

## **Toepassing en uitwisseling van waterdistributiekennis in Zuid-Afrika**

*Ilse Pieterse (KWR), i.s.m. deelnemers van KWR, CCT CapeTown, UCT Capetown, Evides, Dunea, WMD en PWN*

**Waterbedrijven in Zuid-Afrika kampen met hoge lekverliezen. Daarnaast hebben ze te maken met maatschappelijke factoren als de trek naar de stad, een significant stijgende vraag, de 'informal settlements' en de politieke context voor de tarieven. KWR heeft een methode ontwikkeld waarmee veranderingen in de watervraag eenvoudig geïdentificeerd en gekwantificeerd kunnen worden, de Vergelijking van LeveringsPatroonVerdelingen (VLPV). Bovendien kan het informatie leveren over de oorzaak ervan. Dit maakt deze techniek interessant voor de specifieke problematiek in Zuid-Afrika. Tijdens een kennisuitwisselingsreis zijn de mogelijkheden van de VLPV-methode besproken voor Zuid-Afrika, en is kennis uitgewisseld over waterdistributieonderwerpen.**

Drie jaar geleden hebben het bedrijfstakonderzoek van de Nederlandse drinkwaterbedrijven (BTO) en KWR een nieuwe methode gelanceerd voor de analyse van volumestroomgegevens in drinkwaterdistributienetwerken: de Vergelijking van LeveringsPatroonVerdelingen- of VLPV-methode [1]. Deze kan worden gebruikt om te begrijpen wat er in het leidingnet gebeurt in de zin van watervraag, lekverliezen, afsluiterstanden, etc. In Nederland is deze methode inmiddels succesvol toegepast door o.a. Evides en PWN, die beide een open verbinding tussen twee aangrenzende leveringsgebieden hebben opgespoord op basis van VLPV-analyseresultaten [2]. Deze bedrijven en vier andere, namelijk Dunea, WMD, Waternet en Vitens, zijn inmiddels actief bezig met implementatie van de methode binnen hun bedrijf.

De VLPV-methode is eenvoudig en inzichtelijk, waardoor die ook in het buitenland breed toepasbaar zal zijn, vooral in landen waar lekverliezen een serieus probleem vormen. Bij toepassing van de methodiek met behulp van een grote dataset uit Parijs zijn diverse (reeds bekende) lekken opgespoord [3]. Hiermee is de methodiek ook in het buitenland getoetst. De volgende stap is om de methode buiten Europa te valideren en toe te passen. Hiertoe is samenwerking gezocht met de universiteit en het waterbedrijf van Kaapstad.

Ter ondersteuning van de implementatie in Zuid-Afrika is een project opgezet vanuit het EWI Fund (Vewin), waarin bovendien de uitwisseling van andere kennis op drinkwatergebied (met name distributie) een plaats heeft gekregen. Vier van de betrokken bedrijven zijn meegegaan naar Zuid-Afrika en hebben een actieve rol gespeeld in het geheel.

### **VLPV-methode**

Een groot aantal factoren in het leidingnet kan de volumestroom van het drinkwater naar een leveringsgebied beïnvloeden, bijvoorbeeld een lek in het leidingnet, een andere stand van een afsluiter op de grens van het leveringsgebied, een verandering in de watervraag door bijvoorbeeld de komst van een grootverbruiker, een vakantieperiode of de installatie van een zuinige douchekop in alle woningen van een wijk. Veranderingen in de levering van drinkwater

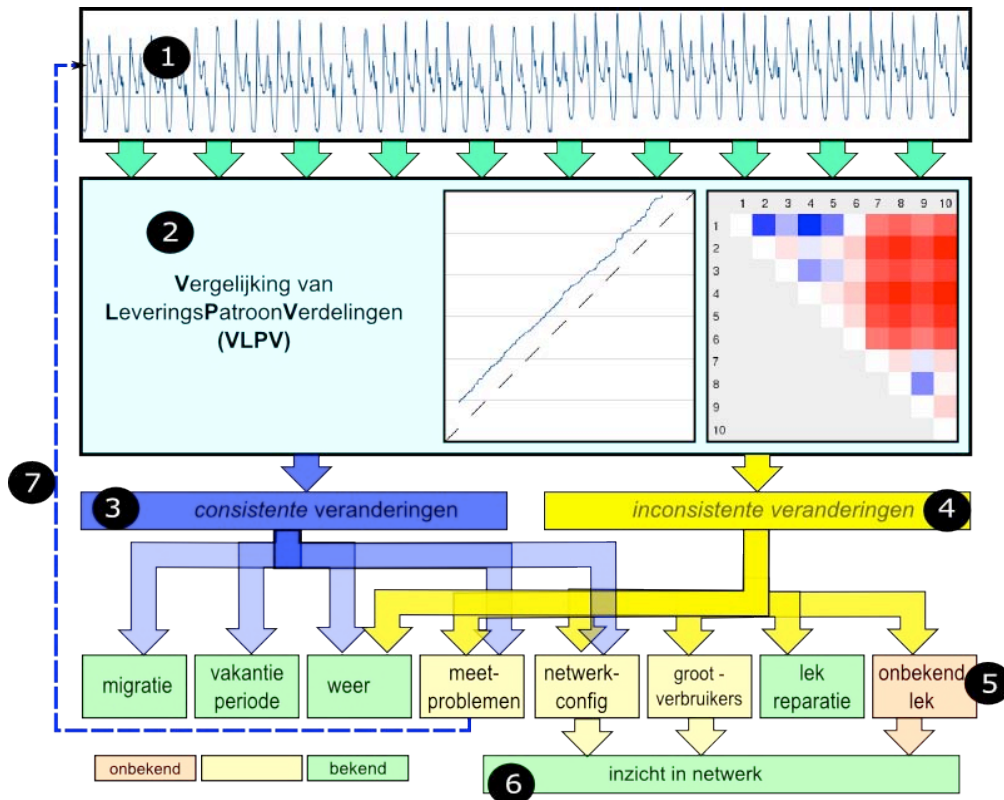
naar een gebied kunnen worden onderverdeeld in twee soorten: consistente en inconsistente veranderingen. Bij een *consistente* verandering blijft de vorm van het leveringspatroon grofweg hetzelfde, maar wordt de totale watervraag geschaald. Oorzaken hiervoor kunnen veranderingen zijn in bevolkingsgroei, in weer (vakantieperiode, tuinsproeien) en in netwerkconfiguratie, zoals een andere afsluiterstand op de grens van het leveringsgebied. Een *inconsistente* verandering leidt tot een verschuiving van het leveringspatroon en kan veroorzaakt worden door het optreden van een lek of de reparatie ervan, door de komst of het vertrek van grootverbruikers, en ook door een gewijzigde stand van een afsluiter op het grensgebied.

In bemeterde leveringsgebieden (balansgebieden) worden door de waterleidingbedrijven de in- en uitgaande waterstromen gemeten. Zo leggen ze reeksen van volumestroommetingen vast. Met de VLPV-methode kunnen deze reeksen van volumestroommetingen eenvoudig worden geanalyseerd. De methode is volledig gebaseerd op de vergelijking van ruwe volumestroommetingen, waardoor geen modelkeuzes of aannames gemaakt hoeven te worden. De VLPV-methode vergelijkt de ruwe volumestroommetingen van twee periodes met elkaar en identificeert en kwantificeert consistente en inconsistente veranderingen in de levering. Het geeft als uitkomst een blokdiagram, waaruit het tijdstip van een verandering, de periode, de soort en de omvang van de verandering kunnen worden afgeleid. In afbeelding 1 is de toepassing van de VLPV-methode beschreven in stap 1-4. Met enige kennis van het leveringsgebied, in combinatie met beschikbare informatie over weer, veranderingen van de omvang van de bevolking (migratie, vakantieperiodes) en netwerkconfiguratie (registratie afsluitermanipulaties en werkzaamheden), kunnen oorzaken van de veranderingen gevonden worden. De externe informatie, die relatief gemakkelijk te verkrijgen is, vormt de basis van een goede interpretatie (afbeelding 1 stap 5, 6 en 7). Wanneer de waargenomen veranderingen niet verklaard kunnen worden door geregistreerde informatie of bekende factoren, dan kunnen ze wijzen op een mogelijke ongeregistreerde verandering in de netwerkconfiguratie, zoals bijvoorbeeld een andere stand van een afsluiter op de grens van het leveringsgebied, of het optreden van nieuwe, onbekende lekken (of diefstal).

Op deze manier kan relatief eenvoudig waardevolle informatie uit een groot aantal meetgegevens gehaald worden. Deze meetgegevens zijn vaak al bij de waterbedrijven aanwezig. Doordat de VLPV-methode het optreden van veranderingen in de meetgegevens kan vaststellen, en de soort verandering kan identificeren en kwantificeren onafhankelijk van de onderliggende oorzaak, is de toepassing niet beperkt tot Nederland, met zijn specifieke levering en problematiek. Ook voor andere landen, waar andere oorzaken of problemen aanleiding kunnen zijn voor een verandering in de volumestroom, heeft de methode hierdoor veel potentie.

### **Toepassing in Zuid-Afrika**

Zuid-Afrika kent zijn eigen specifieke problematiek met betrekking tot watervraag en lekverliezen. Lekverliezen zijn hoog met 'Non Revenu Water' en 'Real Losses' van 37% en 25% van de ingaande volumestroom [4]. In werkelijkheid is het lekverlies waarschijnlijk nog hoger.



**Afbeelding 1. Schema van analyse en interpretatie van leveringspatronen met de VLPV-methode**  
 Vergelijking van volumestroommetingen in de VLPV-methode (1 en 2), die verschillende type veranderingen onderscheidt en kwantificeert (3 en 4). De verschillende typen veranderingen kunnen veroorzaakt worden door slechts een beperkt aantal mechanismen (5), waarvoor interne en externe informatie beschikbaar is, zodat de echte problemen aan de oppervlakte komen (6). Een van deze problemen kan betrekking hebben op de gebruikte data, meters en meetonnauwkeurigheden. Dit kan een reden zijn om terug te gaan naar de meetprocedure (7).  
 Voor een uitgebreide beschrijving van de VLPV-methode, zie [1].

Met de voorziene ontwikkeling in omvang en samenstelling van de bevolking kan er in de toekomst schaarste ontstaan. De infrastructuur is aan het verouderen. Gebrek aan middelen (mede t.g.v. 'gratis' water, zie hieronder) en politieke wil verhinderen een effectieve aanpak. Bovendien wordt Zuid-Afrika gekarakteriseerd door twee verschillende werelden: de metropolen en grote steden enerzijds en het platteland anderzijds. Deze twee werelden kennen duidelijk verschillende niveaus van ontwikkeling en infrastructuur en, hiermee samenhangend, verschillende niveaus van dienstverlening. De metropolen en grote steden beschikken over relatief moderne, goed functionerende watervoorzieningen die een goede kwaliteit drinkwater leveren (weliswaar met chloor). Gebieden met lage inkomens en de zogenaamde *informal settlements* (waar mensen ongereguleerd hun eigen houten en/of golfplaten huisjes bouwen) herbergen extra uitdagingen in de vorm van gecombineerde drinkwater- en sanitatiesystemen, lage betalingsgraad, vandalisme, hoge bevolkingsdichtheid (stad) of grote uitgestrektheid (platteland), en de complexe sociaal-politieke situatie.

Het betalingssysteem in Zuid-Afrika heeft grote invloed op de problematiek en hoe deze aangepakt kan worden. In Zuid-Afrika hanteren ze een getrappt tariefsysteem, waarbij de allerarmsten gratis drinkwater krijgen. Het gevolg hiervan is dat slechts 50% van de bevolking betaalt voor het drinkwater. Steden als Kaapstad, met 3,8 miljoen mensen, worden zo geconfronteerd met dreigende waterschaarste en een grote groep niet betalende klanten.

Gezien de specifieke problematiek wordt veel verwacht van de toepassing van de VLPV-methode. Met de VLPV-methode kan goed onderscheid gemaakt worden tussen de typen veranderingen in de watervraag die zich voordoen, en de oorzaak ervan: komt de verandering door een lekkage of illegale tap, of door een verandering van bijvoorbeeld de bevolkingsgroei? Een mooi voorbeeld is de geobserveerde verdichting van bebouwing en bevolking in gebieden met lage inkomens. De VLPV-methode kan hier een haarscherp onderscheid maken in de toename van waterlevering door groei van de drinkwatervraag of door toegenomen lekverlies. Samen met de universiteit en het waterbedrijf van Kaapstad gaat nu de toepassing in Zuid-Afrika onderzocht worden. Hierbij moet het interpretatieschema (zie afbeelding 1) aan de lokale omstandigheden worden aangepast. Er worden gebieden in Kaapstad geselecteerd om de analyses uit te voeren, waarna uitbreiding naar aangrenzende gebieden is voorzien.

### **Kennisuitwisseling**

Naast een training in het werken met de VLPV-methode op de Universiteit van Kaapstad, heeft KWR samen met de Universiteit van Kaapstad en het Waterbedrijf Kaapstad een symposium georganiseerd. Gedurende 2,5 dag zijn over en weer presentaties gegeven over speerpunten van onderzoek en toepassing. De eerste dag werd verzorgd door de Universiteit van Kaapstad (UCT) en vond plaats op een prachtige locatie: Kloofnek water treatment plant, halverwege de Tafelberg met uitzicht over de oceaan. Hierbij waren naast academici van UCT en Stellenbosch ook verschillende drinkwaterbedrijven en consultants (JOAT, GLS) aanwezig. GLS is voornamelijk gericht op assetmanagement-programma's en software. JOAT richt zich op lekdetectie en drukmanagement voor lekverliesreductie. Het was een zeer interessante dag met een geïnteresseerd publiek en levendige discussies. De daarop volgende anderhalve dag vonden plaats bij het waterbedrijf van Kaapstad (CCT), waar specifiek geïnteresseerden voor onderdelen aanschoven en er opnieuw sprake was van levendige discussies.

Zuid-Afrikaanse partijen blijken erg sterk te zijn in de integratie van data en hydraulische modellen in GIS (Geografische Informatie Systemen), zowel voor operationele als assetmanagement-toepassingen. Ook heeft men veel ervaring met de reductie van lekverliezen door middel van drukaanpassing (pressure management). Deze is gebaseerd op voorspellende relaties tussen drukveranderingen en faalfrequenties. Het onderzoek van UCT richt zich ook met name op lekverliezen, druk-lekrelaties, lek-grondinteractie en bulkwatervoorziening. CCT is bezig met zekere levering, en ook met lekdetectie en drukaanpassing, informatiestromen en –management en het anticiperen op de verwachte waterschaarste, o.a. door hergebruik van effluent en de aanleg van een apart distributienet daarvoor.

Vanuit de Nederlandse delegatie is een scala aan onderwerpen gepresenteerd, o.a. prestatie-indicatoren – zoals het aantal ondermaatse leveringsminuten (OLM) – zelfreinigende netten,

inspectietechnieken, *live control systems*, mobiel GIS, simulatie van watervraag, de VLPV-methode, automatisering van de waterproductie, USTORE, netdruksturing en ontwerpregels voor secundaire netten.

Daarnaast heeft de delegatie een aantal bedrijven bezocht: Atlantis Aquifer and Water Treatment Plant, Faure Water Treatment Plant, Scientific Services en Treated Effluent Site van Athlone.

### **Ervaringen vanuit Nederlands perspectief**

De Nederlandse waterbedrijven zijn zich vooral bewust geworden van de andere problematiek waar de waterbedrijven in Zuid-Afrika mee geconfronteerd worden, zoals de trek naar de stad, significant stijgende vraag, de 'informal settlements' en de politieke context voor de tarieven. Deze problematiek is fundamenteeler en omvangrijker dan hier in Nederland en leidt tot andere vraagstukken en een andere manier van omgaan met de watervoorziening. Zuid-Afrika heeft (noodgedwongen) een goede en praktische aanpak van NRW-reductie (Non Revenue Water, geproduceerd water dat uiteindelijk niet terecht komt bij de betalende klant). Een groot aandachtspunt en succesnummer is 'pressure management', zowel bij de Universiteit als bij het waterbedrijf, met als grootste drijfveer lekbeperking, terwijl bij Nederlandse bedrijven energiebesparing de grootste drijfveer is. Anders dan in Nederland wordt in Kaapstad geen drukverhoging maar alleen drukverlaging toegepast. Drukverlaging kan tot 20% lekverliesreductie leiden, waardoor ook minder snel pompen vervangen hoeven te worden op pompstations. Verder valt op dat 50% van het lekverlies in de grote steden van Zuid-Afrika ontstaat bij huisaansluitingen.

Onze problemen lijken in het niet te vallen bij de problemen in Zuid-Afrika, die veel urgenter en ernstiger zijn. Lekdetectie heeft in Nederland een andere prioriteit, met een lekverlies van 3% tegenover meer dan 30% in Zuid-Afrika. Nederlandse methodes, zoals ontwerpcriteria voor zelfreinigende tertiaire netten en geoptimaliseerde secundaire netten, en onze methode van druksturing, zijn in Zuid-Afrika helemaal (nog) niet aan de orde.

Bedrijven als GLS en JOAT spelen een grote rol bij de bedrijfsvoering van de waterbedrijven. Ze hanteren hierbij een praktische aanpak met empirische grafieken, vuistregels en kentallen, die leiden tot inzichtelijke assetmanagement-tools en succesvolle oplossingen voor lekverliezen. De tools die zij hierbij ontwikkelen en toepassen zijn van wereldklasse.

Een ander voorbeeld waaruit blijkt dat Zuid-Afrika (of Kaapstad) oplossingen zoekt en in praktijk brengt, is het gebruik van behandeld effluent voor irrigatie en voor industriële doeleinden, ter vervanging van drinkwater. De Treated Effluent Site van Athlone is volledig gericht op de behandeling van het effluent. Daarnaast is er een apart distributienet aangelegd, waarbij men zich heel bewust is van de risico's die de distributie van behandeld effluent met zich meebrengt. Allerlei maatregelen zijn genomen om verwarring en vermenging met drinkwater te voorkomen, zoals een andere kleur leidingen, waarschuwborden en technische maatregelen. Dit is een ontwikkeling waar Kaapstad met recht trots op is.

Andere punten die door de Nederlandse delegatie als interessant en/of verrassend werden ervaren, zijn het gebruik van insteekmeters als flowmeters (als mogelijk alternatief voor de relatief dure MID meters die normaal in Nederland toegepast worden), de aantasting van drinkwaterleidingen door nabijgelegen gasleidingen en de afweging tussen één keer een goede en twee keer een minder goede leiding leggen. In Nederland ondervinden we soms jaren later nóg hinder van financiële keuzes uit het verleden (AC leidingen uit Oost-Europa in jaren vijftig). In eerste instantie lijkt het aantrekkelijk als er meer meters gelegd of vervangen kunnen worden. Later kan er echter enorm veel hinder van ondervonden worden, wat uiteindelijk tot veel hogere kosten kan leiden. Met grootschalige vervangingen in het vooruitzicht is het goed om ook de kwaliteit een belangrijke rol in de afweging te laten spelen.

Tenslotte leverde de kennisuitwisselingsreis ook een belangrijke bijdrage aan de uitwisseling van kennis en ervaringen tussen de Nederlandse bedrijven onderling; ervaringen rond de inrichting van leveringsgebieden, uitvoeren en analyseren van metingen in het distributienet (wat, waarvoor en hoeveel), maar ook nieuwe kennis en informatie rond de buitendienst-automatisering van WMD, de toepassing SIMDEUM in Diverdi door Dunea, en Plenty (pressure control network) van PWN.

#### **Ervaringen vanuit Zuid-Afrikaans perspectief**

Zowel de universiteit als het waterbedrijf van Kaapstad was onder de indruk van de proactieve en enthousiaste benadering in Nederland van problemen rond het managen van de watervraag en optimalisatie van het distributienetwerk. De Nederlandse watersector werd gezien als een soort van ideaal, waar doelstellingen, problemen en beperkingen worden bestudeerd en begrepen, waar rationele beslissingen worden genomen en consequent worden doorgevoerd en waar technische problemen serieus worden genomen. Het feit dat water geleverd wordt zonder chloor is een indicatie voor het vertrouwen in de Nederlandse watersector. Daarnaast zijn de lage storingsfrequentie en lekverliezen indrukwekkend en een teken dat aanleg en onderhoud van het distributienet van hoge kwaliteit zijn. De lagere drukken in de Nederlandse netwerken waren voor hen verrassend maar te begrijpen door de ligging van Nederland en de afwezigheid van grote verschuivingen in de populatie. Verder viel het hen op dat de Nederlandse bedrijven soms een kookadvies uitbrengen. Door chloreren van water heeft Zuid-Afrika dat niet nodig.

Het Nederlandse onderzoek in de watersector heeft internationaal een goede reputatie. Toegepast en wetenschappelijk onderzoek worden met elkaar verbonden. De Zuid-Afrikanen waren onder de indruk van het innovatieve en praktische karakter van het onderzoek, dat bovendien vaak wordt geïmplementeerd in de praktijk. Belangrijke leerpunten waren de manier van aanleg en management van het distributiesysteem, en de mogelijkheden van de VLPV-methode voor Zuid-Afrika. Deze methode heeft veel gesprekstof opgeleverd.

Het real-time monitoren van waterkwaliteit is iets waar het waterbedrijf van Kaapstad ook aan zou willen werken, maar wat financieel niet haalbaar is voor hen. Ook de geavanceerde technologie in Nederland voor SCADA en telemetrie is van een niveau dat Kaapstad zou willen

bereiken. Momenteel is dat echter nog toekomstmuziek, door beperkingen met betrekking tot informatietechnologie.

Daarnaast bleek er een verrassend verband te zijn tussen het bewijs van erosie aan de buitenkant van de leidingen, dat vaak waargenomen wordt in Nederland, en het onderzoek dat aan de Universiteit van Kaapstad wordt uitgevoerd naar bodem-lek-interactie. Dit bevestigde een aantal Zuidafrikaanse hypothesen over wat er gebeurt in de bodem tijdens een lek.

Ten slotte werd het van Zuid-Afrikaanse zijde ervaren alsof de Nederlandse delegatie van medewerkers van KWR en verschillende drinkwaterbedrijven samen een team vormen. En dit is natuurlijk in feite ook het geval in het Bedrijfstakonderzoek, waarin wij samen optrekken.

### **Vervolg**

Vanwege de potentie van de VLPV-methode in Zuid-Afrika wil het lokale Center of Expertise (CoE) van Vitens-Evides-International een showcase opzetten rond de implementatie van de methode. Hiervoor zijn in Zuid-Afrika de eerste stappen gezet in Kaapstad. In deze showcase wordt de methode toegepast in een of meer pilots, waar de nodige exposure voor wordt gegenereerd, waarna trainingsmateriaal voor lokale toepassing wordt ontwikkeld. In een door CoE geleid tegenbezoek van een delegatie van verschillende Zuid-Afrikaanse waterbedrijven is ook belangstelling van de andere waterbedrijven gebleken.

### **Auteurs**

*Aan dit artikel hebben meegewerkt:*

*Ilse Pieterse en Peter van Thienen (KWR), Melissa de Sousa-Alves (CCT, CapeTown), Mpafane Deyi en Kobus van Zyl (UCT, Capetown), Henk de Kater (Evides), Maurice van de Roer (Dunea), Petra Holzhaus (WMD), Martin Klein-Arfman en Henk van Duist (PWN).*

### **Literatuur**

1. Van Thienen, P., I. Pieterse-Quirijns, H. De Kater en J. Duifhuizen (2012). Nieuwe lekverliesbepalingsmethoden voor het drinkwaterdistributienet. *H2O*, vol. 8, p. 41-44.
2. Van Thienen, P., J. Vreeburg en H. De Kater (2013). Water flow data key to pinpointing change. *Water21*, juni 2013, p. 36
3. Van Thienen, P. en F. Montiel (2014). Flow analysis and leak detection with the CFPD method in the Paris drinking water distribution system. *11th International Conference on Hydroinformatics*, New York City, USA.
4. McKenzie, R., Z.N. Siqalaba en W.A. Wegelin (2012). *The State of Non-revenue Water in South Africa*. Pretoria, South Africa: Water Research Commission, Report No. TT 522/12.