

Waterhuishoudingsplan

**woningbouwlocaties
Schoolstraat / Jan Arntzstraat
te Kekerdome**

Gegevens opdrachtgever

Pouderoyen Compagnons
Postbus 156
6500 AD Nijmegen

Contactpersoon:
de heer drs. S. Doggen

CSO Adviesbureau

Koningsbergenstraat 2
7418 ER Deventer
Tel. 0570 - 504180
Fax 0570 - 504190
n.lurvink@cso.nl

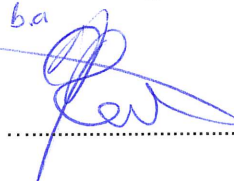
Contactpersoon CSO
de heer ing. N.B.J. Lurvink

Projectcode: 09J159.R03
Versiedatum: 19 augustus 2010
Status: Definitief

Autorisatie

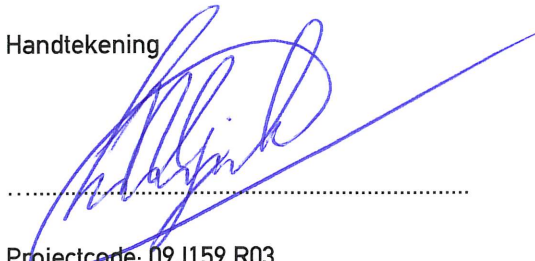
Opgesteld door:
Drs. ing. M. Pfaff - Wagenaar
Adviseur

Handtekening

ba


Akkoord bevonden door:
Ing. N.B.J. Lurvink
Projectleider

Handtekening



Projectcode: 09J159.R03
Versiedatum: 19 augustus 2010

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Situatiebeschrijving	2
2.1	Inleiding.....	2
2.2	Huidige situatie.....	3
2.3	Toekomstige situatie.....	4
3	Relevante waterhuishoudkundige aspecten in het plangebied	7
3.1	Bodemopbouw en geohydrologie.....	7
3.2	Waterkwantiteit.....	8
3.3	Waterkwaliteit.....	9
4	Geohydrologisch onderzoek	10
4.1	Bodemopbouw.....	10
4.2	Doorlatendheidsproeven.....	10
4.2.1	Achtergronden.....	10
4.2.2	Uitgevoerd onderzoek.....	12
4.2.3	Resultaten.....	12
5	Beleid en afstemming	16
5.1	Inleiding.....	16
5.2	Beleidsuitgangspunten waterschap Rivierenland.....	17
5.2.1	Waterneutraal inrichten.....	17
5.2.2	Schoon inrichten.....	18
5.2.3	Veilig inrichten.....	19
5.2.4	Bijzondere wateren en voorzieningen.....	19
5.2.5	De Keur.....	19
5.3	Gemeentelijk beleid.....	19
5.3.1	Afkoppelen van verhard oppervlak.....	20
5.3.2	Dakwater.....	20
5.3.3	Regenwater van terreinen.....	20
5.4	Provinciaal beleid.....	21
5.4.1	Streekplan 2005.....	21
5.4.2	Waterplan Gelderland 2010-2015.....	21
5.5	Overig beleid.....	22
6	Indicatieve kwelberekening	23
6.1	Inleiding.....	23
6.2	Werkwijze.....	23
6.3	Gebruikte gegevens.....	23
6.4	Resultaten.....	24
7	Inrichting en dimensionering	26
7.1	Waterberging.....	26
7.2	Afkoppeling.....	28
7.3	Overige aandachtspunten.....	33
7.4	Kweloverlast.....	33

Bijlagen

Bijlage 1 Overzichtstekening en situering boorpunten

Bijlage 2 Boorprofielbeschrijvingen

Bijlage 3 Meetresultaten doorlatendheidsproeven

1 Inleiding

Ten behoeve van de bestemmingsplanwijziging voor de voorgenomen woningbouw op 2 plangebieden aan de Schoolstraat en Jan Arntzstraat te Kekeerdom dient een watertoets te worden uitgevoerd. Het plangebied ligt binnen het beheersgebied van het waterschap Rivierenland, verantwoordelijk voor het waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheer en beheerder van waterkeringen. Het onderhoud aan de riolering wordt uitgevoerd door de gemeente Ubbergen.

In dit document worden de eisen van de waterbeheerders en de aspecten, die vanuit waterhuishoudkundig aspect een rol spelen, naar voren gebracht. Tevens wordt aangegeven hoe hier in de plannen mee zal worden omgegaan.

Eind 2000 heeft het kabinet het standpunt 'Anders omgaan met water' vastgesteld. Het op een andere manier omgaan met water én ruimte is nodig om in de toekomst bescherming te kunnen bieden tegen overstromingen en wateroverlast. Per 1 juli 2008 is de nieuwe Wet ruimtelijk ordening (Wro) in werking getreden. Tezamen met deze nieuwe wet is ook een nieuw Besluit ruimtelijke ordening (Bro) in werking getreden. In het Bro is opgenomen dat zowel bij een bestemmingsplan als een projectbesluit een watertoets verplicht is met als doel dat waterhuishoudkundige doelstellingen expliciet en op evenwichtige wijze in beschouwing worden genomen bij het opstellen van deze plannen. Vooroverleg over de inrichting van de waterhuishouding tussen de initiatiefnemer en de waterbeheerders is verplicht. De voor het plangebied voorgenomen bestemmingsplanwijziging vereist inzicht in de wijze waarop rekening is gehouden met de gevolgen van het plan voor de waterhuishoudkundige aspecten: veiligheid water, wateroverlast, waterkwaliteit en verdroging.

Provincies en gemeenten zullen in toenemende mate rekening (gaan) houden met het watersysteem bij het maken van ruimtelijke keuzes. Dit wordt gestimuleerd door o.a. de Kader Richtlijn Water (KRW), het Nationaal Bestuursakkoord Water en de Watertoets.

Bij het uitvoeren van de watertoets zijn onder meer de volgende documenten geraadpleegd:

- Brochure 'Partners in water - De watertoets in Rivierenland', incl. achtergrond-document
- Beleidsregels Wvo Lozing afstromend hemelwater van bedrijven
- Waterbeheerplan Rivierenland 2010-2015
- Beleid bij toetsen van projecten in uiterwaarden en dijkerugleggingen aan effecten op het binnendijkse watersysteem (kwel), 2006 (zie www.waterschaprivierenland.nl)
- Waterplan Gelderland 2010-2015
- Streekplan (Structuurvisie) Gelderland 2005
- Website van de Gemeente Ubbergen (www.ubbergen.nl)
- Wateratlas Gelderland (http://geodata2.prvgld.nl/apps/wateratlas_kaarten/)
- Grondwaterkaart van Nederland, blad 40 west (TNO-Dienst Grondwaterverkenning, 1981)
- DINO-loket, TNO (www.dinoloket.nl)

Op basis van bekende informatie omtrent de planontwikkeling en beleid van de waterbeheerders is een concept waterhuishoudingsplan opgesteld, welke ter beoordeling aan zowel het waterschap Rivierenland als de gemeente Ubbergen is voorgelegd. Naar aanleiding van het conceptrapport is een overleg tussen alle betrokken partijen gevoerd op 27 juli j.l. Over de gewenste situatie en daarmee het definitieve waterhuishoudingsplan bestaat overeenstemming met het waterschap (de heer J. Haas) en de gemeente (de heer F. Meurs). Het waterhuishoudingsplan dient als onderbouwing van de waterparagraaf in het bestemmingsplan.

2 Situatiebeschrijving

2.1 Inleiding

De voorgenomen realisatie van woningbouw vindt plaats op twee nabij elkaar gelegen plangebieden binnen de bebouwde kom van Kekerdom. De regionale geografische ligging van het plangebied is weergegeven in Figuur 1. In Figuur 2 is de ligging van de beide deellocaties binnen het plangebied weergegeven. Deellocatie A heeft een oppervlakte van circa 9.100 m². Deellocatie B heeft een oppervlakte van circa 6.750 m².



Figuur 1 Regionale geografische ligging (bron: www.AHNviewer.nl)

Het plangebied bevindt zich circa 1,6 kilometer ten westen van Millingen a/d Rijn in de gemeente Ubbergen.

De Waal loopt aan de noordzijde in een bocht om Kekerdom heen. De afstand tot de rivier bedraagt ca. 1,2 km in westelijke richting, 1,7 km in noordelijke richting en 1,6 km in oostelijke richting. Het splitsingspunt van de Boven-Rijn, waar deze zich splitst in het Pannerdensch kanaal en de Waal, bevindt zich ongeveer 2,2 km noordoostelijk van het plangebied.

Nabij het plangebied bevindt zich de primaire waterkering van de Waal. De bandijk loopt aan de noordzijde van Kekerdom langs de bebouwde kom. Buitendijks ten noorden van Kekerdom liggen de uiterwaarden van de Millingerwaard.



Figuur 2 Ligging plangebieden A en B (bron: Google Earth)

2.2 Huidige situatie

Deellocatie A is gelegen in de bebouwde kom van Kekerdom, in de noordelijke hoek van de kruising Schoolstraat – Jan Arntzstraat. Het huidige ruimtegebruik van het terrein wordt gevormd door een schoolgebouw met speelplaats en buitenterrein, vier twee-onder-een-kap woonblokken met diepliggende tuinen en de Jan Arntzstraat. In de huidige situatie is circa 6.200 m² van oppervlak van plangebied A verhard.

Langs de noordelijke plangrens loopt een watergang, welke bedoeld is om wateroverlast ten tijde van periodieke rivierkwal te voorkomen. Deze watergang loopt via een duiker onder de Schoolstraat en vervolgens langs de Schoolstraat richting de A-watergang ten zuiden van plangebied B, waarbij het traject ter plaatse van de Schoolstraat 20 t/m 26 ook nog onderduikerd is. Verder bevinden zich in het gebied geen watergangen. Het noordwestelijk deel van plangebied A, zijnde een deel van de Jan Arntzstraat, ligt binnen de de buitenbeschermingszone van de primaire waterkering (Waalduijk). Hier mogen geen grootschalige ontgravingen in de deklaag plaatsvinden.

Deellocatie B is gelegen juist ten zuiden van de bebouwde kom, in het verlengde van reeds bestaande bebouwing langs de Schoolstraat. Het gebied is in gebruik als grasland en het oppervlak is in het hele gebied onverhard. Aan de zijde van de Schoolstraat is een greppel aanwezig, welke is aangeduid als een C-watgang. Deze watgang is van belang voor waterberging en kan niet zonder meer gedempt worden. Langs de (zuid)oostelijke kant van de deellocatie is een poldersloot gesitueerd (A-watgang van waterschap Rivierenland). Ten tijde van de locatie-inspectie stonden beide watgangen droog. Aan de oostzijde van de A-watgang bevindt zich een rioolwaterpersleiding.

2.3 Toekomstige situatie

Op beide deellocaties wordt woningbouw gerealiseerd. In figuur 3 en figuur 4 is de voorlopige inrichtingsschets van beide plangebieden weergegeven.

Binnen deellocatie A staan reeds woningen, welke gesloopt zullen worden om plaats te maken voor nieuwbouw. Het reeds aanwezige schoolgebouw krijgt een nieuwe aanbouw. Het verharde oppervlak dat aanwezig zal zijn in de toekomstige situatie bedraagt naar schatting 6.530 m².

Als gevolg van de woningbouw in deellocatie B wordt een verhard oppervlak met een oppervlakte van naar schatting 4.150 m² gerealiseerd. De inrichting van deellocatie B omvat tevens de realisatie van waterretentie langs de zuidwestelijke grens van het plangebied. Deze retentie zal een noodoverloop hebben op naastgelegen A-watgang om wateroverlast in extreme situaties te voorkomen. Op het binnenste, hoger gelegen gebied van de waterretentie worden tuinen gerealiseerd, waar de bewoners middels een brug kunnen komen. De C-watgang langs de noordelijke plangrens van deelgebied B zal worden gedempt.

Voor deelgebied A neemt de oppervlakte verhard oppervlak naar schatting toe met slechts circa 330 m², terwijl voor deellocatie B de toename van het oppervlakte verhard oppervlak 4.150 m² bedraagt. De verdeling van het verhard oppervlak is weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 1 Verdeling verhard oppervlak

Verhardingstype	Deellocatie A (Schoolstraat)	Deellocatie B (Jan Arntzstraat)
Bebouwing (woningen en schuurtjes)	2.375 m ²	1.825 m ²
Openbare weg	2.550 m ²	675 m ²
Trottoirs, parkeerplaatsen en paden	950 m ²	900 m ²
Openbaar groen	600 m ²	350 m ²
Particulier onbebouwd terrein: Verhard (schatting 25%)	(2.625 x 0,25 =) 656 m ²	(3.000 x 0,25 =) 750 m ²
Particulier onbebouwd terrein: Onverhard (schatting 75%)	(2.625 x 0,75 =) 1.969 m ²	(3.000 x 0,75 =) 2.250 m ²

De kern Kekerdom is niet groot en woningbouwontwikkelingen kunnen een grote invloed op de waterhuishouding hebben. Daarom is voor beide planontwikkelingen één waterhuishoudingsplan opgesteld. De toename van verhard oppervlak van beide plangebieden kan niet los van elkaar worden gezien, waardoor voor de totale toename aan verhard oppervlak (4.480 m²) gecompenseerd zal moeten worden.



Figuur 3 *Inrichtingsschets plangebied A.*

3 Relevante waterhuishoudkundige aspecten in het plangebied

3.1 Bodemopbouw en geohydrologie

De onderstaande gegevens zijn ontleend aan de Grondwaterkaart van Nederland, blad 40-west (TNO-Dienst Grondwaterverkenning, juli 1981) en het hydrogeologisch model *REGIS*, te raadplegen via www.dinoloket.nl. De regionale bodemopbouw in de omgeving van de plangebieden kan globaal als volgt worden geschematiseerd:

Tabel 2 *Regionale bodemopbouw*

Diepte t.o.v. NAP (meter)	Geologische omschrijving	Lithostratigrafie	Bodemsoort
+11,5 tot +6	Deklaag	Holoceen	Klei
+6 tot -16	Eerste watervoerend pakket	Formatie van Kreftenheye	Matig fijn tot matig grof zand
-16 tot -59	Scheidende laag	Formatie van Drenthe	Klei, leem
> - 59	Tweede watervoerend pakket		Uiterst fijn tot matig grof zand

In de ondergrond is zand aanwezig, hetgeen mede bepalend is voor het reliëf waarin Kekerdome en directe omgeving een verhoogd element vormt. Bijna de gehele bebouwde kom (dus ook de plangebieden) ligt op een zandbaan (gevormd door beddingzand van een voormalige stroomrug).

De maaiveldhoogten van beide plangebieden zijn als volgt:

- maaiveld A = 11,4 tot 11,7 m+NAP;
- maaiveld B = 11,1 tot 11,3 m+NAP.

De grondwaterstand wordt gekarakteriseerd door de volgende waarden:

- GHG = 1,00 m-mv;
- GVG = 1,25 m-mv;
- GLG = 1,90 m-mv.

De zettingsgevoeligheid in het gebied bedraagt 1,0 tot 1,5 cm.

Het grondwater in het eerste watervoerend pakket stroomt regionaal in noordwestelijke richting. De plangebieden bevinden zich niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied. Het dichtsbijzijde grondwaterbeschermingsgebied is Lent (ligging 8,5 km ten westen van het plangebied). Met uitzondering van enkele plaatselijke beregeningsinstallaties op enige afstand van het plangebied, zijn er geen grondwateronttrekkingen in de omgeving die van invloed kunnen zijn op de stroming van grondwater.

3.2 Waterkwantiteit

Kekerdom ligt op een zandrug, langs de winterdijk van de Waal. Het gebied ten zuiden van Kekerdom tot aan de stuwwallen in zuidelijke richting, betreffen een poldergebied.

Over het voorkomen van kwel zijn verschillende gegevensbronnen geraadpleegd. Voor de plangebieden geldt volgens de *water@tlas*: “het westelijk plangebied kent matige infiltratie en het oostelijke plangebied kent een intermediaire situatie met betrekking tot kwel / infiltratie”.

Uit het *streekplan 2005* blijkt dat met betrekking tot de lokale kwelsituatie het westelijk plangebied in een 'grondwaterstand fluctuatiezone' gelegen is waar sprake is van 'grote kwel' (plangebied A) en ter plaatse van plangebied B 'geringe kwel' en gedeeltelijk zelfs buiten het gebied ligt waar sprake is van enige kwel.

In het *waterplan Gelderland 2010-2015* is te vinden dat het gebied niet aangemerkt is als gebied waar overlast is ten gevolge van grondwaterfluctuaties. In dit plan is alleen sprake van dergelijke overlastsituaties in kwelgebieden die onderaan stuwwallen liggen.

De beschikbare informatie van waterschap en provincie met betrekking tot de kwelsituatie is niet eenduidig. Vermoedelijk komt dit doordat de kwelsituatie een sterke lokale variabiliteit kent, die bij een schaal waarmee gerekend wordt in regionale modellen die de grondwaterstand simuleren, niet goed reproduceerbaar is.

Ten behoeve van het waterhuishoudingsplan is een indicatief kwelonderzoek uitgevoerd naar de kwelstroom naar het plangebied bij hoogwaterstanden op de Waal, zoals beschreven in hoofdstuk 6. Hieruit blijkt dat de kwelstroming bij een T=10 rivierstand in de Waal ter plaatse van plangebied A 15 tot 26 mm/dag bedraagt. Ter plaatse van plangebied B bedraagt de kwelstroming 11 tot 14 mm/dag.

Door bewoners van de Weverstraat is aangegeven dat ter plaatse van het terrein tussen onderhavig plangebied en de woningen aan de Weverstraat periodiek veel wateroverlast ten gevolge van kwel ontstaat. Teneinde kwelwater af te voeren, is langs de noordelijke plangrens een sloot gesitueerd. Deze sloot betreft een gemeentelijke watergang en is derhalve niet benoemd op de legger van het waterschap. De sloot loopt richting de Schoolstraat, wordt middels een duiker onder de openbare weg geleid en loopt vervolgens eveneens door duikers richting plangebied B, waar deze overloopt in de C-watergang langs de noordoostelijke grens van plangebied B. De afvoersloot blijkt echter in de loop der jaren niet goed onderhouden en zelfs deel gedempt, waardoor bij een hoge rivierstand problemen met betrekking tot kwelwater optreden.

Op dit moment loopt de MER-procedure voor de herinrichting van de Millingerwaard, ten noorden van Kekerdom. Vanaf 2015 zal de hydrologische situatie drastisch veranderen. De Millingerwaard staat dan in open verbinding met de rivier de Waal. Vanaf dat moment zal het waterpeil in de Millingerwaard dat van de rivier één op één volgen. Men verwacht dat de Millingerwaard gemiddeld 20 dagen per jaar zal overstromen (bron: concept VKA MER Millingerwaard).

Bureau Haskoning verwacht dat bij bepaalde inrichtingsvarianten de kwel binnendijks zelfs nog kan toenemen. Een citaat uit de Conceptvisie MER Millingerwaard 8-9-2009:

'G3 Kwel bij bebouwing. De berekeningen wijzen uit dat bij de alternatieven 1, 1a en 1b bij Kekerdom tot maximaal 20 cm stijghoogte toename kan optreden van de grondwaterstand. Dat kan maatregelen noodzakelijk maken om een toename van de kwel ten opzichte van de huidige situatie te vermijden (...) en zal indien voor dit alternatief gekozen mocht worden, in de vervolgfase nader moeten worden uitgewerkt.'

Aan de rand van plangebied B loopt een poldersloot die de A-status heeft in de legger van het waterschap. Tussen plangebied B en de Schoolstraat ligt een C-watgang.

Hemelwater van bebouwing en verharding ter plaatse van plangebied A wordt in de huidige situatie afgevoerd op de gemengde riolering in de Jan Arntzstraat.

3.3 Waterkwaliteit

Er is geen bodemverontreiniging bekend in de directe omgeving van de plangebieden (www.bodemloket.nl). Ten behoeve van de planontwikkeling is recent op plangebied B een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd (Lankelma Geotechniek Zuid B.V., kenmerk 62985, 31 augustus 2009).

De locatie is onderzocht als zijnde onverdacht ten aanzien van bodemverontreiniging. Aan de opgeboorde grond zijn zintuiglijk geen kenmerken waargenomen welke duiden op de aanwezigheid van bodemverontreiniging. Op het maaiveld en in de opgeboorde zijn zintuiglijk geen asbestverdachte materialen waargenomen.

In één mengmonster van de ondergrond is een verhoogd gehalte aan nikkel aangetoond, vermoedelijk van natuurlijke oorsprong. Verder zijn in zowel bovengrond als ondergrond geen verhoogde gehalten aangetoond ten opzichte van de achtergrondwaarde AW2000. In het grondwater overschrijden de concentraties barium en som (cis, trans) 1,2-dichloorethenen de streefwaarde. Vanuit milieuhygiënisch oogpunt zijn er geen belemmeringen voor de voorgenomen woningbouw.

Minimaal 100 meter ten noordoosten van het plangebied ligt een riooloverstort langs de A-watgang. Aangezien de stromingsrichting van deze watgang zuidwestelijk is en eventueel verontreinigd overstortwater langs het plangebied zal stromen, dient rekening te worden gehouden met de bereikbaarheid van de watgang voor kinderen.

4 Geohydrologisch onderzoek

4.1 Bodemopbouw

Op 7 januari 2010 zijn 4 boringen tot 5,0 m-mv geplaatst (2 per plangebied), om vast te stellen wat de bodemopbouw is. Het opgeboorde materiaal is beoordeeld op kleur, textuur, bijmenging(en) en eventuele bijzonderheden. Op basis van deze zintuiglijke waarnemingen zijn aan de verschillende bodemlagen K-waarden toegekend op grond van gelijkvormigheid van de korrels, korrelsortering (grofheid), leemhoudendheid en organische stof –gehalte. Tevens is de gemiddeld hoogste grondwaterstand geschat

In bijlage 1 is per plangebied een overzichtstekening met situering van de boorpunten opgenomen. In bijlage 2 zijn de boorprofielbeschrijvingen opgenomen.

Uit de boorstaten blijkt dat de bodem tot gemiddeld 4,2 m-mv uit klei bestaat. Hiervan is de bovenste 1,5 tot 2,0 meter zandige danwel humeuze klei. Vanaf 2,0 m-mv is sprake van sterk siltige klei. Onder het kleipakket (deklaag) is matig fijn, grindig zand aangetroffen.

Door de veldwerker zijn de volgende inschattingen van de k-waarde gedaan:

- zandige danwel humeuze klei tot 2,0 m-mv 0,5 m/dag;
- sterk siltige klei tot 4,2 m-mv 0,01 tot 0,1 m/dag;
- zand vanaf 4,2 m-mv 6,0 m/dag.

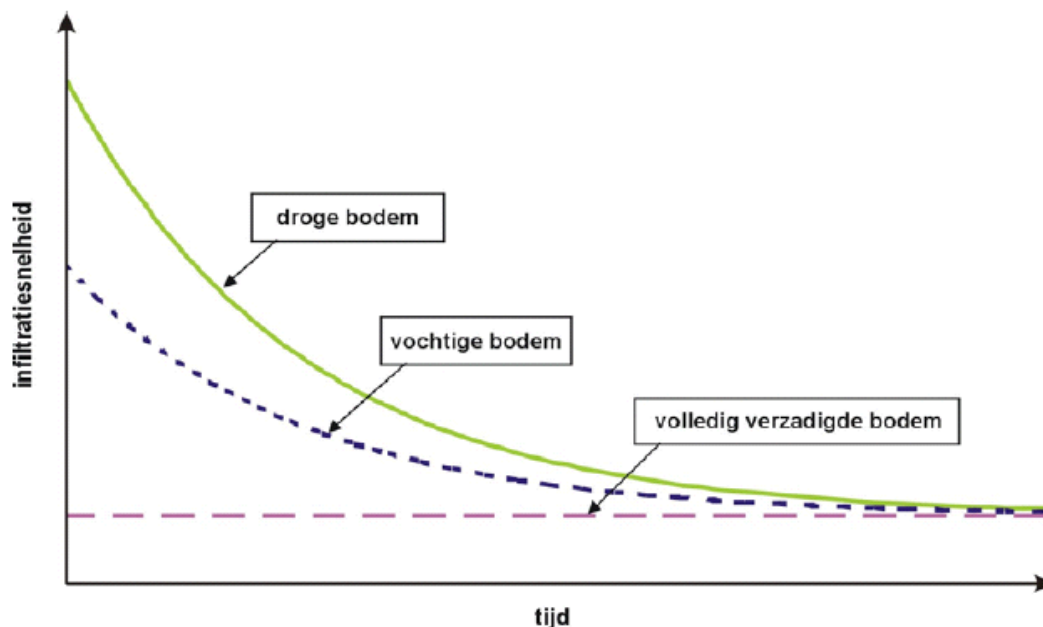
Ter plaatse van de boringen is vervolgens een ondiepe boring tot de GHG (circa 1,5 m-mv) geplaatst, waarin een doorlatendheidsproef is uitgevoerd om de daadwerkelijke k-waarde te bepalen.

4.2 Doorlatendheidsproeven

4.2.1 Achtergronden

De ondergrond bestaat uit een onverzadigde en een verzadigde zone. De doorlaatbaarheid (of infiltratiecapaciteit) van beide zones wordt gekarakteriseerd door de hydraulische geleidbaarheid K . In de verzadigde zone is de hydraulische geleidbaarheid een constante (K_{sat}), in de onverzadigde zone is dit niet het geval. In de onverzadigde zone speelt de zuigcapaciteit van de bodem een belangrijke rol en is de hydraulische geleidbaarheid een functie van die zuigcapaciteit, die op haar beurt weer een functie is van het watergehalte van de bodem. Zo zal bij een initieel drogere bodem de infiltratiesnelheid groter zijn dan bij een initieel vochtige bodem. De infiltratiesnelheid zal afnemen naarmate het watergehalte in de bodem stijgt, totdat de bodem verzadigd raakt en de infiltratiesnelheid een constante waarde benadert. Het is aan te raden deze constante waarde te gebruiken als (veilige) waarde voor de infiltratiecapaciteit bij de dimensionering van de infiltratievoorziening en de berekening van het ledigingsdebiet.

Figuur 5 geeft aan dat de doorlatendheid van een droge bodem veel groter is dan die van een volledig verzadigde bodem. Bij de interpretatie van infiltratiemetingen als door ons uitgevoerd (omgekeerde boorgatmethode) wordt met bovengenoemde processen rekening gehouden.



Figuur 5 Infiltratiesnelheid met verschillende initiële watergehalten

De processen zoals hierboven beschreven hebben ook invloed op de interpretatie van de metingen. Derhalve zijn voor een goede bepaling van de doorlatendheid (k -waarde) twee methodes gebruikt om deze te bepalen, zie tabel 3. De methodes zijn nader uitgewerkt in onderstaande paragrafen.

Tabel 3 Gehanteerde methode voor bepaling doorlatendheid

Methode	Beschrijving	Nauwkeurigheid
Veldwaarneming	Indicatieve bepaling k -waarde aan de hand van zintuiglijke waarnemingen zoals korrelverdeling, korrelsortering, pakking, siltigheid en humeusiteit	+ subjectieve methode
Omgekeerde boorgatmethode	zie paragraaf 4.2.2	++++ een betrouwbare methode die rekening houdt met de plaatselijke omstandigheden. Een omgekeerde boorgatmethode meet de doorlatendheid van de bodem op boorpuntniveau.

> het aantal + -en staat voor de mate van nauwkeurigheid

Middels de omgekeerde boorgatmethode wordt met name de horizontale verzadigde infiltratiecapaciteit (K_h) van de onverzadigde zone gemeten. Bij de berekening van kwel danwel infiltratie wordt echter gebruik gemaakt van de verticale infiltratiecapaciteit (K_v) van de onverzadigde zone (zwaartekracht infiltratie), welke in de regel lager is dan de horizontale doorlatendheid.

Bij de berekening van de doorlatendheid is zoveel mogelijk uitgegaan van de verzadigde doorlatendheid, zodat overschatting ten gevolge van zuigcapaciteit vanwege een onverzadigde bodem, reeds is voorkomen. Indirect wordt de verticale doorlatendheid ook voor een deel meegenomen in de omgekeerde-boorgat-methode, er zal echter altijd sprake blijven van een kleine overschatting. Bij het advies wordt uitgegaan van de laagst gemeten doorlatendheid, waardoor het gevolg van eventuele overschatting minimaal zal zijn.

4.2.2 Uitgevoerd onderzoek

De boringen zijn doorgezet tot gemiddeld 1,5 m-mv, zijnde de GHG die is vastgesteld bij het plaatsen van de diepe boring tot 5,0 m-mv. Vanwege de praktisch zeer moeilijk uit te voeren steady-state proef (constant debiet en waterpeil) is gekozen voor de niet steady-state infiltratieproef waarbij het waterniveau in het boorgat afneemt in de tijd.

In het proefgat is een HDPE-filter geplaatst (volledig geperforeerd, diameter 7 cm). Het filtermateriaal zorgt ervoor dat het boorgat niet instort tijdens de proef. Allereerst is de grond rondom het filter verzadigd door een ruime hoeveelheid water via het filter te laten infiltreren, waarbij het boorgat enige tijd volledig vol water staat (voorbenatten).

Nadat de bodem verzadigd is, is per boring een proef uitgevoerd. De uitgevoerde proef is een niet steady-state infiltratieproef (omgekeerde boorgat test) waarmee de verzadigde doorlatendheid wordt bepaald. Het filter in het boorgat wordt wederom gevuld met water waarna door middel van een datalogger de snelheid wordt bepaald waarmee het water uit het boorgat de bodem in zakt. De datalogger (diver) meet maximaal elke twee seconden de hoogte van de waterkolom in het boorgat.

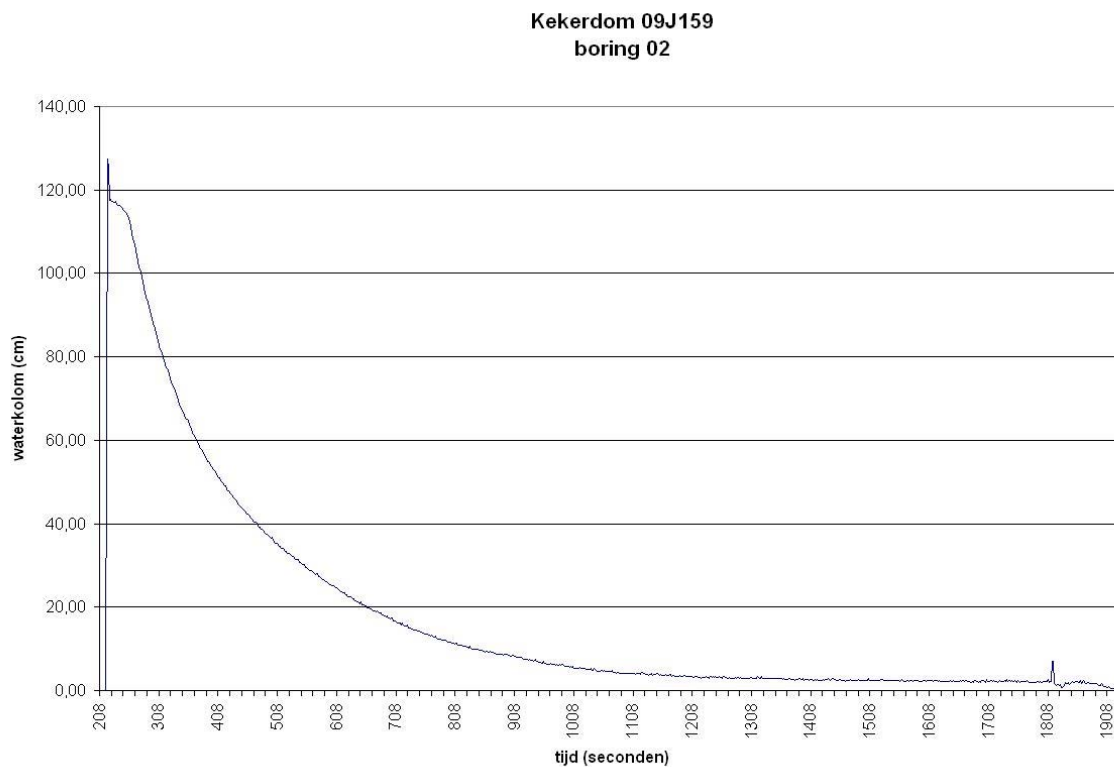
Op basis van de metingen wordt de doorlatendheid van de bodem bepaald. Daarnaast kan op basis van de spreiding in de doorlatendheid tussen de meetpunten worden bekeken hoe homogeen de bodem op de onderzoekslocatie is.

De positie van de in dit onderzoek verrichte boringen zijn ingemeten ten opzichte van een vast punt en weergegeven op de situatietekeningen in bijlage 1.

4.2.3 Resultaten

De bodem bestaat tot gemiddeld 4,2 m-mv uit klei. De bovenste 1,5 à 2,0 meter hiervan betreft zandige danwel humeuze klei, met een geschatte k-waarde van 0,5 m/dag. Hieronder is tot gemiddeld 4,2 m-mv sterk siltige klei aanwezig met een geschatte k-waarde van 0,01 tot 0,1 m/dag. Onder de deklaag is matig fijn, grind zand aangetroffen met een geschatte k-waarde van 6,0 m/dag. In het veld is op basis van roestvorming in het bodemprofiel de GHG geschat op circa 1,4 m-mv. Dit komt goed overeen met de GHG van 1,5 m-mv die is vastgesteld bij het plaatsen van de diepe boring tot 5,0 m-mv. Het grondwater op de locatie is aangetroffen op 2,0 m-mv.

Bij het uitwerken van de meetgegevens is uitgegaan van een benadering “met een afnemend infiltrerend oppervlak”, aangezien het volledige boorgat met water is gevuld en is voorzien van filtermateriaal. In figuur 6 is als voorbeeld één infiltratiecurve weergegeven (boorgat 01).



Figuur 6 **Infiltratiecurve boring 2**

Het debiet dat uit het boorgat de bodem inloopt volgt, in samenhang met de vergelijking van Darcy, uit de volgende vergelijking:

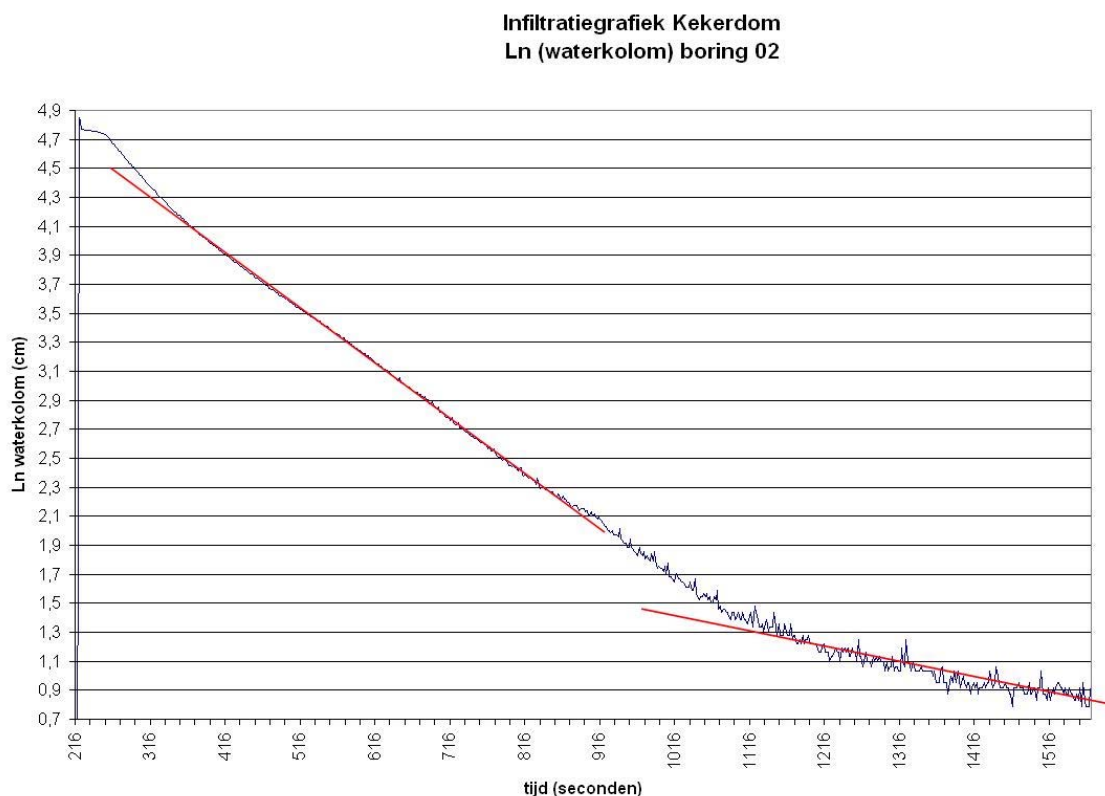
$$Q(t) = K * A(t) = -\pi * r^2 * \frac{dh}{dt}$$

- met: K = doorlatendheid (m/sec)
 A = oppervlakte waarover water infiltreert in de bodem (m²)
 h = waterniveau in het boorgat (m)
 t = tijd (s)

Integratie van deze vergelijking leidt tot de vergelijking:

$$K = \frac{r}{2} * \frac{-\Delta(\ln(h(t)))}{\Delta(t)}$$

Beide vergelijkingen veronderstellen dus een lineair verband tussen $\ln(h)$ en de tijd. Dit lijkt voor de ondergrond te worden benaderd. In onderstaande grafiek is $\ln(h)$ tegen de tijd uitgezet. De mate waarin het lineair verband aanwezig is wordt door middel van de regressie lijn (rode lijn) weergegeven.



Figuur 7 Lineaire relatie tussen $\ln(\text{waterkolom})$ en de tijd

In bijlage 3 zijn de grafieken van de proeven van alle boringen weergegeven. Het bovenste gedeelte van de kleilaag (zandig danwel humeus) heeft een zeer grote doorlatendheid en is derhalve niet meegenomen in de berekening. In onderstaande tabel zijn de berekende k-waarden weergegeven.

proef	diepte boorgat	liters voorbenat	r (boorgat)	$\ln(h(t1))$	$\ln(h(t2))$	t1	t2	Ksat (m/dag)
01 (0,0 - 1,0)	1,1	20	5	4,03	3,81	942	1552	0,8
02 (1,0 - 1,4)	1,4	35	5	1,28	0,83	1160	1554	2,5
03 (1,0 - 1,8)	1,8	25	5	4,21	4,07	1938	2800	0,4
04 (0,7 - 1,8)	1,8	25	5	3,31	2,39	900	1728	2,4

Tabel 4 Gemeten verzadigde horizontale doorlatendheden

Omgekeerde boorgat methode (met afnemend infiltrerend oppervlak)			
Ksat =			$rc/2 * \ln(h(t1)) - \ln(h(t2)) / (t1 - t2)$
Ksat =			verzadigde horizontale doorlatendheid (cm/sec)
r (boorgat) =			straal boorgat (cm)
ln h(t1) =			ln van de waterkolomhoogte op t=1 (cm)
ln h(t2) =			ln van de waterkolomhoogte op t=2 (cm)
t1 =			eerste punt op de regressielijn van ln(h) (sec)
t2 =			laatste punt op de regressielijn van ln(h) (sec)

Uit bovenstaande blijkt dat bovenste 1,0 tot 1,5 meter van de kleilaag een doorlatendheid heeft van 0,4 tot 2,5 m/dag. De bovengrond heeft plaatselijk een zeer hoge doorlatendheid (boring 02: 8,2 m/dag en boring 03: 5,1 m/dag), vermoedelijk vanwege de aanwezigheid van respectievelijk zand en humus.

Op basis van bovenstaande kan worden aangenomen dat de sterk siltige klei vanaf circa 1,0 m-mv een doorlatendheid heeft van in ieder geval minder dan 0,4 m/dag. Voor lichte klei is de verzadigde doorlatendheid volgens het Cultuurtechnisch Vademecum 0,035 m/dag. In de indicatieve kwelberekening (zie hoofdstuk 7) zal hiervan worden uitgegaan.

5 Beleid en afstemming

5.1 Inleiding

Bij de watertoets gaat het om het van meet af aan meenemen van water bij ruimtelijke plannen en besluiten. Daarvoor is in een zo vroeg mogelijk stadium overleg nodig met de waterbeheerders. Het gaat dus niet om een toets achteraf maar om vroegtijdige en actieve inbreng van de waterbeheerders en maatwerk voor elk plan. Met de Watertoets wordt er naar gestreefd om het al bestaande waterhuishoudkundige en ruimtelijke beleid goed toe te passen en uit te voeren; het is niet de bedoeling dat er met de watertoets nieuw beleid wordt gemaakt.

De grootste winst van de Watertoets ligt in het gezamenlijk commitment, in de vroegtijdige, wederzijdse betrokkenheid tussen initiatiefnemer en waterbeheerder. Deze gezamenlijke commitment leidt uiteindelijk tot het wateradvies van de waterbeheerder en de expliciete afweging van de wateraspecten in het plan, bij voorkeur in de waterparagraaf. Het proces van onderlinge afstemming waarbij de watertoets als onderdeel van de planvorming tot stand komt is schematisch weergegeven in figuur 8.



Figuur 8 *Proces watertoets (Bron: brochure 'partners in water')*

5.2 Beleidsuitgangspunten waterschap Rivierenland

Het waterschap stelt dat ruimtelijke ingrepen geen negatieve gevolgen mogen hebben voor de waterhuishouding. Waterschap Rivierenland ziet ook graag dat 'watermaatregelen' worden vertaald in ruimtelijke kwaliteit. (gebruikswaarde, toekomstwaarde en belevingswaarde). Water heeft dan meerwaarde voor de andere belangen in de ruimtelijke ordening'.

Er moet worden gezocht naar mogelijkheden om waterfuncties te combineren met andere functies zoals natuur en recreatie. Meervoudig ruimtegebruik is efficiënt en water verhoogt hierbij de belevingswaarde waardoor het water bovendien een hogere gebruikswaarde krijgt.

Het waterschap noemt de website 'www.aquaro.nl' als hulpmiddel voor betrokkenen uit de RO-sector om mogelijkheden te vinden voor het combineren van gebruiksfuncties van water met ander ruimtegebruik.

5.2.1 Waterneutraal inrichten

De aanleg van nieuw verhard oppervlak leidt tot een versnelde afvoer van hemelwater naar het omliggende watersysteem. Door in ruimtelijke plannen waterneutraal in te richten wordt voorkomen dat door de versnelde afvoer wateroverlast ontstaat. Hierbij is de aanleg van extra waterberging noodzakelijk, ook wel waterbergingscompensatie genoemd.

Noodzaak tot compensatie is in stedelijk gebied verplicht indien meer dan 500 m² extra verharding wordt aangelegd, zoals in het onderhavige geval. De toename van verhard oppervlak van beide plangebieden kan niet los van elkaar worden gezien, waardoor voor de totale toename aan verhard oppervlak (4.425 m²) gecompenseerd zal moeten worden.

Bij de keuze van een locatie voor waterberging geldt als uitgangspunt dat niet mag worden afgewenteld op het benedenstrooms gelegen gebied. De compenserende waterberging dient daarom zo dicht mogelijk bij de ruimtelijke ingreep plaats te worden gerealiseerd. Voor de plaats waar de waterbergingscompensatie wordt aangelegd geldt de volgende voorkeursvolgorde:

1. waterberging in het plangebied zelf
2. extra waterberging in uitbreidingsgebieden (bij uitbreiding van een ruimtelijk plan)
3. waterberging aan de rand van het stedelijk gebied
4. benutten bergingscapaciteit in het landelijk gebied.

De benodigde ruimte voor compenserende waterberging wordt berekend op basis van maatgevende regenbuien, de toename aan verhard oppervlak en de maximaal toelaatbare peilstijging. Voor plannen met een toename aan verharding tot 5 hectare kan de vuistregel van 436 m³ waterberging per hectare verharding voor een T=10+10% neerslagebeurtenis worden gebruikt, mits er geen complicerende zaken zoals kwel aan de orde zijn. Voor een T=100 + 10% neerslagebeurtenis bedraagt dit 664 m³ per hectare verharding.

De maximaal toelaatbare peilstijging bedraagt 0,30 m in het betreffende deel van het beheersgebied van het waterschap.

Bij de keuze van het soort bergingsvoorziening hanteert het waterschap de zogenaamde 'trits' vasthouden-bergen-afvoeren die is overgenomen uit het Nationaal Bestuursaccord Water. In aansluiting hierop hanteert het waterschap de volgende voorkeursvolgorde:

1. Hemelwater vasthouden door hergebruik of infiltratie
2. Hemelwater bergen in open water
3. Hemelwater brengen naar kunstmatige bergingsvoorzieningen (bassins, kratten, kelders)

Conform het achtergronddocument bij de brochure “Partners in Waterland” moet compenserende waterberging worden gerealiseerd, indien de planontwikkeling extra kwel kan veroorzaken.

Op de attentiekaart infiltratiegebieden van het waterschap is te zien of het gebied waar de ruimtelijke ingreep plaatsvindt een infiltratiegebied is. Buiten de infiltratiegebieden wordt overtollig hemelwater in principe geborgen in bergingsvoorzieningen (open water in verbinding met het oppervlaktewatersysteem) of retenties (gescheiden van of beperkt afvoerend naar het oppervlaktewatersysteem). Droogvallende retenties worden ook wel wadi's genoemd.

Als er argumenten zijn om te bergen in kunstmatige voorzieningen (voorkeur 3) dan is dat in laatste instantie (en na overleg met het waterschap) ook een mogelijkheid, hoewel dit niet de voorkeur verdient. Het benodigde volume van de berging dat ter compensatie aangelegd dient te worden kan worden berekend aan de hand van door het waterschap opgestelde voorschriften. Deze worden omschreven in hoofdstuk 7.

Op de kwelattentiekaart van het waterschap zijn de gebieden weergegeven waar grote kans is op kwel. Voor gebieden waar dit het geval is dient de grondwaterstroming inzichtelijk te worden gemaakt en dient over de hoeveelheid kwel een met berekeningen onderbouwd oordeel te worden geveld. Naar aanleiding van de hoeveelheid kwel dient vervolgens bekeken te worden welke maatregelen er genomen dienen te worden zodat grondwateroverlast en kwel niet toenemen.

In eerste instantie is een globale berekening van de hoeveelheid kwel die het gebied binnen komt nodig. Naar aanleiding van de uitkomsten hiervan dient het waterschap een uitspraak te doen of de berekeningen volstaan of dat het nodig is om met een uitgebreid 3D-model aanvullende berekeningen te doen om meer inzicht te krijgen in de kwelstroming. Dit is het geval indien er sprake is van grote kwelstroming of als ten gevolge van de inrichting invloed te verwachten valt op de kwelstroming in de omgeving.

Van een toename van de kwel waarbij door de initiatiefnemer maatregelen dienen te worden genomen is reeds sprake als ten gevolge van de inrichting de kwelflux meer dan 0% is toegenomen. Een eenvoudige kwelberekening is in het kader van de watertoets uitgevoerd en staat beschreven in hoofdstuk 6.

Voor het maaiveld hanteert het waterschap een droogleggingsnorm. De drooglegging wil zeggen het verschil tussen maaiveldniveau en het in het peilbesluit van het waterschap vastgelegde streefpeil van het oppervlaktewater voor het betreffende gebied. De ruimtelijke inrichting dient hieraan te voldoen. Voor het niveau van het maaiveld hanteert het waterschap een drooglegging voor het bouwniveau een norm van 1,30 meter, voor het straatniveau een norm van 1,0 meter en voor het overige maaiveld 0,70 meter.

Het behoort tot de zorgplicht van de gemeente ervoor te waken dat structureel nadelige gevolgen zullen ontstaan als gevolg van grondwaterstanden en kwelwaterbewegingen. Indien de droogleggingsnorm niet gehaald wordt, kan grondwateroverlast worden tegengaan door het maaiveld op het hogen, kruipruimteloos te bouwen of te bouwen met een waterdichte kruipruimte.

5.2.2 Schoon inrichten

Negatieve effecten op de waterkwaliteit moeten worden voorkomen: er mag derhalve geen gebruik worden gemaakt van uitlogende materialen (zinken dakgoten, bitumineuze dakbedekking, koperen daken, loodslabben en dergelijke). Tevens dient uitspoeling van vervuilende stoffen te worden voorkomen.

Enke-Coat (NedZink B.V.) is een middel dat de afspoeling van gewalst zink van dakgoten vrijwel volledig tot stilstand brengt. Het is een eencomponent coating die goed vloeit en gemakkelijk in één enkele laag met een kwast of een verfroller is aan te brengen. De schrootwaarde van het zink vermindert niet.

Aangezien de A-watgang ten zuiden van plangebied B een SED-watgang betreft, mag hemelwater van bebouwing en extensief gebruikte openbare verharding niet zonder zuiverende voorziening hierop worden geloosd.

5.2.3 Veilig inrichten

Veilig inrichten heeft betrekking op het ontgraven in de buurt van dijken. Het noordelijke deel van de Jan Arntzstraat ligt binnen de buitenbeschermingszone van de Waaldijk. Hier zijn geen grootschalige ontgravingen in de deklaag toegestaan. De planontwikkeling binnen de beschermingszone betreft enkel de herinrichting van de openbare weg, zodat dit derhalve niet van toepassing is. De grotere ontgravingen van de planontwikkelingen liggen voldoende ver van de waterkering af.

5.2.4 Bijzondere wateren en voorzieningen

Aangezien binnen het plangebied en in de directe omgeving ervan geen bijzondere oppervlaktewateren of speciale waterhuishoudkundige of infrastructurele voorzieningen aanwezig zijn is dit onderdeel van de watertoets niet van toepassing.

5.2.5 De Keur

De Keur van het waterschap geeft aan dat in beschermingszones langs watgangen obstakels, die uitvoering van onderhoud of stabiliteit kunnen aantasten, ongewenst zijn. Voor een A-watgang zoals aan de (zuid)oostelijke rand van plangebied B gelegen is, geldt een beschermingszone van 4 meter. De ingrepen op onderhavig plangebied dienen niet binnen deze zone gepland te worden.

Bij het realiseren van nieuwe watgangen is van belang om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de uitgangspunten van de Keur en de Beleidsregels voor de Keur van het waterschap. Hierover is een folder verkrijgbaar bij het waterschap.

5.3 Gemeentelijk beleid

Uitgangspunt van het gemeentelijk waterplan is het streven naar behoud en waar nodig versterking van een gezond, veerkrachtig, veilig en duurzaam watersysteem. In en rond de dorpskernen in de gemeente Ubbergen is veel oppervlaktewater gelegen, wat dient als retentie voor hemelwater van stedelijk verhard oppervlak bij extreme regenbuien. Als er bij nieuwbouw extra verhard oppervlak wordt aangelegd, dient hiervoor waterberging te worden aangelegd, in de eerste plaats binnen het plangebied zelf.

Uitgangspunt bij het aanleggen van extra waterberging is het waterstructuurplan dat voor iedere dorpskern in de gemeente opgesteld wordt. Hierin is omschreven hoe de extra ruimte voor water moet passen binnen de kern.

Behalve naar het voorkomen van wateroverlast wordt de gewenste waterstructuur mede bepaald door de meerwaarde voor de bewoners, die bijvoorbeeld ontstaat door er een wandelpad naast te leggen.

Ook wordt door de gemeente gekeken naar de waterkwaliteit, grondwater en noodzakelijke aanpassingen aan het rioleringsstelsel. De gewenste waterstructuur wordt ook op kosten doorgerekend want ook kostenbeperking is één van de doelen.

5.3.1 Afkoppelen van verhard oppervlak

Hemelwater moet volgens de 'wet gemeentelijke watertaken' zoveel mogelijk op het eigen erf worden gelaten. Dat kan bij nieuwbouw door het water in de grond te infiltreren. Bij bestaande woningen kunnen de regenpijpen worden losgekoppeld van de riolering zodat het water de tuin in stroomt. Als ter plaatse infiltreren niet lukt verdient het de voorkeur om het water bovengronds te laten afstromen en vervolgens te laten infiltreren. Als dit ook niet lukt dan kan het water via een aparte leiding naar een sloot of een vijver worden afgevoerd.

In overleg met de gemeente kan in geval bovenstaande oplossingen niet mogelijk blijken ook voor een andere oplossing gekozen worden, zoals het via de tuin naar de weg te laten stromen. Of regenwater afkomstig van een bebouwing en terrein kan worden afgekoppeld van de riolering (droog weer afvoer), is afhankelijk van de aard van de toekomstige activiteiten, conform de afkoppelbeslisboom. De toekomstige activiteiten kunnen worden beschouwd als zijnde “onderwijs” of “cultuur, sport en recreatie”. Volgens de bedrijventabel mag hemelwater in dit geval van zowel daken als overig terrein worden afgekoppeld (categorie a). Een opslag-, laad en losplaats is niet van toepassing.

5.3.2 Dakwater

Het waterschap hanteert als uitgangspunt dat geen uitlogende materialen gebruikt mogen worden. Indien geen gebruik wordt gemaakt van uitlogende materialen (zinken dakgoten, bitumineuze dakbedekking, loodslabben en dergelijk) kan het hemelwater rechtstreeks worden geïnfiltreerd of via een regenwaterriool op oppervlaktewater worden geloosd. Als dit niet het geval is, kan de verontreiniging van het afstromende regenwater voldoende worden beperkt door het uitlogende materiaal te behandelen. Het is niet bekend of door de opdrachtgever aangegeven of uitloogbare materialen (bijvoorbeeld zinken dakgoten) zullen worden gebruikt.

Als er toch bovenmatig veel uitlogende materialen worden gebruikt, spreken we over een excessieve toepassing, in dat geval is een vergaande zuiveringstechnische voorziening benodigd.

5.3.3 Regenwater van terreinen

Afstromend regenwater van verkeersarme wegen en parkeerterreinen kan verontreinigd zijn met zware metalen (lood, zink, koper, chroom), zwevende stof, minerale olie en PAK. Ook kunnen hogere concentraties stikstof, fosfaat en CZV worden aangetroffen, ten gevolge van onder andere hondenpoep.

Omdat regenwater van wegen in het algemeen meer verontreinigd is dan dat van daken, heeft infiltratie hier nog eerder de voorkeur dan bij daken. Bij infiltratie is de verspreiding van de verontreiniging in het algemeen beter beheersbaar.

Voor de openbare ruimte hanteert de gemeente de volgende voorkeursvolgorde:

- infiltreren op de plaats waar het hemelwater terecht komt
- bovengrondse afvoeren naar een wadi of een waterpartij
- ondergronds infiltreren, bijvoorbeeld middels infiltratierool
- ondergronds afvoeren naar een wadi of een waterpartij

Voor afkoppeling c.q. infiltratie dient de waterkwaliteit te voldoen aan de volgende voorschriften:

- aanpak van hondenpoep
- geen chemische onkruidbestrijding
- beperken toepassing strooizout
- zwerfafval dient opgeveegd te worden
- gebruik van niet-uitloegend straatmeubilair

5.4 Provinciaal beleid

Er is in het kader van de watertoets nagegaan of er sprake is van aanvullend beleid zoals wateropgaven, acties of functies in het kader van het waterhuishoudingsplan, streekplan of waterbeheerplan.

5.4.1 Streekplan 2005

Het plangebied geldt volgens het streekplan niet als een gebied waar uitbreiding van het stedelijk gebied tot problemen met de (oppervlakte-)waterhuishouding leidt.

Het gebied valt eveneens niet in een gebied waar risico op grondwateroverlast als gevolg van een 'toenemende fluctuatie van de grondwaterstand' bestaat. In het streekplan betreft dit dan ook alleen kwelzones die rondom stuwwalcomplexen liggen.

Het plangebied bevindt niet in een beschermingsgebied voor regionale waterberging, een grondwaterbeschermingsgebied of een beschermingsgebied voor natte natuur of HEN-wateren. Er is enig toegespitst beleid van toepassing op het plangebied doordat dit is gelegen in een 'Weidevogel- en ganzengebied', buiten de EHS (ecologische hoofdstructuur). Het plangebied grenst aan een omvangrijk EHS-gebied met natte natuurwaarden. De Weidevogel- en ganzengebieden buiten de EHS worden van provinciaal belang geacht, en worden beschermd tegen doorsnijding, aantasting van rust en openheid, verlaging van het waterpeil en verstoring.

In het streekplan worden in aanvulling op bindende beleidsregels enige zaken met betrekking tot de inrichting van stedelijke gebieden behandeld 'ter inspiratie' bij het opstellen van gemeentelijke bestemmingsplannen. Bij de inrichting van stedelijke gebieden wordt een groot gewicht toegekend aan het aspect duurzaamheid. Immers, de bestaande en nieuwe verstedelijkingslocaties leggen het gebruik van die ruimte voor decennia lang vast. Het is daarom van groot belang dat bij de keuze en de inrichting van woon- en werkgebieden factoren als bodemkwaliteit, consequenties voor het watersysteem, milieueffecten, energievoorziening en externe bereikbaarheidsaspecten worden meegewogen.

Voor bestaand bebouwd gebied geldt dat bij inrichting en herstructurering waterneutraal moet worden gebouwd en kansen worden benut om een eventuele bestaande afwenteling te verkleinen. Bij herstructurering moet worden voorzien in voldoende infiltratie en waterberging. In de ontwikkeling van stadsranden ('groen in en om de stad') moet rekening worden gehouden met de bergingsbehoefte van het aangrenzende stedelijk gebied.

Volgens het streekplan valt het plangebied in gebied dat is aangewezen als waardevol landschap en waardevol open gebied. Voor deze gebieden zijn in de Streekplanuitwerking kernkwaliteiten waardevolle landschappen (2006) kernkwaliteiten geformuleerd, waarvoor specifiek ruimtelijk beleid geldt. Water maakt soms expliciet deel uit van deze kernkwaliteiten, maar vaak gaat het om het samenspel van een aantal landschapswaarden, de zogenoemde ensemble-waarden, waar water deel van uitmaakt.

5.4.2 Waterplan Gelderland 2010-2015

In het waterhuishoudingsplan wordt een en ander gesteld met betrekking tot het regionale watersysteem waarin het plangebied valt. Het plangebied valt niet in een kwelgebied of een gebied met hoge grondwaterstand.

Het plangebied valt in een regionaal watersysteem waarin grondwateroverlast bestaat maar niet-urgent van karakter is. De A-watergang die aan de rand van deellocatie B gelegen is heeft niet de status van waterlichaam volgens de Kaderrichtlijn Water.

Volgens het waterplan is het slotensysteem in het gebied aangewezen als oppervlaktewater met een specifiek ecologische doelstelling (SED) (slotenstelsel Ooypolder / Marienwaard). Het beleid voor deze categorie oppervlakte water houdt in dat het natuurbeheer hier niet de hoogste prioriteit heeft. De bescherming en ontwikkeling van natuurwaarden is ertoe beperkt om daar waar zich mogelijkheden voordoen worden natuurwaarden in het watersysteem te herstellen.

In het waterplan staat een en ander omschreven over de verdeling van taken bij het uitvoeren van de watertoets, maar het gaat niet in op de uitvoeringsgerichte aspecten van beleidsdoelstellingen van de watertoets. De invulling van het beleid over de inrichting van de waterhuishouding en het opstellen van de watertoets vinden vandaag de dag plaats middels plannen en beleidsdocumenten van waterschappen en gemeenten.

5.5 Overig beleid

Op de uiterwaarden ten noorden van Kekerdom is veel natuurwetgeving van toepassing. Het gaat om natura-2000 (Gelderse Poort), de EHS, vogelrichtlijn en habitatrichtlijn. Dit beleid heeft vooralsnog geen betrekking op Kekerdom en het onderhavige plangebied.

6 Indicatieve kwelberekening

6.1 Inleiding

Bij het berekenen van de vereiste compenserende waterberging dient rekening te worden gehouden met extra waterhoeveelheden. Met dit doel is een indicatieve kwelberekening uitgevoerd. Afhankelijk van de uitkomsten van de berekening en het oordeel van het waterschap dient eventueel naderhand op meer uitgebreide wijze de kwelhoeveelheid te worden berekend.

Indien er ingrepen worden gedaan die invloed kunnen hebben op de kwelstroming dient volgens het achtergronddocument van het waterschap de hoeveelheid kwel worden bepaald die het plangebied instroomt in de huidige en toekomstige situatie bij een T = 10 (eens per 10 jaar optredende) rivierhoogwaterstand bij een duur van 10 dagen. Voor de door ons uitgevoerde indicatieve berekening van de kwelstroming is daarom uitgegaan van een T=10 rivierhoogwaterstand .

6.2 Werkwijze

Voor de berekening is gebruik gemaakt van de formule van Mazure. Deze formule beschrijft kwelstroming in een polder onder een dijk door.

De formule gaat van uit een versimpeling van de realiteit waarin er de opbouw bestaat uit een enkele aquifer met bovenop een afdekkende laag. De lagen hebben in dit geval een uniforme dikte. Stroming vindt enkel plaats in de richting van de binnendijks gelegen polder.

De stroming door de afdekkende laag is recht evenredig met het stijghoogteverschil over de dijk. Nabij de dijk zal het stijghoogteverschil het grootst zijn en dit neemt af in de richting van het binnendijkse gebied.

Uit de oplossing van de formules die in deze versimpelde realiteit de stroming beschrijven volgt dat de kwelstroming een exponentieel gedempt verloop heeft met de afstand x tussen een punt in de polder en de dijk volgens:

$$q_{kwel} = \frac{H_0 - H_{polder}}{c} * e^{\frac{-x}{\lambda}} \quad (m/dag)$$

De factor $\lambda = \sqrt{kDc}$ (m) wordt de leakage factor of ook wel spreidingslengte genoemd. Deze afstand is een maatstaf voor de afname van het stijghoogteverschil over de afsluitende laag naarmate de afstand x tot de dijk toeneemt.

6.3 Gebruikte gegevens

Ten behoeve van de berekening zijn verschillende gegevens verzameld met betrekking tot de samenstelling van ondergrond in beide deellocaties. Er zijn per plangebied 2 boringen uitgevoerd tot 5 m-mv. Uit de boorprofielen is een schematisatie van de geohydrologische opbouw van de ondergrond afgeleid.

Voor de doorlatendheid van de deklaag is uitgegaan van de waarde voor lichte klei uit het Cultuurtechnisch Vademecum. Er is niet uitgegaan van de resultaten van de doorlatendheidsproeven, omdat daarbij de doorlatendheid is gemeten in de bovenste 0,7 m, terwijl de deklaag gemiddeld 4,2 m dik is. De verwachting is

dat onder de bouwvoor (bovenste 0,6 a 0,7 m) de doorlatendheid kleiner is. De details van de boringen en de proeven zijn te vinden in hoofdstuk 4.

Voor het bepalen van het stijghoogteverschil zijn de gegevens in tabel 5 gebruikt:

Tabel 5 Waarden van gebruikte variabelen voor de kwelberekening

variabele	waarde	omschrijving	bron
H ₀	14,3 m+NAP	Rivierhoogwaterstand (T=10, terugkeertijd 10 jaar)	RWS
H _{polder}	10,25 m+NAP	stijghoogte in de dichtst nabij de dijk gelegen locatie (rand van deellocatie A). Er wordt uitgegaan van de GVG als stijghoogte en een maaiveldhoogte van 11,5 m+NAP	AHN, wateratlas Gelderland
D	22 m	dikte van 1e watervoerende pakket	TNO
K	20 m/dag	verzadigde doorlatendheid van aquifer	TNO
c	120 dag	weerstand van afsluitende laag; $c = d/k$	Veldmeting, Cultuurtechnisch Vademecum (d,k)
d	4,2 m	dikte van afsluitende laag	veldmeting
k	0,035 m/dag	verzadigde doorlatendheid van afsluitende laag	Cultuurtechnisch Vademecum
	1,25 m-mv	Stijghoogte in de deklaag	

6.4 Resultaten

Huidige situatie

De spreidingslengte uit de formule van Mazure bedraagt op grond van de berekening circa 230 meter. Deellocatie A ligt op circa 60 tot 180 m van de voet van de dijk. Dit is ongeveer 25% tot 80% van de spreidingslengte. De formule van Mazure geeft op het meest dichtbijzijnde punt van het plangebied een forse kwelstroming met een volumestroomdichtheid van circa 26 mm/dag en op het verst van de dijk gelegen punt 15 mm/dag bij optreden van de maatgevende rivierstand. De gemiddelde kwel voor deellocatie A bedraagt 20,5 mm/dag.

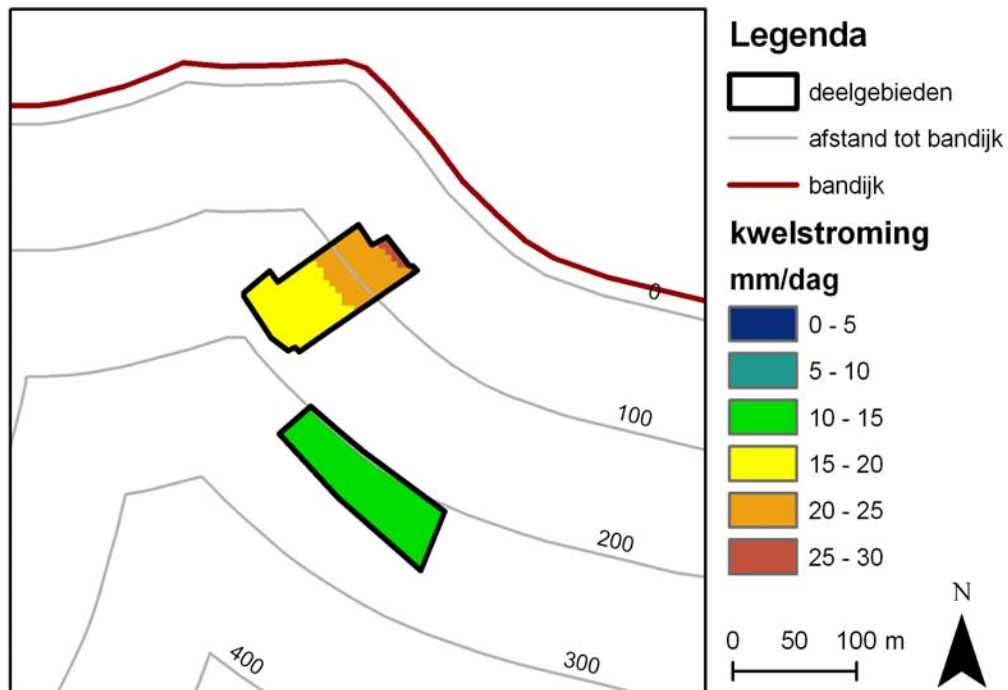
Deellocatie B ligt verder van de dijk af en hier is volgens de berekening de kwelstroming minder, de afstand ligt met 200 tot 250 m in de orde van de spreidingslengte. De kwelstroming is hier 11 tot 14 mm/dag. Gemiddeld is dit 12,5 mm/dag voor deellocatie B. Berekende waarden van de kwelstroming zijn weergegeven in figuur 9.

De grootte van de kwelstroming geeft aan dat bij de inrichting rekening dient te worden gehouden met gevoeligheid voor grondwateroverlast.

Toekomstige situatie

De kwelstroming dient als gevolg van de inrichting niet toe te nemen. Dit betekent in dit geval met name dat de afdekkende laag op het eerste watervoerende pakket niet verstoord dient te worden door diepe vergraving. Grondwateroverlast dient voorkomen te worden door het maaiveld op het hogen, kruipruimteloos te bouwen of te bouwen met een waterdichte kruipruimte. Bovendien wordt meteen duidelijk dat infiltratie van grondwater geen bruikbare optie is voor de realisatie van compenserende waterberging. In hoofdstuk 7 wordt toegelicht hoe

hier bij de inrichting van het gebied rekening mee is gehouden.



Figuur 9 *Geschatte kwelstroming bij T=10 rivierwaterstand berekend volgens formule van Mazure*

7 Inrichting en dimensionering

7.1 Waterberging

De waterbergingscompensatie die gerealiseerd dient te worden uit oogpunt van waterneutraal inrichten wordt ter indicatie berekend. Opgemerkt dient te worden dat het in de berekening gebruikte oppervlakte van de uitbreiding van de verharding geschat is op basis van de voorlopige inrichtingsschets.

In deellocatie A wordt een oppervlakte van circa 330 m² aan extra verharding gerealiseerd. Door opdrachtgever, gemeente en waterschap is tevens overeengekomen dat het gehele toekomstige verhard oppervlak zal worden afgekoppeld, zijnde 6.530 m². In deellocatie B is de toename van het verharde oppervlak gelijk aan 4.150 m².

De toename van verhard oppervlak van beide plangebieden kan niet los van elkaar worden gezien, waardoor voor de totale toename aan verhard oppervlak (4.480 m²) waterberging gerealiseerd zal moeten worden. Daarnaast zal rekening gehouden worden met extra berging om de bestaande wateroverlast ten gevolge van kwelstroming bij hoge rivierstanden te verhelpen.

Voor plannen met een toename van de verharding tot 5 hectare kunnen vuistregels voor de te realiseren waterberging worden gehanteerd, mits geen complicerende factoren zoals kwel aan de orde zijn. In principe dient bij realisatie van extra oppervlaktewater te worden uitgegaan van een T=10 + 10% neerslaggebeurtenis. De vuistregel hierbij is dat 436 m³ waterberging per hectare te realiseren verharding wordt gebruikt. Bij realisatie van wadi's dient te worden uitgegaan van een T=100 + 10% neerslaggebeurtenis. De vuistregel hierbij is dat 664 m³ waterberging per hectare te realiseren verharding wordt gebruikt.

Ter plaatse van deellocatie A bedraagt de kwel bij een rivierhoogwaterstand die eens per 10 jaar voorkomt 15 tot 26 mm/dag (gemiddeld 20,5 mm/dag), zoals de indicatieve kwelberekening in hoofdstuk 6 laat zien. Ter plaatse van deellocatie B bedraagt de kwel in die situatie 11 tot 14 mm/dag (gemiddeld 12,5 mm/dag). Aangezien er geen activiteiten zullen plaatsvinden die de kwelstroming beïnvloeden (zie paragraaf 7.4) behoeft in principe geen extra waterberging te worden gerealiseerd om extra kwelstroming te compenseren. Er zijn geen verdere maatregelen noodzakelijk.

Aangezien ter plaatse van deelgebied A in de huidige situatie reeds periodieke wateroverlast bestaat ten gevolge van kwelstroming en men voornemens is de afvoer hiervan (de dichtgeslibde watergang langs de westelijke plangrens weer te laten functioneren, wordt voor deelgebied A voor de huidige kwelstroming echter ook waterberging gerealiseerd, om deze afvoer te kunnen verwerken.

Ter plaatse van deelgebied B wordt de C-watergang langs de noordgrens ervan gedempt, deze oppervlakte zal dienen te worden gecompenseerd (zie figuur 11). Aangezien op de C-watergang momenteel geen relevante afvoer is aangesloten, is demping toegestaan. Het deel van de watergang dat gedempt wordt is circa 120 meter lang en heeft een bodembreedte van 0,5 meter. Aangezien de watergang enkel relevant is voor afvoer, moet circa 18 m³ gecompenseerd worden (120 meter * 0,5 meter * 0,3 meter "afvoerruimte").

Tabel 6 *Indicatieve berekening benodigde retentie T=10 + 10%*

deelgebied	Hemelwater T=10+10%	Kwel T=10	Totaal
A	$0,033 * 436 \text{ m}^3 = 14 \text{ m}^3$	$9.100 \text{ m}^2 * 0,0205 \text{ m} = 186 \text{ m}^3$	200 m ³
B	$0,415 * 436 \text{ m}^3 = 181 \text{ m}^3$	-	199 m ³
	Compensatie voor te dempen watergang (18 m ³)		
Totaal			399 m³

Tabel 7 *Indicatieve berekening benodigde retentie T=100 + 10%*

deelgebied	Hemelwater T=100+10%	Kwel T=10	Totaal
A	$0,033 * 664 \text{ m}^3 = 22 \text{ m}^3$	$9.100 \text{ m}^2 * 0,0205 \text{ m} = 186 \text{ m}^3$	208 m ³
B	$0,415 * 664 \text{ m}^3 = 275 \text{ m}^3$	-	293 m ³
	Compensatie voor te dempen watergang (18 m ³)		
Totaal			501 m³

De te realiseren waterberging wordt in het inrichtingsplan aangegeven: er wordt langs de helft van de zuidelijke plangrens een retentievoorziening aangelegd. Aangezien de A-watergang een SED-watergang betreft, kan hemelwater hier niet zonder zuivering op geloosd worden, de waterberging wordt derhalve gerealiseerd in de vorm van een wadi c.q. zaksloot zonder rechtstreekse verbinding met de A-watergang (zie figuur 12). Om wateroverlast te voorkomen in extreme situaties wordt een noodoverloop op de A-watergang gerealiseerd.

Het toepassen van wadi's in plaats van het creëren van extra oppervlaktewater heeft als bijkomend voordeel dat niet dieper dan 0,5 meter gegraven wordt in de deklaag en zodoende geen noemenswaardige beïnvloeding van de kwelstroom wordt veroorzaakt, waarvoor anders compensatie

Een wadi mag volgens het waterschap een maximale diepte van 0,5 m hebben. De peilstijging bij T=10 mag maximaal 0,3 meter bedragen en de peilstijging bij T=100 mag maximaal tot aan maaiveld zijn (dus 0,5 meter).

Uitgaande van een peilstijging van 0,3 meter bij T=10 is de benodigde oppervlakte waterberging $399 \text{ m}^3 / 0,3 \text{ meter} = 1.330 \text{ m}^2$. Uitgaande van een peilstijging van 0,5 meter bij T=100 is de benodigde oppervlakte waterberging $501 \text{ m}^3 / 0,5 \text{ meter} = 1.002 \text{ m}^2$. De T=10-situatie is dus maatgevend en de benodigde oppervlakte van de bergingsvoorziening is minimaal 1.330 m^2 .

De bergingsvoorziening is conform de eisen van het waterschap ook getoetst aan de situatie T=2 + 10% in combinatie met een T=10 hoogwater (10 dagen) op de rivier. Daarbij is er vanuit gegaan dat van verhard oppervlak 100% van de neerslag afstroomt en van onverhard oppervlak 30% van de neerslag. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel 8.

Tabel 8 *Indicatieve berekening benodigde retentie T=2 + 10% met rivierstand T=10*

Post			Q _{in} (m ³ /dag)	Post		Q _{uit} (m ³ /dag)
Neerslag T=2+10% (53 mm/dag)	Deelgebied A (6530 m ² verhard / 2570 m ² onverhard)	Verhard (100% afstroming)	346	Maatgevende afvoer (1,5 l/s/ha)	Locatie A (9100 m ²)	118
		Onverhard (30% afstroming)	41			
	Deelgebied B (4150 m ² verhard / 2600 m ² onverhard)	Verhard (100% afstroming)	220			
		Onverhard (30% afstroming)	49			
Kwel T=10 (10 dagen)	Deelgebied A (9100 m ² * 20,5 mm/dag)		186	Locatie B (6750 m ²)	87	
	Deelgebied B (6750 m ² * 13,5 mm/dag)		84			
Totaal			926			205

In de waterbergingsvoorziening moet $926 \text{ m}^3 - 205 \text{ m}^3 = 721 \text{ m}^3$ water geborgen worden. Uitgaande van een oppervlakte van de waterbergingsvoorziening van 1.330 m^2 (zie pagina 27) is de peilstijging 0,54 meter. Aangezien de diepte van de wadi slechts 0,5 meter bedraagt, zal de oppervlakte van de waterbergingsvoorziening dienen te worden vergroot tot **1.440 m²**.

7.2 Afkoppeling

De hemelwaterafvoer dient te worden afgekoppeld van de vuilwaterriolering. Gezien het feit dat de deklaag niet dient te worden vergraven en gezien het voorkomen van periodieke sterke rivierkwel, bestaan geen mogelijkheden tot het realiseren van ondergrondse bergingsvoorzieningen danwel infiltratievoorzieningen.

In overeenstemming met het beleid van de gemeente Ubbergen, zal het hemelwater bovengronds over de openbare verharding afstromen richting een hemelwaterriool en daardoor afgevoerd worden naar de bergingsvoorziening ten zuiden van plangebied B. De hemelwaterafvoer van deelgebied A zal worden aangekoppeld op dat van deelgebied B.

Het straatprofiel dient zo te worden ontworpen, dat hemelwater vanaf openbare weg, trottoirs en parkeerplaatsen afstroomt richting de goot. Door de gemeente is aangegeven dat de openbare wegen “op één oor” worden gelegd, zodat hemelwater afstroomt richting de straatkolk:



Figuur 10: maai veld van de openbare weg

In deelgebied A worden de twee zijstraten voorzien van een hemelwaterriolering met straatkolken, deze worden aangesloten op de te realiseren hemelwaterriolering in de Jan Arntzstraat. Ook de te realiseren drainagebuis langs de westelijke terreingrens van plangebied A, ter vervanging van de huidige slecht werkende greppel, zal worden aangesloten op de hemelwaterriolering. De hemelwaterafvoer loopt door de Jan Arntzstraat, onder de kruising door, richting het trottoir voor Schoolstraat 20. Hier wordt deze aangesloten op een bestaande duiker, van een in het verleden gedempte sloot. De loopt in zuidoostelijke richting en mondt ter hoogte van deelgebied B uit in een wadi. Deze wadi loopt weer over in de hemelwaterriolering over plangebied B en mondt tenslotte uit in de bergingsvoorziening.

De inritten van de toekomstige woningen Schoolstraat 28 en 30 zullen middels een brug of duiker over de wadi worden gelegd.

Ter plaatse van plangebied B worden de twee toekomstige openbare wegen voorzien van een hemelwaterriolering met straatkolken. Ter hoogte van de inrit vanaf de Schoolstraat komt de hemelwaterafvoer van plangebied A in de vorm van een wadi het plangebied binnen. Hier zal de wadi weer ondergronds verderstromen in de hemelwaterriolering, welke aan de zuidzijde van plangebied B uitmondt in de bergingsvoorziening.

Hemelwater vanaf bebouwing dient bovengronds, middels een gootje te worden aangeboden aan de openbare weg. Regenpijpen dienen hiervoor bovengronds te eindigen (zie figuren 11 en 12).



Figuur 11: regenvijl eindigend boven de grond



Figuur 12: gootje om hemelwater af te voeren

Ook de reeds bestaande bebouwing van Schoolstraat 20 t/m 26 wordt zoveel mogelijk afgekoppeld en bovengronds afgevoerd richting de hemelwaterriolering.

Om afkoppeling mogelijk te maken, dient te worden voorkomen dat het hemelwater verontreinigd raakt door:

- geen gebruik maken van uitlogende bouwmaterialen (zinken dakgoten, bitumineuze dakbedekking, loodslabben, koper en dergelijke);
- tegengaan van hondenpoep;
- geen toepassing van chemische onkruidbestrijding;
- duidelijk aangeven dat sprake is van een hemelwater infiltratiegebied;
- verbieden van het wassen van auto's op straat;
- terughoudend omgaan met de toepassing van strooizout;
- regelmatig dient te worden geveegd.

In onderstaande figuren is voor zowel plangebied A (figuur 13) als plangebied B (figuur 14) de toekomstige inrichting met betrekking tot de waterhuishouding weergegeven.



Figuur 13: waterhuishoudkundige inrichting deelgebied A



Figuur 14: waterhuishoudkundige inrichting deelgebied B

7.3 Overige aandachtspunten

Voor het dempen en/of graven van de watergangen en de aanleg van duikers, dient een watervergunning in het kader van de Keur te worden aangevraagd.

Om wateroverlast in extreme situatie te voorkomen, wordt de bergingsvoorziening voorzien van een noodoverloop op naastgelegen A-watergang. Deze noodoverloop kan bestaan uit een goot of afvoerpijp op 0,3 m-mv (gelijk aan de waakhogte).

Langs de A-watergang ten oosten van plangebied B dient aan weerszijden een beschermingszone van 4,0 meter breed in acht te worden genomen. In het kader van onderhoud aan de watergang door het waterschap, mogen hier geen activiteiten, bebouwing of obstakels worden geprojecteerd. Dit dient middels zakelijk recht te worden vastgelegd in koop- of huurovereenkomst en wordt als zodanig aangeduid in het bestemmingsplan. Opdrachtgever zal daarnaast trachten met de eigenaar van het agrarisch perceel aan de overzijde van de A-watergang overeen te komen dat onderhoud ten alle tijden vanaf dit agrarisch perceel kan plaatsvinden. Ook dit zal juridisch dienen te worden vastgelegd, waarna de beschermingszone aan de zijde van het plangebied uit de legger kan worden geschrapt. De aanduiding op de bestemmingsplankaart zal sowieso blijven gehandhaafd.

De te realiseren bergingsvoorziening dient te worden beheerd en onderhouden door de gemeente Ubbergen. Het onderhoud aan de bruggetjes over de wadi c.q. zaksloot richting de overtuinen dient te worden verricht door de opdrachtgever. De overtuinen dienen ontoegankelijk voor gemotoriseerd verkeer te worden gemaakt.

Huishoudelijk afvalwater zal onder vrij verval worden geloosd op de gemeentelijke (gemengde) riolering. Voor nieuwe aansluitingen op de gemeentelijke riolering dient een rioolaansluiting te worden aangevraagd. Berekeningen ten aanzien van de riolering dienen te worden verzorgd door de gemeente Ubbergen.

7.4 Kweloverlast

De ontwikkeling van het plangebied heeft in principe geen gevolgen voor de kweloverlast die in de huidige situatie ervaren wordt op nabij gelegen percelen. De bestaande woningen worden immers vervangen door nieuwe woningen en de deklaag zal hierbij zo min mogelijk worden verstoord. Waar mogelijk, zal de deklaag juist worden hersteld. De bestaande woningen beschikken namelijk over een kruipruimte, de toekomstige woningen worden kruipruimteloos danwel met een waterdichte kruipruimte gebouwd.

Indien (diepe) ontgravingen zouden plaatsvinden in de kleilaag, zou de periodieke overlast ten gevolge van kwel juist worden vergroot binnen het plangebied en niet in de omgeving ervan. In onderhavige ontwikkeling is hiervan echter geen sprake. Er zullen geen (diepe) ontgravingen in de deklaag worden uitgevoerd. Het maaiveld zal niet worden opgehoogd, zodat hemelwater danwel kwelwater niet afstroomt richting belendende percelen.

Reeds in de huidige situatie is periodiek sprake van (veel) kweloverlast. Een oorzaak hiervan is dat de afvoersloot langs de noordelijke plangrens niet goed onderhouden is. Derhalve wordt in het plan geprobeerd de oude situatie zoveel mogelijk te herstellen. Ter plaatse van de sloot wordt een drainagebuis aangebracht, welke de rol vervult van ondergrondse sloot, en zorgt dat kwelwater via de hemelwaterriolering wordt afgevoerd richting de Schoolstraat, waar het richting de waterberging ter plaatse van plangebied B wordt geleid. Aangezien tussen het plangebied en de lager gelegen terreinen aan de Weverstraat drainage wordt gerealiseerd, wordt voorkomen dat een overschot aan water voor overlast zorgt ter plaatse van belendende percelen.

Bijlage 1 Overzichtstekening en situering boorpunten



Deelgebied A



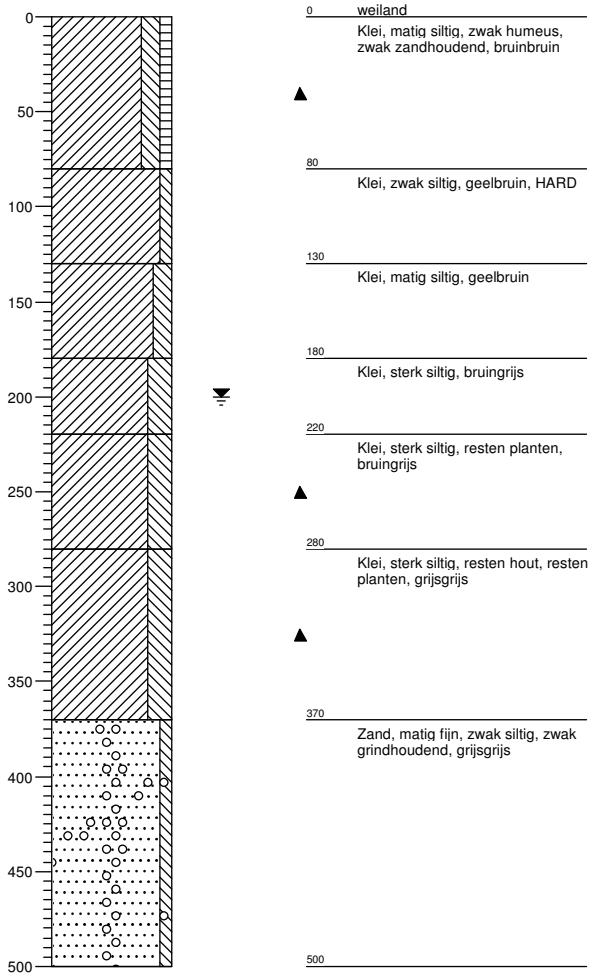
Deelgebied B

Bijlage 2 Boorprofielbeschrijvingen



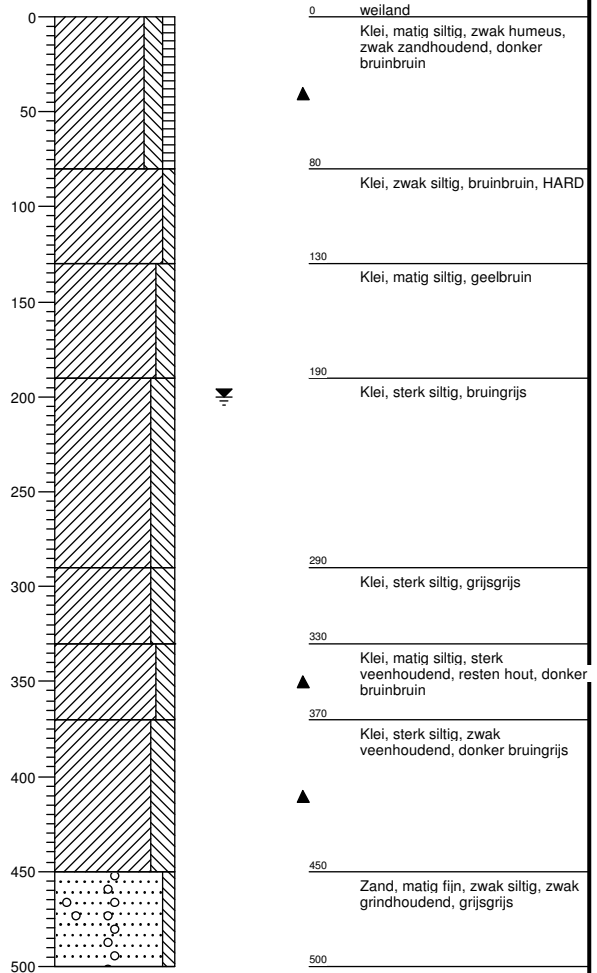
Boring 01

Maurice Joris
Datum: 07-01-2010



Boring 02

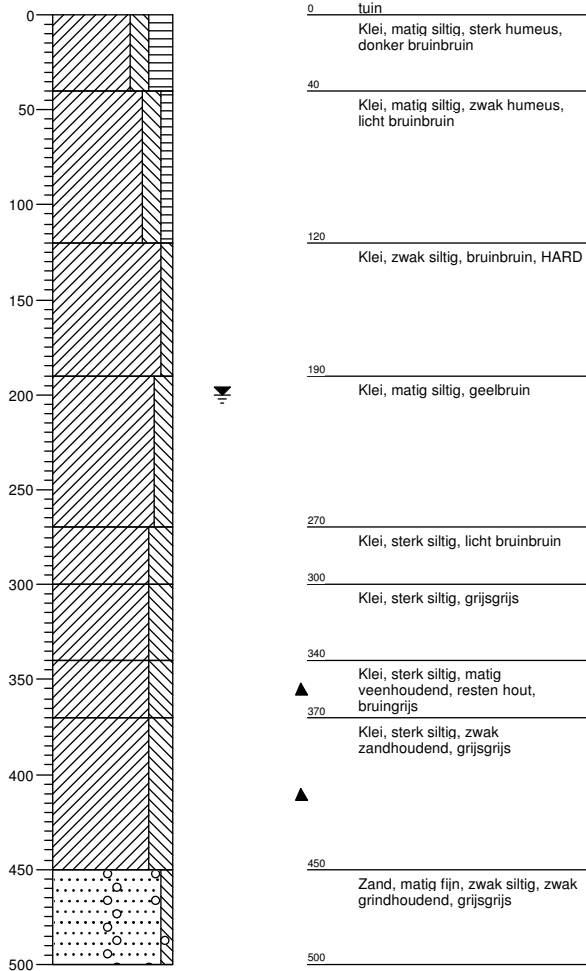
Maurice Joris
Datum: 07-01-2010





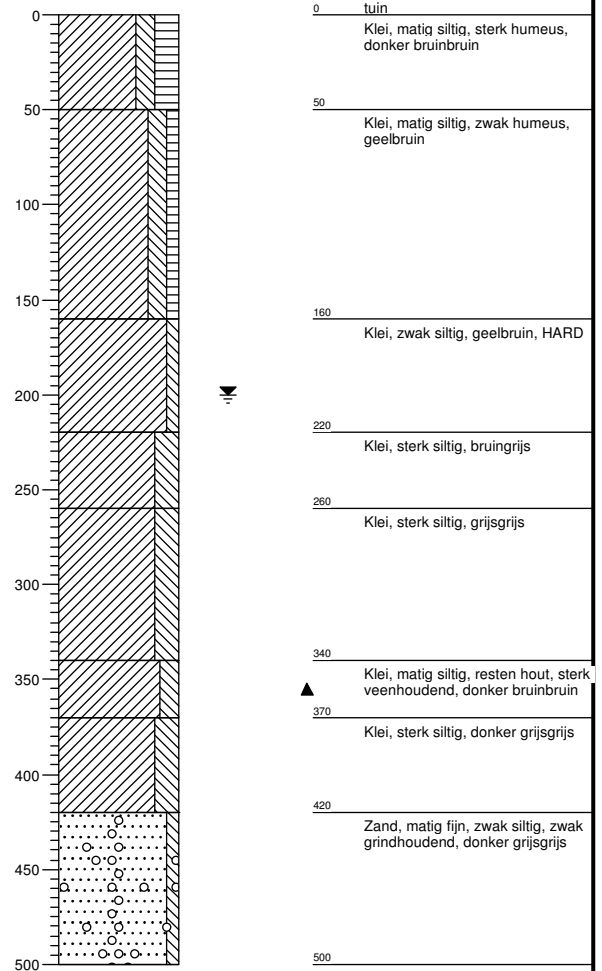
Boring 03

Maurice Joris
Datum: 07-01-2010



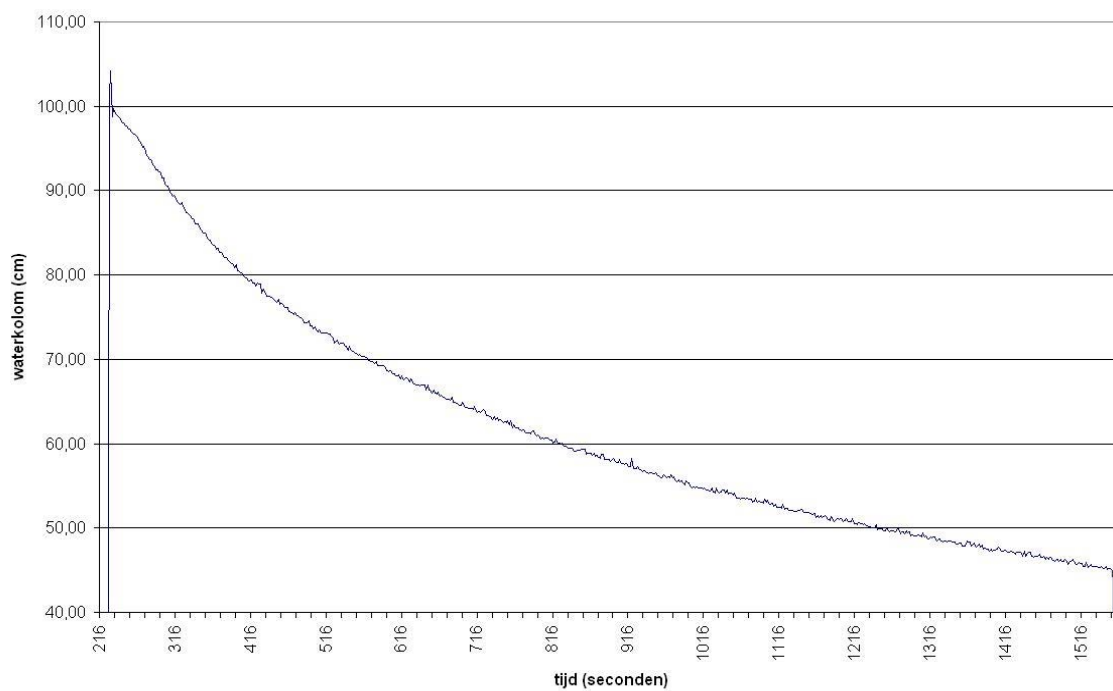
Boring 04

Maurice Joris
Datum: 07-01-2010

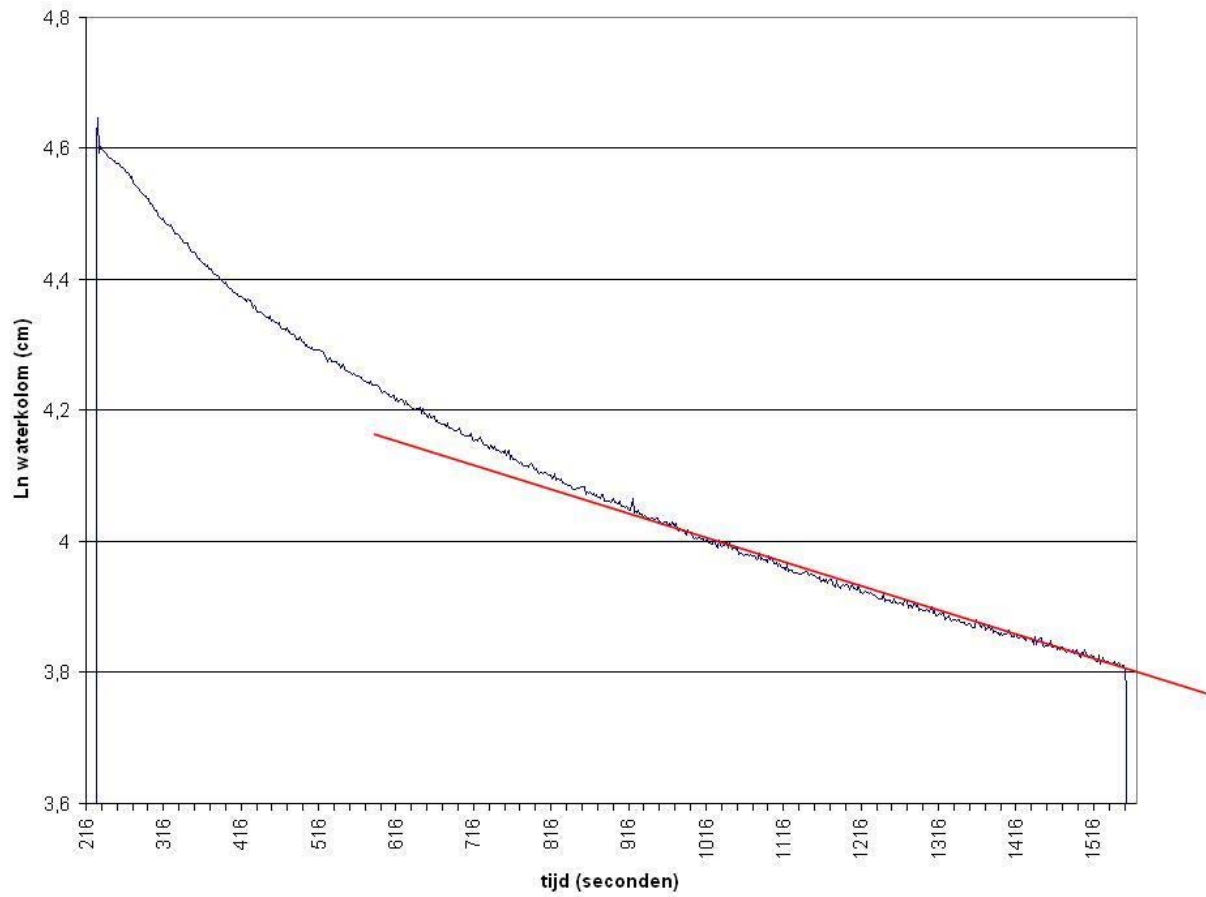


Bijlage 3 Meetresultaten doorlatendheidsproeven

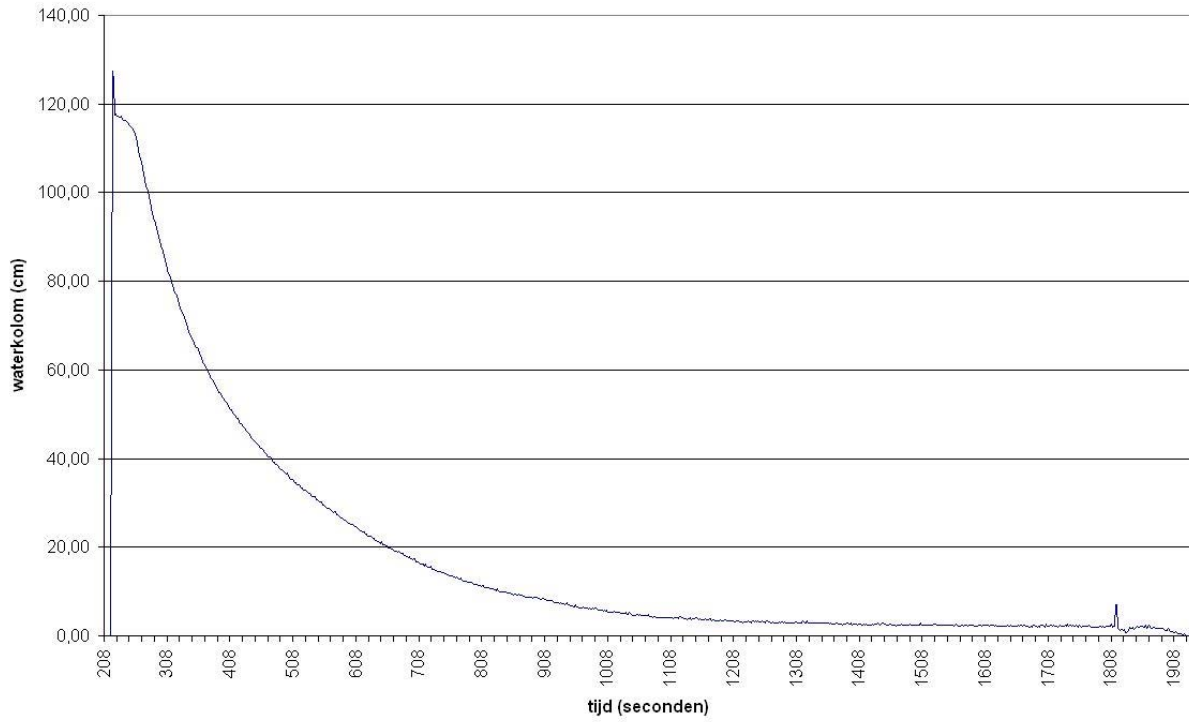
Kekerdom 09J159
boring 01



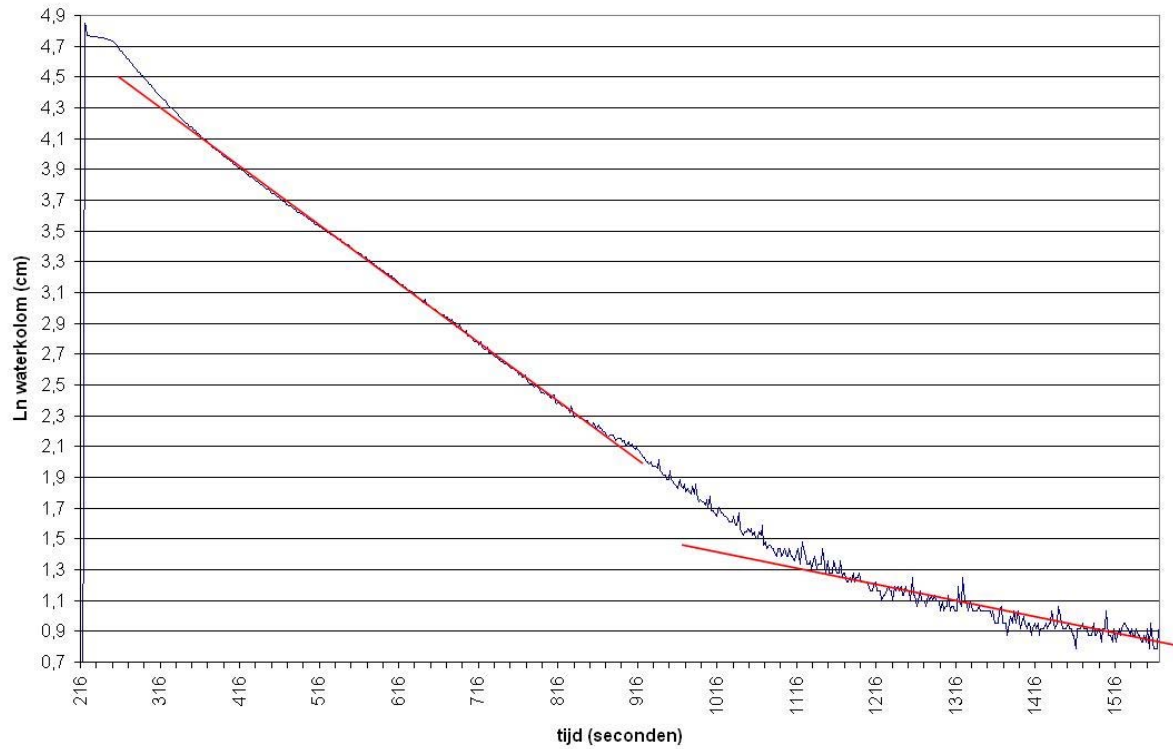
Infiltratiegrafiek Kekerdom
Ln (waterkolom) boring 01

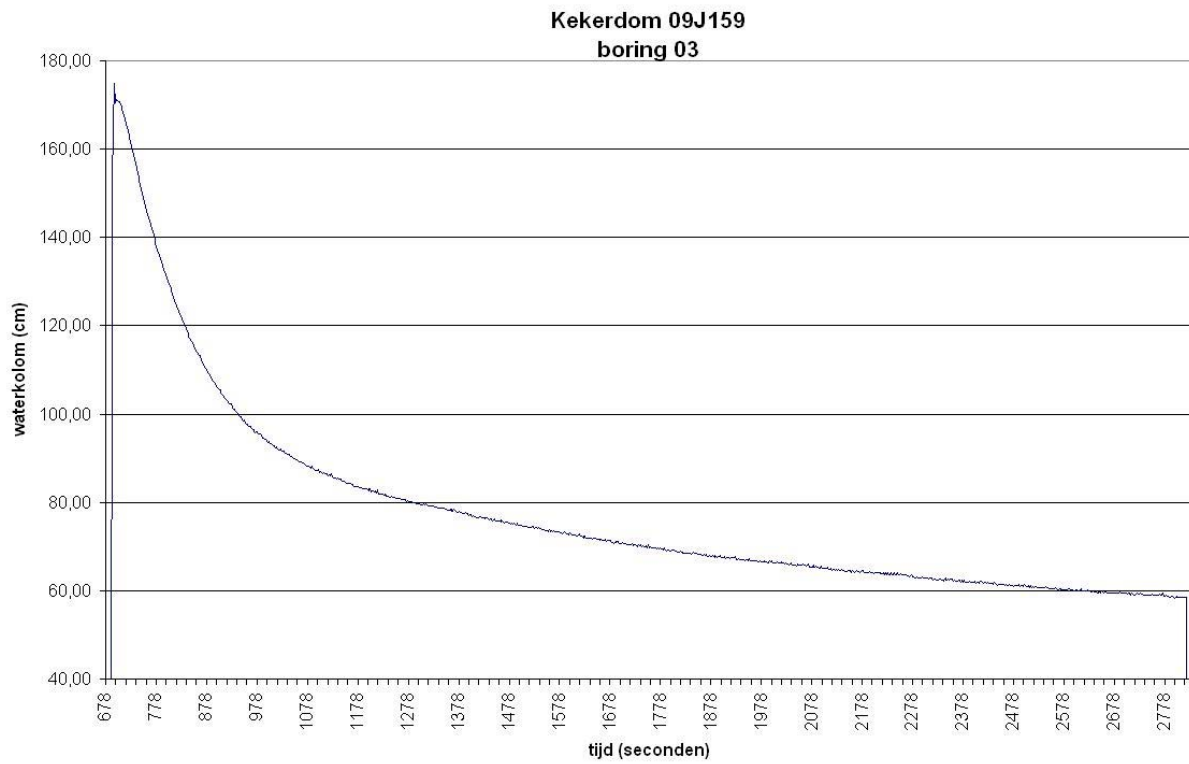


Kekerdom 09J159
boring 02

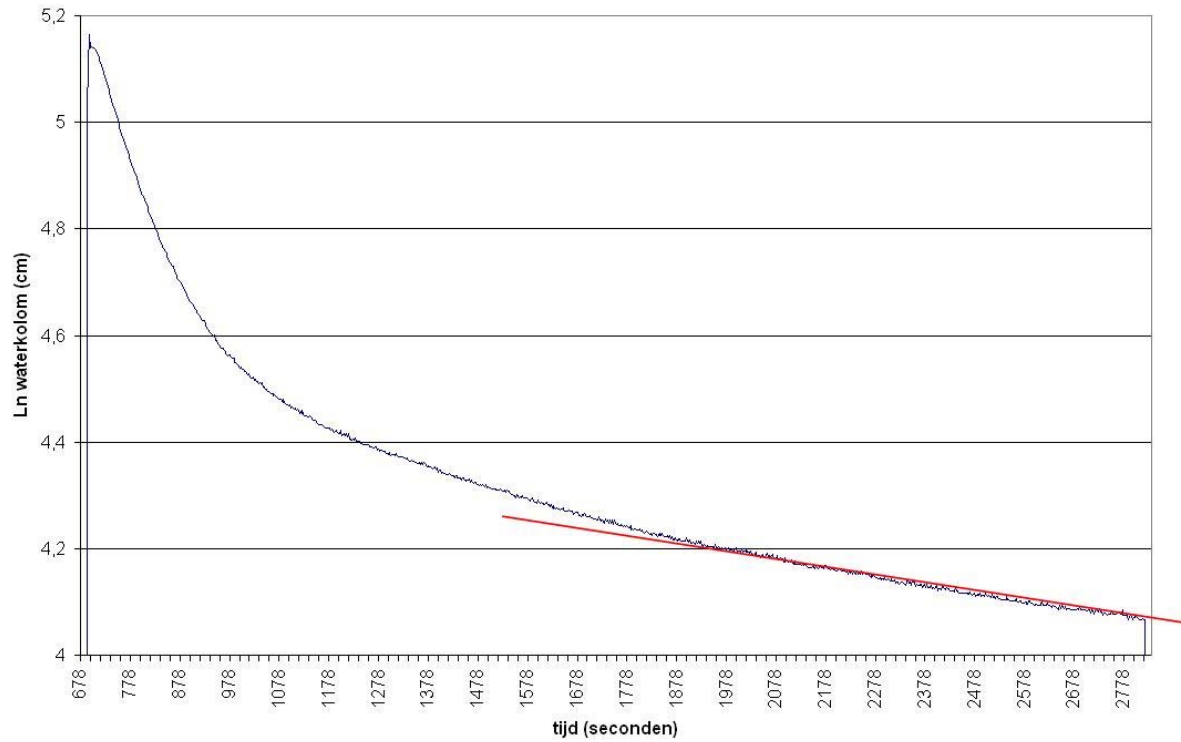


Infiltratiegrafiek Kekerdom
Ln (waterkolom) boring 02

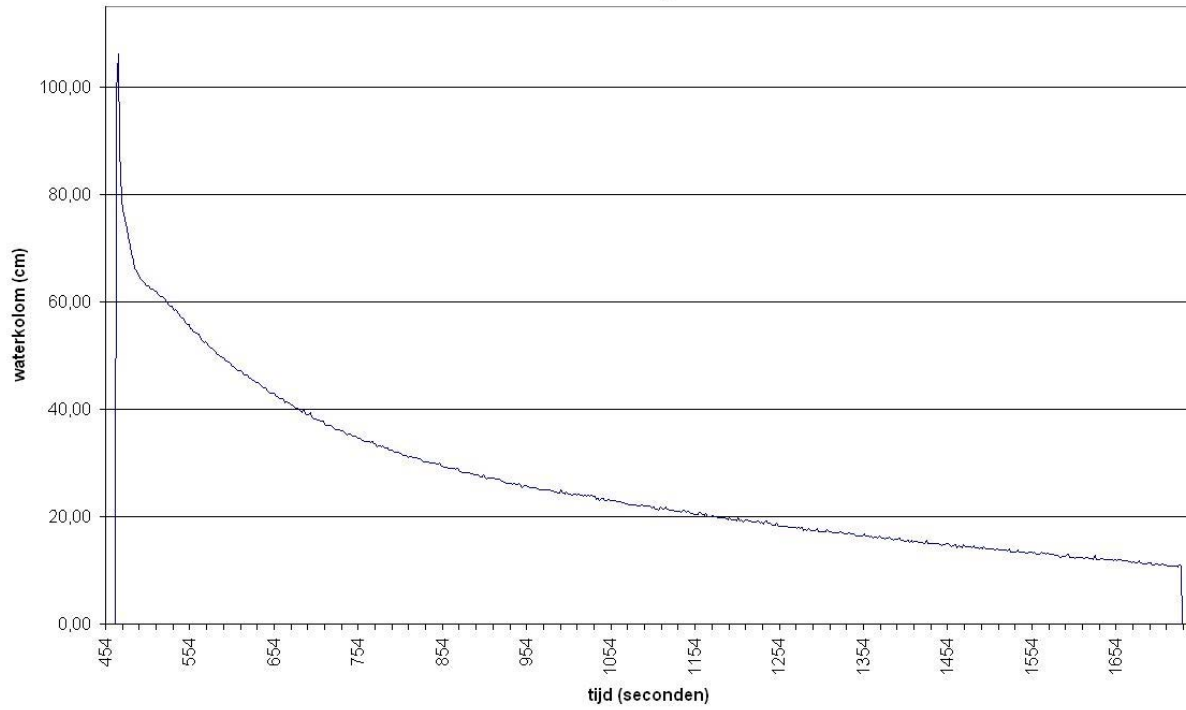




Infiltratiegrafiek Kekerdom
Ln (waterkolom) boring 03



Kekerdom 09J159
boring 04



Infiltratiegrafiek Kekerdom
Ln (waterkolom) boring 04

