

Geohydrologisch onderzoek
en waterhuishoudkundig plan
Centrumlocaties te Millingen aan de Rijn

Aqu'Aries Advies
rapport: 20080811_C
15 maart 2010



Aqu'Aries Advies

Geohydrologisch onderzoek
en waterhuishoudkundig plan
Heerbaan – Prins Bernhardstraat
Millingen aan de Rijn

20080811_C

Aqu'Aries Advies

Hoogstraat 7
5384 BJ Heesch
www.aquaries.nl

15 maart 2010

INHOUDSOPGAVE

1	Inleiding	1
1.1	<i>Algemeen</i>	1
1.2	<i>Leeswijzer</i>	1
2	Locatiegegevens	2
2.1	<i>Ligging</i>	2
2.2	<i>Bestemming</i>	2
2.3	<i>Actuele ontwikkelingen</i>	3
2.4	<i>Geohydrologische situatie</i>	3
2.5	<i>Watersysteem</i>	4
2.6	<i>Bodemkarakteristieken</i>	6
3	Waterhuishouding	8
3.1	<i>Algemeen</i>	8
3.2	<i>Locale richtlijnen</i>	8
3.3	<i>Perceelsgebonden uitgangspunten</i>	9
3.3.1	<i>Situatie</i>	9
3.3.2	<i>Nieuwe situatie</i>	10
3.3.3	<i>Waterstromen</i>	11
3.4	<i>Dimensionering</i>	11
3.4.1	<i>Afvoervolume</i>	11
3.4.2	<i>Bergingsvoorzieningen</i>	13
3.4.3	<i>Systeemkeuze</i>	15
3.4.4	<i>Voorkeursalternatief</i>	16
3.4.5	<i>Verandering in rivierkwel</i>	17
3.5	<i>Inrichting</i>	17
3.5.1	<i>Algemeen</i>	17
3.5.2	<i>Capaciteit</i>	18
3.5.3	<i>Toetsing ledigingstijd</i>	19
4	Samenvatting en aanbevelingen	20
4.1	<i>Samenvatting</i>	20
4.2	<i>Aanbevelingen</i>	20
5	Bronnen en literatuur	21

1 Inleiding

1.1 Algemeen

Ten behoeve van de nieuwbouwplannen aan de Heerbaan – Prins Bernhardstraat te Millingen aan de Rijn is Aqu'Aries Advies verzocht voor betreffende locaties een Hydrologisch onderzoek uit te voeren in het kader van de Watertoets.

Het onderzoek betreft een tweetal deellocaties in het centrum van Millingen aan de Rijn. Op de westelijke deellocatie, 't Stuupke, Heerbaan 168 a – 170, is een dienstencentrum annex appartementencomplex voorzien. Op de oostelijke deellocatie, het terrein van de voormalige Rabobank, Heerbaan 160 – Prins Bernhardstraat 2 en 6 bestaat de geplande nieuwbouw uit grondgebonden woningen en een appartementencomplex met commerciële ruimten op de begane grond.

Binnen het vigerend bestemmingsplan is voor de projectlocatie een wijzigingsbevoegdheid van toepassing. Hiervan zal ter verwezenlijking van de nieuwbouwplannen gebruik gemaakt worden. Hiertoe dient, wellicht voor elk van de twee deellocaties afzonderlijk, een ruimtelijke onderbouwing te worden opgesteld met een beschrijving van de effecten van de plannen op de omgeving. De waterhuishouding, waarvoor de Watertoets als procesinstrument is ontwikkeld, maakt onderdeel uit van deze ruimtelijke onderbouwing.

De oostelijke deellocatie is gedeeltelijk bebouwd met een woning met garage, de huidige Rabobanklocatie en is voor het overige deel in gebruik als parkeerplaats en grasveld. De westelijke planlocatie was tot voor kort in gebruik als woning met tuin. Het landgebruik wordt omschreven als “Stedelijk bebouwd gebied”.

In het kader van de Watertoets zal onder meer antwoord gegeven moeten worden op de volgende vragen:

1. Ligt de locatie in een gebied waar beschermende maatregelen vereist zijn?
2. Aan welke randvoorwaarden moet de locale waterhuishouding voldoen?
3. Op welke wijze kan aan de doelstelling “hydrologisch neutraal bouwen” tegemoet gekomen worden?
4. Wat zijn de mogelijkheden voor infiltratie van (overtollig) hemelwater in het licht van de bodemopbouw ter plaatse?
5. Welk onderscheid moet er worden gemaakt tussen hemelwater afkomstig van het verhard oppervlak en van het dakoppervlak.

Bovenstaande aspecten zullen in dit rapport impliciet aan de orde komen. Een overzicht van waterhuishoudkundige aspecten die bij nieuwbouwplannen aan de orde kunnen komen is opgenomen in de bijlagen.

De bevindingen uit het geohydrologisch onderzoek dienen te worden verwerkt in de waterparagraaf, die onderdeel uitmaakt van de ruimtelijke onderbouwing van het plan. Hierin worden de procesresultaten gepresenteerd van de afstemming tussen initiatiefnemer en de waterbeheerders.

1.2 Leeswijzer

In het voorliggende rapport wordt in hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van de ligging van de beide locaties en de geohydrologische situatie ter plaatse. In hoofdstuk 3 worden de uitgangspunten voor de waterhuishouding behandeld en wordt nader ingegaan op de te nemen hydrologische maatregelen. Tevens wordt de inrichting van de voorzieningen op hoofdlijnen beschreven en worden indicatief de afmetingen en dimensies bepaald. In hoofdstuk 4, ten slotte, worden de resultaten van het onderzoek samengevat.

2 Locatiegegevens

2.1 Ligging

Het plangebied ligt in het centrum van Millingen aan de Rijn. De westelijke deellocatie, bekend onder de naam 't Stuupke, is gelegen aan de Heerbaan 168 a – 170 en omvat de percelen kadastraal bekend als gemeente Millingen, sectie A, nummers 2817, 3047, en 3010.

De oostelijke deellocatie, bekend als Rabobanklocatie, is gelegen aan de Heerbaan 160 en de Prins Bernhardstraat 2 en 6. Deze locatie omvat de percelen, kadastraal bekend als gemeente Millingen, sectie A, nummers 3517, 4176, 4275, 4278, 4288, 5444 en 5445, terwijl de percelen met nummer 3404 en 5291 gedeeltelijk binnen het plangebied vallen.

De ligging en de huidige situatie zijn globaal weergegeven op Figuur I en op de luchtfoto van Figuur III van de Bijlagen.

Situatie

De planlocatie, met RD-coördinaten 200400; 430850, is gelegen in het centrum van Millingen aan de Rijn, en wordt aan de zuidzijde begrensd door de Heerbaan. Aan de overige zijden wordt de locatie begrensd door omliggende bebouwing (Heerbaan, Prins Bernhardstraat, Prinses Beatrixstraat en Koningin Julianastraat). De locatie wordt in tweeën gedeeld door de Prins Bernhardstraat.

Het terrein, waarop de nieuwbouw wordt gerealiseerd, heeft een totale oppervlakte van circa 5.400 m², waarvan circa 2.000 m² voor rekening komt van de westelijke deellocatie en 3.400 m² voor de oostelijke deellocatie. De projectlocatie was tot kort geleden gedeeltelijk bebouwd. De aanwezige bebouwing van de westelijke deellocatie is inmiddels gesloopt. De toekomstige inrichting is weergegeven op Figuur II van de Bijlagen.

Tot voor kort werd de afvoer van vuil- en hemelwater in de omgeving verzorgd middels een gemengd rioolstelsel. Recentelijk is aan de Prins Bernhardstraat een regenwaterriool gerealiseerd [Pouderoyen, 2007]. Op korte termijn zal dit riool worden aangesloten op een nieuw te realiseren regenwaterriool langs de Heerbaan en de Zeelandsestraat.

De maaiveldhoogte ter plaatse van het plangebied bedraagt ongeveer +12,0 à +12,5 m NAP [RWS-AHN; Wateratlas Provincie Gelderland; ANWB, 2004; Inpijn, 2006].

Het plangebied ligt in het stroomgebied Groesbeek – Ooijpolder en valt daarmee binnen het beheersgebied van Waterschap Rivierenland.

2.2 Bestemming

De in het verleden aanwezige bebouwing is thans ten behoeve van de ontwikkelingen gedeeltelijk gesloopt. Bij de voorgenomen bouwplannen zal de bestemming overeenkomstig gewijzigd worden.

Externe factoren

Op basis van het Gegevens van de Provincie Gelderland [Wateratlas, Atlas Milieu-informatie] mag worden aangenomen dat er zich in de directe omgeving van de onderzoekslocatie geen bodem- of grondwaterverontreinigingen bevinden, waardoor infiltratie ter plaatse niet mogelijk zou zijn.

In de directe omgeving van de onderzoekslocatie kunnen diverse bedrijfsactiviteiten worden onderscheiden, in het bijzonder detailhandel, horecagelegenheden en het openbaar bestuur.

Volgens de Waterkansenkaart van de Provincie Gelderland behoort het gebied ten zuiden van de bebouwde kom van Millingen aan de Rijn tot de fluctuatietoneel grote rivieren waar

geringe tot matige rivierkwel kan optreden. De omgeving wordt verder gekarakteriseerd als gering zettingsgevoelig.

Overigens ligt het plangebied niet binnen een grondwaterbeschermingsgebied, noch in een drinkwaterreserveringsgebied of drinkwaterzoekgebied.

Ook maakt de onderzoekslocatie geen deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), Ecologische verbindingzone of een VHR-gebied (Vogel- en Habitatrichtlijngebied), waarvoor speciale richtlijnen gelden.

Het uiterwaardengebied van de Rijn, de Millingerwaard, op een afstand van circa 300 m noordelijk van het plangebied, wordt gerekend tot de EHS en valt onder een Vogel- en Habitatrichtlijngebied en een Natuurbeschermingsgebied.

2.3 Actuele ontwikkelingen

De omgeving van het onderzoeksgebied maakt deel uit van een aantal lokale en regionale plannen. Hiervan zijn de gemeentelijke structuurvisie “Nota wonen en werken Gemeente Millingen aan de Rijn” en het nationaal plan “Ruimte voor de rivier” voor het plangebied het meest relevant.

Binnen deze plannen worden aan het plangebied geen functies toegekend die strijdig zijn met de voorgestelde nieuwbouwplannen.

2.4 Geohydrologische situatie

Geologie

Geologisch ligt de locatie in een gebied met overwegend Holocene rivierafzettingen. Deze Holocene rivierafzettingen, bestaande uit stroomgordelzanden en een afdekkend kleipakket, worden gerekend tot de Formatie van Echteld, voorheen benoemd als Betuwe Formatie [*Geologische kaart van Nederland*]. Deze rivierafzettingen liggen op de matig grofzandige Pleistocene afzettingen van de Formatie van Kreftenheye. Op relatief geringe diepte, 10 à 15 m –mv, bevinden zich binnen deze formatie de slecht doorlatende kleien van de Laagpakketten van Zutphen en Twello.

Regionale situatie

De onderzoekslocatie ligt in het stroomgebied Groesbeek - Ooijpolder, en valt daarmee binnen het beheersgebied van Waterschap Rivierenland. Het stroomgebied Groesbeek en Ooijpolder is gelegen tussen Nijmegen, de Waal, Kleef en het Reichswald. De zuid- en oostzijde wordt begrensd door de reliëfrijke hoge stuwwal, de westzijde door het Maas-Waalkanaal en de noordzijde door de Waal.

De oeverwal en uiterwaarden variëren in hoogteligging van +9 tot +14 m NAP.

De op de stuwwal Nijmegen-Groesbeek geïnfiltreerde neerslag stroomt grotendeels via de diepere ondergrond af en komt aan de voet van de stuwwal als kwel weer boven. De bemaling van het gebied wordt geregeld door het Hollandsch-Duitsch gemaal bij Nijmegen.

Het streefpeil in het gebied bedraagt +9,25 m NAP [*Waterschap Rivierenland*]. De ligging van de meest nabijgelegen watergangen die in beheer zijn bij Waterschap Rivierenland is weergegeven op Figuur III van de Bijlagen. Het betreft hier een zogenaamd kwelriool, dat alleen tijdens hoge rivierwaterstanden watervoerend is.

De waterhuishouding wordt grotendeels bepaald door de geologische opbouw van het gebied, dikke zandpakketten (zandbanen), afgedekt met een relatief dunne deklaag.

De locatie ligt binnen een gebied dat wordt gekenmerkt door een diepe ontwatering en lokaal matige tot ernstige (rivier)kwel [*Wateratlas Provincie Gelderland*]. Binnen het gebied is bij hoge rivierwaterstanden sprake van grondwateroverlast. Ondanks de diepe ontwatering is het gebied, vanwege de aanwezige rivierkwel en de matig tot slecht doorlatende deklaag, niet zonder meer geschikt voor infiltratie van hemelwater naar het freatische pakket.

Locale situatie

De planlocatie ligt aan de zuidzijde van de rivier De Rijn. Ter plaatse is sprake van rivier-oeverwallen en meanderruggen afgedekt met een dunne slecht doorlatende deklaag [*Zandbanenkaart, Wateratlas Provincie Gelderland*].

Voor een tweetal boringen (B40D0143, 800 m noordwestelijk en B40G0100, 925 m zuidoostelijk van de projectlocatie) is de boorbeschrijving opgevraagd [*Wateratlas Provincie Gelderland; TNO-NITG*]. De ligging van deze boringen is globaal aangegeven op het overzicht van Figuur IV in de Bijlagen, het boorprofiel van B40D0143 is opgenomen in Figuur VII.

Daarnaast zijn in het kader van diverse vooronderzoeken handboringen gezet, verspreid over het terrein [*Inpijn, 2006; Van der Poel, 2006*]. Hiervan heeft de diepste boring een einddiepte van 8,00 m. Deze boring (B-03 [*Inpijn, 2006*]) is tevens afgewerkt tot peilbuis, met een filter tussen 7,0 en 8,0 m -mv.

De bodem op de onderzoekslocatie bestaat tot een diepte van circa 1,5 à 2,0 m uit een circa 0,5 à 1,5 m dikke kleilaag van klei, afgedekt met fijnzandige toplaag. Lokaal ontbreekt de zandige toplaag, terwijl elders de kleilaag zeer zandig ontwikkeld is en plaatselijk zelfs ontbreekt. Vanaf circa 2,0 m -mv wordt matig fijn tot matig grof grindhoudend zand aangetroffen. Het profiel van de diepste boring is, ter vergelijking met de boring van TNO, eveneens opgenomen in Figuur VII van de Bijlagen.

De ondergrond kan, tot een voor het onderzoek relevante diepte, beschreven worden als een Holocene deklaag van sterk variabele dikte, hoofdzakelijk bestaande uit zwak zandige klei en kleihoudend zand (Formatie van Echteld), gelegen op een 10 tot 15 m dik watervoerend pakket, dat bestaat uit matig fijn- tot matig grofzandige afzettingen van de Formatie van Kreftenheye. Op een diepte van circa 15 m -mv bevinden zich waterremmende kleilagen, de Laagpakketten van Zutphen en Twello, beide behorend tot de Formatie van Kreftenheye.

Infiltratie

Uit de infiltratiekansenkaart van Waterschap Rivierenland blijkt dat in de gemeente Millingen aan de Rijn geen infiltratie mogelijk is. In principe mag infiltratie niet meegerekend worden bij de berekening van de waterbergingsopgave [*Waterschap Rivierenland*].

Voor de stedelijke kern van Millingen aan de Rijn is, gezien de overwegend zeer diepe ontwatering, zeker waar de slecht doorlatende deklaag ontbreekt, infiltratie in principe wel mogelijk.

Hoewel het risico bestaat dat tijdens hoogwater op de Rijn een infiltratievoorziening niet naar behoren functioneert wordt de aanleg van infiltratievoorzieningen gedoogd. Het is beleid van het Waterschap in dergelijke gevallen infiltratie niet mee te rekenen bij het bepalen van de bergingscapaciteit van de voorziening. Tevens mag de aanleg van dergelijke voorzieningen niet leiden tot een toename van kwel gedurende perioden van hoogwater. Ook mag de normale landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha, gerekend naar het aangesloten verhard oppervlak, niet overschreden.

2.5 Watersysteem

Oppervlaktewater

Het stroomgebied Groesbeek - Ooijpolder is een voornamelijk vrij afwaterend gebied dat bestaat uit oeverwallen langs de rivieren en kommen in de centrale delen met de stuwwal Nijmegen - Groesbeek in het zuiden. De op de stuwwal infiltrerende neerslag stroomt grotendeels via de diepere ondergrond af en komt aan de voet van de stuwwal als kwel weer boven.

De afwatering van het gebied wordt geregeld door het Hollandsch-Duitsch gemaal bij Nijmegen. Bij normale rivierwaterstanden kan natuurlijke lozing plaatsvinden.

Door de aanwezigheid van dikke zandpakketten (zandbanen), afgedekt met een relatief dunne deklaag, volgen de waterstanden aan de binnendijkse zijde de rivierstanden met enige vertraging en demping. Vooral bij hoge rivierstanden overheersen kwelstromen naar het gebied. De grootste dynamiek in het watersysteem treedt op in de oeverwallen, direct langs de rivieren, wat daar kan leiden tot het plaatselijk optreden van inundatie bij extreem hoge rivierstanden terwijl bij normale en lage rivierstanden het afwaterings-systeem deels droog valt.

Het streefpeil van het oppervlaktewater bedraagt +9,25 m NAP [*Waterschap Rivierenland*]. Er bevinden zich echter geen open watergangen in de directe omgeving van het projectgebied.

In het verlengde van de Van Egmondstraat bevindt zich een kwelriool (een A-watergang met code GM5DFTA0007a-000) dat de westelijke deellocatie doorsnijdt en in zuidwestelijke richting afwatert. Deze permanent watervoerende watergang heeft de hoogste afvoer in tijden van hoge rivierwaterstanden en bij hevige neerslag (zie Figuur III van de Bijlagen).

Grondwaterstanden

Door TNO-NITG worden grondwaterstanden bijgehouden in een landelijke database. Binnen een afstand van circa 500 m van de projectlocatie bevinden zich een vijftal peilbuizen. De stijghoogten in de peilbuizen zijn opgevraagd voor de periode 1950 – 2000, en zijn gemeten in het eerste watervoerend pakket. Van de peilbuizen bevindt peilbuis 40G B0013 zich op circa 65 m afstand. De grondwaterstanden en stijghoogten waargenomen in deze peilbuis worden als representatief voor de projectlocatie beschouwd.

De grondwaterstanden variëren hier tussen +8,17 m NAP en +12,55 m NAP. De gemiddelde grondwaterstand ter plaatse van de projectlocatie bedraagt circa +10,00 m NAP [*Wateratlas Provincie Gelderland*]. De ligging van de geanalyseerde peilbuizen is aangegeven op Figuur IV. Het grondwaterstandsverloop voor de peilbuis 40G B0013 is weergegeven in Figuur VI van de Bijlagen.

Op basis van de geactualiseerde grondwaterstandsgegevens [*Wateratlas, Provincie Gelderland*] bedragen de gemiddeld hoogste en gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG), direct ten zuiden van de kern Millingen, respectievelijk 1,00 en 1,90 m –mv, wat overeenkomt met een niveau van circa +11,00 en +10,10 m NAP. De gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) bedraagt ongeveer 1,25 m –mv (+10,75 m NAP).

Op basis van het waargenomen stijghoogteverloop in peilbuis 40G B0013 bedraagt de GHG ongeveer +11,15 m NAP en de GLG circa +8,95 m NAP.

Het grondwaterregime wordt op de Bodemkaart aangegeven door middel van de zogenaamde grondwatertrap (Gt). Een overzicht van de gehanteerde klassenindeling is weergegeven in Tabel 2.1. In de omgeving van het plangebied is de Gt ingedeeld in klasse VII. Bij deze Gt-klasse ligt de GHG op meer dan 0,80 à 1,40 m beneden maaiveld, terwijl de GLG dieper ligt dan 1,20 m –mv.

Tabel 2-1: Overzicht grondwatertrappen

Grondwatertrap	GHG (cm –mv)	GLG (cm –mv)
I	< 40	< 50
II	< 40	50 – 80
III	< 40	80 – 120
IV	> 40	80 – 120
V	< 40	> 120
VI	40 – 80	> 120
VII	80 – 140	> 120
VIII	> 140	> 160

Tijdens het uitgevoerde grondonderzoek op de westelijke deellocatie (februari 2006) is de grondwaterstand aangetroffen op een diepte van 3,42 m beneden maaiveld [*Inpijn, 2006*], wat overeen komt met een stijghoogte van +8,54 m NAP. Tijdens het onderzoek van mei 2006 op de oostelijke deellocatie is de grondwaterstand aangetroffen op een diepte van circa 2,30 m beneden maaiveld, ongeveer +9,70 m NAP [*Van der Poel, 2006*].

De geregistreeerde grondwaterstanden verhouden zich goed tot de in peilbuis 40G B0013 waargenomen en de op de Wateratlas aangegeven waarden en liggen enigszins dieper dan op basis van de op de Bodemkaart van Nederland aangegeven grondwatertrap (VII) mag worden verwacht.

Invloed Rijn

De grondwaterstanden in het eerste watervoerend pakket worden ter plaatse van de projectlocatie sterk beïnvloed door het waterpeil op de rivier de Rijn. Deze rivier kent sterke fluctuaties ten aanzien van de afvoer en vertoont daardoor jaarlijks grote verschillen in waterpeil. Door Rijkswaterstaat worden de rivierwaterstanden geregistreerd, ter plaatse van het meetpunt Pannerdense Kop.

Voor de periode 1985 – 2004 zijn de jaargemiddelde waterstanden en de jaarlijkse maximale en minimale waterstand voor dit meetpunt opgevraagd [*RWS, WaterStat*]. In genoemde periode varieerde de gemiddelde waterstand ruwweg tussen +8,60 m NAP en +10,70 m NAP. Het langjarig gemiddelde over deze periode bedraagt +9,65 m NAP. De jaarlijkse extreme waterstanden zijn grafisch weergegeven in Figuur V van de Bijlagen.

De jaarlijkse extremen variëren tussen +6,70 m en +8,70 m NAP voor de laagste waterstanden en tussen +12,00 en +15,80 m NAP voor de hoogste waterstanden.

Onder invloed van hoogwaters kunnen de grondwaterstanden sterk oplopen. Ter plaatse van de projectlocatie bevindt zich peilbuis 40G B0013 (TNO-nummer B40G0201) waarvoor de tijd-stijghoogtelijn is weergegeven in Figuur VI van de Bijlagen. De hoogst geregistreeerde grondwaterstand bedraagt +12,55 m NAP, ongeveer 0,10 m beneden het plaatselijke maaiveldniveau van +12,64 m NAP. De laagst waargenomen grondwaterstand bedraagt +8,17 m NAP, circa 4,40 m beneden het plaatselijke maaiveldniveau. Volgens informatie van de gemeente kunnen de grondwaterstanden ter plaatse van de projectlocatie variëren tussen 3 m –mv en maaiveld.

Grondwaterstroming

Op basis van de gegevens uit de Provinciale Wateratlas blijkt de regionale grondwaterstroming in het eerste watervoerend pakket overwegend zuidelijk te zijn gericht. De freatische grondwaterstroming wordt sterk bepaald door lokale omstandigheden en staat onder invloed van de rivier de Rijn en de lokale afwatering. Naar verwachting is de lokale freatische grondwaterstroming eveneens zuidelijke gericht.

2.6 Bodemkarakteristieken

Algemene informatie

Onder 'bodem' verstaat men de bovenste aardlagen; meestal tot een diepte van circa 1,50 m beneden maaiveld. De diepere aardlagen worden gerekend tot de ondergrond.

De planlocatie ligt aan de zuidzijde van de rivier de Rijn op korte afstand van het winterbed. De bodem wordt hier ingedeeld bij de Ooivaaggronden (Rd10A). Dit bodemtype bestaat uit een kleidek op een ondergrond van grof zand. Het genoemde bodemtype heeft een relatief diepe ontwatering [*Bodemkaart van Nederland, 40 West*].

Uitgevoerd grondonderzoek

Ten behoeve van de nieuwbouwplannen zijn ter plaatse diverse bodem- en grondonderzoeken uitgevoerd. In totaal zijn de gegevens van vijftien handboringen ter beschikking gesteld. Van deze boringen hadden er zeven een einddiepte van 2 meter of meer.

Deze boringen vertonen een gevarieerd beeld; tot een diepte van circa 2,00 m wordt een pakket van overwegend fijn tot matig fijn zand aangetroffen. Binnen dit pakket wordt op de westelijke deellocatie op variabele diepte een kleipakket van 1,0 à 1,5 m dik aangetroffen. Vanaf 2 à 3 meter diepte wordt matig fijn tot matig grof zand aangetroffen, overwegend grindhoudend. Van één van de diepe boringen is de boorbeschrijving, samen met het boorprofiel van boring B40D0143, de meest nabij gelegen TNO-boring, opgenomen als Figuur VII van de Bijlagen.

In de handboringen op de oostelijke deellocatie is de kleilaag niet aangetroffen. Over de verbreiding van deze kleilaag is zonder aanvullend onderzoek geen uitsluitel te geven. Er dient rekening mee gehouden te worden dat de laag slechts lokaal aanwezig is, dan wel (zeer) zandig is ontwikkeld.

Bodemparameters

De (horizontale) doorlatendheid van gronden kan sterk variëren. Op basis van bekende literatuur kan deze voor kleien geschat worden op minder dan 0,005 m/d tot 0,03 m/d [Verruijt, 2003; TNO-NITG, 2002]. De verticale doorlatendheid, maatgevend voor de infiltratiecapaciteit, is over het algemeen een factor 3 tot 6 lager. In ISSO publicatie 70-1 wordt voor de doorlatendheid van kleien een waarde gehanteerd van 0,01 à 0,04 m/d.

Gezien de verwachte geringe doorlatendheid van de aangetroffen kleilaag wordt de bodem, ondanks de diepe GHG, niet zonder meer geschikt geacht voor infiltratie van afgekoppeld hemelwater [ISSO, 2002].

Waar de kleilaag niet is aangetoond bestaat de toplaag uit overwegend matig fijn tot matig grof zand. Op basis van bekende literatuur kan de doorlatendheid voor deze zanden geschat worden op 1 à 10 m/d [Verruijt, 2003; TNO-NITG, 2002]. De verticale doorlatendheid, maatgevend voor de infiltratiecapaciteit, is over het algemeen een factor 1 tot 3 lager. In ISSO publicatie 70-1 wordt voor de doorlatendheid van matig grof zand een gemiddelde waarde gehanteerd van 5 à 7 m/d. In Belgische richtlijnen [WLV] wordt voor de infiltratiecapaciteit van grof zand een waarde gehanteerd van circa 200 mm/uur, ongeveer 5 m/d.

Het Pleistocene watervoerend pakket is opgebouwd uit relatief grofzandige afzetting, beginnend op een diepte variërend van minder dan 1,0 tot meer dan 3,0 m beneden maai-veld. Volgens gegevens uit REGIS, het Regionaal Geohydrologisch Informatie Systeem, dat door TNO-NITG te Utrecht wordt beheerd, bedraagt de doorlatendheid van deze afzettingen 15 tot 25 m/dag. Bij een dikte variërend van 10 tot 15 m wordt voor dit pakket een doorlaatvermogen van 200 à 300 m²/dag aangehouden.

Omdat rekening gehouden dient te worden met hoge grondwaterstanden tijdens hoogwater op de Rijn en met rivierkwel is ook (diep)infiltratie in het watervoerend pakket niet zonder meer mogelijk.

3 Waterhuishouding

3.1 Algemeen

Voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, waaronder ver- en nieuwbouwplannen, wordt door de overheid het volgende criterium met betrekking tot het duurzaam omgaan met water gehanteerd. Doordat een toename van het verhard oppervlak ertoe leidt dat het afvoerverloop niet meer natuurlijk is, is het beleid erop gericht het regenwater zoveel mogelijk te infiltreren naar het freatisch grondwater, waardoor een meer natuurlijk afvoerverloop ontstaat. Dit vertaalt zich in de volgende richtlijnen:

- a. Nieuwe plannen dienen te voldoen aan het principe van het “hydrologisch neutraal” bouwen. Hierbij moet de hydrologische situatie, voor wat betreft de afvoer van hemelwater, minimaal gelijk blijven aan de oorspronkelijke situatie. De oorspronkelijke landelijke afvoer (naar het oppervlaktewater) mag niet overschreden worden.
- b. In aansluiting op het landelijk beleid hanteert het waterschap het beleid dat bij nieuwe plannen altijd onderzocht dient te worden hoe met het schone hemelwater omgegaan kan worden.
- c. Bij alle nieuwbouwplannen moet (vuil) afvalwater en (schoon) hemelwater gescheiden worden behandeld. Het schone water wordt aan de natuur teruggegeven of, als dat niet mogelijk is, apart aangeleverd aan de riolering zoals dat ook met het vuile water geschiedt. Dit is ook het geval als in openbaar gebied nog steeds een gemengd rioolstelsel aanwezig is.

Bij de inrichting, het bouwen en het beheer dienen zo min mogelijk vervuilende stoffen aan het bodem- en oppervlaktewatersysteem te worden toegevoegd. Hierbij verdient het materiaalgebruik speciale aandacht: uitlogbare of uitspoelbare bouwmaterialen dienen te worden vermeden teneinde watervervuiling te voorkomen.

3.2 Locale richtlijnen

Waterschap

De uitgangspunten die door het waterschap worden gehanteerd in het kader van de watertoets zijn samengevat in de Brochure “Partners in water; de watertoets in Rivierenland” [WSRL; 2007]. De uitgangspunten kunnen worden verwoord als:

- Waterneutraal inrichten. Om te voorkomen dat door de aanleg van nieuw verhard oppervlak wateroverlast ontstaat, is de aanleg van extra waterberging van belang om het verlies aan waterberging in de bodem te compenseren.
- Schoon inrichten. Om te voorkomen dat de waterkwaliteit van het oppervlaktewater negatief wordt beïnvloed. Binnen het stedelijk gebied zal daarom schoon hemelwater van nieuwbouwprojecten gescheiden van het vuilwater dienen te worden afgevoerd: afkoppelen. Het waterschap streeft naar 100% afkoppeling van schoon hemelwater van verharde oppervlakken (gebouwen, wegen en ander terreinverharding).
- Veilig inrichten. Door de nieuwbouwplannen mag de veiligheid van de (primaire) waterkering, het waterkerend vermogen, niet worden aangetast. Dit geldt niet alleen voor de dijk zelf, maar tevens voor de beschermingszones ter weerszijden van de dijk.

Voor het lozen van overtollig hemelwater op het oppervlaktewater, hetzij rechtstreeks, hetzij via een bestaande of een nieuwe inrichting (zoals een regenwaterriool), is een omheffing van de Keur noodzakelijk.

Daarnaast moeten in die gebieden die onderhevig zijn aan rivierkwel de effecten van de voorgenomen plannen op de kwel in beeld worden gebracht.

Gemeente

De Gemeente voert het beleid dat bij nieuwe planontwikkelingen, zowel uitbreidings- als inbreidingsplannen, in principe geen hemelwater wordt ingenomen.

Voorts worden de volgende algemene uitgangspunten gehanteerd, geldend voor nieuwe ontwikkelingen in het gebied:

- Water dient in de eerste plaats zoveel mogelijk te worden vastgehouden of hergebruikt. Vervolgens dient het overtollige water tijdelijk te worden geborgen of in de ondergrond geïnfiltreerd en pas in de laatste plaats zal het overtollige water naar open water worden afgevoerd. Het verwerken van hemelwater dient, bij voorkeur, op eigen terrein plaats te vinden.
- Afgekoppeld hemelwater wordt zo veel mogelijk geïnfiltreerd in de bodem.
- Hemelwater en huishoudelijk of bedrijfsafvalwater dienen gescheiden te worden ingezameld en het hemelwater indien mogelijk geborgen en geïnfiltreerd ("afkoppelen").

Deze uitgangspunten volgen direct uit het kabinetsstandpunt 'anders omgaan met water' van eind 2000, beter bekend als de watertoets.

In het Waterplan Millingen aan de Rijn [*Millingen*] zijn een aantal speerpunten van het beleid opgenomen. Deze speerpunten zijn:

- a. Het voorkomen van overlast tijdens hoogwater en het realiseren van voldoende waterberging om hevige neerslag op te kunnen vangen;
- b. Het stedelijk watersysteem beïnvloedt de ecologie benedenstrooms niet negatief;
- c. Heldere afspraken over beheer en onderhoud;
- d. Goede samenwerking tussen gemeente en waterschap, tussen Water en RO en tussen overheid en burgers.

Van deze speerpunten is met name de eerste voor de projectlocatie van belang.

3.3 Perceelsgebonden uitgangspunten

3.3.1 Situatie

Het plangebied ligt binnen de kern van Millingen aan de Rijn.

De afvoer van vuil- en hemelwater in de omgeving werd tot voor kort verzorgd middels een gemengd rioolstelsel. De Gemeente heeft recentelijk aan de Prins Bernhardstraat een apart regenwaterriool aan laten leggen, dat volgens het gemeentelijk waterplan [*DHV*] via het aanwezige kwelriool in westelijke richting afwatert naar Nielingen.

Bij de nieuwbouw zal op het terrein vuil water en relatief schoon hemelwater apart worden behandeld.

Infiltratie van hemelwater in de bodem is op eigen terrein, qua bodemopbouw, niet goed mogelijk op de westelijke deellocatie. Op de oostelijke deellocatie lijkt de bodemgesteldheid wel geschikt voor infiltratie. Een mogelijkheid regenwater te infiltreren in het diepere goed doorlatende watervoerend pakket is vanwege het optreden van hoge grondwaterstanden en stijghoogten ten tijde van hoogwaters op de Rijn eveneens niet te realiseren. Bij dergelijke hoge grondwaterstanden zal een infiltratievoorziening naar verwachting als drainage gaan functioneren, hetgeen uit oogpunt van waterbeheersing niet wenselijk is.

Overigens schrijft het Waterschap voor dat bij toepassing van infiltratievoorzieningen infiltratie niet meegerekend mag worden bij het bepalen van de bergingscapaciteit. Ook mag de aanleg niet resulteren in een toename van de kwel in perioden van hoogwater en mag de normale landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha niet worden overschreden.

Het regenwater zal dan ook worden afgevoerd naar een retentie- of bergingsvoorziening op eigen terrein en vandaar vertraagd worden afgevoerd naar het nabij gelegen regenwaterriool. De keuze van het lozingspunt wordt daarbij uit praktische overwegingen zodanig bepaald dat de kortste weg wordt gevolgd.

De planlocatie watert vrij af naar het zuidwesten. Het streefpeil in de omgeving bedraagt +9,25 m NAP. Het watersysteem valt vrijwel het gehele jaar droog, behalve tijdens hoogwater op de Rijn en bij hevige neerslag.

3.3.2 Nieuwe situatie

Locatie 't Stuupke

In de toekomstige situatie wordt nieuwbouw gerealiseerd, bestaande uit appartementen en openbare functies, parkeergelegenheid en toegangswegen. Het totale dakoppervlak bedraagt ca 1.080 m², waarvan ongeveer 630 m² bestaat uit platte daken (inclusief een daktuin ter grootte van 120 m²) en de rest uit hellend dakoppervlak.

Van het niet bebouwde gedeelte van het terrein, met een totaal oppervlak van 1.900 m², wordt circa 373 m² ingericht als binnenterrein met parkeergelegenheid en bestaat circa 508 m² uit bestrating aan de straatzijde van het gebouw.

In Tabel 3-1 (zie § 3.4) wordt een overzicht gegeven van het verhard oppervlak.

Het aandeel verhard oppervlak zal, na realisatie van de nieuwbouwplannen ongeveer 100% bedragen.

In de vroegere situatie was het terrein voor circa 33% verhard. De toename van het gesloten verhard oppervlak bedraagt derhalve ongeveer 1.300 m².

Opmerking

De genoemde oppervlakten zijn namens opdrachtgever door U-projecten aangeleverd (gebaseerd op het Voorlopig ontwerp, tekening: 0812 - VO - Stuupke 04-12-2008; Mulleners & Mulleners), en luchtfoto's van de huidige situatie. Voordat met de resultaten van het onderzoek verder gewerkt wordt, wordt geadviseerd de hier genoemde uitgangspunten en oppervlakten te verifiëren.

Rabobanklocatie

In de toekomstige situatie wordt nieuwbouw gerealiseerd, bestaande uit grondgebonden woningen, een appartementencomplex met commerciële functies, parkeergelegenheid en toegangswegen. Het totale dakoppervlak bedraagt ca 1.164 m², waarvan ongeveer 170 m² bestaat uit platte daken en de rest uit hellend dakoppervlak.

Van het niet bebouwde gedeelte van het terrein, met een totaal oppervlak van 3.249 m², wordt circa 720 m² ingericht als parkeergelegenheid met bijbehorende toegangsweg en bestaat circa 551 m² uit bestrating op het binnenterrein.

In Tabel 3-2 (zie § 3.4) wordt een overzicht gegeven van het verhard oppervlak.

Het aandeel verhard oppervlak zal, na realisatie van de nieuwbouwplannen ongeveer 72% bedragen.

In de vroegere situatie was het terrein voor circa 50% verhard. De toename van het gesloten verhard oppervlak bedraagt derhalve ongeveer 950 m².

Opmerking

De genoemde oppervlakten zijn namens opdrachtgever door U-projecten aangeleverd (gebaseerd op het Voorlopig ontwerp; VO - Rabobanklocatie 18-12-2008; Mulleners & Mulleners), en luchtfoto's van de huidige situatie. Voordat met de resultaten van het onderzoek verder gewerkt wordt, wordt geadviseerd de hier genoemde uitgangspunten en oppervlakten te verifiëren.

3.3.3 Waterstromen

Voor het dakoppervlak zal, in overeenstemming met het bouwstoffenbesluit, gebruik gemaakt worden van niet-uitloogbare materialen. Hergebruik van het dakwater ten behoeve van een grijswatercircuit is, vooralsnog, economisch niet haalbaar. Door de toepassing van vegetatiedaken op de platte daken van de hoogbouw kan het te bergen en af te voeren volume van locatie 't Stuupke met maximaal circa 4% worden verminderd en van de Rabobanklocatie met circa 3%. Gezien de geringe (positieve) bijdrage wordt de toepassing van vegetatiedaken vooralsnog economisch niet haalbaar geacht.

Bodem- of grondwaterverontreinigingen die infiltratie in de weg staan zijn in de omgeving niet aangetroffen. Gezien de plaatselijke bodemopbouw en het optreden van hoge grondwaterstanden tijdens hoogwaters wordt geen rekening gehouden met eventuele infiltratie van afgekoppeld hemelwater.

Vanuit het waterschap wordt voor kleine plannen, met minder dan 500 m² extra verharding in stedelijk gebied en minder dan 1.500 m² in landelijk gebied, geen compensatie voor het verlies aan waterberging vereist.

Voor plannen met een toename van het verhard oppervlak tot 5 ha wordt door het waterschap uitgegaan van compensatie met 436 m³ of 664 m³ waterberging per hectare verharding. Op basis van deze gegevens is nagegaan wat de afmetingen van een retentievoorziening voor verwerking van het afgekoppelde hemelwater moeten zijn.

De voorziening zal, via een nieuwe aansluiting, worden aangesloten op het gemeentelijke (regenwater)riool teneinde het geborgen hemelwater (vertraagd) af te kunnen voeren.

Het huishoudelijk afvalwater zal, bij voorkeur via bestaande aansluitingen, naar het gemeentelijk gemengde rioolstelsel worden afgevoerd.

3.4 Dimensionering

3.4.1 Afvoervolume

De hoeveelheid waterberging die moet worden gerealiseerd wordt bepaald op basis van maatgevende regenbuien, de toename aan verhard oppervlak en de maximaal toelaatbare peilstijging in de watergangen. Er wordt getoetst aan twee maatgevende situaties:

1. Een situatie die één maal per 10 jaar voorkomt en waarbij rekening is gehouden met een toekomstige klimaatverandering (T=10+10%). In deze situatie mag het waterpeil niet meer dan 0,30 m stijgen.
2. Een situatie die één maal per 100 jaar voorkomt en waarbij rekening is gehouden met een mogelijke klimaatverandering (T=100+10%). In deze situatie mag het waterpeil stijgen tot aan het maaiveld.

De eerste situatie is maatgevend in het geval de waterberging wordt gerealiseerd in de vorm van (extra) open water. De norm vertaalt zich dan in de vuistregel dat er 436 m³ waterberging gerealiseerd moet worden voor elke hectare extra verharding (T=10+10%). De beschikbare waterberging wordt berekend vanaf het zomerpeil of streefpeil tot aan de maximaal toegestane peilstijging van 0,30 m is bereikt.

De tweede situatie is maatgevend in het geval de waterberging wordt gerealiseerd in de vorm van wadi's of ondergrondse bergingsvoorzieningen. De norm vertaalt zich in dit geval in de vuistregel dat er 664 m³ waterberging gerealiseerd moet worden voor elke hectare extra verharding (T=100+10%). De beschikbare waterberging wordt berekend vanaf zomerpeil, streefpeil of gemiddeld hoogste grondwaterstand tot aan maaiveld.

Voor de twee genoemde ontwerpsituaties bedraagt het te bergen volume hemelwater door toename van het verhard oppervlak op locatie 't Stuupke ongeveer 59 m³ bij een ontwerpbui T=10+10% en 90 m³ bij een ontwerpbui T=100+10%.

Voor berging van de neerslag afkomstig van het totale verharde oppervlak is een volume van circa 85 m³, respectievelijk 130 m³ nodig, bijna 1,5 keer zoveel.

Op de Rabobanklocatie bedraagt het te bergen volume hemelwater door toename van het verhard oppervlak ongeveer 42 m³ bij een ontwerpbui T=10+10% en 63 m³ bij een ontwerpbui T=100+10%. Voor berging van de neerslag afkomstig van het totale verharde oppervlak is een volume nodig van circa 106 m³ respectievelijk 162 m³, ruim 2 keer zoveel.

Voor de verschillende onderdelen is het te bergen volume, afgerond op 0,1 m³, opgenomen in Tabel 3-1 en 3-2. Daarbij is de afvoer van de balkons voor de waterberging buiten beschouwing gelaten. Deze laatste zal naar het vuilwaterriool afgevoerd worden.

Tabel 3-1: Deellocatie 't Stuupke - overzicht verhard oppervlak en te bergen volume in m³

	Type oppervlak	Oppervlakte (m ²)	Volume T=10+10%	Volume T=100+10%
Bebouwing				
Hoogbouw	Hellend dak	450.0	19.7	29.9
Hoogbouw	Plat dak	260.0	11.4	17.3
Laagbouw	Plat dak	250.0	10.9	16.6
Daktuin	Plat dak	120.0	5.3	8.0
Totaal woningen		1080	47	72
Terreinverharding				
Binnenterrein	Klinkers	370.0	16.2	24.6
Buitenterrein	Klinkers	500.0	21.8	33.2
Totaal bestrating		870	38	58
Totaal		1950	85	130
Bestaand verhard		≈ 600		
Totaal toename		≈ 1350	59	90

Tabel 3-2: Rabobanklocatie - overzicht verhard oppervlak en te bergen volume in m³

	Type oppervlak	Oppervlakte (m ²)	Volume T=10+10%	Volume T=100+10%
Bebouwing				
Woningen A	Hellend dak	112.0	4.9	7.5
Woningen B	Hellend dak	462.0	20.2	30.7
Hoogbouw	Hellend dak	420.0	18.4	27.9
Hoogbouw	Plat dak	170.0	7.5	11.3
Totaal woningen		1164	51	77
Terreinverharding				
Binnenterrein	Klinkers	551.0	24.1	36.6
Parkeerplaatsen	Klinkers	720.0	31.4	47.9
Totaal bestrating		1271	56	85
Totaal		2435	106	162
Bestaand verhard		≈ 1500		
Totaal toename		≈ 950	42	63

3.4.2 Bergingsvoorzieningen

Zoals hierboven aangegeven is infiltratie van afgekoppeld hemelwater, gezien de lokale bodemopbouw en het optreden van hoge grondwaterstanden tijdens hoogwaters op de Rijn, niet mogelijk.

Door het waterschap worden eisen gesteld aan het bergingsvolume, zoals hierboven aangegeven. Vooralsnog wordt ervan uitgegaan dat een bergingsvoorziening op eigen terrein geschikt is voor de verwerking van het hemelwater als gevolg van de toename van het verhard oppervlak.

3.4.2.1 Oppervlaktewater

Gezien het benodigde ruimtebeslag en de afwezigheid van oppervlaktewater in de directe omgeving waarop zou kunnen worden aangesloten komt berging in (nieuw) oppervlaktewater niet in aanmerking.

3.4.2.2 Oppervlakkige voorzieningen

Als oppervlakkige bergingssystemen komen in principe een zaksloot of greppel en een wadi in aanmerking.

Gezien het benodigde ruimtebeslag en de voorgestelde inrichting van de beide deellocaties komt berging in oppervlakkige systemen eveneens niet in aanmerking.

Opmerking

Hoewel de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) ongeveer 100 cm beneden maaiveld ligt dient rekening gehouden te worden met regelmatig optredende hogere grondwaterstanden, vooral tijdens hoogwater op de Rijn.

3.4.2.3 Ondergrondse voorzieningen

Onder ondergrondse waterbergingssystemen worden systemen verstaan die geheel beneden maaiveldniveau worden aangelegd, zoals kratten, grindkoffers of een bergingsriool.

Voor de bestrating kan eventueel gebruik gemaakt worden van een doorlatende of half-doorlatende verharding met mogelijkheid tot het bergen van het hemelwater binnen de wegfundering (systeem type Aquaflow ¹). De mogelijkheid bestaat om de hemelwaterafvoer van de dakoppervlakken op dit systeem aan te sluiten, zodat al het hemelwater binnen de wegfundering kan worden geborgen.

Locatie 't Stuupke

Op de westelijke deellocatie kan de beschikbare ruimte voor het realiseren van een ondergronds bergingssysteem eventueel gevonden worden op het binnenterrein, ter plaatse van de parkeervoorzieningen en toegangswegen. Hier is in totaal een oppervlakte van ca. 470 m² beschikbaar, binnen een gebied met een maximale lengte en breedte van circa 25 m.

Tabel 3-3 geeft een overzicht van de dimensies van verschillende systemen, nodig voor de berging van de neerslag afkomstig van uitsluitend de toename van het verhard oppervlak. Ter indicatie zijn de waarden voor het totaal verhard oppervlak cursief weergegeven.

Gezien de benodigde oppervlakken of lengtes kan in principe alleen een bergingssysteem bestaande uit kratten binnen de perceelsgrens gerealiseerd worden.

¹ Waar in deze rapportage wordt gesproken over een Aquaflow-systeem worden alle systemen bedoeld waarbij hemelwater wordt geborgen in de wegfundering. De wegfundering bestaat uit speciaal, goed verdicht, granulair materiaal en is omgeven door een filterdoek of geotextiel. Hemelwater kan worden afgevoerd naar de wegfundering via doorlatende bestratingen of worden ingelaten via (conventionele) straatkolken wanneer – in verband met het onderhoud – de voorkeur wordt gegeven aan een standaard wegverharding. Het granulaat en het filterdoek zorgen voor de zuiverende werking van het systeem.

Tabel 3-3: Overzicht afmetingen ondergrondse bergingsvoorzieningen Locatie 't Stuupke

		Koffer h = 0,5 m m ²	Krat h = 0,4 m m ²	Riool ø 0,6 m ¹	Riool ø 0,8 m ¹	Aquaflow h = 0,4 m m ²
Berging 664 m ³ /ha						
Toename verhard	90.4 m ³	603	238	320	180	565
Totaal verhard opp.	130 m ³	864	342	459	258	810

Bij toepassing van een Aquaflow-systeem over het volledig beschikbare oppervlak, bedraagt het tekort circa 96 m², wat overeenkomt met een tekort aan berging van circa 15,5 m³. Aanvullende berging kan wellicht gevonden worden aan de straatzijde van de bebouwing of op het vlakke dakoppervlak van de laagbouw. Hier is een maximaal oppervlak beschikbaar van circa 250 m². Ook kan het tekort a berging wellicht gecompenseerd worden op de oostelijke deellocatie.

Rabobanklocatie

Op de oostelijke deellocatie kan de beschikbare ruimte voor het realiseren van een ondergronds bergingssysteem worden gevonden op het binnenterrein of ter plaatse van de parkeervoorzieningen en toegangswegen. Hier is een oppervlakte van ca. 600 m² respectievelijk 800 m² beschikbaar, binnen een gebied met een maximale lengte en breedte van circa 40 en 20 m respectievelijk 80 en 15 m.

Tabel 3-4 geeft een overzicht van de dimensies van verschillende systemen, nodig voor de berging van de neerslag afkomstig van uitsluitend de toename van het verhard oppervlak. Ter indicatie zijn de waarden voor het totaal verhard oppervlak cursief weergegeven.

Tabel 3-4: Overzicht afmetingen ondergrondse bergingsvoorzieningen Rabobanklocatie

		Koffer h = 0,5 m m ²	Krat h = 0,4 m m ²	Riool ø 0,6 m ¹	Riool ø 0,8 m ¹	Aquaflow h = 0,4 m m ²
Berging 664 m ³ /ha						
Toename verhard	63,0 m ³	421	167	224	126	395
Totaal verhard opp.	162 m ³	1.078	426	572	322	1.011

Gezien de benodigde oppervlakken of lengtes kan in principe alleen een bergingssysteem bestaande uit kratten, een grindkoffer of een Aquaflow-systeem binnen de perceelsgrens gerealiseerd worden.

3.4.2.4 Afvoer naar oppervlaktewater

Bij aansluiting van de voorziening op het oppervlaktewater mag de afvoer vanuit de voorziening de normale landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha niet overschrijden [WSRL; Millingen].

Voor een volledig verhard oppervlak van circa 1.950 m² voor de westelijke deellocatie betekent dit een maximale afvoer vanuit de voorziening van 1,0 m³ per uur (25 m³/dag).

Voor de Rabobanklocatie, met een volledig verhard oppervlak van 2.435 m², bedraagt de maximaal toelaatbare afvoer vanuit de voorziening 1,3 m³ per uur (32 m³/dag).

Bij gebrek aan oppervlaktewater in de nabijheid van de projectlocatie zal de afvoer geschieden via het regenwaterriool aan de Prins Bernhardstraat. De afvoer kan worden gerealiseerd middels een knijpconstructie, zodanig dat ook bij maximale vulling van het systeem de maximaal toelaatbare afvoer niet wordt overschreden. Bovendien dient het bergingssysteem te worden uitgerust met een overloop om, tijdens extreme neerslag, een eventueel surplus af te kunnen voeren.

3.4.2.5 Bergingssystemen op daken

Voor locaties waar wegens ruimtegebrek ondergrondse of oppervlakkige bergingsvoorzieningen niet of slechts moeizaam zijn te realiseren kan worden overwogen het hemelwater op de (platte) daken op te vangen en hier (tijdelijk) te bergen. Een dergelijk dakwatersysteem houdt het midden tussen een conventioneel krattensysteem en het Aquaflow-systeem.

Voor de locatie 't Stuupke is een oppervlak van circa 250 m² beschikbaar op het dak van de laagbouw en in totaal circa 290 m² op de verschillende delen van de hoogbouw. In principe biedt dit de mogelijkheid tot het bergen van circa 51 m³ (23,5 m³ respectievelijk 27,5 m³) hemelwater in dakwatersystemen.

Voor de Rabobanklocatie bedraagt het aandeel platte dakoppervlakken circa 170 m², wat de mogelijkheid biedt tot het bergen van circa 16 m³ in een dakwatersysteem.

Voor een goede uitvoering van een dakwatersysteem zullen constructieve aanpassingen (ten aanzien van de waterdichtheid van het dak) vereist zijn. Voor het realiseren van dakwatersystemen kan wellicht een beroep gedaan worden op verschillende subsidieregelingen ².

Vooralsnog wordt toepassing van bergingssystemen op daken, mede gezien de vergevorderde plannen, economisch niet haalbaar geacht.

3.4.3 Systeemkeuze

3.4.3.1 Overleg

Teneinde de verschillende inrichtingsvarianten op haalbaarheid te beoordelen heeft op 18 februari 2009 een afstemmingsoverleg plaats gevonden met vertegenwoordigers van de Gemeente Millingen aan de Rijn en Waterschap Rivierenland. Hoewel het Waterschap, om zuiveringstechnische redenen, de voorkeur geeft aan systemen waarbij een bodempassage wordt toegepast, kan in de onderhavige situatie worden ingestemd met het toepassen van het Aquaflow-systeem of gelijkwaardig.

Bij een dergelijk ondergronds bergingssysteem kan de kwaliteit van het effluent worden gegarandeerd (zie § 3.4.3.2).

Afvoer vanuit de bergingsvoorziening kan worden gerealiseerd middels een overstortput en knijpconstructie. De afvoerleiding zal worden aangesloten op het gemeentelijk regenwaterriool.

3.4.3.2 Randvoorwaarden

GHG

Bij de inrichting van ondergrondse bergingsvoorzieningen dient het de bodem ervan zich boven de plaatselijke GHG te bevinden. Op de projectlocatie bevindt de GHG zich op een niveau van circa +11,15 m NAP.

Voor de ligging van het vloerpeil van de nieuwbouw wordt uitgegaan van een niveau van +12,30 m NAP. De ligging van het maaiveld ter plaatse, het uitgiftepeil, zal derhalve ongeveer +12,00 m NAP bedragen, zodat voor een ondergrondse voorziening een systeemhoogte van minimaal 0,50 m beschikbaar is. De benodigde hoogte van een Aquaflow-systeem met een bergingscapaciteit van 160 l/m² bedraagt 520 mm en voldoet daarmee aan deze randvoorwaarde.

² Het Dakwatersysteem (Dakwater is een samenwerkingsverband tussen Van Vliet Daktuinen, Beton Restore, Drain Products Europe en Aquaflow) is door Senter Novem op de milieulijst 2008 geplaatst en komt in aanmerking voor 30% - 40% milieu-investeringsaftrek volgens de MIA- en VAMIL-regeling.

Kwelriool

Bij de inrichting van een bergingsvoorziening dient rekening gehouden te worden met de aanwezigheid van het bestaande kwelriool dat beide deellocaties kruist. Hierdoor neemt het beschikbare oppervlak voor de inrichting van een bergingsvoorziening enigszins af. Er wordt voorts nog van uitgegaan dat binnen een zone van 1,5 m uit de as van het kwelriool geen bergingsvoorzieningen kunnen of mogen worden aangelegd. Voor het bouwen op het kwelriool is voorts een ontheffing van de Keur vereist.

In het verleden zijn afspraken gemaakt tussen Waterschap Rivierenland en Gemeente Millingen aan de Rijn, waarbij een keurontheffing voor het bouwen op een A-watergang mogelijk is; in dit specifieke geval op basis van een verklaring van de gemeente d.d. 6 maart 2007: "Verklaring aanvaarding overdracht onderhoudsverplichting". De ontheffing moet evenwel nog aangevraagd worden bij het waterschap. Aan de ontheffing zijn echter wel voorwaarden verbonden; aandachtspunt is onder meer de maximaal toegestane afstand tussen twee inspectieputten. De definitieve goedkeuring moet komen van de afdeling Vergunningen van Waterschap Rivierenland.

Onderhoud

Bij de keuze van een systeem verdient een inspecteerbaar en (makkelijk) reinigbaar systeem de voorkeur. Daarmee wordt capaciteitsvermindering van het systeem zo veel mogelijk voorkomen en de levensduur ervan verlengd.

Hoewel qua benodigd oppervlak veruit het gunstigst, is een krattensysteem vaak minder makkelijk te onderhouden. Hetzelfde geldt voor een grindkoffer en, in mindere mate, voor het Aquaflow-systeem.

Voor een optimale werking van de bergingsvoorziening dient aan het benedenstroomse einde een overstortmuur te worden geplaatst met als overstorthoogte de bovenzijde van het systeem. De overstort dient te worden aangesloten op het regenwaterriool.

Waterkwaliteit

Voor lozing op oppervlaktewater dient het effluent aan bepaalde kwaliteitseisen te voldoen. Afgekoppeld dakwater zal in de regel aan deze kwaliteitseisen voldoen, mits gebruik gemaakt wordt van niet-uitloogbare materialen conform het bouwstoffenbesluit. Hemelwater afkomstig van bestrating, wegen en parkeerterreinen, zal in de regel verontreinigd kunnen zijn met zware metalen en koolwaterstoffen. Lozing wordt alleen toegestaan na een voorzuivering van het effluent. Hiervoor volstaat veelal een eenvoudige bodempassage.

Het Aquaflow-systeem voorziet in een voorzuivering in twee stappen. In de vlijlaag onder de straatstenen, met een dikte van 4cm, worden zware metalen afgevangen. Vervolgens worden door het filterdoek de koolwaterstoffen (olie of PAK) afgevangen. Zo vormt de vlijlaag samen met het filterdoek een beheersbare, kunstmatige bodempassage.

3.4.4 Voorkeursalternatief

Voor de verwerking van het hemelwater op eigen terrein wordt het hemelwater van de bouwblokken en de naastgelegen bestrating (parkeerterreinen e.d.) afgeleid naar een ondergrondse bergingsvoorziening van het type Aquaflow, waardoor de kwaliteit van het effluent kan worden gegarandeerd.

Voor deellocatie 't Stuupke wordt deze ingericht op het parkeerterrein aan de achterzijde. Aanvullend kan een deel worden gerealiseerd aan de zijde van de Prins Bernhardstraat.

Voor de Rabobanklocatie kan een deel worden gerealiseerd ter plaatse van het parkeerterrein aan de achterzijde en een deel op het binnenterrein. Deze laatste voorziening dient met name voor de verwerking van het hemelwater afkomstig van de woningen (type A) en van de bestrating van het binnenterrein. De twee voorzieningen worden middels ondergrondse leidingen gekoppeld en voeren naar één centraal punt aan de noordzijde af.

In § 3.5 wordt de inrichting verder in detail beschreven.

Zuivering / onderhoud

Het Aquaflow-systeem voorziet in een voorzuivering middels een beheersbare, kunstmatige bodempassage, opgebouwd uit de vlijlaag onder de straatstenen en een filterdoek.

Het onderhoud van het Aquaflow-systeem is mogelijk een punt van zorg. Initiatiefnemer is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de voorzieningen. Het verdient aanbeveling het onderhoud, waar mogelijk, over te dragen aan de gemeente. Instemming van het Waterschap met het voorgestelde systeem kan alleen worden verkregen indien de werking van het systeem kan worden gegarandeerd. Daarom wordt voorgeschreven de instandhouding en het onderhoud van het systeem contractueel vast te laten leggen.

3.4.5 Verandering in rivierkwel

Als gevolg van de voorgenomen nieuwbouwplannen wordt, zeer lokaal, mogelijk een deel van de aanwezige waterremmende toplaag vergraven. Hierdoor kan tijdens hoogwater op de Rijn de rivierkwel enigszins toenemen. Ter bepaling van de mate waarin door het plan de kwelhoeveelheden worden beïnvloed zijn analytische berekeningen uitgevoerd met de formule van Mazure. Uitgangspunt daarbij is een hoogwaterpeil op de Rijn dat eens in de tien jaar verwacht mag worden. Voor deze hoogwaterstand is een waarde van +15,50 m NAP aangehouden [RWS, WaterStat]. Het polderpeil (streefpeil) bedraagt +9,25 m NAP en de hoogst gemeten grondwaterstand ter plaatse van de projectlocatie +12,55 m NAP (zie § 2.5). De locatie bevindt zich op een afstand van ca. 350 m vanaf de winterdijk van de Rijn.

Volgens het Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem (REGIS) [TNO-NITG] bedraagt het doorlaatvermogen van het watervoerend pakket ter plaatse circa 300 m²/dag. De hydraulische weerstand van de deklaag is geverifieerd met behulp van de formule van Mazure en de gegeven maximale grondwaterstanden; deze bedraagt 500 à 1.000 dagen. Vervolgens is de mate van rivierkwel en de (relatieve) verandering in kwel bepaald bij een afname van de hydraulische weerstand met 10% ³. De berekende kwelverandering blijft voor de projectlocatie beperkt tot circa 0,2 mm/d bij de maximaal waargenomen rivierwaterstand en is, mede gezien het beperkte oppervlak van de nieuwbouwlocatie, te verwaarlozen.

Opmerking

De berekende kwelveranderingen zijn gebaseerd op de formule van Mazure, waarin een stationaire situatie wordt beschreven. In praktijk zal een dergelijke stationaire situatie zich niet voordoen vanwege het feit dat een hoogwater slechts beperkt van duur is.

3.5 Inrichting

3.5.1 Algemeen

Bij de realisatie van de nieuwbouw zal het af te voeren dakwater worden gescheiden van het huishoudelijk afvalwater. Dit laatste zal, via een vuilwaterriool, worden geloosd op het gemeentelijk riool. Voor de dimensionering van verzamelleidingen, grond- en rioolleidingen wordt verwezen naar de betreffende NEN- en ISSO-publicaties.

Het hemelwater, afkomstig van verhard oppervlak, zal worden geborgen in een retentievoorziening, vanwaar het vertraagd wordt afgevoerd naar het oppervlakkige afwateringssysteem. De hemelwaterleidingen dienen te worden voorzien van bladafscheiders en een slibvang. De afvoer van de bestrating vindt bij voorkeur plaats via doorlatende bestrating.

³ De deklaag wordt uitsluitend ter plaatse van de fundering van de bouwblokken voor een deel vergraven. De bestaande grondslag wordt slechts in beperkte mate verstoord. De resterende terreingedeelten worden opgehoogd tot een maaiveldniveau van +12,50 m NAP.

In Figuur VIII van de Bijlagen is de ruimtelijke inrichting van een ondergrondse bergingsvoorziening voor de twee deellocaties schematisch op hoofdlijnen weergegeven. De schematische inrichting van ondergrondse bergingssystemen is weergegeven in Figuur X.

3.5.2 Capaciteit

Voor de bergingsvoorziening wordt uitgegaan van het Aquaflow- of een gelijkwaardig systeem met een bergende hoogte van 400 mm. Het bergend vermogen van de voorziening bedraagt dan 160 l/m².

De bergingsvoorziening heeft, bij de voorgestelde systeemhoogte, een maximale bergingscapaciteit van 54 m³ ter plaatse van deellocatie 't Stuupke en van 136 m³ op de Rabobanklocatie. De afzonderlijke onderdelen op deze laatste locatie zullen worden verbonden middels ondergrondse leidingen.

Optioneel kan op 't Stuupke aanvullend Aquaflow worden aangelegd aan de zijde van de Prins Bernhardstraat. Hierdoor kan maximaal 24 m³ extra aan hemelwater geborgen worden.

De afmetingen van de verschillende onderdelen zijn samengevat in Tabel 3-5.

Tabel 3-5: Afmetingen en bergingscapaciteit retentievoorzieningen.

Onderdeel	Ruimtebeslag [m ²]	Bergingscapaciteit [m ³]
Locatie 't Stuupke		
Aquaflow parkeerterrein	340	54
Aquaflow Pr. Bernhardstraat	(150)	(24)
Rabobanklocatie		
Aquaflow parkeerterrein	550	88
Aquaflow binnenterrein	300	48
Totaal maximaal		190 (214)

Toetsing

Voor de verwerking van het hemelwater afkomstig van de toename van het verhard oppervlak, in totaal circa 150 m³ voor beide deellocaties tezamen (zie § 3.4.1) voldoet de inrichting, met dien verstande dat het tekort op deellocatie 't Stuupke wordt gecompenseerd op de Rabobanklocatie.

Elk van de twee systemen zal worden voorzien van een knijpconstructie waarmee het water gedoseerd kan worden afgevoerd naar het regenwaterriool. Tevens wordt hier een overloop voorzien om bij grote neerslagintensiteiten het surplus te kunnen verwerken. De overloop dient pas in werking te treden bij maximale vulling van de voorziening.

In Figuur X van de Bijlagen is de constructie schematisch aangegeven. De overstortput dient te worden voorzien van een slibvang, zodat verontreiniging van het oppervlaktewater voorkomen kan worden, en van een terugstroombeveiliging.

Aansluiting

Tijdens het opstellen van de rapportage is onderzocht in hoeverre aansluiting op het (om te leiden) kwelriool, via het bestaande hemelwaterriool aan de Prins Bernhardstraat en een nieuw aan te leggen hemelwaterriool aan de Heerbaan, haalbaar is. Gezien de termijn waarop een dergelijke omleiding kan worden gerealiseerd is de voorkeur uitgesproken aan te sluiten op het bestaande regenwaterriool.

Dit betekent concreet dat voor de voorziening op locatie 't Stuupke een nieuwe aansluiting op het regenwaterriool dient te worden gerealiseerd waarbij het kwelriool zal moeten worden gekruist. De afvoer van de Rabobanklocatie geschiedt via een aansluiting op een bestaande put. Hiervoor komt in principe put H8, de bestaande put in de bocht van de Prins Bernhardstraat, in aanmerking, zodat het kwelriool niet gekruist hoeft te worden.

De voorgestelde aansluitpunten van de systemen zijn schematisch aangegeven op Figuur IX van de Bijlagen.

Voor aansluiting op het regenwaterriool is geen ontheffing van de Keur van het waterschap vereist. Wel dient een aansluitvergunning te worden aangevraagd bij de gemeente Millingen aan de Rijn. Het lozingspunt dient voorts volgens de eisen van het waterschap te worden ingericht.

Voor de dimensionering van de hemelwater- en transportleidingen wordt verwezen naar de betreffende NEN- en ISSO-publicaties.

Opmerking

Tijdens het Definitief Ontwerp zullen de uiteindelijke ligging en dimensies van de voorzieningen, aansluitingen en van de lozingspunten worden bepaald. Geadviseerd wordt het definitieve ontwerp af te stemmen met de leverancier.

3.5.3 Toetsing ledigingstijd

De ledigingstijd, de tijd waarbinnen het bergend vermogen van de voorziening weer volledig beschikbaar is, kan eenvoudig worden bepaald aan de hand van het te bergen volume en de toegestane afvoer naar het oppervlaktewater.

Het binnen het Aquaflow-systeem te bergen volume op de westelijke deellocatie bedraagt maximaal circa 78 m³ (54 m³ ter plaatse van het parkeerterrein en 24 m³ optioneel aan de Pr. Bernhardstraat; zie Tabel 3-5) en circa 136 m³ voor de oostelijke deellocatie (88 m³ op het parkeerterrein en 48 m³ op het binnenterrein). De bijbehorende ledigingstijd bedraagt, berekend op basis van de toegestane landelijke afvoer van 1,5 l/s/ha, ongeveer 74 uur voor deellocatie 't Stuupke en 100 uur voor de oostelijke deellocatie. Wordt ter plaatse van deellocatie 't Stuupke uitsluitend de bergingsvoorziening op het parkeerterrein aangelegd, met een capaciteit van 54 m³, dan neemt de ledigingstijd hier af tot circa 51 uur.

Door het waterschap wordt in principe uitgegaan van een ledigingstijd van 48 uur. Voor locatie 't Stuupke resteert na 48 uur nog een vullingsgraad van de bergingsvoorziening van circa 35% (of 6% indien alleen de bergingsvoorziening op het parkeerterrein wordt aangelegd), voor de Rabobanklocatie van circa 50%.

4 Samenvatting en aanbevelingen

4.1 Samenvatting

Ter verwezenlijking van de nieuwbouwplannen aan de Heerbaan – Prins Bernhardstraat te Millingen aan de Rijn, dient in het kader van de watertoets-procedure een hydrologische onderbouwing van de plannen gemaakt te worden.

Het plangebied ligt in het centrum van Millingen aan de Rijn. De westelijke deellocatie, bekend onder de naam 't Stuupke, is gelegen aan de Heerbaan 168 a – 170 en omvat de percelen kadastraal bekend als gemeente Millingen, sectie A, nummers 2817, 3047, en 3010.

De oostelijke deellocatie, bekend als de Rabobanklocatie, is gelegen aan de Heerbaan 160 en de Prins Bernhardstraat 2 en 6. Deze locatie omvat de percelen, kadastraal bekend als gemeente Millingen, sectie A, nummers 3517, 4176, 4275, 4278, 4288, 5444 en 5445, terwijl de percelen met nummer 3404 en 5291 gedeeltelijk binnen het plangebied vallen.

De onderzoekslocatie ligt binnen het beheersgebied van Waterschap Rivierenland. Het gebied watert, via diverse watergangen, af naar het Hollandsch-Duitsch gemaal bij Nijmegen dat loost op de rivier de Rijn.

Geologisch ligt de locatie in een gebied met overwegend Holocene rivierafzettingen. Deze Holocene rivierafzettingen, bestaande uit stroomgordelzanden en een afdekkend kleipakket, worden gerekend tot de Formatie van Echteld, voorheen benoemd als Betuwe Formatie. De projectlocatie ligt binnen een gebied dat wordt gekenmerkt door een diepe ontwatering met ten tijde van hoogwaters op de Rijn (zeer) hoge grondwaterstanden en stijghoogten.

Op basis van de bodemopbouw en het voorkomen van hoge grondwaterstanden wordt de projectlocatie niet geschikt geacht voor het infiltreren van (hemel)water naar het (freatische) grondwater.

Op de projectlocatie wordt hemelwater en afvalwater gescheiden aangeleverd. Voor het dakoppervlak zal gebruik gemaakt worden van niet-uitlogbare materialen, in overeenstemming met het bouwstoffenbesluit.

Het af te voeren dakwater zal rechtstreeks worden afgevoerd naar een ondergrondse bergingsvoorziening. Deze zal bestaan uit meerdere bergingssystemen van het type Aquaflow of een vergelijkbaar systeem. De totale netto bergingscapaciteit bedraagt circa 190 m³. Het systeem zal worden voorzien van een knijpconstructie en een overstort, die afvoert naar het huidige regenwaterriool aan de Prins Bernhardstraat. Het maximale debiet dat via de knijpconstructie mag worden afgevoerd is gelijk aan de normale landelijke afvoer. In het onderhavige geval betekent dit een maximale afvoer vanuit de beide voorzieningen samen van maximaal circa 2,4 m³/uur (57 m³/dag), overeenkomend met het aangesloten verhard oppervlak.

Het huishoudelijk afvalwater zal, via een nieuw te realiseren aansluiting, worden geloosd op het gemeentelijk riool.

4.2 Aanbevelingen

Om verstopping te voorkomen dienen de hemelwaterleidingen te worden voorzien van slib- en bladafscheiders. Om een voldoende bergingscapaciteit, ook in de toekomst, te kunnen garanderen dient regelmatig onderhoud te worden uitgevoerd. De plicht tot onderhoud en instandhouding van het systeem dient contractueel te worden vastgelegd.

5 Bronnen en literatuur

Akertech	Beoordeling hemelwatersysteem dienstencentrum en appartementen te Millingen a/d Rijn. 2006GL035 Memo 01 Akertech Beheer BV, Berkel-Enschot; mei 2006.
Alterra	Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000, kaartblad 40. (http://www.bodemdata.nl)
ANWB	Topografische Atlas Gelderland, 1:25.000 ANWB BV, Den Haag; 2004.
Baac	Archeologische sloopbegeleiding Heerbaan, Millingen+ 05,353. Baac BV, Deventer; 2008.
DHV	Waterplan Millingen aan de Rijn; Bijlage 1: Overzichtstekening. DHV; april 2007.
Ecopart	Lokale situering Heerbaan 168a – 170, te Millingen aan de Rijn. Ecopart BV; 2008.
Gelderland	Wateratlas provincie Gelderland. (http://www.gelderland.nl/smartsite.shtml?ch=def&id=2626&menu=7705)
Gelderland	Atlas Milieu-informatie. (http://www.gelderland.nl/smartsite.shtml?ch=def&id=12964&menu=13649)
Inpijn	Dienstencentrum en appartementen te Millingen aan de Rijn Resultaten Geotechnisch onderzoek; VH-0674 A. Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau, Son; maart 2006.
Inpijn	Vooronderzoek KWO-systeem te Millingen a/d Rijn en Pannerden. Geohydrologisch onderzoek; VH-0674 C. Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau, Son; juni 2006.
ISSO	Publicatie 70-1; Hemelwater binnen de perceelsgrens. ISSO, Rotterdam; mei 2002.
KNMI	Archief Maand- en Jaaroverzichten KNMI. (http://www.knmi.nl)
Millingen	Waterplan Millingen a/d Rijn; Visie en uitvoeringsprogramma. Gemeente Millingen a/d Rijn, Waterschap Rivierenland; november 2007.
Mulleners	Voorlopig ontwerp 't Stuupke Millingen a/d Rijn. Tekening: 0812 - VO - Stuupke 04-12-2008. Mulleners & Mulleners, Amsterdam; december 2008.
Mulleners	Voorlopig ontwerp Rabobanklocatie Millingen a/d Rijn. Tekening: 0812 - VO - Rabobanklocatie 18-12-2008. Mulleners & Mulleners, Amsterdam; december 2008.

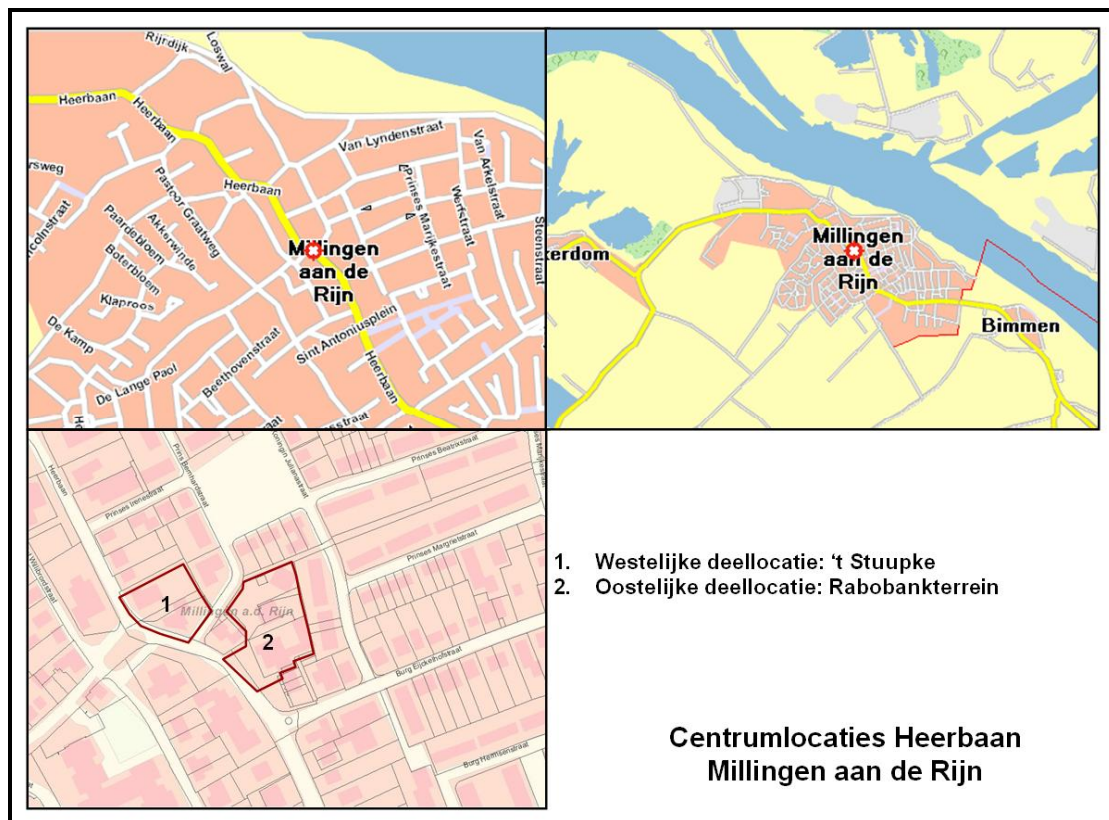
Pouderoyen	Ruimtelijke onderbouwing herontwikkeling locatie 't Stupke, Heerbaan 168 – 170. Pouderoyen Compagnons, Nijmegen; januari 2007.
RWS	Rijkswaterstaat; Adviesdienst Geo-informatie en ICT. AHN - Actueel Hoogtebestand Nederland. (http://www.3w.nl/hoogetool/hoochte.php)
RWS	Rijkswaterstaat; Adviesdienst Geo-informatie en ICT. WaterStat. (http://www.waterstat.nl/)
Stiboka	Bodemkaart van Nederland, schaal 1: 50 000, Kaartblad 40 WEST, 40 OOST; Arnhem. Stichting voor Bodemkartering; 1975.
TNO-NITG	INFORMATIE; december 2002. Landelijke karakterisatie topsysteem
TNO-NITG	Geologische kaart van Nederland. (Atlas van Nederland: http://avn.geog.uu.nl)
TNO-NITG	Geomorfologische kaart van Nederland. (Atlas van Nederland: http://avn.geog.uu.nl)
TNO-NITG	REGIS, Regionaal Geohydrologisch Informatiesysteem. (Dinoloket: http://dinolks01.nitg.tno.nl/dinoLks/DINOLoket.jsp)
Van der Poel	Verkennd bodemonderzoek Heerbaan (4275) Millingen. Van der Poel Consult BV, Laren; juni 2006.
Van der Poel	Verkennd bodemonderzoek Heerbaan (5445) Millingen. Van der Poel Consult BV, Laren; juni 2006.
Verruijt , A	Grondmechanica; 2003
VMM	Vlaamse MilieuMaatschappij Waterwegwijzer voor architecten. Een handleiding voor duurzaam watergebruik in en om de particuliere woning.
WLV	Waterloket Vlaanderen Hemelwater bufferen en infiltreren: toepassingsmogelijkheden. (http://www.waterloketvlaanderen.be)
WLV	Waterloket Vlaanderen Dimensionering van infiltratievoorzieningen (http://www.waterloketvlaanderen.be)
WSRL	Integraal Waterbeheersplan Gelders Rivierengebied 2002 - 2006. Waterschap Rivierenland; 2002.
WSRL	Toelichting deellegger stroomgebied Groesbeek en Ooijpolder. Waterschap Rivierenland; 2006.

WSRL Partners in water; de watertoets in Rivierenland.
Waterschap Rivierenland; oktober 2007.

Bijlagen

Relevantie waterhuishoudkundige aspecten in het plangebied

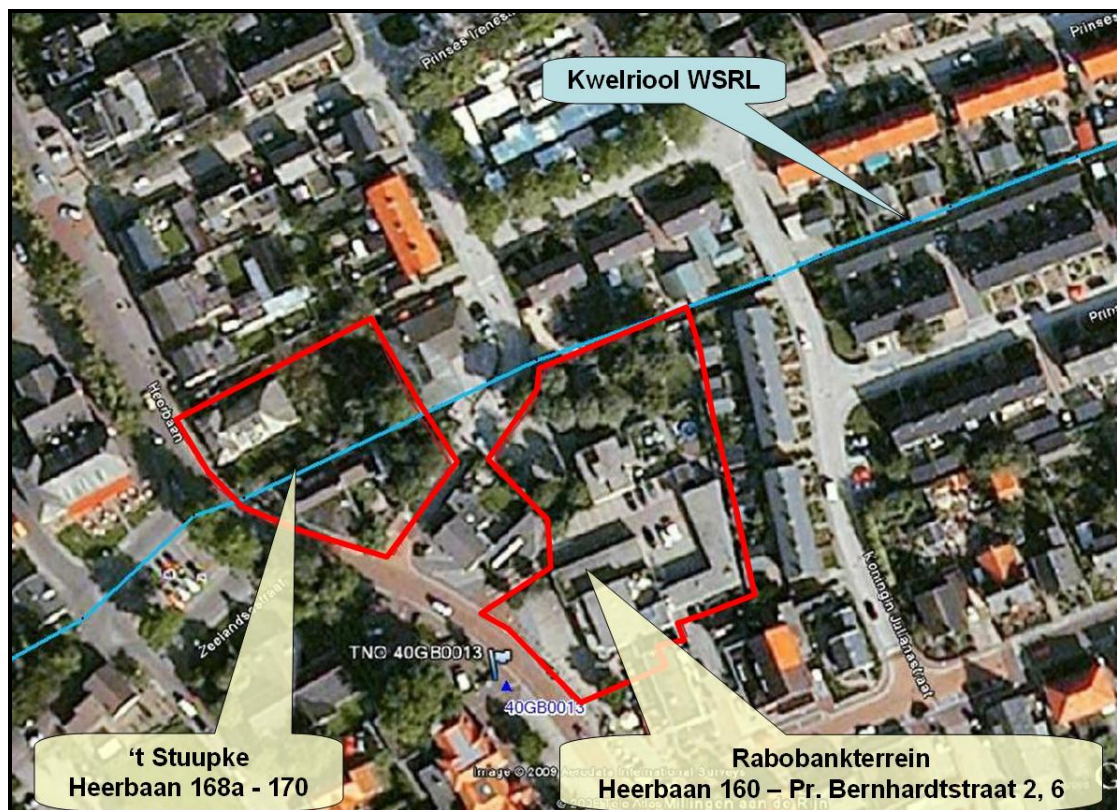
<i>Waterhuishoudkundig aspect</i>	<i>Relevant</i>	<i>Toelichting</i>
Veiligheid	Nee	In het plangebied liggen geen gronden die behoren tot het zomer- en/of winterbed van de grote rivieren. Het plangebied ligt <u>niet</u> binnen de keurzone van een waterkering.
Wateroverlast	Ja	Tijdens hoogwater op de Rijn kunnen hoge grondwaterstanden optreden. Het plan voorziet in mogelijkheden om water vast te houden.
Riolering	Ja	Hemelwater wordt afgekoppeld en afgevoerd naar het regenwaterriool; vuilwater wordt apart afgevoerd naar het gemeentelijk rioolstelsel.
Watervoorziening	Nee	Het plangebied betreft nieuwbouw binnen de bebouwde kom van Millingen aan de Rijn. Watervoorziening voor andere functies in en nabij het plangebied speelt geen rol.
Volksgezondheid	Nee	Het plangebied betreft nieuwbouw binnen de bebouwde kom van Millingen aan de Rijn. Milieuhygiënische risico's zijn minimaal. Er zijn geen bodem- of grondwaterverontreinigingen aangetroffen die ontwikkeling belemmeren.
Bodemdaling	Nee	Ter plaatse van het plangebied is slechts sprake van een (zeer) dunne afdekkende kleilaag op een overigens zandige ondergrond, waardoor deze weinig zettingsgevoelig is.
Overlast grondwater	Ja	In het gebied is sprake van een relatief dunne slecht doorlatende deklaag. Ter plaatse is mogelijk sprake van lokaal hoge grondwaterstanden als gevolg van rivierkwel tijdens hoogwater op de Rijn.
Oppervlaktewaterkwaliteit	ja	Voor dakoppervlak wordt gebruik gemaakt van niet-uitloogbare materialen, conform het bouwstoffenbesluit, zodat de kwaliteit geloosd hemelwater is gegarandeerd. Het afgekoppelde hemelwater van bestratingen wordt afgevoerd via het Aquaflow-systeem.
Grondwaterkwaliteit	Ja	Het plangebied ligt <u>niet</u> binnen een grondwaterbeschermings-, drinkwaterreserverings- of drinkwaterzoekgebied. Er bevinden zich geen bodem- of grondwaterverontreinigingen die de grondwaterkwaliteit nadelig kunnen beïnvloeden.
Verdroging / Kwel	Ja	Er is, vooral in perioden van hoogwater, sprake van rivierkwel. Gezien de schaal van de ontwikkelingen en de genomen maatregelen zal de mate van kwel niet negatief worden beïnvloed.
Natte Natuur	Nee	Het plangebied betreft nieuwbouw binnen de bebouwde kom van Millingen aan de Rijn. Er bevinden zich in de omgeving geen gebieden waaraan een hoge ecologische natuurwaarde (HEN) is toegekend. De onderzoekslocatie maakt geen deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), Ecologische verbindingszone of VHR-gebied (Vogel- en Habitatrichtlijngebied).
Inrichting en Beheer	Ja	Het plangebied valt binnen het beheersgebied van Waterschap Rivierenland. Het rioolstelsel is in beheer bij de gemeente.



Figuur I: Situatie centrumlocaties te Millingen aan de Rijn. (Bron: Falkplan; Kadaster)



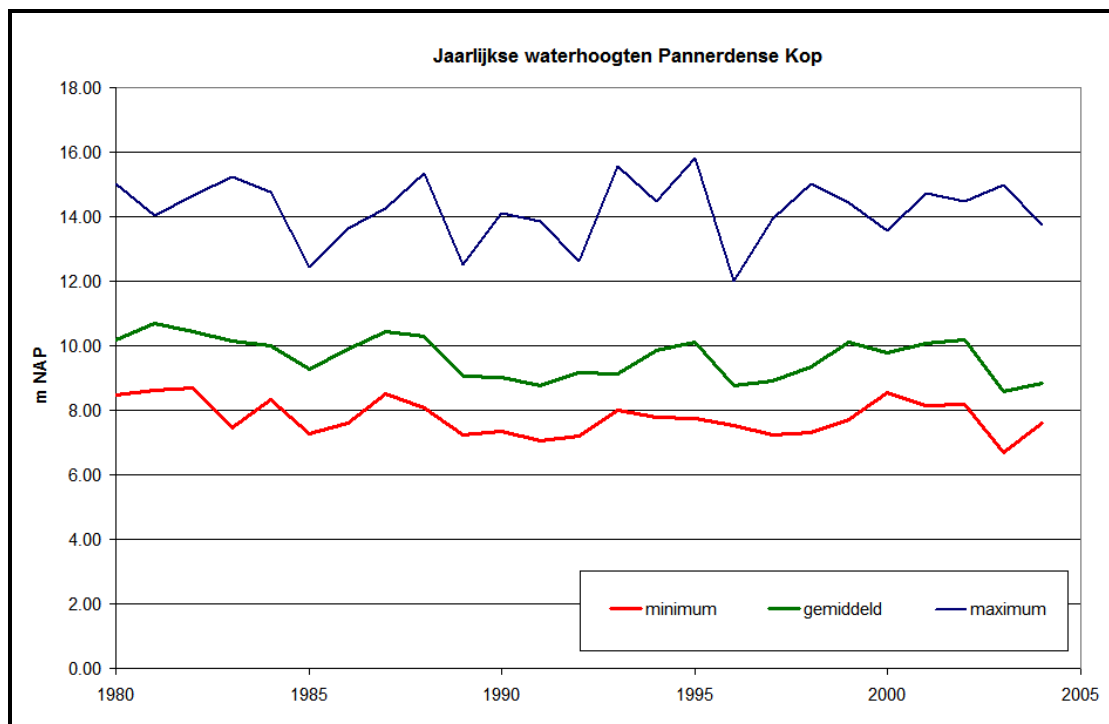
Figuur II: Toekomstige situatie. (Bron: Stedenbouwkundig schetsplan; Mulleners + Mulleners; U-Projecten)



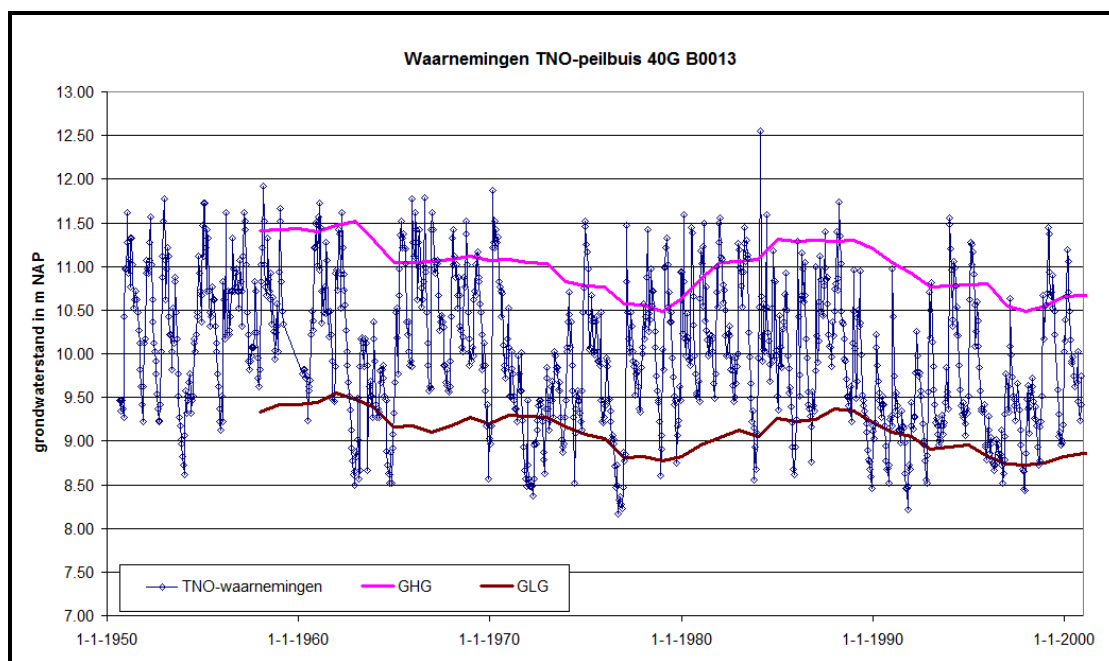
Figuur III: Luchtfoto huidige situatie. (Bron: Google Earth; WSRL)



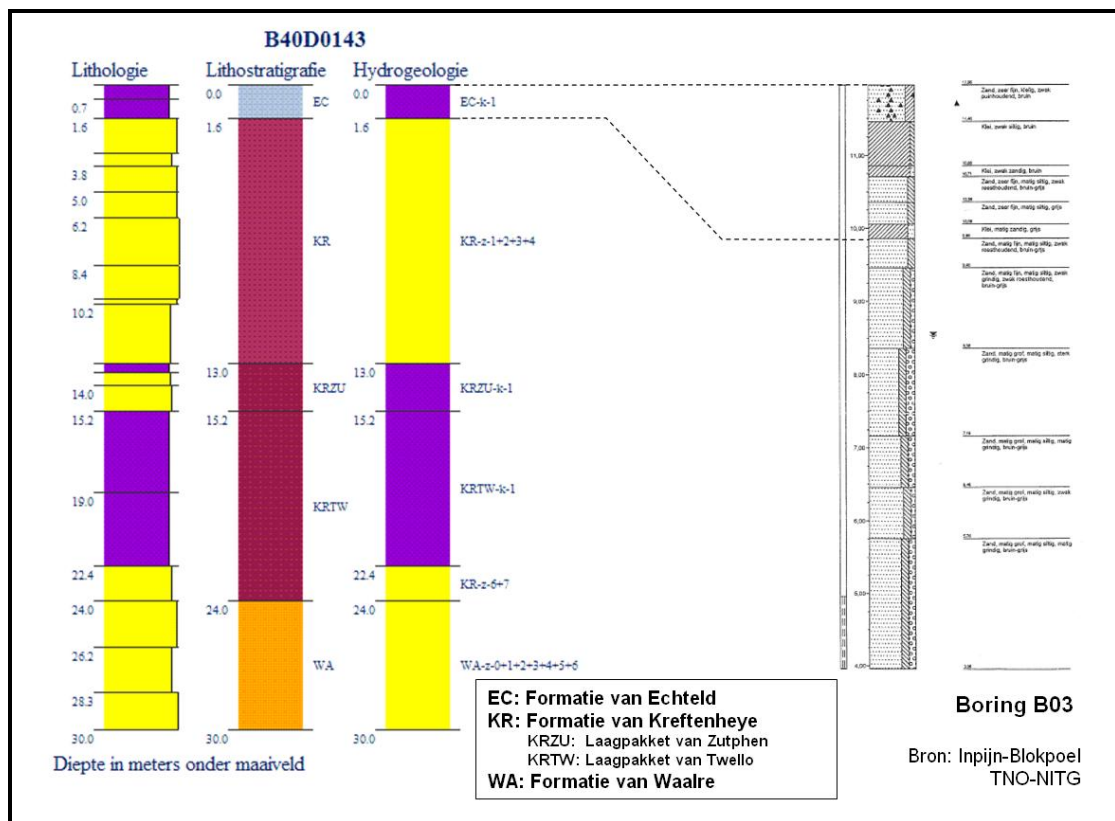
Figuur IV: Locatie TNO-boringen en -peilbuizen. (Bron: Google Earth; Wateratlas Gelderland; TNO)



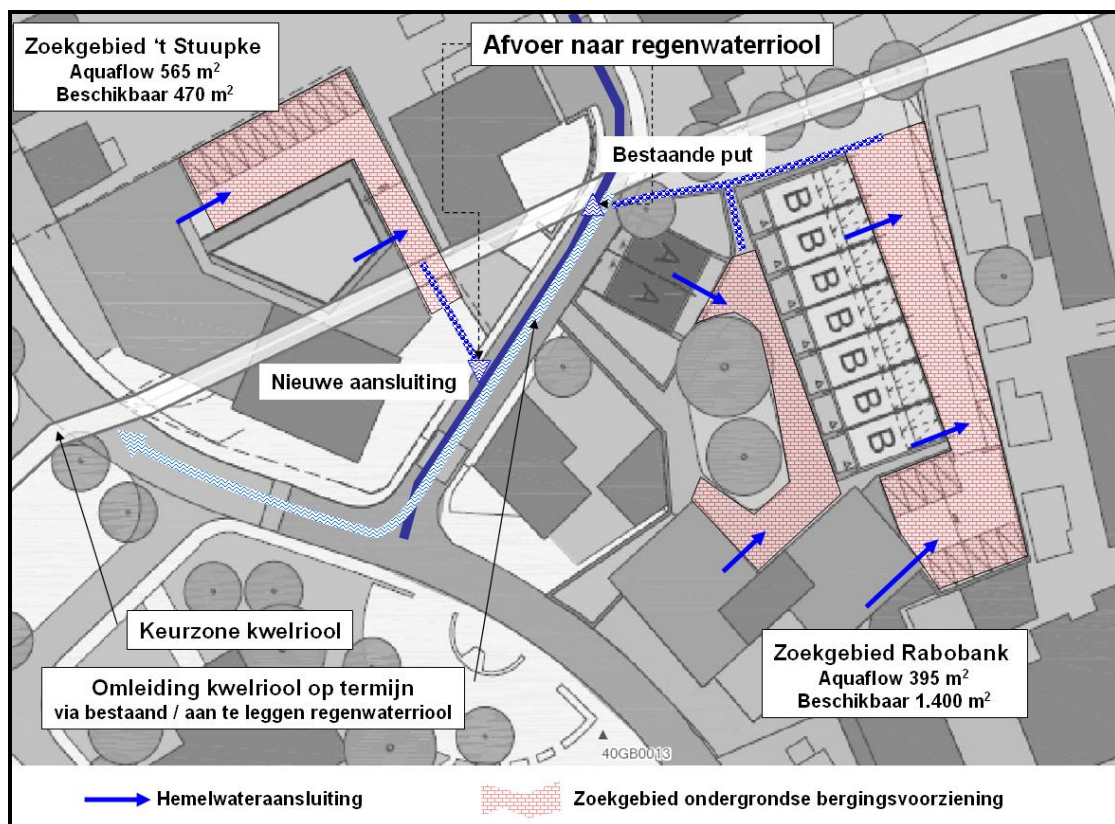
Figuur V: Gemiddelde en extreme jaarlijkse rivierwaterstanden. (Bron: RWS - WaterStat)



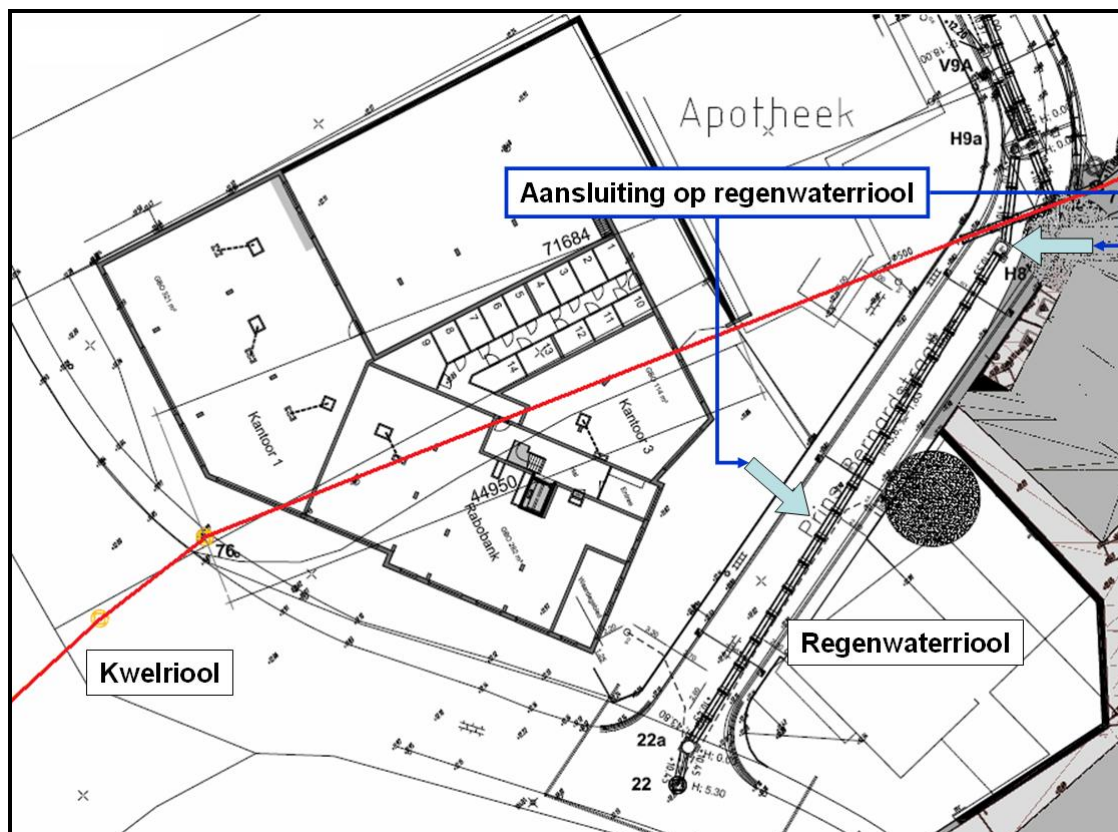
Figuur VI: Waargenomen grondwaterstanden TNO-peilbuis 40G B0013. (Bron: TNO-NITG)



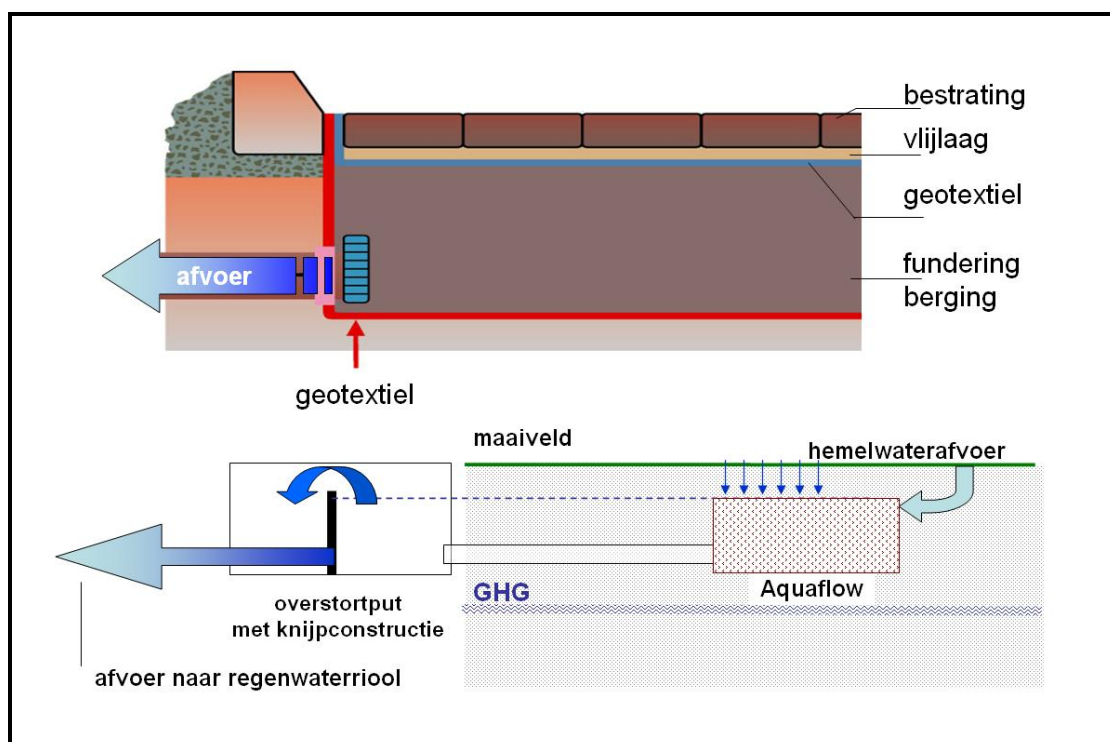
Figuur VII: Boorprofielen projectlocatie. (Bron: TNO-NITG; Ecopart BV)



Figuur VIII: Schematische ligging ondergrondse bergingsvoorziening.



Figuur IX: Ligging kwelriool en schematische aansluiting op bestaand regenwaterriool.



Figuur X: Schematische inrichting bergingsvoorzieningen (Bron: Aquaflow bv).