Verbetering van het distributiesysteem in Bandung, Indonesië

Samenvatting en conclusies

In het kader van de verbetering van de drinkwatervoorziening in Bandung is een onderzoek verricht naar de oorzaken van het hoge percentage niet in rekening gebrachte verbruik in het distributiesysteem. Door het uitvoeren van een aantal verbeteringen in een drietal proefgebieden kon dit verliespercentage worden teruggebracht van gemiddeld 48,5% tot 8,6%. Een derde van deze verbetering kon worden toegeschreven aan aspecten van administratieve aard; het opsporen van niet-geregistreerde en illegale aansluitingen en het vervangen van watermeters. Tweederde van de vermindering van de verliezen kwam tot stand door het opheffen van lekken in het distributiesysteem en het vervangen van oude leidingen en aansluitingen.
Opmerkelijk hierbij was dat driekwart van het aantal lekken visueel kon worden opgespoord. Foutieve aanleg of reparatie bleek de belangrijkste oorzaak te zijn van lekkage.
Uit een kosten-baten analyse is gebleken dat reeds bij de huidige (te lage) druk alle verbeteringen rendabel zijn. Vooral het verbeteren van de administratie en het vervangen van oude watermeters is aantrekkelijk. Daarnaast scoort het opsporen en repareren van lekken hoog. Zelfs het geheel vervangen van oude distributieleidingen en aansluitingen is rendabel.
Het onderzoek werd verricht door een team waarin het plaatselijke drinkwaterbedrijf, de ingenieursbureaus DHV en IWACO en de Drinkwaterleiding Rotterdam participeerden. Naast het uitgevoerde onderzoek werd door het team veel aandacht besteed aan training en de introductie van nieuwe technieken en materialen.

1. Inleiding

Het beleid van de Indonesische overheid is onder meer gericht op verbetering van de drinkwatervoorziening. Het huidige vijfjarenplan (Repelita IV) heeft als doelstelling dat in 1990 75% van de stedelijke bevolking en 55% van de plattelandsbevolking zullen kunnen beschikken over betrouwbaar drinkwater. Dit betekent in de periode 1985-1990 de aanleg van watervoorziening voor 5 miljoen inwoners. Naast uitbreiding dienen de bestaande systemen te worden verbeterd.



IR. J. W. LEUNK
DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV



ING. P. J. RUITER
Drinkwaterleiding Rotterdam



IR. S. T. JARIGSMA
DHV Raadgevend Ingenieursbureau BV

Daartoe hebben Nederlandse ingenieursbureaus in het kader van de bilaterale ontwikkelingssamenwerking de afgelopen jaren technische assistentie verleend bij de uitvoering van een groot aantal watervoorzieningsprojecten op Noord-Sumatra en West-Java. Bovendien heeft een aantal Nederlandse waterleidingmaatschappijen zogenaamde 'twinning' overeenkomsten afgesloten met Indonesische waterleidingbedrijven.
In het kader van het bovenstaande is het Bandung Water Supply Project – Phase 2 (BAWS-2) in uitvoering genomen.
Dit project omvat naast diverse nieuwe werken tevens onderzoek en maatregelen om het percentage niet in rekening gebrachte verbruik te verminderen.

Het BAWS-2 project maakt deel uit van het Second Bandung Urban Development Project (BUDP-2) en wordt gefinancierd door de Asian Development Bank (ADB), de Indonesische en Nederlandse overheid en de PDAM (drinkwaterbedrijf) Bandung.
De ontwerp-fase van het BAWS-2 project startte in april 1986 en werd afgerond in december 1987. De realisatie van de werken is gepland in de periode 1988-1991.

In dit artikel wordt een overzicht gegeven van het bestaande drinkwatersysteem en de geplande uitbreidingen. Vervolgens wordt ingegaan op het onderzoek en de maatregelen om het niet in rekening gebracht verbruik te verminderen.

2. De drinkwatervoorziening van Bandung

Bandung ligt op het eiland Java, ongeveer 150 km ten zuidoosten van Jakarta. De stad is gelegen op het zogenaamde Bandung Plateau en op de zuidelijke uitlopers van de vulkaan Tankubam Perahu. De hoogte varieert tussen 650 en 900 m boven het zeeniveau. Van oudsher zijn er door het relatief gunstige klimaat een groot aantal universiteiten en onderzoeksinstellingen gevestigd. Momenteel is de stad het administratieve centrum van West-Java. Een belangrijk deel van de beroepsbevolking is werkzaam in de sectoren handel en nijverheid. In de periferie van de gemeente is een groot aantal industrieën gevestigd, voor het merendeel in de textiel sector. De stad telt momenteel 1,4 miljoen inwoners.

Bandung beschikt sinds 1921 over een openbare drinkwatervoorziening met als voeding een drietal groepen bronnen ten noorden van de stad met een gezamenlijke capaciteit van 150 l/s. De bronnen en een gedeelte van het oorspronkelijke distributiesysteem zijn nog steeds in gebruik.
(Zie afb. 1 op volgende pagina).

In 1956 werd de capaciteit uitgebreid met 1000 l/s. Daartoe werd vanaf de Cisangkuy rivier een 32 km lange vrij vervalleiding aangelegd naar het centrum van de stad (afb. 1). De zuivering van het oppervlaktewater vindt plaats in de Badaksinga zuiveringsinstallatie. In het kader van het Bandung Water Supply Project – Phase 1 werd in de periode 1978 tot 1981 het drinkwatersysteem opnieuw uitgebreid. In het centrum van de stad werden 19 diepe putten met een gezamenlijke ontwerpcapaciteit van 470 l/s aangelegd. Hetzelfde project voorzag in de aanleg van transportleidingen, een drietal zuiveringsinstallaties voor grondwater met bijbehorende reinwaterkelders en uitbreidingen van het distributiesysteem.

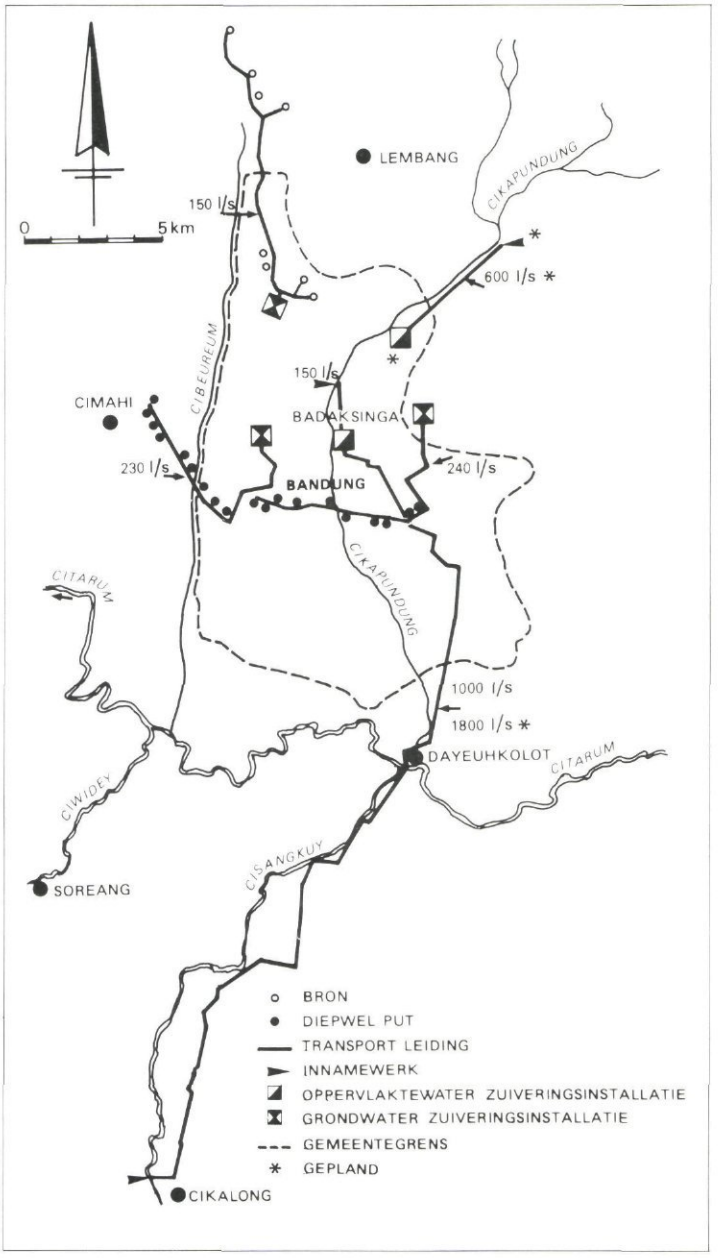
Momenteel wordt gemiddeld 1770 l/s gedistribueerd. Het distributiesysteem met een totale lengte van 1375 km voorziet circa 45% van de bevolking in een gebied van 5800 ha van water. Het resterende deel van de bevolking betrekt het benodigde drinkwater uit ondiepe putten.
De behoefte aan drinkwater overtreft al enkele jaren de produktiecapaciteit. Vandaar

TABEL I – *Watervoorziening Bandung.*

		Bestaand	Uitbreiding	Toekomst
Capaciteit	(l/s)	1.770	1.400	3.170
Voorzieningsgebied	(ha)	5.800	4.800	10.600
Distributie netwerk	(km)	1.375	840	2.215
Aantal aansluitingen	(–)	80.000	60.000	140.000
Aangesloten inwoners	(%)	45	30	75
Te vervangen aansluitingen	(–)		30.000	
Te vervangen distributieleidingen	(km)		250	

dat het thans in uitvoering zijnde BAWS-2 project opnieuw voorziet in belangrijke uitbreidingen van de drinkwatervoorziening. De geprojecteerde uitbreidingen zijn samengevat in tabel I.

De uitbreiding van de produktiecapaciteit zal worden gerealiseerd door een onttrekking van 600 l/s aan de Cikapundung rivier, ten noorden van Bandung, en de bestaande onttrekking aan de Cisangkuy rivier uit te breiden met 800 l/s. De capaciteit van de Badaksinga zuiveringsinstallatie zal worden uitgebreid tot 1800 l/s. In het noorden van de stad is een nieuwe installatie met een capaciteit van 600 l/s geprojecteerd (afb. 1). Het distributiesysteem zal na uitbreiding worden verdeeld in een noordelijke en een zuidelijk zone.



Afb. 1 - De watervoorziening van Bandung.

3. Vermindering van het percentage niet in rekening gebrachte verbruik

Het niet in rekening gebrachte verbruik is de sluitpost in de waterbalans van het distributiesysteem: aanvoer = bemeterde consumptie + niet in rekening gebracht verbruik. Deze verliespost kan worden onderscheiden in administratieve verliezen en lekverliezen.
Lekverliezen ontstaan door lekken in de transport- en distributieleidingen en huisaansluitingen. Onder administratieve verliezen wordt verstaan het waterverbruik dat om een of andere reden niet in rekening wordt gebracht. Enkele voorbeelden hiervan zijn: illegale en niet geregistreerde aansluitingen, defecte watermeters, spuiverliezen, onderregistratie van watermeters e.d.
Uit een haalbaarheidsstudie is gebleken dat, het percentage niet in rekening gebrachte verbruik terruggebracht zal moeten worden van de huidige 43% tot maximaal 35%, om te komen tot een door de bevolking op te brengen drinkwatertarief.
In het kader van het BAWS-2 project werd daartoe in de ontwerpfase een improvement-team geformeerd met als taak de oorzaken van het hoge percentage niet in rekening gebrachte verbruik zichtbaar te maken en door middel van proefprojecten maatregelen aan te reiken om dit percentage te verminderen.
In dit team participeerden PDAM Bandung en de ingenieursbureaus DHV en IWACO, die gezamenlijk consultant voor het BAWS-2 project zijn. Het team heeft nauw samengewerkt met de Drinkwaterleiding Rotterdam, die een twinning overeenkomst heeft aangegaan met de PDAM Bandung.

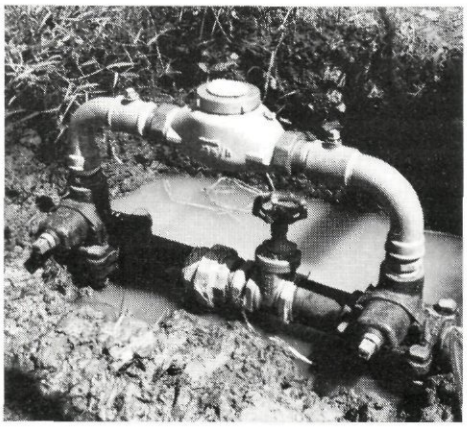
4. Het onderzoek in de proefgebieden

Het improvement-team heeft allereerst onderzoek verricht naar de aard en mate van de verliezen op basis waarvan een inzicht werd verkregen in de kosten-baten verhouding van de diverse verbeteringsmaatregelen. Besloten werd praktijkonderzoek te verrichten in een aantal proefgebieden.
In deze proefgebieden zijn achtereenvolgens de volgende activiteiten uitgevoerd:
1. verbetering van de administratie door het opsporen van niet geregistreerde en illegale aansluitingen;
2. het vervangen van de bestaande watermeters door geijkte watermeters en de installatie van terugslagkleppen;
3. het opsporen en repareren van lekken in distributieleidingen en huisaansluitingen;
4. het vervangen van oude distributieleidingen en huisaansluitingen.

Het effect van de diverse verbeteringsmaatregelen is bepaald door het uitvoeren van meteraflezingen voor en na iedere verbetering.
Na inventarisatie en uitgebreid veldonderzoek zijn drie proefgebieden geselecteerd. Deze proefgebieden zijn representatief voor het huidige voorzieningsgebied voor wat betreft bevolkingsdichtheid, percentage aansluitingen, leidingmaterialen, ouderdom watermeters e.d.

De belangrijkste kenmerken van de geselecteerde proefgebieden zijn als volgt:

Proefgebied 1.
In 1984 is in dit gebied een nieuw distributiesysteem aangelegd. Bij het begin van het onderzoek (april 1986) was echter nog ruim een derde van de woningen aangesloten op de oude distributieleidingen in de zogenaamde 'brandgang' achter de woningen



Afb. 2 - Bulkwatermeter op de grens van een proefgebied.



Afb. 3 - Onduidelijke huisaansluiting.

(zie par. 7). De eerste 3 verbeteringen zijn alleen uitgevoerd op het nieuwe systeem, terwijl de vierde verbetering is toegepast op het oude.

Proefgebied 2.
Het distributienetwerk in dit proefgebied is aangelegd in 1983 en stond tijdens het onderzoek door onvoldoende produktiecapaciteit slechts tweemaal per dag gedurende circa 2 uur onder voldoend hoge druk voor waterafgifte.

Proefgebied 3.
In dit gebied werden zowel oude gegalvaniseerd stalen leidingen als recent aangelegde PVC leidingen aangetroffen. Minder dan 50% van de woningen zijn aangesloten. Deze aansluitingen zijn voor het merendeel voorzien van oude watermeters.

Na selectie zijn de proefgebieden geïsoleerd van de rest van het distributiesysteem door het installeren van afsluiters en het afsluiten van leidingen. Voor het meten van de hoeveelheden water die een proefgebied in- en uitstromen zijn bulkwatermeters geplaatst op de kruising van primaire leidingen en de grens van het proefgebied (afb. 2).
Tijdens het onderzoek bleek dat de tekeningen van het distributiesysteem weinig betrouwbaar waren, terwijl ook de PDAM-administratie over de huisaansluitingen veel twijfelachtige informatie bevatte. Om de ligging van leidingen vast te stellen moest veelvuldig gebruik gemaakt worden van een leidingdetector en diende in enkele gevallen sleuven te worden gegraven.

5. **Vermindering administratieve verliezen**
Tijdens het isoleren van het proefgebied werd een huis-aan-huisonderzoek verricht met als doel alle aansluitingen op het distributiesysteem vast te stellen en te registreren. Daarnaast is het onderzoek gebruikt om een algemeen inzicht te verkrijgen in de watervoorziening en de kwaliteit van de huisaansluitingen (afb. 3). De resultaten van dit onderzoek zijn samengevat in tabel II.

TABEL II – *Resultaten huis-aan-huisonderzoek.*

	Proefgebied			Totaal	
	1	2	3		
Aantal woningen	124	54	263	441	
Aantal geregistreerde aansluitingen	97	54	128	279	
Aantal niet geregistreerde en illegale aansluitingen	3	3	5	11	4%
Totaal aantal aansluitingen	100	57	133	290	100%
Aantal defecte watermeters	10	6	7	23	8%
Ouderdom watermeters (jaren)	2-10	3	4-30		
Ouderdom distributiesysteem (jaren)	2-30	3	4-30		

TABEL III – *Vermindering administratieve verliezen.*

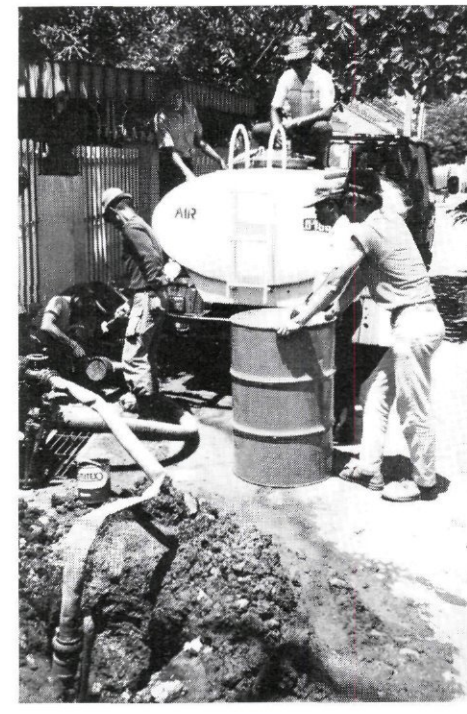
	Proefgebied			Gewogen gemiddelde
	1	2	3	
Oorspronkelijk verliespercentage*	56,5	16,3	49,4	48,5
Vermindering door:				
1. verbetering administratie	2,5	2,7	2,4	2,5
2a. vervanging van defecte watermeters	1,3	3,2	2,5	2,0
2b. vervanging overige watermeters	2,3	0,8	15,7	8,9
Verliespercentage na administratieve verbeteringen	50,4	9,6	28,8	35,1

* *verliezen in procenten van de watertoevoer*

Aan de hand van dit onderzoek is de PDAM-administratie geactualiseerd. De niet geregistreerde en illegale aansluitingen zijn opgenomen in het consumenten-register en de illegale aansluitingen zijn voorzien van een watermeter.
Als tweede verbetering zijn alle bestaande watermeters vervangen door geijkte nieuwe meters. De resultaten van deze maatregelen zijn samengevat in tabel III.

Uit tabel III blijkt dat het niet in rekening gebrachte verbruik in de proefgebieden gemiddeld 48,5% bedraagt. In gebied 2 is het verlies het laagst, hetgeen samenhangt met de druk op het net en de ouderdom van het distributiesysteem.
Alle maatregelen blijken het verlies terug te dringen. De maatregelen 1 en 2a leverden echter minder resultaat op dan op grond van het huis-aan-huisonderzoek werd verwacht.

Afb. 4 - Afpersen van een leidingsectie.





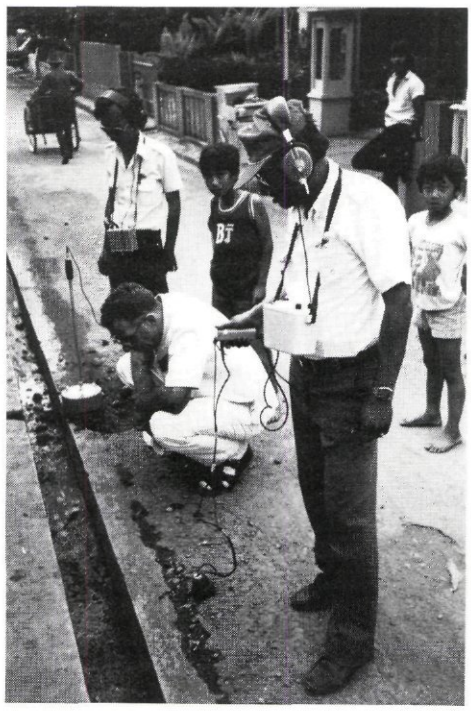
Afb. 5 - Veel lekken kunnen visueel worden opgespoord.

Het vervangen van de veelal oude watermeters in gebied 3 bleek een uitermate nuttige zaak.

6. Lekdetectie en reparatie

Als derde verbetering werden lekken in de distributieleidingen en in de huisaansluitingen opgespoord en gerepareerd. Daartoe werden secties van het distributiesysteem met gemiddeld 20 huisaansluitingen afgeperst (afb. 4). Allereerst werd naar natte plekken boven de leidingen gezocht, waardoor reeds een groot aantal lekken kon worden opgespoord (afb. 5). Andere lekken werden met behulp van een lekdetector opgespoord (afb. 6). Na (veelal tijdrovende) reparatie van de lekken werd het afpersen en de lekdetectie herhaald, totdat een constante druk van 4 MPa (4 ato) na uitschakelen van de pomp kon worden gehandhaafd. In tabel IV zijn de resultaten van de lekdetectie vermeld.

Afb. 6 - Lekdetectie.



TABEL IV – *Aard en aantal lekken in de proefgebieden.*

	Aantal lekken			
	in distributie-leidingen (A)	in huis-aansluitingen (B)	A + B	in % van het totaal
Plaats				
Leiding (buis)	21	12	33	38
Leiding (verbinding)	16	19	35	41
Afsluiter	2	2	4	5
Aansluiting	–	14	14	16
Oorzaak				
Aanleg	18	36	54	63
Beschadiging	15	6	21	24
Corrosie	6	5	11	13
Detectie				
Visueel	26	34	60	70
Lekdetector	13	13	26	30
Totaal	39	47	86	
Percentage	45%	55%		100%

A) totale lengte distributieleidingen 3.310 m
B) aantal huisaansluitingen 247 (excl. 32 oude te vervangen aansluitingen)

Het percentage lekke huisaansluitingen per proefgebied bleek te variëren tussen 14% en 32% met een gemiddelde van 18%. In proefgebied 2 was het aantal lekkende huisaansluitingen extreem hoog (32%). Het betrof meestal recent aangelegde aansluitingen uitgevoerd in niet ondersteunde bovengrondse PVC-leidingen.
De belangrijkste oorzaak van lekken in huisaansluitingen is gelegen in gebrekkige aanleg en/of reparatie, zoals:
– niet goed uitgevoerde verbindingen, zowel lijm- als rubberringverbindingen;
– verkeerd of geen afdichtingsmateriaal tussen de klembeugel en de distributieleiding;
– lekkende watermeters en afsluiters. Vaak wordt tape of plastic draad gebruikt in plaats van afdichtingsringen voor het bevestigen van de watermeter.

Het aantal lekken in de distributieleidingen bedroeg voor recent aangelegde leidingen gemiddeld 1 lek per 100 m, voor de oude gegalvaniseerde stalen leidingen 1 lek per 25 m. Vermeldenswaard is het feit dat 70% van de lekken visueel kon worden waargenomen tijdens het afpersen. Ook bij de distributieleidingen is gebrekkige uitvoering en/of reparatie de hoofdoorzaak van de lekken. Reparatie van lekken bleek veelvuldig te hebben plaatsgevonden met stroken autobinnenband (afb. 7). Beschadiging is hier een tweede belangrijke oorzaak. Gedurende de aanleg van riolering, kabels en open afvoergoten wordt veelvuldig schade toegebracht aan drinkwaterleidingen, waarna in de regel slechts provisorische reparatie of omlegging plaatsvindt door niet-PDAM personeel.

Op basis van het onderzoek kan worden geconcludeerd dat lekkage in de toekomst in belangrijke mate vermeden kan worden door adequate training van het personeel in de aanleg en reparatie van distributieleidingen en huisaansluitingen.

7. Vervanging van oude (brandgang) leidingen

Een halve eeuw geleden werden de distributieleidingen in Bandung aangelegd in de paden tussen de achterkanten van de huizen, de zogenaamde brandgang. Deze brandgangen zijn thans grotendeels afgesloten en worden gebruikt als wasplaats, berging en dergelijke. Als gevolg hiervan zijn de distributieleidingen en de huisaansluitingen nauwelijks of niet meer toegankelijk. In 1985 is door de PDAM een aanvang gemaakt met het buiten bedrijf nemen van deze leidingen en de aanleg van een nieuw distributienet. In een periode van anderhalf jaar werd circa 80 km nieuwe leiding aangelegd.
Tijdens het onderzoek kwam diverse malen naar voren dat de desbetreffende werken niet volledig waren afgerond. Van de oude leidingen bleek dat zo'n 75% niet was afgesloten, en dat vele oude huisaansluitingen (illegaal) in gebruik waren. Het moge duidelijk zijn dat een dergelijke situatie van zeer nadelige invloed is op de lekverliezen. Omdat er twijfels bestonden over de kwaliteit van de nieuwe leidingen werd in een aantal gebieden lekonderzoek verricht, op een wijze zoals in de proefgebieden. De resultaten van dit onderzoek staan vermeld in tabel V.
Uit tabel V kan worden afgelezen dat vrijwel alle lekken werden gevonden in de aansluitingen. Dit is het gevolg van de toegepaste procedure; de distributieleidingen zijn afgeperst voordat de huisaansluitingen werden aangelegd. Opvallend is dat ook hier het percentage visueel waarneembare lekken hoog is, namelijk 82%.

TABEL V – *Aard en aantal lekken in nieuwe leidingen en huisaansluitingen.*

	Aantal lekken			
	in distributie-leidingen (A)	in huis-aansluitingen (B)	A + B	in % van het totaal
Plaats				
Leiding (buis)			0	0
Leiding (verbinding)	1	11	12	18
Afsluiter	1	16	17	25
Aansluiting		39	39	57
Oorzaak				
Aanleg	1	50	51	75
Beschadiging			0	0
Corrosie			0	0
Materiaal	1	16	17	25
Detectie				
Visueel	1	55	56	82
Lekdetector	1	11	12	18
Totaal	2	66	68	
Percentage	3%	97%		100%

Opmerkingen:
A) totale lengte distributieleidingen 5.000 m
B) aantal huisaansluitingen 959

De lekkage in de huisaansluitingen werd voor het grootste deel veroorzaakt door lekkende pakkingen onder de niet geheel ronde gietijzeren klembeugels. Bij PVC-klembeugels werden geen lekkages geconstateerd.
Voor nieuwe en te vervangen aansluitingen worden thans PVC-klembeugels voorgeschreven.

8. Resultaten van het onderzoek

Het totaal effect van de verschillende verbeteringsmaatregelen is samengevat in tabel VI.
Door het uitvoeren van een aantal verbeteringsmaatregelen werd tijdens het onderzoek in de proefgebieden het percentage niet in rekening gebrachte verbruik teruggebracht van gemiddeld 48,5 tot 8,6%.
De verbetering kan voor circa ⅓ worden toegeschreven aan aspecten van administratieve aard en voor circa ⅔ aan het terugdringen van lekkage in de distributieleidingen en huisaansluitingen. Het meest effectief bleek het vervangen van oude distributieleidingen en huisaansluitingen.
Als vervolg op het reeds uitgevoerde vervangingsprogramma voorziet het BAWS-2 project in de vervanging van 250 km distributieleiding en 30.000 huisaansluitingen.
Ondanks 5 maanden intensief werken is de vermindering van het lekverlies door lekdetectie en reparatie (8,7%) relatief laag. Dit wordt veroorzaakt door de te lage druk in het systeem als gevolg van het tekort aan produktiecapaciteit. Verwacht wordt dat na uitbreiding van de produktiecapaciteit het lekverlies aanmerkelijk zal toenemen. Om dit tegen te gaan zullen de lekdetectie- en reparatie-activiteiten van de PDAM aanzienlijk moeten worden geïntensiveerd.



Afb. 7 - Reparatie met binnenband.

9. Kosten-baten analyse

In het algemeen kan gesteld worden dat alle hiervoor besproken maatregelen leiden tot een vermindering van de verliezen. Als gevolg hiervan zullen de inkomsten van de PDAM toenemen. Tegenover deze hogere inkomsten staan echter de kosten van de diverse maatregelen.
Voor alle verbeteringsmaatregelen zijn de contante waarde van de kosten en de opbrengsten berekend. Hierbij is onder meer rekening gehouden met de verwachte stijging van de tarieven. Tevens is getracht door middel van een effectiviteitsfactor de invloed van de verbeteringsmaatregelen in de loop der tijd mee te nemen. De verhoudingen tussen de baten en kosten zoals die thans gelden zijn weergegeven in tabel VII.

Op basis van tabel VII kunnen de volgende conclusies worden getrokken:
– verbetering van de registratie van de aansluitingen en het elimineren van illegale aansluitingen door middel van een huis-aan-huisonderzoek is uitermate aantrekkelijk. Dit is inmiddels uitgevoerd in geheel Bandung;
– het vervangen van de 30 jaar oude distributieleidingen is winstgevend. Hierbij dient te worden opgemerkt dat niet alleen nieuwe leidingen moeten worden aangelegd, maar dat tegelijkertijd de oude leidingen moeten worden afgesloten;
– de andere maatregelen zijn niet altijd winstgevend in de huidige situatie.
In gebieden met een lage druk en een intermitterende aanvoer, zoals in proefgebied 2, zijn de verbeteringen niet winstgevend. Als er in de toekomst sprake is van 24 uur watervoorziening per dag en de druk zal zijn toegenomen, dan zullen deze verbeteringen wel winstgevend zijn.

10. Beheersmaatregelen

Door de nauwe betrokkenheid van het improvement-team bij het management, beheer en onderhoud van het distributiesysteem zijn een aantal knelpunten naar voren gekomen. De volgende ondersteunende activiteiten zijn ondernomen om deze knelpunten op te lossen.

10.1. *Basiskaarten en leidingen-bestand*

Gedurende de selectie van de proefgebieden bleek dat de informatie op tekeningen van het distributiesysteem weinig betrouwbaar is. In aanmerking nemende dat het eenvoudig terugvinden en combineren van verschillende gegevens van het distributiesysteem mogelijk moet zijn, bleek een combinatie gewenst van basisgegevens vermeld op basiskaarten en aanvullende gegevens in een computerbestand.
Op de basiskaart worden de primaire gegevens aangegeven; materiaal, diameter, jaar van aanleg, locatie van leidingen, afsluiters en hydranten. Daardoor kunnen medewerkers van de distributieafdeling in korte tijd een visueel overzicht van het distributiesysteem verkrijgen. Het leidingenbestand bevat daarnaast secundaire gegevens zoals straat- en wijknaam, drukklasse, coating, fabrikaat en dergelijke.
Selectie op grond van 1 of meer parameters is daardoor mogelijk. Het vervaardigen van nieuwe basiskaarten en het opzetten van het leidingenbestand is gestart als onderdeel van het trainingsprogramma.

10.2. *Lekdetectie en reparatie*

Na de voltooiing van het BAWS-2 project zal de druk in het distributiesysteem aanmerkelijk toenemen en dientengevolge ook de lekverliezen. Om dit te bestrijden is aanbevolen ten minste 3 lekdetectie- en reparatieploegen te formeren. De teams zullen in het kader van het project worden voorzien van adequaat materieel.

TABEL VI – *Vermindering van het verliespercentage in de proefgebieden.*

	Proefgebied			Gewogen gemiddelde
	1	2	3	
Oorspronkelijk verliespercentage*	56,5	16,3	49,4	48,5
Vermindering lekverlies door:				
1. verbetering administratie	2,5	2,7	2,4	2,5
2a. vervanging van defecte watermeters	1,3	3,2	2,5	2,0
2b. vervanging overige watermeters	2,3	0,8	15,7	8,9
3. lekdetectie en reparatie	2,6	1,0	22,8	8,7
4. vervanging van leidingen in brandgangen	36,4			17,8
Verliespercentage na uitvoering	11,4	8,6	6,0	8,6

* verliezen in procenten van de watertoevoer

TABEL VII – *Baten/Kosten verhouding van de maatregelen.*

Maatregel	Proefgebied			Gewogen gemiddelde
	1	2	3	
1. verbetering administratie	19,9	4,4	9,1	10,9
2a. vervanging van defecte watermeters	3,9	0,0	4,5	3,1
2b. vervanging overige watermeters	1,5	0,2	7,0	4,1
3. lekdetectie en reparatie	4,2	0,5	16,9	8,6
4. vervanging van oude leidingen en aansluitingen	6,9	–	–	6,9

10.3. *Training*
Verschillende trainingsactiviteiten zijn uitgevoerd om de benodigde kennis en kunde voor beheer en onderhoud van het distributiesysteem op gestructureerde wijze over te dragen aan de staf van de PDAM.
Het trainingsprogramma bestond uit 3 onderdelen:
– opzetten van een trainingsorganisatie;
– ondersteuning van het rehabilitatieprogramma;
– gebruik van microcomputers en software pakketten.
Om de vakbekwaamheid van PDAM personeel op het gebied van beheer en onderhoud van het distributienet te vergroten zijn tevens een trainingsveld en een proefsleuf aangelegd. In het trainingsveld voor lekdetectie zijn leidingen van verschillend materiaal, diameter en met verschillende soorten lekken ingegraven. In de proefsleuf werd onder meer aangetoond hoe belangrijk het verankeren van bochten is.

10.4. *Nieuwe huisaansluitingen*
Huisaansluitingen zijn momenteel een belangrijke bron van lekkage. Twintig procent van de huisaansluitingen in de proefgebieden vertonen lekkage terwijl zelfs van de onlangs geïnstalleerde huisaansluitingen nog 7% lekte. Daarom is in het bijzonder aandacht besteed aan het ontwerp van de nieuwe en te vervangen huisaansluitingen (totaal 90.000). Tot nu toe werden gegalvaniseerd staal en PVC gebruikt. Gebaseerd op technische en economische overwegingen wordt HDPE beschouwd als het meest geschikte materiaal voor huisaansluitingen in Bandung.
Om lekkage vanuit de huisaansluitingen verder te verminderen zal de watermeter met bijbehorende appendages worden ondersteund door een beugel die in een betonblok is ingestort. Op die wijze ontstaat een geprefabriceerde eenheid die centraal in een werkplaats onder goed toezicht kan worden vervaardigd.

• • •

De Noordzee en eutrofiëring
• *Slot van pagina 595*

maanden. Bij conservatief gedrag van de nutriënten kunnen in de nazomer de hoge wintervrachten van de Rijn en de Maas samenkomen bij de hoge zomervrachten van de Elbe en de Weser.
De westelijke Waddenzee wordt belast met kustwater vanuit het Marsdiep en vanuit het IJsselmeer. Deze beide bronnen worden voornamelijk gevoed met Rijnwater.
De stikstofbelasting is voor ca. 49% afkomstig uit het IJsselmeer, voor 49% uit het kustwater en 2% is van atmosferische oorsprong. Voor de fosforbelasting ligt deze verhouding 50% : 50%. De fosforbelasting vanuit de atmosfeer is te verwaarlozen (0,2%). Sanering van de Rijnbelasting met 50% zal een nutriëntenvermindering geven van 25-40% voor stikstof en van 25-35% voor fosfor. Reductie van het Nederlandse aandeel in de Rijnvracht komt overeen met een vermindering van 5-15% van de stikstof- en fosforbelasting van de westelijke Waddenzee.

Het aandeel van de Rijn en de Maas in de belasting van de Oestergronden bedraagt 40-80% voor stikstof en 35-70% voor fosfor. Een halvering van de Nederlandse belasting kan dus een aanzienlijke bijdrage opleveren aan de vermindering van de nutriëntenbelasting op de Oestergronden.

7. Is een 50% benadering haalbaar en voldoende?

De technische mogelijkheden om tot een 50% vermindering van de fosforbelasting te komen in de periode 1985-1995 zijn duidelijk aanwezig als alle bronnen bereid zijn te komen tot een drastische vermindering van de belasting. Anders ligt het voor de beoogde stikstofvermindering. De stikstofstromen in het milieu zijn moeilijker te beheersen dan de fosforstromen. De ernst van de stikstofuitspoeling voor de drinkwaterproblematiek ondersteunt de noodzaak voor een integrale aanpak van vermindering van stikstof in het milieu.

Het effect van vermindering van de nutriëntenvrachten in de genoemde aandachtsgebieden op de zuurstofhuishouding is modelmatig te berekenen onder diverse aannames van de in het gebied optredende processen. De verbljftijd van nutriënten in het gebied en de duur van de stratificatie zijn van groot belang. Aan een dynamische modellering van de fytoplanktonbloeien en het effect op de zuurstofhuishouding in de verschillende aandachtsgebieden wordt gewerkt. Daarnaast worden gegevens over de fytoplanktonsamenstelling van de laatste decennia onderzocht op de verschuivingen in de soortensamenstelling van het plankton en de veranderingen in de frequentie en duur van de bloeien van toxische algensoorten.
Het mag duidelijk zijn dat een vermindering van de nutriëntenbelasting de kansen verkleint op het optreden van plankton-bloeien en de omvang waarin zich negatieve effecten voordoen. De aanvang, omvang en duur van de bloei alsmede de negatieve effecten worden evenwel mede bepaald door meteorologische omstandigheden.
De gewenste resultaten zullen pas op langere termijn merkbaar zijn. Het succes van het eutrofiëringsbeleid dient dan ook op zee door langlopende monitoringsprogramma's te worden gevolgd.

8. Conclusies

1. De ernst van de eutrofiëringsverschijnselen in de continentale kustwateren van de Noordzee noodzaakt tot een internationale en integrale aanpak van de vermindering van de stikstof- en fosforbelasting.
2. Aandachtsgebieden voor het Nederlandse eutrofiëringsbeleid van de Noordzee betreffen de Nederlandse kustwateren inclusief de Waddenzee, de Oestergronden en de Duitse bocht.
3. Een 50% vermindering van de nutriëntenbelasting via de Nederlandse oppervlaktewateren betekent een effectieve bijdrage aan de vermindering van de nutriëntenconcentraties in de aandachtsgebieden. Resultaten worden evenwel pas op langere termijn verwacht.
4. Naast het reeds op gang gekomen fosfaatbeleid dient een integrale aanpak voor stikstof tot stand te komen. Daarbij zal een intensivering van het beleid ter vermindering van de af- en uitspoeling van stikstof uit de landbouwgronden een essentiële bijdrage betekenen.

Literatuur

1. RWS (1987). *Quality status report of the North Sea. Contribution by the Netherlands.* Second International Conference on the Protection of the North Sea, 24 and 25 November.
2. RWS (1988). *De aanvoer van voedingsstoffen en microverontreinigingen naar de Waddenzee en Eems-Dollard.*
3. RWS (1987). *Spatial distribution of nutrients in the North Sea, and their natural background and reference values.* Working group on nutrients, Stockholm: 27-29 oktober.
4. Jong, J. de en Velde, O. van de (1988). *Ontwikkelingen in het fosfaatbeleid.* H_2O (21) 1988, nr. 9, p. 218-219.
5. Veldhuis, M. J. W. (1988). *Het succes van de kolonievormende alg Phaeosyctis pouchetii in de eutrofe kustzone van de Noordzee.* Vakbl. Biol. 68 (5) 82-85.
6. Rijkswaterstaat, Delft Hydraulics (1987). *Transport atlas of the Southern North Sea.*

• • •