824



GEMEENTE RENKUM

AFKOPPELEN HEMELWATER RENKUM

EINDRAPPORT

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

GEMEENTE RENKUM

AFKOPPELEN HEMELWATER RENKUM

EINDRAPPORT

Rapportnummer 634/OA99/5315/19600/as

8 juli 1999

Goedgekeurd: PS

Heidemij Advies BV is ISO 9001 gecertificeerd

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Inhoud

1 Inleiding 4

2 Inventarisatie 5
2.1 Algemeen 5
2.2 Selectie van kansrijke oppervlakken 6
2.2.1 Selectie 6
2.2.2 Afkoppelkansenkaart 10

3 Technische haalbaarheid 12
3.1 Algemeen 12
3.2 Bodemparameters 12
3.3 Civieltechnische en waterhuishoudkundige inpassingsmogelijkheden 13
3.3.1 Infiltratie in de bodem 13
3.3.2 Afwatering naar oppervlaktewater 15
3.3.3 Benutten op woningniveau 16
3.4 Uitwerking op clusterniveau 17
3.4.1 Bergerhof 17
3.4.2 Dennenkamp 19
3.4.3 Lobel/Vink 21
3.4.4 Conclusies 23
3.4.5 Extrapolatie naar overige clusters 24

4 Hydraulische en waterhuishoudkundige effecten 25
4.1 Effecten afkoppelen op het rioolstelsel 25
4.1.1 Oppervlakte 25
4.1.2 Hydraulisch functioneren 26
4.1.3 Conclusies 29
4.2 Effecten afkoppelen op het grond- en oppervlaktewater 29
4.2.1 Effecten op het oppervlaktewatersysteem 29
4.2.2 Effecten op het grondwatersysteem 30

5 Bestuurlijk/juridische verkenning 31
5.1 Landelijk beleid 31
5.2 Wet- en regelgeving 32
5.2.1 Buitenland 32
5.2.2 Wetgeving en jurisprudentie van de Europese Unie 33
5.2.3 Nederlandse wetgeving 34

6 Uitvoering en communicatie 38
6.1 Uitvoeringsprogramma 38
6.2 Kostendekkingsplan 39
6.2.1 Fondsen en subsidies 40
6.2.2 Kosten afkoppelen 40
6.2.3 Kosten alternatieve maatregelen 42
6.3 Communicatie 43

Bijlage 1	Overzicht nieuwbouw en renovatie projecten	45
Bijlage 2	Locatie boringen en peilbuizen	46
Bijlage 3	Boorprofielen	48
Bijlage 4	Grondwaterbeschermingsgebieden NUON	49
Bijlage 5	Selectiecriteria	50
Bijlage 6	Afkoppelkansenkaarten	51
Bijlage 7	Overzicht overstorten	52
Bijlage 8	Infiltratieberekeningen	53
Bijlage 9	Kostenraming clusters	54

1 Inleiding

Aanleiding
De gemeente Renkum heeft het voornemen om drie riooloverstorten (van de in totaal 12 riooloverstorten van gemengde rioolstelsels) die op de Heelsumsebeek en de Slijpbeek lozen te saneren. Hiermee wil de gemeente gaandeweg tegemoet komen aan de doelstelling uit het Gelders Milieuplan om lozingen van overstorten op wateren met de functie "Hoogst Ecologisch Niveau" (HEN-wateren) in de planperiode te saneren. Tegelijkertijd wordt voldaann aan de basisinspanning door de vuilemissie te reduceren. Als basisinspanning wordt gezien een emissiereductie van 50% ten opzichte van een standaardstelsel van 7 mm berging en een pompovercapaciteit van 0,7 mm per uur.

De gemeente wil in het kader van duurzaam stedelijk waterbeheer het saneren van de drie overstorten combineren met het afkoppelen van minimaal 33 hectare verhard oppervlak in plaats van de aanleg van een "groene" randvoorziening. Dit is 14% van het totale verharde oppervlak (± 235 ha) in het bestaande stedelijk gebied in de gemeente Renkum.

ARCADIS Heidemij Advies is reeds een aantal jaren betrokken bij de rioleringsplannen van de gemeente. Op basis hiervan is ARCADIS Heidemij Advies gevraagd een plan te maken om te komen tot het afkoppelen van de minimaal benodigde 33 hectaren verhard oppervlak met een looptijd van 4 jaar (2000 tot en met 2003). De gemeente Renkum heeft het voornemen om ook na deze planperiode het afkoppelen van verhard oppervlak voort te zetten.

Het plan is in nauwe samenwerking met de gemeente Renkum, Woningbeheer Renkum, NUON Water, Waterschap Vallei & Eem en de Provincie Gelderland tot stand gekomen.

Doelstelling
Op basis van de schriftelijke reactie (van 16 december 1998) van de provincie Gelderland en gesprekken met de opdrachtgever kan de volgende doelstelling worden geformuleerd:

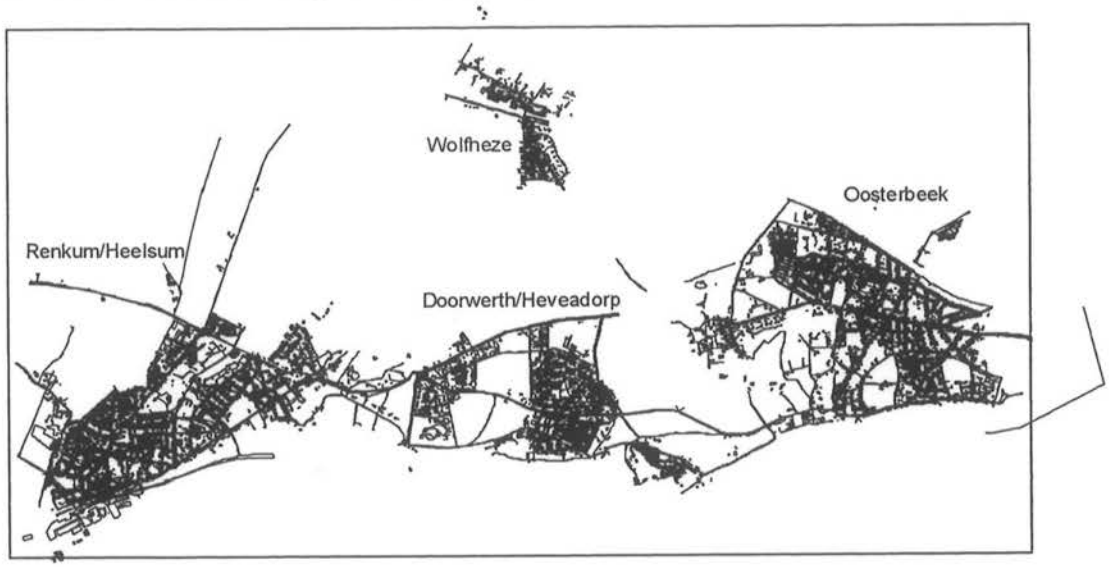
> *Het opstellen van een concreet uitvoerings- en kostenbestedingsplan, waarmee de technische en financiële haalbaarheid van het afkoppelen van minimaal 33 hectare verhard oppervlak wordt aangetoond.*

Leeswijzer
De inventarisatie van gegevens en de geselecteerde kansrijke oppervlakken komen in hoofdstuk 2 aan de orde. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegegaan op de technische haalbaarheid en in hoofdstuk 4 op de hydraulische en waterhuishoudkundige effecten. Hoofdstuk 5 behandeld de bestuurlijke en juridische verkenning. Hoofdstuk 6 tenslotte bevat het uitvoeringsprogramma inclusief het kostendekkingsplan en de communicatie.

2 Inventarisatie

2.1 Algemeen

De gemeente Renkum bestaat uit de woonkernen Renkum/Heelsum, Doorwerth/Heveadorp, Wolfheze en Oosterbeek. Figuur 1 geeft een overzicht van de verschillende kernen in de gemeente Renkum.



Figuur 1: Overzicht gemeente Renkum.

Deze woonkernen hebben een totale oppervlakte van 1016 ha, waarvan ± 235 ha verhard (22%). Hiervan is een deel reeds afgekoppeld (zie tabel 1).

In de verschillende woonkernen zijn, voor tijdelijke opslag van hemelwater, reeds groene bergingsvoorzieningen aanwezig. Woningbeheer Renkum (WBR) heeft op twee locaties reeds verhard oppervlak (daken en galerijen) afgekoppeld. In Doorwerth wordt het hemelwater geïnfiltreerd middels boven- en ondergrondse infiltratievoorzieningen (Richtersweg). In Heelsum wordt het hemelwater geïnfiltreerd middels ondergrondse infiltratievoorzieningen in achtertuinen (Heidestein). In Wolfheze wordt door het psychiatrisch ziekenhuis een deel van het verhard oppervlak geïnfiltreerd.

Tabel 1: Reeds afgekoppelde verharde oppervlakken in de gemeente Renkum.

kern	locatie	oppervlak (ha) indicatief
Doorwerth	Richtersweg	1,0
Doorwerth	Valkeniershof	0,5
Doorwerth	Doorwerth College	0,5
Heelsum	Plan Heidestein	2,0
Oosterbeek	Sonnenberg	0,5
Oosterbeek	Van Borsselenweg	0,5
Wolfheze	Gelderse Roos	1,0
Alle	Diverse wegen, panden	1,0
totaal reeds afgekoppeld:		**7,0**

Uit ervaringen van het WBR bij plan Heidestein is gebleken dat infiltreren in achtertuinen, zonder dat daarover vroegtijdig gecommuniceerd is, op weerstand stuit bij de bewoners. Bij vervangende nieuwbouw is het beter om vroegtijdig de toekomstige bewoners te informeren en de infiltratievoorzieningen vast te leggen in het koopcontract.

Bij de inventarisatie is bepaald welke oppervlakken potentieel geschikt zijn om af te koppelen. Bij de selectie van potentieel geschikte verharde oppervlakken spelen enkele selectiecriteria een rol. Deze selectiecriteria zijn in de volgende paragraaf toegelicht. Aan de hand van deze criteria zijn kansrijke oppervlakken geselecteerd. In dit hoofdstuk is nader ingegaan op de werkwijze en de geselecteerde kansrijke oppervlakken.

2.2 Selectie van kansrijke oppervlakken

2.2.1 Selectie

De potentieel geschikte oppervlakken voor afkoppeling zijn samen met de reeds afgekoppelde verharde oppervlakken weergegeven op afkoppelkansenkaarten (zie bijlage 6). Elke kern staat weergegeven op een aparte kaart. Het gaat hierbij om de volgende vier kernen: Renkum/Heelsum, Doorwerth/Heveadorp, Oosterbeek en Wolfheze. Het rioolstelsel van Wolfheze loost op het stelsel van Renkum/Heelsum. Het rioolstelsel van Doorwerth loost eveneens op Renkum/Heelsum. Het stelsel van Renkum/Heelsum voert af naar de rioolwaterzuivering. Het stelsel van Heveadorp loost op het stelsel van Oosterbeek. Het stelsel van Oosterbeek voert af naar de rioolwaterzuivering.

Bij de selectie van potentieel geschikte verharde oppervlakken spelen onderstaande selectiecriteria een rol.

Ontwateringsniveau
Het ontwateringsniveau is een belangrijke randvoorwaarde voor infiltratie van hemelwater. Een lage grondwaterstand ten opzichte van maaiveld is kansrijk voor afkoppelen en infiltreren in de bodem.

De bodemopbouw en de waterhuishouding zijn van doorslaggevend belang indien verhard oppervlak afgekoppeld wordt en in de bodem wordt geïnfiltreerd. Om inzicht te krijgen in de lokale waterhuishouding is bij de inventarisatie gebruik gemaakt van peilbuisgegevens van TNO en van NUON Water (pompstation La Cabine). Uit deze gegevens zijn de hoogst gemeten grondwaterstanden van de afgelopen 10 jaar geselecteerd (meetfrequentie elke 14 dagen). Alle gebieden met een hoogst gemeten grondwaterstand van minder dan 1 m beneden maaiveld zijn als ongeschikt voor infiltratie gekenmerkt. In praktijk blijkt dat dit in slechts enkele gebieden, in het zuiden van Oosterbeek, voorkomt. In bijlage 2 zijn de peilbuislocaties weergegeven.

Verdachte verontreinigingslocaties
Infiltratie van hemelwater op verdachte verontreinigde locaties kan verspreiding van verontreinigingen met zich meebrengen. Verontreinigingen die voorkomen in de onverzadigde ondergrond tot een maximale diepte van 2 m -maaiveld spelen een minder grote rol, omdat geinfiltreerd kan worden op grotere diepte.

De verdachte verontreinigingslocaties zijn geïnventariseerd op basis van gegevens afkomstig van de gemeente Renkum en de Provincie Gelderland. Alle verdachte verontreinigingslocaties zijn ongeschikt geacht voor infiltratie van hemelwater. Vooralsnog zijn deze locaties ook ongeschikt geacht voor afkoppelen naar oppervlaktewater. Als belangrijkste reden is hiervoor de status HEN-water van de meeste oppervlaktewateren in het gebied.

Oppervlaktewater
Indien infiltratie van hemelwater in de bodem niet mogelijk is dan kan afgekoppeld hemelwater naar oppervlaktewater binnen een straal van 100 meter worden geleid (indien deze afstand groter is dan 100 meter werkt dit onevenredig door in de kosten). Niet alle soorten oppervlaktewater zijn geschikt om op af te koppelen. In dit criterium wordt rekening gehouden met de kwantitatieve en kwalitatieve eisen die gesteld worden aan het oppervlaktewater. De kwaliteit van afstromend water kan reden zijn bepaalde vormen van verwerking (bijvoorbeeld afvoeren op oppervlaktewater of hergebruik) uit te sluiten. Dit kan betekenen dat gebieden afvallen voor afkoppelen vanwege de kwaliteit van het water. Het afkoppelen van hemelwater afkomstig van wegen op HEN-water is niet wenselijk (in overleg met waterschap)[1]. De kwantitatieve eisen liggen niet vast, grote peilstijgingen kunnen, afhankelijk van het ontvangende oppervlaktewater, gewenst of ongewenst zijn. De mogelijkheden om hemelwater naar oppervlaktewater af te voeren moeten bekeken worden als de hoeveelheid verhard oppervlak bekend is, zodat de piekafvoer bepaald kan worden.

[1] Onderzoek naar de effecten van infiltratie (zie literatuurlijst) wijst uit dat het afkoppelen van wegoppervlakken mogelijk is, indien dit verhardingswater via bodempassage loost op oppervlaktewater of bovengrondse infiltratievoorzieningen. Omdat dit recente onderzoek nog onder embargo staat (wordt in september/oktober openbaar gemaakt) is vooralsnog uitgegaan van de traditionele werknorm volgens de leidraad "Aan en afkoppelen verharde oppervlakken".

De meeste oppervlaktewateren in het gebied hebben de status HEN-water. Deze oppervlaktewateren kunnen alleen hemelwater afkomstig van daken ontvangen. Slechts enkele oppervlaktewateren hebben deze status niet, maar zijn wel degelijk van hoog ecologisch niveau. Bij de inventarisatie is vooralsnog uitgegaan van het afkoppelen en afvoeren van dakoppervlak naar HEN-wateren en het afkoppelen en afvoeren van hemelwater van daken, woonstraten en parkeerplaatsen naar de overige wateren. Tijdens de uitvoeringsfase kunnen deze oppervlakken wellicht toch worden afgekoppeld indien voldaan wordt aan de gestelde randvoorwaarden volgens de nieuwe richtlijnen.

Voorzover als nu bekend is, gelden de onderstaande waterkwaliteitsdoelstellingen:

HEN-water:
- Renkumse beken (Halveradsbeek/Oliemolenbeek, Kortenburgsebeek, Molenbeek = geen HEN-water);
- Heelsumsebeek;
- Seelbeek;
- Hoge Oorsprong;
- Beek op de Hemelseberg/Gielenbeek.

Potentieel waardevol:
- Slijpbeek;
- Zuiderbeek (vijver).

Overig water:
- beek Leigraaf;
- Zuiderbeek (afloop van de vijver).

Openbaar groen
De nabijheid van openbaar groen is, om verzekerd te zijn van ruimte voor de aanleg van een infiltratievoorziening, een belangrijk criterium.

De aanwezigheid van openbaar groen in een straal van 100 m is zeer gewenst om de aanleg van gemeenschappelijke infiltratievoorzieningen mogelijk te maken. Bovendien is de kans van slagen op korte termijn groter. Bij de selectie van kansrijke oppervlakken is daarom uitgegaan van de aanwezigheid van openbaar groen op korte afstand (< 100 m).

Weg-, riool-, groen- en woningrenovaties of vervangende nieuwbouw
Renovaties aan riolering, wegen en groen kunnen financieel en technisch aangegrepen worden om mee te liften. Bij de inventarisatie is rekening gehouden met deze mogelijkheid. Ook grootschalig onderhoud/herbouw van woningen in het bezit van de woningbouwverenigingen kunnen meeliften. Bij deze werkzaamheden kunnen afkoppelwerkzaamheden geïntegreerd worden, waardoor het tevens financieel aantrekkelijk is om af te koppelen.

Locaties waar in de komende vier jaar renovaties of nieuwbouw zijn gepland zijn zeer geschikte locaties om afkoppelen van hemelwater te realiseren. Deze locaties zijn aangegeven door WBR en de gemeente (zie bijlage 1).

Voor de weg-, riool- en groenrenovaties is moeilijk aan te geven wanneer deze plaats gaan vinden. Op dit moment zijn er geen riool- en groenrenovaties gepland. Dat neemt niet weg dat dit binnen een paar jaar wel aan de orde is. Op dat moment zal er rekening met het afkoppelen van hemelwater worden gehouden.

Bodemparameters (storende lagen en doorlatendheid)
De aanwezigheid van storende lagen, zoals keileem, kunnen infiltratie in de bodem belemmeren. Daarnaast is de doorlatendheid van de bodem belangrijk. Een beperkte doorlatendheid in de bovenste bodemlaag (k-waarde < 0,3 m/dag in een laag tussen 2 en 5 m beneden maaiveld[2]) belemmerd de infiltratiemogelijkheden.

De aanwezigheid van storende lagen is een zeer grote beperking om op eenvoudige wijze een infiltatievoorziening aan te leggen. Ook een lage doorlatendheid van de bodem maakt de mogelijkheid om te infiltreren moeilijk. Op basis van veldonderzoeken moet blijken in hoeverre de kansrijke oppervlakken alsnog geschikt zijn om te infiltreren. Afhankelijk van de uitkomsten kunnen deze gegevens geëxtrapoleerd worden naar andere locaties binnen de gemeente.

Het voorkomen van storende lagen hoeft geen problemen op te leveren voor infiltratie van hemelwater. Indien storende lagen voorkomen kunnen deze ter plaatse van de infiltratievoorziening worden verwijderd of doorbroken.

Grondwaterbeschermingsgebieden
Tot slot zijn de grondwaterbeschermingsgebieden belangrijk. De ligging in een grondwaterbeschermingsgebied kan een negatieve invloed hebben op de afkoppelkansen. Er hoeven echter niet bij voorbaat potentieel geschikte locaties vanwege dit criterium af te vallen. In bijlage 4 zijn de grondwaterbeschermingsgebieden aangegeven.

Kansrijke verharde oppervlakken
Op basis van bovenstaande criteria, expert judgement en terugkoppeling met de projectgroep zijn kansrijke verharde oppervlakken geselecteerd. Alle selectiecriteria hebben evenzwaar meegewogen.Er zijn vier niveau's in kansrijkdom aangegeven:

- *Vervangende nieuwbouw*. De locaties waarbij sloop en nieuwbouw is gepland op korte termijn (tot 2002) worden in ieder geval gerealiseerd in de planperiode[3].
- *Meest kansrijk*. Het meest kansrijk zijn die verharde oppervlakken waarbij op korte termijn afkoppelen gerealiseerd kan worden. Daarnaast gaat het om gebieden met een grote dichtheid aan verhard oppervlak, waardoor voor een relatief groot oppervlak één voorziening kan worden gebruikt. De kans van slagen is groter als de beslissing door één eigenaar kan worden genomen (bijvoorbeeld WBR of gemeente). Zeer kansrijk voor afkoppelen zijn woonstraten waarnaast openbaar groen is gelegen.

---

[2] Aangenomen wordt dat slecht doorlatende lagen tussen 0 en 2 m - mv doorbroken zullen worden tijdens de aanleg van infiltratievoorzieningen.

[3] Bij nieuwbouw geldt een niet-aansluitverplichting in het kader van de vierde Nota Waterhuishouding indien de gemeente geen gescheiden rioolstelsel heeft aangelegd.

- *Kansrijk*. Kansrijk zijn die verharde oppervlakken waarbij op korte termijn afkoppelen gerealiseerd kan zijn. Daarnaast gaat het om gebieden met een grote dichtheid aan verhard oppervlak of om grote dakoppervlakken. De kans van slagen is groter als de beslissing door één eigenaar kan worden genomen (bijvoorbeeld WBR).
- *Matig kansrijk*. Kansrijk op de middellange termijn zijn die verharde oppervlakken waarbij een lagere dichtheid aan verhard oppervlak aanwezig is of als het gaat om kleinere eenheden dakoppervlak. De kans van slagen is afhankelijk van de bereidwilligheid van de eigenaren.

De kansrijke verharde oppervlakken zijn geclusterd, zodat elk cluster opgenomen kan worden in het uitvoeringsprogramma. Elk cluster heeft een minimale oppervlakte van 1,5 ha.

2.2.2 Afkoppelkansenkaart

De afkoppelkansenkaarten van de vier kernen geven aan welke locaties geschikt zijn om af te koppelen op basis van de in de vorige paragraaf aangegeven werkwijze. In bijlage 6 zijn de kansrijke oppervlakken weergegeven.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de kansrijke oppervlakken om af te koppelen per kern. De getallen geven een inschatting van het oppervlak. De oppervlakken zijn bepaald met behulp van analoge kadastrale huisnummerkaarten (1:3000). De exacte oppervlakken worden nader bepaald bij het doorrekenen van het rioolstelsel.

Tabel 2: Overzicht kansrijke oppervlakken om af te koppelen.

Kern	oppervlak (ha) meest kansrijk	oppervlak (ha) kansrijk korte termijn
Renkum/Heelsum	10	5
Doorwerth/Heveadorp	16	3
Oosterbeek	12	1
Wolfheze	5	0
Totaal:	43	9

In de tabel zijn de verharde oppervlakken van het orthopedagogisch instituut J.P. Heije in Oosterbeek niet meegenomen. Het totale verharde oppervlak is 2 ha, waarvan wellicht een deel afgekoppeld kan worden. Het psychiatrisch ziekenhuis in Wolfheze gaat binnen de planperiode ongeveer 2 ha verhard oppervlak afkoppelen, dit oppervlak is opgenomen in bovenstaande tabel.

Uit de inventarisatie zijn enkele eenheden binnen de gemeente naar voren gekomen als *meest kansrijk* om af te koppelen. Deze eenheden vormen samen niet het gehele verharde oppervlak met de noemer *meest kansrijk* om af te koppelen, maar ze vormen wel de grotere clusters die binnen de gemeente Renkum te herkennen zijn.

- In de kern Renkum/Heelsum zijn 2 eenheden geselecteerd die zeer kansrijk zijn om af te koppelen. Hierbij gaat het om 'Bergerhof '(2,1 ha; herstructurerings-locatie WBR) en de omgeving van zwembad 'De Rijnkom'(2 ha).

- In de kern Doorwerth zijn 4 eenheden geselecteerd die zeer kansrijk zijn om af te koppelen. Hierbij gaat het om 'Tussen de Lanen' (2,5 ha), omgeving Dillenburg (2 ha), winkelcentrum 'De Weerd' (1,5 ha) en in de woonwijk tussen de Kasteelweg en de Richtersweg (3 ha; wegen, pleinen en platte daken zijn als zeer kansrijk gekenmerkt).
- In de kern Oosterbeek zijn 3 eenheden geselecteerd. In de wijk 'De Dennenkamp' rondom het raadhuis en de bibliotheek (2 ha), rondom sloop/nieuwbouwproject 'Oosterbeek-Laag, Lobel/Vink' (1,5 ha) en rondom 'het Stenenkruis' (2 ha).
- In de kern Wolfheze is de woonwijk rond de Laan van Mesdagweg geselecteerd (1,5 ha). Ook de verharde oppervlakken op het terrein van het psychiatrisch ziekenhuis zijn zeer kansrijk (ongeveer 5 ha).

In eerste instantie zijn drie clusters geselecteerd om nader te onderzoeken. Deze clusters zijn zodanig geselecteerd dat ze representatief en extrapoleerbaar zijn voor het overige verharde oppervlak van Renkum. Voor het nader onderzoek is veldwerk verricht. Het veldwerk geeft inzicht in de aanwezigheid van storende lagen en de doorlatendheid van de bodem. In hoofdstuk 3.2 zijn de resultaten van het veldwerk beschreven.

3 Technische haalbaarheid

3.1 Algemeen

De technische haalbaarheid wordt in grote mate bepaald door de beschikbare ruimte voor infiltratievoorzieningen, civieltechnische en waterhuishoudkundige inpassing in wegen, groen en waterpartijen.

In overleg met de projectgroep zijn drie clusters die representatief en extrapoleerbaar zijn voor het overige verharde oppervlak van Renkum geselecteerd voor gedetailleerd onderzoek. Het gaat hier om bodemfysisch kritische gebieden, zodat de resultaten van het veldwerk extrapoleerbaar zijn naar de overige gebieden van Renkum. Op basis van kennis van eerdere onderzoeken zijn verschillende afkoppeltechnieken bij de uitwerking van de clusters aan bod gekomen.

De clusters zijn technisch uitgewerkt op het niveau van dimensionering van infiltratie- en bergingsvoorzieningen en afwateringsstructuren.

Het afkoppelen van verharde oppervlakken heeft effecten op het rioolstelsel en op het grond- en oppervlaktewatersysteem. Deze effecten zijn tevens in dit hoofstuk nader beschreven.

3.2 Bodemparameters

De aanwezigheid van storende lagen (storend gezien de doorlatendheid) en de doorlatendheid is door middel van veldwerk op drie locaties in de gemeente Renkum bepaald. Ter plaatse van de Bergerhof in Renkum, het raadhuis in Oosterbeek en Lobel/Vink in Oosterbeek.

Op elke locatie zijn enkele boringen uitgevoerd tot een diepte van 3,5 m beneden maaiveld. Daarnaast zijn enkele peilbuizen geplaatst om de doorlatendheid van de grond te kunnen bepalen. Uit de boorprofielen blijkt dat er tot een diepte van ongeveer 1,5 m beneden maaiveld enkele storende lagen voorkomen. Deze storende lagen worden echter bij de aanleg van de infiltratievoorziening doorbroken. Uit deze boorprofielen blijkt ook dat er geen storende lagen voorkomen vanaf 2 m beneden maaiveld tot 3,5 m beneden maaiveld op de locaties. In slechts één boring is een leemachtige laag aangetroffen op een diepte van 3 m beneden maaiveld (boring 1, locatie Bergerhof). De doorlatendheid is groter dan 7,5 m/d binnen het traject van 2 tot 3,5 m beneden maaiveld. Er zijn dus op deze 3 locaties geen infiltratieproblemen te verwachten. In geen van de profielen is grondwater binnen het geboorde traject aangetroffen. De gemiddeld hoogste grondwaterstand bevindt zich in alle boringen dieper dan 3,5 m beneden maaiveld. In bijlage 2 zijn de locaties van de boringen weergegeven en in bijlage 3 staan de boorprofielen.

In de gemeente Renkum hebben enkele bodemonderzoeken plaatsgevonden. De boorprofielen van deze onderzoeken zijn onderzocht op de aanwezigheid van storende lagen op een diepte tussen 2 m en 5 m beneden maaiveld. Uit enkele profielen binnen één onderzoekslocatie (onderzoek dat niet in het kader van dit project is uitgevoerd) blijkt een storende laag voor te komen. Het merendeel van de profielen blijken geen storende lagen te bevatten. Geconcludeerd kan worden dat deze storende lagen zeer plaatselijk aanwezig zijn en dus niet representatief zijn voor de gehele gemeente.

In het kader van de hoge snelheidstrein (project van ARCADIS Heidemij Advies) is door Fugro ten noorden van de spoorlijn in Oosterbeek sonderingen uitgevoerd tot 30 m beneden maaiveld. Enkele sonderingen (met nummers DZKMP 1, 3, 4, 7 en 9) zijn direct naast het spoor uitgevoerd en liggen langs de rand van het stedelijk gebied van Oosterbeek. Uit drie sonderingen blijkt een storende laag in de bodem voor te komen. De storende laag is ongeveer 1 m dik en bevindt zich tussen 7 en 10 m beneden maaiveld. Een storende laag op deze diepte heeft geen negatieve invloed op de infiltratie.

3.3 Civieltechnische en waterhuishoudkundige inpassingsmogelijkheden

De civieltechnische en waterhuishoudkundige inpassing draagt mogelijkheden en technieken aan om afgekoppeld hemelwater:

- te infiltreren in de bodem;
- af te wateren naar oppervlaktewater;
- te benutten op woningniveau.

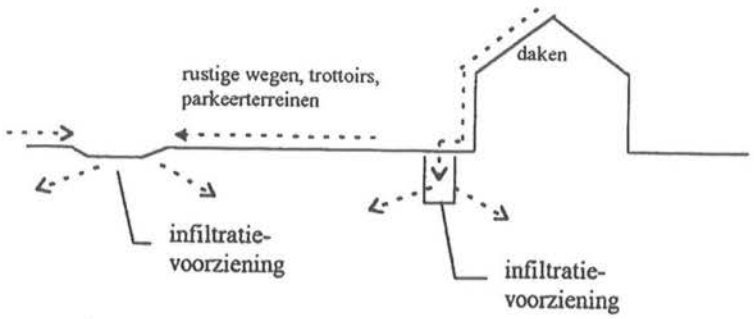
In de volgende paragrafen wordt het principe, de mogelijkheden, de voor- en nadelen en de haalbaarheid aangegeven van de verschillende technieken.

3.3.1 Infiltratie in de bodem

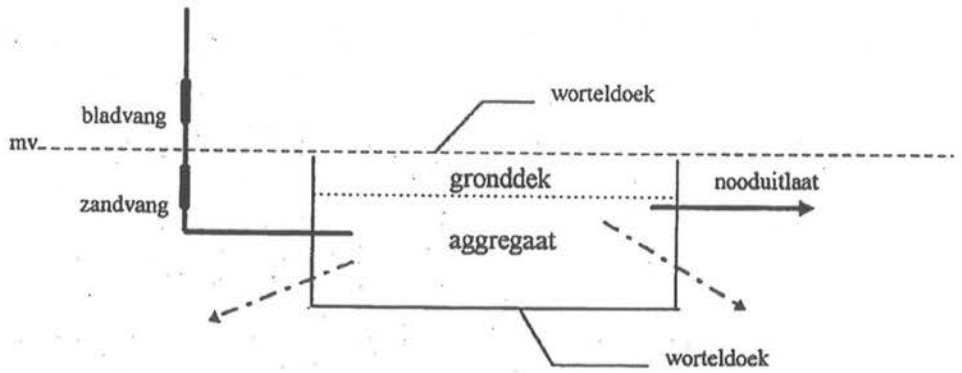
Principe

Bij infiltratie van regenwater wordt het water vanaf het verharde oppervlak naar infiltratievoorzieningen geleid. In deze voorzieningen wordt het hemelwater aan de watervoorraad in de bodem toegevoegd.

Naast de infiltrerende werking van deze voorzieningen hebben ze meestal ook een bergende functie. Bij grote neerslaghoeveelheden in korte tijd kan hiermee het aangevoerde water tijdelijk geborgen worden om daarna geleidelijk te infiltreren.



Figuur 2: Infiltreren van hemelwater in de bodem.



Figuur 3: Dimensionering infiltratievoorziening (niet op schaal).

Mogelijkheden
Een infiltratievoorziening kan zowel boven- als ondergronds aangelegd worden. Bovengronds kan het de vorm hebben van een veld, bassin, ondiepe sleuf of wadi. Ondergronds kan gedacht worden aan een waterdoorlatende buis, infiltratiekoffers of -sleuven. Waar onvoldoende ruimte is voor bovengrondse voorzieningen zijn er mogelijkheden voor ondergrondse voorzieningen. Deze kunnen bijvoorbeeld onder wegen of parkeerterreinen aangelegd worden.

Er zijn ook mogelijkheden om gebruik te maken van een transportmedium met een infiltrerende werking, bijvoorbeeld een wadi.

Naast het aanleggen van een ondergrondse of bovengrondse infiltratievoorziening kan het toepassen van open verharding een manier zijn om als extra maatregel toe te passen. Dit betekent dat aan te leggen infiltratievoorzieningen kleiner gedimensioneerd kunnen worden, vanwege de geringere toestroming van afwaterend verhard oppervlak.

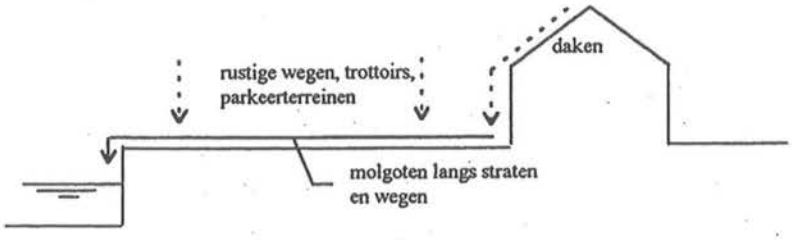
Voor- en nadelen
Het hemelwater wordt toegevoegd aan de bodemvoorraad, waardoor verdroging wordt verminderd. Daarnaast wordt het oppervlaktewater niet belast met piekafvoeren van verhard oppervlak.
In het bijzonder bij geconcentreerde voorzieningen (bassins) worden eventuele verontreinigingen op één plaats samengebracht. Hierdoor is beheersbaarheid en controleerbaarheid van de voorzieningen beter.

Om te kunnen infiltreren moet de bodem voldoende doorlaatcapaciteit hebben en moet de grondwaterstand voldoende laag zijn. Aanwezige verontreinigingen door activiteiten uit het verleden kunnen een reden zijn af te zien van infiltratie om verdere verspreiding van de verontreiniging door infiltratiewater te voorkomen.
Het toepassen van voorzieningen aan het oppervlak maakt het afwateringsprincipe zichtbaar. Dit maakt het mogelijk om een snelle visuele inspectie uit te voeren. Door het aan het oppervlak zichtbaar te houden zijn de bewoners zich meer bewust van het watersysteem in hun wijk, waardoor ongewenste verontreinigingen worden voorkomen. Daarnaast draagt het bij aan de stedebouwkundige kwaliteit van de woonomgeving.

Haalbaarheid
Binnen het plangebied zijn een groot aantal groenvoorzieningen beschikbaar waarin aanleg van infiltratievoorzieningen mogelijk is. Uit de veldwaarnemingen blijkt, dat in een groot deel van het plangebied de grondwaterstand voldoende laag is, de doorlatendheid van de bodem ruim voldoende en dat er geen verontreinigingen bekend zijn die belemmerend werken.
Door gebruik te maken van de natuurlijke hoogteverschillen die aanwezig zijn kan hemelwater op een eenvoudige wijze naar de infiltratievoorziening of oppervlaktewater getransporteerd worden.

3.3.2 Afwatering naar oppervlaktewater

Principe
Het opgevangen hemelwater wordt oppervlakkig of als daarvoor geen ruimte is, via een leidingenstelsel getransporteerd naar oppervlaktewater waar het water onder vrij verval wordt geloosd. Belangrijk is, dat ook bij hoge waterpeilen van het oppervlaktewater de afvoer van hemelwater door kan gaan.



Figuur 4: Afvoeren van hemelwater naar oppervlaktewater.

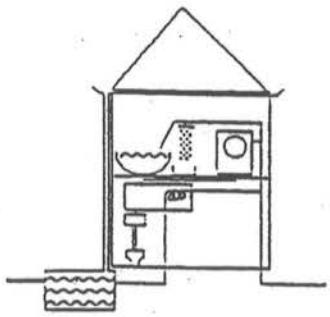
Mogelijkheden
Het oppervlaktewater waarop geloosd wordt kan zowel kleinschalig (beek) als grootschalig (rivier) zijn. In het bijzonder bij lozing op de Rijn moet rekening gehouden worden met de mogelijkheid van hoog water op de rivier. Het afvoeren van piekneerslagen naar de Rijn hoeft qua hoeveelheid geen problemen op te leveren. Bij lozing op een (kleine) beek moet echter wel gelet worden op de mogelijkheden om ook piekafvoeren te lozen of tijdelijk te bergen in bijvoorbeeld een retentievoorziening.

Voor- en nadelen
De kwaliteit van het hemelwater dat loost op oppervlaktewater heeft, vanwege de verspreiding van eventuele vervuiling, in relatief een groot gebied invloed. Gezien de gewenste ontwikkeling van de beken is het wellicht minder wenselijk hemelwater van wegen en terreinverharding naar dit oppervlaktewater af te voeren. Zoals eerder gememoreerd (zie § 2.2.1) wordt dit door recent onderzoek genunanceerd. Het water van daken is in het algemeen geschikt om af te koppelen.
De benodigde ruimte bij lozing op bestaand open water is klein in verhouding tot het ruimtebeslag bij infiltratie in de bodem. Er wordt alleen ruimte gebruikt voor het transport via bijvoorbeeld molgoten naar het open water.
Zoals hierboven al is vermeld is bij calamiteiten het invloedsgebied eveneens groter dan bij geconcentreerde infiltratie. Een nadeel is ook dat op deze wijze van afkoppelen de grondwaterstand niet wordt aangevul in tegenstelling tot infiltratie in de bodem.

Haalbaarheid
De natuurlijke helling van het gebied maakt het mogelijk het hemelwater over redelijk grote afstand af te voeren naar het oppervlaktewater. Hierbij moet echter een maximale afstand van 100 m in acht worden genomen in verband met kostenverhogende en waterhuishoudkundige aspecten. In een groot deel van het plangebied is geen open water aanwezig. Het afvoeren naar open water is dus slechts voor een deel van het gebied een mogelijkheid.

3.3.3 Benutten op woningniveau

Principe
Het hemelwater wordt opgevangen en gebufferd in een reservoir van waaruit het water hergebruikt wordt. Als aan het hergebruik voorzuivering vooraf gaat, kan het hemelwater gebruikt worden voor bijvoorbeeld de wasmachine. Na bladzuivering is het geschikt voor laagwaardige toepassingen zoals het spoelen van toilet, het sproeien van de tuin en andere toepassingen buitenshuis.



Figuur 5: Hergebruik hemelwater.

Mogelijkheden
Het toepassen van hergebruik in bestaande bebouwing ligt, in het kader van dit afkoppelproject, niet voor de hand. Het toepassen van hergebruik vraagt om enkele kostbare extra voorzieningen in een huis, zoals reservoirs, zuiveringsinstallatie en een tweede waterleidingnet. Toepassing is vooral op grotere schaal en in nieuwbouwprojecten aantrekkelijk.
Het opzetten van een tweede waterleidingnet is mogelijk als bij de voorbereiding van een nieuwbouw in een vroeg stadium rekening wordt gehouden met de aanleg ervan en als voldoende woningen worden gebouwd in verband met de extrapoitatie ervan.

Voor- en nadelen
Door hergebruik neemt het drinkwaterverbruik af.
De voorzieningen vragen de nodige aanpassingen en ruimte, waardoor toepassing in bestaande bebouwing minder aantrekkelijk is.

Haalbaarheid
Een groot deel van het af te koppelen oppervlak bestaat uit wegen. Herbenutting van dit water op woningniveau is vanwege eventuele verontreiningen en daardoor benodigde zuivering mogelijk zonder extra voorzieningen. Daarnaast vraagt inpassing in bestaande gebouwen de nodige voorzieningen en, in verhouding tot andere manieren van afkoppelen, hoge kosten. Ook de termijn waarop voorzieningen kunnen worden aangelegd overstijgt die van de andere afkoppeltechnieken.
Hoewel hergebruik van hemelwater op woningniveau haalbaar is en gezien wordt als een zeer goed initiatief waarbij betrokkenheid van bewoners wordt gestimuleerd, is het gezien het benodigde af te koppelen oppervlak van weinig betekenis. Bij vervangende nieuwbouwprojecten kan dit echter wel als optie worden beschouwd.

3.4 Uitwerking op clusterniveau

In deze paragraaf is een uitwerking gegeven van de drie geselecteerde clusters. In paragraaf 3.4.1 is het gebied "Bergerhof" uitgewerkt, in paragraaf 3.4.2 is het gebied "Dennenkamp" uitgewerkt en in paragraaf 3.4.3 nieuwbouwproject "Lobel/Vink". Iedere cluster heeft specifieke kenmerken, waardoor diverse afkoppeltechnieken aan bod komen.

In de volgende paragrafen is het afkoppelen van hemelwater indicatief uitgewerkt. Dit is gebeurd aan de hand van een veldinventarisatie bij de drie clusters met de opdrachtgever. Het kan goed voorkomen dat de daadwerkelijke uitvoering in de praktijk op een andere manier plaatsvindt, omdat bijvoorbeeld ondergrondse aansluitingen niet gemaakt kunnen worden of dat hemelwater op een andere wijze dan gedacht is aangesloten op de riolering. Dit zal financiële consequenties met zich meebrengen. Hier zal in het kostendekkingsplan rekening mee moeten worden gehouden.

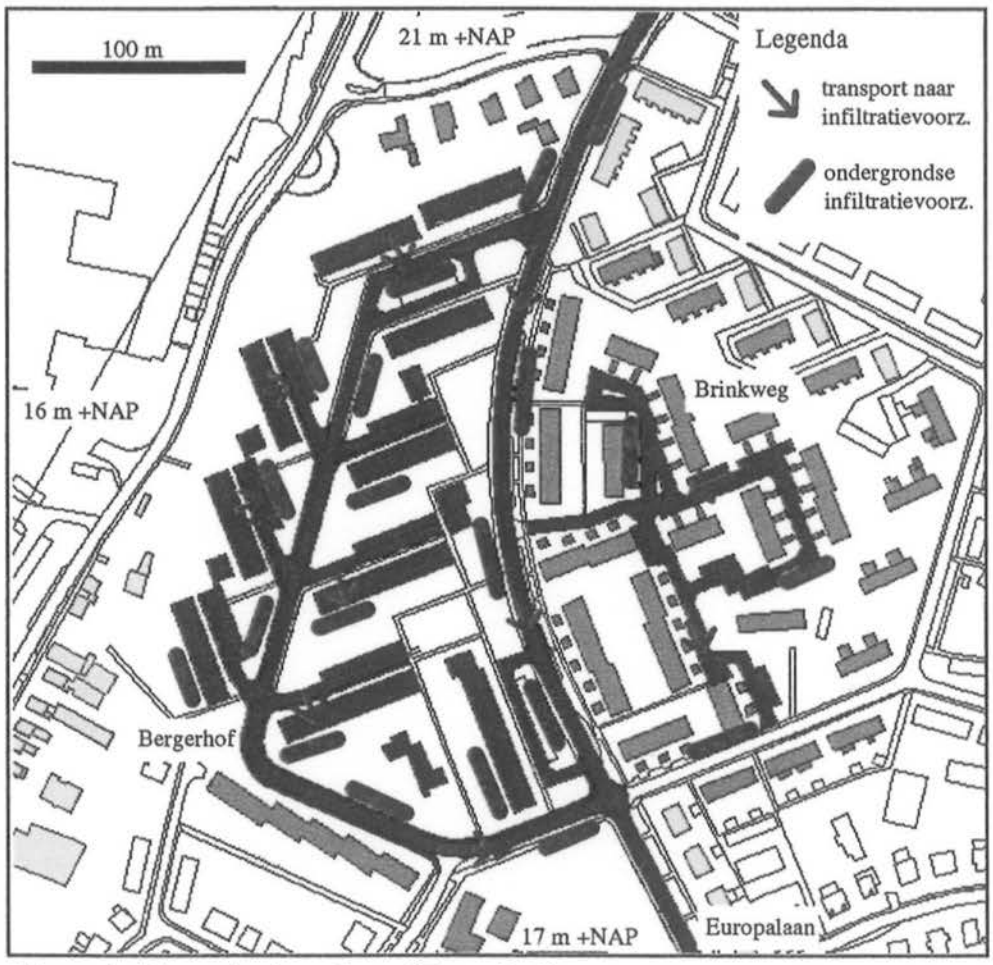
3.4.1 Bergerhof

Het gebied Bergerhof ligt aan de westzijde van Renkum. In dit cluster is 2,2 hectare aangemerkt als *meest kansrijk*. In het gebied bevinden zich vrij grote, uitgestrekte

dak- en straatoppervlakken. Het grootste deel van het cluster ligt aan de westzijde van de Europalaan (Bergerhof: 1,2 ha). De wijk direct ten oosten van deze weg (Ten Bhomer/Europalaan: 0,98 ha) is ook gedeeltelijk gekenmerkt als *meest kansrijk*.

De hoogteligging van het gebied varieert van ongeveer 21 m +NAP in het noordoosten tot 16 m +NAP aan de westzijde en 17 m +NAP aan de zuidzijde. Het gebied helt dus zowel in westelijke als zuidelijke richting. Aan de westzijde van het gebied is oppervlaktewater aanwezig (Molenbeek). Het grondwater bevindt zich ver onder maaiveld (dieper dan 3,5 m beneden maaiveld) en de doorlatendheid van de bodem is groot genoeg om hemelwater te infiltreren. In onderstaande figuur is een detailoverzicht gegeven van het cluster "Bergerhof" in de huidige situatie.

De wijk Bergerhof wordt geherstructureerd. Als uitgangspunt voor de veranderende stedebouwkundige situatie is bij de kostenraming aangehouden dat de wegenstructuur (inclusief voetpaden) niet wordt gewijzigd en het totale dakoppervlak binnen het uitgeefbaar gebied 60% groter wordt. Het totale afkoppelbaar verhard oppervlak komt hiermee op 2,9 ha. Vanwege de kosten wordt de transportafstand tussen het afkoppelpunt en het infiltratiemedium zo kort mogelijk gehouden en wegkruisingen worden vermeden.



Figuur 6: Afkoppelen hemelwater "Bergerhof".

Al het verhard oppervlak (daken, wegen, voetpaden en parkeerplaatsen) van Bergerhof wordt rechtstreeks naar ondergrondse infiltratievoorzieningen geleid (zie bijlage 8, infiltratieberekeningen). Deze voorzieningen worden onder parkeerplaatsen of in het openbaar groen aangelegd. Iedere voorziening krijgt twee inspectieputten ten behoeve van onderhoud en inspectie. De huidige kolken zijn voorzien van een zandvang en worden regelmatig gereinigd. De rioolaansluitingen in de kolken in de wegen worden dichtgezet[4] en er worden nieuwe aansluitingen gemaakt met een koppelleiding die onder het voetpad wordt gelegd. Deze leiding voert het hemelwater van de wegen en voetpaden af naar de infiltratievoorziening. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat een deel van de een gedeelte van de kosten van het herstraten van de voetpaden en parkeerplaatsen ten laste kunnen komen van het wegrenovatiebudget van de gemeente.

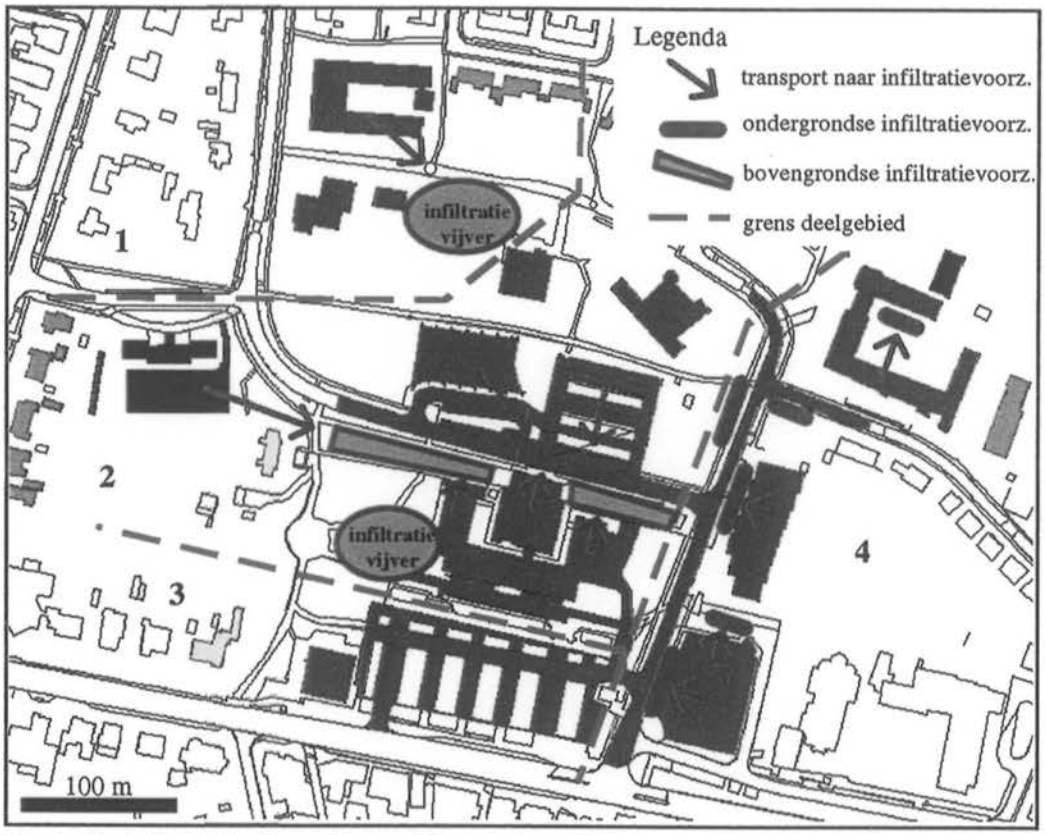
Het hemelwater van het verhard oppervlak in het overige gebied wordt op eenzelfde manier afgevoerd en geïnfiltreerd in de bodem. De kosten van het herstraten van wegen en parkeerplaasten wordt hier wel meegenomen in de kostenraming.

3.4.2 Dennenkamp

Met het cluster Dennenkamp wordt het gemeentehuis en de bibliotheek en omgeving in het centrum van Oosterbeek bedoeld. Het oppervlak *meest kansrijk* is 2,1 ha. In het gebied bevinden zich twee grote parkeerterreinen bij de bibliotheek en ten zuiden van het gemeentehuis (huidige marktplein). In verband met de mogelijke bouw van een parkeergarage onder het huidige marktplein vanaf 2002 wordt dit verhard oppervlak in 2002 afgekoppeld en is dus in dit kader buiten beschouwing gelaten.

De hoogteligging van het gebied aan de noordzijde is ruim 53 m +NAP. Aan de zuidzijde is de hoogte van het maaiveld ongeveer 45 m +NAP. Er is geen open water in de omgeving van dit cluster. In het noordelijke deel van het gebied zijn groenvoorzieningen aanwezig. Het grondwater bevindt zich ver onder maaiveld en de doorlatendheid is groot genoeg, zodat infiltratie van hemelwater mogelijk is. In volgend figuur is een detailoverzicht gegeven van het cluster Dennenkamp.

[4] Het uitgangspunt is dat de kolken uitgevoerd zijn met zijaansluitingen. Bij vooraansluitingen zal de realisatie moeilijker zijn en moet rekening worden gehouden met rechtstreekse vuilafvoer naar infiltratievoorzieningen.



Figuur 7: Afkoppelen hemelwater "Dennenkamp".

Het transporteren van hemelwater naar de aanwezige groenvoorzieningen ten noorden van de bibliotheek is niet mogelijk in verband met de natuurlijke helling van het gebied in zuidelijke richting. Afstromend hemelwater moet door de afwezigheid van verder gelegen groenvoorzieningen grotendeels ondergronds geïnfiltreerd worden. Deze ondergrondse infiltratievoorziening kan aangelegd worden onder de Gen. Urquhartlaan.

Het gebied is onderverdeeld in vier delen (zie Figuur 7):

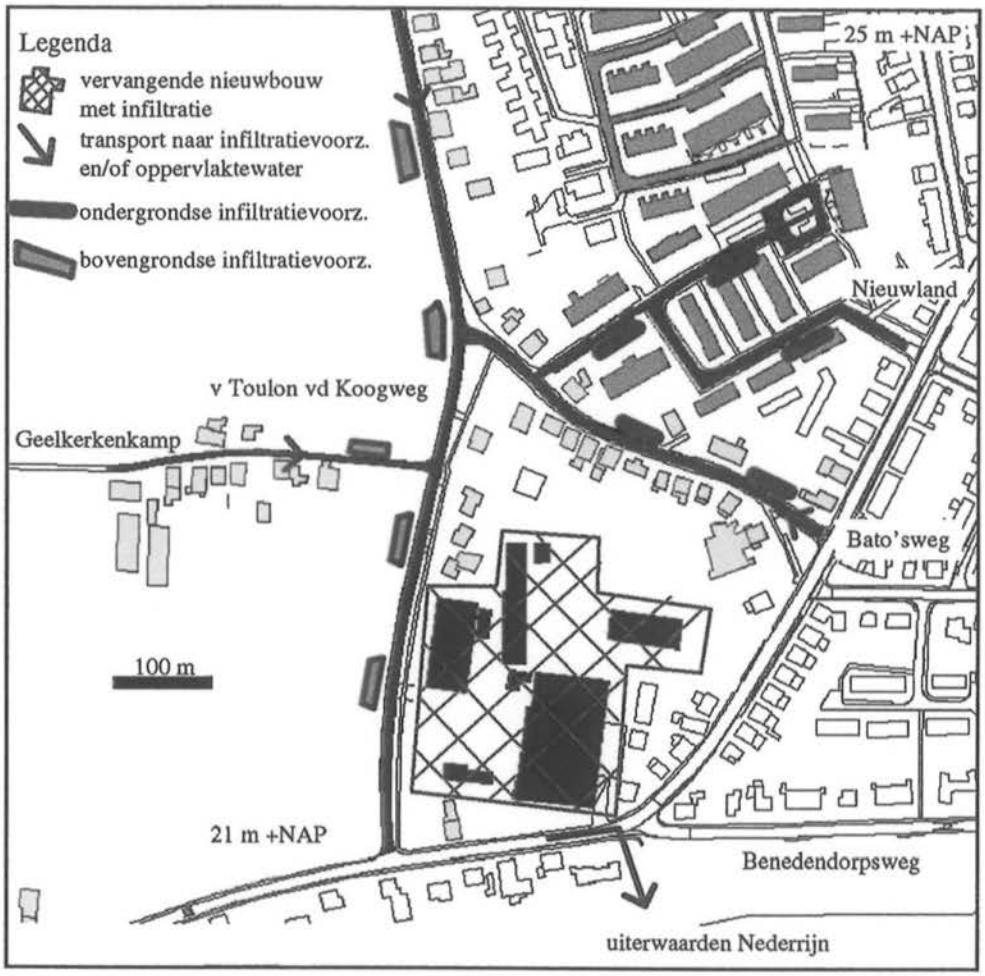
1. In het noordelijke deel is veel groen aanwezig en kan het water naar een open infiltratievoorziening worden geleid. Het hemelwater wordt vanaf de dakopper vlakken via open molgoten getransporteerd naar een kleine open infiltratie voorziening.
2. In het middendeel (bibliotheek en gemeentehuis) is een ondergrondse voorziening gepland onder de Gen. Urquhartlaan en een open infiltratievoorziening in de groenstrook voor het gemeentehuis. In dit deel wordt het hemelwater van daken ook via open molgoten, of eventueel via een ondergrondse leiding die is aangesloten op de kolken, getransporteerd naar de Gen. Urquhartlaan. Langs deze weg liggen wegkolken die het water afvoeren naar de ondergrondse voorziening. De kolken worden van het riool afgekoppeld en aangesloten op de ondergrondse voorziening. Het herstraten van deze weg zal ten laste van het algemene wegrenovatiebudget komen in verband met de planning om deze weg te gaan renoveren. Deze ondergrondse voorziening heeft een lengte van ± 50 meter met afmetingen van Ø 800 mm.

Het dakwater van het gemeentehuis en het hemelwater van het binnenplein worden naar open infiltratievoorzieningen in de groenstrook voor en ten westen van het gemeentehuis geleid. De bovengrondse voorziening voor het gemeentehuis wordt ongeveer 100 bij 4 m met een diepte van 0,35 m. De bomen blijven in de voorzieningen op "terpen" (2x2 m) staan. De bovengrondse infiltratievoorzieningen worden zodanig aangelegd dat onderhoud mogelijk is en in noodsituaties een overloop op de riolering mogelijk is. De bovengrondse voorziening ten westen van het gemeentehuis wordt ongeveer 20 x 20 met een diepte van 0,70 m.

3. Het zuidelijk deel (marktplein) wordt in 2002 afgekoppeld tot die tijd blijft dit verhard oppervlak aangesloten op de riolering.
4. Het hemelwater van daken en wegen in het oostelijk deel (bedrijven/instellingen) wordt rechtsreeks afgevoerd naar ondergrondse voorzieningen. Hiervoor zullen de kolken worden afgekoppeld en via een leiding aangesloten op de ondergrondse voorziening. Het dakwater zal rechtstreeks worden aangesloten op deze ondergrondse voorzieningen.

3.4.3 Lobel/Vink

Dit gebied ligt aan de zuidzijde van Oosterbeek. Op deze locatie wordt in de toekomst gesloopt en nieuwe woningen gebouwd (gearceerd gedeelte in figuur). Het verhard afkoppelbaar oppervlak is 2,1 ha, waarvan 1,5 ha rechtstreeks naar de Nederrijn kan worden afgevoerd. De hoogteligging varieert van 25 m +NAP aan de noordzijde tot 21 m +NAP aan de zuidzijde. In onderstaande figuur is een detailoverzicht gegeven van het gebied rondom het nieuwbouwgebied Lobel/Vink.



Figuur 8: Afkoppelen hemelwater "Lobel/Vink".

Bij de vervangende nieuwbouwlocatie wordt direct rekening gehouden met een gescheiden inzameling van hemelwater en afvalwater. Het hemelwater kan op verschillende manieren worden afgevoerd:

1. Het hemelwater kan in principe binnen de woning hergebruikt worden als huishoudwater voor de wasmachine en het spoelen van het toilet. Dit zou als voorbeeldproject stimulerend kunnen werken. In het kader van dit project wordt hier niet verder op ingegaan.
2. Het hemelwater kan ook afgevoerd worden naar bovengrondse infiltratievoorzieningen in het openbaar groen aan de westzijde van de Van Toulon van der Koogweg en naar ondergrondse infiltratievoorzieningen bij parkeerplaatsen langs de wegen Nieuwland en Bato'sweg.
3. Een derde mogelijkheid is lozing van hemelwater rechtstreeks naar de uiterwaarden van de Nederrijn.

De wegen in de buurt van het nieuwbouwproject kunnen meeliften met de werkzaamheden die voor het nieuwbouwproject verricht moeten worden. Aangezien de Nederrijn geen HEN-water is kan het hemelwater afkomstig van wegen direct geloosd worden.

Hierbij moet aandacht besteed worden aan de inrichting van de uitstroomaaiveldoorzieningen, van de ontvangende watergang/greppel en dient er rekening te worden gehouden met de in de uiterwaarden voorkomende functies. Deze functies kunnen wel specifieke eisen stellen aan de kwaliteit van het water.

Bij de uitwerking is een combinatie gemaakt van de tweede en de derde mogelijkheid. Naast het water van nieuw te bouwen woningen wordt ook het water van aanliggende wegen afgekoppeld. Het gaat hier om een gedeelte van de Van Toulon van der Koogweg en Geelkerkenkamp, Nieuwland, Bato'sweg en de Benedendorpsweg.

Al het verhard wegoppervlak (wegen, voetpaden en parkeerplaatsen) met uitzondering van de Benedendorpsweg wordt rechtstreeks naar boven en ondergrondse infiltratievoorzieningen geleid. Deze voorzieningen worden onder parkeerplaatsen of in het openbaar groen aangelegd. De rioolaansluitingen in de kolken in de wegen worden dichtgezet en er worden nieuwe aansluitingen gemaakt met een pvc-leiding die onder het voetpad wordt gelegd. Deze leiding voert het hemelwater van de wegen en voetpaden af naar de infiltratievoorziening. Hierbij wordt er vanuit gegaan dat de kosten van het herstraten van de voetpaden en parkeerplaatsen ten laste komt van het afkoppelproject.

Het hemelwater van de Benedendorpsweg, en in de toekomst mogelijk ook delen van het vervangende nieuwbouwproject, wordt door middel van een open gootconstructie rechtstreeks naar de uiterwaarden van de Nederrijn geleid. Hierbij zal op één punt de Benedendorpseweg moeten worden gekruist.

3.4.4 Conclusies

In de uitgewerkte clusters is afkoppelen van het voorgestelde verharde oppervlak technisch goed haalbaar. Een belangrijk element is de natuurlijke helling en het hoeveelheid openbaar groen in het gehele gebied. Meer dan 54 % van alle daken en wegen die geschikt zijn om af te koppelen liggen binnen 100 meter van een openbaar groengebied. Dit zijn potentieel geschikte oppervlakken op natuurlijke manier af te voeren en hemelwater te infilteren in de bodem. Ligt de geplande infiltratievoorziening echter hoger dan een groenvoorziening dan zal voor een andere locatie of techniek moeten worden gekozen. In enkele gevallen is het afvoeren naar oppervlaktewater mogelijk en in een aantal gevallen is, in verband met de beperkte fysieke ruimte, een ondergrondse voorziening de oplossing.

De natuurlijke helling van het gebied maakt transporteren van hemelwater naar een infiltratievoorziening in principe mogelijk. Hierbij moet echter nadrukkelijk gelet worden op de maximale transportafstand van 100 meter, vanwege de onevenredig hoge kosten die het anders met zich meebrengt.

Oppervlak dat niet als *nieuwbouw* of *meest kansrijk* is aangemerkt, maar bijvoorbeeld als *kansrijk* is aangemerkt kan in aanmerking komen voor afkoppelen als een infiltratie- of transportvoorziening op korte afstand van het af te koppelen verharde oppervlak ligt. Hierdoor kan een lichte verschuiving plaatsvinden tussen *meest kansrijk* en *kansrijk*.

Op veel locaties zijn meerdere mogelijkheden om hemelwater af te koppelen. In die gevallen moet een afweging gemaakt worden. Bij de uiteindelijke keuze is de fysieke ruimte voor onder- en bovengrondse infiltratievoorzieningen, de controleer- en beheersbaarheid van infiltratievoorzieningen, het type verhard oppervlak dat afgekoppeld wordt en de aanleg- en onderhoudskosten belangrijk.

3.4.5 Extrapolatie naar overige clusters

Bij de uitwerking van deze drie clusters is het afkoppelen van hemelwater naar een open infiltratievoorziening, naar een ondergrondse infiltratievoorziening en naar oppervlaktewater aan bod gekomen.

De overige clusters kunnen op eenzelfde manier worden uitgewerkt.

In de drie clusters zijn verschillende manieren in afkoppeltechnieken (naar oppervlaktewater, infiltratiebassins in groenvoorzieningen, ondergrondse infiltratievoorzieningen) uitgewerkt. De resultaten zijn daarom naar verwachting goed extrapoleerbaar naar het overig verharde oppervlak van Renkum.

4 Hydraulische en waterhuishoudkundige effecten

4.1 Effecten afkoppelen op het rioolstelsel

Voor de bepaling van de gevolgen van het afkoppelen van een belangrijk deel van het verhard oppervlak is een vergelijking gemaakt tussen de bestaande situatie en de situatie waarin overstorten op HEN-water zijn dichtgezet en dat de *nieuwbouw* en al het *meest kansrijke* oppervlak is afgekoppeld. Deze situatie gaat dus verder dan het afkoppelen van 33 ha.

4.1.1 Oppervlakte

Onderverdeling en toekenning
In het kader van de herberekening van het rioolstelsel van de gemeente Renkum is het verhard oppervlak geïnventariseerd. Hierbij is onderscheid gemaakt naar de verschillende typen oppervlak:

- gesloten verharding;
- open verharding;
- dak;
- onverhard.

Binnen de typen is onderscheid gemaakt naar hellend en vlak. Elk type heeft specifieke afvoerkenmerken (berging, infiltratie, vertragingstijd). Hiermee wordt rekening gehouden bij het bepalen van de hoeveelheid water die bij een bepaalde neerslaggebeurtenis zal afstromen naar de riolering. Het oppervlak wordt via een rekenkundige bewerking toegekend aan de rioolputten. In deze berekening wordt het gebied toegekend aan de dichtsbijzijnde put. Oppervlak dat niet afwatert op de riolering wordt daarbij uitgesloten.

Huidig oppervlak
Tabel 3 laat het oppervlak dat in de huidige situatie afstroomt op de riolering zien.

Tabel 3: Huidige oppervlakteverdeling.

Type	Oppervlak (ha)	Percentage van totaal
Gesloten verhard hellend	1,8	1%
Gesloten verhard vlak	46,4	20%
Open verhard hellend	1,4	1%
Open verhard vlak	64,2	28%
Dak hellend	82,3	36%
Dak vlak	31,3	14%
Verhard oppervlak op riolering	**227,4**	**100%**

Eindsituatie
Op basis van de afkoppelkansenkaarten is een nieuwe berekening van het afwaterend oppervlak uitgevoerd (Tabel 4). Al het *meest kansrijke* oppervlak watert niet meer af op de riolering.

Dit oppervlak is groter dan het oppervlak dat binnen de planperiode zal worden afgekoppeld (zie het uitvoeringsprogramma). Het representeert de situatie waarbij een groter oppervlak is afgekoppeld dan binnen de planperiode realiseerbaar is. Het doel van het afkoppelen van dit oppervlak is, naast het saneren van de overstorten op kwetsbaar water, het nemen van maatregelen om te voldoen aan de basisinspanning. Concreet betekent het afkoppelen van oppervlak dat randvoorzieningen kleiner gedimensioneerd kunnen worden of kunnen vervallen.

Tabel 4: Oppervlakteverdeling in eindsituatie.

Type	Oppervlak (ha)	Percentage van totaal
Gesloten verhard hellend	1,8	1%
Gesloten verhard vlak	32,1	18%
Open verhard hellend	1,3	1%
Open verhard vlak	46,4	26%
Dak hellend	76,1	43%
Dak vlak	20,4	11%
Verhard oppervlak op riolering	**178,1**	**100%**

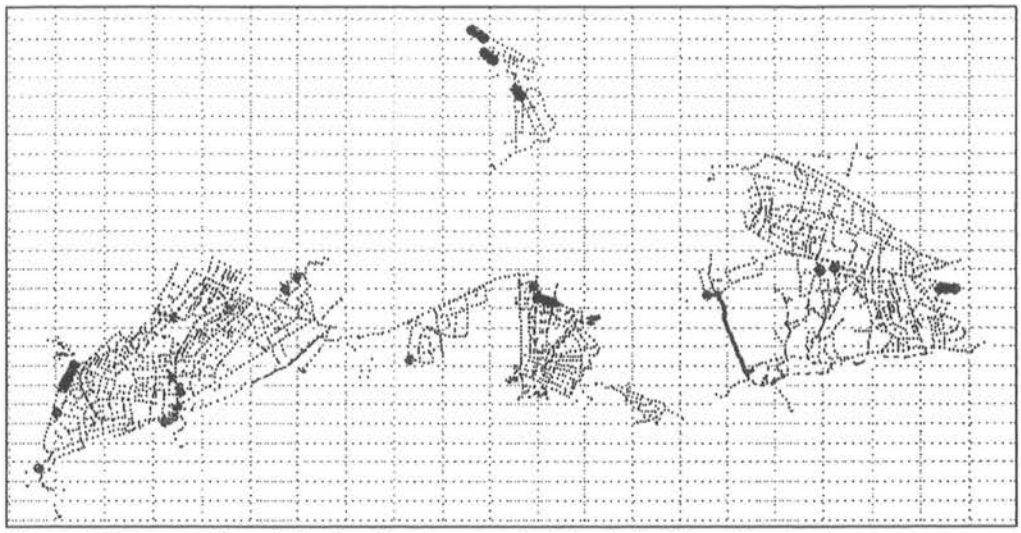
Het oppervlak dat afstroomt naar de riolering neemt in deze situatie af met 49,3 ha. Dit betekent, dat 22% van het totaal verhard oppervlak wordt afgekoppeld. In de planperiode zal minimaal 33 ha worden afgekoppeld. Dit is 15% van het totaal verharde oppervlak dat nu is aangesloten op de riolering. In hoofdstuk 6 zal hier verder op in worden gegaan.

Geadviseerd wordt om aan het einde van de planperiode te evalueren welke oppervlakken daadwerkelijk zijn afgekoppeld en tevens een nieuwe berekening uit te voeren voor het bepalen van de hydraulische effecten. Dit valt buiten het kader van deze opdracht.

4.1.2 Hydraulisch functioneren

Het functioneren van het stelsel wordt beoordeeld bij een bui met een duur van 30 minuten en een intensiteit van 90 l/s/ha. De totale inhoud van deze bui is 16,2 mm. Bij deze gebeurtenis mag geen water-op-straat optreden. Hierbij moet opgemerkt worden dat de locaties waar in modelberekeningen water-op-straat wordt geconstateerd lang niet altijd overeen komen met de werkelijke situatie. In werkelijkheid zal water oppervlakkig kunnen afstromen en zich verzamelen op het laagste punt. Gezien de helling van het plangebied zal dit hier zeker gebeuren. Het voorkómen van water-op-straat betekent dat de capaciteit van het rioolstelsel voldoende groot moet zijn om de aanvoer te verwerken zonder dat de druklijn boven straatniveau uitkomt.

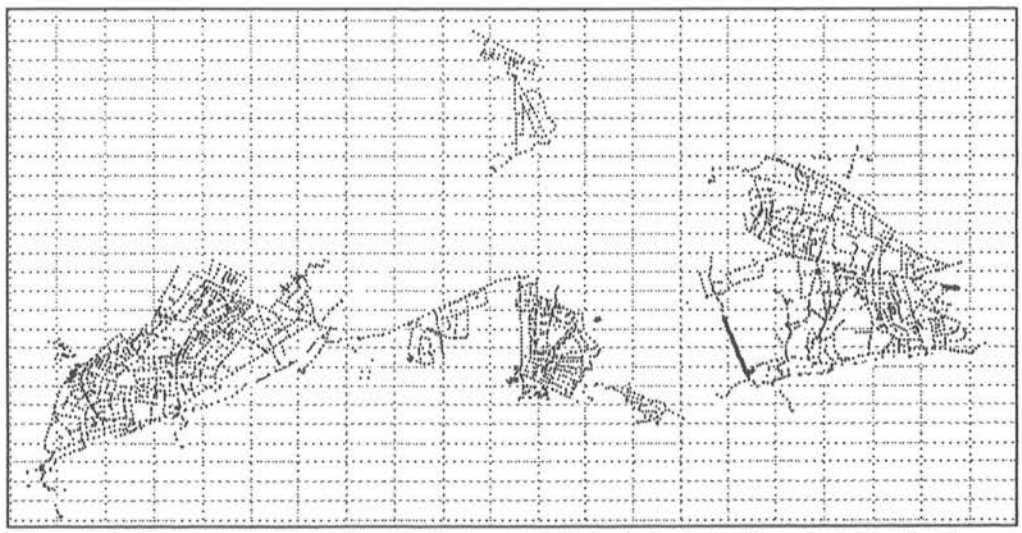
Huidige situatie
Volgens de berekeningen doen zich in de huidige situatie de volgende knelpunten voor (zie Figuur 9).



Figuur 9: Ontoereikende hydraulische capaciteit in de huidige situatie (in zwarte lijnen weergegeven).

Op een aantal plaatsen is de hydraulische berekende capaciteit niet toereikend. Er wordt een drukhoogte hoger dan maaiveld geconstateerd in transportleidingen in Renkum en Oosterbeek. Omdat deze putten gekneveld zijn leidt dit in praktijk niet tot overlastsituaties.

Eindsituatie
Het rioolstelsel wordt minder belast doordat het afwaterend oppervlak siginificant is afgenomen. Door het opheffen van 3 overstorten zal water via een andere weg moeten afvloeien. Het effect van deze combinatie van maatregelen is hydraulisch doorgerekend (zie Figuur 10).



Figuur 10: Ontoereikende hydraulische capaciteit in de toekomstige eindsituatie (in zwarte lijnen weergegeven).

De capaciteitsproblemen nemen aanzienlijk af. De locaties waar in de huidige situatie nog problemen wordt geconstateerd worden door de genomen maatregelen

kleiner of verdwijnen volledig. Overlastsituaties worden er nauwelijks meer berekend.

Vergelijking overstortdebieten
Ter indicatie wordt een vergelijking gemaakt tussen de berekende huidige overstortdebieten en de overstortdebieten in de eindsituatie (Tabel 5). Het overstortdebiet is berekend bij de maatgevende bui. Het zijn de externe overstortdebieten, dus exclusief het water dat tijdelijk in bassins wordt geborgen. Dit water stroomt immers later alsnog af via de riolering.

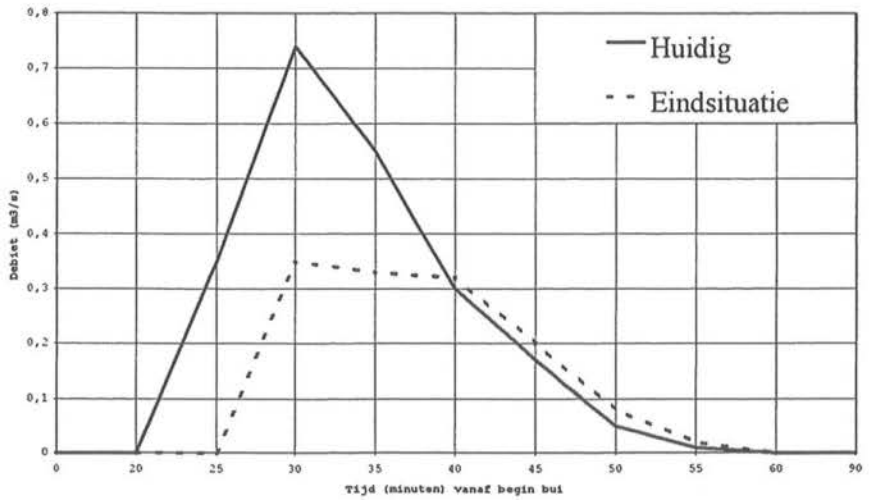
Tabel 5: Vergelijking overstortdebieten.

Situatie	**Totaal extern overstortdebiet bij 90 l/s/ha gedurende 30 minuten (m^3)**
Huidig	14.000
Eind	9.000

Een afname van het verhard oppervlak met 22% leidt bij deze neerslaggebeurtenis tot een vermindering van het overstortdebiet van 36%. De berging in het stelsel wordt nog steeds benut. Daarnaast biedt het stelsel nu ruimte om een extra hoeveelheid m^3 water te bergen.

De reductie van overstortvolume en vuilemissie zoals die voor de basisinspanning geldt wordt met behulp van een groot aantal neerslaggebeurtenissen berekent. De hierboven beschreven gevolgen geven slechts aan wat het effect is bij één bui. Het doorrekenen van een neerslagreeks valt buiten het kader van deze opdracht, maar wordt wel door de waterkwaliteitsbeheerder verlangt. Op basis van de uitgevoerde bui-berekening kan niet worden aangegeven wat de exacte gevolgen voor het voldoen aan de basisinspanning zijn.

Figuur 11 geeft de overstortdebieten in de huidige situatie en de eindsituatie voor de overstort aan de Van Riessenstraat in Renkum-zuid (putnummer 7676U) bij een bui van 90 l/s/ha gedurende 30 minuten. Dit is een bui die eens in de twee jaar optreedt.



Figuur 11: Overstortdebiet.

De benutting van de buffervijvers neemt substantieel af. Waar bijvoorbeeld in de huidige situatie de groene berging bij Wolfheze wel benut wordt blijft het waterpeil nu onder het drempelnivo. Dit biedt mogelijkheden om door aanpassingen in het stelsel het externe overstortvolume nog verder terug te dringen.

4.1.3 Conclusies

Naar aanleiding van het hydraulisch doorrekenen van het stelsel na afkoppelen van het verhard oppervlak kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Knelpunten (capaciteitsproblemen) nemen af of verdwijnen door het afkoppelen van het aangegeven oppervlak in combinatie met het dichtzetten van overstorten op kwetsbaar water.
- Bij een maatgevende bui met een herhalingstijd van 2 jaar neemt het totale overstortdebiet procentueel aanzienlijk (anderhalf keer) meer af dan de procentuele vermindering van het verhard oppervlak.
- In het bestaande rioolstelsel ontstaat ruimte om aanwezige berging beter te benutten. Hierdoor kan op het aanleggen van nieuwe bergingsvoorzieningen bespaard worden.
- Voor het optimaliseren van het stelsel moeten aanvullende berekeningen worden gemaakt in het kader van het basisrioleringsplan (BRP). Dit valt buiten het kader van deze opdracht.

4.2 Effecten afkoppelen op het grond- en oppervlaktewater

4.2.1 Effecten op het oppervlaktewatersysteem

Om de kwaliteit van het oppervlaktewater zo min mogelijk te beïnvloeden wordt alleen hemelwater afkomstig van daken afgevoerd naar het oppervlaktewater-systeem.

Het hemelwater afkomstig van daken wordt met een transportmiddel (bijvoorbeeld een bovengrondse infiltratievoorziening) naar het oppervlaktewater gevoerd. Bij piekneerslagen wordt een grote hoeveelheid water via het transportmiddel naar het oppervlaktewater gevoerd, waardoor een grote piekbelasting op het oppervlaktewater ontstaat. Het transportmiddel kan zo ontworpen worden dat tijdens transport ook tijdelijke berging van water plaatsvindt, waardoor de piekbelasting lager wordt. De afvoer van het hemelwater kan bijvoorbeeld geschieden naar retentievijvers. De vijvers zullen vervolgens geleidelijk lozen op het oppervlaktewater, waardoor de effecten op het oppervlaktewater afnemen.

Het uitstroompunt van het hemelwater moet hoger liggen dan het oppervlaktewater-peil om de afvoer van het hemelwater te waarborgen. Dit betekent dat ter plaatse van het uitstroompunt een voorziening moet worden aangelegd om uitspoeling van de waterbodem en het talud te voorkomen.

De kwaliteit van het oppervlaktewatersysteem kan nadelig worden beïnvloed als er sprake is van een calamiteit. Gelet op de overige belangen van emissiereductie dient dit risico geaccepteerd te worden.

De effecten op het oppervlaktewatersysteem zijn hoofdzakelijk van kwantitatieve aard. De piekbelasting moet zoveel mogelijk gedempt worden om het huidige watersysteem zo min mogelijk te belasten.

4.2.2 Effecten op het grondwatersysteem

Het infiltreren van hemelwater leidt tot een plaatselijke verhoging van de grondwaterstand. Vernatting zal alleen optreden als de grondwaterstand ondiep is of daar waar ondiep een storende laag voorkomt. Een ondiepe grondwaterstand (GHG $\leq$ 1 m beneden maaiveld) komt voor langs de zuidranden van de woonkernen Renkum, Heelsum, Heveadorp en Oosterbeek. Op de afkoppelkansenkaarten zijn deze gebieden als niet kansrijk voor infiltratie van hemelwater aangegeven (zie bijlage 5). Storende lagen komen zeer plaatselijk voor, waardoor het noodzakelijk is bij de aanleg van een infiltratievoorziening te controleren op het voorkomen van storende lagen en zonodig te verwijderen of vergraven (doorbreken). Indien nodig kan grondverbetering worden toegepast.

Binnen de grondwaterbeschermingsgebieden is het wenselijk om de kwaliteit van de toplaag, de bodem en grondwater in de omgeving van een infiltratievoorziening te monitoren. De infiltratiesystemen gelegen binnen deze gebieden kunnen vaker worden gereinigd om vervuilende stoffen te verwijderen.

In het geval van een calamiteit kan een bovengrondse voorziening makkelijker worden gereinigd (toplaag kan vervangen worden indien dit nodig is) dan een ondergrondse voorziening. Stoffen die adsorberen aan grond (met name aan organisch stof) kunnen bij het afgraven van de grond in de infiltratievoorziening (deels) worden verwijderd. Hierdoor wordt nalevering vanuit de bodem naar het water voorkomen, dus geadviseerd wordt om bovengrondse infiltratievoorzieningen aanleggen binnen grondwaterbeschermingsgebieden (zie bijlage 4). Zodanig dat ze controleerbaar en beheersbaar zijn en dat in de toekomst monitoring kan plaatsvinden.

Indien, vanwege fysieke beperkingen, toch gekozen wordt voor ondergrondse infiltratievoorzieningen in grondwaterbeschermingsgebieden dan moeten deze ten alle tijden controleerbaar zijn. Hierbij kan gedacht worden aan het plaatsen van peilbuizen tijdens de aanleg van de voorzieningen en/of bij het (her)straten rekening te houden met het kunnen nemen van bodemmonsters onder de voorzieningen.

5 Bestuurlijk/juridische verkenning

5.1 Landelijk beleid

In de Vierde Nota waterhuishouding Regeringsbeslissing van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat van december 1998, staat aangegeven hoe het waterbeleid er in Nederland voor de periode 1998-2006 uitziet. In deze toonaangevende beleidsnota op het gebied van het nationale waterbeheer is een gedeelte gewijd aan het water in de stad en meer in het bijzonder aan de rol van afkoppeling en infiltratie.

De regering kiest in de Vierde Nota waterhuishouding voor een gebiedsgerichte aanpak waarbij het stedelijk water onderdeel uitmaakt van de regionale planvorming. Het initiatief wordt hierbij gelegd bij gemeenten en waterschappen. De provincies en waterleidingbedrijven vervullen daarbij ook een actieve rol. De burger wordt eveneens sterker betrokken bij het waterbeheer. Voor de planperiode gaat het onder andere om:

- het terugdringen van overstortingen en het bevorderen van waterbesparing en hergebruik van water;
- het afkoppelen van verhard oppervlak en infiltratie van hemelwater in de bodem.

Vooral het maatwerk op lokaal niveau dient meer aandacht te krijgen. De aanwezige ondergrond is immers vaak bepalend voor de mogelijkheden.

Voor de planperiode zal het afkoppelen van verhard oppervlak en infiltreren in grondwater worden bevorderd. Gestreefd wordt om op nieuwbouwlocaties 60% af te koppelen en in bestaande bebouwing 20%. Het betreft een inspanningsverplichting. De verwachting is, dat de kosten hierbij in dezelfde orde van grootte zullen liggen als andere voorzieningen, zoals de aanleg van bergbezinkbassins, die bedoeld zijn om de overstortingen uit het rioolstelsel te verminderen.

Verder wordt in de Vierde Nota waterhuishouding Regeringsbeslissing opgemerkt, dat bij afkoppeling verontreinigingsbronnen nog een probleem kunnen vormen. Een wezenlijk knelpunt lijkt de normstelling voor de bodem. Zo is de onzekerheid over de lange termijneffecten van het infiltreren van afstromend hemelwater voor de kwaliteit van de bodem nu nog een duidelijke rem op de toepassing van deze techniek. De aanpak van de diverse diffuse bronnen is om deze reden van extra groot belang. Het Rijk wijst in dit verband met name op het gemeentelijke gebruik van bestrijdingsmiddelen.

Bij de regeringsbeslissing Vierde Nota waterhuishouding is in de notitie "Aanpak Wateroverlast" nog eens expliciet aangegeven, dat een aantal acties moeten worden uitgewerkt op bestuurlijk/juridisch gebied om de afstemming tussen het waterbeheer en de ruimtelijke inrichting van Nederland te verbeteren. Meer ruimte voor water en het langer regionaal vasthouden van water zijn hierbij van groot belang.

5.2 Wet- en regelgeving

Om een indruk te krijgen van de huidige wet- en regelgeving die een rol kan spelen bij het afkoppelen van verhard oppervlak is het in eerste instantie van belang om te onderzoeken in hoeverre binnen het Nederlandse rechtstelsel hierover iets is geregeld en of het Europese recht zich hierover uitlaat. Daarnaast kan lering worden getrokken uit eventuele bestaande nationale wet- en regelgevingen in het buitenland. Hieronder wordt eerst naar dit laatste aspect gekeken. Vervolgens wordt ingegaan op regelgeving binnen de Europese Unie en de consequenties hiervan voor Nederland. Daarna komt de autonome Nederlandse regelgeving aan bod.

5.2.1 Buitenland

De bestaande wet- en regelgeving in het buitenland met betrekking tot het afkoppelen van verhard oppervlak vertoont vaak een versnipperde aanpak. Wel is men in een aantal landen de pioniersfase reeds gepasseerd. De motieven voor "duurzaam stedelijk waterbeheer" zijn voor veel landen vergelijkbaar met die in Nederland.

In diverse landen is sprake van enige mate van beleid en wet- en regelgeving met betrekking tot het afkoppelen van verhard oppervlak. Hierbij vallen met name Zwitserland en Zweden op. Zwitserland is het enige land waar de wetgever het infiltreren van hemelwater verplicht heeft gesteld, indien dit technisch mogelijk is en het hemelwater niet biologisch, chemisch of thermisch verontreinigd is. Hierbij mag gering verontreinigd hemelwater in de bodem worden geïnfiltreerd indien de lokale geohydrologische omstandigheden en de geldende technische condities in acht worden genomen. Richtlijnen van de kantons, vergelijkbaar met provincies, geven aan hoe afkoppelen technisch moet worden uitgevoerd.

Zweden kent een totaal andere benadering. Hier zijn in een aantal steden de waterleidingbedrijven, via delegatie door de gemeente, primair bevoegd om criteria op te stellen voor infiltratie van hemelwater. Dit gebeurt bijvoorbeeld in Göteborg. Bij nieuwbouw dient in de planningsfase tijdig rekening te worden gehouden met mogelijkheden voor lokale zorg voor hemelwater.

Bij de infiltratie van hemelwater in het buitenland is sprake van een uiteenlopende benadering, waarbij geen sprake is van uniformiteit zelfs niet binnen een land. In veel landen is het rioleringsbeleid in theorie weliswaar gericht op gescheiden inzameling van hemelwater en afvalwater, maar in de praktijk is voornamelijk nog sprake van gemengde inzameling en afvoer. In veel landen wordt onderschreven, dat het gewenst is om meer onderzoek te doen naar de exacte mogelijkheden en risico's bij afkoppelen van verhard oppervlak, waarbij vooral onderzoek naar de kwaliteit van hemelwater aandacht moet krijgen.

5.2.2 Wetgeving en jurisprudentie van de Europese Unie

Uit onderzoek is gebleken, dat op Europeesrechtelijk niveau de juridische regels omtrent afkoppelen van verhard oppervlak schaars zijn. Ook in de jurisprudentie omtrent het Europese recht komt geen uitspraak van een rechtscollege voor met betrekking tot het afkoppelen van verhard oppervlak, of met betrekking tot infiltratie van hemelwater. Wel is in 1991 een Richtlijn vastgesteld door de Europese Gemeenschappen inzake de behandeling van stedelijk afvalwater (PBEG L 135). De belangrijkste bepalingen hieruit zijn een aantal jaren later geïmplementeerd in paragraaf 10.4.2. van de Wet milieubeheer. Belangrijk hierbij is het feit, dat is vastgelegd wat precies onder afvalwater moet worden bestaan en wanneer hemelwater afvalwater is.

afvalwater = afvloeiend hemelwater + huishoudelijk afvalwater + bedrijfsafvalwater

Het begrip afvalwater omvat derhalve alle mogelijk denkbare soorten afvalwater. De enige voorwaarde is dat er een houder moet zijn. In toelichting bij de wetswijziging is bepaald, dat:

- afvloeiend hemelwater dat binnen het bereik van particuliere huishoudens vrijkomt, wordt aangemerkt als huishoudelijk afvalwater;
- afvloeiend hemelwater bedrijfsafvalwater is als het vrijkomt vanuit een inrichting of andere bedrijfsruimte of vanuit een terrein waar bedrijfsactiviteiten plaatsvinden;
- de gemeente houder is van afvloeiend hemelwater dat via het wegdek in een straatkolk raakt.

Dit betekent, dat afvloeiend hemelwater, ongeacht of het al dan niet verontreinigd is, juridisch in beginsel moet worden beschouwd als hemelwater en derhalve valt onder het regime van de Wet milieubeheer. Wat precies onder "binnen het bereik van particuliere huishoudens" moet worden verstaan is niet bepaald, maar het lijkt aannemelijk, dat hieronder in ieder geval het afvloeiende hemelwater op eigen grond wordt bedoeld.

Consequentie is, dat hiermee hemelwater als zijnde afvalwater onder de zorgplicht van de gemeente valt voor de doelmatige inzameling en transport van afvalwater en de gemeente hiervoor in beginsel regels kan vaststellen. Dat de Europese en de nationale wetgever bij een systeem voor inzameling en transport primair de riolering voor ogen hebben gehad, doet hier niets aan af. Nergens is vastgelegd, dat het per definitie om riolering moet gaan.

Bij het afkoppelen van hemelwater heeft de gemeente dan bijvoorbeeld ook tot taak het water dat afkomstig is van woonlocaties, winkelcentra, groenvoorzieningen, enzovoort te toetsen op voldoende kwaliteit. In sommige gevallen is bij bedrijventerreinen de provincie bevoegd gezag. De gemeente is overigens ook weg- en groenbeheerder.

5.2.3 Nederlandse wetgeving

Bij het analyseren van de Nederlandse regelgeving in het kader van afkoppelen van hemelwater, zijn in de eerste plaats de mogelijkheden en de voorwaarden voor aanleg en onderhoud van infiltratievoorzieningen van belang. Daarnaast vormt de kwaliteit van het hemelwater en het ontvangende grond- en oppervlaktewater een belangrijk aandachtspunt.

De eerste categorie is vooral terug te vinden in de bouwwetgeving, zoals neergelegd in de Woningwet, het Bouwbesluit, de model-bouwverordening en de plaatselijke bouwverordeningen. De tweede categorie betreft vooral milieuwetgeving en waterstaatswetgeving die vooral is terug te vinden in de Wet bodembescherming, in het bijzonder in het Lozingenbesluit bodembescherming, in de Wet milieubeheer en in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren en dan vooral in het Lozingenbesluit Wvo huishoudelijk afvalwater. Daarnaast speelt in verband met het verkrijgen van zeggenschap over de grond vooral ook het verbintenissenrecht een rol. Verder is het aansprakelijkheidsrecht van belang voor het geval dat een infiltratievoorziening bepaalde schade veroorzaakt.

Aanleg en onderhoud
Bij het verkrijgen van zeggenschap over de grond gaat het vooral om de mogelijkheid om een zakelijk recht te kunnen vestigen op de grond waarin het hemelwater dient te worden afgekoppeld. Een zakelijk recht kan onder andere worden gevestigd door:

- het sluiten van een overeenkomst;
- het vestigen van een erfdienstbaarheid;
- het vestigen van een recht van opstal;
- op grond van het burenrecht;
- het opleggen van een gedoogplicht op grond van de Belemmeringenwet privaatrecht;
- onteigenen.

De huidige wetgeving biedt hiermee voldoende aanknopingspunten om bij het afkoppelen van verhard oppervlak een dusdanige zeggenschap over de grond te verkrijgen, dat deze techniek naar behoren kan worden aangebracht en onderhouden. Het ene zakelijke recht leent zich hier echter beter voor dan het andere. Zo gaat het juridisch vrij ver om grond te onteigenen voor de aanleg van een infiltratievoorziening en is het kopen van de grond veelal uit financieel oogpunt niet aantrekkelijk.

Eén van de weinige gemeenten waar thans in juridisch opzicht daadwerkelijk wordt getracht om het afkoppelen juridisch vorm te geven betreft de gemeente Enschede. Via de koopovereenkomst bij nieuwbouw wordt aan de koper een aantal verplichtingen opgelegd met betrekking tot het beheer en het onderhoud van infiltratievoorzieningen. Teneinde te voorkomen, dat bij verkoop door de eigenaar deze verplichtingen hun juridische status verliezen, worden zogenaamde kwalitatieve verplichtingen in de koopovereenkomst opgenomen. Verder zijn een aantal erfdienstbaarheden gevestigd.

Daarnaast wordt getracht om via zogenaamde appartementsrechten een soort gemeenschappelijke verantwoordelijkheid te creëren bij het afkoppelen van verhard oppervlak. De gemeente Goirle heeft vergelijkbare zaken ondernomen bij de aanleg van infiltratievoorzieningen op particulier terrein.

Het Bouwbesluit spreekt bij de aanleg van een riolering de voorkeur uit voor een gescheiden rioolstelsel. Van belang is, dat in dit besluit is bepaald dat hemelwater niet in de riolering hoeft te worden geloosd, indien geen riolering aanwezig is of de afstand tot de riolering te groot is. In een dergelijk geval moet wel een gelijkwaardige voorziening worden aangelegd, waarbij wordt geloosd op het oppervlaktewater of in de bodem. Hierbij moet uiteraard worden voldaan aan de regels die voor deze compartimenten van kracht zijn. Ook in de model-bouwverordening wordt voor de lozing van hemelwater een uitzondering gemaakt voor de aansluitplicht op de riolering indien een andere voorziening wordt aangelegd. Wat hierbij onder een voorziening moet worden verstaan, is niet uitputtend geregeld. Indien een gemeente een gescheiden systeem heeft aangelegd dan moet het hemelwater en het rioolwater ook gescheiden door particulieren worden aangeboden.

Kwaliteit van het hemelwater en het ontvangende grond- en oppervlaktewater
De belangrijkste bepaling met betrekking tot de infiltratie van hemelwater in de bodem is terug te vinden in het Lozingenbesluit bodembescherming. Hierin is bepaald dat infiltratie van hemelwater is toegestaan mits geen sprake is van verontreiniging. Wat hieronder precies moet worden verstaan is onduidelijk, maar er mag in ieder geval geen sprake zijn van chemische, biologische of thermische verontreiniging. Kwantitatieve of kwalitatieve criteria ontbreken vooralsnog. Overigens zijn deze ook in het buitenland niet bekend. Uit milieuhygiënisch oogpunt dient hemelwater in beginsel als gering verontreinigd te worden beschouwd. Zoals eerder werd vermeld is de juridische vertaling hiervan dat hemelwater in beginsel afvalwater is. De combinatie van de mate van verontreiniging en de gewenste gebruiksvorm zal uiteindelijk bepalend zijn of hemelwater kan worden afgekoppeld[5]. Het Lozingenbesluit staat namelijk onder bepaalde voorwaarden beperkte lozing van gering verontreinigd hemelwater toe, indien de zuivering plaatsvindt middels een septic tank. In de Vierde Nota waterhuishouding is nog eens expliciet gesteld, dat over de invloed van hemelwater op de bodemgesteldheid nog weinig bekend is en dat derhalve vooralsnog voorzichtig moet worden omgegaan met infiltratie in de bodem.

In het buitenland wordt in diverse richtlijnen, welke overigens een zeer geringe juridische status hebben, aangegeven waar bij voorkeur wel en waar niet moet worden geïnfiltreerd. In zijn algemeenheid acht men het raadzaam om alleen hemelwater afkomstig van daken en wegen in rustige woonwijken te infiltreren. In Nederland wordt momenteel de leidraad van de Stichting RIONED over afkoppelen als uitgangspunt genomen bij het afkoppelen van 'schoon' hemelwater.

---

[5] In het najaar zullen voor de provincie Gelderland de richtlijnen van het onderzoeksrapport *Effecten van infiltratie in de bodem*, provincie Gelderland gaan gelden. Deze richtlijnen zijn minder rigide dan de richtlijnen volgens de leidraad van de Stichting Rioned.

Hierin is aangegeven wanneer in principe afkoppelen wel is toegestaan en wanneer dit beter kan worden nagelaten. Uitgangspunt is het aantal vervoersbewegingen. De juridische status van een dergelijke richtlijn is echter zeer gering, zodat een beleid op grond van een dergelijke richtlijn juridisch kwetsbaar is. Wel kan een dergelijke richtlijn middels de jurisprudentie tot rechtsnorm worden verheven. Hiervan zijn voorbeelden bekend in de jurisprudentie.

Vooralsnog blijven het Lozingenbesluit bodembescherming en het Lozingen besluit Wvo huishoudelijk afvalwater het uitgangspunt bij lozing van hemelwater in de bodem respectievelijk op het oppervlaktewater. De eerste staat lozing van "schoon" hemelwater in de bodem toe, terwijl het tweede besluit hemelwater direct interpreteert als huishoudelijk afvalwater en aan de lozing uitgebreide eisen stelt. De bewijslast of sprake is van "schoon" hemelwater ligt bij degene die de infiltratievoorziening wil gaan gebruiken.

De juridische tegenhanger van het Lozingenbesluit bodembescherming, is het Lozingenbesluit Wvo huishoudelijk afvalwater, dat is gebaseerd op de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. Dit besluit bevat soortgelijke bepalingen over de lozing van huishoudelijk afvalwater als in het Lozingenbesluit bodembescherming. Het Lozingenbesluit Wvo huishoudelijk afvalwater maakt echter geen uitzondering voor hemelwater en rekent, net als in de Wet milieubeheer, al het hemelwater tot het huishoudelijk afvalwater. Wel kan op grond van dit besluit de waterkwaliteitsbeheerder in plaats van een septic tank een andere voorziening voorschrijven, die voldoende bescherming biedt voor de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Afdwingbaarheid of een meer stimulerende aanpak?
Of afkoppelen van hemelwater dwingend moet worden opgelegd valt sterk te betwijfelen. In nieuwbouwwijken zijn hiertoe meer mogelijkheden dan in bestaand gebied. In nieuwbouwsituaties bestaat immers de mogelijkheid om dit in de koopovereenkomst te regelen of bij de uitgifte van de grond. Dit middel ontbreekt bij bestaande bouw. Hier zal nog meer nadruk moeten liggen op het (financieel) stimuleren van het afkoppelen. Het nut zal niet snel worden ingezien, dus dient een grote weerstand te worden overwonnen. Een juiste inzet van communicatiemiddelen, als uiterste vorm van stimulering, is, evenals in nieuwbouwwijken, essentieel. Alleen is dit lang niet voldoende. Juist in bestaande gebieden is enige juridische dwang onontbeerlijk. Deze zal al snel bestuursrechtelijk van aard dienen te zijn. Bijvoorbeeld middels de Algemene Plaatselijke Verordening of de gemeentelijke bouwverordening. Probleem is dat in bestaand stedelijk gebied bepaalde rechten zijn opgebouwd. Het opnemen van gebieden voor afkoppelen in een wijziging van een bestemmingsplan zou hierbij een oplossing kunnen bieden.

Een bepaald juridisch kader blijft onontbeerlijk, juist voor het geval er iets fout gaat of indien conflicten ontstaan. Tegen mogelijke milieu-aansprakelijkheid kan de gemeente zich overigens verzekeren.

Ten slotte kan worden opgemerkt, dat het aanbeveling verdient om in een proefproject met betrekking tot het afkoppelen van hemelwater ook aandacht te vragen voor de wijze waarop de juridische aspecten moeten worden geregeld. Dit is maatwerk. Hierbij is het van belang om binnen de gemeente de diverse afdelingen die bij een project zijn betrokken en met name ook de juridische afdeling, nauw met elkaar te laten samenwerken.

Een benadering waarbij de nadruk op het stimuleren van afkoppelen van hemelwater ligt, lijkt op voorhand beter te passen in het overheidsbeleid, waarin indirecte regulering en zelfregulering een steeds belangrijkere plaats innemen. In deze visie verdient het aanbeveling om regulering in beperkte mate plaats te laten vinden en met name te gebruiken als vangnet. Bijvoorbeeld in geval van calamiteiten.

6 Uitvoering en communicatie

6.1 Uitvoeringsprogramma

Het uitvoeringsprogramma is gericht op de planperiode (2000 tot en met 2003). In het uitvoeringsprogramma is al het oppervlak met de noemer *nieuwbouw* meegenomen. Daarnaast is getracht zoveel mogelijk oppervlak met de noemer *meest kansrijk* af te koppelen binnen de planperiode. Onderstaande tabel geeft het uitvoeringsprogramma weer.

Tabel 6: Uitvoeringsprogramma 2000 tot en met 2003.

start-jaar	kern	gebied	nieuwbouw (m^2)	meest kansrijk (m^2)	kansrijk (m^2)
2000	Doorwerth	Beethovenl./Bachl./Richtersw./Kasteelw./Dalw.		20000	15000
2000	Doorwerth	Wegen Kievitsdel		15000	
2000	Doorwerth	Flats Beethovenlaan		12000	
2000	Doorwerth	Sportpark		8000	
2001	Doorwerth	Cardanuslaan eo	6000		
2001	Doorwerth	Dillenburg en van der Molenallee		16900	
2001	Doorwerth	Tussen de Lanen		7350	
2002	Doorwerth	Winkelcentrum "de Weerd"		15750	
2002	Doorwerth	Kerk WA scholtenlaan		3300	
2003	Doorwerth	Ten zuiden van 'Tussen de Lanen'		15500	
2000	Oosterbeek	Kneppelhoutweg/Pietersbergseweg		9000	
2000	Oosterbeek	Dennenkamp (gemeentehuis e.o.)		11600	
2000	Oosterbeek	Jan van Riebeeckw./Hartensteinl./Beelaertsl.		14000	
2000	Oosterbeek	Opvangtehuis (Paulastichting)		11500	
2000	Oosterbeek	Wegen rondom bejaardencentrum		3500	
2000	Oosterbeek	Vrijheidslaan (flats)		5200	
2000	Oosterbeek	Oosterbeek-Hoog, 1e fase (Kloostertuin)	4500		
2001	Oosterbeek	Valkenburcht		5000	
2001	Oosterbeek	Weeninklaan	2000		
2001	Oosterbeek	Zuiderbeekweg en Weverstraat		5000	
2001	Oosterbeek	De Tafelberg	1200	500	
2002	Oosterbeek	Marktplein (gemeentehuis)		8400	
2002	Oosterbeek	Oosterbeek-Laag, Lobel Vink	12800	8400	
2002	Oosterbeek	Talsmalaan school en omliggende gebouwen	4500	3000	
2002	Oosterbeek	Stenenkruis	13300		
2003	Oosterbeek	Bato's wijk, wegen		5000	
2003	Oosterbeek	Wassenaerweg en flats		3000	
2000	Renkum	Zwembad de Rijnkom/Mr. v Damw./Hogenkampsew.		15600	10000
2000	Renkum	Nieuwe Keijenbergseweg/Schaapsdrift		3000	
2000	Renkum	Airbornew./Telefoonw./Klein Amerikaw./Bennekomsew.		7500	3000
2000	Renkum	Hooijer-Kerkstraat	1500	4500	500
2000	Renkum	Omgeving Don Boscoweg		6000	1000
2001	Renkum	Deelplan 3b/4		3400	1000
2001	Renkum	Ten Bhomer Europalaan (omgeving Bergerhof)	1400	5250	3000
2001	Renkum	Schutterspad eo + Streeflandweg		4500	5000
2002	Renkum	Beekdal		1500	
2002	Renkum	Hoog Doorwerth		4200	
2002	Renkum	Utrechtseweg/Heidesteinlaan, Bart Crumstraat		12000	
2003	Renkum	Bergerhof		19200	
2003	Renkum	Hoog Heelsum/Heidestein/Koningshof		17250	
2000	Wolfheze	Gelderse Roos	2000	7511	
2000	Wolfheze	Gelderse Roos	5700	1645	
2000	Wolfheze	Balijeweg, Heelsumseweg, Wolfhezerweg		3000	
2001	Wolfheze	Gelderse Roos		4615	
2001	Wolfheze	Sara Mansveltweg, v.Mesdagweg, Lindeboomlaan	1000	15000	0
2002	Wolfheze	Kruiskerk		1500	500
2003	Wolfheze	't Schild (instituut voor visueel gehandicapten)		4000	
		totaal af te koppelen oppervlak (ha)	**5,6**	**34,8**	**3,9**

De kans is groot dat enkele projecten die in het uitvoeringsprogramma vermeld staan pas uitgevoerd kunnen worden na de planperiode. Met name de projecten "Bergerhof" en "Tussen de Lanen", die nu al aan het eind van de planperiode staan vermeld, kunnen vertraging oplopen. Het minimum aantal van 33 ha komt hiermee niet in gevaar.

Het uitvoeringsprogramma richt zich op de planperiode tot 2003. Het afkoppelen van hemelwater blijft ook na de planperiode op de agenda staan. In het jaar 2004 start een nieuwbouwproject in Wolfheze in het kader van het zogenaamde "Dekselplan Oosterbeek". Verder heeft het WBR enkele herstructurering en/of sloop en vervangende nieuwbouw projecten in Renkum, start in 2004 (driehoek St. Josephweg, Hogenkampseweg en Reymerweg) en in Oosterbeek, start in 2006 (Jan van Riebeeckweg).

Tabel 7 geeft een overzicht van de oppervlakken die per jaar worden afgekoppeld volgens het uitvoeringsprogramma.

Tabel 7: Uitvoeringsprogramma met oppervlakken per jaar.

jaar	vervangende nieuwbouw	meest kansrijk	kansrijk	totaal
2000	1,4	15,9	3,0	**20,3**
2001	1,2	6,0	0,9	**8,1**
2002	3,1	5,8	0,1	**9,0**
2003	0,0	7,1	0,0	**7,1**
totaal	**5,7**	**34,8**	**4,0**	**44,5**

Volgens de vierde Nota Waterhuishouding hebben de gemeenten in de toekomst een inspanningsverplichting om 20% van het bestaande verharde oppervlak af te koppelen. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de afgekoppelde verharde oppervlakken in de gemeente Renkum.

Tabel 8: Vergelijking af te koppelen oppervlak met bruto verhard oppervlak.

type	oppervlak (ha)	% van totaal verhard oppervlak
reeds afgekoppeld	7,0	3
33 ha afkoppelen	33,0	14
streven binnen de planperiode	44,5	19
streven in de toekomst (berekening BRP)	49,3	21
totaal verhard oppervlak	234,4	100

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de gemeente Renkum reeds 3% heeft afgekoppeld. De gemeente moet in totaal 47 ha afkoppelen om te voldoen aan de inspanningsverplichting van 20% (dit betekent nog 40 ha afkoppelen).

6.2 Kostendekkingsplan

Op basis van de technische haalbaarheid wordt in deze paragraaf ingegaan op de kosten die gepaard gaan met het afkoppelen van verhard oppervlak. Allereerst wordt samengevat welke baten hier tegenover staan. Om zoveel mogelijk aan te sluiten bij de situatie in het plangebied zijn de kosten uitgewerkt voor de drie clusters uitgewerkt, namelijk Bergerhof, Dennenkamp en Lobel/Vink.

6.2.1 Fondsen en subsidies

Provincie Gelderland wil, gezien het voornemen om de beken met hoge natuurwaarden geheel te vrijwaren van riooloverstorten, tegemoet komen in de extra kosten die de gemeente hiervoor moet maken. De provincie heeft op 16 december 1998 een principetoezegging gedaan ter hoogte van 50% van de kosten boven de basisinspanning. Het betreft een bedrag van maximaal ƒ1.175.000. Zij stelt hierbij de volgende randvoorwaarden:

- de emissiereductie van de feitelijke maatregelen die de gemeente gaat treffen moet minimaal overeenkomen met de emissiereductie die met de randvoorziening kan worden gerealiseerd;
- de totale provinciale bijdrage mag niet uitstijgen boven 50% van de werkelijk gemaakte kosten;
- voor juli 1999 moet de haalbaarheid van de voorgenomen maatregelen duidelijk zijn;
- de haalbaarheid moet in de vorm van een concreet uitvoeringsplan en kostendekkingsplan dat goedgekeurd is door de gemeente aangetoond worden;
- Waterschap Vallei & Eem dient als waterbeheerder door middel van een verklaring in te stemmen met het plan.

Naast een bijdrage in de kosten van de provincie worden ook bijdragen van Waterschap Vallei & Eem en NUON Water verwacht. Het waterschap stelt in het kader van haar beleid ten aanzien van duurzaam waterbeheer een subsidiebijdrage van ƒ4,- / m^2 afgekoppeld verhard oppervlak **of** 35% van de kosten boven de basisinspanning beschikbaar. NUON Water heeft een eenmalige projectbijdrage van ƒ1,- / m^2 afgekoppeld verhard oppervlak beschikbaar, met een maximum van 10 hectare verhard oppervlak dat per jaar wordt afgekoppeld.

6.2.2 Kosten afkoppelen

In paragraaf 3.4 wordt voor drie clusters het afkoppelen uitgewerkt om te toetsen of het technisch haalbaar is. Daarbij is schetsmatig aangegeven welke voorzieningen hiervoor nodig zijn. Deze gegevens zijn gebruikt om een globale raming te maken van de kosten voor de betreffende clusters (zie bijlage 9). De resultaten zijn geëxtrapoleerd naar het totale plangebied om daarmee een inschatting te maken van de totale kosten van het afkoppelen.

Bergerhof
In Bergerhof worden bestaande straatkolken gebruikt om het hemelwater naar een koppelleiding onder het voetpad te brengen. Het hemelwater van straten en wegen wordt op deze manier naar ondergrondse infiltratievoorzieningen (20 stuks à 30 m) geleid. Deze voorzieningen worden uitgevoerd met ieder twee inspectieputten ten behoeve van controle en onderhoud. (ƒ480.000). Bij de Europalaan en Ten Bhomer worden voetpaden en parkeerplaatsen herstraat (ƒ11.000). Op enkele plaatsen zal hemelwater richting infiltratievoorziening door middel van open goten moeten worden getransporteerd (ƒ14.000).

Tenslotte moet rekening worden gehouden met het afvoeren van vervuilde grond ter plaatse van ondergrondse infiltratievoorzieningen en het verleggen van nutsleidingen (*f*13.000).

Inclusief kosten als onvoorzien (10%), voorbereiding (8%) en BTW (17,5%) bedragen de totale kosten *f*743.000. De kosten per m^2 zijn hierdoor *f*26,-.

Dennenkamp
Ook hier wordt gebruik gemaakt van de bestaande kolken die worden aangesloten op de ondergrondse infiltratievoorzieningen (*f*124.000). Daarnaast komen er bovengrondse infiltratievoorzieningen (*f*15.000). Een gedeelte van het hemelwater wordt afgevoerd via open molgoten (*f*14.000). Straten en voetpaden worden herstraat (*f*20.000).

Inclusief kosten als onvoorzien (10%), voorbereiding (8%) en BTW (17,5%) bedragen de totale kosten *f*270.000. De kosten per m^2 zijn hierdoor *f*24,-.

Lobel/Vink
Ter plaatse van Nieuwland en Bato'sweg worden de bestaande kolken aangesloten op de ondergrondse infiltratievoorzieningen (*f*130.000). Daarnaast komen langs de Van Toulon van der Koogweg en Geelkerkenkamp bovengrondse infiltratievoorzieningen (*f*2.000). Een gedeelte van het hemelwater van de vervangende nieuwbouw wordt afgevoerd via open molgoten (*f*38.000). Straten en voetpaden bij Nieuwland en Bato'sweg worden herstraat (*f*77.000).

Inclusief kosten als onvoorzien (10%), voorbereiding (8%) en BTW (17,5%) bedragen de totale kosten *f*390.000. De kosten per m^2 zijn hierdoor *f*19,-.

Conclusies
Een belangrijke kostenpost blijkt te bestaan uit het leidingwerk waarmee het water wordt afgevoerd naar een goot of ondergrondse infiltratievoorziening. Ook goten buiten het wegprofiel komen duidelijk naar voren in de totale kosten. Uit de beide voorbeelden blijkt, dat de kosten sterk beïnvloed worden door de bestaande lokale infrastructurele en stedebouwkundige situatie. Indien er dichtbij openbaar groen aanwezig is kan gebruik gemaakt worden van bovengrondse infiltratievoorzieningen. Het blijkt namelijk dat ondergrondse voorzieningen aanzienlijk duurder zijn dan bovengrondse voorzieningen. Daarbij komt dat ondergrondse infiltratievoorzieningen moeilijk, voor wat betreft bodem- en grondwaterverontreinigingen, controleerbaar zijn. Het voordeel van bovengrondse voorzieningen is dat het hemelwater zichtbaar aan het oppervlak verschijnt, waardoor de kwaliteit van de omgeving en de maatschappelijke betrokkenheid vergroot wordt. Het is echter niet altijd mogelijk om bovengrondse infiltratievoorzieningen aan te leggen in verband met de beperkte fysieke ruimte.

De kosten van het herstraten worden zoveel mogelijk beperkt door mee te liften met renovatieplannen en vernieuwende herbouwprojecten. Straten en wegen waar elementenverharding is toegepast lenen zich goed voor het inpassen van de afvoer van hemelwater binnen het bestaande wegprofiel. Straten en wegen waar asfaltverharding is toegepast worden daarom zoveel mogelijk gehandhaafd.

Bovengrondse afwateringsvoorzieningen worden bij asfaltwegen buiten het wegprofiel gezocht.

Extrapolatie naar overige clusters
De toegepaste technieken binnen de clusters zijn ook goed toepasbaar op andere plaatsen binnen Renkum. Op grond hiervan wordt ingeschat dat de (gemiddelde) kosten voor het afkoppelen van hemelwater ƒ23,- per m^2 bedragen.

6.2.3 Kosten alternatieve maatregelen

Het alternatief voor het afkoppelen van verhard oppervlak is het bouwen van randvoorzieningen. Deze hebben een minimale inhoud van 2 mm (over het achterliggend verhard oppervlak). Voor overstorten op HEN water wordt aanvullend hierop een berging van 13 mm verlangt.

Er worden twee situaties vergeleken:
1. *Dichtzetten van overstorten op HEN water, gecombineerd met afkoppelen van (minimaal) 33 ha verhard oppervlak.*

Het afkoppelen van 33 hectaren bedragen op grond van deze haalbaarheidstudie ƒ7.590.000 over vier jaar In de vorm van subsidies staan hier baten tegenover van ƒ2.825.000, waardoor de uiteindelijke kosten van het afkoppelen ƒ4.765.000 bedragen.

2. *Overstorten handhaven en randvoorzieningen bouwen van 2 mm (bergbezingbassin) aangevuld met 13 mm open berging.*

De aanlegkosten voor een gemiddelde bergbezinkvoorziening bedragen ƒ3.000 per m^3 inhoud. De kosten om 2 mm over 33 hectare te kunnen bergen bedraagt dan ƒ1.980.000. De kosten voor de aanleg van een open berging bedragen gemiddeld ƒ1000 per m^3 inhoud. Aanvullende open berging van 13 mm bedraagt ƒ4.290.000. Door middel van het bouwen extra rioolberging worden de drie overstorten gesaneerd. De provinciale stelt hiervoor een subsidiebedrag van ƒ1.175.000 beschikbaar. De uiteindelijke kosten bedragen ƒ5.095.000.

Conclusie
Door het afkoppelen van hemelwater van de riolering wordt voorkomen dat rioolwater op de kwetsbare beken overstort. Door aanpak aan de bron wordt tevens duurzaam omgegaan met het stedelijk water in Renkum en wordt het grondwater weer op een natuurlijke wijze aangevuld. In vergelijking tot het traditioneel bouwen van randvoorzieningen zijn de kosten ƒ330.000 lager.

Doordat er 33 hectare wordt afgekoppeld ontstaat er ruimte in het bestaande rioolstelsel die kan worden aangewend om te voorkomen dat nieuwe randvoorzieningen moeten worden gebouwd. Naar verwachting zal dit een deel van de geraamde kosten van *f* 11 miljoen, volgens het GRP 1995-1997[6], kunnen besparen. Deze kosten zijn geraamd in de periode 1996-2020 in het kader van het gewijzigde waterkwaliteitsbeleid.

6.3 Communicatie

Het vinden van de meest optimale technische oplossingen op het gebied van afkoppelen van hemelwater van verhard oppervlak alleen is niet voldoende. Hemelwater zichtbaar in de wijk vergt aanpassing van de bewoners. Het is dan ook van groot belang dat in een vroeg stadium voldoende draagvlak gecreëerd wordt door goede interne en externe communicatie.

De afdeling voorlichting van de gemeente zal de publiekscommunicatie verzorgen. ARCADIS Heidemij Advies speelt hierbij een ondersteunende rol door het verstrekken van technische informatie zoals een informatiedocument, teksten voor een brochure/poster en visualisaties/foto's.

De gemeente Renkum is een aantal jaren geleden reeds begonnen met het afkoppelproces door de woonlocaties Richtersweg en Heidestein af te koppelen. Tegenwoordig worden alle nieuw- en herbouwprojecten duurzaam aangelegd door het hemelwater niet aan te koppelen op de riolering, maar waar het kan te laten infiltreren in de bodem. De gemeente heeft ten aanzien van het afkoppelen van hemelwater een pro-actieve houding en wil dat naast bedrijven/instanties ook particulieren betrokken raken bij dit proces. De gemeente heeft de intentie om een voorbeeldproject te starten om het gemeentehuis en omgeving als eerste te gaan afkoppelen. Al het hemelwater van de daken en wegen rondom het gemeentehuis en bibliotheek zal zoveel mogelijk zichtbaar aan het oppervlak naar infiltratievoorzieningen worden getransporteerd. Op deze manier, en door het inrichten van een expositieruimte in het gemeentehuis, kunnen burgers kennismaken met het nieuwe beleid en worden zij gestimuleerd om zelf ook particulier dak- of straatoppervlak af te koppelen. De gemeente zal hiervoor een apart stimuleringsbeleid ontwikkelen. Gedacht wordt bijvoorbeeld aan het uitdelen van regentonnen en het maken van infiltratievoorzieningen op openbaar terrein voor de ontvangst van het hemelwater.

Door het afkoppelen van verhard oppervlak ontvangt de gemeente als initiatiefnemer subsidies van provincie, het Waterschap Vallei & Eem en NUON Water. De gemeente zal de ontvangen subsidies aan WBR en andere bedrijven/instanties doorgeven indien zij binnen de planperiode daadwerkelijk verhard oppervlak gaan afkoppelen. Op termijn kan het, door besparing op de rioleringsinvesteringen, wellicht mogelijk zijn dat de rioolheffing wordt verlaagd.

---

[6] Gemeente Renkum, *Beleidsnotitie raamplan Gemeentelijk Rioleringsplan 1995-1997*, aug. 1995

Literatuur

Gemeente Renkum, 1998. Basislijst programma-Informatie nieuwbouw en woningverbetering 1998-2003.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1997. Vierde Nota Waterhuishouding, regeringsvoornemen.

NUON Water, 1995. Verblijftijd_zones voor drinkwaterwinning in Gelderland. Drinkwaterpompstation Oosterbeek.

Werkgroep Riolering West-Nederland, 1998. Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken. Basisdocument.

Provincie Gelderland, april 1999. Effecten van infiltratie in de bodem. Conclusies en aanbevelingen (rapport onder embargo).

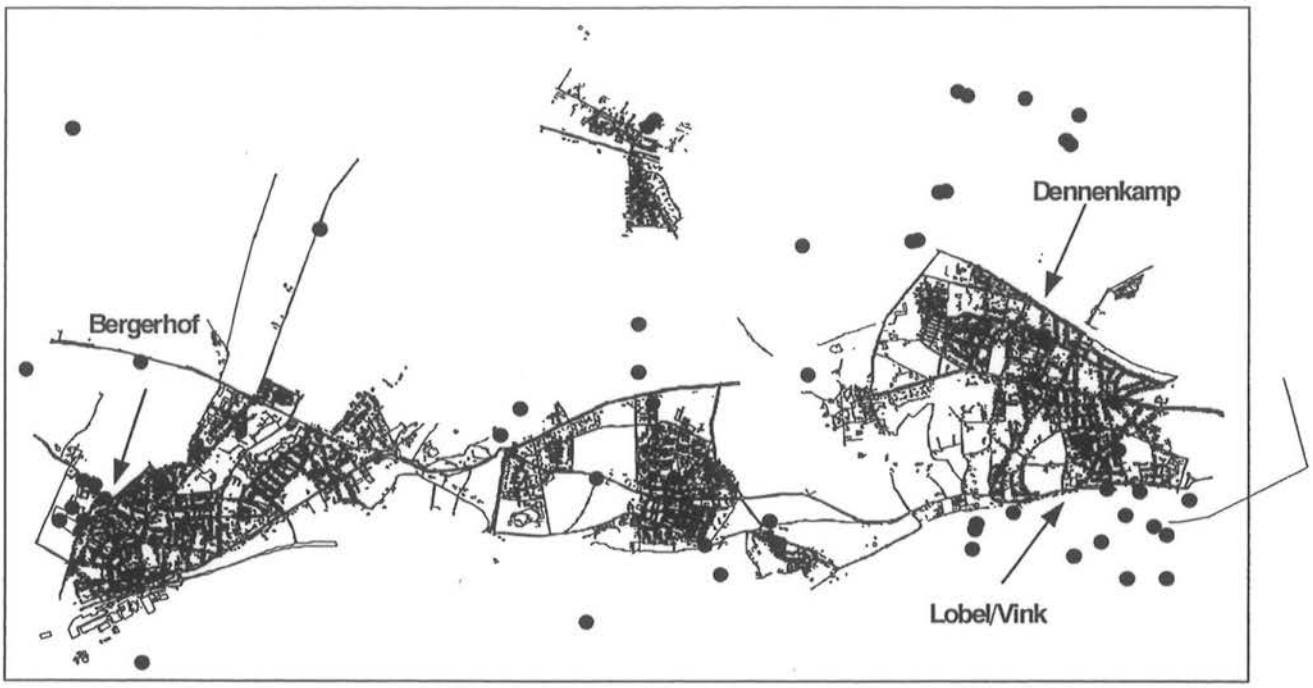
Bijlage 1 Overzicht nieuwbouw en renovatie projecten

Bijlage 1 Overzicht nieuwbouw en renovatie projecten

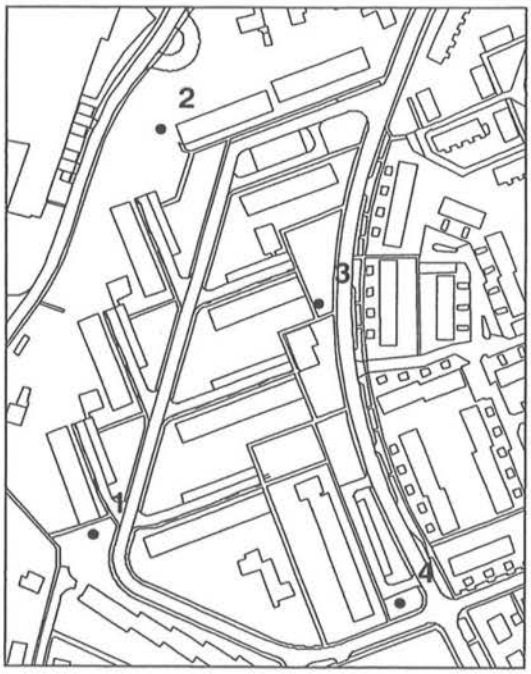
kern	startjaar	locatie
Doorwerth	2001	Cardanuslaan eo
Doorwerth	2001	Hoog Doorwerth
Doorwerth	2001	Kerk WA Scholtenlaan
Doorwerth	2001	Tussen de Lanen
Oosterbeek	1999	Oude Kloostertuin
Oosterbeek	2000	Weeninklaan
Oosterbeek	2000	Zuiderbeekweg
Oosterbeek	2000	De Tafelberg
Oosterbeek	2000	Gen. Urquhartlaan
Oosterbeek	2001	Oosterbeek-Hoog 1e fase
Oosterbeek	2002	Oosterbeek-Laag Lobel/Vink
Oosterbeek	2002	Talsmalaan
Oosterbeek	2002	Stenenkruis
Oosterbeek	onbekend	Terrein GAWAR
Renkum	1999	Europalaan
Renkum	1999	Nuon van Lingenweg
Renkum	2000	Hooijer Kerkstraat
Renkum	2000	Achterdorpstraat
Renkum	2001	Ten Bhomer/Europalaan
Renkum	2002	Dorpsstraat west
Renkum	2002	Dorpsstraat postkantoor
Renkum	onbekend	Deelplan 3b/4
Renkum	2003	Bergerhof
Wolfheze	2001	Sara Mansveltweg
Wolfheze	2001	Kruiskerk
Oosterbeek	2006	Jan van Riebeeckweg
Renkum	2004	Driehoek St Josephweg/Hogenkampseweg/Reymerweg
Wolfheze	2004	Dekselplan/Willemsen

Bijlage 2 Locatie boringen en peilbuizen

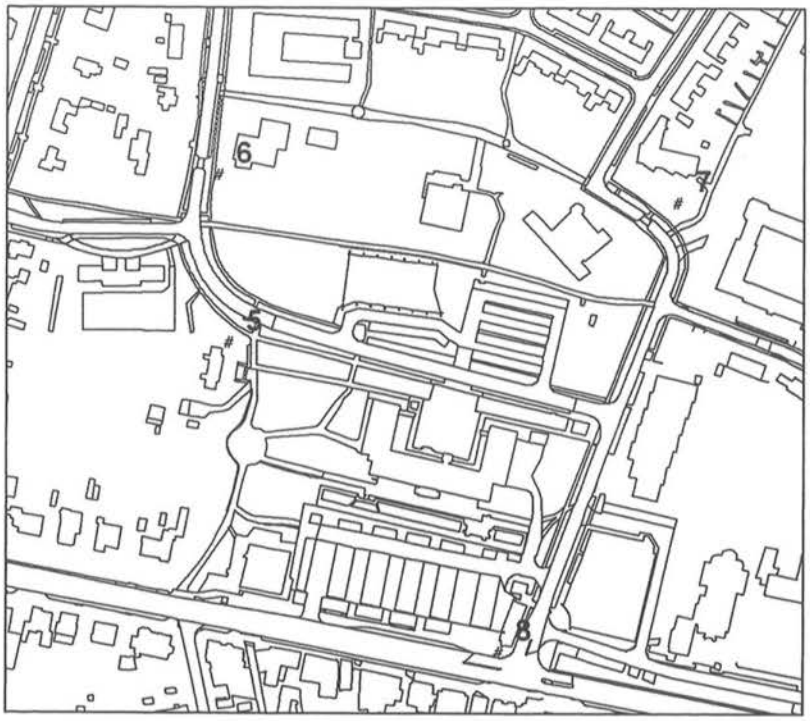
Bijlage 2 Locatie boringen en peilbuizen



Figuur 12: Locatie boringen en peilbuizen (TNO, NUON Water en verricht veldwerk in het kader van diverse projecten AHA).



Figuur 13: Locatie boringen en peilbuizen "Bergerhof".



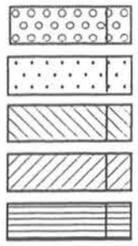
Figuur 14: Locatie boringen en peilbuizen "Dennenkamp".



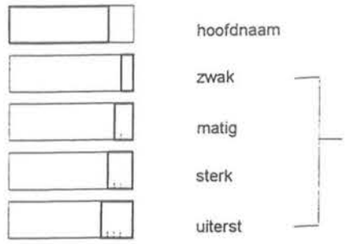
Figuur 15: Locatie boringen en peilbuizen "Lobel/Vink".

Bijlage 3 Boorprofielen

Legenda boringen



grind grindig
zand zandig
leem siltig
klei kleiig
veen humeus



hoofdnaam
zwak
matig
sterk
uiterst
toevoeging

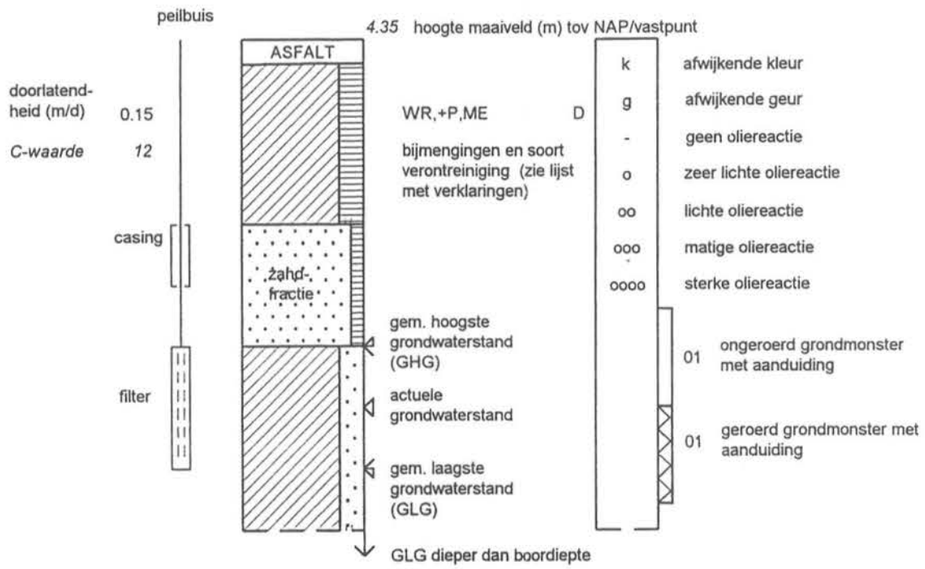
Zandfractie (M63-cijfer)

uf	uiterst fijn	63-105 µm	mg	matig grof	210-300 µm
zf	zeer fijn	105-150 µm	zg	zeer grof	300-420 µm
mf	matig fijn	150-210 µm	ug	uiterst grof	420-2000 µm

Grindfractie

f	fijn	2-5.6 mm
mg	matig grof	5.6-16 mm
zg	zeer grof	16-63 mm

Boringnummer



Verklaring van bijmengingen en soort verontreiniging

AF	afval	ME	metaalresten	TA	teelaarde
BL	beekleem	OM	oud maaiveld	TR	teerresten
G	gelaagd	OP	opgehoogd profiel	V	vast/compact
GL	glas	P	puin	VP	verwerkt profiel
HB	humusbandjes	PL	plastic	VR	veenresten
HR	houtresten	RR	rietresten	WR	wortelresten
I	inspoelingslaag	S	schelpen	X	grind
KL	keileem	SI	sintels	Y	roest
KR	kolenresten/gruis	SL	slakken	YC	ijzerconcreties
KS	kolenstof	SM	smeerlaag	YO	ijzeroer
LB	lutum/leembandjes	SP	slap	ZB	zandbandjes

Legenda gebaseerd op classificatie NEN 5104

Brahms 2.13

% Bijmengingen (voorbeeld)

-P	1-5%
P	5-10%
+P	10-20%
++P	20-50%
PUIN	50-100%

ARCADIS

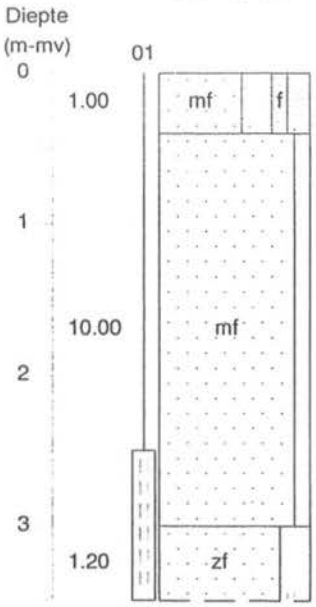
Project: 63419600 Afkoppelen hemelwater Renkum

Schaal 1:50

Datum veldwerk 08-04-99

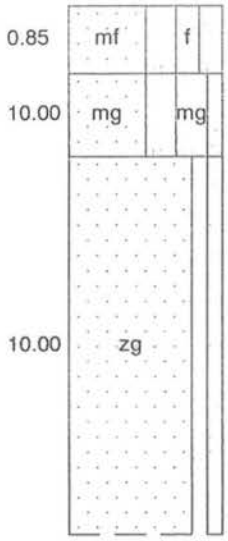
001

Bodemprofiel



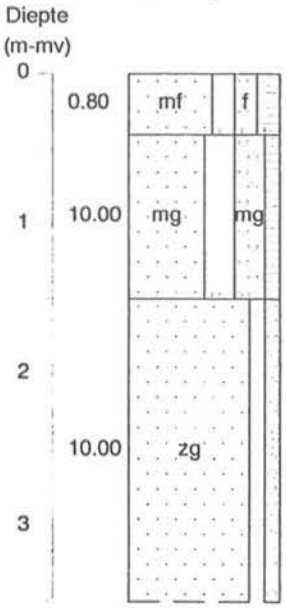
002

Bodemprofiel



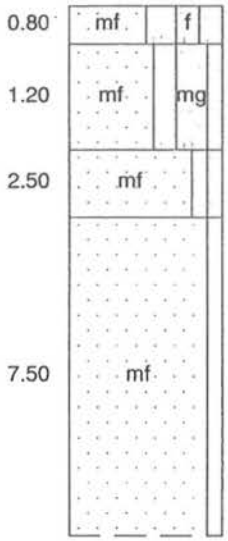
003

Bodemprofiel



004

Bodemprofiel



ARCADIS

Controle:

Brahms 2.13

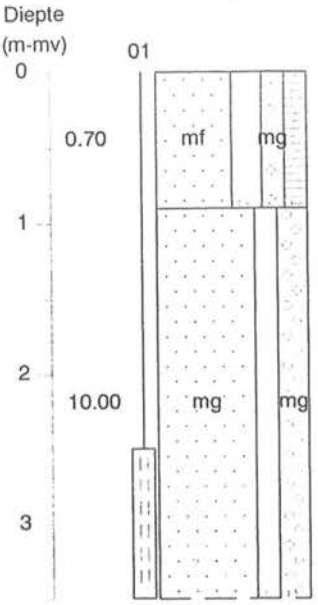
Project: 63419600 Afkoppelen hemelwater Renkum

Schaal 1:50

Datum veldwerk 15-04-99

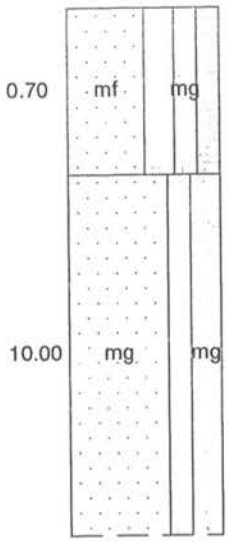
005

Bodemprofiel



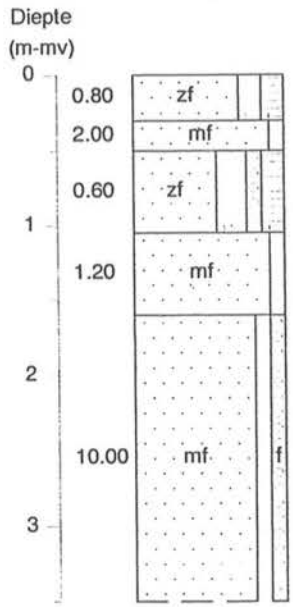
006

Bodemprofiel



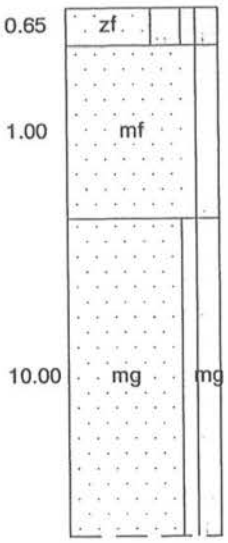
007

Bodemprofiel



008

Bodemprofiel



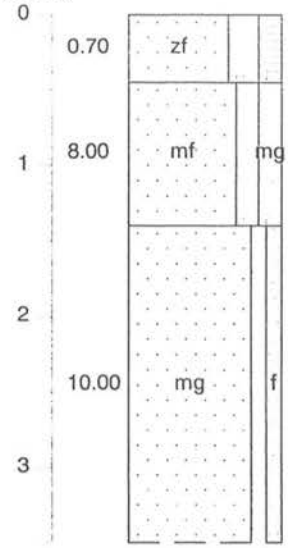
Project: 63419600 Afkoppelen hemelwater Renkum

Schaal 1:50

Datum veldwerk 15-04-99

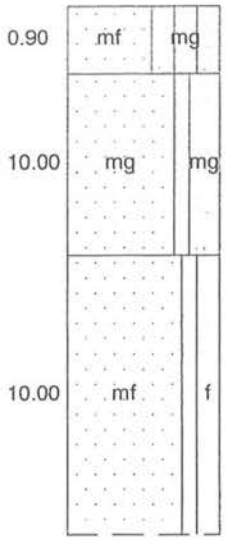
009

Bodemprofiel



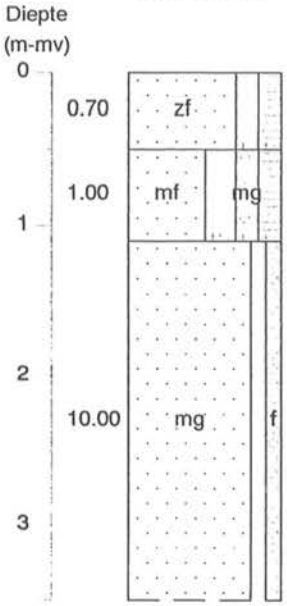
010

Bodemprofiel



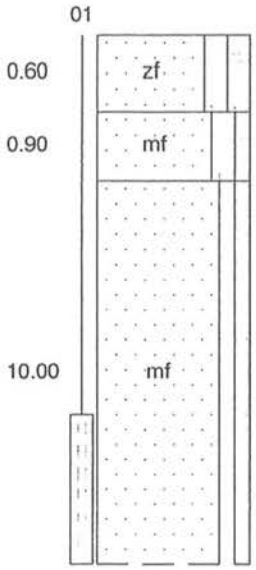
011

Bodemprofiel



012

Bodemprofiel

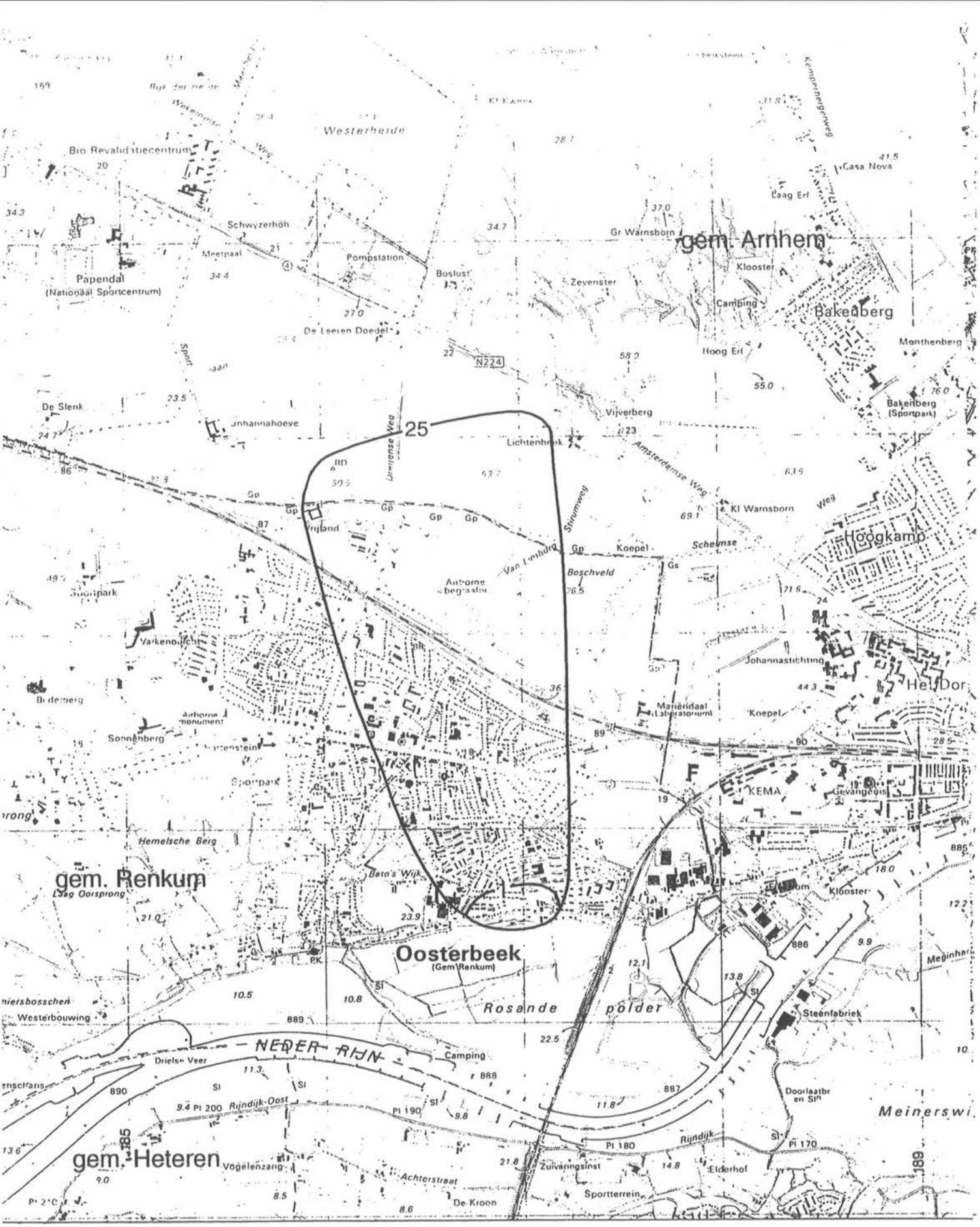


ARCADIS

Controle:

Brahms 2.13
Blad 3 van 3

Bijlage 4 Grondwaterbeschermingsgebieden NUON

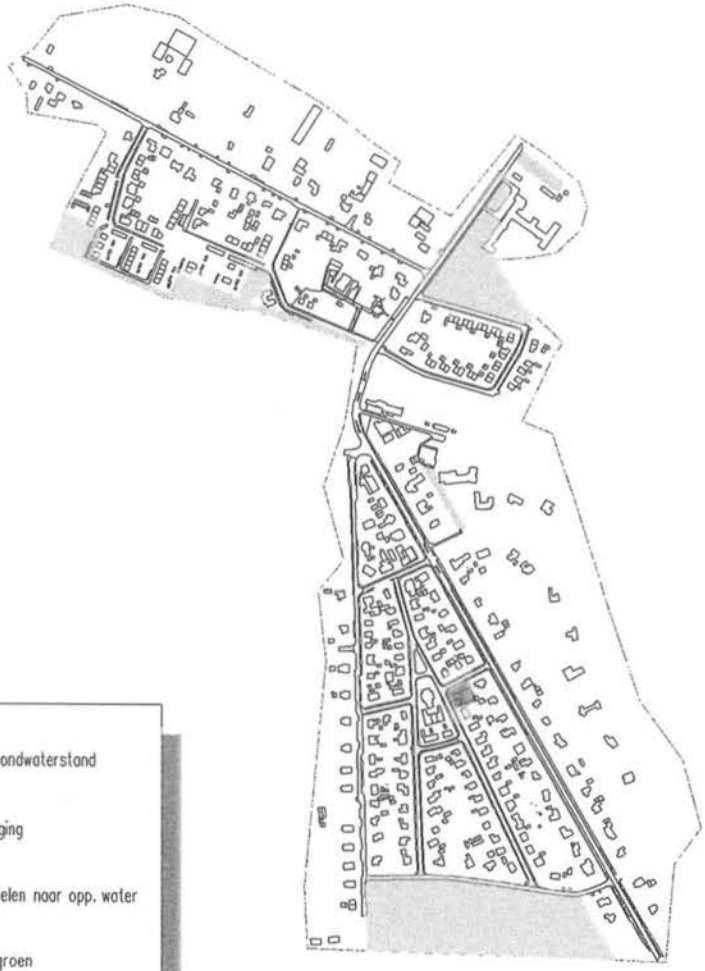


VERBLIJFTIJD_ZONES VOOR DRINKWATERWINNING IN GELDERLAND

Drinkwaterpompstation	:	Oosterbeek
Gemeente	:	Renkum
Waterleidingbedrijf	:	NUON _ waterproduktie
Onttrekkingshoeveelheid	:	2,0 miljoen m^3 / jaar

Provincie Gelderland MW/GEO/GK
schaal 1 : 25.000 juli 1995

Bijlage 5 Selectiecriteria





0M 250M 500M

Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum, selectie criteria

deelgebied Wolfheze

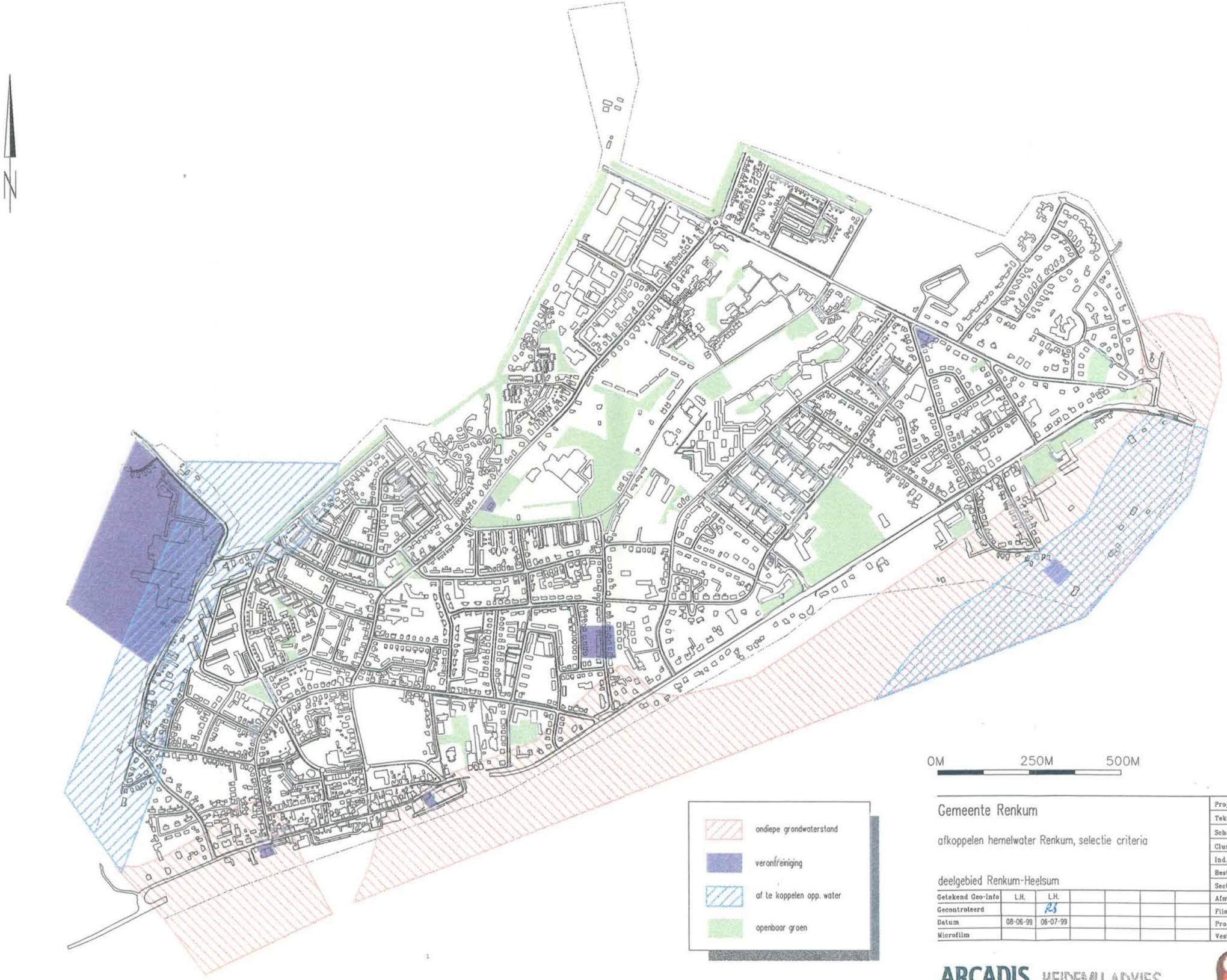
Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd							
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 1
Schaal	1:10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A4
Filename	konsrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 69756

Auteursrechten voorbehouden



Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum, selectie criteria

deelgebied Renkum-Heelsum

Getekend Geo-info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd		RS					
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	534-19600
Tekening	4 - 2
Schaal	1 : 10000
Cluster	
Ind. vorm	
Bestekenr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53765

Auteursrechten voorbehouden



Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum, selectie criteria

deelgebied Doorwerth-Heveadorp

Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd		RS					
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	834-19600
Tekening	4 - 3
Schaal	1 : 10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53765

Auteursrechten voorbehouden

N

0M 250M 500M

ondiepe grondwaterstand

verontreiniging

af te koppelen naar opp. water

openbaar groen

Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum, selectie criteria

deelgebied Oosterbeek

Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd							
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 4
Schaal	1:10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53765

Auteursrechten voorbehouden

Bijlage 6 Afkoppelkansenkaarten



Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum , afkoppelkansen kaart

deelgebied Wolfheze

Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.				
Gecontroleerd		RS				
Datum	08-06-99	06-07-99				
Microfilm						

Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 1
Schaal	1:10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A4
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53755

Auteursrechten voorbehouden

N

vervangende nieuwbouw

meest kansrijk

kansrijk

matig kansrijk

reeds afgekoppeld

0M 250M 500M

Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum , afkoppelkansen kaart

deelgebied Renkum-Heelsum

Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd							
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 2
Schaal	1: 10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 537755

Auteursrechten voorbehouden



Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum , afkoppelkansen kaart

deelgebied Doorwerth-Heveadorp

Getekend Geo-Info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd							
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 3
Schaal	1 : 10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53765

Auteursrechten voorbehouden

N

vervangende nieuwbouw
meest kansrijk
kansrijk
matig kansrijk
reeds afgekoppeld

0M 250M 500M

Gemeente Renkum

afkoppelen hemelwater Renkum , afkoppelkansen kaart

deelgebied Oosterbeek

Getekend Geo-info	L.H.	L.H.					
Gecontroleerd		BS					
Datum	08-06-99	06-07-99					
Microfilm							

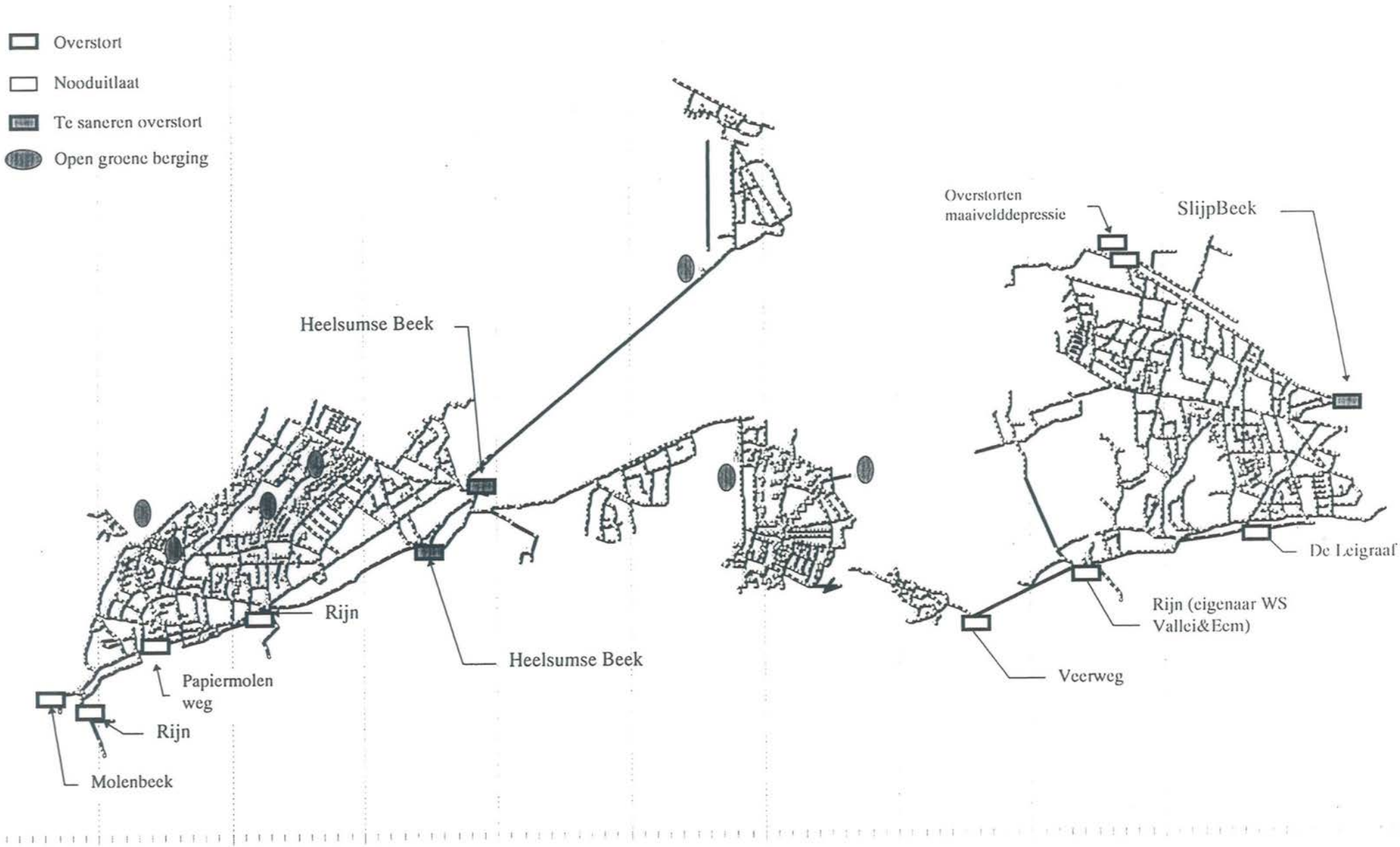
Projectnummer	634-19600
Tekening	4 - 4
Schaal	1 : 10000
Cluster	
Ind. vorm	
Besteksnr.	
Sector	
Afmetingen	A3
Filename	kansrijk.dgn
Projectleider	ing R.N.C. Sjerps MSc.
Vestigingsplaats	Deventer 0570-690311

ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES

Heidemij Advies BV
Statutair gevestigd te Arnhem
Handelsregister Arnhem 53765

Auteursrechten voorbehouden

Bijlage 7 Overzicht overstorten



Figuur: Externe overstorten rioolstelsel gemeente Renkum

Bijlage 8 Infiltratieberekeningen

(getoetst op één leverancier van infiltratievoorzieningen)

PERMEOBUIS

Bergerhof

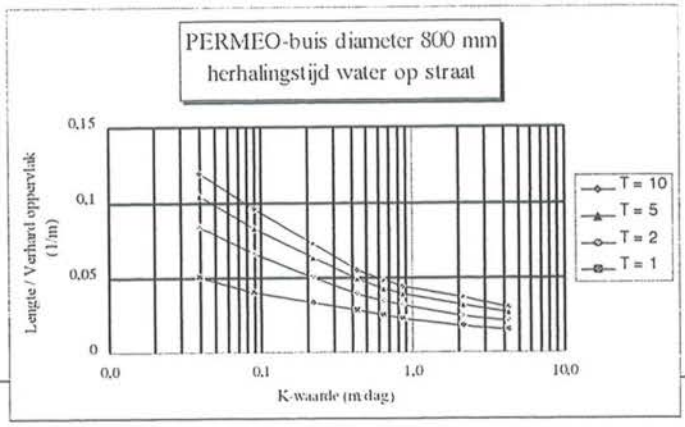
Resultaat

Benodigde buislengte = 610,28 m.

Ontwerpuitgangspunten:

Herhalingstijd water op straat eens per 2 jaar

Diameter buis	= 800 mm.
Inhoud buis	= 306,76 m3.
Berging buis	= 10,51 mm.
B.o.b.	= 0 m. NAP
B.o.b - G.w.s stand	= 5,00 m.
Dekking	= 1,12 m.
K-waarde grondsoort	= 4,32 m/dag
Maaiveldhoogte	= 2 m. NAP
Grondwaterstand	= -5 m. NAP
Afvoerend oppervlak	= 29200 m2.



PERMEOBUIS

Dennenkamp

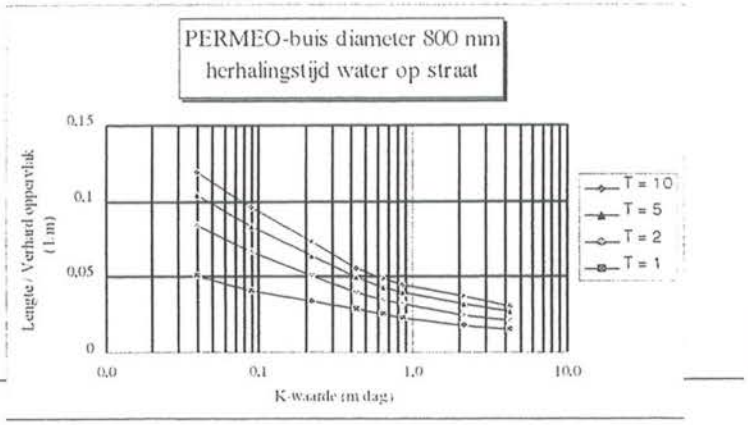
Resultaat

Benodigde buislengte = 169,71 m.

Ontwerpuitgangspunten:

Herhalingstijd water op straat eens per 2 jaar

Diameter buis	= 800 mm.
Inhoud buis	= 85,30 m3.
Berging buis	= 10,51 mm.
B.o.b.	= 0 m. NAP
B.o.b - G.w.s stand	= 5,00 m.
Dekking	= 1,12 m.
K-waarde grondsoort	= 4,32 m/dag
Maaiveldhoogte	= 2 m. NAP
Grondwaterstand	= -5 m. NAP
Afvoerend oppervlak	= 8120 m2.



PERMEOBUIS

Lobel/Vink

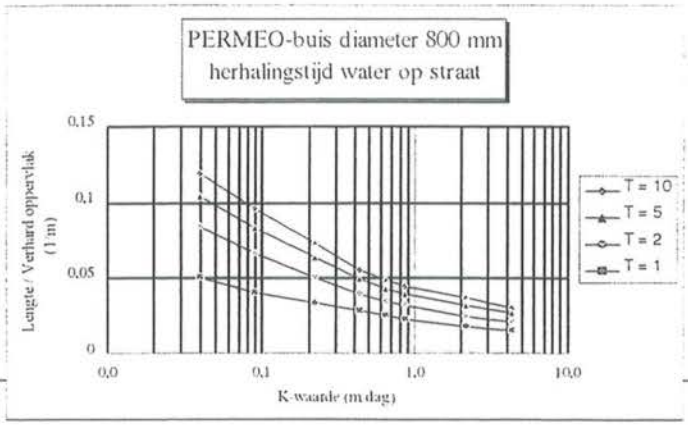
Resultaat

Benodigde buislengte = 125,40 m.

Ontwerpuitgangspunten:

Herhalingstijd water op straat eens per 2 jaar

Diameter buis	= 800 mm.
Inhoud buis	= 63,03 m3.
Berging buis	= 10,51 mm.
B.o.b.	= 0 m. NAP
B.o.b - G.w.s stand	= 5,00 m.
Dekking	= 1,12 m.
K-waarde grondsoort	= 4,32 m/dag
Maaiveldhoogte	= 2 m. NAP
Grondwaterstand	= -5 m. NAP
Afvoerend oppervlak	= 6000 m2.



Bijlage 9 Kostenraming clusters

Bergerhof, Renkum (2,90 ha afkoppelen)					
	EEN-	PRIJS PER			
OMSCHRIJVING	HEID	EENHEID	Aantal stuks	Kosten	
LEIDINGWERK:					
vrijvervalleidingen					
Leveren en leggen permeo buizen diam. 800 mm	m	450,00	610	274.500	
Koppelleidingen c.a.					
leggen koppelleiding PVC buis diam. 125 mm	m	30,00	2.000	60.000	
afkoppelen bestaande kolken en maken verbinding met koppelleiding	st	125,00	195	24.375	
leveren en aanbrengen inspectieputten 1250 x1250 mm	st	3.000,00	40	120.000	
SUBTOTAAL					478.875,00
VERHARDINGEN:					
herstraten voetpaden (tegels)	m2	17,00	300	5.100	
herstraten bestrating van betonstraatstenen	m2	20,00	300	6.000	
SUBTOTAAL					11.100
AANLEGGEN GOOT (150 m)					
ontgraven cunet en afvoeren vrijgekomen grond 0,7 m/m1	m3	10,00	107	1.070	
aanvullen cunet met zand voor zandbed 0,45m3/m1	m3	25,00	68	1.700	
verd./egal. zandbed	m2	1,50	142	213	
aanbrengen betonstraatstenen in goot b=0,84 m	m2	35,00	126	4.410	
aanbrengen opsluiting naast goot 100x200 mm	m1	16,00	252	4.032	
leveren en aanbrengen schraal beton	m1	15,00	150	2.250	
SUBTOTAAL					13.675,00
Afvoeren vervuilde grond t.p.v. permeobuis, cat.1 (excl. staartkosten)	m3	10,00	1.220		12.200
Stelpost ten behoeve van verleggen nutsleidingen	fl				20.000
Monitoringskosten	fl				5.000
UITVOERINGSKOSTEN incl. Alg.Kost.+Winst&Risico					
Onvoorzien 10% en afronding					54.085
Voorbereiding 8%					43.268
BTW 17,5%					111.686
TOTAAL					749.889
Kosten afkoppelen /m2					*26*

Dennenkamp, Oosterbeek (1,16 ha afkoppelen)					
	EEN-	PRIJS PER			
OMSCHRIJVING	HEID	EENHEID	Aantal stuks	Kosten	
INFILTRATIEVIJVER:					
Ontgraven en afvoeren grond en zand uit infiltratievijver	m3	7,00	420	2.940	
Aanbrengen enkamatten op de taluds (1:4)	m2	10,00	150	1.500	
Inzaaien taluds en bodem	m2	15,00	700	10.500	
SUBTOTAAL					14.940
LEIDINGWERK:					
vrijvervalleidingen					
Leveren en leggen permeo buizen diam. 800 mm	m	450,00	170	76.500	
Koppelleidingen c.a.					
leggen koppelleiding PVC buis diam. 125 mm	m	30,00	500	15.000	
afkoppelen bestaande kolken en maken verbinding met koppelleiding	st	125,00	16	2.000	
leveren en aanbrengen inspectieputten 1250 x1250 mm	st	3.000,00	10	30.000	
SUBTOTAAL					123.500,00
VERHARDINGEN:					
herstraten voetpaden (tegels)	m2	17,00	600	10.200	
herstraten bestrating van betonstraatstenen	m2	20,00	500	10.000	
SUBTOTAAL					20.200
AANLEGGEN GOOT (150 m)					
ontgraven cunet en afvoeren vrijgekomen grond 0,7 m/m1	m3	10,00	107	1.070	
aanvullen cunet met zand voor zandbed 0,45m3/m1	m3	25,00	68	1.700	
verd./egal. zandbed	m2	1,50	142	213	
aanbrengen betonstraatstenen in goot b=0,84 m	m2	35,00	126	4.410	
aanbrengen opsluiting naast goot 100x200 mm	m1	16,00	252	4.032	
leveren en aanbrengen schraal beton	m1	15,00	150	2.250	
SUBTOTAAL					13.675,00
Stelpost ten behoeve van verleggen nutsleidingen	fl				20.000,00
Afvoeren vervuilde grond t.p.v. permeobuis, cat.1 (excl. staartkosten)	m3	10,00	340		3.400
Monitoringskosten	fl				5.000
UITVOERINGSKOSTEN incl. Alg.Kost.+Winst&Risico					
Onvoorzien 10% en afronding					19.232
Voorbereiding 8%					15.385
BTW 17,5%					41.183
TOTAAL					276.515
Kosten afkoppelen /m2					*24*

Lobel/Vink, Oosterbeek (2,1 ha afkoppelen)					
	EEN-	PRIJS PER			
OMSCHRIJVING	HEID	EENHEID	Aantal stuks	Kosten	
INFILTRATIEVIJVER:					
Ontgraven en afvoeren grond en zand uit infiltratievijver	m3	7,00	50	350	
Aanbrengen enkamatten op de taluds (1:4)	m2	10,00	35	350	
Inzaaien taluds en bodem	m2	15,00	100	1.500	
SUBTOTAAL					2.200
LEIDINGWERK:					
vrijvervalleidingen					
Leveren en leggen permeo buizen diam. 800 mm	m	450,00	125	56.250	
Koppelleidingen c.a.					
leggen koppelleiding PVC buis diam. 125 mm	m	30,00	1.200	36.000	
afkoppelen bestaande kolken en maken verbinding met koppelleiding	st	125,00	60	7.500	
leveren en aanbrengen inspectieputten 1250 x1250 mm	st	3.000,00	10	30.000	
SUBTOTAAL					129.750,00
VERHARDINGEN:					
herstraten voetpaden (tegels)	m2	17,00	1.000	17.000	
herstraten bestrating van betonstraatstenen	m2	20,00	3.000	60.000	
SUBTOTAAL					77.000,00
MAKEN WEGKRUISINGEN					
Maken wegkruisingen in goot m.b.v. 2 putten en buis	st	10.000,00	1	10.000	
Maken wegkruising koppelleidingen d.m.v. persen	st	1.600,00	1	1.600	
SUBTOTAAL					11.600,00
AANLEGGEN GOOT (500 m)					
ontgraven cunet en afvoeren vrijgekomen grond 0,7 m/m1	m3	10,00	357	3.570	
aanvullen cunet met zand voor zandbed 0,45m3/m1	m3	25,00	227	5.675	
verd./egal. zandbed	m2	1,50	474	711	
aanbrengen betonstraatstenen in goot b=0,84 m	m2	35,00	420	14.700	
aanbrengen opsluiting naast goot 100x200 mm	m1	16,00	840	13.440	
leveren en aanbrengen schraal beton	m1	15,00	500	7.500	
SUBTOTAAL					38.096,00
Stelpost ten behoeve van verleggen nutsleidingen	fl				20.000,00
Afvoeren vervuilde grond t.p.v. permeobuis, cat.1 (excl. staartkosten)	m3	10,00	250		2.500
Monitoringskosten	fl				5.000,00
UITVOERINGSKOSTEN incl. Alg.Kost.+Winst&Risico					
Onvoorzien 10% en afronding					28.615
Voorbereiding 8%					22.892
BTW 17,5%					59.089
TOTAAL					396.741
Kosten afkoppelen /m2					*19*

ARCADIS Heidemij Advies BV
Keulenstraat 9
Postbus 6058
7401 JB Deventer
Tel 0570 690 311
Fax 0570 627 141

ARCADIS