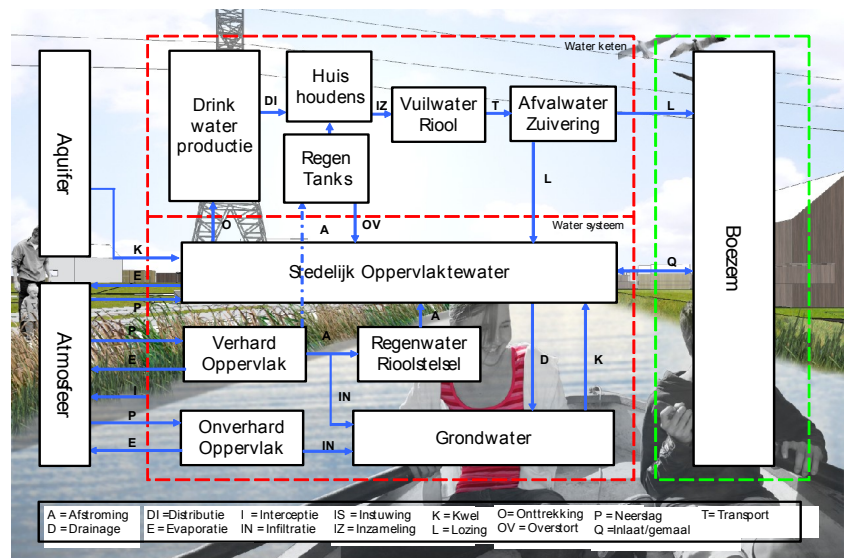


BTO(s) 2008.018
P1002.2008.2
Augustus 2008

Kansen voor decentrale drinkwatervoorziening in Nederland

Flexwater pilot De Draai, Heerhugowaard



**BTO(s) 2008.018
P1002.2008.2
Augustus 2008**

Kansen voor decentrale drinkwatervoorziening in Nederland

Flexwater pilot De Draai, Heerhugowaard

© 2008 Kiwa Water
Research
Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag
worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een
geautomatiseerd
gegevensbestand, of
openbaar gemaakt, in enige
vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch,
mechanisch, door
fotokopieën, opnamen, of
enig andere manier, zonder
voorafgaande schriftelijke
toestemming van de
uitgever.

Kiwa Water Research
Groningehaven 7
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

Tel. 030 606 95 11
Fax 030 606 11 65
www.kiwawaterresearch.eu

Colofon

Titel

Kansen voor decentrale drinkwatervoorziening in Nederland; Flexwater pilot
De Draai, Heerhugowaard

Projectnummer

B111504; A307641

Projectmanagers

dr.ir. Harmke van Oene, drs. Peter Hesen

Opdrachtgevers

BTO, PWN, Leven met Water, Delft Cluster

Kwaliteitsborger

drs. Peter Hesen, prof. dr. ir. Flip Witte

Auteurs

dr. Gerard van den Berg, dr. Sacha de Rijk, ing. George Mesman, dr. ir.
Anneke Abrahamse, ir. Rutger de Graaf (TU Delft)

Dit rapport is selectief verspreid en is verder niet openbaar.

Voorwoord

Dit rapport is een product van de samenwerking (Brugproject) tussen het project 'Transities naar duurzamer stedelijk waterbeheer' van het onderzoeksprogramma 'Leven met Water' en het project 'Integraal Stedelijk Waterbeheer' van het onderzoeksprogramma 'Delft Cluster'. Het drinkwaterbedrijf PWN heeft als co-financier bijgedragen aan de uitvoering van het project. Binnen het Leven met Water project wordt gestreefd naar het realiseren van nieuwe stedelijke concepten. Het Delft Cluster project bouwt onder andere voort op het Flexwater concept dat Kiwa Water Research binnen het Bedrijfstakonderzoek van de gezamenlijke Nederlandse waterbedrijven heeft ontwikkeld. Flexwater streeft naar het flexibiliseren van de drinkwatervoorziening door toepassing van nieuwe bronnen voor drinkwaterproductie, mogelijkheden voor waterberging, inzet en ontwikkeling van nieuwe zuiveringstechnieken en aanpassingen in de distributie.

Verantwoordelijk voor de uitvoering waren Kiwa Water Research en TU Delft. Het project is inhoudelijk aangestuurd door een begeleidingsgroep die bestond uit

- Jos Dekker (PWN)
- Cees Kruithof (Gemeente Heerhugowaard)
- Ezra Swolfs (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

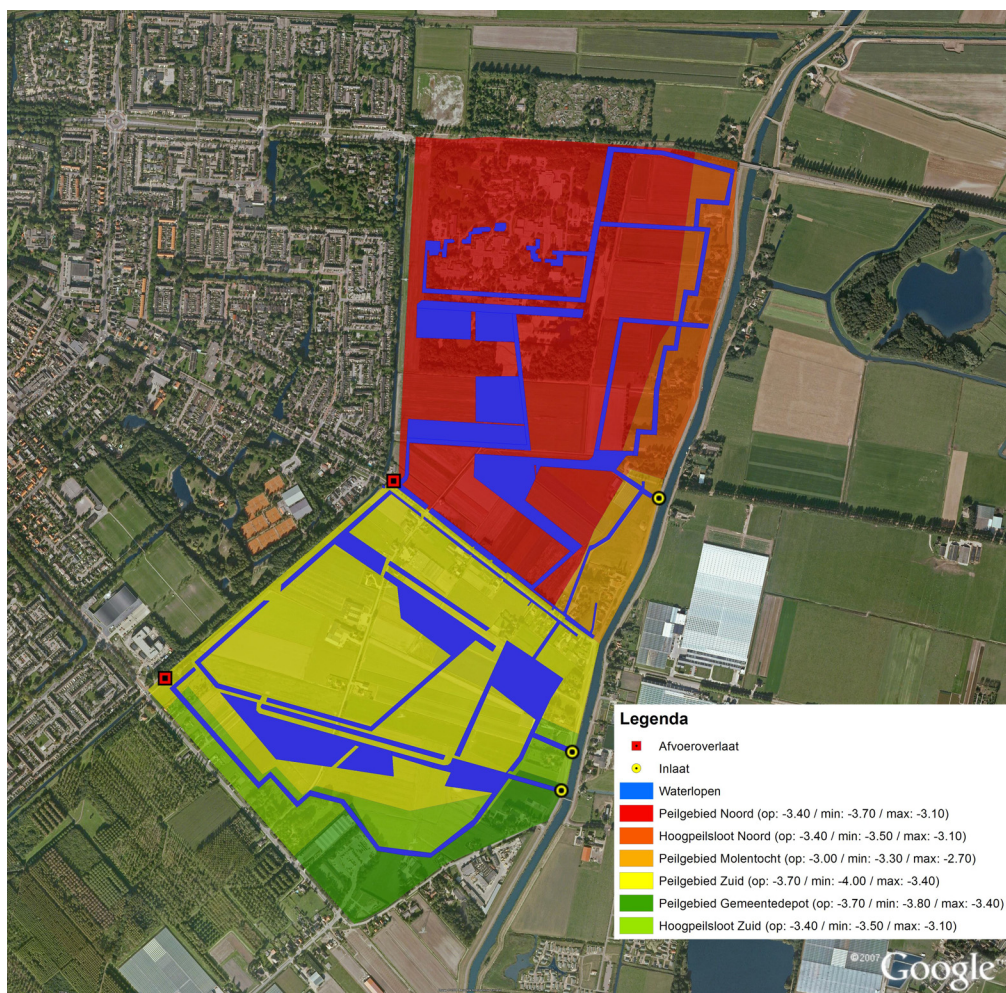
De auteurs

Nieuwegein, augustus 2008

Samenvatting

Achtergrond

Dit rapport beschrijft de resultaten aan van een case study die is uitgevoerd rond de geplande nieuwbouwwijk De Draai in Heerhugowaard. Wij hebben de mogelijkheden in beeld gebracht om het lokale oppervlaktewatersysteem aan te wenden als bron voor drinkwater. Een belangrijke vraag is in hoeverre een sluitende waterbalans mogelijk is zonder inlaat van boezemwater. Op basis van de watervraag en een inschatting van de samenstelling van het watersysteem hebben we een ontwerp opgesteld voor een zuiveringssysteem en een distributienet om op wijkniveau betrouwbaar drinkwater te leveren. Hierbij is ingegaan op de mogelijkheden voor alternatieve bluswatervoorziening. Ten slotte hebben wij in beeld gebracht op welke wijze door individuele huishoudens optimaal gebruik kan worden gemaakt van opgevangen regenwater als aanvulling op het drinkwater.



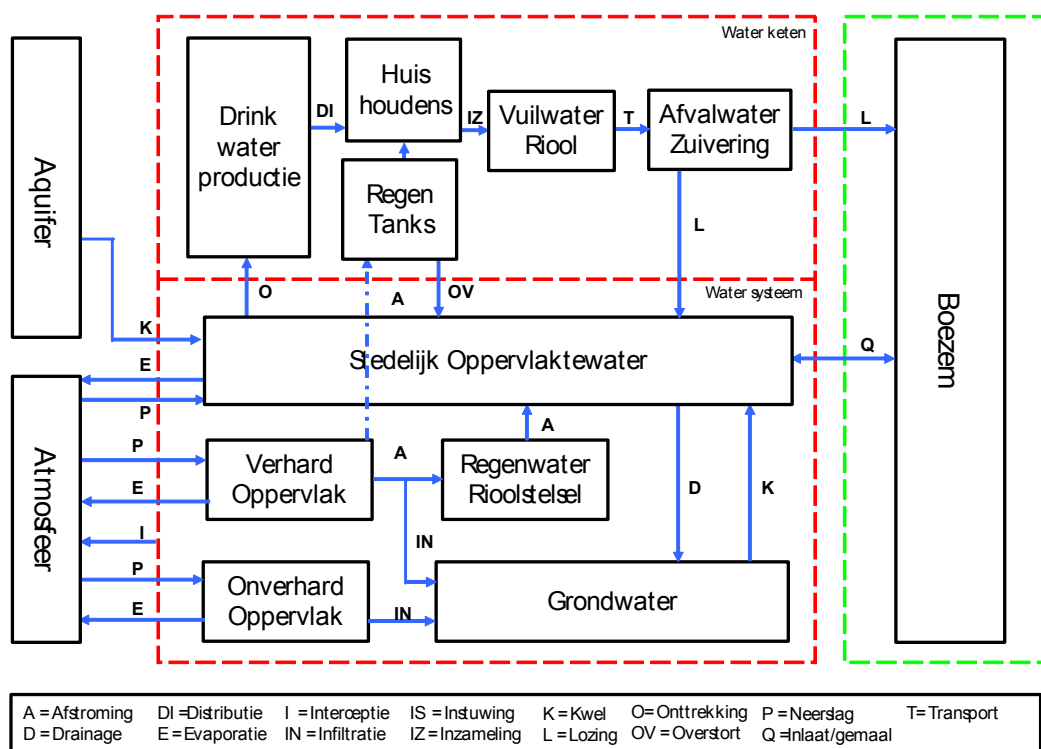
Figuur 1 Plangebied De Draai met informatie over de ligging van waterlopen, inlaatpunten, afvoerlocaties en peilgebieden (informatie overgenomen uit Nelen en Schuurmans, 2006)

Beschrijving Plangebied De Draai

Het plangebied De Draai in Heerhugowaard (zie figuur 1) zal ruimte gaan bieden aan ongeveer 2800 woningen. Binnen het plangebied onderscheiden we verhard oppervlak, onverhard oppervlak en open water. Het geplande oppervlaktewatersysteem van De Draai zal bestaan uit plassen die onderling door sloten worden verbonden. Het poldersysteem bestaat uit twee delen, waarbinnen een aantal peilgebieden wordt onderscheiden. Het totale oppervlak van het geplande watersysteem bedraagt 16,8 hectare (12 % van het gehele gebied).

Watersysteem en waterketen, een gesloten systeem?

Op wijkniveau kan idealiter worden gestreefd naar een gesloten waterketen. Dit betekent onder andere dat het lokale oppervlakte- en grondwatersysteem gebruikt wordt als bron voor drinkwater, en afvalwaterzuivering plaatsvindt in de wijk, waardoor volledige circulatie op wijkniveau mogelijk is. Figuur 2 geeft schematisch aan op welke wijze lokale productie van drinkwater uit oppervlaktewater gekoppeld is aan de diverse waterstromen. Ook gebruik van regenwater past prima in de gedachte van een gesloten waterketen en kan de klant bewuster maken van het belang van schoon water.



Figuur 2 Schematisatie Watersysteem De Draai

Onderzoeksvragen en aanpak

Dit rapport beantwoordt de volgende vier onderzoeksvragen:

- 1) In hoeverre kan vanuit verschillende invalshoeken het oppervlaktewater in de woonwijk dienen als (decentrale) bron voor het drinkwater?
- 2) In hoeverre is het haalbaar om een drinkwaternet aan te leggen dat niet gebruikt wordt voor de brandweer (wijk zonder brandkranen)?
- 3) Wat zijn de risico's voor de kwantiteit en kwaliteit bij decentrale levering van drinkwater?
- 4) In hoeverre kan gebruik van opgevangen regenwater op huishoudniveau leiden tot reductie van het drinkwatergebruik

Wij hebben drie scenario's ontwikkeld voor het bepalen van de haalbaarheid om het lokale oppervlaktewater in de nieuwe woonwijk De Draai te gebruiken als bron voor decentrale drinkwatervoorziening:

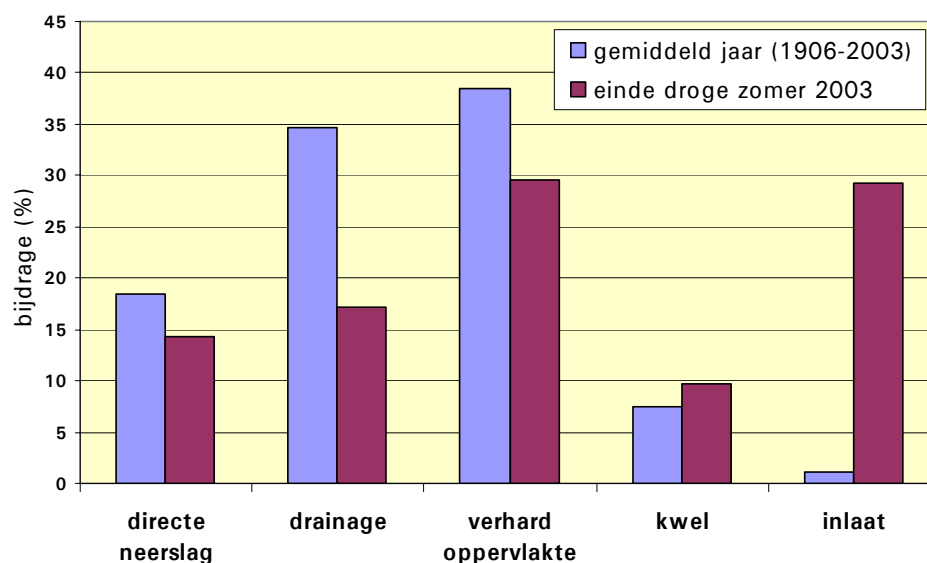
1. Conventionele (centrale) levering, huidige watervraag (base case);
2. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, huidige watervraag;
- 3a. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, verminderde watervraag (door toepassen regenwatertanks onder alle woningen); en
- 3b. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, verminderde watervraag (door toepassing regenwatertanks onder alleen de eengezinswoningen).

Beantwoording onderzoeksvragen

Vraag 1: In hoeverre kan het oppervlaktewater in de woonwijk dienen als (decentrale) bron voor het drinkwater?

Kwantiteit

Conclusie: Indien onttrekking van oppervlaktewater plaatsvindt voor de productie van drinkwater is een sluitende waterbalans in het watersysteem in De Draai niet mogelijk.



Figuur 3 Herkomst oppervlaktewater tijdens een gemiddeld jaar (op basis van gegevens over de periode 1906-2003) en aan het einde van de droge zomer van 2003.

Op jaarbasis is de hoeveelheid ingelaten boezemwater onder gemiddelde meteorologische omstandigheden beperkt; echter, aan het einde van een (droge) zomer draagt ingelaten water voor ongeveer 30% bij aan de samenstelling van het oppervlaktewater in De Draai (zie figuur 3).

Kwaliteit

Conclusie: De samenstelling van het lokale watersysteem is naar verwachting zeer variabel.

Reden hiervoor is de grote (seizoens-)variatie in de samenstelling van interne bronnen (directe neerslag op het watersysteem, indirecte neerslag via afspoeling van verharde en onverharde oppervlakten, drainage en kwel) en externe bronnen (inlaat boezemwater) (zie tabel 1).

Tabel 1 Overzicht van aandachtsparementers voor de productie van drinkwater

Watersysteem De Draai	Aandachtsparementers
Interne bronnen	Pathogenen en virussen, algen, cyanobacteriën, organisch materiaal, chloride, sulfaat, ammonium, bestrijdingsmiddelen, temperatuur
Externe bronnen	Algen, chloride, sulfaat, bestrijdingsmiddelen, overige organische microverontreinigingen

Concept voor zuivering

Conclusie: Op basis van beschikbare waterkwaliteitsgegevens en schattingen over de bijdrage van de verschillende bronnen stellen wij een omvangrijke zuivering van het ingenomen water voor, inclusief tussentijdse regelingen (tabel 2).

Tabel 2 Verwijdering van stoffen bij de voorgestelde decentrale zuivering

Zuiveringsstap	Verwijdering van
Microzeven	grove materialen
Coagulatie - flocculatie - flotatie	algen, cyanobacteriën, organisch materiaal en zwevend stof
Dubbele snelfiltratie	ammonium
Nanofiltratie	chloride, sulfaat, virussen, pathogenen, bestrijdingsmiddelen
Marmersfiltratie	hardheid
UV desinfectie	virussen, pathogenen

Gebrek aan meetgegevens over de waterkwaliteit van de verschillende bronnen (vooral wat betreft polaire organische microverontreinigingen) beperkt overigens onze inschatting of het voorgestelde zuiveringsscenario voldoende robuust is om in De Draai decentraal betrouwbaar drinkwater te kunnen produceren.

Vraag 2: In hoeverre kan bij de inrichting van de woonwijk gekeken worden naar de mogelijkheden voor een drinkwaternet dat niet gebruikt wordt voor de brandweer (wijk zonder brandkranen)?

Conclusie: Er zijn diverse alternatieven beschikbaar voor levering van bluswater.

Voor deze alternatieven hebben we in tabel 3 een inschatting gegeven van de geschiktheid voor eerste en tweede inzet. Het gebruik van een alternatieve bluswaterbron (anders dan het drinkwaternet) heeft als voordeel dat hiermee het besmettingsgevaar via brandkranen op het drinkwaternet wordt voorkomen.

Tabel 3 Evaluatie alternatieven voor levering bluswater

Bron bluswater	Eerste inzet	Tweede inzet	Extra kosten ten behoeve van bluswatervoorziening	Beoordeling
Drinkwaternet zonder diameter aanpassingen	Ja, 90% dekking	Beperkt, alleen de grotere diameters	extra berging, brandkranen	+++
Waterwagen	Ja, beperkt	Nee	Inpassen in aanvalsplannen brandweer	-
Oppervlaktewater	Ja, alleen bij korte afstanden	Ja	nee	++
Bluswaterriolen	Ja	ja, indien hierop gedimensioneerd	groot	+
Geboorde putten	Ja	ja	groot	+
Bluswaternet gevoed uit oppervlaktewater	Ja	ja, indien hierop gedimensioneerd	groot	+
Droge bluswaterleidingen gevoed uit drinkwaternet	Ja	Beperkt, alleen als de drinkwaterleiding hierop gedimensioneerd is	beperkt	++
Additieven	Ja	nee	Inpassen in aanvalsplannen brandweer	?
Bluswaterbassins	Ja, alleen bij korte afstanden	Indien voldoende groot gedimensioneerd	beperkt	+

In verband met de extra veiligheidseisen door de aanwezigheid van een gastransportleiding heeft de brandweer voor de wijk De Draai gekozen voor een apart bluswaterriool dat continu gevuld is met water.

Vraag 3: Wat zijn de risico's voor de kwantiteit en kwaliteit bij decentrale levering van drinkwater?

Conclusie: Het aantal ondermaatse leveringsminuten zal bij decentrale levering van drinkwater aanzienlijk hoger liggen dan bij gebruikelijke centrale drinkwaterproductie.

Grootste zorgpunt bij decentrale levering van drinkwater is de leveringszekerheid. Omdat het niet voor de hand ligt de zuivering dubbel uit

te voeren en de reinwaterkelder niet zo heel erg groot is, levert een storing in de zuivering al snel een probleem op voor de levering van drinkwater.

De voorgestelde installatie is zo ontworpen dat deze continu moet kunnen draaien. Dit vraagt een intelligente regeling van de zuivering.

De samenstelling van het oppervlaktewater in De Draai moet voldoen aan de eisen die de aanwezige zuivering stelt aan het ingelaten water (zodat betrouwbaar drinkwater kan worden geproduceerd). Gestreefd moet worden naar een zo goed mogelijke en constante waterkwaliteit (inclusief variatie in temperatuur) om het aantal ongewenste innamestops te minimaliseren.

Naast de directe risico's voor de levering van betrouwbaar drinkwater zijn ook andere risico's van belang. Dit betreft:

- Veiligheidsrisico's (en geluidsrisico's) door aanvoer en afvoer van chemicaliën naar en van de zuiveringsinstallatie;
- Lozing van membraanconcentraat en het afvoeren en/of verwerken van spoelwater van filters.
- Geluidsoverlast door pompen en een compressorunit waarmee de lucht voor de flotatiestap onder druk wordt gebracht.

Vraag 4: In hoeverre kan gebruik van opgevangen regenwater op huishoudniveau leiden tot reductie van het drinkwatergebruik?

Conclusie: Het opvangen en gebruik van regenwater (van het dak) leidt tot een aanzienlijke besparing op het drinkwatergebruik indien dit water (na een lichte zuivering) wordt gebruikt in het huishouden.

Berekeningen laten zien dat een besparing van 11% in een zeer droog jaar tot 26% in een nat jaar mogelijk is indien dit water wordt gebruikt voor toiletspoeling. In Nederland voert de overheid een restrictief beleid ten aanzien van de inzet van 'ander' water in huishoudens vanwege microbiologische risico's. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld België waar gebruik van regenwater in het huishouden juist wordt gestimuleerd. Hoewel levering van collectieve systemen aan regels is gebonden, kan op lokaal niveau huishoudwater worden gerealiseerd via opvang en toepassing van regenwater (als onderdeel van de gehele stedelijke wateropgave). Voor gebruik van regenwater in het huishouden komen in aanmerking de buitenkraan, het (machinaal) wassen van kleding en het spoelen van het toilet; gebruik van opgevangen regenwater in de douche en vaatwasser is verboden. Het is wettelijk verplicht om het regenwater- en drinkwatercircuit gescheiden te houden.

Er zijn diverse risico's verbonden aan het gebruik van regenwater in het huishouden. De belangrijkste zijn:

- Aanleggen van 'wanverbanden'; het systeem is binnenshuis voor een hobbyist eenvoudig aan te passen en de gebruiker introduceert, daarmee (grotendeels onwetend) een gezondheidsrisico.
- Onvoldoende toezicht op het gebruik van regenwater in huishoudens;
- Het opvangen van (extra vervuild) regenwater van het terras;
- Slechte filters;
- Onduidelijkheid over schoonmaken van de regenwateropvang;
- Capaciteitsprobleem voor de levering van leidingwater indien tijdens droge periodes regenwateropvangsystemen massaal worden bijgevuld.

Conclusies

Conclusie 1) Decentrale productie van drinkwater is op dit moment nog geen betrouwbaar alternatief voor de conventionele levering via grootschalige netten vanwege problemen met de leveringszekerheid. Dit blijkt uit een afweging tussen de drie scenario's voor levering van drinkwater (tabel 4).

Tabel 4 Afweging scenario's

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
	Conventionele levering	Decentrale productie	Decentrale productie + gebruik regenwater
Bronnen:			
Kwaliteit	+	--	--
Kwantiteit	++	+	+
Zuivering en distributie:			
Robuustheid	++	-	-
Leveringszekerheid	++	--	-
Kosten	0	- (-)	- (-)
Veiligheidsrisico's	nvt	-	-
Geluidsoverlast	nvt	-	-
Gebruik regenwater:			
Besparing op watervraag	nvt	nvt	+
Risico's	nvt	nvt	-
Waterketen-watersysteem			
Sluiten waterketen	-	0/+	0/+
Bewustwording burger	-	0	+

++ zeer positief, + positief; 0 normaal; - negatief; -- zeer negatief

Conclusie 2) Het gebruik van regenwater in individuele huishoudens zou een duurzame oplossing kunnen zijn om de drinkwatervraag te verlagen en een stimulans voor burgers om zuiniger om te gaan met het beschikbare water. Een combinatie van conventioneel (centrale) levering van drinkwater plus het gebruik van regenwater in individuele huishoudens lijkt daarmee een haalbaar concept.

Aanbevelingen

Drinkwater onderdeel van de waterketen:

- Een afweging van decentrale productie van drinkwater ten opzichte van conventionele levering zou rekening dienen te houden met de gevolgen voor de gehele waterketen en watersysteem. Mogelijke extra kosten voor levering van drinkwater zouden afgewogen kunnen worden tegen bijvoorbeeld lagere rioollasten.

Stimuleren gebruik van regenwater in het huishouden:

- Aanbevolen wordt gebruik van regenwater op huishoudniveau te organiseren en niet via grootschalige netten, periodiek te controleren op 'wanverbanden' (niet alleen bij oplevering), en in samenwerking met het drinkwaterbedrijf goede richtlijnen op te stellen voor aanleg en onderhoud.
- Experimenteel zijn er kansen in de wijk om gebruik van regenwater te op kleine schaal toetsen. Een belangrijke doelstelling hierbij zal onder andere zijn hoe groot het effect hiervan is op de drinkwatervraag. Verder kan zo ervaring worden opgedaan met verantwoordelijkheden (gebruiker, gemeente, waterleidingbedrijf) en eventuele problemen.

Inhoud

	Voorwoord	1
	Samenvatting	3
	Inhoud	11
1	Inleiding	13
1.1	Inleiding en onderzoeksvragen	13
1.2	Opzet rapport	13
2	Haalbaarheid oppervlaktewater als bron voor drinkwater	15
2.1	Gehanteerde scenario's	15
2.2	Methodologie	16
2.3	Waterkwantiteit	17
2.3.1	Gemiddeld Jaar	17
2.3.2	Extreem droog Jaar	17
2.3.3	Droog Jaar	18
2.3.4	Haalbaarheid Waterkwantiteit	18
2.4	Waterkwaliteit	19
2.4.1	Herkomst water	19
2.4.2	Aandachtsstoffen voor de productie van drinkwater	20
2.5	Mogelijkheden om de waterkwaliteit te verbeteren	21
3	Decentrale zuivering	23
3.1	Zuiveringsopzet	23
3.1.1	Waterkwaliteit	23
3.1.2	Kwantiteit	26
3.2	Berekeningen	26
3.2.1	Kosten	26
3.2.2	Chemicaliëngebruik	27
3.2.3	Ruimtegebruik	27
3.3	Discussie	28
4	Distributienet en bluswater	31
4.1	Randvoorwaarden voor ontwerp distributienet	31
4.1.1	Gemiddelde watervraag	31
4.1.2	Watervraag op dagbasis	31
4.1.3	Watervraag op uurbasis	31
4.1.4	Reinwaterberging	32
4.1.5	Leveringszekerheid	32
4.2	Brandblusvoorziening	32
4.2.1	Eerste inzet	32

4.2.2	Onttrekking uit drinkwaternet	33
4.2.3	Alternatieven voor levering bluswater	34
4.2.4	Afweging	36
5	Gebruik van regenwater	37
5.1	Nederlands beleid en regenwater	37
5.1.1	De waterketen	37
5.1.2	Regenwater als huishoudwater	37
5.1.3	Drinkwaterwet	39
5.1.4	Gezondheidsrisico's van gebruik regenwater	39
5.2	Regenwater gebruik in Vlaanderen	40
5.2.1	De Vlaamse regelgeving	40
5.2.2	Kosten en baten van een regenwaterput	41
5.2.3	De praktijk van de regenwaterput	41
5.3	Voorlopige conclusies	42
6	Conclusies en aanbevelingen	45
6.1	Conclusies t.a.v. onderzoeksvragen	45
6.2	Conclusies	47
6.3	Aanbevelingen	48
7	Referenties	49
I	Beschrijving Plangebied De Draai	51
II	Aannames bij berekeningen	53
III	Module regenwatergebruik	55
IV	Waterbalansen	63
V	Waterkwaliteitsgegevens	67

1 Inleiding

1.1 Inleiding en onderzoeksvragen

Binnen het Leven met Water (LmW) project '*Transities naar meer duurzame concepten van stedelijk waterbeheer*' is een casestudy uitgevoerd met als doel de mogelijkheden voor decentrale drinkwatervoorziening (op wijkniveau) in beeld te brengen. De bestudeerde case is de nieuw te bouwen woonwijk De Draai in Heerhugowaard. Een beschrijving van deze woonwijk geven we in bijlage I. Deze casestudy is tevens een pilot binnen het project Flexwater van het Bedrijfstakonderzoek (BTO) van de Nederlandse waterbedrijven. De combinatie van beide projecten geeft inhoudelijke invulling van het brugproject tussen het LmW project Transities en het Delft Cluster (DC) project Integraal Stedelijk Water.

Het project Flexwater streeft naar het flexibiliseren van de drinkwatervoorziening door toepassing van nieuwe bronnen voor drinkwaterproductie, mogelijkheden voor waterberging, inzet en ontwikkeling van nieuwe zuiveringstechnieken en aanpassingen in de distributie (zie ook Kiwa Water Research, 2006).

Gezamenlijke onderzoeksvragen

1. In hoeverre kan vanuit verschillende invalshoeken het oppervlaktewater in de woonwijk dienen als (decentrale) bron voor het drinkwater?
2. In hoeverre is het haalbaar om een drinkwaternet aan te leggen dat niet gebruikt wordt voor de brandweer (wijk zonder brandkranen)?
3. Wat zijn de risico's voor de kwantiteit en kwaliteit bij decentrale levering van drinkwater?
4. In hoeverre kan gebruik van opgevangen regenwater op huishoudniveau leiden tot reductie van het drinkwatergebruik

1.2 Opzet rapport

De onderzoeksvragen zijn uitgewerkt in aparte hoofdstukken.

Hoofdstuk 2 brengt de haalbaarheid van het oppervlaktewater in De Draai als bron voor de decentrale productie en levering van drinkwater in beeld.

Hiervoor hebben we berekeningen uitgevoerd voor drie scenario's. Voor elk scenario brengen we in beeld hoeveel oppervlaktewater uit de boezem moet worden ingelaten om te blijven voldoen aan de randvoorwaarden met betrekking tot peilbeheer.

Hoofdstuk 3 geeft een opzet voor een zuiveringsstelsel om uit het in de wijk aanwezige oppervlaktewater betrouwbaar drinkwater te produceren.

Hoofdstuk 4 beschrijft de opzet voor een geschikt distributienet, inclusief een beschouwing van de alternatieven voor levering van bluswater.

Hoofdstuk 5 geeft een beeld van de (beleidsmatige en technische) mogelijkheden om opgevangen regenwater op huishoudniveau te gebruiken

als additionele bron voor drinkwater. In dit hoofdstuk gaan we in op de ervaringen in België met het gebruik van regenwater.

Hoofdstuk 6, ten slotte, vat de conclusies ten aanzien van de onderzoeksvragen samen en geeft aanbevelingen voor verdere studie naar de ontwikkeling van decentrale drinkwater concepten, met specifieke aandacht voor De Draai. Hierbij wordt ingegaan op de risico's die samenhangen met decentrale drinkwatervoorziening uit lokaal oppervlaktewater, al dan niet met de inzet van opgevangen regenwater als aanvullende bron.

2 Haalbaarheid oppervlaktewater als bron voor drinkwater

2.1 Gehanteerde scenario's

Wij hebben drie scenario ontwikkeld voor het schatten van de haalbaarheid om het lokale oppervlaktewater in de nieuwe woonwijk De Draai te gebruiken als bron voor decentrale drinkwatervoorziening. Het derde scenario (decentrale levering van drinkwater met vermindering van de watervraag is uitgewerkt voor zowel toepassing van regenwatertanks onder alle woningen als alleen toepassing onder eengezinswoningen).

Drie scenario's voor haalbaarheidsberekeningen

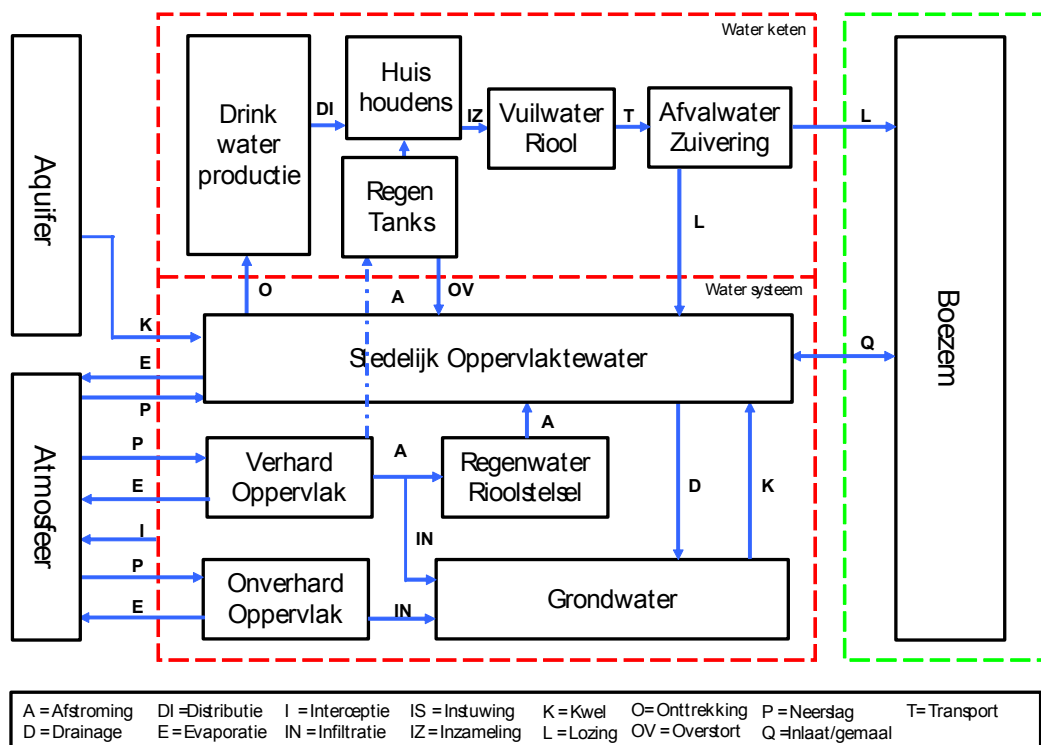
1. Conventionele (centrale) levering, huidige watervraag (base case);
2. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, huidige watervraag;
- 3a. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, verminderde watervraag (door toepassen regenwatertanks onder alle woningen); en
- 3b. Decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, verminderde watervraag (door toepassing regenwatertanks onder alleen de eengezinswoningen).



Impressie van de nieuwe woonwijk (www.heerhugowaarddedraai.nl)

2.2 Methodologie

Figuur 2.1 toont de schematisatie van het totale watersysteem van De Draai (watersysteem en waterketen). Optioneel is de mogelijkheid om afvalwaterzuivering te laten plaatsvinden in de wijk, waardoor volledige circulatie op wijkniveau mogelijk wordt.



Figuur 2.1 Schematisatie Watersysteem De Draai

Op basis van de gehanteerde uitgangspunten (zie bijlage II) en de schematisatie in figuur 2.1 zijn alle waterfluxen op dagbasis berekend met een spreadsheet model. We hebben berekeningen uitgevoerd voor

- een gemiddeld jaar;
- een extreem droog jaar (1921); en
- een droog jaar (2003).

Er zijn geen berekeningen uitgevoerd voor een nat jaar. Deze worden als niet kritisch beschouwd voor het functioneren van het watersysteem in de Draai. Voor de inschatting van het potentiële gebruik van regenwater hebben we een module regenwatergebruik ontwikkeld. Deze is beschreven in bijlage III. Deze module geeft de mogelijkheid om per huishouden het percentage gebruik te berekenen.

2.3 Waterkwantiteit

2.3.1 Gemiddeld Jaar

Uit de berekende waterbalansen voor het geheel grondwater en oppervlaktewatersysteem De Draai (bijlage IV, tabel 1-4) volgt dat in een gemiddeld jaar (gemiddelde over de periode 1906-2003) geen inlaat van water nodig is. Grofweg de helft van het neerslagoverschot dient te worden afgevoerd naar de boezem met een gemaal (scenario 1).

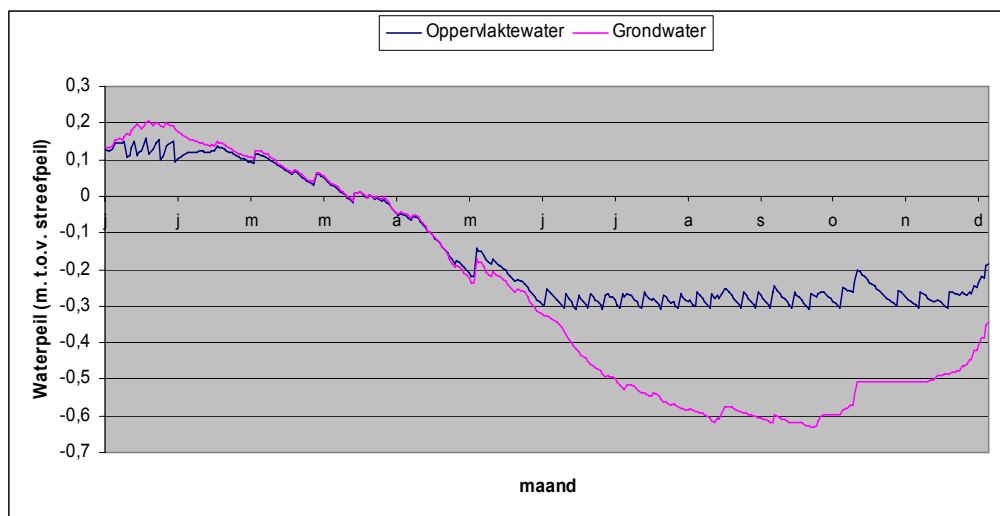
Indien er uit het watersysteem van De Draai water wordt onttrokken ten behoeve van de drinkwatervoorziening (scenario's 2 en 3), laat de waterbalans zien dat in een gemiddeld jaar 0,6% water moet worden ingelaten uit de boezem om de waterbalans sluitend te krijgen.

De totale wateronttrekking ten behoeve van waterproductie aan de bewoners van De Draai bedraagt 191 mm op jaarbasis berekend over het gehele plangebied, of 23% van de waterbalans, en is daarmee de op twee na grootste term in de rechterkant van de balans na verdamping en het water dat wordt weggepompt naar de boezem.

Indien regenwater wordt opgevangen in regentanks onder gebouwen (scenario 3) daalt de hoeveelheid water, dat aan het watersysteem onttrokken wordt. In scenario 3a, waarin alle huizen en appartementencomplexen worden uitgerust met tanks, daalt de onttrokken hoeveelheid tot 139,5 mm op jaarbasis, ofwel een besparing van 27 %. Worden alleen de eengezinswoningen uitgerust met regenwatertanks, dan bedraagt de besparing 16,7 %

2.3.2 Extreem droog Jaar

In bijlage IV zijn de waterbalansen voor de verschillende scenario's beschreven. De waterbalansen (bijlage IV, tabel 5-8) laten zien dat in een extreem droog jaar het percentage inlaatwater sterk toeneemt. Ook wordt aanzienlijk aanspraak gemaakt op de oppervlakte- en grondwatervoorraden. De grondwaterstand daalt met maar liefst 60 centimeter (zie figuur 2.2).



Figuur 2.2 Berekende grond- en oppervlaktewaterstanden voor scenario 2 (extreem droog jaar)

Het aandeel aan uitgeslagen water van het gemaal neemt sterk af ten opzichte van een gemiddeld jaar. Indien voldoende water ingelaten kan worden vanuit de boezem is de kwantiteit gegarandeerd. Wordt naast decentrale watervoorziening ook gebruik gemaakt van regentanks onder alle huizen dan daalt de hoeveelheid onttrokken water ten behoeve van de drinkwatervoorziening met 15%. Op de totale waterbalans van de wijk heeft dit geen invloed aangezien een equivalente hoeveelheid water niet meer afstroomt naar het oppervlaktewater. Indien alleen de eengezinswoningen worden voorzien van tanks is de besparing 8%.

2.3.3 *Droog Jaar*

Zelfs in het droge jaar 2003 is de in te laten hoeveelheid water op jaarbasis redelijk beperkt (bijlage IV, tabel 9-12). Vanwege de grote bergingscapaciteit van zowel grondwater als oppervlaktewater hoeft maar weinig water te worden ingelaten. Een vergelijking tussen scenario 2 en scenario 3a leert dat er vanuit het perspectief van het watersysteem weinig verschillen zijn. De hoeveelheid onttrokken water ten behoeve van decentrale drinkwaterproductie neemt af door het opvangen van regenwater onder de huizen. Dit gebeurt ten gunste van het gebruik van regenwater. In scenario 2 stroomt dit regenwater af naar het oppervlaktewater, in scenario 3a wordt dit water opgevangen en een equivalente hoeveelheid minder water onttrokken ten opzichte van scenario 3a. De drinkwatervraag op jaarbasis daalt van 190,7 tot 147,6 mm, een besparing van 23%. In scenario 3b waar regenwatertanks alleen worden toegepast onder eengezinswoningen is de waterbesparing lager. Het drinkwaterverbruik daalt van 190,7 naar 166,8 mm, een besparing van 13%.

2.3.4 *Haalbaarheid Waterkwantiteit*

Analyse van het watersysteem in drie verschillende karakteristieke hydrologische jaren en vier scenario's voor drinkwatervoorziening geeft aan dat vanuit de waterkwantiteit, decentrale drinkwatervoorziening mogelijk is. Een volledig zelfvoorzienend systeem is echter niet haalbaar. Belangrijke conclusie is dat in droge jaren oppervlaktewater vanuit het boezemsysteem dient te worden ingelaten om de waterbalans sluitend te krijgen. Door de grote bergingscapaciteit van het watersysteem van De Draai is deze hoeveelheid op jaarbasis beperkt. In een (zeer) droge periode zal waarschijnlijk echter een aanzienlijk groter deel van het water in De Draai uit inlaatwater bestaan. Indien wordt gekozen voor centrale levering is het niet nodig water in te laten om de waterbalans sluitend te houden. Tabel 2.1 vat de benodigde percentages inlaatwater vanuit de boezem samen. Het opslaan van regenwater in tanks onder woningen, heeft een flinke besparing van drinkwater tot gevolg voor individuele huishoudens (zie bijlage III). De besparing op wijkniveau is afhankelijk van de keuze voor regenwater tanks onder alle (eengezins-)woningen of onder een beperkt aantal woningen. De hoeveelheid besparing hangt daarnaast af van de hoeveelheid regenval; in een relatief droog jaar is de besparing uiteraard lager dan in een relatief nat jaar (zie tabel 2.2).

Tabel 2.1 Benodigde hoeveelheid inlaatwater op jaarbasis (als percentage van de totale waterbalans) tijdens drie situaties en bij centrale watervoorziening (1) en decentrale watervoorziening (2, 3a en 3b)

	Gemiddeld jaar	Extreem droog jaar	Droog jaar
Scenario 1	0	0	0
Scenario's 2 en 3	0,6	16,8	4,6

Tabel 2.2 Drinkwater besparing bij het gebruik van regenwater tanks onder alle woningen (3a) of onder de eengezinswoningen (3b) tijdens drie scenario's

	Gemiddeld jaar	Extreem droog jaar	Droog jaar
Scenario 3a	27	15	23
Scenario 3b	16	8	13

Voor individuele huishoudens is een jaarlijkse besparing op de hoeveelheid drinkwater mogelijk van 11% in een extreem droog jaar tot 26 % in een nat jaar.

2.4 Waterkwaliteit

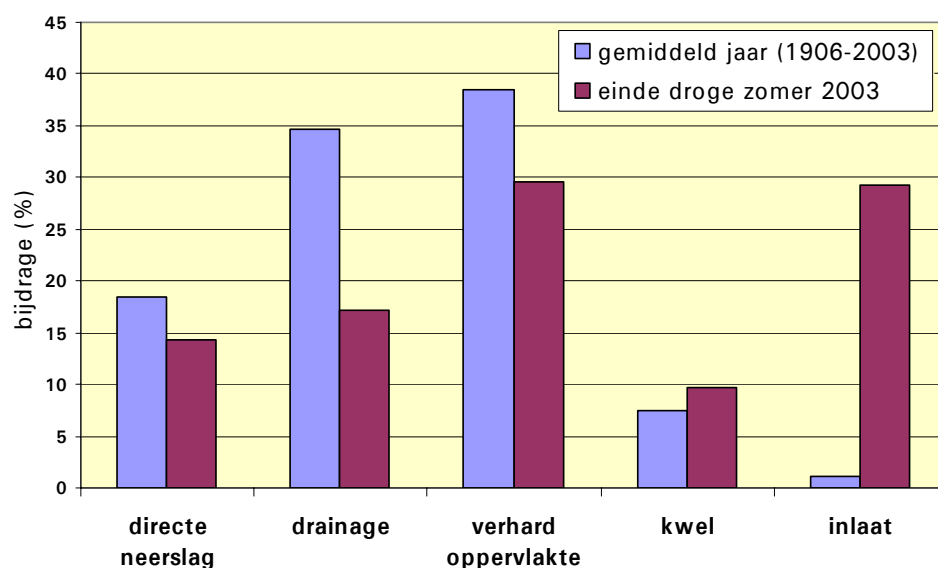
2.4.1 Herkomst water

De herkomst van het water in het oppervlaktewater systeem biedt inzicht in de waterkwaliteit. Als belangrijke bronnen in het watersysteem De Draai onderscheiden Nelen & Schuurmans (2006):

- Initieel water;
- Inlaatwater vanuit de boezem;
- Neerslag van verharde oppervlakten;
- Neerslag van onverharde oppervlakten;
- Directe neerslag op het oppervlaktewater; en
- Kwel.

Een berekening door Nelen & Schuurmans (2006) met gegevens van 1996 laat zien dat gedurende de zomermaanden de samenstelling van het water in De Draai wordt bepaald door verschillende bronnen, waarbij ingelaten water uit de boezem tot 50 % bijdraagt aan de herkomst van het oppervlaktewater in De Draai .

Voor de meetreeks 1906-2003 is de jaargemiddelde herkomst van het water weergegeven in figuur 2.3. Ter vergelijking is tevens de herkomst van het water berekend na een droge zomer (2003). Na een droge zomer bestaat 29% van het instromende oppervlaktewater uit inlaatwater vanuit de boezem. Het verschil met de resultaten van Nelen & Schuurmans wordt veroorzaakt doordat in hun berekeningen geen veranderingen van grondwaterberging zijn meegenomen. Wanneer dat hier ook achterwege wordt gelaten, d.w.z. de grondwater berging op nul wordt gesteld en in plaats daarvan moet worden ingelaten, stijgt het percentage inlaatwater tot 54%.



Figuur 2.3 Herkomst oppervlaktewater tijdens een gemiddeld jaar (op basis van gegevens over de periode 1906-2003) en aan het einde van de droge zomer van 2003.

2.4.2 Aandachtstoffen voor de productie van drinkwater

Lokale watersysteem

Aandachtspunt voor het watersysteem in de Draai is algenbloei. Het watersysteem kan waarschijnlijk niet zo worden ontworpen dat nooit algenbloei kan optreden in bepaalde watergangen (watergangen zijn bijvoorbeeld voor een groot deel slechts 1 à 2 m diep), ondanks dat maximale circulatie na wordt gestreefd. Nalevering van nutriënten uit de bodem versterkt mogelijk de kans op het optreden van algenbloei. Pathogene micro-organismen zijn in eerdere studies niet in beeld gebracht, maar we moeten er vanuit gaan dat deze in een stedelijke omgeving aanwezig zullen zijn.

Inlaatwater

Een belangrijke bijdrage wordt dus geleverd door inlaatwater (uit het Kanaal Rustenburg-Opmeer). Bijlage V (tabel 1) geeft een beeld van de samenstelling van het kanaalwater. Het betreft overigens slechts een beperkt aantal metingen; Organische microverontreinigingen zijn bijvoorbeeld nog maar één keer bepaald.

Overige bronnen

Van de overige bronnen zijn geen metingen beschikbaar. Hiervoor geven we een algemene beschouwing van de waterkwaliteit op basis van beschikbare literatuurgegevens.

Naast inlaatwater, vormt afstromend water van wegen en daken, een belangrijke bron van verontreinigingen. De Regenwater Database van de STOWA (2007a), levert data wat betreft de samenstelling van afstromend water. Hoewel ieder project verschillend is, geeft de tabel 2 in bijlage V een indruk over wat voor soort vervuiling in afstromend regenwater mag worden verwacht bij een standaard inrichting van de wijk.

Wanneer in de woonwijk water wordt onttrokken voor de drinkwatervoorziening, wordt aanbevolen extra beschermende maatregelen te treffen ten aanzien van verontreiniging van het oppervlaktewater, bijvoorbeeld ten aanzien van de verwijdering van onkruid (met of zonder bestrijdingsmiddelen) of het op straat wassen van auto's etc. Uiteraard kunnen ook ondanks dergelijke voorzorgsmaatregelen altijd calamiteiten optreden. Aandachtspunt is de toevoer van zwevend stof naar het oppervlaktewater via afspoeling van wegen en daken.

Regenwaterkwaliteit kan worden gevonden in het landelijk meetnet van RIVM (2008). Bijlage V (tabel 3) geeft een beeld van meetgegevens (1992-2004) voor het station Wieringerwerf.

Over kwaliteit van drainage water in woonwijken is slechts weinig bekend. Het RIVM (2002) heeft met de Wageningen Universiteit de kwaliteit van drainwater van 37 landbouwbedrijven onderzocht. De bedrijven waren verspreid over Nederland en hielden zich bezig met diverse landbouwtypen. Aangezien De Draai op dit moment landbouwgebied is en er zowel tuinbouw, akkerbouw als veeteelt plaats vindt geeft deze referentie een goede indicatie. Dit is in het bijzonder het geval voor de eerste jaren van de stedelijke ontwikkeling wanneer er nog veel nalevering van nutriënten zal plaatsvinden.

Over de kwaliteit van het kwelwater zijn geen gegevens bekend. Volgens het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (2008) is wel bekend dat het gaat om sulfaatrijke (SO₄) kwel.

2.5 Mogelijkheden om de waterkwaliteit te verbeteren

Er zijn diverse technische oplossingen om de waterkwaliteit van bijvoorbeeld afstromend wegwater en drainwater te verbeteren. In een duurzame wijk als De Draai, waar regenwater wordt afgekoppeld van het rioolstelsel, wordt geadviseerd om extra inrichtingsmaatregelen te nemen.

Particle Size Grading	Gross Pollutant Traps	Treatment Measures	Hydraulic Loading Q _{des} /A _{facility}
Gross Solids > 5000 µm	Gross Pollutant Traps	Sedimentation Basins (Wet & Dry)	1,000,000 m/yr
Coarse- to Medium-sized Particulates 5000 µm – 125 µm		Grass Swales & Filter Strips	100,000 m/yr
Fine Particulates 125 µm – 10 µm		Surface Flow Wetlands	50,000 m/yr
Very Fine/Colloidal Particulates 10 µm – 0.45 µm		Infiltration Systems	2500 m/yr
Dissolved Particles < 0.45 µm		Sub-Surface Flow Wetlands	1000 m/yr
			500 m/yr
			50 m/yr
			10 m/yr

Figuur 2.4 Illustratie van de 'treatment train' aanpak uit Australië om afstromend regenwater te zuiveren. (Wong, 2007)

STOWA (2007b) heeft de zuiveringsrendementen op basis van meetresultaten in Nederland op een rij gezet. Tabel 2.3 vat enkele resultaten van dit onderzoek samen. Van de mogelijke maatregelen zou een samenhangend, goed op elkaar afgestemd en kosteneffectief pakket moeten worden samengesteld om de waterkwaliteit te verbeteren.

In Australië is het afkoppelen van verhard oppervlak standaard en heeft met de 'Treatment Train Approach' ontwikkeld (figuur 2.4). Hierbij worden verschillende voorzieningen in serie geschakeld. Dit betekent dat het regenwater verzamel- en transportsysteem zo wordt ingericht dat eerst de grove deeltjes uit het regenwater en daarna de fijnere deeltjes.

Tabel 2.3 Rendementen (in %), investeringskosten, exploitatiekosten (als %/jaar van investering) en ruimtebeslag van voorzieningen om regenwater te zuiveren (als % van aangesloten verhard oppervlakte)

	Lamellen filter	Helofyten filter	Bodem passage	Doorlatende verharding	Bezink bassin	Infiltratie Bassin	Zand filter	Infiltratie Strook	Vegetatie strook
CZV	21		42						
Kjeldahl-N	9		55						
Totaal- N		72		65-80	45	80	32	75	15
Fosfor (P)	20	53	57	30-80	30	65	45	55	15
Zwevend stof	21	83	69	60-93	90	85	80	55	75
Koper	0	96	68						
Lood	17	97	40	65	90	90	71	20	55
Coli	23		81						
PAK		88		70-90					
Investerings Kosten	6€ /aangesloten m ²	12-20 € /m ²	4 -7€/ aangesloten m ²	23-70 €/ m ²	27 US\$ /m ² (1997)	46 US\$/m ² (1997)	159 US\$/m ² (1997)	141 US\$/m ² (1997)	23 US\$/m ² (1997)
Exploitatie Kosten		6			0,7	6	12	12	0,5
Ruimte Beslag		5			2,5	2,5	1,5	2,5	100
referentie	1	2	3	4,5	5	5	5	5	5

1. Lamellen filter Arnhem in Stowa rapport 2007.20, pp42
2. Erasmusgracht Amsterdam in Stowa rapport 2007.20 pp 59
3. Arnhem Zuid in Stowa rapport 2007.20 pp 84
4. CIRIA (2004), in Stowa rapport 2007.20 pp 93
5. Landphair (2001).

3 Decentrale zuivering

3.1 Zuiveringsopzet

In dit hoofdstuk beschrijven we een zuiveringsscenario waarmee het oppervlaktewater in de wijk De Draai kan worden gezuiverd tot drinkwater. Voor dit zuiveringsscenario hebben we investerings- en exploitatiekosten berekend en een schatting gemaakt van het chemicaliën- en ruimtegebruik. Om werkelijk een zuivering te kunnen realiseren in de wijk De Draai, verdient een aantal aspecten extra aandacht. Deze worden aan het eind van dit hoofdstuk bediscussieerd.

3.1.1 Waterkwaliteit

Op basis van de analyse van de herkomst van het oppervlaktewater in De Draai en de indicatieve samenstelling van deze bronnen (zie hoofdstuk 2) geeft tabel 3.1 een overzicht van de aandachtstoffen voor de productie van drinkwater uit het oppervlaktewater van de Draai.

Tabel 3.1 Overzicht van aandachtsparementers voor de productie van drinkwater

Watersysteem De Draai	Aandachtsparementers
Interne bronnen (directe neerslag, indirecte neerslag via verharde en onverharde oppervlakten, kwelwater)	Pathogenen en virussen, algen, cyanobacteriën, organisch materiaal, chloride, sulfaat, ammonium, bestrijdingsmiddelen, temperatuur
Externe bronnen (ingelaten boezemwater)	Algen, chloride, sulfaat, bestrijdingsmiddelen, overige organische microverontreinigingen

Het zuiveringsschema voor het oppervlaktewater is ontworpen op basis van de beschikbare kennis over de waterkwaliteit.

Voorgestelde zuiveringsschema

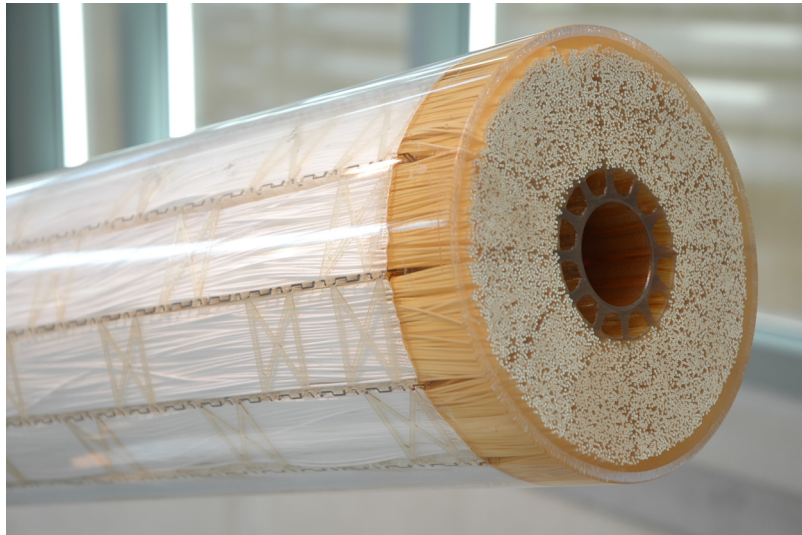
microzeven – coagulatie – flocculatie – flotatie – dubbele snelfiltratie – nanofiltratie – marmerfiltratie – UV desinfectie

De aspecten die het meest van belang zijn voor het ontwerp van de zuivering, worden hieronder toegelicht:

- Met microzeven worden grove materialen tegengehouden die in het ingenomen water aanwezig zullen zijn.
- Het watersysteem kan waarschijnlijk niet zodanig worden ontworpen dat algenbloeï ten allen tijde wordt voorkomen. De hoge zuurstofconcentratie en de hoge chlorofyl-a concentratie in het kanaal Rustenburg-Opmeer zijn een indicatie voor de aanwezigheid van algen. Om problemen met algen in de zuivering te voorkomen, moet het inlaatpunt zodanig worden

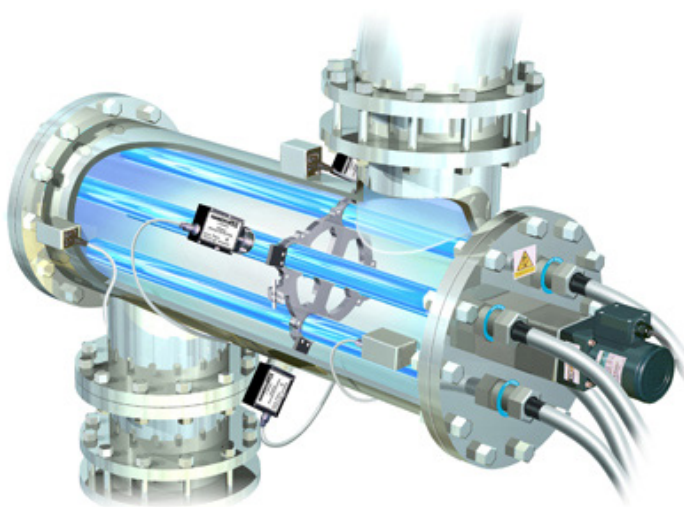
gekozen dat zo min mogelijk algen in de zuivering terecht komen. Algen kunnen in de zuivering worden verwijderd met behulp van een flotatie-stap. De mogelijke aanwezigheid van algen is de belangrijkste reden om voor een conventionele voorzuivering te kiezen. Membraanvezels van polymere ultrafiltratiemembranen zouden waarschijnlijk snel verstopten. Wellicht dat keramische microfiltratie voor algenhoudend water robuust genoeg is, maar dit is nog geen "proven technology".

- Door de trend van een toenemende temperatuur van het oppervlaktewater plus de nalevering van nutriënten uit de voormalige landbouwbodem, neemt ook de kans op een bloei van cyanobacteriën (blauwalgen) toe in vooral de stilstaande delen van het watersysteem. Deze produceren toxines die schadelijk voor de gezondheid zijn. In de literatuur zijn experimenten beschreven waarin de cyanobacteriecellen met coagulatie - flocculatie - flotatie goed worden verwijderd. Eventueel vrijkomende toxines kunnen goed worden verwijderd met nanofiltratie (>90%).
- Er zijn geen meetgegevens beschikbaar over de aanwezigheid van organische stof en zwevende stof. DOC (opgeloste organische stof) concentraties in het oppervlaktewater zijn waarschijnlijk relatief hoog (schatting 15-20 mg/L). Door afbraak van algen zal de concentratie organisch materiaal in het oppervlaktewater tijdelijk hoger kunnen liggen. Daarnaast zal zwevende stof (gemeten als troebelheid) aanwezig zijn. In kleine oppervlaktewateren kan de troebelheid tijdens een regenbui door afspoeling van verharde oppervlakten behoorlijk oplopen, waarbij 100 FTU geen uitzondering is. Organische en zwevende stof kan worden verwijderd met de bovengenoemde flotatiestap, nadat er met coagulatie en flocculatie grotere deeltjes van zijn gemaakt. Dit is noodzakelijk omdat grotere vlokken sneller floteren. Bij hoge troebelheden is een hogere dosering van coagulant noodzakelijk. Pieken in troebelheid treden echter plotseling op, waarop wellicht niet direct gereageerd kan worden. Verwacht wordt dat gedurende "normale" periodes een dosering van ten minste 10 mg Fe/l ijzerchloride of ijzersulfaat nodig is. Hiermee wordt de chloride- of de sulfaatconcentratie nog verder verhoogd.
- In het oppervlaktewater zullen waarschijnlijk bestrijdingsmiddelen aanwezig zijn. Deze zijn met verschillende geavanceerde zuiveringstechnieken te verwijderen, zoals actieve-koolfiltratie, (geavanceerde) oxidatie en nanofiltratie of omgekeerde osmose (membraanfiltratie). Omdat chloride en sulfaat vanwege brakke kwel in het gebied mogelijk ook in concentraties boven de norm voorkomen, kan de verwijdering hiervan worden gecombineerd met de verwijdering van bestrijdingsmiddelen via een membraanfiltratiestap. Omdat de concentraties van de genoemde stoffen in het oppervlaktewater niet al te ver boven de norm voor drinkwater liggen, is de retentie van een nanofiltratiemembraan (figuur 3.1) waarschijnlijk voldoende. Er is echter maar een zeer beperkt aantal stoffen gemeten, kleine polaire verbindingen zullen met deze zuiveringsopzet niet worden verwijderd. Met nanofiltratie worden ook virussen en (pathogene) microorganismen verwijderd. Om vast te stellen of het membraan integer (niet lek) is, dient een on-line integriteitsbewakingssysteem te worden ingezet.



Figuur 3.1 Nanofiltratiemembraan

- Als voorbehandeling voor de nanofiltratie wordt een dubbele snelfiltratie (twee keer snelfiltratie) noodzakelijk geacht. Hiermee wordt dan tevens de ammoniumconcentratie onder de norm gebracht. Hoewel de ammoniumconcentratie niet erg hoog is, moet nog wel worden nagegaan of de biologische activiteit in het filter in de winter (bij lage temperatuur) groot genoeg is om de ammoniumconcentratie tot onder de norm terug te brengen.
- Als nabehandeling na de nanofiltratie wordt marmerfiltratie voorgesteld, om te voorkomen dat het agressieve water (lage pH) de leidingen aantast.
- Bij zuivering van oppervlaktewater, waarin virussen en pathogene micro-organismen kunnen voorkomen, is een dubbele desinfectiebarrière wenselijk. Naast nanofiltratie kan UV-desinfectie (figuur 3.2) worden ingezet. Dit is dan de laatste zuiveringsstap waarna het water wordt gedistribueerd.



Figuur 3.2 UV-desinfectie

Tabel 3.2 geeft een samenvattend beeld van de verwijdering van stoffen bij de verschillende zuiveringsstappen.

Tabel 3.2 Verwijdering van stoffen tijdens de voorgestelde decentrale zuivering

Zuiveringsstap	Verwijdering van
Microzeven	grove materialen
Coagulatie – flocculatie – flotatie	algen, cyanobacteriën, organisch materiaal en zwevend stof
Dubbele snelfiltratie	Ammonium
Nanofiltratie	chloride, sulfaat, virussen, pathogenen, bestrijdingsmiddelen
Marmerfiltratie	hardheid
UV desinfectie	virussen, pathogenen

3.1.2 Kwantiteit

Als gebruik wordt gemaakt van een berging op dagbasis, en een piekfactor van 1,5 wordt aangehouden is een zuiveringscapaciteit van 60 m³/uur nodig (zie hoofdstuk 4.1.2). Bij nanofiltratie ontstaat een reststroom (concentraat). Hierdoor is er een groter voedingsdebiet nodig en moet de capaciteit van de voorzuivering groter zijn. Voor de NF installatie is ervan uitgegaan dat een recovery van 80% wordt gehaald. Dit betekent dat 80% van het voedingswater door het membraan permeëert. 20% van het voedingswater moet als reststroom (concentraat) worden afgevoerd. De concentraties van stoffen die volledig worden tegengehouden, liggen in het concentraat een factor 5 hoger dan in het voedingswater. Het debiet door de voorgaande filtratiestappen moet bij een recovery van 80% 75 m³/uur zijn. Bij de snelfiltratiestappen zal drinkwater worden gebruikt om de filters terug te spoelen. Deze spoelwaterverliezen (ca. 2% per filter) zijn verwaarloosbaar.

3.2 Berekeningen

3.2.1 Kosten

De geschatte exploitatiekosten voor de zuivering van oppervlaktewater tot drinkwater op deze locatie liggen beduidend hoger. Dit leiden we af uit indicatieve berekeningen met de DHV Water kostenspreadsheet voor kleinschalige waterbehandeling. Een exacte vergelijking met de kosten bij centrale levering is niet mogelijk, omdat in vergelijking met grootschalige drinkwaterprojecten, bij kleinschalige waterbehandeling (veelal voor industriële toepassingen) van een sobere uitvoering uitgegaan. Filters worden bijvoorbeeld niet van beton gemaakt, maar in een standaard metalen uitvoering. Dit heeft uiteraard ook consequenties voor de kwaliteit van de productiemiddelen, waardoor materialen eerder dienen te worden vervangen. Kosten voor aankoop van grond en gebouwen vormen een belangrijk deel van de exploitatiekosten. Bovendien wordt in een dergelijke berekening geen rekening gehouden met de (extra) kosten voor personeel,

analyses, verwerking/ afvoer afvalproducten en distributie. Bij een vergelijking van distributiekosten is het van belang dat op dit moment al een distributienet voor centrale levering aanwezig is, en het dus niet realistisch is de waarschijnlijk lage kosten voor een kleinschalig distributienet (met kleine diameters) af te zetten tegen een grootschalig distributienet met grote diameters.

Naast de exploitatiekosten dient de eigenaar ook rekening te houden met kosten voor onderhoud en beheer, membraanvervanging, energie, en gebruik, aan- en afvoer van chemicaliën.

3.2.2 *Chemicaliëngebruik*

Om vlokken te vormen is een coagulant nodig; wellicht een vlokhelpmiddel en zuur om de coagulatie goed te laten verlopen. Om scaling bij NF te voorkomen (bij 80% recovery) moet anti-scalant en zuur worden gedoseerd. Projectieberekeningen op basis van de waterkwaliteitsdata, met de hoogst gemeten calcium en bicarbonaatconcentraties en een pH van 8 van het oppervlaktewater, geven aan dat 2 mg/l anti-scalant en 70 mg/l HCl (100%) nodig zijn om scaling te voorkomen. Een deel van dit zuur kan al eerder worden gedoseerd, bij de coagulatie. Omdat er behoorlijk wat bicarbonaat in het water aanwezig is (buffercapaciteit), is veel zuur nodig om de pH te verlagen (van 8 naar 7 in deze berekening). Het is overigens aan te bevelen meer waterkwaliteitsdata te verzamelen en daarmee een membraan, recovery en antiscalant te selecteren.

Hieronder een inschatting van het chemicaliëngebruik in één week, berekend voor een gemiddelde week waarin 320.000 m³/jaar = 6.150 m³/week drinkwater wordt geproduceerd.

- coagulant: bij 10 mg Fe/l als ijzerchloride = 29 mg FeCl₃ → 180 kg/week;
- anti-scalant: bij 2 mg/l → 12 kg/week;
- zuur (35% HCl oplossing): 70 mg/l 100%-HCl = 200 mg/l 35% HCl → 1 m³/week.

Wanneer het zuur per “hele” truck met inhoud van 25 m³ naar de zuivering zou worden gebracht, dan is dit 2 keer per jaar nodig. Voor het opslaan van deze voorraad is een opslagtank nodig die iets groter is dan 25 m³. Het lijkt niet wenselijk zo'n volume zuur op deze locatie opgeslagen te hebben. (Twee)wekelijkse aanvoer van de chemicaliën ligt meer voor de hand.

3.2.3 *Ruimtegebruik*

Het ruimtegebruik is in te schatten op basis van de aangenomen filtratiesnelheden van de diverse filtratieprocessen.

Bij het debiet van 75 m³/uur en geschatte filtratiesnelheden van respectievelijk

- flotatie: 10 m/h; netto ruimtebeslag 7,5 m²
- snelfiltratie 1: 10 m/h; netto ruimtebeslag 7,5 m²
- snelfiltratie 2: 6 m/h; netto ruimtebeslag 12,5 m²
- marmerfiltratie: 6 m/h; netto ruimtebeslag 12,5 m²

De nanofiltratieinstallatie met een totaal membraanoppervlak van 3000 m² zou kunnen bestaan uit 12 drukbuizen, die een grondoppervlak in beslag nemen van $8 \times 1,5 = 12$ m² wanneer 2 buizen naast elkaar worden geplaatst en 6 buizen boven elkaar. De hoogte is dan 3 meter. Deze hoogte zou onwenselijk kunnen zijn. Netto is voor deze zuiveringsstappen 52 m² grondoppervlak nodig. Daarnaast moet nog oppervlakte worden gerekend voor de coagulatie – flocculatie, voor de UV-installatie en voor een spoelwaterverwerking en dient rekening gehouden te worden met ruimte voor chemicaliënopslag, ruimte voor pompen, leidingen en wat loopruimte. Het geschatte grondoppervlak komt daarmee in elk geval op 100 m². Hierbij is nog geen rekening gehouden met de benodigde reinwaterberging ter grootte van 25% van de maximum dagafzet (330 m³) (zie hoofdstuk 4). Deze kan wellicht onder de grond worden gebouwd, bijvoorbeeld onder een park of sportveld.

3.3 Discussie

Het zuiveren van oppervlaktewater in de wijk de Draai tot drinkwater lijkt met het gegeven zuiveringsscenario mogelijk. Verschillende waterkwaliteitsparameters maken echter een reeks aan zuiveringsstappen noodzakelijk, en er zijn ook nog wel enkele vragen m.b.t. verwijdering van stoffen (hoofdstuk 3.1.1). Hoewel is gerekend met een sobere opzet van de zuivering, liggen de exploitatiekosten van de zuivering vanwege de omvang van de zuivering (groot aantal stappen) én de kleine schaal hoger dan de kosten bij centrale zuivering van oppervlaktewater tot drinkwater. Beheer en onderhoudskosten zullen relatief hoog zijn. Een belangrijke factor hierin is ook de afschrijvings-termijn. Personeelskosten zijn nog buiten beschouwing gelaten. Het zal daarbij belangrijk zijn in welke mate de installatie geautomatiseerd kan worden.

Naast de waterkwaliteit, kosten en ruimtegebruik, is er nog een aantal punten waar aandacht aan moet worden besteed, voordat een locale zuivering zal kunnen worden gerealiseerd:

- Chemicaliën (zie hoofdstuk 3.2.2) zullen op gezette tijden moeten worden aangevoerd en gedurende bepaalde tijd worden opgeslagen. Hiervoor zullen de benodigde veiligheidsmaatregelen moeten worden genomen. Daarnaast kan de aanvoer van chemicaliën voor (geluids)overlast zorgen.
- Voor de reinwaterberging dient een geschikte locatie te worden gezocht. Het zuiveringsgebouw zal onder andere qua hoogte moeten passen bij het stedelijke ontwerp.
- Is er een mogelijkheid voor het lozen van het membraanconcentraat? Bij een jaarproductie van 300.000 m³ drinkwater, wordt 75.000 m³ concentraat geproduceerd. Terugbrengen in het oppervlaktewater ligt niet erg voor de hand omdat daarmee de zoutconcentraties (en concentraties van bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen) waarschijnlijk op zullen lopen in de tijd. Een andere optie is lozing op het riool; of dit wenselijk is, is ook de vraag; de verdunde stroom levert geen bijdrage aan het goed functioneren van de rioolwaterzuivering. Ook voor het afvoeren/verwerken van spoelwater van de filters zal een oplossing moeten worden gezocht.
- Men dient zich te realiseren dat nanofiltratie niet álle organische microverontreinigingen goed tegenhoudt. Dit geldt in het bijzonder voor

kleine, polaire microverontreinigingen. Verontreiniging van het water met deze stoffen zal wellicht niet te voorkomen zijn. Of dergelijke stoffen nu al in het water zitten, is niet bekend omdat (nog) geen analyses zijn uitgevoerd.

- Omdat het niet voor de hand ligt de zuivering dubbel uit te voeren en de waterberging niet zo heel erg groot is, levert een storing in de zuivering al snel een probleem op voor de levering van drinkwater. Dit is vooral het geval wanneer de inname gestaakt moet worden vanwege een calamiteit. Zonder back-up voorziening zal het aantal ondermaatse leveringsminuten aanzienlijk hoger liggen dan bij gebruikelijke centrale drinkwaterproductie.
- Eén van de mogelijke problemen die op kan treden is een te hoge temperatuur van het oppervlaktewater. Tijdens de zuivering van water verandert de temperatuur niet of nauwelijks.
- Er is vanuit gegaan dat voldoende energie kan worden geleverd (175.000 kWh/jaar).
- De installatie moet continu kunnen draaien, in elk geval vanwege de flotatiestap. Als dit proces geen voedingswater ontvangt, zal de vuillaag die bovenop drijft naar beneden zakken. Dit vraagt een intelligente regeling van de zuivering, waarbij bijvoorbeeld moet worden voorkomen dat de reinwaterberging geheel gevuld raakt.
- Er zijn diverse pompen nodig en ook een compressorunit waarmee de lucht voor de flotatiestap onder druk wordt gebracht. Deze apparatuur kan voor de nodige geluidsoverlast zorgen.

4 Distributienet en bluswater

4.1 Randvoorwaarden voor ontwerp distributienet

4.1.1 Gemiddelde watervraag

Het ontwerp van een distributienet is sterk afhankelijk van de watervraag. De watervraag van het gebied Heerhugowaard bedraagt voor het kleinverbruik ($< 300 \text{ m}^3/\text{jaar}$) 118 liter/persoon/dag (bron Henk van Duist, PWN). De voorspelling voor dit type verbruik vertoont een lichte trendbreuk, na jaren van teruglopende verbruiken neemt het hoofdelijke verbruik weer licht toe. Het beschouwde gebied is te groot om alleen het kleinverbruik in de watervraag te betrekken. Er dient ook rekening gehouden te worden met klein zakelijk verbruik. Een aanname voor het hoofdelijke verbruik waarin de trendbreuk en het klein zakelijke verbruik is verwerkt komt uit op 130 liter/persoon/dag (overlegd met Henk van Duist, PWN). De woningbezetting in dit deel van het voorzieningsgebied van PWN bedraagt 2,4 in 2006. De trend voor de woningbezetting is dalende. De geprognosticeerde hoeveelheid woningen in het gebied bedraagt ongeveer 2800 stuks. Dit levert een geschatte watervraag op jaarbasis op van $2800 * 2,4 * 0,130 * 365 = 320.000 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

4.1.2 Watervraag op dagbasis

Voor de watervraag op dagbasis is kennis noodzakelijk van de grootte van de maximum dagpiek ten opzichte van de gemiddelde dag. Op basis van een overschrijdingskans van 1/10 jaar (info Martin Klein Arfman, PWN) komt de piekfactor op 1,37 voor het gebied waar Heerhugowaard ligt. Omdat dit een groot deel van het volledige voorzieningsgebied betreft zal de piekfactor voor het uitbreidingsgebied De Draai hoger liggen, in deze studie houden we een factor 1,5 aan. Voor de dekking van een maximum dag is dan $320.000 / 365 * 1,5 = 1.320 \text{ m}^3/\text{dag}$ noodzakelijk. Bij een bedrijfsvoering van de behandeling van gemiddeld 22 uur /24 uur is een behandelingscapaciteit noodzakelijk van $1.320 / 22 = 60 \text{ m}^3/\text{uur}$ indien gebruik gemaakt wordt van een berging op dagbasis.

Bij het ontwerp wordt er vanuit gegaan dat de maximum dag valt in een droge periode waarbij een eventuele regenwateropvang droog staat. Dit betekent dat op de maximum dag geen verlaging optreedt van de drinkwatervraag. De behandeling van drinkwater dient dan op de maximum vraag ontworpen te worden.

4.1.3 Watervraag op uurbasis

De watervraag over de dag fluctueert sterk. Het ontwerp van de reinwaterpompen en de distributieleidingen vindt plaats op een uurhoeveelheid met een overschrijdingskans van 1/10 jaar. Ook hier geldt dat de invloed van het beperkte gebied een hogere piekfactor oplevert ten opzichte van het volledige voorzieningsgebied. Voor het maximum uur wordt een uurfactor gehanteerd van 2,0. Het maximum uurverbruik voor de uitbreiding komt hiermee neer op $1320/24*2,0=110 \text{ m}^3/\text{uur}$.

4.1.4 *Reinwaterberging*

Om de behandeling niet op het maximum uur te hoeven ontwerpen wordt gebruik gemaakt van een reinwaterberging waarin de vraag over de dag heen wordt afgevlakt om op die wijze tot een vlakke dagproductie te kunnen komen. Tevens dient deze voorraad om het spoelen van filters mogelijk te maken en om een minimum voorraad voorhanden te hebben bij calamiteiten in de distributie en de behandeling. Omdat het afnamepatroon van de wijk niet bekend is wordt voorlopig gewerkt met de vuistregel dat de grootte van een reinwaterberging ongeveer 25% van de maximum dagafzet bedraagt. Voor de aangenomen maximum dag van 1320 m³/dag komt dit neer op een benodigde reinwaterberging van 330 m³. Daarbij merken we op dat deze berging waarschijnlijk niet altijd volledig gevuld zal zijn. In hoeverre bij deze hoeveelheid nog reserves in rekening gebracht moeten ten behoeve van de bedrijfsvoering van de behandeling is nog niet duidelijk

4.1.5 *Leveringszekerheid*

Omdat de uitbreidingswijk ongeveer 2800 woningen (aansluitingen) groot wordt valt deze volledig onder de richtlijn voor leveringszekerheid. Dit betekent dat er bij een calamiteit op de productie een resterend leveringsvermogen beschikbaar moet zijn van minimaal 75% van de maximum dag.

4.2 **Brandblusvoorziening**

4.2.1 *Eerste inzet*

Voor bluswater worden de volgende hoeveelheden voor de eerste inzet onderscheiden:

- 30 m³/uur (woningen met een Weerstand tegen BrandDoorslag en BrandOverslag (WBDBO) > 60 minuten)
- 60 m³/uur (woningen zonder een WBDBO > 60 minuten)
- Bluswaterbehoefte volgens de bij de planbeoordeling noodzakelijk geachte repressieve inzet. Mogelijk meer dan 60 m³/uur.

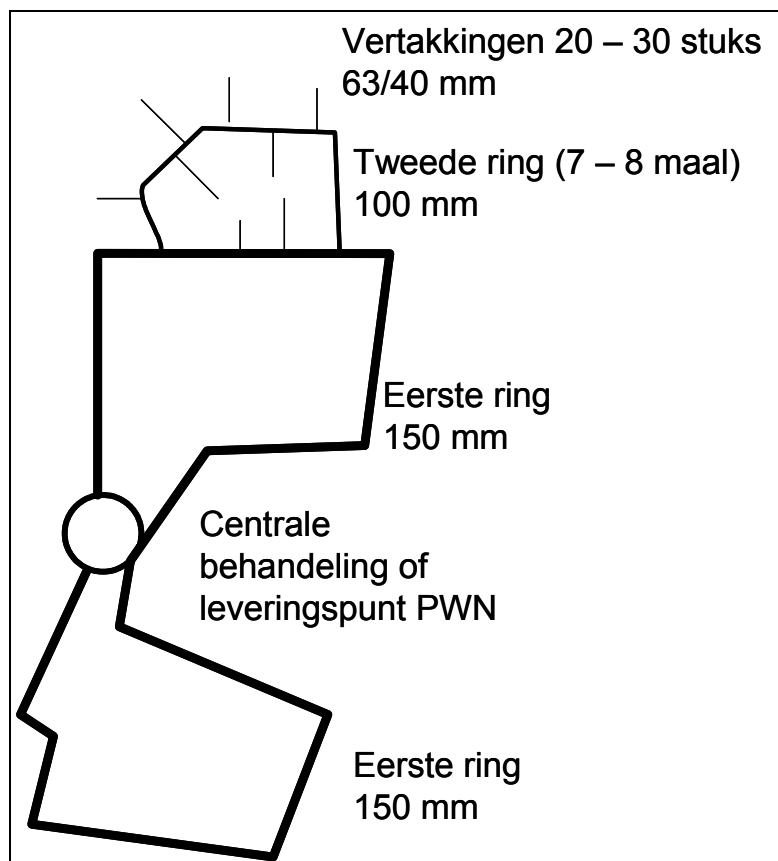
Oplossingen voor het dekken van de bluswatervraag hangen sterk samen met de eisen die er door de verantwoordelijke instantie (burgemeester en wethouders) aan gesteld worden. In de modelverordening brandveiligheid en hulpverlening zijn de hoeveelheden gesteld die nodig zijn voor de eerste inzet. Voor de uitbreidingswijk De Draai komt dit neer op 30 m³/uur voor de woningen en 60 m³/uur voor centrale voorzieningen en gebouwen met een vloer van een verblijfsgebied boven de 13 m boven het aansluitende terrein ter plaatse van de toegang van het woongebouw.

De afstand van een pand tot een bluswaterleveringspunt uit het drinkwaternet voor de eerste inzet wordt gesteld op 55 m (bron Peter Horst PWN). Voor een grotere bluswaterbehoefte in de vervolgfase van een brand (dus niet de eerste inzet) kunnen grotere afstanden worden overbrugd.

De eerste inzet tot 30 m³/uur kan voorzien worden vanuit het drinkwaternet indien een plaatselijke lage druk in de uitlopers van het vertakte net toegestaan wordt. Bij een voldoende hoge druk (afhankelijk van de te bouwen

appartementencomplexen) is 30 m³/uur mogelijk op een ø 63 mm leiding tot 120 meter leidinglengte. De leidinglengte na de laatste brandkraan kan maximaal 55 m bedragen waarbij er nog maximaal 6 woningen na de laatste brandkraan worden aangesloten.

Het concept voor de aanleg van de distributie leidingen moet dan figuur 4.1 volgen.



Figuur 4.1 concept voor aanleg van distributieleidingen in De Draai

De keuze die binnen de bluswatervoorziening gemaakt moet worden is in eerste instantie een keuze voor onttrekking uit het drinkwaternet of een alternatieve bron. Bij gelijktijdig gebruik van meerdere brandkranen is de vullingsgraad van de reinwaterkelder een aandachtspunt. Mogelijk zou deze daarom groter moeten worden gedimensioneerd.

4.2.2 *Onttrekking uit drinkwaternet*

PWN geeft aan dat op 90% van de brandkranen in uitbreidingswijken een bluswatercapaciteit aanwezig is van 30 m³/uur of meer. Indien de gewenste hoeveelheid van 30 m³/uur op de uitlopers van het net niet gehaald wordt, bestaat de mogelijkheid om een droge blusleiding in een grotere diameter toe te passen. Deze leiding wordt gevoed vanuit het drinkwaternet op een plaats waar de gevraagde hoeveelheid leverbaar is met een voldoende druk. Hier wordt de mogelijkheid gemaakt om bij brand een tijdelijke verbinding te maken tussen de droge blusleiding en de drinkwaterleiding. Uit de ervaring van PWN van de jaren 2006 – 2008 wordt een dergelijke droge blusleiding in

5 % van het aantal brandkranen in een nieuwbouwwijk toegepast. In de resterende 5 % wordt een lagere theoretische opbrengst geaccepteerd door de brandweer.

4.2.3 *Alternatieven voor levering bluswater*

Voor de drinkwaterbehandeling hoeft een bluswatervoorziening geen verzwaring te betekenen indien voldoende reservecapaciteit in de berging aanwezig is voor de duur van de eerste inzet (laten we zeggen 2 uur met 60 m³/uur). De secundaire bluswaterbehoefte dient dan elders gevonden te worden.

Een aantal alternatieve bronnen voor bluswater zijn mogelijk (zie ook de site van het "Nederlands Instituut Fysieke Veiligheid Nibra"

<http://www.nifv.nl/web/show/id=72297> en de bijlagen).

Waterwagena

Een waterwagen wordt vooral in buitengebieden gebruikt waar de waterbehoefte beperkt is. Inzet in een dicht bebouwde omgeving kan tot problemen leiden in verband met de noodzakelijke opstelplaats en manoeuvreerruimte.

Oppervlaktewater

In De Draai is op grote schaal oppervlaktewater aanwezig. Door de brandweer wordt oppervlaktewater niet geschikt geacht voor de eerste inzet. De bezwaren hiertegen zijn:

- Slechte bereikbaarheid, rietkragen, moerasoevera, geringe diepte, vervuild met grote hoeveelheden dood blad;
- Onvoldoende zekerheid over aanvoer van de vereiste volumestroom;
- Niet bruikbaar bij een ijsslaag van meer dan 0,1 m.

Bluswaterriolen

Bij aanleg van een gescheiden stelsel voor riolering in de uitbreiding kan het hemelwaterriool gebruikt worden als bluswaterriool. Dit riool moet dan volledig onder de oppervlaktewaterstand aangelegd worden en uitgerust worden met onttrekkingsputten voor bluswater. De riolen moeten de bluswatervraag kunnen leveren en dienen dan ook hierop gedimensioneerd te worden. Over het algemeen betekent dit op de uitlopers van het hemelwaterriool een overdimensionering. De putten dienen groot genoeg te zijn om droogpompen in de eerste momenten van de pompinzet door de brandweer te voorkomen. Een bluswaterriool vraagt extra onderhoud om de werking bij brand te garanderen. In verband met de extra veiligheidseisen door de aanwezigheid van een gastransportleiding is voor de wijk De Draai gekozen voor een apart bluswaterriool.

Geboorde putten

Geboorde putten worden uitgevoerd als gesloten put (met onderwaterpomp) of als open put. Inzet van geboorde putten is vooral voor de hand liggend als er grote hoeveelheden (meer dan 60 m³/uur) gevraagd worden op plaatsen waar andere bronnen als drinkwaterleiding en oppervlaktewater de gevraagde hoeveelheden niet kunnen leveren. Geboorde putten zijn niet overal toepasbaar. De geologie van het gebied en de aanwezige watervoerende pakketten spelen hierbij een belangrijke rol.

Bluswaternet onder druk gevoed vanuit oppervlaktewater

Bluswaterlevering uit een bluswaternet komt sterk overeen met de levering vanuit een drinkwaternet. Er is een leidingnet nodig dat voor de lay-out en de dimensionering sterk overeenkomt met het drinkwaternet. De voeding kan plaatsvinden vanuit het oppervlaktewater. De aanwezigheid van een extra net dat permanent onder druk staat brengt een risico met zich mee. Er kunnen aansluitingen en verbindingen gemaakt worden met drinkwaterleidingen. De capaciteit van een bluswaternet is vrij te kiezen en kan dus groot zijn ($> 60 \text{ m}^3/\text{uur}$).

Droge bluswaterleiding gevoed vanuit het drinkwaterleidingnet

Voor de plaatsen waar de bluswatervraag niet geleverd kan worden vanuit het reguliere drinkwaternet bestaat de mogelijkheid om een droge bluswaterleiding aan te leggen die via een brandkraan gevoed wordt uit het drinkwaternet (zie figuur 4.2). Door een juiste diameterkeuze te maken voor de droge bluswaterleiding en de aansluitplaats is een levering van $30 \text{ m}^3/\text{uur}$ geen probleem.



Figuur 4.2 Tijdelijke verbinding tussen de brandkraan op het distributienet en de droge bluswaterleiding (foto Kiwa Water Research)

Additieven

Het toevoegen van additieven aan bluswater om op deze wijze een betere bluscapaciteit te verkrijgen met een gelijke of mindere hoeveelheid bluswater is een uitgangspunt van de plaatselijke brandweer.

Bluswaterbassins

Gezien de hoeveelheid oppervlaktewater in de uitbreidingswijk is de aanleg van aparte bluswaterbassins hier niet aan de orde, omdat voldoende oppervlaktewater beschikbaar is.

4.2.4 *Afweging*

Er zijn diverse alternatieven beschikbaar voor levering van bluswater.

Voor deze alternatieven hebben we in tabel 4.1 een inschatting gegeven van de geschiktheid voor eerste en tweede inzet. Het gebruik van een alternatieve bluswaterbron (anders dan het drinkwaternet) heeft als voordeel dat hiermee het besmettingsgevaar via brandkranen op het drinkwaternet wordt voorkomen.

Tabel 4.1 *Vergelijking mogelijkheden voor levering bluswater*

Bron bluswater	Eerste inzet	Tweede inzet	Extra kosten ten behoeve van bluswatervoorziening	Beoordeling
Drinkwaternet zonder diameter aanpassingen	Ja, 90% dekking	Beperkt, alleen de grotere diameters	extra berging, brandkranen	+++
Waterwagen	Ja, beperkt	Nee	Inpassen in aanvalsplannen brandweer	-
Oppervlaktewater	Ja, alleen bij korte afstanden	Ja	nee	++
Bluswaterriolen	ja	ja, indien hierop gedimensioneerd	groot	+
Geboorde putten	ja	ja	groot	+
Bluswaternet gevoed uit oppervlaktewater	ja	ja, indien hierop gedimensioneerd	groot	+
Droge bluswaterleidingen gevoed uit drinkwaternet	ja	Beperkt, alleen als de drinkwaterleiding hierop gedimensioneerd is	beperkt	++
Additieven	ja	nee	Inpassen in aanvalsplannen brandweer	?
Bluswaterbassins	Ja, alleen bij korte afstanden	Indien voldoende groot gedimensioneerd	beperkt	+

5 Gebruik van regenwater

5.1 Nederlands beleid en regenwater

5.1.1 *De waterketen*

In de Toekomstagenda Milieu uit 2006 wordt het belang van een doelmatige waterketen nog eens onderstreept. Acties zijn geformuleerd op het gebied van benchmarking, efficiënt omgaan met regenwater, informatie voor de burger en het in beeld brengen van een doelmatigheidsverbetering in de waterketen. Voor de uitwerking van 'efficiënt omgaan met regenwater' is in verschillende Rijksnota's (Nota anders omgaan met water, Waterbeleid 21e eeuw) beleid ten aanzien van het omgaan met regenwater opgenomen, met als hoofdlijn:

- zo veel mogelijk beperken van verontreiniging van het regenwater;
- beperken van het aantal overstorten door aanpassingen aan rioolstelsel en door afkoppelen;
- uitgaan van "vasthouden-bergen-afvoeren".

De lijn is dat de daadwerkelijke keuze voor de wijze van omgaan met regenwater en het tijdpad op lokaal niveau plaatsvindt. De lokale situatie is uiteindelijk bepalend voor de vraag welke wijze van omgaan met regenwater het meest doelmatig is. Duurzaam omgaan met regenwater is dan het uitgangspunt. Er kan dan gedacht worden aan opvang van regenwater.

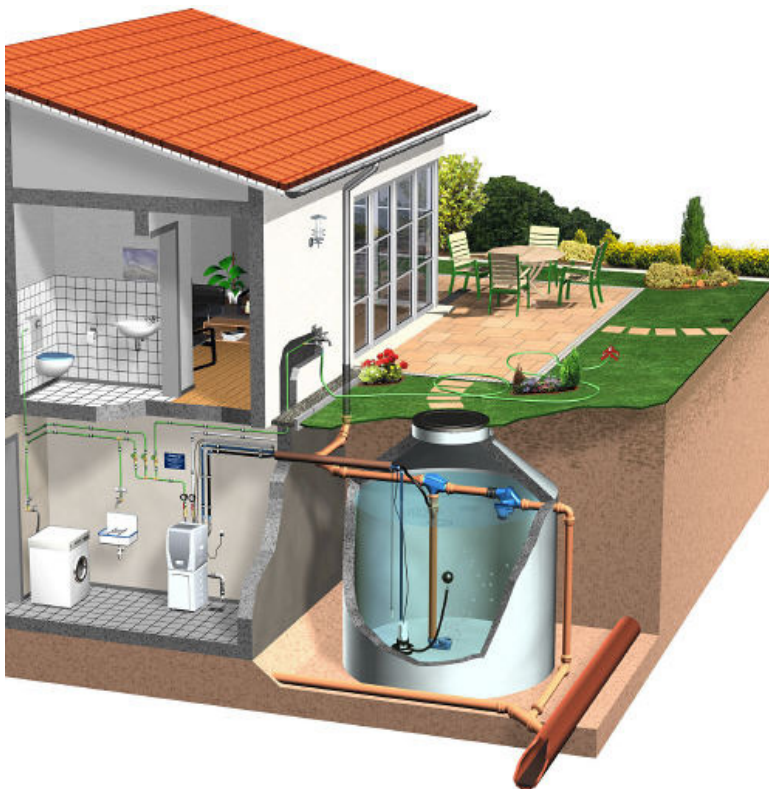
5.1.2 *Regenwater als huishoudwater*

Vanuit het Rijk kan geen stimuleringsbeleid verwacht worden voor gebruik van regenwater als huishoudwater. In de jaren 2000-2002 is uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de kansen en risico's van gebruik van huishoudwater. Op basis van de resultaten heeft in 2003 de minister van VROM een 'beleidsstandpunt toepassing huishoudwater' bepaald en aan de Tweede Kamer gestuurd (26 484, nr 9). De twee meest opvallende conclusies van dit onderzoek waren:

- De milieubelasting van de levering van drinkwater is, in vergelijking met allerlei andere normaal geaccepteerde activiteiten, uiterst gering. Milieuwinst door de introductie van huishoudwater is marginaal.
- Om een gelijke mate van bescherming van de volksgezondheid te behouden als bij het gebruik van drinkwater mag de kwaliteit van huishoudwater voor de microbiologische parameters maar weinig verschillen van die voor drinkwater. Als gevolg hiervan wordt het prijsverschil vrijwel nihil.

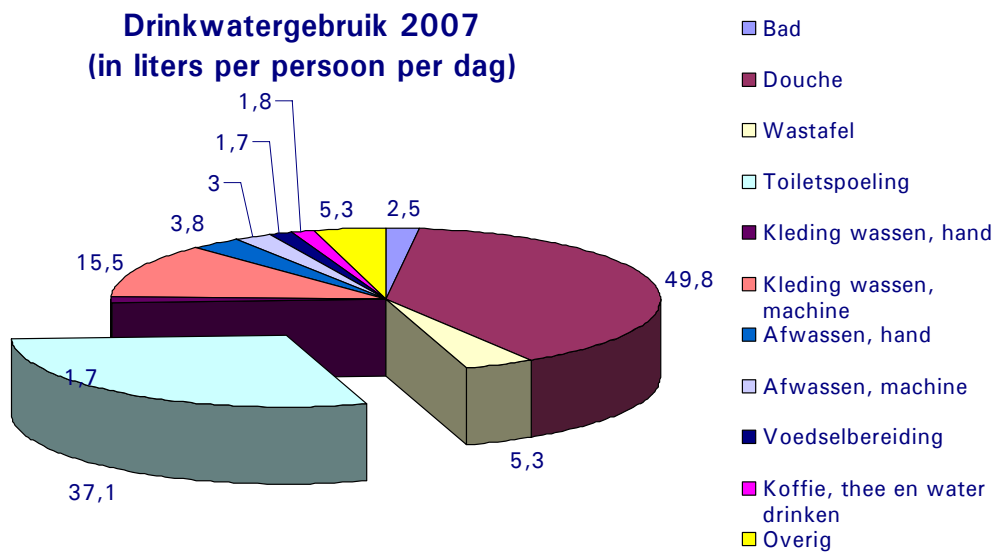
Op grond van deze conclusies is er voor gekozen om restrictief beleid voor de inzet van huishoudwater te formuleren: drinkwaterbedrijven mogen alleen met toestemming van de minister huishoudwater leveren en levering via collectieve systemen wordt aan regels gebonden.

Toch kan op lokaal/regionaal niveau een afweging gemaakt worden om huishoudwater te realiseren via de opvang en toepassing van regenwater. Deze afwegingen vinden dan plaats in het breder kader van 'Anders omgaan met hemelwater'. Hierbij komt de gehele stedelijke wateropgave aan de orde waarbij het streven naar een duurzame situatie met betrekking tot hemelwater, oppervlaktewater en grondwater uitgangspunt dient te zijn. Voor gebruik van regenwater in het huishouden komen dan in aanmerking, de buitenkraan, het (machinaal) wassen van kleding en het spoelen van het toilet. De markt speelt hierop in door het aanbieden van regenwater opvangsystemen (zie bijvoorbeeld figuur 5.1)



Figuur 5.1 Mogelijkheden voor huishoudelijke toepassing regenwater

Het beleidsstandpunt is duidelijk over het gebruik van oppervlaktewater als bron voor huishoudwater. Dit is alleen toegestaan voor toiletspoeling. Figuur 5.2 geeft een overzicht van het drinkwatergebruik in Nederland (TNS NIPO, 2008). Het totale watergebruik in Nederland wordt geschat op 127,5 liter per persoon per dag. Door toepassing van regenwater als aanvullende bron zouden huishoudens fors op het drinkwatergebruik kunnen besparen indien dit (alleen) voor toiletspoeling zou worden gebruikt (maximaal 29 % besparing is mogelijk indien alle toiletten worden aangesloten op een alternatief regenwaternet). Ervaringen met een dergelijk systeem in Nederland zijn in opdracht van VROM beschreven door Kiwa Water Research (2003).



Figuur 5.2 Overzicht drinkwatergebruik in Nederland (gegevens TNS NIPO, 2008)

5.1.3 Drinkwaterwet

Op dit moment wordt gewerkt aan de Drinkwaterwet. De wet komt in de plaats van de huidige Waterleidingwet. De Drinkwaterwet omvat regels en kaders voor een duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening. Daarbij staan een hoge kwaliteit van het drinkwater en de leveringszekerheid ook in crisissituaties) voorop.

In de nieuwe Drinkwaterwet valt huishoudwater onder de term drinkwater. Drinkwater is als volgt gedefinieerd: 'water bestemd of mede bestemd om te drinken, te koken of voedsel te bereiden dan wel andere huishoudelijke doeleinden, met uitzondering van warm tapwater, dat door middel van leidingen ter beschikking wordt gesteld aan consumenten of andere afnemers'.

Volgens de Drinkwaterwet heeft de eigenaar van een drinkwaterbedrijf de plicht drinkwater te leveren dat voldoet aan bepaalde eisen. Huishoudwater, niet geleverd door drinkwaterbedrijf, hoeft niet aan dezelfde eisen te voldoen. Zoals al gemeld in hoofdstuk 5.1.2 wordt voor gebruik van huishoudwater geen landelijk stimuleringsbeleid gevoerd. Bij nieuwbouwprojecten is op zich de kans kleiner op 'wanverbanden' dit wil zeggen een verbinding tussen leidingwater en huishoudwater.

5.1.4 Gezondheidsrisico's van gebruik regenwater

Het RIVM heeft onderzoek gedaan naar de gezondheidsrisico's van het gebruik van regenwater als huishoudwater. De microbiologische kwaliteit van het opgevangen regenwater is op drie Nederlandse locaties onderzocht, alle kantoor complexen. Op de onderzochte locaties wordt ook daadwerkelijk opgevangen regenwater toegepast voor toiletspoeling, schoonmaak of het begieten van planten. De meting zijn getoetst aan de eisen die aan drinkwater worden gesteld. Gezien opgevangen regenwater niet gebruikt wordt voor consumptie maar als huishoudwater, kan de toetsing beschouwd worden als een worst case scenario voor de kwaliteit.

Uit het inventariserende onderzoek (RIVM, 2005) blijkt dat per locaties 96 tot 100 % van de onderzochte monsters fecaal verontreinigd was. Regenwater is aanvankelijk onbesmet, besmetting treedt op bij afstroming en tijdens opslag in de reservoirs. Regenwater kan afstromen over daken met vogelfeces of kleine dieren zoals vogels of ratten kunnen in het reservoir terecht komen en verdrinken. De risico's van deze vervuilingen voor de gezondheid is door het RIVM ook in kaart gebracht (RIVM 2007). Regenwater opgevangen in de onderzochte reservoirs was fecaal verontreinigd.

Dit onderzoek laat zien dat weersomstandigheden de mate van fecale verontreiniging beïnvloeden. Een hoge neerslagintensiteit na een periode van droogte veroorzaakt inspoeling van verontreiniging en een stijging van het aantal bacteriën in het water in de reservoirs.

Blootstelling aan de hoge aantallen *Campylobacter* kan plaatsvinden door inslikken van druppels via aerosolen die bij toiletspoeling ontstaan of door aanraken van besmette oppervlakken (RIVM, 2007). Het RIVM stelt dat het aannemelijk is dat het inslikken van 4 µl spoelwater per jaar bij toilet bezoek kan plaatsvinden. Hiermee is een overschrijding van het in het Waterleidingbesluit gestelde infectierisico 1 per 10.000 personen denkbaar. Andere pathogenen werden nauwelijks in de reservoirs aangetroffen (RIVM, 2007). *Legionella* werd slechts in één reservoir aangetroffen en *Vibrio* en *Salmonella* werden zowel in 2005 als 2006 in geen van de reservoirs aangetroffen. Er wordt wel gesteld dat aanvullend onderzoek nodig is om de afwezigheid van deze pathogenen te bevestigen. Zo kan het bijvoorbeeld dat pathogenen wel aanwezig waren maar met de toegepaste methoden niet aangetoond kunnen worden.

5.2 Regenwater gebruik in Vlaanderen

5.2.1 De Vlaamse regelgeving

In Vlaanderen en in Nederland vertoont de drinkwatervraag sinds 1990 op jaarbasis een stagnerende trend. Het dagelijkse verbruik in Nederland is hoger dan dat in Vlaanderen. In Nederland verbruikt een persoon gemiddeld 127,5 liter per dag (TNS NIPO, 2008), terwijl dat in Vlaanderen is geschat op 115 liter per persoon per dag (pers. comm. D. de Smet, Vlaamse Milieu-maatschappij VMM). De mogelijke reden van het verschil is het ingeburgerde gebruik van regenwater in Vlaanderen. Daarnaast wordt in Vlaanderen zuinig water gebruik gestimuleerd door het verbruik te koppelen aan de milieuheffing.

In Vlaanderen wordt gebruik van regenwater vanuit de rijksoverheid gestimuleerd. Sterker nog, sinds 1999 is bij nieuwbouw of renovatie van eengezinswoningen de aanleg van een regenwaterinstallatie wettelijk verplicht. Verschillende gemeentes verstrekken subsidies voor de aanleg van regenputten. In wervende brochures van provincies en gemeenten wordt vermeld dat de kosten na ongeveer 10 jaar afgeschreven zijn en dat daarna wassen en spoelen met regenwater gratis is. Daarnaast wordt ook gewezen op de winst voor het milieu en het reduceren van de wateroverlast. Ook in andere landen vindt op grote schaal gebruik van regenwater plaats (Kiwa Water Research, 2003).

In Vlaanderen is het verplicht om bij nieuwbouw en grote verbouwingen een regenwaterput te plaatsen voor daken groter dan 75 m². Daarbij moet er minstens 1 toilet of 1 wasmachine of een (buiten)kraantje hierop aangesloten worden. Er moet een pomp zijn en een overloop. Deze verplichting geldt ook voor uitbreidingen van meer dan 50 m². Het volledige dak moet in de put afwateren. De grootte van de put moet berekend worden als functie van de horizontale oppervlakte van het dak.

Over het gebruik van regenwater stelt de Vlaamse wetgeving geen eisen, maar de overheid adviseert wel. Burgers wordt aangeraden geen regenwater te gebruiken in de keuken of voor het douchen. De enige wettelijk eis is dat er geen verbinding mag zijn tussen het drinkwaternet en de leiding van het regenwater. De controle wordt uitgevoerd door de waterleidingbedrijven, meestal bij oplevering van de bouw. Het waterleidingbedrijf is niet betrokken bij de verkoop van regenwatersystemen. De aanschaf en aanleg van regenwatersystemen wordt aan de markt overgelaten.

5.2.2 *Kosten en baten van een regenwaterput*

De belangrijkste kosten van een regenwatersysteem zijn die voor de put, de filters de pomp en de leidingen. De prijs is afhankelijk van het volume van het op te vangen water en van het materiaal. De prijs van een betonnen put bedraagt circa 375 euro exclusief plaatsen en BTW. Kunststof tanks zijn ongeveer twee keer zo duur. Een zelfreinigend filter en een pomp kosten ook elk circa 375 euro (excl. BTW). De kosten voor leidingen en toebehoren zijn sterk afhankelijk van het aantal benodigde werkuren. In nieuwbouw is dit wat eenvoudiger dan in bestaande bouw en zijn de kosten voor een dubbele waterleiding lager. De totale kostprijs voor een volledige regenwaterinstallatie schommelt tussen de 1.250 en 2.500 euro.

Het opvangen en gebruiken van regenwater levert voor de Vlaamse burger een lagere waterrekening op. Indien de helft regenwater gebruik is, dan bespaart een gemiddeld gezin met 4 personen 118 euro op de jaarlijkse rekening. Ook krijgt de gebruiker van regenwater een vermindering van de milieuheffing omdat de Vlaamse milieuheffing gerelateerd is aan het drinkwaterverbruik. Voor een gezin van 4 personen zou dat nog eens 56 euro per jaar schelen. Andere besparingen zijn het verminderde wasmiddelgebruik, geen noodzaak meer om wasverzachter te gebruiken en geen kalkaanslag in wasmachine. Anderzijds zal de pomp elektriciteit verbruiken, geraamd op 25 tot 50 euro per jaar.

In Nederland ligt de gemiddelde waterprijs voor huishoudens iets hoger. Indien de helft regenwater gebruik is, bespaart een gemiddeld Nederland gezin 133 euro per jaar (uitgaande van € 1,45 per m³; gebruik van 126 L/dag; huishouden van 4 personen). De terugverdientijd van een regenwaterinstallatie bedraagt daarmee ongeveer 10 tot 20 jaar. Milieuheffingen zijn veelal niet gerelateerd aan drinkwaterverbruik dus een verdere besparing zal regenwater gebruik in Nederland niet opleveren.

5.2.3 *De praktijk van de regenwaterput*

Vanuit de Vlaamse overheden wordt veel informatie verstrekt over de aanleg en het gebruik van regenwaterputten. Voor eigenaren blijven nog veel keuzes en daarmee vragen over. Een kijkje op een forum van de "Bond Beter

Leefmilieu”, levert inzicht in de praktijk van de regenwaterput. Hieronder worden enkele opvallende zaken genoemd die op het forum gelezen zijn:

- Particulieren vangen ook afstromend regenwater van het terras op. In overheidsfolder wordt dit afgeraden wegens mogelijke vervuiling tijdens afstroming.
- Er zijn veel verschillende filters op de markt en de prijzen lopen uiteen. Op het forum wordt druk gediscussieerd over de keuze van de filters.
- Regenwater wordt ook voor de douche en vaatwasser gebruikt. Het gebruik van regenwater voor deze doeleinde wordt weliswaar door de overheid afgeraden maar is niet verboden. Het is wettelijk verplicht om de beide circuits (regenwater en drinkwater) gescheiden te houden.
- Er zijn geen berichten van gezondheidsproblemen als gevolg van regenwatergebruik in de douche of de keuken. Sterker nog, enkele gebruikers hebben het idee dat douchen met regenwater gezonder is.
- Bij eventuele gezondheidsproblemen door gebruik van regenwater in douche of keuken lijkt de gebruiker zelf verantwoordelijk te zijn.
- Het schoonmaken van de put wordt door de eigenaren zelf gedaan, meestal éénmaal per jaar. Bij deze schoonmaak worden soms dode vogels in de put aangetroffen. Op het forum wordt gediscussieerd over een efficiënte manier van schoonmaken.
- In droge periode kan een regenwaterput leeg raken. Op het forum worden oplossingen aangedragen zoals; aanschaf van een (dure) ‘rainmanager’ die regelt dat bij leegstand automatisch overschakelt, wordt op leidingwater, een reservoir op het dak aanleggen als reserve om bij te vullen, of aanvullen met leidingwater. Het massaal bijvullen van reservoirs met leidingwater gedurende droge en hete zomers heeft in het verleden wel tot problemen met de levering geleid.

5.3 Voorlopige conclusies

In Nederland wordt kritisch aangekeken tegen het gebruik van regenwater als huishoudwater. De microbiologische risico's worden in Nederland als hoog geschat en overschrijden de normen die gesteld worden aan drinkwater. De benodigde zuivering maakt het gebruik van regenwater als huishoudwater weer te duur. Toepassingen in Nederland zijn voornamelijk kantoorgebouwen. In Vlaanderen is de houding veel positiever en is het gebruik van regenwater als huishoudwater door particulieren al veel meer ingeburgerd.

Uit de vergelijking tussen Vlaanderen en Nederland kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Risico op ‘wanverbingen’ is aanwezig. In Vlaanderen wordt inderdaad regenwater ook voor het douchen en in de keuken gebruikt.
- Toezicht op goed gebruik van regenwater in huishoudens is lastig uitvoerbaar. Bij nieuwbouw of na grote renovatie zou bij oplevering controle plaats kunnen vinden. Het probleem is echter dat particulieren daarna in het eigen huis het gebruik van huishoudwater eenvoudig kunnen uitbreiden.
- De toepassing in Vlaanderen leert wel dat regenwater gebruik inderdaad lager gemiddeld gebruik oplevert. Voor de Vlaamse consument levert het een lagere waterrekening en een verlaging van de milieuheffing.

- Gebruikers in Vlaanderen zijn enthousiast en hebben het idee goed bezig te zijn voor het milieu en hun portemonnee.
- Gebruiker heeft veel verantwoordelijkheden; het systeem is voor een hobbyist eenvoudig aan te passen en de gebruiker introduceert, daarmee (grotendeels onwetend) een gezondheidsrisico.
- De ingeschatte gezondheidsrisico's door het RIVM zijn gebaseerd op een worst case scenario en op metingen in kantoorcomplexen. Hierdoor kan het zijn dat een potentieel goed regenwatersysteem met te veel voorzichtigheid wordt benaderd.
- In droge periodes worden regenreservoirs bijgevuld en dit kan weer een capaciteitsprobleem opleveren voor de levering van leidingwater.

Het Vlaamse waterleidingbedrijf Pidpa heeft een 9-puntenplan opgesteld in verband met het gebruik van regenwater

(<http://www.pidpa.be/nl/waterkwaliteit/9puntenplan.htm>).

1. Met het oog op de volksgezondheid stelt uw drinkwatermaatschappij op de eerste plaats het duurzaam gebruik van haar drinkwater voorop. Dat water beantwoordt aan alle vereiste criteria. Met water van andere herkomst moet men steeds voorzichtig omspringen!
2. Indien men water hergebruikt, gaat onze voorkeur uit naar grootschalige toepassingen zoals:
 - het aanvullen van grondwaterreserves door infiltratie;
 - het vullen van blusreservoirs.
3. Bij hergebruik van water in een nieuwe woning is uw waterbedrijf er voorstander van om het beheer door het waterleidingbedrijf mogelijk te maken door groepering.
4. Het gebruik van regenwater voor persoonlijke hygiëne en voeding is uitgesloten.
5. Regenwater mag in individuele woningen enkel gebruikt worden voor de volgende toepassingen, in volgorde van wenselijkheid:
 - infiltratie ter aanvulling van het grondwater (aanbevolen);
 - toiletspoeling;
 - wasmachines;
 - buitenkranen (niet voor persoonlijke hygiëne of consumptie!)
6. Omdat er een risico bestaat van vermenging van water van verschillende oorsprong, is het aanwenden van regenwater in woningen slechts mogelijk via een installatie door uw drinkwatermaatschappij gecontroleerd (controle op het stuk van kruisverbindingen).
7. Vermits er momenteel onvoldoende informatie over het gebruik van regenwater voorhanden is, dringt verder onderzoek op het vlak van kwaliteit en de milieuvriendelijkheid zich op.
8. Rekening houdend met de verantwoordelijkheid bij verkeerd gebruik van ander water, is een juiste juridische omkadering hiervan gewenst.
9. Een goede voorlichting van de gebruiker is essentieel in het belang van de volksgezondheid.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies t.a.v. onderzoeksvragen

Vraag 1: In hoeverre kan het oppervlaktewater in de woonwijk dienen als (decentrale) bron voor het drinkwater?

Kwantiteit

Het watersysteem in De Draai is onvoldoende flexibel om zonder inlaat van boezemwater uit het Kanaal van Rustenburg-Opmeer een sluitende waterbalans te behouden in het geval onttrekking van oppervlaktewater plaatsvindt voor de productie van drinkwater.

Kwaliteit

Variatie in de samenstelling van interne bronnen (directe neerslag op het watersysteem, indirecte neerslag via afspoeling van verharde en onverharde oppervlakten, drainage en kwel) en externe bronnen (boezemwater) beïnvloedt de samenstelling van het oppervlaktewater in De Draai sterk.

Concept voor zuivering

Voor de productie van betrouwbaar drinkwater is een omvangrijke zuivering noodzakelijk. Op basis van beschikbare waterkwaliteitsgegevens en schattingen over de bijdrage van de verschillende bronnen hebben wij de volgende aandachtstoffen voor de productie van drinkwater uit oppervlaktewater in De Draai benoemd:

- Interne bronnen: pathogenen en virussen, algen, cyanobacteriën, organisch materiaal, chloride, sulfaat, ammonium, bestrijdingsmiddelen.
- Externe bronnen: algen, chloride, sulfaat, bestrijdingsmiddelen, diverse polaire organische microverontreinigingen.

Het voorgestelde zuiveringsschema bestaat uit:

microzeven - coagulatie - flocculatie - flotatie - dubbele snelfiltratie - nanofiltratie - marmerfiltratie - UV desinfectie

Gebrek aan meetgegevens over de waterkwaliteit van de verschillende bronnen (vooral wat betreft polaire organische microverontreinigingen) beperkt echter onze inschatting of het voorgestelde zuiveringsscenario voldoende robuust is om in De Draai decentraal betrouwbaar drinkwater te kunnen produceren.

Vraag 2: In hoeverre kan bij de inrichting van de woonwijk gekeken worden naar de mogelijkheden voor een drinkwaternet dat niet gebruikt wordt voor de brandweer (wijk zonder brandkranen)?

Er zijn diverse alternatieven beschikbaar voor levering van bluswater. Het gebruik van een alternatieve bluswaterbron (anders dan het drinkwaternet) heeft als voordeel dat hiermee het besmettingsgevaar via brandkranen op het drinkwaternet wordt voorkomen.

Vraag 3: Wat zijn de risico's voor de kwantiteit en kwaliteit bij decentrale levering van drinkwater?

Grootste zorgpunt bij decentrale levering van drinkwater is de leveringszekerheid. Een storing in de zuivering levert bij een decentraal concept al snel een probleem op voor de levering van drinkwater. Onze inschatting is dan ook dat het aantal ondermaatse leveringsminuten bij decentrale levering van drinkwater aanzienlijk hoger liggen dan bij gebruikelijke centrale drinkwaterproductie.

De installatie is zo ontworpen dat deze continu moet kunnen draaien (specifiek door de aanwezigheid van een flotatiestap). Dit vraagt een intelligente regeling van de zuivering, waarbij bijvoorbeeld moet worden voorkomen dat de reinwaterberging geheel gevuld raakt.

Naast de directe risico's voor de levering van betrouwbaar drinkwater zijn ook andere risico's van belang. Dit betreft:

- Veiligheidsrisico's (en geluidsrisico's) door aanvoer en afvoer van chemicaliën naar en van de zuiveringsinstallatie;
- Lozing van membraanconcentraat en het afvoeren en/of verwerken van spoelwater van filters.
- Geluidsoverlast door pompen en een compressorunit waarmee de lucht voor de flotatiestap onder druk wordt gebracht.

Vraag 4: In hoeverre kan gebruik van opgevangen regenwater op huishoudniveau leiden tot reductie van het drinkwatergebruik?

Het opvangen en gebruik van regenwater (van het dak) leidt tot een aanzienlijke besparing op het drinkwatergebruik indien dit water (na een simpele zuivering) wordt gebruikt in het huishouden. Berekeningen laten zien dat een besparing van 11% in een zeer droog jaar tot 26% in een nat jaar mogelijk is indien dit water wordt gebruikt voor toiletspoeling. Hoewel levering van collectieve systemen in Nederland aan regels is gebonden, kan op individueel niveau huishoudwater worden gerealiseerd via opvang en toepassing van regenwater (als onderdeel van de stedelijke wateropgave). Het is wettelijk verplicht om het regenwater- en drinkwatercircuit gescheiden te houden.

Er zijn diverse risico's verbonden aan het gebruik van regenwater in het huishouden. De belangrijkste zijn:

- Aanleggen van 'wanverbanden'; het systeem is voor een hobbyist eenvoudig aan te passen en de gebruiker introduceert, daarmee (grotendeels onwetend) een gezondheidsrisico.
- Onvoldoende toezicht op verkeerd gebruik van regenwater in huishoudens;
- Het opvangen van (extra vervuild) regenwater van het terras;
- Slechte filters;
- Onduidelijkheid over schoonmaken van de regenwateropvang;
- Capaciteitsprobleem voor de levering van leidingwater indien tijdens droge periodes regenwateropvangsystemen massaal worden bijgevuld.

6.2 Conclusies

Op basis van deze studie heeft een afweging tussen de drie scenario's plaatsgevonden met als doel in beeld te brengen in hoeverre het lokale oppervlaktewater in een woonwijk kan dienen als bron voor de productie van drinkwater. Decentrale productie is op dit moment nog geen betrouwbaar alternatief voor de conventionele levering via grootschalige netten is. De belangrijkste redenen hiervoor zijn de lage flexibiliteit van het lokale oppervlaktewatersysteem, de grote gevoeligheid van het watersysteem door de korte afstand verontreinigingbron tot onttrekkingpunt, en de robuustheid van het (uitgebreide) zuiveringsconcept om alle aanwezige verontreinigingen te kunnen verwijderen. Conventionele levering van drinkwater in combinatie met gebruik van regenwater in individuele huishoudens beschouwen wij als een kansrijke mogelijkheid voor duurzame drinkwatervoorziening (dus scenario 1 + gebruik regenwater).

Tabel 4 Afweging scenario's

	Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
	Conventionele levering	Decentrale productie	Decentrale productie + gebruik regenwater
Bronnen:			
Kwaliteit	+	--	--
Kwantiteit	++	+	+
Zuivering en distributie:			
Robuustheid	++	-	-
Leveringszekerheid	++	--	-
Kosten	0	- (-)	- (-)
Veiligheidsrisico's	Nvt	-	-
Geluidsoverlast	Nvt	-	-
Gebruik regenwater:			
Besparing op watervraag	Nvt	nvt	+
Risico's	Nvt	nvt	-
Local resources utilization	--	++	++
Waterketen-watersysteem			
Sluiten waterketen	-	0/+	0/+
Bewustwording burger	-	0	+

++ zeer positief, + positief; 0 normaal; - negatief; -- zeer negatief

6.3 Aanbevelingen

Drinkwater onderdeel van de waterketen:

- Een afweging van decentrale productie van drinkwater ten opzichte van conventionele levering zou rekening dienen te houden met de gevolgen voor de gehele waterketen en watersysteem. Mogelijke extra kosten voor levering van drinkwater zouden afgewogen kunnen worden tegen bijvoorbeeld lagere rioollasten.

Stimuleren gebruik van regenwater in het huishouden:

- Aanbevolen wordt gebruik van regenwater op huishoudniveau te organiseren en niet via grootschalige netten, periodiek te controleren op 'wanverbanden' (niet alleen bij oplevering), en samen met het drinkwaterbedrijf richtlijnen op te stellen voor aanleg en onderhoud.
- Experimenteel zijn er kansen in de wijk om gebruik van regenwater te op kleine schaal toetsen. Een belangrijke doelstelling hierbij zal onder andere zijn hoe groot het effect van gebruik is op de drinkwatervraag. Verder kan zo ervaring worden opgedaan met verantwoordelijkheden (gebruiker, gemeente, waterleidingbedrijf) en eventuele problemen.

7 Referenties

CBS (2005) <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/historische-reeksen/nieuws/default.htm>

CIRIA (2004) Sustainable drainage systems: Hydraulic, structural and water quality advice

Graaf, R.E. de, Ee, G. van, Winckel, L.C.E. van de, Wijk, G. van & Miltenburg, I.J. (2006) De Draai Heerhugowaard. Verkenning Technische en financiële haalbaarheid watersysteem als energieleverancier. P1002.2006.5

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2008, schriftelijke communicatie, dd 20-2-2008

Karres & Brands (2006) Ruimtelijk programma De Draai Heerhugowaard.

Karres & Brands (2008) Persoonlijke schriftelijke communicatie, dd 23-1-2008

Kiwa Water Research (2003) Quick scan collectieve regenwatersystemen. Kiwa rapport KWR 03.042.

Kiwa Water Research (2004) Inventarisatie regenwatersystemen buiten Nederland. Kiwa rapport KWR 04.005.

Kiwa Water Research (2006) Flexwater; inventarisatie van bronnen, berging, zuivering en infrastructuur. Kiwa rapport BTO 2006.036.

Landphair, H.C. (2001) Cost to performance analysis of selected stormwater quality best management practices. IN: Proceedings of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation, Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC: pp. 331-344

Nelen & Schuurmans (2006) Optimaliseren Waterinrichting De Draai, Dossier: H0029

Pecher, R. (1969) The runoff coefficient and its dependance on rain duration, Berichte Int. Wasserwirtschaft und gesundheitsingenieurswesen, NO 2, TU Munich.

RIVM (2002) Kwaliteit van grond- en oppervlaktewater in het project telen met de toekomst.

RIVM (2005) De microbiologische kwaliteit van hemelwater toegepast voor toiletspoeling, schoonmaken en tuinsproeien; Inventariserend onderzoek 2005. RIVM rapport 703719009/2005.

RIVM (2007) De invloed van weersomstandigheden op de microbiologische kwaliteit van hemelwater toegepast voor toiletspoeling en schoonmaken. RIVM rapport 703719017/2007.

RIVM (2008) <http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/databases/>, bezocht 19-2-2008

STOWA (2007a) Achtergrondrapport Database Regenwater, rapportnummer 2007-W09 ISBN 978.90.5773.378.9

STOWA (2007b) Zuiverende voorzieningen regenwater. Rapportnummer 2007-20 ISBN 978.90.5773.369.7

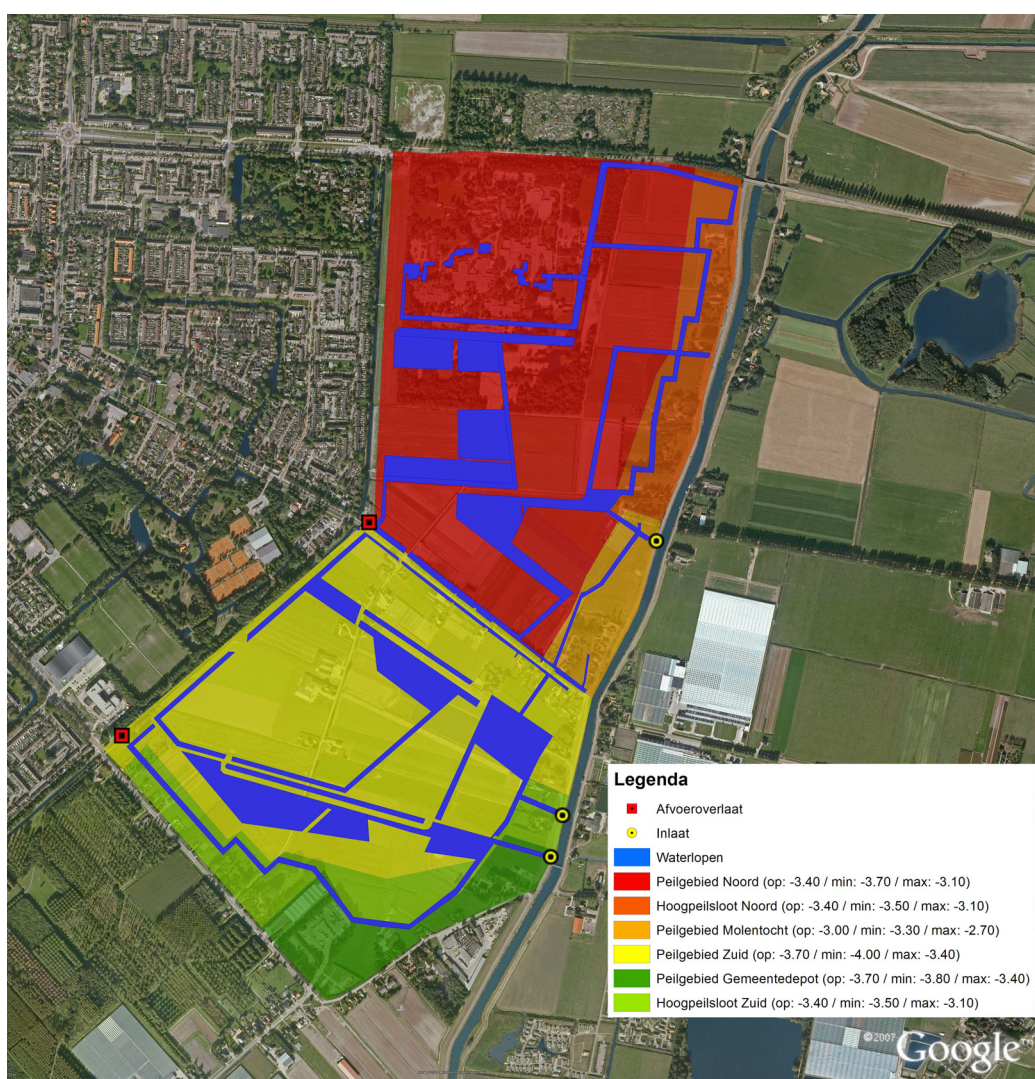
TNS NIPO (2008) Watergebruik thuis 2007. Rapport C6026.

Ven, F H M van de & Voortman, B R (1985) De waterbalans van een stedelijk gebied; ervaringen in twee meetgebieden in Lelystad, H₂O 18(1985)8, pp 170 - 176

Wong, T. (2007) To build a Water Sensitive City: some guiding principles. Presentation for symposium the Australian Water Challenge 20 June 2007, Delft

I Beschrijving Plangebied De Draai

Het plangebied De Draai in Heerhugowaard zal ruimte gaan bieden aan ongeveer 2800 woningen. Binnen het plangebied onderscheiden we verhard oppervlak, onverhard oppervlak en open water. Het geplande oppervlaktewatersysteem van De Draai zal bestaan uit plassen die onderling door sloten worden verbonden (zie figuur 1). Het (voormalige) poldersysteem bestaat uit twee delen waarbinnen een aantal peilgebieden wordt onderscheiden (zie figuur 1; om de bestaande bebouwing in het gebied niet aan te tasten worden peilvakken met een hoger peil gehanteerd). Het totale oppervlak van het geplande watersysteem bedraagt 16,8 hectare (12 % van oppervlakte van het gebied, zie tabel 1).



Figuur 1 Plangebied De Draai met informatie over de ligging van waterlopen, inlaatpunten, afvoerlocaties en peilgebieden (informatie overgenomen uit Nelen en Schuurmans, 2006)

Tabel 1 Inrichtingsgegevens de Draai (Karres en Brands, 2008)

Inrichtingsgegevens	Oppervlakte (ha)	Oppervlakte (%)
Verhard oppervlak:	49,6	34
<i>Waarvan daken</i>	17,1	12
<i>Waarvan asfaltwegen</i>	7,1	5
<i>Waarvan klinkerbestrating</i>	25,4	17
Onverhard	78,6	54
Open Water	16,8	12
Totaal	145	100

Bodemopbouw

In een onderzoek van Tauw, Ecofys en TU Delft (Graaf et al. 2006) is de bodemopbouw ter plaatse (van belang voor grondwater-oppervlaktewater uitwisseling) van de onderzoekslocatie geschematiseerd (zie tabel 2). De deklaag bestaat uit Holoceen (kleiige, fijnzandige en veenafzettingen van de Westland Formatie). Binnen de deklaag komen getijdengeulen voor welke plaatselijk zijn ingesneden tot in het eerste watervoerend pakket. Deze geulen zijn opgevuld met fijn tot matig grof zand. In de omgeving van Heerhugowaard is de eerste scheidende laag vrijwel geheel afwezig. Hierdoor kan het eerste en tweede watervoerend pakket als één watervoerende laag worden beschouwd. Lokaal kan een relatief dunne scheidende laag aanwezig zijn. De gemiddelde maaiveldhoogte is circa NAP -2,5 m.

Tabel 2 Geschematiseerde regionale en lokale bodemopbouw

Regionaal Diepte (m -mv)	Samenstelling	Formatie	Geohydrologisch eenheid	Lokaal Diepte (m -mv)	Samenstelling
0-15 à 20	Fijn zand, klei en veen	Westland	Deklaag	0-4	Matig fijn zand en zandige klei
				4-15 à 20	Matig fijn tot matig grof zand
15 à 20 - > 120	Matig fijn tot grof zand	Twente, Kreftenhe ye, Drente, Eem, Urk, Sterksel	Eerste en tweede watervoerend pakket	15 à 20 - 35	Matig grof tot zeer grof zand
				35 - 37	Zandige klei
				37 - >60	Matig fijn tot matig grof zand

II Aannames bij berekeningen

Parameter	aanname
Neerslag	Dagwaarden De Bilt, tijdreeks 1906-2003
Evaporatie	Dagwaarden De Bilt, tijdreeks 1906-2003
<ul style="list-style-type: none"> • Open Water • Onverhard Oppervlak 	Waarden De Bilt * 1,25 Waarden De Bilt * seizoensfactoren
Interceptie (Pecher, 1969)	
<ul style="list-style-type: none"> • Daken • Asfalt • Klinkerverharding • Groen 	0,3 mm 0,2 mm 0,35 mm 0,3 mm
Afstroming	
<ul style="list-style-type: none"> • Daken (schuin) • Asfalt • Klinkerverharding 	100% na interceptie 100% na interceptie 53% na interceptie (Van de Ven, 1985)
Rioolstelsel	Volledig gescheiden
Infiltratie	
<ul style="list-style-type: none"> • Groen • Verharding 	100 % na interceptie 47% na interceptie (Van de Ven, 1985)
Watergebruik	118 lpppd (PWN, pers comm.)
<ul style="list-style-type: none"> • Seizoensfactor watergebruik • Aantal woningen • Dakoppervlak • Bezettinggraad • Aantal eengezinswoningen • Dakoppervlak • Bezettingsgraad • Volume regenwater tank 	Geen 2816 50 m ² (Karres & Brands, 2006) 2,28 inwoners per huis (CBS, 2005) 1126 (Karres & Brands, 2006) 66 m ² (Karres & Brands, 2006) 4 personen per huis 3 m ³
Oppervlaktewater (N&S, 2006)	
<ul style="list-style-type: none"> • Toelaatbare peildaling • Aanslagpeil gemaal • Capaciteit gemaal • Inlaatcapaciteit • Drooglegging 	0,3 meter t.o.v. streefpeil 0,15 m t.o.v. streefpeil 0,12 m ³ /s 0,095 m ³ /s 1,2 meter
Grondwater	
<ul style="list-style-type: none"> • Ontwateringsdiepte • Kwel • Afstand tussen drainagebuizen • Doorlatendheid K • Hooghoudt equivalent • Bergingscoëfficiënt 	0,7 meter (Nelen & Schuurmans, 2006) 0,1 mm/dag (Nelen & Schuurmans, 2006) 30 meter (Nelen & Schuurmans, 2006) 2 m/dag (op basis van bodemgegevens) 2,33 meter (op basis van bodemgegevens) 0,25 (op basis van bodemgegevens)

Grondwater-oppervlaktewater interactie wordt berekend met behulp van de wet van Darcy.

$$Q = -k * i * A$$

Waarin:

- Q= Debiet (m³/dag)
- k= Doorlatendheid (m/dag)
- i= Verhang van de energielijn
- A= Doorstroomd oppervlak (m²)

De gemiddelde verhanglijn i wordt berekend met:

$$i = \frac{(h_{ow} - \bar{h}_{gw})}{3D}$$

- h_{ow}= Oppervlaktewaterstand (m)
- h_{gw}= Gemiddelde grondwaterstand (m)
- D= Gemiddelde slootafstand (m), indien h_{ow} < streefpeil en h_{gw} < streefpeil
- D= Drainafstand (m), in overige gevallen

Het doorstroomd oppervlak wordt berekend met:

$$A = \frac{A_{pg} * (d_{eq} - f - h_{ow})}{0,5D}$$

- A_{pg}= Plangebied
- d_{eq}= Hooghoudt equivalent diepte
- f= Drooglegging

III Module regenwatergebruik

Toepassing regenwater module

Voor de inschatting van de oppervlaktewatervraag bij scenario 3 (decentrale watervoorziening, lokale drinkwaterzuivering, verminderde watervraag) is de EXCEL module 'regenwatergebruik' ontwikkeld. Deze module geeft de mogelijkheid om de hoeveelheid water (in liters en als percentage van de totale watervraag) te berekenen die effectief kan worden gebruikt in een huishouden.

Uitgangspunten voor berekening

Woningtypen

Wij hebben als uitgangspunt voor de berekening aangenomen dat het initiatief voor het gebruik van hemelwater op huishoudniveau dient te liggen.

Watervraag

PWN heeft alleen meetgegevens op jaarbasis beschikbaar. Er kan op basis van deze gegevens geen onderscheid worden gemaakt in eventuele seizoensvariatie. Voor de berekening hanteren we daarom het jaarlijkse cijfer voor de waterafname in Heerhugowaard (118 L/persoon/dag). Dit getal ligt lager dan het landelijke gemiddelde, waarschijnlijk omdat Heerhugowaard een gemeente is met veel moderne woningen met veel waterbesparende voorzieningen.

Opvangcapaciteit

De hoeveelheid regenwater die effectief kan worden opgevangen is een functie van de afvloeiingscoëfficiënt (van het dak) en het rendement van het toegepaste filter. De afvloeiingscoëfficiënt is afhankelijk van het type dak. Het Vlaamse bedrijf WILO heeft de afvloeiingscapaciteit voor verschillende daktypen bepaald. Deze is weergegeven in tabel 1. De keuze van het type dakbedekking is dus sterk bepalend voor de effectieve opvang van regenwater.

Tabel 1 Opvangcapaciteit als functie van het daktype.

Daktype	afvloeiingscoëfficiënt
Hellend dak met gras of andere beplantingen	0,25
Plat dak met grind	0,6
Plat dak met kunststof of bitumenafdekking	0,7-0,8
Plat dak met gras of andere beplantingen	0,8
Hellend dak met pannen of leien	0,75-0,95
Hellend dak met kunststof of bitumenafdekking	0,8-0,95

Regenwatertank

In België wordt door veel gemeenten en steden subsidie verstrekt voor gebruik van regenwater in het huishouden indien voldaan wordt aan eisen ten aanzien van de installatie. Deze eisen betreffen onder andere de minimale grootte van de regenwaterput als functie van de dakoppervlakte (inhoud van een regenwaterput bedraagt minstens 50 liter/m² horizontaal dakoppervlakte; zie ook hoofdstuk 5).

Voorbeeldberekeningen

Uitgangspunten

Tabel 2 geeft een overzicht van de uitgangspunten voor de voorbeeldberekeningen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met een afvloeiingscoëfficiënt van 0,9 en een filterrendement van 0,9. Dit betekent dat van elke liter regenwater $0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 \text{ L} = 0,81 \text{ L}$ effectief kan worden gebruikt in het huishouden. De factor gebruik regenwater is afgeleid in hoofdstuk 5.1.2.

Tabel 2 Overzicht uitgangspunten voorbeeldberekening

parameter	eenheid	aanname
Geprojecteerd vloeroppervlakte	m ²	60
Gemiddeld aantal personen per eengezinswoning		4
Inhoud regenwatertank	L	3000
Tankinhoud bij start berekening	L	0
Afvloeiingscoëfficiënt		0,9
Filterrendement		0,9
Watervraag	L/p/dag	118
Factor gebruik regenwater		0,29

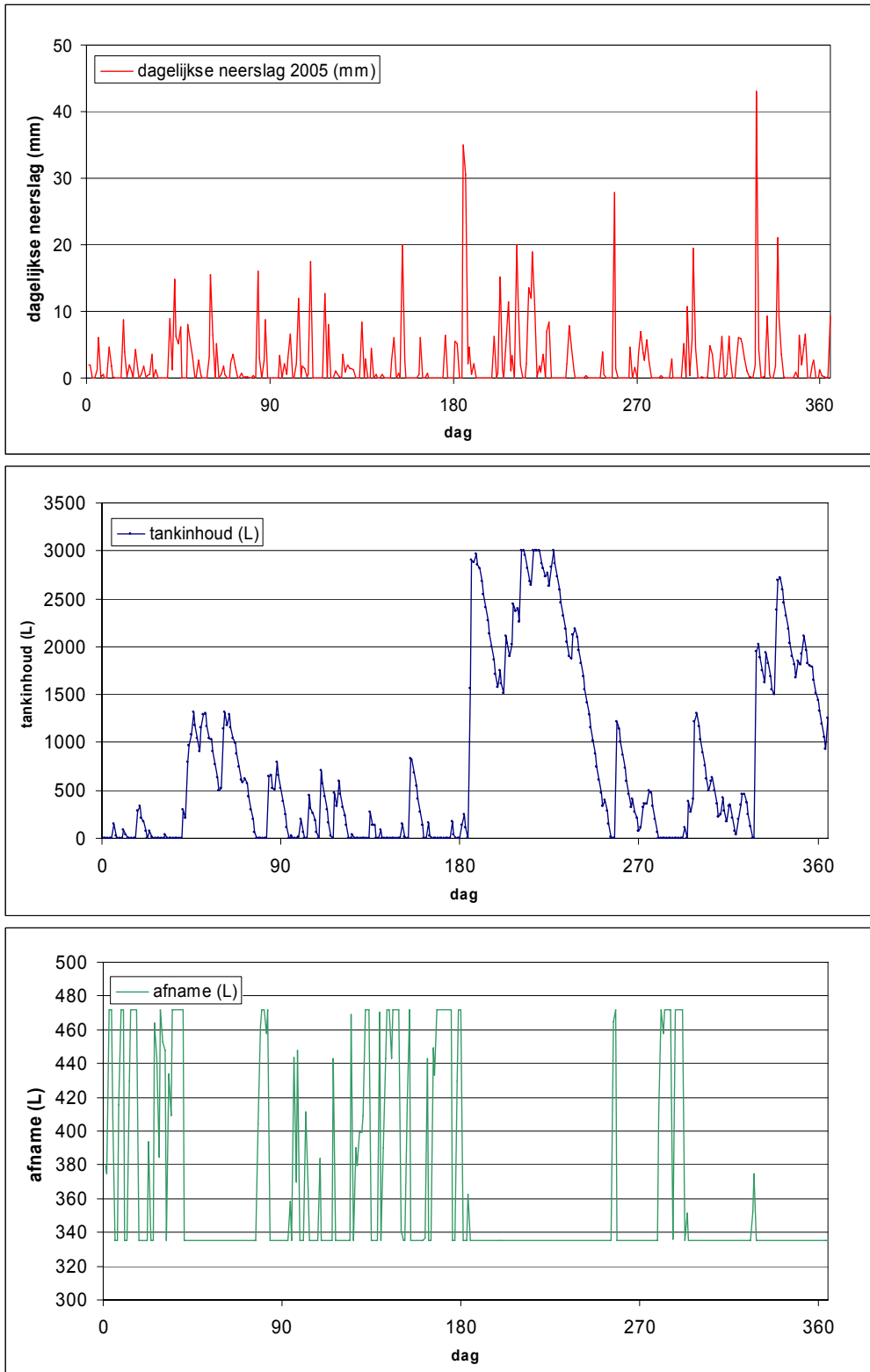
Er zijn voorberekeningen uitgevoerd voor:

- een gemiddeld jaar (gebaseerd op meteorologische gegevens van 2005; totale neerslag 890 mm bij het KNMI meetstation Hoorn);
- een droog jaar (gebaseerd op meteorologische gegevens van 2003; totale neerslag 683 mm bij het KNMI meetstation Hoorn);
- een extreem droog jaar (gebaseerd op meteorologische gegevens van 1921; totale neerslag 425 mm bij het KNMI meetstation Hoorn); en
- een nat jaar (gebaseerd op meteorologische gegevens van 1998; totale neerslag 1242 mm bij het KNMI meetstation Hoorn).

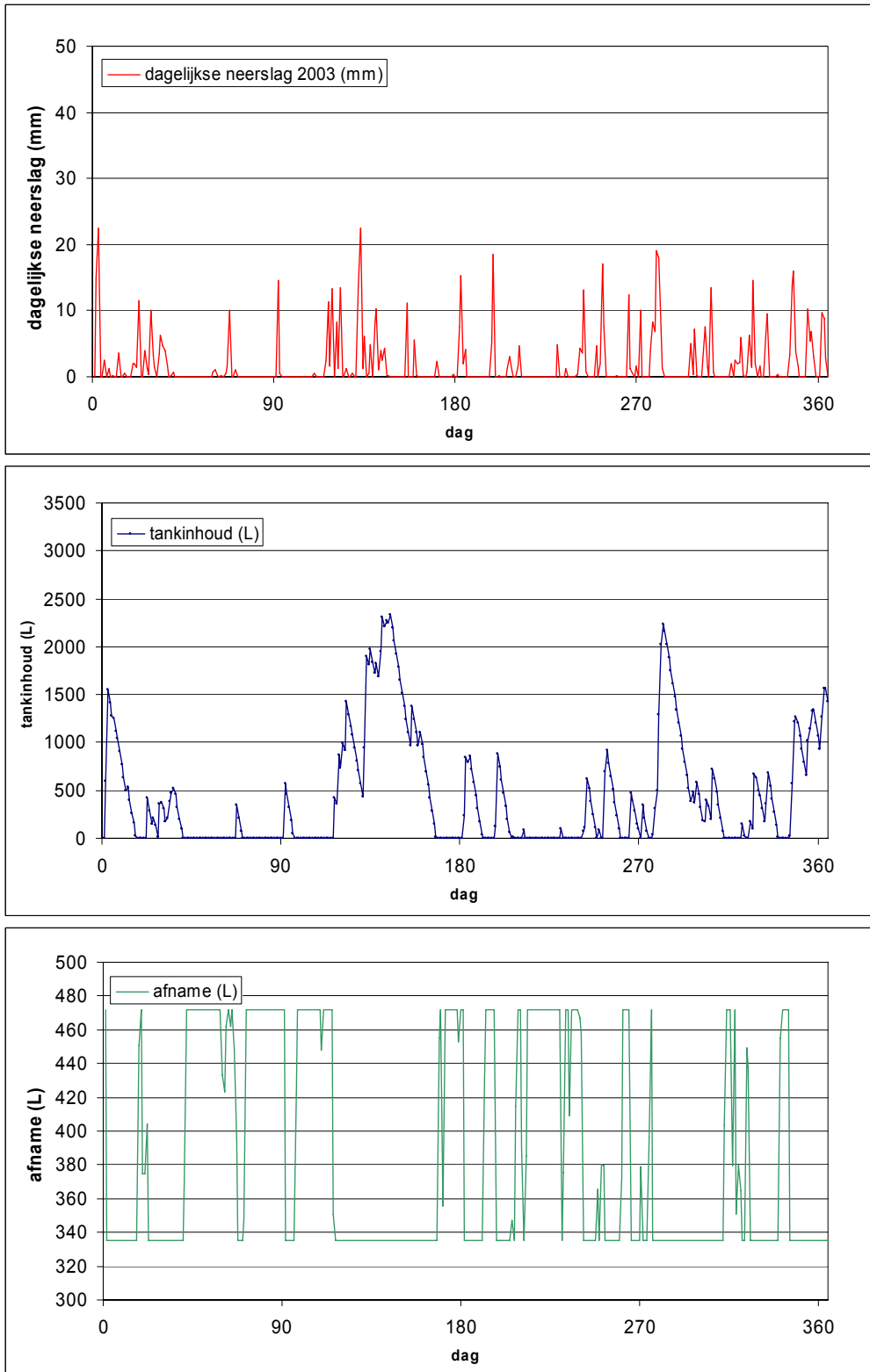
De module houdt rekening met uitputting van het opgevangen regenwater. Indien het regenwater uitgeput raakt wordt automatisch overgeschakeld op drinkwater.

Resultaten

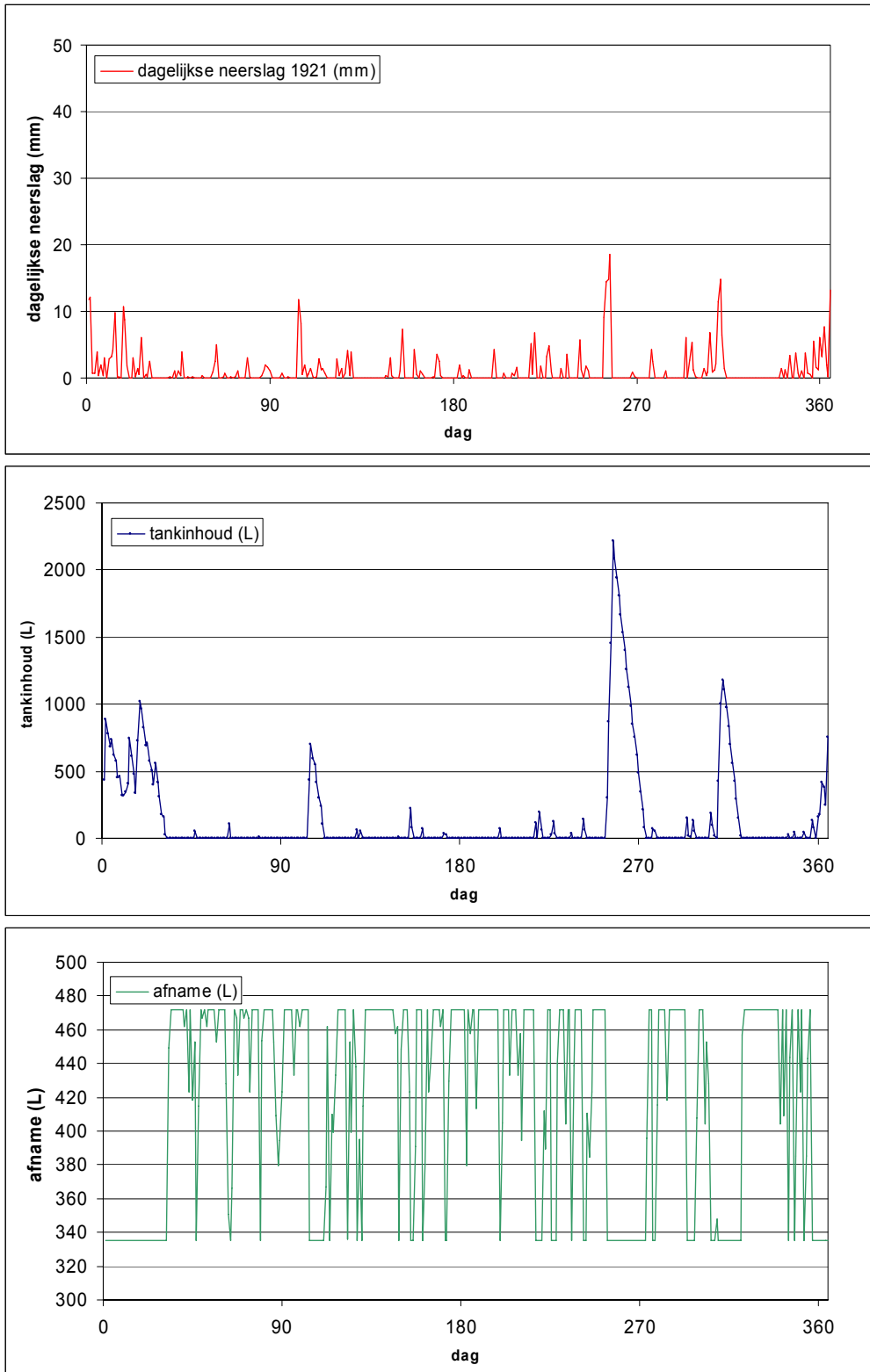
In figuur 1-4 wordt voor vier karakteristieke hydrologische jaren een beeld gegeven van de gemeten dagelijkse neerslag op het meetstation Hoorn, de berekende inhoud van de regenwatertank en de afname van drinkwater.



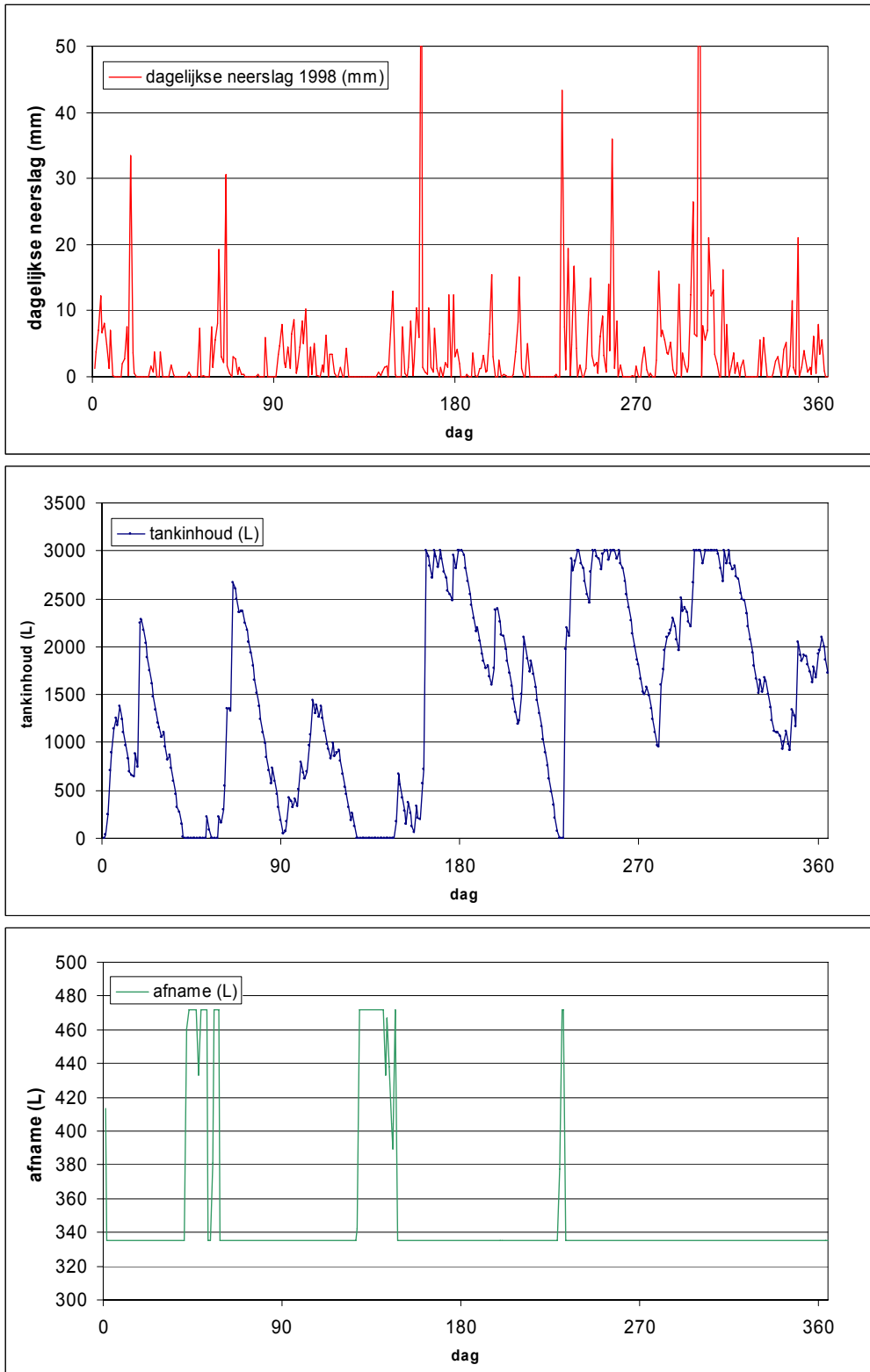
Figuur 1 De dagelijkse neerslag, de tankinhoud en de drinkwaterafname van een eengezinswoning met vier bewoners gedurende een karakteristiek gemiddeld hydrologisch jaar (2005).



Figuur 2 de dagelijkse neerslag, de tankinhoud en de drinkwaterafname van een eengezinswoning met vier bewoners gedurende een karakteristiek hydrologisch droog jaar (2003).



Figuur 3 de dagelijkse neerslag, de tankinhoud en de drinkwaterafname van een eengezinswoning met vier bewoners gedurende een karakteristiek hydrologisch extreem droog jaar (1921).



Figuur 4 de dagelijkse neerslag, de tankinhoud en de drinkwaterafname van een eengezinswoning met vier bewoners gedurende een karakteristiek hydrologisch nat jaar (1998).

Tabel 3 geeft een samenvatting van de voorbeeldberekeningen. De tabel toont bijvoorbeeld verschillen in het aantal overstortingen (geen tijdens droge jaren tot bijna 30 in een nat jaar) en de maximale besparing op drinkwater (indien regenwater alleen voor toiletspoeling wordt gebruikt). Dit varieert van 11 % in een extreem droog jaar tot 26 % in een nat jaar.

Aandachtspunt bij het gebruik van regenwateropvangsystemen is de reiniging. Indien een tank gedurende het gehele jaar regenwater bevat, is de gemiddelde verblijftijd van het water zeer lang. Overwogen moet worden een opvangsysteem regulier leeg te pompen en te reinigen (bijvoorbeeld maandelijks). Hiermee is in de berekeningen geen rekening gehouden.

Tabel 3 berekeningen van het gebruik van een regenwateropvangsysteem (gegevens per huishouden van 4 personen; uitgegaan is van een constant watergebruik)

		gem jaar	droog jaar	extreem droog jaar	nat jaar
Totaal watergebruik	L	172280	172280	172280	172280
Drinkwaterafname	L	132737	140509	152386	127005
Drinkwater, extra aanvoer	L	10418	18190	30067	4687
Maximale regenwatergebruik	L	43239	33199	20650	60366
Aantal overstorten		7	0	0	29
Overstort regenwater Effectief	L	2448	0	0	13366
regenwatergebruik	L	39543	31771	19894	45275
Besparing	L	39543	31771	19894	45275
Percent besparing	%	23,0	18,4	11,5	26,3
Vulling hemelwatertank	L	49961	49961	49961	49961
waarvan hemelwater	%	79,1	63,6	39,8	90,6
waarvan drinkwater	%	20,9	36,4	60,2	9,4

IV Waterbalansen

Tabel 1 Waterbalans voor gehele watersysteem De Draai Scenario 1 (gemiddeld jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	789,7	95,6	Verdamping	414,2	50,1
Inlaat	0	0	Gemaal	411,8	49,8
Kwel	36,5	4,4	dS (storage)	0,2	0
Totaal	826,2	100		826,2	100

Tabel 2 Waterbalans De Draai Scenario 2 (gemiddeld jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	789,7	95	Verdamping	414,2	49,8
Inlaat	5,3	0,6	Gemaal	226,7	27,3
Kwel	36,5	4,4	Onttrekking	190,8	22,9
dS (storage)	0,2	0			
Totaal	831,7	100		831,7	100

Tabel 3 Waterbalans De Draai Scenario 3a (gemiddeld jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	789,7	95	Verdamping	414,2	49,8
Inlaat	5,3	0,6	Gemaal	226,7	27,3
Kwel	36,5	4,4	Onttrekking	139,5	16,7
dS	0,2	0	Gebruik regentank	51,3	6,2
Totaal	831,7	100		831,7	100

Tabel 4 Waterbalans De Draai Scenario 3b (gemiddeld jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	789,7	95	Verdamping	414,2	49,8
Inlaat	5,3	0,6	Gemaal	226,7	27,3
Kwel	36,5	4,4	Onttrekking	159,0	19,1
dS	0,2	0	Gebruik regentank	32,0	3,8
Totaal	831,7	100		831,7	100

Tabel 5 Waterbalans De Draai Scenario 1 (extreem droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	387,3	71,0	Verdamping	448,4	82,3
Inlaat	0	0	Gemaal	96,8	17,7
Kwel	36,5	6,7			
dS	121,4	22,3			
Totaal	545,2	100		545,2	100

Tabel 6 Waterbalans De Draai Scenario 2 (extreem droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	387,3	57,5	Verdamping	448,4	66,6
Inlaat	113,2	16,8	Gemaal	34,6	5,1
Kwel	36,5	5,4	Onttrekking	190,7	28,3
dS	136,1	20,3			
Totaal	673,7	100		673,7	100

Tabel 7 Waterbalans De Draai Scenario 3a (extreem droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	387,3	57,5	Verdamping	448,4	66,6
Inlaat	113,2	16,8	Gemaal	34,6	5,1
Kwel	36,5	5,4	Onttrekking	162,2	24,1
dS	136,1	20,3	Gebruik regentank	28,5	4,2
Totaal	673,7	100		673,7	100

Tabel 8 Waterbalans De Draai Scenario 3b (extreem droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	387,3	57,5	Verdamping	448,4	66,6
Inlaat	113,2	16,8	Gemaal	34,6	5,1
Kwel	36,5	5,4	Onttrekking	175,3	26,0
dS	136,1	20,3	Gebruik regentank	15,4	2,3
Totaal	673,7	100		673,7	100

Tabel 9 Waterbalans De Draai Scenario 1 (droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	612,7	92,5	Verdamping	462,1	69,7
Inlaat	0	0	Gemaal	200,5	30,3
Kwel	36,5	5,5			
dS	13,4	2,0			
Totaal	662,6	100		662,6	100

Tabel 10 Waterbalans De Draai Scenario 2 (droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	612,7	82,5	Verdamping	462,1	62,2
Inlaat	34,0	4,6	Gemaal	89,9	12,1
Kwel	36,5	4,9	Onttrekking	190,7	25,7
dS	59,5	8,0			
Totaal	742,7	100		742,7	100

Tabel 11 Waterbalans De Draai Scenario 3a (droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	612,7	82,5	Verdamping	462,1	62,2
Inlaat	34,0	4,6	Gemaal	89,9	12,1
Kwel	36,5	4,9	Onttrekking	147,6	19,9
dS	59,5	8,0	Gebruik Regentank	43,1	5,8
Totaal	742,7	100		742,7	100

Tabel 12 Waterbalans De Draai Scenario 3b (droog jaar)

	IN (mm)	%		UIT (mm)	%
Neerslag	612,7	82,5	Verdamping	462,1	62,2
Inlaat	34,0	4,6	Gemaal	89,9	12,1
Kwel	36,5	4,9	Onttrekking	166,8	22,5
dS	59,5	8,0	Gebruik Regentank	23,9	3,2
Totaal	742,7	100		742,7	100

V Waterkwaliteitsgegevens

Tabel 1 Overzicht meetgegevens Kanaal Rustenburg-Opmeer (gegevens 2001-2007; website Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier)

Parameter	Eenheid	Meetwaarden (2002-2007)	n	Norm Waterleidingbesluit
Temperatuur	°C	4 - 21	12	25
pH	-	7,4 - 8,7	12	7,0 < pH < 9,5
Zuurstof	mg O ₂ /L	6 - 19	12	> 2
Geleidingsvermogen	mS/m	78 - 134	12	125 bij 20°C
Zwevend stof	-	-	0	-
Chlorofyl-a	µg/L	9 - 225	5	-
DOC	mg/l	-	0	-
Chloride	mg/l	87 - 175	12	150
Na	mg/l	55-90	6	150
Ca	mg/l	65 - 210	9	-
Mg	mg/l	18 - 24	6	-
Ba	-	-	0	-
Si	-	-	0	-
Sulfaat	mg/l	100 - 240	9	150
Nitraat + nitriet	mgN/L	< 0,2 - 1,86	8	50
Ammonium	mgN/L	0,03 - 0,83	12	0,20
Totaal org N	mgN/L	1,06 - 2,61	5	-
Totaal anorg N	mgN/L	< 0,27 - 2,4	8	-
Ortho-P	mgP/L	0,08 - 0,45	12	-
Totaal-P	mgP/L	0,15 - 0,46	9	-
BZV	mgO ₂ /L	<3 - 11	8	-
MCPA	µg/l	0,28	1	0,1
MCP	µg/l	0,06	1	0,1
Pathogene micro-organismen en virussen	Kve/100 ml	-	0	0

Tabel 2 Kwaliteit afstromend water (STOWA, 2007a)

	Cd µg/l	Cr µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	PAK10 µg/l	PAK16 µg/l
Gem.	0,26	6,0	26	0,05	33	5,4	194	0,8	1,0
Mediaan	0,15	1,1	10	0,06	12	3,5	95	0,3	1,1
90perc.	0,49	11,0	47	0,08	75	10,0	450	1,2	1,3
MTR	2,0	84	3,8	1,2	220	6,3	40	4,3	4,3
N	151	140	168	118	164	153	163	51	23
	Min olie mg/l	Cl mg/l	Fe mg/l	BZV mg/l	CZV mg/l	Ptot mg/l	N-Kj mg/l	Zw. Stof mg/l	E-coli Kve/10 0 ml
Gem	0,7	27	1,0	6,7	61	0,42	2,3	43	3,0*10 ⁴
Mediaan	1	6,0	1,1	4,0	32,0	0,26	1,7	30	1,2*10 ⁴
90perc.		60	2,9	14,0	110	0,97	6,2	140	1,2*10 ⁶
MTR						0,15	2,2		1,0*10 ³
N	149	92	60	69	78	107	100	76	76

Tabel 3 Kwaliteit regenwater (RIVM, 2008)

	pH	K25 µS/cm	Cu µg/l	Co µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l
Gemiddelde	5,4	37	2,2	0,05	2,6	0,43	9,2	60	3,6
Mediaan	5,2	32	1,5	0,04	2,3	0,38	7,3	44	3,3
90percentiel	6,3	60	4,7	0,09	4,5	0,66	18,6	115	5,9
N	128	132	153	67	153	79	153	152	12
	Ca mg/l	Mg mg/l	K mg/l	Na mg/l	Cl mg/l	PO4 µg/l	SO4 Mg/l	NO3 mg/l	NH4 mg/l
Gemiddelde	0,46	0,35	0,25	2,8	4,9	31,7	3,1	2,5	1,3
Mediaan	0,38	0,28	0,20	2,1	3,8	3,8	2,6	2,1	1,1
90percentiel	0,72	0,63	0,42	5,3	9,4	75,5	4,9	4,0	2,1
N	133	133	132	133	133	132	133	133	132

Tabel 4 Kwaliteit drainagewater (RIVM, 2002)

	NO3 mg/l	NH4 mg/l	N-org mg/l	N-tot mg/l	OrthoP mg/l	Ptot mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	Zn µg/l
Gemiddelde	27	1,59	1,2	8,9	1,1	1,1	284	111	<13
Minimum	<0,1	0,09	0,29	7,3	0,02	0,03	18	58	<13
Mediaan	29	0,38	0,83	8,9	0,18	0,28	133	86	<13
Maximum	43	7,9	2,2	10	4,4	4,5	1560	227	32,7