

KWR 2017.101 | November 2017

Overzicht toepassing van sensoren en ICT in de watermeter

Overzicht toepassing van sensoren en ICT in de watermeter

KWR 2017.101 | November 2017

Opdrachtnummer

401742-017

Projectmanager

ir. A. (Andreas) Moerman

Opdrachtgever

DPWE bedrijven

Kwaliteitsborger(s)

dr. P. (Peter) van Thienen

Auteur(s)

dr. ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker

ir. M.F.M.A. (Monique) Albert

Verzonden aan

DPWE Stuurgroep

Jaar van publicatie
2017

Meer informatie
dr.ir. Mirjam Blokker
T 030-6069533
E mirjam.blokker@kwrwater.nl

Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



KWR 2017.101 | November 2017 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd,
opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand,
of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze,
hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën,
opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande
schriftelijke toestemming van de uitgever.

DPWE Managementsamenvatting

Veel denkbare voordelen van "slimmere" watermeters

Auteur(s) dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker, ir. M.F.M.A. (Monique) Albert

De huidige op-afstand-afleesbare watermeter is nog geen "intelligente" watermeter. Maar met extra functionaliteit van sensoren en ICT komt een werkelijk intelligent watermeternetwerk wel in zicht. Op basis van expertise en een beperkt literatuuronderzoek is een tabel opgesteld waarin een groot aantal denkbare extra functionaliteiten kwalitatief is beoordeeld op verschillende voordelen voor het waterbedrijf, de klant en de maatschappij. De extra functionaliteiten die benoemd zijn, variëren van automatisch aflezen en op afstand kunnen bedienen, tot het combineren van de watermeter met druk- en waterkwaliteitssensoren. De beoordeling is gedaan op potentiële voordelen voor het waterbedrijf (d.w.z. voor de facturatie, het klantcontactcentrum en de operationele bedrijfsvoering), de voordelen voor de klant en voor de maatschappij en een inschatting welke onderzoeken eenvoudiger worden door de extra functionaliteit. De belangrijkste voordelen kunnen vervolgens kwantitatief worden beoordeeld.



Belang: verkennen voordelen extra functionaliteit in de watermeter

Er komen steeds goedkopere sensoren op de markt. Door deze sensoren te plaatsen in combinatie met de watermeter wordt het mogelijk om de meetdata op een relatief eenvoudige manier te verzenden naar een centrale database. De huidige op-afstand-afleesbare watermeter is nog geen "intelligente" watermeter, omdat er -

behalve dat er geen meteropnemer meer aan te pas hoeft te komen - geen extra functionaliteit wordt toegevoegd. Toevoeging van extra functionaliteiten via sensoren en ICT brengt wel een werkelijk intelligent watermeternetwerk in zicht. Daarmee zouden watermeters meer informatie kunnen verstrekken, en op basis van hun eigen informatie en die van andere

Trefwoorden: sensoren, intelligente watermeter, meetopbrengst

informatiebronnen ook een ander handelingsperspectief kunnen bieden.

Om een afweging te kunnen maken tussen kosten en baten is het van belang om niet uitsluitend de opbrengsten voor de facturatie in kaart te brengen, omdat de business case dan zelden positief is. Door de voordelen veel breder te benoemen, geeft de afweging een completer beeld.

Aanpak: kwalitatieve evaluatie van voordelen voor het waterbedrijf, de klant en de maatschappij

Op basis van expertise en een beperkt literatuuronderzoek is een tabel opgesteld waarin een groot aantal denkbare (maar niet noodzakelijkerwijs reeds beschikbare) extra functionaliteiten wordt beoordeeld op verschillende voordelen voor het waterbedrijf, de klant, de maatschappij en onderzoek. De beoordeling is vooral kwalitatief gedaan, plus een inventarisatie van hoe een en ander meer gekwantificeerd kan worden. De extra functionaliteiten die benoemd zijn, variëren van automatisch aflezen tot op afstand kunnen bedienen en van eenvoudiger met de klant kunnen communiceren of de klant van informatie voorzien tot koppeling met andere (geografische) databronnen en het combineren van de watermeter met druk- en waterkwaliteitssensoren. De beoordeling is gedaan op potentiële voordelen voor het waterbedrijf (d.w.z. voor de facturatie, het klantcontactcentrum en de operationele bedrijfsvoering), de voordelen voor de klant en voor de maatschappij, en een inschatting welke onderzoeken eenvoudiger worden door de extra functionaliteit. Tevens is een aantal aandachtspunten benoemd.

Resultaten: een tabel met vele voordelen

Voor iedere combinatie van extra functionaliteit en mogelijke voordelen is een vakje in de tabel ingevuld. Zo geeft de toevoeging van druksensoren in de watermeter een voordeel voor de *bedrijfsvoering* omdat lekken in het leidingnet sneller opgespoord kunnen worden, en voor de *klant* omdat lekken in de installatie sneller kunnen worden gedetecteerd. Het verstrekken van gedetailleerde informatie over het waterverbruik kan een voordeel voor de klant zijn als die zijn waterverbruik wil verminderen. Een voorbeeld van

onderzoek dat mogelijk wordt met slimme watermeters, is bestuderen of informatie over waterverbruik, werkzaamheden of kookadvies ook leidt tot aanpassingen in gedrag rond waterverbruik. In de tabel is met kleuren aangegeven op welke bedrijfswaarde het onderwerp betrekking heeft; bijvoorbeeld kostenbesparing of een verhoging van de leveringscontinuïteit.

Toepassing: voordelen kwantificeren voordat extra functionaliteit van de watermeter wordt ingezet

De belangrijkste voordelen die een drinkwaterbedrijf ziet, kunnen verder uitgewerkt worden. Op basis van meer kwantitatieve informatie kan dan een kosten-batenanalyse worden gedaan, waarna het waterbedrijf kan besluiten of de extra functionaliteit een meeropbrengst geeft. Het kwantificeren van de voordelen voor de facturatie is vaker gedaan in bedrijfseigen business cases. Dit leidt meestal niet tot een positieve business case. Andere voordelen kunnen wel leiden tot een positieve kosten-batenanalyse wel. Het kwantificeren van de voordelen voor klant en maatschappij zou een plek kunnen krijgen in het BTO thematisch onderzoek Klant. Het kwantificeren van de voordelen voor de bedrijfsvoering zou heel goed gedaan kunnen worden door modelstudies met gedetailleerde hydraulische modellen en simulaties van lekken of waterkwaliteitsproblemen.

Rapport

Dit onderzoek is begeleid door Bas Dilven (Evides), Edwin van den Brink (PWN), Ernst Wink (Waternet) en Maurits Doorn (Dunea), en is vastgelegd in het rapport *Overzicht toepassing van sensoren en ICT in de watermeter* (KWR 2017.101).

Jaar van publicatie
2017

Meer informatie
dr. Ir. E.J.M. Blokker
T (030) 606 9533
E mirjam.blokker@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands
T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

Inhoud

<i>DPWE Managementsamenvatting</i>	2
1 Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doel	6
1.3 Aanpak	6
2 Overzicht van voordelen van, en aandachtspunten bij, (toekomstige) functionaliteiten voor IWM, gespecificeerd voor verschillende groepen gebruikers	8
2.1 Extra functionaliteiten	8
2.2 Meterstand	10
2.3 "TOON" voor waterverbruik	14
2.4 Actuatoren	16
2.5 Koppeling met ICT	17
2.6 Extra sensoren	19
2.7 Bedrijfswaarden	22
3 Discussie en aanbevelingen vervolgonderzoek	23
4 Referenties	26
Bijlage I Opbrengsten brainstormsessie	28
Bijlage II Matrix	30
Bijlage III Uitwerking van voor waterbedrijven belangrijke aspecten in de bedrijfsvoering in relatie tot (mogelijke) functionaliteiten van IWM	31

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In afgelopen jaren zijn verscheidene onderzoeken gedaan naar de inzet van ‘intelligente watermeters’ (IWM), waaronder een BTO onderzoek in 2006: ‘De intelligente watermeter; verkenning van een nieuw concept voor bemetering en facturering bij waterbedrijven’ (Ramaker et al., 2006). Dit onderzoek was erop gericht een businesscase op te stellen voor de inzet van IWM, waarbij de IWM destijds werd gedefinieerd als “een op ieder willekeurig moment op afstand uitleesbare en beïnvloedbare watermeter met optioneel een afsluitbare klep, inclusief volautomatische gegevensverwerking, incassoproces en een interactieve website waar klanten gegevens kunnen wijzigen, meterstanden bekijken en rekeningen betalen.” In dit rapport wordt een ruimer begrip van intelligente watermeters gehanteerd, zie onderaan deze paragraaf.

In ditzelfde onderzoek uit 2006 is een kosten-batenanalyse gedaan betreffende IWM:

De gekwantificeerde (in 2006 geschatte) baten (€) waren:

- a. door verdere automatisering betere NAW-gegevens en lagere kosten facturatie;
- b. minder kosten klantcontactcentrum (KCC) door minder vragen over rekening;
- c. incasso goedkoper door mogelijkheid op afstand af-/aansluiten.

Overige baten - in 2006 niet gekwantificeerd:

- d. meer inzicht in lekverliezen en fraude;
- e. efficiëntere bedrijfsvoering door inzicht in actueel waterverbruik;
- f. efficiënter meterparkbeheer doordat eerder niet-functionerende watermeters worden geïdentificeerd;
- g. mogelijkheid voor gedifferentieerd tarief op basis van tijd van de dag, of naar verbruik (basisprijs tot x m³, daarboven een toeslag);
- h. betere waterkwaliteit door afsluiten tijdens spui-actie, geen bruin water naar de klant, alles naar de spuikraan.

De berekende opbrengsten gaven destijds nog geen aanleiding voor een brede uitrol van IWM, ook niet als samen met de energiesector werd opgetrokken. De technologie schrijdt echter voort en er zijn signalen dat de IWM nog slimmer wordt, bijvoorbeeld doordat ook druk- of waterkwaliteitssensoren worden toegevoegd. Daarmee kunnen ook de opbrengsten van een IWM breder worden gedefinieerd dan alleen een betere kassa. Een IWM kan bijdragen aan meer accurate kennis van de actuele status van het distributienet en de drinkwaterinstallatie. Deze kennis kan worden gebruikt in de communicatie met stakeholders (klanten, overheidsinstanties).

Dit project richt zich op de toepassingsmogelijkheden van de intelligente watermeter (IWM). Daarbij is de IWM breder gedefinieerd als een op afstand afleesbare watermeter (AMR, automatic meter reading), die al verscheidene toepassingen in de praktijk kent. De intelligentie van de IWM komt pas tot zijn recht in de interactie met zijn omgeving, d.w.z. andere IWM's of monteurs van het drinkwaterbedrijf. De IWM heeft dus extra functionaliteit ten opzichte van de AMR, bijvoorbeeld doordat extra sensoren zijn toegevoegd, of door extra communicatiemogelijkheden (met de klant of andere IWM's). Een intelligent (“smart”) netwerk van IWM's wordt aangeduid als AMI (advance metering infrastructure). In dit rapport wordt dus een ruimer begrip van intelligente watermeters gehanteerd, namelijk een set van

sensoren + uitgebreide ICT-mogelijkheden ter plekke van de watermeter, waarmee waterverbruik, maar ook andere parameters gemeten kunnen worden en waar uitgebreide gegevensuitwisseling mee kan plaatsvinden.

1.2 Doel

Als belangrijkste opbrengst van dit onderzoek willen we een overzicht geven van welke brede inzet er mogelijk is (en wordt) met intelligente watermeters en daarmee samenhangende toepassingen. We vragen ons dus af: Wat kunnen de bestaande intelligente watermeters betekenen? Wat kunnen toekomstige nog intelligentere watermeters betekenen? We richten ons specifiek op de inzetbaarheid van de IWM, de wijze waarop netbeheer en de processen hieromheen verbeterd kunnen worden, het voordeel voor de waterbedrijven, klant en maatschappij, en kansen voor onderzoek door gebruik van gegevens van IWM's.

1.3 Aanpak

Bij aanvang van het project heeft een startoverleg met alle DPWE-partners plaatsgevonden met als doel boven water te krijgen wat belangrijke vragen zijn op het vlak van de intelligente watermeter en hoe het project zou worden ingestoken. Voorafgaand aan dit overleg is ter voorbereiding een e-mail rondgestuurd met een overzicht wat er in 2006 gedaan is op dit vlak en een aantal vragen over (mogelijke) toepassingen van slimme watermeters binnen de duinwaterbedrijven:

1. Nieuwe IWM hebben ook een temperatuursensor. Zijn jullie geïnteresseerd in de temperatuur van het leidingwater wanneer het de meter passeert? Wat zouden jullie (of collega's) met deze informatie doen in operationele zin?
2. Binnen KWR is al enige ervaring opgedaan in het analyseren van data die nu al beschikbaar zijn, en er is contact met een leverancier. Typisch logt de sensor eenmaal per dag de minimale temperatuur. Ook andere, goedkope sensoren zoals EGV, pH, etc. zouden mogelijk op een IWM geplaatst kunnen worden. Daarbij geldt dezelfde vraag als hierboven: Zijn jullie geïnteresseerd in de (fysische) waterkwaliteit van het leidingwater wanneer het de meter passeert? Welk aspect met name? Wat zouden jullie (of collega's) met deze informatie doen in operationele zin?
3. Verder in de toekomst zou mogelijk ook de microbiologische waterkwaliteit eenvoudig, goedkoop, betrouwbaar, gemeten kunnen worden. Zijn jullie geïnteresseerd in de microbiologische waterkwaliteit van het leidingwater wanneer het de meter passeert? Welk aspect met name? Wat zouden jullie (of collega's) met deze informatie doen in operationele zin?
4. Welke intelligentie in de IWM zou van nut kunnen zijn voor een klant? Bijvoorbeeld een concrete (en accurate) aanwijzing dat er een lek is, of dat de waterkwaliteit goed is. En wat heeft het waterbedrijf eraan dat de klant deze informatie heeft? Hierbij zou men zich berekeningen kunnen voorstellen om dergelijke baten te kwantificeren.
5. KWR heeft onlangs contact gehad met het waterbedrijf van Valencia, die de hele stad hebben voorzien van IWM (vaak op niveau van appartementengebouw), wat zouden jullie van hen willen weten? Of zijn er andere partijen (gebruikers, leveranciers, onderzoekers) waar jullie meer van willen weten?
6. Hebben jullie nog ideeën over overige baten, die nog helemaal niet benoemd zijn?
7. Wat hopen jullie uit dit project te halen? Wanneer is het een geslaagd project?

Ook zijn er een aantal vragen gesteld rondom de in paragraaf 1.1 genoemde kosten en baten:

1. In 2006 is o.a. gesproken over randvoorwaarden voor een pilot. Hier is voor zover bekend geen opvolging aan gegeven. Is er wel ervaring opgedaan met IWM?

2. Zijn de in 2006 genoemde baten nog altijd relevant? Zo ja, kunnen we ze dan beter kwantificeren? Dat hoeft trouwens niet in € te zijn, maar kunnen we meer dan alleen benoemen?

Tot slot zijn er voor een aantal baten meer specifieke vragen gesteld betreffende relevantie voor de DPWE-bedrijven en voorstellen voor kwantificering en risicoanalyse.

De antwoorden op alle bovengenoemde vragen zijn tijdens het startoverleg verzameld en afgestemd middels een brainstormsessie. De ideeën die uit deze brainstormsessie, waarvan de opbrengsten zijn weergegeven in bijlage 1, zijn ontstaan, zijn grofweg in 3 categorieën onder te brengen:

- klant en facturatie;
- infra;
- maatschappelijk belang.

De verdere inrichting van het project is voortgekomen uit de opbrengsten van het startoverleg. Na zorgvuldige afstemming met de DPWE-bedrijven is ervoor gekozen om binnen dit project de focus te leggen op een kwalitatieve evaluatie van voordelen voor verschillende doelgroepen van veel mogelijke aspecten van watermeters met eventuele extra sensoren en ICT-functionaliteit. De hiervoor benodigde informatie is vervolgens verzameld uit de resultaten van de brainstormsessie, uit input van zowel KWR collega's als collega's uit de DPWE bedrijven, en uit de opbrengsten van een beperkt literatuuronderzoek. Daarnaast is bepaald in hoeverre bepaalde functionaliteiten wel of niet al op de markt zijn. De belangrijkste opbrengsten zijn ondergebracht in een matrix die in hoofdstuk 2 aan de hand van een aantal PowerPointdia's, die ook apart in een presentatie aan de DPWE-deelnemers zijn geleverd, is gepresenteerd.

2 Overzicht van voordelen van, en aandachtspunten bij, (toekomstige) functionaliteiten voor IWM, gespecificeerd voor verschillende groepen gebruikers

Er is een matrix opgesteld waarin de (mogelijke) functionaliteiten van IWM zijn uitgezet t.o.v. voordelen voor diverse gebruikers, aandachtspunten bij gebruik van een bepaalde functionaliteit, impact op onderzoek, ervaringen en literatuurverwijzingen. Deze matrix wordt in paragraaf 2.1 tot en met 2.6 aan de hand van dia's met relevante doorsnedes gepresenteerd.

Omdat er binnen het kader van dit project slechts ruimte was voor een beperkt literatuuronderzoek, geven de resultaten hiervan slechts een impressie van wat er zoal al gedaan is en momenteel speelt op het gebied van intelligente watermeters. Om een indruk te krijgen van wat er actueel is rondom intelligente watermeters zijn de proceedings van de CCWI-conferentie van 2016 gescand op relevante informatie betreffende dit onderwerp. Daarnaast zijn er een aantal artikelen, betreffende een aantal van de functionaliteiten uit de matrix, die tijdens en na het opstellen van de matrix verzameld zijn, nader bekeken. De voor de verschillende functionaliteiten relevante literatuur wordt in de paragraaf horende bij de betreffende functionaliteiten toegelicht.

De volledige matrix is op A0-formaat beschikbaar gemaakt en te vinden in bijlage II van dit rapport. De matrix is op verschillende manieren te lezen: ofwel vanuit de verschillende functionaliteiten, ofwel vanuit de verschillende doelgroepen, ofwel vanuit een aantal voor waterbedrijven belangrijke aspecten in de bedrijfsvoering. Deze laatste benadering wordt toegelicht in paragraaf 2.8 en is uitgewerkt in bijlage III.

2.1 Extra functionaliteiten

Dia 2 hieronder geeft het overzicht van de verschillende (mogelijke) extra functionaliteiten voor IWM die zijn voortgekomen uit de raadpleging van de eerder genoemde bronnen. In de overige paragrafen van dit hoofdstuk worden deze functionaliteiten verder uitgewerkt. Per functionaliteit is gekeken naar:

- **Potentiële voordelen voor het waterbedrijf.**
Meer concreet is er gekeken naar voordelen die betrekking hebben op de interactie tussen waterbedrijf en klant middels het klantcontactcentrum in het facturatieproces; de bedrijfsvoering.
- **Potentiële voordelen voor klant en maatschappij.**
Zowel voordelen voor de huishoudelijke klant als de grootverbruikers zijn hier beschouwd. Onder maatschappij mag het algemeen belang worden verstaan.
- **Welk onderzoek wordt mogelijk (of eenvoudiger) hiermee?**
Er is rekening gehouden met zowel wetenschappelijk als toegepast onderzoek.
- **Aandachtspunten.**

Er moet hier vooral gedacht worden aan mogelijke risico's of bijeffecten, of aan niet wenselijke interpretatie door de klant bij invoering van een bepaalde functionaliteit.

- **Wie heeft hier ervaring mee en hoe?**

Indien van toepassing op een bepaalde functionaliteit zijn deze punten in subparagrafen onder de betreffende functionaliteit terug te vinden.

DPWEIWM Oktober 2017

2

(Mogelijke) extra functionaliteiten voor IWM

(groen vet: al op de markt; rood: nog NIET op de markt)

Meterstand (Q)

- Op afstand afleesbaar.
- Hogere logfrequentie.
- Differentiëren naar type waterverbruik middels ofwel (indien mogelijk) desaggregatie van de enkele ingaande stroom ofwel extra meters gekoppeld aan de IWM.
- Alarmfunctie.

"TOON" voor waterverbruik

- Informatie van de IWM aan de klant.
- Informatie van drinkwaterbedrijven aan de klant, alternatief via een app.
- Koppeling met energieverbruik / domotica.

Actuatoren

- Op afstand afsluiten.
- Op afstand openen.

Koppeling met ICT

- Centrale Data-opslag/ Cloud/Internet of things.
- Koppeling met GIS.

Extra sensoren

- Druk (P).
- Temperatuur.
- Elektrisch geleidingsvermogen/ pH / O₂.
- Microbiologische parameters.

2.2 Meterstand

2.2.1 Voordelen voor verschillende groepen belanghebbenden

DPWEIWM Oktober 2017 4

Meterstand (Q)

Potentiële voordelen voor het waterbedrijf

	KLANTCONTACTCENTRUM/ FACTURATIEPROCES	BEDRIJFSVOERING
Op afstand afleesbaar.	Automatische facturatie -> goedkoper, sneller.	<ul style="list-style-type: none"> Ondersteuning beslissingen in de operatie. Data op elk gewenst moment te verkrijgen. Wegvallen Arbo-aspecten bij lastige toegankelijkheid van meters.
Hogere logfrequentie.	<ul style="list-style-type: none"> Variabele/ gespreide facturatie mogelijk, afhankelijk van werkelijk verbruik. 	<ul style="list-style-type: none"> Sneller duidelijk of einde standtijd is bereikt en of juiste kaliber watermeter is ingezet. Meer inzicht in pieken en dalen in verbruik en seizoensinvloeden en hier op in kunnen spelen. Ontmoedigen van piekbelastingen: hogere tarieven bij grotere afname.
Differentiëren naar type waterverbruik.	<ul style="list-style-type: none"> Gedetailleerde facturatie mogelijk. Gericht/ persoonlijk advies/ strategie t.b.v. afname waterverbruik. Facturatie per type waterverbruik. 	Door water voor bepaalde typen gebruik duurder te maken tijdens piekuren zou mogelijk gestuurd kunnen worden op piekafvlakking.
Alarmfunctie.	<ul style="list-style-type: none"> Bij afwijkende meterstanden klant onmiddellijk attenderen. Service mogelijkheden naar de klant. 	Alarmering bij teruglevering / monitoring terugstroombeveiliging.

KWR Watercycle Research Institute

DIA 4

DPWEIWM Oktober 2017 5

Meterstand (Q)

Potentiële voordelen voor klant en maatschappij

	(HUISHOUDELIJKE) KLANT	MAATSCHAPPIJ
Op afstand afleesbaar.	Gemak: hoeft niet zelf de stand door te geven of iemand van waterbedrijf binnen te laten.	Minder milieubelastend dan monteur die op pad gaat.
Hogere logfrequentie.	Meer inzicht in verbruiken mogelijkheid om sneller lekken vast te stellen. Mogelijkheid om verbruik bewust te reduceren.	Bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor minder watervraag en daardoor minder impact op omgeving.
Differentiëren naar type waterverbruik.	Meer inzicht in verbruik geeft mogelijkheid om verbruik gericht te reduceren.	Bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor minder watervraag en daardoor minder impact op omgeving.
Alarmfunctie.	<ul style="list-style-type: none"> Lekdetectie in binneninstallatie. Mogelijkheid vakantiealarm. Signalering "geen waterverbruik" (oma- alert). 	<ul style="list-style-type: none"> Door oma-alert ouderen beter beschermd. Invloed op verzekeringspremie waterschade door vroege lekdetectie.

KWR Watercycle Research Institute

DIA 5

2.2.2 Onderzoek wat mogelijk (eenvoudiger) wordt door extra functionaliteiten betreffende meterstand

DPWEIWM Oktober 2017

6

Meterstand (Q)

Welk onderzoek wordt mogelijk (of eenvoudiger) hiermee?

- **Op afstand afleesbaar:**
Betrouwbaardere verbruiksdata: Onderzoek naar waterverbruik en bepalende factoren, zoals wel / geen tuin, inkomen, etc.
- **Hogere logfrequentie:**
 - Meer data en dus meer inzicht in hydraulische processen in het drinkwater distributiesysteem.
 - Beterere modellen (bijv. aanscherpen patronen in SIMDEUM (bij hele hoge logfrequentie)/ analyse en validatie.
- **Differentiëren naar type waterverbruik middels ofwel (indien mogelijk) desaggregatie van de enkele ingaande stroom ofwel extra meters gekoppeld aan de IWM:**
 - Validatie van input van verbruiksvoorspellingen voor risico- en scenariostudies (SIMDEUM).
 - Vervolgens beter onderbouwde inzet van deze verbruiksvoorspellingen in modellering (bijv. infectierisico).
 - Kunnen in plaats van verbruiksvoorspellingen ook real-time data worden ingezet voor deze toepassingen?
 - Leidt inzicht in afname verbruik?
- **Alarmfunctie:**
Leidt alarmering tot aanpassing in gedrag?

DIA 6

2.2.3 Aandachtspunten bij functionaliteiten gerelateerd aan meterstand

DPWEIWM Oktober 2017

7

Meterstand (Q)

Aandachtspunten

- **Hogere logfrequentie:**
Mogelijk ongemak voor klant: rekening variabelere indien echt verbruik wordt afgerekend, in plaats van maandelijks voorschot.
- **Differentiëren naar type waterverbruik middels ofwel (indien mogelijk) desaggregatie van de enkele ingaande stroom ofwel extra meters gekoppeld aan de IWM:**
Indien klant dit niet wil, leidt dit tot lagere waardering DWB.

DIA 7

2.2.4 Ervaringen met extra functionaliteiten betreffende meterstand

DPWEIWM Oktober 2017

8

Meterstand (Q)

Wie heeft hier ervaring mee?

- **Op afstand afleesbaar.**
 - Drinkwaterbedrijven (DWB) met automatische meterstandregistraties (AMRs).
 - Bedrijven met grotere klanten (zowel in NL als daarbuiten).
 - Evides.
- **Hogere logfrequentie.**
 - DWB met AMR's.
 - Bedrijven met grotere klanten (zowel in NL als daarbuiten).
 - Evaluatie watermeter bij AMR al gebruikelijk maar nog niet voor huishoudelijke klant.
- **Differentiëren naar type waterverbruik middels ofwel (indien mogelijk) desaggregatie van de enkele ingaande stroom ofwel extra meters gekoppeld aan de IWM.**
 - Alleen ervaring in onderzoek, geen operationele ervaring.
- **Alarmpuntie.**
 - waterbedrijf Valencia met bijv. "oma-alert".

KWR Watercycle Research Institute

DIA 8

Waterbedrijf Evides geeft aan al ervaring te hebben met het op afstand aflezen van watermeters. Zo is deze functionaliteit geïmplementeerd in 1500 watermeters die gekoppeld zijn op overgangspunten van particuliere leidingen en Evides. Daarnaast wordt het op afstand aflezen ook toegepast bij het bemeteren van vakantieparken (hiervoor dient een medewerker van Evides door de straat te rijden om de meterstanden te verzamelen). Ook leest Evides voor Eneco circa 750 watermeters, voorzien van RF modules, uit zodat Eneco het tapwater wat verwarmd wordt in rekening kan brengen. Tot slot hanteert zij sinds 2014 het beleid om gebruiksaafhankelijk grote klanten te voorzien van op afstand afleesbare watermeters en wordt dezelfde techniek ingezet voor netmeetpunten (enkele honderden meters). Tegen betaling biedt Evides een meekijkservice aan (grote) klanten.

Het waterbedrijf van Valencia heeft naar aanleiding van een grote droogte (inmiddels meer dan 10 jaar geleden), waarbij een mismatch tussen vraag en aanbod is opgetreden waardoor veel leidingen kapot zijn gegaan, in hun gehele net AMR-meters (automatic meter reading, op afstand afleesbare meters) geplaatst, nu bij zo'n 80% van alle aansluitingen. Alle ICT (voor dataverkeer) is door het waterbedrijf zelf aangelegd en wordt ook door henzelf onderhouden. Dit laatste brengt grote kosten met zich mee en er is begin 2017 onderzocht of een partij als Vodafone of General Electric dit voor ze kan overnemen. De geplaatste AMR-meters worden momenteel gebruikt voor automatische facturatie, ouderenalarm (als iemand meer dan 24 uur geen water verbruikt wordt een waarschuwing gegeven), en verbetering van verbruiken in het hydraulisch netwerkmodel. Verder wordt gewerkt en gaat gewerkt worden aan het in kaart brengen van de druk-afhankelijkheid van verbruik. Inmiddels heeft men een real-time hydraulisch model voor de watervoorziening gekoppeld met gebruik van de meters.

2.2.5 Literatuur

Cominola et al. (2015) geven een overzicht van de voordelen en uitdagingen die komen kijken bij het met een hoge ruimtelijke en temporele resolutie inzetten van slimme watermeters ter ondersteuning van het modelleren en managen van waterverbruik op het niveau van een huishouden. Naast een review van 134 relevante artikelen wordt in dit werk ook een 'roadmap' gepresenteerd met daarin de belangrijkste onderzoekstaken die

opgepakt zullen moeten worden om de toepassing van slimme watermeters in de nabije toekomst verder te brengen, ondergebracht in de categorieën 'dataverzameling', 'karakterisering van waterverbruik', 'modelleren van waterverbruikers', en 'gepersonaliseerde waterverbruiksmanagementsystemen'. De auteurs benadrukken de noodzaak van een (meer) integrale aanpak i.p.v. onderzoek van de categorieën afzonderlijk, zoals in het merendeel van de besproken artikelen het geval is. Dit is volgens hen noodzakelijk om toekomstige uitdagingen omtrent klimaatverandering, meer watervraag door bevolkingsgroei en meer druk op de drinkwatervoorraden, het hoofd te kunnen bieden. Uitgaande van dit artikel strekt het tot aanbeveling om meer slimme watermeters te installeren.

Fielding et al. (2013) presenteren de resultaten van een experimenteel onderzoek naar de lange-termijn impact van drie verschillende interventies op het huishoudelijk waterverbruik. Aan deze studie hebben 221 huishoudens meegedaan die allemaal zijn voorzien van slimme watermeters die elke 5 seconden het totale waterverbruik registreerden. De huishoudens werden verdeeld in een groep die alleen informatie kreeg over waterbesparende maatregelen in het algemeen, een groep die daarnaast ook informatie kreeg over wat qua waterverbruik vergelijkbare huishoudens doen om hun waterverbruik terug te brengen, een groep die op maat informatie kreeg over hun waterverbruik, en een controlegroep zonder interventies. Belangrijkste resultaat uit dit onderzoek is dat alle huishoudens waar interventie had plaatsgevonden het waterverbruik reduceerden, en dat dit enige maanden werd volgehouden maar dat na ongeveer twaalf maanden het waterverbruik weer terug was op het niveau voorafgaand aan de interventies. Volgend uit dit artikel zorgt het verstrekken van informatie aan de klant betreffende zijn/haar waterverbruik voor een afname van het waterverbruik, al moet hier volgens de auteurs een slag om de arm genomen worden omdat de deelnemende huishoudens zich bewust waren deel te nemen aan een onderzoek, wat mogelijk hun gedrag heeft beïnvloed. Met het installeren van een slimme watermeter die de klant blijvend informeert over zijn/haar waterverbruik zou mogelijk een blijvende reductie in waterverbruik geïnduceerd kunnen worden.

In het artikel van White et al. (2004) worden twee praktijkstudies betreffende analyse van eindgebruik beschreven. De eerste is een studie waarin een model voor eindgebruik van water is toegepast op Sydney (Australië) om, uitgaande van verschillende scenario's, het waterverbruik voor de komende 20 jaar te voorspellen. De tweede is een studie waarbij het energieverbruik in Australië gelinkt is aan water verbruikende apparaten. De belangrijkste conclusie die uit dit onderzoek naar voren is gekomen is dat de beste manier om de analyse van eindverbruik te kunnen verbeteren bestaat uit het verkrijgen van een beter overzicht van waar en hoe water verbruikt wordt. Om dit te bewerkstelligen kan het gebruik van meerdere databronnen ondersteuning bieden. Expliciet wordt hiervoor het gebruik van dataloggers, om de efficiëntie van het waterverbruik en de frequentie waarmee apparaten gebruikt worden daadwerkelijk te kunnen bepalen, genoemd.

2.3 “TOON” voor waterverbruik

Energiebedrijf Eneco biedt haar klanten de mogelijkheid om een ‘slimme thermostaat’, ‘Toon’ genaamd, te laten installeren die de klant inzicht geeft in zijn/haar energieverbruik en het zodoende mogelijk maakt te besparen op energiekosten. Daarnaast biedt Eneco haar klanten een aan Toon gekoppelde App aan waarmee alle apparaten, verwarming en licht, via smartphone of tablet op afstand te bedienen zijn. ‘Toon’ zou je kunnen vertalen naar een ‘Toon voor waterverbruik’; dit kan het eenvoudigst voor het totale waterverbruik, maar door bijvoorbeeld de volumestroom en totaal volume te analyseren per tapping kan mogelijk ook naar soort waterverbruik of tappunt onderscheid worden gemaakt. Hieronder worden voor- en nadelen voor waterbedrijf, klant en maatschappij, en onderzoekskansen en aandachtspunten van een dergelijk concept belicht, waarbij de opbrengst afhangt van het detailniveau van de informatie.

2.3.1 Voordelen voor verschillende groepen belanghebbenden

DPWEIWM Oktober 2017

9

“TOON” voor waterverbruik

Potentiële voordelen voor het waterbedrijf

KLANTCONTACTCENTRUM/ FACTURATIEPROCES

- Informatie van DWB aan de klant, alternatief via een app.
- Efficiënter en minder foutgevoelig;
- Mogelijkheid om klant te adviseren over optimale waterverbruik

BEDRIJFSVOERING

- Mogelijkheid om klant te adviseren over optimale waterverbruik voor DWB:
 - > in geval van extreme omstandigheden (bijv. bij grote droogte even geen tuin sproeien).
 - > mogelijkheid piekafvlakking zodat risico op bruin water wordt gereduceerd;
- Mogelijkheid minimumleveringen;
- Klant informeren over mogelijke schade aan het net door mismatch van vraag en aanbod.

DIA 9

DPWEIWM Oktober 2017

10

“TOON” voor waterverbruik

Potentiële voordelen voor klant en maatschappij

(HUISHOUDELIJKE) KLANT

- Informatie van de IWM aan de klant.
 - Lekdetectie in de binneninstallatie (bijv. bij in het weekend gesloten bedrijven).
 - Mogelijkheid vakantie-alarm.
 - Signalering “geen waterverbruik” (oma-alert)
 - Info over verbruik, eventueel gedifferentieerd en met alarmfunctie.
- Informatie van DWB aan de klant, alternatief via een app.
 - Krijgt info over werkzaamheden, bruin water, e.d.
 - Kan gemakkelijk meldingen doorgeven.
 - Communicatie naar bepaalde (risico) groepen.
 - Mogelijkheid om deel te nemen aan “Gamification”: “challenge” m.b.t. waterbesparing.
- Koppeling met energieverbruik / domotica.
 - Door bewustwording of automatisch besparen op warm water.
 - Mogelijk automatisch water opwarmen bij goedkope energie, zoals in Noorwegen.

MAATSCHAPPIJ

- Bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor minder watervraag en daardoor minder impact op omgeving.
- Bij besparing op warm water minder energieverbruiken en dan ook minder CO₂-emissie.

DIA 10

2.3.2 Onderzoekskansen en aandachtspunten bij extra functionaliteiten betreffende “TOON” voor waterverbruik

DPWEIWM Oktober 2017

11

“TOON” voor waterverbruik

Kansen en aandachtspunten

- **Informatie van drinkwaterbedrijven aan de klant, alternatief via een app.:**
 - Mogelijk onderzoek naar stuurbaarheid van waterconsumptie.
 - Heel veel is mogelijk maar niet alles is gewenst. In hoeverre wil klant geïnformeerd zijn?
- **Koppeling met energieverbruik / domotica:**
 - Technische aspecten bij koppeling van systemen.
 - Privacy.

DIA 11

2.4 Actuatoren

2.4.1 Voordelen voor verschillende groepen belanghebbenden

DPWEIWM Oktober 2017

12

Actuatoren

Potentiële voordelen voor het waterbedrijf

	KLANT CONTACT CENTRUM/ FACTURATIEPROCES	BEDRIJFSVOERING
Op afstand afsluiten en openen.	<p>Wanneer niet betaald wordt, hoofdkraan afsluiten of knijpen (te lage Q voor bijv. douchen), en weer aansluiten.</p> <p>(Er is ervaring in Vlaanderen (stad Antwerpen /Waterlink) met knijpen van toevoer.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Klant tijdelijk afsluiten tijdens werkzaamheden (preventief) of na fecale verontreiniging (curatief). • Indien wenselijk, schommelingen in het net vanuit de afname reguleren. • Voorkomen van schade aan het net door mismatch van vraag en aanbod (bijv. leidingen die bij grote droogte kapot kunnen gaan).

KWR Watercycle Research Institute

DIA 12

DPWEIWM Oktober 2017

13

Actuatoren

Potentiële voordelen voor (huishoudelijke) klant

- **Op afstand afsluiten en openen:**
 - Minder onrust bij waterkwaliteitscalamiteiten in het net en meer vertrouwen in kwaliteit van geleverde water omdat klant indien noodzakelijk meteen wordt afgesloten.
 - Bij koppeling IWM aan actuatoren, verspreid door de woning, is bijv. bij droogte de buitenkraan te openen of juist te sluiten, om water te besparen.
- **Aandachtspunt:** Klant kan verlies van gevoel van controle in eigen huis krijgen.

KWR Watercycle Research Institute

DIA 13

2.4.2 Ervaringen met actuatoren

Zoals al vermeld onder 'potentiële voordelen voor het waterbedrijf' heeft waterbedrijf Waterlink in de stad Antwerpen (België) ervaring met het op afstand knijpen van de watertoevoer wanneer klanten niet betalen en met het ook weer herstellen van de watertoevoer zodra betaald is.

2.5 Koppeling met ICT

2.5.1 Voordelen voor verschillende groepen belanghebbenden

DPWEIWM Oktober 2017

14

Koppeling met ICT

Potentiële voordelen voor het waterbedrijf



DIA 14

DPWEIWM Oktober 2017

15

Koppeling met ICT

Potentiële voordelen voor (huishoudelijke) klant



DIA 15

2.5.2 Kans en aandachtspunt bij koppeling met ICT

DPWEIWM Oktober 2017

16

Koppeling met ICT

Onderzoekskans en aandachtspunt

- Centrale Data-opslag/ Cloud/Internet of things:
 - Doordat data gekoppeld wordt aan allerlei andere data (GIS, CBS, KNMI, kadaster, etc.) kan veel meer data worden geanalyseerd en kunnen verbanden worden gezocht.
 - Privacy!

2.6 Extra sensoren

2.6.1 Voordelen voor verschillende groepen belanghebbenden

DPWEIWM Oktober 2017

17

Extra sensoren

Potentiële voordelen voor waterbedrijf (bedrijfsvoering)

- **Druk (P):**
 - Lekken in het net (voortijdig) detecteren.
 - Automatisch sturen van pompen, afsluiters, kelderstanden.
 - Energieverbruik in het net optimaliseren.
 - Mogelijk (?) voorspellend onderhoud van watermeters, afsluiters, etc.
- **Temperatuur:**
 - Langetermijn-maatregelen: In gebieden met risico op te warm water infrastructuur aanpassen (bijv. dieper of anders leggen van leidingen).
 - Inspelen op klimaatverandering waarbij (te) hoge temperaturen vaker gehaald zullen worden.
- **Elektrisch geleidingsvermogen/ pH / O₂:**
 - Uitgebreidere waterkwaliteits-monitoring. Snellere en adequatere afhandeling calamiteiten.
- **Microbiologische parameters:**
 - Uitgebreidere monitoring drinkwaterkwaliteit. Bron van vervuiling beter op te sporen.

DIA 17

DPWEIWM Oktober 2017

18

Extra sensoren

Potentiële voordelen voor klant en maatschappij

	(Huishoudelijke) Klant	Maatschappij
Druk (P)	Meer constante waterlevering.	In combinatie met actief knijpen van de toevoer op het niveau van individuele huishoudens en een dynamische regeling hiervan op basis van de gemeten druk een meer constante waterlevering.
Temperatuur	Te warm water brengt potentieel gezondheidsrisico's met zich mee. Automatische waarschuwing als de temperatuur te hoog is, met een advies het water te koken alvorens het te drinken.	Een ondergrondse hittestresskaart met een heel hoge resolutie, die mogelijk ook interessant is voor gemeentes en beheerders van andere ondergrondse infrastructuur.
Elektrisch geleidingsvermogen/ pH / O ₂	Door uitgebreidere monitoring krijgt klant mogelijk nog betrouwbaarder drinkwater.	
Microbiologische parameters	Bij koppeling met actuatoren drinkt klant alleen hygiënisch betrouwbaar drinkwater.	Nog verdere bevordering volksgezondheid.

DIA 18

2.6.2 Onderzoekskansen en aandachtspunt bij extra functionaliteiten betreffende extra sensoren

DPWEIWM Oktober 2017

19

Extra sensoren Kansen en aandachtspunt

- **Druk (P):**
 - Onderzoek mogelijk naar effect van lage druk op het waterverbruik.
 - Onderzoek mogelijk naar optreden en effecten van drukgolven/ transients in het net (bij hogere meetfrequenties).
- **Temperatuur/ Elektrisch geleidingsvermogen/ pH / O₂ / Microbiologische parameters:**
 - Onderzoek mogelijk naar mogelijke relaties tussen bijvoorbeeld temperatuur en microbiologie en/of bruin water.
 - Onderzoek mogelijk naar herkomst water (afgelegde pad in het leidingnet).
 - Wanneer slechts enkele IWM deze functionaliteit hebben: onderzoek mogelijk naar hoe sensoren elkaar kunnen aanvullen (softsensor-aanpak).
- **Aandachtspunt bij Microbiologische parameters:**
 - Risico aanwakkeren wantrouwen m.b.t. waterkwaliteit bij de klant.

DIA 19

2.6.3 Ervaringen met extra functionaliteiten betreffende extra sensoren

DPWEIWM Oktober 2017

20

Extra sensoren Wie heeft hier ervaring mee?

- **Druk (P):**
 - Vrijwel alle DWB meten druk naast volumestroom in District Metering Areas (DMAs) of meetgebieden.
 - Evides.
 - Oasen.
- **Temperatuur:**
 - Brabant Water 2016-2017 (pilot bij medewerkers) i.s.m. Nelen en Schuurmans en KWR (TKI-project).
 - Meeste drinkwaterbedrijven in NL meten temperatuur van monsters, maar met deze data wordt niets gedaan.
- **Microbiologische parameters:**
 - Oasen.

DIA 20

Waterbedrijf Oasen heeft ervaring opgedaan met het gebruik van drukmeters voor lekopsporing door validatie van de automatische lekdetectiemethode van Quevedo et al. (2011) in de DMA Leimuiden (Moors, 2016). Bij deze methode wordt het verbruik en de druk op de ingaande leidingen van de DMA en de druk binnen de DMA gemeten en, in combinatie met een hydraulisch model, gebruikt voor het bepalen van drukval veroorzaakt door een lek. Ten behoeve van de validatie zijn 8 kunstmatige lekken met een duur van 15 minuten aangebracht door het openen van brandkranen en daarnaast is ook een echt lek voor 24 uur

aangebracht. De detectie van de kunstmatige lekken is gedaan met behulp van 13 drukmeters bestaande uit zes slimme watermeters bij klanten thuis en zeven drukloggers op brandkranen. Het echte lek is alleen met behulp van de slimme watermeters gelokaliseerd. Gebleken is dat de methode voor DMA Leimuiden werkt (de echte locatie van het lek lag voor alle lekken binnen de top 15% van door de methode aangewezen mogelijke locaties). Als aanbevelingen bij dit onderzoek zijn onder meer opgenomen dat de ingezette meters bij voorkeur uitgerust zijn met automatische druk- en volumestroomregistratie die op afstand kan worden uitgelezen, en dat de analysetijdstap klein genoeg moet zijn om de variatie in consumptie goed te vangen (dit betekent waarschijnlijk 10 seconde of korter). In de validatie was deze tijdstap bepaald door de volumestroommeter die deze variatie niet voldoende kon bijbenen.

Waterbedrijf Evides heeft aangegeven enige ervaring te hebben met een individuele toepassing van drukmeters. Evides heeft namelijk een klant met een sterk fluctuerend verbruikspatroon uitgerust met druksensoren in combinatie met een watermeter om de impact op de omgeving te beperken. Het is binnen Evides niet eenvoudig gebleken dit in te regelen omdat de frequentie van de sensordata anders is dan die van de watermeterdata en dit vraagt om een eigen dataverwerkingsstructuur.

Brabant water heeft in een pilot in samenwerking met Nelen en Schuurmans en KWR binnen het TKI-project 'warmwaterzintuigen in het distributienet' (Vries et al., 2017), een type watermeter geïnstalleerd waarmee de temperatuur van het drinkwater en de volumestroom in binneninstallaties gemeten kunnen worden, en waarbij de minimale dagelijkse temperatuur is vastgelegd. Het belang van dit onderzoek ligt erin dat vanwege klimaatverandering en verstedelijking de in de Drinkwaterwet vastgelegde maximumwaarde voor drinkwater aan de tap van 25°C, die nu nog slechts sporadisch wordt overschreden, in de toekomst wellicht vaker overschreden zal worden, tenzij er maatregelen worden genomen. Er is vanuit dit perspectief gekeken of door toepassing van de data van een nu nog zeer beperkt aantal van deze nieuwe watermeters en bijbehorende omgevingsdata in een machinelearning-methodiek, het mogelijk was om de temperatuur van het water bij de klant te kunnen voorspellen. Er is nog onvoldoende duidelijk wat grootschalige installatie van watermeters met temperatuursensor oplevert, in relatie tot de kosten.

2.6.4 Literatuur

Vreeburg en Vloerbergh (2012) hebben in een workshop met vertegenwoordigers van drinkwaterbedrijven een inventarisatie gemaakt van de parameters die gemeten zouden moeten worden (in algemene zin, niet specifiek door IWM). Daarbij is gefocust op metingen t.b.v. operationele sturingsmogelijkheden, zoals spuien, afsluiters draaien, pompen afschakelen en leidingnet herontwerpen. Zowel fysische, chemische als biologische parameters zijn beschouwd. Er is op basis van de fysische, chemische en biologische processen een inschatting gemaakt van de benodigde meetfrequentie (per minuut, uur, dag of maand). Er is geen uitspraak gedaan over de (ruimtelijke) meetdichtheid. Aanbevolen is om daar een modelstudie voor te doen. De invulling van de tabel in dit rapport is een sterke uitbreiding van de eerste bevindingen in dit rapport.

Irons et al. (2016) hebben verkennend onderzoek gedaan naar het gebruik van de lokale druk op het niveau van de klant voor o.a. het sneller en beter lokaliseren van een lek. Concreet is door modellering van een aantal verschillende scenario's gekeken hoe deze druk verwerkt en met behulp van GIS gevisualiseerd kan worden om dit doel te dienen. Er zijn watermeters met druksensoren geïnstalleerd, en er zijn enkele lekken gesimuleerd met brandkranen, en er is data verzameld en geanalyseerd. Op deze manier zijn sommige lekken

inderdaad te detecteren, maar er is nog geen duidelijkheid over welke lekken en hoeveel druksensoren daar voor nodig zijn. Dat zou nog verder uitgezocht moeten worden.

2.7 Bedrijfswaarden

Om meer verdieping aan de inventarisatie van functionaliteiten te geven is er ook gekeken naar een aantal voor waterbedrijven belangrijke aspecten in de bedrijfsvoering in relatie tot (mogelijke) functionaliteiten van IWM en hieraan gerelateerde toepassingen. Het idee is dat wanneer een waterbedrijf de ambitie heeft om een bepaalde bedrijfswaarde aandacht te geven, de matrix laat zien welke functionaliteiten van slimme watermeters daarvoor gebruikt kunnen worden, of daarmee in relatie staan, en wie daarbij gebaat is. Er is uitgegaan van een selectie van bedrijfswaarden zoals gerapporteerd in bijlage 1 van BTO rapport 'Kwantitatieve risicoanalyse van leidingnetten' (Agudelo-Vera et al., 2016):

- waterkwantiteit/ OLM;
- financieel (directe kosten en gevolgschade);
- dienstverlening;
- reputatie en imago;
- waterkwaliteit;
- duurzaamheid;
- VGM (Veiligheid, Gezondheid en Milieu);
- doelmatig / kostenbewust (voor DWB);
- wet & Regelgeving en Overeenkomsten;
- leveringszekerheid.

De bedrijfswaarden in relatie tot de matrix zijn aan de hand van een kleurcodering in de matrix (in bijlage II) opgenomen. In bijlage III wordt dit verder uitgewerkt.

3 Discussie en aanbevelingen vervolgonderzoek

Dit project richtte zich op de toepassingsmogelijkheden van de intelligente watermeter (IWM). Daarbij is de IWM breder gedefinieerd als een op afstand afleesbare watermeter (AMR, automatic meter reading), die al verscheidene toepassingen in de praktijk kent. De intelligentie van de IWM komt pas tot zijn recht in de interactie met zijn omgeving, d.w.z. andere IWM's of monteurs van het DWB. De IWM heeft dus extra functionaliteit ten opzichte van de AMR, bijvoorbeeld doordat extra sensoren zijn toegevoegd, of door extra communicatiemogelijkheden (met de klant of andere IWM's). Een intelligent ("smart") netwerk van IWM's wordt aangeduid als AMI (advance metering infrastructure).

In dit project hebben we een uitgebreide inventarisatie gemaakt van mogelijke voordelen van extra functionaliteit ter plaatse van de watermeter, voor verscheidene doelgroepen in het drinkwaterbedrijf en daarbuiten. De voordelen zijn hier kwalitatief beschreven. Een aantal waterbedrijven heeft meer kwantitatief bepaald wat de voordelen zijn van automatisch aflezen van de watermeterstand. Maar heel veel van de andere aspecten zijn nog niet, of heel beperkt, gekwantificeerd (zoals ook blijkt uit beperkte literatuur).

Een business case voor de IWM die alleen kijkt naar de voordelen voor het facturatieproces valt zelden positief uit. Door meer aspecten mee te nemen kan de kosten-batenanalyse wel positief uitvallen. Dat kan voor de huidige op afstand afleesbare watermeters op basis van de kwalitatieve analyse in dit rapport; voor extra functionaliteit (de slimme watermeter van de toekomst) zoals TOON, extra sensoren en actuatoren is het aan te raden om de analyse eerst beter te kwantificeren. De tabel kan daarmee in de huidige vorm al dienen als beslissingsondersteuner voor business cases en als leidraad voor verder onderzoek.

Voor vervolgonderzoek zien we als belangrijkste eerste stap het kwantificeren van de toegevoegde waarde van druksensoren, specifiek op het aspect bijdrage aan lekreductie. Meer concreet gaat het om het onderzoeken van de vertaling van drukmetingen ter plaatse van (een netwerk van) slimme watermeters naar (potentiële) lekverliezen. Je hebt dan te maken met technische vraagstukken als 'Waar in het netwerk moet ik mijn meters plaatsen?', 'Hoeveel watermeters met druksensoren heb ik nodig?' en 'Welke lekken (grootte, locatie) kan ik dan detecteren?'. Dat betekent het onderzoek van Oasen in Leimuideraan te vullen met meer onderzoeksmogelijkheden en daarmee met meer antwoorden.

Er is een aantal redenen waarom deze vraag als belangrijkste vervolgonderzoek naar voren komt voor DPWE:

- Vraag vanuit DPWE: de vraag voor dit project kwam uit de koker van DPWE Infra; de grootste vraag van de DPWE-bedrijven ligt dus met name op de infra-kant (in de matrix: voordelen voor de bedrijfsvoering). Redenen daarvoor zijn dat de DPWE-bedrijven zelf al een inschatting hebben gemaakt van de kosten en baten voor het klantcontactcentrum en het facturatieproces (N.B. de business cases zijn gericht op AMR, nog minder op AMI), en dat lekdetectie een focus is van veel van de drinkwaterbedrijven.
- Technology push: fabrikanten brengen steeds geavanceerdere watermeters op de markt, die niet alleen uitgerust zijn met sensoren voor het meten van het

watervbruik, maar ook extra sensoren hebben waarmee de temperatuur of de druk kunnen worden gemeten. Er is een behoefte om de voordelen van die extra sensoren niet alleen kwalitatief, maar ook kwantitatief te bepalen.

- Eerder onderzoek naar lekdetectie met druksensoren: voor het sneller detecteren en lokaliseren van een lek in het drinkwaterdistributienet, is het mogelijk voldoende dat bijvoorbeeld slechts 5% van de watermeters van een druksensor is voorzien. Hierover is nog heel weinig bekend. Er zijn enkele tests gedaan in het veld (o.a. bij Anglian Water en Oasen), maar deze hebben alleen het principe aangetoond dat een AMR met druksensor bij kan dragen aan lekreductie, maar nog niet hoeveel sensoren daarvoor nodig zijn en welke lekken ermee gedetecteerd kunnen worden (d.w.z. grootte en locaties van lekken). Dit is via metingen ook bijna niet te bepalen, omdat dit heel duur is en het moedwillig aanbrengen van lekken niet gewenst is. Daarom bevelen wij aan om hier een modelstudie aan te wijden.
- Toegevoegde waarde van KWR: KWR heeft een aantal unieke tools in handen die kunnen een grote meerwaarde bieden bij het onderzoek, zoals SIMDEUM en Gondwana en CST. Druk- en flowsensoren ter plaatse van de watermeter kunnen mogelijk bijdragen aan het opsporen van lekken in de straat of in de drinkwaterinstallatie. Dit kan alleen wanneer de sensoren onderscheid kunnen maken tussen “normale” variatie (door bijvoorbeeld verschil tussen weekdays en weekend, extra watervbruik in de tuin op warme dagen, logés die douchen, een gezin dat op vakantie is, etc.) en “abnormale” variatie in het watervbruik (door bijvoorbeeld lekken). Met behulp van SIMDEUM kan de normale variatie goed worden gesimuleerd. In een hydraulisch leidingnetmodel kunnen dan SIMDEUM-patronen in combinatie met “lek”patronen van verschillende groottes en op verschillende locaties worden aangebracht en kunnen metingen van verbruiken en drukken worden gesimuleerd. Vervolgens kan worden bepaald of het gesimuleerde lek leidt tot een meetbare afwijking in druk en flow. Daarmee kan vervolgens worden bepaald welke lekken wel en niet kunnen worden opgespoord, en op welke plaatsen en op hoeveel plaatsen dan een IWM met druksensor noodzakelijk is. Betreffende deze laatste stap heeft KWR ook al expertise in huis door ervaring met het modelmatig optimaliseren van de inrichting van sensornetwerken (van Thienen, 2014) en gerelateerd hieraan, ervaring met het gebruik van sensoren voor backtracing en bronbepaling van een besmetting in het drinkwaternetwerk (Vertommen et al. 2015). Ook is er een overzicht gemaakt van praktijkervaringen met het inrichten van DMA's, onder meer ten behoeve van lekdetectie met behulp van druksensoren (Vertommen, 2017; Vertommen en van Laarhoven 2017).

N.B. In een TKI-project met Brabant Water dat eind 2017 wordt afgerond (“warmwaterzintuigen”) is aandacht besteed aan de toegevoegde waarde van thermische sensoren ter plaatse van de watermeter (van Summeren et al, 2017, T.B.P.).

De uitvoering van een logisch vervolgpriject “kwantificeren van bijdrage van IWM met druksensoren aan reductie lekverliezen” bestaat uit de volgende stappen:

1. Keuze pilotgebied, en voorbereiding hydraulisch netwerkmodel van dit gebied (ca. ter grootte van een wijk, PC-4 gebied).
2. Genereren van verbruikspatronen voor de huishoudens in dit gebied op een kleine tijdschaal (1 s). Dit kunnen gemeten patronen zijn, of door SIMDEUM gesimuleerde patronen.
3. Genereren lekscenario's van verschillende volumestromen, en verschillende locaties (in het net, bij huishoudens)
4. Hydraulische netwerksimulatie.

5. Analyse van druk en volumestromen op alle (huishoudelijke) aansluitingen en op verscheidene subsets daarvan; vergelijk van druk en volumestromen zonder en met lekscenario's.
6. Bepalen onder welke condities (qua grootte en locatie van lekken, en qua meetbereik en locaties van de druksensoren en volumestroommeters) lekken gedetecteerd kunnen worden.
7. Dit geeft de mogelijkheid om een optimalisatie van de meetlocaties te doen voor de situaties waarin het aantal meetpunten kleiner is dan het aantal aansluitingen, vergelijkbaar met de benadering die is toegepast in het DPWE DMA-project dat eind 2017 wordt afgerond (Vertommen en Laarhoven, 2017).
8. Kwantificeren van kosten en baten van druksensoren in IWM.
9. Rapportage.

4 Referenties

- Agudelo-Vera, C.M., Moerman, A., Vogelaar, A.J. (2016). "Kwantitatieve risicoanalyse van leidingnetten." BTO 2016.040, KWR, Nieuwegein.
- Cominola, A., M. Giuliani, D. Piga, A. Castelletti and A. E. Rizzoli (2015). "Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modelling and management: A review." *Environmental Modelling & Software* 72(Supplement C): 198-214.
- Fielding, K. S., A. Spinks, S. Russell, R. McCrea, R. Stewart and J. Gardner (2013). "An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management." *Journal of environmental management* 114: 343-351.
- Irons, L. M., Boxall, J., Speight, V., Ganidi, N. (2016). Pressure from customer boundary box: new data to inform system management. Proceedings of the CCWI '16 conference, Amsterdam.
- Moors, J. (2016). Model-based Leak Localization in Small Water Supply Networks. Civil Engineering, Delft University of Technology. MSc thesis, pp 93.
- Quevedo, J., Cugueró, M.À., Pérez, R., Nejjari, F., Puig, V., and Mirats J.M. (2011). Leakage Location in Water Distribution Networks based on Correlation Measurement of Pressure Sensors. Proceeding of the 8th IWA Symposium on Systems Analysis and Integrated Assessment, San Sebastián.
- Ramaker, A.B., Jansen, P., van der Burg, G. (2006). "De intelligente watermeter; verkenning van een nieuw concept voor bemetering en facturering bij waterbedrijven." BTO 2006.024, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- van Thienen, P. (2014). "Strategieën voor optimale plaatskeuze van waterkwaliteitssensoren in het distributienet." BTO 2014.046, KWR, Nieuwegein.
- Vertommen, I., van Thienen, P. and Vogelaar, A. (2015). "Route en randvoorwaarden voor implementatie van backtracing en bronbepaling in hydraulische pakketten." BTO 2015.219(s), KWR, Nieuwegein.
- Vertommen, I. (2017). "Praktijkervaring bij het inrichten van DMA's." KWR 2017.056, KWR, Nieuwegein.
- Vertommen, I. en van Laarhoven, K. (2017). "Optimale inrichting van DMA's." KWR 2017.083, KWR, Nieuwegein.
- Vreeburg, J. and Vloerbergh, I. (2012). "Smart sensing: Wat willen we meten." BTO 2012.018, KWR, Nieuwegein.
- Vries, D., van Summeren, J., Albert, M.F.M.A., Verbree, J.M. (2017) "Warmwaterzintuigen in het distributienet." KWR 2017.059, KWR, Nieuwegein.

White, S., Milne, G. and Riedy, C. (2004). "End use analysis: issues and lessons." *Water Science & Technology: Water Supply*, 4(3), 57-65.

Bijlage I Opbrengsten brainstormsessie

Inleidende vraag: 'Wat is volgens jou een slimme watermeter?'

Antwoorden die hierop zijn gegeven:

- *"Slimme meter: Universele meter die d.m.v. communicatie module harde en exacte meterstanden en extra informatie betrouwbaar kan doorgeven op elk gewenst moment."*
- *"klant centraal; meer dan meten; waterkwaliteit meten; terugkoppeling aan de klant; privacy"*
- *"loggen van data: druk; temperatuur; verbruik. Van afstand te benaderen"*
- *"slimme meter: meter digitaal uitleesbaar; communicatie; eventuele processing algoritmieken -> ingebed in (vaak) cloud-oplossing voor data-opslag, analyse"*
- *"meter die kan beslissen hoe je je water verbruikt"*

Focus DPWE bedrijven:

- Evides: lekverliezen
- Waternet: vervangen watermeters
- Dunea: met name gericht op tijdige en voortijdige detectie van breuken, zodat klanttevredenheid hoog en imagoschade beperkt blijft; vandaar interesse in lekdetectie.
- PWN: de focus in relatie tot IWM is niet zo duidelijk gedefinieerd. Voor PWN is wel belangrijk om te bepalen wat voor een bedrijf het wil zijn en van daaruit te handelen, en niet puur vanuit economische afwegingen in een business case.

Brainstorm:

Leiden in het netwerk identificeer-
 en opsporen + in huis
 bewustwording
 waterverbruik in huis optimaliseren
 minimaliseren
 energieverbruik in huis reduceren
 energieverbruik in net minimaal /
 optimaal gericht op klantbezug
 pred. maintenance op basis van
 (afsluiter, led-lamp, pomp, watermeter,
 DWI: watermeter, waterkraan
 horstrelle)
 patroon herkenning
 energieovereenkomst vorm over
 Klant adviseren over meest optimale
 "bedrijfsvoering" (ext met buffer)
 -toelgang tot totaal verbruik mag niet verder toeramen

Druk, verbruik, temp, waterkwaliteit
 automatisch gestuurd
 - autom. afsluiter
 - aft. op afstand & autom.
 - klepstanden
 - pompen
 - DWI: buitenkraan bij droogte
 - piekafwijking bij statische verdrinking (open dam-
 vergraving)
 Leiding binnenshuis
 (afsluiter)
 autom. afsluiter bij
 f.c. verantwoordiging
 risico van (verbruik)klantdata aan/om derde partij
 klantgerichte facturatie (over werkelijk verbruik)
 (doorver afsluiter/pomp)
 smart building
 - ledverlichting (pneum waterstand)
 - automaten
 - waterkraan
 - draadloze meter - andere data
 verspreid
 afrekenen per type waterverbruik (douches, wc, ...)
 logimaster
 MARE-O-MAT

100% Meterstanden.
 Verbruikspatronen
 exacte verbruik afreke.
 Standtijd Wm.
 - diversificatie in klantcontact
 - waterstanden op afstand
 - W.S. veranderingen (drukverlaging)
 - (binnenshuis) klepstand toepassen
 - Q. verbruik (water staan afrekenen)
 en to. binnenwater afrekenen
 met nieuwe TOOLKIT
 watermeter als transport/ICT-infrastructuur
 verkoop en 'netwerk' als draager
 logimaster
 MARE-O-MAT

FIG. I-1 RESULTATEN BRAINSTORMSESSIE

Bijlage II Matrix

Matrix met belangrijkste opbrengsten project.

Extra functionaliteit		Potentiële voordelen voor verschillende groepen						
		Klant Contact Centrum (KCC) / facturatieproces	bedrijfsvoering	(huishoudelijke) klant	maatschappij	Welk onderzoek wordt mogelijk (of eenvoudiger) hiermee?	Aandachtspunten	Wie heeft hier ervaring mee en hoe/literatuur
Meterstand (Q)	Op afstand afleesbaar (automatisch) - AMR (*) <i>Dit systeem is op de markt</i>	Automatische facturatie -> goedkoper, sneller 	Ondersteuning beslissingen in de operatie. (bijv. onderhoud uitvoeren op, op grond van sensorinformatie te bepalen, gebruikersluwe momenten.) Data op elk gewenst moment te verkrijgen. Wegvallen Arbo-aspecten bij lastige toegankelijkheid van meters. 	Gemak: hoeft niet zelf de stand door te geven of iemand van het waterbedrijf binnen te laten. 	Minder milieubelastend dan monteur die op pad gaat. 	Betrouwbaardere verbruiksdata: Onderzoek naar waterverbruik en bepaalde factoren, zoals wel / geen tuin, inkomen, etc.		DWB (*) met AMRs. Bedrijven met grotere klanten (zowel in NL als daarbuiten); Evides (**)
	Hogere logfrequentie <i>Dit systeem is op de markt.</i> Typisch registratie per kwartier of 5 minuten voor grote klanten, per 1000 liter voor huishoudelijke klanten	Variabele/ gespreide facturatie mogelijk, afhankelijk van werkelijk verbruik. 	Sneller duidelijk of einde standtijd is bereikt en of juiste kaliber watermeter is ingezet. Meer inzicht in pieken en dalen in verbruik en seizoensinvloeden en hier op in kunnen spelen (bijv. aanpassen levering en/of infrastructuur). Mogelijkheid tot ontmoedigen van piekbelastingen door hogere tarieven te vragen bij grotere afname. 	Meer inzicht in verbruik en mogelijkheid om sneller lekken vast te stellen. Mogelijkheid om verbruik bewust te reduceren. 	Bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor minder watervraag en daardoor minder impact op omgeving. 	Meer data en dus meer inzicht in hydraulische processen in het DWDS (*). Beter modellen (bijv. aanscherpen patronen in SIM-DEUM (bij hele hoge logfrequentie)/ analyse en validatie.	Mogelijk ongemak voor klant: rekening variabel er indien echt verbruik wordt afgerekend, in plaats van maandelijks voorschot. 	DWB met AMRs. Bedrijven met grotere klanten (zowel in NL als daarbuiten). Evaluatie watermeter bij AMR al gebruikelijk maar nog niet voor huishoudelijke klant.
	Differentiëren naar type waterverbruik (wc, douche, lek, etc.) middels ofwel (indien mogelijk) desaggregatie van de enkele ingaande stroom ofwel extra meters gekoppeld aan de IWM. <i>Dit systeem is nog NIET op de markt</i>	Gedetailleerde facturatie mogelijk. Gericht/ persoonlijk advies/ strategie t.b.v. afname, ook door te attenderen op lekkages, (of geen verdere toename) waterverbruik. Mogelijkheid voor facturatie per type waterverbruik (bijv. douche eerste 5 minuten goedkoper dan volgende 5 minuten). 	Door water voor bepaalde typen gebruik duurer te maken tijdens de piekuren zou mogelijk gestuurd kunnen worden op piekafvlakking. 	Meer inzicht in verbruik geeft mogelijkheid om verbruik gericht te reduceren (douchen, lekkage, wc die blijft doorlopen, etc.) 	Zie hiervoor	Validatie van input van verbruiksvoorspellingen voor risico- en scenariostudies. (SIMDEUM). Vervolgens beter onderbouwde inzet van deze verbruiksvoorspellingen in modellering (bijv. infectierisico). Kunnen in plaats van verbruiksvoorspellingen ook real-time data worden ingezet voor deze toepassingen? Leidt inzicht in afname verbruik?	Indien klant dit niet wil, leidt dit tot lagere waardering DWB. 	Alleen ervaring in onderzoek, geen operationele ervaring: Cominola et al. (2015); Fielding et al. (2013); White et al. (2004);
	Alarmfunctie <i>Dit systeem is op de markt</i>	KCC kan bij afwijkende meterstanden klant onmiddellijk attenderen. Service-mogelijkheden naar de klant. 	Alarmering bij teruglevering / monitoring terugstroom-beveiliging. 	Lekdetectie in de binneninstallatie (bijv. bij in het weekend gesloten bedrijven). Mogelijkheid vakantie-alarm. Signalering "geen waterverbruik" (oma-alert) 	Door oma-alert ouderen beter beschermd. Mogelijkheid aanpassing verzekeringspremie waterschade door mogelijkheid van vroege lekdetectie. 	Leidt alarmering tot aanpassing in gedrag?		waterbedrijf/Valencia met bijv. "oma-alert"
"TOON" voor waterverbruik	Informatie van de IWM aan de klant <i>Dit systeem is op de markt</i>			Zie hierboven – info over verbruik, eventueel gedifferentieerd en met alarmfunctie 	Bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor minder watervraag en daardoor minder impact op omgeving 			
	Informatie van DWB aan de klant, alternatief via een app <i>Dit systeem is nog NIET op de markt</i>	Efficiënter en minder foutgevoelig. Mogelijkheid om klant te adviseren over optimale waterverbruik 	Mogelijkheid om klant te adviseren over optimale waterverbruik voor DWB: -> in geval van extreme omstandigheden (bijv. bij grote droogte even geen tuin sproeien). -> mogelijkheid piekafvlakking zodat risico op bruin water wordt gereduceerd; mogelijkheid minimumleveringen. Klant informeren over mogelijke schade aan het net door mismatch van vraag en aanbod (zie boven) 	Krijgt info over werkzaamheden, bruin water, e.d. Kan gemakkelijk meldingen doorgeven. Communicatie naar bepaalde (risico) groepen. Mogelijkheid om deel te nemen aan "Gamification": "challenge" m.b.t. waterbesparing. 		Stuurbaarheid van waterconsumptie	Heel veel is mogelijk maar niet alles is gewenst. In hoeverre wil klant geïnformeerd zijn? 	
	Koppeling met energieverbruik / domotica <i>Dit systeem is nog NIET op de markt</i>			Door bewustwording of automatisch besparen op warm water. Mogelijk automatisch water opwarmen bij goedkope energie, zoals in Noorwegen. 	Bij besparing op warm water minder energieverbruik en dan ook minder CO2-emissie. 		Technische aspecten bij koppeling van systemen. Privacy 	
Actuatoren	Op afstand afsluiten <i>Dit systeem is op de markt</i>	Wanneer niet betaald wordt, hoofdkraan afsluiten of knijpen (te lage Q voor bijv. douchen) 	Klant tijdelijk afsluiten tijdens werkzaamheden (preventief) of na fecale verontreiniging (curatief) Indien wenselijk, schommelingen in het net vanuit de afname reguleren. Voorkomen van schade aan het net door mismatch van vraag en aanbod (bijv. leidingen die bij grote droogte kapot kunnen gaan) en hier met het oog op klimaatverandering wellicht ook een issue kan gaan worden). 	Minder onrust bij waterkwaliteitscalamiteiten in het net en meer vertrouwen in kwaliteit van geleverde water omdat klant indien noodzakelijk meteen wordt afgesloten 			Verlies van gevoel van controle in eigen huis. 	Ervaring in Vlaanderen (stad Antwerpen / Waterlink) met knijpen van toevoer.
	Op afstand openen <i>Dit systeem is op de markt</i>	, en weer aansluiten. 		Bij koppeling IWM aan actuatoren, verspreid door de woning, is bijv. bij droogte de buitenkraan te openen. 				
	Koppeling met ICT	Centrale Data-opslag/ Cloud/Internet of things 	Snelle beschikbaarheid relevante verbruiksgegevens bij vragen van de klant. 	Data-gestuurd werken. 	Klant zou toegang kunnen krijgen tot (een deel van) zijn database. 	Doordat data gekoppeld wordt aan allerlei andere data (GIS, CBS, KNMI, kadaster, etc.) kan veel meer data worden geanalyseerd en verbanden worden gezocht.	Privacy 	Evides biedt een meekijservice tegen betaling aan (grote) klanten.
	Koppeling met GIS		Hulp bij lekdetectie. Beter overzicht verbruik in leveringsgebied -> nauwkeurige lokalisering (mogelijke) knelpunten. 	Problemen zijn sneller gelokaliseerd -> klant is sneller geholpen. 				
Extra sensoren	Druk (P) <i>Dit systeem is op de markt</i>		Lekken in het net (voortijdig) detecteren. Automatisch sturen van pompen, afsluiters, kelderstanden. Energieverbruik in het net optimaliseren Mogelijk (?) voorspellend onderhoud van watermeters, afsluiters, etc. 	Meer constante waterlevering. 	In combinatie met actief knijpen van de toevoer op het niveau van individuele huishoudens en een dynamische regeling hiervan op basis van de gemeten druk een meer constante waterlevering. 	Onderzoek naar effect van lage druk op het waterverbruik. Onderzoek naar optreden en effecten van drukgolven/transients in het net (bij hogere meetfrequenties)		Vrijwel alle DWB meten druk naast volumestroom in DMAs (*) of meetgebieden; Evides (**); Oasen (Moors (2014)); Irons et al. (2016)
	Temperatuur <i>Dit systeem is op de markt</i>		Langetermijn-maatregelen: In gebieden met risico op te warm water infrastructuur aanpassen (bijv. dieper of anders leggen van leidingen) Inspelen op klimaatverandering waarbij (te) hoge temperaturen vaker gehaald zullen worden. 	Te warm water brengt potentieel gezondheidsrisico's met zich mee. Automatische waarschuwing als de temperatuur te hoog is, met een advies het water te koken alvorens het te drinken (nog wel vaststellen wat die maximale temperatuur dan is) 	Een ondergrondse hittestresskaart met een heel hoge resolutie, die mogelijk ook interessant is voor gemeentes en beheerders van andere ondergrondse infrastructuur	Onderzoek mogelijke relaties tussen bijvoorbeeld temperatuur en microbiologie en/of bruin water. Onderzoek naar herkomst water (afgelegde pad in het leidingnet) Wanneer slechts enkele IWM deze functionaliteit hebben: onderzoek naar hoe sensoren elkaar kunnen aanvullen (softsensor-aanpak)		Brabant Water 2016-2017 (pilot bij medewerkers) i.s.m. Nelen en Schuurmans en KWR (TKI-project); Meeste DWB in NL meten temperatuur van monsters, maar met deze data wordt niets gedaan.
	EGV (*) / pH / O2 <i>Dit systeem is nog NIET op de markt</i>		Uitgebreidere waterkwaliteits-monitoring. Snellere en adequatere afhandeling calamiteiten. 	Door uitgebreidere monitoring krijgt klant mogelijk nog betrouwbaarder drinkwater. 				
	Microbiologische parameters <i>Dit systeem is nog NIET op de markt</i>		Uitgebreidere monitoring drinkwaterkwaliteit. Bron van vervuiling beter op te sporen. 	Bij koppeling met actuatoren drinkt klant alleen hygiënisch betrouwbaar drinkwater. 	Nog verdere bevordering volksgezondheid		Risico aanwakkeren wantrouwen m.b.t. waterkwaliteit bij de klant. 	Oasen (Chen (2016))

Overzicht, voordelen en nadelen van verschillende (mogelijke) extra functionaliteiten voor intelligente watermeters gespecificeerd voor verschillende groepen belanghebbenden. De kleurcodering (hieronder weergegeven) geeft 10 categorieën, waar de voor- en nadelen betrekking op kunnen hebben.

	Waterkwaliteit/ OLM		Duurzaamheid
	Financieel (directe kosten en gevolgschade)		VGM (Veiligheid, Gezondheid en Milieu)
	Dienstverlening		Doelmatig / kostenbewust (voor DWB)
	Reputatie en imago		Wet & Regelgeving en Overeenkomsten
	Waterkwaliteit		Leveringszekerheid

Selectie van bedrijfswaarden zoals gerapporteerd in bijlage 1 van BTO rapport: 'Kwantitatieve risicoanalyse van leidingnetten' (2016.040 | Juni 2016).

(*) Afkortingen:

AMR = automatische meterstand-registratie
DWB = drinkwaterbedrijven
DWDS = drinkwater-distributiesysteem
DMA = District Metering Area
EGV = elektrisch geleidingsvermogen

(**) Toelichting bij ervaringen (laatste kolom tabel):

Meterstand
- Op afstand afleesbaar (automatisch) - AMR

Evides:

- 1500 watermeters gekoppeld op overgangspunten van particuliere leidingen en Evides.
- Bemeteren van vakantieparken (Hiervoor dien je door de straat te rijden om de meterstanden te verzamelen).
- Evides leest voor Eneco circa 750 watermeters, voorzien van RF modules, uit welke gebruikt worden voor verwarming.
- Evides hanteert in haar beleid sinds 2014 gebruikafhankelijk grote klanten te voorzien van op afstand afleesbare watermeters. De zelfde techniek wordt ingezet voor netmeetpunten. Dit zijn enkele honderden meters.

KWR in opdracht van DPWE

Contactpersoon: dr.ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker T +31 30 606 9533 | M +31 6 15861099 | E Mirjam.Blokker@kwrwater.nl



Extra sensoren

- Druk

Evides:

- Momenteel is er een klant met een sterk fluctuerend verbruikspatroon uitgerust met druksensoren in combinatie met een watermeter om de impact op de omgeving te beperken.

Referenties:

Chen, Z. (2016). The Smart Water Meter to monitor water meter clogging potential and water quality changes. Faculty of Civil Engineering and Geosciences, Sanitary Engineering, Department of Water Management. Delft, Delft University of Technology. MSc thesis, pp.64.

Cominola, A., M. Giuliani, D. Piga, A. Castelletti and A. E. Rizzoli (2015). "Benefits and challenges of using smart meters for advancing residential water demand modeling and management: A review." Environmental Modelling & Software 72(Supplement C): 198-214.

Fielding, K. S., A. Spinks, S. Russell, R. McCrear, R. Stewart and J. Gardner (2013). "An experimental test of voluntary strategies to promote urban water demand management." Journal of environmental management 114: 343-351.

Irons, L. M., Boxall, J. Speight, V., Ganidi, N. (2016). Pressure from customer boundary box: new data to inform system management. Proceedings of the CCWI '16 conference, Amsterdam.

Moors, J. (2016). Model-based Leak Localization in Small Water Supply Networks. Civil Engineering, Delft University of Technology. MSc thesis, pp.93.

White, S., Milne, G. and Riedy, C. (2004). "End use analysis: issues and lessons." Water Science & Technology: Water Supply. 4(3), 57-65.

Bijlage III Uitwerking van voor waterbedrijven belangrijke aspecten in de bedrijfsvoering in relatie tot (mogelijke) functionaliteiten van IWM

Waterkwantiteit/ OLM

Voor optimalisatie van de bedrijfswaarde 'waterkwantiteit en voorkómen van ondermaatse leveringsminuten (OLM)' zijn er een aantal functionaliteiten (en hieraan gerelateerde toepassingen) van IWM die allen invloed hebben op de operationele bedrijfsvoering, die in aanmerking kunnen komen: Zo kunnen door een hogere logfrequentie en/ of differentiëren naar type waterverbruik van de meterstand, DWB meer inzicht krijgen in pieken en dalen in waterverbruik en hier op inspelen door ofwel aanpassing van de infrastructuur of door het ontmoedigen van piekbelastingen door hogere tarieven te vragen bij grotere afname. Daarnaast is optimalisatie van waterkwantiteit mogelijk middels het aan de klant verstrekken van advies betreffende waterverbruik (bijv. bij grote droogte even geen tuin sproeien). Indien wenselijk, kunnen schommelingen in het net vanuit de afname gereguleerd worden middels het gebruik van actuatoren.

Financieel (directe kosten en gevolgschade)

Wanneer je de bedrijfsvoering op financieel gebied zou willen verbeteren zijn het met name functionaliteiten die van belang zijn voor de operationele bedrijfsvoering die hiervoor mogelijkheden bieden. Meer concreet gaat dit om functionaliteiten die schade aan het leidingnet door mismatch van vraag en aanbod kunnen voorkomen (informatie van DWB aan de klant en het gebruik van actuatoren) maar ook om functionaliteiten die aan optimalisatie van het onderhoud van het leidingnet kunnen bijdragen (druksensoren).

Daarnaast bestaat er ook de mogelijkheid om de kosten van facturatie te drukken door gebruik te maken van op afstand afleesbare meterstanden.

Dienstverlening

Kansen voor dienstverlening zitten vooral in functionaliteiten betrekking hebbende op het klantcontactcentrum (KCC) en potentiële voordelen voor de (huishoudelijke) klant. Voor wat betreft het KCC gaat het om functionaliteiten die de mogelijkheid bieden de klant (tijdig) en efficiënter te informeren (alarmfunctie bij afwijkende meterstand, 'Toon' voor waterverbruik waarbij het DWB de klant informeert, centrale data-opslag voor snellere beschikbaarheid van voor de klant relevante data), en om een stuk service door het m.b.v. actuatoren aansluiten van de klant op het waterleidingnet.

Voordelen voor de klant worden gehaald door functionaliteiten waarbij de klant extra gemak kan ervaren door toepassing van IWM (door gebruik van AMR), meer inzicht krijgt in eigen verbruik (hogere logfrequentie, differentiëren naar type waterverbruik, 'Toon' voor waterverbruik), in geval van calamiteiten of lekkage gewaarschuwd wordt (alarmfunctie), op persoonlijk niveau met het waterbedrijf kan communiceren ('Toon' voor waterverbruik), de mogelijkheid krijgt om energie te besparen (koppeling met energieverbruik), en ontzorgd wordt door inzet actuatoren bij waterkwaliteitscalamiteiten waardoor alleen nog

betrouwbaarder water uit de kraan komt, maar ook door inzet actuatoren bij veranderend waterverbruik (bijv. bij grote droogte op afstand de buitenkraan openen). Daarnaast zijn er voordelen voor de klant te behalen door ICT toepassingen waarbij problemen bij de klant sneller gelokaliseerd (en opgelost) kunnen worden en de klant indien gewenst bij wijze van service zelf toegang kan krijgen tot relevante data. Ten slotte is er met behulp van druksensoren een meer constante waterlevering te realiseren.

Ook de maatschappij kan binnen het kader van dienstverlening baad hebben bij IWM doordat door toepassing van een alarmfunctie bij vroegtijdige lekdetectie verzekeringspremies voor waterschade mogelijk omlaag kunnen worden gebracht.

Een aan bedrijfsvoering gerelateerd dienstverleningsaspect kan worden gehaald uit de toepassing van een hogere logfrequentie waardoor de standtijd van een watermeter geoptimaliseerd kan worden en deze niet eerder of later dan nodig vervangen wordt.

Reputatie en imago

Voor veel functionaliteiten moet rekening worden gehouden met mogelijke imago - of reputatieschade indien er bij de invoering niet zorgvuldig wordt omgegaan met persoonsgegevens en privacy (koppeling met energieverbruik en/of ICT), en het afstemmen met de klant in hoeverre deze op een bepaalde functionaliteit zit te wachten (differentiëren naar type waterverbruik, informatie van DWB naar klant, het op afstand aansluiten/koppelen/knijpen). Ook kunnen bepaalde functionaliteiten mogelijk ongemak voor de klant geven (variabelere rekening door hogere logfrequentie) of wantrouwen m.b.t. kwaliteit van het geleverde water aanwakkeren (microbiologische sensoren).

Functionaliteiten die in positieve zin kunnen bijdragen aan reputatie en imago zijn functionaliteiten die zorgen voor een lagere milieubelasting: het gebruik van AMR-meters (minder milieubelastend dan monteur die op pad gaat) en een hogere logfrequentie en/of 'Toon' voor waterverbruik wat resulteert in meer bewust en mogelijk efficiënter waterverbruik waardoor er minder watervraag is en daardoor minder impact op de omgeving. Daarnaast is een alarmfunctie (vakantiealarm; oma-alert (signalering "geen waterverbruik")) een functionaliteit die het imago ten goede komt omdat dit zowel op huishoudelijk als op maatschappelijk niveau een veiliger gevoel geeft en extra servicemogelijkheden biedt voor DWB. Uiteraard zijn functionaliteiten waarbij de klant geadviseerd of geïnformeerd wordt kansen voor een betere reputatie: de klant kan geadviseerd worden over optimaal waterverbruik (mogelijk via een App), communicatie kan op maat worden gemaakt (communicatie naar bepaalde (risico) groepen), en de mogelijkheid kan worden geboden om deel te nemen aan "Gamification": "challenge" m.b.t. waterbesparing. Ook de mogelijkheid voor klanten om door koppeling van IWMs met energieverbruik, ofwel door bewustwording of automatisch, te besparen op warm water, of zoals in Noorwegen al gedaan wordt, automatisch water op te warmen bij goedkope energie, zal het imago van DWB ten goede komen. Het gebruik van actuatoren kan het vertrouwen in de DWB vergroten omdat klanten indien noodzakelijk, meteen afgesloten kunnen worden (tijdens werkzaamheden (preventief) of na fecale verontreiniging (curatief), en er daarom minder onrust zal zijn bij waterkwaliteitscalamiteiten in het net en meer vertrouwen in de kwaliteit van het geleverde water. Door koppeling van IWM met ICT kan de klant meer openheid geboden worden (doordat de klant toegang zou kunnen krijgen tot (een deel van) zijn database) en daarnaast bij GIS toepassingen ook sneller geholpen zou kunnen worden omdat problemen sneller zijn gelokaliseerd. Door de toepassing van druksensoren in combinatie met actief knijpen van de toevoer op het niveau van individuele huishoudens en een dynamische regeling hiervan op basis van de gemeten druk is een meer constante waterlevering mogelijk wat bijdraagt aan een goede reputatie van een drinkwaterbedrijf. Tot

slot, bij toepassing van extra sensoren voor elektrisch geleidingsvermogen, pH, O₂, en/of microbiologische parameters, krijgt de klant door uitgebreidere monitoring en bij koppeling met actuatoren mogelijk nog (hygiënisch (bij inzet van sensoren voor microbiologische parameters)) betrouwbaarder drinkwater.

Waterkwaliteit

Een aantal op de bedrijfsvoering betrekking hebbende functionaliteiten voor IWM kunnen bijdragen aan een betere waterkwaliteit. Specifiek gaat het hier om de alarmfunctie bij de meterstand, waarbij gealarmeerd wordt bij terugstroming of teruglevering die de waterkwaliteit negatief kunnen beïnvloeden. Daarnaast kan het waterverbruik via informatie van DWB aan de klant, via 'Toon' voor waterverbruik, zodanig worden gestuurd dat dit de waterkwaliteit ten goede komt (voorkomen van bruin water door bijvoorbeeld piekafvlakking en/of minimumleveringen waardoor het systeem onder druk blijft). Ook kan een DWB preventief of curatief handelen m.b.v. actuatoren. Sensoren voor temperatuur kunnen gebruikt worden bij de ondersteuning van langetermijnmaatregelen door in gebieden met risico op te warm water de infrastructuur aan te passen (bijv. dieper of anders leggen van leidingen) en door in te spelen op klimaatverandering (waarbij (te) hoge temperaturen vaker gehaald zullen worden). Tot slot kan gebruik van extra sensoren voor elektrisch geleidingsvermogen, pH, O₂, en microbiologische parameters zorgen voor een uitgebreidere monitoring van de drinkwaterkwaliteit en een snellere en adequatere afhandeling van waterkwaliteitscalamiteiten.

Duurzaamheid

Optimalisatiemogelijkheden betreffende duurzaamheid zijn te vinden bij functionaliteiten die van belang zijn voor klant en maatschappij. Zo kan een hogere logfrequentie van de meterstand, het differentiëren van type waterverbruik en ook informatie van de IWM aan de klant een bewuste reducering van het waterverbruik en daardoor minder impact op de omgeving bewerkstelligen, wat zowel voor de klant als ook voor de maatschappij positief bijdraagt aan duurzaamheid. Waterbesparing binnen het kader van duurzaamheid kan ook door de klant 'uit te dagen' deel te nemen aan "Gamification" m.b.t. waterbesparing (passende binnen de functionaliteit 'informatie van DWB aan de klant'). Ook besparing van warm water door koppeling met energieverbruik heeft een positieve uitwerking op de duurzaamheid van zowel individuele huishoudens als de maatschappij. Tot slot kan ook afname van waterverbruik door actief knijpen van de toevoer ter bevordering van een meer constante waterlevering gestuurd door output van drukmeters, bijdragen aan een duurzamere maatschappij.

VGM (Veiligheid, Gezondheid en Milieu)

Om te beginnen draagt het toepassen van AMR-meters bij aan veiligere werkomstandigheden voor monteurs van waterbedrijven, omdat lastige toegankelijkheid van watermeters dan geen issue meer is. Ook het milieu heeft baat bij AMR-meters omdat de monteur de deur niet meer uit hoeft. Een mogelijke alarmfunctie van IWM zorgt voor meer veiligheid van klant en maatschappij door alarm te slaan bij signalering "geen waterverbruik" (oma-alert). Door informatieverstrekking via IWM aan de klant kan deze geïnformeerd worden over mogelijk bruin water, e.d. en hoe hier mee om te gaan, en kunnen ook bepaalde (risico)groepen op maat worden geïnformeerd, wat allemaal een positieve bijdrage kan leveren aan de gezondheid van de afnemers van drinkwater. Toepassing van actuatoren kan ook de gezondheid van de klant bevorderen doordat de klant tijdens werkzaamheden (preventief) of na fecale verontreiniging of andere waterkwaliteitscalamiteiten (curatief), kan worden afgesloten. Het biedt uiteraard voordelen wanneer dit zo snel mogelijk kan gebeuren waar een koppeling met GIS aan bij zou kunnen dragen. Extra sensoren voor temperatuur (te warm water brengt potentieel gezondheidsrisico's met zich mee), elektrisch

geleidingsvermogen, pH, O₂, en microbiologische parameters kunnen allen bijdragen aan de levering van (nog) betrouwbaarder drinkwater, omdat door uitgebreidere monitoring van de drinkwaterkwaliteit, gerichte maatregelen, ook ter voorkoming van waterkwaliteitscalamiteiten, getroffen kunnen worden, de bron van vervuiling beter op te sporen is en er een snellere en adequatere afhandeling van calamiteiten is.

Doelmatig / kostenbewust (voor DWB)

Automatische meterstand-registratie zorgt voor een doelmatig facturatieproces (dit gaat sneller en goedkoper), heeft ook een positief effect op de doelmatigheid van de bedrijfsvoering omdat data op elk gewenst moment te verkrijgen is, en is gemakkelijk voor de klant die niet zelf in actie hoeft te schieten of een medewerker van het DWB binnen hoeft te laten. Een hogere logfrequentie maakt een variabele/ gespreide facturatie mogelijk, afhankelijk van werkelijk verbruik, waardoor leveringskosten ook meteen gedekt worden. De doelmatigheid van de bedrijfsvoering wordt ook gesteund door een hogere logfrequentie omdat het sneller duidelijk is of het einde van de standtijd van een watermeter bereikt is en of het juiste kaliber watermeter is ingezet. Daarnaast is er hierdoor ook meer inzicht in pieken en dalen in verbruik en seizoensinvloeden en bestaat de mogelijkheid om hier op in te kunnen spelen (bijv. door aanpassen van levering en/of infrastructuur). Ook bestaat er bij een hogere logfrequentie de mogelijkheid tot ontmoedigen van piekbelastingen door hogere tarieven te vragen bij grotere afname wat ook de doelmatigheid van de bedrijfsvoering kan vergroten. Bij differentiëren naar type waterverbruik bestaat ook nog de mogelijkheid om te factureren per type waterverbruik (bijv. douche eerste 5 minuten goedkoper dan volgende 5 minuten). Processen tussen klant en DWB kunnen efficiënter verlopen door een voor communicatie bedoelde extra functionaliteit van IWM ('Toon' voor waterverbruik). Het overbrengen van informatie gaat op deze manier niet alleen efficiënter maar ook minder foutgevoelig, daarnaast kan de klant gemakkelijker meldingen doorgeven, en kan het DWB de klant adviseren over optimaal waterverbruik voor het DWB om mogelijke schade aan het net door mismatch van vraag en aanbod, of onwenselijke waterkwaliteitseffecten bij minimumleveringen, te voorkomen. Actuatoren kunnen helpen bij het vergroten van de doelmatigheid van het facturatieproces (door wanneer niet betaald wordt, de hoofdkraan af te sluiten of te knijpen), en de bedrijfsvoering (door, indien wenselijk schommelingen in het net vanuit de afname te reguleren, of door een mismatch van vraag en aanbod bij te sturen, om zo schade aan het net te voorkomen). Koppeling met ICT ondersteunt de efficiëntie van de bedrijfsvoering doordat er data-gestuurd gewerkt kan worden en dit daarnaast, bij koppeling met GIS applicaties, hulp biedt bij lekdetectie en een beter overzicht geeft van het verbruik in leveringsgebieden en zo een nauwkeurige lokalisering van (mogelijke) knelpunten mogelijk maakt. Ook extra sensoren kunnen bijdragen aan doelmatigheid: Door het gebruik van output van temperatuursensoren is in gebieden met risico op te warm water de infrastructuur aan te passen (bijv. dieper of anders leggen van leidingen), en sensoren voor elektrisch geleidingsvermogen, pH, O₂, en microbiologische parameters ondersteunen een snellere en adequatere afhandeling van calamiteiten, en bronnen van vervuiling zijn beter op te sporen.

Wet & Regelgeving en Overeenkomsten

Functionaliteiten waarbij met wet- en regelgeving en overeenkomsten rekening dient te worden gehouden zijn het gebruik van actuatoren om wanneer niet wordt betaald de hoofdkraan af te sluiten of te knijpen (te lage Q voor bijv. douchen), en de optimalisatie van energieverbruik in het net door te handelen op grond van data afkomstig van druksensoren.

Leveringszekerheid

Optimalisatie van leveringszekerheid is te behalen met op de bedrijfsvoering van toepassing zijnde functionaliteiten betreffende meterstand. Zo bestaat door hogere logfrequentie en

door differentiëren naar type waterverbruik de mogelijkheid tot ontmoedigen van piekbelastingen door hogere tarieven te vragen bij grotere afname.

Ook functionaliteiten die vraag en aanbod beter kunnen afstemmen (klant informeren/ adviseren via 'Toon' voor waterverbruik, het gebruik van actuatoren) en de toepassing van druksensoren waarvan de output dient ter ondersteuning van het automatisch aansturen van pompen, afsluiters, en kelderstanden, kunnen bijdragen aan een grotere leveringszekerheid.