

## Ontwerp aanpassing waterhuishoudkundig systeem wegtracé A12 salto

Bestuur Regio Utrecht

30 oktober 2009

Eindrapport

9V2653A0







## INHOUDSOPGAVE

		Blz.
1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstelling onderzoek	2
1.3	Gevolgde werkwijze	2
1.4	Leeswijzer	3
2	BESCHRIJVING PLANGEBIED	5
2.1	Ligging en begrenzing plangebied	5
2.1.1	Ligging en begrenzing	5
2.1.2	Hoogteligging en grondgebruik	6
2.2	Waterhuishouding	7
2.3	Bodemopbouw en geohydrologie	8
2.4	Ruimtelijke functies	9
2.4.1	Waterwinning	9
2.4.2	Natuur	11
2.4.3	Landbouw	13
2.4.4	Archeologie	13
2.4.5	Cultuurhistorie	14
2.4.6	Landschap	15
3	BESCHRIJVING PLAN A12 SALTO	17
4	UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN WENSEN	19
4.1	Uitgangspunten	19
4.2	Randvoorwaarden ten aanzien van het watersysteem	19
4.3	Wensen ten aanzien van het watersysteem	21
5	ANALYSE KNELPUNTEN	23
5.1	Wateropgaven	23
5.1.1	Droge voeten; kwantitatieve wateropgaven	23
5.1.2	Schoon water; kwalitatieve wateropgaven	26
5.1.3	Ruimtelijke afstemming	27
5.2	Oplossingsrichtingen	29
5.2.1	Waterkwantiteit	29
5.2.2	Waterkwaliteit	30
5.2.3	Ruimtelijke inpassing	32
5.2.4	Resumé	32
6	Globale uitwerking	35
6.1	Waterkwantiteit	35
6.2	Waterkwaliteit	37
6.2.1	Algemeen	37
6.2.2	Globale uitwerking per oplossingsrichting knelpunten 9, 11 en 13	38
6.3	Ruimtelijke inpassing	41

7	AFWEGING OPLOSSINGSRICHTINGEN EN KEUZE EINDVARIANT	43
7.1	Toetscriteria	43
7.2	Afweging en keuze	45
8	UITWERKING VOORKEURSVARIANT	51
8.1	Algemeen	51
8.2	Vaststellen geschikte locatie infiltratievoorziening	51
8.3	Ontwerp infiltratievoorziening	55
8.4	Afvoer water binnen grondwaterbeschermingsgebied	56
8.5	Afvoer water buiten grondwaterbeschermingsgebied	59
8.6	Hoofdwatergang, duikers en stuwen	59
8.7	Investerings- en exploitatiekosten	61
9	CONCLUSIES	63
	REFERENTIELIJST	65

## **BIJLAGEN**

---

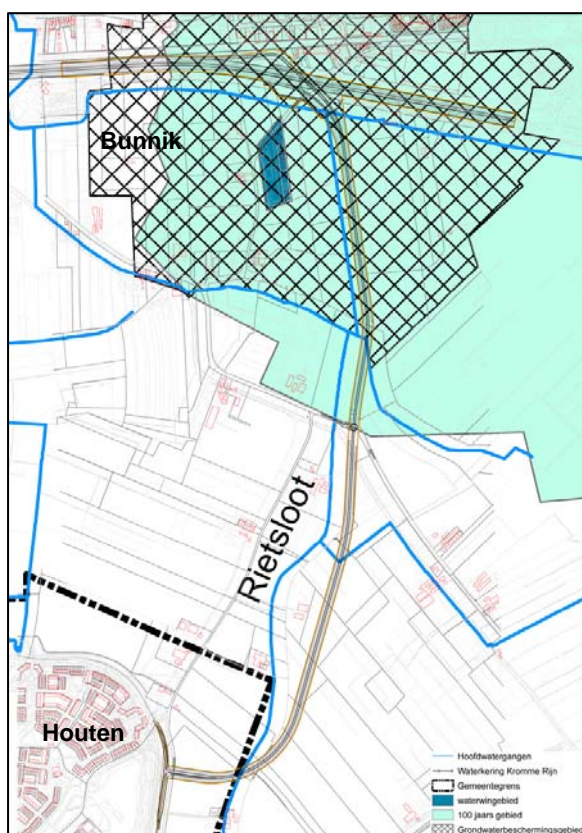
1. Uitwerkingen oplossingsrichtingen waterkwaliteit
2. Overzicht en toelichting op toe te passen infiltratievoorzieningen
3. Uitgangspunten berekeningen afstromend wegwater
4. Globale uitwerking oplossingsrichtingen knelpunten 9, 11 en 13
5. Bepalen geschikte locaties infiltratievoorziening
6. Kostenraming

## 1 INLEIDING

### 1.1 Aanleiding

Tussen een aantal overheden in het Kromme Rijngebied zijn afspraken gemaakt met als doel om de zich voordoende verkeersproblematiek voor nu en de toekomst op te lossen. Als resultaat van die afspraken is nu planvorming in ontwikkeling om Houten van een extra aansluiting op het Rijkswegennet te voorzien.

**Figuur 1.1** Voorlopig ontwerp Rijsbruggerwegtracé met hoofdwatersysteem en grondwaterbeschermingsgebied



Het plan voorziet op dit moment in de aanleg van een nieuwe weg tussen de rondweg van Houten en de A12 (zie figuur 1.1). De weg is grotendeels gelegen op het grondgebied van de gemeente Bunnik. Dit zogenaamde Rijsbruggerwegtracé is, na het doorlopen van een MER procedure, als beste uit de bus gekomen. Het ontwerp van het tracé heeft voornamelijk een globaal karakter. Momenteel vindt onderzoek plaats in het kader van een definitief ontwerp dat als basis dient voor het op te stellen bestemmingsplan. In het kader hiervan loopt momenteel nog een aantal specifieke onderzoeken (bijvoorbeeld archeologie, landschappelijke inpassing, flora en fauna, etc).

Een belangrijk aspect hierbij is 'Water', te meer daar het tracé voor een belangrijk deel is gepland in een grondwaterbeschermingsgebied voor de drinkwatervoorziening (productiebedrijf Bunnik). Ten behoeve van de aanleg van de weg dient een nieuwe waterhuishoudkundige situatie te worden ontworpen die in het bestemmingsplan wordt opgenomen (waterparagraaf).

In het kader van het zoeken naar het integrale ontwerp is het nodig om het watersysteem optimaal in te passen. In verband hiermee heeft het Bestuur Regio Utrecht (BRU), namens de projectgroep, Royal Haskoning opdracht verleend (brief d.d. 23 juni 2009, kenmerk: 2009-720) voor het uitvoeren van een onderzoek naar de aanpassing van het ontwerp van het waterhuishoudkundig systeem wegtracé A12 salto. Ons plan van aanpak is beschreven in het voorstel van 19 mei 2009, referentie 9V2653/R00001/500745/Rott.

## 1.2 Doelstelling onderzoek

Het doel van het onderzoek is 'het ontwerpen van een, op het wegtracé aangepast waterhuishoudkundig systeem, dat rekening houdt met de bijzondere status van het gebied in verband met de openbare drinkwatervoorziening'.

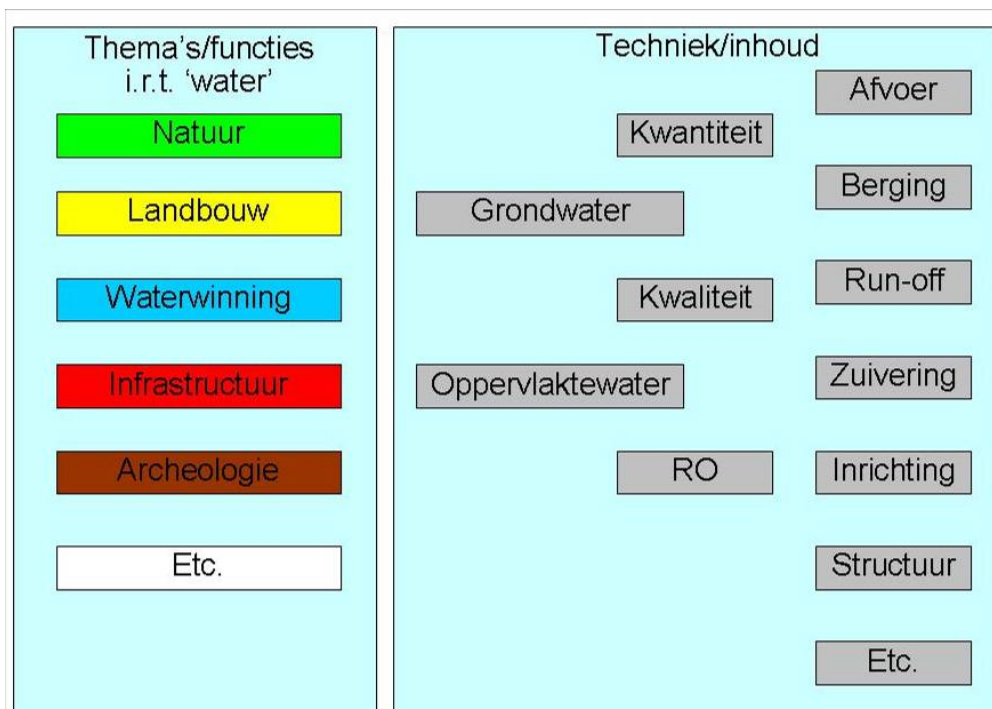
## 1.3 Gevolgde werkwijze

De gevolgde werkwijze staat beschreven in ons plan van aanpak (voor referentie, paragraaf 1.1) en is onderstaand kort samengevat. Voor de uitvoering van het onderzoek zijn vier fasen onderscheiden:

### Fase 1: Inventarisatie huidige situatie

Alle beschikbare informatie en kennis bij de aanwezige projectgroepleden is beoordeeld op bruikbaarheid en relevantie. Op grond hiervan is nagegaan welke functies in het gebied (zoals natuur, landbouw, waterwinning, etc) eisen stellen aan het 'Water' en om welke technische aspecten het daarbij gaat (grondwater, oppervlaktewater, kwaliteit, kwantiteit, etc). Zie hiervoor figuur 1.2.

**Figuur 1.2 Thema's/functies versus techniek/inhoud**



### Fase 2: Watersysteemanalyse en kansrijke oplossingsrichtingen

Vervolgens is een watersysteemanalyse uitgevoerd waarbij een water- en stoffenbalans is opgesteld, vooral gericht op de effecten op afvoer, waterberging en waterkwaliteit.

Uit deze watersysteemanalyse en de resultaten van fase 1 volgt een aantal knelpunten in het watersysteem die moet worden opgelost. Per knelpunten zijn één of meer oplossingen aangedragen die vervolgens zijn gegroepeerd tot oplossingsrichtingen (totaalpakket) voor het tracé als geheel.



### **Fase 3: Selectie uit te werken eindvariant**

Vervolgens zijn de oplossingsrichtingen verder uitgewerkt tot op het niveau waarop de keuze tussen de oplossingsrichtingen gemaakt kon worden. De oplossingsrichtingen zijn in nauwe samenspraak met de projectgroep onderling 'gewogen', waarna een keuze is gemaakt voor de uit te werken eindvariant.

### **Fase 4: Uitwerking eindvariant**

Tijdens deze fase is de gekozen eindvariant verder uitgewerkt in de vorm van een beschrijving, een overzichtskaart met een schetsontwerp op structuurniveau en een reële (maar globale) kostenraming. Uitwerking tot een definitief ontwerp (DO), met bestekraming en –tekeningen valt buiten de scope van dit onderzoek. Dit vindt pas plaats nadat het integrale ontwerp tot stand is gekomen (waarbij ook vanuit andere thema's als het thema 'Water' het ontwerp van het wegtracé is geoptimaliseerd).

Uiteindelijk dient de nieuw te ontwerpen waterhuishoudkundige situatie te worden opgenomen in het bestemmingsplan. Dit onderzoek reikt hiervoor de teksten aan alsmede de bouwstenen voor de op te stellen waterparagraaf.

## **1.4 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 van dit rapport geeft een beschrijving van het plangebied. Hoofdstuk 3 gaat in op het plan A12 salto aan de hand van een beschrijving van het voorlopige tracé ontwerp. De uitgangspunten, randvoorwaarden en wensen ten aanzien van het watersysteem komen aan bod in hoofdstuk 4. Vervolgens worden in hoofdstuk 5 de watergerelateerde knelpunten beschreven die zijn te verwachten bij de aanleg van het voorgestelde tracé. Ook worden in dit hoofdstuk de oplossingsrichtingen voor deze knelpunten benoemd. In hoofdstuk 6 worden de oplossingsrichtingen verder uitgewerkt. Hoofdstuk 7 gaat in op de afweging van de oplossingsrichtingen en wordt een keuze gemaakt voor de uit te werken eindvariant. De uitwerking van de eindvariant vindt plaats in hoofdstuk 8. Het rapport sluit af met hoofdstuk 9 waarin de conclusies en aanbevelingen van het onderzoek worden beschreven.



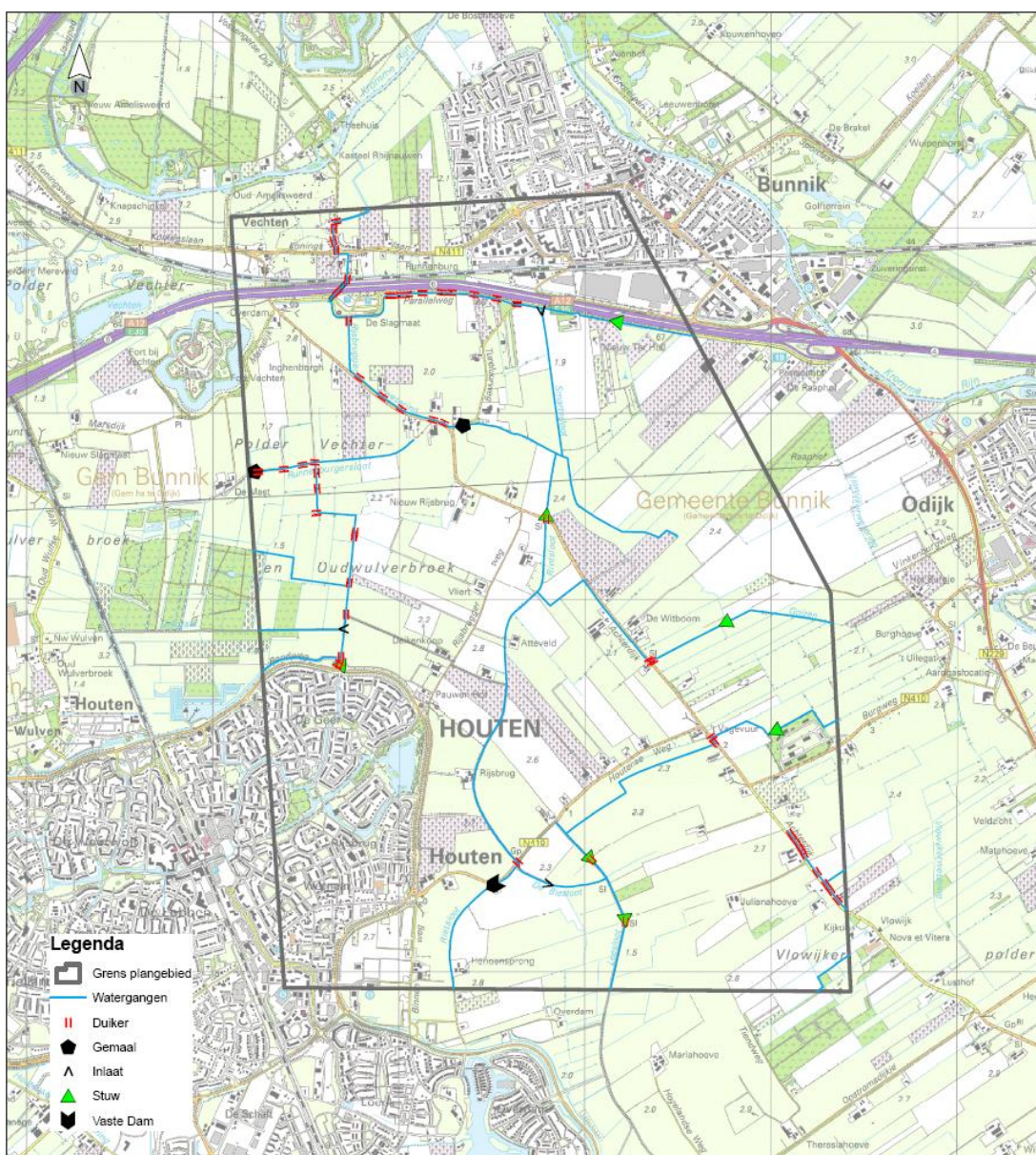
## 2 BESCHRIJVING PLANGEBIED

### 2.1 Ligging en begrenzing plangebied

#### 2.1.1 Ligging en begrenzing

Het plangebied is het gebied gelegen tussen de rondweg van Houten en de A12 en spoorlijn Utrecht - Arnhem bij Bunnik. In figuur 2.1 wordt dit gebied weergegeven. De Kromme Rijn stroomt aan de noord- en oostzijde van het gebied.

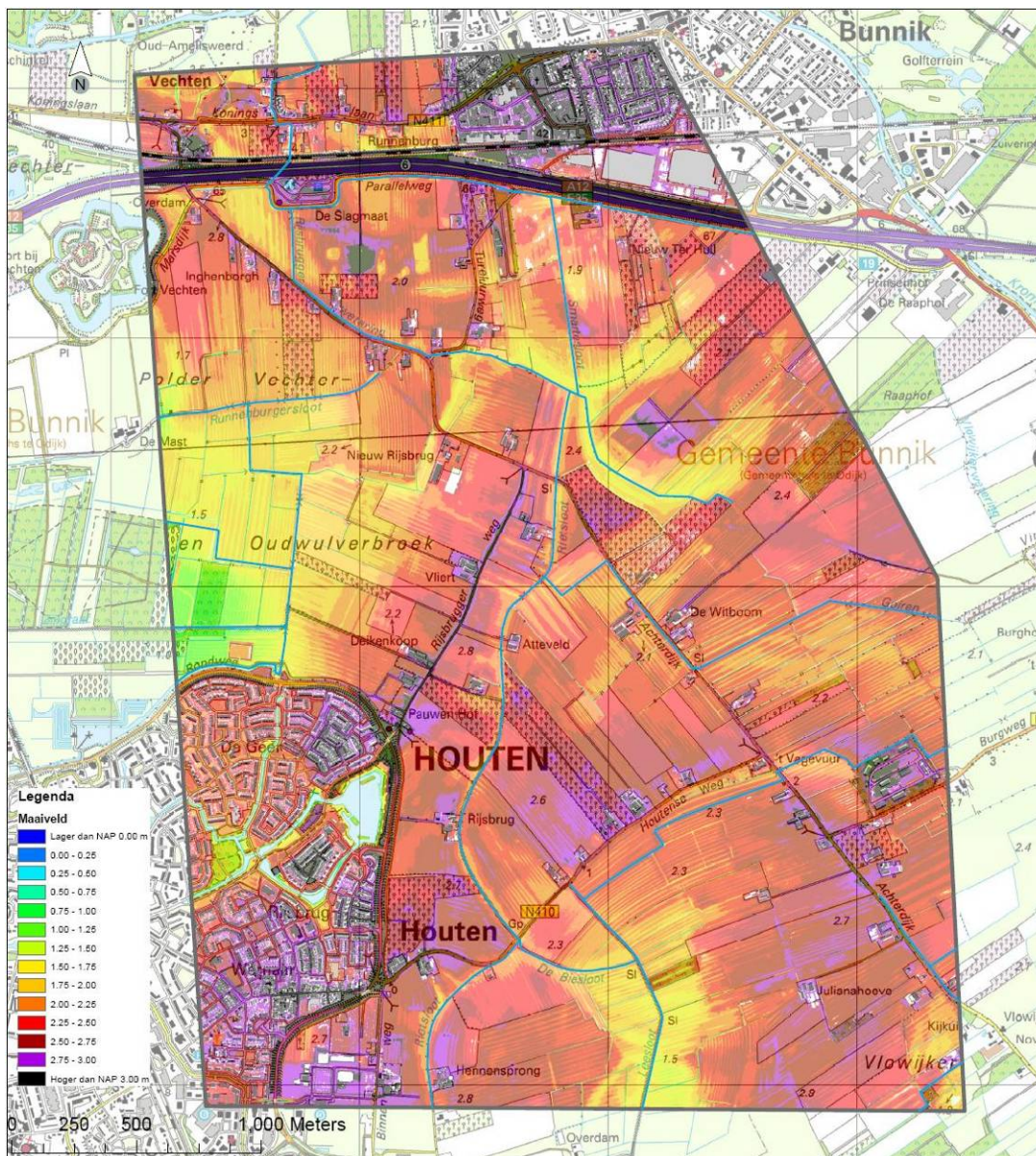
**Figuur 2.1 Plangebied**



## 2.1.2 Hoogteligging en grondgebruik

In figuur 2.2 is de hoogteligging van het gebied weergegeven. Tussen Houten en Bunnik bedraagt de gemiddelde maaiveldhoogte NAP +2,5 tot + 2,8 meter (omgeving Rijsbruggerweg). Westelijk hiervan (ten noorden van Houten) is de maaiveldhoogte lager, NAP + 1,5 tot +2,0 meter. Ook ten zuiden van de A12 ter hoogte van Bunnik (rondom de Smartesloot) ligt het maaiveld iets lager (circa NAP +2,0 meter). De lager gelegen gebieden corresponderen met de ligging van de voorkomende komgronden in het gebied.

**Figuur 2.2 Hoogteligging**

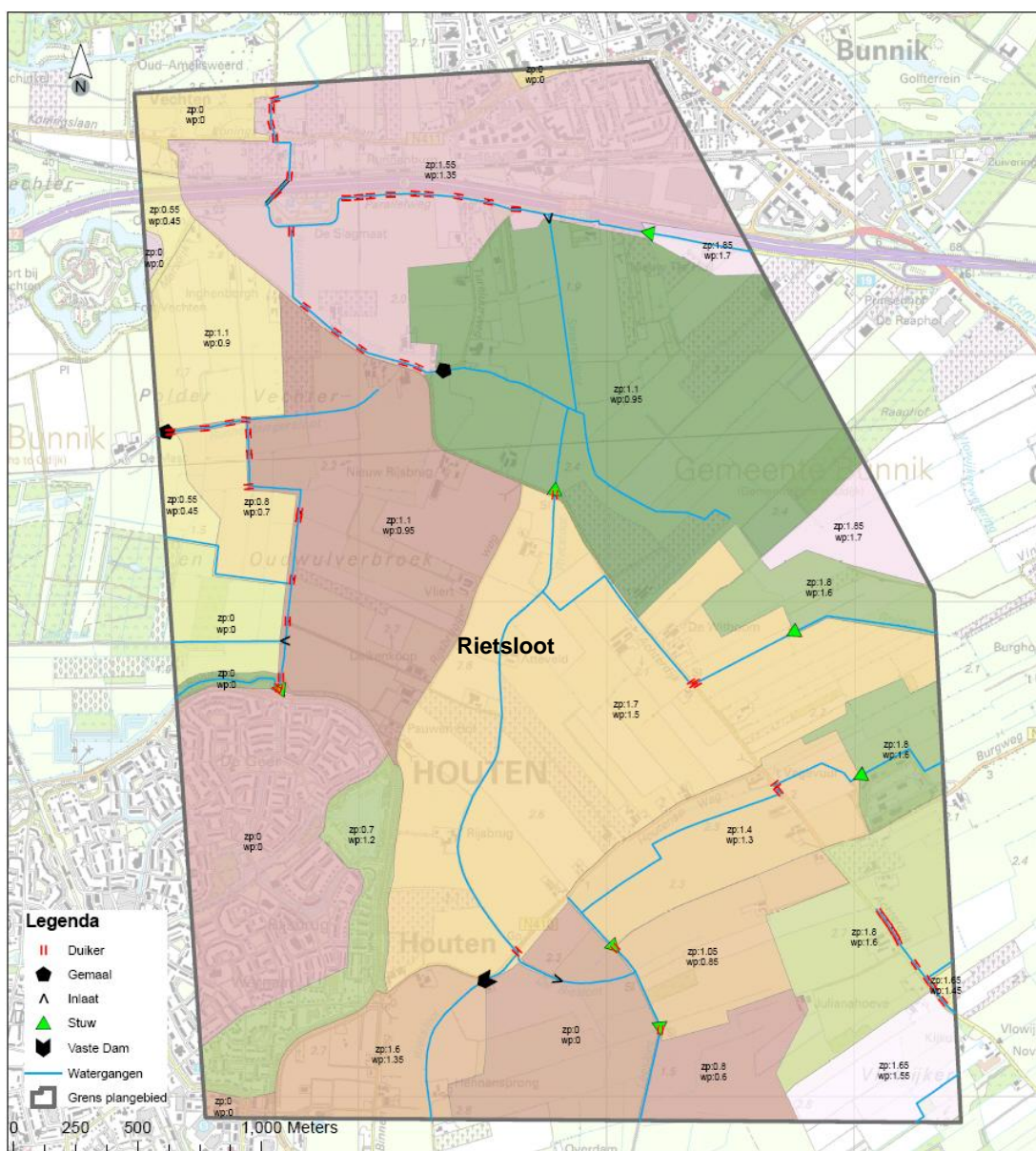


Het gebied maakt onderdeel uit van het zogenaamde stroomruggen- en kommengebied van de Kromme Rijn en is naast de bebouwingskernen van Houten en Bunnik een half open en open gebied. Langs de wegen in het gebied is verspreide bebouwing aanwezig. Het betreft vooral agrarische bedrijven en burgerwoningen. De gronden in het gebied zijn voornamelijk in agrarisch gebruik als weidegrond, akkerland en boomgaard.

## 2.2 Waterhuishouding

De huidige waterhuishoudkundige inrichting van het plangebied is weergegeven in figuur 2.3.

**Figuur 2.3 Waterhuishoudkundig systeem**



Voor de in het plangebied aanwezige peilgebieden zijn in figuur 2.3 het zomer- en het winterpeil aangegeven.

Het gebied ten oosten van de Achterdijk (de weg die het plangebied van noordwest naar zuidoost doorsnijdt) is een gebied met een netwerk van sloten waarbij het peil actief beheerd wordt. Dit gebied wordt bemalen door een gemaal. Gedurende de winterperiode wordt het neerslagoverschot uitgemalen en geloosd op de Kromme Rijn. Gedurende de zomerperiode wordt het neerslagtekort aangevuld door een handhaving van een polderpeil door het inlaten van water in het poldernetwerk uit de Kromme Rijn.

Het gebied ten westen van de Ackerdijk heeft ook een dicht afwateringsnetwerk en een actief peilbeheer. Tijdens de winterperiode wordt het water uitgemalen en geloosd op het Amsterdam-Rijn Kanaal. In de zomer wordt er juist water ingelaten vanuit het Amsterdam-Rijn Kanaal.

De belangrijkste aan- en afvoerroute van het water ter hoogte van het plangebied in noord-zuidrichting is de Rietsloot, ten oosten van Houten. Deze watergang loopt grotendeels door één peilgebied met een zomer- en winterpeil van +1,70 en +1,50 meter. Aan de noordzijde watert de Rietsloot via een stuw af op een peilgebied met een zomer- en winterpeil van +1,10 en +0,95 meter. Aan de zuidzijde watert de Rietsloot via een vaste dam af op een peilgebied met een zomer- en winterpeil van +1,60 en +1,35 meter. De Rietsloot watert dus af in twee richtingen.

## 2.3 Bodemopbouw en geohydrologie

### Bodemopbouw

Globaal gezien heeft het hydrologische systeem in het gebied zich ontwikkeld in verschillende zandige afzettingen, die door twee scheidende kleilagen in drie watervoerende pakketten te verdelen zijn (bron: Hydrologische systeem-analyse PS Bunnik, WNM, 1997 [1]):

- In het gehele studiegebied komt een dunne deklaag voor, die bestaat uit leem en/of (zandige) klei. De dikte van de deklaag bedraagt in het grootste deel van het onderzoeksgebied 1 à 2 meter, maar lokaal is deze deklaag dikker.
- Het eerste watervoerende pakket is gevormd door de matig grofkorrelige zanden van de Formatie van Sterksel. Dit pakket is circa 50 meter dik ter plaatse van het plangebied.
- De eerste slecht doorlatende laag, is de laag van Kedichem. Deze laag is overwegend opgebouwd uit pakketten met zware kleien, afgewisseld door zandige kleien en slibhoudende fijne zanden. Deze laag is 12 meter dik.
- Het tweede watervoerende pakket bestaat uit de zandige delen van de Formatie van Kedichem en de Formatie van Harderwijk. De laatste is aangevoerd door de oostelijke rivieren afkomstig uit het huidige Oostzee-gebied. Het bestaat uit grofkorrelige kwartsrijke zanden met veel fijn grind (dikte globaal 50 meter).
- De tweede slechtdoorlatende laag betreft de Formatie van Tegelen en bestaat uit kleien en matig fijn zand (dikte globaal 10 meter).
- Het derde watervoerende pakket wordt gevormd door de veelal grove afzettingen van de Formatie van Tegelen.

Uit de Bodemkaart van Nederland blijkt dat de deklaag bestaat uit zogenaamde polder- en ooivaaggronden. Deze bodemtypes vallen onder de zogeheten rivierkleigronden. Ze bestaan hoofdzakelijk uit zavel en lichte tot zware klei. De term vaaggronden houdt in dat in deze bodems nog geen specifieke horizonten zijn gevormd, omdat de bodems relatief jong zijn (minder dan 10.000 jaar oud).

### **Geohydrologie**

In het gebied hebben zich verschillende grondwatersystemen ontwikkeld:

- Het brak/zoute grondwatersysteem. Dit systeem resteert uit de tijd dat het gebied onder invloed stond van de zee. Het water bevat zeer hoge zoutgehaltes en kan een hoge hardheid hebben. Ter plaatse van het plangebied begint dit grondwatersysteem op een diepte vanaf 200 meter beneden maaived (= m–m.v.).
- Het stuwwal complex grondwatersysteem. Het infiltratiegebied van dit grondwatersysteem is de hoger gelegen stuwwal ten noordoosten van het plangebied. Het systeem voedt zowel ondiepe stromingstakken aan de rand van de Utrechtse Heuvelrug als de diepe watervoerende pakketten, waardoor het diepe brak/zoute grondwatersysteem teuggedrongen wordt.
- Het Kromme Rijn rivierensysteem. Dit meer lokale stromingsstelsel is ontstaan door infiltratie vanuit de oeverwal van de Kromme Rijn. Kwelgebieden zijn de dieper gelegen kommen. Het riviersysteem strekt zich uit in het gehele eerste watervoerende pakket. In dit systeem is de toenemende antropogene invloed van de mens goed waarneembaar (relatie met grondwaterkwaliteit).

De grondwaterstroming in de deklaag is gericht naar de lokale afwateringseenheden (dichtst bijzijnde watergangen). In het eerste watervoerende pakket is de hoofdrichting van de grondwaterstroming gericht van (noord)oost (Utrechtse Heuvelrug) naar (zuid)west (Amsterdam-Rijn Kanaal).

## **2.4 Ruimtelijke functies**

### **2.4.1 Waterwinning**

#### **Pompstation Bunnik**

Binnen het plangebied ligt het waterwingebied van Pompstation Bunnik met daarom heen een grondwaterbeschermingsgebied en een 100-jaars aandachtsgebied (100-jaarszone) ten behoeve van drinkwaterwinning door Vitens. De A12 doorsnijdt het grondwaterbeschermingsgebied. En deel van de kern van Bunnik ligt binnen de 100-jaarszone. Figuur 2.4 geeft de ligging van de beschermingszones weer.

Het grondwater wordt via een tiental putten gewonnen op een diepte van 75 tot 135 m-m.v. De leeftijd (verblijftijd) van het water bedraagt gemiddeld 75 jaar. Door de provincie is een vergunning afgegeven voor het onttrekken van circa 3,5 miljoen m<sup>3</sup> grondwater per jaar. Momenteel wordt ongeveer 2,5 miljoen m<sup>3</sup> grondwater per jaar onttrokken.

Voor de winning Bunnik is door Vitens (destijds Waterbedrijf Midden-Nederland) in 1997 een hydrologische systeemanalyse uitgevoerd en een meetnet ontworpen (WMN, 1997 [1], [2]). Op grond van de systeemanalyse wordt geconcludeerd dat de Ps Bunnik in toenemende mate water uit het antropogeen beïnvloede rivierensysteem aantrekt. Deze tendens zet de komende 50 jaar door, waarbij het water uit de winning op den duur voor 85% zal bestaan uit water uit dit systeem.

Het water uit het rivierensysteem dat door de winning wordt aangetrokken wordt voor het overgrote deel gevoed met water dat infiltreert vanuit het agrarisch poldergebied. Processen die het infiltraat beïnvloeden zijn de inlaat van gebiedsvreemd oppervlaktewater, oxydatieprocessen in de toplaag als gevolg van droogleggingen en reductie van nitraat uit de landbouw in de toplaag. Andere diffuse bronnen van verontreinigingen betreffen verontreinigingen vanuit de bebouwing van Bunnik en Odijk en atmosferische depositie. Naast diffuse bronnen van verontreinigingen is ook een aantal lijn- en puntverontreinigingsbronnen benoemd, die mogelijk een bedreiging vormen voor de ruwwaterkwaliteit van pompstation Bunnik. Dit betreft naast een aantal specifieke puntverontreinigingslocaties (zoals tankstations) ook de rivier de Kromme Rijn, de autosnelweg A12, de spoorlijn Utrecht-Arnhem en een brandstofpijpleiding langs de A12.

Drinkwaterbedrijf Vitens heeft plannen om op het perceel ten westen van het huidige puttenveld in de toekomst een wateronthardingsinstallatie te bouwen.

#### **Andere grondwateronttrekkingen**

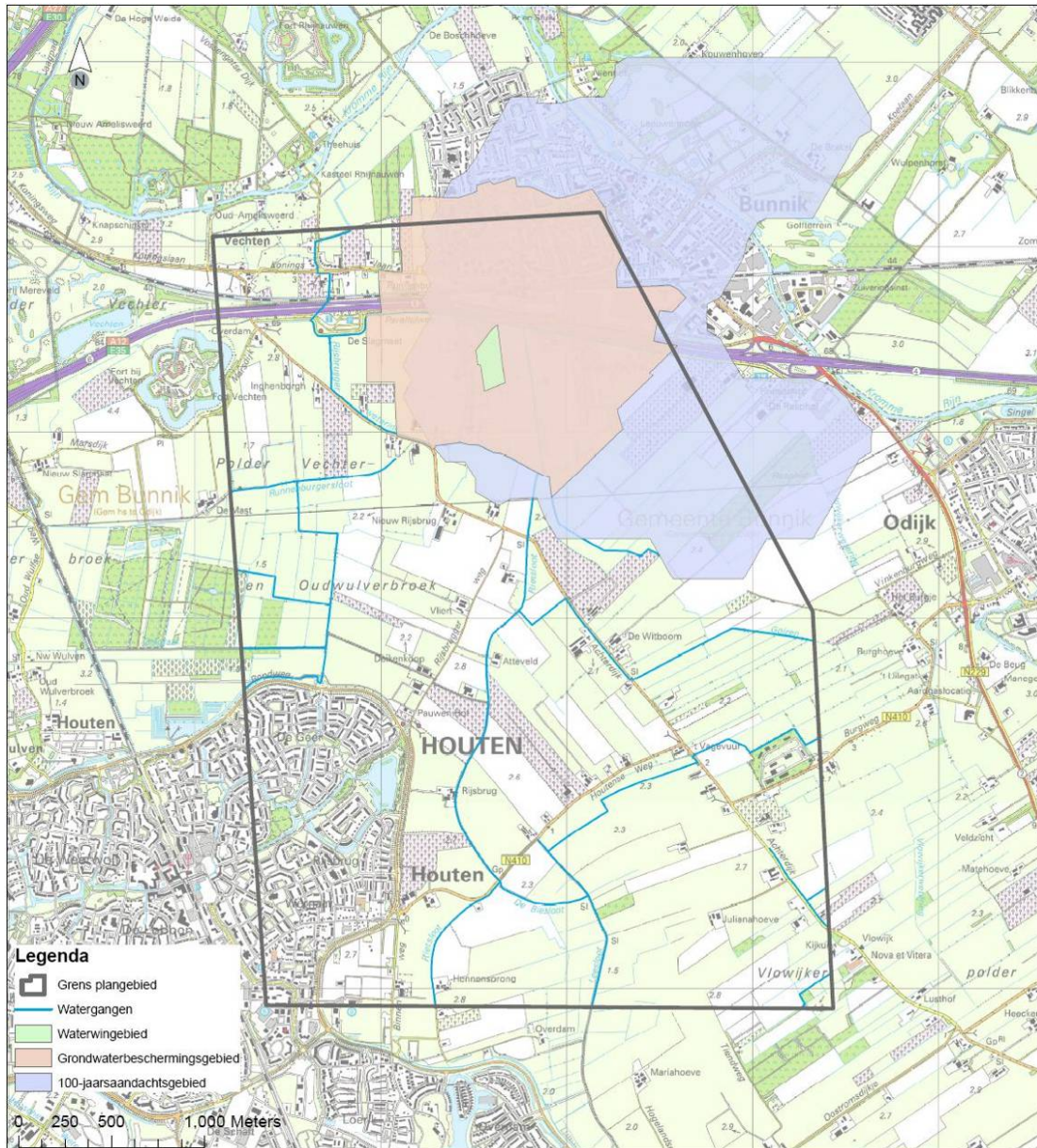
In de omgeving van pompstation Bunnik bevinden zich nog andere (veelal kleinere) grondwateronttrekkingen. In het kader van het 'Effectenonderzoek grondwateronttrekkingen Provincie Utrecht' op Natura2000 en TOP-gebieden [7] (Royal Haskoning, 2009) zijn de huidige (grote en kleine) grondwateronttrekkingen geïnterpreteerd. Rond Bunnik bevinden zich nog enkele industriële onttrekkingen alsmede enkele veedrenkingen. De belangrijkste industriële onttrekking betreft Vrumona. Deze winning ligt circa 1 km ten (noord)oosten van pompstation Bunnik. Deze winning heeft een vergunning voor het onttrekken van circa 1,2 miljoen m<sup>3</sup> water per jaar, waarvan nu circa 1 miljoen m<sup>3</sup> per jaar wordt onttrokken. Deze winning heeft een kleiner debiet en ligt oostelijker dan pompstation Bunnik. Deze winning zal daarom niet meer 'eisen' stellen in relatie tot het ontwerp van het wegtracé dan pompstation Bunnik.

#### **Wijzigingen ligging beschermingszones**

Recentelijk is, in opdracht van de provincie Utrecht een studie uitgevoerd naar de ligging van de huidige grondwaterbeschermingszones en eventuele wijzigingen daarin, op grond van nieuwe inzichten en gewijzigde situaties. Uit de concept-resultaten van deze onderzoeken, uitgevoerd door Royal Haskoning en Tauw [11] [12] blijkt dat de ligging van het grondwaterbeschermingsgebied en de 100-jaarszone naar verwachting iets zal wijzigen. Daarbij wordt de 25-jaarszone iets kleiner, terwijl de 100-jaarszone juist iets groter wordt. Bij het ontwerpen van de waterhuishoudkundige aanpassingen aan het systeem is zoveel mogelijk rekening gehouden met deze nieuwe (concept)begrenzingszones.



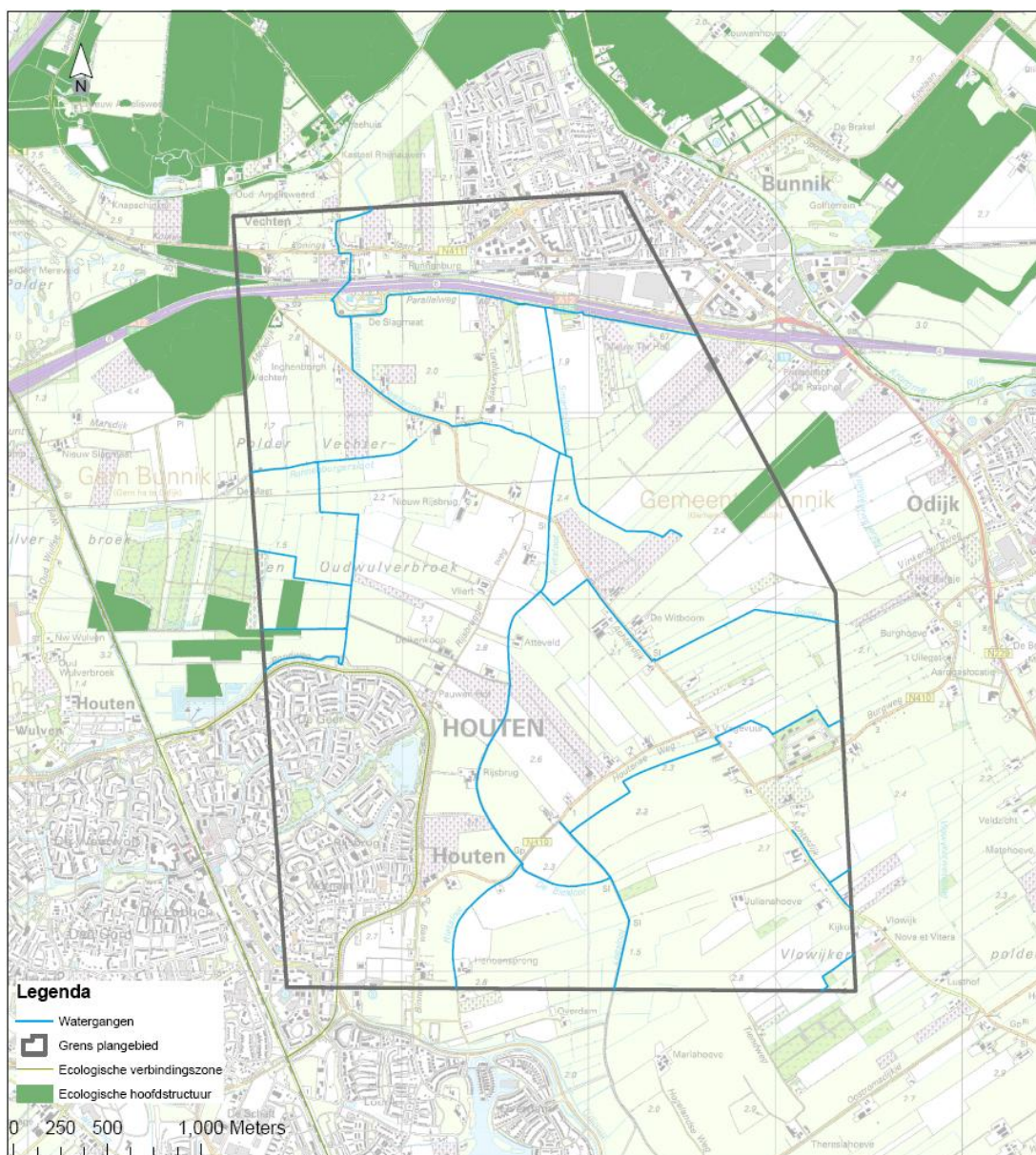
**Figuur 2.4 Ligging beschermingszone grondwaterwinning Bunnik**



## 2.4.2 Natuur

Bij de beschrijving van de beschermde gebieden wordt doorgaans onderscheid gemaakt in de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), Staatsnatuurmonumenten, Nationale landschappen en de Natura-2000 gebieden. Aangezien Natura-2000 gebieden niet binnen of nabij het studiegebied liggen, wordt hieraan geen aandacht besteed. De Ecologische Hoofdstructuur, Staatsnatuurmonumenten en Nationaal landschap zijn wel binnen het studiegebied aanwezig, hoewel slechts langs de randen van het studiegebied. Figuur 2.5 laat de ligging van de Ecologische Hoofdstructuur en de Ecologische verbindingzones ten opzichte van het studiegebied zien.

**Figuur 2.5 Ecologische Hoofdstructuur**



Alleen aan de (noord)westrand en de oostrand van het studiegebied bevindt zich de ecologische hoofdstructuur. Het gedeelte aan de oostkant betreft het Staatsnatuurmonument "De Raaphof".

Door het plangebied loopt een ecologische verbindingzone. Deze loopt noord-zuid langs de spoorlijn Utrecht - Den Bosch. Dit is een multifunctionele zone voor zowel droge als natte biotooptypen. Deze verbindingzone moet functioneren voor de volgende gidssoorten: bittervoorn, dwergmuis, hermelijn, ree, vleermuizen, ringslang, zandhagedis, rugstreeppad, kamsalamander, groene glazenmaker, blauwborst en patrijs.

In het plangebied is een aantal beschermde soorten aangetroffen. Zeker zijn in het plangebied de volgende soorten aanwezig: de das, de ringslang, het vetje en de bittervoorn. Verder staat er in het MER rapport [3] beschreven dat de mogelijkheid bestaat dat er verschillende (andere) soorten vaatplanten, zoogdieren, vogels, amfibieën, reptielen en insecten in het plangebied aanwezig zouden kunnen zijn. Deze soorten staan in het MER rapport uitgebreid beschreven.

De aspecten in relatie tot 'Nationaal landschap' komen aan de orde in paragraaf 2.4.6.

#### 2.4.3 Landbouw

In het plangebied worden drie vormen van landbouw toegepast, te weten grasland, snijmaïsteelt en fruitteelt. Daarnaast is er een kwekerij van sedum aanwezig. Om de landbouw van voldoende water te voorzien wordt water ingelaten vanuit de Kromme Rijn. Volgens het hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden zijn er in de huidige situatie geen problemen met de aanvoer van water. Wel is een probleem geconstateerd met de afvoer van (te veel) water aan de oostzijde van de Rietsloot.

#### 2.4.4 Archeologie

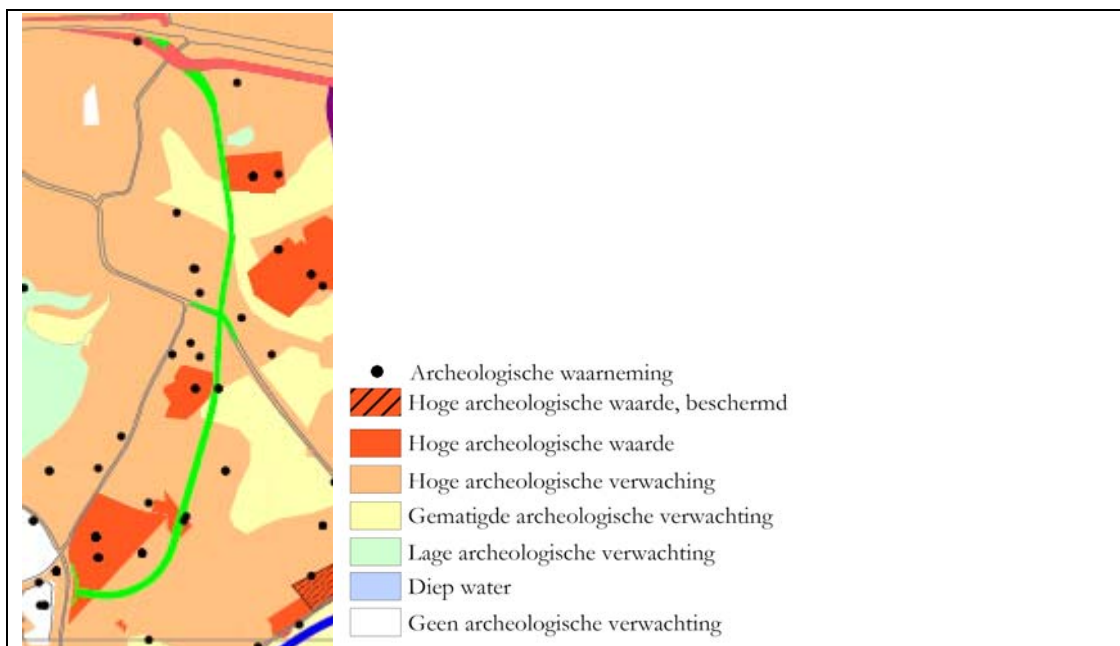
Het plangebied is de laatste 4000 jaar over het algemeen zeer aantrekkelijk geweest voor bewoning. Vooral de hogere stroomruggen, die in de loop der tijd door de Rijn zijn gevormd, waren aantrekkelijk voor agrarische gemeenschappen.

Tijdens de Romeinse tijd heeft gedurende drie eeuwen, langs de Kromme Rijn, de Romeinse Rijksgrens met de Romeinse grensweg gelopen. Deze oude grens wordt ook wel de Limes genoemd. Aan het begin van de jaartelling is de Limesweg weinig meer geweest dan een zandpad. De uitbreiding tot een volwaardige 'via militaris' door wegverharding en de aanleg van forten vond plaats rond het midden van de 1e eeuw na Christus. De weg vormde de verbinding tussen verschillende forten. Eén van deze forten, fort Vechten (Fectio) ligt in het plangebied en was, naast Nijmegen, het belangrijkste grensfort in het Nederlandse deel van de Limeszone. Het fort met de naastgelegen kampdorpen en grafvelden is grotendeels wettelijk beschermd en opgenomen op de voorlopige lijst van werelderfgoedmonumenten van Unesco.

In de MER [3] is omschreven dat het wegtracé een omvangrijk terrein van hoge archeologische waarde, het tracé van de Romeinse Limesweg ter hoogte van de Achterdijk en waarschijnlijk ook een of twee Romeinse grafvelden, doorsnijdt. Ter hoogte van de aansluiting op de A12 ligt de oostelijke rand van de militaire vicus van Vechten. In het hele tracé ligt een relatief groot aantal niet gewaardeerde vindplaatsen en waarnemingen van archeologische vondsten. Het tracé ligt vrijwel geheel in een gebied met hoge archeologische verwachting. Kans op aantasting van niet ontdekte archeologische vindplaatsen is groot. Door het tracé worden verschillende ondiep gelegen stroomruggen doorkruist. De kans op aantasting van het tracé van de Romeinse Limesweg is eveneens groot.

Figuur 2.6 geeft een overzicht van de archeologische verwachtingen in het studiegebied [3].

**Figuur 2.6 Archeologische verwachtingen [3]**



#### 2.4.5 Cultuurhistorie

Hoewel het plangebied al lang voor de 8e eeuw bewoond is geweest stammen de meeste grootschalige ontginningen, die nog in het huidige landschap herkenbaar zijn, van na de 8e en 9e eeuw. Een voorbeeld hiervan zijn de kenmerkende blokvormige kavels op de stroomruggen.

Vanaf de elfde eeuw worden ook de lagere kommen tussen de stroomruggen ontgonnen in een regelmatige strokenverkaveling. Verschillende ontginningsassen die vanuit de oude kern van Houten de kommengebieden in lopen zijn nog steeds herkenbaar. Voorbeelden hiervan zijn de Loerikseweg, Odijkerweg, Koedijk en de Wulfsedijk. De verschillende kastelen, landhuizen en versterkte boerderijen op de stroomruggen zijn gebouwd vanaf het midden van de 13e eeuw. In zeventiende en achttiende eeuw werden de kastelen en landhuizen omgeven door landgoederen.

De verbetering van de Nieuwe Hollandse Waterlinie rond 1870 vormt, met uitzondering van de aanleg van de spoorlijn Arnhem - Utrecht in 1845, na lange tijd de eerste structurele ingreep in het gebied. Het gebied aan de oostzijde van Houten kent vele tastbare herinneringen aan deze linie (inundatievlakten en kanalen, forten en bunkers).

De aanleg van grote infrastructurele werken, zoals het Amsterdam-Rijnkanaal en de A12 en A27, en de stedelijke uitbreiding van de verschillende kernen in het gebied hebben veel oorspronkelijke structuren doorsneden en doen verdwijnen. Desondanks wordt het gebied nog steeds gekenmerkt door een grote variatie aan hoge, samenhangende cultuurhistorische waarden.

In het MER [3] is omschreven dat het wegtracé door het oude cultuurlandschap van het Kromme Rijngebied loopt met de kenmerkende verkaveling aan weerszijden van de Achterdijk. Daarbij worden verschillende bestaande open bewoningslinten doorsneden, alsmede het historische Raaphofsepad. De historische samenhang van het gebied aan weerszijden van de Achterdijk en het voormalige Raaphofsepad zal in meerdere segmenten uiteenvallen.

#### 2.4.6 Landschap

Het plangebied is onderdeel van het zogenaamde Kromme Rijngebied. Dit gebied bestaat uit in het verleden door de Kromme Rijn gevormde stroomruggen en bijhorende kommen. (Zie figuur 2.7). Dit fysieke verschil heeft een duidelijk effect gehad op de huidige landschappelijke karakteristieken van het gebied.

Op de glooiende, drogere stroomruggen vindt men een halfopen landschap met onregelmatig blokvormige verkaveling in min of meer rechthoekige percelen, met fruitteelt, houtwallen, bebouwing (dorpskernen) en de belangrijkste wegen. De vochtiger en lager gelegen vlakke komgronden, zoals polder de Hoon aan de zuidzijde van Houten, zijn grotendeels open gebieden gekenmerkt door een rationele strokenverkaveling.

**Figuur 2.7 Landschap plangebied en omgeving [3]**



Een belangrijke kwaliteit van het gebied is het contrast tussen enerzijds het kleinschalige karakter op de oeverwallen / stroomruggen en anderzijds het open karakter in de kommen met bijhorende vergezichten.

Daarnaast wordt het studiegebied doorsneden door verschillende zichtbare bijzondere historische en landschappelijke elementen en patronen. Van bijzondere waarde zijn de forten, inundatiekanalen, bunkers en liniedijken van de Nieuwe Hollandse Waterlinie. De forten bevinden zich vooral ten noordwesten van het plangebied tussen Houten, Bunnik en Utrecht.

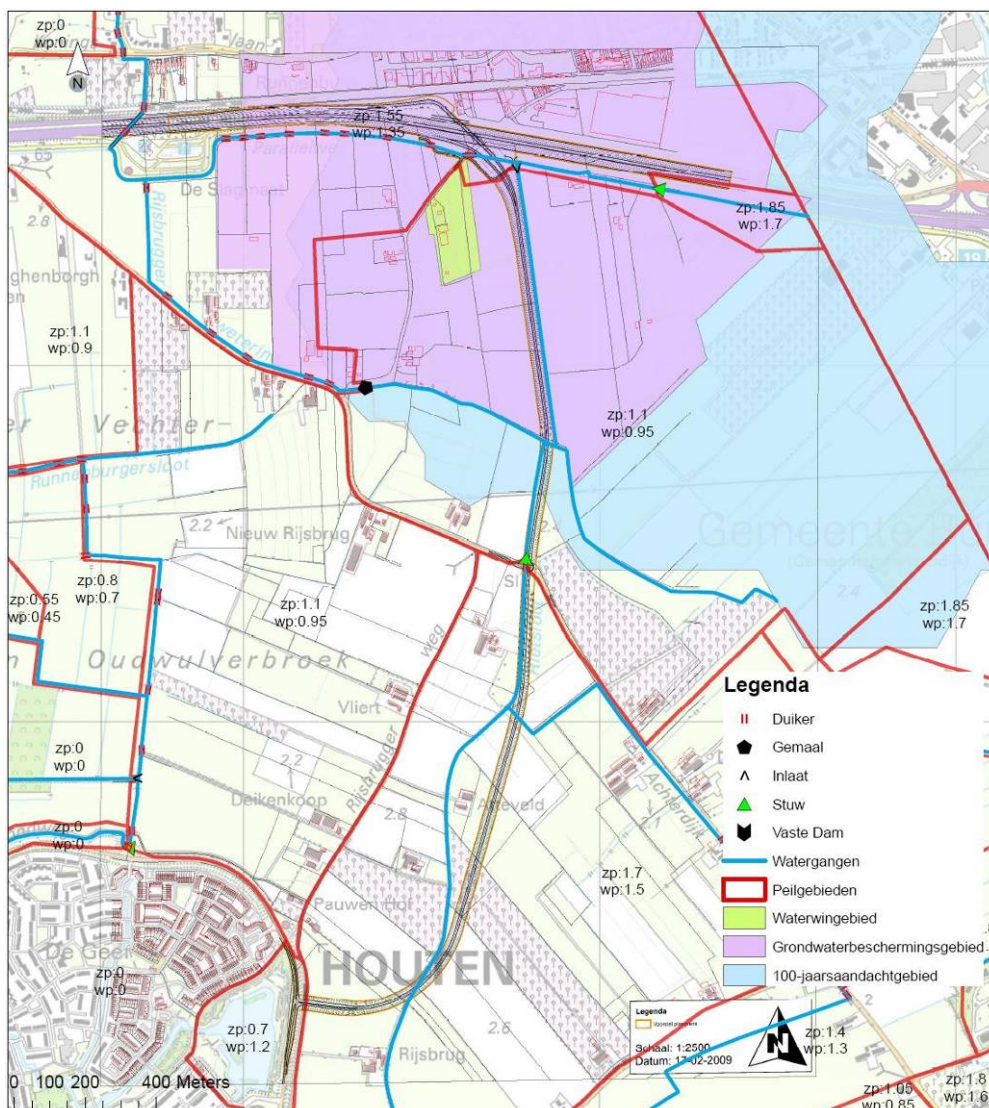
Verder wordt het gebied doorsneden door een aantal beeldbepalende historische wegen, dijkjes en waterwegen die met beplanting (lanen) en in een aantal gevallen met bebouwing worden begeleid. Voorbeelden hiervan zijn de Achterdijk en Tureluurweg. Het landgoed Amelisweerd bevindt zich in de noordoost hoek net buiten het plangebied.

### 3 BESCHRIJVING PLAN A12 SALTO

#### Algemeen

De aanleg van de nieuwe weg tussen de A12 en de rondweg van Houten zal leiden tot extra verhard oppervlak. Gezien het feit dat een deel van het tracé door een grondwaterbeschermingsgebied loopt moet de opvang, afvoer en behandeling van de neerslag die op de weg valt, nader onderzocht worden. Vervuild water mag niet rechtstreeks vanaf de weg naar het oppervlaktewater worden afgevoerd, maar via de berm of een zuiverende voorziening. De Provinciale Milieuvordering (PMV) van de provincie Utrecht stelt dat in het grondwaterbeschermingsgebied het water van de weg niet mag infiltreren. Dit betekent dat het afstromende wegwater buiten het grondwaterbeschermingsgebied gebracht moet worden. De hoeveelheid afstromend water en de vrachten vervuiling hangen af van de lengte en het oppervlak van de weg. Figuur 3.1 laat het tracé van de aan te leggen weg zien volgens het Rijsbruggerwegtracé.

**Figuur 3.1 Ligging tracé**



### Maatvoering

De totale lengte van de weg is circa 2870 meter. In het voorlopige ontwerp is het verharde deel van de weg 7,5 meter breed. Aan beide zijden van deze weg ligt ook nog een half verharde berm van 1,55 meter breed. Het tracé ligt in twee verschillende peilvakken. In het noordelijke peilvak ligt het tracé deels binnen de grondwaterbeschermingszone en de 100-jaarszone. In tabel 3.1 zijn de kentallen wat betreft lengte en oppervlak van de weg samengevat.

**Tabel 3.1 Lengte en verhard oppervlak per peilvak**

		Lengte (meter)	Verhard oppervlak (m <sup>2</sup> )
Peilvak Noord	Totaal, waarvan in	1.275	9.563
	* <i>grondwaterbeschermingsgebied</i>	922	6.915
	* <i>100-jaarszone</i>	137	1.028
	* <i>overig gebied</i>	216	1.620
Peilvak Zuid		1.595	11.963
Totaal		2.870	21.525

De beoogde hoogteligging van de weg is NAP circa + 3 m NAP. De weg ligt daarmee 0,5 tot 1 meter boven het huidige maaiveld. Ten opzichte van het peil in de watergangen bedraagt de drooglegging van de weg 1,3 tot 1,9 meter.



## 4 UITGANGSPUNTEN, RANDVOORWAARDEN EN WENSEN

Door de verschillende leden van de projectgroep zijn uitgangspunten, eisen (randvoorwaarden) en wensen kenbaar gemaakt met betrekking tot de waterhuishoudkundige ontwerpaspecten van het wegtracé.

### 4.1 Uitgangspunten

- Het ontwerp dient te voldoen aan de eisen zoals geformuleerd onder 'Randvoorwaarden watersysteem'.
- In het onderzoek dient te worden aangegeven in hoeverre ook kan worden voldaan aan de wensen ten aanzien van het ontwerp zoals geformuleerd onder 'Wensen watersysteem'.
- Bijzondere aandacht vraagt de opvang, afvoer en behandeling van het wegdek afstromen hemelwater, met name in het grondwaterbeschermingsgebied.
- De huidige grondwaterkwaliteit in het grondwaterbeschermingsgebied mag als gevolg van de wegaanleg niet verslechteren.
- Met het ontwerp zal door alle betrokken (water)partijen moeten worden ingestemd en als basis dienen voor verwerking in het op te stellen bestemmingsplan.

### 4.2 Randvoorwaarden ten aanzien van het watersysteem

#### Randvoorwaarden HDSR

- De nieuwe weg mag geen belemmering vormen voor de water aan- en afvoer.
- Watergangen kruisen zo min mogelijk de weg, zodat beheer en onderhoud goed mogelijk is.
- Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg (toename verhard oppervlak) dient te worden voorkomen door aanleg van waterberging. Minimale waterberging van de greppels:  $T = 5$ .
- Vervuild water vanaf de weg mag niet rechtstreeks naar oppervlaktewater afgevoerd worden, maar via een berm of zuiverende voorziening.
- Voor grote duikers (wako-duikers) onder weg door geldt: duikers moeten de kortst mogelijke route onder weg afleggen (dwars op weg). Diameter wordt door HDSR aangegeven.
- Doodlopende watergangen moeten worden verbonden met watersysteem.
- Voor aanpassingen aan het huidige watersysteem en de aanleg van het nieuwe watersysteem dient een Keur ontheffing aangevraagd te worden.
- De nieuwe hoofdwatgang dient te worden aangelegd langs provinciale weg met minimale afmetingen. Het kader voor de berekening van de afmetingen wordt gevormd door de hydraulische randvoorwaarden en de wateropgave uit Watergebiedsplan Groenraven Oost Maartensdijk.

## **Randvoorwaarden Provincie Utrecht**

Vanuit de provincie Utrecht zijn randvoorwaarden gesteld in relatie tot de Provinciale Milieuverordening.

### *Provinciale Milieuverordening in relatie tot beschermingszones grondwater*

De grondwaterwinning Bunik is in de Provinciale Milieuverordening (PMV) geclassificeerd als kwetsbaar. Daarom zijn zowel een grondwaterbeschermingsgebied als de 100-jaarszone rond de winning in de PMV vastgelegd. Vanwege de kwetsbaarheid geldt voor het grondwaterbeschermingsgebied een specifieke set aan regels uit de PMV. In de 100-jaarszones gelden geen extra regels, maar moet wel rekening gehouden worden met het waterwinbelang (ontmoedigen ongewenste functies, stimuleren gewenste functies, minimaal stand-still).

Het geplande wegtracé van de A12 Salto doorsnijdt het grondwaterbeschermingsgebied en de 100-jaarszone rond winning Bunnik. Gezien de voorgenomen activiteit (weg-aanleg) zijn vooral van belang het PMV Besluit Verhardingen en gebouwen, het Besluit bestrijdingsmiddelen en het Besluit licht verontreinigde grond.

Grondwaterwinning Bunnik heeft met name last van bestrijdingsmiddelen en zout in het ruwwater (Detailanalyse KRW-grondwater 2008).

De aanwezigheid van een verkeersweg brengt de volgende risico's voor de grondwaterkwaliteit met zich mee:

- afstromend wegwater met daarin opgelost diverse soorten milieuschadelijke stoffen;
- chloridevrachten afkomstig van gladheidsbestrijding;
- onkruidbestrijding (de winning heeft last van BM);
- risico's van ongevallen / calamiteiten op de weg.

### *PMV Besluit Verhardingen en gebouwen*

Dit besluit is primair gericht op het voorkómen en beperken van risico's op verontreiniging van bodem en grondwater met stoffen, die met het hemelwater afstromen van wegen, parkeerterreinen en daken van gebouwen. In principe zijn de risico's afgedekt, wanneer dit hemelwater wordt opgevangen en via het openbaar riool afgevoerd.

Vanuit dit PMV besluit geldt als eis: alle verhardingen, ongeacht of ze binnen of buiten de bebouwde kom zijn gelegen, moeten op grond van artikel 2 vloeistofkerend bestraat of verhard zijn. Dit besluit betekent voor het A12 Salto tracé dat er geen inzijging van afstromend water in het grondwaterbeschermingsgebied (25-jaarszone) plaats mag vinden, tenzij er bijzondere omstandigheden zijn. Dat betekent dat het wegdek vloeistofkerend bestraat of verhard moet zijn, en dat de run-off wordt verzameld en buiten de 25 jaarszone, liefst buiten de 100-jaarszone, gebracht wordt.

### *PMV Besluit bestrijdingsmiddelen*

In het grondwaterbeschermingsgebied is het gebruik van een aantal stoffen (bestrijdingsmiddelen) verboden, bovenop de algemene landelijke regelgeving. In het waterwingebied geldt een totaal verbod op het gebruik van bestrijdingsmiddelen. *PMV Besluit licht verontreinigde grond*

Het PMV Besluit licht verontreinigde grond stelt voorwaarden aan grondverzet in het grondwaterbeschermingsgebied. Dit is aan de orde bij het ontgraven van grond en het

toepassen van grond (taluds e.d.) bij de aanleg van de weg. Het huidige PMV Besluit licht verontreinigde grond wordt momenteel herzien, om het te doen aansluiten bij het nieuwe landelijke beleid (Besluit Bodemkwaliteit).

Afhankelijk van de bodemfunctiekaart van de gemeente Bunnik moet de toe te passen grond voldoen aan de bodemfunctie (waarschijnlijk buitengebied, dus achtergrondwaarde). Aanvullend zullen in het vernieuwde PMV Besluit voor de kwetsbare en zeer kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden waarschijnlijk extra voorwaarden met betrekking tot de kwaliteit van de toe te passen grond en bagger worden vastgelegd. Dergelijke voorwaarden zullen vermoedelijk ook gaan gelden voor grootschalige toepassingen van grond.

### 4.3 Wensen ten aanzien van het watersysteem

Door HDSR zijn de volgende wensen ten aanzien van het watersysteem ingebracht:

- Het verbeteren van de aan- en afvoer door het aanleggen van een nieuwe, grote watergang aan oostkant van provinciale weg;
- greppels aanleggen langs de weg om vervuild regenwater op te vangen. Liever geen infiltratievoorzieningen ondergronds in de greppel, omdat deze moeilijk (duur) te beheren zijn;
- vervuild water vanaf de weg mag niet naar een rwzi Bunnik afgevoerd worden, omdat de capaciteit van de rwzi te krap is;
- aanleggen van natuurvriendelijke oevers aan een kant van de hoofdwatgang;
- het verbeteren van de waterafvoer spoorzone/Vrumona/woonwijk Bunnik Zuid-West.

Door de provincie Utrecht zijn de volgende wensen ten aanzien van het watersysteem ingebracht, in relatie tot de PMV:

#### *PMV Besluit bestrijdingsmiddelen*

In aanvulling op de eisen die vanuit de PMV zijn gesteld voor het watergebied (totaalverbod op gebruik van middelen) en het grondwaterbeschermingsgebied (verbod op gebruik van een aantal middelen) heeft de provincie Utrecht de wens om helemaal geen bestrijdingsmiddelen te gebruiken bij het onderhoud van de berm en de weg.

#### *PMV Besluit licht verontreinigde grond*

De wens is om alleen schone grond (achtergrondwaarde) toe te passen bij de aanleg van de weg.



## 5 ANALYSE KNELPUNTEN

### 5.1 Wateropgaven

Het realiseren van de nieuwe provinciale weg A12 salto heeft gevolgen voor het functioneren en de inrichting van het watersysteem in zowel het plangebied zelf als voor het omliggende gebied. De oplossingen richten zich op het bereiken van een duurzaam, veilig en gezond watersysteem. Conform de strategie en randvoorwaarden van het nationale waterbeleid wordt dit ook wel *“het op orde krijgen en houden van het watersysteem”* genoemd.

In dit onderzoek grijpen we deze strategie aan om de wateropgaven te integreren en om oplossingen voor knelpunten logisch in het watersysteem in te passen. Een meerwaarde wordt gecreëerd doordat de gekozen oplossingen duurzaam zijn en beter worden gecombineerd met andere ruimtelijke functies dan alleen water.

#### 5.1.1 Droge voeten; kwantitatieve wateropgaven

Door de aanleg van de nieuwe weg tussen de randweg van Houten en de rijksweg A12 neemt het verhard oppervlak toe. Dit zorgt voor een versnelde afvoer van regenwater van de weg.

In het voorgenomen tracé van de nieuwe weg wordt het watersysteem (watergangen en peilvakgrenzen) gekruist. Bovendien bestaat in de huidige situatie al een opgave voor het verbeteren van de afvoer uit het gebied. Door HDSR is voorgesteld om de afvoer via de Rietsloot te ontlasten en een nieuwe hoofdwatgang aan te leggen aan de oostzijde van de voorgestelde provinciale weg A12 salto. De argumenten hiervoor zijn weergegeven in onderstaand kader.

#### **Kader Afweging ligging hoofdwatgang**

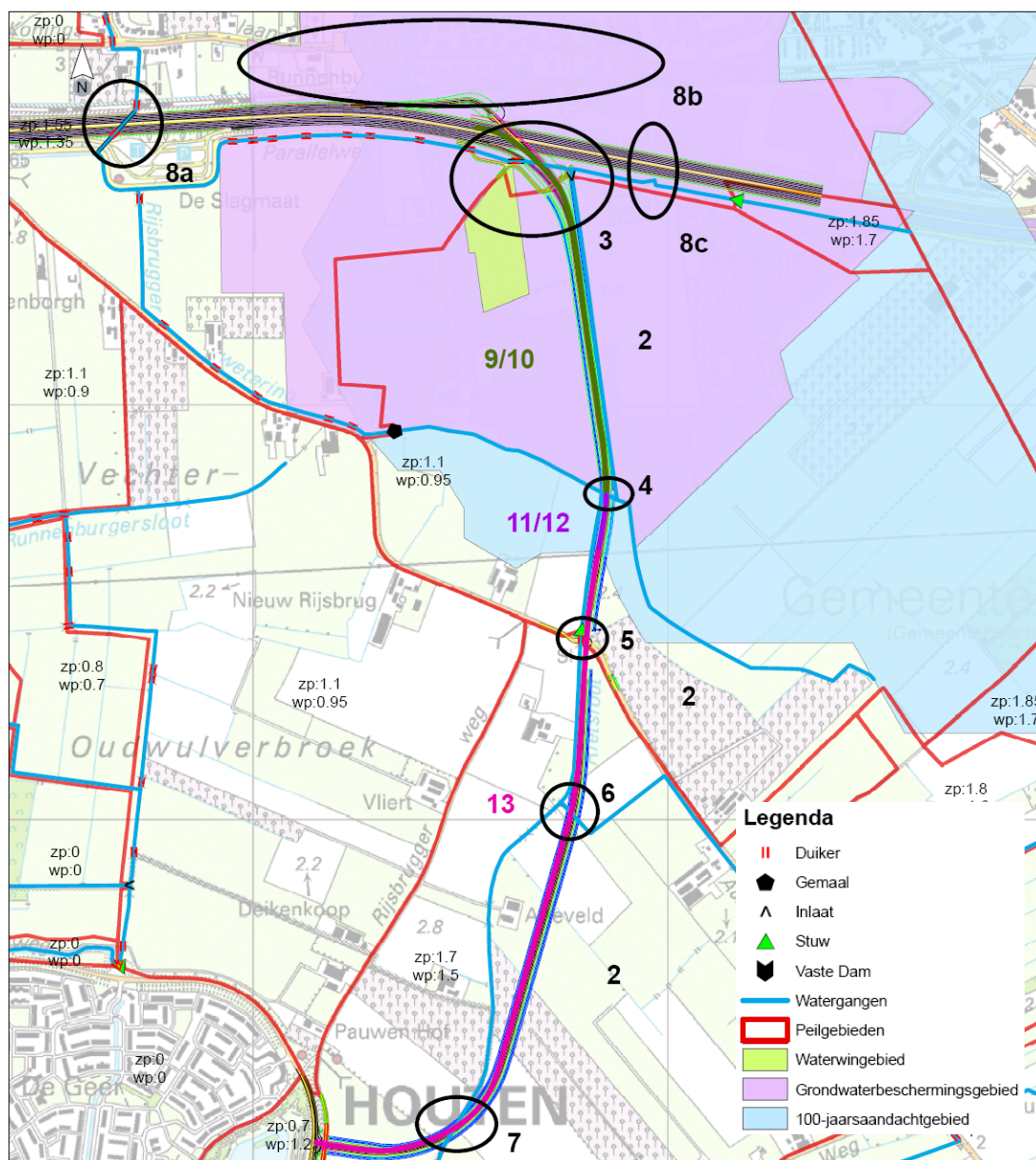
In de huidige situatie vormt de Rietsloot de hoofdwatgang voor het watersysteem ter hoogte van het studiegebied. Het voorgestelde wegtracé ligt deels oostelijk van de Rietsloot (zuidelijke deel) en valt deels vrijwel samen met de Rietsloot (noordelijke deel). In de nieuwe situatie dient de bestaande hoofdafvoer van water die nu plaatsvindt via de Rietsloot te worden hersteld. Aangezien in de huidige situatie al sprake is van problemen met de afvoer van water uit het gebied dient de afvoercapaciteit tevens te worden vergroot.

De hoofdwatgang in de nieuwe situatie kan worden gepland ten oosten of ten westen van het wegtracé. Door de watgang te plannen aan de westzijde kan de huidige vorm (en functie) van de Rietsloot behouden blijven. Vanuit het aspect ‘Cultuurhistorie’ vormt dit een belangrijk argument. Nadeel hierbij is dat de afvoersituatie aan de oostzijde er niet beter op wordt. Via de bestaande secundaire watergangen ten oosten van het tracé moet het water via duikers onder het wegtracé naar de westzijde, en vandaar in noordelijke/westelijke richting worden afgevoerd. Om bestaande wateroverlast op te lossen zullen de bestaande watergangen (waaronder de Rietsloot) moeten worden vergroot en ruime duikers worden aangelegd onder het wegtracé.

Gekozen is daarom voor de aanleg van een nieuwe hoofdwatgang ten oosten van het wegtracé. Door de huidige functie van de Rietsloot zoveel mogelijk ook te handhaven (als secundaire watgang) wordt extra afvoercapaciteit gerealiseerd (ook in zuidelijke richting, terwijl nu al het water in noordelijke richting wordt afgevoerd) en kunnen de cultuurhistorische elementen van de Rietsloot toch zoveel mogelijk behouden blijven.

Op grond hiervan is door de projectgroep besloten om dit als 'hoofdplossing' voor het watersysteem aan te houden en de hieruit voortkomende knelpunten te benoemen en op te lossen (zie figuur 5.1).

**Figuur 5.1** Overzicht knelpunten



De kwantitatieve wateropgaven resulteren in twee knelpunten:

**Knelpunt 1:** Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg.

**Knelpunt 2:** In huidige situatie bestaan problemen met de afvoer van water aan de oostzijde van de weg. Om deze problemen op te lossen wordt een nieuwe hoofdwatergang aangelegd aan de oostzijde van de weg.

De aanleg van de weg en de nieuwe hoofdwatgang levert bovendien een aantal lokale knelpunten op voortkomend uit de inpassing van de weg en de nieuwe hoofdwatgang.

**Knelpunt 3:** Situatie rond aansluiting op de A12

- De provinciale weg dient hier te worden aangesloten op de A12.
- Door de bocht in de op- en afrit naar de A12 zou een verbinding ter plaatse van de bestaande hoofdwatgang zeer lang moeten worden. HDSR eist dat de oost-west onderdoorgang onder het nieuwe wegtracé zuidelijker gepland wordt, zodat de afmetingen van de onderdoorgang minimaal zijn.

**Knelpunt 4:** Aansluiting nieuwe hoofdafwatering op bestaande hoofdafwatering

- Vanaf dit punt in zuidelijke richting komt de hoofdafwatering oostelijker van de bestaande hoofdafwatering (Rietsloot) te liggen.
- De oost-westverbinding van de bestaande watgang moet in stand worden gehouden.

**Knelpunt 5:** Kruising tussen twee peilgebieden

- Hier kruist de nieuwe watgang de grens tussen twee peilgebieden.

**Knelpunt 6:** Kruising hoofdwatgang met wegtracé

- Door de aanleg van een nieuwe hoofdwatgang langs de oostzijde van de weg hoeft de oost-westverbinding van de bestaande watgang hier niet in stand worden gehouden. Wel dient de bestaande hoofdwatgang ten oosten van het wegtracé te worden aangesloten op de nieuwe hoofdwatgang.

**Knelpunt 7:** Aansluiting nieuwe hoofdafwatering op bestaande hoofdafwatering

- Dit is het zuidelijkste punt waar de nieuwe hoofdwatgang weer aanhaakt op de bestaande hoofdwatgang.
- De oost-westverbinding van de bestaande watgang moet in stand worden gehouden.

HDSR heeft aangegeven als wens om, met het aanpassen van de waterhuishoudkundige situatie als gevolg van de aanleg van het nieuwe wegtracé, ook een aantal knelpunten op te lossen ten noorden van de A12 (spoorzone, Vrumona en woonwijk Bunnik Zuid-West). Deze knelpunten hebben geen relatie met de aanleg van de nieuwe weg. Het kan voordelen bieden om deze knelpunten tegelijkertijd met de uitvoering van het project A12salto aan te pakken.

**Knelpunt 8A:** Wateroverlast als gevolg van een te krappe duiker (westzijde)

**Knelpunt 8B:** Wateroverlast Vrumona en woonwijk Bunnik Zuid-West

**Knelpunt 8C:** Wateroverlast als gevolg van een te krappe duiker (oostzijde).

### 5.1.2 Schoon water; kwalitatieve wateropgaven

Het gebruik van de nieuwe provinciale weg heeft de afstroming (run-off) van verontreinigingen tot gevolg veroorzaakt door het wegverkeer, het beheer en onderhoud van de weg en bij calamiteiten. Vervuild wegwater mag niet direct worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Met betrekking tot de opvang van het afstromende wegwater is onderscheid gemaakt in:

- EIS: geen infiltratie in grondwaterbeschermingsgebied.
- In het grondwaterbeschermingsgebied mag geen run-off infiltreren naar het grondwater. Alle run-off moet worden opgevangen en worden gezuiverd in een geschikte voorziening.
- WENS: geen infiltratie in 100-jaarszone.
- In de 100-jaarszone met betrekking tot de waterwinning is het wenselijk dat de run-off niet infiltreert naar het grondwater.
- WENS: geen directe lozing wegwater.
- In overige gebieden mag de run-off van de weg niet ongezuiverd afstromen in het oppervlaktewater. Minimaal moet de run-off worden gefilterd, zoals een bodempassage of via infiltratie naar het grondwater. Het noordelijke peilvak (met daarin het grondwaterbeschermingsgebied) heeft namelijk een lager polderpeil dan het zuidelijke peilvak. Water uit het zuidelijke peilvak kan dus naar het noordelijke peilvak stromen en in het grondwaterbeschermingsgebied terecht komen.

Naast de hoeveelheid afstromend wegwater is ook de samenstelling van belang. Verschillen in samenstelling treden op als gevolg van de voorgaande droogweelperiode, verwaaiing, weersomstandigheden (chloride tijdens de winterperiode) en calamiteiten. Uit onderzoek blijkt dat verwaaiing een grote bijdrage levert aan de verspreiding van de verontreinigingen (deze verontreinigingen komen dus niet via wegwater tot afstroming).

Naast de verontreinigingen die veroorzaakt worden door het afstromende wegwater kan er grondwaterverontreiniging optreden door het gebruik van bestrijdingsmiddelen (bijvoorbeeld voor onkruidbestrijding) en vervuilde grond (bijvoorbeeld bij de aanleg van de weg).

De kwalitatieve wateropgaven leiden tot de volgende knelpunten:

**Knelpunt 9:** Risico op verontreiniging van het grondwaterbeschermingsgebied door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Geen infiltratie in het grondwaterbeschermingsgebied.

**Knelpunt 10:** Risico op grondwaterverontreiniging in het grondwaterbeschermingsgebied veroorzaakt door andere bronnen (zoals bestrijdingsmiddelen, toepassing vervuilde grond) dan het vervuilde wegwater.

**Knelpunt 11:** Risico op verontreiniging in de 100-jaarszone door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Bij voorkeur geen infiltratie in de 100-jaarszone.

**Knelpunt 12:** Risico op grondwaterverontreiniging in de 100-jaarszone veroorzaakt door andere bronnen (zoals bestrijdingsmiddelen, vervuilde grond) dan het vervuilde wegwater.

**Knelpunt 13:** Risico op verontreiniging door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Run-off mag niet ongezuiverd afstromen naar oppervlaktewater.



### 5.1.3 Ruimtelijke afstemming

#### **Relatie met winning Bunnik (Vitens)**

In de bocht van de oprit naar de provinciale weg kruist het wegtracé net het waterwingebied (**knelpunt 3**).

#### **Relatie met overige ruimtelijke functies**

Naast het invullen van de, doorgaans technische, oplossingen willen we juist iets creëren wat duurzaam is en wat ons bewuster maakt van de kwaliteit in onze (woon)omgeving. De nieuwe provinciale weg moet landschappelijk ingepast worden waarbij we ons uitdagingen stellen in het verhogen van de beleving, meervoudig ruimtegebruik en het combineren van functies. In ontwerp van de weg kan bijvoorbeeld door het meenemen van een windscherm of het kiezen van geschikte beplanting, de verwaaiing worden verminderd en worden tegengegaan.

Naast de inpassing van de weg zelf denken we ook aan de ligging van de nieuwe hoofdwatgang, de kruisingen met het watersysteem en het wel of niet aanleggen van natuurvriendelijke oevers. De voorkeur gaat uit naar het zoveel mogelijk gebruik maken van de bestaande natuurlijke processen en locatiekarakteristieken.

De knelpunten die optreden op het gebied van landbouw zijn knelpunten die zich richten op voldoende aan- en afvoermogelijkheden van water. Een sedumkwekerij aan de westzijde van de Rietsloot is afhankelijk van wateraanvoer. De knelpunten die hierdoor optreden zijn van hydraulische aard en worden beschreven bij de kwantitatieve wateropgaven.

Op het gebied van natuur zijn er vanuit “water” geen knelpunten. Natuurgebieden liggen op grote afstand. De ecologische verbindingzones zijn noord-zuid georiënteerd en kruisen niet met het wegtracé. Wel bestaat de wens om het watersysteem natuurvriendelijker in te richten (**knelpunt 14**).

Op het gebied van archeologie zijn er geen knelpunten vanuit ‘water’. In het MER is omschreven dat het wegtracé een omvangrijk terrein van hoge archeologische waarde doorsnijdt. Dit aspect is in het kader van het MER beoordeeld. Vanuit water geredeneerd zou wat betreft het aspect archeologie een probleem kunnen ontstaan als peilveranderingen worden doorgevoerd (conservering aardkundige waarden). Dit is niet het geval. Het huidige peilbeheer blijft gehandhaafd. Om de bestaande grondwaterpeilen maximaal te garanderen is het vanuit archeologie wel wenselijk om zoveel mogelijk water vanaf de weg ook ter plaatse weer te infiltreren. Ook de locatie van de vergravingen (watergangen, greppels, infiltratievijvers) is een aspect bij de beoordeling van de varianten om rekening mee te houden wat betreft archeologie, maar vormt geen ‘knelpunt’.

In tabel 5.1 wordt een overzicht gegeven van de beschreven knelpunten

Tabel 5.1 Overzicht van de knelpunten

	nr	Knelpunt
<b>Eisen (wettelijk kader)</b>		
<b>Waterkwantiteit</b>		
Hydraulisch (HDSR)	1	Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg.
	2	In huidige situatie bestaan problemen met de afvoer van water aan de oostzijde van de weg. Om deze problemen op te lossen wordt een nieuwe hoofdwatgang aangelegd aan de oostzijde van de weg.
	3 t/m 7	Veel extra kruisingen van watergangen en wegen.
<b>Waterkwaliteit</b>		
Drinkwaterwinning (Vitens)	9	Risico op verontreiniging van het grondwaterbeschermingsgebied door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Geen infiltratie in het grondwaterbeschermingsgebied.
	10	Risico op grondwaterverontreiniging in het grondwaterbeschermingsgebied veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater (bestrijdingsmiddelen, verontreinigde grond).
<b>Ruimtelijke inpassing</b>		
Drinkwaterwinning (Vitens)	3	In de bocht van de oprit naar de provinciale weg kruist het wegtracé net het waterwingebied.
Landbouw		Zie hydraulisch.
Natuur		Geen knelpunten op het gebied van "water".
Archeologie		Geen knelpunten op het gebied van "water".
<b>Wensen</b>		
<b>Waterkwantiteit</b>		
Hydraulisch (HDSR)	8	Oplossing van bestaande waterhuishoudkundige problemen ten noorden van de A12.
<b>Waterkwaliteit</b>		
Drinkwaterwinning (Vitens)	11	Risico op verontreiniging in de 100-jaarszone door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Bij voorkeur geen infiltratie in de 100-jaarszone.
	12	Risico op grondwaterverontreiniging in de 100-jaarszone veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater.
	13	Risico op verontreiniging door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Run-off mag niet ongezuiverd afstromen.
<b>Ruimtelijke inpassing</b>		
Landbouw		Zie hydraulisch.
Natuur	14	Te weinig natuurvriendelijke inrichting watersysteem.
Archeologie		Geen knelpunten op het gebied van "water".

## 5.2 Oplossingsrichtingen

Voor de hiervoor beschreven knelpunten worden in deze paragraaf mogelijke oplossingsrichtingen aangegeven.

### 5.2.1 Waterkwantiteit

**Knelpunt 1:** Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg.

- Door de aanleg van de nieuwe weg tussen de randweg van Houten en de rijksweg A12 neemt het verhard oppervlak toe. De versnelde afvoer van regenwater van de weg die hierdoor veroorzaakt wordt moet worden voorkomen door de aanleg van extra waterberging.

**Knelpunt 2:** In huidige situatie bestaan problemen met de afvoer van water aan de oostzijde van de weg.

- Door HDSR is voorgesteld om de afvoer via Rietsloot te ontlasten en een nieuwe hoofdwatgang aan te leggen aan de oostzijde van de voorgestelde provinciale weg A12 salto. Door ook de bestaande functie van de Rietsloot zoveel mogelijk te handhaven wordt netto extra afvoercapaciteit gerealiseerd.

**Knelpunt 3:** Situatie rond aansluiting op de A12

- Ter plaatse van de A12 ligt de weg in een vloeistofdichte bakconstructie. De provinciale weg moet hier op aansluiten.
- HDSR eist dat de oost-west onderdoorgang onder het nieuwe wegtracé zuidelijker gepland wordt, zodat de afmetingen van de duiker minimaal zijn. Hiertoe moet de begrenzing van het peilgebied worden aangepast en de hoofdwatgang deels worden verlegd.

**Knelpunt 4:** Aansluiting nieuwe hoofdafwatering op bestaande hoofdafwatering

- Er moet een aansluiting van bestaande op nieuwe hoofdwatgang worden gerealiseerd.
- Via een duiker moet de oost-westverbinding van de bestaande watgang in stand worden gehouden (haakse kruising duiker met wegtracé).

**Knelpunt 5:** Kruising tussen twee peilgebieden

- Hier dient een stuw te worden aangelegd (vergelijkbaar met de bestaande stuw in de Rietsloot) om de twee peilgebieden met elkaar te verbinden.

**Knelpunt 6:** Kruising hoofdwatgang met wegtracé

- De bestaande oost-westverbinding in het hoofdwatersysteem (het deel dat kruist met het wegtracé) kan worden gedempt, aangezien ten oosten van het wegtracé een nieuwe hoofdwatgang wordt aangelegd. Wel dient het bestaande hoofdwatersysteem ten oosten van de weg op een goede wijze te worden aangesloten op het nieuwe hoofdwatersysteem.

### **Knelpunt 7: Aansluiting nieuwe hoofdafwatering op bestaande hoofdwatering**

- Hier moet een aansluiting van de bestaande op de nieuwe hoofdwaterring worden gerealiseerd.
- Via een duiker moet de oost-westverbinding van de bestaande waterring in stand worden gehouden (haakse kruising duiker met wegtracé).

Navolgende knelpunten en bijbehorende oplossingen hebben geen directe relatie met het wegontwerp. De oplossingen zijn als wens door HDSR aangedragen om zonedig mee te nemen bij de uitvoering van de werkzaamheden. Mogelijk kan door HDSR met deze maatregelen worden aangesloten bij de uitvoeringswerkzaamheden voor A12salto:

#### **Knelpunt 8A: Wateroverlast als gevolg van een te krappe duiker (westzijde)**

- Vervangen bestaande duiker onder de A12 om wateroverlast door te krappe duiker op te lossen.

#### **Knelpunt 8B: Wateroverlast Vrumona en woonwijk Bunnik Zuid-West**

- Hier ligt nu geen hoofdwaterring. Door aanleg van een hoofdwaterring langs de noordzijde van de spoorlijn Utrecht – Arnhem wordt de bestaande afvoersituatie verbeterd.

#### **Knelpunt 8C: Wateroverlast als gevolg van een te krappe duiker (oostzijde)**

- Vervangen bestaande duiker onder de A12 bij fietsbrug om wateroverlast door te krappe duiker op te lossen.

## 5.2.2 Waterkwaliteit

### **Knelpunt 9, 11 en 13**

Op basis van de watersysteemanalyse en het 1e tussenoverleg d.d. 2 juli 2009 is voor de knelpunten 9, 11 en 13 een aantal oplossingsrichtingen bepaald. De oplossingsrichtingen kunnen onderscheiden worden naar oplossingen binnen en buiten het grondwaterbeschermingsgebied.

Binnen het grondwaterbeschermingsgebied geldt de eis van absolute opvang. Het afstromende wegwater zal opgevangen en afgevoerd moeten worden. Het tracé in het grondwaterbeschermingsgebied loopt van noord (hoog) naar zuid (laag). De natuurlijke afvoerrichting van de weg zal dus het gebied uit zijn. Dit is gunstig omdat met behulp van natuurlijk verval het water uit het grondwaterbeschermingsgebied kan worden gebracht. Voor het afvoeren en verwerken van het afstromende wegwater zijn tijdens het tussenoverleg vier oplossingsrichtingen gekozen.

Buiten het grondwaterbeschermingsgebied moet versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg (toename verhard oppervlak) worden voorkomen door aanleg van waterberging. Bovendien mag vervuild water vanaf de weg niet rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd worden, maar via een berm of zuiverende voorziening. Door de bodempassage die optreedt door het toepassen van een infiltratievoorziening, nemen de concentraties van de verontreinigingen af (zie kader). Voor het opvangen en infiltreren van het afstromende wegwater zijn tijdens het tussenoverleg drie oplossingsrichtingen gekozen. De gekozen oplossingsrichtingen zijn nader beschreven in bijlage 1.

**Knelpunt 10:** Risico op grondwaterverontreiniging in het grondwaterbeschermingsgebied veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater.

- Verhardingen vloeistofkerend verhard.
- Totaalverbod gebruik bestrijdingsmiddelen in waterwingebied.
- Verbod op het gebruik van bepaalde middelen (bovenop landelijke regelgeving in het grondwaterbeschermingsgebied).
- De toe te passen grond in het grondwaterbeschermingsgebied voldoet bij voorkeur aan Achtergrondwaarde, maar tenminste aan het PMV Besluit licht verontreinigde grond.

**Knelpunt 12:** Risico op grondwaterverontreiniging in de 100-jaarszone veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater.

- Verhardingen vloeistofkerend verhard.
- Geen gebruik van bestrijdingsmiddelen in de 100-jaarszone.
- In de 100-jaarszone bij voorkeur schone grond (achtergrondwaarde) toepassen of grond die voldoet aan het PMV Besluit licht verontreinigde grond.

#### **Infiltratievoorzieningen**

In de hiervoor genoemde, en in bijlage 1 uitgewerkte, oplossingsrichtingen wordt gesproken over infiltratievoorzieningen. Voor de aanleg van infiltratievoorzieningen komen verschillende oplossingen in aanmerking. Een overzicht hiervan en een nadere toelichting hierop is te vinden in bijlage 2.

Voor het aanleggen van een infiltratievoorziening is het van belang om rekening te houden met de ruimtelijke eigenschappen van het systeem. Het plangebied is een oud rivierengebied. Dat wil zeggen dat hoge zandruggen worden afgewisseld met lager gelegen kleikommen. Niet elk gebied is daardoor even geschikt als plek voor infiltratie. Kleikommen met zware klei zullen niet geschikt zijn om water te infiltreren naar de ondergrond. Zandruggen daarentegen zijn wel geschikt. Het nadeel van deze locaties is dat ze hoger gelegen zijn en dat het run-off water verpompt moet worden om de infiltratievoorziening te bereiken. Door groundbewerking kan de doorlatendheid van de ondergrond zoveel mogelijk worden verbeterd. Ook overdimensionering kan hierbij helpen, maar dit betekent wel een groter ruimtebeslag. Hieronder wordt een aantal handvatten gegeven voor de uiteindelijke selectie van geschikte gebieden voor het aanleggen van een infiltratieveld.

- Doorlatendheid (k-waarde) groter dan 50 cm/dag
- Bodemsoort (lieft zandgrond, zeker geen zware klei)
- Alleen in infiltratie of intermediair gebied, niet in kwel gebieden
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand dieper dan 70 cm beneden maaiveld
- Grondwatertrappen IV, VI of VII (bodemkaart met de STIBOKA indeling in grondwatertrappen)

Bij de uitwerking van het ontwerp is nader gekeken naar geschikte locaties voor de aanleg van een infiltratievoorziening (zie de hoofdstukken 6, 7 en 8).

### 5.2.3 Ruimtelijke inpassing

#### **Knelpunt 3:** wegtracé kruist net het waterwingebied van de winning Bunnik (Vitens)

- De begrenzing van het waterwingebied zal hier op worden aangepast, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de criteria voor de definitie van een waterwingebied (afstandscriterium en/of 60 dagencriterium). Vitens, de provincie Utrecht en de gemeente Bunnik zijn hierover in gesprek.

#### **Knelpunt 14:** Te weinig natuurvriendelijke inrichting van het watersysteem

- Aanleg natuurvriendelijke oevers langs de hoofdwatergang.

### 5.2.4 Resumé

In tabel 5.2 is een overzicht gegeven van de knelpunten en de daarbij horende oplossingsrichtingen.

**Tabel 5.2 Knelpunten en oplossingsrichtingen**

	nr	Knelpunt	Oplossing
<b>Eisen (wettelijk kader)</b>			
<b>Waterkwantiteit</b>			
Hydraulisch (HDSR)	1	Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg.	Aanleg waterberging.
	2	In huidige situatie bestaan problemen met de afvoer van water aan de oostzijde van de weg.	Aanleg nieuwe hoofdwatergang langs provinciale weg.
	3 t/m 7	Veel extra kruisingen van watergangen en wegen.	Duikers aanleggen dwars op de weg.
<b>Waterkwaliteit</b>			
Drinkwaterwinning (Vitens)	9	Risico op verontreiniging van het grondwaterbeschermingsgebied door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Geen infiltratie in het grondwaterbeschermingsgebied.	Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten het gwbg. Afvoer naar RWZI. Afvoer naar watergang in kleidek.
	10	Risico op grondwaterverontreiniging in het grondwaterbeschermingsgebied veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater.	Verharding vloeistofkerend verhardten. Totaalverbod gebruik bestrijdingsmiddelen in waterwingebied. Verbod gebruik bepaalde middelen (bovenop landelijke regelgeving) in GWB-gebied. Toe te passen grond in GWB-gebied liefst schone grond (achtergrondwaarde), voldoet minstens aan PMV Besluit licht verontreinigde grond.

**Tabel 5.2 Knelpunten en oplossingsrichtingen (vervolg)**

	nr	Knelpunt	Oplossing
<b>Ruimtelijke inpassing</b>			
Drinkwaterwinning (Vitens)	3	In de bocht van de oprit naar de provinciale weg kruist het wegtracé net het waterwingebied.	De begrenzing van het waterwingebied wordt aangepast, zonder dat afbreuk wordt gedaan aan de criteria voor de definitie van een waterwingebied. Vitens, de provincie Utrecht en de gemeente Bunnik zijn hierover in gesprek.
Landbouw		Zie hydraulisch.	
Natuur		Geen knelpunten op het gebied van "water".	
Archeologie		Geen knelpunten op het gebied van "water".	
<b>Wensen</b>			
<b>Waterkwantiteit</b>			
Hydraulisch (HDSR)	8	Oplossing van bestaande waterhuishoudkundige problemen ten noorden van de A12.	vervangen van duikers en nieuwe hoofdwatgang.
<b>Waterkwaliteit</b>			
Drinkwaterwinning (Vitens)	11	Risico op verontreiniging in de 100-jaarszone door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Bij voorkeur geen infiltratie in de 100-jaarszone.	Afvoer naar sloot via berm. Afvoer naar infiltratievoorziening(en).
	12	Risico op grondwaterverontreiniging in de 100-jaarszone veroorzaakt door andere bronnen dan het vervuilde wegwater.	Verharding vloeistofkerend verhardten. Afvoeren run-off tot buiten de 100-jaarszone. Geen gebruik van bestrijdingsmiddelen in de 100-jaarszone. Toe te passen grond in GWB-gebied liefst schone grond (achtergrondwaarde), voldoet minstens aan PMV Besluit licht verontreinigde grond.
	13	Risico op verontreiniging door afstroming van vervuild wegwater naar de watergangen. Run-off mag niet ongezuiverd afstromen.	Afvoer naar sloot via berm. Afvoer naar infiltratievoorziening(en). Afvoer naar RWZI.
<b>Ruimtelijke inpassing</b>			
Landbouw		Zie hydraulisch.	
Natuur	14	Te weinig natuurvriendelijke inrichting watersysteem.	Aanleg natuurvriendelijke oevers langs hoofdwatgang.
Archeologie		Geen knelpunten op het gebied van "water".	





## 6 GLOBALE UITWERKING

In dit hoofdstuk worden de verschillende oplossingsrichtingen globaal uitgewerkt. De oplossingsrichtingen behorende bij de knelpunten 9, 11 en 13 zullen het breedst uitgewerkt worden omdat de keuze voor een oplossing voor deze knelpunten het meest bepalend is voor de inrichting van het watersysteem. Wat betreft de uitwerking van de verschillende oplossingsrichtingen wordt verwezen naar de overzichtskaart met het globale ontwerp van de voorkeursvariant (losbladig, achterin rapportage).

### 6.1 Waterkwantiteit

**Knelpunt 1:** Creëren berging voor versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg. Door de aanleg van de weg neemt het verharde oppervlak toe, wat leidt tot versnelde afvoer.

In het “Handboek watertoets, werkwijze en toetsingkader voor de watertoets” van het hoogheemraadschap Stichtse Rijnlanden is aangegeven dat:

*“De bestaande open waterberging mag niet afnemen (stand still beginsel). Wanneer sprake is van een toename van de verharding moet de open waterberging binnen het gebied worden uitgebreid (berging) om de afvoerpiek op te kunnen vangen, tenzij infiltratie mogelijk is (vasthouden). De hiervoor benodigde extra oppervlakte open waterberging bedraagt tenminste 10% van de oppervlakte toegenomen verharding. In veenweide gebieden kan die oplopen tot meer dan 20% van de oppervlakte. Er mag geen afwenteling van afvoerpieken naar benedenstrooms gelegen gebieden plaatsvinden.”*

In tabel 6.1 is de toename van het verharde oppervlak aangegeven per wegtraject.

**Tabel 6.1 Lengte en verhard oppervlak per peilvak**

		Lengte (meter)	Verhard oppervlak (m <sup>2</sup> )
Peilvak Noord	Totaal, waarvan in	1275	9563
	* grondwaterbeschermingsgebied	922	6915
	* 100 jaars-zone	137	1028
	* overig gebied	216	1620
Peilvak Zuid		1595	11963
Totaal		2870	21525

Voor het totale oppervlak moet minimaal 10% open-waterberging worden aangelegd als compensatiemaatregel. Dit betekent dat minimaal 2150 m<sup>2</sup> extra open water berging moet worden gerealiseerd ten opzichte van de huidige situatie. Aangezien bij de oplossingsrichtingen (zie knelpunt 2) ook wordt uitgegaan van infiltratievoorzieningen zal een deel van de benodigde waterberging al gerealiseerd worden in deze infiltratievoorzieningen. De benodigde extra open-waterberging zal dan ook in de praktijk kleiner zijn dan 2150 m<sup>2</sup>.

Met het oog op de reeds bestaande wateroverlastproblematiek ten oosten van het wegtracé is door HDSR gekozen voor de aanleg van een compleet nieuwe hoofdwatgang ten oosten van de aan te leggen weg. Het bestaande hoofdwatersysteem wordt daarbij zoveel mogelijk gehandhaafd. Door de aanleg van deze nieuwe watgang wordt ruimschoots voldaan aan de (wettelijk vereiste) hoeveelheid extra waterberging. Het uitvoeren van een specifieke berekening voor de compensatie van verhard oppervlak is volgens HDSR dan ook niet nodig. De dimensies van de watgangen en kunstwerken die samenhangen met de aanpassingen aan het hydraulische systeem zijn aangeleverd door HDSR.

**Knelpunt 2:** Aanleg hoofdwatgang om de huidige problemen met de afvoer van water aan de oostzijde van de weg op te lossen.

Door het aanleggen van een nieuwe hoofdwatgang zal de afvoer verbeteren. De hoofdwatgang zal aan de oostkant van het geplande wegtracé worden aangelegd (zie paragraaf 5.1.1). Het kader voor de berekening van de afmetingen wordt gevormd door de hydraulische randvoorwaarden en de wateropgave uit Watergebiedsplan Groenraven Oost Maartensdijk. Omdat de afmetingen van de hoofdwatgang afhangen van het gehele watersysteem zijn de afmetingen door HDSR bepaald. De minimale afmetingen zijn aangegeven in het Handboek Watertoets. Voor hoofdwatgangen is het minimum profiel een bodembreedte van 1,5 meter, een talud van 1:2 voor zand en 1:1,5 voor klei en een aanlegdiepte van 1,2 meter. Tevens moet de nieuwe hoofdwatgang zo worden aangelegd dat de maximale stroomsnelheid 0,3 m/s is en het maximale verhang 0,03 meter/km is.

**Knelpunt 3, 4, 7 (en 8a en 8c):** Aanleg duikers

Doordat de weg verschillende watgangen kruist, moeten er op een aantal locaties duikers aangelegd worden om de verbindingen tussen de watgangen in stand te houden. Deze duikers moeten via de kortst mogelijke route onder de weg worden aangelegd, dwars op de weg. Zo nodig moet de watgang verlegd worden om een haakse kruising met de weg te realiseren. De diameters van de benodigde duikers worden door HDSR bepaald. De minimale afmetingen voor duikers zijn aangegeven in het Handboek Watertoets. Voor hoofdwatgangen is het minimum profiel van een duiker  $\varnothing$  800mm. De maximale lengte van een duiker mag 20 meter zijn, anders moeten aanvullende voorzieningen worden getroffen zoals doorspuitputten of grotere diameters. De voorgestelde dimensies van de duikers per knelpunt zijn te vinden in de losbladige overzichtskaart met maatregelen.

Zoals eerder al aangegeven heeft de aanleg van de duikers ter plaatse van de knelpunten 8a en 8c geen directe relatie met de aanleg van de weg. Mogelijk wil HDSR met het oplossen van deze knelpunten aansluiten bij de werkzaamheden in het kader van de aanleg van het wegtracé (werk met werk maken).

**Knelpunt 6:** Dempen en verleggen hoofdwatgang

De bestaande oost-westverbinding wat betreft hoofdwatersysteem kan worden opgeheven. Dat betekent dat de bestaande watgang over een lengte van circa 100 meter wordt gedempt. De bestaande hoofdwatgang langs de Achterdijk wordt aangesloten op de nieuwe hoofdwatgang. Dit komt neer op het doortrekken van de bestaande watgang over een lengte van circa 50 meter.

### **Knelpunt 5: Aanleg stuw**

Tussen het noordelijke peilvak en het zuidelijke peilvak moet een stuw worden geplaatst in de nieuwe hoofdwatgang als peilscheiding. De ontwerpgrondslagen voor stuwen zijn aangegeven in het Handboek Watertoets. Het maximale stuwpeil is 0,3 meter boven het planpeil bij 100% afvoer. De stortbedbreedte is 15x de dikte van de overstortstraal bij 50% van de maatgevende afvoer. De stuw moet met peilschalen en onderhoudsarm worden ingericht. Ter bescherming van de stuw tegen vandalisme wordt de stuw bij voorkeur op een afgeschermd locatie geplaatst.

### **Knelpunt 8b: Aanleg van een nieuwe hoofdwatgang ten noorden van de A12**

Zoals eerder aangegeven heeft dit knelpunt geen relatie met de nieuwe weg. Mogelijk wil HDSR met het oplossen van dit knelpunten aansluiten bij de werkzaamheden in het kader van de aanleg van het wegtracé (werk met werk maken).

## **6.2 Waterkwaliteit**

### **6.2.1 Algemeen**

De genoemde oplossingen voor **knelpunt 10 en 12**, het risico op grondwaterverontreiniging in het grondwaterbeschermingsgebied en de 100-jaarszone, zullen toegepast moeten worden in de praktijk. Bij de aanleg van de weg zal de kwaliteit van de toe te passen grond moeten voldoen aan het PMV besluit hierover. De weg zal met een vloeistofkerende verharding aangelegd moeten worden en er mogen bij het onderhoud geen bestrijdingsmiddelen gebruikt worden. Deze drie punten zijn momenteel al het beleid van de provincie. De provincie zal het beheer over de weg hebben en het onderhoud (laten) uitvoeren. Er worden dus geen problemen verwacht op dit punt.

### **Knelpunt 9, 11 en 13: De afvoer van het afstromende wegwater.**

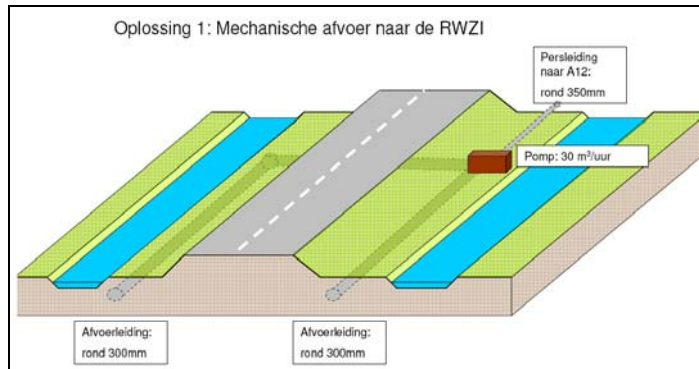
De in hoofdstuk 5 beschreven oplossingsrichtingen voor de knelpunten 9, 11 en 13 worden hier verder uitgewerkt. De uitwerking geeft een indicatie van de afmetingen van de verschillende onderdelen, zodat in hoofdstuk 7, onder ander op basis van deze afmetingen, een afweging tussen de verschillende oplossingsrichtingen kan worden gemaakt. Bij de berekeningen/uitwerking is rekening gehouden met een aantal uitgangspunten. Dit is beschreven in bijlage 3. De berekeningsresultaten zijn verwerkt in de globale uitwerkingen per oplossingsrichting. Deze globale uitwerkingen zijn weergegeven in bijlage 4 en in verkorte vorm in paragraaf 6.2.2.

## 6.2.2 Globale uitwerking per oplossingsrichting knelpunten 9, 11 en 13

### Oplossingen binnen het grondwaterbeschermingsgebied

#### Oplossing 1: Mechanische afvoer naar RWZI

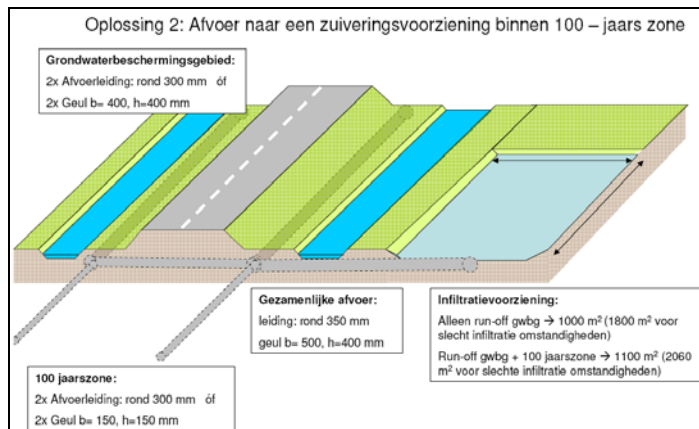
Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt voor de zuivering afgevoerd naar de RWZI. De RWZI moet voldoende capaciteit hebben om het afstromende wegwater te zuiveren, inclusief het verwachte aantal vervuilingseenheden.



Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt opgevangen in een leiding aan beide zijden van de weg. Onder vrij verval stroomt het water hierin naar het laagste punt, aan de zuidkant van het grondwaterbeschermingsgebied. Vanaf het laagste punt wordt het water via een persleiding opgepompt naar de A12 om daar aan te takken op de afvoer van de A12. Ook kan ervoor gekozen worden om het water rechtstreeks naar de RWZI af te voeren.

#### Oplossing 2: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening binnen de 100-jaarszone

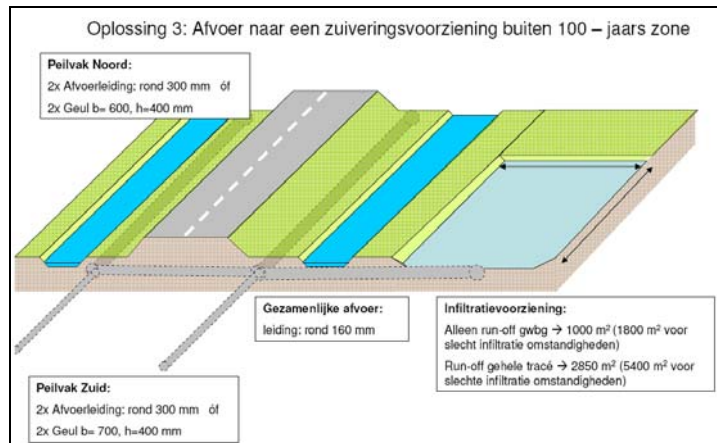
Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. De voorziening ligt buiten het grondwaterbeschermingsgebied maar binnen de 100-jaarszone, zodat het water afgevoerd kan worden onder vrij verval.



Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater moet opgevangen worden in gesloten leidingen of betonnen geulen aan beide kanten van de weg, en vervolgens naar de infiltratievoorziening worden gebracht. Afhankelijk van de ligging van de infiltratievoorziening is het wellicht noodzakelijk dat het water verpompt moet worden om de infiltratievoorziening te bereiken of dat grotere diameter gekozen dienen te worden.

### Oplossing 3: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten de 100-jaarszone

Het in het grondwater-beschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. Deze voorziening ligt buiten de 100-jaarszone, om instroming van het geïnfiltreerde water in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen.

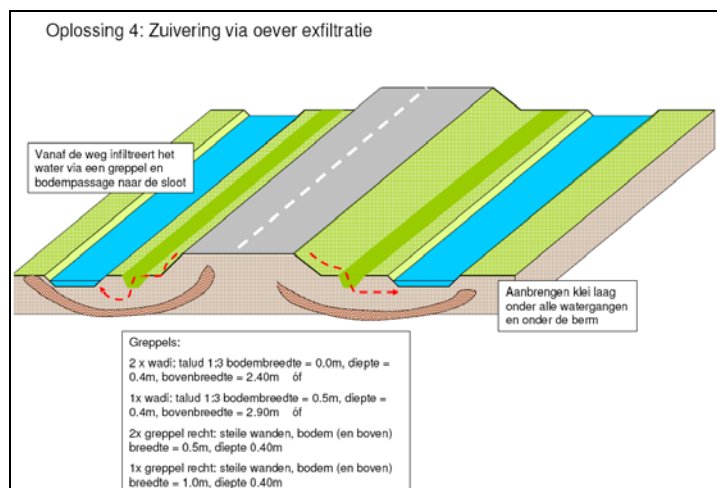


Om het afstromende wegwater in de infiltratievoorziening te krijgen, moet het opgevangen worden en via gesloten leidingen of open geulen naar de infiltratievoorziening worden geleid. De leidingen of geulen worden aan beide kanten van de weg aangelegd. De exacte lengte van de leidingen hangt af van de ligging van de centrale infiltratievoorziening.

De infiltratievoorziening wordt bij voorkeur zo aangelegd dat het afstromende wegwater er onder vrij verval naar toe kan stromen. De infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone om instroming van geïnfiltrerd wegwater in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen. Ook moet de locatie geschikt zijn voor wat betreft bodemtype en grondwaterstanden. De locaties die onder vrij verval bereikbaar zijn, zijn vaak locaties met zware klei, en dus niet geschikt voor infiltratie.

### Oplossing 4: Zuivering via oever-exfiltratie

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage. Deze bodempassage vindt plaats in de oever van een al bestaande watergang of in de oever van een nieuw aan te leggen watergang. Na de bodempassage exfiltreert het water in de watergang en zo dus in het oppervlaktewater systeem.



Om er voor te zorgen dat dit water niet infiltreert in de grondwaterbeschermingszone, moet de watergang waarin het water exfiltreert, en alle watergangen binnen het grondwaterbeschermingsgebied die in verbinding staan met deze watergang, bekleed worden met klei of een folie. Het afstromende water moet geborgen kunnen worden op de oever, het mag niet rechtstreeks het oppervlaktewater instromen.

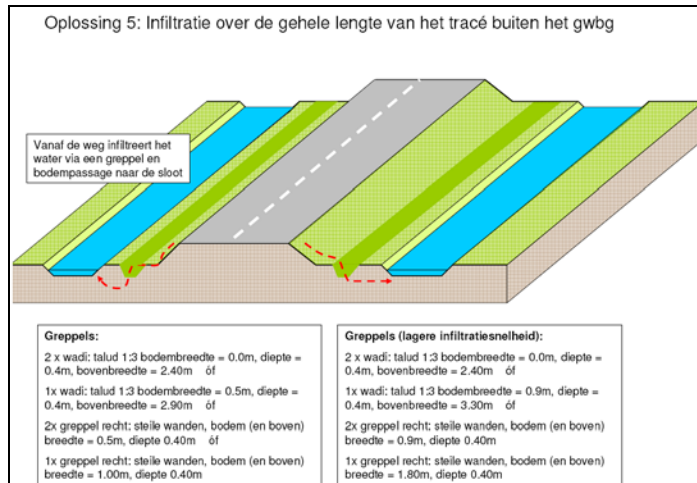
## Oplossingen buiten het grondwaterbeschermingsgebied

### Oplossing 5: Infiltratie over de gehele lengte van het tracé (buiten gwbg)

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd door een bodempassage in een infiltratievoorziening gelegen langs de hele lengte van het tracé buiten het grondwaterbeschermingsgebied. De infiltratievoorziening wordt ofwel aan beide kanten van de weg aangelegd, ofwel slechts aan een zijde.

In bochten zal het water over het algemeen naar één kant van de weg afstromen door de schuine ligging van de weg in bochten

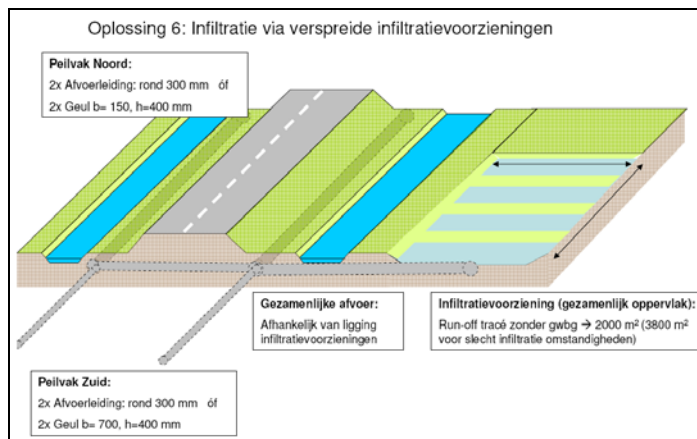
De afmetingen van de infiltratievoorziening zullen in bochten hier dus op aangepast moeten worden. Langs het tracé van de weg moet in de berm voldoende ruimte aanwezig zijn voor de infiltratievoorziening. Als de bodem niet geschikt is voor infiltratie moet er bodemverbetering toegepast worden.



### Oplossing 6: Infiltratie via verspreide infiltratievoorzieningen

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd met een bodempassage door gebruik te maken van infiltratievoorzieningen. Er wordt een aantal voorzieningen gebruikt op verschillende locaties.

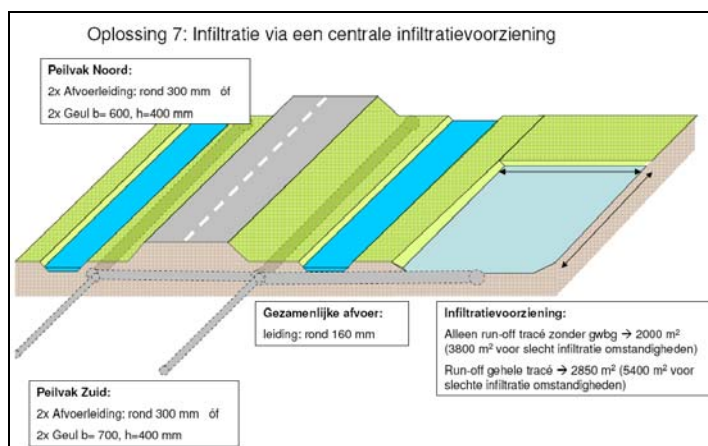
Het afstromende water moet natuurlijk naar de verschillende infiltratievoorzieningen worden getransporteerd. Bij voorkeur gebeurt dit onder vrij verval.



Wanneer dit niet mogelijk is zal het water naar de infiltratievoorziening gebracht moeten worden door middel van verpompen. De infiltratievoorzieningen moeten worden aangelegd op plekken die het meest geschikt zijn voor infiltratie gebaseerd om bodemopbouw en grondwaterstanden.

## Oplossing 7: Infiltratie via centrale infiltratievoorziening

Het buiten het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. Deze voorziening ligt buiten de 100-jaarszone, om instroming van het geïnfiltreerde water in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen.



De ligging van de infiltratievoorziening bepaald voor een groot gedeelte de lengte van de leidingen of geulen die nodig zijn. De infiltratievoorziening wordt bij voorkeur zo aangelegd dat het afstromende wegwater er onder vrij verval naar toe kan stromen. De infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone om instroming van geïnfiltriseerd wegwater in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen. Ook moet de locatie geschikt zijn voor wat betreft bodemtype en grondwaterstanden.

### 6.3 Ruimtelijke inpassing

#### **Knelpunt 13:** Aanleg van natuurvriendelijke oevers

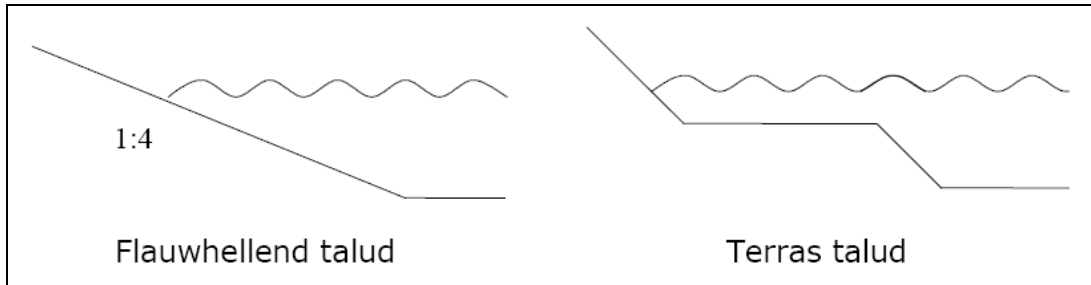
Door de aanleg van natuurvriendelijke oevers gelijk mee te nemen bij de aanleg van de nieuwe hoofdwatergang, kan er op relatief makkelijke manier iets gedaan worden aan het probleem dat het watersysteem niet natuurvriendelijk genoeg is. HDSR wil graag aan één kant van de nieuwe hoofdwatergang natuurvriendelijke oevers. Het aanleggen van natuurvriendelijke oevers wordt meegenomen bij het onderzoek gericht op de landschappelijke inpassing van het tracé.

In de Uitvoeringsregeling HDSR 'Aanleg en onderhoud natuurvriendelijke oevers en open water Oude Rijngebied' [13] zijn richtlijnen opgenomen voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers inclusies beheersvoorschriften.

Natuurvriendelijke oevers kunnen op twee manieren worden aangelegd, door middel van een terrastalud of een flauwe helling. Ook is het goed mogelijk en zelfs gewenst om beide typen oevers te combineren. Daarbij zijn kleine variaties in breedte, diepte en helling ook gewenst. Dit levert een grotere verscheidenheid aan leefmilieus op voor de flora en fauna.

Een oever met een flauwhellend talud heeft een hellingspercentage van minimaal 1:4. Een terrastalud wordt 10-30 cm onder het zomerwaterpeil aangelegd. Een verhang van 1:4 is voldoende flauw om de stabiliteit van de oever te kunnen garanderen en om de flora en fauna betere mogelijkheden te geven om zich te ontplooien.

Bij gebrek aan ruimte om een dergelijk talud aan te leggen kan voor een natuurvriendelijke oever met een terrastalud worden gekozen. Hierbij kan een steiler talud worden gehandhaafd. Het aanleggen van nog flauwere oevers is toegestaan zolang de breedte van de oevers de maximale breedte van 8 meter niet te boven gaat.





## 7 AFWEGING OPLOSSINGSRICHTINGEN EN KEUZE EINDVARIANT

Voor een groot aantal knelpunten geldt dat er één duidelijke oplossing is, bijvoorbeeld het aanleggen van een duiker, een stuw of de nieuwe hoofdwatergang. Er hoeft voor deze knelpunten geen keuze gemaakt te worden uit verschillende oplossingsrichtingen. De oplossing zelf zal nog wel nader uitgewerkt moeten worden. In het geval van de duikers, de stuw, de nieuwe aansluitingen en nieuwe hoofdwatergangen zijn door HDSR de maatvoeringen aangeleverd of zullen in een later stadium door HDSR nog berekeningen worden uitgevoerd.

In dit hoofdstuk zullen de oplossingsrichtingen zoals beschreven voor knelpunt 9, 11 en 13 worden afgewogen. Op basis van deze afweging kan er een eindvariant worden gekozen. Deze eindvariant zal vervolgens verder uitgewerkt worden.

### 7.1 Toetscriteria

De zeven oplossingsrichtingen zullen worden afgewogen op basis van toetsingscriteria. Deze toetsingscriteria zijn besproken tijdens het overleg van 2 juli 2009. De volgende toetsingscriteria worden meegenomen bij de afweging:

- Ruimtegebruik
- Inpasbaarheid
- Vrij verval/pompen
- Kosten
- Rendement
- Bekendheid systeem
- Beheer en onderhoud
- Calamiteiten
- Risico's voor de winning Bunnik

#### **Ruimtegebruik**

Het criterium "Ruimtegebruik" is opgedeeld in het ruimtebeslag naast de weg en het overige ruimtegebruik. Dit verschil is gemaakt aangezien het ruimtegebruik naast de weg over het algemeen in de berm plaatsvindt. Deze berm is al opgenomen in het geplande tracé en moet in ieder geval worden aangekocht als de weg wordt aangelegd. De benodigde ruimte buiten deze berm zal apart aangekocht moeten worden.

#### **Inpasbaarheid**

Dit criterium geeft aan hoe goed de oplossingsrichting in te passen is voor wat betreft ruimte, maar ook voor wat betreft de benodigde randvoorwaarden. Voorbeelden van deze randvoorwaarden zijn de bodemgesteldheid, grondwaterstanden en de capaciteit van de RWZI.

#### **Vrij verval/pompen**

Dit criterium geeft aan of het water afgevoerd kan worden onder vrij verval, of dat er gebruik moet worden gemaakt van pompen. In het geval dat er pompen gebruikt moeten worden, heeft dit niet alleen gevolgen voor de aanlegkosten, maar ook voor het onderhoud en de kosten van het gebruik.

### **Kosten**

Het criterium “Kosten” geeft aan welke aspecten een belangrijke rol spelen in de kosten voor de *aanleg* van de betreffende oplossingsrichting. De kosten van het gebruik en onderhoud worden hierbij niet meegenomen, deze kosten komen tot uitdrukking binnen de criteria “Vrij verval/pompen” en “Beheer en onderhoud”.

### **Rendement**

Het rendement van de oplossingsrichting wordt bepaald aan de hand van de zogenaamde kwaliteits- en kwantiteitstrits. De waterkwaliteitstrits (trits schoon water), voorkomen – scheiden – zuiveren, omvat ten eerste het voorkomen dat vervuiling ontstaat. De vervuiling wordt in dit geval veroorzaakt door de weg. De oplossingsrichtingen richten zich niet op het niet aanleggen van de weg, voorkomen is in dit geval geen mogelijkheid. De kwaliteitstrits omvat ten tweede het scheiden van schone en vuile waterstromen en ten derde het zuiveren van vervuild water.

De kwantiteitstrits, vasthouden – bergen – afvoeren, houdt in dat water zo lang mogelijk vastgehouden moet worden, bijvoorbeeld door het in de grond te laten infiltreren of te verzamelen in sloten. Overtollig water wordt geborgen in speciaal daarvoor aangewezen meren of polders. Bij bergen wordt het water na enkele dagen toch nog afgevoerd. Pas wanneer vasthouden en bergen niet mogelijk zijn, wordt het water afgevoerd.

### **Bekendheid\_systeem**

Het criterium “Bekendheid systeem” geeft aan of de in de oplossingsrichting gebruikte methode een bewezen techniek is, een techniek die al langere tijd toegepast wordt en waarvan bekend is dat hij naar behoren functioneert, of juist een nieuw(ere) methode die nog onbekend is, maar wellicht juist wel goed toepasbaar.

### **Beheer en onderhoud**

Het criterium “Beheer en onderhoud” is onderverdeeld in de categorieën “verantwoordelijkheid” en “uitvoering”. Bij het beheer en onderhoud van de weg en de verschillende onderdelen van de oplossingsrichtingen (pompen, leidingen, infiltratievoorzieningen) is het belangrijk om te weten wie waarvoor verantwoordelijk is. Verschillende partijen, zoals de provincie, het hoogheemraadschap, gemeentes of landeigenaren kunnen beheer hebben over de verschillende onderdelen. Het uitvoeren van het beheer en onderhoud zal makkelijker gaan wanneer minder partijen betrokken zijn. Naast de verantwoordelijkheid voor het beheer en onderhoud spelen de verschillende kenmerken van de oplossingsrichtingen een rol bij het uitvoeren van het beheer en vooral onderhoud. Pompen moeten onderhouden worden, leidingen moeten schoongespoten worden, infiltratiefilters moeten eens in de zoveel tijd vervangen worden. In de categorie “uitvoering” worden de kenmerken van de oplossingsrichtingen die hier betrekking op hebben beschreven.

### **Calamiteiten**

Het criterium “Calamiteiten” geeft aan hoe goed de betreffende oplossingsrichting om kan gaan met het optreden van calamiteiten, zoals het lekken van benzine of olie op de weg. Mogelijke risico's, manieren om de calamiteit in te perken en mogelijke gevolgen worden per oplossingsrichting gegeven.

### Risico's voor de winning Bunnik

In aanvulling op het hiervoor genoemde criterium 'Calamiteiten' is het criterium 'risico's voor de winning Bunnik' opgenomen. Doordat bij de oplossingsrichtingen minimaal rekening is gehouden met de eisen uit de Provinciale Milieuverordening zijn de risico's voor de winning Bunnik in ieder geval 'aanvaardbaar'. Dit criterium geeft aan hoe de risico's voor de winning voor de verschillende oplossingsrichtingen zich tot elkaar verhouden uitgaande van een situatie waarbij het systeem zou falen.

## 7.2 Afweging en keuze

### Afweging

In tabel 7.1 is de invulling van de criteria voor de zeven oplossingsrichtingen weergegeven. Per criterium is een toelichting gegeven op de afweging. Daarna volgt de keuze voor de meest voor de hand liggende oplossingsrichting(en) en de uit te werken eindvariant.

#### *Ruimtebeslag*

Vooraf van belang is het ruimtegebruik buiten de strook grond die toch al wordt aangekocht in verband met de aanleg van de weg.

- Voor oplossingsrichting 1 en 5 is buiten het wegtracé geen extra grond benodigd. Deze oplossingsrichtingen gaan uit van aanleg van leidingen/greppels binnen de begrenzingen van het wegtracé (gunstig).
- Voor oplossingsrichting 4 is het ruimtegebruik het grootst. Hier moet niet alleen een berm en een watergang worden aangelegd (en aan de onderzijde afgedicht met klei). Ook dienen bestaande sloten stroomafwaarts van de aan te leggen nieuwe watergang met klei te worden bekleed om infiltratie van (verontreinigd) water binnen het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen (ongunstig).
- De oplossingsrichtingen 2, 3, 6 en 7 scoren hier tussenin met een extra ruimtebeslag buiten het wegtracé tussen de 1500 en 3000 m<sup>2</sup>.

#### *Inpasbaarheid*

- Er is nog 'ruimte' (zuiveringscapaciteit) op de RWZI om oplossingsrichting 1 in te passen (maar HDSR geeft aan dat lozing op de zuivering om meerdere redenen niet gewenst is, onder meer vanwege de (regenwater)kwaliteit en de niet constante samenstelling van het water).
- De inpasbaarheid van oplossingsrichting 4 wordt als ongunstig beoordeeld. De impact van de uit te voeren maatregelen (aankomen kleidek onder nieuwe en bestaande watergangen binnen het grondwaterbeschermingsgebied) op de omgeving is groot.
- Ook oplossingsrichting 6 wordt als ongunstig beoordeeld. Uit de analyse blijkt dat het vinden van een geschikte locatie voor een infiltratieplas lastig is aangezien voor de geschikte locaties bodemopbouw en maaiveldhoogte 'conflicteren'.
- Oplossingsrichting 5 wordt als gunstig beoordeeld omdat hier geen gebruik wordt gemaakt van infiltratievijvers en alle werkzaamheden binnen het geplande tracé kunnen worden uitgevoerd.
- De overige oplossingsrichtingen (2, 3 en 7) gaan uit van de aanleg van 1 centrale infiltratievoorziening. Gelet op het naar verwachting beperkte aantal geschikte locaties voor infiltratie wordt het vinden van 1 locatie gunstiger ingeschat dan het vinden van meerdere locaties.

### **Vrij verval/pompen**

- Oplossingsrichting 1 is volledig gebaseerd op het toepassen van pompcapaciteit en wordt als ongunstig beoordeeld.
- De oplossingsrichtingen 4 en 5 kunnen naar verwachting volstaan met afvoer via vrij verval en worden als gunstig beoordeeld/
- De overige oplossingsrichtingen zullen, afhankelijk van het aantal - en de locatie van de – infiltratievijvers enige pompcapaciteit nodig hebben.

### **Kosten**

Het gaat hierbij om de kosten voor aanleg van het systeem.

- Voor oplossingsrichting 1 moet in ieder geval veel leidingwerk en pompcapaciteit worden aangelegd. Als blijkt dat aantakking op de persleiding langs de A12 niet mogelijk is en er aanpassingen nodig zijn aan de RWZI, zullen de kosten nog veel hoger uitpakken. Deze oplossingsrichting wordt dan ook ongunstig beoordeeld wat betreft dit criterium. Hetzelfde geldt voor oplossingsrichting 4. Aanleg van watergangen met een onderliggend kleidek zal hoge kosten met zich meebrengen vanwege de aanvoer van geschikt afdichtingsmateriaal en het vele grondverzet.
- Oplossingsrichting 5 is het meest gunstig. De aanleg van het systeem kan vrij eenvoudig worden uitgevoerd en er zijn geen grondverwervingskosten.
- De overige oplossingsrichtingen vallen hier tussenin waarbij wel sprake is van grondverwervingskosten en het nodige grondverzet.

### **Rendement**

Met uitzondering van oplossingsrichting 1 is voor alle oplossingen sprake van de (relatief duurzame) combinatie van scheiden van vuil- en schoonwaterstromen en vasthouden van water (gunstig). Alleen bij oplossingsrichting 1 is sprake van de weinig duurzame combinatie afvoeren en zuivering (ongunstig).

### **Bekendheid systeem**

- Oplossingsrichting 1 gaat uit van beproefde en bewezen (zuiverings)technieken (gunstig).
- De overige oplossingsrichtingen gaan uit van technieken die relatief nieuw zijn. Infiltratie van regenwater is op zich een erkende en veel toegepaste methode bij afkoppelen. Het stofgedrag in de bodem (met name van belang bij afstroming vanaf wegen) is echter een langdurig proces en de effecten hiervan komen pas na vele jaren tot uiting. Factoren en de mate waarin deze factoren de levensduur van de infiltratievoorzieningen beïnvloeden zijn slechts op hoofdlijnen bekend [10]. Daarmee 'scoren' deze oplossingsrichtingen minder gunstig wat betreft dit criterium.

### **Beheer en onderhoud**

Wat betreft de verantwoordelijkheid inzake beheer en onderhoud geldt het volgende:

- Voor oplossingsrichting 1 zijn de provincie (wegbeheer), HDSR (zuivering) en Rijkswaterstaat (relatie met aankoppeling A12) betrokken partijen.
- Voor oplossingsrichting 4 zijn provincie en HDSR de betrokken partijen. Met name vanwege het belang van het (bestaande) watersysteem is de rol van HDSR hierbij van betekenis (afdichtende werking bodem watergangen).

- Voor oplossingsrichting 5 is alleen de provincie van belang. Er is wel een interactie met HDSR vanwege het feit dat het water uit de infiltratiegreppel uiteindelijk exfiltreert in de nabijgelegen watergangen. Interactie betreft hier vooral afstemming over maaibeheer van kanten watergangen en greppel.
- Voor de oplossingsrichtingen waarbij sprake is van toepassing van infiltratievijvers (2, 3, 6 en 7) is het van belang wie uiteindelijk het beheer krijgt over deze vijvers. Hierover zal een besluit genomen moeten worden en zullen (beheer)afspraken gemaakt moeten worden. Voor oplossing 6 zal dit mogelijk 'ingewikkelder' zijn vanwege het feit dat het gaat om meerdere vijvers op verschillende plaatsen langs het wegtracé. De relatie met (omliggende) terreineigenaren kan hierbij ook een complicerende factor zijn.

Op grond van bovenstaande worden de oplossingsrichtingen 1 en 6 als het meest ongunstig gezien (veel partijen) en oplossingsrichting 6 als gunstigst (één partij) wat betreft het aspect 'verantwoordelijkheid'.

Wat betreft het aspect 'Uitvoering' geldt het volgende:

- De oplossingsrichtingen 1 en 6 kennen relatief veel onderhoud vanwege het pomponderhoud (meerdere pompen) en het onderhoud aan de goten en putten (ongunstig).
- De ervaring leert dat de systemen waarbij greppels gebruikt worden in het algemeen meer onderhoud vergen dan systemen met goten. De oplossingsrichtingen 4 en 5 worden dan ook als minder gunstig gezien dan de oplossingsrichtingen 2, 3 en 7.

### **Calamiteiten**

- Wat betreft dit criterium worden oplossingsrichting 1 en 4/5 als ongunstig beoordeeld. Een zuiveringsinstallatie kan niet goed omgaan met een calamiteit. Voor de oplossingsrichtingen 4 en 5 geldt dat deze ook ongunstig zijn omdat de calamiteit het grondwater kan bereiken door infiltratie vanuit de greppels. Als de greppels verontreinigd raken zullen deze gesaneerd moeten worden.
- De situaties waar het water via een gesloten systeem wordt afgevoerd naar één infiltratievijver worden als meest gunstig gezien (oplossingsrichtingen 1, 2 en 7). De leidingen/goten kunnen worden afgesloten zodat de verontreinigingen in het systeem blijven. Mocht onverhoopt verontreiniging toch de infiltratieplas bereiken dan betreft dit één specifieke locatie en is het risico op verspreiding over een groter gebied minder groot dan bij de oplossingsrichtingen 4 en 5. Ook is in dat geval de sanering van de infiltratiebodem 'eenvoudiger'.
- Oplossingsrichting 5 is minder gunstig dan 1,2 en 7 omdat meerdere plekken verontreinigd kunnen raken door een calamiteit.

### **Risico's winning Bunnik**

Dit punt hangt samen met het vorige punt. Vanuit de optiek van de grondwaterbeschermingszones is hier nog de volgende aanvulling op te maken.

- Oplossingsrichting 4 is relatief ongunstig omdat, als het systeem faalt, het (verontreinigde) water in het grondwaterbeschermingsgebied infiltreert.
- Oplossingsrichting 2 is gunstiger omdat gewerkt wordt met gesloten leidingen en een infiltratievijver binnen de 100-jaarszone.

- De overige oplossingsrichtingen zijn relatief gunstig omdat het water tot buiten de 100-jaarszone wordt gebracht en daar pas infiltreert. Het meest gunstig is wat dat betreft oplossingsrichting 1 waarbij al het verontreinigde water wordt afgevoerd naar de zuivering en helemaal geen water infiltreert in de bodem.

### **Keuze**

Tijdens het tweede tussenoverleg, d.d. 13 augustus 2009, is op grond van de hiervoor genoemde afweging besloten tot de volgende voorkeursvariant:

#### *Binnen grondwaterbeschermingsgebied*

Het afstromende wegwater binnen het grondwaterbeschermingsgebied wordt via vrij verval (buizen/goten) afgevoerd in zuidelijke richting. Vervolgens zal het op een geschikte plek geïnfiltreerd worden via een infiltratievoorziening (wadi), dit kan binnen of buiten de 100-jaarszone zijn. Vitens geeft de voorkeur aan een infiltratielocatie buiten de 100-jaarszone. Op basis van een afweging van de kosten en baten kan er toch gekozen worden voor een infiltratielocatie (net) binnen de 100-jaarzone.

#### *Buiten grondwaterbeschermingsgebied*

Het buiten het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt geïnfiltreerd via greppels langs de weg.

In hoofdstuk 8 wordt deze voorkeursvariant verder uitgewerkt waarbij onder meer wordt ingegaan op de locatiekeuze voor de infiltratievoorziening, de afweging tussen vrij verval lozing of pompen en de keuze voor toepassing van afvoer via riolering of (open) goten.

Tabel 7.1 Afweging criteria

Oplossingsrichting	Ruimtebeslag		Inpasbaarheid	Vrij verval/pompen	Kosten	Rendement		Bekendheid systeem	Beheer en onderhoud		Calamiteiten	Risico's winning Bunnik				
	Langs de weg	Overig ruimtegebruik				Kwaliteit- trits	Kwantiteit- trits		Verantwoor- delijkheid	Uitvoering						
Binnen grondwaterbeschermingsgebied	1	Mechanische afvoer naar RWZI	Persleiding	Persleiding naar A12 of RWZI	Geen	Er is nog capaciteit beschikbaar op de RWZI	Pompen nodig	Mogelijk capaciteitsuitbreiding RWZI, lange persleiding, pompcapaciteit	Zuiveren	Afvoeren	RWZI is een bewezen techniek	Provincie + HDSR + RWS	Pomp onderhoud, goten/putten jaarlijks leegzuigen	RWZI kan niet goed omgaan met een calamiteit	Geen infiltratie van (verontreinigd) water (volledige afvoer). Bij calamiteit RWZI kans op overstromen goten binnen GWB	
	2	Afvoer naar een zuiveringsvoorziening binnen de 100-jaarszone	Leiding of geul	0,5 m	Infiltratieveld	1000 m <sup>2</sup>	Hangt af van geschikte infiltratie-locaties: maaiveldhoogte, bodemgesteldheid, grondwaterstanden en beschikbaarheid grond	Pompen misschien nodig afhankelijk van locatie	Extra grondvererving voor infiltratieveld, grondverzet	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Alleen provincie -of- Provincie + HDSR	Goten/putten jaarlijks leegzuigen, filter na x aantal jaar vervangen	Leiding/goot kan afgesloten worden, filter vervangen	Wel infiltratie van (verontreinigd) water in 100 jaarszone
	3	Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten de 100-jaarszone	Leiding of geul	0,7 m	Infiltratieveld	1000 m <sup>2</sup>	idem 2	Pompen misschien nodig afhankelijk van locatie	Extra grondvererving voor infiltratieveld, grondverzet	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Alleen provincie -of- Provincie + HDSR	Goten/putten jaarlijks leegzuigen, filter na x aantal jaar vervangen	Leiding/goot kan afgesloten worden, filter vervangen	Infiltratie van (verontreinigd) water buiten de 100 jaarszone
	4	Zuivering via oever-exfiltratie	Infiltratie greppel	2,7 m	Alle watergangen (met klei bekleden)	Veel m <sup>2</sup>	Kan zeker, berm van weg is verwerkt in tracé	Vrij verval	Veel watergangen met kleiafdichting, aanvoer kleimateriaal, veel grondverzet	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Provincie + HDSR	Berm maaien/beheer greppels, filter vervangen na x aantal jaar	"Calamiteit" kan grondwater bereiken, filter moet vervangen worden na calamiteit	Bij onvoldoende afdichtende werking kleilaag mogelijk infiltratie van (verontreinigd) water in GWBG
Buiten grondwaterbeschermingsgebied	5	Infiltratie over de gehele lengte van het tracé (buiten gwb)	Infiltratie greppel	2,7 m	-	Geen	Kan zeker, berm van weg is verwerkt in tracé	Vrij verval	Geen grondverervingskosten, aanleg eenvoudig	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Provincie	Berm maaien/beheer greppels, filter vervangen na x aantal jaar	"Calamiteit" kan grondwater bereiken, filter moet vervangen worden na calamiteit	Infiltratie van (verontreinigd) water buiten 100 jaarszone
	6	Infiltratie via verspreide infiltratievoorzieningen	Leiding of geul	0,9 m	Infiltratievelden	2000 m <sup>2</sup>	Idem 2, meerdere locaties maakt het lastiger	Pompen misschien nodig afhankelijk van locaties	Extra grondvererving voor infiltratieveld, grondverzet	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Alleen provincie -of- Provincie + HDSR Mogelijk nog andere partijen	Goten/putten jaarlijks leegzuigen, filter na x aantal jaar vervangen, meerdere locaties	Leiding/goot kan afgesloten worden, meerdere locaties, filter vervangen	Infiltratie van (verontreinigd) water buiten 100 jaarszone
	7	Infiltratie via centrale infiltratievoorziening	Leiding of geul	0,9 m	Infiltratieveld	2000 m <sup>2</sup>	Idem 2	Pompen misschien nodig afhankelijk van locatie	Extra grondvererving voor infiltratieveld, grondverzet	Scheiden	Vasthouden	Nog niet veel toegepast, pas 10 jaar in NL	Alleen provincie -of- Provincie + HDSR	Goten/putten jaarlijks leegzuigen, filter na x aantal jaar vervangen	Leiding/goot kan afgesloten worden, filter vervangen	Infiltratie van (verontreinigd) water buiten 100 jaarszone

Beoordeling



←relatief gunstig      relatief ongunstig→





## 8 UITWERKING VOORKEURSVARIANT

### 8.1 Algemeen

In dit hoofdstuk wordt de voorkeursvariant verder uitgewerkt. Achtereenvolgens worden de volgende onderdelen beschreven:

- het bepalen van de meest geschikte locatie voor de infiltratievoorziening (8.2);
- het ontwerp van de infiltratievoorziening (8.3);
- de wijze van afvoeren van het water naar de infiltratievoorziening (8.4);
- de infiltratiegreppel langs het tracé, buiten het grondwaterbeschermingsgebied (8.5);
- ontwerp van hoofdwatergang, duikers en overige kunstwerken;
- de (investerings- en exploitatie)kosten van het systeem (8.6).

De voorkeursvariant is uitgewerkt in een losse kaart, bestaande uit een overzicht met een aantal dwarsdoorsneden. In deze kaart is aangegeven welke aanpassingen nodig zijn en zijn de belangrijkste maatvoeringen vermeld.

### 8.2 Vaststellen geschikte locatie infiltratievoorziening

#### Methode en resultaat

Op basis van een GIS-analyse aan de hand van een aantal gebiedskenmerken en criteria zijn de meest geschikte locaties voor de aanleg van een infiltratievoorziening bepaald.

Bij het selecteren van voor infiltratie geschikte locaties is rekening gehouden met de infiltratiecapaciteit op basis van de bodemkaart (k-waarde) en de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

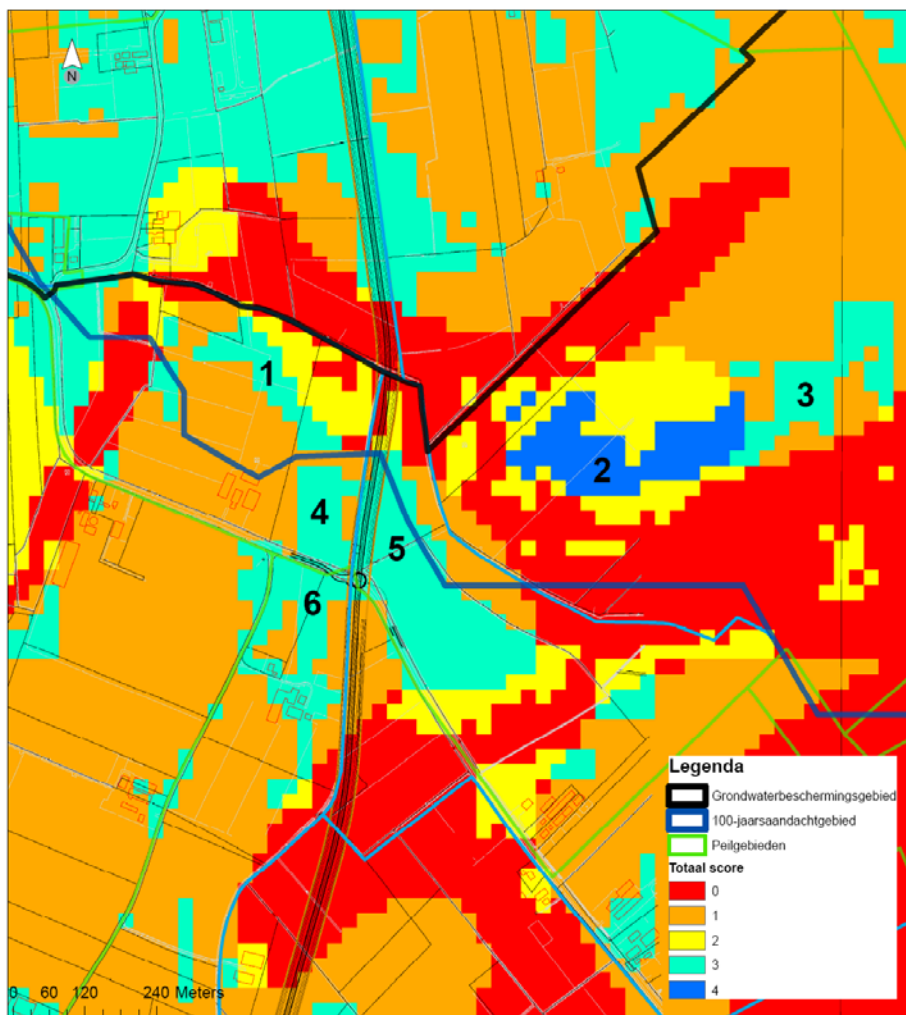
De factoren infiltratiecapaciteit en de gemiddeld hoogste grondwaterstand zijn geclassificeerd aan de hand van de geschiktheid voor infiltratie. Op basis van de mate van geschiktheid zijn punten toegekend op een niveau van 25 bij 25 meter. Via een GIS-bewerking is een gebiedsdekkend beeld gegenereerd van de geschiktheid van locaties voor infiltratie.

Om vervolgens een keuze te kunnen maken tussen de geselecteerde geschikte locaties is gekeken naar de aspecten hoogteligging, afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied, het aantal kruisingen met wegen en/of watergangen en de ligging binnen of buiten de 100-jaarszone.

De gehanteerde methode en de uitwerking hiervan is nader beschreven in bijlage 5. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in figuur 8.1.

De aangegeven locaties 1 tot en met 6 in figuur 8.1 hebben allen een minimale score van 3. Deze locaties zijn vervolgens met elkaar vergeleken op basis van de hiervoor genoemde punten (zie bijlage 5).

**Figuur 8.1 Mogelijke locaties voor de infiltratievoorziening**



### Keuze uit de infiltratielocaties

Op grond van de combinatie type bodem, GHG, opvoerhoogte en afstand komt het westelijke deel van gebied 2 als beste in aanmerking voor locatie van de infiltratievoorziening (meest gunstige bodemopbouw en relatief diepe grondwaterstand). Nadeel van deze optie is dat een (pers)leiding moet worden aangelegd in oostelijke richting, waarbij diverse percelen gekruist moeten worden. Er dienen afspraken te worden gemaakt met de perceeleigenaren in verband met de aanleg van deze leiding en er moeten extra gronden worden verworven voor de aanleg van de infiltratievoorziening.

Een voordeel van de gebieden 4, 5 en 6 is dat ze langs het tracé liggen. Ook hier dient een (pers)leiding te worden aangelegd (wat betreft lengte vergelijkbaar met variant 2). Voordeel is echter dat deze persleiding ook in het wegtracé kan worden gelegd. Voor de aanleg van persleiding hoeven in dit geval geen aparte afspraken te worden gemaakt met terreineigenaren. De infiltratievoorziening kan op een geschikte plek worden gelegd direct naast de weg, bijvoorbeeld in de noordpunt van deelgebied 5. Nadeel is wel dat de bodemcondities nog minder geschikt zijn dan binnen deelgebied 2.

Door gericht een aantal boringen te plaatsen kan vooraf onderzocht worden hoe dik de deklaag is en wat de exacte samenstelling is van de deklaag binnen deze gebieden. Aangezien de infiltratievoorziening geen enorm groot oppervlak beslaat, moet het naar verwachting mogelijk zijn om een geschikte locatie te vinden binnen minder geschikte gebieden. Ook kan mogelijk door toepassing van bodemverbetering de doorlatendheid van de deklaag op de plek van de infiltratievoorziening worden verbeterd. Ook zou de infiltratievoorziening kunnen worden overgedimensioneerd om een eventueel te lage infiltratiecapaciteit te compenseren.

Tijdens het laatste overleg met de projectgroep (15 september 2009) is daarom besloten de voorkeurslocatie voor de aanleg van een infiltratievoorziening (wadi) voor het water uit het grondwaterbeschermingsgebied te zoeken binnen één van de gebieden direct langs het wegtracé. Tevens dient de oplossing zo te zijn dat nog kan worden volstaan met lozing onder vrij verval. Dit stelt eisen aan de minimaal gewenste hoogteligging van de weg.

Een locatie langs de weg heeft als voordeel dat de te verwerven percelen, zowel voor de aanleg van de weg als voor de infiltratievoorziening, bij elkaar in de buurt liggen of zelfs op elkaar aansluiten. Bovendien hoeven er geen leidingen door percelen van derden aangelegd te worden, de leiding naar de infiltratievoorziening kan in het zandlichaam van de weg aangelegd worden. Bovendien kan water – bij zeer extreme buien (groter dan de gehanteerde ontwerpbeurt) - vanuit de infiltratievoorziening direct worden overgestort naar de nieuwe hoofdwatgang. Hiermee wordt voorkomen dat een teveel aan water over de aangrenzende percelen van derden stroomt.

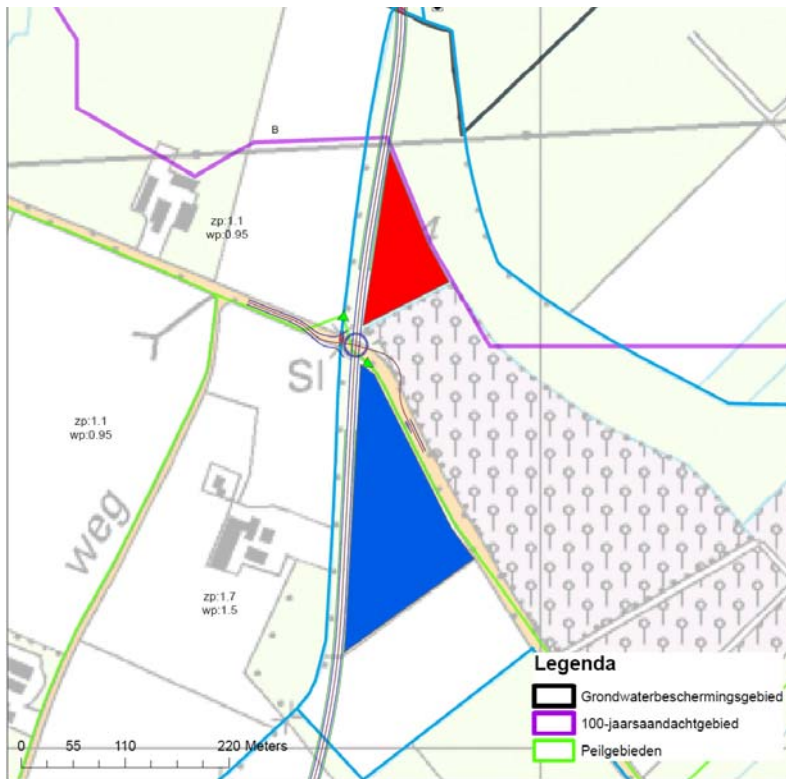
### **Zoekgebieden**

In figuur 8.2 zijn deze twee locaties weergegeven die door de projectgroep zijn aangedragen als resterende zoekgebieden. Beide locaties liggen net buiten de 100-jaarszone. Het grondwaterbeschermingsgebied en de 100-jaarszone worden binnenkort opnieuw vastgesteld (zie paragraaf 2.4.1). De grens van het grondwaterbeschermingsgebied komt waarschijnlijk op grotere afstand van de twee locaties te liggen. Het rode zoekgebied komt waarschijnlijk wel net binnen de grenzen van de gewijzigde 100-jaarszone te liggen. Het blauwe zoekgebied valt min of meer samen met deze nieuwe grenzen (zuidelijke deel erbuiten, noordelijke deel nog net er binnen).

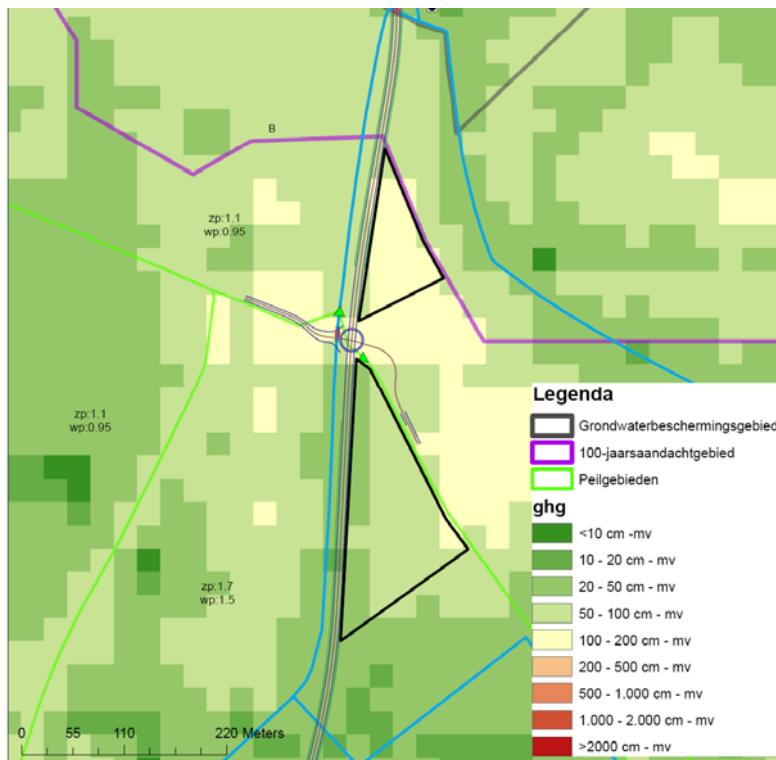
Uit de beschikbare gestelde gegevens van HDSR (berekende GHG's) blijkt dat in het zuidelijke zoekgebied (blauw) de GHG (zie figuur 8.3) zo hoog is, dat dit gebied niet geschikt is om te infiltreren. De behaalde score voor de infiltratiekansen was daarom ook al laag (figuur 8.1). Deze locatie is daarom alsnog afgevalen als locatie.

De locatie voor de infiltratievoorziening wordt dus in het noordelijke (rode) zoekgebied gezocht. Dit betreft het noordwestelijke deel van gebied 5 in figuur 8.1 (met een score van 3). De rest van deelgebied 5 is in eerste instantie niet verder onderzocht omdat de infiltratievoorziening dan te ver van de weg komt te liggen.

**Figuur 8.2 Zoekgebieden voor infiltratievoorziening**



**Figuur 8.3 Ligging van de GHG ten opzichte van het maaiveld (bron: HDSR, 2009)**



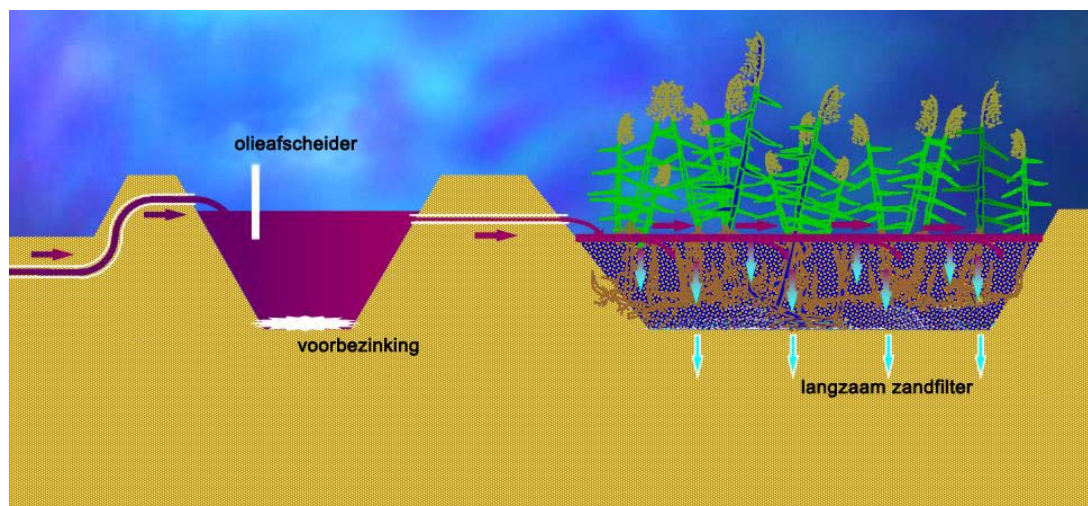
## 8.3 Ontwerp infiltratievoorziening

### Eisen infiltratievoorziening

De infiltratievoorziening moet circa 1800 m<sup>2</sup> groot zijn om over voldoende berging te beschikken om een T=5 bui te kunnen opvangen. In het geval van een grotere bui of wanneer de infiltratievoorziening - voordat de bui valt - al deels gevuld is, moet er voor gezorgd worden dat het overtollige water niet op de omliggende percelen terecht komt. Om dit te voorkomen wordt het oppervlak van de infiltratievoorziening vergroot tot circa 2000 m<sup>2</sup>. Wanneer de infiltratievoorziening alsnog onvoldoende berging biedt, wordt het overtollige water via een overstort naar het oppervlaktewater afgevoerd. De grootste hoeveelheid van de verontreinigingen in het afstromende wegwater zal met de zogenaamde first flush meegekomen zijn. De infiltratievoorziening wordt zo ingericht dat deze first flush in ieder geval geborgen wordt. Daarmee wordt voorkomen dat er (grote hoeveelheden) verontreinigingen via het overstortende water in het oppervlaktewater terecht komen.

In figuur 8.4 is een voorbeeld gegeven van een mogelijke inrichting van de infiltratievoorziening, bestaande uit een voorzuivering (olieafscheider, voorbezinking) en vervolgens de eigenlijke infiltratievoorziening. Niet afgebeeld is de mogelijkheid om aan het einde van de infiltratievoorziening een overstortvoorziening aan te leggen (naar de nieuw aan te leggen hoofdwatergang) om te voorkomen dat bij een te grote bui er water over de percelen van derden stroomt.

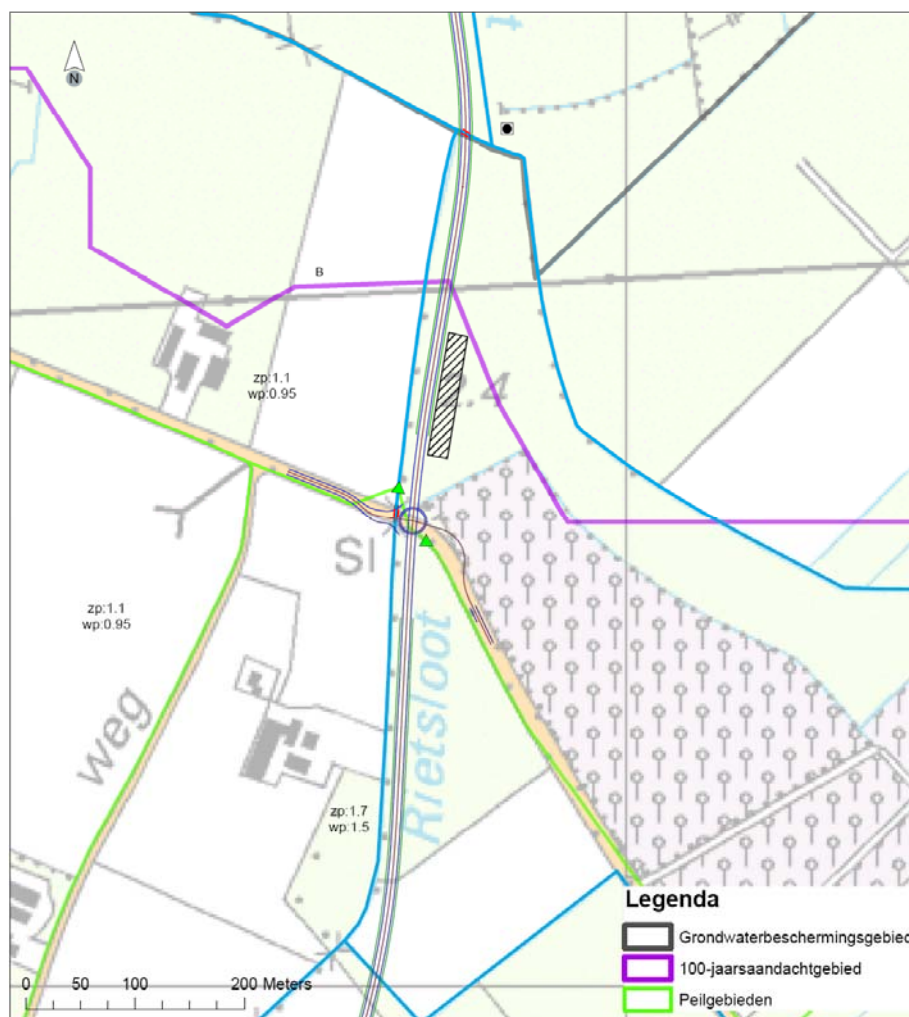
**Figuur 8.4** Voorbeeld inrichting infiltratievoorziening met voorbezinking, oliescheider en (zand)infiltratie (niet ingetekend de mogelijkheid van overstort naar oppervlaktewater aan het einde van het filter)



### Mogelijke locatie infiltratievoorziening

In figuur 8.5 is een voorbeeld gegeven van de mogelijke ligging van de infiltratievoorziening in het rode/noordelijke zoekgebied. De infiltratievoorziening heeft in dit voorbeeld afmetingen van circa 20 bij 100 meter (2000 m<sup>2</sup>).

**Figuur 8.5 Voorbeeld van de mogelijke ligging van de infiltratievoorziening**



## 8.4 Afvoer water binnen grondwaterbeschermingsgebied

### Wijze van opvang van water langs de weg

Binnen het grondwaterbeschermingsgebied moet het afstromende wegwater langs de weg opgevangen worden. Eerder in dit rapport is aangegeven, dat dit kan met behulp van riolering (rond 300 mm). Een andere mogelijkheid die ter sprake is gekomen tijdens de projectgroepbijeenkomsten is afvoer via lijnafwatering (goten).

Via lijnafwatering wordt het afstromende water bovengronds afgevoerd via open goten. Deze goten worden afgedekt met een rooster of een smalle spleet en liggen direct langs de weg. Om al het afstromende wegwater af te kunnen voeren moet deze lijnafwatering in dit geval afmetingen hebben van circa 30 cm breed en circa 40 cm diep.

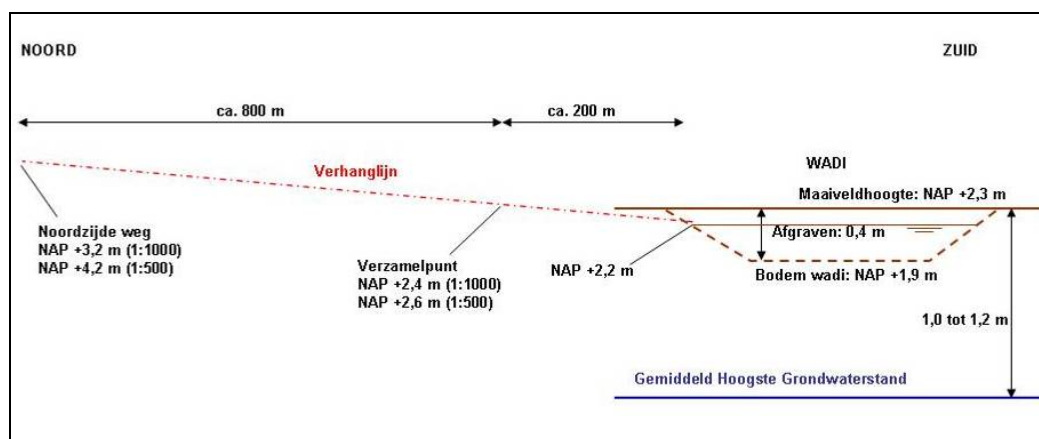
De goten moeten vrij gehouden worden van vuil en bladeren om de afstroming te waarborgen. De lijnafwatering zal meerdere keren per jaar gereinigd moeten worden. Zeker wanneer de goten diep zijn (zoals in dit geval), wordt het reinigen lastig. Een rioleringsstelsel zal minder vaak schoongemaakt moeten worden, omdat het riool zichzelf enigszins schoon houdt door de hogere stroomsnelheden.

De aanlegkosten voor riolering bedragen ongeveer € 180,- per m' (inclusief straatkolken en rioolputten), terwijl lijnafwatering ongeveer € 550,- per m' kost. Vanwege het grote verschil in kosten is in het ontwerp uitgegaan van de afvoer van water via riolering.

### Wijze van afvoer van water naar infiltratievoorziening

Vanaf de beide zijden van de weg stroomt het water via de aangelegde riolering naar een verzamelput (put). Van hieruit wordt het water naar de infiltratievoorziening gebracht. Als er voldoende verhang beschikbaar is kan dit onder vrij verval plaatsvinden. Als dit niet het geval is zal het water moeten worden verpompt. De voorkeur gaat uit naar afvoer onder vrij verval. Om afvoer onder vrij verval te garanderen moet voldoende verhang aanwezig zijn tussen de rand van de weg waar het water in het rioleringsysteem komt en de infiltratievoorziening. Bij de infiltratievoorziening dient daarbij ook te worden voldaan aan de criteria wat betreft gewenste afstand tot de grondwaterstand en benodigde diepte (berging) van de wadi. Als er ruimte over is zou de infiltratievoorziening zonodig iets verdiept aangelegd kunnen worden om extra verhang te creëren (zie ook figuur 8.6)

**Figuur 8.6 Hoogteverschillen en verhanglijnen**



In het zoekgebied voor de infiltratievoorziening is het verschil tussen de GHG en het maaiveld 100 tot 120 cm. Het maaiveld bevindt zich hier tussen circa NAP +2,3 en +2,5 meter.

- De infiltratievoorziening kan ter hoogte van het maaiveld aangelegd worden, waarbij er door het ophogen van de randen van de voorziening voor gezorgd wordt dat de voorziening de wadi-vorm krijgt. In dat geval dient de uitstroomopening van de riolering die het water aanvoert op ongeveer NAP +2,5 meter komen te liggen.
- Ook kan het maaiveld afgegraven worden om de benodigde berging te creëren. Om te blijven voldoen aan de eis van 70 cm verschil tussen de GHG en het maaiveld ter plaatse van de infiltratievoorziening ongeveer 30 cm verlaagd worden. De uitstroomopening van de riolering die het water aanvoert dient dan op circa NAP +2,2 meter komen te liggen.

De aan te leggen weg zal voldoende hoog moeten liggen om afvoer onder vrij verval mogelijk te maken. In het voorlopig ontwerp wordt de kruin van de weg op gemiddeld +3,0 meter NAP aangelegd.

Om extra hoogte ten behoeve van verhang te winning is in het ontwerp ervan uitgegaan dat infiltratievoorziening (wadi) wordt gegraven. De te ontgaven diepte bedraagt 0,4 meter. Hiermee komt de bodem van de wadi op ongeveer NAP +1,9 meter te liggen (zie figuur 8.6). De uitstroomopening ter plaatse van de wadi ligt dan op NAP +2,2 meter. Vervolgens is teruggerekend wat de verhanghoogte dient te zijn op de plek van het verzamelput van de leiding (200 meter) en aan het begin van de weg (200 + 800 meter). Het afschot in de leiding die het water afvoert naar de infiltratievoorziening ligt tussen 1:1000 tot 1:500 zijn (1 tot 2 m per km). Uitgaande van voorgaande komt de verhanghoogte ter plaatse van de uiterste noordpunt van de nieuwe weg hiermee te liggen op NAP +3,2 tot +4,2 meter.

Bij een afschot van 1:1000 voldoet de aanleghoogte van de weg op gemiddeld NAP +3,0 meter min of meer. Bij een afschot van 1:500 voldoet een gemiddelde aanleghoogte van de weg van NAP +3,0 meter niet. In dat geval zal de weg hoger moeten worden aangelegd, zeker als ook rekening wordt gehouden met nog wat extra hoogteverlies als gevolg van bochten en de diverse aansluitingen. Verwacht wordt dat een afschot van 1:500 volstaat voor een goede afvoer van regenwater via het riool. Uitgaande van een aanleghoogte van de weg van NAP + 3,0 meter is daarmee het beschikbare hoogteverschil tussen de weg en de infiltratievoorziening voldoende om de afvoer naar de infiltratievoorziening onder vrij verval te laten plaatsvinden.

De rioolleiding langs de beide zijden van de weg heeft een diameter van maximaal Ø 300 mm. De diameter van de verzamelleiding (vanaf verzamelput tot infiltratievoorziening) bedraagt circa Ø 400 mm.

### **Aansluiting afvoer op de A12**

De westzijde van het wegtracé sluit met een gelijkvloerse verbinding aan op de A12. Hier kan het rioleringsstelsel langs de nieuwe weg doorlopen tot het punt waar het afwateringsstelsel van de A12 begint.

De oostzijde van het wegtracé sluit via een fly-over aan op de A12. Vanaf het hoogste punt van deze fly-over stroomt neerslagwater in westelijke richting naar de A12 respectievelijk in zuidelijke richting naar de nieuw aan te leggen weg. Op de fly-over wordt het water afgevoerd via goten/inkepingen langs de randen van de rijbaan. Het water dat richting de A12 stroomt wordt hier opgevangen in het bestaande afvoersysteem van de A12. Dit betreft een weglengte van circa 350 meter (hoogste punt fly-over tot aansluiting op A12).

Het gedeelte van de weg ten zuiden van het hoogste punt van de fly-over watert af in zuidelijke richting. Ook hier wordt het water via goten/inkepingen langs de weg afgevoerd. De afstand tussen het hoogste punt van de fly-over tot aan het punt waar de beide rijbanen van het aan te leggen wegtracé bij elkaar komen bedraagt ongeveer 250 meter. De afvoer van de fly-over takt hier, bijvoorbeeld via een eerste straatkolk aan op de aan te leggen riolering.



## 8.5 Afvoer water buiten grondwaterbeschermingsgebied

Buiten het grondwaterbeschermingsgebied wordt het afstromende wegwater geïnfiltreerd met behulp van infiltratiegreppels. Deze greppels worden volgens het wadi-concept aangelegd. De greppels zullen ter plaatse van het maaiveld 2,40 meter breed zijn en 0,4 meter diep. In bijlage 3 zijn de achtergronden bij de berekening gegeven. In de overzichtskaart is een aantal dwarsdoorsneden van het tracé weergegeven waaruit de ligging van de infiltratiegreppels valt op te maken.

Wanneer er buien optreden waarvoor de berging in de greppels niet voldoende is, zal het water over het maaiveld naar de Rietsloot of de nieuwe hoofdwatgang stromen. Daar waar zich percelen van derden tussen de Rietsloot en de hoofdwatgang bevinden dient overstroming van percelen te worden voorkomen. Dit betreft het zuidelijke deel van het wegtracé (zie overzichtskaart, ter plaatse van dwarsdoorsnede C-C'). Om hier overstroming van percelen te voorkomen worden op regelmatige afstanden overstorten (slokops) aangelegd onder de weg door, zodat een teveel aan water naar de greppel aan de andere kant van de weg wordt gebracht en daar eventueel via het maaiveld naar de hoofdwatgang kan stromen. Een voorbeeld van zo'n 'slokop' is gegeven in figuur 8.6. Ook daar waar de greppel en Rietsloot weer bij elkaar komen wordt een overstortvoorziening gemaakt zodat een teveel aan water uit de berm hier kan worden afgelaten in de Rietsloot.

**Figuur 8.6 Voorbeeld 'slokop'**



## 8.6 Hoofdwatgang, duikers en stuwen

### Hoofdwatgang

Buiten het grondwaterbeschermingsgebied wordt aan de oostzijde van de weg een nieuwe hoofdwatgang aangelegd. De globale ligging van deze hoofdwatgang valt op te maken uit de verschillende dwarsdoorsneden in de overzichtskaart. De minimale hoofdafmetingen van de nieuwe hoofdwatgang zijn door HDSR aangeleverd:

In het zuidelijke peilvak gelden de volgende minimale afmetingen:

- Bodembreedte 2 meter.
- Bodemhoogte NAP +0,9 meter.
- Talud 1 : 1,5.
- Zomer-/winterpeil ter plaatse bedraagt NAP +1,7 / +1,5 meter.

In het noordelijke peilvak gelden deze minimale afmetingen:

- Bodembreedte 1,5 meter.
- Bodemhoogte NAP 0,0 meter.
- Talud 1 : 1,5.
- Zomer-/winterpeil ter plaatse bedraagt NAP +1,1 / +0,95 meter.

De oostelijke oever van de nieuwe hoofdwatgang wordt uitgevoerd als natuurvriendelijke oever. Om dit te bereiken krijgt de oever een talud van 1 : 4. Doordat deze oever een flauwer verhang heeft dan de vereiste minimale afmetingen, wordt het doorstroomoppervlak groter. De breedte van de watgang kan hierdoor smaller worden. HDSR stelt echter wel als eis dat de minimale bodembreedte van een primaire watgang 1,5 meter is. In beide peilvakken zal de hoofdwatgang dus een bodembreedte hebben van 1,5 meter. In het zuidelijke peilvak resulteert dit in een breedte van de waterlijn van 5,9 meter en in het noordelijke peilvak van 7,6 meter.

Langs de hoofdwatgang dient een onderhoudsstrook van 5 meter aanwezig te zijn. Deze kan aangelegd worden tussen de infiltratiegreppel en de nieuwe hoofdwatgang. Wanneer de watgang breder dan 10 meter zou zijn, zou aan beide kanten een onderhoudsstrook van 5 meter beschikbaar moeten zijn. Ondanks dat dit niet vereist is, kan overwogen worden om deze tweede onderhoudsstrook ook aan te kopen, of hier afspraken over te maken met de betreffende eigenaren van de grond.

### **Duikers en stuwen**

In totaal dienen drie duikers en 1 stuw te worden aangelegd. De afmetingen hiervan zijn eveneens door HDSR bepaald en onderstaand weergegeven (zie ook overzichtskaart).

*Duiker zuidelijke aantakking hoofdwatgang op Rietsloot:*

- Diameter: Ø 900 mm
- Binnen onderkant buis: NAP +0,95 meter

*Duiker ter plaatse van zuidelijke grens grondwaterbeschermingsgebied:*

- Diameter: Ø 1000 mm
- Binnen onderkant buis: NAP +0,25 meter

*Duiker ter hoogte van aantakking nieuwe weg op de A12:*

- Diameter: Ø 1000 mm
- Binnen onderkant buis: NAP +0,65 meter

*Stuw in hoofdwatgang:*

- Geautomatiseerde stuw

## 8.7 Investerings- en exploitatiekosten

In bijlage 6 zijn de totale kosten voor waterhuishoudkundige aanpassingen aan het systeem geschat, onderscheiden naar investerings- en exploitatiekosten. Per kostenpost is aangegeven welke subposten onderdeel uitmaken van de kosteninschatting.

De volgende hoofdposten (en bijbehorende kostenposten) zijn onderscheiden wat betreft investeringskosten:

- |  |              |
|--|--------------|
| - Aanleg riolering in GWB-gebied                               | € 570.000,-- |
| - Grondverzet watergangen en greppels                          | € 520.000,-- |
| - Aanleg duikers en stuwen                                     | € 100.000,-- |
| - Extra grondverwervingskosten (aanleg infiltratievoorziening) | € 30.000,--  |

De totale investeringskosten worden geschat op circa € 1,2 miljoen.

De totale exploitatiekosten worden geschat op circa € 30.000,-- per jaar.



## 9 CONCLUSIES

In het kader van het ontwerp van de A12 Salto is onderzoek uitgevoerd naar de waterhuishoudkundige aspecten die hiermee samenhangen. Het doel van dit onderzoek was 'het ontwerpen van een, op het wegtracé aangepast waterhuishoudkundig systeem, dat rekening houdt met de bijzondere status van het gebied in verband met de openbare drinkwatervoorziening'.

Op basis van de watersysteemanalyse zijn de knelpunten vastgesteld. Een groot deel van deze knelpunten hebben betrekking op kruisingen van het wegtracé met bestaande watergangen. Deze knelpunten kunnen eenvoudig worden opgelost door het aanleggen van duikers en een stuw.

### **Knelpunten**

De voornaamste knelpunten hebben betrekking op:

- Problemen van afvoer van water uit het gebied.
- Versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg.
- Het risico op verontreiniging van het grondwaterbeschermingsgebied en de 100-jaarszone van de grondwaterwinning van Vitens te Bunnik door afstroming van verontreinigd wegwater.

### **Nieuwe hoofdwatgang**

Met de aanleg van een nieuwe hoofdwatgang aan de oostzijde van de weg wordt de huidige Rietsloot ontlast en wordt zo een begin gemaakt met een verbetering van de afvoer in het gebied. Bovendien draagt de nieuwe watgang bij aan de extra benodigde open waterberging die nodig is vanwege de versnelde afvoer van het water dat valt op het verharde oppervlak van het nieuwe wegtracé. Omdat de wens bestaat het watersysteem natuurvriendelijker in te richten wordt de oostelijke oever van de nieuwe hoofdwatgang als natuurvriendelijke oevers uitgevoerd. Hiervoor is ruimte beschikbaar binnen de beoogde totale breedte van het tracé.

### **Afstromend water vanaf de weg**

Voor het, van de weg afstromende water en de verontreinigingen die dit water meeneemt geldt een aantal voorwaarden. Binnen het grondwaterbeschermingsgebied moet het afstromende water volledig opgevangen worden. Buiten het grondwaterbeschermingsgebied moet versnelde afvoer van regenwater vanaf de weg (door de toename van verhard oppervlak) worden voorkomen door aanleg van waterberging. Bovendien mag vervuild water vanaf de weg niet rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd worden, maar via een berm of zuiverende voorziening.

Op basis van deze voorwaarden is een aantal oplossingsrichtingen opgesteld om de versnelde afvoer te voorkomen en het risico op verontreiniging te verkleinen, waarbij onderscheid gemaakt is tussen oplossingen binnen het grondwaterbeschermingsgebied en daarbuiten. Uit deze oplossingsrichtingen is in overleg met de projectgroep uiteindelijk de volgende oplossingsrichting gekozen.

### **Afstromend wegwater binnen het grondwaterbeschermingsgebied**

- Binnen het grondwaterbeschermingsgebied wordt het afstromende water langs de weg opgevangen met behulp van riolering. Het opgevangen water wordt naar een infiltratievoorziening buiten het grondwaterbeschermingsgebied afgevoerd.
- Deze infiltratievoorziening moet een oppervlak hebben van circa 2000 m<sup>2</sup>.
- De locatie van de infiltratievoorziening is dusdanig gekozen dat het opgevangen water onder vrij verval naar de infiltratievoorziening kan worden afgevoerd. Op basis van de huidige begrenzingen valt de locatie net buiten de 100-jaarsaandachtszone.
- De mogelijkheid om onder vrij verval af te voeren, hangt nauw samen met de hoogteligging en het verhang van de weg. Binnen het grondwaterbeschermingsgebied dient de weg op een hoogte van circa NAP + 3,0 meter te worden aangelegd. Bij het definitieve ontwerp van de weg vormt dit een belangrijk aandachtspunt.
- De beoogde locatie van de infiltratievoorziening ligt langs de weg, dit biedt voordelen met betrekking tot de aanleg van de leidingen naar deze voorziening (onder het tracé van de weg) en de aankoop van percelen.
- De bodemgesteldheid is ter plaatse van de infiltratievoorziening niet ideaal om te infiltreren. Aanbevolen wordt om ter plaatse van de infiltratievoorziening bodemverbetering toe te passen of zonodig de infiltratievoorziening te overdimensioneren. Aanbevolen wordt om gericht bodemonderzoek uit te voeren op de beoogde locatie van de infiltratievoorziening.

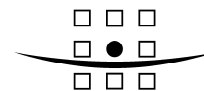
### **Afstromend wegwater buiten het grondwaterbeschermingsgebied**

- Buiten het grondwaterbeschermingsgebied wordt het afstromende wegwater via infiltratiegreppels geïnfiltreerd in de bodem.
- Deze infiltratiegreppels krijgen de vorm van een wadi (greppel met flauwe taluds) in verband met de obstakelvrije zone die nodig is naast de weg.
- De infiltratiegreppels zijn ter plaatse van het maaiveld 2,40 meter breed en 0,40 meter diep.
- Ook ter plaatse van de infiltratiegreppels wordt aanbevolen om bodemverbetering toe te passen.
- De infiltratiegreppels bevinden zich buiten het grondwaterbeschermingsgebied. Eventuele verontreinigingen in het afstromende wegwater worden afgevangen in de infiltratiegreppel. Het wegwater infiltreert via de infiltratiegreppel naar het grondwater buiten het grondwaterbeschermingsgebied en grotendeels buiten de 100-jaarszone. Naar het noorden toe (richting A12) loopt het weggedeelte iets op, zodat het weggedeelte binnen het grondwaterbeschermingsgebied iets hoger ligt dan het gedeelte ten zuiden hiervan. Hiermee wordt voorkomen dat wegwater van buiten het grondwaterbeschermingsgebied richting het grondwaterbeschermingsgebied stroomt.

## REFERENTIELIJST

- [01] Hydrologische systeem-analyse PS Bunnik, N.V. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WNM), 1997.
- [02] Ontwerp grondwaterkwaliteitsmeetnet PS Bunnik, N.V. Waterleidingbedrijf Midden-Nederland (WNM), 1997.
- [03] MER A12 Salto, Tauw B.V., 2007
- [04] Run-off en verwaaiing bij provinciale wegen, Grontmij advies en techniek b.v., 2003.
- [05] Cultuurtechnisch vademecum, 2000.
- [06] Wadi's: Aanbevelingen voor ontwerp, aanleg en beheer, Stichting Rioned, 2006.
- [07] Effectendstudie grondwateronttrekkingen Provincie Utrecht – Hydrologische effecten op Natura2000 en TOPgebieden, Royal Haskoning, 2009.
- [08] Reactie op artikel 'Wadi's laten nauwelijks metalen door', Vakblad Riolering, juli 2004.
- [09] Uitwerking 'Uitgangspunten waterketen', Waterschap Zuiderzeeland, 2007.
- [10] Ondergrondse infiltratie van regenwater – Een literatuur- en praktijkonderzoek naar milieurisico's, Stichting Rioned, 2008.
- [11] Beschermingszones drinkwaterwinningen in de provincie Utrecht – Begrenzungen berekend, Royal Haskoning, 2009 (concept).
- [12] Begrenzungen waterwingebieden, Tauw, 2009 (concept).
- [13] Aanleg en onderhoud natuurvriendelijke oevers en open water Oude Rijngebied, Uitvoeringsregeling HDSR

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 1** **Uitwerkingen oplossingsrichtingen waterkwaliteit**

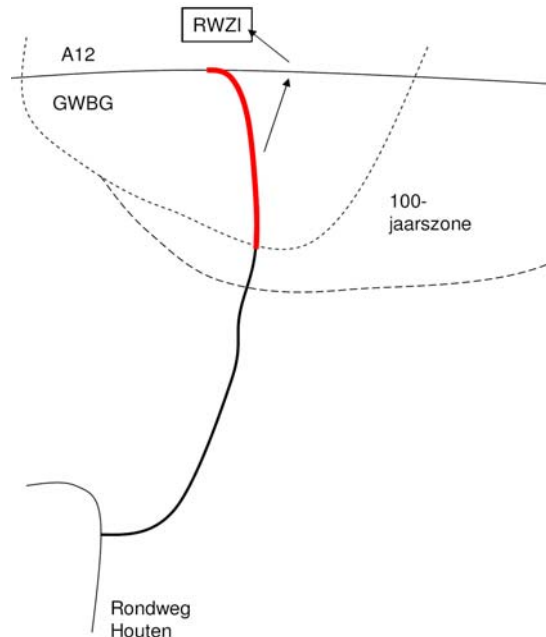


### Oplossingen binnen het grondwaterbeschermingsgebied

Onderstaand is een korte beschrijving en visualisatie van de verschillende oplossingsrichtingen gegeven. Een afweging van de oplossingsrichtingen op grond van voor- en nadelen is te vinden in hoofdstuk 7 van het rapport.

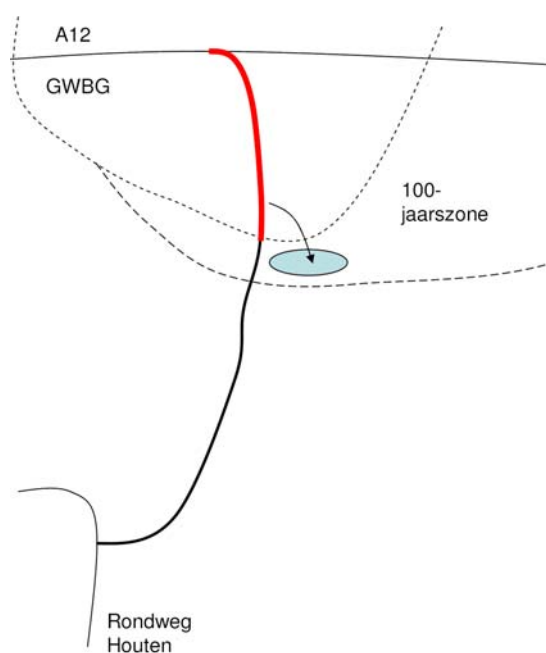
#### Oplossing 1: Mechanische afvoer naar RWZI

Het afstromende wegwater wordt opgevangen en via leidingen/pompen afgevoerd naar de RWZI via de bestaande afvoer van de A12. Hiervoor is het noodzakelijk dat de RWZI voldoende capaciteit heeft voor de zuivering van het afstromende water.



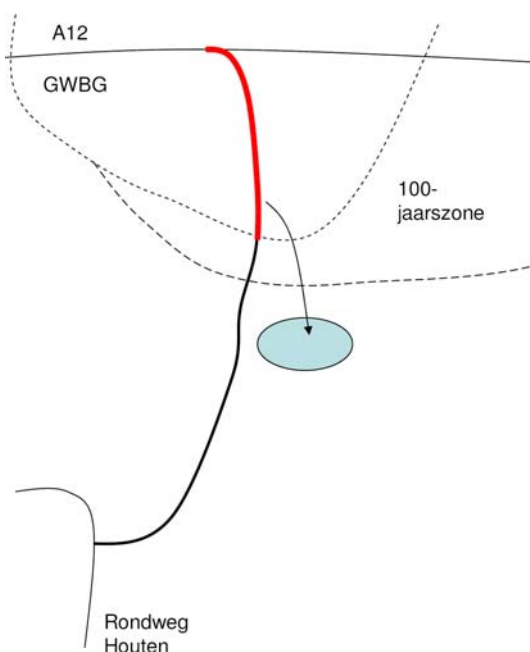
#### Oplossing 2: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening binnen de 100-jaarszone

Het afstromende wegwater wordt opgevangen en onder natuurlijk verval via gesloten leidingen of open betonnen geulen afgevoerd naar de grens van het grondwaterbeschermingsgebied waar een zuiveringsvoorziening aanwezig is. In deze zuiveringsvoorziening kan het water infiltreren. Het afstromende wegwater infiltreert in de 100-jaarszone. Lozing kan plaatsvinden onder vrij verval.



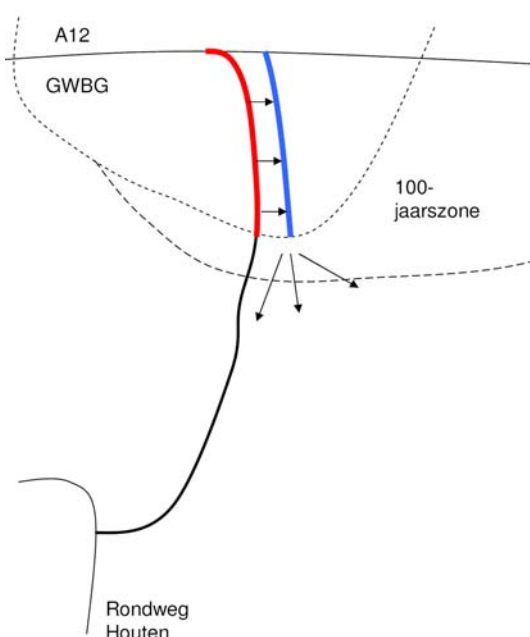
### Oplossing 3: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten 100-jaarszone

Het afstromende wegwater wordt opgevangen en onder natuurlijk verval afgevoerd naar de grens van het grondwaterbeschermingsgebied. Vanaf daar wordt het water afgevoerd naar een zuiveringsvoorziening die buiten de 100-jaarszone ligt, dit kan zowel binnen het noordelijke als het zuidelijke peilvak zijn. Afhankelijk van de exacte omstandigheden (wegligging, verschillen in maaiveldhoogte) zal het water verpompt moeten worden om naar deze zuiveringsvoorziening gebracht te worden. Deze zuiveringsvoorziening kan zowel gebruikt worden voor het afstromende wegwater uit het grondwaterbeschermingsgebied als voor het afstromende wegwater van de rest van het tracé. Het afvoeren van het water kan via gesloten leidingen of open betonnen geulen plaatsvinden.



### Oplossing 4: Zuivering via oever-exfiltratie

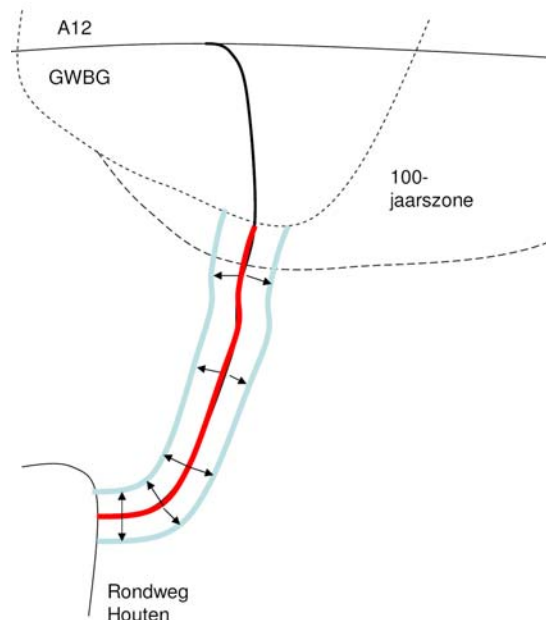
Het afstromende wegwater wordt opgevangen in een berm of watergang ingebed in een kleibed. Dit kleibed zorgt ervoor dat het water niet in de bodem kan infiltreren. Het afstromende wegwater bereikt de berm of watergang via oever-exfiltratie. Door de bodempassage die hierbij optreedt, nemen de concentraties verontreinigingen af en kan de berm of watergang rechtstreeks worden aangesloten op het watersysteem buiten het grondwaterbeschermingsgebied.



## Oplossingen buiten het grondwaterbeschermingsgebied

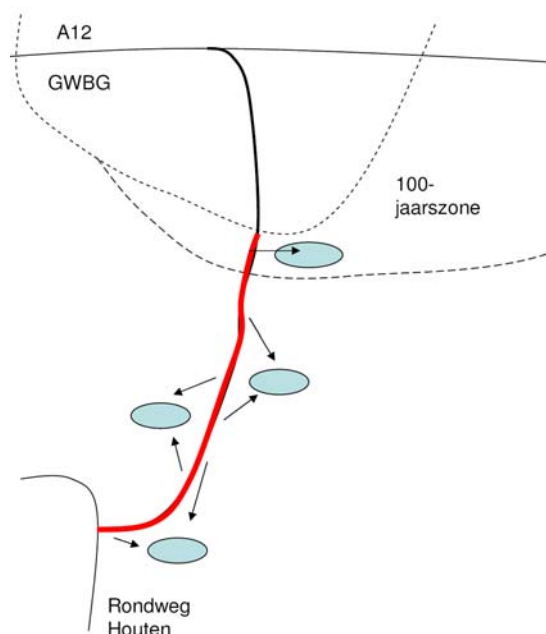
### Oplossing 5: Infiltratie over de gehele lengte van het tracé

Een infiltratievoorziening vangt het afstromende wegwater op langs de weg. Het afstromende water infiltreert via deze voorziening langs de gehele lengte van het tracé (buiten het grondwaterbeschermingsgebied).



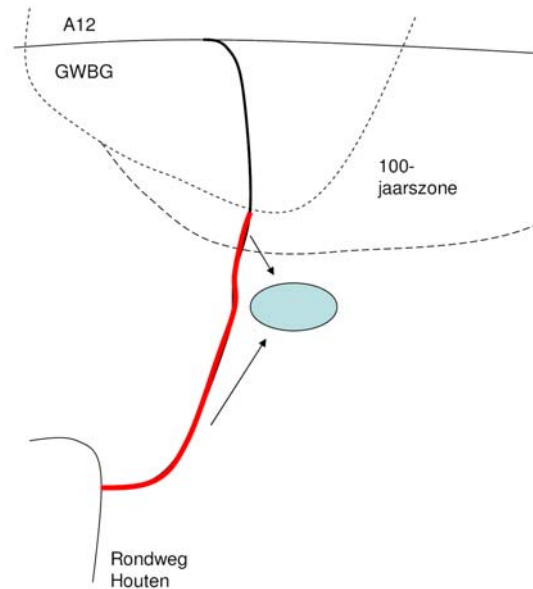
### Oplossing 6: Infiltratie via verspreide infiltratievoorzieningen

Het afstromende wegwater wordt opgevangen en via gesloten leidingen of open betonnen geulen onder natuurlijk verval afgevoerd naar een aantal verspreide infiltratievoorzieningen. In deze infiltratievoorzieningen kan het buiten het grondwaterbeschermingsgebied afgevoerde water infiltreren.

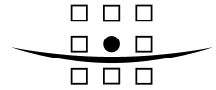


### Oplossing 7: Infiltratie via centrale infiltratievoorziening

Het afstromende wegwater wordt opgevangen en afgevoerd naar een centrale infiltratievoorziening. In deze infiltratievoorziening kan zowel het water uit het grondwaterbeschermingsgebied als het, daarbuiten afgevoerde water infiltreren. Waarschijnlijk dient in dit geval (een deel van) het water te worden verpompt.



A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 2**

### **Overzicht en toelichting op toe te passen infiltratievoorzieningen**



## Infiltratievoorzieningen

In de, in hoofdstuk 5 genoemde, en in bijlage 1 uitgewerkte, oplossingsrichtingen wordt gesproken over infiltratievoorzieningen. Voor de aanleg van infiltratievoorzieningen komen verschillende oplossingen in aanmerking. Deze oplossingen zijn weergegeven in tabel B2.1. Deze infiltratievoorzieningen zijn geselecteerd op basis van onze ervaring bij vergelijkbare projecten, onder meer voor het Waterschap Zuiderzeeland [9]. Tevens is rekening gehouden met de ruimtelijke systeemeigenschappen.

**Tabel B2.1 Mogelijke infiltratievoorzieningen**

Afkoppelmethode	Technieken
1. Afvoer naar oppervlaktewater	Directe afvoer via leidingen en goten Voorzuivering via helofytenfilter Voorzuivering via bezinkbassin Bergen en vertraagd afvoeren (dynamische buffer)
2. Bodemfilter	Infiltratieveld Infiltratiebassin (vijver/poel) Infiltratiegreppel Afvoer naar berm
3. Ondergrondse infiltratievoorziening	Infiltratieput (grindput) Infiltratiekoffer Infiltratiekrat Infiltratie in het watervoerend pakket Doorlatende buizen (IT-riool)
4. Combinatie bodemfilter en ondergrondse infiltratievoorziening	Wadi (greppel met zandcunet, infiltratiekoffer of –krat)
5. Combinatie met infiltratie en afvoer naar oppervlaktewater	Doorlatende buizen met berging en afvoerleiding naar oppervlaktewater. Oppervlakkige infiltratievoorziening met berging en afvoerleiding naar oppervlaktewater

(bron: Technische onderbouwing richtlijnen afkoppelen, Witteveen+Bos, oktober 2004).

## Zuiverende werking infiltratievoorzieningen

Het toepassen van (in)filtratievoorzieningen (bodempassage) wordt door veel waterschappen (waaronder HDSR) geaccepteerd als een methode met voldoende zuiverend vermogen. Deze methoden, die uitgaan van het lokaal infiltreren en zuiveren van afstromend wegwater, heeft zelfs de voorkeur boven transport naar – en verwerking door – de RWZI (end of pipe oplossing).

In het geval van een intensieve bui (ontwerpnorm  $T=5$ ) zal de eerste hoeveelheid vrijkomend water (first flush) de meeste verontreinigingen bevatten. Vervolgens zal de kwaliteit van het afstromende water meer een regenwaterkarakteristiek hebben. Als er geen goede alternatieven voor zuivering beschikbaar zijn kan besloten worden om deze 'first flush' af te voeren naar een RWZI, maar meestal wordt ook de 'first flush' verwerkt via de (in)filtratievoorziening. De (in)filtratievoorziening zal, uitgaande van een goed ontwerp, in ieder geval het meest verontreinigde deel van het afstromende water bergen en alleen relatief schoon water (bij een bui met een herhalingsdij  $> T=5$ ) overstorten. Daarmee is de zuiverende werking van een (in)filtratievoorziening gegarandeerd.

De filtervoorzieningen moeten worden voorzien van een noodoverloop die gecontroleerde afvoer naar oppervlaktewater mogelijk maakt. Verder worden er eisen aan de maximale lengtes van filtervoorzieningen gesteld (maximaal 200 meter) als deze zijn voorzien van bijvoorbeeld drains (in verband met mogelijkheden voor onderhoud en inspectie).

Een toelichting op de verschillende vormen van infiltratievoorzieningen is weergegeven in navolgend kader.

#### **Toelichting op verschillende vormen van infiltratievoorzieningen**

##### **Bodemfilter**

Wanneer een bodemfilter wordt toegepast, infiltreert het afstromende water via een niet verhard terrein. Door de bodempassage heeft een bodemfilter een zuiverende werking. Het oppervlak kan bedekt zijn met gras, maar ook met grind, schelpen of houtsnippers. Zowel aan het oppervlak (Infiltratieveld, -greppel) als ondergronds (sleuf) is het mogelijk berging te creëren. Het ruimtebeslag is ongeveer 5 – 25% van het aangesloten verhard oppervlak. Een redelijke doorlatendheid van de bovengrond is gewenst.

##### **Ondergrondse infiltratievoorziening**

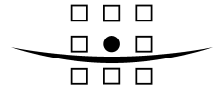
Bij een ondergrondse infiltratievoorziening bevindt zich onder het maaiveld een bergingsruimte (put, koffer, krat, buis). Deze berging kan gevuld zijn met een aggregaat of ander opvulmateriaal met een groot bergend vermogen. Vanuit deze ondergrondse berging infiltreert het water via de wanden in de bodem. Van de onderkant van de bergingsruimte wordt aangenomen dat deze dichtslibt en dus ondoorlatend zal zijn. Ondergrondse voorzieningen maken dus ook gebruik van een bodemfilter. Een nadeel is dat het filter moeilijk te vervangen is. Onbekend is het risico van verontreiniging van het grondwater indien de grondwaterspiegel de bodemfilter bereikt. Een redelijk goede doorlatendheid en een lage grondwaterstand zijn nodig voor een goede werking van ondergrondse infiltratievoorzieningen. Ondergrondse infiltratievoorzieningen hebben het voordeel dat het geen ruimte vergt, er water wordt geborgen, het een zuiverend effect heeft door de bodempassage en er water wordt vastgehouden in het gebied.

##### **Wadi's (bodemfilter en ondergrondse infiltratievoorziening)**

Wadi's zijn een combinatie van een bodemfilter en een ondergrondse infiltratievoorziening. Het afstromende water infiltreert via een goeddoorlatende humus laag naar de ondergrondse bergingskoffer. Vanuit de bergingskoffer infiltreert het water vervolgens naar de ondergrond. Door de bodempassage door de humus laag blijft de infiltratiecapaciteit van de bodem van de ondergrondse berging behouden. Bij overbelasting van de bovengrondse berging wordt de ondergrondse berging via een overlaat direct gevuld.



A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 3** **Uitgangspunten berekeningen afstromend wegwater**



### Maatgevende bui

Voor alle oplossingsrichtingen geldt dat de voorzieningen gedimensioneerd moeten worden gebaseerd op de hoeveelheid afstromend wegwater veroorzaakt door de maatgevende bui.

Voor het dimensioneren van randvoorzieningen (zoals infiltratiegreppels) moet worden uitgegaan van een maatgevende bui met een herhalingstijd van T=5 jaar (randvoorwaarde HDSR). De bui is gecorrigeerd voor een neerslagtoename van 10% in de komende 50 jaar (middenscenario 2050 volgens het Nationaal Bestuursakkoord Water). Omdat een regenduurlijn met een herhalingstijd van T=5 jaar wordt gebruikt, kan er niet gesproken worden over de bui. De neerslagintensiteit hangt af van de duur van de bui. Om de range aan te geven van de te verwachten hoeveelheden water die afstromen van de weg met een herhalingstijd van T=5 jaar, zijn in tabel B3.1 de afstromende hoeveelheden weergegeven voor een korte bui (60 min) en een zeer lange bui (8460 min, 6 dagen).

**Tabel B3.1 Totale afvoer per oppervlak**

		Verhard oppervlak	Afvoer bui 60 min	Afvoer bui 8460 min (6 dagen)
		(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
Peilvak Noord	Totaal, waarvan in	9563	188	686
	* grondwaterbeschermingsgebied	6915	136	496
	* 100 jaarszone	1028	20	74
	* overig gebied	1620	32	116
Peilvak Zuid		11963	236	858
Totaal		21525	424	1544

Verwacht mag worden dat de afvoerleidingen en/of infiltratievoorzieningen de volledige hoeveelheid afvoerend regenwater kunnen bergen. Regenwater op maaiveld mag hierbij niet ontstaan.

Voor het bepalen van de afmetingen van eventueel toe te passen riolering en eventueel bijbehorende pompcapaciteit is tevens gebruik gemaakt van de regenduurlijnen van Buishands en Velds. Hierbij is de berging in het rioolstelsel en de hierbij benodigde pompcapaciteit uitgezet tegen de T=5 duurlijn +10%. Hieruit volgt dat bij een riolering aan beide zijden van 300 mm (circa 19mm berging) een pompcapaciteit nodig is van circa 12 l/s.ha. Bijvoorbeeld bij een oppervlak van 6915 m<sup>2</sup> (verhard oppervlak binnen grondwaterbeschermingsgebied) zou dit neerkomen op een debiet van 30 m<sup>3</sup>/h.

### Verontreinigingen in het afstromende wegwater

Het verkeer op de weg zal verschillende milieubelastende stoffen veroorzaken. Deze stoffen zullen voor een deel verwaaien en voor een deel met het afstromende water worden meegevoerd. Uit het rapport "Run-off en verwaaiing bij provinciale wegen" [4], blijkt dat in afstromend wegwater van dit soort type provinciale wegen de volgende soorten en concentraties aan microverontreinigingen voorkomen (zie tabel B3.2).

**Tabel B3.2 Concentraties microverontreinigingen in afstromend wegwater**

Type verontreiniging	Afstroming (mg/week/meter weg)
PAK	0,024
Cadmium	0,014
Chroom	0,06
Koper	0,81
Nikkel	0,07
Lood	0,34
Zink	2,15
Minerale olie	14,2
Chloride	13,4

Voor de aan te leggen weg tussen de rondweg van Houten en de A12 resulteert dat in de, in tabel B3.3 gegeven jaarlijkse hoeveelheden microverontreinigingen die afstromen.

**Tabel B3.3 Jaarlijkse hoeveelheden afstromende microverontreinigingen (kg/jr)**

Stof	Peilvak Noord (kg/jr)	Peilvak Zuid (kg/jr)	Totaal Peilvak Noord + Zuid (kg/jr)	Binnen grondwater-beschermingsgebied <sup>1</sup> (kg/jr)
PAK	1,6	2,0	3,6	1,2
Cadmium	0,9	1,2	2,1	0,7
Chroom	4,0	5,0	9,0	2,9
Koper	54	67	121	38,8
Nikkel	4,6	5,8	10,4	3,4
Lood	23	28	51	16
Zink	143	178	321	103
Minerale olie	942	1178	2120	681
Chloride	888	1111	1999	642

<sup>1</sup> Dit betreft dus het deel van Peilvak Noord dat zich binnen het grondwaterbeschermingsgebied bevindt.

Dit resulteert in de, in tabel B3.4 aangegeven hoeveelheden vervuilingseenheden/jaar.

**Tabel B3.4 Jaarlijkse aantal vervuilingseenheden (ve/jr)**

Stof	Peilvak Noord (ve/jr)	Peilvak Zuid (ve/jr)	Totaal Peilvak Noord + Zuid (ve/jr)	Binnen grondwater-beschermingsgebied <sup>2</sup> (ve/jr)
PAK	Niet te bepalen (som-parameter)			
cadmium	9,3	11,6	20,9	6,7
chroom	4,0	5,0	9,0	2,9
koper	53,7	67,2	121	38,8
nikkel	4,6	5,8	10,4	3,4
lood	22,5	28,2	50,7	16,3
zink	143	178	321	103
minerale olie	Niet te bepalen (som-parameter)			
chloride	1,4	1,7	3,1	1,0
Totaal	238	298	536	172

<sup>2</sup> Dit betreft dus het deel van Peilvak Noord dat zich binnen het grondwaterbeschermingsgebied bevindt.

### Infiltratievoorzieningen

Bij alle oplossingsrichtingen behalve oplossing 1, waarbij het afstromende wegwater uit het grondwaterbeschermingsgebied afgevoerd wordt naar de RWZI, wordt gebruik gemaakt van een infiltratievoorziening om het afstromende wegwater te zuiveren.

De vrijkomende volumes water mogen van HDSR niet rechtstreeks op het oppervlaktewater worden geloosd. Het water dient via bodempassage (infiltratievoorziening) te worden afgevoerd. Hiervoor zijn verschillende methoden beschikbaar (zie hoofdstuk 5) maar het principe van al deze systemen is min of meer hetzelfde.

Vanuit de infiltratievoorziening zal het instromende wegwater in de bodem infiltreren. Bij een (te) grote regenintensiteit zal de berging in de infiltratievoorziening niet groot genoeg zijn en zal het water direct naar het oppervlaktewater afstromen. De eis is gesteld dat een regenbui met een herhalingstijd van 5 jaar nog moet kunnen worden geborgen in de greppel. Bij een intensievere bui zal een deel van het infiltrerende water, over de rand van de infiltratievoorziening of via een overstort, rechtstreeks naar het aangrenzende oppervlaktewater kunnen afstromen.

Voor het berekenen van de afmetingen van de infiltratievoorziening(en) is uitgegaan van een maximale waterdiepte van 0,3 meter en een waking van 0,1 meter [6]. De berekeningen zijn uitgevoerd voor infiltratievoorzieningen met taluds van 1:3 ('wadi-concept') en/of met taluds die recht omhoog lopen (1:0). Dit geeft de bandbreedte van het benodigde ruimtebeslag weer, uitgaande van een open infiltratiesysteem. In het voorlopige ontwerp van het tracé is aan beide zijden van de weg een berm gepland van circa 6 meter breed waarvan 2 meter verhard is. Er is aan beide zijden dus circa 4 meter berm beschikbaar voor de aanleg van een infiltratiegreppel of andersoortige infiltratievoorziening.



### Infiltratiesnelheden

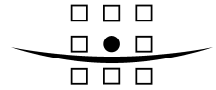
De snelheid waarmee het water infiltreert in de bodem hangt af van de doorlatendheid van de deklaag. De k-waarde van de in de deklaag voorkomende grondsoorten is weergegeven in tabel B3.5 (bron: Cultuurtechnisch Vademecum [5]).

Tabel B3.5 Doorlatendheden (k-waarde) grondsoorten deklaag

Grondsoort	k-waarde (mm/dag)
Leem	50
Lichte klei	36
Matig zware klei	13
Lichte zavel	240
Kleiig leem	10

Verwacht wordt dat op een groot deel van de locaties de bovenste meters van de deklaag door atmosferische omstandigheden en bewerking van de grond relatief doorlatend zal zijn. Voor de berekening is een doorlatendheid van 50 mm/dag (0,05 m/dag) aangehouden. Omdat niet overal goede omstandigheden aanwezig zijn voor infiltratie, zijn ook berekeningen uitgevoerd met een infiltratiesnelheid van 0 mm/dag, om een indicatie te krijgen van de benodigde afmetingen om al het water te kunnen bergen.

A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 4** **Globale uitwerking oplossingsrichtingen** **knelpunten 9, 11 en 13**





## Oplossingen binnen het grondwaterbeschermingsgebied

### Oplossing 1: Mechanische afvoer naar RWZI

#### Waterkwaliteit

Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt voor de zuivering afgevoerd naar de RWZI. De RWZI moet voldoende capaciteit hebben om het afstromende wegwater te zuiveren. Op jaarbasis komt de hoeveelheid verontreiniging die afstroomt van de weg in het grondwaterbeschermingsgebied overeen met circa 172 vervuilingseenheden. De hoeveelheid water die jaarlijks naar de RWZI zal worden afgevoerd is circa 8000 m<sup>3</sup>. (Gebaseerd op 750 mm neerslag per jaar.)

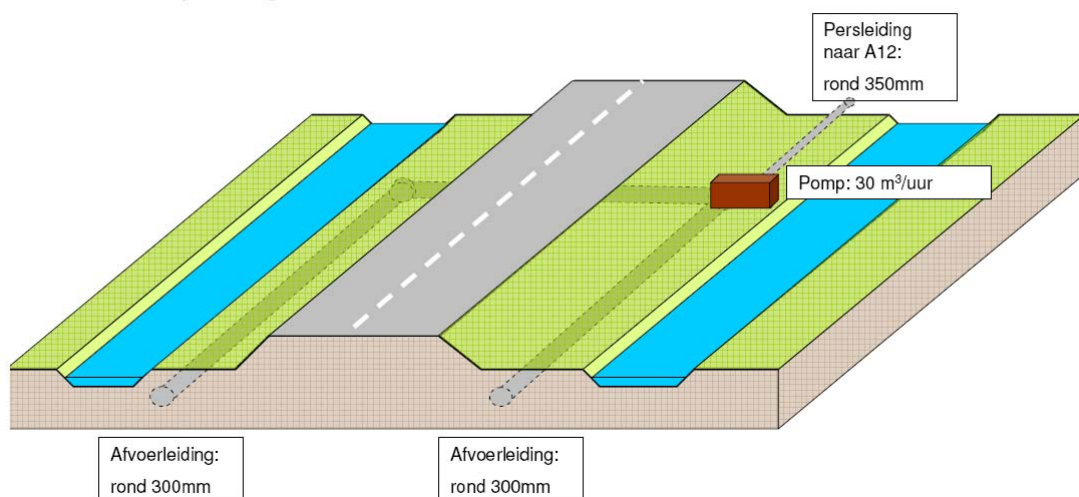
#### Waterkwantiteit

Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt opgevangen in een leiding aan beide zijden van de weg. Onder vrij verval stroomt het water hierin naar het laagste punt, aan de zuidkant van het grondwaterbeschermingsgebied. Vanaf het laagste punt wordt het water via een persleiding opgepompt naar de A12 om daar aan te takken op de afvoer van de A12. De dimensioneringskentallen van de leidingen zijn weergegeven in tabel B4.1.

Tabel B4.1 Dimensionering leidingen oplossingsrichting 1

Leidingen	Aantal	Lengte [m]	Maximaal debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Gesloten leiding	
				gronddekking [m-mv]	Benodigde diameter [mm]
Leiding vrij verval	2	922	30	0,7	300
Persleiding	1	1000	30	0,7	160

Oplossing 1: Mechanische afvoer naar de RWZI



### Ruimtelijke inpassing

Er wordt nu vanuit gegaan dat het afgevoerde water kan aantakken op de afvoer van de A12. Er kan ook voor gekozen worden niet aan te takken op de afvoer van de A12 en rechtstreeks naar de RWZI af te voeren. De lengte en andere afmetingen van de drukleiding, en de benodigde pompcapaciteit hangen af van de ligging van RWZI en de route hier naartoe. Dit is nu (nog) niet bekend.

### Oplossing 2: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening binnen de 100-jaarszone

#### Waterkwaliteit

Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. De infiltratievoorziening ligt buiten het grondwaterbeschermingsgebied maar binnen de 100-jaarszone, zodat het water afgevoerd kan worden onder vrij verval

#### Waterkwantiteit

Voor het inschatten van de afmetingen voor de infiltratievoorziening is uitgegaan van een rechthoekige voorziening, de breedte is gelijk aan de lengte. De benodigde afmetingen van de infiltratievoorziening zijn weergegeven in tabel B4.2, zowel voor de hoge als lage infiltratiesnelheid.

Tabel B4.2 Afmetingen infiltratievoorziening oplossingsrichting 2

Infiltratievoorziening	'Hoge' infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
alleen gwb-gebied	31	31	1000	42	42	1800
gwb en 100-jaarszone	33	33	1100	45	45	2060

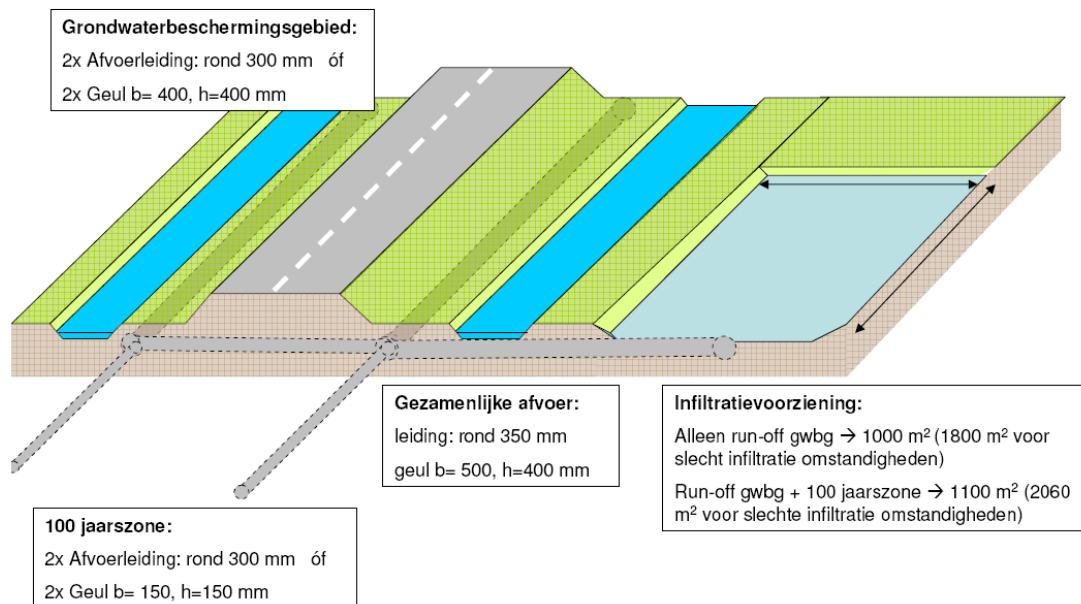
Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater moet opgevangen worden in gesloten leidingen of betonnen geulen aan beide kanten van de weg, en vervolgens naar de infiltratievoorziening worden gebracht. De afmetingen van de afvoer zijn weergegeven in tabel B4.3.

Tabel B4.3 Afmetingen afvoer oplossingsrichting 2

Leidingen				Gesloten leiding		Betonnen geul		
	Aantal	Lengte [m]	Max. debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Gronddekking [m-mv]	Benodigde diameter [mm]	Breedte [m]	Diepte [m]	Opper- vlak [m <sup>2</sup> ]
gwb-gebied	2	922	30	0,7	300	0,4	0,4	740
100-jaarszone	2	137	5	0,7	300	0,15	0,15	41
gezamenlijke afvoer	1	100	35	0,7	350*	0,5	0,4	50

Afhankelijk van de ligging van de infiltratievoorziening is het wellicht noodzakelijk dat het water verpompt moet worden om de infiltratievoorziening te bereiken of dat grotere diameter gekozen dienen te worden.

## Oplossing 2: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening binnen 100 – jaars zone



### Ruimtelijke inpassing

In het geval dat gesloten leidingen worden gebruikt, worden deze ingegraven in de grond met circa 0,7 meter gronddekking.

De ligging van de infiltratievoorziening bepaald voor een groot gedeelte de lengte van de leidingen of geulen die nodig zijn. De infiltratievoorziening wordt bij voorkeur zo aangelegd dat het afstromende wegwater er onder vrij verval naar toe kan stromen. De infiltratievoorziening moet buiten het grondwaterbeschermingsgebied liggen, omdat daarbinnen niet geïnfiltreerd mag worden. Bovendien moet de locatie van de infiltratievoorziening geschikt zijn voor infiltratie voor wat betreft het bodemtype en grondwaterstanden (zie bijlage 3). Een aandachtspunt hierbij is dat de locaties die onder vrij verval bereikbaar zijn, mogelijk niet geschikt zijn voor infiltratie omdat dit meestal zware klei betreft.

## Oplossing 3: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten de 100-jaarszone

### Waterkwaliteit

Het in het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. Deze infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone, om instroming van het geïnfiltreerde water in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen.

### Waterkwantiteit

De benodigde afmetingen van de infiltratievoorziening zijn weergegeven in tabel B4.4. Hierbij zijn twee opties weergegeven, de eerste waarbij alleen het water uit het grondwaterbeschermingsgebied wordt geïnfiltreerd, en de tweede waarbij ook het afstromende water van de rest van het tracé wordt geïnfiltreerd.

**Tabel B4.4 Afmetingen infiltratievoorziening oplossingsrichting 3**

Infiltratievoorziening	Hoge infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
alleen gwb-gebied	31	31	1000	42	42	1800
hele trace	53	53	2850	73	73	5400

Om het afstromende wegwater in de infiltratievoorziening te krijgen, moet het opgevangen worden en via gesloten leidingen of open geulen naar de infiltratievoorziening worden geleid. De leidingen of geulen worden aan beide kanten van de weg aangelegd. De exacte lengte van de leidingen hangt af van de ligging van de centrale infiltratievoorziening.

Om een inschatting te maken van de afmetingen wordt er vanuit gegaan dat de centrale infiltratievoorziening aangelegd wordt in het noordelijke peilvak, op ongeveer 300 meter van het punt waar de weg de overgang tussen het noordelijke en het zuidelijke peilvak snijdt. De dimensionering van de afvoer wordt weergegeven in tabel B4.5.

**Tabel B4.5 Afmetingen afvoer oplossingsrichting 3**

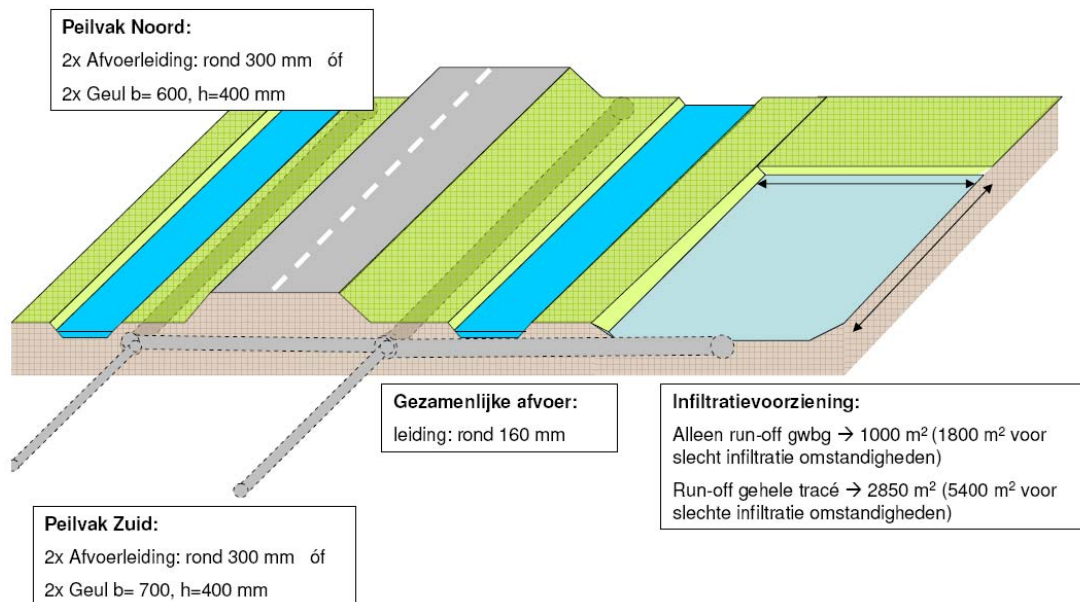
Leidingen				Gesloten leiding		Betonnen geul		
	Aantal	Lengte [m]	Max. debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Gronddekking [m-mv]	Benodigde diameter [mm]	Breedte [m]	Diepte [m]	Opper- vlak [m <sup>2</sup> ]
peilvak noord	2	1275	41	0,7	300	0,6	0,4	1530
peilvak zuid	2	1595	52	0,7	300	0,7	0,4	2230
gezamenlijke afvoer	1	300	93	0,7	160			

Uitgangspunt is dat het water niet onder vrij verval naar de centrale infiltratievoorziening kan afvoeren, het zal nodig zijn om het water te verpompen.

### Ruimtelijke inpassing

Wanneer gesloten leidingen worden gebruikt, worden deze ingegraven in de grond op circa 0,70 meter onder maaiveld. De ligging van de infiltratievoorziening bepaald voor een groot gedeelte de lengte van de leidingen of geulen die nodig zijn. De infiltratievoorziening wordt bij voorkeur zo aangelegd dat het afstromende wegwater er onder vrij verval naar toe kan stromen. De infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone om instroming van geïnfiltreerd wegwater in het grondwater-beschermingsgebied te voorkomen. Ook moet de locatie geschikt zijn voor wat betreft bodemtype en grondwaterstanden. De locaties die onder vrij verval bereikbaar zijn, zijn vaak locaties met zware klei, en dus niet geschikt voor infiltratie.

### Oplossing 3: Afvoer naar een zuiveringsvoorziening buiten 100 – jaars zone



### Oplossing 4: Zuivering via oever-exfiltratie

#### Waterkwaliteit

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage. Deze bodempassage vindt plaats in de oever van een al bestaande watergang of in de oever van een nieuw aan te leggen watergang. Na de bodempassage exfiltreert het water in de watergang en zo dus in het oppervlaktewater systeem. Om er voor te zorgen dat dit water niet infiltreert in de grondwaterbeschermingszone, moet de watergang waarin het water exfiltreert, en alle watergangen binnen het grondwaterbeschermingsgebied die in verbinding staan met deze watergang, bekleed worden met klei.

#### Waterkwantiteit

Het afstromende water moet geborgen kunnen worden op de oever, het mag niet rechtstreeks het oppervlaktewater instromen. De benodigde afmetingen voor de infiltratievoorziening op de oever zijn weergegeven in tabel B4.6.

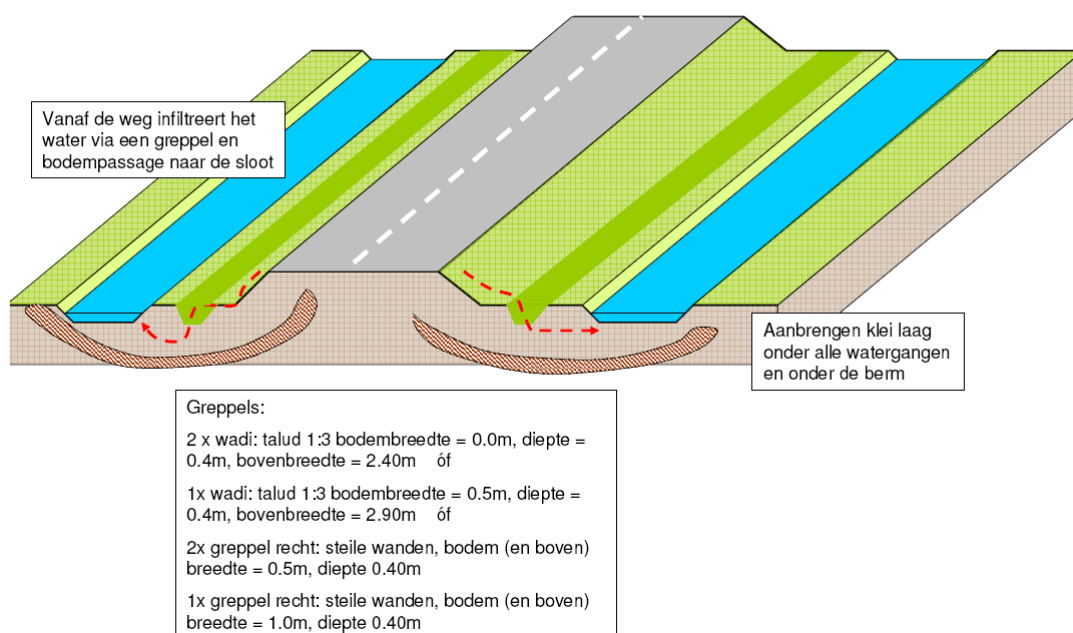
Tabel B4.6 Afmetingen infiltratievoorziening oplossingsrichting 4

Infiltratievoorziening	Aantal	Hoge infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
		Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
"wadi-concept"	2	922	2.4	4500	922	2.4	4500
"wadi-concept"	1	922	2.9	2700	922	3.3	3050
rechte bak	2	922	0.5	922	922	0.9	1660
rechte bak	1	922	1.0	922	922	1.8	1660

## Ruimtelijke inpassing

Langs het gehele wegtracé is ruimte nodig aan één of beide kanten voor oever(s) voor de infiltratie en een daarbij horende watergang(en). Bovendien moet(en) de watergang(en) en het gehele oppervlaktewatersysteem binnen het grondwaterbeschermingsgebied dat op deze watergang(en) aangesloten is bekleed worden met klei. Ook onder de oever waarin de bodempassage plaatsvindt moet een kleidek aangelegd worden, er kan dan tegelijkertijd bodemverbetering toegepast worden om de infiltratiecapaciteit te verbeteren.

### Oplossing 4: Zuivering via oever exfiltratie



## Oplossingen buiten het grondwaterbeschermingsgebied

### Oplossing 5: Infiltratie over de gehele lengte van het tracé (buiten gwbg)

#### Waterkwaliteit

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd door een bodempassage in een infiltratievoorziening gelegen langs de hele lengte van het tracé buiten het grondwaterbeschermingsgebied.

#### Waterkwantiteit

De afmetingen van de infiltratievoorziening gelegen langs het tracé worden gegeven in tabel B4.7. De infiltratievoorziening wordt ofwel aan beide kanten van de weg aangelegd, ofwel slechts aan een zijde.

**Tabel B4.7 Afmetingen infiltratievoorziening oplossingsrichting 5**

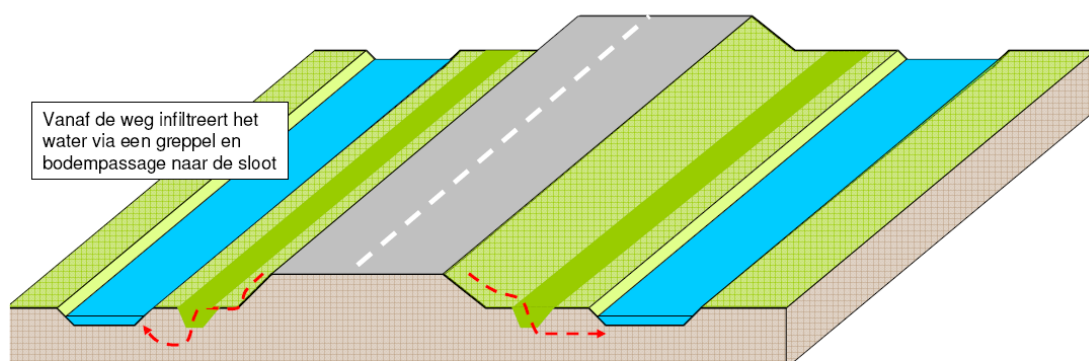
Infiltratievoorziening	Aantal	Hoge infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
		Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
"wadi-concept"	2	1948	2.4	9400	1948	2.4	9400
"wadi-concept"	1	1948	2.9	5600	1948	3.3	6400
rechte bak	2	1948	0.5	1950	1948	0.9	3500
rechte bak	1	1948	1.0	1950	1948	1.8	3500

In bochten zal het water over het algemeen naar één kant van de weg afstromend door de schuine ligging van de weg in bochten. De afmetingen van de infiltratievoorziening zullen in bochten hier dus op aangepast moeten worden.

### Ruimtelijke inpassing

Langs het tracé van de weg moet in de berm voldoende ruimte aanwezig zijn voor de infiltratievoorziening. Als de bodem niet geschikt is voor infiltratie moet er bodemverbetering toegepast worden.

Oplossing 5: Infiltratie over de gehele lengte van het tracé buiten het gwbg



#### Greppels:

2 x wadi: talud 1:3 bodembreedte = 0.0m, diepte = 0.4m, bovenbreedte = 2.40m óf

1x wadi: talud 1:3 bodembreedte = 0.5m, diepte = 0.4m, bovenbreedte = 2.90m óf

2x greppel recht: steile wanden, bodem (en boven) breedte = 0.5m, diepte 0.40m óf

1x greppel recht: steile wanden, bodem (en boven) breedte = 1.00m, diepte 0.40m

#### Greppels (lagere infiltratiesnelheid):

2 x wadi: talud 1:3 bodembreedte = 0.0m, diepte = 0.4m, bovenbreedte = 2.40m óf

1x wadi: talud 1:3 bodembreedte = 0.9m, diepte = 0.4m, bovenbreedte = 3.30m óf

2x greppel recht: steile wanden, bodem (en boven) breedte = 0.9m, diepte 0.40m

1x greppel recht: steile wanden, bodem (en boven) breedte = 1.80m, diepte 0.40m

## Oplossing 6: Infiltratie via verspreide infiltratievoorzieningen

### Waterkwaliteit

Het afstromende wegwater wordt gezuiverd met een bodempassage door gebruik te maken van infiltratievoorzieningen. Er wordt een aantal infiltratievoorzieningen gebruikt op verschillende locaties.

### Waterkwantiteit

De benodigde afmetingen van de infiltratievoorzieningen gezamenlijk is weergegeven in tabel B4.8.

Tabel B4.8 Afmetingen infiltratievoorzieningen oplossingsrichting 6

Infiltratievoorziening	Hoge infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
	Lengte	Breedte	Oppervlak	Lengte	Breedte	Oppervlak
	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
buiten gwb-gebied	44	44	2000	61	61	3800

Het afstromende water moet natuurlijk naar de verschillende infiltratievoorzieningen worden getransporteerd. Bij voorkeur gebeurt dit onder vrij verval maar wanneer dit niet mogelijk is zal het water naar de infiltratievoorziening gebracht moeten worden door middel van verpompen.

De afmetingen van de afvoerleidingen worden weergegeven in tabel B4.9 (voor zover bekend).

Tabel B4.9 Afmetingen afvoer oplossingsrichting 6

Leidingen				Gesloten leiding		Betonnen geul		
	Aantal	Lengte	Max. debiet	Gronddekking	Benodigde diameter	Breedte	Diepte	Oppervlak
		[m]	[m <sup>3</sup> /uur]	[m-mv]	[mm]	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]
peilvak noord buiten gwb-gebied	2	353	1,5	0,7	300	0,15	0,4	100
peilvak zuid	2	1595	52	0,7	300	0,7	0,4	2230
gezamenlijke afvoer	1	*)	54	0,7	*)	*)	*)	*)

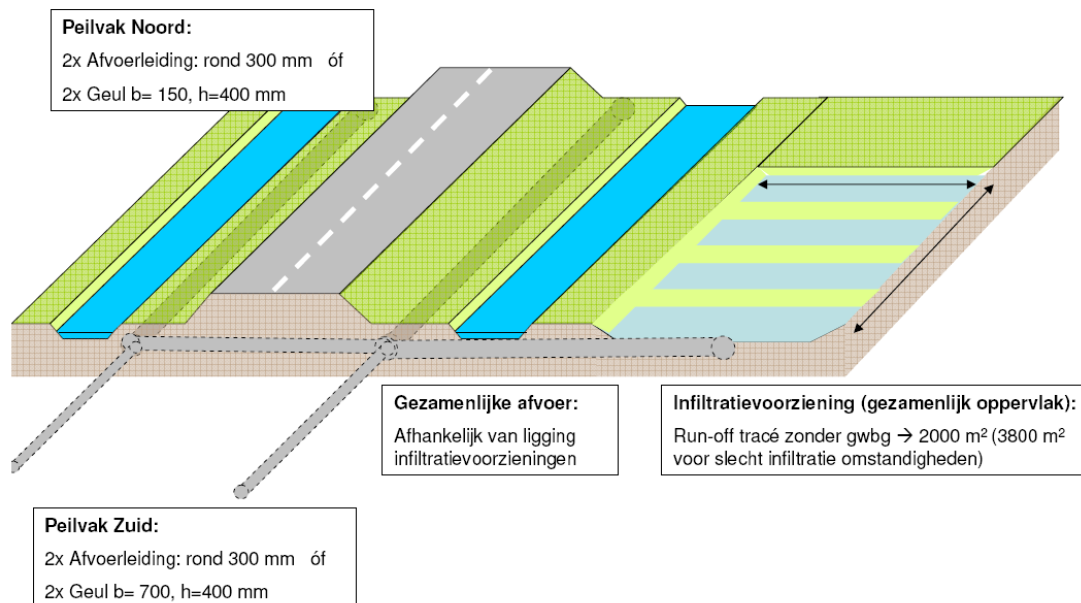
\*) Afhankelijk van aantal en exacte ligging infiltratieplassen

### Ruimtelijke inpassing

De infiltratievoorzieningen moeten worden aangelegd op plekken die het meest geschikt zijn voor infiltratie gebaseerd op bodemopbouw en grondwaterstanden. Bij voorkeur zijn dit locaties waar het water onder vrij verval naartoe geleid kan worden.



### Oplossing 6: Infiltratie via verspreide infiltratievoorzieningen



### Oplossing 7: Infiltratie via centrale infiltratievoorziening

#### Waterkwaliteit

Het buiten het grondwaterbeschermingsgebied afstromende wegwater wordt gezuiverd door middel van een bodempassage met behulp van een infiltratievoorziening. Deze infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone, om instroming van het geïnfiltreerde water in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen.

#### Waterkwantiteit

Tabel B4.10 laat de benodigde afmetingen voor de infiltratievoorziening zien.

**Tabel B4.10 Afmetingen infiltratievoorziening oplossingsrichting 7**

Infiltratievoorziening	Hoge infiltratiesnelheid			Lage infiltratiesnelheid		
	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]	Lengte [m]	Breedte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
buiten gwbg-gebied	44	44	2000	61	61	3800
gehele trace	53	53	2850	73	73	5400

Om een inschatting te maken van de afmetingen wordt er ook hier weer vanuit gegaan dat de centrale infiltratievoorziening aangelegd wordt in het noordelijke peilvak, op ongeveer 300 meter van het punt waar het de weg de overgang tussen het noordelijke en het zuidelijke peilvak snijdt. De benodigde afmetingen worden weergegeven in tabel B4.11.

Tabel B4.11 Afmetingen afvoer oplossingsrichting 7

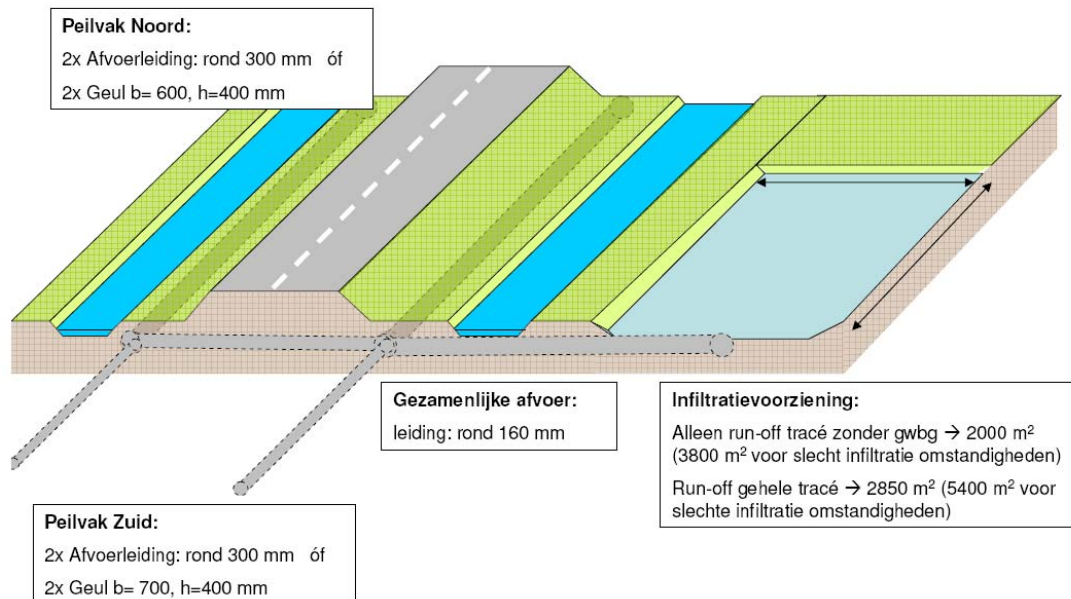
Leidingen				Gesloten leiding		Betonnen geul		
	Aantal	Lengte [m]	Max. debiet [m <sup>3</sup> /uur]	Ligging [m-mv]	Benodigde diameter [mm]	Breedte [m]	Diepte [m]	Oppervlak [m <sup>2</sup> ]
peilvak noord	2	1275	41	0,7	300	0,6	0,4	1530
peilvak zuid	2	1595	52	0,7	300	0,7	0,4	2230
gezamenlijke afvoer	1	300	93	0,7	160			

Er wordt van uit gegaan dat transport naar de infiltratievoorziening via een pomp dient te gebeuren.

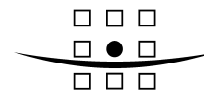
### Ruimtelijke inpassing

De ligging van de infiltratievoorziening bepaald voor een groot gedeelte de lengte van de leidingen of geulen die nodig zijn. De infiltratievoorziening wordt bij voorkeur zo aangelegd dat het afstromende wegwater er onder vrij verval naar toe kan stromen. De infiltratievoorziening ligt buiten de 100-jaarszone om instroming van geïnfiltrteerd wegwater in het grondwaterbeschermingsgebied te voorkomen. Ook moet de locatie geschikt zijn voor wat betreft bodemtype en grondwaterstanden.

Oplossing 7: Infiltratie via een centrale infiltratievoorziening



A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 5** **Bepalen geschikte locaties infiltratievoorziening**



## BEPALEN LOCATIE VAN DE INFILTRATIEVOORZIENING

### Factoren

De volgende factoren zijn gebruikt bij het selecteren van, voor infiltratie geschikte locaties:

- Infiltratiecapaciteit o.b.v. bodemkaart (k-waarde).
- Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG).

De volgende factoren zijn gebruikt om een keuze te maken tussen de geselecteerde geschikte locaties:

- Hoogteligging.
- Afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied.
- Aantal kruisingen met wegen en/of watergangen.
- Ligging binnen of buiten de 100-jaarszone.

De factoren infiltratiecapaciteit en de gemiddeld hoogste grondwaterstand zijn geclassificeerd aan de hand van de geschiktheid voor infiltratie. Op basis van de mate van geschiktheid zijn punten toegekend op een niveau van 25 bij 25 meter. Via een GIS-bewerking is een gebiedsdekkend beeld gegenereerd van de geschiktheid van locaties voor infiltratie.

### *Infiltratiecapaciteit*

De infiltratiecapaciteit is bepaald aan de hand van de aanwezige k-waarde (afhankelijk van de bodemsoort). De k-waarde staat voor de snelheid (cm/dag) waarmee water in de bodem kan infiltreren. Omdat geen exacte k-waardes bekend zijn, zijn de in het plangebied aanwezige bodemsoorten ingedeeld in drie categorieën op basis van gemiddelde k-waardes voor de verschillende bodemsoorten (tabel B5.1). Om goed te kunnen infiltreren is een k-waarde gewenst van meer dan 50 cm/dag. Geen van de in het plangebied voorkomende bodemsoorten voldoen aan deze voorwaarde. Ook de categorie met de hoogste score (2) is dus niet ideaal om in te infiltreren. Zware klei dient vermeden te worden voor de locatie van de infiltratievoorziening.

**Tabel B5.1 Score per bodemsoort voor de infiltratiecapaciteit**

Bodemsoort	Score
zavel/lichte zavel	2
zavel en lichte klei/zware zavel en lichte klei	1
zware klei	0

### *GHG*

Om te zorgen voor een goede werking van de infiltratievoorziening is een niet te hoge grondwaterstand gewenst. Over het algemeen wordt hiervoor aangenomen dat de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) dieper dan 70 cm onder maaiveld moet zijn. Locaties met een GHG minder diep dan 70 cm onder maaiveld krijgen een score van 0, locaties waarbij de GHG wel dieper dan 70 cm onder maaiveld is, krijgen een score van 2.

### Totaalscore

Door de score voor de infiltratiecapaciteit en de GHG bij elkaar op te tellen wordt de totaalscore bepaald. Hoe hoger de score hoe geschikter de locatie is voor infiltratie. Hierbij moet wel in het achterhoofd worden gehouden dat de infiltratiecapaciteit op alle locaties in feite te laag is om geschikt te zijn voor infiltratie.

In tabel B5.2 worden de categorieën en de daarbij behorende scores weergegeven.

**Tabel B5.2 Scores voor de verschillende categorieën**

Parameter	Klasse	Score
Infiltratiecapaciteit o.b.v. bodemkaart	zavel/lichte zavel	2
	zavel en lichte klei/zware zavel en lichte klei	1
	zware klei	0
GHG	GHG > 70 cm - mv	2
	GHG < 70 cm - mv	0

De maximaal te behalen score is vier punten (tabel B5.3), de infiltratiecapaciteit behoort tot de hoogste van de in het plangebied voorkomende infiltratiecapaciteiten en de GHG waarde is dieper dan 70 cm onder maaiveld. Een score van drie houdt in dat de diepte van de GHG groot genoeg is, maar dat de infiltratiecapaciteit minder goed is. Wanneer de score twee of lager is, betekent dit dat de locatie of op het gebied van de infiltratiecapaciteit, of met betrekking tot de GHG of voor allebei slecht scoort.

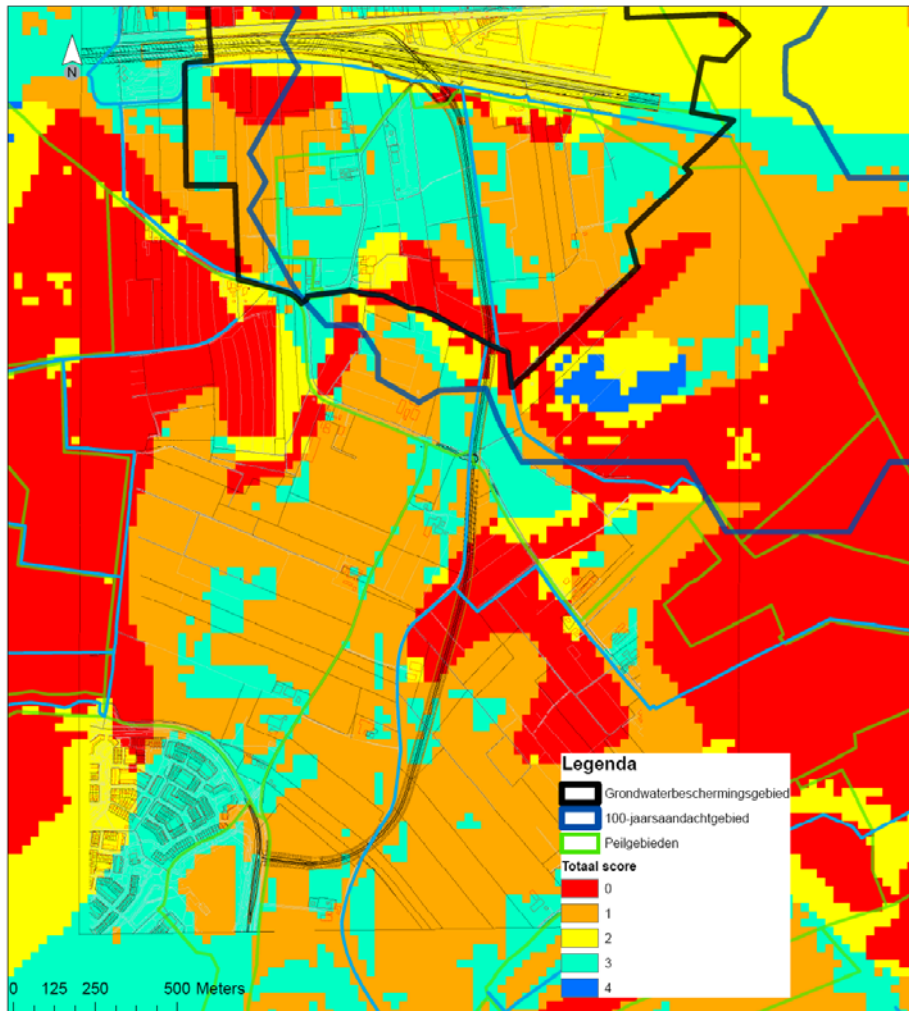
**Tabel B5.3 Score**

Score	Geschiktheid
0	ongeschikt
1	ongeschikt
2	ongeschikt
3	minder geschikt
4	meest geschikt

### Locaties

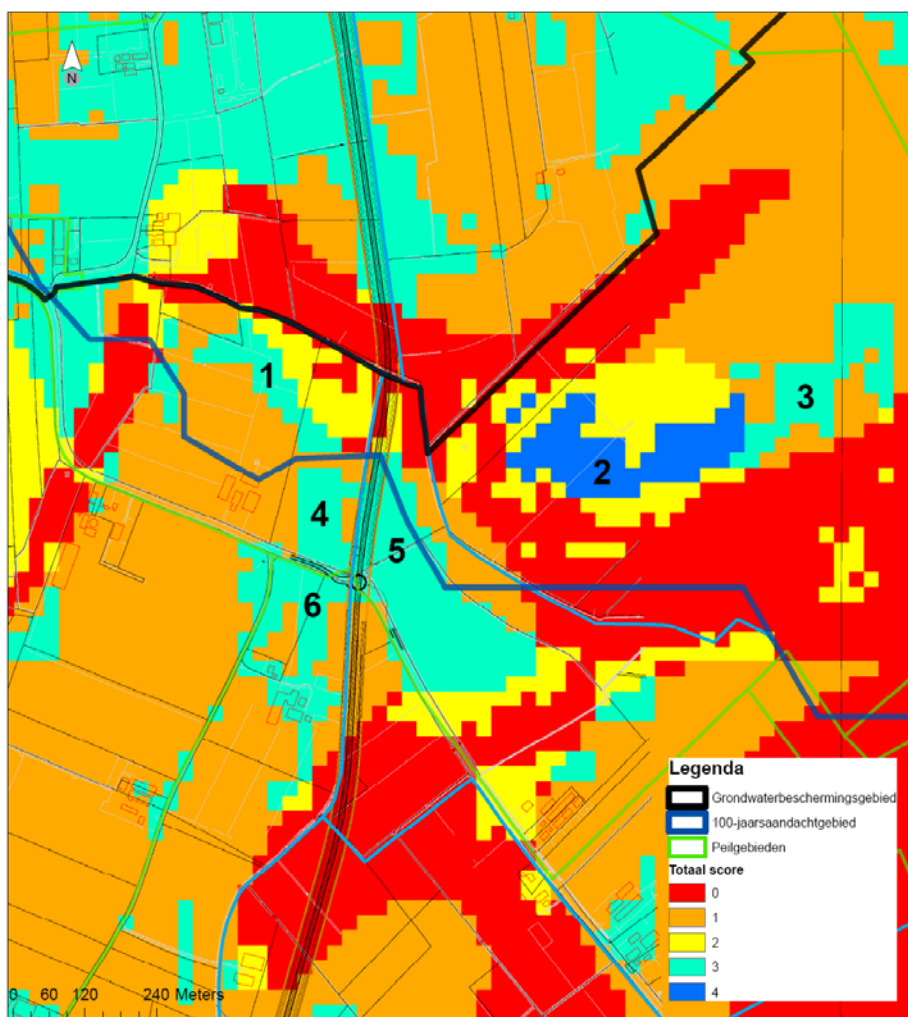
Na het toekennen van de scores voor de infiltratiecapaciteit en de GHG is de totaalscore voor alle locaties bepaald (figuur B5.1). Duidelijk is te zien dat een groot deel van het tracé een lage score heeft, wat nadelig is voor het infiltreren via greppels langs de weg van het buiten het grondwaterbeschermingsgebied afstromende water. Omdat de weg verhoogd aangelegd wordt zullen de GHG dieptes verbeteren en zal de infiltratiecapaciteit ter plaatse verbeteren. Omdat het afstromende water langs het gehele tracé wordt verspreid, zal het risico dat het zandcunet onder de weg te nat wordt, niet groot zijn.

**Figuur B5.1 Totalscores**



In figuur B5.2 zijn de locaties aangegeven die geschikt zijn als locatie voor de infiltratievoorziening op basis van de infiltratiecapaciteit en de GHG dieptes. Hierbij is uitgegaan van een minimale score van 3. Deze locaties zijn met elkaar vergeleken op basis van de overige factoren: hoogteligging, afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied en de ligging binnen of buiten de 100-jaarszone.

**Figuur B5.2** Mogelijke locaties voor de infiltratievoorziening



#### *Hoogteligging*

Het afstromende water wordt onder vrij verval afgevoerd naar het punt waar de weg de rand van het grondwaterbeschermingsgebied kruist. Vanaf hier moet het water onder vrij verval kunnen afstromen naar de infiltratievoorziening of anders verpompt worden. Hoe minder het hoogteverschil is dat overbrugd moet worden, hoe voordeliger dit is. Het beschikbare hoogteverschil c.q. benodigde opvoerhoogte hangt af van de hoogte waarop de weg wordt aangelegd. Hoe hoger de weg wordt aangelegd, hoe meer mogelijkheden er zijn om het water onder vrij verval te laten afstromen naar de infiltratievoorziening.

#### *Afstand tot het grondwaterbeschermingsgebied en aantal kruisingen*

Hoe korter de afstand is tussen het punt waar het water onder vrij verval naar wordt afgevoerd en de locatie van de infiltratievoorziening, hoe voordeliger dit is. Daarnaast is het aantal wegen en watergangen dat gekruist moet worden van belang, omdat dit een belangrijk deel van de kosten kunnen zijn.

#### *Ligging binnen of buiten de 100-jaarszone*

Bij voorkeur ligt de locatie van de infiltratievoorziening buiten de 100-jaarszone.



In tabel B5.4 zijn de kenmerken van de 6 locaties weergegeven. Omdat de aangegeven locaties groter zijn dan de benodigde afmetingen voor de infiltratievoorziening (maximaal circa 2000 m<sup>2</sup>), zal de exacte locatie van de infiltratievoorziening binnen deze gebieden nog nader bepaald moeten worden. Het hoogteverschil met en de afstand tot het verzamelpunt voor het afstromende water is ook afhankelijk van deze exacte locatie. In de tabel worden de ranges weergegeven waarbinnen het hoogteverschil en de afstand voor het gehele gebied vallen.

Het hoogteverschil hangt af van de hoogte waarop de weg uiteindelijk wordt aangelegd. In de tabel is onderscheid gemaakt tussen aanleg op het niveau van het huidige maaiveld (ongeveer NAP +1,6 meter) en aanleg op de (in het voorontwerp aangehouden) ontwerphoogte van NAP +3,0 meter. In het eerste geval is altijd sprake van de noodzaak van pompen, in het tweede geval kan waarschijnlijk (afhankelijk van het precieze ontwerp) altijd worden volstaan met lozing onder vrij verval.

**Tabel B5.4 Kenmerken van de mogelijke infiltratielocaties**

Locatie nr	1	2	3	4	5	6
Score voor infiltratiecapaciteit en GHG	3	4	3	3	3	3
Hoogteverschil [m]						
t.o.v. huidig maaiveld (NAP +1,6 meter)	-0,7 / -1,1	-1,0 / -1,7	-0,2 / -0,9	-0,5 / -1,0	-0,7 / -1,2	-0,7 / -1,2
t.o.v. maaiveldhoogte NAP +3,0 meter	0,3 / 0,7	-0,3 / 0,4	0,5 / 1,2	0,4 / 0,9	0,2 / 0,7	0,2 / 0,7
Afstand [m]	160 - 280	250 - 600	600 - 830	200 - 350	180 - 550	360 - 520
Aantal kruisingen (minimaal)	2	1	2	1	1	2
Ligging t.o.v. 100 jaarszone	binnen	binnen	binnen	buiten	buiten	buiten

### Benodigde pompcapaciteit/energieverbruik

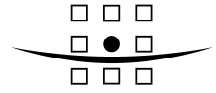
In het geval de weg laag wordt aangelegd is pompcapaciteit nodig om het water uit het grondwaterbeschermingsgebied af te voeren. Voor de meest ongunstige situatie (aanleghoogte NAP +1,6 meter) is de benodigde pompcapaciteit en het hiermee samenhangende energieverbruik bepaald (op basis van benodigde opvoerhoogte en leidinglengte). In tabel B5.5 zijn per mogelijke infiltratielocatie, onderscheiden naar minimale en maximale opvoerhoogte en leidinglengte, de noodzakelijke leidingdiameters gegeven en is het energieverbruik geschat.

**Tabel 8.6 Benodigde leidingdiameters en geschat energieverbruik per infiltratielocatie uitgaande van een minimale aanleghoogte weg (NAP +1,6 meter)**

Locatie nr	1		2		3		4		5		6	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Hoogteverschil [m]	0.7	1.1	1	1.7	0.2	0.9	0.5	1	0.7	1.2	0.7	1.2
Afstand [m]	160	280	250	600	600	830	200	350	180	550	360	520
Diameter persleiding(mm)	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Benodigde opvoerhoogte (m)	4.0	6.9	6.2	14.1	12.6	18.2	6.6	8.3	4.4	12.7	8.2	11.9
Energieverbruik (KWH/j)	173	298	268	609	544	786	285	359	190	549	354	514



A COMPANY OF



**ROYAL HASKONING**

## **Bijlage 6 Kostenraming**



**Schatting investeringskosten**

Maatregel	Kosten (€)
<b>1. Riolering in GWB-gebied (inclusief grondverzet, exclusief eventuele afvoer van grond)</b>	<b>570.000,-</b>
Riolering west- en oostzijde (riolering Ø 300 mm)	
Verzamelput	
Rioolleiding vanaf verzamelput naar wadi (riolering Ø 400 mm), inclusief uitstroomvoorziening)	
Aanbrengen rioolputten en kolken	
<b>2. Grondverzet watergangen en greppels (aanpassen, ontgraven en in profiel brengen, afvoeren vrijkomende (schone) grond)</b>	<b>520.000,-</b>
Greppel west- en oostzijde	
Nieuwe hoofdwatergang oostzijde (inclusief aanleg natuurvriendelijke oever)	
Infiltratievoorziening (2000 m <sup>2</sup> , ontgravingsdiepte 0,4 meter)	
Dempen en aanpassen ligging Rietsloot tpv knelpunt 7	
Dempen watergang tpv knelpunt 6; aansluiten bestaande watergang langs Achterdijk op de nieuwe watergang	
<b>3. Duikers en stuwen</b>	<b>100.000,-</b>
Plaatsen duiker in Rietsloot tpv knelpunt 7 (diameter Ø 900 mm, lengte ca. 25 meter, bob NAP +0,95 meter)	
Plaatsen duiker onder wegtracé tpv knelpunt 4 Rietsloot-Nieuwe watergang (diameter Ø 1000 mm, lengte ca. 30 meter, bob NAP +0,65 meter)	
Plaatsen duiker onder wegtracé tpv knelpunt 3 Bestaande watergang (diameter Ø 1000 mm, lengte ca. 10 meter, bob NAP +0,65 meter)	
Plaatsen automatische klepstuw in nieuwe watergang tpv knelpunt 5, inclusief voeding en meet- en regelwerk overstortbreedte 1500 mm	
Plaatsen houten stuw breed 8-9 m	
<b>4. Extra grondverwervingskosten (exclusief grondverwervingskosten aanleg trace)</b>	<b>30.000,-</b>
Grondverwerving infiltratievoorziening (circa 2000 m <sup>2</sup> )	
<b>Totaal Investeringskosten</b>	<b>1.220.000,-</b>

**Schatting exploitatiekosten**

Maatregel	Kosten (€/jr)
Onderhoud greppels en infiltratievoorziening (maaien, 3x per jaar)	
Onderhoud infiltratievoorziening (maaien, 1x per jaar)	
Onderhoud riolering (doorspuiten, 1x per jaar)	
Afschrijving infiltratievoorziening (afschrijvingstermijn 20 jaar)	
Afschrijving riolering (afschrijvingstermijn 60-80 jaar)	
<b>Totaal Exploitatiekosten (€/jaar)</b>	<b>30.000,-</b>

