

DATUM 12 oktober 2015
KENMERK 14849-OD-1214966
CONTACTPERSOON ing. O. Duisters
TELEFOONNUMMER +31 (0)412 – 65 50 58
BIJLAGE
ONDERWERP Briefrapport hemelwaterinfiltratie

Aan
Combinatie Muller Wagemakers
Postbus 243
5340 AE Oss.

Geachte opdrachtgever,

Hierbij ontvangt u de resultaten van het doorlatendheidsonderzoek dat NIPA Milieutechniek bv voor u heeft uitgevoerd op de locatie van de hoek van de Kerkstraat en 't Vijfeiken in Heesch.

De voorliggende briefrapportage bevat de volgende onderdelen en bijlagen:

1. Aanleiding en doelstelling
2. Locatiegegevens
3. Wateropgave
4. Onderzoekstrategie en uitvoering
5. Resultaten
6. Analyse
7. Conclusie en aanbevelingen

Bijlage 1: Situatiekening met meetpunten

Bijlage 2: Beschrijving meetmethoden

Bijlage 3: Boorstaten

Bijlage 4: Meetwaarden doorlatendheidsproeven

Bijlage 5: Foto's

NIPA Milieutechniek bv heeft geen binding met de opdrachtgever en de onderzoekslocatie anders dan als onafhankelijk onderzoeksbureau.

Landweerstraat – Zuid 109 5349 AK Oss
T +31 (0) 412 65 50 58 F +31 (0) 412 65 29 98
E info@nipamilieu.nl | www.nipamilieu.nl
IBAN: NL 44 RABO 0121505537
Kamer van Koophandel 16.07.74.86

1. AANLEIDING EN DOELSTELLING

Op de locatie wordt nieuwbouw van woningen, parkeerplaatsen en wegen gerealiseerd. Hierdoor neemt het verharde oppervlak toe. Vanwege landelijk beleid dient bij een toename van het verharde oppervlak rekening gehouden te worden met wateraspecten. In het gebied van waterschap Aa en Maas wordt hiervoor aangesloten bij het principe van hydrologisch neutraal ontwikkelen.

Er is sprake van hydrologisch neutraal ontwikkelen indien een ontwikkeling geen negatief effect heeft op de hydrologische situatie. Dat betekent dat de grondwaterstand gelijk moeten blijven en dat de afvoer van hemelwater uit het plangebied niet toe neemt ten opzichte van de uitgangssituatie. Afstromend hemelwater van nieuwe verharding of afgekoppeld hemelwater wordt in de bodem geïnfiltreerd en/of via een bergingsvoorziening vertraagd afgevoerd naar een watervoerende sloot. Bij vertraagde afvoer mag de afvoercoëfficiëntnorm niet worden overschreden omdat dit kan leiden tot overbelasting van het hoofdwatergangstelsel.

Middels het doorlatendheidsonderzoek wordt vastgesteld of de bodem in het plangebied geschikt is om opgevangen hemelwater op eigen terrein te infiltreren. Doel van het onderzoek is dus om aan de hand van de waterdoorlatendheid (k-waarde) van de bodem de infiltratiemogelijkheden te bepalen.

2. LOCATIEGEGEVENS

De onderzoekslocatie is gelegen op de hoek van de Kerkstraat en 't Vijfeiken te Heesch gemeente Bernheze. De XY-coördinaten van de onderzoekslocatie zijn: X = 164304 en Y = 416027. Een situatie-tekening is weergegeven in bijlage 1. Deze door u aangeleverde tekening (van 31 juli 2015 gewijzigd 16 september 2015) vormt de basis voor ons advies. De onderzoekslocatie is momenteel in gebruik als weiland. Op de locatie zijn een aantal kleine schuurtjes gesitueerd. Deze zullen ten behoeve van het nieuwbouwplan worden afgebroken.

Als basis voor onze berekeningen zijn wij uitgegaan van de volgende door u verstrekte gegevens:

- SIR-woningen 743 m²
- Huurwoningen 1324 m²
- Bergingen 153 m²
- Parkeerplaatsen (incl. SIR) 357 m²
- Wegen 642 m²
- Achterpaden 286 m²
- Trottoirs 322 m²

De totale verharde oppervlakte komt hiermee op 3.827 m²

Opmerking: de jeu-de-boules-baan is niet meegerekend in het verharde oppervlak. Er wordt vanuit gegaan dat deze wordt aangelegd met halfverharding (grind, grof zand).

3. WATEROPGAVE

Met het begrip wateropgave wordt de totale hoeveelheid afstromend en/of afgekoppeld hemelwater bedoeld die in een waterbergingsvoorziening moet worden opgevangen voorafgaand aan hergebruik, infiltratie of vertraagde afvoer.

De drie Brabantse waterschappen, Aa en Maas, De Dommel en Brabantse Delta hebben in hun keuren sinds 1 maart 2015 dezelfde (beleids)uitgangspunten voor het beoordelen van plannen waarbij het verhard oppervlak toeneemt. Dit gezamenlijke beleid heeft onder andere geresulteerd in de rapportage 'Hydrologische uitgangspunten bij de Keurregels voor afvoeren van hemelwater, Brabantse waterschappen' van 9 december 2014. Uit (onder andere) deze uitgangspunten blijkt het volgende:

'Bij een toename en afkoppelen van het verhard oppervlak geldt het uitgangspunt dat plannen zoveel mogelijk hydrologisch neutraal worden uitgevoerd. Het doel van dit uitgangspunt is om te voorkomen dat hemelwater als gevolg van uitbreiding van het verhard oppervlak versneld op het watersysteem wordt geloosd. Voor lozingen op een oppervlaktewater eist het Waterschap daarom een vervangende berging, die de extra afvoer van het nieuwe verharde oppervlak als het ware neutraliseert. Gemeenten stellen vanuit hun eigen verantwoordelijkheid voorwaarden aan de afvoer via een rioleringsstelsel. Bij het invullen van de compensatieopgave wordt tevens gekeken naar de mogelijke realisering van andere waterdoelen. Het gaat hierbij dus om een optimale inpassing van een plan in zijn omgeving, waarbij ook gekeken moet worden naar het huidige en toekomstige functioneren van het totale (deel-)stroomgebied waar de ontwikkeling onderdeel van uitmaakt. Naast het behoud van voldoende systeemrobustheid, kan hiermee beter invulling worden gegeven aan de gewenste doelmatigheid. Bovendien biedt dit mogelijkheden voor waterschappen en gemeenten om ook andere dan hydrologische aspecten mee te nemen in de afweging. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om het oplossen van waterkwaliteitsknelpunten of het tegengaan van verdroging.'

De waterschappen maken bij het beoordelen van plannen met een toegenomen verhard oppervlak onderscheid tussen grote (toename verhard oppervlak groter dan 10.000 m²) en kleine plannen (toename verhard oppervlak tussen de 2.000 m² en 10.000 m²). Hoewel er relatief veel kleine plannen zijn veroorzaken deze op deelstroomgebiedsniveau nauwelijks een toename van de maatgevende afvoer. Dit heeft er toe geleid dat voor kleine plannen kan worden volstaan met het toepassen van een eenvoudige rekenregel voor het bepalen van de compensatie-eis. Voor plannen met een toename van het verharde oppervlak minder dan 2.000 m² geldt geen compensatie-eis.

Beleid gemeente Bernheze

In het 'Gemeentelijk Rioleringsplan Bernheze 2016 t/m 2020' staat omschreven dat de gemeente Bernheze een - niet-verplichtende - verwachting uitspreekt dat inwoners van de gemeente hemelwater zoveel mogelijk zelf opvangen en bergen. Uit telefonisch contact op 10 mei 2016 met de heer H. Soffner, beleidsmedewerker 'Riolering & Waterhuishouding' bij de gemeente Bernheze, blijkt dat de gemeente Bernheze bij een bestemmingswijziging wel een duurzame oplossing vereist voor de omgang met hemelwater.

De gemeente Bernheze heeft geen specifieke beleidsregels omtrent de verwerking van hemelwater. De hydrologische uitgangspunten van de Brabantse waterschappen zoals bovenstaand omschreven worden door de gemeente Bernheze in principe nageleefd maar zijn niet leidend; de gemeente Bernheze is het bevoegd gezag aangaande het verwerken van hemelwater. De ondergrens van de toename van het verharde oppervlak met 2.000 m², waarbij volgens de Keur van de Brabantse waterschappen geen compensatie noodzakelijk wordt geacht, wordt door de gemeente Bernheze bijvoorbeeld niet gehanteerd.

Compensatie-eis

In de Keur van de Brabantse Waterschappen is als compensatie-eis 60 mm vastgesteld (hoeveelheid in mm die 'overblijft' en die geborgen moet worden binnen 24 uur), waarbij is uitgegaan van de vastgestelde afgeronde gemiddelde maatgevende afvoer van 1,0 l/s/ha en met aftrekposten zoals berging op straat en berging in het riool. In de Algemene Regel is tevens een gevoeligheidsfactor voor de compensatie-eis opgenomen. Afhankelijk van kenmerken van het beïnvloedingsgebied wordt een gevoeligheidsfactor toegepast. Naarmate de gevoeligheid van een gebied of oppervlaktewatersysteem voor de gevolgen van piekafvoeren lager is, is minder compensatie nodig. Volgens tabel 2 in de Keur is sprake van een gevoeligheidsfactor van 1; dit houdt in dat de waarde van 60 mm van de compensatie-eis voor onderhavige onderzoekslocatie volgens de keur ongewijzigd blijft.

Voor een toename van het verhard oppervlak bij kleine plannen kan volgens de Keur de vereiste compensatie berekend worden door de toename van het verhard oppervlak (m²) te vermenigvuldigen met de compensatie-eis (60 mm) en de gevoeligheidsfactor. Daaruit volgt de omvang van de vereiste compensatie in kubieke meters (m³). Wanneer de vereiste compensatie berekend is, kan een voorziening ontworpen en nader uitgewerkt worden. De rekenregel is als volgt:

$$\text{Toename verhard oppervlak (m}^2\text{)} * 0,06 \text{ (m)} * \text{Gevoeligheidsfactor} = \text{Benodigde compensatie (m}^3\text{)}$$

Bij een oppervlakte van 3.827 m² aan verharding moet derhalve maximaal 229 m³ water worden opgevangen.

Opmerking: De gemeente Bernheze maakt ten aanzien van hemelwaterinfiltratie haar eigen afwegingen. Gelet op de hoge GHG en verminderde doorlatendheid binnen de woonkern van Heesch is bijna altijd sprake van maatwerkvoorschriften.

4. ONDERZOEKSTRATEGIE EN UITVOERING

Het doorlatendheidsonderzoek is afgeleid van module C2510 'Doorlatendheidsonderzoek voor infiltratie en drainage' van de Leidraad Riolerings (februari 2011).

Ter bepaling van de doorlatendheid van de onverzadigde bodem zijn op 16 en op 18 september 2015 door de heer T. Wassink van NIPA Milieutechniek bv twee dubbele-ring infiltrometer proeven uitgevoerd. Ook zijn er een tweetal Hooghoudt-proeven gedaan die allebei drie keer zijn herhaald. Voor een beschrijving van deze methoden zie bijlage 2.

Met de dubbele-ring infiltrometer wordt vooral de verticale doorlatendheid in de onverzadigde zone van de bodem bepaald, terwijl met de Hooghoudt-proef vooral de horizontale doorlatendheid in de onverzadigde zone wordt vastgesteld.

De locaties van de doorlatendheidsproeven zijn ingetekend op de situatietekening in bijlage 1.

Er zijn een aantal boringen uitgevoerd om vast te stellen waar het grondwaterniveau zich bevindt en tevens om eventuele storende bodemlagen vast te stellen. Van het opgeboorde materiaal zijn boorstaten opgesteld die in bijlage 3 zijn toegevoegd.

5. RESULTATEN

Bodemopbouw

Ter vaststelling van de bodemopbouw zijn handmatig twee boringen gezet tot onder het grondwater. De bodem bestaat tot ca. 60 cm -mv voornamelijk uit zeer fijn, zwak siltig zand. Daaronder wordt het tot aan de grondwaterstand op 120 cm -mv zwak tot matig roesthoudend zand. Tot 50 cm onder de grondwaterstand wordt geen afsluitende (leem)laag aangetroffen.

In het Dinoloket is een nabij gelegen grondwaterput gevonden. Het betreft peilbuis B45E0128 (coördinaten 164260,415990). Hierin is een waterstandfluctuatie gemeten van maximaal 1,2 m in de laatste 10 jaar (laagst gemeten grondwaterstand 1 januari 2006; 5,70 m+NAP hoogst gemeten grondwaterstand 1 januari 2007; 6,90 m+NAP). Het maaiveldniveau ter plekke ligt op 7,76m +NAP. De gemeente geeft aan dat het straatpeil in het plein 7,9m + NAP zal gaan bedragen.

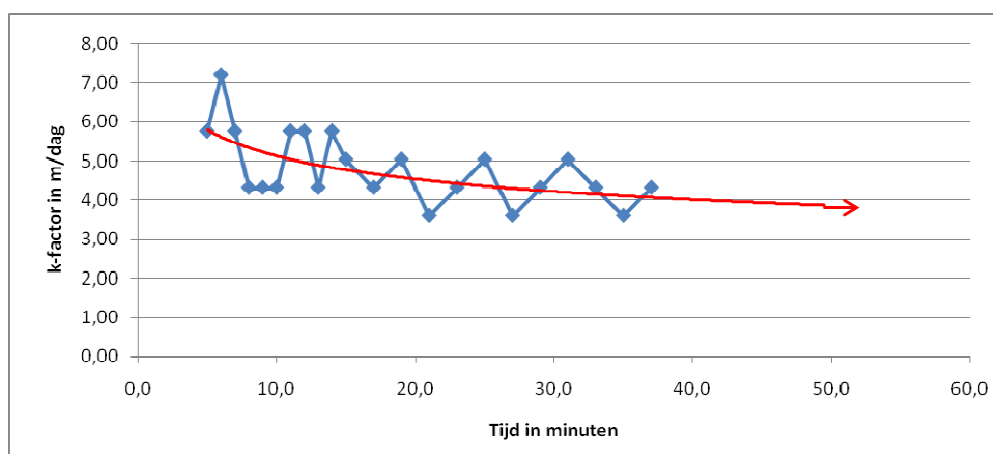
Op basis van deze gegevens beredeneren wij dat de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand) niet hoger zal liggen dan 1,1 m-straatpeil.

DOORLATENDHEIDSPROEVEN

Verticale doorlatendheid:

Nadat de vegetatie is verwijderd, is de dubbele-ringinfiltrometer ca. 10 cm (ten opzichte van het maaiveldniveau) de grond in gedrukt. Vervolgens heeft een voorverzadiging van de bodem rondom het meetpunt plaatsgevonden. Dit is gebeurd door een overmaat aan water ter plaatse van het meetpunt te laten intrekken

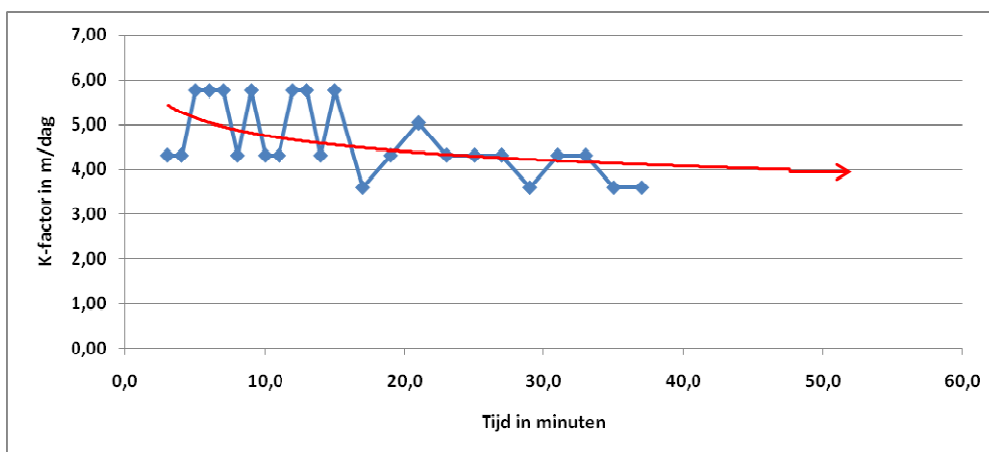
Voor proef 1 is in 30 minuten tijd 90 liter water gebruikt en tussentijds is er 15 liter water bijgevoerd. In bijlage 4 zijn de meetwaarden van de doorlatendheidsproeven opgenomen. In onderstaande grafiek zijn de resultaten van proef K1 weergegeven.



De berekende infiltratiewaarde bedraagt 4,8 m/dag, hetgeen *goed* betekend.

Voor proef 2 is in 30 minuten tijd 85 liter water gebruikt en tussentijds is er 10 liter water bijgevoeld.

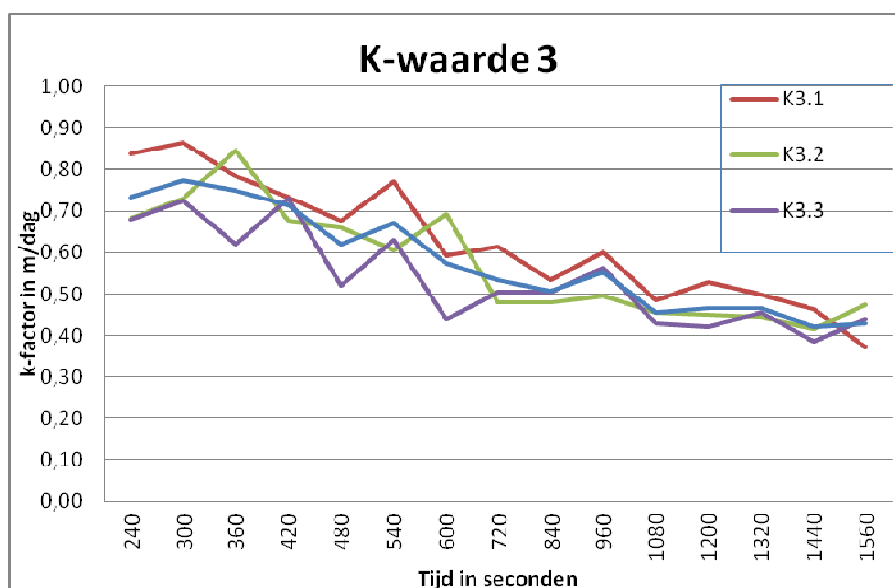
In onderstaande grafiek zijn de resultaten van proef K2 weergegeven.



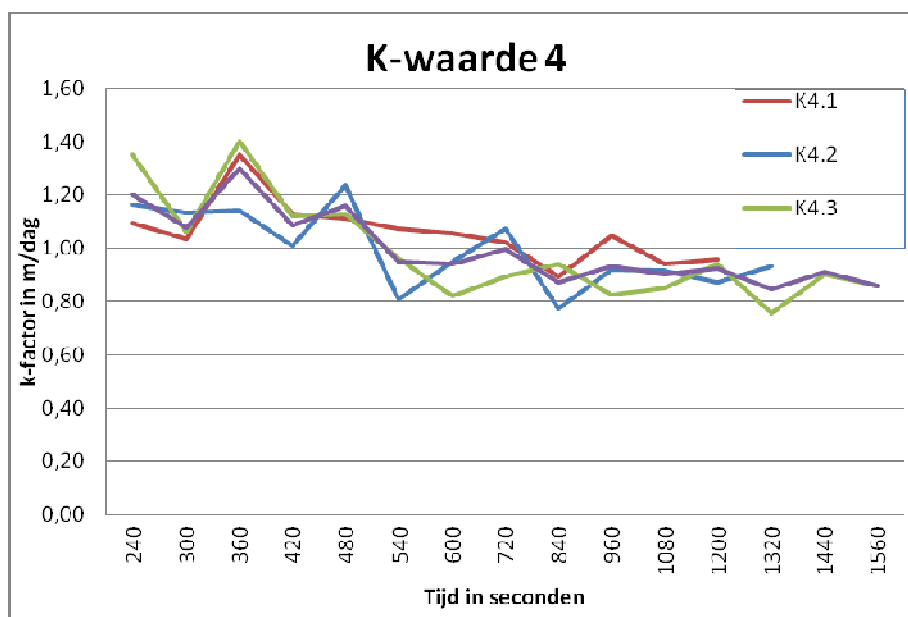
De berekende infiltratiewaarde bedraagt 4,7 m/dag, hetgeen *goed* betekend.

Horizontale doorlatendheid:

De doorlatendheid van de bodem wordt bepaald door in het boorgat de daling te meten van het toegevoegde water ten opzichte van de tijd. De Hooghoudt-proef is 3 keer herhaald. In bijlage 4 zijn de meetwaarden van de doorlatendheidsproeven opgenomen. In onderstaande grafieken zijn de resultaten van proef 3 en proef 4 weergegeven.



De berekende infiltratiewaarde voor de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone voor proef 3 bedraagt 0,56 m/d, hetgeen *redelijk* betekend.



De berekende infiltratiewaarde voor de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone voor proef 3 bedraagt 0,98 m/d, hetgeen *redelijk* betekend.

6. ANALYSE

De berekende infiltratiewaarde voor de verticale doorlatendheid van de onverzadigde zone voor proef 1 bedraagt 4,8 m/dag en voor proef 2 bedraagt deze 4,7 m/dag.

De berekende infiltratiewaarde voor de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone voor proef 3 bedraagt 0,56 m/d en voor proef 4 bedraagt deze 0,98 m/dag.

Veiligheidshalve wordt een veiligheidsfactor van 2 gehanteerd.

Dit betekend voor de verticale doorlatendheid een herberekende waarde voor proef 1 van 2,4 m/dag en voor proef 2 van 2,35 m/dag, hetgeen *goed* betekend.

Voor de horizontale doorlatendheid komt een herberekende waarde uit voor proef 3 van 0,28 m/dag en voor proef 4 van 0,49 m/dag, hetgeen *matig* betekend.

Conform de Leidraad Riolering, C2200 Hydraulisch functioneren van regenwatervoorzieningen, kan gesteld worden dat goed infiltreren mogelijk is wanneer de k-waarde van de bodem in het gebied minimaal 1 m/dag bedraagt.

Een reden voor de matige horizontale doorlatendheid (die gemeten is van 0 t/m 1 m -mv) is de hoge GHG, deze bevindt zich op circa 0,86 m -mv (= 1,1 m-straatpeil van het plan).

Vanaf 0,6 m -mv begint een bodemlaag met roestverschijnselen, dit bevestigt de hoge GHG.

Hierdoor bevindt er zich in de poriën van deze zone een te hoog watergehalte en een te lage zuigcapaciteit. Dit benadeelt sterk de doorlatendheid.

Aan de hand van de gemeten en berekende K-waarden, de bodemopbouw en de verwachte GHG wordt geconcludeerd dat de bovengrond geschikt is voor infiltratie. De ondergrond vanaf circa 0,6 m -mv is niet geschikt voor infiltratie. Het toekomstige infiltratiesysteem zal hier op moeten worden aangepast of er moet op deze diepte grondverbetering worden toegepast om de benodigde k-waarde te behalen. De locaties die ingericht zouden kunnen worden voor waterberging (bijv. wadi) zijn weer gegeven op de situatietekening (bijlage 1).

Met een aanlegdiepte van 0,4 m is er 575 m² ruimte nodig om 229 m³ te kunnen bergen (229/0,4=575).

Binnen het plangebied is berekend dat er ca. 380 m² ruimte is voor bovengrondse infiltratie. Dit betekent dat er te weinig ruimte binnen het plangebied is om het water dat afkomstig is van het totaal aan verhard oppervlak te bergen. Er zijn een aantal oplossingen denkbaar waarmee toch aan het beginsel van hydrologische neutraliteit wordt voldaan:

1. Verminderen wateraanbod.

Wanneer er te weinig ruimte is om het water te kunnen bergen, kan er ook gekozen worden om het water aanbod op de bergingsvoorziening te verkleinen. Dit kan behaald worden door middel van afkoppelen. Indien alleen de SIR-woningen (743 m²), de huurwoningen (1324 m²), de wegen (642 m²) en de trottoirs (322 m²) aangesloten worden op het gescheiden stelsel is een berging van 181 m³ nodig.

Het resterende water moet lokaal, dichtbij het punt voor oorsprong geïnfiltreerd worden. Dit betekent dat de regenpijpen afkomstig van de bergingen in de achtertuinen moeten lozen, en de parkeerplaatsen en achterpaden voorzien worden van doorlatende verharding ofwel afwateren

op de omliggende grond. Het is niet helemaal uit te sluiten dat hierdoor wateroverlast kan ontstaan.

2. Bergen binnen en/of buiten het plangebied.

Als al het water dat afkomstig is van het verhard oppervlak toch centraal ingezameld moet worden dan moet het tekort aan bergingscapaciteit (48 m^3) worden aangevuld. Dit kan door:

- het aanleggen van een berg/infiltratie-bassin bijvoorbeeld met behulp van infiltratiekratten. Een infiltratiekrat kan net boven de GHG worden gelegd en toch nog voldoende gronddekking hebben. De afmetingen van kratten zijn ongeveer $1,2 \times 0,6 \times 0,42 \text{ m}$ en hebben een nuttige inhoud van 260 liter. Dit betekent dat voor de volledige bergingsopgave 880 kratten nodig zijn die gezamenlijk 634 m^2 beslaan. Concreet betekent dit dat onder alle bestrating kratten moeten worden gelegd. Dit is dus een dure optie.

3. Bergen geheel buiten het plangebied.

Het kan zijn dat het niet gewenst is om hemelwaterinfiltratie binnen het plangebied te realiseren of dat er buiten het plangebied van overheidswege infiltratievoorzieningen zijn aangelegd. Wanneer dit het geval is dient bekeken te worden of het mogelijk is hier op aan te sluiten.

In een telefonisch overleg d.d. 12-10-2015 met de heer H. Soffner van de gemeente Bernheze is besproken dat de gemeente vaak kijkt naar maatwerkoplossingen om de infiltratieproblematiek beheersbaar te houden.

7. **CONCLUSIES EN AANBEDELINGEN**

Om te voldoen aan het nieuwe beleid van het waterschap dient bij een totaal verhard oppervlak van 3.827 m^2 , 229 m^3 water te worden geborgen.

De bovengrond is geschikt voor het aanleggen van open infiltratie-voorzieningen zoals een WADI. Maar hiermee kan slechts zeer beperkt in de bergingsbehoefte worden voorzien. Omdat er overeenkomstig de aanleg eisen van RIONED maximaal 30 cm water in een WADI mag staan en het talud tenminste 1:3 moet bedragen.

Een ledigingstijd van maximaal 1 dag is wel haalbaar gelet op de beperkte waterhoogte van 0,3 m in de voorziening en een infiltratiesnelheid die groter is dan 2,0 m/dag.

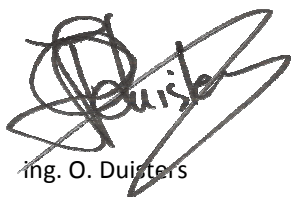
De GHG ligt rond 1,1 m – nieuwe straatpeil. Hierdoor is het mogelijk om infiltratiekratten of infiltratierolten toe te passen en toch voldoende gronddekking te hebben. Aanleg onder het trottoir is aan te bevelen omdat de drukbelasting op het trottoir minder is als onder de weg.

Aanbevolen wordt om de schuurtjes, parkeervakken en mogelijk ook de achterpaden direct op het maaiveld te laten afwateren of om vloeistofdoorlatende verhardingsmaterialen te gebruiken. Eventueel kunnen de schuurtjes voorzien worden van een vegetatiedak waardoor ze niet meegenomen hoeven te worden in de bepaling van het totale oppervlak. Kortom, het plan vraagt om een maatwerk advies waarin gezocht wordt naar combinaties van bovengrondse en ondergrondse voorzieningen, gebruik van vegetatiedaken en waterdoorlatende bestrating.

Door de uitgevoerde infiltratieproeven en boringen is gebleken dat de ondergrond vanaf 0,6 m –mv niet geschikt is voor infiltratie. Wij adviseren daarom bodemverbetering toe te passen vanaf 0,6 m tot 1,0 m –mv om de infiltratiecapaciteit te verbeteren.

De gemeente Bernheze heeft telefonisch aangegeven in overleg te willen treden over maatwerkvoorschriften. Dit overleg, waarbij naast de gemeente en de opdrachtgever ook de aanwezigheid van het waterschap gewenst is, biedt kansen om te komen tot afspraken over berging- en afvoer van (een deel van) het hemelwater buiten het plangebied. Het is zeer aan te bevelen dit overleg aan te gaan.

Wij vertrouwen erop u hiermee van dienst te zijn geweest. Mocht u nog vragen en/of opmerkingen hebben dan kunt u contact opnemen met ondergetekende.



ing. O. Duisters
directeur, rapportage



de heer T. Wassink.
Veldwerk, rapportage

Bijlage 1: situatietekening met aanduiding meetpunten

Bijlage 2: Beschrijving meetmethoden

Onverzadigde zone, horizontale infiltratie

Voor de bepaling van de horizontale doorlatendheid van de onverzadigde zone in de bodem kan de zogenaamde omgekeerde boorgat-proef, ook wel Hooghoudt-proef genoemd, worden uitgevoerd. Bij deze methode wordt een indicatie over de doorlatendheid van het bodemmateriaal rondom een boorgat verkregen, uit het verloop van de daling van de waterstand in de tijd, nadat in korte tijd het boorgat tot een bepaald niveau is gevuld met water. De proef wordt een aantal malen herhaald ten einde een gemiddelde doorlatendheid te kunnen berekenen. Opgemerkt wordt, dat de actuele grondwaterstand op de locatie nog onder het onderkant van het filterdeel dient te zijn.

De formule om de doorlatendheid volgens de Hooghoudt-proef uit te voeren:

$$K = 1,15 \cdot r \cdot (\log(h_0 - r/2) - \log(h_1 - r/2)) / dt \text{ [cm/s]}$$

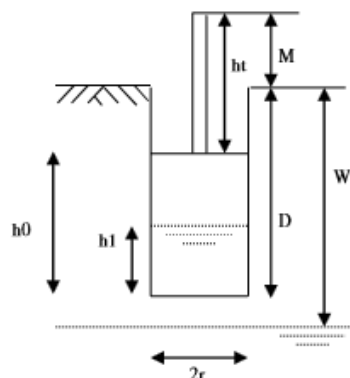
Hierbij is:

h_0 = waterhoogte in boorgat op $t = t_0$

h_1 = waterhoogte in boorgat op $t = t_1$

r = boorgat radius

dt = verlopen tijd van $t = t_0$ tot $t = t_1$

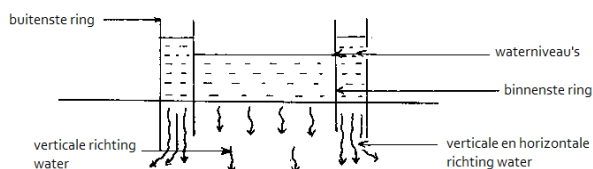


Onverzadigde zone, verticale infiltratie

Om de minimale infiltratiesnelheid van de bodem te krijgen dient de meting uitgevoerd te worden op het moment dat de bodem verzadigd is met water. Een methode hiervoor is de dubbele-ring infiltratietest. Het meten van de minimale infiltratiesnelheid gebeurt door de bodem gedurende een half uur te verzadigen met water. Vervolgens wordt bepaald hoe snel de waterspiegel daalt in een vastgesteld infiltratiepunt.

Het principe van de test is als volgt: Het water infiltreert vanuit de buitenste ring in drie dimensies in de bodem. Het water in de binnenste ring kan hierdoor hoofdzakelijk verticaal de grond in zakken. Hoe groter de buitenste ring is des te nauwkeuriger de bepaling van de verticale infiltratie is.

$$K = \frac{\text{hoogteverschil (cm's)}}{\text{tijd (min)}}$$



Bijlage 3: Boorstaten

Bijlage 4: Meetresultaten veldproeven

Bijlage 5: Foto's