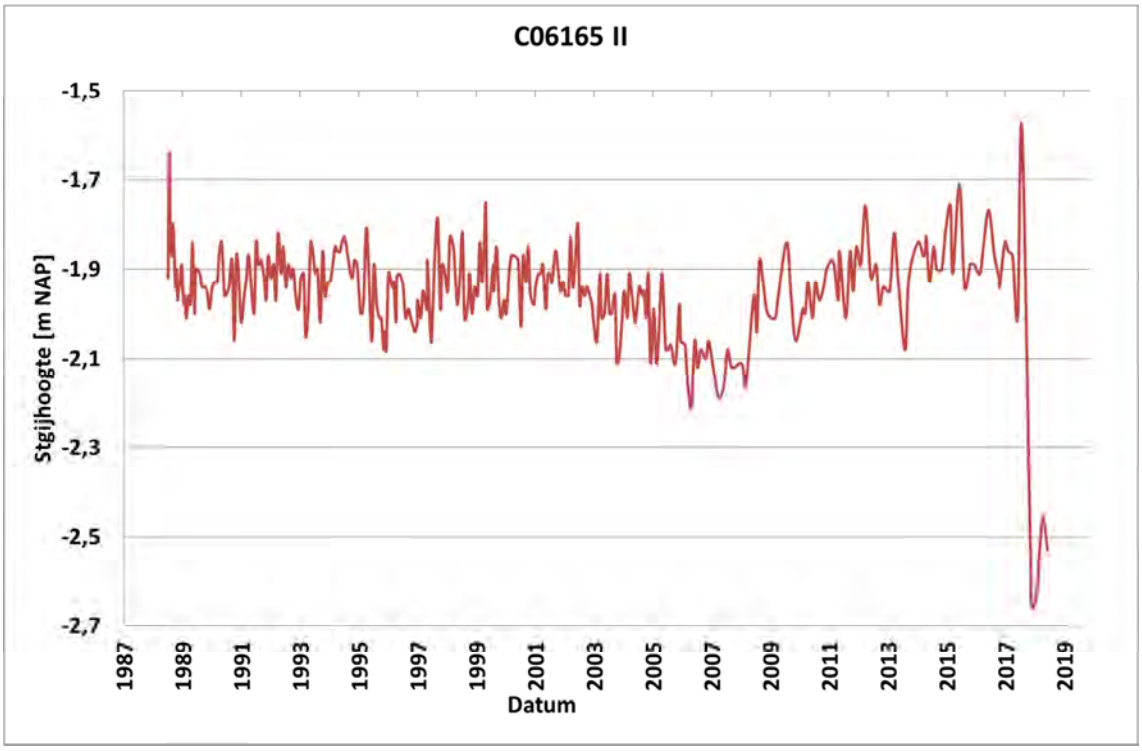

PB07
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019


PB08
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019


C060722
GWS [m NAP]
maaiveld [m NAP]
Handmetingen
Grondwaterstand (mNAP)
2,50
2,00
1,50
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
31-10-2018
30-11-2018
30-12-2018
30-1-2019
1-3-2019
31-3-2019
1-5-2019


0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
Grondwaterstand [m NAP]
1-okt-18
6-okt-18
11-okt-18
16-okt-18
21-okt-18
26-okt-18
31-okt-18
Datum
klap 1
klap 2
klap 3
klap 4
klap 5
klap 6

Bijlage 3 - Meetgegevens stijghoogte peilbuis


C06165 II
-1,5
-1,7
-1,9
-2,1
-2,3
-2,5
-2,7
Stgijhoogte [m NAP]
1987
1989
1991
1993
1995
1997
1999
2001
2003
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
Datum

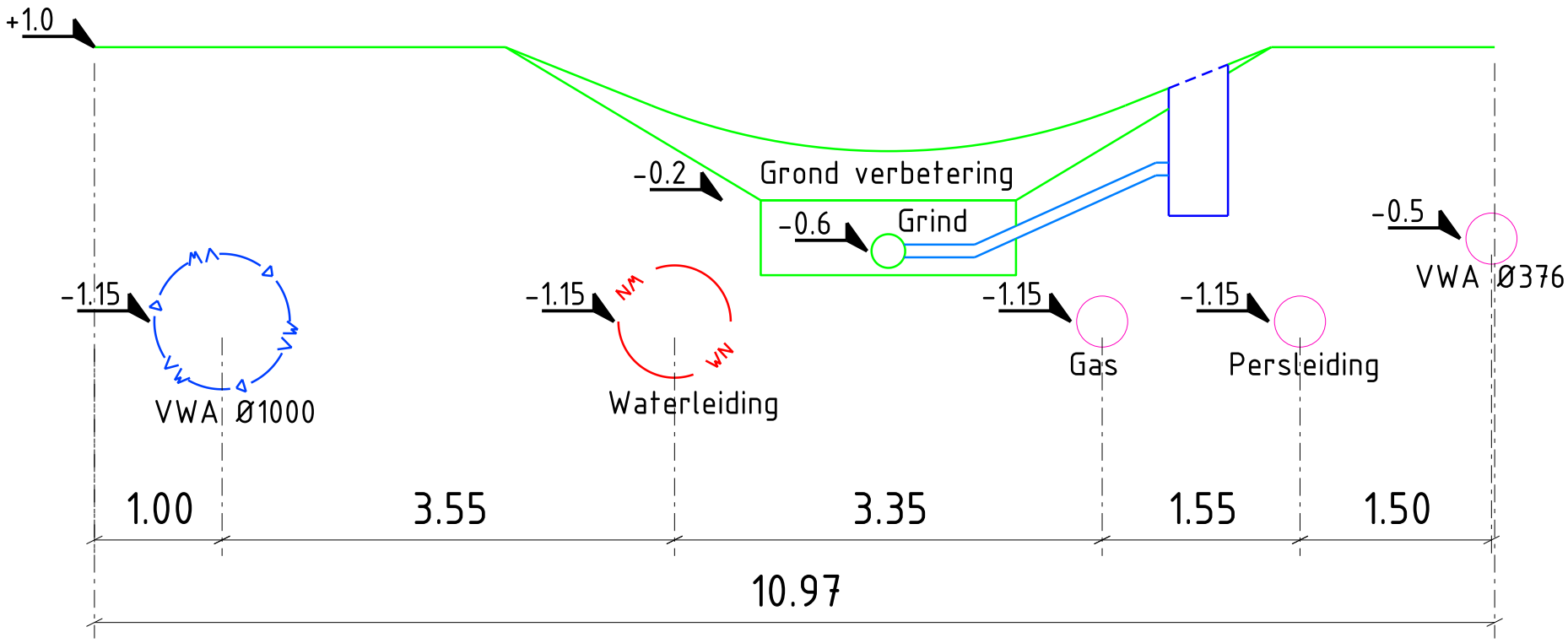
Bijlage 4 - Schetsontwerp GREX d.d. 27 juni 2019



plangebied 1	30.276 m²	plangebied 3	50.821 m²	plangebied 5	16.025 m²	plangebied 7	44.384 m²	plangebied 9	3.602 m²	plangebied 11	6.859 m²
uitgeefbaar	15.220 m²	uitgeefbaar	31.284 m²	uitgeefbaar	10.162 m²					openbaar	1.800 m²
openbaar	15.056 m²	openbaar	19.537 m²	openbaar	5.863 m²						
plangebied 2	6.414 m²	plangebied 4	30.276 m²	plangebied 6	13.206 m²	plangebied 8	16.016 m²	plangebied 10	21.018 m²		
uitgeefbaar	2.019 m²	uitgeefbaar	15.062 m²	water nieuw	3.752 m²	uitgeefbaar	4.220 m²				
openbaar	4.395 m²	openbaar	15.214 m²			openbaar	11.796 m²				

plangrens gebied	299.254 m²
exploitatiegrens gebied	232.037 m²
deelgebieden 1 t/m 11	232.037 m²
nieuw water	3.752 m²

Bijlage 5 - Profiel Wadi Meeuwenlaan



Gemeente Amsterdam
Ingenieursbureau
Weesperstraat 430
Postbus 12693
1100 AR Amsterdam
Telefoon: 020 2511111

Opdrachtgever: Ingenieursbureau				
Project: Hamerkwartier				
Onderdeel: Profiel Wadi Meeuwenlaan				
Status: SO	Fase:	Behoort bij:	Schaal: 1:50	
Opsteller: grimbe006	Goedgekeurd en vrijgegeven:	Paraaf:	Datum: 22-05-'19	Formaat: A4
Projectnummer:	Tekeningnummer:	Bladnummer:	Aantal bladen:	Wijziging:
Auteursrechten voorbehouden		Documentnr:	Plotdatum: PLTD	
Bestandsnaam: FILES				