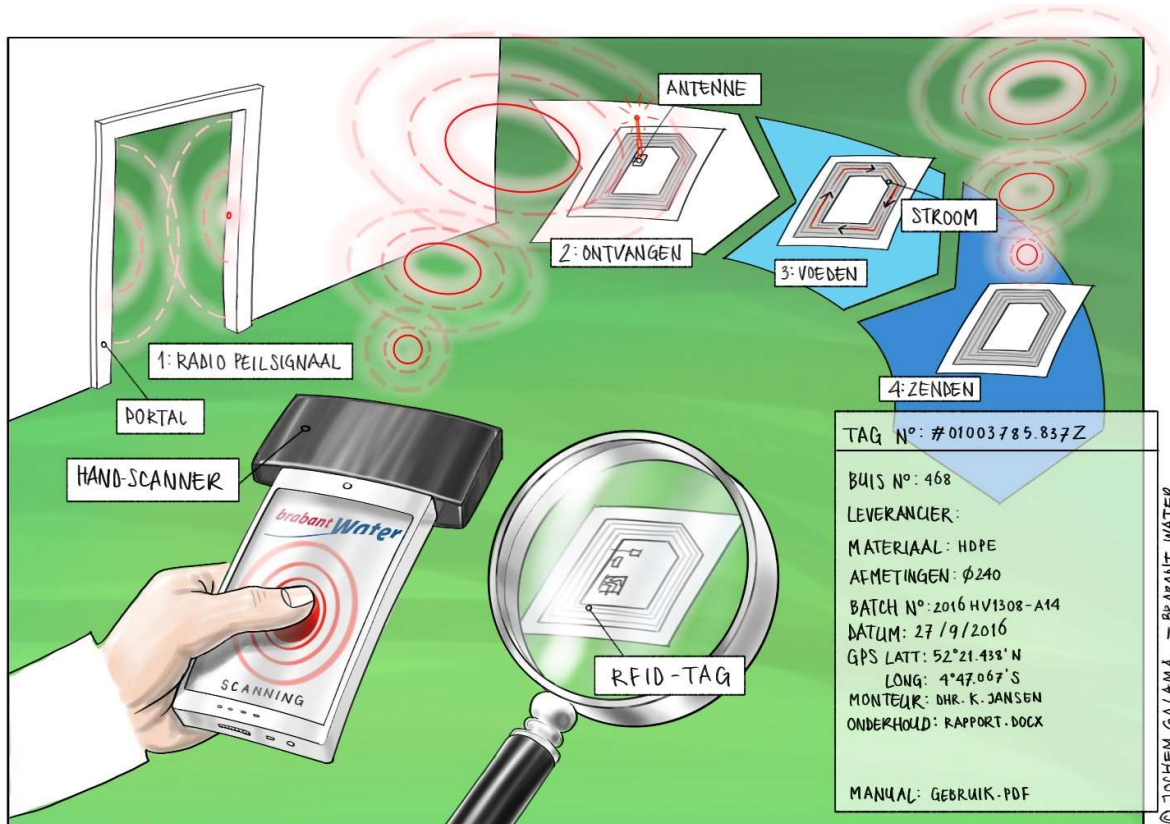


RFID is een voorbeeld van een innovatie die kan bijdragen bij een distributienet met een lage faalkans (zie afbeelding 2). Met RFID wordt het technisch mogelijk om inzichtelijk te maken waar elk individueel onderdeel van het drinkwaternet zich bevindt, zowel in de logistieke keten als in het distributienet. Hiermee is een transparante keten, van productie tot en met recycling of upcycling van materialen, in te richten.



Afbeelding 2. illustratie werking RFID

Wat is RFID?

Radio Frequency Identification is een bestaande technologie waarmee objecten met unieke RFID-tags via radiosignalen geïdentificeerd en gevolgd worden. Deze technologie wordt onder andere al toegepast in kledinglabels. Een tag bestaat uit een chip en een antenne en kan met behulp van een RFID-reader worden uitgelezen.

RFID tags kunnen passief of actief zijn. Passieve tags dragen alleen informatie, bijvoorbeeld een uniek nummer. Actieve tags kunnen ook sensorische waarnemingen opslaan. Door middel van een reader of een portal kunnen tags op materialen in grote hoeveelheden tegelijk worden uitgelezen. De ontwikkelingen op RFID-gebied gaan snel en deze markt groeit snel. De mogelijke toepassingen van RFID zijn voor Brabant Water en andere drinkwaterbedrijven erg interessant. In samenwerking met een onafhankelijke adviseur (Ferm RFID Solutions) zijn de mogelijkheden onderzocht.

Uitgangspunt bij het gebruik van RFID-toepassingen is aansluiting bij de RFID-wereldstandaard. Dit heeft als voordeel dat gebruik gemaakt kan worden van de innovatieve kracht van de markt (open standaard) en voorkomt afhankelijkheid van één leverancier.

Proof of Concept-studie (PoC)

RFID wordt nog niet standaard toegepast in de drinkwatersector of de ondergrondse infrastructuur in het algemeen. De toepassingen van RFID zijn veelbelovend, maar de technische haalbaarheid in deze sector is nog nooit aangetoond. Daarom zijn drie technische haalbaarheidsstudies (Proof of Concept, PoC's) uitgevoerd. De PoC's richten zich op:

- Het logistieke proces; het volgen van fabrikant tot de plaatsing van de watermeter bij de klant.
- Inmeten; inmeten en registreren van individuele objecten in de grond bij een open sleuf.
- Verkenmerking vervangen; het terugvinden van individuele objecten in de grond bij gesloten sleuf.

De resultaten van deze drie PoC's zijn in de volgende paragrafen beschreven.

PoC logistieke proces

In deze PoC is getest of RFID gebruikt kan worden om de logistieke keten van een watermeter te volgen. Met RFID zijn de watermeters in de logistieke keten constant te traceren. Dit voorkomt potentieel het kwijtraken van watermeters.

De test bestond uit een aantal onderdelen:

Portal:

- Hoofdmagazijn Veghel: in-/uitregistratie door middel van een portal bij de ingang van het hoofdmagazijn

Handreader:

- Regiomagazijn Breda: in-/uitregistratie door middel van handreader
- Bij klant: registratie plaatsing van watermeters door middel van handreader



Afbeelding 3. Antennes van de Portal bij de proefopstelling

De PoC is zo eenvoudig mogelijk opgezet. Daarom is ervoor gekozen om zelf de watermeters te voorzien van RFID-tags en dus de logistieke keten vanaf de aankomst bij Brabant Water te testen. De RFID-tags waren geïntegreerd in een sticker. In een definitieve fase worden de tags door de fabrikant geïntegreerd in het product.

In het magazijn in Veghel is een tijdelijke portal opgebouwd, waarbij de readers zo zijn geplaatst dat deze makkelijk te verstellen zijn. Met deze opstelling is getest of alle watermeters geregistreerd worden op het moment dat ze het magazijn binnen komen of verlaten. In een definitieve oplossing is een robuustere opstelling gewenst, waarmee de antennes beter beschermd zijn tegen stoten van buitenaf. Omdat de watermeters die Brabant Water gebruikt bestaan uit veel metaal, is gekozen om ook de dozen te voorzien van tags. Metaal houdt de RFID signalen namelijk tegen. Softwarematig is een relatie gelegd tussen de watermeters die in de doos aanwezig zijn en de doos zelf. Met de relatie was het dus mogelijk om door het uitlezen van de RFID op de doos, de individuele watermeter te volgen in de logistieke keten.

In de test is een volle pallet met watermeters gebruikt. Op één pallet zijn 30 dozen geplaatst, met ieder tien watermeters. Voor de registratie bij de ingang van het magazijn is gebruik gemaakt van de RFID-tags van de doos.

Er is gevarieerd in de testopstelling door gebruik te maken van verschillende palletwagens, snelheden (langzaam, normaal, snel) en drie verschillende antennes.

Portal

Diverse variaties in omstandigheden hebben invloed op de accuratesse van de scan van de portal. Daarom zijn er diverse variabelen getest. De belangrijkste hiervan zijn de verschillende palletwagens, de positie van de palletwagen in de portal en het type antenne.

Standaard is door het midden van de portal gereden en gebruik gemaakt van een Motorola AN480-antenne. In tabel 1 zijn de resultaten van één serie testen weergegeven. Hierbij was de snelheid normaal en werd door het midden gereden.



Afbeelding 4. Proefopstelling portal in magazijn

Resultaten per palletwagen

Brabant Water gebruikt verschillende palletwagens. Omdat de vorm van de palletwagen invloed kan hebben op de resultaten van de scan van de RFID-tags, is er getest met diverse palletwagens.

Zoals in onderstaande tabel te zien is, zijn de resultaten het beste met palletwagen type 7. Met de andere palletwagens zijn alle dozen ingelezen, maar werd dit regelmatig slechts één keer uitgelezen. Het risico dat een doos een keer niet gelezen wordt is dus wel groter, maar gezien het grote aantal testen blijkt dit in de praktijk niet voor te komen.

Tabel 1. Resultaten aantal keren dat een specifieke doos is gelezen door de antenne met de diverse palletwagens

	palletwagen type 1				palletwagen type 2				palletwagen type 3				palletwagen type 4				palletwagen type 5				palletwagen type 6				palletwagen type 7										
	doos	166	167	168	169	181	182	183	184	142	143	144	145	300	128	129	130	131	132	133	154	155	156	157	115	116	117	118	100	101	102	103	104	105	106
Doos	1	36	40	51	34	34	31	47	16	56	23	18	52	14	2	6	3	3	4	1	25	30	13	86	33	35	44	12	79	37	16	43	41	29	39
	2	110	41	127	59	61	67	78	34	77	60	35	109	16	5	50	10	11	15	9	44	44	31	158	43	105	102	23	117	85	51	77	110	35	127
	3	49	55	81	53	22	65	36	61	83	73	68	32	55	2	77	9	25	15	13	23	67	49	48	47	33	40	82	170	75	56	66	40	53	47
	4	57	26	47	47	35	48	47	38	22	25	13	8	137	40	141	46	32	43	40	54	18	73	25	12	8	16	7	46	41	38	34	37	22	42
	5	108	40	95	57	119	131	124	73	58	79	113	36	23	27	83	29	27	21	16	18	62	26	47	62	98	49	130	236	69	75	62	54	94	49
	6	5	8	6	7	23	20	14	18	4	3	1	1	4	21	7	16	4	13	4	1	4	4	6	5	6	6	4	18	13	15	9	11	6	10
	7	53	59	90	77	49	83	62	54	19	19	9	18	7	62	189	64	75	67	64	44	33	44	30	23	49	46	41	63	47	64	48	59	40	51
	8	31	16	33	24	28	47	46	18	22	36	37	23	14	26	90	16	13	6	3	27	37	35	23	13	16	20	19	48	20	23	24	15	14	22
	9	2	1	1	2	1	3	1	2	1	1	3	1	1	19	110	16	69	10	67	7	13	12	12	9	8	11	5	19	21	10	10	6	11	13
	10	14	10	13	11	18	33	25	20	6	3	1	1	1	23	81	15	29	20	19	8	6	8	4	1	5	3	1	28	8	23	26	19	14	16
	11	4	3	2	7	5	4	4	4	14	31	13	23	45	6	59	6	13	6	20	13	11	19	8	7	7	4	13	5	7	4	7	4	10	
	12	14	12	21	16	8	10	13	6	8	7	10	5	12	3	11	5	9	10	3	15	11	9	6	16	7	9	9	14	14	8	12	9	11	17
	13	1	3	3	4	8	4	3	7	4	5	5	9	9	33	106	30	33	38	38	1	5	5	6	5	5	2	1	8	10	10	7	7	6	3
	14	55	48	76	31	43	52	63	49	48	46	54	32	56	61	77	53	23	17	19	25	42	37	39	45	39	38	57	155	61	68	98	45	74	51
	15	23	15	16	24	12	23	17	18	10	15	7	7	116	28	141	26	28	21	31	42	15	59	21	4	9	17	6	24	18	23	21	33	15	32
	16	28	33	40	19	22	28	27	22	20	17	20	30	19	35	17	25	5	12	8	7	25	16	36	16	21	20	21	24	27	18	44	23	34	29
	17	13	7	8	5	4	8	9	5	6	2	3	5	4	1	15	2	5	5	5	9	10	7	14	3	7	14	4	9	8	6	6	8	7	8
	18	23	14	31	31	33	32	33	23	27	24	22	23	7	24	24	18	2	10	4	6	28	7	17	11	14	17	28	67	16	28	20	16	20	20
	19	4	2	4	7	9	13	12	7	1	1	1	1	3	28	84	53	29	13	30	1	1	1	2	1	3	3	2	4	12	9	7	5	4	3
	20	36	26	31	35	23	48	23	30	21	37	40	13	51	9	7	4	7	2	23	18	41	25	31	33	27	23	16	45	28	34	28	20	19	27
	21	9	7	7	9	5	9	9	5	1	5	3	5	4	21	117	20	23	28	26	7	6	11	9	7	4	5	5	7	7	8	10	11	11	8
	22	27	23	52	37	33	54	20	34	34	17	41	10	34	30	36	28	41	27	18	29	46	36	27	31	24	17	24	78	36	37	35	13	22	20
	23	31	25	49	32	25	28	43	16	32	24	12	31	7	9	3	5	3	10	15	41	23	28	57	46	47	53	16	50	52	27	49	47	32	49
	24	30	18	11	23	29	38	36	28	1	3	1	1	5	42	103	25	30	19	24	6	7	10	6	8	14	10	13	37	27	46	29	35	21	42
	25	8	6	8	6	5	5	4	1	23	25	16	27	7	11	10	15	11	17	20	1	9	8	13	1	3	3	1	10	3	5	7	6	4	5
	26	2	2	2	2	4	1	3	1	2	1	2	2	3	30	29	31	11	32	12	9	7	20	9	4	5	7	4	8	4	7	11	6	7	2
	27	21	11	25	12	20	19	14	11	11	10	15	8	23	14	13	15	17	10	15	14	15	29	22	8	14	10	16	37	13	11	8	10	6	8
	28	19	20	54	16	9	18	16	8	19	15	21	14	4	11	8	6	3	6	1	7	9	3	13	13	20	16	33	45	24	13	37	24	30	25
	29	5	6	6	3	3	6	2	1	11	5	6	11	26	1	76	9	14	7	10	14	7	19	21	4	4	3	1	3	7	11	9	8	6	8
	30	5	6	13	14	3	8	5	3	1	7	2	7	11	17	62	21	19	19	19	8	3	12	5	1	3	4	2	3	4	7	3	5	6	6

Rit door portal

Resultaten per kant

De palletwagen rijdt normaal gesproken door het midden van de portal, maar dit hoeft niet altijd. Daarom is er ook getest met een situatie waarbij de palletwagen aan de linker- of rechterkant van de portal naar binnen rijdt. Door het midden rijden blijkt het meest betrouwbaar, maar ook langs de zijanten werden de pallets ingelezen.

Resultaten per antenne

Er zijn verschillende typen antenne die RFID-tags kunnen uitlezen. Het belangrijkste onderscheid is of een antenne circulair of polair georiënteerd is. Circulair heeft als voordeel dat de oriëntatie van de tag niet van belang is. Bij lineaire polarisatie is de leesafstand langer, maar is de oriëntatie wel van belang.

De meeste tests zijn met een Motorola AN480-antenne (circulair) uitgevoerd. De Invengo AF26 en AF35 (beide circulair) zijn één dag getest. Tijdens het testen bleek dat het aantal keer dat een doos gelezen wordt per doos varieerde tussen de circulaire of polaire techniek. Het is echter niet zo dat een bepaald type antenne significant beter presteert. Bij deze test is gezien de beperkte tijd dat de antennes beschikbaar waren, minder tijd gestoken in de afstemming tussen de tag en de antenne. Mogelijk kunnen de resultaten geoptimaliseerd worden door de tags, antennes en het object dat geregistreerd moet worden beter op elkaar af te stemmen.

Conclusie portal

De conclusie is dat het technisch mogelijk is om in alle gevallen alle dozen te lezen en dus alle watermeters te registreren via een portal. Dit is gebaseerd op in totaal 282 tests met de portal. Voorwaarde is wel dat de

dozen op voldoende afstand van de metalen plaat van de palletwagen worden gehouden. Dit is met een eenvoudige afstandhouder van drie centimeter te realiseren. Tussen de verschillende palletwagens zijn duidelijke verschillen. Er is wel vervolgonderzoek nodig per artikel dat gebruikt wordt. Bijvoorbeeld naar welke tag het beste gebruikt kan worden en welk portal het meest geschikt is om objecten te lezen.

Handreader

De handreader is getest op de mogelijkheid om artikelen te registreren, zowel in het veld als in het magazijn. De handreader is gekoppeld aan een applicatie op een smartphone. In de praktijk blijkt dit in bijna alle gevallen goed te werken. De tests zijn uitgevoerd onder verschillende omstandigheden: in de buurt van zendmasten en hoogspanningsmasten, binnen- en buitenshuis.

De smartphone was verbonden met het internet via Wifi of 4G. De scans werden opgeslagen in een database, samen met de gegevens uit de portal. Hierdoor kon live gevolgd worden waar een artikel zich bevond en waar het in het verleden was geweest. Dit leverde verschillende paden op die de watermeters hebben gevolgd. Het is opvallend dat de watermeters in deze kleine test al op veel verschillende manieren op de plek van bestemming kwamen. Wel zijn er een aantal punten die bij implementatie aandacht verdienen:

- De applicatie werkt alleen als er ook een internetverbinding aanwezig is. Voor de PoC-fase was dit eenvoudig (en dus goedkoop) te implementeren. In de definitieve fase moet een verbinding geen voorwaarde zijn voor de werking, dus is een tijdelijke (offline) opslag van gegevens nodig.
- De RFID-reader was via de 3,5 mm-jackplug verbonden met de telefoon. De telefoon raakt hierbij ontregeld als er gelijktijdig ook gebeld wordt. Waarschijnlijk is dit moeilijk softwarematig op te lossen, omdat de oorzaak in het besturingssysteem zit. Overigens is het ook mogelijk om de smartphone door middel van bluetooth of USB te verbinden met de reader.

Conclusie handreader

Het is technisch haalbaar om de watermeters met de handreader te lezen. Dit lezen kan gekoppeld worden aan een database. Dit geeft inzicht in waar in de keten objecten zich bevinden.

Deze test betrof een losstaand systeem. Er is dus geen koppeling met de bestaande systemen gemaakt. Bij een definitieve toepassing zal de koppeling met verschillende systemen getest moeten worden.

Conclusie logistiek proces

Zowel de portal als de handreader kan gebruikt worden om watermeters en andere objecten te registreren. Door deze twee toepassingen is het mogelijk om objecten gedurende de gehele keten te volgen.

PoC Inmeten

Momenteel worden leidingen bij aanleg met GPS ingemeten. Hierbij worden punten gemeten van de leiding en van de appendages. Per meetpunt moet op de GPS-apparatuur met een dropdown-menu aangegeven worden welk object ingemeten wordt.

Door RFID te koppelen aan GPS is het mogelijk om tijdens het inmeten op te slaan welk individueel object ingemeten wordt. Een dropdown-menu is dus niet meer nodig en de informatie is specifieker. In de oude situatie wordt alleen opgeslagen dat een bepaald punt bijvoorbeeld een afsluiter is. Met RFID wordt het technisch eenvoudiger om bij te houden welke specifieke afsluiter zich waar bevindt, met bijbehorende productie- en gebruiksgegevens. Dit is voor alle individuele objecten mogelijk.

Als blijkt dat een bepaalde partij na plaatsing problemen vertoont, dan kan deze doelgericht vervangen worden. Momenteel is dit niet mogelijk, omdat onbekend is welke afsluiter waar geplaatst is.

Ook biedt deze werkwijze mogelijkheden voor het assetmanagement. Zo kunnen storings op een veel gedetailleerder niveau worden gevolgd en deze statistieken worden gebruikt om de faalkans te berekenen. Nu worden grote groepen die alleen onderscheiden worden op materiaal, diameter en aanlegjaar meegenomen. Bij individuele registratie is het mogelijk om storings te koppelen aan een specifieke productiebatch bij een fabrikant.

In deze PoC is aangetoond dat het technisch mogelijk is om tijdens het inmeten individuele informatie van een appendage of leiding uit te lezen en op te slaan.

PoC Verkenmerking vervangen

Wanneer een sleuf weer dicht is, is het soms lastig om bijvoorbeeld een afsluiter terug te vinden. Aangezien RFID op afstand uit te lezen is en ook de sterkte van het signaal gemeten kan worden, is dit potentieel een manier om afsluiters in het veld terug te vinden. Met GIS-informatie en GPS zou dan de locatie van de afsluiter tot op enkele meters benaderd kunnen worden. Vanaf hier zou men met behulp van een RFID-reader de specifieke afsluiter moeten vinden.

Om dit te laten werken is het noodzakelijk dat de RFID op een afstand van enkele meters uit te lezen is. Het resultaat van de testen is dat dit met de open RFID-techniek die Brabant Water wil gebruiken niet mogelijk is. Wel is het in droge omstandigheden mogelijk om de RFID-tag onder de grond uit te lezen, als de afstand maximaal enkele decimeters is. Verder is het mogelijk om RFID-tags op grotere afstand uit te lezen als deze op de straatpot zijn bevestigd. De straatpot heeft echter geen vaste relatie met de afsluiter en wordt soms door derden verwisseld. Met de huidige stand van de techniek is het niet mogelijk om RFID te gebruiken voor het vinden van afsluiters in het open veld. Royal HaskoningDHV heeft dit getest, ook met andere, niet open RFID-technieken. In [een ander artikel](#) wordt hier uitgebreider op ingegaan.

Conclusie

Technisch gezien is het goed mogelijk om RFID te gebruiken om onderdelen van het distributienet te volgen tijdens het gehele logistieke proces, vanaf het moment dat een product 'geboren' wordt totdat de leiding de grond in gaat en ingemeten wordt. Dit biedt veel mogelijkheden om specifiekere informatie van de onderdelen vast te leggen, zonder dat dit meer werk in de sleuf oplevert. Dit wordt verder uitgewerkt in het samenwerkingsverband Citadel (zie kader).

Doorontwikkeling tot branchebreed product via Platform Innovatie Drinkwater (PID)

Niet alleen Brabant Water werkt met RFID. Het Platform Innovatie Drinkwater (PID) heeft de volgende visie vastgelegd:

“Het vastleggen en delen van data op onderdeelniveau is noodzakelijk om de kwaliteit van de gehele keten te verhogen, de leveringszekerheid voor de klant te verbeteren en kosten over de gehele levensduur te verlagen.”

Om dit te bewerkstelligen werken vele bedrijven samen om het dataplatform Citadel te ontwikkelen. Citadel dient als intermedium tussen de partijen die de data genereren bij de productie of het samenstellen van het product, de partijen die de data vastleggen in het realisatieproces en de partijen die de data gebruiken voor hun assetmanagement en vice versa. Hoe dit in de praktijk gaat, is hier te zien: <https://vimeo.com/251378551>.