



(grond)water en hittestress berekeningen Beatrixplein te Haarlem

Definitief



Rapport

Aveco de Bondt BV

Holten - Amstelveen - Breda - Eindhoven - Nieuwegein

Postbus 64, 7450 AB Holten

T +31 88 004 82 12

info@avecodebondt.nl

avecodebondt.nl

(grond)water en hittestress berekeningen Beatrixplein te Haarlem

project Grondmodel- en hittestressberekeningen Beatrixplein
Haarlem
projectnummer 231808
projectleider Max Boerma

datum 3 oktober 2023
referentie 231808_AdB_RAP_0001_v2

opdrachtgever Gemeente Haarlem - Haarlem
postadres Postbus 3333
2001 DH Haarlem



Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Gebruikte gegevens	2
2	Projectgebied	3
2.1	Inrichting	3
2.2	Gebiedsanalyse	4
3	Drainageadvies	7
4	Toetsing waterberging	8
4.1	Bergingsopgave	8
4.2	Klimaatstresstest	9
5	Toetsing grondwater	11
5.1	Effect van parkeerkelder	11
5.2	Mobiliteitshub	12
6	Hittestress	13
6.1	Toetsingskaders	13
6.2	Uitgangspunten model	14
6.3	Gevoelstemperatuur	14
6.4	Schaduw	15
6.4.1	Langzaamverkeersroutes	16
6.5	Koelteplekken	17
7	Conclusies en aanbevelingen	18

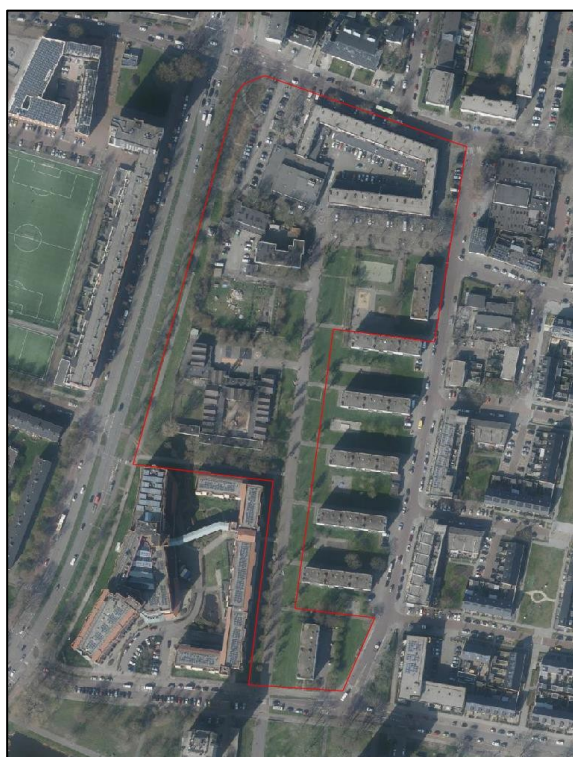


1 Inleiding

Voor het Beatrixplein en omgeving in Parkwijk in Haarlem-oost heeft de gemeente Haarlem herinrichting van de openbare ruimte en nieuwbouw van woningen gepland. De herinrichting biedt kans om het gebied klimaat robuust in te richten. Hierbij wordt gedacht aan het vergroenen van de wijk en het aanbrengen van wadi's. Hiernaast wordt er een aantal grote constructies toegevoegd. Bij het Beatrixplein is een grote parkeerkelder in het ontwerp opgenomen. Deze parkeerkelder heeft mogelijk invloed op de grondwaterstromen. Voor het nader uitwerken van het plan spelen de volgende aspecten:

- Invloed van parkeerkelder op grondwatersituatie
- Ontwikkeling van hittestress als gevolg van het plan
- Mogelijkheden voor verdiepte mobiliteitshub

Er zijn inventarisaties en berekeningen nodig om bovenstaande aspecten in kaart te brengen. De gemeente Haarlem heeft Aveco de Bondt gevraagd om bovenstaande aspecten te onderzoeken en advies te geven, zodat dit meegenomen kan worden in het nadere ontwerpproces. In onderstaand figuur is rood omkadert de projectlocatie opgenomen.



Figuur 1 Projectlocatie (rood omkadert)

Om te komen tot adviezen voor het ontwerpproces zijn de volgende onderzoeksvragen geformuleerd:

- Heeft de realisatie van een parkeerkelder negatieve effecten op de grondwatersituatie? Zo ja, welke maatregelen zijn noodzakelijk om deze te mitigeren?
- Zijn er knelpunten op gebied hittestress op basis van de beoogde toekomstige inrichting? Zo ja, welke mogelijkheden zijn er om de hittestress te verminderen?
- Welke randvoorwaarden zijn er voor de mobiliteitshub in relatie tot bouwpeilen en grondwater?

In deze rapportage zijn de analyses en modelberekeningen opgenomen en zijn de bovenstaande vragen beantwoordt.



1.1 Gebruikte gegevens

Ten behoeve van het onderzoek en advies zijn gegevens verzameld en bestudeerd met betrekking tot de riolering, het oppervlaktewater, de bodemopbouw, de grondwaterstanden, de drainage en het maaiveldniveau. Er is gebruik gemaakt van de volgende gegevens:

1. Drainageadvies Beatrixplein Haarlem opgesteld door Aveco de Bondt d.d. 3 maart 2023, kenmerk: 223910_AdB_MEM_0001
2. AHN kaartblad 25AZ2, jaartal 2023 via www.AHN.nl
3. Grondwatermodel Haarlem, opgesteld door Aveco de Bondt
4. Stedenbouwkundigplan inclusief toelichting opgesteld door De Urbanisten, ontvangen op 2 augustus 2023
5. Dinoloket van TNO en REGIS (Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem)
6. Kenmerken riolering en drainage via <https://kaart.haarlem.nl/app/map/18>
7. KNMI neerslag en verdampingdata van www.knmi.nl
8. Informatie over bodem- en grondwaterverontreiniging
9. <https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/bijsluiter/hitte>
10. Leidraad Klimaatadaptief Bouwen 2.0 <https://bouwadaptief.nl/doelen-en-eisen/hittestress/?regio=mra>

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



2 Projectgebied

De onderstaande projectgebied beschrijving is gebaseerd op eerder uitgevoerd drainageadvies en aanvullende inventarisatie.

2.1 Inrichting

Huidige inrichting

In het onderstaande figuur is de huidige inrichting van het Beatrixplein en omgeving opgenomen. Het oppervlak van het plangebied bedraagt 42.640 m². Het plangebied betreft bestaand stedelijk gebied met een relatief open structuur met veel groenvoorzieningen. Het totale verhard oppervlak binnen het plangebied bedraagt circa 27.254 m² (o.b.v. toelichting stedenbouwkundigplan).



Figuur 2 Huidige inrichting plangebied

Toekomstige inrichting

In bijlage 1 is het stedenbouwkundig ontwerp voor het Beatrixplein en omgeving opgenomen. Hierop is te zien dat de huidige groenstructuren blijven behouden of dat er een toename van groen is. Hiernaast komt er meer ruimte voor waterberging (middels wadi's, raingardens en een waterplein). Tevens worden er groene daken toegepast.



2.2 Gebiedsanalyse

Maaiveldhoogte

Het maaiveldniveau binnen het projectgebied varieert tussen NAP +0,30 m (Prins Bernhardlaan) en NAP +0,60 m (Prinses Beatrixdreef). De percelen rondom de straten liggen over het algemeen 10 cm hoger ten opzichte van de omliggende straten. In onderstaand figuur is het maaiveldverloop weergegeven.



Figuur 3 Maaiveldhoogte

Oppervlaktewaterpeil

Ten zuiden van het project is oppervlaktewater aanwezig. Dit betreft een waterpartij in het Reinaldapark. Dit oppervlaktewater is onderdeel van het boezemsysteem van Hoogheemraadschap van Rijnland. Het streefpeil in deze boezem watergang betreft NAP -0,61 m (zomerpeil) en NAP -0,64 m (winterpeil). Met het streefpeil van het oppervlaktewater betreft de minimale drooglegging in het plangebied circa 0,90 m.



Bodemopbouw

Ten behoeve van dit onderzoek zijn drie grondboringen gezet. Hiernaast zijn infiltratieproeven uitgevoerd. In [bijlage 2](#) is een overzicht van de locaties opgenomen en zijn de boorprofielen weergegeven. De ondiepe bodemopbouw is globaal als volgt:

Tabel 1 Globale bodemopbouw

Laag t.o.v. maaiveld (m)	Type bodem
0 – 0,50	Zand, zeer fijn, sterk humeus
0,50 – 2,90	Zeer fijn zand, zwak siltig
Vanaf 2,90	Veen

Naast de boorprofielen zijn ook zeefkromme analyses uitgevoerd van de zandlaag. Op basis van deze zeefkromme analyse blijkt dat de 2^e zandlaag, matig grof zand betreft. De zandlaag bij locaties 2&3 zijn geschikt als drainagezand (conform RAW-bepaling).

Infiltratiecapaciteit

In de boorgaten zijn infiltratieproeven uitgevoerd. Deze infiltratieproeven zijn uitgevoerd middels de falling head methode. Vanwege relatief hoge grondwaterstanden tijdens het veldwerk zijn de infiltratieproeven uitgevoerd in de zone van 0,00 m tot 0,80 m-mv. In [bijlage 3](#) zijn de grafieken van de metingen opgenomen. Na voorverzadiging is per locatie de proef 3 maal herhaald, om een betrouwbaar beeld te verkrijgen. In het onderstaand tabel zijn de resultaten van de proeven opgenomen.

Tabel 2 Resultaten infiltratieproeven

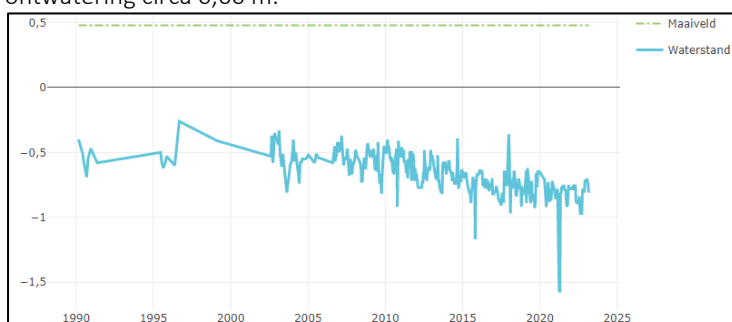
Locatie	k-waarde (m/d)		
	proef 1	proef 2	proef 3
1	0,37	0,30	0,30
2	0,49	0,41	0,40
3	0,40	0,28	0,19

Op basis van de resultaten varieert de infiltratiecapaciteit tussen circa 0,30 m/d en 0,40 m/dag. Een vaker gehanteerde richtlijn voor infiltratiemogelijkheden betreft >0,50 m/dag. Wanneer de K-waarde hoger is dan >0,50 m/dag dan zijn er potentieel kansen voor grootschalige infiltratie. In dit geval is de infiltratiecapaciteit beperkt waardoor er aanvullende maatregelen noodzakelijk om grootschalig te kunnen infiltreren. Dit zijn bijvoorbeeld het aanleggen van drainage en grondverbetering ter plaatse van de infiltratievoorzieningen.



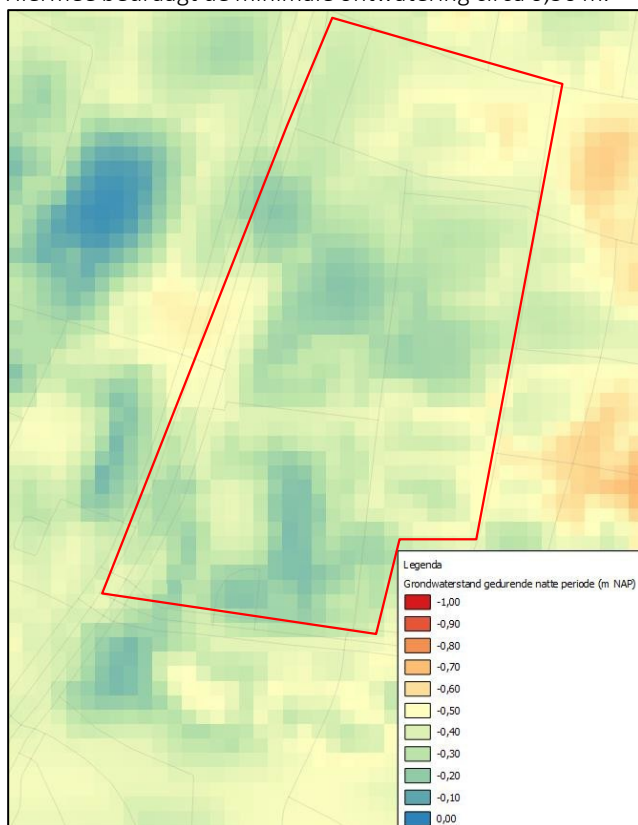
Grondwaterstanden

Voor dit onderzoek zijn geen aanvullende peilbuizen geplaatst. Om inzicht te krijgen in de grondwatersituatie is gebruik gemaakt van de bestaande omliggende peilbuizen uit het gemeentelijk grondwatermeetnet en het grondwatermodel van Haarlem. In [bijlage 2](#) zijn de locaties van de beoordeelde peilbuizen opgenomen, dit betreffen peilbuizen 07-159 & 07-222. In deze peilbuizen worden de grondwaterstanden sinds 2002 handmatig gemeten. In [bijlage 4](#) zijn de grafieken van de grondwaterstandsmetingen opgenomen. Uit deze metingen blijkt dat de grondwaterstanden fluctueren tussen circa NAP -1,20 m en NAP -0,30 m. Hiermee bedraagt de minimale ontwatering circa 0,60 m.



Figuur 4 Grafiek grondwaterstanden peilbuis 07-159

Naast de peilbuizen is het grondwatermodel van Haarlem geraadpleegd. In onderstaand figuur zijn de berekende grondwaterstanden gedurende een natte periode (met klimaatverandering) weergegeven. Op basis van deze resultaten zien we dat de grondwaterstand gedurende een natte periode maximaal circa NAP -0,20 m betreft. Hiermee bedraagt de minimale ontwatering circa 0,50 m.



Figuur 5 Berekende maatgevend hoge grondwaterstanden bij klimaatverandering (grondwatermodel 2016)



3 Drainageadvies

Vanwege de toepassing van wadi's en daarmee toename van infiltratie van regenwater adviseren wij om drainage in het plangebied aan te brengen. In [bijlage 5](#) is een overzicht van de voorgestelde tracés van drainage opgenomen. Wij adviseren om de volgende kenmerken voor de drainage te hanteren:

Drainage-instelniveau

Op basis van de huidige maaiveldhoogtes (minimaal NAP +0,30 m) adviseren wij om een drainage-instelniveau van NAP -0,61 m te hanteren (open verbinding met oppervlaktewater). Met dit instelniveau wordt er een ontwatering van circa 0,90 m behaald. Hiermee is er voldoende ontwatering conform beleid van de gemeente Haarlem.

Drainage aanlegniveau (b.o.b.)

Wij adviseren om de drainageleidingen op maximaal NAP -1,10 m aan te leggen. Hiermee liggen de drainageleidingen continu onderwater en wordt de kans op ijzerafzettingen en wortelingroei beperkt. Hiermee wordt de levensduur van de drainage verlengd.

Drainage koffer

Om inspoeling van grond tegen te gaan en een goede toestroming van het grondwater mogelijk te maken, wordt de toepassing van een koffer om de leiding aanbevolen. Voor een minimale intreeweerstand wordt een kale buis geadviseerd in een grindkoffer met grind met een diameter van 2 t/m 6 mm. Dit grind is fijn genoeg om te voorkomen dat te veel zand uit het wegcunet in de koffer stroomt en grof genoeg om te voorkomen dat het grind verstopt. Wij adviseren om minimaal een drainagekoffer van 50x50 cm toe te passen (of minimaal 0,15 m rondom de leiding bij gebruik van grotere diameters).

Om verstoppingen te voorkomen worden geen doeken om de drainageleiding en grindkoffer toegepast. Daarnaast wordt het gebruik van kalkhoudende materialen (Duomix, leemzand, et cetera) in de wegfundering afgeraden, eveneens om verstoppingen te voorkomen.

Putten

Geadviseerd wordt bij kruisingen inspectieputten toe te passen met een minimale diameter van $\varnothing 600$ mm. Daarnaast wordt geadviseerd, om elke 75 m een inspectieput toe te passen. De putten dienen een zandvang van minimaal 20 cm te hebben. Hiermee wordt zoveel mogelijk vervuiling van de drainageleidingen voorkomen doordat het eventuele slib bezinkt in de putten.

Het drainagestelsel betreft een los stelsel en mag niet worden gekoppeld aan HWA putten.



4 Toetsing waterberging

4.1 Bergingsopgave

Vanuit het beleid van de gemeente Haarlem wordt de eis gesteld dat er 70 mm waterberging over het afvoerend verhard oppervlak wordt gerealiseerd. Aan de hand van het stedenbouwkundig plan en toelichting op het stedenbouwkundig plan is een overzicht gemaakt van de benodigde hoeveelheid waterberging en de waterberging die beschikbaar is in het plan. In onderstaand tabel zijn de meetellende afvoerende oppervlakken (o.b.v. het stedenbouwkundigplan en toelichting) en de benodigde hoeveelheid waterberging opgenomen.

Hiervoor zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- Groenvoorzieningen zijn niet opgenomen als afvoerend oppervlak
- Binnentuinen moeten zelf regenwater verwerken
- Groene daken met 70 mm waterberging voeren geen water af (wel vertraagd maar geen bijdrage bij piekintensiteit).
- Groene daken met 30 mm waterberging voeren slechts 40 mm af

Tabel 3 Overzicht verharding

Oppervlak	Oppervlak (m2)	Benodigde hoeveelheid waterberging bij 70 mm (m3)
<u>Openbaar terrein</u>		
Verharding	10.847	759
<u>Particulier terrein</u>		
Daken zonder groendak	1.855	130
Daken met groendak (30 mm berging)	5.000	200
Totaal benodigde waterberging		1.089

Op basis van bovenstaande getallen betreft de minimaal benodigde waterberging circa 1.089 m³ op openbaar terrein.

In het stedenbouwkundigplan zijn verschillende type waterbergingen opgenomen. De uitgangspunten zijn hieronder opgenomen:

- Raingardens: 717 m² en 30 cm diep
- Wadi's: 1.116 m² en 20 cm diep
- Plasvorming op groenvoorzieningen: 10.586 m² en 3 cm diep
- Waterbergende wegfundering: 2.730 m² (25% van wegen), dikte steenslag 30 cm, effectieve bergende ruimte 45%
- Waterplein: 40 m³

Tabel 4 Overzicht waterberging

Voorziening openbaar terrein	Hoeveelheid waterberging (m3)
Wadi's	215
Raingardens	223
Water op groenvoorzieningen	318
Waterbergende wegfundering	370
Waterplein	40
Totaal	1.166



Op basis van bovenstaande hoeveelheden waterberging wordt voldaan aan de totaal benodigde waterberging in het openbaar terrein en betreft het overschot circa 76 m³. Dit betreft echter een indicatie en dient in een latere ontwerpstep nader uitgewerkt te worden en ook weer getoetst te worden aan de bergingsnorm.

4.2 Klimaatstresstest

Om inzicht te krijgen in de effecten van de herontwikkeling op de waterstress is een modelberekening in Tygron uitgevoerd. Met dit model is de verwachte water-op-sstraat bij een bui van 70 mm in één uur voor de huidige situatie vergeleken met de toekomstige situatie.

Uitgangspunten

Voor het opstellen van het model zijn de volgende uitgangspunten gebruikt:

Huidige situatie

- Projectgebied en direct omliggende straten zijn opgenomen in het afstromingsmodel
- Maaiveldverloop huidige situatie op basis van AHN4
- Inrichting en oppervlakken o.b.v. BGT.
- Voor de bergings- en afvoercapaciteit van de riolering in de huidige situatie is aangenomen dat 20 mm verwerkt/geborgen kan worden.
- Infiltratiecapaciteit bodem 0,30 m/dag
- Getoetste neerslagsituatie 70 mm in één uur
- Toetsing risico panden: Panden waar meer dan 10 cm waterdiepte tegen aan staat worden als risico pand aangegeven.

Toekomstige situatie

- Projectgebied en direct omliggende straten zijn opgenomen in het afstromingsmodel
- Maaiveldhoogte nieuwe situatie NAP +0,60 m (aannahme voor nieuw straatpeil)
- Type oppervlakken en waterbergende voorzieningen o.b.v. stedenbouwkundig plan
- Binnenplaatsen komen niet tot afstroming (moeten eigen waterberging realiseren)
- Capaciteit waterbergende voorzieningen o.b.v. stedenbouwkundig plan
- Waterbergende wegfundering is aan de hand van het verhardoppervlak verspreid over het gehele gebied. Dit komt neer op 34 mm waterberging over alle voetpaden en wegen binnen de projectgrenzen.
- Infiltratiecapaciteit in gebied betreft 0,30 m/d
- Getoetste neerslagsituatie 70 mm in één uur
- Toetsing risico panden: Panden waar meer dan 10 cm waterdiepte tegen aan staat worden als risico pand aangegeven.



Resultaten

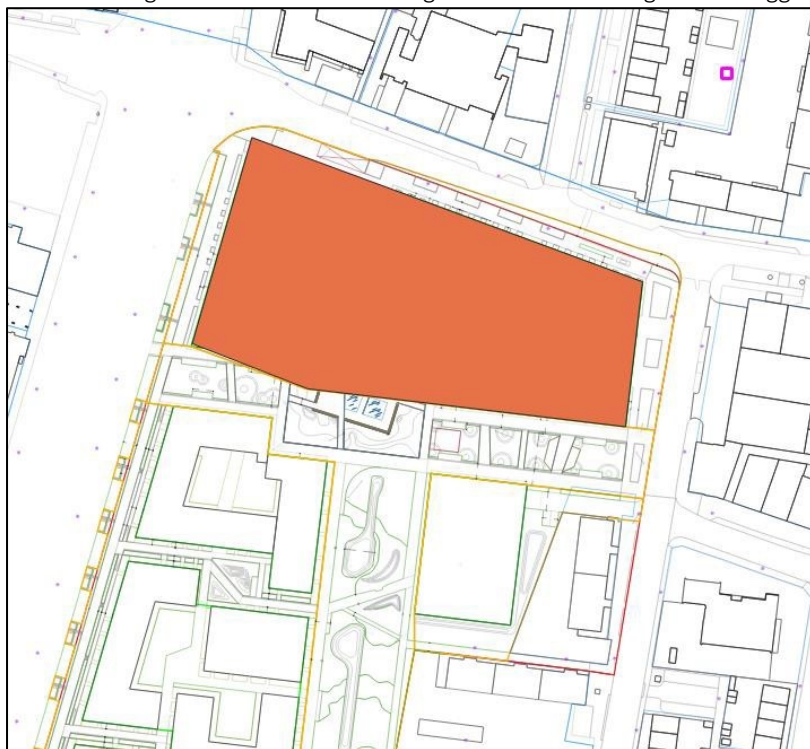
In onderstaand figuur zijn de resultaten van de water-op-sstraat berekeningen opgenomen. Links zijn de resultaten van de huidige situatie weergegeven en rechts de resultaten van de toekomstige situatie. Op de figuren zijn de maximaal berekende waterstanden opgenomen en is aangegeven welke gebouwen een potentieel risico lopen op waterschade. Uit de resultaten blijkt dat het water-op-sstraat in de nieuwe situatie beperkt is en dat het water goed in de waterbergende voorzieningen komt te staan. Hierdoor wordt het plangebied maar ook omgeving minder belast met water. Dit is bijvoorbeeld zichtbaar bij de Prins Bernhardlaan en Prinses Beatrixplein (noordzijde). Ook is te zien dat het waterplein aan de noordzijde van het gebied zich goed vult en dat er rondom dit plein geen water-op-sstraat optreedt.



Figuur 6 Water-op-sstraat bij 70 mm/uur (links huidig, rechts toekomstige situatie)

5 Toetsing grondwater

Ter hoogte van het Beatrixplein wordt een ondergrondse parkeerkelder gerealiseerd. Om te kijken of het toepassen van een ondergrondse parkeerkelder en de nieuwe inrichting negatieve effecten heeft op de grondwatersituatie in de omgeving, is met het grondwatermodel van Haarlem een effecten berekening gemaakt. Hierbij is gekeken naar de grondwaterstanden in de huidige situatie ten opzichte van de grondwaterstanden in de toekomstige situatie inclusief drainage. In onderstaand figuur is de ligging van de parkeerkelder opgenomen.



Figuur 7 Locatie ondergrondse parkeerkelder

Voor deze berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Parkeerkelder sluit freatische pakket volledig af
- Maatgevende neerslag 3 mm/dag
- Drainage-instelniveau van nieuwe drainage (zie bijlage 5) betreft NAP -0,61 m.
- Grondverbetering onder wadi's (K waarde = 5 m/d)
- Regenwater van daken niet meegenomen in verband met toepassing van waterberging (groene daken)

5.1 Effect van parkeerkelder

Voor het inzichtelijk maken van de effecten van de realisatie parkeerkelder op de grondwatersituatie zijn twee scenario's middels het grondwatermodel doorgerekend. Dit betreffen de volgende scenario's:

1. Toekomstige situatie zonder drainage
2. Toekomstige situatie met drainage



Resultaten

Op basis van de modelberekeningen (bijlage 6A) is te zien dat er een stijging van de grondwaterstand optreedt tot circa 10 cm indien er geen drainage wordt toegepast. Hiermee wordt mogelijk de gewenste ontwatering van minimaal 0,70 m niet gehaald.

Wanneer er drainage in het plangebied wordt toegepast betreft de stijging van de grondwaterstand minimaal (circa enkele cm direct naast parkeerkelder), zie bijlage 6B. Hiernaast wordt de minimale ontwatering gedurende natte periode verbeterd in een groot gedeelte van het projectgebied. Hiermee wordt gestreefd naar een minimale ontwatering van 1,00 m-mv. Op basis van deze effectenberekening kan geconcludeerd worden dat grondwatersituatie vrijwel niet verslechterd en juist in grote delen van het gebied verbeterd wanneer er drainage wordt toegepast. Hiermee kan het plan voldoen aan de ontwateringseisen welke zijn opgenomen in het beleid van de gemeente.

5.2 Mobiliteitshub

In het plan wordt een mobiliteitshub gerealiseerd. Hierbij is de wens om een verdiepte fietsenstalling te realiseren. Om te voorkomen dat deze verdiepte constructie zich in het grondwater begeeft stellen wij voor om de volgende uitgangspunten te hanteren:

- Maximale diepte ten opzichte van maaiveld (NAP +0,60 m): 0,65 m, bodemhoogte op NAP -0,05 m. Hiermee ligt de bodemhoogte van de fietsenstalling boven de maatgevend hoge grondwaterstand (NAP -0,20 m).
- Keerwanden tot 1,00 m-mv plaatsen om waterstromen door infiltrerend regenwater te voorkomen.
- In de omgeving rondom het pand dient drainage te worden toegepast (ook al noodzakelijk i.v.m. toepassing van wadi's en vertraagde afvoer)



6 Hittestress

Oorzaken van het ontstaan van hittestress en het nemen van maatregelen voor het voorkomen of verminderen van hittestress raken een groot deel van de fysieke leefomgeving. Door tijdig inzicht te krijgen in de huidige en toekomstige hittestress kunnen (waar nodig) efficiënt en effectief maatregelen getroffen worden. De herontwikkeling van het Beatrixplein e.o. biedt hier een goede gelegenheid voor. Voor het projectgebied is een model opgebouwd middels Tygron. In dit model hebben wij de huidige- en toekomstige situatie gemodelleerd. Door deze twee situaties met elkaar te vergelijken en te toetsen wordt inzichtelijk in hoeverre de situatie verbeterd of verslechterd op gebied van hittestress en of aan de gestelde toetsingskaders wordt voldaan.

6.1 Toetsingskaders

Voor het in kaart brengen van de hittestress is gebruik gemaakt van de standaard stresstest hitte, opgesteld in het kader van het Delta Plan Ruimtelijke Adaptatie (DPRA). Hierin wordt gevoelstemperatuur berekend op een 1 op 1000 hittedag (namelijk 1 juli 2015), wat overeenkomt met een kans van eens in de 5,5 jaar voor het huidige klimaat [9].

In de Leidraad Klimaatadaptief Bouwen 2.0 [10] is vastgelegd dat zoveel mogelijk klimaatadaptief wordt gebouwd, om bestand te zijn tegen weersextremen als gevolg van klimaatverandering. De normen zijn volgens deze leidraad als volgt gedefinieerd:

1. Er is tenminste 40% schaduw voor langzaamverkeersroutes en verblijfsplekken in het plangebied tijdens de hoogste zonnestand in de zomer.
2. Koele plekken (minimaal 200 m²) zijn op loopafstand (300 meter) aanwezig.
3. Tenminste 50% van alle horizontale en verticale oppervlakten worden warmtewerend of verkoelend ingericht/gebouwd om opwarming van het stedelijk gebied en opwarming van de gebouwen zelf te verminderen.
4. Vitaal en kwetsbare functies blijven beschikbaar bij hitte.
5. Koeling leidt niet tot opwarming van de (verblijfs-)ruimtes in de directe omgeving.

Deze normen gelden voor nieuwbouwlocaties. De landelijke trend is dat deze normen ook worden geëvalueerd voor de bestaande gebouwde omgeving.

Landelijk is de nationale maatlat voor klimaatadaptatie in ontwikkeling. In deze maatlat worden doelstellingen gedefinieerd die naar verwachting sterk zullen aansluiten bij de normen, zoals benoemd hierboven. Hier wordt waarschijnlijk geen kwantificering meegegeven, zodat er ruimte blijft voor maatwerk in de regio. In de bijsluiter bij de maatlat die in ontwikkeling is wordt waarschijnlijk wel een toelichting gegeven vergelijkbaar met bovengenoemde normen.

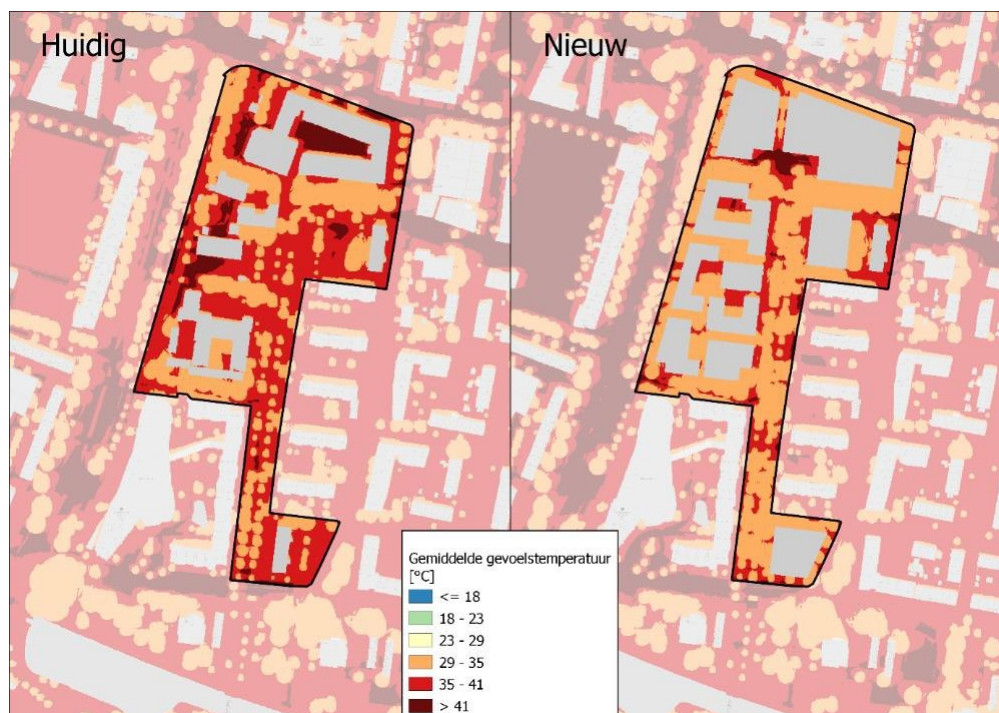
6.2 Uitgangspunten model

In het Tygron model wordt getoetst aan de normen van de Leidraad Klimaatadaptief Bouwen 2.0, zoals hierboven beschreven. De uitgangspunten die hierbij worden gehanteerd zijn:

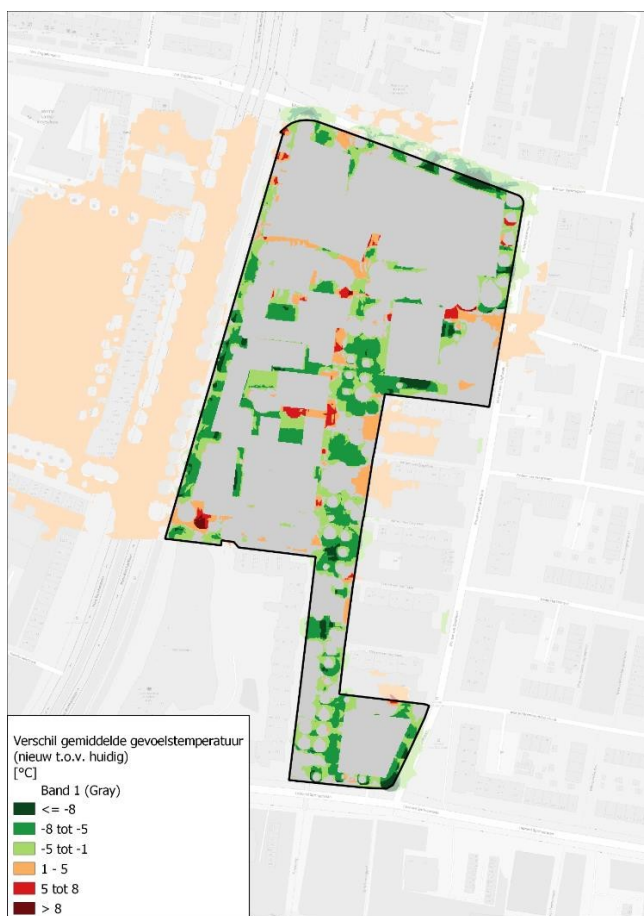
- Langzaamverkeerroutes worden gedefinieerd uit de uit BGT en bestaan uit fietspad, voetpad, voetpad op trap, rijbaan lokale weg, ruitpad en voetgangersgebied;
- Van alle verharding in de nieuwe inrichting wordt uitgegaan dat het een langzaamverkeersroute is;
- De hoogste zonnestand is gedefinieerd als de zon het hoogste staat en de maximale zonkracht wordt bereikt, namelijk rond 21 juni om 12.00 uur plaatselijke zonnetijd, wat in De Bilt neerkomt op 13.45 uur. In het model wordt 21 juni 2023 om 14:00 gehanteerd.
- Koele plekken zijn op loopafstand (300 meter) aanwezig van de panden. Een koele plek is gedefinieerd als:
 1. Openbare begroeid terreindeel (uit BGT)
 2. Oppervlakte groter dan 200 m²
 3. Brede gebieden (omtrek/oppervlak < 0.35)
- Als uitgangspunt worden warmtewerende oppervlakten gedefinieerd als groene oppervlakten.

6.3 Gevoelstemperatuur

In figuur 8 is de gemiddelde gevoelstemperatuur in de huidige en nieuwe situatie weergegeven. In de huidige situatie ligt de gemiddelde gevoelstemperatuur in het grootste deel van het plangebied tussen 35°C en 41°C. In de nieuwe situatie is de hittestress in het plangebied verminderd en ligt de gevoelstemperatuur grotendeels tussen 29°C en 35°C. Het verschil tussen de nieuwe situatie ten opzichte van de huidige situatie is te zien in figuur 9. Op veel plekken daalt de gevoelstemperatuur met 5°C tot 8°C. Op enkele plekken stijgt de gevoelstemperatuur juist, vanwege de nieuwe inrichting van de panden en bomen en de wind minder goed over het terrein kan waaien.



Figuur 8: Gemiddelde gevoelstemperatuur huidige en nieuwe situatie



Figuur 9: Verskil gemiddelde gevoelstemperatuur nieuwe situatie ten opzichte van de huidige situatie.

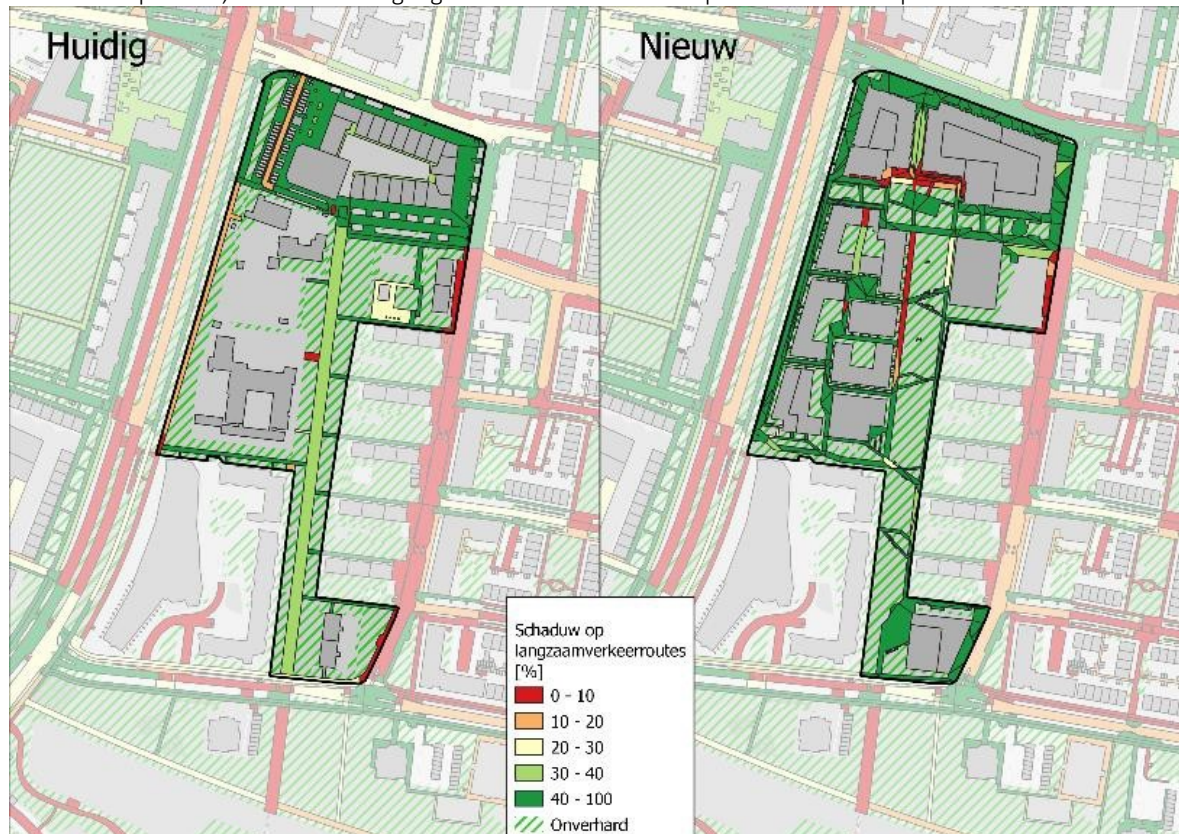
6.4 Schaduw

In de huidige situatie is er in het plangebied op het moment met de hoogste zonnestand ca. 45% schaduw in de openbare ruimte en is ca. 53% warmtewerend (groen) ingericht. In de nieuwe situatie is er ca. 73% schaduw en is ca. 55% warmtewerend (groen) ingericht. In beide situaties is voldaan aan de norm van ten minste 50% van alle horizontale en verticale oppervlakten worden warmtewerend of verkoelend ingericht. Hiervan bestaat ca. 23% uit groene daken, welke weinig verkoelend effect hebben op straatniveau. Anderzijds zorgen groene daken voor verkoeling in de gebouwen.



6.4.1 Langzaamverkeersroutes

In figuur 10 is de schaduw op langzaam verkeerroutes weergegeven in de huidige en de nieuwe situatie. Volgens de norm dient er tenminste 40% schaduw op langzaam verkeer routes te zijn. In de huidige situatie zijn er routes die niet voldoen aan deze norm, zoals de weg door het midden. In de nieuwe situatie is er een verbetering ten opzichte van de huidige. In z'n totaliteit is ruim 40% schaduw op de langzaamverkeersroutes. Echter een altijd losse stukken voldoet echter niet aan de norm, zoals de route in het midden van het plangebied. Deze route ligt naast koelteplekken, waardoor voetgangers ook over deze koelteplekken kunnen lopen voor een schaduwroute.



Figuur 10: Percentage schaduw op langzaamverkeersroutes in de huidige en nieuwe situatie.

Ook is te zien dat bij het plein (noordzijde) weinig schaduw wordt berekend. Dit betreft een locatie waar gedurende zomerperiode terrassen van de horeca worden opgezet. Wij verwachten dat gedurende de zomer er parasols op de terrassen staan waardoor schaduw wordt gerealiseerd. De situatie in praktijk zal naar verwachting hiermee voldoen aan de gestelde normen.



6.5 Koelteplekken

Om te toetsen aan de norm dat binnen 300 m een koelteplek bereikbaar moet zijn, zijn allereerst de koelteplekken gedefinieerd, zoals beschreven in paragraaf 6.2. In de huidige situatie liggen alle panden binnen het plangebied, op één pand na, binnen 300 m van een koelteplek, zoals weergegeven in figuur 11. In de nieuwe situatie zijn er meer koelteplekken binnen het plangebied aanwezig en liggen alle panden binnen 300m van een koelteplek. Hiermee voldoet het plan dus aan de norm.



Figuur 11: Koelteplekken en afstand tot koelteplekken in de huidige en nieuwe situatie.



7 Conclusies en aanbevelingen

Vooraf van het onderzoek zijn de onderstaande onderzoeksvragen opgesteld. Per vraag is de conclusie en aanbeveling opgenomen:

Heeft de realisatie van een parkeerkelder negatieve effecten op de grondwatersituatie? Zo ja, welke maatregelen zijn noodzakelijk om deze te mitigeren?

De herinrichting en realisatie van de parkeerkelder heeft invloed op de grondwatersituatie. Rondom de parkeergarage is een stijging tot circa 10 cm zichtbaar. Om deze effecten op te vangen en de grondwatersituatie te verbeteren adviseren wij om drainage aan te leggen welke drainage op een niveau van NAP -0,61 m (oppervlaktewater). In [bijlage 5](#) is het voorgestelde tracé voor de drainage opgenomen.

Zijn er knelpunten op gebied hittestress op basis van de beoogde toekomstige inrichting? Zo ja, welke mogelijkheden zijn er om de hittestress te verminderen?

Uit de modelberekeningen blijkt dat de hittestress op veel plekken verbeterd ten opzichte van de huidige situatie. Door de herontwikkeling neemt de gevoelstemperatuur gedurende hete zomers dagen tot 8°C af. Tevens neemt het oppervlak met schaduw toe en vallen alle gebouwen binnen een afstand tot 300 m van een koelteplek. Vrijwel alle plekken voldoen aan de normen. Voor het plein aan de noordzijde worden nog hoge gevoelstemperaturen berekend. Echter is in deze berekening geen rekening gehouden met parasols bij de terrassen van de horeca. In de praktijk is de verwachting dat de gevoelstemperatuur daalt door toename van schaduwoppervlak door parasols bij de terrassen. Hiernaast zijn enkele langzaamverkeersroutes met beperkte schaduw. Wij adviseren om voor deze locaties met weinig schaduw in een latere ontwerpfase te kijken naar de mogelijkheid om hier meer schaduw te realiseren. Eventuele aanvullingen zijn het toepassen van meer bomen of het hangen van doeken om zonlicht te blokkeren.

Welke randvoorwaarden zijn er voor de mobiliteitshub in relatie tot bouwpeilen en grondwater?

Om te voorkomen dat deze verdiepte constructie zich in het grondwater begeeft stellen wij voor om de volgende uitgangspunten te hanteren:

- Maximale diepte ten opzichte van maaiveld (NAP +0,60 m): 0,65 m, bodemhoogte op NAP -0,05 m. Hiermee ligt de bodemhoogte van de fietsenstalling boven de maatgevend hoge grondwaterstand (NAP -0,20 m).
- Keerwanden tot 1,00 m-mv plaatsen om waterstromen door infiltrerend regenwater te voorkomen.
- In de omgeving rondom het pand dient drainage te worden toegepast (ook al noodzakelijk i.v.m. toepassing van wadi's en vertraagde afvoer)

Naast bovenstaande onderzoeksvragen is er ook gekeken naar het water-op-straat bij een 70 mm in één uur neerslaggebeurtenis. Op basis van het inrichtingsplan en berekeningen concluderen wij het volgende:

- Op basis van het stedenbouwkundig plan en de voorgenomen waterbergende voorzieningen is er voldoende waterberging om te voldoen aan de 70 mm norm. Wij adviseren om dit te blijven toetsen in de nadere civiele uitwerking van het plan.
- Op basis van de water-op-straat berekeningen bij een 70 mm bui zien we een verbetering van de potentiële wateroverlast in en rondom het projectgebied. De kans op waterschade neemt door de ontwikkeling af. Tevens zorgen waterbergende voorzieningen ervoor dat regenwater langer in het projectgebied vastgehouden wordt in plaats van afvoeren via de riolering. Dit heeft positieve bijdrage op het gehele watersysteem, maar ook op vegetatie gedurende droge periode.

Bijlage 1

Stedenbouwkundig
ontwerp

Legenda

-  Daken met waterberging van 70 mm
-  Tuin + water opvangt en infltreert
-  Pleinaansluitingen met waterberging tussen de 0 en 300 mm
-  Wadi waterberging van 100 tot 600 mm diepte
-  Raingardens met waterberging 300 mm
-  Openbaar groengebied dat eigen water opvangt en infltreert
-  Prive groengebied dat eigen water opvangt en infltreert
-  Halfverharding, grasbeton
-  Zoekgebied voor waterberging onder betonstraatstenen
-  Oppervlakkige afwatering
-  Molgoot
-  DIT riool
-  Slokop

Bijlage 2

Locaties boringen,
infiltratieproeven en
peilbuizen

07-22
cl

rti

J

/

**Bijlage 1: Overzichtskaart boringen/infiltratieproeven en
peilbuizen**

Project:
223910

Datum:
03-03-2023

Opgesteld:
MBO

Controle:
NLE



● Locaties boringen en infiltratieproeven
CI Peilbuis gemeentelijk grondwatermeetnet

Avec
de Bandt
onderzoek • advies • realisatie

0 SO 100 m

2

1

2

3

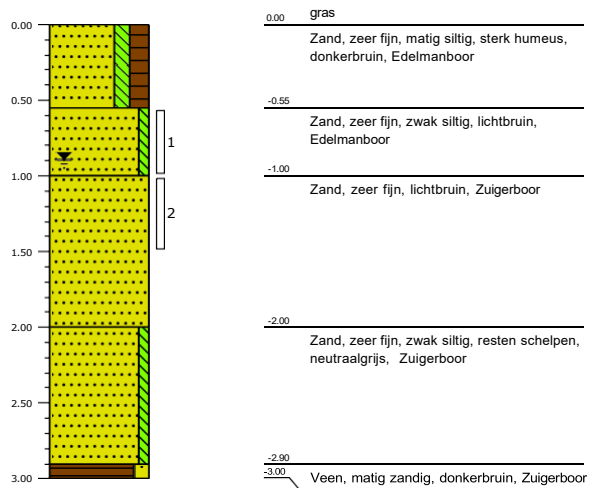
07-159

Boorbeschrijving

classificatie: NEN 5104, eenheid verticaal: (meter)

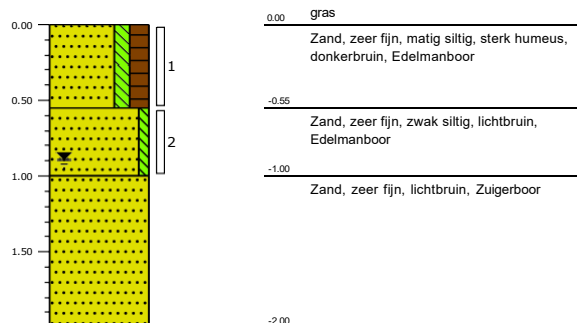
Monsterpunt: Proef 3

datum: 6-2-2023



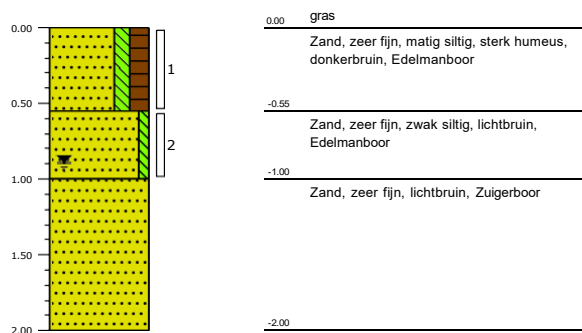
Monsterpunt: Proef 2

datum: 6-2-2023



Monsterpunt: Proef 1

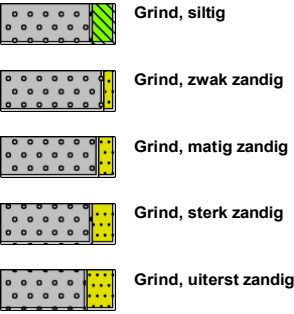
datum: 6-2-2023



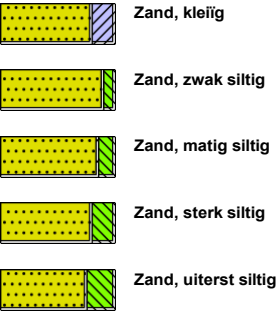
Projectcode: 223910 : Haarlem

Legenda (conform NEN 5104)

grind



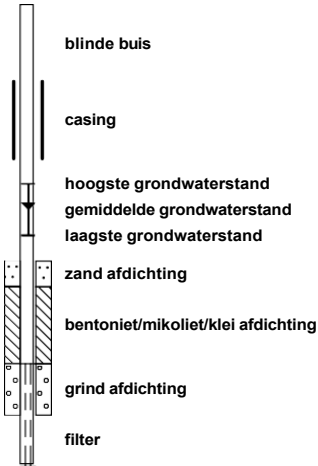
zand



veen



peilbuis



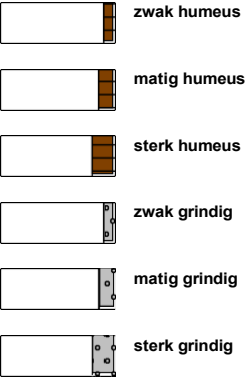
klei



leem



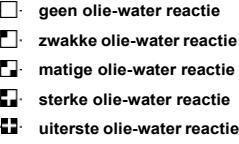
overige toevoegingen



geur



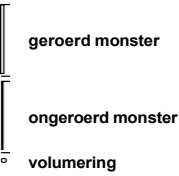
olie



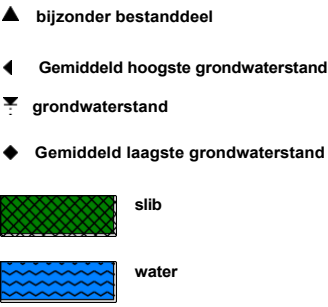
p.i.d.-waarde



monsters



overig



Bijlage 3

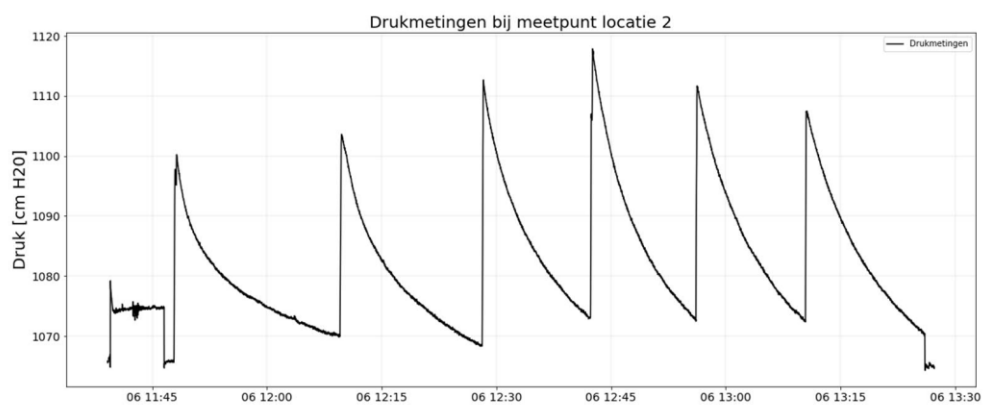
Resultaten
infiltratieproef

Bijlage 3 Resultaten infiltratieproef (falling head methode)

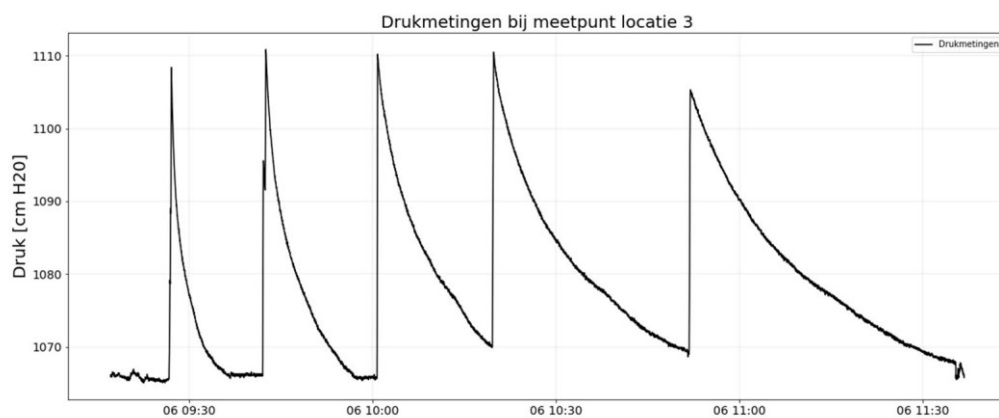
Meetreeks locatie 1



Meetreeks locatie 2



Meetreeks locatie 3



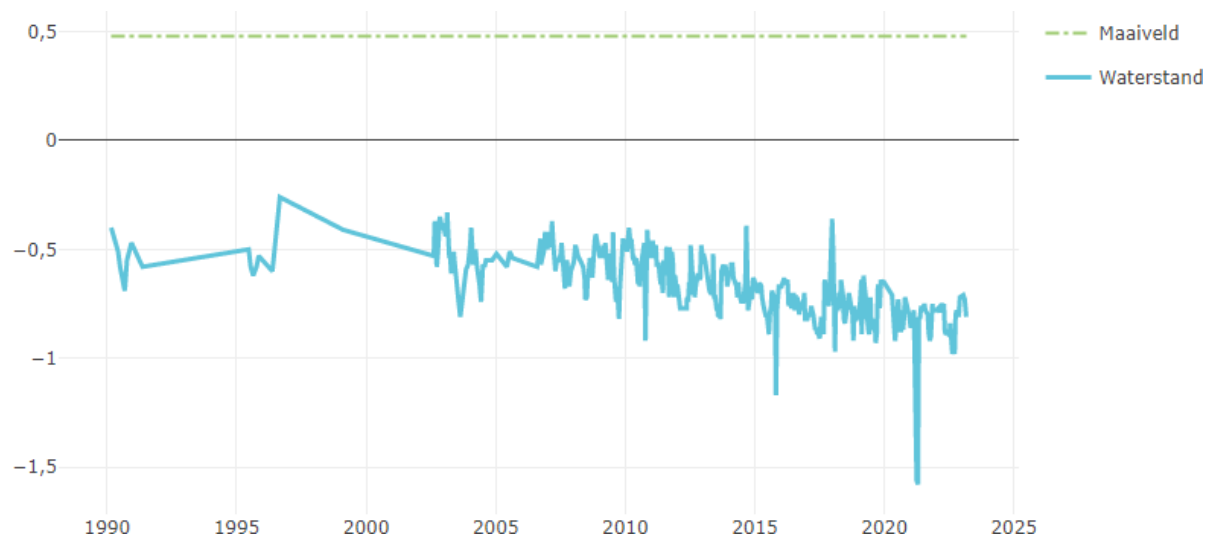
Locatie	X- coördinaat	Y- coördinaat	Maaiveld (m NAP)	k-waarde (m/d)			
				proef 1	proef 2	proef 3	gemiddelde
loc1	105589,85	488005,17	0,36	0,37	0,30	0,30	0,32
loc2	105576,11	487896,43	0,47	0,49	0,41	0,40	0,43
loc3	105566,76	487815,79	0,28	0,40	0,28	0,19	0,29

Bijlage 4

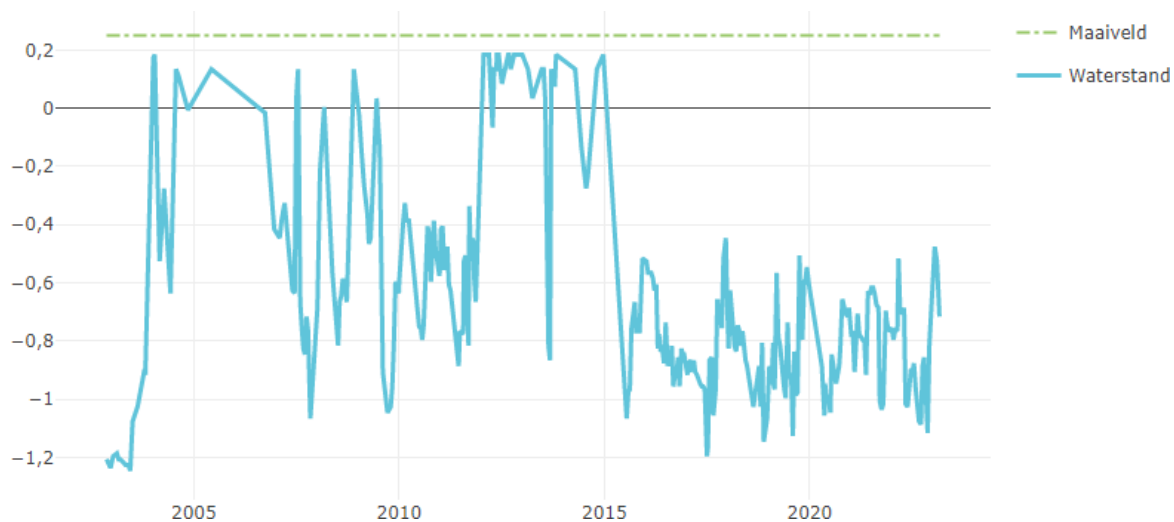
Grondwaterstanden

Bijlage 4 Grondwaterstanden

Peilbuis 07-159



Peilbuis 07-222 (onrealistische pieken in gws)



Bijlage 5

Geadviseerd tracé
drainage



Bijlage 6

Effecten
berekeningen
grondwatermodel

