830

TU Delft

Netwerken

55e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening

&

22e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling

10 januari 2003

te Delft

TU Delft
Technische Universiteit Delft
Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen
Sectie Gezondheidstechniek
Stevinweg 1, 2628 CN Delft
www.gezondheidstechniek.tudelft.nl

"Netwerken"

55e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening
&
22e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling

Vrijdag 10 januari 2003
te Delft

Samenstelling en eindredactie:
prof.ir. J.C. van Dijk
ir. J.H.G. Vreeburg

Layout:
E. Ooms

Colofon

De voordrachtenbundel 'NETWERKEN' van de 55e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening en de 22e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling is een uitgave van de Sectie Gezondheidstechniek van de Faculteit der Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft.

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende cursussen in Drinkwatervoorziening:

1. Filtratie; 2. Vervaardiging van buizen voor transport- en distributieleidingen; 3. Winning van grondwater; 4. Waterzuivering; 5. Hygiënische aspecten van de drinkwatervoorziening; 6. Het transport en de distributie van leidingwater; 7. Keuze, aantasting en bescherming van materialen voor koud- en warmwaterleidingen; 8. 9. en 10. Enige wetenschappelijke grondslagen der waterleidingtechniek I, II, en III; 11. Radio-activiteit; 12. Grondwater; 13. De Rijn; 14. Nieuwe ontwikkelingen in de waterleidingtechniek op physisch, chemisch en biologisch gebied; 15. De watervoorziening en de industrie; 16. Gebruik van moderne statistische methoden; 17. Kunstmatige infiltratie; 18. De biologie en de watervoorziening; 19. Snelfiltratie; 20. Physische technologie en de waterzuivering; 21. Van goed naar beter water; 22. Het ontwerpen van waterzuiveringsinstallaties; 23. Kwaliteitsbeheersing bij de openbare drinkwatervoorziening; 24. De Maas; 25. De openbare watervoorziening in de maatschappij van morgen; 26. Watertransport door leidingen; 27. Regel-en stuurtechniek in het waterleidingbedrijf; 28. De winning en aanvulling van grondwater en beïnvloeding van de omgeving; 29. Nieuwe zuiveringstechnieken; 30. Distributienetten en binnenleidingen; 31. Drinkwater in breder verband; 32. De drinkwatervoorziening in ontwikkelingslanden; 33. Toxicologische aspecten van drinkwater; 34. Microbiologie bij de waterbereiding; 35. Europees milieubeleid en de gevolgen voor de waterleidingbedrijven; 36. Systeembenadering en modellering in de waterhuishouding; 37. Bedrijfsmatige aspecten van winning en zuivering; 38. Bedrijfsmatige aspecten van transport en distributie; 39. Informatica, automatisering en computertoepassingen; 40. Radio-activiteit en de drinkwatervoorziening; 41. Effecten van milieuverontreinigingen op de waterkringloop; 42. Recente relevante ontwikkelingen met betrekking tot de drinkwatervoorziening; 43. Technische maatregelen voor kwaliteitszorg voor grondstof en eindprodukt; 44. Beschouwingen met betrekking tot het VEWIN-Milieuplan; 45. Grondwater of oppervlaktewater?; 46. Een glasheldere toekomst?; 47. Bouwen voor de 21e eeuw; 48. Drinkwater in Nederland: natuurlijk het beste?; 49. Niet alleen drinkwater?!; 50. Uitdagingen voor de drinkwatersector; 51. Strategische ontwikkelingen; 52. Kosten of kwaliteit?

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende cursussen in Riolering en Afvalwaterbehandeling:
1. De afvoer van afvalwater naar zee; 2. Slibverwerking; 3. De technologie van het beluchtingsproces; 4. Recreatie en waterverontreiniging; 5. Afvalwater thans en in de toekomst; 6. De oxydatiesloot; 7. Rioleringen - bijzondere onderwerpen; 8. Centralisatie van behandeling van afvalwater en slib; 9. Vooruitgang in de zuiveringstechniek; 10. Doelstellingen en optimalisatie; 11. Beluchting; 12. Milieu en economie in het spanningsveld van onze maatschappij; 13. De belasting van het milieu door fosfaten en verspreide lezingen; 14. De Rijn; 15. Milieueffectrapportage; 16. Slib opnieuw bekeken; 17. Wat de industrie doet; 18. Voordrachtenbundel 18e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling; 19. Nieuw ontwikkelingen in de afvalwaterketen.

Reeds in onderstaande volgorde in boekvorm verschenen voordrachten van de volgende gecombineerde cursussen in Drinkwatervoorziening, Riolering en Afvalwaterbehandeling:
53/20. Internationale ontwikkelingen in de waterketen.
54/21. Gezondheid en (water)kwaliteit.

TU Delft

55e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening
&
22e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling

"Netwerken"

vrijdag 10 januari 2003

Plaats: collegezalen A en B van het gebouw voor Civiele Techniek
Stevinweg 1, 2628 CN Delft.

Onder auspiciën van de Opleiding Civiele Techniek van de Technische Universiteit te Delft en met medewerking van VEWIN, KVWN, RIVM, Kiwa, NVA, RIONED, RIZA en STOWA zal op vrijdag 10 januari 2003 de gecombineerde 55e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening en de 22e Vakantiecursus in Riolering & Afvalwaterbehandeling worden gegeven, waarvoor de Commissies van Voorbereiding als thema "Netwerken" hebben gekozen.

De voordrachten van deze Vakantiecursus zijn in dit boekje gebundeld.

Drinkwater

1. Algemene inleiding	ir. J.H.G. Vreeburg (TU Delft)
2. Veiligheid in een nieuw daglicht	drs. J.C. Berkhuizen (VEWIN)
3. De ondergrond als druk stationsplein	prof.ir. J.W. Bosch (DIVV)
4. Een bijzondere klant: de brandweer	dr. P.J.J.M. Verhallen (Nibra)
5. Hoe houden we het leidingnet in conditie?	ir. M. van den Boomen (Kiwa)
6. Grote leidingprojecten: zand erover?	ir. H.J.A. Römgens (WML)

Riolering en Afvalwater

1. Algemene inleiding	prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf (TU Delft)
2. Interacties tussen riolering en rwzi's	ir. J.G. Langeveld (TU Delft)
3. Urine apart inzamelen?	prof.dr.ir. M.C.M. van Loosdrecht (TU Delft)
4. Afval het riool in!	dr.ir. J. de Koning (TU Delft)
5. Sedimenttransport in rioolleidingen	prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens (TU Delft)
6. Decentrale sanitatie	prof.dr.ir. G. Lettinga (Wageningen Universiteit)

Gezamenlijke slotsessie

Drinkwater en afvalwater: een zoektocht naar samenwerking	mw. C.M. van de Wiel (GWA) / ir. R.R. Kruize (DWR)

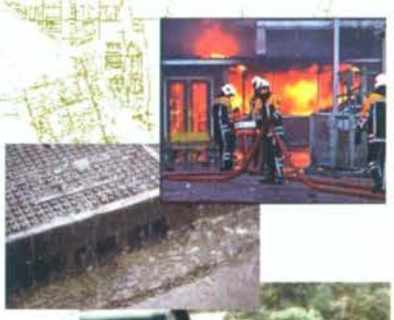
ALGEMENE INLEIDING

ir. J.H.G. Vreeburg
TU Delft

Terugblik 54e vakantiecursus

Thema van de 54e vakantiecursus was 'Waar ging het ook al weer om?' met als antwoord: 'Schoon drinkwater in het belang van de volksgezondheid'. De titel 'Gezondheid en (water)kwaliteit' was uitgewerkt in een uitgebreid programma met een brede kijk op de materie, verzorgd door een mengeling van sprekers uit de medische hoek en de waterbehandelingshoek. Water als medicijn in de voordracht 'Kuren met water', door de heer van Everdingen met vele historische plaatjes van kuuroorden. Maar ook water verontreinigd met medicijnen en de hormoonverstorende werking daarvan. De toenemende zorg hierover werd toegelicht door de heer Vos van het RIVM. Dick van der Kooij demonstreerde een nieuwe aanpak voor smetteloos drinkwater samengevat in 'van koloniegetal naar risicoanalyse'. Inzetten van moderne moleculaire technieken om tot een goede risico analyse te komen en de meest effectieve maatregelen te nemen. Een aanpak die ook door de heer Woudenberg werd onderschreven in een nadere uitwerking van risicomanagement voor Legionella. Klantperceptie speelt een belangrijke rol, maar de heer Woudenberg sloot af met de stelling dat een kosteneffectieve aanpak meer gezondheidswinst oplevert dan het voorzorgprincipe en hij opende daarmee een levendige wandelgangen discussie.

De integrale benadering van waterkwaliteit werd ook onderstreept door Jan Peter van der Hoek in zijn betoog over (water)kwaliteit als product: waterkwaliteit wordt geproduceerd, niet gecontroleerd.



Vandaag staat de vraag centraal ***waarmee*** we het allemaal doen namelijk netwerken. Netwerken spelen een belangrijke rol in de drinkwatervoorziening, zowel fysieke netwerken als virtuele netwerken, zoals we in deze vakantiecursus altijd zien. En het is ook nog eens net werken.
De leidingnetwerken vormen een schakel in de keten van waterkwaliteitsbewaking en -beheersing zoals weergegeven in het plaatje dat op diverse plaatsen al is gepubliceerd.

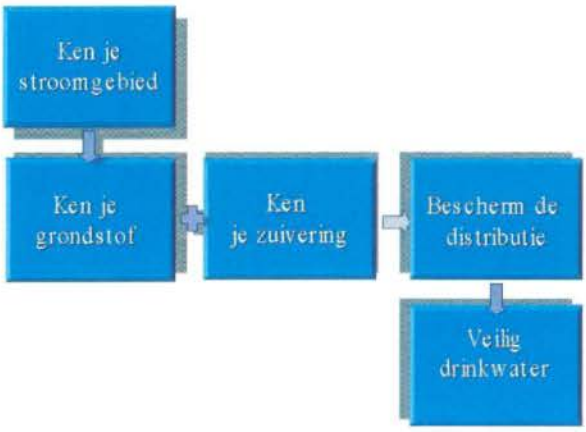


Fig 1 - van bron tot tap

Dat de waterkwaliteit verandert tijdens de reis door het leidingnet naar de klant, is wel duidelijk. We maken geen bruin water en ook geen water met uitbundige hoeveelheden bacteriën en ander gespuis. In het leidingnet komen echter omstandigheden voor waardoor deze fenomenen kunnen optreden.

Distributie in de vakantiecursus

Het onderwerp transport en distributie heeft al meerdere keren op het programma gestaan:
De tweede cursus in 1950 had als titel 'vervaardiging van buizen voor transport- en distributieleidingen. En de zesde in 1954 heet: 'Het transport en de distributie van leidingwater'. Let op de titel: *Leidingwater* en geen *drinkwater*. Ook de daarop volgende cursus in 1955 had een distributie karakter, 'Keuze, aantasting en bescherming van materialen voor koud- en warmwaterleidingen'. Overigens nog steeds geen drinkwater. 3 van de 7 cursussen dus over leidingnetten. Daarna duurt het echter tot de 26e curus in 1974 'watertransport door leidingen' Een cursus midden in de olie-crisis en de helft van de inleiding van professor Huisman handelt dan ook over de energiebehoefte van leidingtransport. Hij sluit af met de conclusie dat een 10% grotere diameter een 40% lagere energiebehoefte geeft. Citaat: "Bij voortgaande inflatie worden deze extra kosten gemakkelijk door de verkregen energiebesparing goed gemaakt'. Voorwaar een mooi tijdsbeeld waar we nog op terug zullen komen.

Al snel echter weer een cursus over distributie, namelijk de dertigste in 1978 over 'Distributienetten en binnenleidingen'. Ik begin namen te herkennen: Dim van Rijsbergen met een zeer gedegen beschouwing over het waterverbruik met name van het verbruik van de zomer van 76, een legendarisch hete zomer met een ongekend hoog waterverbruik. Een voorspelling wordt gedaan dat we in 2000 een hoofdelijk verbruik zullen hebben van 200 liter per persoon per dag. Ook brandblussing is een onderwerp, waarbij Van Rijsbergen citeert dat 98% van de branden in gesprinklerde gebouwen, daadwerkelijk worden bedwongen door deze sprinklers. Ook een mooi voorbeeld van de gevolgen van een hele grote brand, waarbij in Oss een compleet winkelcentrum tot de grond afbrandde. De watervoorziening was echter prima! Ik zou wel eens commentaar willen horen op de stelling dat het dus niet zoveel uitmaakt hoeveel water je naar zo'n grote brand brengt.

Karst Hoogsteen met een prachtig verhaal over ontwerpen van een transportsysteem, met wederom een focus op het energieverbruik. Een verhaal dat een basis heeft gevormd voor de ontwikkeling van wat uiteindelijk het alom gebruikte leidingnetberekeningsprogramma ALEID is geworden.
Ook Dick van der Kooij ontbrak niet, hoewel toen nog slechts ingenieur met een aantal conclusies die nog steeds staan als een huis: Nagroei wordt het beste bestreden door verlaging van het AOC-gehalte en verkorting van de reistijd. Er zijn er ook nog twee conclusies over restdesinfectiemiddel die ik niet zal citeren.
De laatste uit de geschiedenis, de acht en dertigste in 1986 met als titel 'bedrijfsmatige aspecten van transport en distributie' is een dierbare voor mij-

zelf. Ik was toen namelijk student-assistent en mocht meehelpen deze cursus te organiseren. Dit is dus voor mij een feest der herkenning en in deze cursus zie je de verschuiving naar de moderne vakantiecursus beginnen. Het was dan ook de eerste cursus onder leiding van professor Kop: er is belangstelling voor de klant, kwaliteit van het management en automatisering. Ook Europese ontwikkelingen komen aan bod alsmede de betrouwbaarheid van het distributiesysteem. Reeds in deze cursus wordt de Legionella genoemd en de toen geformuleerde maatregelen zoude nu zeker niet misstaan.

Kortom: 7 van de 55 ofwel 13% van de cursussen gaan over distributie.
Dat is geen juiste afspiegeling van het aandeel dat transport en distributie speelt in het gehele proces van drinkwatervoorziening.

Ontwikkeling

Wat is er in de afgelopen 17 jaar (tussen 1986 en 2003) gebeurd dat we er nu weer over praten. Op die vraag gaan we antwoord geven.

Laten we eerst eens kijken waar we het over hebben.
We hebben nu ruim 110.000 kilometer leiding en dat heeft zich als volgt ontwikkeld

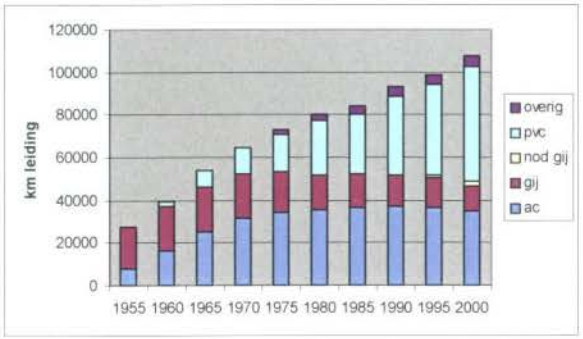


Fig. 2 - Ontwikkeling leidingnet in Nederland

De eerste leidingen zijn gelegd in Amsterdam door een Engelse buizenfabrikant: Het marktmechnisme was toen zeker niet vreemd. Het leggen van gietijzeren leidingen met lood-striktouw verbindingen is een echt ambacht, zoals in de plaatjes is aangegeven.

Fig. 3 - Maken van lood-striktouwverbindingen: vakmanschap is een vereiste

Aanbrengen van zinkers en waterkruisingen is een stuk werk dat het waard is om op de gevoelige plaat vast te leggen.

Fig. 4 - Aanleg van zinker: ambachtelijk en arbeidsintensief

20.000 kilometer leiding is ouder dan 50 jaar en bestaat uit GIJ en AC. De groei van het leidingnet begint rond 1950 goed op gang te komen met de komst van het materiaal AC. Een goedkoop materiaal dat eenvoudig te verwerken is. De verbindingen worden met rubberringen in elkaar geschoven,

zonder de ingewikkelde bewerkingen met lood. Halverwege de jaren zestig komt PVC in zwang, goedkoper en zo mogelijk nog eenvoudiger te bewerken.

Dat alles leidt tot het leidingnet dat er nu als volgt uitziet.

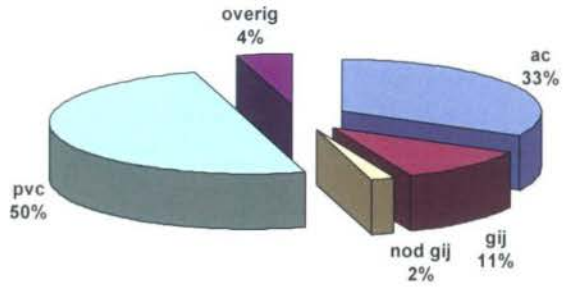


Fig. 5 - Verdeling materialen in 2000

Ook nu is het aanleggen nog een relatief ambachtelijke zaak, maar er is veel gestandaardiseerd en eenvoudiger geworden. De omgeving is echter steeds ingewikkelder geworden.

Fig. 6 - Moderne aanleg van een transportleiding: gemechaniseerd en minder arbeidsintensief

De gemiddelde leeftijd van het leidingnet is nu bijna 40 jaar, hetgeen relatief jong is. Overigens is uit de materiaalsamenstelling van individuele leidingnetten al iets te zeggen over de leeftijd. Met name het percentage gietijzeren leidingen is een goede indicator voor de leeftijd van het net, gevolgd door het percentage AC en PVC.

Fig. 7 - Een drukke ondergrond

Per jaar wordt nog steeds ongeveer 1500 kilometer leiding gelegd: de afstand van Amsterdam naar ongeveer Athene en de materialen die daarvoor worden gebruikt zijn voornamelijk PVC en voor speciale omstandigheden nodulair gietijzer.

In onze moderne maatschappij is de continue aanwezigheid van allerlei nutsvoorzieningen een vanzelfsprekendheid geworden, die eigenlijk alleen opvalt als de voorziening uitvalt. Zoals bijvoorbeeld bij uitval van een waterleiding of in een zelfgekozen situatie van onderontwikkeling zoals dat op campings gebeurt of bij leidingbreuk.

Fig. 8 - Overlast door leidingbreuk

Dit is wel vervelend, maar het heeft in de meeste gevallen maar een beperkte fysieke impact op de klanten, afgezien van het bruine water. De grootste impact heeft meestal de imagoschade, moeilijk meetbaar en ook moeilijk beïnvloedbaar.

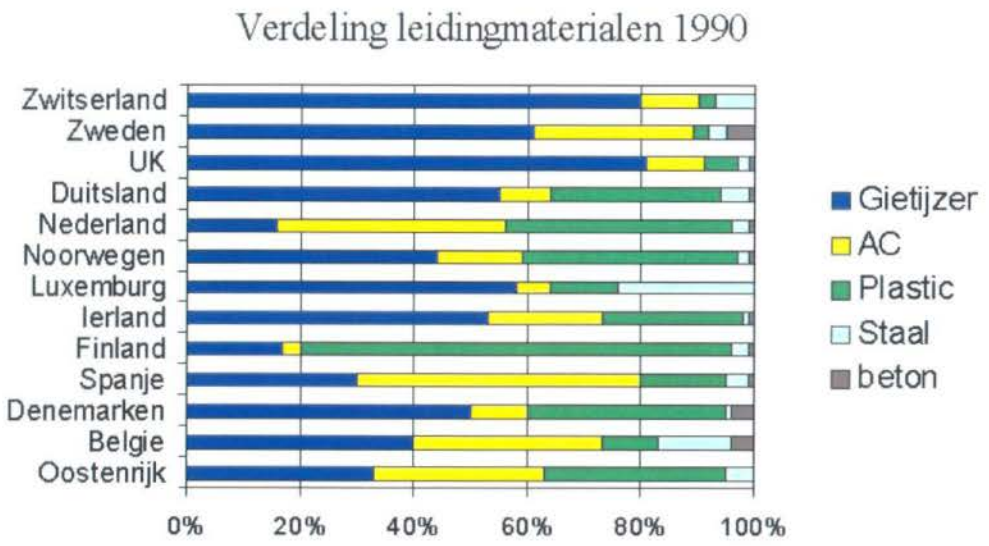


Fig. 9 - Internationaal overzicht leidingmaterialen

Het Nederlandse net in internationaal perspectief

Prestatieindicatoren voor leidingnetten worden nauwelijks internationaal gepresenteerd. Toch bestaat de indruk dat het Nederlandse leidingnet in internationaal perspectief goed presteert.
Figuur 9 geeft een materiaaloverzicht dat in 1990 is gemaakt over de materiaalsamenstelling in diverse landen.
Zoals gesteld kan de materiaalsamenstelling een indicatie geven voor de leeftijd van het leidingnet en het zal u niet verbazen dat het Engelse net het oudste is in dit overzicht.

Een ander aspect is bijvoorbeeld lekverlies. Nederland heeft een zeer laag lekverlies, zo erg zelfs dat het door OFWAT wordt gekwalificeerd als 'suspiciously low'. Het is echter een gerechtvaardigd cijfer vanwege de uitstekende bemetering waardoor de cijfers ook hard zijn. Andere factoren die het lage lekverlies kunnen verklaren zijn de relatief lage drukken in het systeem. Daarnaast is vooral de open bestrating van belang, waardoor lekken zeer snel zichtbaar zijn. Met leidingen onder een plaat asfalt en in een wat rotsige bodem zal een lek veel minder snel opvallen.
Overigens zijn de DGPW-bedrijven samen met een aantal engelse bedrijven bezig om de lekcijfers is een breder perspectief te plaatsen. Hou wat dat betreft de H2O in de gaten.

Trends sinds de laatste vakantiecursus over distributie

De afnemende groei van het leidingnet springt het meest in het oog. In de periode 80-2000 groeide het net met 27.000 km tegen 41.000 km in de periode 60-80. De aandacht voor het leidingnet is ook veranderd. Is in de periode 60-80 de focus voornamelijk op het aansluiten van zoveel mogelijk huishoudens, in de laatste periode is meer aandacht voor andere aspecten als leveringszekerheid en waterkwaliteit, en vooral ook onderhoud.
In de jaren 90 is de richtlijn voor leveringszekerheid door de bedrijfstak ontworpen, waarmee de intuïtief gevoelde leveringszekerheid werd gekwantificeerd. Resultaat was dat de leveringszekerheid over het algemeen (te) goed is geregeld, maar dat er ook opmerkelijke verbeteringen konden worden gerealiseerd. Aanleiding voor deze ontwikkeling waren ook toen schokkende gebeurtenissen als de kernramp bij Tsjernobyl en de grote brand bij Sandoz.
Het thema is nog steeds actueel en ook nu weer naar aanleiding van internationale gebeurtenissen. Hans Berkhuizen van de VEWIN zal ook in het licht van 11 september 2001 hier meer over vertellen.

Waterkwaliteit en met name de veranderingen daarin is een issue geworden naast de kwantiteit. Het meest zichtbare effect hiervan is de verandering van de diameters in distributienetten. In kleinere leidingen treden hogere snelheden op en

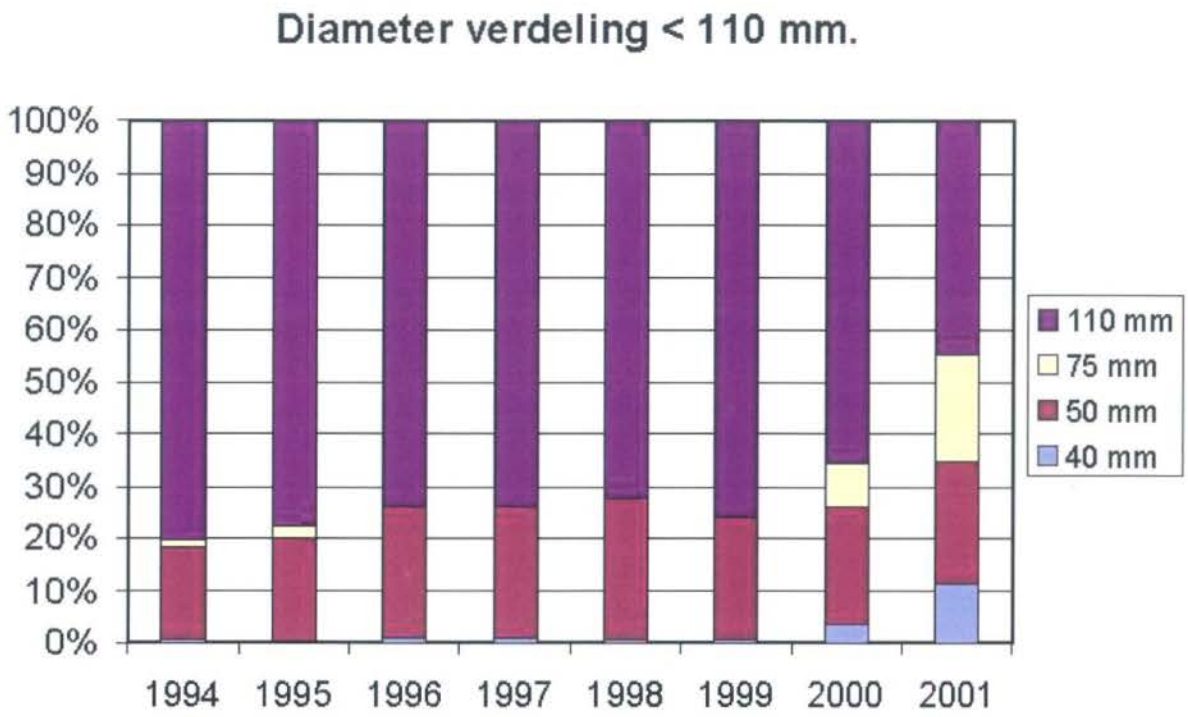


Fig. 10 - Ontwikkeling naar kleinere leidingnetten bij Vitens Overijssel

dit voorkomt accumulatie van sediment. Sediment speelt weer een belangrijke rol in het ontstaan van waterkwaliteitsproblemen zoals bruin water, maar ook bacteriologische problemen.
In de ontwikkeling van de diameters die de laatste jaren zijn aangelegd heeft u hier een voorbeeldje waaruit blijkt dat we wel degelijk iets anders zijn gaan doen.

Dit is de diameterverdeling zoals gerealiseerd bij Vitens Overijssel. Dit heeft geleid tot aanzienlijke kostenbesparingen waarbij de samenwerking met de brandweer onontbeerlijk was. Peter Verhallen zal het perspectief van de brandweer verder schetsen en ook Martine van den Boomen komt hierop terug.

Ondanks de afnemende groei van het leidingnet en ook de waterconsumptie, worden er nog steeds nieuwe leidingen gelegd voor grote projecten zoals bijvoorbeeld het aansluiten van het nieuwe bedrijf Panheel op het leidingnet. Harry Römgens van de WML zal u hierover meer vertellen.
De ondergrond als geheel is in beweging. Er is al geconstateerd dat het leggen van leidingen steeds moeilijker wordt. Een mooie illustratie zijn de twee leidingen van Bergambacht naar de duinen voor het transport van het voorgezuiverde maaswater.

In stedelijk gebied is dit nog lastiger, zoals Professor Bosch zal toelichten uit zijn ervaring met de aanleg van de Noord-Zuid lijn in Amsterdam en hij zal ook stof tot nadenken en napraten meegeven.

Voor ieder probleem kan een driehoek worden getekend waarin de samenhang van verschillende elementen wordt geschetst. Voor het leidingnet zou ik de punten van de driehoek willen noemen techniek, financiën en management. Techniek en management komen vandaag aan de orde, en met name het laatste verhaal van Carolien van de Wiel en Roelof Kruize zal het management aspect zal belichten.

Financiën is een heikel punt waar een civiel wellicht een te eenvoudige benadering heeft. Ik heb eens wat spullen bij elkaar gezocht en geprobeerd er iets van mijn zorg in te verwoorden. Mijn belangrijkste bronnen zijn de Vewin-statistiek en de benchmark geweest.

De materiële vaste activa van de WL-bedrijven zijn 4,7 G€ (G€ = Miljard Euro). Stel dat de 3/4 daarvan in het leidingnet zit, dus 3,5 G€. Er is 110.000 km leiding, dus er is een boekwaarde van ruim €32,=

per meter. Er is afgeschreven op basis van historische kostprijs, en de gemiddelde leeftijd van het leidingnet is ongeveer 40 jaar. De waarde van het net zit dus in de jongste leidingen. Ongeveer 30% van het leidingnet is nu daadwerkelijk afgeschreven en heeft geen economische waarde meer, maar zal op enig moment vervangen moeten worden. De vervangingswaarde is ongeveer €100,=/meter, dus er zit een vervanging aan te komen van 30.000*1000*100 is 3 G€, terwijl daar geen reservering voor is gemaakt.

In de afgelopen tien jaar is ongeveer per jaar voor een half miljard euro geïnvesteerd door de waterbedrijven. De helft hiervan in het transport- en distributienetwerk, dus 200-250 M€. Per jaar is het leidingnet gemiddeld 1440 km gegroeid. Met een gemiddelde investeringsprijs van €100,= per meter is dit een investering van bijna 150 M€. In onderhoud c.q. vervanging is dus 50-100 M€ gestopt. Wederom met een gemiddelde prijs van €100,= per meter betekent dit 500 tot 1000 km leiding ofwel een 0,5 tot 1 procent van het gehele leidingnet. Het ligt waarschijnlijk dichter bij de 0,5% dan 1% omdat kosten van vervanging hoger zijn dan die van aanleg in maagdelijk terrein waarop de €100,=/meter is gebaseerd.

In dit vervangingstempo wordt als levensduur van leidingen 100 tot 200 jaar aangenomen. Zou de vervanging alleen gebeuren in het stuk dat ouder dan vijftig jaar is, dan zou het 30 tot 60 jaar duren voordat dit gedeelte is vervangen, dus een levensduur van minimaal 80 tot 110 jaar en maximaal 130 tot 160 jaar. Kortom een levensduur van 80 tot 160 jaar. Ik heb mijn twijfels of dit zonder nadere conditiebepaling verantwoord is.

Het effect van de benchmark is geweest dat kosten worden gereduceerd en het stoppen van vervanging is een dankbare post: er gebeurt namelijk niets als je systematische vervanging een paar jaar uitstelt. Het hoopt echter wel op! Op enig moment zullen leidingen vervangen moeten worden. De belangrijke vraag is dan: waar te beginnen.
Gezien de opbouw van ons leidingnet is de eerste 'echte' vervangingspiek te verwachten over 20 tot 30 jaar. Tot die tijd hebben we de mogelijkheid om goed uit te zoeken waar we dan moeten beginnen en onder welke voorwaarden. Dan moeten we wel vandaag beginnen met het vastleggen van gegevens en het bepalen van de conditie.

WANNEER IS ONS DRINKWATER VEILIG GENOEG?

drs. J.C. Berkhuizen
VEWIN

Veiligheid in Nederland

Terrorisme en andere vormen van bewust verstoren van maatschappelijke processen hebben in Nederland de afgelopen jaren weinig aandacht gehad. Er was geen aanleiding voor. Dit geldt zeker voor de drinkwatervoorziening. De aanslagen in de VS en het snel gegroeide besef, dat ook in andere delen van de wereld dan de van oudsher onrustige gebieden aanslagen mogelijk zijn, leidden tot de vraag in hoeverre de Nederlandse drinkwatervoorziening veilig is. Zoals dat vaak gaat was het aanvankelijk vooral de pers, die het probleem adresseerde en bij de watersector navraag ging doen (Figuur 1).

Waterleidingbedrijf Almelo dagen in ban dreiging gifaanslag

door Jolande Westdorp en Jan Colijn

ALMELO, dinsdag

Er is in het diepste geheim groot alarm geslagen over een mogelijke gifaanslag op een drinkwaterinstallatie in Overijssel.

Alle rampscenario's werden uit de kast getrokken toen een man zich in de nacht van 9 op 10 oktober bij de politie Almelo meldde met het verhaal dat

kwam men er achter dat zijn verhaal niet klopte", aldus een woordvoerster van de gemeente Almelo.

Telegraaf
dinsdag, 16 oktober 2001, p. 330566

Fig. 1 - De pers is alert

De Wereld Gezondheidsorganisatie constateert dat ondanks de aanvankelijke angst voor terroristische aanslagen er op het Europese continent na 12 maanden nog geen enkele nucleaire, biologische of chemische aanval heeft plaats gevonden. Maar tegelijkertijd signaleert men in diezelfde periode wel 100 andere terroristische aanvallen, meer dan 1000 incidenten, waar nucleaire, chemische of biologische stoffen bij zijn betrokken, het ontbreken van coördinatie en 'fool proof' systemen, geen samenwerking over grenzen (in het bijzonder met de VS), geen effectieve dispersie van kennis en te weinig menskracht om rampen effectief te managen.

Daarom zijn er inmiddels aanbevelingen van allerlei instanties op hoog niveau: van de Europese Commissie tot de Wereld Gezondheidsorganisatie en de Verenigde Naties, die allen oproepen tot een actieve aanpak. Dergelijke aanbevelingen op zo een hoog abstractieniveau zijn weliswaar gemakkelijk opgesteld, maar overheden kunnen die aanbevelingen niet geheel veronachtzamen. En áls er wat ge-

beurt, zullen die overheden onmiddellijk de verantwoordelijke sectoren aanspreken. En datzelfde geldt ook voor het publiek...

Dreiging voor drinkwater?

De aanslag van 11 september op het WTC in de Verenigde Staten heeft de vraag opgeroepen in hoeverre de Nederlandse watersector doelwit van een dergelijke aanslag zou kunnen worden. In het afgelopen jaar is duidelijk geworden dat het islamitische terrorisme ook tot Nederland is doorgedrongen. Er zijn diverse aanhoudingen verricht. Tevens is uit recent onderzoek van de AIVD duidelijk geworden dat het ronselen van allochtone jongeren voor de islamitische Jihad geen incident maar een trend is.

De watersector is een open en vitale sector. Toch schatten we de kans op terroristische aanslagen op de drinkwatervoorziening in Nederland in als klein. Redenen hiervoor zijn: Nederland is een klein land en niet aansprekend als doelwit. Nederland heeft - tot op heden - ook geen profiel als bondgenoot van de Verenigde Staten.

De beschikbaarheid van betrouwbaar drinkwater wordt in Nederland als normaal ervaren. De consument staat er niet bij stil en weet ook nauwelijks waar het water vandaan komt en wat er komt kijken bij winning, zuivering en distributie van het water. In een hoogontwikkelde samenleving als die in Nederland is men zeer afhankelijk van een betrouwbare drinkwatervoorziening. Juist omdat de voorziening altijd functioneert, is men niet meer gewend dat er wel eens iets mis kan gaan. Als zich problemen (uitval of besmetting) voordoen, weet men er slecht mee om te gaan. De zelfredzaamheid is laag. Ook andere sectoren realiseren zich vaak niet wat het belang van de drinkwatervoorziening voor de bedrijfsvoering is. In maatschappelijke discussies over beveiliging speelt dan ook nog de vraag hoe belangrijk de watersector is voor andere (vitale) sectoren.

In VEWIN-verband werd al snel duidelijk dat vragen over de kwetsbaarheid van de drinkwatervoorziening in Nederland moeilijk zijn te beantwoorden. De beveiliging van essentiële voorzieningen tegen moedwillige verstoring in Nederland is niet aan systematische aandacht onderworpen. En hoewel de kans op een terroristische aanslag op de drinkwatervoorziening als klein wordt geschat, is het risico niet geheel afwezig (figuur 2). Dat, geplaatst naast het besef dat de consequenties van een aanslag via het drinkwater zeer groot kunnen zijn, geeft voeding aan de behoefte te komen tot een nadere afweging van de kwetsbaarheid van de Nederlandse watervoorziening.

De watersector geheel onvoorbereid?

Het bovenstaande wil niet zeggen dat de drinkwatersector niet is voorbereid op rampen. Er zijn leveringsplannen die - uitgaande van een grote calamiteit of een ramp - beschrijven hoe de wa-

Fig. 2 - De watersector denkt niet alleen na over besmetting van het drinkwater!

terbedrijven de watervoorziening weer kunnen herstellen. Tevens dwingen deze plannen de waterbedrijven tot het doen van investeringen om zwakke of kwetsbare onderdelen van het systeem te verbeteren. Bijvoorbeeld het dubbel uitvoeren van leidingstraten en pompen, het in het distributiesysteem aanbrengen van mogelijkheden om van verschillende kanten wateraanvoer mogelijk te maken, enzovoort. Waar de leveringsplannen tot op heden geen rekening mee houden, is met het risico van een moedwillige aanslag op de drinkwatervoorziening, puur en alleen met het doel om de drinkwatervoorziening zelf lam te leggen of onbruikbaar te maken. Bij dergelijke aanslagen zal vaak sprake zijn van een meervoudige aanval, wat iets heel anders is dan uitval als gevolg van een technisch mankement. Hiervoor is het noodzakelijk andere, aanvullende maatregelen te treffen. Een tweede pomp naast de eerste is dan geen optie.

In feite geldt hetzelfde voor de nooddrinkwatervoorziening. De waterbedrijven hebben dat nu goed geregeld. Bij uitval van een deel van de drinkwatervoorziening kunnen de waterbedrijven altijd 3 liter water per persoon per dag leveren. Bijvoorbeeld via tanks, aparte mobiele leidingen en dergelijke. Tot op heden is, bij de analyse om tot adequate nooddrinkwaterplannen te komen, daarbij rekening gehouden met lokale of regionale calamiteiten of rampen. Rampen dus, die plaatsgebonden zijn. Een ramp met een nationale omvang is niet in de analyse meegenomen. Stel bijvoorbeeld dat er binnen een korte tijdspanne een serie van aanslagen via het drinkwater wordt gepleegd. Op diverse plekken in Nederland en met enkele slachtoffers. Dan durft het publiek al gauw nergens meer in Nederland water uit de kraan te drinken[1]. De uitgevoerde analyse leert dat slechts maximaal 20% van alle Nederlanders door de waterbedrijven vanuit de nooddrinkwatervoorziening kan worden voorzien. De overige 80% is afhankelijk van andere - deels snel uitgeputte - bronnen, zoals de frisdrankenindustrie, eigen voorzieningen, noodputten, en dergelijke. En daarvan zijn er gewoonweg niet voldoende beschikbaar. Op dit moment kan ongeveer 20% van de behoefte aan nooddrinkwater op geen enkele manier worden gedekt.

Wat te doen?

Er moet dus iets gebeuren, maar de vraag is onmiddellijk wat dan. Er ligt ruim 110.000 km drinkwaterleiding in de Nederlandse bodem, er zijn duizenden pompputten en honderden zuiveringslocaties. Op diverse plekken in de openbare en dus vrij toegankelijke ruimte bevinden zich brandkranen, reinwaterkelders en aansluitingen. Al die faciliteiten 100% veilig beveiligen lijkt onmogelijk, zeker als het om goed georganiseerde terroristische eenheden gaat. Bovendien is beveiliging een lange termijn belang, het zich wapenen tegen gebeurtenissen die slechts met een kleine kans optreden. Betekent dat dat er dan maar niets moet worden gedaan? Het antwoord is, logischerwijze want anders was deze presentatie nooit gemaakt, nee. De vraag is vervolgens echter waar te beginnen. En hoever moeten de waterbedrijven dan gaan en accepteren de klanten extra kosten voor een veilige drinkwatervoorziening en tot hoever?

Het moge duidelijk zijn dat er geen afspraken zijn over een maatschappelijk aanvaardbaar niveau van beveiliging, voor geen enkel type opponent. De waterbedrijven en de overheid hebben daarom behoefte aan een kader voor een eenduidig minimaal beveiligingsniveau, waaraan alle waterbedrijven kunnen voldoen en dat als basis kan dienen om op te schalen bij concrete verhoogde dreiging. Dit kader zou idealiter moeten aansluiten bij al bestaande documenten over leveringszekerheid, bedrijfsplannen en beschermingsplannen. Elementen van een dergelijk kader moeten onder meer omvatten het beeld van de aanvaller en zijn werkwijze, de

[1] Het lijkt misschien een gezocht scenario, maar gezien de recente gebeurtenissen in de VS zeker niet onzinnig. Bij de anthrax-aanvallen zijn uiteindelijk 'slechts' 5 doden gevallen en 18 zieken. Toch heeft de aanval geleid tot grote paniek, onzekerheid en wantrouwen ten aanzien van de bescherming door de overheid en een enorme financiële schade, die in de miljarden loopt. En dan is anthrax een regelmatig voorkomende ziekte, goed behandelbaar, niet overdraagbaar en was voldoende medicijn beschikbaar om ruim 30.000 potentiële slachtoffers preventief te behandelen. De sniper had acht slachtoffers en een vergelijkbaar effect.

meest kritische onderdelen van de drinkwatervoorziening (van 'bron tot kraan') met de minimaal te treffen beveiligingsmaatregelen, het nagestreefde beveiligingsniveau en samenhang tussen verschillende onderdelen en maatregelen.

Maar er is meer

De vraag is vervolgens hoe de drinkwatersector deze nieuwe problematiek het hoofd biedt. De waterbedrijven, verenigd in VEWIN, hebben gekozen voor een actieve en initiërende aanpak[2]. Essentieel in de benadering van de watersector is de tweedeling tussen enerzijds het 'goed huisvaderschap' als verantwoordelijkheid van de waterbedrijven zelf en anderzijds het politiek vast te stellen maatschappelijk aanvaardbaar 'basisbeveiligingsniveau' (zie matrix). Hierdoor kan de watersector onafhankelijk van de overheid de eigen gevoelde verantwoordelijkheid adequaat invullen, terwijl er tegelijkertijd toch een basis is voor de discussie over tot hoever de waterbedrijven geacht worden te gaan. Wij streven er naar de discussie over een acceptabel basisbeveiligingsniveau in 2003 met de overheid te bespreken.

	Goed huisvaderschap (Verantwoordelijkheid waterbedrijf)	*Basisbeveiligingsniveau* (Verantwoordelijkheid overheid)
Korte termijn	• uitvoering prioritaire maatregelen • voorbereiding en uitvoering kwetsbaarheidanalyse • onderzoek gericht op verkleining onzekerheden: nooddrinkwater, point-of-use, early warning, kennisbanken	• selectie prioritaire maatregelen • verantwoordelijkheden in crisissituatie • inzicht in chemie en microbiologie • onderzoek naar effecten spuien besmet water • informeren gezondheidsdiensten
	Crisiscommunicatieplan	
Langere termijn	• Uitvoering aanbevelingen goed huisvadersschap • Maatregelen opschalingscenario's • Eventuele aanvullende maatregelen ter verdere verbetering van kwetsbare plekken: preventief en of curatief	• Leveringsplan + • Werkzame middelen in drinkwater: chemisch, biologisch met effecten • Realiteitsgehalte van aanvallen • Definiëren beoogd beveiligingsniveau

In feite heeft de sector gezocht naar een manier om zo snel en effectief mogelijk te komen tot een voor alle partijen aanvaardbaar resultaat. Voor de klanten, de maatschappij als geheel, de waterbedrijven en de overheid en politiek. We hebben daarom ervoor gekozen initiatieven te nemen die toewerken naar een maatschappelijk aanvaardbaar niveau van beveiligen. En dus niet naar een maximale beveiliging, of een eenzijdig kosten gestuurde discussie over maatregelen[3]. En dit te realiseren door middel van open overleg, gezamenlijk met de overheid uit te voeren onderzoek en analyse en het treffen van efficiënte maatregelen (technisch, organisatorisch en communicatief). Een snelle actie leidt alleen soms tot enkele maatregelen, die bij nadere beschouwing een lagere of juist een hogere prioriteit zouden krijgen. Maar dat is dan de prijs die wordt betaald voor de pro-actieve aanpak en waarvoor overheid en watersector gezamenlijk verantwoordelijk zijn.

Project Benewater

Om in de hierboven beschreven behoefte aan een gestructureerde aanpak voor de langere termijn te

[2] Interessant is te constateren dat op Europees niveau een vergelijkbare discussie woedt, en dat Eureau -de vertegenwoordiger van de drinkwatersector op de Europese schaal - door de VEWIN-inzet de in Nederland gekozen aanpak integraal overneemt. De kans dat 'we vanuit Europa' met geheel andere zienswijzen dan onze huidige worden geconfronteerd is daarmee een stuk kleiner gemaakt.

[3] In feite de situatie zoals nu in het Verenigd Koninkrijk, waar de Inspectorate aanvullende maatregelen van waterbedrijven eist, maar waarvan de kosten van Ofwat niet mogen worden doorberekend in het tarief. Een onhoudbare spagaat voor de waterbedrijven!

voorzien, zijn de waterbedrijven en VEWIN samen met de overheid het project Benewater gestart. Met dit project verkrijgen wij inzicht in de kwetsbaarheid van de drinkwatervoorziening, de mogelijke maatregelen, de opponenten en de kosten die verschillende beveiligingsmaatregelen met zich meebrengen. Benewater zal leiden tot een overzicht van reële bedreigingen en een geloofwaardig basisdreigingsbeeld, waarop waterbedrijven hun beveiligingsbeleid kunnen baseren. Daarnaast geeft het project inzicht in de te beveiligen onderdelen (kwetsbare locaties) binnen de drinkwatervoorziening in Nederland en biedt het een afwegingskader voor het maken van een selectie van haalbare en proportionele beveiligingsmaatregelen

Waartegen beveiligen: dreigingsbeeld

Centraal in de beveiliging van de Nederlandse watersector staat het dreigingsbeeld. Welke opponenten worden als reële dreiging gezien? Het dreigingsbeeld beschrijft ook de motivatie, de doelen en strategie, de wijze van handelen en middelen en de mogelijke effecten van het handelen van de opponenten[4].

Bij het schatten van de kans op een aanval is een gedegen kennis van incidenten en voorvallen van groot belang. Waterbedrijven kunnen hierbij putten uit eigen ervaringen. Er heeft in de Nederlandse watersector een aantal voorvallen plaatsgevonden, waarbij sprake was van gerichte besmetting of een dreiging daarmee: groene kleurstof, mest, tri/tetra en (valse) meldingen van besmetting . Ook zijn er diverse diefstallen gepleegd. Internationaal is aantal aanslagen van terroristen op de drinkwatervoorziening opgetreden. Het ging hierbij om ijzercyanide, pesticide en kaliumcyanide. Daarnaast kun je naar relevante analogieën uit de levensmiddelensector kijken. Bijvoorbeeld de besmetting van Heinekenblikjes met digoxine, gebruikt om Heineken te chanteren (30 miljoen gulden). Ook Nestlé is bedreigd met vergiftiging van de producten met een bestrijdingsmiddel. En ook hier ging het om afpersing.

Belangen voor beveiliging

Het primaire belang van de overheid voor (extra) beveiliging van de watersector is het beschermen van de algemene volksgezondheid. Uitgangspunt daarbij is een algemeen geaccepteerd gezondheidskundig beschermingsniveau.

Voor de watersector ligt het belang voor het nemen van beveiligingsmaatregelen in het borgen van:

- De kwaliteit, die niet zodanig verstoord mag zijn, dat dit leidt tot zieken of doden;
- De kwantiteit en de continuïteit, zodat de leveringszekerheid gegarandeerd is;
- Het vertrouwen van klanten, die op het huidige hoge niveau dient te blijven;
- De persoonlijke veiligheid van medewerkers van waterbedrijven.

Doelen voor beveiliging en keuzen van maatregelen

Een optimale beveiliging is iets anders dan een maximale beveiliging. Beveiligingsmaatregelen moeten een gelijkmatig verdeeld risico bewerkstelligen. Het ambitieniveau van de doelen voor beveiliging moeten hiermee in overeenstemming zijn. De watersector in Nederland kent vele verschillende functionele onderdelen en een grote diversiteit aan locaties. Ook is er sprake van grote aantallen locaties. Per locatie zijn er meer potentiële doelen: in openbaar gebied, op het bedrijfsterrein of binnen gebouwen. Diverse opponenten kunnen meerdere wegen bewandelen om bij de doelen te komen.

Een goede beveiliging draagt bij aan het beheersen van verschillende risico's. De beveiliging is zo goed

[4] We spreken in de analyse over opponenten en niet uitsluitend over terroristen. Een veiligheidsbeleid dat alleen is gericht op het internationale terrorisme, is niet erg zinnig, zolang er niet tegelijkertijd een effectief beleid tegen andere vormen van wederrechtelijk en crimineel handelen bestaat. We nemen daarom in de analyse ook een selectie mee andere opponenten: verwarden ('malloten'), criminelen (gelegenheidscriminelen, georganiseerde misdaad) en insiders (medewerkers, 'wrekers') naast de terroristen.

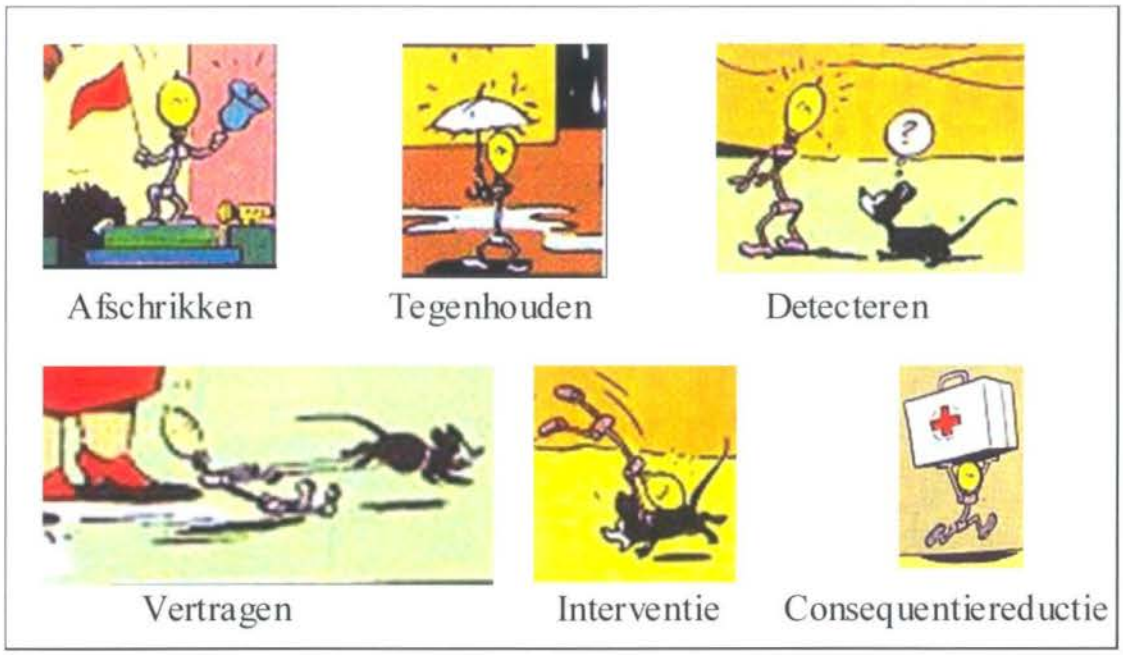


Fig. 3 - Maatregelen van beveiliging

als de zwakste schakel. Is de kans op een specifieke aanval klein en zijn de effecten beperkt, dan kan ook de beveiliging tegen deze aanval beperkt blijven en visa versa.

In eerste instantie is de aandacht gericht op het voorkómen van aanslagen (preventie, zie figuur 3). Consequentiereductie wordt relevant als we een ongewenste gebeurtenis niet kunnen voorkómen. Een lage effectiviteit van het beveiligingssysteem levert nog steeds een laag risico als de betrokkenen de consequentie effectief weten te reduceren. Sensoren kunnen bijvoorbeeld worden benut om systemen uit te schakelen. Als dat tijdig en effectief wordt gedaan, kan de omvang van het effect klein blijven. Goede communicatie is hierbij letterlijk van levensbelang. Crisiscommunicatie dient om betrokkenen adequaat en juist te informeren, maar ook om het publiek te vertellen wat er aan de hand is. Wanneer waterbedrijven en overheid het publiek snel en doelgericht informeren, hoeven de consequenties niet onnodig groot te zijn. Maar communiceren, in dit geval dus enerzijds informeren en anderzijds voorlichten, is in een crisissituatie zeer complex: functioneert de hardware, wie moet wat weten, zijn betrokkenen nog wel in staat tot communiceren, hoe zit de bevelstructuur in elkaar, wie moet wat weten voor welke beslissingen enzovoorts. In de voorbereiding van maatregelen is daarom netwerkmanagement van eminent: ken uw netwerk en uw mogelijke partners bij een crisis.

De mogelijke maatregelen zijn daarom van communicatieve, organisatorische en of technische aard. Met deze maatregelen voor beveiliging wordt uiteindelijk getracht:

- Bij te dragen aan de bescherming van de belangen van de overheid en de waterbedrijven,
- Kwaadwillenden te ontmoedigen, af te schrikken, te vertragen en/of tegen te houden,
- Wederrechtelijke beïnvloeding van winning, zuivering, transport en distributie van water te beperken of te voorkomen,
- Wederrechtelijke beïnvloeding te detecteren en bij te dragen aan tijdige correctieve maatregelen.

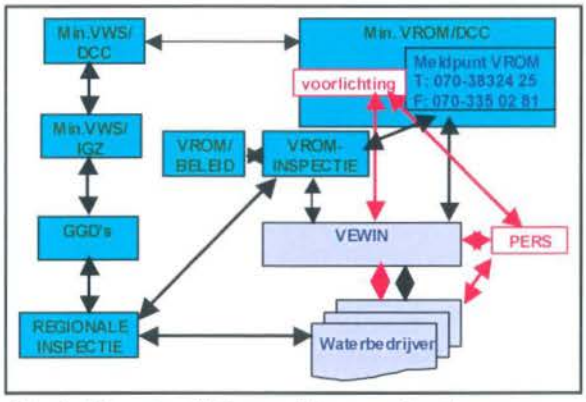


Fig. 4 - Het netwerk bij een crisis van nationale omvang.

En om:

- Consequenties te verminderen (afsluiten ed.), na te gaan waar de opponent is geweest, wat hij kan hebben gedaan,
- Medewerkers te beschermen,
- Informatie te verzamelen voor latere vervolging.

Nationaal en internationaal kader

De aanslagen in de VS hebben in Nederland en de ons omringende landen verschillende gevolgen teweeg gebracht. Naast allerlei vormen van verscherping van tegenstellingen tussen diverse groepen in de samenleving, is er ook beleid bedacht om aanslagen in de toekomst te voorkomen. De Europese Raad bijvoorbeeld heeft net als de Nederlandse overheid een actieplan terrorismebestrijding vastgesteld met als belangrijkste doelen het voorkomen, bestrijden en vervolgen van terrorisme, maar ook de beveiliging van de burgerluchtvaart, bescherming van de volksgezondheid en de bestrijding van de financiering van het terrorisme heeft prioriteit gekregen.
Concrete maatregelen in Nederland zijn onder andere de aanpassing in wetgeving om sneller en effectiever terrorisme te kunnen vervolgen, uitbreiding van politiesterkte in de keten, persoonsbeveiliging en het project Bescherming Vitale Infrastructuur.

Het project Bescherming Vitale Infrastructuur gaat in op de kwetsbaarheid van het bestuur, het bedrijfsleven en de samenleving. Men onderkent daarin logischerwijze een grote complexiteit en mate van onderlinge afhankelijkheid. In de eerste inventarisatie richt men zich op de vragen als welke vitale producten[5] of diensten de sector levert, welke bedrijfsprocessen daarvoor kritisch zijn en in hoeverre deze afhankelijk zijn van andere sectoren. De oorspronkelijke lijst van 16 vitale sectoren is door het onderzoek van TNO inmiddels teruggebracht tot 11: energie, telecommunicatie, drinkwater, voedsel, gezondheid, financiën, keren en beheren van oppervlaktewater, openbare orde en veiligheid, rechtsorde, openbaar bestuur en transport.

Een bezwaar dat VEWIN heeft tegen de aanpak is dat men sterk is gefocused op de onderlinge afhankelijkheden en minder op directe effecten van eventuele terroristische aanslagen. Wij beschouwen in eerste instantie de drinkwatervoorziening als een potentieel medium voor het bereik van een grote populatie. Dat vervolgens allerlei andere sectoren in de problemen komen lijkt dan minder relevant. Ook de planning van het project spreekt ons minder aan. Men streeft naar het opleveren van eerste resultaten in de zomer van 2004. Namens de waterbedrijven participeert VEWIN samen met VROM als beleidsverantwoordelijk ministerie in het project.

Conclusies

- De watersector is een vitale sector voor de Nederlandse samenleving en kent aantal kwetsbare onderdelen.
- Een zorgvuldige aanpak van beveiliging is daarom niet alleen gerechtvaardigd, maar zelfs vereist.
- Er is zeker geen reden voor paniek, maar via een gestructureerde aanpak reële afwegingen, die ook uitlegbaar zijn, zijn noodzakelijk.
- Het gekozen systeem van een risicobenadering is voor de watersector een effectief instrument.
- Zowel de overheid als de watersector heeft belang bij het eenduidig streven naar een helder basisniveau, dat maatschappelijk aanvaardbaar is.
- Voor een effectief en efficiënt veiligheidsbeleid is landelijke en regionale afstemming noodzakelijk.
- Overheid en watersector werken op een constructieve wijze intensief samen in het belang van de Nederlandse samenleving.

[5] Een product of dienst is vitaal indien daarmee een essentiële bijdrage wordt geleverd aan de instandhouding van een algemeen aanvaard minimum kwaliteitsniveau van (inter)nationale rechtsorde, de openbare veiligheid, het economisch leven, de algemene gezondheid en het milieu, dan wel het deels of geheel verstoord raken waardoor de bevolking en/of het bestuur op nationale schaal kan schaden en het minimum kwaliteitsniveau in potentie of feitelijk in gevaar komt (enigszins vrij uit de vertrouwelijke rapportage van TNO).

DE NOORD/ZUIDLIJN EN HET GEBRUIK VAN DE ONDERGROND

prof.ir. J.W. Bosch
DIVV/TU Delft

dienst Infrastructuur
Verkeer & Vervoer

Vooraf

Het project Noord/Zuidlijn lijkt op het eerste gezicht een onderwerp dat niet echt thuis hoort op de Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening. Toch kan vanuit de invalshoek van medegebruiker van de ondergrond, voor die delen van het project Noord/Zuidlijn die ondergronds zijn gesitueerd, wel degelijk een relatie worden gelegd met de infrastructuur ten behoeve van drinkwatervoorziening. Ook is een zekere analogie te schetsen tussen het transport van drinkwater en het ondergronds transporteren van mensen. Beide maken deel uit van een systeem dat het mogelijk maakt dat stedelijke concentraties kunnen functioneren.

Het ondergrondse systeem van kabels, leidingen en infrastructuur functioneert op een vergelijkbare wijze als bijvoorbeeld de bloedvaten, zenuwbanen en darmen van het menselijk lichaam. Er bestaat bij beide systemen een duidelijke samenhang en ingrijpen in een van de functies betekent in beide gevallen automatisch beïnvloeding van het hele systeem. Het bouwen van de Noord/Zuidlijn is daarom een zaak van afstemmen met de andere gebruikers van de ondergrond.

Na een korte inleiding, waarin het project Noord/Zuidlijn wordt beschreven, zal een schets gegeven worden van de andere gebruikers van de ondergrond. Daarna komt aan de orde de wijze waarop met elkaar, in Amsterdam, wordt omgegaan. Vervolgens wordt, aan de hand van enkele voorbeelden, de praktijk bij de Noord/Zuidlijn behandeld.

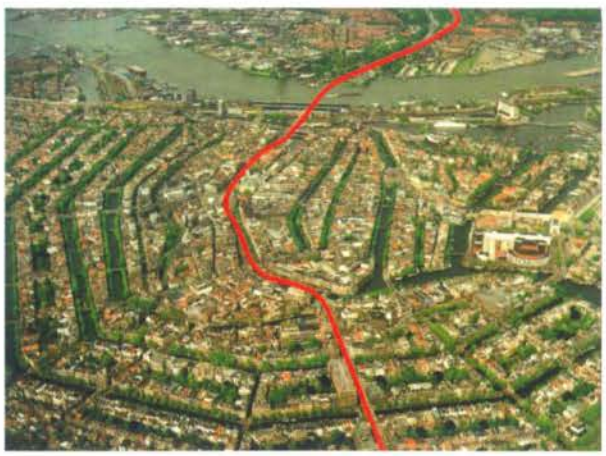
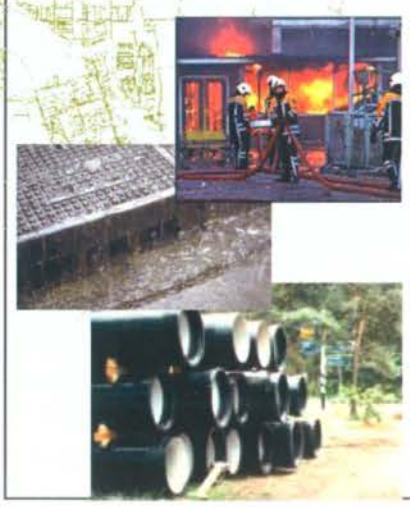


Fig. 1 - Luchtfoto van het centrum van Amsterdam met projectie van het Noord/Zuidlijn tracé



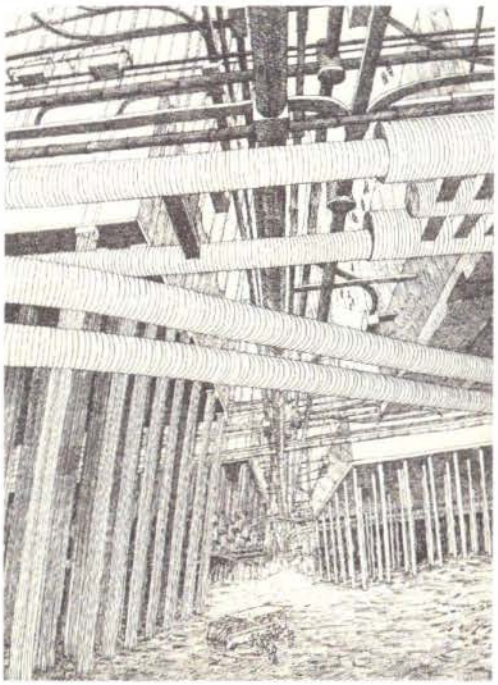


Fig. 2 - "Het is druk in de ondergrond". Illustratie uit: Ondergronds. Het verhaal van onzichtbare constructies.

Tenslotte worden enkele stellingen met betrekking tot het gebruik van de ondergrond gegeven.

1. Inleiding

Beschrijving van het project Noord/Zuidlijn.
Zie figuur 3 [plattegrond] en 4 [langsdoorsnede].

Met de aanleg van de Noord/Zuidlijn zal ongeveer 9,5 kilometer nieuwe infrastructuur aan het bestaande metronet van Amsterdam worden toegevoegd. De Noord/Zuidlijn zal Amsterdam Noord, Centrum en Zuid met elkaar verbinden. De lijn krijgt een volledig eigen baan met ongelijkvloerse kruisingen en ligt voor circa 6,5 kilometer ondergronds. Hij begint bovengronds in Amsterdam Noord en is daar tussen de rijbanen van de Nieuwe Leeuwarderweg gesitueerd. Na het bovengronds gesitueerde station van Hasseltweg te zijn gepasseerd gaat het tracé ondergronds. Het IJ en het Centraal Station worden met behulp van een zinktunnel gepasseerd en de lijn vervolgt zijn weg vanaf het natte Damrak met twee geboorde baanvak tunnels onder het Rokin, de Vijzelstraat, de Vijzelgracht, de Ferdinand Bolstraat en de Scheldestraat.

Fig. 3 - Plattegrond Noord/Zuidlijn

In het geboorde tracégedeelte zijn drie diepe stations gesitueerd. Voor de RAI langs loop de metrolijn nog ondergronds en hij komt weer boven in de middenberm van de Ringweg A10 tussen het station RAI en het station Zuid/WTC.

De Noord/Zuidlijn krijgt 8 stations. Hiervan zijn er 5 ondergronds (Centraal Station, Rokin, Vijzelgracht, Ceintuurbaan en RAI/Europaplein), en 3 bovengronds (Buikslotermeerplein, J. van Hasseltweg en Zuid/WTC). Daarnaast is er een ondergrondse stationsreservering opgenomen ter plaatse van de Sixhaven. De stations liggen gemiddeld zo'n 1.100 meter uit elkaar. In het tracé in de Binnenstad is deze afstand wat korter. De ligging van de perrons van de diepe stations varieert tussen de 10 en 26 meter beneden maaiveld. De stations zijn voorzien van perrons met een lengte van 123 meter.

Als de Noord/Zuidlijn in 2011 klaar is zullen 16 metrotreinen per uur per richting rijden. De gemiddelde reizigerssnelheid bedraagt 35 kilometer/uur. Dat is ruim twee keer zo snel als een tram of bus in de Binnenstad. De reistijd tussen de stations Buikslotermeerplein en Zuid/WTC zal dan 16 minuten bedragen. De prognose is dat per dag 210.000 passagiers gebruik zullen maken van de lijn.

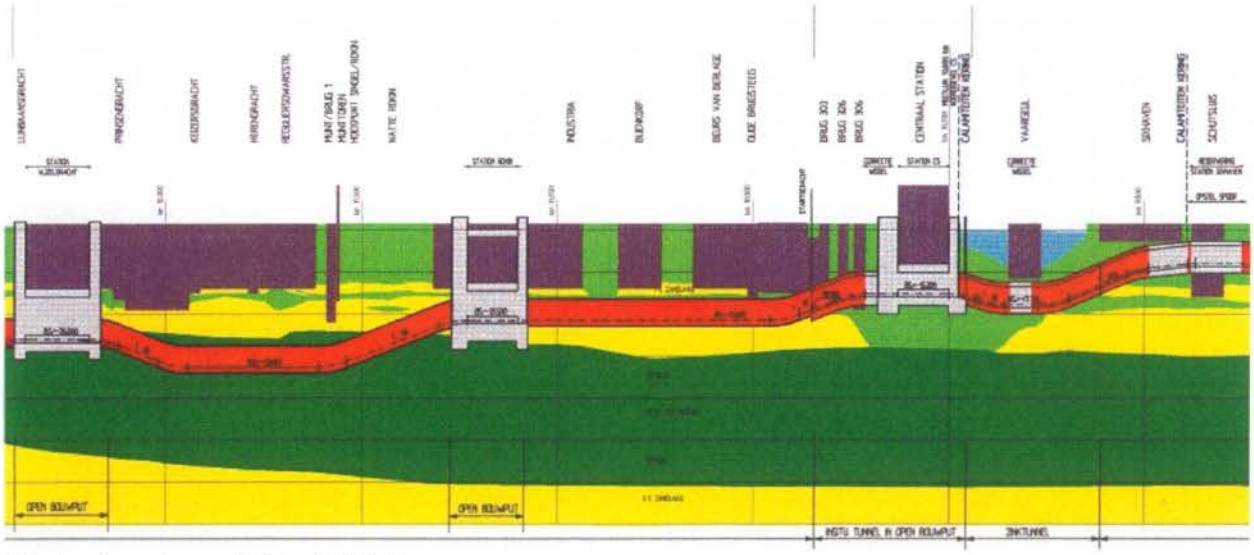


Fig. 4a - Langsdoorsnede Noord/Zijdlijn

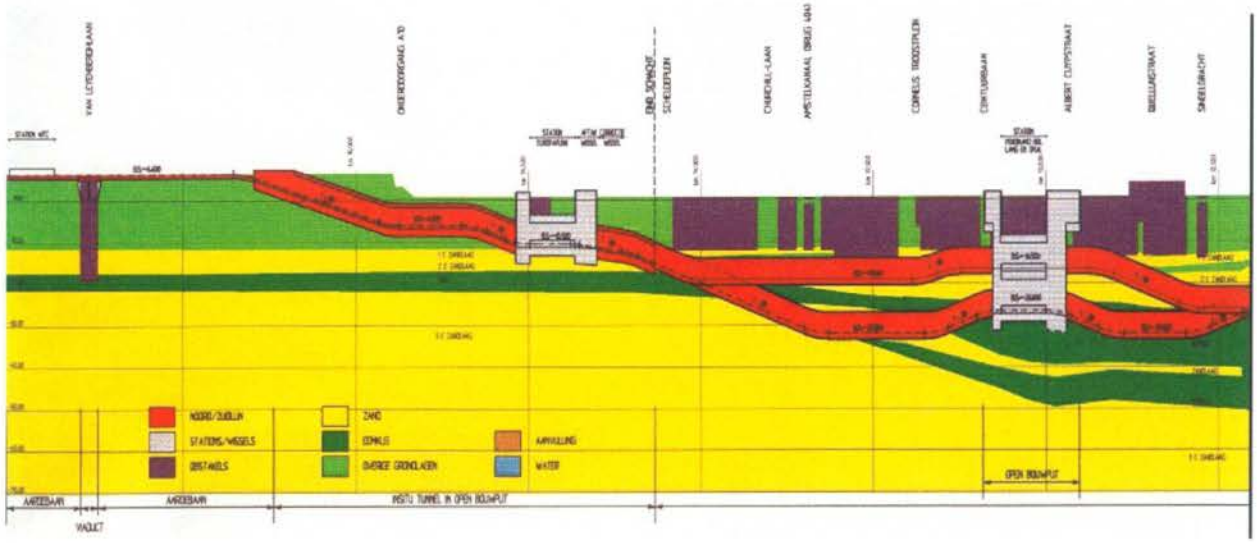


Fig. 4b - Tracé deel Noord, Binnenstad en Zuid

2. De andere gebruikers.

In stedelijk gebied zijn er vele gebruikers van de ondergrond. Was enkele tientallen jaren de situatie nog relatief overzichtelijk, mede omdat veel gebruikers onderdeel waren van de gemeentelijke organisatie, tegenwoordig ligt het veel minder eenvoudig. Ten eerste is er een sterke ontwikkeling gaande op het gebied van data transport (spraak & gegevens) hetgeen een toename van het aantal gebruikers heeft opgeleverd. Naast de traditionele PTT kabels is er de bekabeling voor televisie en datanetwerken (o.a. glasvezel) gekomen. Daarnaast heeft de privatisering en liberalisering van de energie markt ook zijn gevolgen.

Globaal kunnen de volgende kabels en leidingen in de ondergrond aangetroffen worden:

- Telefoon (traditioneel)
- Data communicatie (glasvezel)
- Televisie signaal (kabel netten)
- (Drink)Water
- Elektriciteit
  - openbare voorzieningen (o.a. verlichting, openbaar vervoer)
  - huishoudelijk gebruik
  - groot verbruikers
- Gas
- Riolering
  - Hemelwater afvoer
  - Huishoudelijk afvalwater

Al met al een bont gezelschap dat een groot ruimtelijk beslag legt op de ondiepe ondergrond. Hoe omvangrijk dat beslag is wordt goed geïllustreerd met de volgende figuur.

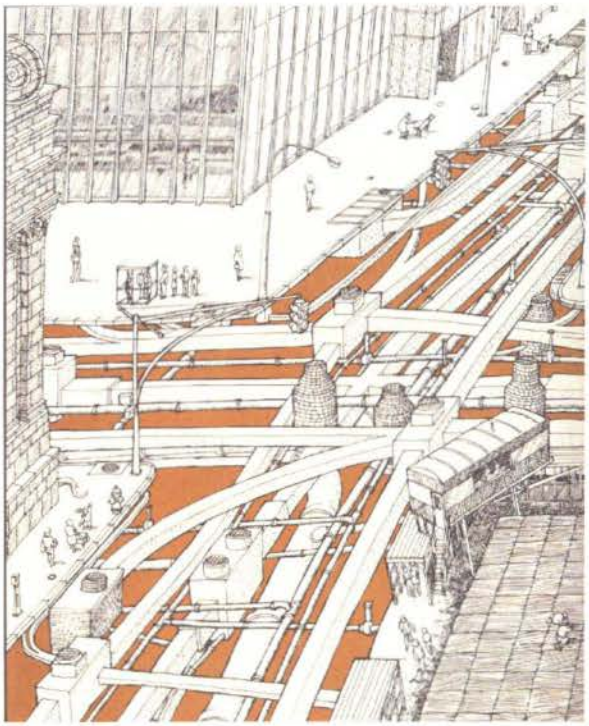


Fig. 5 - "Voor ieder een eigen plek" Illustratie uit: Ondergronds. Het verhaal van onzichtbare constructies.

3. Wat zijn de omgangsvormen (in Amsterdam).

Om te voorkomen dat iedere gebruiker van de ondergrond in een stad als Amsterdam naar eigen behoeven de straat openmaakt, is al geruime tijd geleden het zogenaamde coördinatiestelsel ingevoerd. Dit stelsel zorgt voor afstemming en coördinatie bij werken in de openbare ruimte en bij evenementen. Het coördinatiestelsel bestaat uit een aantal gestructureerde overleggen die vanaf de fase van planvorming tot en met de uitvoering de werkzaamheden afstemmen en coördineren. Het betreft in het algemeen werken in de openbare ruimte zoals bijvoorbeeld wegreconstructies, aanleg van openbaarvervoervoorzieningen en het leggen van kabels en leidingen.

De structuur van het coördinatiestelsel is als volgt.

Kommissie tactische planning en realisatie (KTPR)

Algemene onderwerpen die te maken hebben met werk in de openbare ruimte komen aan de orde in deze commissie. Denk daarbij aan methodieken, kostenvraagstukken, werkprocedures etc. Veel KTPR-onderwerpen zijn opgenomen in het HOI: het Handboek Ondergrondse Infrastructuur.

Procuwo planvorming algemeen (PPA)

(Procuwo = projecten commissie uitvoering werken in de openbare ruimte)

Een project in de initiatief- of planvormingfase wordt ongeveer drie tot vijf jaar vooraf gaand aan de uitvoering in de PPA besproken. In de PPA komen de consequenties aan de orde van de bouw- en infraprojecten voor de ondergrondse infrastructuur.

Coördinatie commissie uitvoering werken in de openbare ruimte (Cocuwo)

Deze commissie is het hart van het coördinatiestelsel. Hier wordt op hoofdlijnen de planning van projecten vastgesteld. Grote complexe projecten zoals de Noord/Zuidlijn worden behandeld in een project-cocuwo.

Werkgroep werk in uitvoering (WWU)

Als een project plaats vindt op belangrijke wegen vindt behandeling in de WWU plaats. Belangrijke wegen zijn in Amsterdam o.a. het hoofdnet auto en routes openbaarvervoer.

Uitvoerings commissie (UC)

Een project in de uitvoeringsfase gaat naar de UC. Daar wordt de werkvolgorde van de verschillende partijen binnen een werk vastgesteld. Het gaat dan om 'fine-tuning' van de planning van de cocuwo.

[bron: Coördinatiestelsel Amsterdam, uitgave mei 2002, Brochure gemaakt in opdracht van de dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer Amsterdam]

Door middel van deze overlegstructuur wordt o.a. voorkomen dat een straat meerdere malen per jaar wordt opengebroken of dat op het zelfde moment in een bepaald gebied twee belangrijke verkeersroutes uit gebruik worden genomen waardoor

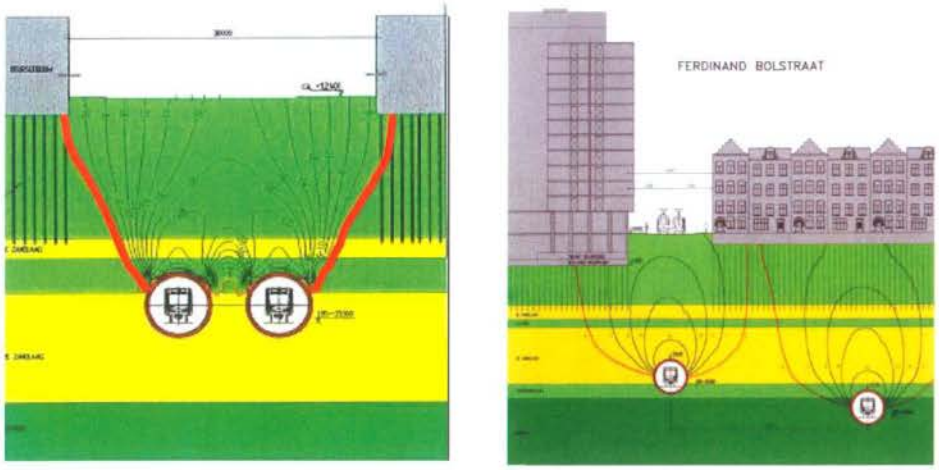


Fig. 6 - Doorsneden baanvaktunnels

bereikbaarheid, leefbaarheid en veiligheid in het geding komen. Het zal duidelijk zijn dat een project als de Noord/Zuidlijn regelmatig aan de orde is geweest in bovengenoemde commissies.

4. De praktijk: de bouw versus de aanwezige K&L infrastructuur

De aanleg van de Noord/Zuidlijn kan niet zonder conditionerende maatregelen vooraf worden gerealiseerd. Voorafgaand aan de feitelijke aanleg van de lijn moet de stad als het ware geschikt gemaakt worden om te kunnen bouwen. Het gaat daarbij om het creëren van ruimte, zowel boven- als ook ondergronds. Openbare ruimte is schaars en om de bouwopgave te kunnen realiseren zijn bijvoorbeeld diverse platforms boven de grachten gebouwd en is op een aantal plaatsen, zoals bijvoorbeeld ter plaatse van het Voorplein van het Centraal Station, het gebruik van de ruimte gereorganiseerd.

Ook in de grond zijn ingrijpende maatregelen getroffen. Dat lijkt op het eerste gezicht vreemd bij een project waarbij juist in de binnenstad gebruik gemaakt wordt van de techniek van het boren van tunnels, een ondergrondse bouwtechniek die nauwelijks invloed heeft op hetgeen zich op het maaiveld afspeelt. Zie figuur 6 waarin twee karakteristieke doorsneden ter plaatse van de baanvaktunnels is weergegeven.

Echter in de binnenstad zijn ook stations gesitueerd en omdat deze met behulp van de wanden-dakmethode (zie figuur 7) worden gebouwd is het noodzakelijk geweest de, op die locaties aanwezige, kabels en leidingen drastisch aan te passen. Op drie locaties, te weten ter plaatse van de stations Rokin, Vijzelgracht en Ceintuurbaan, is van

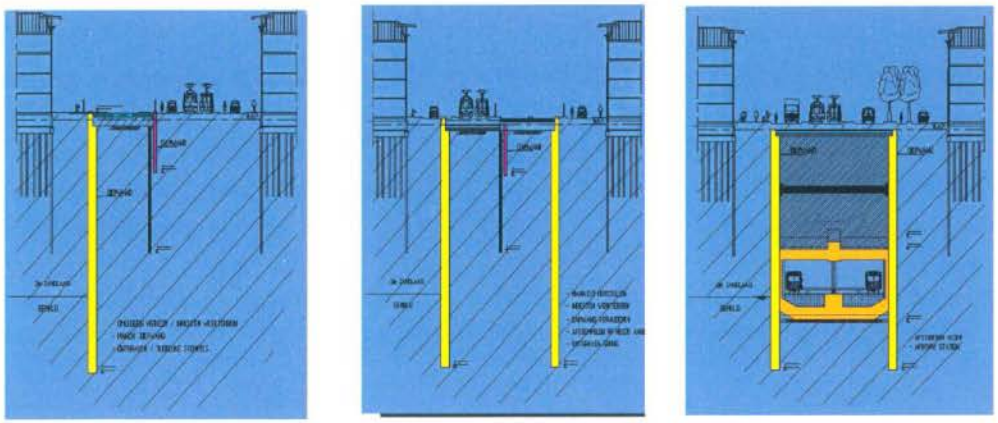


Fig. 7 - Wanden-dakmethode voor de aanleg van de diepe stations

gevel tot gevel de straat (gefaseerd) open gemaakt en zijn de aanwezige kabels en leidingen opgenomen en geconcentreerd langs de gevels. Tijdens die operatie zijn uiteraard ook de nodige vernieuwingen doorgevoerd.

5. Tot slot: enkele stellingen.

1. Het is in Nederland, ondanks omvangrijke regelgeving en ingewikkelde procedures, fysiek te gemakkelijk en economisch te aantrekkelijk om, op individuele basis, een kabel of leiding in de grond te leggen.

2. Omdat het in met name stedelijke gebieden nog steeds mogelijk is om "ieder voor zich" een plek in de ondergrond te verkrijgen is de kans gering dat op afzienbare termijn gemeenschappelijke kabel en leiding kokers worden gebouwd.

3. Indien het niet lukt om binnen een termijn van tien jaar tot zonering afspraken te komen voor het gebruik van de ondiepe ondergrond zal over enkele decennia een groot aantal conflicten ontstaan tussen de verschillende functies die in die ondergrond een plek moeten vinden.

EEN BIJZONDERE KLANT: DE BRANDWEER

dr. P.J.J.M. Verhallen
Nibra

ing. N. Oberijé
Nibra

1. Inleiding

Sinds jaar en dag is de brandweer een trouwe klant van het drinkwaterbedrijf voor de afname van bluswater. Gezien de historische verwevenheid van de drinkwaterlevering en de brandbestrijding (deze waren immers beide een gemeentelijke verantwoordelijkheid) was het vanzelfsprekend dat het drinkwater ook als bluswater werd gebruikt.

Een groeiend milieubesef en de verzelfstandiging van waterleidingbedrijven heeft er inmiddels toe geleid dat het onbeperkte gebruik van drinkwater als bluswater inmiddels niet meer zo vanzelfsprekend is. Van zowel de zijde van de brandweer als vanuit de waterleidingbedrijven wordt daarom nagedacht en gediscussieerd over de hedendaagse bluswatervoorziening. Dat de brandweer en de drinkwaterleidingbedrijven daarbij niet dezelfde belangen hebben moge duidelijk zijn. Door goed naar elkaar te luisteren en begrip op te brengen voor elkaars standpunten kan deze discussie zeker tot een goed einde worden gebracht. In deze bijdrage wordt daarom voor dit congres een beeld geschetst van de brandweer en haar belangen. Vervolgens wordt ter illustratie de discussie rondom de bluswatervoorziening in de regio Amsterdam besproken.

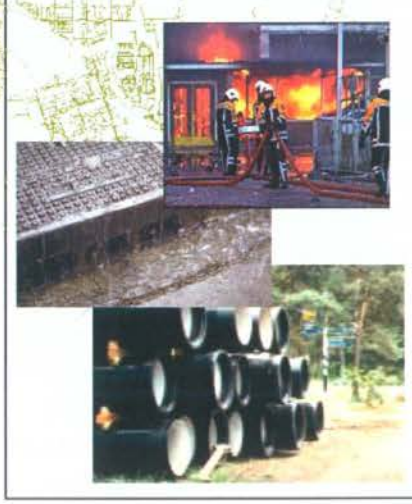
2. Wie is de brandweer?

2.1 Historie van de brandweer

De brandweer is een organisatie die niet meer weg te denken is uit onze samenleving. Toch is er pas sinds de 17e eeuw sprake van een georganiseerde brandweer. In deze paragraaf wordt allereerst de organisatie van de brandweer vanaf het allereerste begin tot in het hedendaagse tijdperk uitgebreid beschreven. Vervolgens wordt ingegaan op de techniek van het brandblussen zoals die door de eeuwen heen is toegepast.

Organisatie

Tot 1300 was er geen sprake van een georganiseerde vorm van brandbestrijding. Door de opkomst van de handel en nijverheid ontstonden er rond 1300 (kleine) steden, waarin de (houten) huizen dichter op elkaar werden gebouwd. Veel huizen hadden geen schoorsteen en bedrijven waar veel met vuur werd gewerkt als smederijen en bakkerijen maakten hun opmars. Preventieve voorzieningen werden niet toegepast, waardoor regelmatig grote branden uitbraken met rampzalige gevolgen voor de hele stad.



Als gevolg hiervan deden de schouten hun uiterste best om de mensen schoorstenen te laten bouwen, maar van een wettelijke verplichting was nog geen sprake.

Hieraan kwam een einde in 1521, toen Karel V een ordonnantie uitvaardigde, waardoor het bouwen van huizen anders dan van steen verboden werd. Een stap in de goede richting dus, maar de controle op naleving ontbrak, waardoor deze maatregel weinig effect sorteerde.

Naast de regels die eigenlijk alleen betrekking hadden op de bouw en de beperkingen die de mensen werden opgelegd ten aanzien van de opslag van brandgevaarlijke stoffen (zoals hout, stro en buskruit), waren er ook voorschriften over hoe 'de burger' moest handelen in geval van brand en het brandweermateriaal (aantallen emmers, ladders etc.) dat per wijk aanwezig moest zijn. Van een brandweerorganisatie was nog geen sprake: de burger werd slechts verplicht om bij brand alarm te slaan door luidkeels 'brand!!' te roepen en 'de handen uit de mouwen te steken'. Wel was het zo, dat bepaalde gilden (meestal gilden die zwaar handwerk verrichten), de taak van het brandblussen toegeschoven kregen.

De eerste stappen naar een georganiseerde brandweer
Om dit gebrek aan organisatie te verbeteren werd in 1685 de brandkeur (verordening) van Amsterdam behoorlijk veranderd. Hiermee kwam het opperbevel bij brand in handen van twee generale brandmeesters en elke brandspuit kreeg twee brandmeesters als 'chef'. De brandmeesters droegen aan hun meerderen diegenen voor, die met de bediening van de spuit belast zouden worden. Voor het bedienen van zo'n spuit waren veel mensen nodig: gemiddeld 36 per spuit, die elkaar om het kwartier aflossen. Deze lagere manschappen werden 'geaffecteerden' genoemd en hoefden niet bij de schutterij te dienen (ze hoefden niet constant op de kazerne aanwezig te zijn). In principe waren zij dus oproepkrachten. Er werd gewerkt met een systeem van premies en boetes. De premies moesten worden opgebracht door degene, wiens huis door de brand getroffen werd.
Iedere 'geaffecteerde' kreeg een koperen penning, met daarop zijn nummer. Bij opkomst moest deze penning afgegeven worden. De brandmeester had een penning met een gat erin. De mensen die hun penning hadden afgegeven voordat de penning met het gat aanwezig was, kregen meer uitbetaald. Ook werden er premies uitgeloofd voor die spuiten die het eerst water gaven. Bij afwezigheid of te late opkomst volgde een boete. Op zich was het een goed systeem, maar het ging in de praktijk wel eens mis. Bepaalde groepen schrokken er niet voor terug om de spuit van andere groepen te saboteren om zo de premie in de wacht te slepen.

Vrijwilligers
Om deze wantoestanden uit te bannen, besloot men al in de vorige eeuw om de zogenaamde geaffecteerden te vervangen door vrijwilligers. In tegenstelling tot de geaffecteerden kwamen deze vrijwilligers vooral uit de wat rijkere burgerij zoals middenstanders. Deze (rijkere) klasse had er natuurlijk flink baat bij dat de brandschade beperkt bleef: zij hadden iets te verliezen. Voorloper op dit gebied was Haarlem. De stad schakelde zijn brandweerorganisatie om in een geheel vrijwillige brandweer die het bluswerk geheel 'pro deo' verrichten. Het was zelfs zo, dat het materiaal voor een groot gedeelte uit eigen zak betaald werd. Na 1851 volgden meer gemeentes met het overgaan tot vrijwillige korpsen.

Beroepsbrandweer
Toch bleek dat de vrijwilligers, hoe goed de bedoelingen ook waren, dit niet meer aan konden. Daarom besloot de Amsterdamse overheid in 1874 een kleine groep betaalde beroepsmensen in te stellen. De eerste beroepsbrandweer was een feit. Geaffecteerden en vrijwilligers werden naar huis gestuurd. De organisatie van beroepsbrandweer werd op een militaire manier aangepakt, met een strakke discipline. In navolging van Amsterdam gingen steeds meer grote steden over tot het aanstellen van een beroepsbrandweer. Den Haag volgde in 1889 en Groningen in 1910.

De brandweer groeide, net als de steden en het aantal inwoners, maar er was sprake van ongelijkheid binnen de organisaties. Er waren politieagenten als brandweerfunctionarissen, vrijwillige brandweerlieden, gemeentewerklieden als spuitgasten, plichtbrandweer, brandweer onder een verzeke-

ringsmaatschappij en particuliere (bedrijfs)brandweren. Vrij onoverzichtelijk allemaal, waardoor de brandweercommandanten de behoefte kregen het brandweerwezen wat duidelijker en overzichtelijker te maken.

Brandweerverenigingen
De commandant van Den Haag en de commandant van Leiden waren de eersten die een stap in die richting deden. Zij richtten de 'Nederlandsche Brandweer Vereeniging' op. Op 17 april 1917 vond de oprichtingsvergadering plaats en al snel werd er koninklijke goedkeuring aan de vereniging gegeven. De vereniging werd een overlegorgaan van brandweertechnici.

Na de oorlog werd 26 juli 1945 de Nederlandsche Vereeniging van Brandweer Commandanten (N.V.B.C.) opgericht. Men vond dat de oude Koninklijke Nederlandsche Brandweer Vereeniging (KNBV) in de oorlogstijd ter ziele was gegaan. Onder de Minister van Binnenlandse Zaken werd de in de oorlog opgerichte inspectie voor het brandweerwezen omgevormd tot een deskundig adviesorgaan op het gebied van de brandweer. In Amsterdam werd de Rijksbrandweerschool opgericht. In gemeenten waar nog geen brandweerkorps was, werd er een opgericht.

Op 23 juni 1952 werd na veel overleg de nieuwe brandweerwet van kracht, waarin de zorg voor de brandweer weer bij de gemeente werd gelegd. De KNBV werd de vertegenwoordiger van de gemeentebesturen, de NVBC van de brandweertechnici het brandweerveld en de rijksinspectie adviseerde iedereen en waakte over de kwaliteit van de brandweer.

Regionale brandweer
In de tweede helft van de vijftiger jaren nam de brandweer een enorme sprong voorwaarts. De rijksinspectie organiseerde op grote schaal cursussen en opleidingen voor het behalen van diploma's. Men ging zich steeds meer toeleggen op instructie, cursussen en brandpreventie. Er werden regionale samenwerkingsverbanden opgericht voor de organisatie van de opleidingen, oefeningen en wedstrijden. De brandweer ging zich ook steeds meer toeleggen op het verlenen van hulp aan burgers in nood, en niet alleen het blussen van branden. Voor de hulpverleningen bij grote ongevallen moest meer materieel aangeschaft worden en dankzij de ontwikkelingen in de radiotechniek werd het ook mogelijk om alle voertuigen uit te rusten met mobilofoons en portofoons. Voor de coördinatie daarvan bij een grote inzet moesten dan weer speciale verbindings/commandowagens komen. Om al die grote uitgaven voor de brandweer binnen de perken te houden, werden regionale brandweren opgericht, die zorgden voor de alarmcentrales, verbindingen en voertuigen die gezamenlijk gekocht werden, zodat het voor de kleinere gemeenten betaalbaar bleef.

In 1985 werden die regionale brandweren erkend in de nieuwe Brandweerwet. Tegelijkertijd kwam er ook een Rampenwet, waarin de regionale brandweren de opdracht kregen om de grootschalige rampenbestrijding mogelijk te maken. te organiseren en daarin de politie en geneeskundige diensten te betrekken. Het hele stedelijke milieu veranderde. Er kwamen steeds hogere gebouwen, en het ontstaan van zogenaamde 'woonerven' en verkeersdrempels maakt het allemaal niet gemakkelijker. Daarnaast gaan er steeds meer mensen en goederen op weg in, boven, en binnenkort ook onder Nederland. Een scala van veranderingen waardoor steeds nieuwe eisen worden gesteld aan de brandweer, tot aan de dag van vandaag.

Blusmateriaal en watervoorziening
De benadering van de bluswerkzaamheden week destijds ook behoorlijk af van wat de brandweer vandaag de dag doet. Aan de brand zelf (de vuurhaard) werd nauwelijks aandacht geschonken. De middelen en tactieken om het vuur te bestrijden schoten daarvoor ernstig te kort. Men lette hoofdzakelijk op het beperken van de schade en uitbreiding van de brand. De daken van de huizen in de omgeving werden afgedekt met natte zeildoeken om uitbereiding te voorkomen.

Emmers
Het blussen van een brand was een frustrerende bezigheid. Het enige wat er in die tijd aan materiaal voor handen was, waren emmers. Het waren gewone houten (en eenmaal nat, loodzware) emmers. Het was al een aanzienlijke verbetering toen de houten emmers vervangen werden door leren em-

mers. Het waterverlies en het gewicht van de emmers namen behoorlijk af. Maar nog steeds schoot het blussen met de emmers niet erg op.

Brandspuit

Op 11 juni 1614 kwam er een grote doorbraak. Het eerste octrooi op een brandspuit werd door de Staten Generaal verleend aan Pauwels Auleander. Een succes werd het echter niet. De grote steden Amsterdam en Leiden hadden weinig zin om veel geld daarvoor uit te trekken.

Na deze eerste octrooiaanvraag op de brandspuit volgden er uiteraard meer. Zo hier en daar verschilden de brandspuiten wat van elkaar, maar het basisprincipe bleef gelijk. De meeste brandspuiten uit die tijd bestonden uit een grote bak van hout of metaal, rond of rechthoekig van vorm. In de bak waren twee zuigpompcilinders geplaatst die met de hand bediend moesten worden. Die cilinders zorgden ervoor dat het water in een buis werd geperst waaraan een straalpijp (een soort waterkannonetje) was vastgemaakt. Met die straalpijp werd op het vuur gericht. De grote bak moest met emmers volgegooid worden met water. Op zich waren deze brandspuiten een behoorlijke verbetering ten opzichte van de 'emmers-methode', maar er zaten duidelijke nadelen aan de spuit: het was een groot, log geval, waarvoor tientallen mannen nodig waren om hem te verplaatsen. Daarnaast moest de spuit zo dicht mogelijk bij de brandhaard worden geplaatst, waardoor er bij instorting van het brandende gebouw vaak slachtoffers vielen. Een echt effectieve manier van brand blussen kwam pas aan het eind van de 17e eeuw.

In 1672 bracht Jan van der Heiden samen met zijn broer Nicholaes aanzienlijke verbeteringen aan op de tot dan toe gebruikte 'Hautsch-spuit'. Als eerste verbetering bracht hij een leren slang aan tussen de pomp en de straalpijp. Door die leren slang werd het mogelijk om het bluswater op de juiste plaats te brengen: de brandhaard. Er hoefde dus niet meer van grote afstand 'gemikt' te worden; de brand kon op een veel mobielere manier geblust worden. Op de tweede plaats boog hij zich over de watertoevoer. De eerste spuiten moesten gevuld worden met emmertjes water, voordat er water gespoten kon worden. Omdat het aandragen van dat water meestal langer duurde dan het leegspuiten van de pomp, werkten de spuiten bijna nooit op maximale capaciteit. Jan van der Heiden maakte een grote, linnen waterzak met een slang en schraagpomp daaraan vast. De linnen waterzak kon veel dichter bij het water worden gezet. In eerste instantie werd het water met behulp van de bekende emmertjes in de waterzak gegoten, maar in een later stadium werd een hulppomp aan de waterzak bevestigd. Het water werd zo in de waterzak gepompt en doorgegeven aan de brandspuiten. Nog later werd de waterzak in zijn geheel overbodig. Aan de schraag zelf werd een hulppomp bevestigd waardoor het water direct uit de gracht gepompt kon worden. Voordat Van der Heiden deze uitvinding op de markt bracht, waren er echter al weer vijftien jaar verstreken.

Stoomspuit

Na de uitvinding van de stoommachine door James Watt in 1769 werd in 1831 in Londen de eerste stoomspuit geproduceerd. Pas in 1866 namen Rotterdam en Amsterdam de stoomspuit in gebruik. Door het gebruik van de stoomspuit kon een veel grotere capaciteit met veel hogere druk worden opgebracht. Bovendien waren er voor de bediening maar vier man nodig, die niet elk kwartier afgelost hoefden te worden.

In veel steden bleef de aanschaf van een stoombrandspuit echter nog lange tijd uit. Dit was puur een financiële kwestie; de overheid gaf in deze tijd amper geld aan het brandweerwezen uit. Vandaar dat de handpomp nog een lange tijd in dienst bleef. Daarnaast kampte de stoomspuit met wat 'kinderziektes'. Voordat het daadwerkelijke spuiten kon beginnen, moest er uiteraard eerst stoom gemaakt worden. Om de stoom te maken moest men eerst een vuurtje maken om de stookketel te verhitten. Dat leverde tijdverlies op. Het hout werd op den duur vervangen door petroleum. Bij de beroepsbrandweerkorpsen hield men de stoomketels dag en nacht op een 'laag pitje', zodat de opwarmingstijd kort kon blijven.

Rollend materieel

Waar de oude handspuit werd vervoerd op een handwagen, was dat bij de stoomspuit niet te doen. De stoomspuit werd voortgetrokken door paarden.

Steeds meer materieel werd 'rollend' gemaakt (van wielen voorzien) waardoor er steeds meer paarden nodig waren. Het takenpakket van de brandweerman breidde zich steeds meer uit. Behalve het onderhoud van de stoombrandspuit en ander materieel, moesten de paarden nu ook verzorgd worden. Het groeide de vrijwilligers en geaffecteerden allemaal een beetje boven de pet.

Steeds meer grote gemeentes besloten hierdoor om vaste mensen aan te stellen voor dit werk. Met andere woorden: de beroepsbrandweer werd geboren. Eén van de eerste beroepsfuncties was die van brandwacht-koetsier. De koetsier was niet alleen belast met de verzorging van de paarden en het besturen van het voertuig, maar in geval van brand moest hij ook gewoon bluswerkzaamheden doen. Eenmaal bij een brand aangekomen, werd er iemand uit het publiek aangewezen om de paarden vast te houden. De mensen uit het publiek wilden dat graag doen: het leverde een beloning van drie kwartjes op en het beste plekje om naar de brand te kijken. Uiteindelijk is ook het paard vervangen: de automobielspuit werd uitgevonden. Maar dat was pas veel later.

Autospuiten

Aan het tijdperk van de paarden als vervoersmiddel lijkt in 1910 een einde te komen. In sommige steden ging men over op autospuiten. Net als bij de overgang van de slangenbrandspuit naar de stoomspuit bleek ook op dit gebied het geld een grote rol te spelen. Vandaar dat het (goedkopere) gebruik van de paarden in vele steden nog niet voorbij was. Zo werden vaak wagens gekocht, die door paarden moesten worden getrokken, maar waarop een pomp was geplaatst, die aangedreven werd door een losse benzinemotor. Zo'n apparaat heette een motorspuit. Het was al wel zeer duidelijk dat de automobiel de toekomst heeft. Het principe van de autospuit is hetzelfde als die van de stoom- en motorspuit die door paarden getrokken werden, zij het dat het paard vervangen is door de automobiel. De stoomspuit heeft het uitgehouden tot 1948.

Waterleidingnet

Sommige steden hebben echter nooit een motorspuit gehad. De brandweer ging steeds meer het waterleidingnet gebruiken voor het aftappen van water. In 1874 was men al begonnen met de aanleg van het waterleidingnet en het werd steeds omvangrijker. Bijna overal werden brandkranen in de straten aangebracht op 50 tot 100 meter van elkaar.

De auto- en motorspuiten konden nu hun water betrekken uit zowel de grachten en sloten als de brandkranen op het waterleidingnet. Door met de krachtige pompen het water extra druk te geven, kon ook gemakkelijker over langere en vooral hogere afstanden worden geblust. De gebouwen werden namelijk ook steeds hoger. Tot op de dag van vandaag is de autospuit het belangrijkste stuk gereedschap van de brandweer en zijn de brandkranen de belangrijkste garantie voor de bluswatervoorziening.

2.2 De huidige brandweerorganisatie

De huidige Nederlandse brandweerorganisatie bestaat uit een systeem van gemeentelijke en regionale brandweren.

Gemeentelijke brandweer

In de brandweerwet 1985 is vastgelegd dat gemeenten belast zijn met de brandweerzorg en dat zij in een verordening (de verordening Brandveiligheid en hulpverlening[1]) de taken en de personele en materiele sterkte van de gemeentelijke brandweer dient vast te stellen. In veel kleine gemeenten is gekozen voor een organisatievorm van vrijwillige brandweermensen. Deze mensen zijn benoemd en opgeleid om de taken van de gemeentelijke brandweer uit te voeren, zonder dat dit hun hoofdberoep is. In grote gemeenten kan de brandweer geheel als beroepsbrandweer georganiseerd zijn. Vaak komt ook een gecombineerde organisatie voor. Hierbij voeren de beroepsbrandweerlieden de reguliere dagelijkse taken uit zoals het opstellen van (brand)veiligheidsadviezen, vergunningverlening, opstellen van aanvalsplannen, onderhoud materieel etc. Bij daadwerkelijk brandweeroptreden wordt de kern van beroepspersoneel aangevuld met vrijwillig brandweerpersoneel.

[1] VNG 1996

Regionale brandweer
Om de gemeentelijke brandweertaken zo doelmatig mogelijk uit te voeren, zijn de gemeenten op grond van de Brandweerwet 1985 verplicht om een samenwerkingsverband aan te gaan. De gemeenten die volgens dit principe samenwerken vormen samen een brandweerregio.
De regionale brandweer staat ten dienst van alle gemeenten in de regio en is belast met gemeenschappelijke taken, zoals:

- het instellen en instandhouden van een regionale brandweeralarmcentrale
- het aanschaffen en beheren van gemeenschappelijk materieel
- opleiden
- het verzorgen van oefeningen met het oog op het optreden in groter verband
- taken in het kader van de rampenbestrijding (operationele leiding en voorbereiding van de coördinatie)

Bedrijfsbrandweer
Op grond van artikel 13 van de Brandweerwet 1985 kunnen bepaalde bedrijven door de gemeente worden aangewezen om over een bedrijfsbrandweer te beschikken. Het gaat dan om bedrijven die in geval van een brand of ongeval een bijzonder gevaar voor de openbare veiligheid kunnen opleveren, zoals bijvoorbeeld een chemisch bedrijf of een ziekenhuis. Deze bedrijfsbrandweren moeten voldoen aan dezelfde eisen die aan gemeentelijke brandweren worden gesteld op het gebied van personeel, materieel, opleidingen en oefeningen. De bedrijfsbrandweer kent het bedrijf en zijn gevaren en kan snel ter plaatse zijn. De bedrijfsbrandweer is daarmee een belangrijke steun voor de gemeentelijke brandweer bij een brand of ongeval in een bedrijf. De eindverantwoordelijkheid voor de brandbestrijding blijft echter altijd bij de gemeentelijke brandweer liggen.

Brandweerverenigingen
De brandweervereniging NVBC die na de oorlog werd opgericht ontwikkelde zich van een platform voor brandweerofficieren tot een brandweer-brede vereniging, die met name ook voor de belangen opkwam van het grote segment van de vrijwilligers. Met name in de jaren zeventig en tachtig kwam de NVBC tot grote bloei. De vereniging raakte echter tegelijkertijd haar elitaire karakter kwijt, wat voor het hogere management aanleiding was tot de oprichting van een eigen orgaan, het College van Commandanten van Grote Gemeenten (CCGG). Hiervan waren grofweg alle beroepscommandanten lid. Toen vanaf 1982 de brandweerregio's een wettelijke status kregen, ging het CCGG over in het CCRB, het College van Commandanten van Regionale Brandweren. Dit orgaan verwierf snel de status van vertegenwoordiger van het beroepssegment van de brandweer. Voor de Rijksoverheid was het CCRB het eerste aanspreekpunt in het brandweerveld. De NVBC trok zich tegelijkertijd verder terug in de vrijwilligheid en werd steeds meer een club voor brandweerwedstrijden en feestelijkheden. Op de lange duur bleek dit niet vol te houden. Na jaren van aftakeling hief de NVBC zichzelf in 1999 op. Onder leiding van de commandant van Rotterdam-Rijnmond werd daarop een nieuwe, brede brandweervereniging opgericht, de Nederlandse Vereniging van Brandweerkorpsen (NVBR), die op meer professionele leest was geschoeid. Van meet af aan koerste de NVBR af op een fusie met het CCRB. De NVBR was hierin succesvol, vooral omdat zij haar standpunt wist duidelijk te maken dat de Nederlandse brandweer te klein is voor twee brancheverenigingen. Op 1 januari 2002 fuseerden CCRB en NVBR tot één vereniging voor de hele brandweer, de Nederlandse Vereniging voor Brandweerzorg en Rampenbestrijding (NVBR).
Naast deze woelige ontwikkeling van de vakverenigingen leidt de Koninklijke Nederlandse Brandweervereniging (KNBV), als vereniging van regiobestuurders, al jaren een relatief rustig bestaan. Opmerkelijk is wel dat men onlangs de geneeskundige hulpverlening bij ongevallen en rampen (GHOR) bij het werkterrein heeft gevoegd.

3. Wat beweegt de brandweer?

2.1 Taken en verantwoordelijkheden van de brandweer

Van oudsher is de belangrijkste taak van de brandweer het bestrijden van brand. Door de jaren heen zijn er echter steeds meer taken bij de brandweer terecht gekomen. Te denken valt aan meer preventieve taken en hulpverleningstaken. In de Brandweerwet 1985 zijn ook deze nieuwe taken en de

verantwoordelijkheden van de brandweer vastgelegd.

De taken van de brandweer betreffen nu:
- het voorkomen, beperken en bestrijden van brand;
- het beperken van brandgevaar;
- het voorkomen en beperken van ongevallen bij brand en al hetgeen daarmee verband houdt;
- het beperken en bestrijden van gevaar voor mensen en dieren bij ongevallen anders dan bij brand.

4. Brandweer een lastige klant?

4.1 Belangen van de brandweer

Zoals in paragraaf 3.1 is aangegeven is het blussen van branden van oudsher de belangrijkste taak van de brandweer. Voor het bestrijden van brand heeft de brandweer behoefte aan voldoende blusmiddelen. Afhankelijk van de situatie worden verschillende typen blusmiddelen toegepast (blusdeken, bluspoeder, CO2, water of schuim), elk met een ander blusprincipe. Om deze blusprincipes te kunnen begrijpen wordt hier allereerst het verschijnsel brand nader toegelicht.

Het verschijnsel brand

Een verbranding is een scheikundige reactie van een brandbare stof met zuurstof, die gepaard gaat met warmte en vuurverschijnselen. Voor een verbranding zijn drie verbrandingsfactoren noodzakelijk:
1. een brandbare stof
2. een bepaalde temperatuur (ontbrandingstemperatuur)
3. een bepaalde hoeveelheid zuurstof (aanwezig in de lucht)

Deze drie factoren kan men voorstellen als de zijden van een driehoek, de zogenaamde branddriehoek (figuur 1).

Worden van de branddriehoek één of meerdere factoren weggenomen, dan is brand niet meer mogelijk, oftewel de brand is geblust. Dit is het basisprincipe van brandbestrijding.

Fig. 1 - De branddriehoek

De blusmiddelen die toegepast worden grijpen in op één van de genoemde factoren. Zo wordt bij toepassing van een blusdeken of schuim de zuurstoftoevoer gestopt en wordt bij toepassing van water als blusstof de temperatuur van de brand verlaagd tot onder de ontbrandingstemperatuur.

Ontwikkeling van een brand

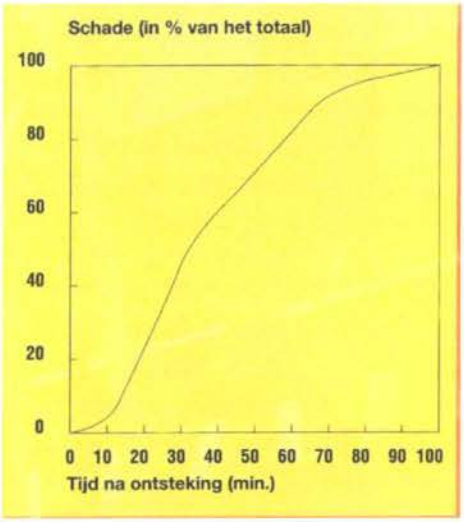
Kenmerkend voor de brandweer is de snelheid waarmee zij inzetbaar ter plaatse is. Waarom is deze snelheid zo belangrijk? Het antwoord op deze vraag is te vinden in de brandkromme, die het verloop van een brand weergeeft (figuur 2).

Fig. 2 - Brandkromme

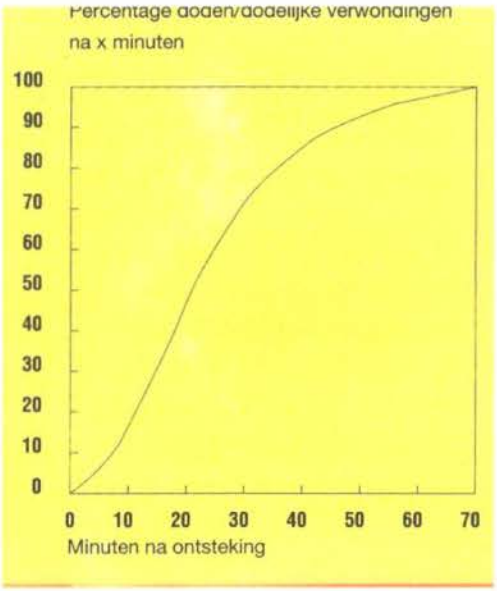
Het valt op, dat zodra er sprake is van vlamoverslag de brand zich zeer sterk ontwikkelt met alle gevolgen van dien. Daaruit blijkt hoe het schadeverloop, de kans op dodelijke slachtoffers en de kans op het

[2] Bzk 1992

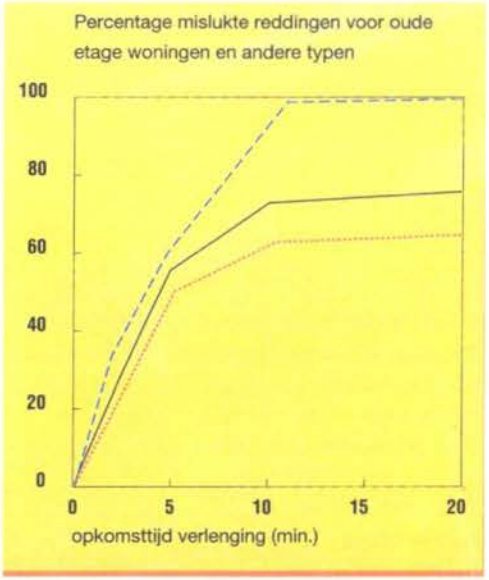
slagen van reddingen bij brand is gerelateerd aan de opkomst- (en inzet-) tijd van de brandweer. Hierbij is het schadeverloop relatief weergegeven, in percentages van het geheel. De kale cijfers spreken wellicht nog meer tot de verbeelding. Uit gegevens van het CBS blijkt dat het gemiddelde schadebedrag van een kleine brand € 14.000,- bedraagt, terwijl dat bij een grote brand € 275.000,- is (bijna 20 maal zo veel).
Het is dus van zeer groot belang om zo snel mogelijk de blussing en redding te hebben ingezet!



Gemiddeld beeld van het schadeverloop in de tijd na ontstaan van branden in woningen



Relatie tussen de sterfkans of het oplopen van dodelijke verwondingen en de tijd na begin van brand



De relatie tussen het percentage mislukte kritieke reddingen en de verlenging van de opkomsttijd

	Overlijdensrisico	
	Gemiddeld	Oude etagewoningen en vergelijkbaar
Eigen woning	4 per miljoen	10 per miljoen
Andere woningen (derden)	1 per miljoen *)	15 per miljoen
Totaal	5 per miljoen	25 per miljoen

*) Dit betreft bijna uitsluitend branden in oude etagewoningen en vergelijkbare soorten gebouwen.

Overlijdensrisico bij brand

Water als blusmiddel

Sinds mensenheugenis wordt water als blusstof toegepast en het is nog steeds het belangrijkste blusmiddel van de brandweer (in meer dan 90% van de gevallen wordt met water geblust). De belangrijkste redenen hiervoor zijn dat water een zeer groot koelend vermogen heeft, goedkoop is en meestal in grote hoeveelheden aanwezig is. Daarbij wordt voor de meeste branden het waterleidingnet als bluswaterleverancier gebruikt.

Het waterleidingnet is immers een zeer betrouwbare waterleverancier. Op snelle en eenvoudige wijze kan aangesloten worden op een brandkraan, de

brandkranen zijn overal in de bebouwde kom beschikbaar en zij leveren voldoende capaciteit voor kleine en middelbranden. Bovendien is de leveringsduur van het water is in principe onbeperkt. Bijkomend voordeel is dat het water zo schoon is, dat er geen kans op beschadiging van de bluspompen bestaat. Voor de brandweer is het waterleidingnet daarom de ideale waterleverancier bij kleine en middelbranden en voor de eerste inzet bij grote branden.

Door het College van Commandanten van Regionale Brandweren (CCRB) is in het CCRB - Bulletin no. 2: "Primaire bluswatervoorziening, de minimaal vereiste capaciteit van het waterleidingnet" aangegeven welke bluswatercapaciteit de brandweer bij verschillende inzetten verlangt van het waterleidingnet.

4.2 Belangen van de drinkwaterleverancier

In de Waterleidingwet (artikel 4) is aangegeven dat de eigenaar van een waterleidingbedrijf verantwoordelijk is voor het leveren van deugdelijk leidingwater aan de verbruikers in zijn distributiegebied in een zodanige hoeveelheid en onder een zodanige druk als het belang der volksgezondheid vereist. Er is geen wettelijke verplichting tot het leveren van bluswater opgenomen.

Aangezien zowel de drinkwaterlevering als de brandbestrijding van oudsher tot de gemeentelijke verantwoordelijkheiden behoortde, wordt in Nederland echter overwegend dezelfde infrastructuur gebruikt voor de drinkwatervoorziening en de bluswatervoorziening (namelijk het drinkwaterleidingnet). Voor de dimensionering van het drinkwaterleidingnet is daarbij van belang, dat de vraag naar drinkwater een continu karakter heeft en de vraag naar bluswater zich door een incidenteel optreden kenmerkt, waarbij het debiet echter vele malen groter is dan dat van de reguliere drinkwaterstroom.

Om dit grote debiet bij de afname van bluswater te kunnen garanderen werden de leidingen van het waterleidingnet tot nu toe groter (en dus duurder!) gedimensioneerd, dan puur voor de levering van drinkwater nodig zou zijn. Tot op heden is er in Nederland dan ook geen tekort aan bluswater via het waterleidingnet[3].

Een aandachtspunt bij het voorzien in bluswater via het waterleidingnet, is dat het uit milieu-oogpunt ongewenst is drinkwater als bluswater te gebruiken.

Een ander nadeel van het voorzien in de bluswatervoorziening via het waterleidingnet is het volgende: door de grotere leidingdiameters (nodig voor de bluswatervoorziening) neemt de stroomsnelheid in de leidingen af, waardoor vuil in de leidingen kan bezinken en ophopen (sediment). Dit sediment is een voedingsbodem voor bacteriën (bv. Legionella[4]) en dient derhalve uit oogpunt van volksgezondheid geminimaliseerd te worden. Daarnaast wordt dit sediment bij een incidenteel hogere afname, bijvoorbeeld door gebruik van de brandkraan, opgewerveld en meegevoerd, waardoor het water een bruine kleur krijgt, hetgeen visueel onaantrekkelijk is voor de consument.

Eén van de mogelijkheden om ophoping van sediment te voorkomen is het verkleinen van de leidingdiameters, waardoor de stroomsnelheid in de leidingen hoog gehouden wordt (minimaal eens per dag een snelheid van 0,4 m/s)[5], hetgeen echter direct consequenties heeft voor de capaciteit van de bluswatervoorziening. Daarnaast is het van belang dat er geen dode takken voorkomen in het net. Een vertakt net, waarbij zich aan elk uiteinde van het net een afnamepunt bevindt heeft daarom de voorkeur. Men spreekt dan van een zelfreinigend net.

De voordelen van een zelfreinigend net zijn:
- betere waterkwaliteit,
- kleinere dimensionering dus lagere aanlegkosten (10 tot 30%)
- afname exploitatiekosten door afname schoonmaakkosten

[3] Tweede Kamer, vergaderjaar 2001-2002, 27575 en 26958, nr. 17.
[4] Tijdelijke Regeling Legionellepreventie in leidingwater, Stct 13 oktober 2000, nr. 199/pag. 8.
[5] Kiwa/VEWIN 1999

De nadelen zijn:

- kleinere capaciteit (ook voor de bluswatervoorziening)
- minder aansluitmogelijkheden brandkranen

Vanwege de bovenstaande voordelen is in opdracht van de Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland (VEWIN) door het Keuringsinstituut voor waterleidingartikelen (Kiwa) een handleiding opgesteld waarin richtlijnen worden gegeven voor het ontwerpen van distributienetten met als uitgangspunt een zelfreinigend net[6].

5. *Brandweer: partner in veiligheid!*

5.1 Gezamenlijke belangen

Zoals uit paragraaf 4 al blijkt, bestaat er een spanningsveld tussen bluswater- en drinkwatervoorziening via het waterleidingnet. Een spanningsveld, dat bij verharding van standpunten zelfs kan leiden tot maatschappelijk als ongewenst betitelde problemen. De belangen die de brandweer en de drinkwaterleidingbedrijven hebben, hebben immers beide een maatschappelijk doel: het zorgen voor brandveiligheid en het zorgen voor schoon, gezond (en dus ook veilig) drinkwater. Vanuit de gedrevenheid die beide organisaties kenmerkt is het niet altijd eenvoudig dit gezamenlijk hoger gelegen maatschappelijke belang voor ogen te houden. Het moge duidelijk zijn dat een onbeperkte levering van drinkwater als bluswater niet meer van deze tijd is. Gezocht moet daarom worden naar de optimale balans tussen een goede bluswatervoorziening en een veilige drinkwatervoorziening.

Op enkele plaatsen in ons land, met name nieuwbouwlocaties, dient zich een nieuwe oplossing aan in de vorm van leidingnetten voor 'grijs' water - water dat niet als drinkwater bedoeld is maar wel voor andere vormen van huishoudelijk gebruik (toilet, wasmachine, tuin etc.). Deze grijze leidingnetten zijn bij uitstek geschikt voor bluswaterleveranties. Het kwaliteitsverschil tussen leidingwater en grijs water is voor de brandweer niet van belang.

5.2 Bluswatervoorziening in Amsterdam een casus

Ook in de gemeente Amsterdam speelde de hierboven geschetste belangentegenstelling. Aangezien in Amsterdam niet alleen de brandweer, maar ook het waterleidingbedrijf (Gemeentewaterleidingen Amsterdam, afgekort GWA) een onderdeel zijn van de gemeentelijke organisatie, heeft het Amsterdamse gemeentebestuur een gezamenlijke opdracht geformuleerd voor zowel de brandweer als het waterleidingbedrijf. Deze opdracht luidde:

- *het onderzoeken en bepalen van de benodigde bluswatervoorziening via het distributienet van GWA, zowel voor leidingen in nieuwbouwwijken als voor vervanging van leidingen in bestaande wijken;*
- *het realiseren van oplossingen waarbij verbetering van de waterkwaliteit kan worden gerealiseerd met behoud van een adequate bluswatervoorziening;*
- *het inzichtelijk maken van de kosten die gemoeid zijn met bluswatervoorziening via brandkranen, andere methoden of een andere werkwijze van de brandweer;*
- *er zorg voor te dragen dat de resultaten ook van toepassing zijn voor andere brandweerkorpsen die eveneens gebruik maken van de brandkranen van GWA.*

Naar aanleiding hiervan is een werkgroep geformeerd, die bestond uit medewerkers van Brandweer Amsterdam (BA) en Gemeentewaterleidingen Amsterdam (GWA). De werkgroep werd ondersteund met een voorzitter en een secretaris, geleverd door het Nederlands Instituut voor Brandweer en Rampenbestrijding (Nibra).

Middels een aantal bijeenkomsten is stap voor stap een gezamenlijke visie opgesteld. Gestart is met de inventarisatie van de huidige uitgangspunten van BA en GWA met betrekking tot de bluswatervoorziening. Op deze manier kwam de bluswatervraag (brandweer) en het bluswateraanbod (GWA) en de discrepantie daartussen in beeld. Deze uitgangspunten zijn naast de landelijk geformuleerde uitgangspunten op dit gebied[7] gelegd.

[6] Kiwa/VEWIN 1999

[7] Kiwa/VEWIN 1999, CCRB 1997, CCRB 2001, NVBR 2002

Vervolgens is bezien hoe het gat tussen bluswatervraag en bluswateraanbod binnen de mogelijkheden van de bluswatervoorziening via het waterleidingnet opgevuld kon worden. Parallel daaraan is uitgewerkt welke mogelijkheden er bestaan om een bluswatervoorziening, die niét gebaseerd is op het waterleidingnet te realiseren. Alternatieven zijn beschouwd, gewogen en beoordeeld door de werkgroep. Uiteindelijk is het alternatief van bluswatervoorziening via open water verder uitgewerkt.

Op basis van de in de voorgaande stappen verkregen resultaten, worden nu voorstellen geformuleerd voor de toekomstige bluswatervoorziening in Amsterdam. Bij het aanleveren van de stukken voor deze reader was dit proces nog niet afgerond, maar het eindresultaat is in zicht.

Als belangrijkste conclusie van de deelnemers van de werkgroep kan echter al wel gesteld worden, dat deze gezamenlijke visie-ontwikkeling heeft geleid tot begrip voor elkaars belangen, en dat vanuit het besef van het hebben van een gezamenlijk maatschappelijk belang, het mogelijk is tot wederzijds geaccepteerde oplossingen te komen.

Referenties

1. BZK 1992
   Handleiding Brandweerzorg, ministerie van Binnenlandse Zaken, directie Brandweer, Den Haag 1992.

2. CCRB 1997
   Primaire bluswatervoorziening; de minimaal vereiste capaciteit van het waterleidingnet, College van Commandanten van Regionale Brandweren (CCRB) - Bulletin no.2. Nibra, Arnhem, december 1997.

3. CCRB 2001
   Secundaire en tertiaire bluswatervoorziening, College van Commandanten van Regionale Brandweren (CCRB) - Bulletin no. 9, Nibra, Arnhem 2001.

4. Kiwa/VEWIN 1999
   Nieuwe ontwerprichtlijnen voor distributienetten, SWE 99.011, Nieuwegein, december 1999.

5. NVBR 2002
   Bluswatervoorziening en bereikbaarheid; handleiding; Nederlandse Vereniging voor Brandweerzorg en Rampenbestrijding (NVBR) - concept versie, Nibra, Arnhem, januari 2002.

6. VNG 1996
   Modelverordening brandveiligheid en hulpverlening, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Den Haag 1996.

HOE HOUDEN WE HET LEIDINGNET IN CONDITIE?

ir. M. van den Boomen
Kiwa Water Research

Leidingen in de ondergrond worden blootgesteld aan veel invloeden. Een gezond leidingnet kent vitale oudere leidingen en goed ontworpen nieuwe leidingen. Het ontwerpen en beheren van leidingen valt niet los te zien van elkaar en van de vraag hoe goed de waterkwaliteit moet zijn. In het bedrijfstakonderzoek worden tools en concepten ontwikkeld om het leidingnet in conditie te houden. Een gezond leidingnet in de toekomst begint met een droom van vandaag. Waar willen we over een aantal jaren staan met de ontwikkelingen die nu in het bedrijfstakonderzoek gestart zijn?

Waar willen we over een aantal jaren staan?

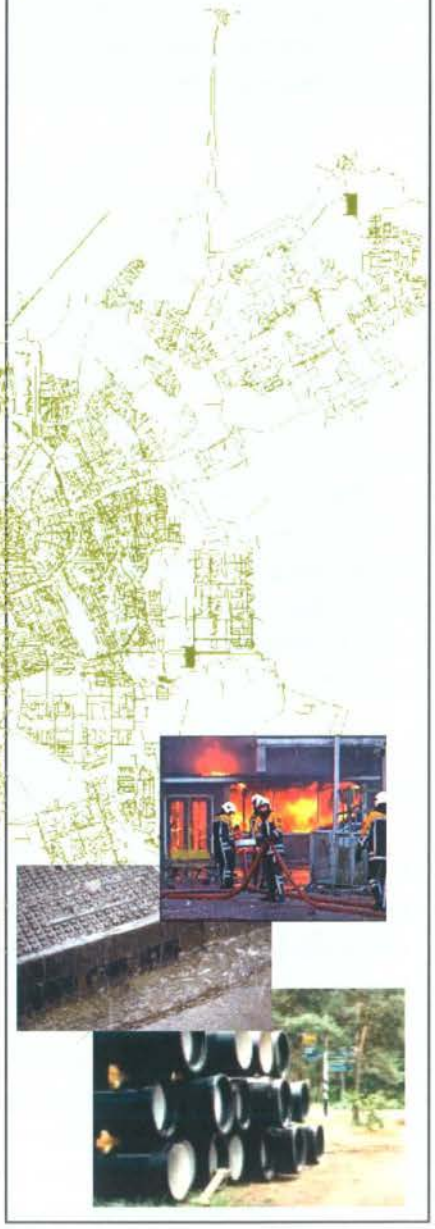
Het bedrijfstakonderzoek waterdistributie kan worden opgehangen aan drie vragen:

- waar willen we naar toe?
- hoe komen we daar?
- hoe weten we dat we ons doel bereikt hebben?

Een drinkwaterklant wil een goede prijs/kwaliteit verhouding maar wat dit in de praktijk betekent is moeilijk te kwantificeren. Een klant wil blind kunnen varen op een goede waterkwaliteit en een betrouwbare levering. De eis die een klant stelt aan drinkwaterkwaliteit is dat het water helder van kleur moet zijn en niet onaangenaam mag ruiken. Deze criteria zijn moeilijk meetbaar. Ze hangen ook samen met het vertrouwen dat een klant heeft in het waterbedrijf. Negatieve pers schaadt dat vertrouwen. Positieve pers verhoogt het vertrouwen. Een klant zal bereid zijn tijdelijke ongemakken zoals leveringsonderbrekingen of bruin water te accepteren mits:

- ze niet te vaak optreden
- ze geen gevaar voor de volksgezondheid opleveren
- ze bij voorkeur voorspelbaar zijn
- de onderbreking snel verholpen is
- de communicatie rondom een storing adequaat is
- de ongemakken in verhouding staan tot de prijs die betaald wordt

Wat een klant wil is een rekbaar begrip. Daarbij komt ook nog dat de ene klant de andere niet is en acceptatieniveaus gebieds- en tijdsgebonden zijn. Dat maakt het zo moeilijk om antwoord te geven op de vraag waar we naar toe willen.



Wat we wel weten is dat we als watersector flexibel willen inspringen op veranderende klantwensen. We willen de knoppen in handen houden om aan die veranderende klantbehoeften te voldoen. Misschien willen we ook wel sturend optreden in het ambitieniveau van onze klanten.

De knoppen die we in het bedrijfstakonderzoek waterdistributie kunnen beïnvloeden zijn:

- waterkwantiteit
- waterkwaliteit
- onderbrekingen/storingen
- kosten

De klant bepaalt hoeveel water hij/zij wil, welke waterkwaliteit en hoeveel onderbrekingen acceptabel zijn tegen welke kosten. Het ambitieniveau van de watersector zou kunnen worden samengevat door tegen minimale kosten, water te leveren waarmee de klant tevreden is.

Er kunnen dus zeker vier factoren worden benoemd die tot de primaire invloedssfeer van een waterbedrijf horen: kwantiteit, kwaliteit, het aantal onderbrekingen en de prijs van het geleverde water. Wanneer we deze koppelen aan distributieonderzoek komen we op het terrein van leidingnetontwerp en -beheer. We zouden daarom een systeem willen hebben dat zowel de manager als de leidingnetbeheerder antwoord geeft op vragen als wat wanneer te doen. De manager wil een lange- en middellange termijnplanning kunnen maken en weten welke investeringsbehoefte te verwachten is, de leidingnetbeheerder wil weten welke activiteiten op korte termijn moeten worden uitgevoerd.

Zo'n systeem - een assetmanagementsysteem - zou uit een aantal modules kunnen bestaan:

1. Een hydraulische module

In deze module worden de hydraulische aspecten van waterlevering doorgerekend om ervoor te zorgen dat iedere klant voldoende water krijgt. Drempelwaarden voor druk en hoeveelheid zijn ingevoerd. Zodra er afwijkingen zijn van drempelwaarden geeft het systeem een waarschuwing. Ook wordt in de hydraulische module gestuurd op minimale energieverliezen binnen bestaande ontwerprandvoorwaarden. Deze bestaande randvoorwaarden zijn een zoveel mogelijke eenduidige stromingsrichting en minimale verblijftijden.

2. Een waterkwaliteitsmodule

In deze module is een waterkwaliteitsmodel opgenomen waarmee naast de gebruikelijke leidingnetberekeningen ook sedimentvorming, transport van sediment en andere stoffen worden doorgerekend. Afhankelijk van de verschillende waterverbruiken, ingaande waterkwaliteiten en leidingmaterialen laat het model in een GIS omgeving zien hoe hoog de vervuilingssnelheid van water in de leidingen is, welke verblijftijden en verspreidingsmechanismen optreden en wat de consequenties zijn voor de waterkwaliteit in de leidingen. In het model zijn bepaalde drempelwaarden ingevoerd. Deze drempelwaarden volgen de ambitie van de klanten en kunnen per gebied of type verbruiker verschillen. Het model rekent uit wanneer bepaalde drempelwaarden naar verwachting worden bereikt.

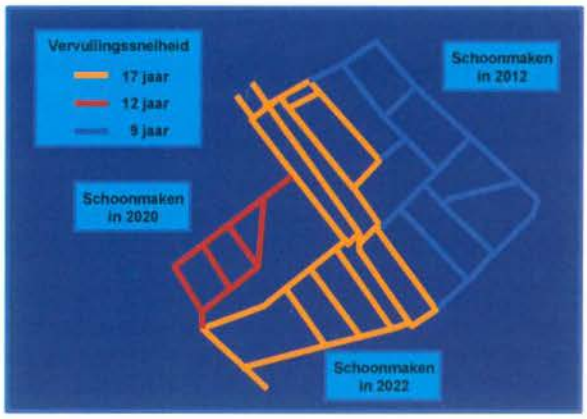


Fig. 1 - Waterkwaliteitsmodellering

3. Een materiaalconditiemodule

In deze module wordt de sterkte-conditieverandering van de leidingen en de conditieverandering van appendages systematisch bijgehouden. Factoren die dit conditieverloop van leidingen bepalen zijn materiaalfactoren, agressiviteit van het water in de leiding, bodemfactoren, de storingsfrequentie, omgevingsfactoren zoals variabele belasting, zwerfstro-

men, kans op wortelingroei, roeren van grond door derden. Veel van deze factoren zijn eenvoudig te achterhalen. Bij aanleg van een nieuwe leiding en bij reparatie van storingen kunnen deze conditiebepalende gegevens via een handcomputer worden doorgegeven. Het model voorspelt op basis van deze gegevens het conditieverloop van leidingen. In het model zijn ook weer drempelwaarden ingevoerd. Deze aanvaardbare conditieniveaus worden door de klant bepaald. Het model voorspelt wanneer de werkelijk conditie van de leiding de aanvaardbare conditie bijna heeft bereikt. Wanneer de voorspelde sterkteconditie van de leiding gelijk is aan de aanvaardbare conditie zal het model vragen om aanvullende sterktemetingen om de werkelijke conditie van de leiding vast te stellen. Meestal zal dit punt bereikt zijn bij een bepaald aantal storingen. De monteur of aannemer die de storing verhelpt zal dan wat stukjes leiding meenemen voor verder onderzoek. Op grond van de resultaten van dit sterkte onderzoek zal het model een definitieve uitspraak doen over het technische saneringsmoment van de leiding.
Voor het bepalen van het conditieverloop van appendages volgt het model een zelfde soort systematiek, maar dan met andere conditiebepalende factoren.

4. *Een onderhoudsmodule*

In de onderhoudsmodule wordt bepaald wanneer welk onderhoud plaats moet vinden. Het wanneer wordt bepaald door:

- het bereiken van drempelwaarden in de hydraulische module
- het bereiken van drempelwaarden in de waterkwaliteitsmodule
- het bereiken van drempelwaarden in de materiaalconditiemodule

De data waarop het systeem werkzaamheden plant, worden doorgegeven aan de beheerder van de ondergrond. Deze beheert een koppelbestand waarin met een druk op de knop de data van voorgenomen werkzaamheden aan de riolering, warmwaterleidingen, gasleidingen, elektriciteitskabels en overige kabels, opvraagbaar zijn. Wanneer er een zekere fit bestaat zal de beheerder van de ondergrond in overleg met de overige infrastructuurbeheerders de werkzaamheden coördineren. Dit kan bijvoorbeeld betekenen dat het vervangen van een waterleiding een jaar wordt uitgesteld en het vervangen van een gasleiding een jaar wordt vervroegd. Dit omdat de kostenbesparing door de coördinatie van werkzaamheden opweegt tegen het extra onderhoud van de waterleiding en het iets te vroeg vervangen van de gasleiding en de risico's acceptabel zijn.

Welk onderhoud plaats moet vinden wordt eveneens door het assetmanagementsysteem ondersteund. Voor de verschillende onderhoudscomponenten zijn verschillende technieken beschikbaar. Onderhoudscomponenten zijn (1) het schoonmaken van leidingnetten, (2) het onderhouden en vervangen van appendages en (3) het saneren van leidingen.

Voor het schoonmaken van leidingen zijn verschillende schoonmaaktechnieken beschikbaar. Op basis van buiseigenschappen, hydraulische omstandigheden en kosten wordt een keuze gemaakt voor de meest efficiënte techniek. Hetzelfde geldt voor het onderhoud of vervangen van appendages. Het verschil met vandaag is dat de frequentie van onderhoud en vervanging afhangt van de toestand van de waterkwaliteit, de leidingen en de appendages.

Voor het saneren van leidingen is een breed scala aan mogelijkheden beschikbaar. Op basis van de toegankelijkheid van de leiding, veiligheid, milieubelasting en kosten worden verschillende renovatie- en saneringsalternatieven doorgerekend. Deze variëren van nodig renovatietechnieken tot standaard vervangen in een open sleuf. Op basis van een kosten-baten analyse berekent het model de beste saneringstechniek. Dit hangt mede af van de nieuwe restlevensduur van een leiding na het verhogen van de conditie.

5. *Een ontwerpmodule*

Deze module is wellicht lastig te realiseren omdat ze de gegevens en rekensystematiek van de vier voorgaande modules moet combineren. De ontwerpmodule gaat veel verder dan de huidige leidingnetberekeningsprogramma's. Het combi-

neert de vier regelknoppen kwantiteit, kwaliteit, leveringszekerheid (en continuiteit) en kosten. Zo wordt bijvoorbeeld ontworpen op een maximaal zelfreinigend vermogen. Ook is deze module in staat de meest optimale configuratie van afsluiters te kiezen.

6. Een module voor investeringsprognoses

Op basis van de resultaten uit de onderhouds- en ontwerpmodule kan in principe voor iedere tijdperiode worden aangeven welke activiteiten gepland staan. Dit betekent dat de behoefte aan onderhoud, saneringen en nieuwe aanleg voor bijvoorbeeld de komende 50 jaar in beeld kan worden gebracht. De bijbehorende investeringsbehoefte hangt ook af van de onderhouds- en saneringstechnieken die worden toegepast. Voor verschillende scenario's kan worden doorgerekend wat de investeringsbehoefte van een leidingnet zal zijn. De nauwkeurigheid van deze planning neemt uiteraard toe naarmate het voorspelde tijdstip dichter bij komt en gevalideerd wordt door praktijkgegevens.

7. Een evaluatiemodule

Deze module toetst of de ambities die zijn vertaald naar de drempelwaardes in de eerste vier modules, gehaald worden. Dit betekent dat in deze module waterkwaliteitsklachten, waterkwaliteitsmetingen, drukklachten en foute voorspellingen worden bijgehouden en getoetst aan de verschillende drempelwaarden. Aan de hand van deze toets worden of de ambities bijgesteld of de technische conditieveranderende factoren. Voor de laatste bijstelling is fundamenteel onderzoek nodig. Anders zou het giswerk worden.

Een weergave van zo'n asset managementsysteem en de onderlinge relaties tussen de genoemde modules is geschetst in figuur 2.

Het assetmanagementsysteem geeft antwoord op de vragen:

- wanneer moet ik wat doen?
- wat moet ik doen?
- wat kost me dat?
- heb ik dan mijn doel bereikt?
- moet ik mijn ambitieniveaus bijstellen?

Hoe komen we tot zo'n assetmanagementsysteem?

Het bouwen van zo'n systeem lijkt een moeilijke opgave maar eigenlijk zijn we al begonnen aan het opbouwen van dit soort systemen. Bovendien zijn er twee trends die deze ontwikkeling stimuleren:

- de toename van het ondergrondse ruimtegebruik
- de ontwikkeling van ICT-systemen en technologie

De toename van het ondergrondse ruimtegebruik

Het ondergronds ruimtegebruik neemt toe en de ruimte in de ondergrond wordt schaarser. Leidingen zijn steeds vaker moeilijk bereikbaar omdat er andere infrastructuren boven liggen. Het veelvuldig werken in de ondergrond brengt forse schades met zich mee. De vindbaarheid van kabels en leidingen

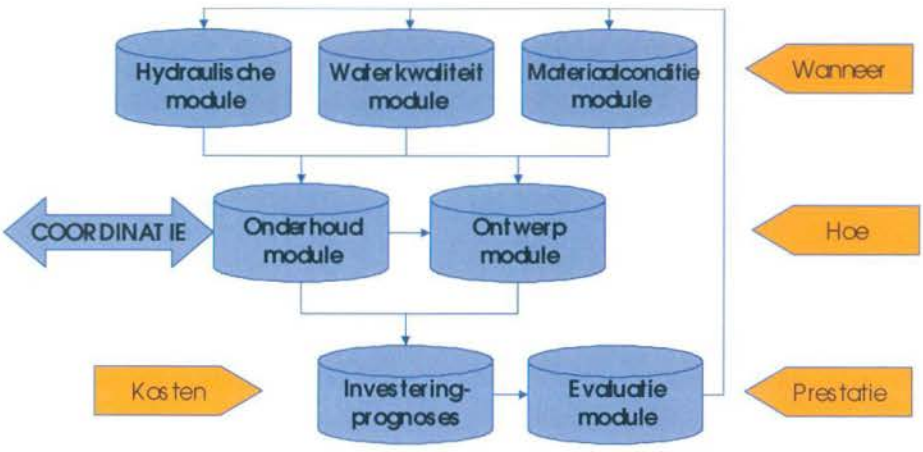


Fig. 2 - Een asset managementsysteem voor leidingnetten

laat vaak te wensen over. Door deze ontwikkelingen neemt de behoefte aan nauwkeurige registratie van kabels en leidingen toe. De meeste nieuwe aanleg wordt tegenwoordig digitaal ingemeten met GPS-systemen. Geautomatiseerde registratiesystemen zijn in opkomst. Inmiddels registreren alle waterleidingbedrijven de ligging van leidingen in GIS-systemen. Daarnaast zijn ook technologische ontwikkelingen in opkomst om de vindbaarheid van leidingen te vergroten zoals detectieapparatuur, signaalkabels en chips die zich terugmelden.

Fig. 3 - Toename van het ondergrondse ruimtegebruik

Doordat leidingen minder toegankelijk zijn geworden is er een groeiende behoefte ontstaan aan toestandsafhankelijk onderhoud, uitstel van onderhoudswerkzaamheden, ontwikkeling van levensduurverlengende technieken en de ontwikkeling van no-dig technieken. Ook is een toenemende behoefte aan coördinatie van werkzaamheden waarneembaar.

De ICT- en technologietrend

Door de ontwikkeling van informatie- en communicatietechnologie is het mogelijk complexe geautomatiseerde systemen te bouwen die met elkaar kunnen communiceren. Ook nemen de kosten van ICT in snel tempo af. Een state-of-the-art computer in 1970 kostte nog zo'n kleine € 5 miljoen. Tegenwoordig is een PC met 10 keer meer rekenkracht voor iedereen bereikbaar voor een fractie van dit bedrag. Het afhandelen van een gemiddelde KLIC melding in Nederland kost leidingbeheerders nog altijd zo'n €20 tot €60 per melding, afhankelijk van de mate waarin dit proces geautomatiseerd is. Een vergaande automatisering zal de kosten van informatieverstrekking bijna tot nul reduceren. De ICT-ontwikkeling wordt ondersteund door de technologieontwikkeling. De toename van de mogelijkheden van elektronica en microchips zullen ook hun weerslag vinden in conditiebepaling- en detectietechnieken.

Hoe verhouden deze ontwikkelingen zich tot de ontwikkeling van het geschetste assetmanagementsysteem? In de eerste plaats is zo'n systeem een verlengde van de registratiesystemen die in opkomst zijn. De kunst is dus om mee te liften met een ontwikkeling die niet meer tegen te houden valt. De toenemende behoefte aan coördinatie van werkzaamheden zal er toe leiden dat de registratiesystemen van verschillende infrastructuurbeheerders en coördinerende organen met elkaar kunnen communiceren. Er zullen dus eerst registratie-plus systemen ontstaan waarin ook geplande werkzaamheden zullen worden opgenomen. We hebben dan al een half assetmanagementsysteem.

De behoefte aan betere technologieën voor de vindbaarheid van kabels en leidingen zal leiden tot de ontwikkeling van apparatuur waarmee niet alleen de ligging maar ook de conditie van leidingen kan worden vastgesteld. De behoefte aan conditiebepalende technieken ontstaat uit de behoefte aan toestandsafhankelijk onderhoud door de verslechterende toegankelijkheid. De behoefte aan vindbaarheid en de behoefte aan conditiebepalende technieken zullen elkaar gaan versterken.

De slechte toegankelijkheid van kabels en leidingen leidt tot de ontwikkeling van no-dig technieken waarmee toestandsafhankelijk onderhoud zoveel mogelijk plaats vindt zonder de leiding op te hoeven graven.

Samenvattend zal vanuit het toenemend gebruik van de ondergrond een pull ontstaan, en vanuit de ICT- en technologieontwikkelingen een push, voor de ontwikkeling van assetmanagementsystemen.

De rol van het distributieonderzoek

Assetmanagementsystemen zijn in ontwikkeling. De sturende factoren voor de ontwikkeling van deze systemen zijn:

- de ambitie van waterbedrijven om in te kunnen spelen op de veranderende behoefte van klanten
- de ambitie van waterbedrijven om dit tegen zo laag mogelijke kosten te doen
- de toename van het ondergrondse ruimtegebruik
- de toename van ICT en technologische ontwikkelingen

Een assetmanagementsysteem kent een aantal functionele modules waarvan de bouwstenen in het bedrijfstakonderzoek worden ontwikkeld. Echter ook de verbanden tussen de bouwstenen en de modules worden in het bedrijfstakonderzoek ontwikkeld. Zo wordt bijvoorbeeld het verband gelegd tussen een conditiebepalende techniek, de restlevensduur van de leiding en de best toepasbare saneringstechniek. Het bedrijfstakonderzoek stimuleert ook de ontwikkeling van technieken door de vraag er naar expliciet te maken.

Waar staan we met het distributiebedrijfstakonderzoek?

1. **De hydraulische module**
   Leidingnetberekeningprogramma's zijn volop beschikbaar en worden overal toegepast. Nieuwe ontwikkeling zit vooral in het automatisch sturen op druk en energieverliezen.

2. **De waterkwaliteitsmodule**
   In het bedrijfstakonderzoek is een strategie uitgezet om tot een waterkwaliteitsmodel voor drinkwater te komen. Zo'n waterkwaliteitsmodel kan worden gezien als een conventioneel hydraulisch model waaraan kwaliteitsparameters hangen. Er is een relatie tussen kwaliteit en hydraulica. Dit geldt voor conservatieve stoffen maar ook niet-conservatieve stoffen zoals sediment. Het beschrijven van deze relaties is lastig en vraagt fundamenteel onderzoek. De focus ligt nu vooral op het beschrijven van de relatie tussen sedimentvorming, sedimenttransport en hydraulica. Hiervoor worden i.s.m. TU Delft drie promotieonderzoeken opgestart. Parallel aan dit sedimentonderzoek wordt onderzocht welke hydraulische omstandigheden in leidingnetten optreden. Vooral in de vertakte netten treden andere afnamepatronen op dan we gewend zijn.

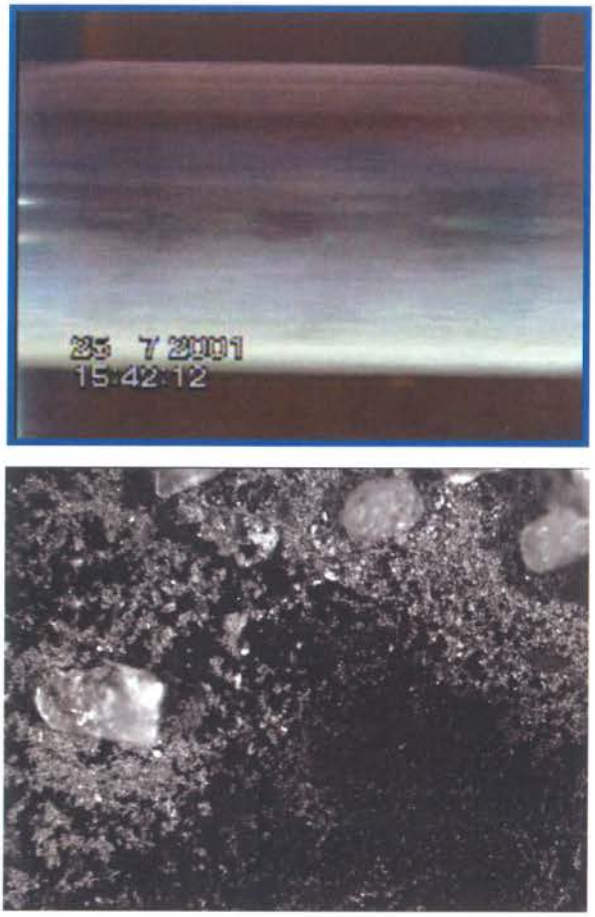


Fig. 4 - Onderzoek naar sedimentgedrag en -transport

In de waterkwaliteitsmodule worden drempelwaarden ingevoerd voor bepaalde kwaliteitsparameters zoals bijvoorbeeld de troebelheid. Hiervoor ontwikkelen we tools. Een voorbeeld van zo'n tool is het expertsysteem dat de vervuilingsnelheid voorspelt en op basis van de importantie per gebied - het klantcriterium, de drempelwaarde - een spuifrequentie aanbeveelt. Bestaande troebelheidsmetingen worden gebruikt om de tool te valideren.

Op basis van de troebelheidsmetingen die in het verleden veel zijn uitgevoerd zijn we in staat een uitspraak te doen welke bandbreedte van troebelheid klanten wel of niet acceptabel vinden.

3. **De materialenconditiemodule**
   In het bedrijfstakonderzoek ligt de focus op het ontwikkelen van de relatie tussen conditiebepalende parameters en de restlevensduur van leidingen en appendages. Over asbestcement- en

gietijzerenleidingen is redelijk veel bekend. Conditiebepalende parameters voor PVC worden momenteel op grote schaal onderzocht. Er zijn conditiebepalingstechnieken en methoden om tot een voorspelling van de restlevensduur te komen beschikbaar en deze worden reeds bij een aantal bedrijven toegepast. Het is nu zaak om de storing- en conditieonderzoekgegevens uit de bedrijfstak systematisch te verzamelen in een centrale database om de verouderingsrelaties aan te scherpen. Voor statistische analyses zijn veel gegevens nodig.

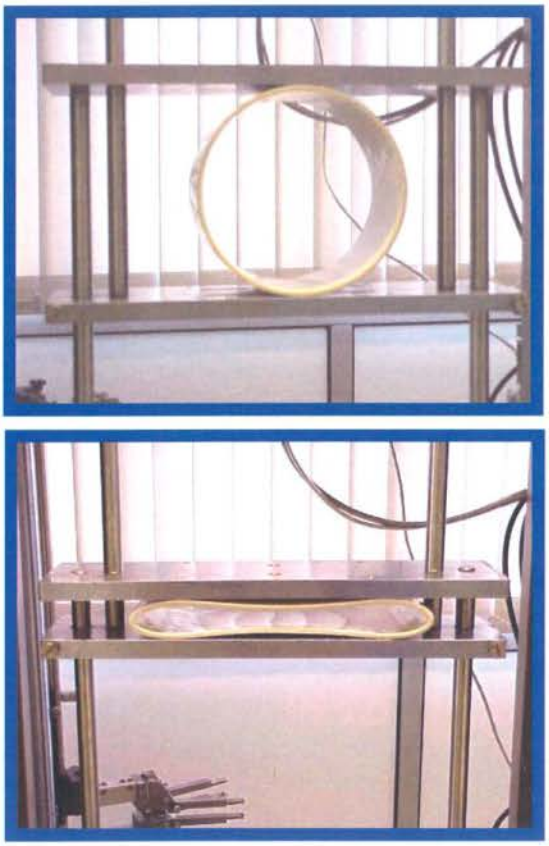


Fig. 5 - Onderzoek naar conditiebepalingsmethoden en restlevensduur

Er is nog weinig bekend over de verouderingsrelaties van appendages. Wel is in beeld wat de meest voorkomende appendages en faalmechanismen zijn. We zullen deze verouderingsrelaties in beeld moeten brengen en integreren in de tools waarmee we de restlevensduur voor leidingen voorspellen.

De klant bepaalt welke restconditie hij/zij aanvaardbaar vindt. Hiervoor is een klantperceptiemodel ontwikkeld. De methodiek voor het vaststellen van de drempelwaardes in het assetmanagementsysteem is hiermee bekend.

Naast de bestaande conditiebepalingsmethoden is er ook een groeiende behoefte aan conditiebepalingstechnieken waarbij de leiding niet hoeft worden opgegraven. Het meest dichtbij komt de radartechniek waarbij gemeten wordt op de intacte buiswand. Hier moet echter nog steeds een gat voor worden gegraven. In de toekomst willen we toe naar technieken zoals bovengrondse radars, elektronische chips of meetkabels in de leidingwand of methoden waarbij we de leiding van binnenuit kunnen inspecteren.

Een andere belangrijke en meer korte-termijnimpuls aan dit onderzoek is dat we de bestaande tools zullen moeten vertalen naar meer volwassen systemen. Momenteel wordt de tool 'Kennissysteem levensduurbepaling' omgebouwd naar een Windows-applicatie waarachter een databasestructuur zit die ook het verzamelen van gegevens vereenvoudigt. De volgende stap is het inbouwen van deze applicatie in de beheerssystemen van waterleidingbedrijven.

4. De onderhoudmodule

We onderscheiden drie onderhoudsvelden, (1) het schoonmaken van leidingen, (2) het onderhoud van appendages en (3) het saneren van leidingen.

Voor het schoonmaken van leidingen zijn veel technieken beschikbaar. Afhankelijk van de lokale situatie is de meest optimale techniek te bepalen. In de meeste gevallen zal dit conventioneel spuien op snelheid zijn. Nieuw is het concept van pulserend spuien waarbij gebruik wordt gemaakt van extra krachten door het versnellen en vertragen van water in de leiding. Pulserend spuien kan worden toegepast in die gebieden waar een conventionele spuisnelheid niet kan worden gehaald.

Voor het onderhoud van appendages zijn inspectieprogramma's beschikbaar. Omdat we nog

geen voorspellende relaties hebben tussen inspectieresultaten en conditie van de appendages is er momenteel alleen sprake van storingsafhankelijk en preventief onderhoud.

Voor het saneren van leidingen valt nog veel te onderzoeken. We zijn redelijk in staat te bepalen wanneer een leiding gesaneerd moet worden en de eerst volgende vraag is dan hoe doen we dat. Vervangen we een leiding of renoveren we een leiding? Hoe lang gaat een leiding mee na het relinen? Maken we een open sleuf of gebruiken we no-dig technieken? Hoe ruimen we de oude leiding op en lukt dit nog wel met al die overige ondergrondse infrastructuur? Wat kost dit en hoe verhouden deze alternatieven zich tot elkaar?

5. De ontwerpmodule

Ontwerpen op zelfreinigend vermogen is een ontwikkeling die binnen deze module past. Een eerste evaluatie laat zien dat we op distributieniveau heel redelijk in staat zijn zelfreinigende leidingen aan te leggen. We moeten dit echter naar een veel hoger plan tillen te beginnen met het vertalen van de distributieconcepten naar vermaasde hoofd- en transportsystemen. Hiervoor is echter eerst meer inzicht nodig in sedimentvorming, sedimenttransport en afnamepatronen in distributienetten. Fundamenteel onderzoek naar sedimentvorming en -transport is reeds aangestipt. Onderzoek naar afnamepatronen wordt opgepakt. Er zijn inmiddels in drie wijken nauwkeurige metingen uitgevoerd. Dit jaar gaan we met behulp van deze metingen afnamepatronen modelleren. We extrapoleren de metingen naar een groter toepassingsgebied. Deze modellering is nodig om te kunnen ontwerpen op afnamepatronen. De bestaande methoden voor het bepalen van momentane verbruiken blijken onvoldoende toepasbaar en er moet een nieuwe verbruikmethodiek worden ontwikkeld die de dynamiek van het water meeneemt.

Een andere bouwsteen van deze module is de ontwikkeling van een systematiek om de betrouwbaarheid van afsluiterconfiguraties in beeld te brengen. De betrouwbaarheid van een afsluiter is niet hetzelfde als de betrouwbaarheid van een afsluiting. Een analyse laat zien dat er vaak sprake is van een schijnbetrouwbaarheid en dat er met veel minder afsluiters een even-grote betrouwbaarheid kan worden gerealiseerd.

6. Investeringsprognoses

Aan alle onderhouds- en ontwerpactiviteiten hangen prijskaartjes. Voor het minimaliseren van kosten is niet alleen de timing belangrijk maar ook de toegepaste techniek. Wanneer deze bekend zijn (module 1 t/m 5) is te voorspellen welke investeringsbehoefte zich aandient. Investeringsbehoeften kunnen op verschillende planningsniveaus worden ingestoken. Hoe nauwkeuriger de informatie, hoe nauwkeuriger de voorspelling. Juist omdat het om zoveel informatie gaat is automatisering geen luxe.

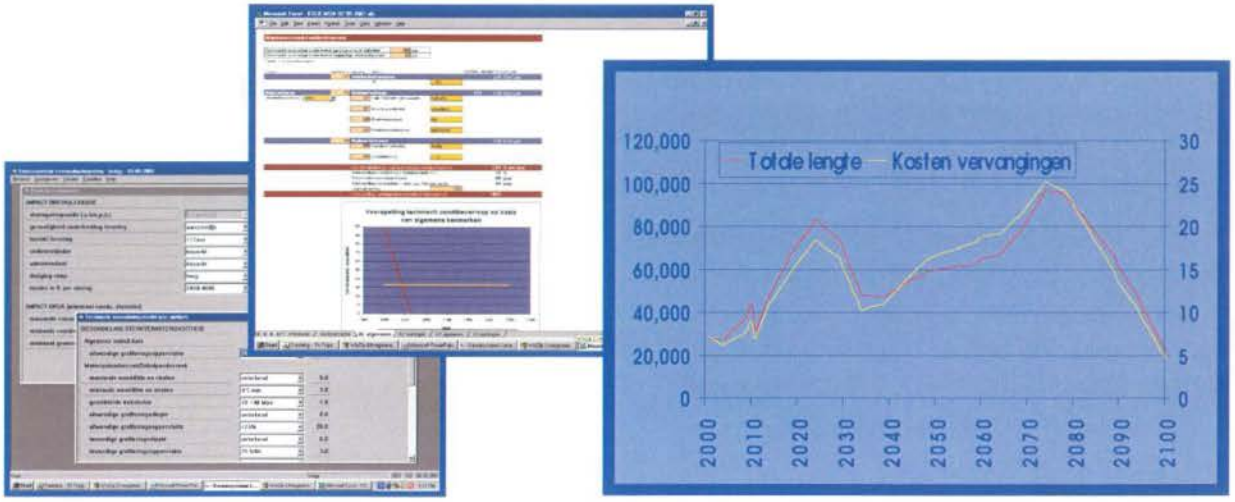


Fig. 6 - Van conditiegegevens naar investeringsprognoses

Binnen het bedrijfstakonderzoek zijn we in staat met de huidige tools de lange- en kortetermijn-saneringsbehoefte in beeld te brengen. De investeringsprognose hangt sterk af van de toegepaste saneringstechnieken. Om dit in beeld te brengen zullen we nog een slag moeten maken. Ook zullen we de overige onderhoud- en ontwerpactiviteiten in het model voor saneringsprognoses moeten integreren om tot totale investeringsbehoeften te kunnen komen.

7. **Evaluatiemodule**
   In deze module worden ambitieniveaus/drempelwaarden getoetst aan klachten en foute voorspellingen. Dat betekent dat een klachtenregistratie heel belangrijk is. Dit is iets wat door waterleidingbedrijven gedaan moet worden en waarbij we in het bedrijfstakonderzoek de klachten moeten toetsen aan de ontwikkelde klantperceptiemodellen. We hebben momenteel klantperceptiewaarden voor de aanvaardbare conditie van leidingen en voor de aanvaardbare troebelheid.

Tot slot

De visie is dat we als watersector tegen minimale kosten, flexibel willen inspringen op veranderende klantwensen. Dat betekent dat we de vier onderzoeksfactoren die klanttevredenheid beïnvloeden - kwantiteit, kwaliteit, storingen en kosten - willen kunnen sturen. Dit is alleen mogelijk wanneer we in staat zijn veel informatie te verbinden. Assetmanagententsystemen voor distributienetten helpen ons deze relaties systematisch in beeld te brengen. Vanuit het toenemend gebruik van de ondergrond ontstaat een pull en vanuit de ICT- en technologieontwikkelingen een push voor de ontwikkeling van assetmanagementsystemen. Assetmanagementsystemen voor leidingnetten kennen een aantal functionele modules. Het distributieonderzoek zorgt ervoor dat de technologieontwikkelingen vertaald worden naar bouwstenen die op de juiste plek in deze modules terecht komen. Hierdoor is het mogelijk over een aantal jaren assetmanagementsystemen voor leidingnetten operationeel te hebben. Dan weten we dat we ons doel bereikt hebben.

GROTE LEIDINGPROJECTEN:

"ZAND EROVER"?

ir. H.J.A. Römgens
WML

1. Inleiding

De Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) bevindt zich in een 10 á 15-jarige periode, waarin het bedrijf om een aantal redenen vele km's transportleiding aanlegt:

- Voor de ontharding van het drinkwater in Zuid-Limburg zijn ca.74 km transportleiding aangelegd in de periode 1996-2001 voor het transport van hard water vanuit 6 decentrale pompstations naar twee productiebedrijven en het transport van onthard water naar het voorzieningsgebied.
- Voor het transport van drinkwater van oppervlaktewaterproductiebedrijf Heel naar de satelliet-pompstations in de voorzieningsgebieden Noord- en Midden Limburg zijn ca. 80 km transportleiding aangelegd in de periode 1997-2002 en worden in de komende jaren nog ca. 40 km aangelegd. Deze leidingen hebben ook een wezenlijke functie in het kader van het leveringszekerheidsplan.
- T.b.v. de leveringszekerheid en flexibiliteit van waterinzet worden ook nog additioneel 15 km transportleiding aangelegd.
- Daarnaast zal mogelijke nog t.b.v. de ontharding van het drinkwater in de stad Maastricht de aanleg van transportleidingen noodzakelijk zijn.

De diameter van deze transportleidingen bedraagt tussen 300 en 900 mm.

Het is evident, dat over deze projecten erg veel te vertellen is. Ik heb me derhalve beperkt tot enkele onderwerpen, die voor ons in deze periode duidelijke veranderingen met zich meebrachten t.o.v. de traditionele wijze waarop we gewend waren transportleidingen in het verleden aan te leggen. De belangrijkste veranderingen kunnen samengevat worden in de constatering, dat de aandacht aanmerkelijk verschoven is van uitvoering en techniek naar voorbereiding en organisatie.

2. Externe ontwikkelingen.

De toenemende planvorming en regelgeving van de overheid, en de striktere omgang daarmee hebben een enorme invloed op de voortgang ,techniek en kosten van leidingprojecten. Vergunningstrajecten worden steeds formeler en complexer, ook omdat we in ons kleine landje met velen aanspraak willen maken op elke m2. De behartiging van de belangen van milieu, flora en fauna en culturele waarden spelen hierbij een cruciale rol.

Zo leidt bodemverontreiniging tot een boring in het Roerdal en de zeggekorfslak tot een boring in het Swalmdal. De zandhagedis, de levendbarende hagedis, en de das hebben tot aanpassing van aanlegmethodiek geleid en tot een verschuiving van het tijdstip van aanleg en enkele maanden vertraging. Ja, kleine beestjes hebben grote gevolgen. Een apart verhaal is de korenwolf, ik kom hier later op terug.

Inzake natuurbescherming zijn twee zaken van belang:

- De Natuurbeschermingswet, nu Flora- en Faunawet. In dit kader is het Ministerie LNV bevoegd gezag. Voor de aanleg van transportleidingen moet ontheffing aangevraagd worden.
- De aanwijzing van beschermde gebieden in de Ecologische Hoofdstructuur en de Provinciale Ecologische Hoofdstructuur. In deze gebieden worden striktere voorwaarden gehanteerd bij toepassing van regelgeving bijv. bemalingsvergunning, aanlegvergunning.

In de afgelopen jaren hebben wij o.a. de volgende lessen geleerd, waarbij ook gebruik gemaakt is van ervaringen elders, bijv. bij de aanleg van de Tweede Bergambacht Leiding:

- De onderbouwing van de tracékeuze is uiterst belangrijk. Immers ontheffingen worden niet verleend tenzij er dwingende redenen van groot openbaar belang zijn, er geen alternatieve oplossingen zijn en aantoonbaar wordt gemaakt, dat de instandhouding van soorten niet bedreigd wordt. Een gedegen, deskundige en actuele inventarisatie van natuur en planologie langs het tracé is dan een eerste voorwaarde. Kies hierbij zorgvuldig een deskundig adviseur. Daarnaast moeten op eigen initiatief diverse alternatieven bedacht en vergeleken worden.
- De bescherming van flora en fauna staan uitgebreid in de belangstelling van natuurorganisaties en media. Ook de overheid zoekt op dit moment naar een eenduidige toepassing van de regelgeving. Dit alles vergt, dat vooraf een strategie bedacht moet worden aangaande de benadering, het overleg en de communicatie met al deze betrokkenen.
- Vooraankondiging van plannen, juiste (niet te krappe) planning, en strikte opvolging van het proces zijn vervolgens een voorwaarde voor succes in de procedure. Vooral een intensief contact met de vergunningverlener in het voortraject draagt bij tot een snellere en succesvollere beslissing.
- Alhoewel de WML naast de uitvoering ook de voorbereiding van leidingprojecten bij de externe partijen wil leggen, komen we steeds meer tot de ontdekking, dat enerzijds de overheid (vaak aandeelhouder van WML) graag met de opdrachtgever zelf wil overleggen en anderzijds misschien ook in dit vergunningentraject de sterke kant van de opdrachtgever schuilt: "WML is geen onbekende, maak gebruik van je goede naam". Houd de regie in eigen hand waardoor maximale invloed kan worden aangewend vanuit WML.

Bovenstaande lessen hebben ons goed door het "mijnenveld van de korenwolf" geleid. Met name hier is het voorzichtig laveren tussen overheid en natuurorganisaties uiterst belangrijk geweest. De korenwolf heeft tot meerkosten van ruim 300.000,– euro geleid door:

- Stagnatie in de uitvoering van meerdere maanden;
- Tracewijziging;
- Veel overleguren van WML-medewerkers;
- Extern adviseur voor een rapportage t.b.v. het verzoek tot ontheffing;
- Hamstervriendelijke inrichting van WML-terreinen en 10 jaar instandhouding. Overigens heeft de inzet van eigen terreinen als compensatie het project "gered". Zo strategisch kan grondbezit zijn.

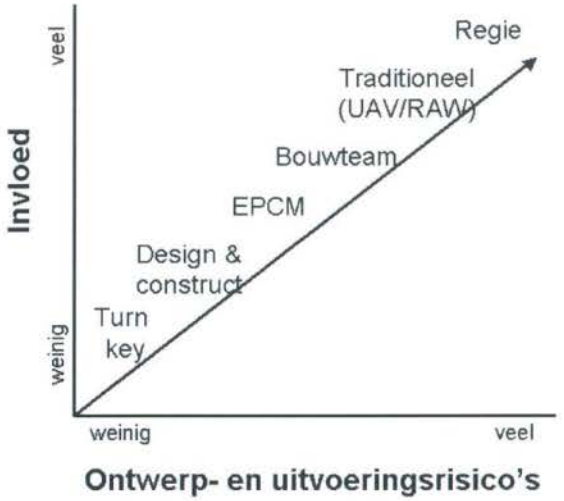
Andere externe factoren worden gevormd door de planvorming in het kader van de ruimtelijke ordening, bijv. bestemmingsplannen, tracebesluiten, en cultuurhistorische waarden.
Zo moeten wij nadrukkelijk rekening houden met de aanleg van de A73. Dit heeft o.a. geleid tot veranderende bestemmingen in de loop van de tijd.

Het is dus van belang de ruimtelijke ontwikkelingen lang voor de geplande aanleg van een leiding nauwgezet te volgen. Verder gelden hier vergelijkbare lessen als bovenstaand bij de natuurbelangen.
Cultuurhistorische waarden vergen veel onderzoek vooraf en begeleiding bij de uitvoering. Anticiperen is ook hier de les, om tijdens de uitvoering niet op onverwachte zaken te stuiten.

3. Organisatie.

Ik wil het hier niet hebben over de projectmatige aanpak van deze complexe projecten, of over het EPCM-contract (Engeneering, Procurement & Construction Management) tussen WML en DHV. Immers daar is eerder over geschreven in H2O.
Interne organisatorische veranderingen en het zoeken naar nieuwe contractvormen met marktpartijen hebben de aanpak van de leidingprojecten de laatste twee jaren beïnvloed. De toenemende complexiteit van de aanlegprocessen en bewustwording van de vele interacties tussen partijen, kostenontwikkeling en benchmark, externe ontwikkelingen bij de aannemersbranche, hebben ertoe geleid, dat we ons ook bij de leidingaanleg bezonnen hebben op onze kerntaken. In het verleden voerde de WML het hele voorbereidingstraject t/m bestek zelf uit en hevelde vervolgens voor de uitvoering het estafettestokje over aan de aannemer. Bij die uitvoering hielden we intensief toezicht. Bij de toename van het aantal leidingprojecten is uit oogpunt van capaciteit en kennis een deel van het ontwerpwerk uitbesteed aan adviesbureaus.

We zijn ons echter ervan bewust geworden, dat we in het voorbereidingstraject teveel voorschreven aan de aannemer en dus te weinig gebruik maakten van diens kennis en kunde, met als gevolg veel interacties en discussies. Dit leidt tot verlies aan synergie en efficiency en tot onvoldoende prikkels tot innovatieve/goedkopere oplossingen. Daarnaast is bij de toenemende aandacht voor certificering de vraag gerechtvaardigd, of we niet geleidelijk aan van intensief toezicht moeten afzien.
Dit heeft ertoe geleid, dat de WML als kerntaak voor zichzelf ziet: initiatie, projectleiding, besluitvorming, kwaliteitsborging. Daarmee werd het doel geformuleerd leidingprojecten ook in de voorbereiding in vergaande mate uit te besteden.
Turn-key uitbesteden bleek vooralsnog een brug te ver. De onzekerheden, die gepaard gaan met het voorbereidingstraject (vergunningen, zakelijk rechten e.d.) zouden kunnen leiden tot een onevenredig hoog risico voor de marktpartijen bij een aanneemsom op basis van een vaste prijs. We zijn dan ook een onderzoek gestart naar de meest wenselijke vormen van samenwerking met uitvoerende partijen. Het doel is risico's en kansen bij die partijen te leggen, die deze het beste kunnen beïnvloeden en beheersen. Dit onderzoek zal over enkele maanden afgerond worden.



De afweging zal zich vooral richten op drie varianten en een keuze van het ideale toepassingsgebied per variant:

- Traditioneel, waarbij de opdrachtgever op basis van UAV/RAW zelf of middels een adviesbureau het ontwerp & bestek voor haar rekening neemt en de uitvoering opdraagt aan een aannemer.
- Bouwteam, waarbij de traditionele uitvoering aangevuld wordt met de expertise van de aannemer in de ontwerpfase.
- Design & construct, waarbij het definitieve ontwerp integraal met de uitvoering wordt uitbesteed aan één partij, i.c. de aannemer.

Enkele voor- en nadelen van design & construct t.o.v. de traditionele vorm.
Voordelen:

- Opdrachtgever heeft tijdens de ontwerp en uitvoeringsfase een lichtere taak; verantwoorde-

lijkheden meer bij opdrachtnemer.
- Tijdwinst door integratie ontwerp en uitvoering.
- Duidelijkheid over totale kosten in vroeg stadium, nauwelijks meerwerk-discussies.
- Optimale afstemming van ontwerp op uitvoering, ruimte voor product- & procesinnovatie.
- Coördinatie van het bouwproces bij één organisatie: één aanspreekpunt.

Nadelen:
- Opdrachtgever heeft meer werk in definitiefase. De hieruit voortvloeiende risico's dienen te worden geanalyseerd en verdeeld tussen opdrachtgever en marktpartij.
- Het bouwproces is voor de opdrachtgever minder inzichtelijk en beïnvloedbaar ná opdrachtverlening.
- Mogelijk risico's voor de kwaliteit a.g.v. fixed-price.
- De markt is wat kleiner; niet alle marktpartijen zijn in staat om D&C te werken.

De literatuur is zeer optimistisch over de financiële voordelen van design & construct, nl tot 30%. Wij hebben nog onvoldoende ervaringsgegevens om dit te staven.

In de afgelopen jaren hebben zich twee situaties voorgedaan waarin de WML bij wijze van pilot, maar ook noodgedwongen, de design & construct methode heeft toegepast, nl bij twee complexe kruisingen onder de Maas. Maatgevend was de overtuiging, dat de technische kennis van de aannemer onontbeerlijk was voor de voorbereiding en het ontwerp van deze kruising (in het volgend hoofdstuk ga ik in op de techniek van een Maaskruising)

Gewijzigde samenwerkingsconcepten leiden tot onderstaande gevolgen:
- Bij andere contactvormen horen per definitie andere contractuele en functionele verhoudingen tussen de participerende partijen.
- Traditionele gunning op basis van laagste inschrijving kan verschuiven naar gunning op basis van prijs/kwaliteitsverhouding.
- Aannemers nemen in toenemende mate de traditionele ontwerprol van adviesbureaus over, met als doel een meer compleet pakket te kunnen leveren. De verwachting is dat dit tot synergie- en efficiencywinst kan leiden.
- Van de eigen organisatie wordt meer verlangd dat men in termen van resultaatverwachting/specificaties/kwaliteitsborging ("wat") denkt dan in termen van gedetailleerd bestekken/werkwijzen/toezicht ("hoe"). Dit proces, in combinatie met een kerntaken-veranderingsproces blijkt in de praktijk weerbarstiger dan verwacht. Dit vergt ook andere competenties en een cultuuromslag bij de medewerkers.

4. Techniek.

Voor het merendeel is de techniek voor aanleg van transportleidingen niet nieuw. Toch wil ik aan twee zaken aandacht besteden:
- De Maaskruising bij Linne als een innovatieve gecombineerde toepassing van casing & HDD-techniek in een ondergrond met dikke grove grindlagen.
- Het reinigen van transportleidingen t.b.v. een hygiënische oplevering, omdat het ons soms zoveel kopzorgen oplevert.

Om het drinkwater uit productiebedrijf Heel in zuidelijke richting te transporteren moesten de Maas en het Lateraalkanaal gekruist worden met een leiding van 900 mm diameter. Ter plekke bevindt zich in de ondergrond een 25 m dik grof grindpakket. Kruising via een sleepzinker of een microtunnel bleek een uiterst risicovolle onderneming (o.a. door een 7 meter dik verontreinigd slibpakket op de Maasbodem en het grove grindpakket). Bij WML ontbreekt op zo'n specifiek technisch gebied uiteraard de kennis om de ge-

schikte oplossing te bedenken. De nieuwe UAV GC2000 bleek goede juridische mogelijkheden te bevatten om op basis van een programma van eisen ontwerp en uitvoering integraal aan te besteden en zo de markt te prikkelen tot een innovatieve oplossing. 15 bedrijven zijn gevraagd een aanbieding te doen (te veel naar achteraf bleek). HBG Civiel bleek de technisch meest aantrekkelijke oplossing te bieden voor de laagste prijs met een alternatief voor de zinker en microtunnel.

Technisch zijn binnen het alternatief de volgende stappen te onderscheiden:

- Voor de passage van de grindpakketten zijn met een speciaal ontwikkelde avegaar persstelling aan weerszijden van de rivier 1500 mm mantelbuizen onder een hoek door het grind geperst (150 en 120 m lengte).
- Er zijn geavanceerde meetsystemen toegepast teneinde zeer nauwkeurig te kunnen boren.
- Vanuit de mantelbuizen is gestart met pilotboringen door twee HDD-machines die elkaar onder de Maas troffen tot een nauwkeurige pilotverbinding.
- De pilot doorverbinding is vervolgens verder geruimd tot de gewenste diameter waarna de ca. 800 meter lange productbuis via de casing buizen onder de waterloop kon worden aangebracht.

Hiermee is een rivierkruising uitgevoerd met een HDD-boortechniek die tot voor kort niet voor mogelijk werd gehouden in een bodem met dergelijke grindlagen. De D&C benadering in combinatie met de UAV gc 2000 is in dit project succesvol gebleken.

Dit kan men afleiden uit de navolgende zaken:

- Project was op tijd klaar.
- Nauwelijks meerwerk.
- Vervuild slib is op de Maasbodem gebleven.
- Geen hinder voor de scheepvaart.
- Stimulans voor innovatieve sleufloze technieken.

WML is voor dit betreffende project genomineerd voor de No Dig Award op de Infratech in Rotterdam; bekendmaking van de winnaar van de Award volgt op 14 januari 2003.

Tot slot het hygiënisch opleveren van transportleidingen, soms een wonder soms een drama. Als criterium hanteert de WML een coli-gehalte van 0/100ml en een koloniegetal van 20 bij 37° en 100 bij 22°. Dat laatste cijfer is onlangs verhoogd naar 1000.

Er zijn voorbeelden, waarin het vele maanden geduurd heeft vooraleer m.n. het K22 criterium werd gehaald. Dit vergde grote hoeveelheden spuiwater. Ook zijn er voorbeelden, waar leidingen in 1 á 2 maanden voldoen aan de criteria.

Invloedsfactoren zijn:

- Het schoon werken bij de aanleg van de leiding. In een aantal gevallen zijn resten van bladeren of glijmiddel aangetroffen in de leiding. Het zorgvuldig hygiënisch aanleggen van de leidingen met verwijderen van vuil is uitermate belangrijk maar ook moeilijk realiseerbaar gebleken. Dit is des te belangrijker omdat dit nagroei kan veroorzaken.
- Eénmaal proppen en vervolgens drie spuiacties met water, waarbij - conform Kiwa-onderzoek schoonmaakmethoden - met een snelheid van 1,5 m/s de inhoud driemaal ververst wordt, is een succesvolle strategie gebleken.
- Spuimogelijkheden zijn bij deze diameters niet altijd toereikend voor de gewenste snelheid van 1,5 m/s. Een combinatie van proppen en spuien wordt dan ingezet.
- In het ontwerp wordt, indien geschikte waterlossingen beschikbaar zijn, uitgegaan van leidingsegmenten van ca. 3 km met spuimogelijkheid. Het is belangrijk bij het ontwerp al rekening te houden met onderhouds- en beheersaspecten bijvoorbeeld spuimogelijkheden, beschikbare hoeveelheid water/snelheid, lengte segmenten en mogelijkheid voor proppen.
- Kennis van bacteriologische aspecten bij het gehele proces van transportleidingaanleg en dus bij alle betrokkenen is belangrijk gebleken.

Al deze aspecten hebben we in de loop der jaren verbeterd en in een protocol voor hygiënisch opleveren van transportleidingen vastgelegd. Toch kunnen we niet altijd de vinger leggen op de kritieke succesfactoren wanneer we kijken naar de soms wisselende resultaten.

5. *Slot*

Alhoewel de techniek nog steeds een uitdaging blijft in de aanleg van transportleidingen is uit bovenstaande duidelijk geworden, dat de aandacht wel verschoven is. Het voortraject en organisatorische aspecten zijn aanmerkelijk complexer en belangrijker geworden en stellen andere en hogere eisen aan de medewerkers van ons bedrijf. Ook is het belangrijk gebruik te maken van de ervaring die anderen eerder hebben opgedaan.

Grote leidingprojecten "zand erover": zo simpel is het niet.

Tot slot: deze voordracht is mogelijk geweest dankzij de bijdragen van diverse medewerkers van de WML en van externe partijen, o.a DHV, HBG, WLZ. Mijn dank daarvoor.

(NET)WERKEN

prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf
TU Delft

1. Inleiding

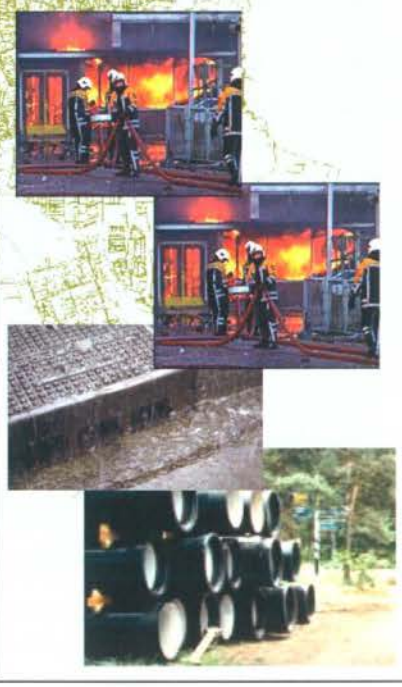
Het thema 'Netwerken' van de 22e Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterbehandeling geeft aanleiding tot velerlei bespiegelingen. In deze bijdrage zal het thema belicht worden door in te gaan op enkele bijzondere gebeurtenissen van het afgelopen jaar, waarbij met name de sectie Gezondheidstechniek betrokken is. De nadruk zal liggen op de behandeling van afvalwater; de werkvelden riolering en drinkwater komen in diverse andere bijdragen zeker aan bod. Aan de hand van deze gebeurtenissen zullen ook enkele projecties naar de toekomst worden gepresenteerd.

2. Afvalwaterwetenschap

Het nieuwe tijdschrift 'Afvalwaterwetenschap' voltooide in 2002 zijn eerste jaargang. In Afvalwaterwetenschap komen Nederlandse en Vlaamse wetenschappers en praktijkmensen aan bod met interessante bijdragen. De redactie bestaat nu uit twee Belgen, prof. Peter Vanrolleghem en prof. Bart Van der Bruggen en vijf Nederlanders, Kees de Korte, Erik Eggers, Bram Klapwijk, prof. Mark van Loosdrecht en prof. Jaap van der Graaf (voorzitter).

Tot nu toe werden de volgende bijdragen gepubliceerd:

- nieuwe ontwerpregels voor mengen en verwarmen van een gistingstank (Geerdink, Teeuwisse)
- monetorisering van kosten en baten van afvalwaterzuivering (Kind, Eggers)
- membraanvervuiling tijdens dead-end ultrafiltratie van effluent (Roorda)
- modelmatige identificatie en evaluatie van zuiveringssystemen gebaseerd op fysisch-chemische voorzuivering (Van Nieuwenhuijzen, Mels)
- een tijdreeks model als basis voor de gegevensverwerking en interpretatie; deel 1: een regenwaterstelsel met randvoorziening (Janse, Baars)
- een tijdreeks model als basis voor de gegevensverwerking en interpretatie; deel 2: toepassing op het afvalwatersysteem Amsterdam (Janse, Mulder, Baars)
- afvalwater anno 2002 (Van der Graaf)
- oligochaete wormen in rioolwaterzuiveringsinstallaties; van toegepast naar fundamenteel onderzoek (Tan, Ratsak, Janssen)
- sturing van de deeltjesverwijdering bij de fysisch-chemische voorzuivering van stedelijk afvalwater (Mels, Van Nieuwenhuijzen, Klapwijk)



- de (afval)waterketen in Gauteng - Zuid-Afrika (Weebers, Eggers)
- afvalwater als bron voor de waterzuivering (Kramer, Roeleveld, Van der Velde)
- gecombineerde lucht- en waterzuivering in het nieuw ontwikkelde moving bed trickling filter (MBTF) (Zilverentant)
- zwemmen in je eigen afval (Medema)
- terugwinning van fosfaat uit huishoudelijk afvalwater als grondstof voor de fosfaatindustrie (Temmink, Top, Rosema, Steinbusch, Hendriks, Klapwijk)
- interacties binnen het afvalwatersysteem: een andere kijk op influentfluctuaties (Langeveld, Clemens, Van der Graaf)
- geneesmiddelen in het milieu en risico's voor waterorganismen (Rijs, Derksen, Jongbloed)
- de betrouwbaarheid van modellen die het gedrag van organische microverontreinigingen in rwzi's voorspellen (Temmink, Klapwijk)
- verslag van het 10e Gothenburg Symposium (Van Nieuwenhuijzen)
- kringloopsluiting in de papierfabriek door middel van thermofiele proceswaterzuivering (Vogelaar, Klapwijk, Van Lier)
- benchmarken respirometrie-gebaseerde regelstrategieën door middel van simulatie (Spanjers)
- optimalisatie van de anaërobe vergisting van complex afval(water) (Sanders, Zeeman)
- financieren van innovaties: investering of desinvestering? (Van der Graaf).

Hieruit blijkt dat er nog op velerlei aspecten van de afvalwaterbehandeling interessante onderzoeken worden verricht. Nederlandstalige publicaties zullen bijdragen tot een verdere verspreiding en mogelijk ook toepassing van de resultaten. Dit zal een aanzet geven tot innovaties - een onontbeerlijk en ook stuwend element - binnen de afvalwaterbehandeling.

3. Zuiveringsbeheer (In Oost-brabant) op een scharnierpunt?!

Ter gelegenheid van het afscheid van Marrinus Marskamp van een 30-jarige beroepspraktijk werd in juni 2002 door het Waterschap De Dommel en de Gemeenschappelijke Technologische Dient Oost-Brabant een symposium georganiseerd getiteld 'Zuiveringsbeheer in Oost-Brabant op een scharnierpunt?!'. Het jaar 2002 werd daarin belicht als een scharnierpunt van verleden en toekomst. Een jaar waarin (bestuurlijke) keuzes gemaakt moeten worden. Keuzes die bepalen of en in welke mate het zuiveringsbeheer een succesvolle toekomst tegemoet gaat.

De eerste bijdrage was van prof. Peter Vanrolleghem, hoogleraar in het vakgebied bioprocesregeling aan de Universiteit van Gent. In zijn bijdrage 'van emissie naar immissie' belichtte hij het belang en de betekenis van een integrale aanpak van de waterketen; hierin gaat de EU-Richtlijn Water een zeer belangrijke rol spelen met als accenten de stroomgebiedbenadering, restrictieve tijdschema's en participatie van belangrijke actoren. Dit alles vereist een integrale benadering, waarbij vele disciplines echt met elkaar moeten gaan samenwerken en nog veel (data)kennis ontbreekt.

'Hebben we nu alles tot nu toe voor niets gedaan?' kwam aan de orde in de bijdrage van prof. Jaap van der Graaf, die tot de constatering kwam dat we vele zaken op het gebied van afvalwaterbehandeling nu goed geregeld hebben, deze rwzi's nog heel lang meekunnen dankzij de toepassing van robuuste (en dus heel duurzame) constructietechnieken en dat toekomstige ontwikkelingen zeker hun plaats kunnen krijgen als toevoeging aan de bestaande installaties. Vooral te verwachten is een verdergaande behandeling van het effluent, waarbij een nog betere effluentkwaliteit wordt geproduceerd, enerzijds ter ontlasting van het ontvangende oppervlaktewater, anderzijds als grondstof voor hergebruik als industriewater. De kosten van deze innovaties zouden gemakkelijk - in ieder geval voor een deel - kunnen worden opgebracht door activering van de huidige voorzieningen, die reeds vergaand zijn afgeschreven, maar nog een grote waarde vertegenwoordigen. Vandaar zijn slotstelling: "het kan beter en goedkoper".

In de laatste bijdrage ging Marrinus Marskamp met reuzenstappen door het hele veld heen en constateerde dat we heel veel gerealiseerd hebben en alle problemen van de laatste 30 jaar grotendeels

hebben opgelost. Hij voorzag een verscherping van de eisen voor effluent en rioolstelsels; daardoor zal effluent polishing als basisprincipe worden toegepast. Ook de slibverwerking via ontwatering en verbranding zal als basisprincipe zeker overeind blijven; wellicht dat er nog interessante mogelijkheden zijn voor een nuttige toepassing van het eind- of restproduct.

Duidelijk bleek uit deze bijdragen het vertrouwen in wat we tot nu toe gerealiseerd hebben; de toekomstige uitdagingen zijn zonder meer op te pakken door aanpassing en verbetering van de rioolstelsels en implementatie van nieuwe aanvullende zuiveringsstappen. Daarvoor zijn natuurlijk nog veel innovaties nodig, die dan wel goed integreerbaar moeten zijn in de bestaande systemen.

4. De Europese kaderrichtlijn water

De Kaderrichtlijn Water is op 20 december 2000 in werking getreden. Hij heeft als doel om de kwaliteit van watersystemen in Europa te beschermen en waar nodig te verbeteren. Onder meer door duurzaam watergebruik te bevorderen en door lozingen van gevaarlijke stoffen terug te dringen of te beëindigen. De Kaderrichtlijn richt zich op het grondwater en het zoete en zoute oppervlaktewater. Centraal staat waterbeheer op stroomgebiedniveau.

Om de implementatie van de Kaderrichtlijn in Nederland voor te bereiden, is sinds 1998 de projectgroep Implementatie Kaderrichtlijn aan het werk. Deze projectgroep bestaat uit vertegenwoordigers van het Rijk, de provincies en de waterschappen. Ook binnen de waterbeheersorganisaties zelf wordt nagedacht over de implicaties van de richtlijn voor hun dagelijks werk. Op dit moment wordt gewerkt aan het voorbereiden van de benodigde wetswijzigingen en het integreren van de Kaderrichtlijn in de bestaande structuren van het waterbeheer. Ten behoeve van de waterbeheerders wordt in opdracht van het Rijk een handboek geschreven. Onlangs is een aantal nationale pilotstudies afgerond. Deze hielden zich met name bezig met het in kaart brengen van de informatiebehoefte en de taakverdeling tussen de verschillende betrokken organisaties binnen het stroomgebied.

Omdat Nederland deel uit maakt van internationale stroomgebieddistricten wordt de Kaderrichtlijn geïmplementeerd samen met onze buurlanden. Hierin spelen de internationale riviercommissies (Rijn, Maas en Schelde) een belangrijke rol. Op Europees niveau wordt momenteel bovendien gewerkt aan een aantal concrete richtsnoeren, of 'guidances'. De lidstaten bereiken zo consensus over de methodologische aanpak van bijvoorbeeld de economische analyse, monitoring, het aanwijzen van sterk veranderde wateren en het gebruik van GIS. Eind 2002 zullen de meeste richtsnoeren door de Europese Commissie worden bekrachtigd.

Waterbeheerders, die bezig zijn met de implementatie, hebben gemerkt dat de praktische invulling van de Kaderrichtlijn op veel punten nog onduidelijk is. De huidige nationale praktijk komt bijvoorbeeld vaak niet overeen met de gekozen Europese methodologiën. Hoe ga je om met de specifiek Nederlandse situatie? Het is de vraag of de werkgroepen in de huidige aanpak alle praktische problemen mee kunnen wegen in hun advies. In hoeverre is het aan de waterbeheerders zelf om te toetsen of voldaan wordt aan de Kaderrichtlijn en maatregelen te nemen?

Onlangs heeft over deze problematiek een NVA-symposium plaatsgevonden. Hierbij kwam aan de orde dat de materie maar langzaam begint te leven in de Nederlandse waterwereld. Het is nog wel wennen dat de richtlijnen vanuit Brussel komen in plaats van uit Den Haag. Wat de exacte gevolgen zijn voor de rwzi's is nog zeer ongewis, de vertaling naar praktische maatregelen zal enige tijd in beslag nemen.
In een ander NVA-symposium kwam naar voren dat Nederland een hoge boete te wachten staat als in 2006 niet alle waterschappen voldoen aan de dan geldende EU-eisen; met name de stikstofverwijdering blijft achter. Volgens Onno van der Velde van het RIZA kan een Europese boete oplopen tot 100.000 € per dag (dit is dus 26 M€ per jaar!). Dit wordt met name veroorzaakt door het (te) laat realiseren van enkele grote installaties (Harnaschpolder, Houtrust).

Naast de stikstofverwijdering is op diverse plaatsen een te hoog gehalte aan onopgeloste bestanddelen (zwevende stof) een probleem. Slechts drie waterschappen (Drenthe, Alm en Biesbosch en Schieland) voldoen aan alle eisen.

In een toelichting op de EU-Kaderrichtlijn Water gaf Jos van Dalen aan Verkeer en Waterstaat aan dat Nederland niet meer is dan een 'waterschap' van Europa. Individuele zuiveringsschappen binnen Nederland zullen aan deze gedachte moeten wennen en breder nationaal moeten gaan denken en handelen. Hij benadrukt dat in de toekomst verder gekeken moet worden dan alleen naar organische stoffen en nutriënten. De Europese Commissie zal binnenkort binnen de Kaderrichtlijn Water een voorstel doen waarin voor 22 prioritaire stoffen waterkwaliteitsnormen en zuiveringinspanningen worden gegeven. Voor 11 van deze stoffen (de prioritaire gevaarlijke stoffen) wordt binnen 20 jaar een nulemissie geëist. De eisen zullen hoogstwaarschijnlijk scherper gesteld worden dan de huidige Nederlandse MTR-kwaliteit en in de richting van Verwaarloosbaar Risico (VR-kwaliteit) gaan.

De afvalwaterzuivering is te eenzijdig gericht op zuiveringsmethoden, terwijl eerder in de waterketen de belasting van de rwzi's al danig kan worden verminderd. Dat die balans vaak wankel is, toonde Peter Knaapen van Hoogheemraadschap Rijnland. Het halen van de MTR-norm lijkt soms onevenredig veel te kosten. Rijnland heeft voor haar installaties verschillende scenario's laten doorrekenen, waarin de kosten van verdere zuiveringsmaatregelen voor nutriënten en de effecten daarvan op de waterkwaliteit worden vergeleken. In veel gevallen bleek dat het halen van de MTR-norm verhoudingsgewijs zoveel kostte en zo weinig toegevoegde waarde had voor de waterkwaliteit, dat een iets minder vergaande zuivering ('MTR-min') voor de hand lag. Om de zuivering in alle installaties op MTR-niveau te krijgen, zou Rijnland voor stikstofverwijdering jaarlijks 6 M€ moeten uitgeven, en voor fosfaat 4,6 M€. Knaapen brak een lans voor de aanpak van de afvalwaterproblematiek 'bij de bron', bijvoorbeeld door het hemelwater van het riool af te koppelen of 'zwart' en 'grijs' afvalwater te scheiden. "Liever het debiet beperken, dan technieken te stapelen", poneerde Knaapen als stelling.

Uit dit alles blijkt duidelijk dat we er in Nederland zeker nog niet (uit) zijn. Terwijl we aan de ene kant nog bezig zijn om nutriënten zo goed mogelijk uit het afvalwater te halen, is de 'Europese' wetgever al aan het nadenken over prioritaire stoffen! En dan hebben we de pathogene organismen, de hormonale (EDC) stoffen en de geneesmiddelen nog even in de wachtkamer gezet.

5. Privatisering

Een zeer bijzondere afvalwatergebeurtenis was de ondertekening op 30 september 2002 van het 'voorlopig contract' voor het project Harnaschpolder. Het Hoogheemraadschap van Delfland sloot hiertoe een overeenkomst met het Frans-Nederlandse consortium Delfluent, waarin participeren Vivendi Water, Delta Nuts, Waterbedrijf Europoort, Heijmans, Strukton en Rabobank. Het contract omvat in grote lijnen de bouw van de rwzi Harnaschpolder (met 1.400.000 i.e. de grootste van Nederland), de ombouw van rwzi Houtrust en tevens de exploitatie van het gehele afvalwatersysteem (rwzi's en transportleidingen) gedurende 30 jaar en dat alles voor een totale prijs van 1,5 miljard euro. Dat betekent dus een prijs van circa 27 €/j per i.e. De besparing die met deze wijze van contracteren wordt bereikt, wordt becijferd op 6 à 7 %, dat wil zeggen circa 100 M€. De kosten voor de aanbiedende consortia, op het laatst nog drie, waren met 15 à 20 M€ echter ook niet gering.

Een van de zaken die Delfland en Delfluent nog moeten uitwerken, is de werkmaatschappij, die de exploitatie voor zijn rekening gaat nemen. Hierin participeren Vivendi Water (50 %), Delta Nuts (25 %) en Waterbedrijf Europoort (25 %). De personele bezetting zal vooral bestaan uit de 45 operators die nu voor het Hoogheemraadschap op rwzi Houtrust werken en die ingestemd hebben met hun overstap van de publieke naar de private sector.

In hoeverre dit voorbeeld navolging zal krijgen, valt nog sterk te betwijfelen. Dat komt allereerst omdat alle andere grote rwzi's reeds gerealiseerd zijn of op traditionele wijze worden gebouwd (rwzi Amsterdam-West als grootste). Blijft over de vraag of een private onderneming de exploitatie van de

rwzi's wellicht efficiënter en goedkoper zou kunnen uitvoeren. Vooralsnog denken de meeste beheerders deze uitdaging zelf nog wel aan te kunnen.

6. Samenwerking in de waterketen

Reeds geruime tijd klinkt in de waterwereld de roep om een intensievere samenwerking tussen de diverse actoren. Door drinkwaterbedrijven, waterschappen en gemeenten zijn ook al vele pogingen ondernomen, in sommige gevallen zelfs leidend tot aparte ondernemingen (E-Water, Trideau, Waterstromen). Desondanks zijn deze initiatieven nog niet echt succesvol gebleken.

Daarnaast valt te constateren dat om te voldoen aan strengere criteria (EU-richtlijn) dikwijls vergaande en zeker ook integrale maatregelen nodig zijn. Vaak ontstaat dan de situatie dat maatregelen in de riolering of op de rwzi tegen elkaar moeten worden afgewogen (Optimalisatie Afvalwater Systeem) met als complicerende factor het feit dat hooguit naar een of twee parameters (veelal kosten of milieurendement) geoptimaliseerd kan worden. In het samenspel riolering/rwzi kunnen diverse optima gevonden worden afhankelijk van de te beschouwen parameters; denk hierbij aan waterhoeveelheden of vuilvrachten, BOD, COD of Kjeldahl-N of fosfaten en stikstof; en wat doen we dan met de hygiënische parameters. In dit samenspel blijkt het ondoenlijk dat dan ook nog een van de partijen (het waterschap) over de hieraan te stellen eisen een uitspraak doet; immers het waterschap is zelf partij.

Hier wreekt zich het model waarbij in een organisatie meerdere doelstellingen moeten worden verenigd. De zichzelf controlerende publieke organisatie heeft zijn tijd gehad. Dit zou ervoor pleiten om toch weer af te stappen van het model van het all-in waterschap en in ieder geval de zuiverende taak apart te zetten bij een zelfstandige eenheid (publiek of privaat). In feite zijn we dan weer terug bij de situatie van begin jaren '70, toen de zuiveringsschappen als doelcoöperaties (doel was het zuiveren van afvalwater) opgericht werden. Vanuit deze gedachte zijn er drie bedrijven, te weten het drinkwaterbedrijf, het (gemeentelijke) rioleringsbedrijf en het afvalwaterbedrijf, die allen zullen moeten voldoen aan richtlijnen van aan de overheid gerelateerde beheerders van grond- en oppervlaktewater. Deze laatste organen controleren dan ook de prestaties van de taak-/uitvoeringsgerichte bedrijven. In deze situatie kent iedere actor precies zijn taken en verantwoordelijkheden; dit is dan ook een goede basis voor een zakelijke en soms zelfs intensieve samenwerking.

7. Internationale oriëntatie

Wat gebeurt er zoal op de internationale podia? De Nederlandse afvalwater'wereld' heeft er over het algemeen weinig weet van. Maar toch blijft in het kader van innovatie de blik ook gericht op de internationale ontwikkelingen. Met name om op de hoogte te blijven van de wetenschappelijke ontwikkelingen blijft het internationale netwerken van groot belang. Enkele evenementen van het afgelopen jaar kunnen kort worden aangestipt:

- IWA-conference in Sidney; kort na Berlijn bleek de IWA-conferentie toch een grote aantrekkingskracht te hebben, met name voor Azië en Amerika. De Nederlandse vertegenwoordiging beperkte zich tot de drinkwatermensen met een verdwaalde afvalwaterexpert. Wellicht dat de volgende conferentie in 2004 in Marakesh meer aantrekkingskracht zal hebben voor de Nederlandse experts. Naast de brede blik over het water, kwamen voor de organisatorische en managementaspecten (privatisering, institutional development) aan de orde.
- 10e Gothenburg0 symposium; deze keer ook georganiseerd in Gothenburg, ging vooral over chemische water- en afvalwaterbehandeling. Hier kwamen circa 350 onderzoekers bij elkaar met van Nederlandse kant twee bijdragen vanuit het STOWA-project fysisch-chemische voorzuivering uitgevoerd door TUD en LUW. Duidelijk blijkt dat de fysisch-chemisch processen een vaste plaats verdienen bij de afvalwaterbehandeling.
- Membranes in drinking and industrial water production, Mülheim. Hier waren 400 wetenschappers van over de gehele wereld geïnteresseerd in 90 presentaties en 50 posters over het onderwerp membraanfiltratie. Deze techniek heeft nu

ook duidelijk een plaats gekregen in het afvalwaterveld met name als MBR en nageschakelde techniek. Maar liefst 11 bijdragen onderstreepten de Nederlandse focus.
- Aquatech Conference 'from nutrient removal to recovery'; met 6 van de 30 papers kwam Nederland hier zeer goed uit de bus. De meeste deelnemers waren met name geïnteresseerd in het hergebruikaspect van nutriënten, waar vooral in Zweden, Duitsland en Zwitserland het nodige onderzoek plaatsvindt. Het waterloze toilet, de korte kringloop en fosfaatterugwinning zijn hier sleutelwoorden.

Op deze podia blijkt de Nederlandse expertise van hoog niveau en het is zeker de moeite waard om kennis te delen met anderen.

Op kleine schaal blijkt de internationale oriëntatie ook te werken. Zo groeien langzaam de Nederlandse en de Vlaamse afvalwaterwerelden naar elkaar toe. Dit blijkt in de wederzijdse betrokkenheid van universiteiten en bedrijven over de grenzen heen. Zo heeft zowel Rioleringswetenschap als Afvalwaterwetenschap een Belgisch-Nederlandse redactie. Een verdere uitbouw van de samenwerking op technisch en wetenschappelijk gebied ligt voor de hand.

8. Gezondheidstechniek

Op de TU Delft is in het nieuwe studiejaar de bachelors-mastersstructuur ingevoerd. Dit houdt in dat de studenten een vrij brede basisopleiding krijgen met daarin in het derde jaar diverse inleidende vakken over drinkwater, riolering en afvalwaterbehandeling. In de mastersfase krijgen de studenten een echte specialisatie in gezondheidstechniek, met colleges en afstudeerwerk in het Engels.

Het onderzoek op afvalwatergebied concentreert zich rond enkele thema's:
- fysisch-chemische behandeling van afvalwater, in opdracht van STOWA en in samenwerking met LUW
- effluentbehandeling met membraanfiltratie, in opdracht van Vivendi Rosmark en Witteveen+Bos
- MBR, filtratiekarakterisering, in opdracht van DHV
- membraanfiltratie van effluent
- interacties tussen riolering en rwzi, in opdracht van Grontmij, Witteveen+Bos en Arcadis
- EU-project voor hergebruik van effluent, in samenwerking met onder andere TU Aken
- deeltjeskarakterisering, in voorbereiding.

Ook hierbij is het 'netwerken' zeer zinvol; zowel met leveranciers, ingenieursbureaus en andere universiteiten (Aken, Berlijn, Trondheim, Sapporo) wordt samengewerkt.
Interessant is ook het Network Young Membrains waarin op Europees niveau alle promovendi die werken op membraangebied participeren en waarin de TU Delft een prominente rol speelt.

9. PWA

Voor onze onderzoeksgroep was het jaarhoogtepunt ongetwijfeld het bezoek van Zijne Koninklijke Hoogheid de Prins van Oranje aan de pilotinstallatie van de sectie Gezondheidstechniek op de rwzi Nieuwe Waterweg in Hoek van Holland. Het bezoek vond plaats in het kader van een bijeenkomst van de zogenaamde IHE-groep, een groep van 17 professionals uit de waterwereld van gelijke leeftijd als van de Prins (van economen tot ecologen en van ingenieurs tot juristen).

Eind oktober 2002 vond weer een soort reünie plaats, georganiseerd door Jaap de Koning, lid van de IHE-groep namens de sectie Gezondheidstechniek. Het thema van de bijeenkomst was 'nuttig gebruik van effluent'. Na een welkomstwoord door de heer Schoute, Dijkgraaf van Delfland, begon een kort symposium met bijdragen van prof. Jaap van der Graaf, over de mogelijkheden van de verdere behandeling van effluent, van Michael Bentvelsen, over de innovatie bij Delfland, en van Jelle Roorda, over het wetenschappelijke onderzoek. Daarna werd een uitgebreid bezoek gebracht aan de proefinstallaties - meerlaagsfilter, ultrafiltratie en microfiltratie - onder leiding van Sandy te Poele van de TU Delft. Het totale project is een voorbeeld van de intensieve samenwerking met marktpartijen, zoals Witteveen+Bos en Vivendi Rosmark en gebruikers zoals Waterschap Vallei en Eem, Zuiveringschap

Limburg, Waterschap de Dommel en vele andere partijen.

10. Tot slot

Dat er in de afvalwaterwereld net gewerkt moet worden, was al lang een vaststaand gegeven. Niet voor niets heten de operators 'klaarmeesters'. Dat ook netwerken veel voordeel biedt, is iets van de laatste tien jaar. De toekomst zal tonen dat dit netwerken zowel voor de afvalwaterpraktijk als voor het (universitaire) onderzoek een uiterst belangrijk en onmisbaar element in het (universitaire) afvalwateronderzoek zal zijn.

INTERACTIES BINNEN HET AFVALWATERSYSTEEM

ir. J.G. Langeveld
TU Delft

Inleiding

De interacties binnen het afvalwatersysteem, ofwel de wisselwerking tussen riolering en afvalwaterzuivering, staan de laatste jaren volop in de belangstelling. Regelmatig verschijnen in de media aankondigingen van samenwerkingsverbanden tussen gemeentes en waterschappen, waarbij het beter onderling afstemmen van de riolering en de zuivering een centraal thema is. Hoewel deze ontwikkeling hoopvol stemt, blijft het onderling afstemmen in de praktijk tot op heden beperkt tot het analyseren van het hydraulisch functioneren van de riolering in combinatie met het statisch gedrag van de afvalwaterzuiveringsinrichting (awzi). Dit is ook niet meer dan logisch, aangezien de huidige normen voor de riolering volledig zijn gebaseerd op een kwantitatieve benadering. Zowel ten behoeve van het toetsen van de basisinspanning als het waterkwaliteitsspoor wordt het functioneren van het rioolstelsel slechts in kwantitatieve zin beschouwd, zij het dat de berekende volumina nog worden vermenigvuldigd met een constante concentratie om zo resp. jaar- en piekvrachten te kunnen vaststellen. De awzi wordt beoordeeld op basis van de effluentkwaliteit, waarbij doorgaans alleen naar de 10 daags- of jaargemiddelde effluentconcentratie wordt gekeken. De dynamiek en het werkelijk functioneren van het afvalwatersysteem als geheel blijft hierbij buiten beschouwing, waardoor tevens mogelijke verbeteringen, die het in beschouwing nemen van de dynamische interacties binnen het afvalwatersysteem zouden kunnen opleveren, buiten beeld blijven.

Om een beeld te krijgen van het belang van de dynamische interacties tussen riolering en awzi is aan de TU Delft i.s.m. Arcadis, in combinatie met Vertis en HKV, Grontmij en Witteveen+Bos een onderzoek gestart. Binnen dit onderzoek wordt onderzocht op welke wijze de interacties tussen riolering en afvalwaterzuivering van belang zijn voor het functioneren van het gehele afvalwatersysteem.

Afvalwatersystemen, interacties en influentfluctuaties

Een afvalwatersysteem bestaat uit een afvalwaterzuivering met de daaraan, eventueel via een transport- of persleidingenstelsel, verbonden rioolstelsels, zoals schematisch is weergegeven in figuur 1.

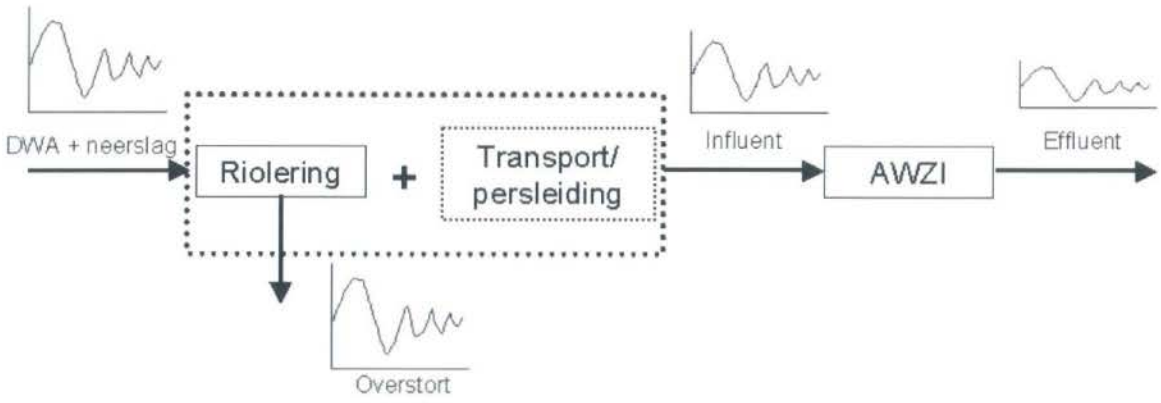


Fig. 1 - Afvalwatersysteem

Een afvalwatersysteem wordt belast met afvalwater van huishoudens en industrie en uit neerslag. Deze belasting is hierdoor zowel kwantitatief als kwalitatief sterk variabel. Het influent bij de afvalwaterzuivering wordt, behalve door de variaties in de inloop van het rioolstelsel, beïnvloed door processen in de riolering, zoals menging, buffering en omzetting van organisch materiaal. Met de resulterende fluctuaties in het aanbod van influent, zowel in debiet als in samenstelling, wordt tot op zekere hoogte rekening gehouden bij het ontwerp van afvalwaterzuiveringen. In een afvalwaterzuivering treedt daardoor doorgaans een sterke afvlakking op, zodat de variaties in de samenstelling van het effluent relatief beperkt zijn. De variaties in volume en vuilvracht in het overstortende water kunnen daarentegen zeer groot zijn (NWRW, 1989).

Binnen afvalwatersysteemoptimalisaties is het van belang om te kunnen bepalen wat het effect van maatregelen aan riolering en afvalwaterwaterzuivering is op de belasting op het oppervlaktewater via het effluent en de overstort. Dit houdt in dat het verloop van het debiet en de samenstelling van het overstortende water, het influent en het effluent bekend moeten zijn. Binnen het onderzoek 'Interacties' is daarom onderzocht in hoeverre naast het debiet ook de samenstelling van de verschillende stromen zinvol kan worden meegenomen bij het beoordelen van het functioneren van een afvalwatersysteem.

Aanpak

De aanpak binnen het onderzoek interacties is erop gericht om binnen de riolering en de afvalwaterzuivering te bepalen welke processen van belang zijn voor het dynamisch functioneren van het afvalwatersysteem. Hierbij is een redeneertrant gevolgd analoog aan de internationaal gepropageerde immissie benadering (Rauch et al., 1998). Hierbij wordt, redenerend vanuit het meest benedenstroomse niveau (in dit geval het effluent) bekeken welke mate van detail in de procesbeschrijvingen nodig is om de relevante parameters juist goed te kunnen beschrijven. Voor deze juiste mate van detail geldt dat een meer gedetailleerdere aanpak leidt tot nodeloos gecompliceerde modellen met alle gevolgen van dien, terwijl een minder gedetailleerde aanpak niet alle gewenste informatie kan leveren.

De aanpak bestaat globaal uit 3 stappen:

- Stap 1. Bepalen belangrijke processen in de awzi & relevante parameters in influent
- Stap 2. Bepalen belangrijke processen in de riolering
- Stap 3. Bepalen kwaliteit beschikbare procesbeschrijvingen in riolering & awzi

Stap 1. Bepalen belangrijke processen in de awzi & relevante parameters in influent

In het effluent zijn BZV/CZV, zwevende stof, P_{totaal}, $N_{Kjeldahl}$ en N_{totaal} de belangrijkste parameters volgens het huidige Lozingenbesluit. Deze stoffen worden door een scala aan fysische, chemische en biologische processen verwijderd uit het afvalwater,

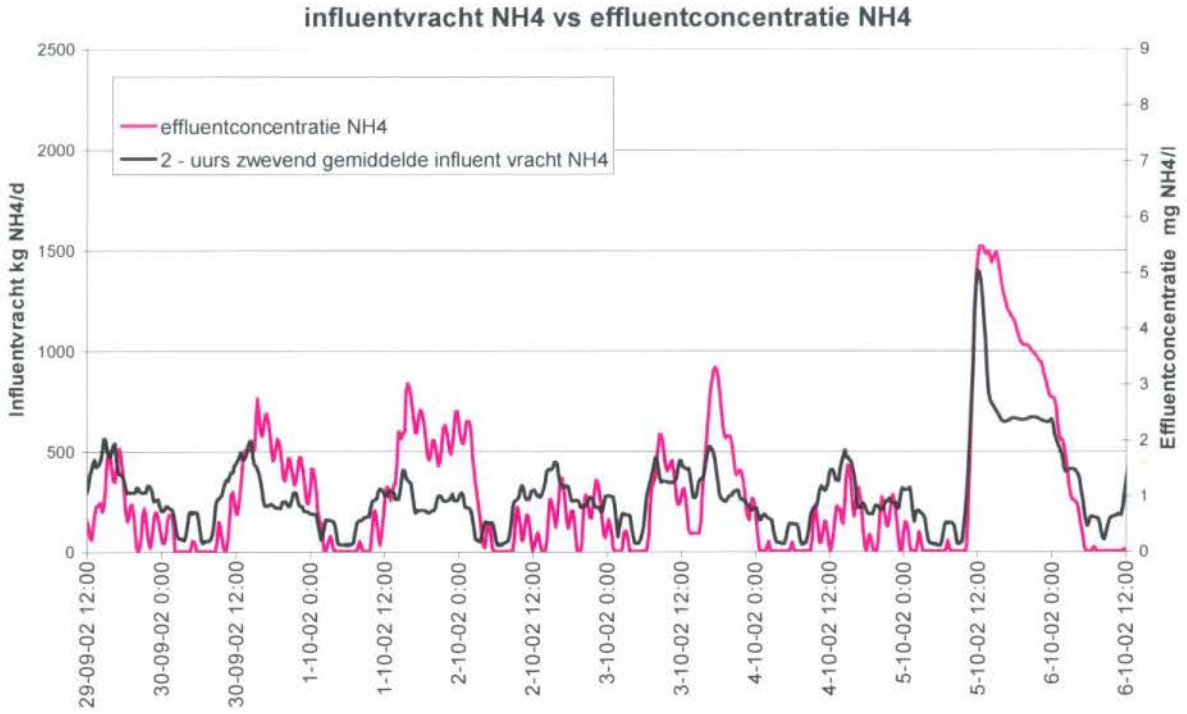


Fig. 2 - Relatie tussen influentvracht en effluentconcentratie ammonium

waarbij de nitrificatie en het functioneren van de nabezinking algemeen gelden als de meest kritieke processen voor het functioneren van de awzi tijdens regenweerafvoer (RWA) (Müller en Krauth, 1998; Bauwens et al., 1996; Harremoës et al., 1993). Aangezien het functioneren van de nabezinktank met name hydraulisch bepaald is, geldt dat in ieder geval een goede beschrijving van het verloop van het debiet tijdens RWA noodzakelijk is. Daarnaast geldt dat de nitrificatiecapaciteit van een awzi vooral wordt gelimiteerd door de aanwezige hoeveelheid nitrificeerders, die zich door hun langzame groei niet snel kunnen aanpassen aan een tijdelijk verhoogde stikstofvracht in het influent. De stikstofvracht in het influent heeft daardoor een grote invloed op de kwaliteit van het effluent, hetgeen eenvoudig volgt uit een gevoeligheidsanalyse (Langeveld et al., 2002) of metingen, zie figuur 2. De concentratie en de fractionering van het CZV in het influent speelt wat dit betreft een ondergeschikte rol (Leinweber, 2002).

Een en ander houdt in dat naast het influent debiet ook de concentratie aan $N_{Kjeldahl}$ in het influent bekend moet zijn voor een goede beschrijving van de belangrijkste processen op de awzi.

Stap 2. Bepalen belangrijke processen in de riolering

Binnen de riolering speelt zich evenals in de awzi een groot aantal fysische, chemische en biologische processen af, die elk een specifieke invloed hebben op het via de overstort en het influent geloosde afvalwater. In de literatuur wordt doorgaans onderscheid gemaakt in 4 hoofdprocessen (Ashley et al.,1998):

- hydrodynamica
- advectie-dispersie
- sedimenttransport
- biochemische omzettingen

Elk van deze hoofdprocessen heeft invloed op een bepaalde parameter in het afvalwater, zoals is weergegeven in tabel 1.

Uit stap 1 volgt dat het debiet en de $N_{Kjeldahl}$ concentratie in het influent van belang zijn voor het kunnen beschrijven van het functioneren van de awzi. Het debiet kan worden beschreven met behulp van de hydrodynamica, terwijl het verloop van de $N_{Kjeldahl}$ concentratie in het influent kan worden beschreven met behulp van de processen advectie en dispersie. Het beschouwen van het sediment-trans-

Tabel 1 - Relatie processen in de riolering en afvalwaterfracties

proces	beïnvloede 'fractie' in afvalwater
Transportprocessen	
hydrodynamica	debiet
advectie/dispersie	opgeloste stof/fijn gesuspendeerd materiaal (< 63 µm)
sediment transport	sediment (> 63 µm)
Omzettingsprocessen	
(an)aërobe omzettingen	biologisch afbreekbaar materiaal

port en de omzettingsprocessen is met het oog op de dynamische interacties met de awzi niet zinvol. Het sedimenttransport heeft namelijk betrekking op grotere deeltjes, terwijl $N_{Kjeldahl}$ zich voor $\pm$ 96% in de opgeloste en fijn gesuspendeerde fractie van het afvalwater bevindt (Nieuwenhuijzen, van, 2002). Daarnaast hebben de biochemische omzettingsprocessen in de riolering nauwelijks invloed op de concentratie $N_{Kjeldahl}$ in het influent, aangezien de nitrificatie in de riolering te verwaarlozen is.

Stap 3. Bepalen kwaliteit beschikbare procesbeschrijvingen

Het bepalen welke processen op de zuivering en in de riolering van belang zijn is slechts een eerste stap in het onderzoek naar de interacties. Een minstens zo belangrijke stap is het analyseren van de mogelijkheden om de belangrijke processen te kwantificeren met behulp van modellen. In het onderzoek is hier zeer uitgebreid op ingegaan. In deze bijdrage aan de vakantiecursus wordt volstaan met een korte doorkijk naar de voorlopige resultaten.

Hydrodynamica in rioolstelsels

De hydrodynamica in rioolstelsels wordt beschreven met behulp van de bekende De Saint Venant vergelijkingen. De huidige generatie software is goed in staat om de hydrodynamica in rioolstelsels te beschrijven (Clemens, 2001). Figuur 3 geeft een beeld van het resultaat dat met de huidige software te behalen is bij het beschrijven van de hydrodynamica in rioolstelsels. Hierbij moet worden aangetekend dat dit alleen haalbaar is voor rioolstelsels waarvan de database (ligging putten, leidingen etc.) goed op orde is. De te bereiken verschillen tussen gemeten en berekende waterstanden liggen in de orde van 5 cm.

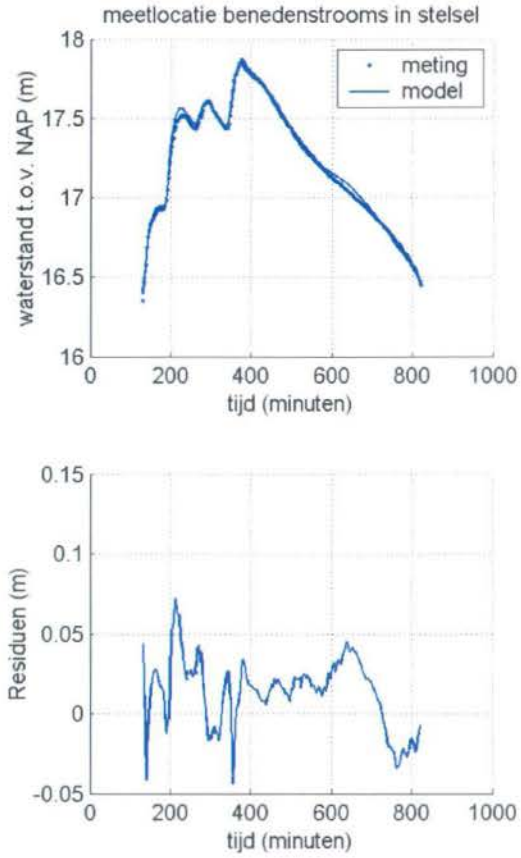


Fig. 3a - Vergelijking gemeten en berekende waterstanden (bui 18 juli 2001, rioolstelsel Loenen)

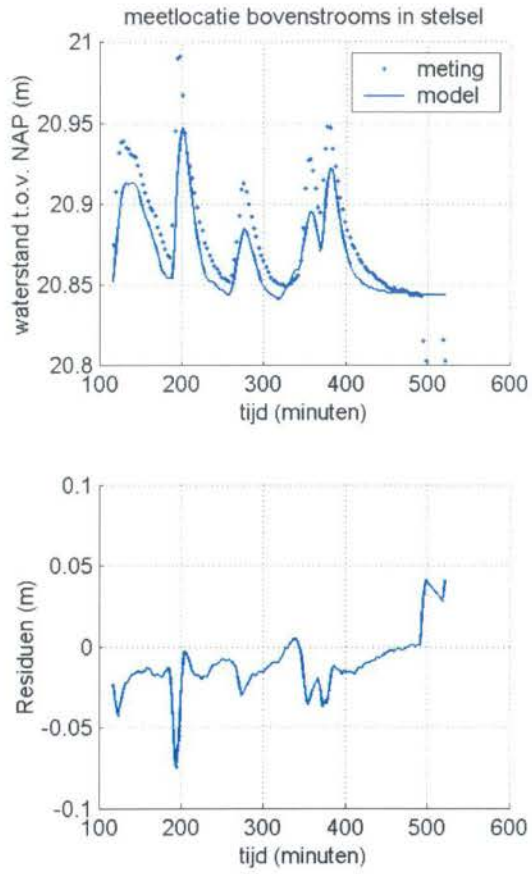


Fig. 3b - Vergelijking gemeten en berekende waterstanden (bui 18 juli 2001, rioolstelsel Loenen)

waarbij

c = concentratie (kg/m³)
u = stroomsnelheid (m/s)
t = tijd (s)
x = ruimtecoördinaat (m)
K = dispersiecoëfficiënt (m²/s)

Het advectief transport wordt beschreven door de eerste twee termen uit vergelijking (1) en kan worden bepaald zodra de stroomsnelheid van het rioolwater bekend is uit metingen of een goed gekalibreerd hydrodynamisch model. Het dispersief transport wordt beschreven door de derde term uit vergelijking (1). De dispersiecoëfficiënt K geldt hierbij als de te kalibreren parameter.

Figuur 4 geeft de resultaten van een experiment waarin m.b.v. dosering van een tracer is onderzocht of de algemene procesbeschrijving van vergelijking (1) ook geldt in de riolering (zie ook Langeveld et al., 2002). Het bleek inderdaad mogelijk te zijn om het gemeten verloop behoorlijk goed te beschrijven met een Matlab model, terwijl bekende modelpakketten als Hydroworks en SOBEK hiertoe niet in staat waren, zie figuur 5. Hydroworks neemt alleen advectief transport mee, maar kent wel een grote afvlakking van de berekende concentraties

Advectie en dispersie in rioolstelsels

Het advectief en dispersief transport in riolen wordt doorgaans beschreven met behulp van vergelijking (1). Hierbij wordt aangenomen dat de stroming één-dimensionaal is, de opgeloste stof volledig gemengd is over de doorsnede en bovendien dat het transport plaatsvindt met de gemiddelde lokale stroomsnelheid (Bouteligier et al., 2002).

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u\frac{\partial c}{\partial x} - K\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = 0 \qquad (1)$$

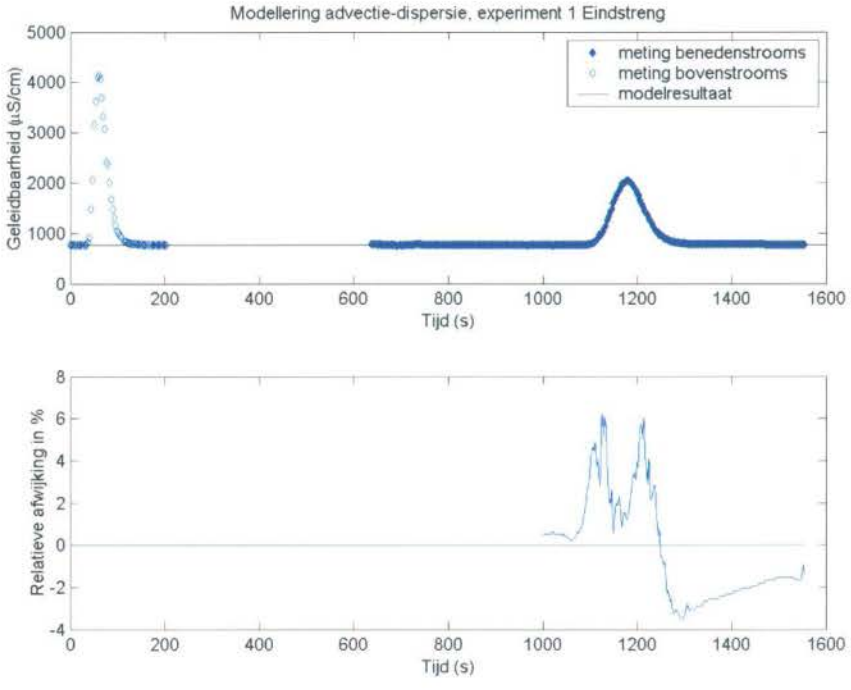


Fig. 4 - Modellering advectie dispersie met Matlab model

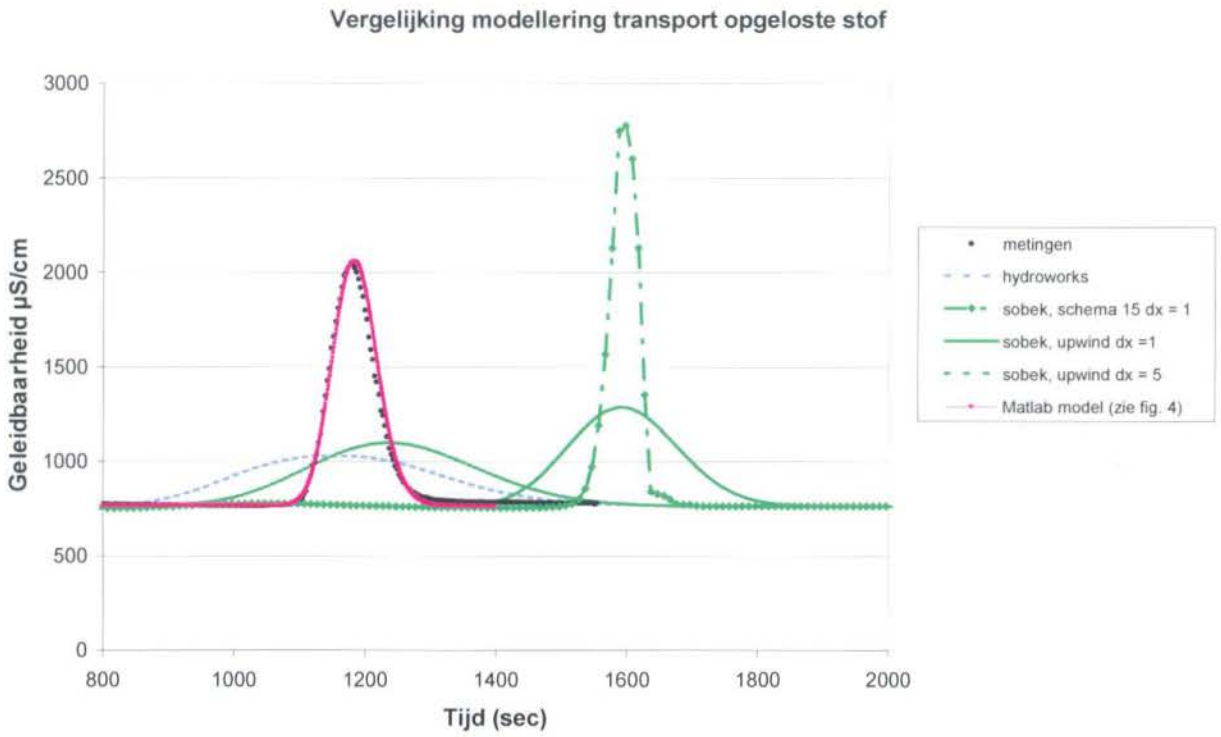


Fig. 5 - Vergelijking modelresultaten transport opgeloste stof

door numerieke dispersie. SOBEK daarentegen neemt zowel de advectie als de dispersie mee, waarbij gekozen kan worden uit een aantal numerieke schema's. Helaas geeft de huidige versie van SOBEK hierbij geen goed resultaat doordat de stapgrootte (dx) van invloed blijkt te zijn op de loopsnelheid van de concentraties!

Dit betekent overigens niet dat het in alle gevallen onmogelijk is om het verloop van de concentraties aan opgeloste stof en fijn gesuspendeerd materiaal in het influent te beschrijven met behulp van de huidige rioleringsmodellen. In gevallen waarin nauwelijks concentratiegradiënten aanwezig zijn en alleen de gelijkmatige verdunning een rol speelt is het wel mogelijk om een redelijke benadering te geven van het verloop van de influentsamenstelling. Andere gevallen, zoals bij het inprikken van een persleiding of een gescheiden stelsel op een gemengd stelsel of wanneer veel DWA in (delen van) het stelsel aanwezig is bij het begin van een bui, zullen voor de huidige programma's wel problemen opleveren.

Nitrificatie en nabezinking in awzi

De nitrificatie in de awzi is alleen goed te beschrijven in combinatie met de andere belangrijke processen uit de koolstof- en de stikstofcyclus. Met de ontwikkeling van de dynamische ASM (Activated Sludge Model, Henze et al., 2000) modellen voor de afvalwaterzuivering is het mogelijk geworden om vrij nauwkeurig het verloop van de effluentkwaliteit te bepalen voor een gegeven influentverloop. Talloze publicaties (zie bv. Meijer et al., 2001; Brdjanovic et al., 2000; van Veldhuizen et al., 1999) illustreren deze mogelijkheden, waarbij Seggelke en Rosenwinkel (2001) aangeven dat ook het effect van neerslag goed kan worden meegenomen. Hierbij moet worden aangetekend dat, hoewel het beschrijven van het gedrag van de nabezinking nog steeds slechts beperkt mogelijk is, het belangrijke verschijnsel van slibbuffering tijdens RWA behoorlijk goed kan worden gesimuleerd. Op dit moment loopt een afstudeeronderzoek van Jeroen Stok naar de mogelijkheden om het dynamisch gedrag van de zuivering juist tijdens RWA goed te beschrijven. De resultaten zijn medio januari/februari 2003 te verwachten.

Besluit: Interacties en afvalwatersysteemoptimalisatie

De fase waarin wordt bekeken in hoeverre de belangrijke processen in riolering en afvalwaterzuivering kunnen worden gemodelleerd is vrijwel afgerond. Op dit moment wordt onderzocht in welke gevallen de kennis over de interacties binnen het afvalwatersysteem, al dan niet gecombineerd met slimme optimalisatietechnieken (zie Boomgaard et al., 2002), op een zinvolle wijze kan worden ingezet in afvalwatersysteemoptimalisaties. Afhankelijk van de eigenschappen van het afvalwatersysteem en van de eisen die aan het systeem gesteld worden kan hierbij een aanzienlijke winst behaald worden. De uiteindelijke resultaten van deze fase van het onderzoek zullen op het middagsymposium 'Interacties binnen het afvalwatersysteem III', dat zal worden gehouden op donderdag 12 juni 2003, gepresenteerd worden.

Dankwoord

De auteur wil de partners van de TU Delft binnen de werkgroep interacties, te weten Arcadis, in combinatie met Vertis en HKV, Grontmij en Witteveen+ Bos bedanken voor de medewerking aan en financiering van het onderzoek naar de interacties binnen het afvalwatersysteem.

Literatuur

Ashley, R.M., Hvitved-Jacobsen, T., and Bertrand-Krajewski, J.-L. (1998): *Quo vadis sewer process modelling?* UDM'98 4th Int. Conf. On Developments in Urban Drainage Modelling

Bauwens, W., Vanrolleghem, P. and Smeets, M. (1996): *an evaluation of the efficiency of the combined sewer- wastewater treatment system under transient conditions.* Wat.Sci.Tech. Vol. 33, No. 2, pp. 199-208

Boomgaard, Marcel E., Jeroen G. Langeveld and François H.L.R. Clemens (2002): *Optimisation of wastewater systems: A stepwise approach.* In: Strecker, E.W. and Huber, W.C.(2002) Global solutions for Urban Drainage. Proceedings of the Ninth International Conference on Urban Drainage. September 8-13, 2002. Portland, Oregon, USA

Bouteligier, R., Vaes, G., Berlamont, J. (2002). *Kwaliteit huidige vuiluitworpmodellen: Resultatne van een vergelijkend onderzoek.* Rioleringswetenschap jaargang 2, nr. 5, maart 2002.

Brdjanovic, D., van Loosdrecht, M.C.M., Versteeg, P., Hooijmans, C.M., Alaerts, G.J. and Heijnen, J.J. (2000). *Modelling COD, N and P removal in a full-scale WWTP Haarlem Waarderpolder.* Water Res. 34(3), 846-858

Clemens, F.H.L.R. (2001): *Hydrodynamic models in urban drainage: application and calibration.* PhD-thesis Delft University of Technology, Delft

Harremoës, P., Capodaglio, A.G., Hellström, Henze, M., Jensen, K.N., Lynggaard-Jensen, A., Otterpohl, R. and Soeberg, H. (1993): *Wastewater treatment plants under transient loading - performance, modelling and control.* Wat.Sci.Tech. Vol. 27, No 12, pp. 71-115

Henze, M., Gujer, W., Mino, T. en Loosdrecht, M. van. *Activated sludge models Asm1, ASM2, ASM2D and ASM3.* IWA Scientific and Technical Report No. 9, 2000

Langeveld, J.G. en Clemens, F.H.L.R. (2002) *Meten in de riolering: het transport van opgeloste stoffen in gedeeltelijk gevulde leidingen.* Rioleringswetenschap en techniek, jaargang 2, nr 6, juni 2002. pp. 27-39

Langeveld, J.G. , Clemens, F.H.L.R. en Graaf, J.H.J.M. van der (2002) *Interacties binnen het afvalwatersysteem: een andere kijk op influentfluctuaties.* Afvalwaterwetenschap, Jaargang 1. nr.3. juni 2002 , pp. 49-68

Leinweber, U. (2002). *Anforderungen an die Modellierung bei der integrierten Betrachtung von Entwässerungssystem und Kläranlage.* Dissertation, Kaiserslautern, 2002

Meijer, S.C.F., van Loosdrecht, M.C.M. and Heijnen, J.J. (2001) *Metabolic modelling of full-scale biological nitrogen and phosphorus removing WWTP's*. Water Res. 35(11), 2711-2723

Müller, J.R. and Krauth, Kh., (1998): *Wastewater flow management to maximise the capacity of sewage treatment plants*, Wat.Sci.Tech. Vol. 37, No. 9, pp. 49-56

Nieuwenhuijzen, A.F. van (2002). *Scenario Studies into Advanced Particle Removal in the Physical-Chemical Pre-treatment of Wastewater.* PhD-thesis Delft University of Technology. Delft University Press, Delft, the Netherlands

NWRW (1989). *Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982- 1989.* 's-Gravenhage: Ministerie van VROM, 1989

Rauch, W., Aalderink, H., Krebs, P., Schilling, W. and Vanrolleghem, P. (1998): *Requirements for integrated wastewater models - driven by receiving water objectives.* In: Preprints Conf. Proc. Water Quality International 1998, Vancouver, Canada 21-26 June 1998, pp. 108-115

Seggelke, K. and Rosenwinkel, K.-H.(2001): *Online-simulation of the WWTP to minimise the total emission of WWTP and sewer system.* In: 2nd International Conference INTERACTIONS BETWEEN SEWERS, TREATMENT PLANTS AND RECEIVING WATERS IN URBAN AREAS - INTERURBA II, Lisbon, Portugal 19-22 february 2001

Veldhuizen, H.M. van, van Loosdrecht, M.C.M. and Heijnen, J.J. (1999a) *Modelling biological phosphorus and nitrogen removal in a full scale activated sludge process.* Wat. Res. 33(16), 3459-3468

URINE APART INZAMELEN?

prof.dr.ir. M.C.M. van Loosdrecht
TU Delft

Introductie

Afvalwaterzuivering vindt zijn oorsprong in de behoefte om de stedelijke samenleving voor ziektes te beschermen. De eerste strategie daarbij was om in eerste instantie het afvalwater middels riolering uit de stad te verwijderen. Gekoppeld aan daaraan is de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) ontwikkeld. Gedurende de afgelopen 100 jaar is de nadruk op sanitatie geleidelijk verdrongen door een nadruk op de milieubescherming. De sanitatie is eigenlijk een impliciet aspect van de waterzuivering geworden. Verdergaande maatschappelijke ontwikkelingen dwingen ons om de manier waarop we met ons afval omgaan te heroverwegen. Er is een steeds grotere nadruk op behandeling bij de bron, vermindering van energiegebruik en terugwinning van grondstoffen (waaronder water).

Als we evalueren waar de verontreiniging in het afvalwater vandaan komt valt met name urine in het oog. 80 % van de ammonium, 50 % van het fosfaat en 80 % van de kalium in het afvalwater zijn afkomstig uit urine. Daarbij komt dat urine minder dan 1 % van de volumestroom in het afvalwater uitmaakt. In een industriële omgeving zou deze stroom direct bij de bron worden aangepakt. In een stedelijke omgeving is dat echter minder eenvoudig, vandaar dat het nog steeds met grote hoeveelheden water wordt verdund om naar een rwzi te worden gebracht. Deze verdunning betekend dat het terugwinnen van de nutriënten uit het afvalwater wordt bemoeilijkt. Separate collectie van urine zou ook het hergebruik van afvalwater positief beïnvloeden omdat het zoutgehalte in het water daalt.

De belangrijkste redenen om urine separaat in te zamelen zijn de mogelijkheid om nutriënten terug te winnen en de vereenvoudiging van de centrale afvalwaterzuivering. Van de totale urineproductie in Nederland is slechts 20 % van menselijke oorsprong, de rest komt uit de veeteelt. Het is daarom logisch om als nutriëntenterugwinning het enige argument is dit als eerste vanuit dierlijke urine te doen. Als menselijke urine separaat wordt behandeld zal dat primair vanuit een optimalisatie van de afvalwaterketen moeten worden beargumenteerd.

Terugwinning van stikstof

Voor de terugwinning van stikstof zijn zeer veel methodieken voor gesteld en technisch haalbaar. Het is echter van belang dat het

Tabel 1 - Energieverbruik voor diverse stikstofconversieprocessen.

Proces	Electriciteit	Fossiele Energie	Total energie als primaire energie equivalenten
	MJ/kgN	MJ/kgN	MJ/kgN
N-verwijdering in WWTP	14	-	45
N-verwijderin met Methanol	10	77	109
Sharon/Anammox	5	-	16
Sharon/Anammox op urine (CZV)	6	-	19
Ammonium productie met beste techniek	-	32-37	32-37
Gemiddelde ammonium productie in Europa	-	43	43
Gemiddelde Ureum productie in Europa	1	51	54

terugwinnen van stikstof niet meer energie kost dan de som van de energie om stikstof te verwijderen en in de industrie te produceren. Zeker omdat stikstofgas (de grondstof) vrijwel onuitputtelijk is, is energie hier de doorslaggevende grootheid. In tabel 1 is een vergelijking gegeven van diverse ammonium verwijderings- en productieprocessen.

Op basis van de getallen in tabel 1 kan worden gesteld dat terugwinning van stikstof niet meer energie mag kosten dan globaal 50 MJ/kgN. In tabel 2 is de energie weergegeven om stikstof terug te winnen uit urine (terugwinning uit meer verdunde stromen zal in alle gevallen meer energie kosten).

Deze getallen maken duidelijk dat terugwinning van stikstof uit oogpunt van energiebesparing potentieel interessant kan zijn, maar dat diverse technieken voor N-terugwinning minder duurzaam zijn dan de huidige "end-of-pipe" technologie. In de

Tabel 2 - Energieverbruik van diverse stikstofterugwinningstechnieken

Proces	Electriciteit	Fossiele Energie	Total energie als primaire energie equivalenten
	MJ/kgN	MJ/kgN	MJ/kgN
Thermische volume reductie (10x). Destillatie	-	389	389
Thermische volume reductie (10x). Damp compressie	7	11	34
Volume reductie met omgekeerde osmose	9	-	29
Struviet (P-fixatie)	6	6	25
Struviet (N-fixatie)	9	72	102
Luchtstrippen en vorming ammoniumsulfaat	26	6	90

getallen hierboven zijn de kosten voor transport en distributie nog niet opgenomen. Met name in een collectie systeem kan eenvoudig de energiebehoefte zo groot worden dat het totale energieverbruik van terugwinning alsnog boven dat van N-eliminatie komt te liggen.
Directe hergebruik middels irrigatie zou een duurzame route voor N-hergebruik kunnen zijn. Ook hiervoor geldt dat echter dat inzameling, transport en hygiënisten energie verbruiken. Tevens is de samenstelling lang niet altijd geschikt omdat de verhouding aan nutriënten niet overkomt met de behoefte van de plant.

Concluderend kan worden gesteld dat stikstofterugwinning niet het enige argument kan zijn om urine separaat in te zamelen.

Terugwinning van fosfaat

Fosfaat is in tegenstelling tot stikstof een eindige grondstof. Terugwinning van fosfaat wordt dus zowel bepaald door energie argumenten als grondstofhergebruik. De meest directe terugwinning zou het toepassen van zuiveringsslib zijn. Echter door de lage plantbeschikbaarheid en diverse milieuaspecten gerelateerd aan het gebruik van zuiveringsslib is deze optie niet voor de hand liggend. Fosfaat kan in een biologisch defosfaterende rwzi eenvoudig worden teruggewonnen (50 % van de vracht) maar het kan ook eenvoudig uit urine worden teruggewonnen. Een overzicht van energiegebruik voor fosfaatterugwinning is gepresenteerd in tabel 3.

Het mag duidelijk zijn dat struviet vorming uit urine een goede optie is om fosfaat terug te winnen. Mede omdat het een eindige grondstof is mag er ook wat extra energie worden gebruikt om dit mogelijk te maken. Uitdaging is uiteraard om een systeem te ontwerpen waar dit ook technisch haalbaar is. Bij biologische fosfaatverwijdering is het echter ook haalbaar om 50 % van het fosfaat zonder veel extra kosten en energie uit het water terug te winnen.

Invloed gescheiden urine collectie op rwzi

Verbetering effluent bestaande rwzi

Uit bovenstaande blijkt dat het niet direct voor de hand ligt om urine separaat in te zamelen wanneer hergebruik van grondstoffen het enige argument zou zijn. Echter een verminderde stikstof- en fosfaatvracht naar de waterzuivering toe heeft ook een positief effect op de waterzuivering zelf. Het effect van een verminderde stikstof en fosfaat aanvoer op een rwzi is onderzocht middels simulatiestudie. Hiertoe is een goed gekalibreerd model voor de rwzi Hardenberg gebruikt. Op deze rwzi wordt biologisch gedefosfateerd. Op deze rwzi is de verwijdering van fosfaat reeds bijna volledig (P-effluent < 0.1 mgP/l) en voor stikstof vergaand (N-totaal

Tabel 3 - Energieverbruik van diverse fosfaat terugwinningsprocessen

Proces	Electriciteit	Fossiele Energie	Total energie als primaire energie equivalenten
	MJ/kgN	MJ/kgN	MJ/kgN
Fe-precipitatie incl. extra energie voor slibverwerking	-	49	49
Biologische P-eliminatie	5	12	28
Volume reductie van urine met dampcompressie (factor 10)	85	134	408
Struviet (P-fixatie)	3	13	21
Trifosfaat mest productie	4	23	36
Gem. voor fosfaat meststof productie	4	16	29

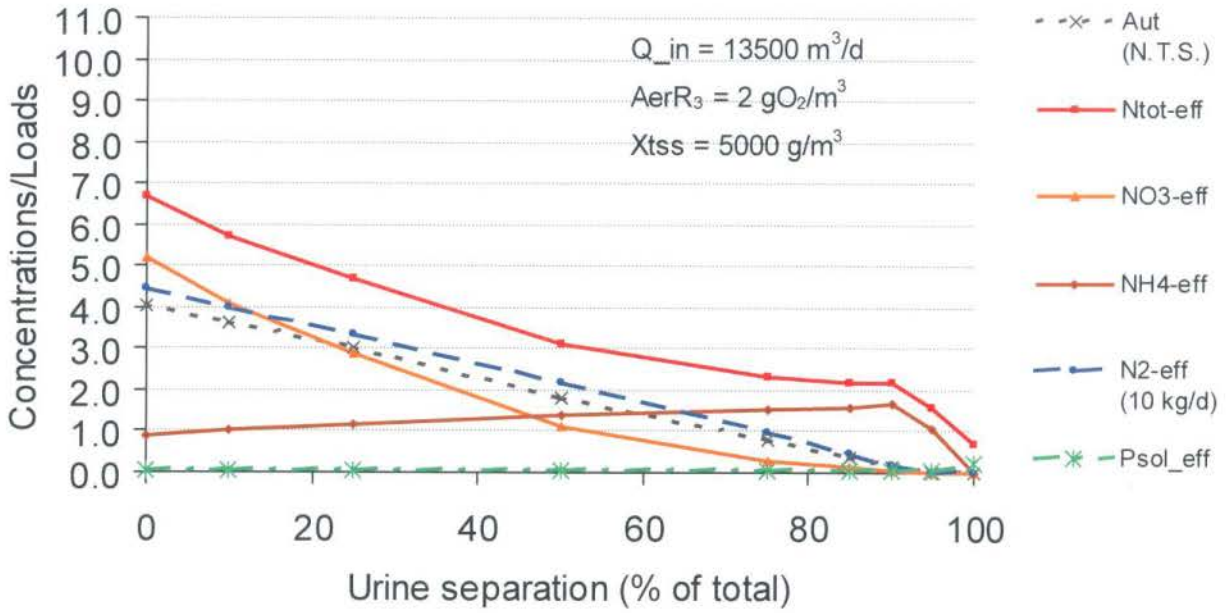


Fig. 1 - Effect van een vermindering van de influent nutrientenvracht, t.g.v. scheiding van urine, op de effluent concentraties in een rwzi. 0 % urine separatie is de huidige situatie.

effluent 7 mgN/l en NH_4 1 mgN/l). Dat betekend dat voor andere zuiveringen het effect van urine separatie nog sterker kan zijn. In bovenstaande grafiek is weergegeven hoe een toenemende mate van urineseparatie het effluent van de rwzi beïnvloedt. Het blijkt dat voor een reeds goed functionerende rwzi een significante verbetering is te bereiken indien 50 % van de urine separaat zou worden ingezameld.

Uit onderzoek is gebleken dat globaal 50 % van de urine buitenshuis wordt "geproduceerd". 50 % separate inzameling lijkt dus goed haalbaar indien er alleen in bedrijven, recreatievoorzieningen en b.v. appartementencomplexen urine separaat wordt ingezameld.

Voor veel rwzi's is het effect van separate urine collectie nog sterker. Zeker indien voor fosfaatverwijdering chemische precipitatie wordt gebruikt is het voordeel extra groot omdat er minder chemicaliën nodig zijn en de (chemische) slibproductie verminderd. Bij een benodigde uitbreiding van de rwzi is het dus nuttig om te overwegen of separate collectie met de daaraan geassocieerde voordelen kan voorkomen dat de rwzi moet worden uitgebreid. Bijvoorbeeld voor de rwzi Hardenberg kan bij 50 % separate collectie de capaciteit met 60 % worden verhoogd zonder de actief slib tanks aan te passen. In dat geval zal het effluent gelijk zijn aan het huidige effluent.

Ontwerp van een rwzi met influent na separate urine collectie

Indien urine (deels) separaat wordt ingezameld kan de rwzi totaal anders worden ontworpen. In een hoog belast systeem kan een zeer groot deel van de nutriënten middels slibgroei worden verwijderd. Hierbij dient gedacht te worden aan systemen met een slibleeftijd van 1 dag. Het slib uit een dergelijk systeem kan worden vergist waarna het slibgistingswater van stikstof en fosfaat kan worden ontdaan middels sharon/anammox en struviet precipitatie respectievelijk. Indien 60-80 % van de urine separaat wordt ingezameld (afhankelijk van de huidige CZV/N verhouding) is een dergelijke hoog belaste zuivering net zo effectief als de huidige laag belaste zuiveringen. Het ruimtebeslag is wel veel minder.

Ontwerp van een rwzi met separate urine behandeling

De in de vorige paragraaf beschreven rwzi zou ook de separaat ingezamelde urine kunnen verwerken in het sharon/anammox proces. Een schema van een dergelijke zuivering staat in figuur 2. Het is gebaseerd op een hoog belaste aerobe trap, slibgisting en een gecombineerde behandeling van slibgistingswater en urine in een sharon-anammox proces.

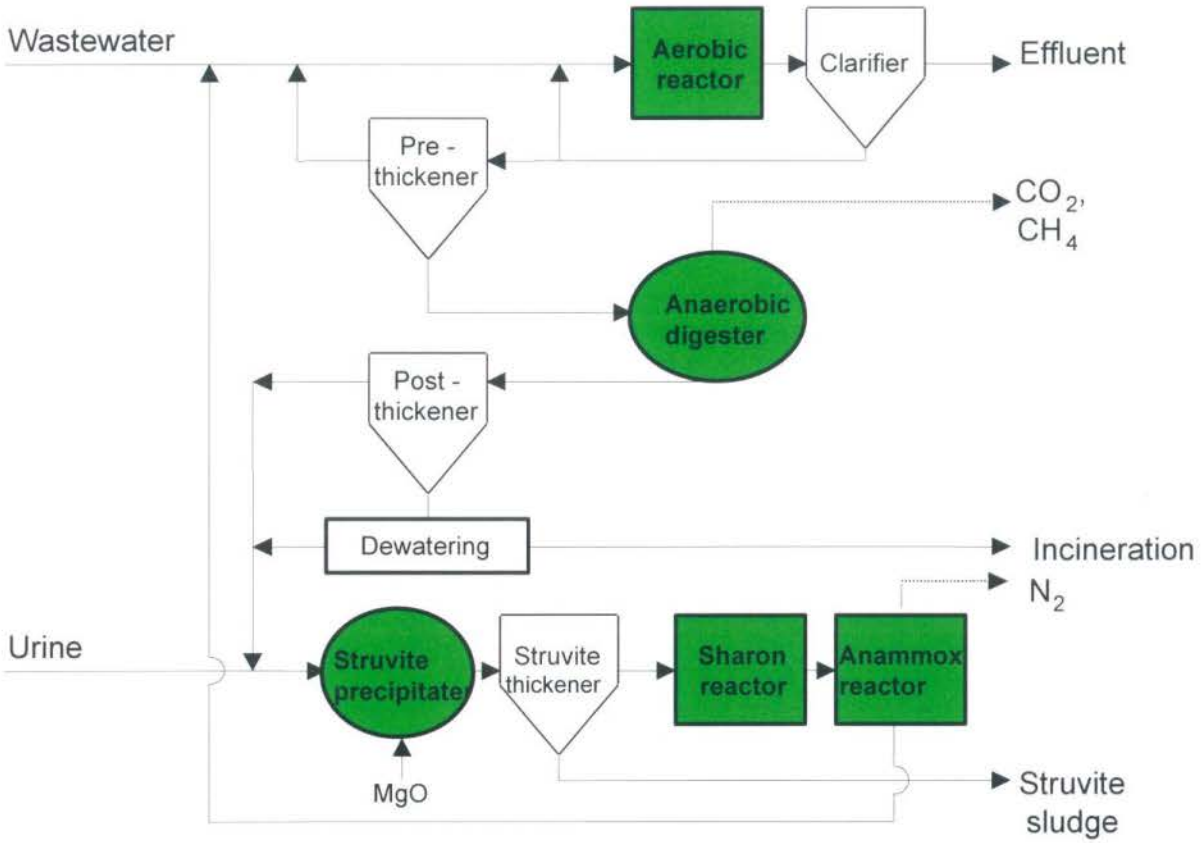


Fig. 2 - Schema voor een alternatief ontwerp voor een rwzi gebaseerd op separate collectie van urine.

In dit schema wordt fosfaat grotendeels teruggewonnen. Terugwinning van stikstof is hier als niet zinvol beschouwd omdat de route via sharon/anammox en stikstof fixatie in de industrie vergelijkbaar zijn met een mogelijke directe terugwinning. Voor een dergelijk systeem is een minimale urineseparatie noodzakelijk van 50 %, daaronder zal het effluent niet aan de huidige eisen voldoen. Voor dit zuiveringsmodel hebben we uitgerekend wat het totale energieverbruik is (inclusief de verbranding van het geproduceerde slib). De uitkomsten van deze berekening staan in tabel 4. Het referentiescenario (geen urinescheiding) is de huidige rwzi Hardenberg.

Het mag duidelijk zijn dat separate urine collectie een groot effect kan hebben op de "duurzaamheid" van de huidige afvalwaterzuivering. Daarnaast wordt het mogelijk om een eindige grondstof (Fosfaat) eenvoudig terug te winnen. Uit de berekeningen blijkt ook dat voor het separaat inzamelen een energie verbruik van globaal 6W/pers kan wor-

Tabel 4 - Slibproductie en energieverbruik in een proces zoals voorgesteld in figuur 2. Effect van een toenemende graad van urineseparatie.

Urine separation	0	50	65	75	85	%
Digested sludge mass	2111		1917	1888	1760	kg/d
Urine influent	0		45000	58500	76500	kg/d
$[N_{tot}]$effluent	7		12	6	2	
Total Energy	15239		-6204	-5671	-5467	MJ/d
	6,2		-1,6	-1,5	-1,4	W/pers

den geaccepteerd als een energie neutraal scenario moet worden gekozen.

Conclusie

Wanneer gekeken wordt naar de mogelijkheid om de afvalwaterzuivering "duurzamer" te maken is het duidelijk dat sanering aan de bron, i.c. separate urinecollectie, een belangrijke bijdrage kan leveren. Urine is slechts een zeer klein deel van de massastroom maar een groot deel van de nutrientenvracht naar een rwzi. Het argument terugwinnen van grondstoffen is maar gedeeltelijk correct bij separate urinecollectie. Terugwinnen van stikstof via nitrificatie-denitrificatie-industriele ammoniak productie is qua energie verbruik gelijkwaardig aan directe concentrering van ammonium uit urine. Voor fosfaat is terugwinning in een centrale rwzi bijna net zo efficient als wanneer dit uit urine gebeurd.

De voornaamste reden om separaat urine in te zamelen ligt in het verbeteren van de huidige centrale rwzi. Hier kan een groot energie voordeel worden gehaald. Met name omdat stikstof in urine via sharon/anammox kan worden verwerkt. Een aspect dat hier niet behandeld is, maar in de toekomst wel belangrijker kan worden is het feit dat urine vrijwel alle hormoonstoffen en medicijnresten bevat. Indien deze stoffen in te hoge gehaltes in het effluent blijken te zitten en een verdergaande verwijdering nodig is zou een brongerichte aanpak wel eens efficiënter kunnen zijn dan een extra zuiveringstrap.

Concluderend kan gesteld worden dat er niet een dominante reden is om urine separaat in te zamelen. Een combinatie van voordelen maakt echter dat separate inzameling wel degelijk van voordeel kan zijn.

AFVAL HET RIOOL IN!

dr.ir. J. de Koning
TU Delft

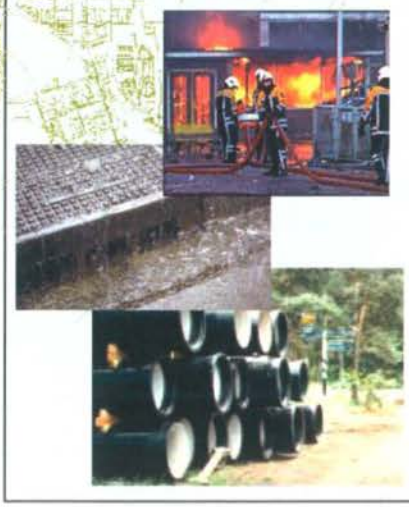
1 Introductie

Voedselrestenvermalers zijn apparaten voor de verwerking van keukenafval, dat bestaat uit resten van de voedselbereiding en resten van de maaltijd, kortweg keukenafval. Voedselrestenvermalers zijn ongeveer 65 jaar geleden geïntroduceerd op de Amerikaanse markt. Momenteel worden voedselrestenvermalers in ongeveer 80 landen gebruikt. De belangrijkste voordelen die voedselrestenvermalers in de keuken bieden zijn hygiëne en gemak.
In de Verenigde Staten is een voedselrestenvermaler in ongeveer de helft van de op een rioolstelsel aangesloten huishoudens in gebruik. In 95% van de Amerikaanse gemeenten is het gebruik van voedselrestenvermalers toegestaan. Het is zelfs vaak verboden om ongemalen keukenafval door het riool te spoelen. Wel wordt doorgaans een maximum opgelegd aan het vermogen van de voedselrestenvermalers. In ongeveer 100 steden wordt de installatie van een voedselrestenvermaler bij nieuwbouw voorgeschreven.

In Nederland is het niet verboden om een voedselrestenvermaler te gebruiken, het is echter niet toegestaan om vermalen keukenafval op het riool te lozen. De redenen voor het verbod om vermalen keukenafval te lozen zijn, net als in veel andere Europese landen:

- de angst voor problemen met afzettingen en verstoppingen in het rioolstelsel;
- de angst voor een toenemende zuurstofbehoefte op de rioolwaterzuiveringsinstallatie;
- de angst voor een toenemende emissie van zuurstof verbruikend materiaal en nutriënten met het effluent;
- de angst voor een toenemende aanvoer van ongewenst, niet afbreekbaar materiaal, zoals kroonkurken en dergelijke naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie;
- en in Nederland: het bestaan van de Biobak.

In dit artikel zal door middel van berekeningen worden nagegaan of de eerste drie redenen (angsten) terecht zijn. Over de vierde angst kan worden gezegd dat de moderne voedselrestenvermalers niet in staat zijn om dergelijk materiaal te verwerken.
Ten aanzien van de Biobak wordt het volgende opgemerkt. Een ieder kent de bezwaren, van hygiënische aard en stankoverlast, bij het gebruik de Biobak voor de inzameling van keukenafval in flat- en appartementsgebouwen en bij warm weer. De bereidheid om in dergelijke situaties van de Biobak gebruik te maken is dan ook minder. Bovendien is de gescheiden inzameling van keukenafval met name vanwege het transport kostbaar; gecombineerd transport met



afvalwater kan kosten besparen indien dit niet leidt tot een aanzienlijke kostenstijging in het afvalwatersysteem (riolering en rwzi).

De invloed van het gebruik van voedselrestenvermalers wordt bij verschillende graden van penetratie beoordeeld. De penetratiegraad is als volgt gedefinieerd:

$$\frac{\text{aantal huishoudens met voedselrestenvermaler}}{\text{totaal aantal huishoudens}} \cdot 100\%$$

De penetratiegraden, waarbij de invloed van het gebruik van de voedselrestenvermaler op het rioolstelsel en de afvalwaterbehandeling is beoordeeld, zijn:

- 5%: penetratiegraad van voedselrestenvermalers in het Verenigd Koninkrijk in 1995 na 30 jaar verkoop en marketing;
- 10%: een penetratiegraad van 10% wordt door In-Sink-Erator (ISE), de grootste fabrikant van voedselrestenvermalers, gezien als een hoge inschatting van mogelijke penetratie op de lange termijn in Nederland.
  Om de mogelijke opkomst van de voedselrestenvermaler in Nederland te schatten, wordt ook wel gekeken naar de opkomst van de vaatwasser in de Nederlandse keuken. In Nederland is in 2000 en na ongeveer 40 jaar verkoop en marketing in 38% [*CBS 2002*] van de huishoudens een vaatwasser aanwezig. Met een stijging van de penetratiegraad van10% naar 38% in de jaren 1990-2000. Deze sterke stijging is wellicht gevoed door de economische voorspoed in de jaren 90. Het is zeer de vraag of de penetratiegraad van voedselrestenvermalers, eenmaal op de markt, eenzelfde sterke stijging zal laten zien. Vooralsnog wordt uitgegaan van een penetratiegraad op de lange termijn van 10%;
- 50%: penetratiegraad van voedselrestenvermalers in de VS in 2000, na ongeveer 65 jaar verkoop en marketing van voedselrestenvermalers op de Amerikaanse markt;
- 100%: hypothetische maximale penetratiegraad.

2 Keukenafval

2.1 Productie van keukenafval

Keukenafval wordt in dit rapport gedefinieerd als de resten die ontstaan bij de bereiding van voedsel, en de restanten van maaltijden. Het is gelijk aan de GF-component in GFT-afval. In Nederland zijn geen cijfers beschikbaar met betrekking tot de *productie* van keukenafval per persoon. Er zijn wel cijfers beschikbaar met betrekking tot de *inzameling* van GFT-afval. Met deze laatste cijfers is een verantwoorde schatting gemaakt van de *productie* van keukenafval per persoon. Deze schatting dient als basis bij de berekeningen in de hoofdstukken 4 en 5. In tabel 1 zijn de beschikbare gegevens met betrekking tot de *inzameling* van GFT-afval in Nederland verzameld.

De getallen in tabel 1 betreffen de verzamelde hoeveelheden keuken- en tuinafval. Voor deze studie zijn echter gegevens met betrekking tot de *geproduceerde* hoeveelheden keukenafval nodig. Deze gegevens zijn niet als zodanig beschikbaar in Nederland. Het is dus noodzakelijk om op basis van de gegevens in tabel 1 een aanname te doen met betrekking tot de geproduceerde hoeveelheden keukenafval.
In hoogbouw en in (zeer) sterk verstedelijkte gemeenten zal de hoeveelheid tuinafval zeer klein zijn ten opzichte van de hoeveelheid keukenafval. Met andere woorden in hoogbouw en in (zeer) sterk verstedelijkte gemeenten wordt het GFT -afval voor het merendeel gevormd door keukenafval. Verder wordt verondersteld, dat de geproduceerde hoeveelheden keukenafval ongeveer gelijk zijn aan de verzamelde hoeveelheden keukenafval. Volgens de gegevens in tabel 1 variëren de verzamelde hoeveelheden keukenafval in hoogbouw en (zeer) sterk verstedelijkte gemeenten van ca. 75 tot 215 g/pers.dag (op basis van de CBS-gegevens als meest recente). Voor deze studie wordt een gemiddelde productie van (nat) keukenafval van 150 g/pers.dag aangenomen.
Op 1 januari 2000 was de gemiddelde omvang van een huishouden 2,30 personen (laag- en hoogbouw tezamen) [*CBS 2002*]. Hiermee wordt de gemiddelde productie van keukenafval (op 1 januari 2000) 2,30·150=345 g/hh.dag. Het aantal huishoudens in Nederland was op 1 januari 2000 6.801.008.

Tabel 1 - Inzameling van GFT-afval in Nederland.

	ingezameld GFT - afval per huishouden (kg/hh.week)	personen per huishouden	ingezameld GFT - afval per persoon per dag (g/pers.dag)
bron: *Uitdenbogerd 1995*			
	1,6 6,6	1,96 3	117 314
bron: *Anonymus 1991.* inzameling van GFT-afval in Amsterdam			
hoogbouw laagbouw			85-153 329
bron: *CBS 2002.* inzameling van GFT -afval Nederland in 2000			
gemiddelde voor geheel Nederland			252
verdeling per gemeentegroep			
minder dan 5.000 inwoners			425
5.000 - 10.000 inwoners			359
10.000 - 20.000 inwoners			340
20.000 - 50.000 inwoners			301
50.000 - 100.000 inwoners			225
100.000 en meer inwoners			145
verdeling naar verstedelijkingsgraad			
zeer weinig verstedelijking (minder dan 500 adressen/km²)			373
weinig verstedelijking (500 - 1.000 adressen/km²)			332
matige verstedelijking (1.000 - 1.500 adressen/km²)			279
sterke verstedelijking (1.500 - 2.500 adressen/km²)			214
zeer sterke verstedelijking (1.500 en meer adressen/km²)			74

2.2 Samenstelling van keukenafval

In het kader van de afvalwaterbehandeling zijn CZV (Chemisch ZuurstofVerbruik), BZV (Biochemisch ZuurstofVerbruik), Kj-N (Kjeldahl-Stikstof) en ZS (ZwevendeStof) belangrijke parameters. Van het afvalwater dat ontstaat na het vermalen van keukenafval, zijn deze parameters onbekend. Met literatuurgegevens betreffende de gemiddelde (chemische) samenstelling van keukenafval, kunnen de bovengenoemde parameters wel berekend worden.

In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de gemiddelde (chemische) samenstelling van keukenafval. Dit overzicht is afkomstig uit buitenlandse literatuur; er is echter geen reden om aan te nemen dat de (chemische) samenstelling van voedselresten en keukenafval in Nederland anders zal zijn.

Met behulp van de getallen in tabel 2 kan de chemische samenstelling: $C_aH_bO_cN_dS_e$ van gemengd afval

Tabel 2 - Samenstelling van keukenafval [Suess 1985, Pressman 1991].

afval-component[1]	globale analyse[2] (zoals ingezameld) gew%				chemische analyse[3] (droog) gew%					
	vocht	vluchtige bestand-delen	ge-bonden koolstof	as	C	H	O	N	S	as
groenteafval	78,29	17,10	3,55	1,06	49,06	6,62	37,55	1,68	0,20	4,89
schillen van citrusfruit	78,70	16,55	4,01	0,74	48,96	5,68	41,67	1,11	0,12	3,46
vleesafval	37,74	56,34	1,81	3,11	59,59	9,47	24,65	1,02	0,19	5,08
vetten	0,00	97,64	2,36	0,00	73,14	11,54	14,82	0,43	0,07	0,00
gemengd afval I	72,00	20,26	3,26	4,48	44,99	6,43	28,76	3,30	0,52	16,00
gemengd afval II	-	-	-	-	41,72	5,75	27,62	2,97	0,25	21,87
gemengd afval III	-	-	-	-	45,2	5,6	31,6	2,1	0,3	15,2

1: gemengd afval: een mengsel van de overige afvalcomponenten, afkomstig uit verschillende huishoudens.
2: globale analyse: de bepaling van het vochtgehalte, het gloeiverlies (=brandbare bestanddelen) en de gloeirest (=as); het gloeiverlies kan verdeeld worden in vluchtige bestanddelen en gebonden koolstof;
3: chemische analyse: de bepaling van de elementen in de droge fractie van het afval.

Tabel 3 - CZV, zuurstofverbruik voor nitrificatie en Kj-N van gemend keukenafval.

	chemische samenstelling	$M_{droogKA}$ g/mol	CZV gO_2/gdroogKA	zuurstofverbruik voor nitrificatie gO_2/gdroogKA	Kj-N mgN/gdroogKA
gemengd afval I	$C_{231}H_{396}O_{111}N_{15}S$	5186	1,631	0,185	40,5
gemengd afval II	$C_{445}H_{736}O_{221}N_{27}S$	10022	1,594	0,172	37,7
gemengd afval III	$C_{402}H_{597}O_{211}N_{16}S$	9053	1,537	0,113	24,7
gemiddeld			1,59	0,16	34,3

worden bepaald, Vervolgens kunnen met deze chemische samen-stelling het CZV en het zuurstofverbruik voor nitrificatie (omzetting van Kj-N naar nitraat) van droog gemengd keukenafval worden berekend (KA= keukenafval):

CZV:

$$C_aH_bO_cN_dS_e + ¼(4a+b-2c-3d+4e)O_2 \rightarrow aCO_2 + ½(b-3d)H_20 + dNH_3 + eSO_2$$

$$M_{droogKA} = 12a + b + 16c + 14d + 32e \text{ g/mol}$$

CZV: $1\ gdroogKA \rightarrow \frac{32a + 8b - 16c - 24d + 32e}{12a + b + 16c + 14d + 32e}\ gO_2$

Zuurstofverbruik voor nitrificatie:

$$dNH3 + 2dO_2 \rightarrow dNO_3^- + dH^+ + dH_2O$$

Zuurstof voor nitrificatie:

$$1\ gdroogKA \rightarrow \frac{64d}{12a + b + 16c + 14d + 32e}\ gO_2$$

Het Kjeldahl-Stikstofgehalte (Kj-N) van gemengd keukenafval kan worden berekend met:
Kjeldahl-Stikstof:

$$1\ gdroogKA \rightarrow \frac{14d}{12a + b + 16c + 14d + 32e}\ gN$$

De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 3.

Het drogestofgehalte van keukenafval is afhankelijk van het vochtgehalte. Een realistisch gemiddelde voor het vochtgehalte van keukenafval in Nederland is 60 gew% [*Anonymus 1991*]. Met dit vochtgehalte is de dagelijkse productie van keukenafval 60 g

Tabel 4 - Resulterende lozingen van CZV, BZV, Kj-N en ZS op het rioolstelsel als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers.

parameter	per persoon:		per huishouden (gemiddeld 2,30 personen/huishouden)	
CZV	95	gO_2/pers.dag	219	gO_2/hh.dag
BZV[1]	66	gO_2/pers.dag	151	gO_2/hh.dag
Kj-N	2,1	gN/pers.dag	4,7	gN/hh.dag
ZS[2]	60	gZS/pers.dag	138	gZS/hh.dag

1: de CZV/BZV-verhouding neemt met het gebruik van een voedselrestenvermaler ongeveer 13% af *Nilsson et al 1990*]. Dit houdt in dat de oorspronkelijke CZV/BZV-verhouding van normaal afvalwater van 90/54=1,67 afneemt tot ongeveer 1,45.

2: aangenomen is dat de extra hoeveelheid zwevende stof ongeveer gelijk is aan de hoeveelheid droog keukenafval.

droogKA/pers.dag. De dagelijkse lozingen op het rioolstelsel van CZV, BZV, Kj-N en ZS, die volgen uit deze productie van droog keukenafval zijn samengevat in tabel 4.
De bron van de zware metalen in GFT -afval zijn de gronddeeltjes die met het tuinafval worden afgevoerd. Keukenafval, geschikt voor voedselrestenvermalers, wordt gevormd door *voedingsresten*. Het is daarom onwaarschijnlijk dat keukenafval een relevante hoeveelheid van zware metalen bevat.

3. *Voedselrestenvermalers*

3.1 Beschrijving van voedselrestenvermalers

Een voedselrestenvermaler is een keukenapparaat bestemd voor de verwerking van organisch keukenafval. Een voedselrestenvermaler voor huishoudelijk verbruik heeft doorgaans een roestvrijstalen maalkamer. De hoogte van de apparaten varieert van ca. 300 tot 400 mm en de diameter van ca. 150 tot 220 mm, afhankelijk van fabrikant en model. Een voedselrestenvermaler wordt geïnstalleerd onder de gootsteen. De afvoer van de voedselrestenvermaler wordt aangesloten op de stankafsluiter van de gootsteenafvoer. Een aan/uit-schakelaar wordt gemonteerd in het aanrechtblad of de wand achter de gootsteen. De gootsteen kan, na installatie van de voedselrestenvermaler, op dezelfde wijze worden gebruikt als daarvóór.
In de maalkamer van de voedselrestenvermaler zijn geen messen aanwezig. Het keukenafval wordt vermalen tussen de getande binnenzijde van de maalkamer en twee nokken op een draaiende schijf. Door centrifugale krachten worden het keukenafval en de nokken tegen de binnenwand van de maalkamer gestuwd. De voedselrestenvermaler vermaalt het keukenafval tot deeltjes met een grootte van 2 tot 5 mm [*Karlberg et al 1999*]. Veel grotere deeltjes kunnen de maalkamer niet verlaten.

Moderne voedselrestenvermalers kunnen alleen zacht keukenafval verwerken. Ander afval, zoals botten, kroonkurken en vergelijkbare metalen voorwerpen, glas- en porseleinscherven, textiel, leer, veren, rubber en kunststoffen, wordt niet vermalen en blijft in de vermaler achter en moet met de hand worden verwijderd. Bovendien veroorzaakt dit afval een dusdanige weerstand dat de motor van de voedselrestenvermaler automatisch wordt uitgeschakeld.
Het vermalen keukenafval wordt met koud water vanuit de vermaler de riolering in gespoeld.

Figuur 1 geeft een opengewerkte voorstelling van de voedselrestenvermaler. In figuur 2 wordt de installatie van de voedselrestenvermaler onder de gootsteen weergegeven.

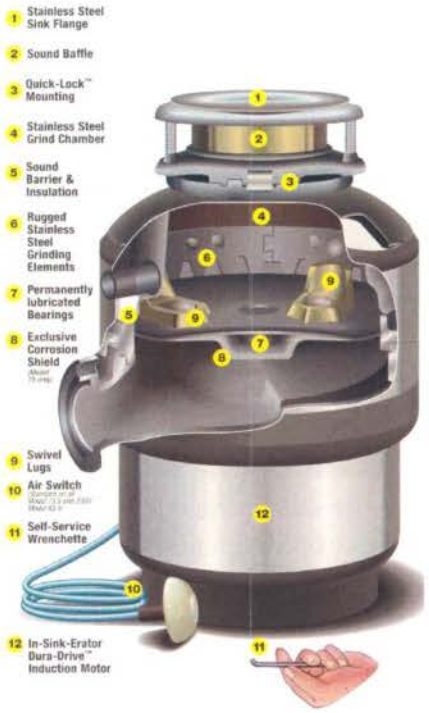


Fig. 1 - De voedselrestenvermaler

Fig. 2 - Onder de gootsteen gemonteerde voedselrestenvermaler

3.2 Waterverbruik door voedselrestenvermalers

In de literatuur is geen overeenstemming over het gebruik van water door voedselrestenvermalers. De genoemde volumes variëren van 1,1 tot 4,5 l/pers.dag [*Wicke 1987, Jones 1990, Ketzenberger 1995, Uitdenbogerd 1995*]. In één studie [*EPA 1980*] wordt zelfs vermeld dat het gebruik van een voedselrestenvermaler leidt tot een afname van het waterverbruik als neveneffect.

Als aanname voor het waterverbruik door voedselrestenvermalers is voor deze studie het maximum van de bovengenoemde waarden aangenomen: 4,5 l/pers.dag. Voor een gemiddeld huishouden betekent dit een waterverbruik van 10,4 l/hh.dag. Deze aanname van het waterverbruik door een voedselrestenvermaler is wellicht aan de hoge kant, maar hierdoor is de bepaling van de invloed van het gebruik van de voedselrestenvermaler op het rioolstelsel en de afvalwaterbehandeling in ieder geval ruim aan de veilige kant.

Een overzicht van het gemiddelde dagelijkse waterconsumptie in Nederlandse huishoudens wordt gegeven in tabel 5. De waterconsumptie door de voedselrestenvermaler bedraagt, zoals hierboven vermeld, 4,5 l/pers.dag, hetgeen gelijk is aan 3,6% van de totale gemiddelde dagelijkse waterconsumptie zonder het gebruik van een voedselrestenvermaler. Op basis van deze getallen kan worden gesteld, dat de toename van de waterconsumptie, als gevolg van het gebruik van een voedselrestenvermaler, zeer beperkt is.

4. Invloed op rioolstelsel

Een van de bezwaren tegen het gebruik van voedselrestenvermalers is: bij het gebruik van voedselrestenvermalers veroorzaken de vermalen voedselresten verstoppingen van en afzettingen in het riool. In de (buitenlandse) literatuur worden hier echter geen aanwijzingen voor gevonden. Vermalen keukenafval, afkomstig van voedselrestenvermalers, heeft een grootte van 2-5 mm [*Karlberg et al 1999*] en een dichtheid ongeveer gelijk aan die van water en zal daarom, zelfs in vlakke rioolstelsels zoals in Nederland, niet snel bezinken en niet bijdragen aan de verstopping van rioolbuizen.

Met betrekking tot de mogelijke verstopping van rioolbuizen, als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers, zijn de conclusies van een uitgebreide Zweedse studie [*Nilsson et al 1990*]:

- Er treedt geen verstopping van de binnenriolering op;
- In rioolbuizen (buiten) zijn geen afzettingen of verstoppingen waargenomen.

Ook vetten aanwezig in keukenafval zullen bij het gebruik van voedselrestenvermalers het riool niet verstoppen. Door het gebruik van koud water (zoals

Tabel 5 - Gemiddelde dagelijkse drinkwaterconsumptie in 2001 [VEWIN 2002].

consumptie voor:	per persoon: l/pers.dag	per huishouden (gem. 2,30 pers/hh): l/hh/dag
douche	42,0	96,6
bad	3,7	8,5
wastafel	5,2	12,0
toilet	34,8	80,0
voedselbereiding	3,1	5,4
afwas (hand + machine)	6,0	13,8
was	24,6	56,6
overig	6,7	15,4
totaal	126,1	288,3

door de fabrikanten voorgeschreven) zal het vet in keukenafval stollen en zich aan andere vermalen deeltjes hechten, waarmee verstopping wordt tegengegaan.

Een ander bezwaar zou het toegenomen volume afvalwater zijn, hetgeen onwenselijk zou zijn in verband met een beperkte hydraulische capaciteit van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's). De gemiddelde dagelijkse afvoer van afvalwater naar openbare rwzi's bedroeg in Nederland in 2000 5746.10^3 m³/dag. Bij een aangenomen waterverbruik door de voedselrestenvermaler van 4,5 l/pers.dag of gemiddeld 10,4 l/hh.dag. Bij een penetratiegraad van 5% neemt de dagelijks naar de openbare rwzi's afgevoerde hoeveelheid afvalwater toe met $6.801.008 \cdot 0,05 \cdot 10,4 \cdot 10^{-3} = 3,5 \cdot 10^3$ m³/dag. Dit is slechts 0,06% van de afvalwaterafvoer in 2000 zonder het gebruik van voedselrestenvermalers. Met andere woorden: met een penetratiegraad van 5% is de additionele hydraulische belasting voor het rioolstelsel verwaarloosbaar.

In het hypothetische geval van een 100% penetratiegraad van voedselrestenvermalers in de Nederlandse huishoudens neemt de dagelijkse afvoer van afvalwater toe met $6.801.008 \cdot 10,4 \cdot 10^{-3} = 70 \cdot 10^3$ m3/dag of 1,2% van de afvalwaterafvoer in 2000, hetgeen eveneens verwaarloosbaar is.

Een ander bezwaar tegen het gebruik van voedselrestenvermalers wordt veroorzaakt door de vrees voor aantasting van het beton van de rioolbuizen door zwavelzuur. Zwavelzuur kan worden gevormd uit sulfaat in het afvalwater. De sulfaten kunnen op hun beurt worden gevormd uit zwavelcomponenten in het keukenafval. De aantasting van het beton van rioolbuizen door zwavelzuur kan worden voorkomen met het beperken van het sulfaatgehalte in het afvalwater tot 300-400 mg/l [*Koot 1977*]. Het gemiddelde zwavelgehalte van keukenafval is 4,3 mgS/kgdroogKA. Wanneer wordt aangenomen, dat deze totale hoeveelheid zwavel wordt omgezet in sulfaat, dan zal het door de voedselrestenvermaler geproduceerde afvalwater 21 mg/l sulfaat bevatten. Wordt bovendien rekening gehouden met het feit, dat dit afvalwater in het rioolstelsel wordt verdund, dan is de conclusie dat het gebruik van voedselrestenvermalers nooit zal leiden tot sulfaatgehaltes in het afvalwater hoger dan 300-400 mg/l. Met andere woorden: de vrees voor aantasting van het beton van de rioolbuizen door zwavelzuur is niet terecht.

Tabel 6 - Toename van CZV-, BZV-, Kjeldahl-N- en zwevendestofbelastingen in ruwafvalwater (situatie 2000).

Uitgangspunten voor berekening:

aantal huishoudens:	6.801.008	CZV:	95	gO2/pers.dag
aantal personen per huishouden:	2,30	BZV:	66	gO2/pers.dag
		Kjeldahl-N:	2,1	gN/pers.dag
		Zwevendestof:	60	gZS/pers/dag

penetratie:	0%	5%		10%		50%		100%	
	belasting	belasting	toename %	belasting	toename %	belasting	toename %	belasting	toename %
belasting met zuurstofbindende stoffen in 2000:									
totaal (10^6 ie)	22,3[a]	22,9	2,5	23,4	5,0	27,9	25,0	33,5	50,1
huishoudelijk (10^6 ie)	15,7[a]	16,3	3,6	16,8	7,1	21,3	35,5	26,9	71,1
CZV (10^3 kg/dag)	2523[b]	2597	2,9	2672	5,9	3266	29,4	4009	58,9
BZV (10^3 kg/dag)	969[b]	1021	5,3	1072	10,7	1485	53,3	2001	107
Kjeldahl-N (10^3 kgN/dag)	232[b]	234	0,7	235	1,4	248	7,1	265	14,2
Zwevendestof (10^3 kgZS/dag)	3367[b]	3414	1,4	3460	2,8	3836	13,9	4306	27,9

a: situatie 1998, bron [RIVM 2002]
b: bron [*CBS 2002*]

5. Invloed op afvalwaterbehandeling

5.1 Ruw afvalwater

Met het gebruik van voedselrestenvermalers zal het CZV, het BZV, het Kjeldahl-N-gehalte, het zwevendestofgehalte en het volume van het afvalwater toenemen. In tabel 6 zijn deze toenamen berekend bij penetratiegraden van voedselrestenvermalers in Nederlandse huishoudens van 5, 10, 50 en 100%. In 2000 bedroeg de totale capaciteit van de rwzi's in Nederland $25{,}2 \cdot 10^6$ i.e.. Wanneer wordt aangenomen, dat in de komende twee tot drie decennia de penetratiegraad van voedselrestenvermalers in de Nederlandse huishoudens niet groter zal zijn dan 5% tot 10%, hoeft het gebruik van voedselrestenvermalers nog niet te leiden tot capaciteitsproblemen in de zuiveringen.

5.2 Afvalwaterbehandeling

Het onderzoek van Nilsson [*Nilsson 1990*] geeft aan dat de opgeloste hoeveelheden van het CZV, het BZV en het Kjeldahl-N-gehalte in keukenafval gelijk zijn aan respectievelijk 23,36 and 77 gew%. Hierdoor neemt de belasting van de biologische zuiveringsprocessen bij de behandeling van afvalwater toe met:

CZV: $0{,}23 \cdot 95 = 22$ gO2/pers.dag
BZV: $0{,}36 \cdot 66 = 24$ gO2/pers.dag
Kj-N: $0{,}77 \cdot 2{,}1 = 1{,}6$ gN/pers.dag

De rendementen van de voorbezinking op een afvalwaterzuiveringsinstallatie voor CZV, BZV en Kjeldahl-N zijn respectievelijk ongeveer 25, 20 en 6 gew% [*CBS 1995*]. Hiermee worden de dagelijkse belastingen van de biologische zuiveringsprocessen zonder het gebruik van voedselrestenvermalers:

CZV: $1900 \cdot 10^3$ kg/dag
BZV: $775 \cdot 10^3$ kg/dag
Kj-N: $220 \cdot 10^3$ kgN/dag

De berekende toename van de belasting van de biologische zuiveringsprocessen als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers is samengevat in tabel 7.

De uitkomsten van de berekeningen in tabel 7 geven aan dat bij een penetratiegraad van 10% de toename van de belasting van het biologische zuiveringsproces verwaarloosbaar klein is en daarmee is een toename van emissies met het effluent niet te verwachten. Ook een stijging van de kosten voor de behandeling van afvalwater als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers is bij een penetratiegraad tot 10% niet waarschijnlijk.

Bij een penetratiegraad van 50% lijkt de toename van de BZV-belasting significant. Echter de additionele hoeveelheid organisch materiaal is makkelijk biologisch afbreekbaar. Het is daarom redelijk om te stellen dat zelfs bij een penetratiegraad van 50%

Tabel 7 - Toename van CZV-, BZV- en Kjeldahl-N-belasting van de biologische zuiveringsprocessen (situatie 2000).

Uitgangspunten voor berekening: • bezonken afvalwater zonder voedselrestenvermalers: CZV: $1900 \cdot 10^3$ kg/dag BZV: $775 \cdot 10^3$ kg/dag Kj-N: $220 \cdot 10^3$ kgN/dag					• opgeloste belastingen in afvalwater van voedselrestenvermalers: CZV: 22 gO_2/pers.dag BZV: 24 gO_2/pers.dag Kj-N: 1,6 gN/pers.dag				
aantal huishoudens: 6.801.008, aantal personen per huishouden: 2,30									
penetratie:	0%	5%		10%		50%		100%	
	belas-ting	belas-ting	toename %	belas-ting	toename %	belas-ting	toename %	belas-ting	toename %
CZV (10^3 kg/dag)	1900	1917	0,91	1934	1,8	2072	9,1	2244	18,1
BZV (10^3 kg/dag)	775	794	2,4	813	4,8	963	24,2	1150	48,4
Kjeldahl-N (10^3 kgN/dag)	220	221	0,57	223	1,1	233	5,7	245	11,4

de toename van de belasting geen nadelige invloeden heeft op de biologische zuiveringsprocessen.

5.3 Slibbehandeling

Na bezinking (voor- en nabezinking) is de normale volgorde van de slibverwerking: voor-indikking, vergisting, na-indikking, ontwatering, transport en verbranding. Voordat berekeningen kunnen worden gemaakt met betrekking tot de slibverwerking moeten eerst de geproduceerde hoeveelheden slib worden berekend.

Slibproductie

Volgens het Centraal Bureau voor de Statistiek bedroeg de productie van gestabiliseerd slib (als droge stof) op openbare rwzi's in 2000 in Nederland $336 \cdot 10^6$ kgds [*CBS 2000*]. Een goede aanname voor het organische stofgehalte van het ongestabiliseerde slib is 70 gew%. Voor de tijdens de stabilisatie afgebroken hoeveelheid organische stof kan 50 gew% worden aangenomen. Hiermee komt de productie van vers slib in 2000 op $517 \cdot 10^6$ kgds. Het drogestofgehalte van dit slib is ongeveer 1 gew%, het in 2000 geproduceerde volume vers slib wordt dan $51{,}7 \cdot 10^6$ m^3 slib.

Het onderzoek van Nilsson [*Nilsson 1990*] heeft laten zien, dat ongeveer 90 gew% van het door de voedselrestenvermaler geproduceerde slib in de voorbezinking wordt verwijderd. Hier wordt dit percentage ook voor Nederland aangehouden. Een 90 gew% verwijdering betekent een additionele hoeveelheid primair slib van $0{,}9 \cdot 60 = 54$ gds/pers.dag. Naast deze extra hoeveelheid primair slib, leidt de afbraak van de extra belasting met organisch materiaal, als gevolg van het gebruik van de voedselrestenvermaler, in de biologische zuivering tot een extra hoeveelheid surplusslib. Deze extra hoeveelheid surplusslib is moeilijk te berekenen, maar zal in ieder geval (zeer) klein zijn. Voor de totale additionele hoeveelheid slib (primair + surplus) wordt 60 gds/pers.dag aangehouden. Met een drogestofgehalte van 1 gew% is dit gelijk aan 6 l slib/pers.dag.

Voor-indikking

De extra belasting van de voor-indikker bedraagt 60 gds/pers.dag of 6 l slib/pers.dag. Tijdens de voor-indikking neemt het drogestofgehalte van het slib toe tot ongeveer 5 gew%, waarmee de additionele hoeveelheid slib wordt gereduceerd tot 1,2 l slib/pers.dag.

Slibvergisting

Zoals reeds in het voorgaande is vermeld, bestaat het bij de behandeling van afvalwater geproduceerde slib voor ongeveer 70 gew% uit organisch materiaal. Gedurende de vergisting neemt de hoeveelheid organisch materiaal met ongeveer 50% in gewicht af. De gewichtsreductie tijdens de vergisting van de droge stof bedraagt dus 35%.

Ongeveer 80 gew% van het door de voedselrestenvermaler geproduceerde slib wordt gevormd door organisch materiaal. De afbraak van dit organisch materiaal gedurende slibvergisting is 60 gew% [*Nilsson 1990*]. De afname van de additionele hoeveelheid is in de slibvergisting dus $0{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot 60 = 29$ gds/pers.dag. De resterende hoeveelheid slib bedraagt 31 gds/pers.dag en moet verder worden behandeld in de ontwatering en verbranding. Verder is aangenomen, dat het slibvolume gedurende slibvergisting niet afneemt.

Als gevolg van het gebruik van de voedselrestenvermaler bedraagt de extra hoeveelheid organisch materiaal $0{,}8 \cdot 60 = 48$ g/pers.dag. In de vergisting wordt per kg vergist organisch materiaal ongeveer 400 l gas geproduceerd. De extra gasproductie is dan 19,2 l/pers.dag. Deze extra gasproductie kan worden gezien als een klein positief neveneffect van het gebruik van de voedselrestenvermaler.

Na-indikking

De extra drogestofbelasting voor de na-indikkers bedraagt 31 gds/pers.dag of 1,2 l slib/pers.dag. In de na-indikker(s) neemt het drogestofgehalte van het slib toe tot ongeveer 8 gew%, waardoor het volume van de extra hoeveelheid slib afneemt tot 0,39 l slib/pers.dag.

Ontwatering, transport en *verbranding*

Als gevolg van het chemicaliëngebruik neemt tijdens de ontwatering de hoeveelheid droge stof met ongeveer 7,5 gew% toe [*CBS 1995*]. Na ontwatering bedraagt het drogestofgehalte van het slib circa 20 gew%. De extra hoeveelheid slib na ontwatering als gevolg van het gebruik van de voedselrestenvermaler kan nu worden bepaald op 33 gds/pers.dag of 0,16 l slib/pers.dag.

Tabel 8 - Resultaten van de berekeningen met betrekking tot de slibverwerking (jaarlijkse belasting, situatie 2000).

Uitgangspunten voor berekening:	slibproductie in 2000 zonder voedselrestenvermalers:	slibproductie a.g.v. het gebruik van voedselrestenvermalers:
• vers slib:		
1% ds ≈ 10 kgds/m³ slib	517 10^6 kgds	60 gds/pers.dag
	51,7 10^6 m³ slib	6 l slib/pers.dag
• na voor-indikking:	517 10^6 kgds	60 gds/pers.dag
5% ds ≈ 50 kgds/m³ slib	10,3 10^6 m³ slib	1,2 l slib/pers.dag
• na vergisting:	336 10^6 kgds	31 gds/pers.dag
geen volume reductie	10,3 10^6 m³ slib	1,2 l slib/pers.dag
• na na-indikking:	336 10^6 kgds	31 gds/pers.dag
8% ds ≈ 80 kgds/m³ slib	4,20 10^6 m³ slib	0,39 l slib/pers.dag
• na ontwatering:	361 10^6 kgds	33 gds/pers.dag
20% ds ≈ 212 kgds/m³ slib	1,70 10^6 m³ slib	0,16 l slib/pers.dag
• gasproductie:		19,2 10^6 m³

aantal huishoudens: 6.801.008, aantal personen per huishouden: 2,30

penetratie:		0%	5%		10%		50%		100%	
		belasting	belasting	toename %	belas-ting	toename %	belas-ting	toename %	belas-ting	toename %
vers slib	10^6 kgds	517	534	3,3	551	6,6	688	33,1	860	66,3
	10^6 m³ slib	51,7	53,4	3,3	55,1	6,6	68,8	33,1	86,0	66,3
na voor-indikking	10^6 kgds	517	534	3,3	55,1	6,6	688	33,1	860	66,3
	10^6 m³ slib	10,3	10,6	3,3	11,0	6,7	13,7	33,3	17,2	66,5
na vergisting	10^6 kgds	336	345	2,6	354	5,2	424	26,3	513	52,7
	10^6 m³ slib	10,3	10,6	3,3	11,0	6,7	13,7	33,3	17,2	66,5
na na-indikking	10^6 kgds	336	345	2,6	354	5,2	434	26,3	513	52,7
	10^6 m³ slib	4,20	4,31	2,7	4,42	5,3	5,31	26,5	6,43	53,0
na ontwatering	10^6 kgds	361	370	2,6	380	5,2	455	26,1	549	52,2
	10^6 m³ slib	1,70	1,75	2,7	1,79	5,4	2,16	26,9	2,61	53,7

De resultaten van de berekeningen met betrekking tot de slibverwerking zijn samengevat in tabel 8.

Bij een penetratie van 5% (10%) is de toename in de belasting van de slibverwerking ongeveer 3,5% (7%). Voor de verwerking van een dergelijk kleine extra hoeveelheid slib is voldoende (over)capaciteit aanwezig. Een toename van 3,5% (7%) van de belasting voor de slibverwerking zal derhalve nauwelijks leiden tot een toename van de kosten voor slibindikking en -gisting.

De enige kosten bij de slibverwerking, die toenemen, zijn de kosten voor ontwatering, transport en verbranding van het slib. De totale kosten voor ontwatering en verbranding bedragen in Nederland ongeveer €500 per tonds (of €0,50 per kgds). Het gebruik van de voedselrestenvermaler leidt tot een toename van de slibverwerkingskosten van ongeveer €5,65 per persoon per jaar of €13,00 per huishouden per jaar. Bij een penetratiegraad van 5% (10%) nemen de slibverwerkingskosten met €4,42·10^6 (€8,84·10^6) per jaar toe. In 1998 bedroegen de totale kosten voor zuivering en slibverwerking €571·10^6 [*CBS 2002*]. De toename van de totale kosten als gevolg van het gebruik van de voedselrestenvermaler is dan 0,85% (1,7%). Wanneer in alle huishoudens een voedselrestenvermaler zou worden gebruikt, stijgen de totale kosten voor zuivering en slibverwerking met 17%.

In 2000 bedroeg de verontreinigingsheffing in Nederland gemiddeld €42,36 per v.e. per jaar of €127 per huishouden (= 3 v.e.) per jaar [*CBS 2002*]. Wanneer de extra kosten als gevolg van de voedselrestenvermaler bij de gebruikers in rekening worden gebracht stijgt de gemiddelde verontreinigingsheffing per huishouden met 10%. Bij het in rekening brengen van de extra kosten bij alle huishoudens stijgt de gemiddelde verontreinigingsheffing bij 5% (10%) penetratie met 0,5% (1%).
Bij de berekening van de extra kosten is geen rekening gehouden met een eventueel voordeel uit de extra productie van gistingsgas.

6. Conclusie

In dit artikel is een poging gedaan om de invloeden te kwantificeren van het gebruik van voedselrestenvermalers op rioolstelsels en rioolwaterzuiveringsinstallaties in Nederland. In de buitenlandse literatuur zijn veel gegevens beschikbaar met betrekking tot de invloeden van voedselrestenvermalers, echter voor de Nederlandse situatie zijn geen gegevens uit veldwerk bekend. De kwantificering van de invloeden van voedselrestenvermalers op de rioolstelsels en de rwzi's is gebaseerd op zowel de Nederlandse statistieken als (een deel van) de buitenlandse literatuur, wetenschappelijke inzichten en gezond verstand.
De invloeden van het gebruik van voedselrestenvermalers op rioolstelsels en rwzi's zijn beoordeeld aan de hand van de berekende effecten bij penetratiegraden van 5% en 10%. In de inleiding is reeds gezegd, dat een penetratiegraad van 10% een hoge inschatting is van de mogelijke penetratie op lange termijn van voedselrestenvermalers in Nederlandse huishoudens.
Een algemene conclusie met betrekking tot de invloeden van voedselrestenvermalers op rioolstelsels en rwzi's in Nederland is, dat de invloeden minimaal zijn en dat de negatieve effecten verwaarloosbaar zijn. Meer in detail zijn de belangrijkste conclusies:

- Er zijn geen bewijzen dat het gebruik van voedselrestenvermalers leidt tot verstoppingen in binnen- en buitenrioleringen;
- Het gebruik van voedselrestenvermalers leidt niet tot een toename van de hydraulische belasting van het rioolstelsel;
- De toename van de belasting van de biologische afvalwaterzuiveringsprocessen als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers is verwaarloosbaar;
- De toename van de belasting van de finale slibverwerking (ontwatering en verbranding) bedraagt 2,6 tot 5.2%. Met de bestaande capaciteit is deze toename verwaarloosbaar;

De hier gegeven conclusies met betrekking tot de effecten op rioolstelsel en rwzi zijn ook gevonden in een grootschalig Zweeds praktijkonderzoek [*Karlberg et al 1999*]. In dit onderzoek is bij 1100 van de 3700 huishoudens die op één rwzi lozen een voedselrestenvermaler geïnstalleerd, dus een penetratie van ca. 30%. Op de zuivering is gemeten voor en na de installatie van de voedselrestenvermalers. De conclusies waren:

- Er deden zich geen problemen voor in het rioolstelsel;
- Rekening houdend met de normale variatie in waarden, kon er geen toename in de inkomende hoeveelheden stikstof, fosfaat en BZV worden waargenomen. Echter de BZV/N verhouding nam tijdens de onderzoeksperiode toe, een aanwijzing voor een veranderde samenstelling van het afvalwater;
- Geen invloeden op de biologische zuivering zijn gevonden. De zuurstofbehoefte is niet gestegen;
- De toename is de productie van gistingsgas komt overeen met de theoretisch berekende toename. Verder zijn geen effecten op de slibverwerking gevonden;
- De gehaltes aan N, P en BZV in het effluent zijn niet gestegen;

Met betrekking tot de toe name van de kosten voor slibontwatering en slibverbranding als gevolg van het gebruik van voedselrestenvermalers kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- De kosten voor ontwatering en verbranding van de hoeveelheid slib, die door een gemiddeld huishouden, dat een voedselrestenvermaler gebruikt, wordt geproduceerd, bedragen ongeveer €13 per jaar;
- Met een penetratiegraad van 5% en een omslag van de extra kosten over de gehele Nederlandse bevolking stijgt de gemiddelde jaarlijkse verontreinigingsheffing per huishouden met ongeveer 0,5%. Bij een penetratie van 10% is de stijging 1%.

Literatuur

Anonymous, (1991), *Handboek GFT*, april 1991.

Brillet, Broix, Buon, (1986), *Home garbage disposers*, Nantes, maart 1986.

CBS, (1995), *Waterkwaliteitsbeheer, deel b zuivering van afvalwater 1993*, Centraal Bureau voor de Statistiek, 1995.

CBS, (2002), *Statline op http://www.CBS.nl*, Centraal Bureau voor de Statistiek, december 2002.

EPA, (1980), *Report on site waste water treatment and disposal systems*, Environmental Protection Agency, USA oktober 1980.

Jones, P.H., (1990), *Kitchen garbage grinders - effect on sewerage systems and refuse handling*, University of Toronto, 1990.

Karlberg, T., Norin, E., (1999), *Food waste disposers - effects on wastewater treatment plants. A study from the town of Surahammar*, VA-VORSK Report 1999-9, Sweden 1999.

Ketzenberger, B.A., (1995), *Effect of ground food wastes on the rates of scum and sludge accumulation*, University of Wisconson-Madison , 1995.

Koot, A.C.J., (1977), *Inzameling en transport van afvalwater*, Uitgeverij Waltman, Delft, 1977.

Nilsson, P., Hallin, P.O., Johansson, J., Karlén, L., Lilja, G., Petersson, B.Å, Pettersson, J., (1990), *Waste management at the source utilizing food* waste *disposers in the home - a case study in the town of Staffanstorp - final report*, University of Lund, september 1990.

Pressman, W., (1991), *Kitchen garbage grinders in New York city, update of the Konheim & Ketcham Inc.information manual*, februari 1991.

RIVM, (2002), *Milieucompendium op http://arch.rivm.nl/milieucompendium*, RIVM, december 2002.

Suess, M.J. (ed.), (1985), *Solid* waste *management - selected topics*, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, 1985.

Uitdenbogerd, D.E., (1995), *Kitchen waste disposal treatment; an evaluation*, Landbouw Universiteit Wageningen, april 1995.

VEWIN, (2002), *Waterleidingstatistiek*, november 2002.

Wicke, C.A., (1987), *The effect of the household garbage disposer on the environment*, State of Wisconsin, 1987.

Zaal, H.J., Faay, A.P.C., 't Hart, I.,(1994), *Gft-afval in de gootsteen?*, Wetenschapswinkel Biologie, Universiteit van Utrecht, augustus 1994.

SEDIMENTTRANPORT IN RIOOLLEIDINGEN

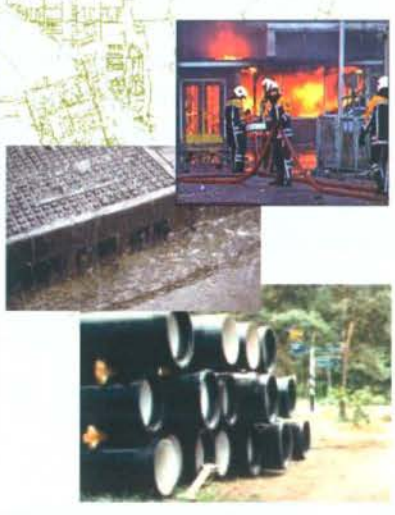
prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens
TU Delft

Inleiding

Zoals bekend bevat afvalwater een zekere hoeveelheid vaste stoffen, de hoeveelheden vast materiaal afgevangen in de allereerste zuiveringstrap op de AWZI bewijzen dat elke dag opnieuw. Hiermee is ook meteen duidelijk dat dit materiaal door de rioolstelsels en de transportleidingen wordt vervoerd. Tijdens dit transport verandert het afvalwater van samenstelling door tal van processen; vermenging, omzettingsprocessen, afzetting van materiaal etc. ondanks veel onderzoek is er nog weinig grip op deze processen.
Uit de bijdrage van Langeveld aan deze cursus mag duidelijk zijn dat het exact kennen van de hoeveelheid vaste stof dat met het influent de zuivering binnenkomt niet de belangrijkste parameter is die het functioneren van de afvalwaterzuivering bepaalt. Echter die andere uitgang van het rioolstelsel, de overstort, hoe is het daarmee. Sedert de NWRW[1] onderzoeken wordt verondersteld dat opgewerveld rioolslib één van de hoofdbronnen is die de milieubelasting van riooloverstortingen bepaalt. Naast de relatie met vuiluitworp is een belangrijke reden voor de belangstelling voor vaste stoffen in de riolering gelegen in het operationeel beheer, immers door de aanwezigheid van grote hoeveelheden vaste stoffen in de riolering kan de werking ernstig worden verstoord door een afname van de hydraulische afvoercapaciteit.
Het belang van de problematiek vaste stoffen (sedimenten) in de riolering wordt reeds sedert de 19de eeuw onderkend (IWA (2002)) maar een volledig begrip van alle relevante processen gerelateerd aan deze sedimenten ontbreekt nog steeds. Pas de afgelopen 2 decennia is er sprake van gericht onderzoek met name ingegeven door de milieuaspecten, met name de rol van riooloverstortingen op de kwaliteit van het oppervlaktewater is hierbij een belangrijke drijfveer.

Wat zijn de vraagstukken

Een eerste zeer voor de hand liggende vraag is die naar slibhoeveelheden die in een rioolstelsel aanwezig zijn, direct gevolgd door de vraag naar de samenstelling.



[1] NWRW = Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit, deze werkgroep heeft een omvangrijk onderzoeksprogramma laten uitvoeren naar de samenstelling van overstortingswater en de invloed van overstortingen in oppervlaktewater.

De hoeveelheden slib die men in een rioolstelsel aantreft variëren enorm, er zijn gevallen bekend waarin bijna de helft van de bergende inhoud van een stelsel was gevuld met vast materiaal (voornamelijk een mengsel van zand en deels geminerali-seerd slib) tot systemen waarin slechts met zeer veel moeite voldoende slib is te verzamelen voor een laboratorium experiment.

Rioolslib kenmerkt zich door:

- Een grote mate van variabiliteit in nagenoeg elke denkbare fysisch-chemische parameter; bijvoorbeeld de range van afmetingen van deeltjes ligt tussen submicron niveau tot enkele centimeters.
- Een grote mate van variabiliteit in termen van plaats en tijd.

Als men op termijn in de ingenieurspraktijk op enige wijze rekening wil gaan houden met rioolslib bij het ontwerp[2] en beheer van riolering dan is er behoefte aan:

- Praktisch uitvoerbare (meet)methoden voor het bepalen van samenstelling en hoeveelheden van slib.
- Enigszins betrouwbare methoden voor de beschrijving van het transport van vaste stoffen door de riolering.
- Een beschrijving van de processen die de samenstelling van de vaste stoffen bepalen.

Het is voor de hand liggend om uit te gaan van in andere vakgebieden ontwikkelde kennis en deze toe te passen op de beschreven vraagstukken. Echter, in de praktijk blijkt dit minder eenvoudig dan dit op het eerste gezicht lijkt. Binnen het beperkte kader van deze vakantiecursus is het niet mogelijk om zelfs maar een globale beschrijving te geven van alle ontwikkelingen die zich hebben voorgedaan de afgelopen 10 jaar op dit zeer specialistische stukje vakgebied, de werkelijk geïnteresseerde wordt verwezen naar het recent verschenen

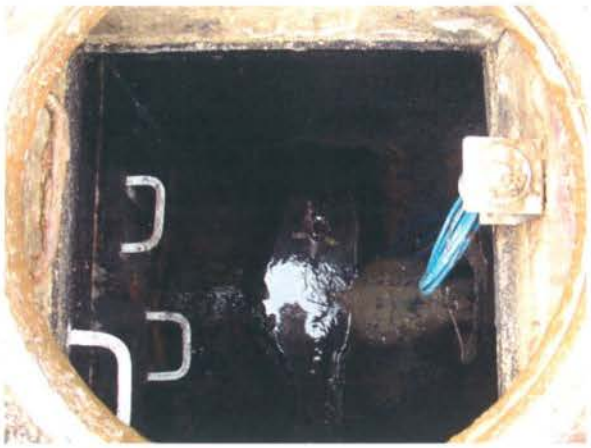


Fig. 1 - Sediment in de riolen

'state of the art report van de IWA (IWA Task Group on Sewer Sediments (2002)[3]). In het vervolg van deze bijdrage zal worden ingegaan op recent uitgevoerd onderzoek door de TU Delft in diverse samenwerkingsverbanden.

Lopend (Nederlands) onderzoek

Momenteel loopt wereldwijd een beperkt aantal onderzoeksprogramma's naar vaste stoffen in de riolering. Het zwaartepunt van deze programma's ligt in Europa. Dit is te verklaren uit het feit dat met name in Europa de wet- en regelgeving rondom de milieubelasting vanuit de riolering nog niet volledig is uitgekristalliseerd. Dit heeft ondermeer tot gevolg dat er in de verschillende lidstaten van de EU sterk verschillende eisen worden gesteld met name daar waar het gaat om de relatie tussen riooloverstortingen en de kwaliteit van oppervlaktewater waarbij, zoals gezegd, een belangrijke rol wordt vermoed van de aanwezigheid van rioolslib. De hoofdrichtingen van de onderzoeksprogramma's zijn als volgt in te delen:

- Transportmechanismen.
- Biologische, chemische en fysische omzettingsprocessen.
- Meet- en onderzoeksmethoden.

[2] Denk hierbij bijvoorbeeld aan een op valsnelheid gebaseerd ontwerp van randvoorzieningen.

[3] Deze internationale werkgroep is reeds meer dan 10 jaar actief en is samengesteld uit onderzoekers afkomstig uit Europa, Amerika en Azië, de werkgroep heeft als doelstelling om het onderzoek naar rioolsedimenten en omzettingsprocessen in de riolering in internationaal verband te coördineren en de resultaten middels rapportages breed toegankelijk te maken. De auteur van deze cursusbijdrage is namens Nederland lid van werkgroep.

Een van de grootste obstakels die wordt ondervonden bij onderzoek aan vaste stoffen in riolen is gelegen in de slechte toegankelijkheid en de matige beheersbaarheid van de experimentele condities in een 'levend' riool. Met name vanwege deze redenen werd, en wordt, al snel gekozen voor het uitvoeren van laboratorium onderzoek. Echter hierbij zijn ook belangrijke beperkingen; in de eerste plaats is het zo dat de karakteristieken van het rioolslib moeilijk zijn te beheersen, in de tweede plaats bevat het rioolslib mogelijk ziekteverooorzakende visussen/bacterien waardoor het werken hiermee sterk gereguleerd is.

Tevens mag het rioolslib na gebruik, vreemd genoeg, wegens milieuregelgeving niet zomaar worden geloosd op het riool. Als laatste bezwaar geldt nog de penetrante stank die (ervaringsfeit) nog zeer lang na verwijdering van het slib in het laboratorium blijft hangen.
Kortom, het verrichten van onderzoek aan rioolslib is noch onder veldcondities noch onder labcondities eenvoudig. Gerelateerd aan de hiervoor genoemde problemen is een praktijk ontstaan waarin de volgende typen onderzoek zijn te onderscheiden:

- Labonderzoek met kunstmatig rioolslib (bijvoorbeeld een mengsel van zand en olijfpitten).
- Veldonderzoek in zeer bijzondere riolen.
- Labonderzoek met echt rioolslib onder geconditioneerde omstandigheden.
- Bureauonderzoek (vooral veel modellenmakerij).

Voor wat betreft deze laatste categorie, die vanuit het gezichtpunt van de uitvoerder verreweg de meest comfortabele methode is, is al enorm veel bereikt (zie ondermeer Ashley et al (1998), Bouteligiers et al (2001)). Echter een bevestiging van de betrouwbaarheid en de nauwkeurigheid van deze modellen is vaak geheel afwezig of geeft een nogal onthutsend beeld. Voor een beter begrip van processen is het doen van praktijkonderzoek (veld- en labonderzoek) absoluut noodzakelijk.

In het hierna volgende wordt vooral ingegaan op afgerond en lopend veld- en labonderzoek.

Vaste stoffen kunnen in een vloeistofstroom worden getransporteerd op verschillende wijzen:

- Drijvend/zwevend.
- Suspensietransport.
- Rollend over de bodem

In de riviermorfologie is reeds decennialang onderzoek gedaan naar sedimenttransport in rivieren waarbij met name de kennis over het transport van zand enorm is toegenomen. Het is daarom logisch te verwachten dat de in dit vakgebied ontwikkelde kennis kan worden toegepast bij het beschrijven van het transport van vast materiaal in de riolering.

Het onderzoek van Kleywegt (Kleywegt (1992)) is een van de eerste wetenschappelijk opgezette laboratoriumonderzoeken naar het transport van vaste stoffen in deelsgevulde ronde buisleidingen. Dit onderzoek maakte pijnlijk duidelijk dat er een lange weg te gaan was en dat de een op een vertaling van rivierkennis naar het riool niet mogelijk is. Het transport van iets relatiefs eenvoudigs als niet-cohesief schoon zand onder stationaire hydraulische bleek uitermate gecompliceerd, waarbij met name het ontstaan van faseovergangen in bedvormen (zie figuur 2) prominente rol speelde bij een correcte procesbeschrijving. Vergeleken met de meer vertrouwde omstandigheden in bijvoorbeeld rivieren kunnen in buisleidingen zogenaamde geïsoleerde bedvormen ontstaan die een goede kwantificering van het sedimenttransport bemoeilijken.

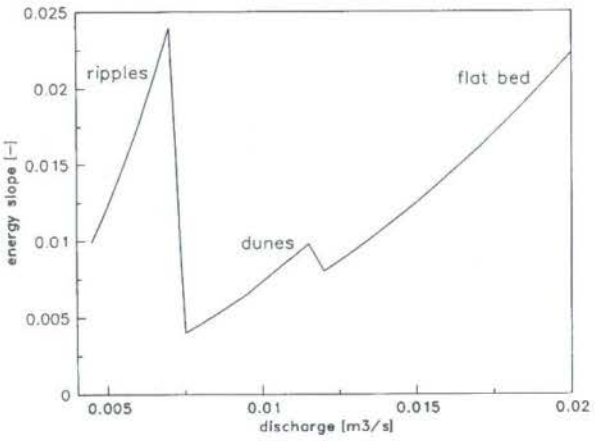


Fig. 2 - Fasenovergang in bedvormen uit Kleywegt (1992).

In samenwerking met het waterloopkundig laboratorium en de universiteiten van Bradford en Sheffield (UK) en Gent (B) is door de TU Delft een onderzoek opgestart waarin met echt rioolsediment

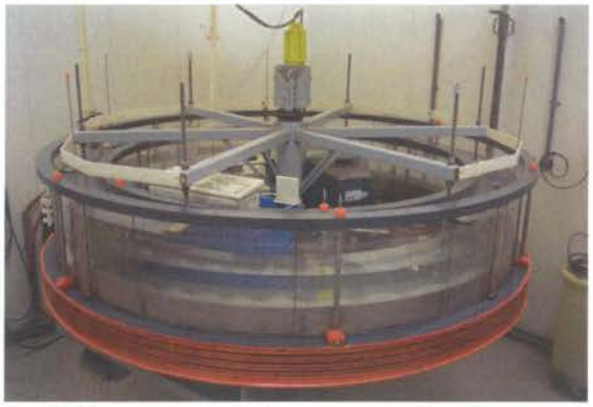


Fig. 3 - Carrousel voor onderzoek naar sedimenttransport

onder labcondities onderzoek is gedaan naar ondermeer deze faseovergangen. Onder geconditioneerde omstandigheden (klimaatbeheersing) is met een zogenaamde carrousel (zie figuur 3) onderzoek gedaan naar:

- Samenstelling van het slib.
- Valsnelheidverdeling.
- Moment van opwerveling (relatie sedimenttransport-schuifspanning en andere hydraulische parameters).
- Effect van veroudering van het materiaal op de transporteigenschappen.

Het voert hier te ver om op alle (voorlopige) resultaten van dit onderzoek in te gaan, hiervoor wordt verwezen naar Tait et al (2002), Schellart (2002), Veldkamp et al (2003) en Schellart et al (2003). Een eerste interessant resultaat is weergegeven in figuur 4, in het echte rioolslib zijn (onder labcondities) ook faseovergangen gevonden in de relatie tussen schuifspanning en stroomsnelheid van het water. Dit duidt op veranderingen in bedvormen, deze zijn echter niet eenduidig waargenomen t.g.v. de troebelheid van het boven het sedimentbed staande water. In vervolgonderzoeken zal hiernaar in meer detail worden gekeken. Voorts in duidelijk geworden dat de condities (temperatuur, zuurstofconcentratie van het water) en de leeftijd van het slib een significantie invloed hebben op het transportgedrag. Hiermee zijn, helaas, extra dimensies aan toch reeds gecompliceerde vraagstuk toegevoegd.

Tot slot is in een vrij grootschalig opgezet veldonderzoek in de kern Loenen is een aantal onderzoeksaspecten samengekomen. De gemeente Apeldoorn heeft in het kader van het opstellen van een nieuw basisrioleringsplan voor de kern Loenen in 2001 een intensieve meetcampagne uitgevoerd naar het hydraulisch functioneren van het rioolstelsel. Het meetdoel van deze campagne was het verzamelen van voldoende gegevens om een hydrodynamisch model van het rioolstelsel te kunnen calibreren, (zie onder meer Clemens (2001, 2002) en Henckens (2002)). Op initiatief en met gezamenlijke financiering van de TU Delft en de Stichting RIONED, is het mogelijk geweest om parallel aan

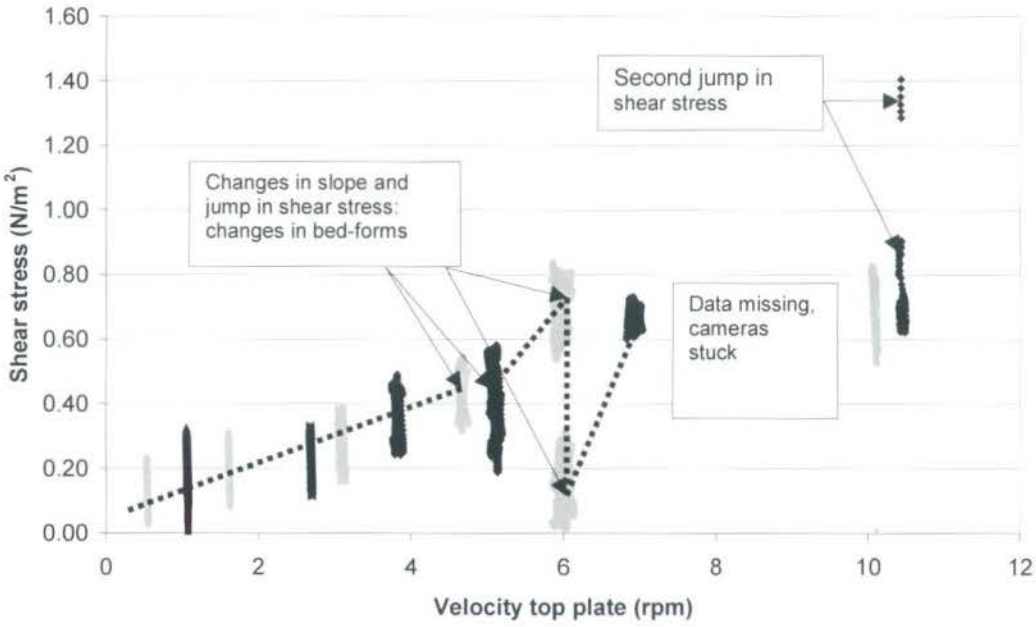


Fig. 4 - Fase overgangen, overgenomen uit Veldkamp et al (2003).

dit meetprogramma een veldonderzoek op te starten naar het transport van sediment in de riolering. Binnen dit onderzoek is tot op heden een tweetal afstudeeropdrachten uitgevoerd (Henckens (2001) en Schellart (2002)) waaruit een aantal opmerkelijke resultaten is behaald;

- Er is een goed functionerende meetopstelling voor troebelheid in riolering ontworpen, gebouwd en geïmplementeerd.
- Er is aangetoond dat er op een zeer groot spectrum aan tijdschalen (range 1 minuut tot uren) transportprocessen optreden.
- Er zijn aanwijzingen gevonden dat er ook in de praktijk relaties zijn tussen slibtransport en schuifspanning enerzijds en slibtransport en rioolinloop anderzijds.
- Opmerkelijk genoeg is geen aantoonbare relatie in de ruimte (dus van meetpunt tot meetpunt), waardoor het er op lijkt dat het slibtransport vooral wordt bepaald door de lokale (op het meetpunt) heersende omstandigheden en minder door beïnvloeding van bovenstrooms.

In figuur 5 zijn enkele meetresultaten weergegeven, het betreft hier een bui waarbij een overstorting heeft plaatsgevonden om ongeveer 5.00 h, de bui is begonnen op 3:30 h, na ongeveer 5:30 h is de neerslag gestopt en is het rioolstelsel langzaam leeggepompt. Opvallend is het samenvallen van de pieken in schuifspanning en troebelheid bij het begin van de bui en tijdens de overstorting, hoewel deze laatste niet zeer uitgesproken is. Ook lijkt er een relatie te zijn tussen de schuifspanning en de troebelheid op het moment dat het rioolstelsel bijna leeg is. Dit kan worden verklaard uit twee mechanismen:

- Het relatieve aandeel van de DWA in het aanwezige rioolwater neemt toe.
- Bij het leegpompen van het stelsel worden op en bepaald moment kleine waterdiepten bereikt waardoor de schuifspanning sterk toeneemt en bezonken slib wordt opgewerveld.

Parallel daaraan lijkt er een verband te zijn tussen troebelheid en rioolinloop (zie figuur 6). Met name tijdens de overstorting is hier een aanzienlijk sterker verband tussen troebelheid en inloop dan tussen troebelheid en schuifspanning (zie figuur 5). Het lijkt er dus op dat ofwel de lokale turbulentie (inloop in de rioolput), ofwel de samenstelling van de rioolinloop een grote invloed heeft op de troebelheid.

Geen van de genoemde hypothesen is getoetst in dit onderzoek, omdat de aangegeven processen niet bij bemeten. Doel van het onderzoek was ook voornamelijk om na te gaan of er met behulp van de ontwikkelde meetmethoden iets kon worden gezegd over de variabiliteit van transportprocessen in de riolering. Voorzover het zich nu laat aanzien is deze opzet geslaagd en is, eens temeer, aangetoond dat troebeling een bruikbare gidsparameter is. Hierbij wordt direct opgemerkt dat de vertaling van troebelheid naar andere fysisch-chemische parameters een uiterst gecompliceerde zaak is, daarom is tot op heden de troebelheid ook alleen als parameter op zich beschouwd.

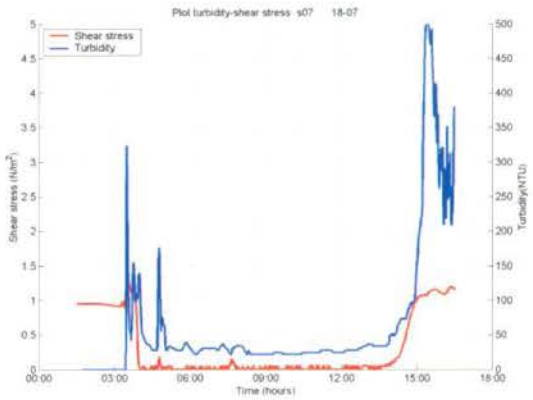


Fig. 5 - Relatie tussen troebelheid en schuifspanning (Henckens (2001) en Veldkamp et al (2002).

Afsluitend

De komende tijd zal het onderzoek aan de TU Delft naar vaste stoffen in riolering zich gaan toespitsen op:

- Het verrichten van veldmetingen aan met name het opwervelingsgedrag van rioolslib.
- Het verrichten van metingen aan en het maken van modellen voor suspensietransport.
- Het verder ontwikkelen van veldmeetmethoden.
- Het meten van andere parameters (TSS, deeltjesgrootteverdelingen etc.) parallel aan het meten van troebelheid.

- Vaste stoffen in persleidingen (ondermeer scaling).

Hierbij wordt zeer nauw samengewerkt met diverse andere (buitenlandse) onderzoeksgroepen waarbij naast onderzoek ook het onderwijs en belangrijke plaats krijgt. Bij dit laatste moet vooral worden gedacht aan afstudeerwerk binnen het kader van lopend onderzoek en promotieonderzoek in internationaal kader.

Literatuur

Ashley, R.M., Hvitved-Jacobsen, Bertrand-Krajewski, J-L. (1998)
Qua vadis sewer modelling ? Proc. UDM '98, London

Bouteligiers, R, Vaes, G., Berlamont, J, Assel, J. and Gordon, D. (2001)
Water quality model set-up and calibrating- a case study. WaPUG Autumn conference 14-16th November 2001, Blackpool, UK

Clemens, F.H.L.R. (2001)
A design method for monitoring networks in urban drainage. Proc. UDM 2001, Orlando, Florida, USA.

Clemens, F.H.L.R. (2002)
Evaluation of a design method for monitoring networks in urban drainage. Proceedings 9th Int. Conference on Urban Drainage, Portland, USA.

Henckens, G. Veldkamp, R.G and Schuit, A.D. (2002); On monitoring of turbidity in sewers, Proceedings 9th Int. Conference on Urban Drainage, Portland, USA.

Henckens, G. (2001)
On monitoring of turbidity in sewers. M.Sc. thesis Delft University of Technology.

IWA Task Group on Sewer Sediments (2002)
Solids in Sewers, Scientific & Technical Report No. 14, ISBN 1900222914.

Kleijwegt, R. A. (1992). On sediment transport in circular sewers with non-cohesive deposits, PhD. Thesis, Delft University of Technology.

Michelbach, S. (1995)
Origin, resuspension and settling characteristics of solids transport en combined sewage. Wat. Sci. Tech. Vol.28. pp. 161-169.

Schellart, A. (2002)
The use of turbidity measurements for sewer sediment monitoring. M.Sc. thesis Delft University of Technology.

Schellart, A., Clemens F., Veldkamp R., Tait S. (2003, submitted). A procedure for evaluating shear stress measurements in an annular flume using Fourier transform, IAHR Congress, Thessaloniki, 24-29 August 2003.

Tait, S.J.; Ashley, R. M.; Verhoeven, R., Clemens, F.H.L.R., Aanen, L. (2002). Sewer sediment transport studies using an environmentally controlled annular flume, Proceedings 3rd International Conference on Sewer Processes and Networks, Paris 2002

Veldkamp, R.G.; Henckens, G.; Langeveld, J.G., Clemens, F.H.L.R. (2002). Field data on time and space scales of transport processes in sewer systems, Proceedings 9th Int. Conference on Urban Drainage, Portland, USA.

Veldkamp, R.G. , Schellart, A., Tait, S.J., Ashley, R. (2003, submitted)
The effect of shear stress on sewer deposits with respect to TSS, VSS and COD release. IAHR Congress, Thessaloniki, 24-29 August 2003.

DECENTRALISATIE EN HERGEBRUIK IN DE PUBLIEKE SANITATIE

Meer duurzaamheid en grotere robuustheid.

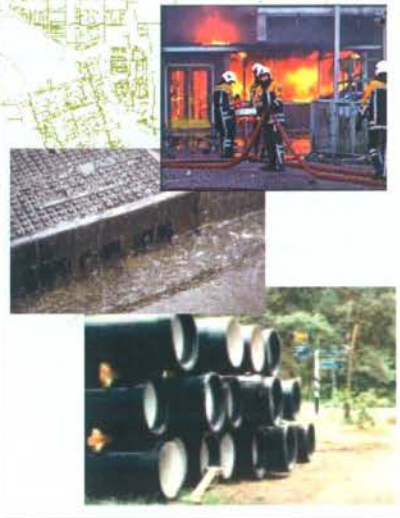
prof.dr.ir. G. Lettinga
Wageningen Universiteit

Inleiding

Wij willen, zo poneren we, meer duurzaamheid realiseren. Echter, zodra de eigen belangen in het spel zijn, van een individu, een bedrijf of een bedrijfstak, spelen vrijwel altijd primair de korte termijn belangen, en het begrip duurzaamheid wordt dan op een heel eng vakgebied betrokken, het eigen gebied. Om een voorbeeld te noemen, de kwaliteit van ons (!) oppervlaktewater! Kosten noch moeite, lijkt het, behoeven te worden bespaard om tot slechts marginale verbeteringen te komen, een ietsje meer biodiversiteit te bereiken. De kosten moeten uiteraard door de burger, uit publieke middelen, worden betaald! Zoals met allerlei zaken het geval! De ene innovatieve aanpak is noch niet geïmplementeerd, of de andere staat al weer klaar in de wachtkamer. Binnen de betrokken 'bedrijfstakken' doet men het voorkomen dat vrijwel alles wat in het verleden of elders in de wereld (nog) wordt toegepast t.b.v. de bescherming van het leefmilieu inferieur is. De waarheid is echter, dat juist het paradigma waarop de moderne Westerse methoden van publieke sanitatie zijn gebaseerd, achterhaald is. Wat voor acceptabele redenen kunnen er eigenlijk worden aangevoerd om ons afval en afvalwater over steeds grotere afstanden naar een of andere locatie ver van de woonplek af te voeren m.b.v. peperdure en niet duurzame transportsystemen en - wat eigenlijk nog kwalijker is, met gebruik van grote hoeveelheden schoon water als transport middel?

Duurzaamheid en robuustheid in de zorg voor het leefmilieu.

Ook de komende generaties moeten kunnen beschikken over essentiële grondstoffen, waaronder schoon water, een gezond leefmilieu met een zo groot mogelijke biodiversiteit. Dit impliceert dat zonder verbruik aan grondstoffen gezorgd zou dienen te worden voor behoud van een gezond leefmilieu, hetgeen uitdrukkelijk een holistische aanpak impliceert, elke vorm van verkokering van het begrip duurzaamheid is uit den boze. Korte termijn doelstellingen van organisaties en belangen- en bedrijfsgroepen leiden in de regel tot het tegenovergestelde van wat voor het bereiken van meer duurzaamheid gewenst is. Voor wat betreft het behoud van een goed leefmilieu



voor mens en dier, impliceert een en dat op het gebied van sanitatie een grote prioriteit moet worden gegeven aan de **duurzaamheidscriteria** vermeld in Tabel 1.

Tabel 1 - Criteria voor duurzaamheid op het gebied van milieuzorg.

1. Preventie van het optreden van iedere vorm van vervuiling van water bodem en atmosfeer, maar dan wel zodanig dat in een zeer vroeg stadium de noodzakelijke maatregelen worden genomen.
2. Toepassing van methoden en technieken die een laag energie- en grondstofverbruik (o.a. schoon water) paren met een hoge efficiency, technische eenvoud en lange levensduur, en die toepasbaar zijn op iedere schaal en vrijwel elke locatie.
3. Toepassing van concepten en methoden die leiden tot terugwinning van energiedragers (biogas) en grondstoffen uit afvalstoffen (zoals nutriënten, bodemverbeteraars en gereinigd water) en hergebruik gebruik daarvan. Afvalstoffen zijn grondstoffen!
4. Toepassing van methoden en systemen die robuust zijn, d.w.z. weinig kwetsbaar zijn voor bijv. natuurrampen en sabotage, alsmede waarvan de toepassing niet afhankelijk is van complexe infrastructuren, zoals elektriciteit voorziening.

Het is moeilijk in te zien waarom bovenstaande criteria niet algemeen door de bedrijfstak van de publieke sanitatie zouden kunnen worden onderschreven, lijkt ons. Indien dit inderdaad zo is zal men vanuit die bedrijfstak onmogelijk gelukkig kunnen zijn met **huidige sterk gecentraliseerde aanpak in de moderne publieke sanitatie** (CENSA), behalve dan dat velen er een goed belegde boterham mee verdienen, hetgeen iedereen natuurlijk graag zo wil houden. En daarmee hebben we meteen de belangrijkste reden voor de behoudzucht te pakken binnen een gevestigde bedrijfstak. Niemand binnen bedrijfstak staat te popelen het gevestigde op te geven voor een principieel veel betere, technologie, met name niet wanneer het werk betekent voor anderen en werkeloosheid voor eigen bedrijfstak. Uiteraard wordt er op grote schaal geïnnoveerd, maar dit gebeurt vrijwel altijd binnen de grenzen van de gevestigde methoden en wanneer de rekening betaald wordt door de burger, de gemeenschap! Zolang dat het geval is, is men bereid de 'fraaiste' werken uit te voeren

Bezwaren tegen CENSA-aanpak.

De CENSA-aanpak in de publieke sector berust niet of nauwelijks op preventie, in tegendeel zelfs. De bezwaren tegen CENSA zijn samengevat in Tabel. 2

Tabel 2 - Bezwaren tegen de grootschalige Centrale Sanitatie (CENSA)

1. centrale op watertransport gebaseerde afvoersystemen zijn zeer kostbaar en weinig duurzaam (korte levensduur)
2. ze leiden tot vervuiling van grote hoeveelheden water en brengen het risico met zich mee dat kwalijke organismen of vervuilende stoffen over een groot gebied worden verspreid.
3. De aanleg en het onderhoud gaat vergezeld met veel overlast voor de burger (graafwerkzaamheden, stank),
4. Toepassing van technisch ingewikkelde (en steeds ingewikkelder) zuiveringssystemen, die hoogwaardige energie verbruiken en waarmee nauwelijks of geen nuttige grondstoffen worden teruggewonnen. In feite is zelfs sprake van vernietiging van grondstoffen, en worden grote hoeveelheden spuislib geproduceerd waarmee men geen raad weet !
5. Grote mate van afhankelijkheid van specialisten, infrastructurele voorzieningen zoals van energie en grondstoffen, en mede daardoor uiterst kwetsbaar is.

Als gevolg van de steeds strenger wordende regelgeving, die volgens waterkwaliteitsbeheerders noodzakelijk is voor het realiseren van een betere kwaliteit van het oppervlaktewater, d.w.z. een iets betere kwaliteit, c.q. iets meer biodiversiteit, 'moeten' keer en keer nieuwe zuiveringstechnologieën worden ontwikkeld, omdat de oudere niet meer aan de eisen kunnen voldoen. Dit bijna continue proces van technologische innovatie, dat z.g. om economische redenen vergezeld schijnt te moeten gaan van een steeds verder doorgevoerde centralisatie, derhalve uitgebreidere rioleringsnet-

ten, leidt tot verspilling van grondstoffen en tot **kapitaalvernietiging**.

Vanuit de gevestigde sanitatiewereld, wil men ons echter doen geloven dat dit 'wishful thinking' is, zoals kan worden geillustreerd met uitspraken van een van de toonaangevende wetenschappers uit de sector, *Harremoës (1997)*, t.w.:

" Local wastewater treatment is not a viable solution in cities, because the approach is either 'low tech', which does not live up to established hygienic requirements and risk assessment, or it is 'high tech', which suffers from energy consumption.",

"The present De-centralized Urban Sanitation systems lack on adaptability into the urban environment, manageability & control (maintenance of standards".

"There is no miracle 'low tech' solution in sight, because it (environmental pollution) is a social rather than technical problem".

Met zo'n voorstelling van zaken geeft Harremoës er blijk van over onvoldoende informatie te beschikken t.a.v. wat er huidige technologische mogelijkheden op dit gebied. DESAH-oplossingen zijn juist wel goed mogelijk, hoewel nog niet echt optimaal.

Het mag zo zijn dat een rijk land als Nederland zich deze dure, zeer verspillende en kwetsbare, aanpak kan veroorloven, voor ontwikkelingslanden is dit echter allerminst het geval. In dit licht bezien is het dan ook moeilijk te accepteren, dat de gevestigde sanitatiewereld op de Johannesburg Duurzaamheidsconferentie er in is geslaagd het fiat te geven aan de aanbeveling dat van 2,5 miljard mensen die momenteel geen drinkwatervoorziening hebben in 2015 in ieder geval de helft daarvan moet zijn aangesloten op het riool!. M.a.w. men de 'sector' is er op uit dat ook in de toekomst enorme hoeveelheden zeer schoon water blijven worden misbruikt, terwijl men weet dat vrijwel geen ontwikkelingsland in staat of bereid is afvalwaterzuiveringsinstallaties te bouwen!

Decentrale sanitatie en hergerbuik (DESAH).

Onder begrip "DESAH" verstaan we een concept van (leef)milieubescherming waarin behoud van grondstoffen, derhalve ook valorisatie van afvalstoffen, en robuustheid centraal staat, en waarin gestreefd wordt naar een optimale mate van (de)-centralisatie. Het DESAH-concept richt zich primair op het voorkomen van vervuilingsproblemen, niet van het oplossen van gecreëerde problemen zoals het geval is bij CENSA. Toch blijft ook bij DESAH om een aantal reden altijd enige mate van transport nodig, en daarbij zou het best mogelijk kunnen zijn dat goed gebruik gemaakt kan worden van bestaande transportmethoden, derhalve conventionele rioleringssystemen. DESAH betekent dus allesbehalve "weg met het riool!", maar wel "Stop de momenteel aan de gang zijnde uitzichtloze peperdure centralisatie in de publieke sanitatie sector!" De DESAH-aanpak is gebaseerd op het paradigma dat koste wat koste moet worden voorkomen dat afvalstoffen met (schoon) water worden verdund!

De practische realisering.

Voor de wijze waarop het DESAR-concept in de praktijk moet worden toegepast bestaan geen kant en klare oplossingen. Iedere locatie is uniek, en gezien het feit dat er in principe diverse systemen bestaan voor inzameling, transport en behandeling, zijn er voor een bepaalde locatie verschillende oplossingen. Het hangt af van aard van de woningen, het aantal bewoners, de beschikbaarheid van methoden van inzameling, transport en behandeling, leveranciers van systemen, de mate van sanering die aan de bron (nog) is te realiseren, en de mogelijkheden die er op de betreffende plek bestaan voor winning en benutting van bijproducten.

Hoe dan ook, inherent aan het concept DESAH is dat de behandeling van afval en afvalwater in ieder geval op of nabij de locatie waar het wordt gegenereerd (industrie, agrarisch bedrijf, woonplek) plaats vindt. Wat betreft de **industriële sector** zijn hierin de laatste decennia grote vorderingen gemaakt, vooral ook in Nederland, en voor wat betreft de **agrarische sector** is er in feite altijd een groot

belang toegekend aan hergebruik - in ieder geval bij de traditionele (ecologisch gerichte) landbouw en veehouderij. Dit wil overigens niet zeggen dat binnen deze beide sectoren niet nog aanzienlijk meer zou zijn te bereiken. De situatie is er echter onvergelijkbaar veel beter dan in de **publieke sector van de sanitatie!**

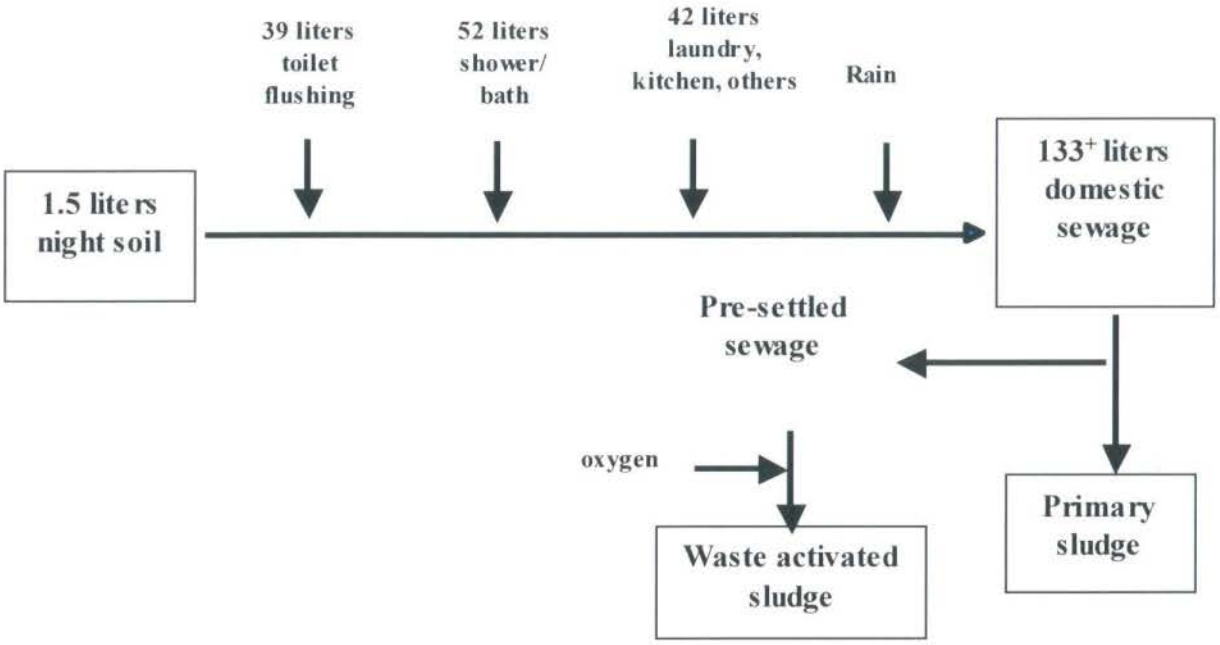
De gevestigde bedrijfstak in de publieke sanitatie lijkt mordicus tegen kleinschaligheid, tegen een benadering als voorgestaan in DESAH, te zijn. Dit vindt waarschijnlijk vooral zijn grond in de angst dat men uit het beeld zou verdwijnen. Maar de situatie in de praktijk is echter dat reeds thans in veel gevallen op DESAH-gebied heel veel mogelijk is, zelfs binnen bestaande woonlocaties en diverse gevallen zelfs in het centrum van grote steden. Maar echt optimaal kan het allemaal nog niet, maar waar is dat wel het geval?

Men doet het dikwijls voorkomen alsof het onmogelijk zou zijn de werking van een simpele septic tank (een 'ding' uit het verleden, en dus achterhaald en slecht) met relatief eenvoudige middelen aanzienlijk te verbeteren. DE schoen wringt echter ergens anders, de bedrijfstak (overheid, onderzoeksinstellingen, bedrijfsleven etc etc) heeft er tot voor kort geen cent voor over had om ook maar iets aan de verbetering van de werking van een septic tank, n.b. het ontwerp alsmede de bedrijfsvoering, te doen. Maar zelfs zonder verbetering blijken septic tanks in landelijke gebieden zoals de Flevopolders het oppervlaktewater vrijwel te vrijwaren van vervuiling. Dit blijkt uit een recente publicatie van van Boomen (2001) in het tijdschrift Riotech. Zelfs in zogenaamde zeer kwetsbare gebieden valt de schade wel mee. Hiermee willen we niet suggereren dat er niets verbeterd kan worden, maar wel dat er m.b.t. de aanleg van persriolering in buitengebieden en verbeterd typen IBA-installaties best wat minder haast gemaakt kan worden. Er is uit het oogpunt van milieubehoud geen enkele aanleiding om zo paniekerig te zijn.

Welke aanpak bij DESAH?

Hoe zou een en ander moeten worden aangepakt, en welke disciplines zouden er bij moeten worden betrokken? Om bij het laatste te beginnen, het behoeft geen betoog dat het aanzienlijk multidisciplinairder dan thans het geval bij de CENSA-aanpak. Behalve civieltechnische en gezondheidstechnische ingenieurs, is er een belangrijke taak weggelegd voor stedenbouwkundigen, architecten, huishoudkundigen, installateurs, milieutechnologen, diverse typen landbouwkundigen en zelfs sociologen. Een en ander maakt het er niet eenvoudiger op, maar dit is wel de consequentie van een meer duurzame aanpak, want per definitie is die holistisch. Het is een lange weg die moet worden gegaan, maar dat is niet zo erg, niet alles behoeft ook in een vloek en een zucht te worden gerealiseerd. Gezien de enorme investeringen die er zijn gedaan de afgelopen jaren, zou dat een aanzienlijke kapitaalvernietiging betekenen. Het is echter wel van belang dat het roer om gaat, er een einde komt aan de uitvoering van allerlei onzinnige werken, welke men thans onder handen heeft of waaraan binnenkort zou moeten worden begonnen, zoals het aansluiten van allerlei panden in buitengebieden op peperdure persleidingen, of het installeren daar van dikwijls ingewikkelde en hoe dan ook zeer kostbare IBA-installaties en de bouw van steeds maar grotere en als maar ingewikkelder zuiveringsinstallaties, zoals de installatie in Schipluiden.
We moeten zo snel mogelijk de implementatie van DESAH-systemen van de grond moeten zien te krijgen, maar wel geleidelijk. Maar waar te beginnen?

In eerste instantie zou moeten worden geprobeerd paal en perk te stellen aan het **misbruik van schoon water**, en daarmede dat er een einde komt aan de huidige drastische verdunning van het van oorsprong geconcentreerde en voor de volksgezondheid risicovolle afval, t.w. van urine, fecaliën en geconcentreerd keuken afval(water). Afgezien voor de samenstelling van toiletafvalwater (zie afbeelding 1), het zogenaamde zwarte afvalwater en de aanwezigheid hierin van ziekteverwekkende organismen en wormeieren, restanten geneesmiddelen e.d.! Dit betekent dat er behoefte is aan waterbesparende inzamelingssystemen zelfs systemen waarmee urine en fecaliën van elkaar blijven gescheiden! Dit soort inzamelingssystemen zijn reeds op de markt beschikbaar!



Het schema illustreert het 'lot' van de 1,5 liter feces + urine welke per persoon per dag wordt geproduceerd bij de huidige aanpak in de sanitatie.

De consequentie van scheiding van afvalstromen aan de bron is uiteraard wel dat er ook verschillende transportsystemen nodig zijn, derhalve dat er wel eens een hoge prijs voor een en ander zou moeten worden betaald, of dat er weer minder aantrekkelijk werk aan de horizon opdoemt! In principe is het mogelijk de fecaliën vrijwel 'droog' te houden door toepassing van toiletten waarin het (stankvrij) in een container wordt geaccumuleerd (het droge compost toilet van de "Twaalf Ambachten", Boxtel). Eens in de zoveel weken moet de inhoud van de container ergens worden gedeponeerd, hetgeen misschien een stap terug in de tijd lijkt, maar met moderne methoden en technieken beslist niet zo'n 'weerzinwekkende' werk behoeft te zijn als men soms graag doet voorkomen! Ook voor de chemische toiletten in bijv. plezierboten moet de eigenaar dit soort handelingen verrichten, of laten verrichten. Maar er zouden ook andere methoden kunnen worden ontwikkeld, met name in hoge gebouwen. Echt duur behoeft een en ander niet te zijn, en gezien de te bereiken preventieve bescherming van het leefmilieu is er veel voor te zeggen dit soort systemen te ontwikkelen en te implementeren.

Voor de verwerking en valorisatie van de ingezamelde substantie kan worden gedacht aan **toepas-**

Afb. 1 - Hoeveelheid COD en stkstof aanwezig in verschillende vervuilingsbronnen binnen huishoudens.

sing van anaërobe vergisting in een op de locatie aanwezige anaërobe vergistingsinstallatie, waarin ook andere ingezamelde residuen zoals keukenafval, geconcentreerde afvalwaters worden behandeld. De substantie wordt in de gistingsinstallatie voor een groot deel wordt omgezet in het energierijke biogas, alsmede - en voor zover niet meer anaëroob afbreekbaar - in een hoogwaardige (nutriënt rijke) bodemverbeteraar, zo nodig na toepassing van een korte hittebehandeling (n.l. voor de eliminatie van ziekteverwekkende organismen en kiemen).

Voor de opvang van de **ingezamelde urine** zou kunnen worden gedacht aan het installeren van containers, eventueel voor een aantal woningen, hetgeen in grotere woon- of werkeenheden (flat, school, kantoor e.d.) gemakkelijk en waarschijnlijk heel goedkoop is te realiseren. Van enigerlei overlast behoeft beslist geen sprake te zijn, en de verzamelde urine is een hoogwaardige mest, waarvoor zeker een goede markt kan worden gevonden. In het kader van EET-projekt en met STORA-financiering wordt aan deze problematiek aan de TUD door de groep van Marc van Loosdrecht gewerkt.

Maar fecaliën en urine zouden ook gecombineerd kunnen worden ingezameld, en - indien nodig - met een weinig extra spoelwater - met behulp van een vacuümrioleringssysteem voor behandeling naar een centrale anaërobe zuiveringsinstallatie op de locatie kunnen worden gevoerd, of in geval van een flat of groot kantoor gebouw, naar een anaërobe behandelingsinstallatie die ergens in de kelderruimtes is opgesteld. I.p.v. van een vacuümrioleringssysteem zou ook gebruik gemaakt kunnen worden van persleidingen gecombineerd met opslagcontainers voor de 'drap'.

Wat betreft de toe te passen anaërobe behandelingsmethoden kan worden gesteld dat hierover inmiddels diverse compacte en efficiënt werkende systemen beschikbaar zijn, conventionele UASB-reactoren (reeds veel toegepast in ontwikkelingslanden voor de behandeling van rioolwater), vergistingsinstallaties van het doorstroom- en s, accumulatie type. Ze zijn relatief goedkoop, reeds thans, maar zullen ongetwijfeld nog aanzienlijk goedkoper worden, wanneer ze eenmaal in serieproductie kunnen worden gefabriceerd. Wat betreft de kennis van de anaërobe omzettingsprocessen is voldoende bekend, ook bij toepassing onder minder optimale temperatuurcondities. Toepassing van anaërobe behandelingssystemen op koude typen afvalwater, c.q. afvalslurries, t.w. temperaturen rond 13 °C is momenteel heel goed mogelijk!
Zoals hierboven reeds opgemerkt zou de toepassing van anaërobe behandelingsinstallaties niet beperkt moeten blijven tot de behandeling van toiletafval(water), maar kunnen hierin ook heel goed het op de locatie ingezamelde vaste organische huisvuil, alsmede tuinafval worden behandeld. Dit alles zal op termijn, in feite echter reeds op relatief korte termijn, kunnen leiden tot een gigantische beperking van transport over de weg.

Een gescheiden inzameling van afvalwaterstromen impliceert uiteraard dat er naast de geconcentreerde afval(water)stromen, een aanzienlijk volume laag geconcentreerd afvalwater moet worden behandeld. Dit z.g. grijze afvalwater is afkomstig van het wassen van kleren, baden e.d. alsmede mogelijk van voedselbereiding en vaatafwas (hoewel het geconcentreerde deel hiervan beter naar het zwarte water kan worden afgevoerd), en bevat relatief zeer weinig ziekteverwekkende organismen, en ook het gehalte aan nutriënten is relatief laag.

Op dit moment zijn weliswaar reeds diverse onderdelen van DESAH voor implementatie beschikbaar (staan op de plank te wachten), maar er kunnen zeker nog tal van verbeteringen worden gerealiseerd! Hierbij valt zowel te denken aan de ontwikkeling van opslag- en transportsystemen, met name voor transport van wat dikkere slurries. Maar ook mag worden verwacht dat er voor de ontwikkeling van vergistingssystemen bij lagere temperaturen en voor behandeling van vrijkomende (hoe ongewenst ook) verdunde(re) en (periodiek) relatief koude afvalwaters. Er zijn recent op dit gebied al zeer interessante systemen ontwikkeld *(Elmetwally e.a., 1999; Nidal, 2002)*, maar er valt nog meer te bereiken. Dit geldt overigens ook voor fysisch-chemische behandelingsmethoden die complementair moeten worden aangewend t.b.v. de verwijdering/terugwinning van nutriënten, en de verwijdering van restanten opgeloste organisch vervuiling

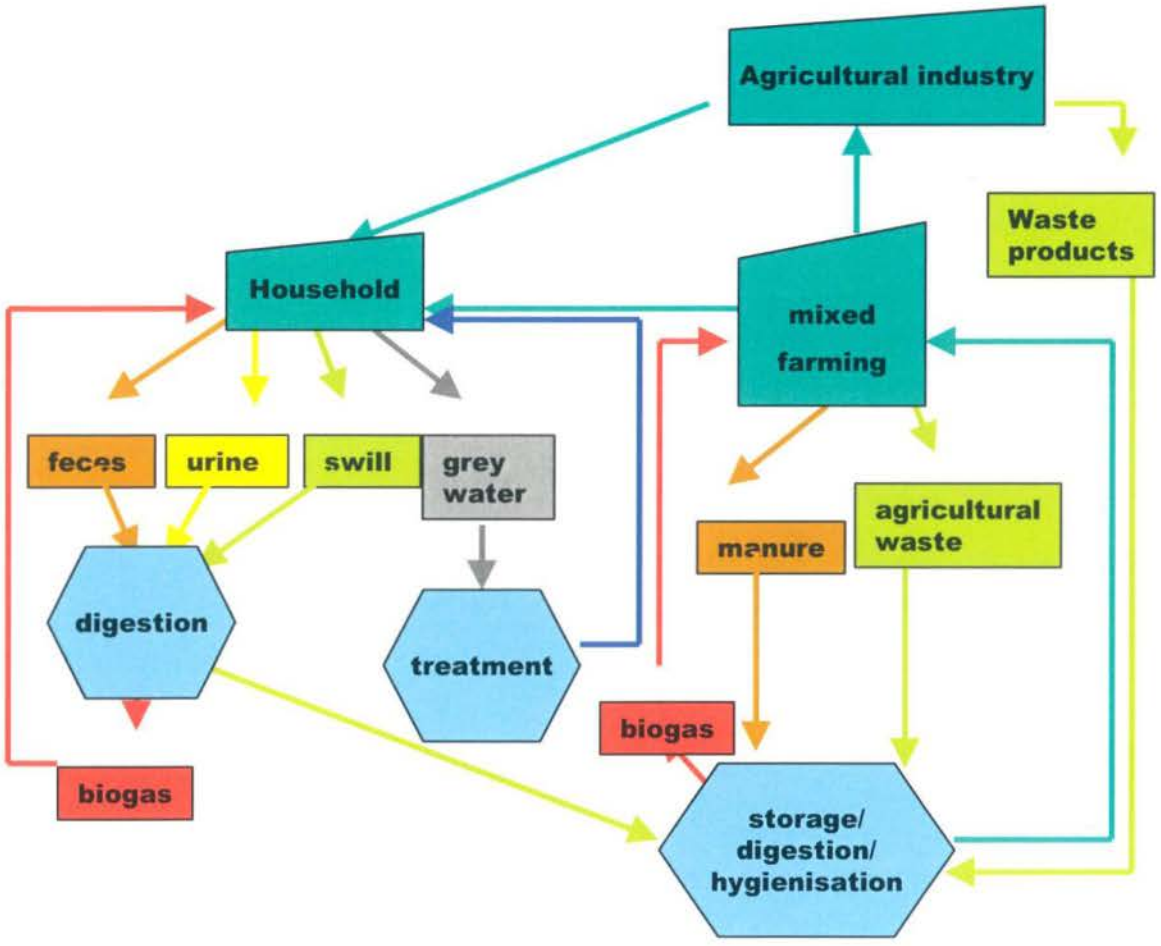
en pathogenen. En voorts is op het terrein van de nabehandeling van anaërobe effluenten, alsmede van de behandeling van het grijze afvalwater nog veel te bereiken. Het gaat hierbij enerzijds om biologische methoden, zowel compacte conventionele aërobe methoden en extensieve behandelingsmethoden zoals rietveldsystemen, als recent ontwikkelde micro-aërobe methoden en fysisch chemische methoden. Hiermee kunnen het effluent van de anaërobe installaties worden nabehandeld, bijproducten worden teruggewonnen, en weinig vervuild afvalwater, zoals het grijze afvalwater, worden behandeld.

Op grond van het bovenstaande zal duidelijk zijn dat er - afhankelijk van de situatie - tal van mogelijkheden voor de realisering van het DESAH-concept bestaan. Het voert te ver hierop verder in detail in te gaan. Een van de mogelijke schema's voor de invulling van een DESAH-systeem is hieronder weergegeven.

Conclusies

Hoewel het betreurenswaardig is dat in het verleden zo weinig aandacht aan de ontwikkeling van DESAH-systemen is besteed, althans binnen de publieke sanitatiesector, bestaan er toch reeds tal van mogelijkheden om ook binnen die sector op relatief korte termijn op dit terrein veel te bereiken. Een en ander in navolging op wat er binnen de industriële sector de afgelopen twee decennia vooral in Nederland van de grond is gebracht.

Gezien de zo gewenste (?) verhoging van duurzaamheid op het terrein van de milieubescherming, is het van groot belang dat thans serieus wordt geprobeerd de gemeenschap te behoeden voor nieuwe enorme investeringen op het gebied groot-schalige sanitatie. Een ander is ook daarom nood-zakelijk, omdat de beschikbare schaarse middelen o.i. beter voor andere maatschappelijke noden kunnen worden aangewend. Vooral ontwikkelings-landen zouden er voor behoed moeten worden dat daar 'onze CENSA-



concepten' worden geïmplementeerd. Het is voor die landen, maar in feite ook voor de welvarende geïndustrialiseerde wereld, van cruciaal belang dat ook in de publieke sector van de sanitatie, evenals dit in de industriele sector in in toenemende mate het geval is, voor een aanpak wordt gekozen die enerzijds sterk op preventie van problemen is gericht, anderzijds op valorisatie van afvalstoffen. In het licht hiervan dient grootschalig transport tot een minimum te worden beperkt, en derhalve de behandeling van 'afval en afvalwater' op de locatie te worden bevorderd en wel met toepassing van behandelingsmethoden, die geen of nauwelijks grondstoffen verbruiken en ook aan andere essentiële criteria van duurzaamheid voldoen.

Referenties

Ahmed Tawlik Ibrahim, A. Klapwijk. F. Fatma Elgohary, G. Lettinga, *Treatment of a poor qua-lity anaerobically pre-treated domestic sewage by a rotating biological contactor,* Water Research, 36, 147-155, 2002.

Ahmed Tawlik Ibrahim, *The biorotor system for post-treatment of anaerobically treated domestic sewage*. Proefschrift WU, januari 2002.

Boomen R.M. van den, Riotech 2,(1), 12, 2000.

Elmitwalli, T.A. *Anerobic treatment of domestic sewage at low temperatures,* proefschrift WU, september 2000.

Harremoës, P, *Integrated water and waste management*, Wat.Sci.Techn., 35, no. 9,11-20. 1997.

Kujawa-Roeleveld, K., Zeeman, G. and Lettinga, G. (2000) *DESAH in grote gebouwen.* EET-KIEM nr 98115 rapport. In Dutch

Lettinga G, G. Zeeman, J.C.L. van Buuren, K. Kujawa Roeleveld, H2O,33, (8), 24, 2000.

Lettinga, G. Lens, P. and Zeeman, G. (2001). *The DESAR concept for Environmental protection.* In: Decentralised Sanitation and Reuse; Concepts, systems and implementation. Eds. Piet Lens, Grietje Zeeman & Gatze Lettinga. IWA Pubishing.

Nidal Jawdat Al-Haj Mahmoud, *Anaerobic pre-treatment of sewage under low temperature (15oC) conditions in an integrated UASB-digester system,* proefschrift, WU, september 2002.

Zeeman, G., Kujawa-Roeleveld, K. & Lettinga, G. (2001). *Anaerobic treatment systems for high-strength domestic waste (water) streams.* In: Decentralised Sanitation and Reuse; Concepts, systems and implementation. Eds. Piet Lens, Grietje Zeeman & Gatze Lettinga. IWA Pubishing.

Zeeman, G., Sanders, W. & Lettinga, G. (2000). *Feasibility of the on-site treatment of sewage and swill in large buildings.* Water Science and Technology, vol 41(1):9-16.

Zeeman, G. and Lettinga, G. (1999). *The role of anaerobic digestion of domestic sewage in closing the water and nutrient cycle at community level.* Water Science and Technology, vol 39, no 5:187-194.

DRINKWATER EN AFVALWATER:
EEN ZOEKTOCHT NAAR SAMENWERKING

mw. C.M. van de Wiel
GWA

ir. R.R. Kruize
DWR

Opbouw verhaal

1. Korte historie van drinkwater en afvalwater in Amsterdam
2. Huidige situatie (technische kengetallen)
3. Ontwikkelingen van de drinkwatervoorziening en het (afval)waterbeheer in Nederland
4. Mogelijkheden van samenwerking
5. Toekomst

1. Korte historie

De gemeente Amsterdam heeft van oudsher de verantwoordelijkheid voor drinkwatervoorziening en afvalwaterinzameling, transport en zuivering. Zo'n 150 jaar geleden zijn beide taken gestart. In 1847 neemt de Amsterdamse arts, dr. Sarphati, het initiatief om afval, waaronder fecaliën op te gaan halen. In 1853 wordt gestart met de drinkwatervoorziening. Aanvankelijk waren zowel drinkwatervoorziening als afvalwaterinzameling particuliere initiatieven. De cholera-epidemie van 1866, waarbij 1151 mensen om het leven kwamen, gaf de definitieve doorbraak van het besef dat de zorg voor drinkwater en afvalwater een taak is van de gemeentelijke overheid. Vanaf het prille begin door twee verschillende gemeentelijke bedrijven. Gemeentewaterleidingen Amsterdam verzorgt de drinkwatervoorziening aan de stad Amsterdam en enkele aanliggende gemeenten. De zorg voor de riolering en als één van de eerste gemeenten in Nederland ook voor de afvalwaterzuivering (rwzi Amsterdam-West in 1927) berustte bij de dienst Publieke Werken Amsterdam.

Binnen de dienst Publieke Werken is er vooral samenhang met het wegbe-

heer. Wanneer door de Binnengemeentelijke decentralisatie in 1990 de dienst Openbare Werken als opvolger van de dienst Publieke Werken wordt opgeheven, is er een publieke discussie over de plaatsing van de hoofdafdeling Riolering en Waterhuishouding.

Met succes wordt voorkomen dat de rioleringstaak met het wegbeheer verdeeld wordt over 17 stadsdelen. Amsterdam erkent de samenhang in het afvalwatersysteem (riolering en zuivering) en richt de centrale dienst RWA (Riolering en Waterhuishouding) op. Even kwam in de discussie een samenvoeging met GWA aan de orde. De discussie werd snel gestaakt met de opmerking dat een fusie tussen een fabriek voor dameslingerie en een fabriek die wollen onderbroeken maakte ook niets geworden is.
Een gemiste kans?

In 1997 droeg Amsterdam na een discussie van ca. 25 jaar haar taken op het gebied van het waterbeheer en de afvalwaterzuivering over aan het nieuw gevormde hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht. Echter, Amsterdam wilde onder geen beding (naar onze mening terecht) de samenhang in de afvalwaterketen opgeven. Daarom werd gelijktijdig met de overdracht van haar taken aan AGV, de gemeenschappelijke dienst DWR opgericht. DWR verzorgt alle taken voor AGV en de zorg voor de riolering en het ondiepe grondwater voor Amsterdam. De bestuurlijke knip in de keten leidde hierdoor niet tot ook een knip in de operationele organisatie.

Gemeente Waterleidingen Amsterdam was in deze periode ook regelmatig onderwerp van discussie. Was verzelfstandiging, schaalvergroting in de drinkwatersector (fusie met PWN en Duinwaterleiding) of opgaan in een multy-utility (NUON) een verstandige keuze? De gemeente startte een strategische verkenning. Op het laatste moment werd hier de variant aan toegevoegd van verdere integratie met de afvalwaterketen (DWR) Verwijzing naar het eerder genoemde ondergoed bleef toen achterwege.
Uiteindelijk heeft de gemeenteraad gekozen voor de GWA-plusvariant. GWA blijft een gemeentelijke dienst maar werkt daar waar zinvol (de plus dus) met anderen samen.
Kansen dus voor samenwerking tussen drinkwater en afvalwater.

2. Huidige situatie

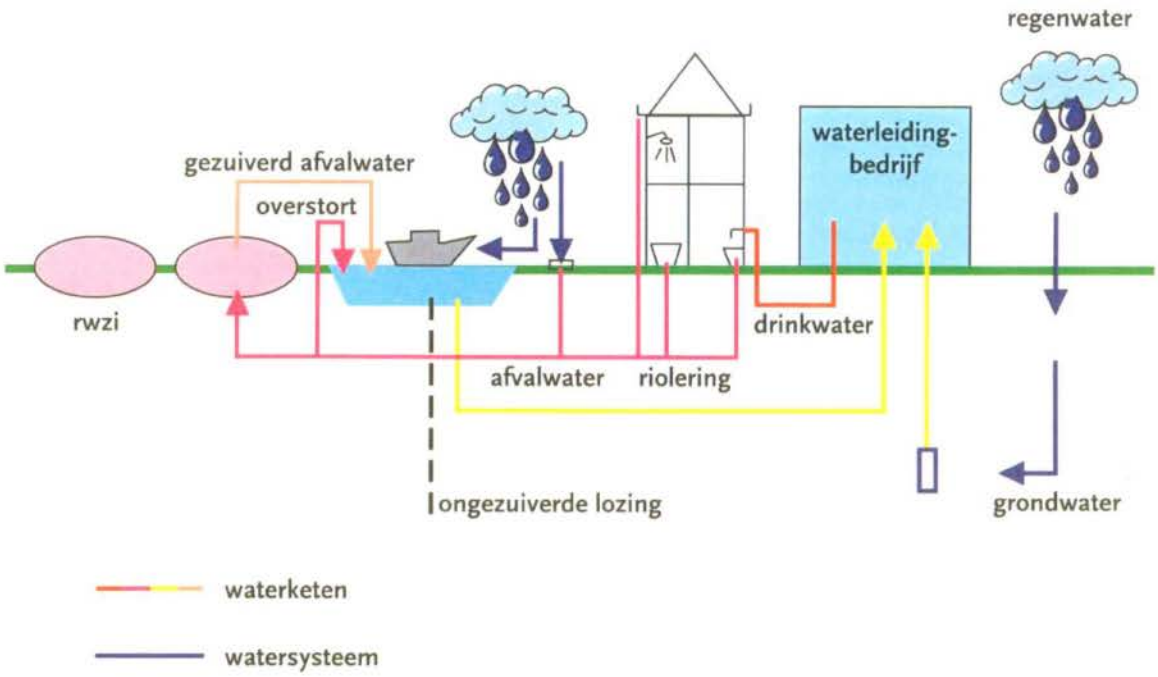
Hoewel de verzorgingsgebieden van GWA en DWR niet gelijk zijn, is er een belangrijke mate van overlapping.

	GWA	DWR
> Aantal inwoners in verzorgingsgebied (miljoen)	0,8	1,2
> Hoeveelheid drinkwater/afvalwater (miljoen m^3/j)	92	125
> Waterleidingnet/ rioleringsnet (km)	2704	3448
> Omzet 2003 (€ miljoen/j)	100	161
> Tarieven 2003:		
* drinkwater (€/m^3)	1,28	
* rioolrecht (€/aansluiting)		107,49
* wvo-heffing (€/ie)		52,68
* personeelsbestand	686	977

DWR en GWA komen elkaar niet alleen tegen in de stad Amsterdam, maar ook bij het waterbeheer en natuurbeheer in het plassengebied (Bethunepolder).

3. Ontwikkelingen in de drinkwatervoorziening en het (afval)waterbeheer in Nederland

De sector mag zich verheugen op een grote politieke en maatschappelijke belangstelling. Sinds enkele jaren wordt er een duidelijk onderscheid gemaakt tussen het watersysteem en de waterketen. Het watersysteem is een samenhangend stelsel van oppervlaktewater en grondwater. Vooral de veiligheid (droge voeten houden) heeft volop de aandacht. Wij willen in dat kader wijzen op Waterbeheer 21e eeuw. De waterschappen regelen als watersysteembeheerder de aanhaakpunten met de waterketen.



Ook de waterketen mag rekenen op politieke belangstelling. Het tweede paarse kabinet heeft er duidelijk voor gekozen dat de zorgplicht voor de waterketen in overheidshanden moet blijven. In de recent verschenen rijksvisie op de waterketen wordt dit onderstreept. De visie kent twee strategische lijnen:

1. Zo weinig mogelijk vermengen van relatief schoon regenwater en grondwater met afvalwater, waardoor de ontkoppeling tussen systeem en keten zoveel mogelijk wordt doorgevoerd.
2. Vergroting van de doelmatigheid en klantgerichtheid van de door de netwerksector waterketen te leveren diensten.

Met name dit tweede punt is interessant. De netwerksectorwaterketen. Hiermee wordt bedoeld de drinkwaterbedrijven, de gemeenten met de zorgplicht voor de riolering en de waterschappen met de zorgplicht voor de afvalwaterzuivering.
Het Rijk kiest niet voor fusie in een waterketenbedrijf maar voor samenwerking binnen een netwerksector.
Gelijktijdig is er onder regie van het ministerie van Financiën een onderzoek naar verbetering van de financieringsstructuur van de watersector gestart.

Amsterdam kan en wil in deze landelijke ontwikkeling een voortrekkersrol vervullen, vanwege de gunstige uitgangspositie. Binnen DWR is er voor Amsterdam sprake van integraal afvalwaterbeheer, waar dat elders in Nederland nog ver te zoeken is. Bovendien ontmoeten DWR en GWA elkaar binnen het concern Amsterdam.
Graag willen wij u kort laten zien hoe wij deze uitdaging oppakken.

4. Mogelijkheden van samenwerking

De dienst Waterbeheer en Riolering en gemeentewaterleidingen komen elkaar nogal eens tegen in Amsterdam. Amsterdam kent een afspraak dat er in de openbare ruimte samengewerkt wordt tussen alle partijen die "iets" in de ondergrond willen doen. Die afspraak is gemaakt om overlast in de stad zoveel mogelijk te beperken. DWR en GWA komen elkaar daar al jarenlang tegen.
Maar er is meer. In feite zijn beide bedrijven elkaars spiegelbeeld. GWA zuivert water en transporteert dit naar huishoudens en bedrijven. DWR transporteert afvalwater uit de woonomgeving naar een rwzi waar dit afvalwater gezuiverd wordt. Je ziet dat er veel overeenkomsten zijn zoals chemie, technologie, werktuigbouw, leidingtechniek, hydrologie, enzovoort.

Tot voor kort waren de werkzaamheden van DWR en GWA gescheiden werelden: schoon en vies gaan niet samen. Niet in product niet in aanpak en werkwijze en vooral niet in cultuur. Inmiddels komen de werelden van DWR en GWA dichter bij elkaar. Onder andere laten de gedachten over de waterketen zien dat de verschillen minder groot zijn dan ze lijken.

In feite is er op een aantal punten al lang samenwerking. Als DWR in een straat een riool heeft aangelegd en GWA een waterleiding, wordt deze straat daarna in één keer dichtgemaakt en bestraat. Het initiatief is nu vooral om die samenwerking verder te structureren.
Mei 2001 is gestart met een onderzoek naar de mogelijkheden voor samenwerking. Uitgangspunt is: samenwerking vanuit de inhoud, vorm volgt inhoud. Het lijkt een kansrijke ontwikkeling. Er wordt gekeken naar samenwerking op het gebied van:

> inkoop, logistiek en opslag
> aanbesteden en uitvoeren leidingwerk
> grond- en funderingsonderzoek
> storingsdienst en klantenservice
> bestandsbeheer en informatietechnologie
> kennismanagement
> natuurbeheer
> spuibronnenproject
> waterdiensten voor bedrijven
> buitenlandse activiteiten

De ontwikkeling staat nog aan het begin, over een aantal aspecten kan ik nog niets zeggen. Dat geldt niet voor "inkoop, logistiek en opslag". Zowel GWA als DWR hebben grote opslagterreinen in Amsterdam. Er zijn nu al mogelijkheden om DWR-materiaal op te slaan op een terrein van GWA bij Weesperkarspel. Daar zijn kansen voor logistieke winst. Buizen en materialen kunnen zo dichterbij een werk opgeslagen worden en dat scheelt transportkosten en tijd. Voor een gezamenlijke inkoop wordt als eerste onderzocht of gezamenlijke inkoop van kunststofleidingen grote voordelen oplevert. Dat lijkt ook kansrijk.

Samenwerking wordt ook onderzocht als het gaat om "meldingen en storingen". In het weekend en

in de avonden zijn zowel bij GWA als bij DWR medewerkers voor storingen aanwezig. Het gebeurt regelmatig dat GWA gebeld wordt voor een storing en dan blijkt er ergens iets met de riolering te zijn. Omgekeerd wordt DWR ook gebeld voor een storing aan de waterleiding. Waarom zou één storingsdienst niet voor beide kunnen werken?

Plannen en gedachten genoeg, er zijn echter ook alweer twee projecten in uitvoering. Voor de hand liggend is om eens niet achter elkaar aan te werken, maar om een werk in één keer uit te voeren, om het als één geheel te zien. Er is gestart met twee kleinere werken in Amsterdam. Eén project is geplaatst onder supervisie van DWR en één project is geplaatst onder supervisie van GWA. In beide gevallen betreft dit dus de vervanging van riolering en waterleidingen in één straat.
Wat betekent dat:

> Er is maar één bestek gemaakt voor het werk. In dat bestek is al rekening gehouden met elkaars werk.
> Het werk is in één keer aanbesteed: er is dus één aannemer die het werk uitvoert.
> Er staat dus ook maar één bouwkeet.
> Er is maar één opzichter namens GWA en DWR.
> Mensen lopen elkaar minder in de weg.

Dat is wat we nu al zeker weten. Beide werken zijn pas in december opgeleverd, evaluaties zijn nog niet afgerond. We verwachten ook dat er financieel voordeel is, zowel voor DWR als voor GWA. Ook belangrijk is dat er sneller gewerkt wordt en daarmee de overlast voor de omwonenden afneemt.

Ik heb de opzichter van één van de werken naar zijn ervaringen gevraagd: wat ging er nou goed en wat niet? Wat goed ging was de acceptatie van één opzichter voor beide werken. Verder zei de opzichter dat het belangrijk was het werk door één bedrijf te laten uitvoeren. Verschillende onderaannemers lopen elkaar toch meer in de weg en willen vooral hun eigen deel snel afmaken.

Natuurlijk ging er ook iets mis: bij het project onder supervisie van GWA werd de riolering beschadigd door de stratenmaker. De afhandeling van de schade aan de riolering berust dus nu bij GWA. Dat lijkt niet logisch.

In de verdere vormgeving van de samenwerking zullen nog wel meer van dergelijke vragen naar voren komen. Vooralsnog is het doel vooral om samen te werken in concrete projecten en vast te houden aan het eerder genoemde principe "vorm volgt inhoud". Zo krijgen we een beeld van de culturele verschillen, de competenties en de onmogelijkheden.

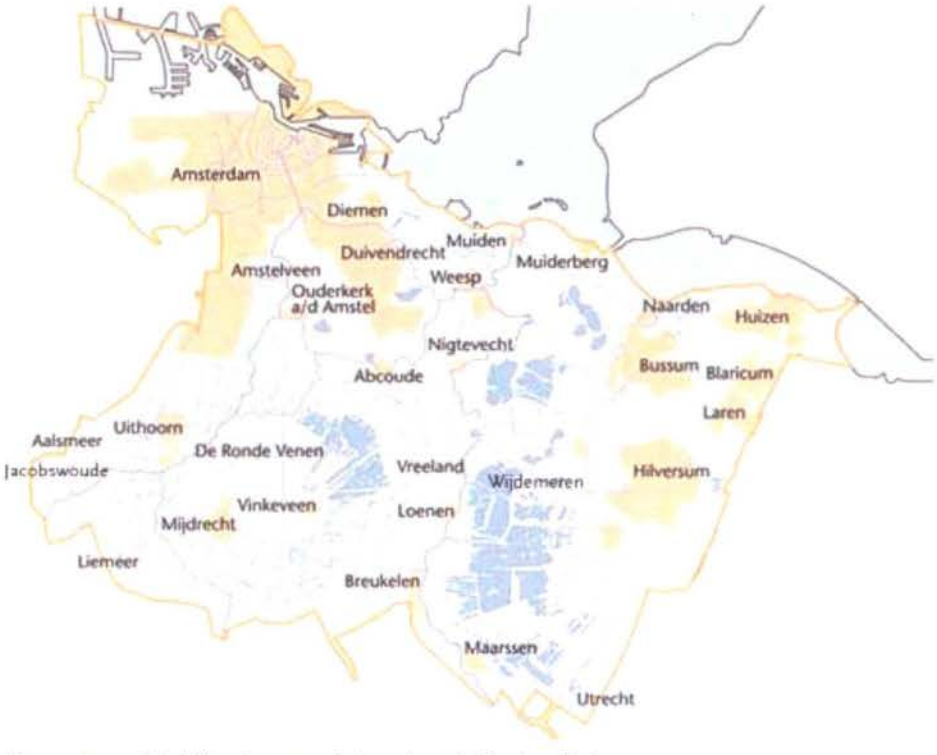
5. *Toekomst*

In de toekomst denken we ook niet direct aan een "waterketenbedrijf". Samenwerking kan ook zonder dat er sprake is van één bedrijf. Uitgesloten is het echter niet. Als samengaan en de daaraan verbonden schaalvergroting grote voordelen oplevert, wordt het interessant. En misschien zijn er dan ook nog wel andere partijen bij betrokken, zoals "binnenwaterbeheer".

Verder kan een waterketenbedrijf voor bedrijven interessant zijn: wat de watermeter aan de ene kant aangeeft, is logischerwijze ook de basis voor de afvalwaterheffing.

Onzeker, maar van groot belang zijn de toekomstige ontwikkelingen. Nu al wordt op sommige plekken het rioolwater gezuiverd tot een niveau dat er weer aan toepassing voor andere doeleinden gedacht kan worden. Binnenkort start in Amsterdam-West de bouw van een nieuwe rioolzuiveringsinstallatie met een capaciteit van 100 miljoen m^3 per jaar. Als dit afvalwater opgewaardeerd kan worden, is dat misschien te gebruiken als industriewater? Een waterketenbedrijf komt dan een stap dichterbij.

Hoe je het ook wendt of keert, riolering en waterleiding lijken erg veel op elkaar: het zijn uiteindelijk buizen waar water doorheen stroomt: drinkwater en afvalwater. Schoon en vies gaan dan misschien niet samen, ze komen wél dichter bij elkaar.



Verzorgingsgebied Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht

Gebied waar Gemeentewaterleidingen Amsterdam verantwoordelijk is voor productie en distributie van drinkwater.

Gebied waar Gemeentewaterleidingen Amsterdam het drinkwater levert, maar niet distribueert.

Gebied waar Gemeentewaterleidingen Amsterdam een deel van het drinkwater levert, maar niet distribueert.

Verzorgingsgebied Gemeentewaterleidingen Amsterdam

BIJLAGEN

1. Sectie Gezondheidstechniek TU Delft
2. Stichting RIONED
3. Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer STOWA
4. Kiwa Water Research

SECTIE GEZONDHEIDSTECHNIEK TU DELFT

De Sectie Gezondheidstechniek van de TU Delft geeft onderwijs en verricht onderzoek op de 3 vakgebieden die de basis vormen voor '***de waterketen***', *te weten:*

- Drinkwatervoorziening
- Riolering
- Afvalwaterzuivering

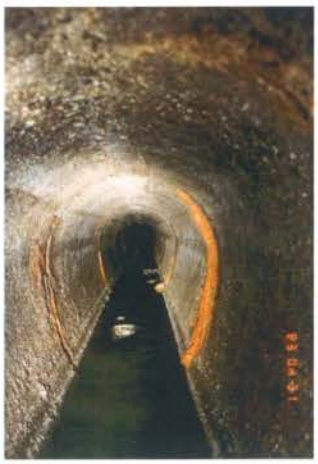
De zorg voor een goede **waterkwaliteit** ten dienste van mens en milieu is het belangrijkste aandachtspunt van de gezondheidstechniek. Hiertoe is kennis van waterchemie, microbiologie, waterzuivering, waterwinning en watertransport onontbeerlijk.

Bij de realisatie van (bouw)projecten maakt de gezondheidstechnisch ingenieur gebruik van basiskennis van hydraulica, constructieve vormgeving, informatica en projectonderwijs.

In de 60-er en 70-er jaren werd de Sectie geleid door Prof.dr.ir. L. Huisman (drinkwatervoorziening) en Prof.ir. A.C.J. Koot (riolering en afvalwaterzuivering). Het was het tijdperk van grote projecten; geheel Nederland werd voorzien van goede infrastructurele voorzieningen. Onderwijs en onderzoek richtte zich in dit tijdperk uiteraard primair op de grootschalige toepassingen van op zich bekende technieken als zandfiltratie en aerobe afvalwaterzuivering.

In de 80-er jaren werd de Sectie door Prof.ir. J.H. Kop met bekwame hand geloodst door een overgangstijdperk waarin het denken sterk bepaald werd door de effecten van waterprojecten op het milieu en de grenzen die uit dat oogpunt moesten worden gesteld aan nieuwbouw en bedrijfsvoering. Dit weerspiegelde zich ook in onderwijs en onderzoek die zich sterk interdisciplinair ontwikkelden.

In de 90-er jaren tenslotte hebben we de overgang gezien naar een tijdperk van kostenreductie en kwaliteitsverbetering. Het waterverbruik stijgt niet meer, nieuwbouwprojecten zijn alleen nog vereist ter vervanging en verbetering van bestaande voorzieningen.



Kostenreductie van de bestaande infrastructuur (o.m. door automatisering van de besturing) en kwaliteitsverbeteringen (o.m. door toepassing van membraanfiltratie) staan nu centraal, ook in het onderwijs en onderzoek van de Sectie Gezondheidstechniek. Daarnaast zijn beleidsmatige ontwikkelingen gericht op een integraal beheer van drinkwatervoorziening, riolering en afvalwaterbehandeling (al of niet in één '***waterketenbedrijf***') een derde belangrijk aandachtspunt.

De huidige structuur van de Sectie Gezondheidstechniek is als volgt:

Hoofd Sectie - Prof.ir. J.C. van Dijk

- **Leerstoel Drinkwatervoorziening**
  Prof.ir. J.C. van Dijk
- **Leerstoel Riolering**
  Prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens
- **Leerstoel Afvalwaterzuivering**
  prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf

De Sectie Gezondheidstechniek zal haar onderzoek de komende jaren de volgende focus geven:

1. Optimalisatie (ICT)
Aandachtspunten hierbij zijn kostenreductie en kwaliteitsverbetering van bestaande infrastructuur door onder meer modellering en het gebruik van automatiseringsmogelijkheden bij ontwerp en beheer.

2. Specialisatie (MF)
Hierbij gaat het om nieuwe (zuiverings)technieken, met name membraanfiltratie (MF) waarbij significante nieuwe toepassingen en verbeteringen mogelijk worden door geconcentreerde research.

3. Integratie (Waterketen)
Een integrale aanpak van de gehele kleine waterkringloop is noodzakelijk om deeloptimalisaties te vermijden. Hierbij spelen niet alleen technische, maar zeker ook beleidsmatige aspecten een grote rol, zodat dit onderzoek in samenwerking met derden zal worden opgezet.

Laboratorium voor Gezondheidstechniek

Het Laboratorium voor Gezondheidstechniek heeft als belangrijke taken het ondersteunen van het onderwijs (practica en afstudeerprojecten) en het onderzoek van de sectie Gezondheidstechniek en het beheer van de daarvoor benodigde faciliteiten. Daarnaast worden de faciliteiten ingezet voor externe cursussen.
In het practicum komen de verschillende processen aan de orde die toegepast worden bij de drinkwaterbereiding en afvalwaterbehandeling. De proeven worden in een halve of een hele dag uitgevoerd in groepjes van twee à drie studenten.

Ter ondersteuning van het onderzoek van de sectie beschikt het laboratorium over proefinstallaties op semi-technische schaal en meetsystemen. Door de modulaire opbouw zijn de zuiveringsprocessen na te bootsen en inpasbaar in praktijkinstallaties.

Vakantiecursussen

Ieder jaar, op de 2e vrijdag in januari, is de hele Sectie Gezondheidstechniek in rep en roer, want dan is het weer tijd voor de Vakantiecursussen. Er zijn er twee, de Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening die al sinds 1948 wordt georganiseerd en de Vakantiecursus in Riolering en Afvalwaterzuivering die van 1966 dateert.
Ter gelegenheid van deze Vakantiecursussen komen jaarlijks zo'n 400 wateringenieurs en watermanagers naar de TUD om zich te laven aan de kennis van de sprekers en - niet minder belangrijk - aan de nieuwjaarsborrel na afloop.

De organisatie van de Vakantiecursussen wordt verzorgd door de Sectie en de inzet van vele medewerkers en studenten staat ieder jaar weer borg voor succes. Het inhoudelijke karakter van de lezingen is overigens in de loop der jaren veranderd. Van een daadwerkelijke nascholing op academisch niveau is de cursus geëvolueerd naar een symposium, waarbij allengs meer actuele, vaak beleidsmatige thema's worden besproken. Vanwege het tijdstip - vlak na de jaarwisseling - staat terugblikken op het afgelopen jaar en vooruitblikken naar de toekomst daarbij centraal.

Informatie
Sectie Gezondheidstechniek
Technische Universiteit Delft
Stevinweg 1
2628 CN Delft
tel. 015 - 278-3347
fax: 015-278-4918
e-mail: E.Ooms@CiTG.TUDelft.nl
internet: www.gezondheidstechniek.tudelft.nl

STICHTING RIONED

Aanjager, kennisbron en platform voor rioleringszorg

Stichting RIONED stimuleert de zorg voor de riolering en water in de stad in Nederland. Zij is het platform waarin overheden, het bedrijfsleven en onderwijs samenwerken. Door haar werkwijze - voor en door de participanten - hebben de activiteiten van de stichting een groot draagvlak. Als koepelorganisatie is zij zowel het kenniscentrum als de behartiger van het rioleringsbelang.

De riolering in het openbaar gebied is het aandachtsgebied van Stichting RIONED. Daaraan wordt jaarlijks zo'n €0,45 miljard besteed. Goede rioleringszorg vereist een voortdurende ontwikkeling en professionaliteit op technisch, bestuurlijk en financieel gebied. Daarom laat Stichting RIONED onderzoek uitvoeren, stelt zij kennis beschikbaar en fungeert zij als vraagbaak. Zij werkt samen met instellingen in binnen- en buitenland en presenteert haar ideeën, adviezen en visies in verschillende commissies en overleggen.

Producten voor de vakwereld

Stichting RIONED levert diverse producten en diensten.
Een greep daaruit: onder auspiciën van Stichting RIONED verschijnt de Leidraad Riolering, een losbladig standaardwerk waarin technische, juridische en organisatorische rioleringskennis is gebundeld. Alle betrokkenen beschouwen de informatie in Leidraad als algemeen geaccepteerde kennis.

Enkele keren per jaar brengt de stichting een Nieuwsbrief uit met berichten en actualiteiten voor begunstigers en andere betrokkenen.
Een belangrijke activiteit is de uitwisseling van kennis en ervaringen. Zo is de RIONED-dag het jaarlijkse ontmoetingsmoment voor riolerend Nederland. Daarnaast organiseert de stichting symposia, workshops, overleggroepen en dergelijke.
Vakmensen kunnen op elk moment www.riool.net raadplegen, het rioleringsportaal op internet voor feiten, verdieping en links.
Stichting RIONED verzorgt ook cursussen en is het informatiepunt voor vragen en documentatie. Belangrijk is ook haar actieve bijdrage aan de totstandkoming van technische normen.

Speerpunten in het onderzoek

In het onderzoek dat de stichting laat uitvoeren ligt de nadruk op het functioneren van het rioolstelsel, de omgang met regenwater en het vinden van kosteneffectieve methoden en technieken.
Hevige regen zorgt ervoor dat vuil rioolwater overloopt op open water. Voortdurend wordt gezocht naar nieuwere en efficiëntere manieren om deze

overstortingen tegen te gaan. De laatste tijd is het inzicht gegroeid dat schoon regenwater niet moet worden vermengd met het vuile afvalwater. De benodigde aanpassingen in de riolering vereisen technische innovaties. Verder zet Stichting RIONED zich in op het gebied van de ondergrondse ruimte en van benchmarking.

informatie voor het publiek

De stichting maakt het publiek bewust van het belang van riolering als basisvoorziening voor volksgezondheid en milieu met een hoog gebruiksgemak: dankzij het riool kunt u gezond de pot op!

Gemeenten en andere organisaties kunnen het publiek informeren met onze tijdelijke tentoonstelling die de ondergrondse gang van zaken zichtbaar maakt nadat de stop uit het bad is getrokken of het toilet is doorgespoeld.

De gemeenten beheren in totaal zo'n 83.000 kilometer riolering. In de gratis brochure 'Riool in Cijfers' staan nog veel meer gegevens over de Nederlandse riolen.
Wie meer wil weten surft naar www.riool.net voor achtergrondinformatie, actuele ontwikkelingen en verwijzingen naar 'riool-sites' in binnen- en buitenland.

Informatie
Stichting Rioned
Postbus 133
6710 BC Ede
tel. 0318 - 631-111
fax: 0318 - 633-337
e-mail: info@rioned.org
internet: www.riool.net

STICHTING TOEGEPAST ONDERZOEK WATERBEHEER STOWA

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

De plaats van de STOWA in het onderzoeksveld.

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer is het onderzoeksplatform van en voor de Nederlandse waterbeheerders: waterkwaliteits- en waterkwantiteitsbeheerders van oppervlaktewater, grondwaterbeheerders en beheerders van waterkeringen. Deelnemers zijn (per 1 juli 2000) 56 waterschappen, 12 provincies en Rijkswaterstaat
De stichting verricht onderzoek dat relevant is voor toepassing in het regionale waterbeheer. Het betreft onderzoek aangaande regionale watersystemen, afvalwaterbehandeling, waterketens en waterwering. Daarnaast functioneert de STOWA als centrale dienstverlener op bovengenoemde gebieden. De STOWA voert haar onderzoeksfunctie uit door een brug te slaan tussen de praktijk (voornamelijk op tactisch en operationeel niveau) en het wetenschappelijk onderzoek. Vanuit die positie heeft de STOWA een helikopteroverzicht van aanwezige kennis en ervaring en heeft de STOWA ook een platformfunctie voor de uitwisseling van kennis tussen waterbeheerders onderling. Deze platformfunctie bestaat naast de platforms waarin waterbeheerders op andere gronden reeds deel-nemer zijn, zoals de Commissie Integraal Water-beheer (CIW) en de Technische Adviecommissie voor de Waterkeringen (TAW). In het verlengde daarvan maakt de STOWA aanwezige kennis ge-schikt (kennismakelaarsfunctie) en draagt zij de kennis over. (kennistransferfunctie) Tenslotte vervult de STOWA een rol bij beleidsontwikkeling, zowel op nationaal, als internationaal niveau, door het inbrengen van onderzoekservaring (de spreekbuisfunctie). De STOWA vervult daarbij een eigen functie naast organisaties als de Unie van Waterschappen en het Interprovinciaal Overleg.

Door het speelveld van de STOWA, het regionale waterbeheer, en de eigen programmering, die voortkomt uit de prioritering van (wetenschappelijke) onderzoeksbehoeften door de deelnemers, heeft de STOWA een duidelijke plaats binnen de onderzoeks- en advieswereld.
De rol van water in het beheer van de omgeving wordt steeds meer onderkend. Hieruit komt voort dat steeds meer instanties behoefte hebben aan meer kennis over waterbeheer en omgekeerd, dat het waterbeheer steeds meer beïnvloed wordt door maatschappelijke krachten. Dit is van groot belang bij de definitie van onderzoeksprogramma's voor de STOWA, waarbinnen naast technisch en natuurwetenschappelijk onderzoek ook plaats is voor bestuurlijk-juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek.

De deelnemers beogen via de STOWA meerdere voordelen te behalen door:

- het afstemmen van onderzoeksinspanningen tussen de waterbeheerders, waardoor geen overlappende onderzoeken worden uitgevoerd;
- de mogelijkheid te bieden tot bezinning en het formuleren van meer strategische onderzoeksplannen (meerjarenprogramma);
- een grotere slagvaardigheid, onder andere te bereiken doordat de financiering van het onderzoek vooraf is geregeld;
- het verbeteren van de communicatie tussen de medewerkers van de waterbeheerders via de be-

geleidingscommissies en bij de presentaties van onderzoeksresultaten;
- besparing op managementkosten van onderzoek (de STOWA heeft ingewerkte projectcoördinatoren in dienst);
- besparing op de kosten voor de uitvoering van onderzoek. De STOWA staat sterker dan individuele waterbeheerders bij het maken van afspraken over tarieven;
- verhoging van het algemene kennisniveau. Hiervan profiteren de waterbeheerders bij hun individuele opdrachten.

De STOWA voorziet de waterbeheerders (waterschappen, provincies en directies van Rijkswaterstaat) van kennis en instrumenten die nodig zijn voor het goed kunnen uitvoeren van hun taken. Daarnaast draagt de STOWA bij aan het vergroten van het algemene kennisniveau, hetgeen bijdraagt aan de vooruitgang binnen waterbeheer en waterbeleid.

Afstemming en samenwerking

Met verscheidene instituten en instellingen zoals RIONED, RIZA, RIVM, CUR etc, vindt regelmatig overleg plaats teneinde de onderzoeksplannen daar waar mogelijk op elkaar af te stemmen en waar nodig gezamenlijk uit te voeren. Een voorbeeld van dat laatste is het gezamenlijk onderzoeksprogramma van organisaties die betrokken zijn bij het beheer van de waterketen (Kiwa, RIONED en STOWA).

In haar contacten met deelnemers signaleert de STOWA leemten in kennis bij de uitvoering van het regionale waterbeheer. Daarnaast komen tijdens het uitvoeren van toegepast onderzoek meer fundamenteel-wetenschappelijke kennislacunes in zicht. Dit kan voor de STOWA aanleiding zijn om suggesties te doen voor de inhoud van de meer fundamenteel gerichte onderzoeksprogramma's.
Een apart punt van aandacht is de samenwerking met buitenlandse onderzoeksorganisaties met een vergelijkbare doelstelling als die van de STOWA. Incidenteel zijn er contacten met de WEF (USA), WRC (Zuid-Afrika) en instituten in Engeland, Duitsland en België.

In een aantal gevallen blijkt de waterhuishoudkundige infrastructuur van Nederland dermate afwijkend van wat elders wordt aangetroffen dat het uitwisselen van kennis niet nodig is. In andere gevallen echter levert samenwerking grote voordelen op. De huidige goede mogelijkheden van kennisuitwisseling, vooral via het internet, moet leiden tot een nauwere samenwerking over de grenzen. Bij het opstellen van onderzoeksprogramma's wordt nagegaan in welke mate gezamenlijke onderzoeken uitgevoerd kunnen worden, of kennis "geïmporteerd" kan worden en voor het Nederlandse waterbeheer toepasbaar gemaakt kan worden. Anderzijds zullen de resultaten van het STOWA-onderzoek toegankelijk gemaakt worden voor buitenlandse instanties, onder andere door Engelstalige samenvattingen. Daarnaast zal een deel van de STOWA-rapporten worden gepubliceerd onder de vlag van de International Water Assiciation (IWA).

Uitgangspunten van het STOWA-onderzoek.

De STOWA verricht wetenschappelijk onderzoek voor toepassing in het regionaal waterbeheer en bevordert de overdracht van kennis van bron naar toepassing.
De benoeming van onderzoeksthema's vindt plaats voor de beleidsvelden Afvalwatertransport en -behandeling, Waterketen, Watersysteem en Waterweren. De indeling in beleidsvelden vindt in deze nota plaats om praktische redenen en om aan te sluiten bij de huidige financiering van het onderzoek. Bij de uitvoering van de onderzoeksthema's zullen de grenzen van de beleidsvelden regelmatig overschreden worden, hetgeen recht doet aan de gedachten van het integraal waterbeheer.
De deelnemers in de STOWA bepalen de onderzoeksprioriteiten. De uitvoering van door de STOWA gefinancierd onderzoek vindt plaats onder regie van de STOWA, waarbij zo mogelijk wordt samengewerkt met andere organisaties.

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, de STOWA, heeft per jaar een onderzoeksbudget van ongeveer 4 miljoen euro. Het is belangrijk dat deze onderzoeksgelden zo efficiënt mogelijk worden

ingezet in onderzoeksprojecten die nauw aansluiten bij de behoeften van de deelnemers in de STOWA.

Van

De STOWA is het onderzoeksplatform van de beheerders van regionale wateren (waterschappen, provincies en rijkswaterstaat). De deelnemers in de STOWA bepalen welk onderzoek de STOWA uitvoert en welke rol de STOWA speelt.

Voor

De uitkomsten van de door de STOWA uitgevoerde onderzoeken zijn (kosteloos) beschikbaar voor deelnemers. Onderzoeksproducten, zoals rapporten, compendia, computerprogramma's en dergelijke zijn de waterbeheerders behulpzaam bij het uitvoe-ren van hun taken.

Met

Voor het functioneren van de STOWA is de betrokkenheid en de inzet van de deelnemers van groot belang. Dit kan bijvoorbeeld plaatsvinden door het toeleveren van kennis en ervaring, het zitting nemen in begeleidingscommissies, of het doorgeven van gesignaleerde hiaten in kennis bij het waterbeheer.

Informatie:

STOWA
Postbus 8090
3503 RB Utrecht
tel. 030 - 232-1199
fax: 030 - 232-1766

KIWA WATER RESEARCH

kiwa
Partner for progress

Knowledge center for water and related nature and environmental aspects

Through its certification, inspection, research and consultancy activities, Kiwa stimulates the development of people and companies alike. To optimize its services Kiwa's activities have been grouped into specific divisions. These divisions continually exchange know-how, but operate independently of each other in the market with a large degree of autonomy. Kiwa Water Research is one of these divisions. Kiwa Certification and Inspection specializes in the issue of quality certificates for products, processes, persons and management systems and Kiwa Management Consultants provides consultancy services in the field of management systems and organizational innovation.

Water research

Kiwa Water Research is the knowledge center for water and associated ecological and environmental questions. Key aspects of the work of about 110 employees are innovation and knowledge transfer. The focus is the entire process of extraction, treatment, distribution and quality assessment of drinking water, industrial water and domestic water.

Kiwa Water Research performs projects concerning the water cycle, varying from drinking water to waste water treatment and all related nature and environmental aspects. In close co-operation with the water supply companies, Kiwa conducts the joint research program BTO of the Netherlands drinking water sector. Not surprisingly, it is known as a leading knowledge center of drinking water quality and all related aspects. It distinguishes itself by combining the required disciplines in one project. These disciplines can vary from scientific and technical knowledge to management expertise.
Kiwa does not only find solutions by its innovative research but, when required, also implements these solutions. Companies as well as authorities frequently consult Kiwa on water related issues.
International co-operation

Kiwa co-operates intensively with universities and other research centers and has an extensive network of contacts at home and abroad. In the Netherlands, we co-operate with the universities of Delft, Wageningen, Eindhoven, Twente, Utrecht and Groningen, with the National Institute of Public Health and Environmental Protection and other authorities. Internationally, we have co-operation agreements within EWRI, the European platform of water research institutes. The purpose of EWRI is to co-ordinate the various research programs and to submit joint research proposals for funding by the EC. The EWRI-partners are: Le Cirsee (France), Anjou Recherche (France), WRc (UK); TZW (Germany); LNEC (Portugal) and SVW (Belgium). Co-operation agreements also exist with research centers outside Europe, such as CRCWQT (Australia), WRC (South Africa) and AWWA Research Foundation (AWWARF, United States). The (inter) national network with universities and research centers is to be developed further. The aim is to make international knowledge and expertise more

accessible to the BTO-participants, to make research more efficient and to establish a stronger position for international fund raising.

Quality

Kiwa Water Research has been certified in accordance with ISO 9001. The chemical and biological laboratories are accredited by STERLAB. Kiwa also participates in RECIPRO (Research Centers International Peer Review Operation). This is an international evaluation programme involving water research organisations. It's members are AWWARF (US), TZW (Germany), Anjou Recherche (France), WRC (South Africa), CRCWQT (Australia) and Kiwa. Member-organisations evaluate one another's processes and programmes and make suggestions regarding their improvement.

Mission statement BTO (joint research programme of the Dutch drinking water sector)

The water supply companies are changing rapidly. The focus of the increasingly larger companies is very much customer- and market-oriented. Separate subsidiaries are being started to serve secondary markets. The internal organisation is being streamlined and concentrates on aspects such as efficiency and output control. In such a rapidly changing field, Kiwa Water Research aims to provide clear added value for its primary customers and shareholders, namely the water supply companies.

We want to achieve this by focusing the Joint Research Program of the Dutch Water Sector (BTO) on leading, precompetitive research with a strong emphasis on the quality aspects of the raw water and product, as well as drinking water technology. The water supply companies expect us to also provide a scientifically sound opinion in the near future about developments in the field, in order to minimise risks affecting quality and operations management. By engaging in intensive national and international cooperation with water supply companies, knowledge institutions, consultancies and suppliers, we can further develop our watchdog and quality mark function and act as the sector's "eyes and ears". Working in this way, we can support the modernising forces of the Dutch water sector and contribute to implementing new knowledge in the companies.

We are primarily a knowledge generator that wants to become a leading player throughout the world through international cooperation. We position ourselves between basic research and water supply practice. Our value to companies will increase, if we also develop the role of knowledge organiser. Adopting this position enables the better of two concepts to be combined: on the one hand, the institutional memory and 'leadership' of a knowledge institute, and, on the other, the breadth and flexibility of a programmer.

Cooperation with other institutes creates excellent opportunities for achieving co-funding. Examples include government financing to encourage the knowledge infrastructure (ICES-KIS funds) and EU financing from the fifth (and soon sixth) management programme. In line with government policy on public health, spatial planning, innovation, and nature and the environment, there is the possibility of using drinking water as a case within the scope of these subjects, with a high level of involvement in the public-private cooperation sector (PPS). For this to succeed a tight network is essential with the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), the Ministry of Health, Welfare and Sport (VWS), the Ministry of Economic Affairs (EZ) and the Ministry of Agriculture, Nature Management and Fisheries (LNV), the universities of Delft, Wageningen and Twente, and institutes such as the Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment (RIZA), National Institute of Public Health and Environmental Protection (RIVM), WL|Delft Hydraulics (WL) and the Dutch organisation for Applied Scientific Research (TNO). The results of the drinking water research can also be used to underpin government policy and to have a positive effect on it.

The research programme will be further developed on the basis of technological scenarios of the fu-

ture that the sector will formulate. We shall facilitate this survey in consultation with VEWIN, the association of Dutch drinking water companies. A Council of Clients, with representatives from the BTO-participants at the MT level, will guide the research. The Council will determine the outline of the research and evaluate progress on the basis of concrete criteria. This set-up should ensure that the companies are able to have a direct influence on the BTO and that we, together with the companies, work properly on the right medium-term research projects.

As mentioned, the research in BTO will focus on precompetitive subjects, in which aspects such as consumer confidence, public health and risk management will form the common thread that runs through the research projects. Free space in the programming offers the possibility of responding quickly to new developments or ideas. Knowledge transfer through company-oriented workshops is an essential tool for closing the gap between theory and practice.

Contacts

Kiwa Water Research
Groningenhaven 7
PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

Hans van Dijk (Research Director)
Telephone: + 31 30 606 95 11
E-mail: hans.van.dijk@kiwa.nl

Theo van den Hoven
Telephone: + 31 30 606 95 35
E-mail: theo.van.den.hoven@kiwa.nl

SAMENVATTINGEN DER VOORDRACHTEN

ir. J.H.G. Vreeburg (TU Delft)

Algemene inleiding

Het waterleidingnet is historisch gegroeid tot een lengte van meer dan 110.000 km. Per jaar groeit het nog steeds met ongeveer 2000 km: de afstand van Amsterdam naar Athene. Het goud van een waterleidingbedrijf zit dus letterlijk en figuurlijk onder de grond. Letterlijk in de vorm van de waarde van het leidingnet, figuurlijk in de vorm van de maatschappelijke relevantie. Fusie van bedrijven is een goede aanleiding om de werkelijke waarde van assets te bepalen. Historisch gegroeide registraties geven geen betrouwbaar beeld van de waarde van de assets. De waarde van het goud wordt echter in belangrijke mate bepaald door de wijze waarop ermee wordt omgegaan. Een schets van (inter)nationale ontwikkelingen in verschillende kabel- en leidinginfrastructuren geeft scenario's voor de Nederlandse situatie. Om goed het goud te kunnen bewerken zal er echter eerst gedolven moeten worden. Welke stappen moet een goed gouddelver zetten om uiteindelijk een goudkunstenaar te worden?

drs. J.C. Berkhuizen (VEWIN)

Veiligheid in een nieuw daglicht

Een wijdverbreid netwerk is zowel krachtig als kwetsbaar. Het vertrouwen in de drinkwatervoorziening is terecht hoog, maar het besef van kwetsbaarheid heeft sinds 11 september 2001 een ander perspectief gekregen. Het formuleren van een veiligheidsbeleid wordt gekenmerkt door een voortdurend balanceren in het analyseren van kwetsbaarheid en het uitstralen van kracht. Bundeling van acties en eenheid van beleid en communicatie hierin is belangrijk om het vertrouwen in stand te houden. De VEWIN speelt een coördinerende rol in dit proces, hetgeen toegelicht wordt in deze bijdrage.

prof.ir. J.W. Bosch (DIVV)

De ondergrond als druk stationsplein

De ondergrondse kabel- en leidinginfrastructuur is van vitaal belang voor de samenleving. In de vergelijking met het menselijk lichaam zijn de gas-, water en elektriciteitsvoorziening het voedingskanaal, de riolering de spijsvertering en de kabels het zenuwstelsel. In een lichaam zijn de functies samenhangend en op elkaar afgestemd. Bij het gebruik van de ondergrond kunnen we daar een heleboel van leren. Want als het lichaam een omvangrijke operatie moet ondergaan is veel aandacht nodig voor omleiding. Bij de aanleg van de noord-zuid lijn Amsterdam is dit bij uitstek het geval. Hoe dat in de praktijk heeft uitgewerkt zal de heer Bosch vertellen.

dr. P.J.J.M. Verhallen (Nibra)

Een bijzondere klant: de brandweer

Brandweer en drinkwatervoorziening zijn zo sterk met elkaar vergroeid, dat er nauwelijks sprake lijkt te zijn van een klant-leverancier verhouding. Beiden zijn belangrijke leveranciers van veiligheid. Een kijkje in de wereld van de brandweer leert deze kennen als afnemer van zowel zekerheid als drinkwater. Vanuit het perspectief van de brandweer worden de historische ontwikkelingen op zowel technisch als organisatorisch vlak getoond en de kansen die dit biedt voor een betere samenwerking.

ir. M. van den Boomen (Kiwa)

Hoe houden we het leidingnet in conditie?

Leidingen in de grond worden blootgesteld aan veel invloeden. Een gezond leidingnet kent vitale oudere leidingen en goed ontworpen nieuwe leidingen. Het ontwerpen en beheren van leidingen valt niet los te zien van elkaar en van de vraag hoe goed de waterkwaliteit moet zijn. In het bedrijfstakonderzoek worden tools en concepten ontwikkeld om het leidingnet in conditie te houden. Een gezond leidingnet in de toekomst begint met een droom van vandaag. Waar willen we over een aantal jaren staan met de ontwikkelingen die we nu in het bedrijfstakonderzoek gestart zijn?

ir. H.J.A. Römgens (WML)

Grote leidingprojecten: zand erover?

Om het drinkwater van het nieuwe productiebedrijf Heel en de ontharingsbedrijven De Beitel en IJzeren Kuilen goed te kunnen distribueren wordt de leidinginfrastructuur van Limburg vergaand aangepast. Dat is een proces van jaren waarin met vele onzekerheden moet worden omgegaan. Het proces van analyse, ontwerp, aanleg wordt geschetst met bijzonderheden over financiën, techniek, organisatie, onderhoud, externe invloeden en anekdotes.

prof.ir. J.H.J.M. van der Graaf
(TU Delft)

Algemene inleiding

Naast het "goud" van de drinkwaterleidingen zit er in de Nederlandse grond nog meer edelmetaal en wel in de vorm van rioolstelsels voor de afvoer van huishoudelijk en industrieel afvalwater, van regenwater en veelal ook van "lekwater". De gemeenten zijn de gelukkige bezitters maar zien zich geconfronteerd met hoge onderhouds- en vervangingskosten. En aan het eind van het rioolstelsel worden de eisen steeds stringenter. Tijd dus om eens goed stil te staan bij de feitelijke betekenis en het nut en ook eens te kijken of er alternatieven zijn.

ir. J.G. Langeveld (TU Delft)

Interacties tussen riolering en rwzi's

Rioolstelsels zijn bedoeld om vervuild water af te voeren naar een rwzi. Deze moet in staat zijn om alle variaties in kwantiteit en kwaliteit op te vangen en adequaat te verwerken; maar kan hij dat ook? Of komen er soms toch wel ongewenste situaties, zoals pieklozingen of verminderde werking, voor? Daar kunnen we natuurlijk wat aan doen door in het rioolstelsel maatregelen te nemen. Het onderzoek dat hiernaar plaats vindt aan de TU Delft begint al aardig de problematiek in kaart te brengen; de eerste bevindingen geven aan dat er vergaande optimalisatie tussen riool en behandeling mogelijk is.

prof.dr.Ir. M.C.M. van Loosdrecht
(TU Delft)

Urine apart inzamelen?

Gaan we terug naar de tonnetjes uit de jaren dertig? Hoewel de titel enige suggestie in die richting geeft, is het heden ten dage niet meer dan vanzelfsprekend dat urine direct via de riolering wordt afgevoerd. Een gescheiden inzameling maakt het mogelijk om compacte behandelingsmethoden toe te passen met een eventuele terugwinning van waardevolle stoffen. Een voordeel zou ook zijn dat de rwzi's, die nu vooral zo groot zijn vanwege de vergaande stikstofverwijdering, vele malen kleiner kunnen worden uitgevoerd. Verkennende onderzoekingen in opdracht van de STOWA hebben reeds interessante resultaten opgeleverd. Moeten we nu dus allemaal ons toilet gaan verbouwen?

dr.ir. J. de Koning (TU Delft)

Afval het riool in!

In Amerika zijn ze een standaardonderdeel van een moderne keuken, in Nederland zijn ze verboden: de garbage grinders. Het zijn mooie apparaten waarmee op een efficiënte en schone wijze nat keukenafval wordt vermalen en met water weggespoeld, het riool in. Op de rwzi leidt dit tot een (beperkte) toename van de hoeveelheid slib, hetgeen misschien nog wel leidt tot een hogere gasproductie. Kan de riolering deze extra belasting aan? Ervaringen in het buitenland geven een positief antwoord. Een studie, uitgevoerd aan de TU Delft, indiceert dat invoering in Nederland nauwelijks tot problemen zal leiden. Maar de milieumensen hebben nog enige koudwatervrees.

prof.dr.ir. F.H.R.L. Clemens
(TU Delft)

Sedimenttransport in rioolleidingen

De riolen dienen zowel het water als de daarin opgeloste of zwevende stoffen te vervoeren. De bezinkbare bestanddelen willen natuurlijk nog wel eens uitzakken en op die manier zich aan het transport te onttrekken: een slechte zaak, die alleen maar leidt tot verhoogd onderhoud. Natuurlijk moeten we eerst goed weten onder welke condities sediment zich al dan niet laat transporteren. Hiervoor is fundamenteel en experimenteel onderzoek nodig dat momenteel op schaal wordt uitgevoerd in het laboratorium van Civiele Techniek. Op basis hiervan kunnen strategieën ontwikkeld worden om het sedimenttransport te optimaliseren.

prof.dr.ir. G. Lettinga
(Wageningen Universiteit)

Decentrale sanitatie

Moeten we eigenlijk wel riolering aanleggen? Deze vraag komt regelmatig naar boven, met name in situaties waarbij duurzaamheid een leidende factor is bij het wooncept. Kleinschalige oplossingen van het afvalwaterprobleem komen steeds meer in beeld; dit kan dan puur individueel zijn, dus voor een woning, of voor een groep van woningen. In Duitsland (Lübeck) zijn al enige projecten gerealiseerd, in Wageningen wordt volop gewerkt aan de ontwikkeling van deze concepten. Terugwinning van grondstoffen (mest) en energiebesparing zijn hierbij bepalend voor het succes. Ook voor ontwikkelingslanden staan deze ontwikkelingen in de belangstelling. Komt er dan toch een moment dat we afscheid moeten nemen van het riool?

mw. C.M. van de Wiel (GWA)/
ir. R.R. Kruize (DWR)

Drinkwater en afvalwater: een zoektocht naar samenwerking

Gemeentewaterleiding en Dienst Water en Riolering van Amsterdam (GWA en DWR) zoeken naar mogelijkheden voor samenwerking. Optimale dienstverlening aan de Amsterdamse burger is het streven door het optimaliseren en afstemmen van de activiteiten van beide bedrijven. In het afgelopen jaar hebben GWA en DWR een aantal mogelijkheden concreet uitgewerkt, inclusief het gezamenlijk aanbesteden en uitvoeren van 'werken in de straat'. De resultaten hiervan, maar ook de valkuilen en mogelijke perspectieven zijn veelbelovend en zullen de dienstverlening en kostenoptimalisatie in de waterketen ten goede komen.