Computergesteunde besturing van rioolgemalen in West-Friesland-Oost (1)

Voordracht uit de 36e vakantiecursus in drinkwatervoorziening en afvalwaterbehandeling 'Systeembenadering en modellering in de waterhuishouding', gehouden op 5 en 6 januari 1984 aan de TH Delft.

In mei 1983 is een besturingssysteem voor 28 rioolgemalen in het oostelijk deel van West-Friesland in bedrijf gesteld. Deze rioolgemalen voeren af naar de regionale rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) Wervershoof. De gezamenlijke capaciteit van deze rioolgemalen overtreft de hydraulische capaciteit van de rwzi.
Het besturingssysteem is geïnstalleerd om de maximale aanvoer naar de rwzi te beperken zonder dat de overstortingsfrequentie van de rioolstelsels wordt beïnvloed. Het systeem maakt gebruik van de in de regio optredende



IR. K. BAKKER
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



IR. H. J. G. HARTONG*
DHV Raadgevend
Ingenieursbureau BV



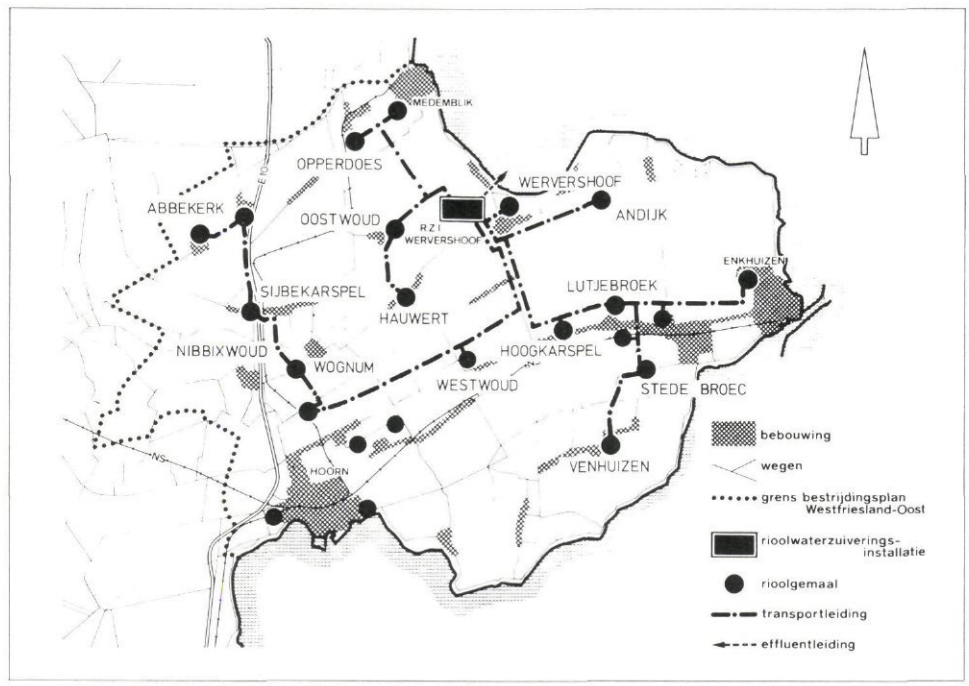
ING. L. A. BENTSCHAP KNOOK
Hoogheemraadschap van de Uitwaterende sluizen in Kennemerland en Westfriesland

spreiding in neerslaghoeveelheden en vormt een nieuwe toepassing van moderne computer- en telecommunicatietechnieken op het gebied van inzameling, transport en behandeling van afvalwater.
Het onderhavige artikel is het eerste van een tweetal waarin de achtergronden, opzet, werking en realisatie van het besturingssysteem wordt uiteengezet. In dit eerste artikel wordt ingegaan op de aan het besturingssysteem ten grondslag liggende filosofie en uitgangspunten. Het tweede artikel wordt gewijd aan de opzet, de realisatie en de werking van het systeem.

Inleiding

De rioolwaterzuiveringsinrichting Wervershoof voorziet in de behandeling van het afvalwater van een groot aantal kernen in het gebied West-Friesland-Oost. Het verzorgingsgebied beslaat ongeveer 250 km² en is globaal gelegen in de driehoek Hoorn-Enkhuizen-Medemblik (afb. 1).
In een eerder artikel in H_2O [1] kwamen algemene aspecten van de afvalwaterbehandeling in dit gebied reeds aan de orde.

* Tevens spreker over dit onderwerp tijdens de 36e vakantiecursus in drinkwatervoorziening en afvalwaterbehandeling 'systeembenadering en modellering in de waterhuishouding'.

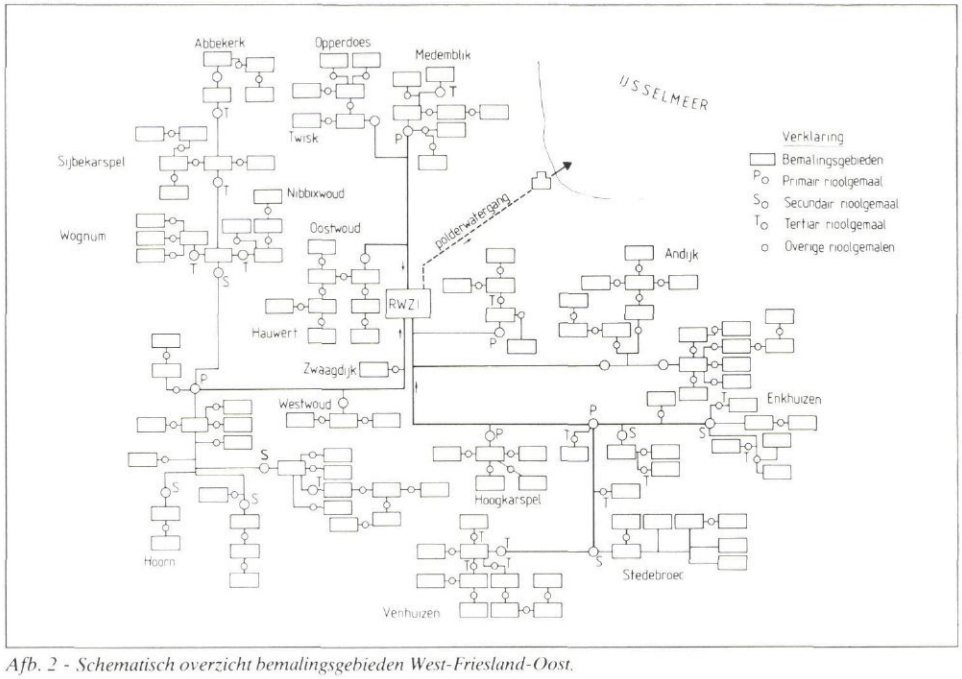


Afb. 1 - Overzicht gemalen en persleidingen.

De rwzi Wervershoof is een oxydatiesloot, type Carrousel, met een biologische capaciteit van 100.000 i.e. (van 54 g BZV/dag) en een hydraulische capaciteit van 3.600 m³/h.
De rwzi is medio 1980 in bedrijf genomen. Reeds in de realisatiefase van de rwzi werd onderkend dat de thans aanwezige capaciteit al vrij snel ontoereikend zou zijn. Voorlopig geldt dit nog niet voor de biologische, maar uitsluitend voor de hydraulische capaciteit.
Het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Kennemerland en West-Friesland stond voor de keuze tussen een spoedige vergroting van de hydraulische capaciteit door het bijbouwen van nabezinktanks dan wel het reduceren van de afvalwateraanvoer. Door beperking van het aanvoerdebiet zou de uitbreiding voorlopig kunnen worden uitgesteld en wellicht ook op langere termijn geheel of gedeeltelijk achterwege kunnen blijven. Uiteindelijk is gekozen voor beperking van het aanvoerdebiet. Deze beperking wordt gerealiseerd met behulp van een computergesteund centraal besturingssysteem voor de rioolgemalen in het verzorgingsgebied.
Het systeem is sinds mei 1983 operationeel.
Randvoorwaarde bij het ontwerp van het besturingssysteem was dat beperking van de afvalwateraanvoer naar de rwzi niet gepaard mag gaan met een verhoging van de overstortingsfrequentie van de aangesloten rioolstelsels.

Ontwikkeling van de belasting van de rwzi

Het vergunningenbeleid van het hoogheemraadschap is erop gericht de maximaal af te voeren waterhoeveelheden uit gemeentelijke rioolstelsels vast te leggen op 36 liter per inwoner per uur voor gemengde stelsels. Tezamen met eventueel overeengekomen industriële debieten bepaalt het bovenstaande de afvoerverplichting van het hoogheemraadschap ten opzichte van de gemeenten. Op basis van deze uitgangspunten en de maximaal toelaatbaar geachte overstortingsfrequentie worden de rioolstelsels en rioolgemalen gedimensioneerd. Toch kunnen de werkelijk te verpompen waterhoeveelheden en de werkelijk geïnstalleerde pompcapaciteit zich anders ontwikkelen dan de afvoerverplichting en de biologische belasting. Twee belangrijke oorzaken daarvoor zijn de wijze waarop de capaciteit van rioolgemalen in de praktijk bepaald wordt en de daling van de woningbezetting.
De mechanische onderdelen van rioolgemalen hebben een mechanische levensduur van 15 tot 20 jaar. Op deze levensduur wordt in het algemeen de te installeren capaciteit bepaald. Daardoor is bij stelsels-in-aanleg de bemalingscapaciteit doorgaans groter dan theoretisch nodig is. Fasering is in de praktijk slechts in beperkte mate mogelijk en dan nog slechts in de grotere gemalen. Door het grote aantal gemalen, circa 125, en de getrapte opbouw van het rioolwatersysteem (afb. 2) treedt bovendien in het verzorgingsgebied van de rwzi Wervershoof een vrij sterke cumulatie op van zichzelf beperkte overcapaciteiten.
Behalve de wijze waarop gemaalcapaciteiten worden bepaald, leidt ook daling van woningbezetting tot een grotere afvoer per inwoner. Deze ontwikkeling vindt met name in oudere stadswijken plaats en manifesteert zich in sterke mate in deze regio. De afvoer-



Afb. 2 - Schematisch overzicht bemalingsgebieden West-Friesland-Oost.

capaciteit in een eenmaal aangelegd rioolstelsel kan niet zonder meer worden teruggebracht wanneer het aantal inwoners in het gebied afneemt. De hoeveelheid regenwater op verhard oppervlak blijft immers gelijk en deze is in belangrijke mate bepalend voor de benodigde bemalingscapaciteit.
Door deze ontwikkelingen zal in 1985 de gesommeerde afvoercapaciteit van alle op de rwzi aangesloten gemalen circa 5.800 m³/h bedragen bij een totale afvoerverplichting van ongeveer 5.200 m³/h (tabel I).
Deze waarden zijn belangrijk hoger dan de hydraulische capaciteit van de rwzi van 3.600 m³/h. Hoewel het aantal aangesloten inwoners in 1985 ook tot ongeveer 140.000 zal zijn toegenomen lijkt de biologische capaciteit vooralsnog voldoende. Dit komt omdat in de biologische capaciteit van een rwzi doorgaans meer rek zit dan in de hydraulische, maar ook omdat op de rwzi Wervershoof per inwoner feitelijk slechts ongeveer 41 g BZV/dag wordt aangevoerd.

TABEL I – *Overzicht afvoerverplichting en geïnstalleerde pompcapaciteiten van de belangrijkste gemalen in de regio West-Friesland-Oost.*

	Waarden in m³/h		
Gemaal	Verplichting eigen gebied	geïnstalleerd op eerstvolgend inslagpeil	maximaal geïnstalleerd
Groot Hoorn	2.194	2.700*	2.700*
Nibbixwoud/Wognum	216	480	480
Sijbekarspel	90	210	210
Abbekerk	90	95	95
Westwoud + CAW	82	82*	82*
Enkhuizen	626	747**	747**
Stede Broec-Noord	108	180**	360**
Stede Broec-Zuid	432	700**	1.000**
Venhuizen	180	200	260
Past. Gielenstraat	36	45**	45**
Raadhuislaan	18	45**	45**
Lutjebroek	–	–	2.200*
Hoogkarspel	216	242*	242*
Andijk	216	205*	205*
Wervershoof	252	275*	275*
Medemblik	288	350*	500*
Twisk/Opperdoes	72	134*	134*
Hauwert/Oostwoud	90	104*	104*
totaal	5.206	5.809*	6.442*

*: direct afvoerend naar de rwzi
**: afvoerend naar de rwzi via tussengemaal Lutjebroek

Oplossing voor het capaciteitstekort
Traditioneel wordt de hydraulische capaciteit van een rwzi bepaald door sommatie van de capaciteiten van de toevoergemalen. De voor de hand liggende oplossing voor de bij de rwzi Wervershoof ontstane situatie zou dan ook zijn vergroting van de hydraulische capaciteit van de rwzi.
Bij de sommatie van gemaalcapaciteiten wordt voorbijgegaan aan de vraag of alle gemalen tegelijkertijd op hun maximale capaciteit moeten kunnen werken. Zonder speciale maatregelen zal dit wel regelmatig voorkomen. Gebleken is echter dat spreiding in de neerslaghoeveelheden in grotere gebieden aanzienlijk is.
Het is daarom niet noodzakelijk dat, om overstortingen te voorkomen, alle gemalen in een verzorgingsgebied als dat van de rwzi Wervershoof tegelijkertijd hun maximale debiet verpompen.
Het maximale aanvoerdebiet op de rwzi kan dus kleiner zijn dan de som van de pompcapaciteiten van alle toevoergemalen. Een centraal besturingssysteem voor de rioolgemalen in het verzorgingsgebied, dat rekening houdt met de effecten van neerslagspreiding, bleek daarom een aanzienlijke bijdrage te kunnen leveren in de oplossing van het capaciteitstekort.

Neerslagspreiding en afvoerreductie
De neerslag over een gebied is, gezien in tijdsintervallen van enkele uren, niet homogeen verdeeld maar kenmerkt zich door soms grote plaatselijke verschillen in neerslaghoogte.
Het gebied West-Friesland-Oost bevat een groot aantal gemengde rioolstelsels met een sterke geografische spreiding.
Onderzocht is de vraag welke spreiding in neerslaghoogte, zowel volgens de literatuur als uit eigen waarneming, binnen het beschouwde gebied verwacht mag worden.
In de literatuur wordt op ruime schaal aandacht besteed aan de relatie puntneerslag en gebiedsneerslag, doch nauwelijks aan de spreiding in neerslaghoogte op discrete punten.

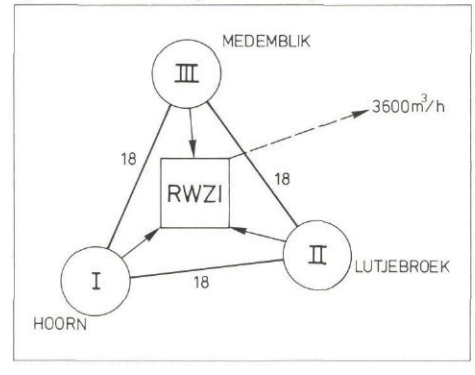
Inzicht hierin is verkregen door het bewerken van de neerslaggegevens van het KNMI voor Hoorn, Enkhuizen, Hoogkarspel en Medemblik. Hierbij is gebruik gemaakt van dagsommen. De bewerkte gegevens zijn geverifieerd met de resultaten van een veel uitgebreider onderzoek naar het effect van neerslagspreiding [2, 3]. Ter illustratie zal aan de hand van een eenvoudig voorbeeld een schatting worden gegeven van het neerslagspreidingseffect in West-Friesland en de gevolgen daarvan voor de hydraulische aanvoer naar de rwzi.

Uitgaande van de normen van het hoogheemraadschap kunnen de volgende uitgangspunten worden gehanteerd:

rwa	: 36	l/(inw · h)
dwa	: 12	l/(inw · h)
verhard oppervlak	: 40	m²/inw.
pompovercapaciteit	: 0,6	mm/h
maximaal toelaatbaar geachte overstortingsfrequentie	: 5-6	maal/jaar
berging	: 10	mm

In het voorbeeld wordt ervan uitgegaan dat alle rioolstelsels in het gebied aan deze ontwerpnormen voldoen. Voor de eenvoud wordt verondersteld dat West-Friesland-Oost kan worden onderverdeeld in drie deelgebieden op een onderlinge afstand van 18 km (afb. 3).

Afb. 3 - Schematisatie gebiedsindeling.



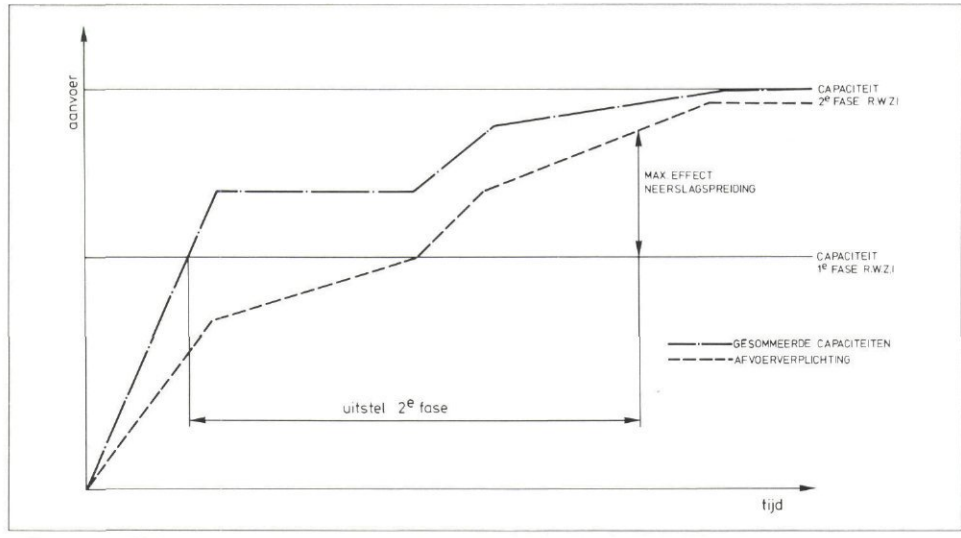
TABEL II – *Vereiste reductie pompovercapaciteit.*

Deel-gebied	Afvoer-verplichting 1985 (m³/uur)	Naar rwzi (m³/uur)	dwa (m³/uur)	Pompover-capaciteit (mm/uur)
I	2.200	2.200	730	0,60
II + III	3.100	1.400	1.000	0,12
totaal	5.200	3.600	1.730	

I : gebied aangesloten op gemaal Groot-Hoorn
II : gebied aangesloten op gemaal Lutjebroek
III: gebied omgeving Medemblik.
Voor deelgebied I geldt de grootste afvoerverplichting, 2.200 m³/h. De afvoerverplichting voor de deelgebieden II en III is tezamen 3.100 m³/h.
Veronderstel dat in deelgebied I een kritische bui valt. Onder een kritische bui wordt verstaan een bui die juist niet tot een overstorting leidt. Om een overstorting te voorkomen moet in dit gebied dus de volledige pompovercapaciteit worden ingezet. Nu kan worden berekend hoe groot het neerslagverschil met andere gebieden moet zijn om bij gegeven capaciteit van de rwzi een overstorting te voorkomen (tabel II).
Uit tabel II blijkt dat de neerslag in de deelgebieden II en III minimaal 0,60-0,12 = 0,48 mm/h minder zal moeten zijn om in deze gebieden een overstorting te voorkomen.
De vereiste spreiding in de neerslaghoeveelheden is dus:

$$\triangle H_v = 0{,}48 \times T$$

waarin:
$\triangle H_v$ = vereiste spreiding in neerslaghoeveelheden in mm
T = buiduur in uren



Afb. 5 - Ontwikkeling waterhoeveelheden (schematisch).

$\triangle H_v$ is in afb. 4 weergegeven door lijn (A).
De te verwachten spreiding in neerslaghoeveelheden kan worden afgeleid uit [3] en bedraagt:

$$\triangle H_{s,97.5} = (0{,}11 \ln Z + 0{,}146)(H_{max} - 7)$$

waarin:
$\triangle H_{s,97.5}$ = de verwachte spreiding in neerslaghoeveelheden in mm binnen een periode van 8 uur met een overschrijdingskans van 97,5%
Z = onderlinge afstand in km
H_{max} = neerslaghoogte in punt van maximale neerslag in mm
Bij een onderlinge afstand van 18 km wordt het verwachte minimale verschil in neerslaghoeveelheden voor 97,5% van de buien:

$$\triangle H_{s,97.5} = 0{,}464 (H_{max} - 7)$$

In dit voorbeeld wordt de neerslaghoogte in het punt van maximale neerslag, H_{max}, gelijkgesteld aan de kritische neerslaghoogte in gebied I:

$$H_{max} = b + T \times p.o.k.$$

waarin:
b = berging in mm
T = buiduur in uren
p.o.k. = pompovercapaciteit in mm/h

zodat voor het voorbeeld geldt:

$$H_{max} = 10 + 0{,}6 \times T$$

Substitutie geeft

$$\triangle H_{s,97.5} = 0{,}464 (3 + 0{,}6 \times T) = 1{,}39 + 0{,}28 T$$

Deze relatie, die de te verwachten spreiding in neerslaghoeveelheden met een overschrijdingskans van 97,5% aangeeft, is eveneens weergegeven in afb. 4, lijn (B).
In deze afbeelding is bovendien de gemiddeld te verwachten spreiding weergegeven met lijn (C). Deze berust op de relatie (zie lit.):

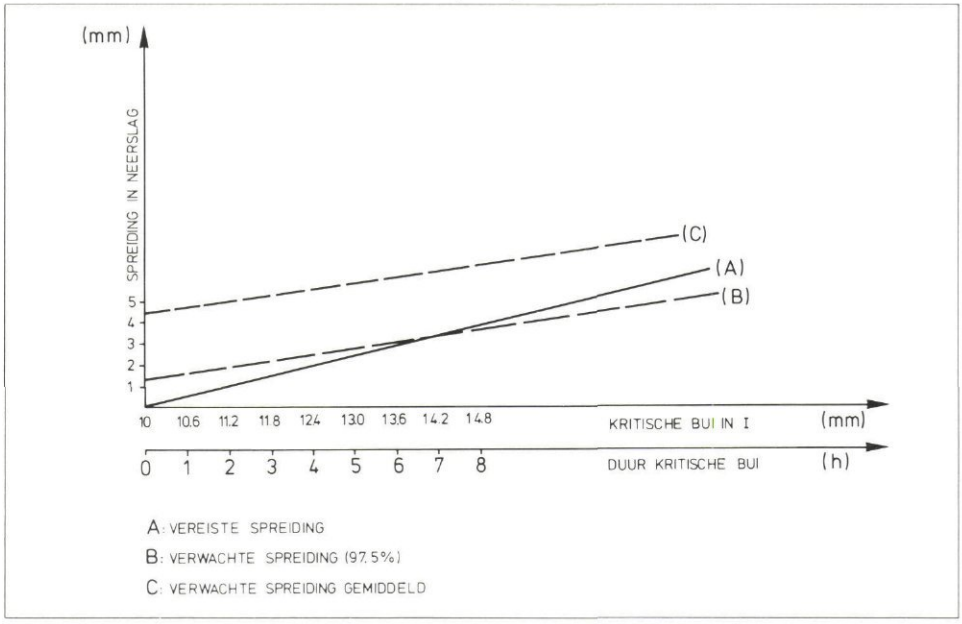
$$\triangle H_{s,gem} = 0{,}464 (H_{max} - 0{,}5)$$

Bij een kritische bui in gebied I, Hoorn, is de te verwachten neerslagspreiding voldoende om ook in de andere gebieden overstortingen te kunnen voorkomen als geldt:

$$\triangle H_{s,97.5} \geq \triangle H_v$$

Hieraan wordt in dit voorbeeld voldaan voor buiduren kleiner dan 7 uur (afb. 4).
Omdat slechts 4% van de buien een duur heeft van meer dan 250 min [4] is dit voldoende.
Resumerend kan worden gesteld dat met een

Afb. 4 - Vergelijking vereiste spreiding en te verwachten spreiding.



hydraulische capaciteit van de rwzi van circa 70% van de gesommeerde verplichtingen kan worden volstaan, indien gebruik gemaakt wordt van het effect van de neerslagspreiding.
Hierdoor is een aanzienlijk uitstel van de uitbreiding van de hydraulische capaciteit van de rwzi mogelijk (afb. 5).

Functiedefiniëring
Om gebruik te kunnen maken van de effecten van de aanwezige neerslagspreiding is een regelsysteem voor de gemalen nodig. Een dergelijk systeem registreert voortdurend de belastingtoestand in gemalen en rioolstelsels en stelt een zodanige combinatie in van bergingsbenutting en afvoercapaciteit dat aan alle randvoorwaarden wordt voldaan. Dit is alleen mogelijk met een centraal en automatisch werkend besturingssysteem. Aan een dergelijk systeem kunnen in algemene zin verschillende functies worden toegekend.

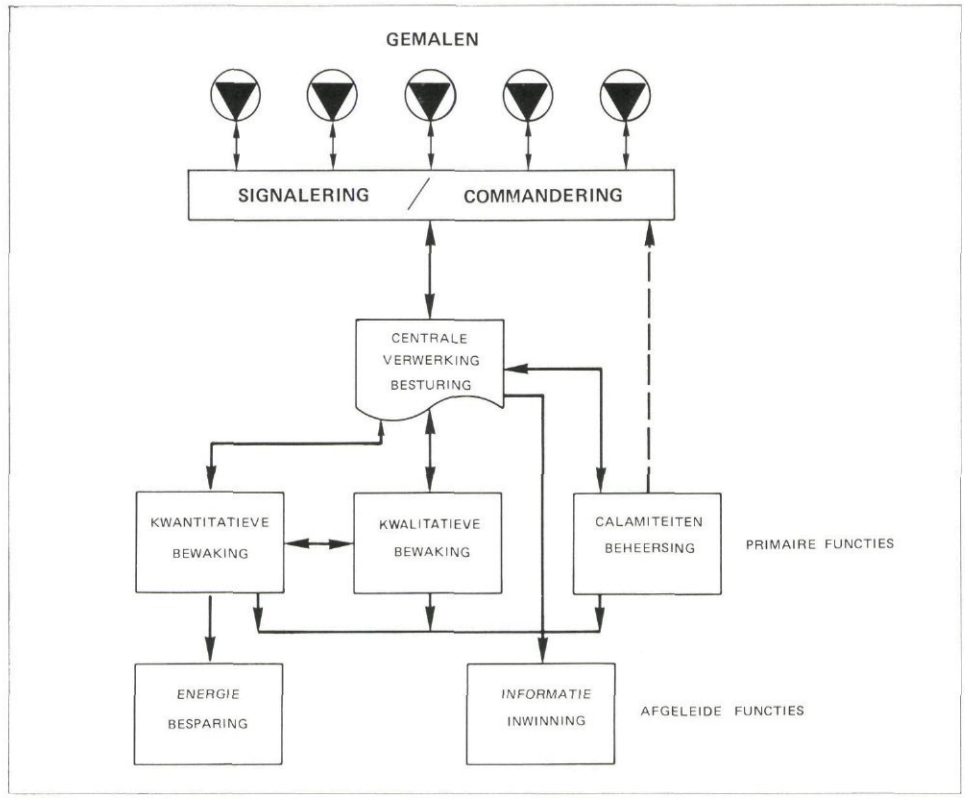
Kwantitatieve bewaking
Beperking van de gelijktijdig af te voeren hoeveelheden afvalwater kan worden bewerkstelligd door rekening te houden met neerslagspreiding. Ook in niet-kritische situaties kan een afvlakking van piekafvoeren plaatsvinden.

Kwalitatieve bewaking
In de praktijk kan een centraal besturingssysteem een belangrijk instrument vormen voor het zoveel mogelijk beperken van de nadelige invloed van overstortingen, het voorkomen van overstortingen in de meest kritische situaties en het voorkomen van een sterke aanrotting van rioolwater door lange verblijftijden in rioolstelsel en persleidingen.

Calamiteitenbeheersing
Bij calamiteiten, bijvoorbeeld persleidingbreuk, kunnen voorgeprogrammeerde scenario's automatisch worden uitgevoerd of kunnen condities worden geschapen waarin de gemalen met de hand op afstand kunnen worden bediend.

Energiebesparing
De kwantitatieve bewaking heeft een toename tot gevolg van het aantal draaiuren in lagere pompcapaciteit tegenover een afname van het aantal draaiuren bij maximale capaciteit.
Dit kan, afhankelijk van de structuur van het afvalwatertransportsysteem en de hydraulische flexibiliteit, resulteren in een aanzienlijke energiebesparing (30% en meer).

Informatie-inwinning
Voor de besturing van de rioolgemalen is een grote hoeveelheid informatie nodig over de belastingtoestand van de rioolstelsels, de situatie in de gemalen en de rwzi.
Het informatienetwerk dat al deze informatie verzamelt kan ook de functie vervullen van storingsmeldsysteem en informatiebron ten behoeve van een doelmatig beheer.
Voor het besturingssysteem van West-Friesland ligt het accent op de kwantitatieve en kwalitatieve functies.
Daarnaast moet het systeem als storingsmeldsysteem functioneren. Eventuele daaruit voortvloeiende acties in de zin van calamiteitenbeheersing worden met de hand gestart en automatisch uitgevoerd. Energiebesparing en informatie-inwinning zijn bijkomende voordelen van het systeem, deze functies vormen voor het project geen doel op zich.
Kwantitatief beheer van de waterhoeveelheden in de zin van het regelen van de aanvoer naar de rwzi in combinatie met het optimaal benutten van de beschikbare berging in de rioolstelsels en kwalitatief beheer van het oppervlaktewater in samenhang met overstortingen zijn onverbrekelijk met elkaar verbonden.
Dit vereist een geïntegreerde systeemwerking (afb. 6).
Decentraal geregistreerde informatie over de belastingtoestanden van gemalen en rioolstelsels wordt via telefoonlijnen overgedragen en centraal verwerkt en opgeslagen. In het centrale besturingssysteem worden de kwantitatieve en kwalitatieve functies en de calamiteitenbeheersing als één geïntegreerd pakket gerealiseerd. Centraal uitgegeven commando's worden decentraal in de gemalen geëffectueerd. Het geheel of gedeeltelijk decentraal onderbrengen van de besturingsfuncties is niet mogelijk. Alleen in situaties waarin uitsluitend het accent ligt op voorgeprogrammeerde scenario's, zoals voor calamiteitenbeheersing, behoort een decentrale uitvoering tot de mogelijkheden.
De structuur en de werking van dit geïntegreerde systeem zullen in een volgend artikel worden belicht.



Afb. 6 - Geïntegreerde systeemwerking.

Slotbeschouwing
Bij de regionale zuiveringsinstallatie te Wervershoof is een besturingssysteem in gebruik genomen dat de binnenkomende waterhoeveelheden beperkt tot de capaciteit van de rwzi. Hiermee wordt voorkomen dat de rwzi thans al hydraulisch overbelast zou worden en daarom uitgebreid moet worden met een 2e fase.
Mede door de onzekerheden in de prognose mag dit uitstel een voordeel genoemd worden. Anderzijds kan de 2e fase, wanneer het moment van uitbreiding aangebroken is, met het besturingssysteem minder omvangrijk worden.
Het moment van uitbreiden zal worden bepaald uit de ervaring die met het besturingssysteem wordt opgedaan.
Door toename van het verhard oppervlak per i.e. wordt de verhouding rwa-dwa de laatste jaren steeds ongunstiger.

• *Slot op pagina 218*

concurrentiepositie tussen 'schone' en vervuilende bedrijven kunnen worden rechtgetrokken.
De EG-commissie is overigens niet van plan actie te ondernemen.

7. Conclusies

Het milieu-overleg in IRC-kader en EG-kader beïnvloeden elkaar onderling sterk.
De aanpak van de zwarte-lijststoffen komt in de EG slecht van de grond, dit heeft een nadelig effect op de totstandkoming van aanbevelingen in de Rijncommissie.
De informatie-uitwisseling en de bestudering van maatregelen betreffende zwarte-lijststoffen moeten in Rijnkader echter onverminderd worden voortgezet.
Het feit dat er in de Rijncommissie overleg plaatsvindt over bepaalde stoffen heeft op zich reeds effect en leidt tot vermindering van de belasting van de Rijn.

Literatuur

De Rijn. *13e Vakantiecursus in Drinkwatervoorziening;* 19-20 januari 1961, Technische Hogeschool Delft, Moormans Periodieke Pers NV, Den Haag.
Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung. *Bericht der Experten Kommission über die physikalisch-chemische Untersuchung des Rheinwassers 1.* Serie Juni 1953 bis Juni 1954, Birkhäuser Verlag Basel und Stuttgart, 1956.
Drimmelen, D. E. van. *De Visserij in het Stroomgebied van de Rijn.* Syllabus voor de cursus 'De Rijn, waterbron van Nederland', TH Delft, januari 1982.
Soest, mr. J. J. van. *De Internationale Commissie voor de Bescherming van de Rijn tegen Verontreiniging.* H_2O (2) 1969, nr. 24, p. 589-591.
Schorer, jhr. mr. K. F. H. *Het Verdrag van Bonn ter bescherming van de Rijn tegen chemische verontreiniging.* H_2O (10) 1977, nr. 12, p. 289-293.
Loepfe, R. *Rechtliche Regelung der internationale Wasserwirtschaft am Bodensee und Rhein von seinem Quellen bis Basel, Wasser und Energiewirtschaft* (Cours d'eau et énergie) (67) 1975, nr. 5/6.
Pedroli, R. *Les aspects de la protection des eaux, Cours d'eau et énergie* (Wasser und Energiewirtschaft) (67) 1975, nr. 5/6.
Bouchez, mr. L. J. en Maas Geesteranus, mr. G. W. *Volkenrechtelijke aspecten van de Waterverontreiniging.* Mededelingen van de Nederlandse Vereniging voor Internationaal Recht no. 65, Kluwer-Deventer, april 1972.
Dekker, R. H. *Zwarte-lijststoffen: stand van zaken in de Europese Gemeenschappen.* H_2O (16) 1983, nr. 12, p. 274-279.
Memorandum van de Nederlandsche Regering, gericht aan de Regeeringen van Frankrijk, de Unie van Socialistische Soviet Republieken, het Vereenigd Koninkrijk en de Vereenigde Staten van Amerika *betreffende de Nederlandsche territoriale en economische eisen ten aanzien van Duitschland - 5 november 1946.* Handelingen der Staten-Generaal, Bijlagen 1946-1947, Tweede Kamer nr. 352/1, blz. 1 t/m 10.
Aanvullend memorandum - 25 januari 1947. Tweede Kamer nr. 352/2, blz. 11 t/m 36.

● ● ●

Nitraat- en sulfaatbelasting

● *Slot van pagina 212*

respectievelijk 10 mg en 18 mg NO_3-N/l, hetgeen boven de maximaal toelaatbare concentratie (EG-richtlijn) uitstijgt (zie afb. 6B).
Bij een hogere denitrificatie (80%) liggen deze concentraties lager: circa 2,3 mg NO_3-N/l in 2000 en 4,1 mg NO_3-N/l in 2025 in het Centraal en Noordelijk zandgebied. In het Zuidelijk en Oostelijk zandgebied zou men dan in 2000 een concentratie aantreffen van circa 4 mg NO_3-N/l en in 2025 van circa 7 mg NO_3-N/l. Opgemerkt dient te worden dat naar verwachting de feitelijke concentraties hoger kunnen zijn, omdat in de berekeningen is uitgegaan van N-overschotten volgens landbouwkundige normen (zie paragraaf 1).

Verantwoording

Het hier beschreven onderzoek maakt deel uit van een bredere studie, uitgevoerd in opdracht van de Commissie Lange Termijn Ontwikkelingen Milieubeleid (CLAT) en gefinancierd door het Ministerie van VROM.

Literatuur

Appelo, C. A. J. e.a. (1982). *Beïnvloeding van de grondwaterkwaliteit in het infiltratiegebied van de noord-westelijke Veluwe.* Rapport Vrije Universiteit, Amsterdam.
Centraal Bureau v. d. Statistiek (1982). *Produktie van dierlijke mest.* Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
Duyvenbooden, W. van en Busz, J. T. (1978). *Overzicht van de grondwaterwinplaatsen voor de openbare drinkwatervoorziening op basis van de classificatie van de geëxploiteerde watervoerende pakketten.* Rapport Rijks Instituut v. Natuurbeheer.
Duyvenbooden, W. van (1980). *Verontreiniging grondwater vormt bedreiging drinkwater.* In: De Ingenieur nr. 49.
Duyvenbooden, W. van (1979). *Onderzoek naar de kwaliteit van het grondwater.* In: Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening, Jaarverslag 1978.
Kolenbrander, G. J. (1981). *Leaching of nitrogen in agriculture.* In: J. C. Brogan (ed.): Nitrogen losses and surface run-off, p. 199-216.
Raad voor de Europese Gemeenschappen (1976). *Richtlijn betreffende de kwaliteit van voor menselijke consumptie bestemd water.* Publicatieblad nr. L 229.
Riemsdijk, W. H., Lexmond, Th. M. en Haan, F. A. M. de (1982). *Onderzoek naar fosfaat en koper in de bodem in het bijzonder in gebieden met intensieve veehouderij.* Rapport LH Wageningen.
STOM (1983). *Lange termijn ontwikkelingen van voedselarme milieus en grondwater van de pleistocene zandgronden, een verkenning van de periode 1900-2025.* Rapport Rijksuniversiteit Utrecht.
Wijnands e.a. (1983). *Het kunstmestgebruik in de land- en tuinbouw in 1979-1980.* Rapport Landb. Ec. Institut.

● ● ●

Rioolgemalen in West-Friesland-Oost

● *Slot van pagina 207*

De piekbelastingen op de rwzi worden hydraulisch gezien langzaam groter, zonder dat het aantal i.e.'s een overeenkomstige stijging te zien geeft. Het creëren van een grotere hydraulische capaciteit is zeer kostbaar.
Door gebruik te maken van neerslagspreiding en van de beschikbare berging in de rioolstelsels, wordt de aanvoer naar de rwzi gereduceerd tot minder dan de gesommeerde verplichtingen, zonder dat dit de overstortingsfrequentie van de aangesloten stelsels nadelig beïnvloedt.
In West-Friesland-Oost verwachten wij met de realisatie van het besturingssysteem, een goede en economisch verantwoorde oplossing gevonden te hebben.

Literatuur

1. Kuggelijn, C. H. *De afvalwaterbehandeling in West-Friesland-Oost.* H_2O (6) 1973, nr. 23, 609-617.
2. Walter, J. en Hartong, H. *Neerslag; interpretatie ten behoeve van afvalwatersystemen, bijzondere aspecten.* Stichting Postacademische Vorming Gezondheidstechniek Cursus 'Riolering' 1981/1982.
3. Bakker, K., Hartong, H. J. G. en Walter, J. *Verschillen in neerslaghoogte en de invloed op de benodigde capaciteit van rwzi's.* H_2O (16) 1983, nr. 1, 17-21.
4. Schenkeveld, M. (1976). *Analyse van de 5 minuten-regencijfers van De Bilt.* Intern rapport, DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV, Amersfoort.

● ● ●

KIVI-bijeenkomst over het Plan Waterman

De Sectie Waterbeheer van het KIVI (Koninklijk Instituut van Ingenieurs) houdt op 17 mei 1984 een avondbijeenkomst over de waterhuishoudkundige aspecten van het Plan Waterman. De invloed op de (Grond)waterhuishouding van het oude land is één van de belangrijke deelaspecten van het onderzoek naar de realiseerbaarheid en de gevolgen van een kustuitbreiding voor Zuid-Holland.
Tijdens de bijeenkomst zal ir. P. Hellinga (RWS-Directie Noordzee) eerst een algemeen overzicht geven van de resultaten van het eind vorig jaar afgerond onderzoek.
Daarna zal ir. R. H. C. M. Awater (RWS-DIV) nader ingaan op de gebruikte grondwatermodellering en de problemen daarbij ontmoet.
Tenslotte zal drs. J. W. Stellingwerff (P.W.-Zuid-Holland) spreken over de toepassing van de modellen bij het onderzoek.
De avond zal onder leiding staan van ir. F. Rutgers (lid bestuur Sectie Waterbeheer).
De aanvang is 19.30 uur.
Plaats KIVI-gebouw, Prinsessegracht 23, Den Haag. Toegang gratis.
Gaarne tevoren telefonisch aanmelden bij het secretariaat van de Sectie Waterbeheer, de heer Van der Spiegel, tel. 070 - 88 93 70.

● ● ●