

# *Interacties in de waterketen*



*CT3011 - Inleiding Watermanagement*

## VOORWOORD

### Afbakening

Deze module vormt de afsluiting van het deel Gezondheidstechniek van het vak Inleiding Watermanagement. Binnen deze module staan de interacties tussen de verschillende onderdelen van de stedelijke waterketen en de uitdagingen voor de toekomst centraal.

### Indeling

Deze module kent de volgende indeling:

1. Inleiding
2. Doorwerking aanpassingen in waterketen
3. Uitdagingen voor de toekomst

Vragen en opgaven

Antwoorden

### Leerdoelen

- aangeven wat de samenhang is tussen de waterketeninfrastructuur en het consumentengedrag
- doorrekenen wat de effecten zijn van maatregelen in de waterketen op de waterbalans
- aangeven wat de uitdagingen voor de toekomst betekenen voor onze 'waterbeschaving'

## 1. Inleiding

Het goed functioneren van de waterketen is van essentieel belang voor het functioneren van onze maatschappij en de leefbaarheid in onze steden en dorpen. Immers, zonder de huidige hoogwaardige drinkwatervoorziening en riolering zou onze gemiddelde levensverwachting drastisch dalen. Het ontbreken van riolering zou bovendien veelvuldig wateroverlast veroorzaken, met alle belemmeringen van het maatschappelijk en economisch verkeer van dien, terwijl het ontbreken van afvalwaterzuiveringen zou leiden tot een geweldige oppervlaktewaterverontreiniging met vissterfte en stankoverlast tot gevolg.

De huidige waterketeninfrastructuur is het resultaat van ruim 150 jaar technologische, organisatorische en bestuurlijke ontwikkelingen. Zoals reeds uitgebreid is geïllustreerd in de module 'historie van de gezondheidstechniek' sluit de ontwikkeling van de waterketen telkens weer aan op nieuwe maatschappelijke eisen en wensen. Kenmerkend voor de ontwikkeling is dat telkens het *bestaande* systeem is verbeterd of uitgebreid. In de drinkwatervoorziening bijvoorbeeld is steeds wanneer zich een probleem voordeed (ontdekking dat gechloreerd drinkwater mutagene stoffen bevat, aanwezigheid pesticiden in drinkwater) de opzet van de drinkwaterbereiding aangepast of uitgebreid met enkele zuiveringsstappen. Bij de afvalwaterzuiveringen is een soortgelijke trend waarneembaar, waarin steeds opnieuw een bepaalde stof (BZV, nutriënten, zware metalen en recent medicijnresten) als probleemstof wordt gekarakteriseerd en vervolgens het zuiveringsproces zo wordt uitgebreid dat ook deze stof wordt verwijderd.

M.a.w. de basis van het systeem blijft onveranderd (centrale, grootschalige drinkwatervoorziening, riolering en afvalwaterzuivering) en de verbeteringen aan de waterketeninfrastructuur spelen zich telkens af buiten het blikveld van de consument, zonder dat deze zijn gedrag hoeft aan te passen.

De enige uitzondering betreft de grootschalige campagne voor waterbesparing, die in de jaren dat het milieubewustzijn onder de burgers sterk werd gestimuleerd, heeft geleid tot de introductie van allerlei waterbesparende maatregelen binnen de woning.

De introductie van het begrip duurzaamheid door de commissie Brundtland in 1992 heeft het denken over verbeteringen binnen de waterketen echter flink op zijn kop gezet. Naast het gezondheids- en milieutechnisch functioneren van de waterketen werden ook zaken als energie, materiaal en ruimtegebruik belangrijk. Onder een groep onderzoekers bestond het gevoel dat de waterketeninfrastructuur, die volledig was ingericht op de zorg voor de volksgezondheid en aquatisch milieu, en het voorkomen van wateroverlast, onduurzaam is.

Uit de vele studies die in de loop van de jaren 90 zijn uitgevoerd, volgt dat wezenlijke verbeteringen op het gebied van duurzaamheid alleen dan bereikt kunnen worden als op huisniveau anders met water wordt omgegaan. De belangrijkste voorbeelden van 'nieuwe' ideeën voor de omgang met water zijn:

- gebruik regenwater (voor toiletspoeling, schoonmaken, tuin sproeien)
- (lokaal) hergebruik afvalwater
- aanleg 2<sup>e</sup> waterleidingnet met huishoudwater
- composttoiletten
- low-flush toiletten
- urine + fecaliën gescheiden inzamelen
- afkoppelen verhard oppervlak

De introductie van dergelijke nieuwe concepten vereist naast aanpassingen in of aan de woning in een aantal gevallen ook veel discipline van de consumenten. De ervaringen uit het verleden (zie kader) laten zien dat met name het laatste aspect van doorslaggevend belang kan zijn voor de kans op succes van alternatieve systemen.

De kans op fout gebruik van de voorzieningen neemt sterk toe naarmate de aan- of afvoer van water meer gedifferentieerd is. Daarnaast heeft de huidige waterketen een sterke samenhang, waardoor elke aanpassing duidelijke (soms onbedoelde, verstrekkende) gevolgen heeft voor het functioneren van de waterketen. In de volgende paragraaf wordt voor een aantal van deze nieuwe ideeën uiteengezet wat de gevolgen zijn voor de waterketen en welke neveneffecten te verwachten zijn.

Het Liernurstelsel, genoemd naar de uitvinder Charles Liernur, is aan het eind van de 19<sup>e</sup> eeuw in Amsterdam aangelegd om op economische wijze een eind te maken aan de volksgezondheidsproblemen. Het systeem bestond in grote lijnen uit een vacuümriolering, waarmee de faecaliën werden ingezameld om vervolgens als meststof te worden ingezet. Essentieel aan het systeem was dat de faecaliën niet werden verdund met spoelwater of ander afvalwater. Bij de aanleg van het systeem was het drinkwaternet nog niet zo wijdverbreid en het gebruik van het watercloset werd nog gezien als luxe. Echter, reeds binnen enkele jaren installeerden veel burgers ondanks een verbod toch een spoeltoilet, waardoor het waterverbruik sterk steeg en daarmee ook de hoeveelheid afvalwater. Daarnaast werden veelvuldig voorwerpen in de closets geworpen, waardoor verstoppingen optraden. Uiteindelijk heeft op deze wijze het gedrag van consumenten op huishoude niveau geleid tot de ondergang van het systeem, doordat het systeem het grote aanbod van afvalwater niet meer kon verwerken en de faecaliën niet meer economisch als meststof konden worden ingezet.

## 2. Doorwerking aanpassingen in waterketen

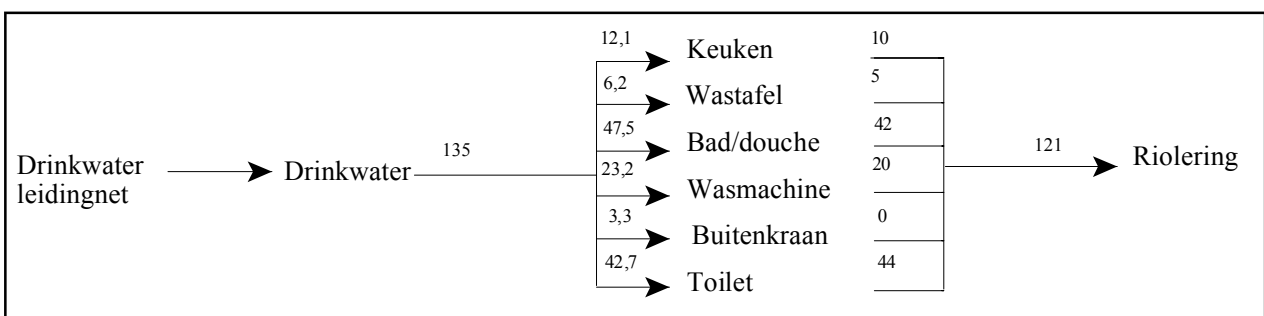
Zoals reeds is aangegeven in de module waterverbruik wordt het drinkwater voor verschillende doeleinden gebruikt. Figuur 1 geeft een schematisch overzicht van het huidige waterverbruik en de vrijkomende afvalwaterstromen. Uitgaande van dit schema kunnen de effecten van de verschillende deelen voor een andere omgang met water eenvoudig worden geïllustreerd en geanalyseerd.

### 2<sup>e</sup> waterleidingnet voor huishoudwater

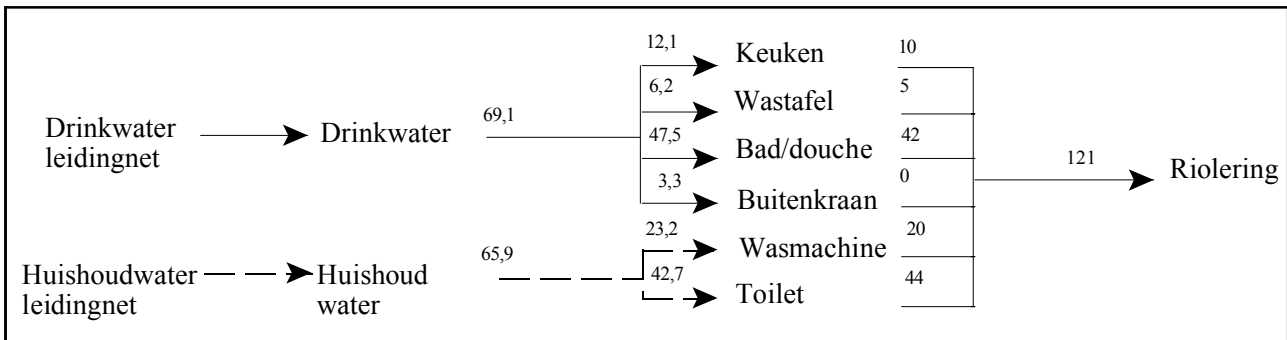
Uit figuur 1 kan worden afgeleid dat slechts ca. 50% van het drinkwater wordt gebruikt ten behoeve van de persoonlijke hygiëne, het laven van de dorst en het koken. Dit houdt in dat 50% van het drinkwater wordt gebruikt voor doeleinden waartoe ook water van geringere kwaliteit benut zou kunnen worden. Dit geldt in het bijzonder voor het spoelen van toiletten dat, zonder dat de hygiëne op het spel wordt gezet, met water van geringere kwaliteit kan geschieden. De kern van het inzetten van een huishoudwaternet is dat niet al het bij de huishoudens aangeleverde water geheel hoeft te worden opgewerkt tot drinkwaterkwaliteit. Dit kan leiden tot ofwel een besparing op de benodigde zuiveringsinspanning dan wel de mogelijkheid om water van een mindere kwaliteit als bron te gebruiken, bijvoorbeeld oppervlaktewater i.p.v. grondwater. Uit figuur 2 kan worden afgeleid welke effecten voor de huidige waterketen te verwachten zijn bij de aanleg van een 2<sup>e</sup> waterleidingnet :

- drinkwatervoorziening: 50% verminderde drinkwatervraag, mogelijk problemen met langere verblijftijd in distributienet, die weer kunnen worden opgelost met extra investeringen voor het aanpassen van het distributienet; geen gevolgen doordat het aanbod afvalwater onveranderd blijft
- riolering
- afvalwaterzuivering: geen gevolgen

Op een aantal locaties is inmiddels ervaring opgedaan met een tweede waterleidingnet voor huishoudwater. Uit deze experimenten volgt dat met name bij de aanleg van de beide distributienetten zeer veel zorg moet worden besteed aan de kwaliteit van de uitvoering, omdat de kans op foute verbindingen zeer



Figuur 1 - Waterbalans huidige infrastructuur (getallen in lpppd)



Figuur 2 - Waterbalans bij gebruik van huishoudwater (getallen in lpppd)

groot is.

### Lokaal gebruik regenwater

Het lokaal gebruik van regenwater is een idee dat zeer vaak terugkomt in plannen voor een duurzame inrichting van de waterketen. De gedachte is dat het relatief schone regenwater wordt opgevangen en vervolgens na een beperkte zuivering kan worden ingezet in het huishouden voor allerlei doeleinden, zoals autowassen, tuin sproeien, wasmachine of de toiletspoeling.

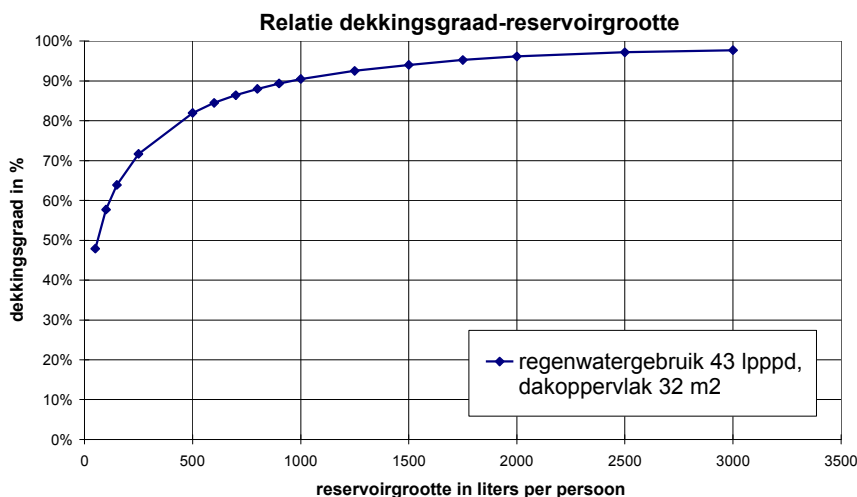
In het meest simpele geval bestaat een lokaal systeem voor hergebruik van regenwater uit een reservoir voor de opslag van het regenwater en een pompje voor de distributie binnenshuis. De grootte van het dakoppervlak en de grootte van het reservoir bepalen de uiteindelijk beschikbare hoeveelheid regenwater. Figuur 3 geeft de dekkingsgraad als functie van de grootte van het reservoir bij een dakoppervlak per persoon van 32 m<sup>2</sup> en de inzet van regenwater voor toiletspoeling (43 lpppd).

Uit figuur 3 volgt dat om een dekkingspercentage van 80% te bereiken reeds een reservoirvolume van

500 liter per persoon noodzakelijk is. Ter vergelijking: de totale inhoud van reinwaterkelders en het drinkwaterdistributienet bedraagt ongeveer 50 liter per persoon. De grootschalige inzet van regenwateropvang leidt zodoende tot een minimaal 10 maal zo groot benodigd bouwvolume!

Daarnaast leidt de inzet van kleine pompen voor de distributie van het regenwater binnen het huishouden tot een energieverbruik per liter dat vaak hoger ligt dan dat van de huidige waterketen. Desondanks past het gebruik van regenwater goed in het gevoel van verstandig omgaan met water. Voor de waterketeninfrastructuur heeft het lokaal gebruik van regenwater de volgende effecten:

- **drinkwater:** besparing drinkwaterverbruik met 25% haalbaar. De piekbehoefte aan drinkwater is onveranderd, waardoor het drinkwaternet niet kleiner gedimensioneerd kan worden
- **riolering:** de riolering krijgt op jaarbasis iets minder afvalwater te verwerken. De piekbelasting waarop de riolering moet worden gedimensioneerd blijft echter onveranderd, doordat de regen-



Figuur 3 - Dekkingsgraad watergebruik voor toiletspoeling als functie van grootte regenwateropslag

waterreservoirs regelmatig vol kunnen zitten en in die gevallen de riolering toch alle neerslag moet kunnen verwerken.

- **afvalwaterzuivering:** d e afvalwaterzuivering krijgt evenals de riolering op jaarbasis iets minder water te verwerken. Wat de te verwerken vuil-vracht betreft is geen winst te verwachten.

Evenals voor een dubbel leidingnet voor huishoudwater geldt voor het lokaal gebruik van regenwater ook dat veel aandacht dient te worden besteed aan de uitvoering. Wat er kan gebeuren zodra in de

Artikel uit Deventer Dagblad van 23-08-2001

### **Familie heeft 'giertank' onder huis**

door Ingrid Willems

COLMSCHATE (23-8-2001) - Als ze erover praat gaat ze nog steeds over haar nek. Alleen het idee al dat ze enkele maanden de was heeft gedaan met rioolwater. Jenny van Dartel woont nu vier maanden in een Brinkvilla aan het Stevinhof in het Jeurlink. Door een slechte aansluiting heeft ze haar was, zonder dat ze zich daarvan bewust was, de afgelopen maanden in rioolwater gewassen.

Alle woningen in het derde deelgebied van nieuwbouwwijk De Vijfhoek, het Jeurlink, worden voorzien van een grijswatertank. Die tank, die zo'n 2000 liter water kan herbergen, vangt via een regenpijp het regenwater op dat vervolgens door de huishoudens kan worden gebruikt voor de wasmachine en het toilet. Het water wordt wel gefilterd maar is niet geschikt als drinkwater. De huishoudens besparen met de grijswatertank gemiddeld eenderde op hun drinkwaterverbruik.

uitvoering fouten worden gemaakt wordt geïllustreerd in het volgende krantenartikel.

#### **Afkoppelen van urine**

Een tamelijk nieuw idee is het gescheiden inzamelen van urine. De urine wordt in het toilet gescheiden opgevangen en vervolgens apart ingezameld. Dit is mogelijk door de inzameling van urine en de rest van het afvalwater te scheiden in tijd of in plaats. In het eerste geval wordt de urine opgespaard in een reservoir en vervolgens 's nachts door de dan vrijwel lege riolering naar de zuivering getransporteerd. In

het tweede geval is een aparte leiding of transport op een andere wijze noodzakelijk.

Hoewel het dagelijkse volume aan urine beperkt is (1,3 lpppd) bevat dit volume ongeveer 80 % van de stikstofvracht en 50 % van de fosfaatvracht van het afvalwater. De voordelen van dit concept zijn de mogelijke terugwinning van stikstof en fosfaat, een drastische afname van het energieverbruik van de rwzi en de mogelijkheid tot een sterke vereenvoudiging van de rwzi doordat minder vervuilingseenheden op de rwzi moeten worden behandeld.

Voor de drinkwatervoorziening en de riolering heeft dit concept in termen van piekbelasting of dimensionering geen enkel effect.

#### **Waterbesparing**

Waterbesparing binnen het huishouden is een maatregel die relatief goedkoop en vrij eenvoudig te realiseren is. De maatregelen kunnen variëren van het installeren van een waterbesparende douchekop tot low-flush toiletten (1 liter per spoeling i.p.v. 7 of 8 liter). Gemiddeld is een besparing van ongeveer 30% van de hoeveelheid drinkwater mogelijk.

Hoewel waterbesparing over het algemeen wordt gezien als een positieve maatregel kunnen ook hierbij ongewenste effecten optreden binnen de waterketen. De te verwachten effecten zijn:

- **drinkwater.**  
Waterbesparing leidt tot minder energieverbruik voor bereiding en distributie. De langere verblijftijd in het bestaande drinkwaternet kan eventueel leiden tot achteruitgang in kwaliteit.
- **riolering.**  
Door het verminderde aanbod van afvalwater kan worden bespaard op pompkosten. Een aandachtspunt is echter de transportcapaciteit van vast vuil: fecaliën worden in onze vlakke riolen namelijk getransporteerd als 'ijsbergen'. Bij een te sterke afname van de waterstanden in de riolering door een te rigoureuze drinkwaterbesparing zouden wel eens problemen kunnen ontstaan met het vuiltransport in de riolering.
- **afvalwaterzuivering.**  
De samenstelling van het effluent van de afvalwaterzuivering zal nauwelijks veranderen door drinkwaterbesparing. Doordat de hoeveelheid effluent zal afnemen neemt toch de belasting van het oppervlaktewater af.

### Afkoppelen van verhard oppervlak

De laatste jaren wordt steeds meer aandacht geschonken aan de mogelijkheid oppervlak af te koppelen van het rioolstelsel. Hieronder verstaat men het rechtstreeks afvoeren van een deel van het regenwater naar de bodem of het oppervlaktewater in plaats van naar het riool. Regenwater dat via 'schone' oppervlakken als daken of rustige wegen afstroomt naar het riool heeft namelijk een zo geringe concentratie aan vuil dat rechtstreekse lozing op oppervlaktewater geen bezwaar vormt. Als geen oppervlaktewater voorhanden is kan men het afstromende regenwater infiltreren in de bodem, zolang de bodemgesteldheid en de lokale grondwaterstand dat toelaten. De infiltratie van regenwater in de bodem kan een lokaal bijdrage leveren aan de verdrogingsbestrijding.

Het afkoppelen van verhard oppervlak van een rioolstelsel heeft de volgende positieve effecten:

- Hevige neerslag leidt tot overstortingen vanuit gemengde en lozingen vanuit verbeterd gescheiden rioolstelsels, waardoor afvalwater direct op het oppervlaktewater wordt geloosd. Door afkoppelen van oppervlak neemt het aantal overstortingen en de "hevigheid" van overstortingen af als het rioolstelsel verder niet wordt veranderd;
- De hydraulische belasting van de rwzi kan in bepaalde gevallen afnemen, waardoor het zuiveringsrendement van de rwzi in bepaalde gevallen toeneemt;

Daarnaast is mogelijk ook een aantal negatieve effecten van afkoppelen van verhard oppervlak te verwachten:

- Infiltratie van regenwater in de bodem kan een grondwateroverlast veroorzaken;
- Verontreiniging van oppervlaktewater, waterbodem, bodem en grondwater kan het gevolg zijn, ook door misbruik of foute aansluitingen. De discipline van de consument is in dit geval van doorslaggevende betekenis.

Bij het afkoppelen van verhard oppervlak is vaak inpassing in de bestaande situatie noodzakelijk. Dit betekent dat leidingen moeten worden aangepast, ook in pandig, waardoor afkoppelen vaak duur is. De kosten bedragen tussen de vijf en honderd euro per vierkante meter.

### Voorbeeld: Leidse Rijn

Het watersysteem in Leidsche Rijn, een Vinex locatie nabij Utrecht, is op bijzondere wijze geregeld. Het regenwater wordt niet afgevoerd naar het riool, zoals dat meestal in stedelijke gebieden gebeurt, maar zoveel mogelijk vastgehouden in de bodem, in sloten, in meren en in wateren. Zo wordt het lozen van relatief schoon regenwater op het riool vermeden.

Zogenaemde wadi's (Arabisch voor 'dal' of 'drooggevallen bedding van een rivier') vangen in de hoger gelegen delen van Leidsche Rijn het regenwater op. Als het regent stroomt regenwater van de daken via de regenpijpen naar de tuin of de weg, en van daar naar de wadi's. Wadi's zijn uitgevoerd als brede, ondiepe greppels, gevuld met een humuslaag. Deze humuslaag zorgt er voor dat het regenwater gefiltreerd wordt voordat het in de bodem infiltreert. Onder de wadi's ligt meestal een infiltratievoorziening, bestaande uit kleikorrels, die zijn ingepakt in een zanddicht, waterdoorlatend doek. Een drain zorgt ervoor dat het grondwater niet te hoog komt. In lager gelegen gebieden, waar infiltratie niet mogelijk is, gaat het regenwater naar het open water. Het water loopt dan via goten en de berm naar het oppervlaktewater. Bij de bestrating in de wijk is er dan ook rekening mee gehouden dat tegels en stenen water kunnen doorlaten. Ook zijn de straten zo gemaakt dat ze enigszins aflopen. Daarnaast zijn speciale, op de riolering aangesloten autowasplaatsen ingericht, zodat vervuiling van het oppervlaktewater of de bodem zo veel mogelijk wordt beperkt.

Het doel van dit watersysteem is het bevorderen van een goede waterkwaliteit in het gebied. Het systeem is gebaseerd op het principe dat zo weinig mogelijk, veelal vervuild 'gebiedsvreemd' water wordt toegelaten. Doordat regenwater wordt vastgehouden in het gebied, hoeft er minder water te worden aangevoerd uit het Amsterdam-Rijnkanaal om de waterstand op peil te houden.

De wijk heeft bovendien twee waterleidingnetten. Hierdoor wordt zo zuinig en efficiënt mogelijk met het water om gegaan. Uit alle kranen, de douche- of badaansluiting en de aansluiting van de vaatwasmachine stroomt drinkwater. De toiletten, de wasmachine en de buitenkranen zijn echter op het zogenaamde huishoudwaternet aangesloten.

Huishoudwater is gezuiverd oppervlaktewater uit de rivier de Lek. Het is geschikt voor het sproeien van de tuin, schoonmaakwerkzaamheden, voor de wasmachine en het spoelen van het toilet. Het huishoudwater is voor de consument ongeveer 25% goedkoper dan drinkwater.

De ervaringen met het systeem wijzen uit dat bij de uitvoering zeer veel aandacht moet worden besteed om foute aansluitingen te voorkomen, zoals wordt geïllustreerd met het volgende krantenbericht.

#### **Opnieuw problemen met waterleiding Leidse Rijn**

UTRECHT (ANP) - In het nieuwe Utrechtse stadsdeel Leidsche Rijn zijn vrijdag opnieuw problemen ontstaan met het drinkwaternet. Na klachten van bewoners bleek dat er in een woning huishoudwater uit de drinkwaterkraan kwam. Ze kregen maag- en darmklachten.

Leidsche Rijn kent een dubbel waterleidingnet: huishoudwater voor de was, het toilet of het sproeien van de tuin en drinkwater voor consumptie. In december kwam het minder gezuiverde huishoudwater door een technische fout terecht in het drinkwaternet. Tientallen mensen liepen toen maag- en darmklachten op door besmetting met de e-colibacterie. Negenhonderd huishoudens moesten bijna twee weken lang hun drinkwater voor consumptie koken.

Volgens waterleidingbedrijf Hydron Midden Nederland beperkt het probleem zich nu tot één woning. Toch is besloten om in het dubbele waterleidingsysteem alleen nog maar drinkwater aan te voeren. Dit om alle risico's uit te sluiten en het hele systeem te controleren op eventuele fouten. Dat gaat volgens een woordvoerder waarschijnlijk enkele weken duren.

Hiermee is de rol van Gezondheidstechnici echter nog lang niet uitgespeeld. Zoals in deze module is beschreven wordt op dit moment volop geëxperimenteerd met nieuwe concepten voor de waterketen. Uit deze experimenten volgt dat het van eminent belang is om de grootste verworvenheden van onze gezondheidstechnische infrastructuur, namelijk de bescherming van de volksgezondheid en de zorg voor een leefbare woonomgeving, scherp in het oog te blijven houden.

Daarnaast blijft het vakgebied van de gezondheidstechniek continu sterk in beweging door allerlei maatschappelijke en technologische ontwikkelingen:

- normering/kwaliteitseisen: de eisen waaraan de onderdelen van de waterketen moeten voldoen worden zeer regelmatig aangescherpt. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de vereiste effluentkwaliteit. Het wordt maatschappelijk gezien steeds minder geaccepteerd dat het oppervlaktewater wordt belast met vervuulende stoffen uit het effluent;
- verbeterde analyseapparatuur: doordat de apparatuur voor het meten van de (drink)waterkwaliteit steeds gevoeliger en betrouwbaarder wordt kunnen bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen of medicijnresten in zeer lage concentraties worden aangetoond. Dit kan bijvoorbeeld leiden tot het aanpassen van de normstelling, met als gevolg nieuwe eisen aan bijvoorbeeld de drinkwaterbereiding;
- acceptatie van falen: in onze maatschappij wordt (vermeend) falen van de gezondheidstechnische infrastructuur (water op straat, Legionella) in steeds mindere mate geaccepteerd;
- kostenbesparing: de kosten zijn altijd een belangrijke drijfveer voor vernieuwing en verbetering, zeker in een sector waar jaarlijks enkele miljarden euro's in omgaan;
- monitoring en automatisering: de laatste jaren is een sterke trend waarneembaar in de ontwikkeling van betrouwbare, op afstand uitleesbare, sensoren. Het continu volgen van het functioneren van de drinkwatervoorziening, riolering en afvalwaterzuivering geeft niet alleen veel mogelijkheden voor sturing van de infrastructuur, het maakt ook uitgebreid en intensief onderzoek betaalbaar. Daarnaast breiden de mogelijkheden voor het modelleren en optimaliseren van (delen van) de waterketen zich nog steeds verder uit door de immer toenemende rekenkracht van computers.

### **3. Uitdagingen voor de toekomst**

De waterketeninfrastructuur in Nederland is met een aansluitingsgraad van 99.8% voor drinkwater en bijna 98% voor het afvalwatersysteem vrijwel voltooid.



- ontwikkeling nieuwe technieken: de ontwikkeling van nieuwe technieken als membraanfiltratie leidt zowel bij de drinkwaterbereiding als de afvalwaterbehandeling tot nieuwe, betere of goedkopere zuiveringsprocessen.

Op dit moment zijn in Nederland de verdere inzet van membraanfiltratie, optimalisatie binnen de waterketen en het meten, modelleren en monitoren hot items binnen de Gezondheidstechniek.

In het buitenland en met name in ontwikkelingslanden biedt het werkveld de Gezondheidstechnicus een heel ander perspectief. In vele landen is het niveau van drinkwaterbereiding, riolering en afvalwater-

behandeling van een hele andere orde dan in Nederland. Door gebrek aan hygiënisch betrouwbaar water sterven jaarlijks nog steeds miljoenen mensen over de hele wereld. Het ontbreken van efficiënte riolering en afvalwaterbehandeling leidt tot (latente) ziektes en verstrekkende verontreiniging van oppervlaktewater. Het gebrek aan financiële middelen, de andere leefgewoontes en klimatologische omstandigheden vereisen een goede inpassing van beschikbare technologieën, die zo goed mogelijk aansluiten op de lokale situatie. In alle gevallen echter geldt dat de Gezondheidstechniek als primaire taak de bescherming van de volksgezondheid en de zorg voor het leefmilieu dient.

## Vragen en opgaven

### Tentamen

1. De Vinex locatie Leidsche Rijn heeft een bijzonder watersysteem, waarin het regenwater niet wordt afgevoerd naar de riolering, maar lokaal wordt vastgehouden in de bodem en in sloten.
  1. Welke gevolgen heeft een dergelijk systeem voor de verwerking van regenwater voor de traditionele componenten van de stedelijke waterketen? (ontwerp, piekfactoren, kosten ed.)
  2. Zoals in elke nieuwbouwwijk wordt er in Leidsche Rijn veel geklust. Geef aan de hand van een schematisch overzicht van de waterketen aan welke gevolgen het in de straatkolk gieten van een bus ververdunner heeft voor het huidige watersysteem en voor het geval dat was gekozen voor een traditioneel watersysteem met een gemengde riolering.
2. Stel dat in een nieuwbouwwijk wordt gekozen voor de opvang van het afstromend hemelwater van de daken van de huizen ten behoeve van het gebruik voor toiletspoeling. Welke gevolgen zou dit hebben op de:
  - drinkwatervoorziening
  - riolering
  - afvalwaterzuivering
 in termen van benodigde infrastructuur, kosten en gezondheidsrisico's.

## Antwoorden

### Tentamen

1. 1. Voor de waterketeninfrastructuur heeft het lokaal gebruik van regenwater de volgende effecten:
  - drinkwater: geen gevolgen
  - riolering: alleen afvalwaterriool nodig, voorop gesteld dat het alternatieve systeem (infiltratie+opvang in oppervlaktewater) altijd voldoende berging en afvoercapaciteit heeft
  - afvalwaterzuivering: de afvalwaterzuivering krijgt op jaarbasis veel minder water te verwerken. Wat de te verwerken vuilvracht betreft is geen winst te verwachten.

Afhankelijk van de kosten van het alternatieve systeem kan de aanleg zowel duurder als goedkoper uitvallen. Voor de volksgezondheid is in principe geen verhoogd risico aanwezig
2. 2 maal schema waterketen tekenen, route van ververdunner in beide systemen aangeven + inschatten gevolgen:
  - traditioneel systeem: (straatkolk, riolering, afvalwaterzuivering, groot oppervlaktewater) veel verdunning onderweg, zuivering verwijderd waarschijnlijk deel verontreiniging;
  - Leidsche Rijn systeem: (straatkolk, infiltratievoorziening, bodem of naar lokaal oppervlaktewaterververdunner belandt direct in lokale bodem of oppervlaktewater, waardoor het effect, zij het lokaal veel groter is.
2. Onderstaand schema geeft een overzicht van de verdeling van de waterstromen op huisniveau. Op basis van dit schema is het mogelijk de gevolgen van het gebruik van regenwater voor de waterketen te bepalen.
 

Voor de waterketeninfrastructuur heeft het lokaal gebruik van regenwater de volgende effecten:

  - drinkwater: besparing drinkwaterverbruik met 25% haalbaar. De piekbehoefte aan drinkwater is onveranderd, waardoor het drinkwater niet kleiner gedimensioneerd kan worden
  - riolering: de riolering krijgt op jaarbasis iets minder afvalwater te verwerken. De piekbelasting waarop de riolering moet worden gedimensioneerd blijft echter onveranderd, doordat de regenwater-



- afvalwaterzuivering: reservoirs regelmatig vol kunnen zitten en in die gevallen de riolering toch alle neerslag moet kunnen verwerken. de afvalwaterzuivering krijgt evenals de riolering op jaarbasis iets minder water te verwerken. Wat de te verwerken vuilvracht betreft is geen winst te verwachten.

Aangezien de benodigde waterketeninfrastructuur hetzelfde is als in de traditionele situatie zijn bij toepassing van lokaal gebruik van regenwater in principe hogere kosten te verwachten. Daarnaast is, met het oog op eventuele foute aansluitingen, in principe een verhoogd risico voor de volksgezondheid aanwezig (hoe klein wellicht ook).