



Controlemethodiek afsluiters

Afsluiteronderhoud en -beheer

BTO 2010.020
April 2010



Watercycle Research Institute

Controlemethodiek afsluiters

Afsluiteronderhoud en -beheer

BTO 2010.020
April 2010

© 2010 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.

Colofon

Titel

Controlemethodiek afsluiters

Projectnummer

B111630

Projectmanager

Nellie Slaats

Opdrachtgever

CvO

Kwaliteitsborger(s)

Jan Vreeburg & Mirjam Blokker

Auteur(s)

Irene Vloerbergh, Peter van Thienen

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar

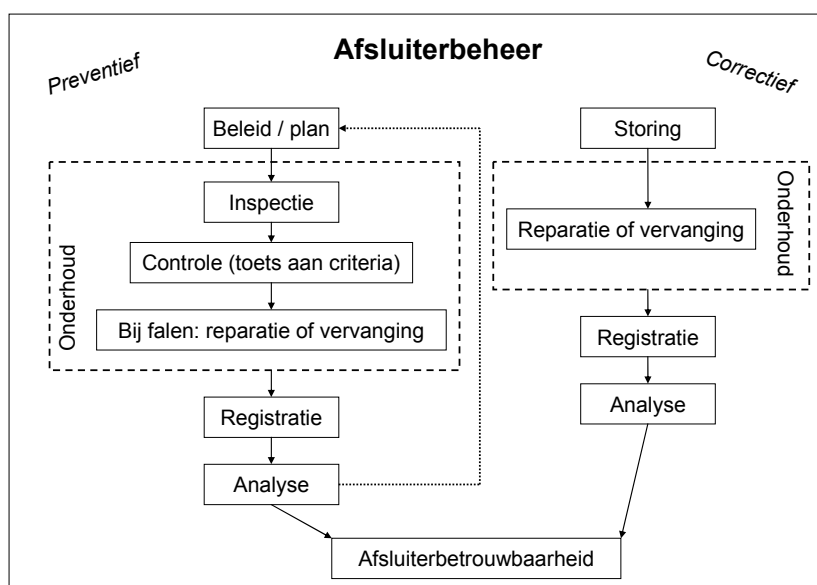
Samenvatting

Afsluiters vormen een belangrijk onderdeel van de distributie-infrastructuur. Zij stellen waterleidingbedrijven in staat leidingen te isoleren in geval van onderhoud of incidenten, zoals leidingbreuken en besmettingen, om zo overlast en/of gevaar voor de consument te beperken. Over de betrouwbaarheid van afsluiterbestanden is echter voornamelijk zeer weinig bekend en beheerpraktijken blijken te verschillen van bedrijf tot bedrijf. Het doel van dit rapport is om enerzijds de huidige praktijk van afsluiterbeheer te beschrijven en anderzijds aanbevelingen te doen voor een beheermethodiek, zodanig dat het rapport bruikbaar is als handvat voor het opzetten van een beheerplan.

Om inzicht te krijgen in de huidige praktijk van afsluiterbeheer en om de gegevens afkomstig van registratie en terugkoppeling van afsluiterinspecties beter te kunnen interpreteren is een korte vragenlijst gestuurd aan de Nederlandse waterbedrijven, waarop door alle BTO-bedrijven antwoorden zijn ingestuurd. Hieruit is het volgende beeld ontstaan van wat men bij de bedrijven onder afsluiterbeheer (samengevat in Figuur S1) verstaat:

- De belangrijkste componenten van afsluiterbeheer voor de bedrijven zijn over het algemeen inspectie en preventief en correctief onderhoud.
- De doelen die de bedrijven met afsluiterinspectie nastreven bevinden zich met name op het vlak van (kosten)beheersing en leveringszekerheid.
- Bijna alle bedrijven (11 van de 13) inspecteren in ieder geval een deel van het bestand met een vastgestelde frequentie (situatie 2008).
- Onderscheid wordt daarbij gemaakt tussen afsluiters in hoofd- dan wel transportleidingen of tussen cruciale en niet-cruciale afsluiters.
- Bij inspectie vindt toetsing plaats aan de hand van functioneringscriteria.
- De registratie van de inspectie en resultaten hiervan varieert in mate van detail en medium.
- De mate waarin men een duidelijk beeld heeft van de kwaliteit van het afsluiterbestand wisselt tussen de bedrijven.

Een aantal bedrijven meldt dat de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand, die over het algemeen als goed wordt beoordeeld, verhoogd wordt als gevolg van de afsluiterinspectie, terwijl andere laten weten dat zij geen effect waarnemen. Voor beide stellingnames wordt in enkele gevallen een onderbouwing gepresenteerd; in veel gevallen blijft deze echter achterwege. In het algemeen kan worden gesteld dat er nog weinig analyse van de geregistreerde gegevens plaatsvindt bij de bedrijven.



Figuur S1: Kernbegrippen van afsluiterbeheer en hun onderlinge samenhang.

Dit rapport biedt een reeks aanbevelingen m.b.t. de methodiek van het afsluiterbeheer, beginnende met een stappenplan voor het definiëren van een beheerplan:

1. Formuleer doel van afsluiterbeheer.
2. Breng afsluiters in kaart en deel in in categorieën.
3. Bepaal prioritering per categorie m.b.v. de afsluiter tool CAVLAR (Meerkerk et al., 2009).
4. Stel inspectiefrequentie en -volgorde vast.
5. Stel controlecriteria vast.
6. Registreer controles, resultaten en eventuele vervolgacties.
7. Plan registraties/vervangingen en registreer uitvoeringen hiervan.
8. Analyseer geregistreerde data.
9. Bepaal afsluiterbetrouwbaarheid.
10. Evalueer beheerplan.

Ten tweede worden aanbevelingen gedaan omtrent de definitie van betrouwbaarheid, waarvoor aan een aantal criteria moet worden voldaan.

Een drietal pilots is uitgevoerd bij Dunea, Waternet en WMD, met als doel het testen van de voorgestelde methodiek. In de praktijk heeft men echter de bestaande praktijk gehandhaafd. Geen van de pilotbedrijven heeft onderscheid gemaakt tussen de twee aanbevolen categorieën van onderhouds noodzaak, te weten "correctief onderhoud plannen" en "afsluiter faalt". Eveneens zijn gegevens verzameld op basis van de bestaande beheerpraktijk bij PWN en Evides.

De gegevens van PWN tonen een significante toename van de afsluiterbetrouwbaarheid (van 90-91% naar 95%) na het doorlopen van de eerste cyclus van een nieuw ingevoerd driejaarlijks inspectieregime. Dit is een duidelijke illustratie van het nut en de opbrengst van een regelmatige inspectie van het afsluiterbestand.

De resultaten van de pilots zijn interessant als nulmeting voor vervolgstudies en bieden samen met de resultaten van de cases bij PWN en Evides een beeld van de relatie tussen inspectiefrequentie en afsluiterbetrouwbaarheid. De gezamenlijke bij de cases en pilots verkregen gegevens ondersteunen in enige mate het beeld dat de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand toeneemt met toenemende inspectiefrequentie. Het vermoeden bestaat dat deze correlatie wordt vertroebeld door verschillende inspectiegeschiedenissen van de respectievelijke afsluiterbestanden. De gegevens laten tevens zien dat voor oudere afsluiters, met name die van voor 1975, het aantal problemen met de draaibaarheid aanzienlijk toeneemt. Ook blijken er meer problemen met spindels op te treden bij afsluiters van voor 1950 (Waternet) tot 1975 (WMD). Deze resultaten suggereren dat het afsluiterbeheer verder geoptimaliseerd kan worden door het af te stemmen op faalmechanismen en hun mogelijke leeftijdsafhankelijkheid, naast afstemmen met CAVLAR.

Op basis van het bovenstaande worden de volgende aanbevelingen voor implementatie gedaan:

1. Doorgaan met regelmatige inspecties;
2. gebruik van de afsluiter tool CAVLAR om het effect van verbetering afsluiterbetrouwbaarheid op OLM te kwantificeren;
3. doorgaan met registratie van inspecties;
4. ontwikkeling van een uniforme registratie van de inspectiegegevens (voorstel in bijlage II);
5. registratie van het jaar van plaatsing van afsluiters;
6. onderscheid in controlemethodiek tussen 'behoeft onderhoud' en 'zal falen' t.b.v. de analyse van de functionaliteit van het afsluiterbestand.
7. toepassing van de afsluiter tool CAVLAR ter bepaling van noodzakelijke en overbodige afsluiters.

Punten 1, 2 en 7 leiden direct tot een reductie van kosten t.g.v. OLM en onderhoud/inspecties. Punten 3, 4, 5 en 6 stellen ons in staat tot een betere voorspelbaarheid van afsluiterbetrouwbaarheid te komen, welke gebruikt kan worden om de betrouwbaarheid verder te optimaliseren. Hierdoor zal indirect een reductie van OLM worden gerealiseerd.

Inhoud

Samenvatting	1
Inhoud	3
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Doel van het rapport	5
1.3 Leeswijzer	6
2 Afsluiterinspectie en –beheer anno 2008	7
2.1 Inspectie om betrouwbaarheid te bepalen, beheer om het te vergroten	7
2.2 Afsluiterbeheer bij de bedrijven anno 2008	7
2.3 Wat wordt er verstaan onder afsluiterbeheer (begrippen en definities)	8
2.4 Wat wordt er gedaan aan afsluiterinspectie en –beheer	9
2.5 Ervaringen en conclusies	10
3 Methodiek afsluiterbeheer	13
3.1 Aanbevelingen methodiek afsluiterbeheer	13
3.1.1 Plan / beleid	13
3.1.2 Onderhoud: inspectie, controle en vervolgacties	14
3.1.3 Registratie en analyse van de controleresultaten	15
3.1.4 Gebruik van CAVLAR	16
4 Cases en pilots methodiek afsluiterinspectie	17
4.1 Inleiding	17
4.2 Cases PWN en Evides	17
4.2.1 Case PWN	17
4.2.2 Case Evides	20
4.3 Pilots Dunea, Waternet en WMD	22
4.3.1 Pilot Dunea	23
4.3.2 Pilot Waternet	24
4.3.3 Pilot WMD	27
4.3.4 Vergelijking van resultaten van cases en pilots	28
5 Conclusies en aanbevelingen	32
5.1 Conclusies met betrekking tot de beheerpraktijk 2008	32
5.2 Conclusies met betrekking tot de kwantitatieve analyse van de bestaande beheerpraktijk	32
5.3 Beschouwing	33
5.3.1 Kosten	33
5.3.2 Controlegegevens	33
5.4 Aanbevelingen voor implementatie	33

Referenties	36
I Vragenlijst inventarisatie afsluiterinspectie en –beheer anno 2008	38
II Aanbevelingen uniforme registratie afsluiterinspecties	42

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Afsluiters zijn cruciaal bij het isoleren van leidingen bij incidenten zoals leidingbreuken en besmettingen en daarmee bij de bescherming van de consument tegen de negatieve effecten van deze incidenten. Ook bij reguliere onderhoudswerkzaamheden is het effectief kunnen isoleren van delen van het leidingnet essentieel, om de overlast tot een minimum te beperken.

Een internationale workshop van Kiwa en AwwaRF (2001) over de rol en de betrouwbaarheid van afsluiters heeft veel inzicht, maar ook veel vragen opgeleverd (Rosenthal et al, 2001 en Deb et al, 2006). Er is getracht de kennis over en ervaringen met afsluiters overzichtelijk weer te geven, teneinde er regels uit te destilleren voor beheer. Geconstateerd is dat betrouwbaarheid van *afsluiters* niet hetzelfde is als betrouwbaarheid van *afsluiting*. Het laatste hoort centraal te staan, maar is vanzelfsprekend wel sterk afhankelijk van het eerste. In het BTO is de afsluiter tool CAVLAR®¹ ontwikkeld (Meerkerk et al., 2009), om het effect van de betrouwbaarheid van afsluiters op betrouwbaarheid van de af te sluiten sectie te analyseren. Tot op heden werden hiervoor schattingen en veronderstellingen gebruikt. Dit rapport gaat over het bepalen van de afsluiterbetrouwbaarheid. Door de ervaringen en gegevens van de waterbedrijven moet het mogelijk zijn een nauwkeurigere input te leveren. Uit een aantal case studies (bijv. Kivit en Blokker, 2006) blijkt dat afname van afsluiterbetrouwbaarheid exponentieel doorwerkt in de toename van de OLM (ondermaatse leveringsminuten). Het is daarom belangrijk meer inzicht te verkrijgen in de werkelijke afsluiterbetrouwbaarheid en mogelijk ook in de factoren die deze beïnvloeden, zodat gericht beheer kan worden vastgesteld en uitgevoerd.

1.2 Doel van het rapport

Afsluiterinspectie en -beheer kost geld en omdat elk jaar maar een fractie van de afsluiters in het net nodig is om de levering veilig te stellen, is het verleidelijk voor bedrijven hierop kosten te besparen. Uit een internationale enquête (Schaap et al, 2002) is echter gebleken dat er wereldwijd nauwelijks informatie beschikbaar is over de betrouwbaarheid van afsluiters. Om hier informatie over te verzamelen, is controle van de afsluiters, registratie van de inspectieresultaten en analyse van de gegevens dus noodzakelijk.

Om een beeld te krijgen van de aanpak, frequentie en resultaten van afsluiterinspectie en -beheer bij de bedrijven is een inventarisatie gemaakt van de huidige activiteiten. Daarbij is ook gevraagd op basis van welke afwegingen de inspectie plaatsvindt en welke criteria gehanteerd worden bij het bepalen van de betrouwbaarheid.

Op basis van de gegevens van de bedrijven en de literatuur wordt een controlemethodiek voor afsluiters aan de bedrijven aangereikt. De methodiek heeft betrekking op inspectie van afsluiters, registratie van de bevindingen en analyse van het geregistreerde. Om een beeld te krijgen van het effect van inspectie, reparatie en onderhoud van afsluiters op hun betrouwbaarheid, is een aantal bedrijven gevraagd naar hun ervaringen met de voorgestelde methodiek.

Het doel van dit rapport is dus tweeledig. Ten eerste wordt een inventarisatie gemaakt van wat de Nederlandse (en Vlaamse) bedrijven verstaan onder en doen in het kader van afsluiterbeheer. De huidige praktijk van afsluiterbeheer wordt beschreven op het gebied van:

- Plan/beleid;
- inspectiefrequentie;
- criteria voor controle;

¹ CAVLAR® staat voor Criticality Analysis of Valve Locations And Reliability

- vervolgacties n.a.v. controle;
- registratie;
- analyse;
- afsluiterbetrouwbaarheid;
- eventuele relaties tussen bovenstaande factoren.

Ten tweede worden aanbevelingen gedaan voor een beheermethodiek, waarbij alle hiervoor genoemde punten in beschouwing wordt genomen: plan/beleid, inspectiefrequentie, controlecriteria, vervolgacties, registratie en analyse, met als doel inzicht te krijgen in (het effect op) afsluiterbetrouwbaarheid.

1.3 Leeswijzer

Dit rapport dient als handvat voor drinkwaterbedrijven voor het opzetten van een beheerplan voor afsluiters.

In hoofdstuk 2 is samengevat wat er door de bedrijven onder afsluiterinspectie en -beheer wordt verstaan (begrippen en definities) en wat er aan wordt gedaan. De resultaten van de afsluiterinspecties en -beheerpraktijken bij de bedrijven worden besproken, evenals daaruit voortvloeiende relaties tussen verschillende aspecten van beheer. Ter illustratie zijn de gegevens van Evides en PWN nader beschouwd om te ontdekken of de huidige praktijk relaties laat zien tussen afsluiterbeheer en -betrouwbaarheid.

In hoofdstuk 3 worden aanbevelingen gedaan voor een methodiek voor afsluitercontrole en -beheer. Twee case studies ter kwantificering van de effecten van bestaande beheermethodieken en drie pilots met als doel de evaluatie voor de aanbevolen methodiek worden beschreven in Hoofdstuk 4, inclusief opzet, uitvoering en resultaten. Hierna volgen in hoofdstuk 5 de conclusies met betrekking tot de aanbevolen methode en hoofdstuk eindigt met aanbevelingen voor succesvolle implementatie.

2 Afsluiterinspectie en –beheer anno 2008

2.1 Inspectie om betrouwbaarheid te bepalen, beheer om het te vergroten

De belangrijkste functie van afsluiters is het afsluiten van een leidingsectie van de rest van het leidingnet om de effecten van incidenten in te dammen of reparaties en onderhoud uit te voeren (Trietsch en Schaap, 2002). Wanneer zich een incident voordoet in het leidingnet, dient de getroffen plaats zo spoedig mogelijk na waarneming geïsoleerd te worden. Voor het afsluiten van een sectie geldt, dat een afsluiting binnen maximaal 2 uur gerealiseerd moet zijn (Trietsch en Schaap, 2006). In verschillende workshops is gezamenlijk bepaald, dat een individuele afsluiter binnen een kwartier afsluitbaar moet zijn, gerekend vanaf het moment van arriveren. Er wordt dus onderscheid gemaakt tussen het afsluiten van een individuele afsluiter en het afsluiten van een deel van het leidingnet (ook wel sectie-afsluiting genoemd).

In dit rapport wordt het functioneren van individuele afsluiters nader beschouwd. Er wordt gekeken wanneer een afsluiter functioneert en wanneer niet en hoe ervoor gezorgd kan worden dat afsluiters functioneren wanneer dat nodig is.

De betrouwbaarheid van een afsluiter is de kans dat deze afsluiter voldoet aan de functioneringscriteria (Trietsch en Schaap, 2006). De ‘functioneringscriteria’ zijn normen waaraan de afsluiter moet voldoen om als ‘correct’ te worden beoordeeld. Een voorbeeld van een functioneringscriterium is, zoals in het voorgaande werd gesteld, duur: Een afsluiter moet binnen 15 minuten afsluitbaar zijn. Er zijn echter nog andere criteria te onderscheiden op basis waarvan het functioneren van een afsluiter kan worden beoordeeld, zoals:

- Identificeerbaarheid op kaart en in het veld;
- vindbaarheid in het veld;
- toegankelijkheid;
- draaibaarheid;
- afsluitbaarheid.

Afsluiters worden geïnspecteerd om te beoordelen of aan de verschillende criteria wordt voldaan. Een afsluiter faalt wanneer hij niet aan één van de criteria voor functioneren voldoet. Om betrouwbaar te zijn, moet een afsluiter aan alle gestelde criteria voldoen. Als tijdens inspectie blijkt dat een afsluiter faalt, wordt deze doorgaans gerepareerd of vervangen. Het doel is de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand te vergroten, zodat de betrouwbaarheid van de levering verbetert.

In eerdere workshops is consensus bereikt over het meetbaar maken van de functioneringscriteria. De criteria zijn gebruikt als input voor de aanbevelingen voor een controlemethodiek in hoofdstuk 3.

2.2 Afsluiterbeheer bij de bedrijven anno 2008

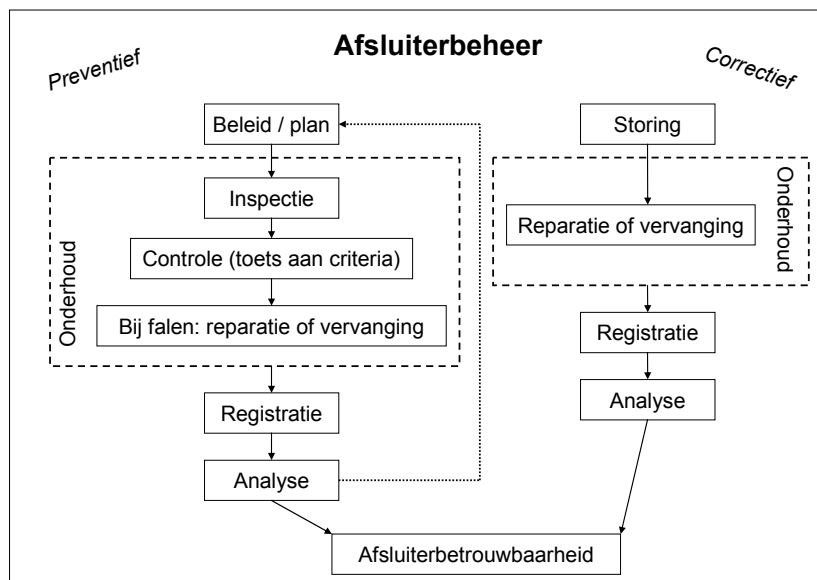
Hoewel op basis van de uitkomsten van de enquête uit 2002 betrouwbaarheidscriteria zijn geformuleerd (bundel BTO-symposium september 2003), is er nog weinig kennis over de betrouwbaarheid van afsluiters doordat gegevens uit afsluitercontroleprogramma's tot op heden vaak niet worden geanalyseerd. Om inzicht te krijgen in de stand van zaken van afsluiterbeheer en conclusies te kunnen trekken uit de gegevens afkomstig van registratie en terugkoppeling van afsluiterinspecties is een korte vragenlijst gestuurd aan de Nederlandse waterbedrijven (zie Bijlage I). Er is gevraagd wat het bedrijfsbeleid is op het gebied van afsluiterinspectie en –beheer, of er een plan is en hoe dit wordt uitgevoerd. Als de bevindingen van de inspectie(ronde)s worden geregistreerd, is de bedrijven gevraagd de resultaten samengevat weer te geven. Doel hiervan was te ontdekken wat het effect van onderhoud is op de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand.

De vragenlijst is naar de Nederlandse en Vlaamse waterbedrijven gestuurd. In totaal hebben 13 respondenten (alle BTO-deelnemers) gereageerd, te weten:

- | | |
|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Brabant Water; | 8. Vitens Midden Nederland; |
| 2. Dunea; | 9. Vitens Overijssel; |
| 3. Evides; | 10. Waternet; |
| 4. Pidpa; | 11. WbGr; |
| 5. PWN; | 12. WMD; |
| 6. Vitens Flevoland; | 13. WML. |
| 7. Vitens Gelderland; | |

2.3 Wat wordt er verstaan onder afsluiterbeheer (begrippen en definities)

Uit de vragenlijst bleek dat de bedrijven afsluiterinspectie zien als onderdeel van beheer. Andere aspecten van beheer die door de bedrijven genoemd werden zijn plannen, preventief en correctief onderhoud, vervanging en registratie. Figuur 1 is een schematische weergave van de aspecten van afsluiterbeheer.



Figuur 1: Aspecten van afsluiterbeheer

Begrippen en werkdefinities met betrekking tot **afsluiterbeheer**:

- Afsluiterbeheer: het plannen en uitvoeren van onderhoudsactiviteiten (preventief en correctief) die gericht zijn op het verzekeren van de werking van afsluiters. Kennis voor het opzetten en bijstellen van de planning is idealiter afkomstig uit registratie en analyse van onderhouds- en storingsgegevens
- Beleid/plan: (geïstitutionaliseerd) onderdeel van de bedrijfsvoering dat (onderhouds)activiteiten beschrijft voor specifieke onderdelen en de frequentie waarmee deze moeten worden uitgevoerd teneinde een bepaald doel te verwezenlijken (bijv. waarborgen van de leveringszekerheid)
- Inspectie: het in het veld traceren van bepaalde afsluiters en deze op een aantal afgesproken onderdelen controleren

- Controle: het toetsen van het functioneren van een afsluiter aan de hand van functioneringscriteria
- Reparatie of vervanging: onderhoudsactie die volgen op een storing van een afsluiter (correctief) of de constatering tijdens inspectie dat een afsluiter faalt (preventief) en die gericht is op het herstellen van de functionaliteit van afsluiters
- Preventief onderhoud: het inspecteren en controleren van afsluiters en op basis van de bevindingen ondernemen van acties gericht op het behoud van functionaliteit
- Correctief onderhoud: in het geval een afsluiter stoort (spontaan, tijdens of bij controle voorafgaand aan de uitvoering van werkzaamheden) actie ondernemen om de functionaliteit te herstellen
- Registratie: het geordend noteren en opslaan (in een database) van de bevindingen van afsluitercontrole (preventief) of de oorzaken en kenmerken van een storing (correctief) teneinde informatie te verzamelen over de staat van het afsluiterbestand
- Analyse: het op bepaalde punten bekijken en onderverdelen van de geregistreerde data teneinde uitspraken te kunnen doen over benodigd onderhoud en afsluiterbetrouwbaarheid
- Afsluiterbetrouwbaarheid: de kans dat deze afsluiter voldoet aan de functioneringscriteria

2.4 Wat wordt er gedaan aan afsluiterinspectie en -beheer

Ondanks dat het detailniveau van de plannen en grondslagen van afsluiterbeheer bij de bedrijven onderling verschillen, komen de onderhoudsacties in grote lijnen met elkaar overeen.

Bijna alle bedrijven inspecteren hun afsluiters met een vastgestelde frequentie. De frequentie waarmee geïnspecteerd wordt, is in de meeste gevallen gebaseerd op ervaring of schattingen van experts. Sommige bedrijven hanteren één inspectiefrequentie voor alle afsluiters, maar in de meeste gevallen worden er verschillende groepen afsluiters onderscheiden. Er worden in grote lijnen twee soorten onderscheid gemaakt:

- 1) Onderscheid tussen afsluiters in transportleidingen ($\varnothing > 300$ mm) en hoofdleidingen ($\varnothing \leq 300$ mm), wat grofweg overeenkomt met de onderverdeling naar respectievelijk vlinderkleppen en schuifafsluiters.
- 2) Onderscheid tussen 'cruciale' en 'normale' afsluiters. De cruciale afsluiters zijn de risicovolle en strategisch essentiële afsluiters. Welke afsluiters geclassificeerd worden als cruciaal is gebaseerd op risicoanalyses en verschilt per bedrijf.

Omdat het falen van afsluiters in transportleidingen grotere gevolgen heeft dan in hoofdleidingen, wordt hiervoor vaak een hogere inspectiefrequentie aangehouden. Vier van de dertien respondenten geeft aan dit onderscheid te hanteren en één van de respondenten maakt bovenop het onderscheid naar type leiding ook nog een onderverdeling naar cruciale en normale afsluiters. Van de bedrijven die transport- en hoofdleidingen onderscheiden, is de inspectiefrequentie voor afsluiters in transportleidingen jaarlijks of eens per 2 jaar. De inspectiefrequentie van afsluiters in hoofdleidingen ligt lager; de controle hiervan gebeurt een per 3 tot 6 jaar. Het bedrijf dat zowel transport-/hoofdleidingen als cruciaal/ normaal onderscheidt, inspecteert alle cruciale afsluiters jaarlijks (dus zowel die op transport- als op hoofdleidingen). De inspectiefrequenties die gehanteerd worden om het functioneren van afsluiters te waarborgen zijn gebaseerd op kennis en ervaringen van deskundigen.

Sommige bedrijven koppelen afsluiteronderhoud aan geplande en ongeplande werkzaamheden en spuiacties. Eén bedrijf controleert afsluiters uitsluitend bij geplande en ongeplande werkzaamheden (en voert dus geen periodieke afsluiterinspectie en -beheer uit).

Afsluiters worden volgens een bepaald plan in het veld getraceerd en op een aantal afgesproken onderdelen geïnspecteerd. Die onderdelen worden getoetst aan de hand van functioneringscriteria. De criteria die gehanteerd worden voor de afsluitercontrole variëren; sommige bedrijven controleren alleen op vindbaarheid en draaibaarheid, anderen hebben een lijst van tien of elf punten waaraan getoetst wordt. Een inventarisatie van alle gehanteerde criteria leert dat de volgende criteria de essentie van de controle behelzen:

1. Correcte tekening / kaart;
2. vindbaarheid / zichtbaarheid;
3. herkenbaarheid / identificeerbaarheid / aanduiding / markering / identificatieplaat;
4. toegankelijkheid / bereikbaarheid;
5. draaibaarheid;
6. afsluitbaarheid / werking.

Afsluiters die niet aan één van de criteria voldoen, hoeven niet direct te falen. Een afsluiter kan bijvoorbeeld op tekening correct zijn aangegeven en vindbaar zijn in het veld, maar als de identificatieplaat mist, is deze niet benoembaar. Deze afsluiter kan toch op de overige criteria worden getoetst. Indien aan de overige criteria wordt voldaan, betekent dit dat mag worden uitgegaan van een betrouwbare afsluiter en kan worden volstaan met het opnieuw aanbrengen van een identificatieplaat. Indien onderdelen niet voldoen aan de criteria die wel tot falen leiden of kunnen leiden, dan worden deze onderdelen gerepareerd of vervangen (tenzij uit een analyse, bijvoorbeeld met CAVLAR, blijkt dat de afsluiter redundant is). Het doel van de controle is immers om de betrouwbaarheid van de afsluiters te vergroten en dat vereist reparatie- of vervangingsacties om gebreken te verhelpen.

Om onderhoudsplannen en -acties te kunnen evalueren in het licht van afsluiterbetrouwbaarheid, is registratie noodzakelijk. De registratie van de inspectieresultaten verschilt per bedrijf, variërend van turflijsten (aantallen geïnspecteerde afsluiters) tot registratie van de toetsingsresultaten per functioneringscriterium. Sommige bedrijven registreren alleen wanneer afsluiters falen, andere registreren per gecontroleerde afsluiter, zowel de falende als de functionerende. De analysemogelijkheden verschillen dus ook als gevolg van de variaties in het geregistreerde. Uitspraken over de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand kunnen op verschillende niveaus worden gedaan:

- Een grove inschatting kan worden gemaakt door het aantal falende of reparatie behoevende afsluiters te delen door het aantal gecontroleerde afsluiters
- Indien de steekproef voldoende omvangrijk is, kan iets gezegd worden over de betrouwbaarheid van (te) onderscheiden groepen (cruciale, normale afsluiters, vlinderkleppen of schuifafsluiters)
- Continu en consequent registreren van resultaten van afsluitercontrole en onderhoudsacties maakt het mogelijk de effecten van beheer op de afsluiterbetrouwbaarheid te kwantificeren. Gekwantificeerde effecten kunnen gebruikt worden om beheer beargumenteerd te sturen.

Sommige bedrijven hebben een redelijk duidelijk beeld van de betrouwbaarheid van hun afsluiterbestand, terwijl andere genoegen nemen met grove schattingen. De effecten van beheer op de betrouwbaarheid worden in de meeste gevallen geschat. Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid bij de huidige beheerpraktijk is van twee bedrijven, PWN en Evides, een analyse gemaakt van de gegevens uit de afsluitercontrole, om te kijken wat er op basis van de beschikbare data gezegd kan worden over een eventueel effect van afsluitercontrole op de betrouwbaarheid. De resultaten hiervan worden in hoofdstuk 4 besproken.

2.5 Ervaringen en conclusies

Uit de ingezonden antwoorden op de vragenlijst (bijlage I) kan worden afgeleid dat de doelen die de bedrijven met afsluiterinspectie beogen met name de volgende punten behelzen:

- Kostenbeheersing en beheersbaarheid onderhoud;
- leveringszekerheid, beheersing/beperking OLM;
- beperking overlast voor de klant bij storingen en onderhoud;
- controle over spuien.

Hoewel dit nergens in de verstrekte antwoorden op de vragenlijst expliciet is geformuleerd, kunnen we op basis van de antwoorden met betrekking tot de directe resultaten van de inspectie toch iets zeggen over in hoeverre de afsluiterinspectie voldoet aan de gestelde doelen. In enkele gevallen bestaat hier (vooral nog) onduidelijkheid over. De meeste bedrijven melden echter hetzij dat zij een hogere betrouwbaarheid halen als gevolg van de afsluiterinspectie hetzij dat zij geen effect waarnemen. Enkele bedrijven presenteren hiervoor een cijfermatige onderbouwing; in de meeste gevallen blijft deze echter achterwege. Over het geheel genomen is het beeld dus gemengd en worden er vaak wel doelen gesteld, maar worden deze niet getoetst.

De verschillende bedrijven hebben ieder hun eigen set van criteria waarop afsluiters worden gecontroleerd, (deels) samenvallend met de in sectie 2.2.2 genoemde lijst. Het aantal criteria waarnaar wordt gekeken varieert aanzienlijk. Registratie van inspecties en/of reparaties vindt vaak plaats, soms op een afsluiterlijst, in Excel of in een database. Wat er precies wordt geregistreerd kan echter in de meeste gevallen niet worden opgemaakt uit de ingezonden antwoorden op de vragenlijst. Analyse van de verzamelde gegevens vindt bij ongeveer de helft van de bedrijven plaats. Meerdere bedrijven die deze analyse nu niet doen geven aan dit in de toekomst wel te willen gaan doen.

Bij de bedrijven die getallen hebben gerapporteerd zien we dat tussen de 8% en 39% van de geïnspecteerde afsluiters een bepaalde vorm van onderhoud gepleegd moest worden. Op basis van deze resultaten wordt de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand over het algemeen als goed beschouwd. In enkele gevallen is deze beoordeling niet zozeer gebaseerd op de concrete getallen of een analyse, maar is deze meer gevoelsmatig vastgesteld. Uit de ingezonden antwoorden blijkt niet dat dit resultaat aanleiding is tot specifieke acties.

Bij de vraag wat de bedrijven doen aan afsluiterbeheer wordt in veel gevallen gesproken over inspectie en preventief en correctief onderhoud. Enkele bedrijven noemen in deze context ook de registratie van de controles en eventuele vervolgacties. Reparaties vinden plaats na meldingen/lekkages en na constatering van problemen bij inspecties. Een enkel bedrijf gebruikt een afsluitertool in het LIS met de status van de afsluiters voor het plannen van onderhoud en controle. In hoeverre de geplande acties ook daadwerkelijk worden uitgevoerd kan niet worden afgeleid uit de verzamelde antwoorden op de vragenlijst.

Het algemene beeld dat heerst bij de bedrijven met betrekking tot de relatie tussen inspectie en beheer is gemengd. Sommige bedrijven zien deze relatie niet, terwijl andere bedrijven wel positieve effecten melden t.g.v. de inspecties, te weten:

- Hoge betrouwbaarheid;
- vollediger overzicht van cruciaal afsluiterbestand;
- verbetering beschikbaarheid van het afsluiterbestand;
- effectiever en efficiënter toestandsafhankelijk onderhoud.

3 Methodiek afsluiterbeheer

3.1 Aanbevelingen methodiek afsluiterbeheer

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor een controlemethodiek voor afsluiters om als handvat te dienen bij preventief onderhoud op het gebied van afsluiters.

De aanbevelingen hebben betrekking op de onderscheiden onderdelen van beheer:

- Plan / beleid (§ 3.1.1);
- onderhoud: inspectie, controle en vervolgacties (§ 3.1.2);
- registratie en analyse van de controleresultaten (§ 3.1.3).

Op basis van de informatie die wordt verkregen door de aanbevolen controlemethodiek te volgen, kan de inspectiefrequentie worden bepaald of bijgesteld.

3.1.1 Plan / beleid

Voor gericht beheer moet er een (beleids)plan gemaakt worden met daarin het doel van beheer en de acties die gepland zijn om het doel te verwezenlijken. Tot die acties behoren inspectie en vervanging of reparatie en het is dus van belang dat over de planning en uitvoering hiervan (bijv. frequentie en onderscheid in typen afsluiters) iets in het (beleids)plan wordt opgenomen. Tevens is een omschrijving gewenst van de wijze waarop de resultaten van inspectierondes en de gevolgen van onderhoud geregistreerd dienen te worden. Dit is deels afhankelijk van het bedrijfsbeleid met betrekking tot registratie (inclusief de verwerking van de gegevens) en deels van het doel van de analyse van de gegevens. De analyse wordt ingericht op de vraag: Wat wil men er uit halen? Dit is gerelateerd aan het plan / beleid dat hiervoor was opgezet en levert dan ook de input voor evaluatie en eventuele aanpassingen van dat (beleids)plan.

Voor het opstellen van een plan kunnen de volgende stappen eens per jaar of eens per twee jaar worden doorlopen:

1. Formuleer het doel van afsluiterbeheer (bijv. betrouwbaarheid van afsluiters kennen/vergroten).
2. Breng de afsluiters in het totale leidingnet in kaart, besluit welke voorrang hebben (denk aan risicovolle leidingen, belangrijke gebieden, etc.). Het kan handig zijn voor dit punt de leidingen in te delen in verschillende categorieën (zoals onderscheid tussen afsluiters in hoofd- en transportleidingen).
3. Maak met behulp van CAVLAR een prioritering van afsluiters die geïnspecteerd moeten worden.
4. Stel inspectiefrequentie vast en volgorde van de te inspecteren locaties.
Mogelijke afwegingen:
 - Urgentie (door vermoedens van onbetrouwbaarheid, of bijv. risicovolle leidingen);
 - geplande werkzaamheden waarvoor de afsluiters nodig zijn (vaak mooie gelegenheid te testen op afsluitbaarheid);
 - meegaan met geplande werkzaamheden derden;
 - andere werkzaamheden van de monteurs (bijvoorbeeld spuien).
5. Stel criteria op op basis waarvan afsluiters gecontroleerd moeten worden (zie volgende paragraaf).
6. Registreer per afsluiter wanneer controle heeft plaatsgevonden, aan welke criteria is getoetst en als aan een of meerdere criteria niet kon worden voldaan, vermeld dit dan ook met de benodigde vervolgacties.
7. Plan benodigde reparaties of vervanging en registreer wanneer ze uitgevoerd zijn.
8. Analyseer de geregistreerde data. Opvallende zaken, zoals veel falende afsluiters in een bepaald gebied of van een bepaald type, dienen apart vermeld te worden en meegenomen te worden in de evaluatie van het plan (volgende punt).
9. Bepaal de afsluiterbetrouwbaarheid (tevens bruikbaar als input voor CAVLAR).
10. Evalueer het plan, koppel de resultaten van de analyse terug en voer verbeteringen of veranderingen door in een nieuw op te stellen plan.

3.1.2 **Onderhoud: inspectie, controle en vervolgacties**

Preventief onderhoud gebeurt op basis van een vastgesteld plan (zie vorige paragraaf). Er wordt bepaald wanneer welke afsluiters geïnspecteerd worden. De te inspecteren afsluiters worden op kaart weergegeven voor zowel het overzicht van de registratie als voor de duidelijkheid voor de monteurs.

Vervolgens dient te worden vastgesteld aan de hand van welke criteria de afsluiters op functioneren gecontroleerd dienen te worden. Op basis van de in workshops gedeelde internationale ervaringen en de uitkomsten van de vragenlijst aan de Nederlandse waterbedrijven (Bijlage 1a)i)(1) II), kunnen verschillende functioneringscriteria worden onderscheiden.

Om in de praktijk het functioneren van afsluiters te beoordelen, kan gebruik worden gemaakt van een stroomdiagram in de vorm van een beoordelingsschema met vragen en antwoorden, waarbij elk antwoord leidt tot een volgende vraag of eindoordeel. In dit geval hebben de vragen betrekking op het al dan niet voldoen aan de criteria voor afsluiterbetrouwbaarheid. In eerdere workshops is consensus bereikt over het SMART² maken van deze criteria.

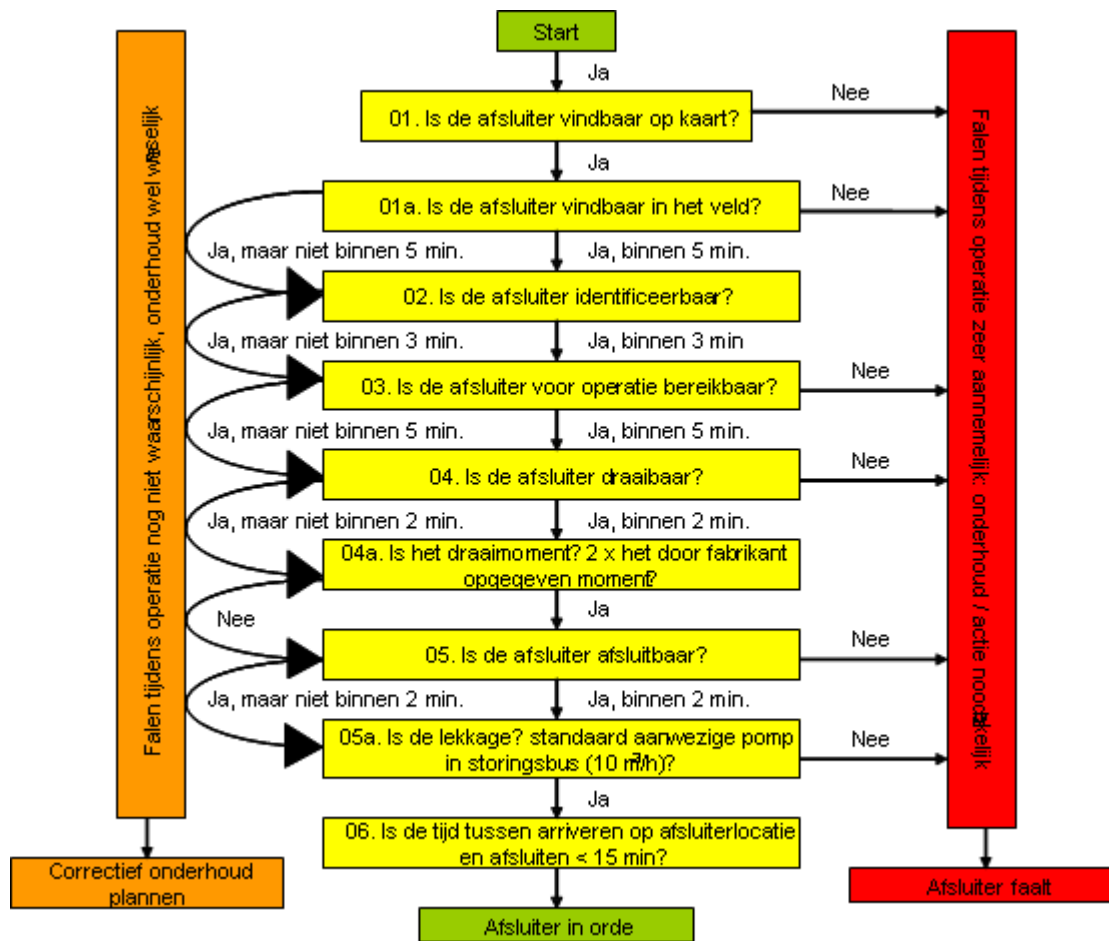
Om betrouwbaar te zijn, moet een afsluiter aan de volgende criteria voldoen (Trietsch en Schaap, 2006):

- Afsluiter moet vindbaar zijn (binnen 5 minuten);
- afsluiter moet identificeerbaar zijn (binnen 3 minuten);
- afsluiter moet toegankelijk zijn (binnen 5 minuten);
- afsluiter moet draaibaar zijn (binnen 2 minuten en maximaal 2 maal het door de fabrikant gespecificeerde moment van bewegen);
- afsluiter moet dusdanig afsluiten dat de mate van lekkage kleiner is of gelijk aan de capaciteit van de pomp die standaard aanwezig is in een storingsbus (bijv. 10 m³/h).

In Figuur 2 zijn deze criteria als voorbeeld uitgewerkt in een stroomdiagram, analoog aan de brandkranencontrolemethodiek van Vitens (Bannink e.a., 2004). De tijdseenheden in de figuur zijn gerekend vanaf het moment van het arriveren van de monteurs op de afsluiterlocatie. In plaats van inspectie met behulp van een stroomdiagram, kan er ook voor gekozen worden een tijdslimiet te stellen aan de afsluiting als geheel, bijvoorbeeld de afsluiting van een sectie moet binnen maximaal 2 uur zijn gerealiseerd. De keuze hiervoor ligt bij de bedrijven en is afhankelijk van het beleid dat gevoerd wordt. Het voorgestelde stroomdiagram is een handvat en kan naar wens worden aangepast. Zo kan bijvoorbeeld bij vraag 04. 'Is de afsluiter draaibaar?', nog een subvraag gesteld worden, namelijk of de spindelkop te plaatsen is (of dat deze stuk is). Er kan gekozen worden om vraag 05 niet mee te nemen in standaardinspectie, bijvoorbeeld omdat afsluiting kan leiden tot bruinwaterklachten of omdat de meting te veel tijd kost. Het is aan de bedrijven om het stroomdiagram naar eigen wens uit te werken.

Als bij het controleren van een afsluiter aan de hand van het stroomdiagram blijkt dat de afsluiter niet in orde is (de uitkomst ligt in het oranje gedeelte links of het rode gedeelte rechts) dan is een vervolgactie nodig. Een vervolgactie kan bestaan uit het plannen van onderhoud of vervanging, of het direct uitvoeren van een van beiden. In beide gevallen dient de ondernomen actie te worden geregistreerd. Ook bij (geplande) werkzaamheden kan blijken dat een afsluiter het wel of niet doet. Deze informatie dient ook geregistreerd te worden, maar hierbij moet wel worden aangegeven dat dit niet in het kader van geplande inspectie was.

² Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden



Figuur 2 Voorbeeld stroomdiagram afsluitercontrole

3.1.3 Registratie en analyse van de controleresultaten

Om afsluiter effectief te beheren, is het nodig het beheer/- onderhoudsplan te reviseren op basis van ervaringen. Het vastleggen van ervaringen is van grote waarde voor kennis over het leidingnet en voor toekomstig beheer. Idealiter is de geschiedenis van elke afsluiter te achterhalen. Om dit op een zeker moment te kunnen (bijvoorbeeld in GIS), is het essentieel dat het afsluiterID (uniek kenmerk) wordt geregistreerd wanneer inspectie plaatsvindt. Daarnaast kan dan bij elke afsluiter geregistreerd worden aan welke criteria wordt voldaan en aan welke niet en welke vervolgacties gepland of uitgevoerd zijn.

Om vergelijking van de controleresultaten van een bedrijf met die van een ander bedrijf of met landelijke gegevens mogelijk te maken, is het wenselijk om tot een uniforme registratie van deze gegevens te komen.

Analyse van de geregistreerde gegevens kan inzicht geven in de betrouwbaarheid van afsluiter(populaties). Dit kan bijvoorbeeld jaarlijks of tweejaarlijks gebeuren. Aan de hand van de conclusies die voortvloeien uit de analyse dient het plan te worden aangepast. De registratie levert informatie op over de betrouwbaarheid van de gecontroleerde afsluiter die vervolgens als input dient voor het (opnieuw) opstellen van een inspectie, controle en onderhoudsacties.

Voorbeelden van analyses van de geregistreerde gegevens worden gegeven in hoofdstuk 4.

3.1.4 Gebruik van CAVLAR

De afsluiter tool CAVLAR (Meerkerk et al., 2009) is ontwikkeld binnen BTO om een afsluiterbestand kwalitatief en kwantitatief te beoordelen en kan een rol spelen in evaluatie van bestaande configuraties, bij het vernieuwen van een bestaand ontwerp en ter ondersteuning van managementbeslissingen.

In bestaande configuraties biedt CAVLAR de volgende mogelijkheden:

- Met behulp van CAVLAR kan een analyse worden gemaakt van het voorzieningsgebied in de zin van hoeveel afsluiters er per sectie aanwezig zijn. Secties met slechts een afsluiter zijn niet gunstig, omdat dit afhankelijke secties betreft, die automatisch worden afgesloten wanneer een aangrenzende sectie moet worden geïsoleerd in verband met een incident. Secties met veel afsluiters zijn ook ongewenst, aangezien de kans op succesvolle afsluiting kleiner wordt naarmate meer afsluiters nodig zijn voor het isoleren van deze sectie. De analyse levert ook inzicht in de grootte van de secties, de leidinglengte in en het volume van een sectie. Deze eigenschappen worden volledig bepaald door de plaatsing/locatie van de afsluiters.
- CAVLAR geeft inzicht in de kritische secties en afsluiters. Welke secties en afsluiters hebben de grootste gevolgen voor de prestatie van het voorzieningsgebied als er iets mis gaat? Welke secties en afsluiters hebben de grootste bijdrage aan de OLM? In deze berekening kunnen verschillende leidingmaterialen, verschillende afsluiterbetrouwbaarheden, etc. meegenomen worden. Deze secties en afsluiters behoeven de meeste aandacht bij onderhoud. Met de prioritering van de afsluiters die CAVLAR berekent, kunnen onderhoudsplannen opgesteld worden.
- CAVLAR berekent het effect van onderhoud op de prestatie van het leveringsgebied. Verschillende onderhoudsplannen voor afsluiters kunnen onderzocht worden op hun verwachte effect op de prestatie van het voorzieningsgebied. Op deze manier kunnen onderhoudsplannen aangepast, geoptimaliseerd en geselecteerd worden. Daarnaast kan door het toepassen van een afsluitermethodiek de betrouwbaarheid van de afsluiters vastgesteld en mogelijk verhoogd worden. Deze vastgestelde betrouwbaarheid kan dan dienen als input voor de berekening van CAVLAR, waarbij de verbetering van de prestatie van het voorzieningsgebied in kaart gebracht wordt.

In de huidige voorzieningsgebieden komen vaak te veel afsluiters voor. Dit reduceert de beheersbaarheid van het gebied en verhoogt de operationele kosten. Vaak is slechts een deel van de afsluiters noodzakelijk voor het verkrijgen van de gewenste sectiegrootte of voor het schoonmaken van de leidingen. Nieuwe afsluiterconfiguraties kunnen met CAVLAR ontwikkeld en beoordeeld worden:

- De nieuwe afsluiterconfiguratie moet vaak voldoen aan een aantal voorwaarden, zoals aantal afsluiters per sectie, de sectiegrootte en leidinglengte per sectie. In een leidingnetmodel wordt een nieuwe configuratie ontwikkeld en vervolgens in CAVLAR getest of aan de voorwaarden wordt voldaan.
- Verschillende afsluiterconfiguraties kunnen met behulp van CAVLAR vergeleken worden, door de prestatie van de configuraties te berekenen. Wanneer de afsluiters verschillende betrouwbaarheden hebben kunnen deze meegenomen worden in de berekening. Op deze manier kan een optimale afsluiterconfiguratie bepaald worden, die voldoet aan de randvoorwaarden van het bedrijf.
- CAVLAR berekent het effect van onderhoud op de prestatie van het de nieuwe afsluiterconfiguratie. Verschillende onderhoudsplannen voor afsluiters kunnen onderzocht worden op hun verwachte effect op de prestatie van het voorzieningsgebied. Op deze manier kunnen onderhoudsplannen aangepast, geoptimaliseerd en geselecteerd worden

De beschreven methodiek, zoals geïmplementeerd in CAVLAR, kan ingezet worden ter ondersteuning van managementbeslissingen. Op basis van het bovenstaande kunnen bepaalde saneringsbeslissingen ondersteund worden door berekende gevolgen voor de prestatie van het leidingnet. Ook kunnen onderhoudsscenario's worden vergeleken en kan de methodiek een ondersteunende rol spelen bij verbetering van de beheersbaarheid en de vermindering van operationele kosten door de vermindering van het aantal afsluiters.

4 Cases en pilots methodiek afsluiterinspectie

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden kwantitatieve analyses uitgevoerd op inspectiegegevens van een vijftal bedrijven. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen een karakterisering van de bestaande beheerspraktijk (sectie 4.2) en het testen van de in het vorige hoofdstuk aan bevolen methodiek (sectie 4.3).

4.2 Cases PWN en Evides

Om een indruk te krijgen van de betrouwbaarheid bij de huidige beheerspraktijk is van twee bedrijven, PWN en Evides, een analyse gemaakt van de gegevens uit de afsluitercontrole, om te kijken wat er op basis van de beschikbare data gezegd kan worden over een eventueel effect van afsluitercontrole op de betrouwbaarheid. De resultaten hiervan worden in de volgende paragrafen besproken.

4.2.1 Case PWN

PWN heeft vanaf 2005 elk jaar 33% van het afsluiterbestand ('reguliere' afsluiters) gecontroleerd; 'bijzondere' afsluiters (verschillende typen met een belangrijke functie of locatie zoals transport- of risicovolle leidingen) worden jaarlijks gecontroleerd.

PWN controleert op 11 onderdelen (tussen haakjes staat de naam gebruikt voor de analyse van de faaloorzaken):

1. Vindbaarheid (onvindbaar);
2. correctheid tekening / kaartmateriaal (cor_tekening);
3. aanwezigheid en correctheid identificatieplaat bij 'bijzondere afsluiters' (ID_ontbreekt) ;
4. toegankelijkheid (onbereikbaar);
5. mogelijkheid om afsluitersleutel op de spindelkop te plaatsen (sleutel_past_niet);
6. correctheid van de afsluiterstand (onjuiste_stand);
7. gangbaarheid (niet_gangbaar);
8. kwaliteit spindel (spindeldiepte);
9. kwaliteit straatpot (straatpot);
10. afwezigheid van lekkage via de spindel – alleen bij schuifafsluiters (lekkage_spindel);
11. kwaliteit van de markering – paaltje bij moeilijk vindbare afsluiters (markeringspaal).

Daarbij zijn de mechanismen 1, 4, 5 en 7 bepalend voor de werkzaamheid van de afsluiter; de overige onderdelen leiden niet tot werkelijk falen. Een afsluiter is 'gangbaar' (punt 7) 'indien deze redelijkerwijs op menskracht door één persoon te draaien is (3 slagen van 360° open en dicht), gebruik makend van een bij de afsluiter horende sleutel.'³

Voor de reguliere afsluiters met een inspectiefrequentie van eens per drie jaar is nu een hele cyclus doorlopen, zodat geldt dat de in 2008 gecontroleerde afsluiters maximaal drie jaar niet zijn bezocht. In de bestanden van de controleresultaten van PWN zijn uitsluitend de falende afsluiters opgenomen. Het was op basis van de beschikbare gegevens niet mogelijk exact te weten of gerapporteerde falende afsluiters tot de categorie regulier danwel de categorie bijzonder behoorden. Voor de analyse is ervoor gekozen om per gemeente te bepalen tot welke categorie de falende afsluiters worden gerekend aan de hand van de verhouding tussen het aantal gecontroleerde reguliere en het aantal gecontroleerde bijzondere afsluiters; wanneer het merendeel van de gecontroleerde afsluiters (> 70%) in een gemeente in de ene categorie valt (regulier of bijzonder) zijn de gemeten resultaten voor de betreffende gemeente van toepassing verklaard op die categorie afsluiter. Indien er bijvoorbeeld in een gemeente in een jaar 12 reguliere en 56 bijzondere afsluiters zijn gecontroleerd, dan worden alle falende afsluiters tot de

³ Bron: Onderhoudsplan afsluiters PWN

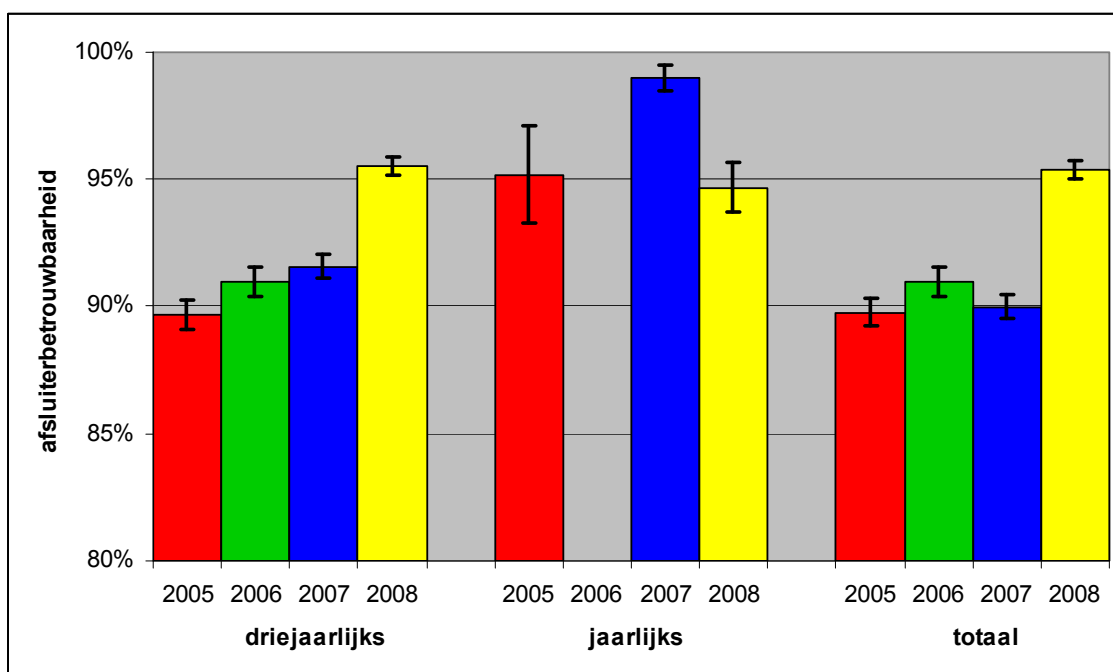
Tabel 1: Aantal gecontroleerde gemeentes en verdeling naar groepen afsluiters. NB: in sommige gevallen konden de afsluiters niet bij een van de categorieën worden ingedeeld (zie tekst), waardoor de weergegeven totalen hoger kunnen zijn dan de sommen van de voor individuele categorieën gerapporteerde aantallen.

	# gecontroleerde gemeentes		
	Totaal	Regulier afsluiters	Bijzondere afsluiters
2005	59	32	25
2006	23	23	
2007	60	16	42
2008	59	28	30

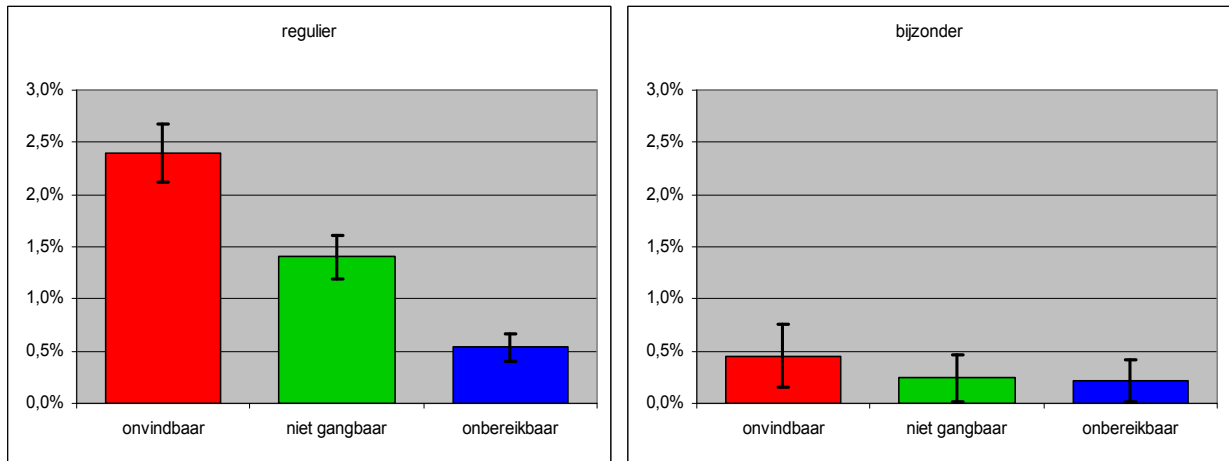
bijzondere afsluiters gerekend. In 2006 was er geen gemeente waarin meer dan 70% bijzondere afsluiters werd gecontroleerd (Tabel 1). Door per gemeente hiernaar te kijken wordt over voldoende deelverzamelingen beschikt om standaarddeviaties van de betrouwbaarheid te berekenen.

Het is nu mogelijk om te bepalen wat de invloed is van een driejaarlijkse controle op de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand. In Figuur 3 staat de betrouwbaarheid van het totale afsluiterbestand van PWN met het 95% betrouwbaarheidsinterval voor reguliere afsluiters (met een driejaarlijkse controlecyclus) en 'bijzondere' afsluiters (met een frequentere controlecyclus) en het totaal. In deze figuur is duidelijk te zien dat de betrouwbaarheid van rond de 90 - 91% toeneemt tot ca. 95% voor reguliere afsluiters en ook het totale afsluiterbestand. Voor de bijzondere afsluiters met een jaarlijkse controlecyclus geldt dat de betrouwbaarheid niet significant hoger is dan de betrouwbaarheid van de afsluiters met een driejaarlijkse controlecyclus (in 2005 en 2008 ca. 95%, in 2007 wel hoger).

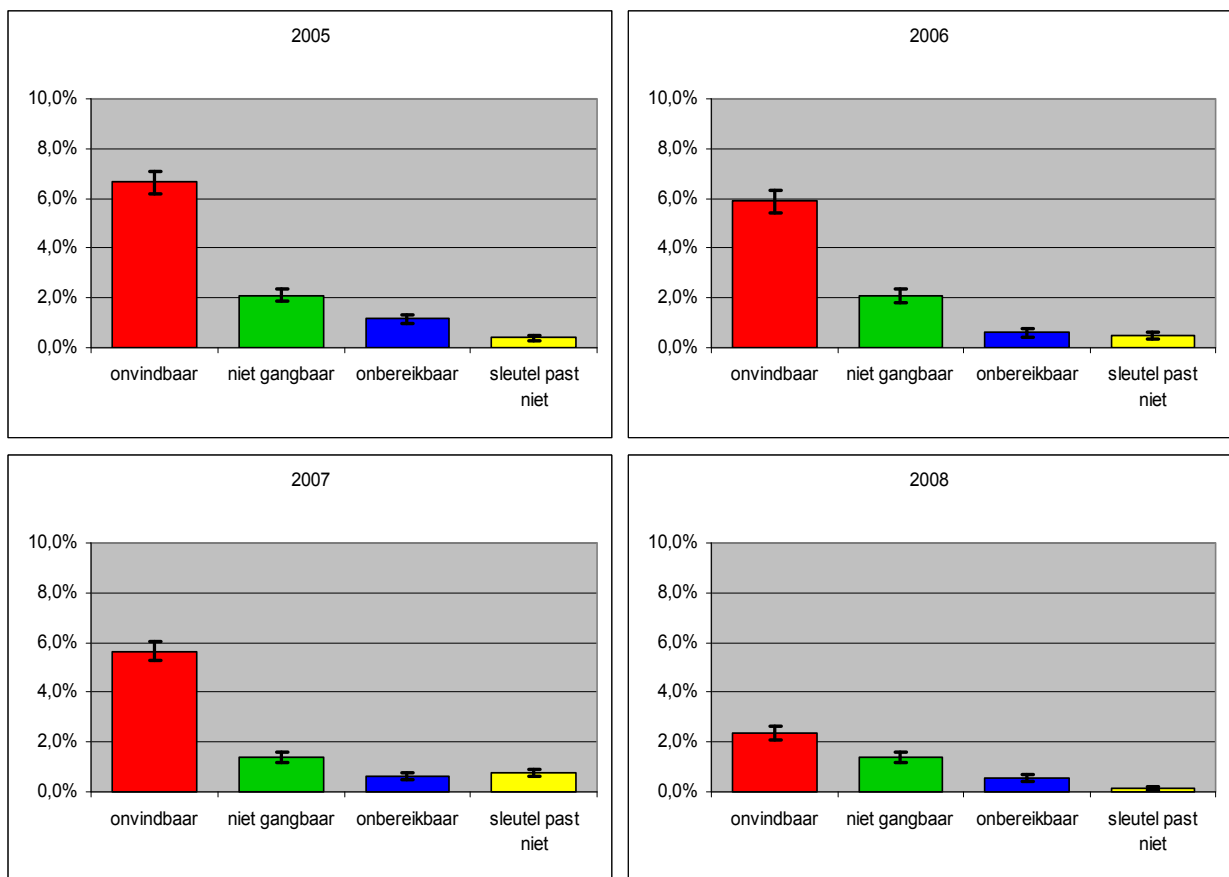
In Figuur 4 is ingezoomd op de faalmechanismen in 2008 voor de twee groepen afsluiters. Daaruit blijkt dat de reguliere afsluiters relatief iets vaker onvindbaar zijn en de bijzondere relatief iets vaker onbereikbaar. Een niet passende sleutel was in 2008 geen oorzaak in de onderscheiden groepen.



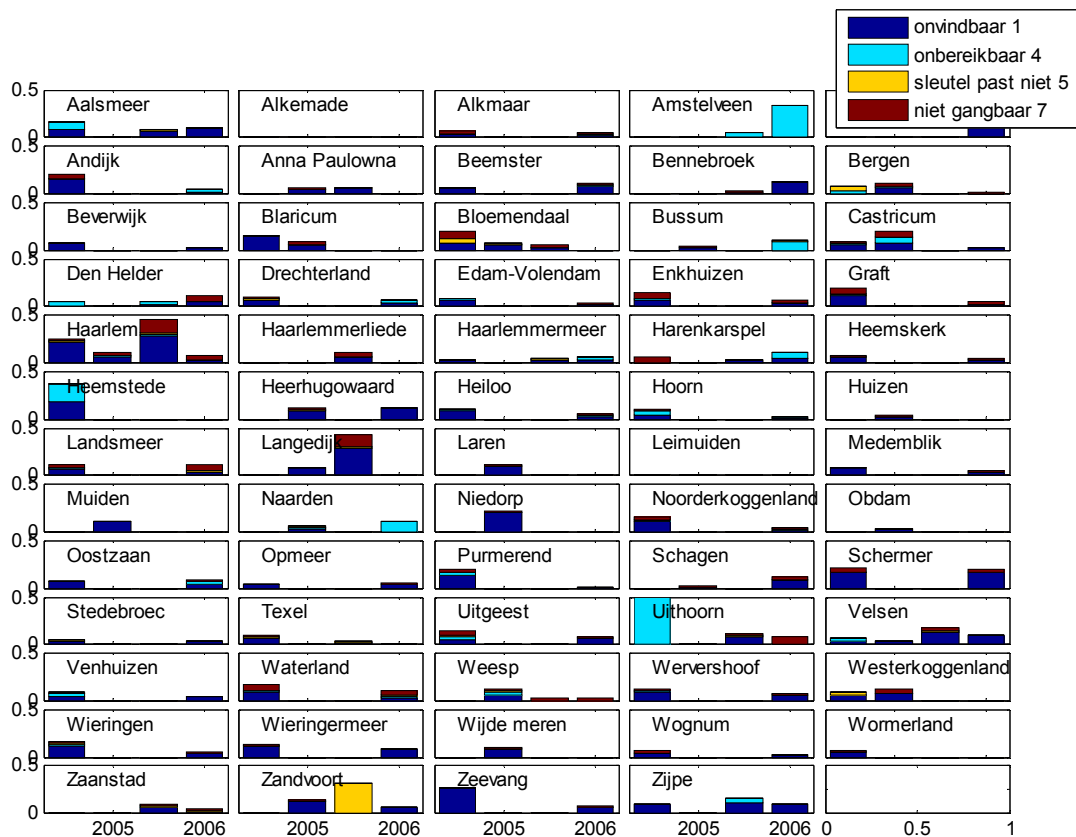
Figuur 3: De betrouwbaarheid van verschillende type afsluiters tussen 2005 en 2008. De aangegeven spreiding representeert variaties tussen individuele gemeenten (95% betrouwbaarheidsinterval).



Figuur 4: Belangrijkste faalmechanismen voor reguliere afsluiters (links) en bijzondere (rechts) in 2008. Op de verticale as staat de faalkans. De aangegeven spreiding representeert variaties tussen individuele gemeenten.



Figuur 5: Belangrijkste faalmechanismen voor reguliere afsluiters gecontroleerd in 2005 (linksboven), 2006 (rechtsboven), 2007 (linksonder), 2008 (rechtsonder). Op de verticale as staat de faalkans. De aangegeven spreiding representeert variaties tussen individuele gemeenten.



Figuur 6 Faalmechanismen van het totaal aantal gecontroleerde afsluiters per gemeente per jaar.

In Figuur 5 zijn voor de verschillende jaren de faalmechanismen in relatie tot elkaar te zien. Het belangrijkste faalmechanisme is de vindbaarheid en dit is ook het faalmechanisme dat het meeste afneemt door de driejaarlijkse controlecyclus. Figuur 6 (totaal van reguliere en bijzondere afsluiters) illustreert hoe de verschillende faalmechanismen per gemeenten kunnen verschillen.

4.2.2 Case Evides

Evides hanteert voor de controle van afsluiters twee onderhoudsfrequenties. Op basis van risico voor leveringsonderbrekingen en externe effecten ondergaat een deel van het afsluiterbestand (vooral de grotere afsluiters) een jaarlijkse controle. De overige afsluiters hebben een reguliere onderhoudsfrequentie van een maal per vijf jaar.

In 2004 is gestart met het registreren van het onderhoud van afsluiters in het LIS. Dit betekent dat nu globaal alle afsluiters in het net minimaal één maal een controle hebben ondergaan. Het geformuleerde beheerbeleid m.b.t. afsluiters is een continuering van de vóór 2004 ontplooidde activiteiten.

Qua onderhoud worden de volgende mogelijke constatering en/of acties vastgelegd:

- | | |
|---|---|
| 1. Bordje vernieuwen/plaatsen; | 10. controle stand afsluiter; |
| 2. optuigen/goed zetten; | 11. betontegel plaatsen (boventegel); |
| 3. kast/pot vernieuwen/plaatsen; | 12. afsluiter verpakken en draadstang vernieuwen; |
| 4. gangbaar/draaibaar maken; | 13. vervangen afsluiter; |
| 5. straatwerk; | 14. schade door derden; |
| 6. ondergestraatte appendage zoeken; | 15. bouten vervangen; |
| 7. paal vernieuwen/plaatsen; | 16. afsluiter staat dicht. |
| 8. afsluiter staat open; | |
| 9. groen wit hek plaatsen/vernieuwen/goed zetten; | |

Vooral acties 4, 6, 13 en eventueel 14 kunnen betekenen dat de afsluiter niet functioneert. De overige acties vormen wel onderdeel van het onderhoud maar hebben geen directe invloed op het daadwerkelijk functioneren

Tabel 2 geeft een overzicht van controles en daarop volgende acties voor het afsluiterbestand van Evides. In de actuele situatie is bij controle gemiddeld in 32% van de gevallen geen enkele actie nodig. De afsluiters met een jaarlijkse inspectie scoren hier beter; in 46% van de controles is geen vervolgactie nodig. Bij de afsluiters die eens per 5 jaar worden gecontroleerd is in 27% van de gecontroleerde afsluiters geen enkele actie nodig na inspectie.

In beide populaties komen verschillende typen afsluiters voor. Het percentage vlinderkleppen is echter groter bij de jaarlijks gecontroleerde afsluiters dan bij de afsluiters met een 5 jaarlijkse frequentie. Ook wanneer wordt gekeken naar type blijkt dat bij de jaarlijks gecontroleerde afsluiters zowel bij schuifafsluiters als bij vlinderkleppen minder acties worden uitgevoerd dan bij de vlinderkleppen en schuifafsluiters die om de 5 jaar worden gecontroleerd

Uit de onderhoudsgegevens van Evides blijkt dat het niet functioneren van een afsluiter globaal in 50% van de gevallen wordt veroorzaakt door de afsluiter zelf (gangbaar/draaibaar maken) en in 50% van de gevallen door de omgeving (ondergestraat).

Tabel 2: Overzicht van inspecties en onderhoud/acties van het afsluiterbestand van Evides.

	Totaal gecontroleerde afsluiters	Afsluiters met jaarlijkse controle	Afsluiters met 5-jaarlijkse controle
Geen actie nodig (%)	32%	46%	27%
Onderhoud (%)	68%	54%	73%
Gem. aantal acties/afsl.	1,4	1,1	1,3
Functioneert niet	12%	5%	14%

4.3 Pilots Dunea, Waternet en WMD

Om het stroomdiagram dat in paragraaf 3.1.2 is besproken te testen en informatie te verkrijgen over de betrouwbaarheid van de afsluiterbestanden van waterbedrijven met uiteenlopend beleid op het gebied van afsluiterinspectie, zijn drie pilotprojecten uitgevoerd bij Dunea, Waternet en WMD.

Dunea, Waternet en WMD gaan verschillend om met afsluiterbeheer; ze hanteren uiteenlopende inspectiefrequenties en toetsen aan de hand van verschillende criteria. Hoewel het gebruik van verschillende criteria onderlinge vergelijking van betrouwbaarheid tussen bedrijven lastig maakt, staat het niet in de weg van het testen van het stroomdiagram en op basis van de uitkomsten verfijnen van de aanbevolen afsluitermethodiek.

Het doel van de pilots is om het stroomdiagram in de praktijk te testen, om te leren van de ervaringen en op basis daarvan de aanbevelingen eventueel te verbeteren. Daarnaast leveren de controles informatie op over de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand, die als nul-metingen kunnen worden beschouwd.

Elk bedrijf is verzocht een steekproef van 300 afsluiters, van verschillende types / categorieën en verspreid over het gehele verzorgingsgebied te controleren aan de hand van die aspecten van het stroomdiagram in Figuur 2 (p.15) die voor het bedrijf van belang zijn. Er behoefde uitsluitend getoetst te worden aan de hand van de criteria die relevant zijn voor het bedrijf en die (bij benadering) overeenkomen met de normaliter gehanteerde criteria, of die in de toekomst gebruikt zullen worden voor afsluitercontrole. De bedrijven is verzocht de controleresultaten te registreren.

De drie bedrijven waarbij de pilots zijn uitgevoerd hebben hetzij de geregistreerde gegevens van inspecties en onderhoud hetzij enkele statistieken hiervan aangeleverd. De statistieken van de drie bedrijven zijn hieronder weergegeven en worden kort besproken. Opgemerkt dient te worden dat alle bedrijven hun geldende inspectiebeleid hebben gehandhaafd in de pilot en geen van de bedrijven in de geleverde gegevens onderscheid maakt tussen correctief onderhoud en reparatie van falende afsluiters noch een variant van het hierboven genoemde stroomdiagram toepast. In alle gevallen worden slechts de controleresultaten van de gehanteerde criteria gerapporteerd en wordt niet geregistreerd of reparatie direct plaatsvindt of wordt gepland voor een later tijdstip.

4.3.1 Pilot Dunea

Dunea heeft in haar voorzieningsgebied ca. 29.400 afsluiters, waarvan 95 % in hoofd- en 5 % in transportleidingen. In het verleden werden drie verschillende inspectiefrequenties gehanteerd (per regio), maar in 2007 is gestart met een uniforme frequentie van eens per vier jaar voor reguliere hoofdleidingafsluiters. Er wordt onderscheid gemaakt tussen transport- en hoofdleidingen.

Inspectiefrequentie transportleidingen ($\geq 350\text{mm}$)

1 x per 2 jaar voor reguliere afsluiters (1 x per jaar m.i.v. 2010)

1 x per jaar voor transportleiding afsluiters van leidingen die parallel liggen aan of kruisen primaire, boezem-, secundaire waterkering, primaire weg, secundaire weg of rijks- of provinciale vaarweg.

Inspectiefrequentie hoofdleidingen ($\leq 300\text{mm}$)

1 x per 4 jaar voor hoofdleidingafsluiters in straatwerk (wordt 1 x per 5 jaar)

1 x per jaar voor hoofdleiding afsluiters van leidingen die parallel liggen aan of kruisen primaire, boezem-, secundaire waterkering, primaire weg, secundaire weg of rijks- of provinciale vaarweg.

1 x per jaar voor hoofdleiding afsluiters, die niet in het straatwerk en wel in landelijk gebied zijn geplaatst

1 x per jaar voor strategische hoofdleiding afsluiters

Dunea controleert afsluiters op de volgende punten:

- Vindbaarheid (opzoeken van afsluiter);
- bereikbaarheid;
- spindel/kop in orde;
- draaibaarheid (opdracht 10% van het aantal omwentelingen van afsluiterkop);
- afsluiterpakking;
- bouten/moeren in flens;
- bouten/moeren afsluiterhuis.

Bij de pilot is door Dunea gebruik gemaakt van de reeds gangbare controle- en registratiemethodiek. Hierbij wordt het onderscheid tussen *Correctief onderhoud plannen* en *Afsluiter faalt* zoals opgenomen in de stroomdiagrammen niet gemaakt. Reparatie van vastgestelde problemen wordt indien mogelijk direct uitgevoerd en vindt anders in principe binnen een jaar plaats. Dunea heeft aangegeven dat deze bestaande praktijk voldoet en zal het stroomschema niet overnemen. Wel zullen de resultaten van de pilot meegenomen worden in de evaluatie van het afsluiterbeleid. Eveneens zal er dit jaar worden gestart met toepassing van CAVLAR.

Dunea heeft in de praktijk in 2009 criteria geregistreerd die zijn weergegeven in Tabel 3. Hierbij zijn afsluiters die onvindbaar of niet draaibaar waren als functioneel niet in orde beschouwd. Voor voorgaande jaren zijn uitsluitend aantallen inspecties en reparaties bekend. Een overzicht van de resultaten voor de periode 2007-2009 staat in Tabel 3.

Zowel ten gevolge van de variatie in inspectiegebied als ten gevolge van verschillende registratiemethoden is het moeilijk om achtereenvolgende jaren met elkaar te vergelijken. De gegevens voor 2009 kunnen wel een basis vormen voor vergelijking met komende jaren indien dezelfde criteria en registratie worden toegepast.

Tabel 3: Inspectiestatistieken voor de jaren 2007-2009 voor Dunea. NB: Voor lege velden zijn geen gegevens verkregen.

Jaar	2007	2008	2009	2009
Leidingnet	Hoofd	Hoofd	Hoofd	Transport
Gebied	Geheel	Leidschendam, Voorburg, Voorschoten, Leiden, Bergschenhoek	Lisse	Valkenburg/Leiden
Aantal inspecties	6134	1320	396	94
Niet vindbaar			47	18
Niet bereikbaar			12	
Reparaties	501 (8%)	198 (15%)		
Functioneel niet in orde		160 (12.1%)	59 (15%)	18 (19%)

4.3.2 Pilot Waternet

Waternet onderscheidt afsluiters met een diameter groter en kleiner dan 300 mm. De controle gebeurt op basis van de volgende frequenties:

Afsluiters tot en met een diameter van 300 mm of 12 duim

1x per 6 jaar (controle op aanwezigheid en draaibaarheid)

Afsluiters groter dan 300 mm/12 duim

1x per 2 jaar (controle op aanwezigheid en draaibaarheid en werking)

De methodiek die wordt gehanteerd is op te delen in twee afzonderlijke controles; periodieke inspectie/onderhoud en de dagelijkse controle gekoppeld aan het reguliere werk. Bij beide controles wordt de Waternet-afsluiter tool ingevuld. Gegevens uit deze afsluiter tool kunnen gekoppeld worden aan het onlangs geïmplementeerde Leiding Informatie Systeem (LIS). Het nieuwe LIS draait sinds januari 2009 en verwacht wordt dat in 2011/2012 betrouwbare analyses gemaakt kunnen worden. Het voorzieningsgebied bevat 31654 afsluiters, waarvan 1443 groter dan 300 mm / 12 duim (gegevens begin 2010).

Waternet hanteert de volgende criteria voor afsluitercontrole:

- Aanwezigheid, bereikbaarheid en zichtbaarheid (onderbestraat of niet opgebouwd);
- draaibaarheid;
- werking (in orde of de aard van de storing, alleen bij werkzaamheden).

Waternet heeft de pilot in de eerste plaats uitgevoerd om vast te stellen welke informatie echt moet worden geregistreerd bij een afsluitercontrole en welke informatie later nog uit andere bronnen gehaald kan worden ter minimalisatie van de administratieve belasting van de monteurs. Er is geen op het bedrijf toegespitste variant van het stroomdiagram (zoals in Figuur 2) toegepast en geen onderscheid gemaakt tussen *Correctief onderhoud plannen* en *Afsluiter faalt*. Ook is er geen tijds criterium (binnen 5 minuten) toegepast. In de toekomst zal Waternet in geval van falen van een grote afsluiter de noodzaak van deze afsluiter herevalueren en indien deze evaluatie negatief uitvalt de afsluiter functioneel uit het systeem verwijderen.

De inspectiestatistieken voor Waternet zijn weergegeven in Tabel 4. De gerapporteerde periode in 2009 laat een lager percentage defecten zien dan de beschikbare periode in 2008. Met name het aantal gevallen

'niet draaibaar' toont een opvallende daling voor zowel de maten tot en met 300 mm als de grotere afsluiters. Ook het aantal meldingen in de categorie 'overige' toont een opmerkelijke daling. In deze categorie vallen zaken als vastzittende putdeksels en onvolledige registraties. Verbetering van het laatstgenoemde punt is een belangrijke verklarende factor voor deze afname. Deze beide effecten leiden tot een aanzienlijke verbetering van de afsluiterbetrouwbaarheid van 67% naar 95% voor het ongedifferentieerde bestand.

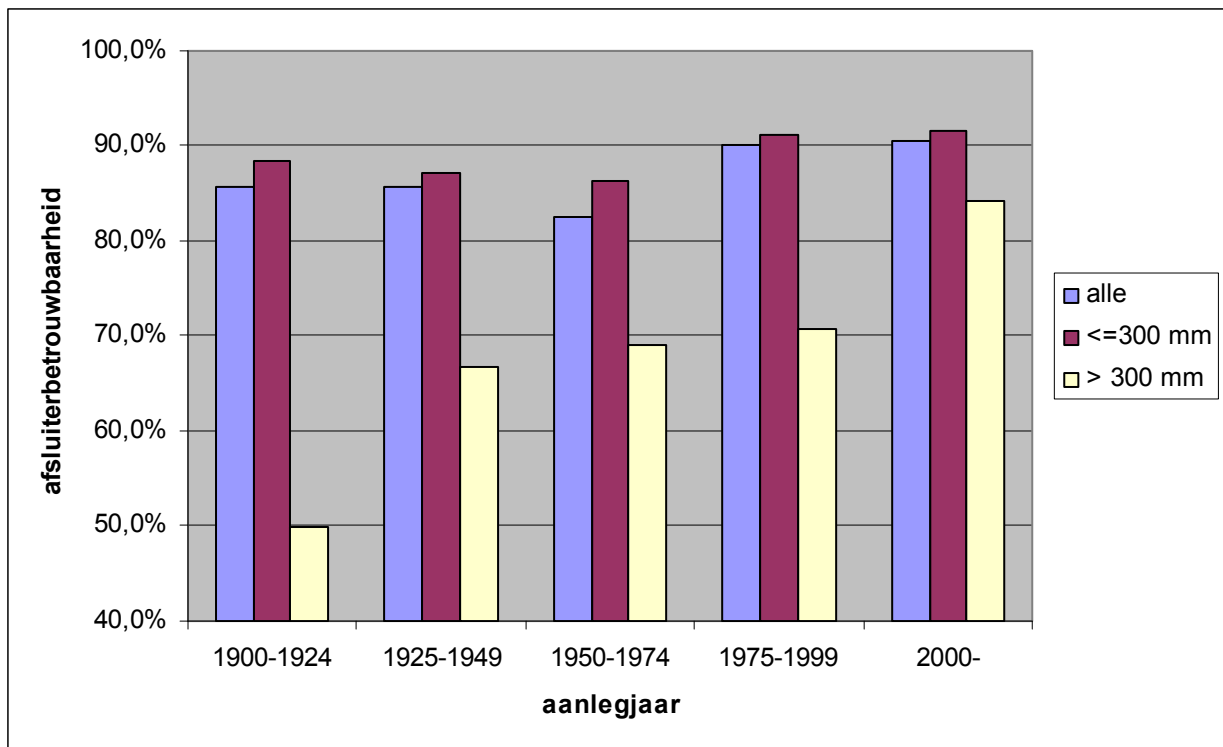
Figuur 7 toont de betrouwbaarheid van afsluiters van verschillende leeftijdscategorieën. Een toename van de betrouwbaarheid voor jongere afsluiters, met name voor de grote afsluiters (>300 mm / 12 duim), is zichtbaar. De periode 1950-1974 vertoont een opvallende dip voor de kleinere afsluiters. Verder valt op dat de betrouwbaarheidsgetallen voor de grotere afsluiters uit de oudere leeftijdscategorieën onder de 70% liggen. De lage aantallen in deze categorieën ondermijnen de statistische significantie van deze constatering echter.

Het optreden van de verschillende faalmechanismen als functie van de afsluiterleeftijd (aanlegjaar) is weergegeven in Figuur 8. Voor de oudere afsluiters blijken de kwaliteit van de spindel en de draaibaarheid voor de meeste problemen te zorgen. Hiernaast is de hierboven besproken categorie 'overige' ook hier ruim vertegenwoordigd.

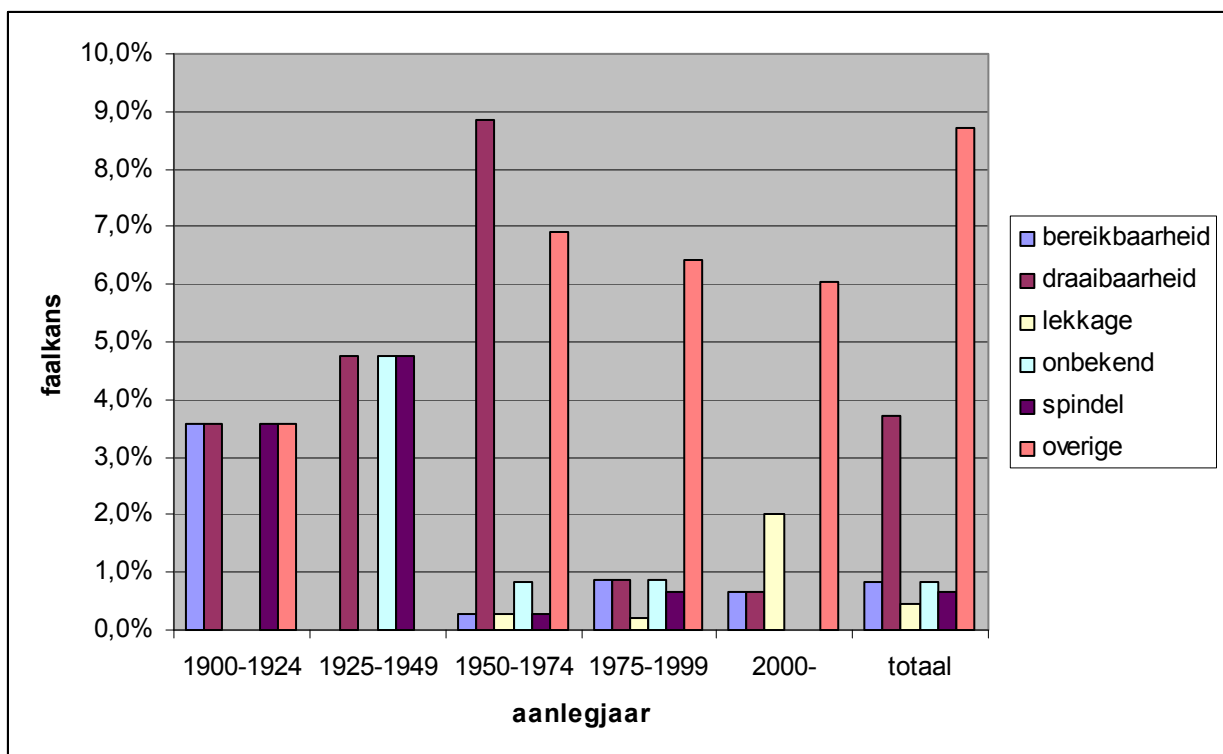
Hoewel niet uit de aangeleverde gegevens blijkt dat vindbaarheid van de afsluiters een belangrijke oorzaak van falen is, wordt door Waternet overwogen om bij afsluiters zogenaamde Omnimarkers te begraven, die in begraven toestand met geschikte apparatuur gemakkelijk te detecteren en herkennen zijn.

Tabel 4: Inspectiestatistiek voor Waternet voor delen van 2008 en 2009. Discrepancies tussen gesommeerde aantallen voor 2008 en 2009 enerzijds en gerapporteerde aantallen voor 'alle' anderzijds komen voort uit een kleine fractie afsluiters waarvoor geen kaliber is geregistreerd.

	<=300 mm / 12 duim		>300 mm / 12 duim		alle	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
<i>niet bereikbaar</i>	3	3	1	0	6	3
<i>niet draaibaar</i>	20	9	7	0	31	9
<i>lekkage</i>	0	3	0	2	0	5
<i>onbekend</i>	2	6	0	1	2	7
<i>spindel stuk</i>	3	5	0	0	3	5
<i>in orde</i>	169 (72,2%)	689 (94,8%)	27 (50,9%)	52 (94,5%)	196 (66,9%)	743 (94,6%)
<i>overige</i>	37	12	18	0	55	13
<i>totaal</i>	234	727	53	55	293	785



Figuur 7: Afsluiterbetrouwbaarheid als functie van aanlegjaar bij de pilot van Waternet. Let op dat de gecombineerde dataset van 2008 en 2009 is gebruikt.



Figuur 8: Variatie in het optreden van verschillende faalmechanismen voor verschillende leeftijdscategorieën van afsluiteren bij de pilot van Waternet.

4.3.3 Pilot WMD

WMD inspecteerde tot 2007 haar afsluiters uitsluitend bij de uitvoering van (gepland en ongepland) onderhoud. Sinds 2007 wordt inspectie gepland voor een deel van de afsluiters. Het afsluiterbestand wordt hiervoor ingedeeld in twee categorieën:

Cruciale afsluiters

1 x per twee jaar gecontroleerd

Reguliere afsluiters

Bij geplande en ongeplande werkzaamheden gecontroleerd

Cruciale afsluiters zijn die afsluiters die het voorzieningsgebied van een pompstation kunnen isoleren (in totaal 196). Het aantal inspecties in 2007, 2008 en 2009 bedroeg van niet-cruciale afsluiters respectievelijk 1646, 541, en 785.

De afsluiters worden gecontroleerd aan de hand van de volgende criteria:

- Aanduiding/markeringspaal (vindbaarheid en identificeerbaarheid);
- kop niet beschadigd;
- plaatsen kraansleutel;
- dicht/los draaien (draaibaarheid);
- werking testen op gehoor (suizen) om afsluitbaarheid te testen.

Het laatstgenoemde criterium wordt in de praktijk in de regel niet toegepast vanwege het risico op bruinwaterklachten. Ook bij WMD wordt er geen onderscheid gemaakt tussen *Correctief onderhoud plannen* en *Afsluiter faalt* zoals opgenomen in de stroomdiagrammen en dit onderscheid wordt ook niet als nuttig gezien. Indien bij een inspectie een probleem wordt geconstateerd, wordt dit zo mogelijk ter plekke en anders in de regel binnen een week gerepareerd. WMD heeft wel de benodigde tijden voor het vaststellen van de verschillende criteria geregistreerd voor deze pilot. Echter, om de vergelijking met de andere pilots meer betekenis te geven is ervoor gekozen geen tijdsriteria zoals besproken in paragraaf 3.1.2 toe te passen.

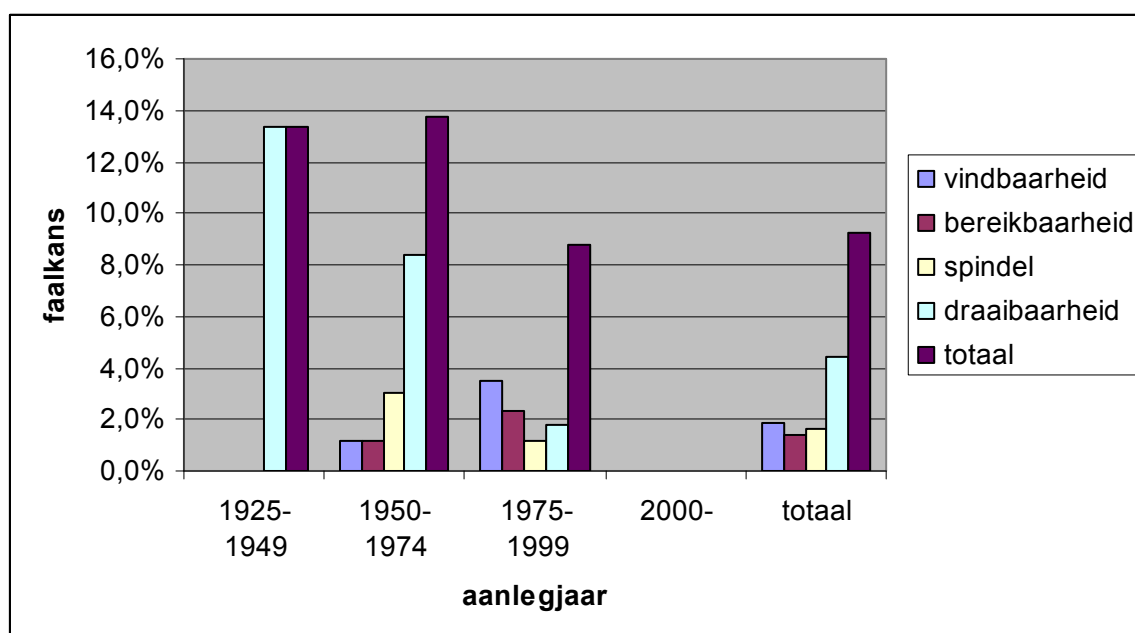
In 2008 is begonnen met het registreren van de controleresultaten en het is de bedoeling dat WMD vanaf 2009 de geregistreerde gegevens zal analyseren. In het eerste jaar van het nieuwe beleid (2007) lukte het nog niet de geplande 50 % van het leidingnet te controleren, maar de planning is om in de komende jaren dit wel consequent te doen. Omdat pas met registratie is begonnen in 2008, zijn er nog geen gegevens beschikbaar over de betrouwbaarheid.

Zodra een volledige controlecyclus is doorlopen en alle afsluiters eenmaal geïnspecteerd zijn geweest, is het zinvol een vergelijking te maken van de afsluiterbetrouwbaarheid gedurende deze eerste controlecyclus en daarna. Bij de hierboven beschreven case bij PWN liet een dergelijke vergelijking een significante toename van de afsluiterbetrouwbaarheid zien.

WMD heeft een overzicht van geregistreerde inspecties en controleresultaten geleverd, waarvan enkele statistieken worden getoond in Tabel 5. Bij ongeveer een tiende van de inspecties bleek reparatie nodig. Optredende faalmechanismen worden in Figuur 9 weergegeven als functie van de leeftijd van de afsluiter. Opvallend is met name de toename van de faalkans in het algemeen en specifiek door problemen met de draaibaarheid voor oudere afsluiters.

Tabel 5: Inspectiestatistieken voor WMD voor de periode april - juni 2009.

Inspecties	431
Opzoeken	14
Spindel/kop	7
Draaibaar maken	19
Een of meer onbekend	10
Functioneel in orde	386 (89,6%)
Functioneel niet in orde	40 (9,3 %)



Figuur 9: Variatie in het optreden van verschillende faalmechanismen voor verschillende leeftijdscategorieën van afsluiters bij de pilot van WMD.

4.3.4 Vergelijking van resultaten van cases en pilots

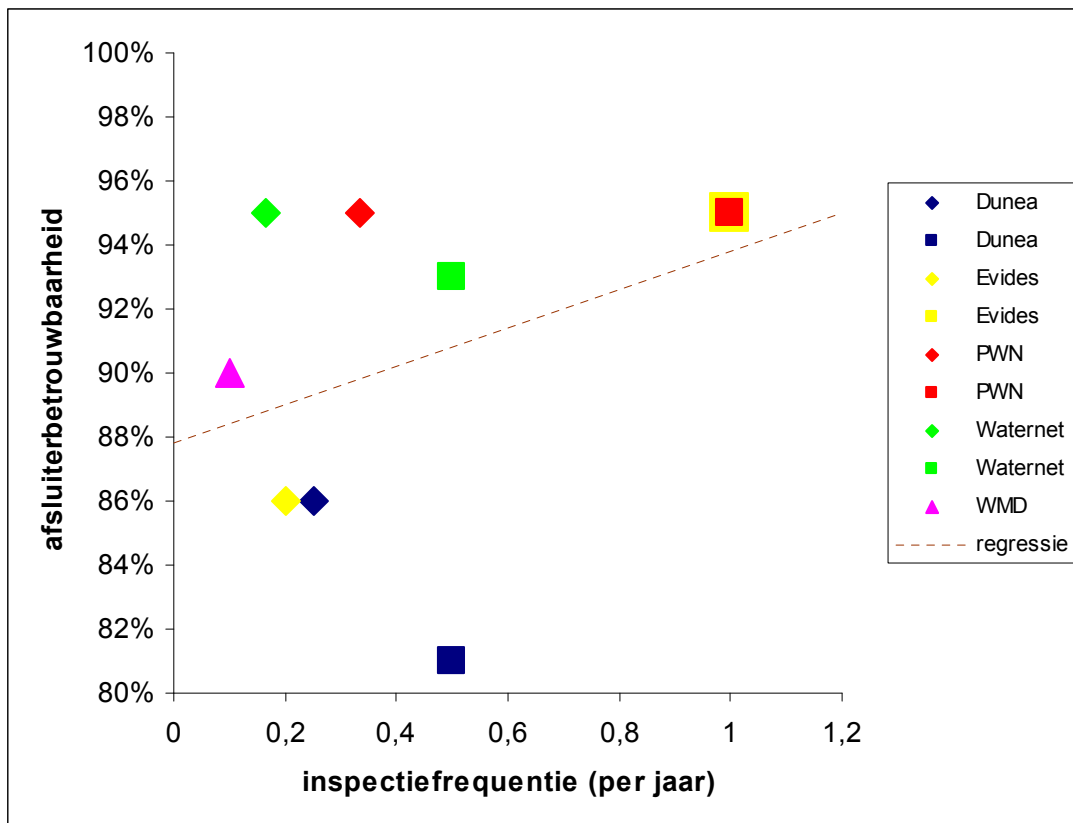
Aangezien de toegepaste criteria tussen de bedrijven verschillen, is een gedetailleerde vergelijking van de resultaten tussen de bedrijven onderling van weinig betekenis. Als we uitsluitend naar de betrouwbaarheid kijken (Tabel 6), valt er een zwakke trend (correlatiecoëfficiënt 0.36 voor een lineaire regressie exclusief het datapunt van WMD) van toenemende betrouwbaarheid voor een toenemende inspectiefrequentie te bespeuren (Figuur 10). Hierbij valt de betrouwbaarheid van de transportleidingafsluiters van Dunea op als uitschieter (t.g.v. vindbaarheidsproblemen). Het is wenselijk de geïnterpreteerde trend te bevestigen danwel ontkrachten met een groter aantal observaties. Opgemerkt dient te worden dat factoren als (inspectie)voorgeschiedenis en omgeving mogelijk ook hun invloed hebben op de afsluiterbetrouwbaarheid, waardoor het beeld van Figuur 10 hoogstwaarschijnlijk enigszins vertroebeld is. Eveneens moet worden benadrukt dat het hier maximale betrouwbaarheden betreft, aangezien de daadwerkelijke afsluiterbaarheid in de regel in het veld niet wordt vastgesteld bij inspecties.

Bestuderen van de afsluiterleeftijdsafhankelijkheid van verschillende faalmechanismen laat zien dat voor oudere afsluiters, met name die van voor 1975, het aantal probleem met de draaibaarheid aanzienlijk toeneemt. Dit effect is zichtbaar in de gegevens van zowel Waternet als WMD. Waternet treft daarnaast ook beduidend meer kapotte spindels aan bij afsluiters uit de eerste helft van de 20^e eeuw. Deze resultaten suggereren dat het afsluiterbeheer verder geoptimaliseerd kan worden door het af te stemmen op faalmechanismen en hun mogelijke leeftijdsafhankelijkheid.

De resultaten kunnen tevens als nulmeting dienen voor jaarlijkse vervolgresultaten. In het geval in het werkgebied het bestaande controlebeleid wordt geprolongeed, zullen toekomstige resultaten informatie verschaffen over wijzigingen in de toestand van de afsluiterpopulatie als geheel. Indien in het werkgebied een nieuw controlebeleid wordt geïmplementeerd, kan informatie worden gekregen over de effectiviteit van het nieuwe controlebeleid.

*Tabel 6: Vergelijking van afsluiterbetrouwbaarheden van de bedrijven van de hierboven beschreven cases en pilots met verschillende inspectiefrequenties. De met een * gemarkeerde gegevens betreffen afsluiters in transportleidingen, de overige in hoofdleidingen of ongedifferentieerd (WMD). NB: Voor WMD is geen inspectiefrequentie bekend.*

Waterleidingbedrijf	Inspectiefrequentie (per jaar)	Afsluiterbetrouw- baarheid
WMD	1/x	90%
Waternet	1/6	95%
Evides	1/5	86%
Dunea	1/4	86%
PWN	1/3	95%
Dunea*	1/2	81%
Waternet*	1/2	93%
PWN*	1/1	95%
Evides*	1/1	95%



Figuur 10: Relatie tussen inspectiefrequentie en afsluiterbetrouwbaarheid voor de hierboven beschreven cases en pilots. Ruiten representeren afsluiters in hoofdleidingen, vierkanten representeren afsluiters in transportleidingen en de driehoek staat voor de afsluiters in hoofd- en transportleidingen gecombineerd. Let op dat de inspectiefrequentie van WMD niet bekend is en de positie van het betreffende symbool langs de horizontale as niet meer dan een indicatie is. Dit datapunt is dan ook niet meegenomen in de weergegeven lineaire regressie.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies met betrekking tot de beheerpraktijk 2008

Voor de bestaande beheerpraktijk (anno 2008) worden de nodige verschillen tussen de bedrijven onderling geconstateerd. Er is echter wel degelijk een rode draad in te vinden. De belangrijkste componenten van afsluiterbeheer voor de bedrijven zijn over het algemeen inspectie en preventief en correctief onderhoud, waarbij de beoogde doelen met name (kosten)beheersing en leveringszekerheid betreffen. Hiertoe inspecteren in 2008 bijna alle bedrijven met vastgestelde frequentie. Onderscheid wordt daarbij gemaakt tussen afsluiters in hoofd- dan wel transportleidingen of tussen cruciale en niet-cruciale afsluiters. Bij inspectie vindt toetsing plaats aan de hand van een verzameling functioneringscriteria, die in de regel deels samenvalt met de in hoofdstuk 3 aanbevolen criteria. De wijze van registratie van de inspectie en resultaten hiervan varieert, evenals de mate waarin men een duidelijk beeld heeft van de kwaliteit van het afsluiterbestand. Terugkoppeling van de resultaten naar het beheer vindt echter nog niet plaats.

5.2 Conclusies met betrekking tot de kwantitatieve analyse van de bestaande beheerpraktijk

De in twee case studies en drie pilots verzamelde kwantitatieve gegevens geven een indruk van enerzijds de toestand van het afsluiterbestand en anderzijds het effect van regelmatige afsluiterinspectie. De verzamelde gegevens laten zien dat de afsluiterbetrouwbaarheid in de meeste gevallen boven de 90% ligt en in de overige gevallen boven de 80%, en tonen een zwakke positieve correlatie tussen de inspectiefrequentie en de afsluiterbetrouwbaarheid. Het vermoeden bestaat dat deze correlatie wordt vertroebeld door verschillende inspectiegeschiedenissen van de respectievelijke afsluiterbestanden.

Een case study bij PWN levert een kwantitatief voorbeeld van het effect van regelmatige afsluiterinspectie. Het bedrijf, dat vanaf 2005 driejaarlijkse controles voor zijn reguliere afsluiters toepast, toont een significante sprong van de afsluiterbetrouwbaarheid van circa 90-91% naar 95% in het jaar nadat alle afsluiters aan het driejaarlijkse controleregime onderworpen zijn geweest. Het blijkt met name de vindbaarheid van de afsluiters te zijn die significant is toegenomen.

Bestuderen van de afsluiterleeftijdsafhankelijkheid van verschillende faalmechanismen in de uitgevoerde pilots bij Waternet en WMD laat zien dat voor oudere afsluiters, met name die van voor 1975, het aantal probleem met de draaibaarheid aanzienlijk toeneemt. Ook blijken er meer problemen met spindels op te treden bij afsluiters van voor 1975. Deze resultaten suggereren dat het afsluiterbeheer verder geoptimaliseerd kan worden door het af te stemmen op faalmechanismen en hun mogelijke leeftijdsafhankelijkheid, naast afstemmen met CAVLAR. Een breder onderzoek naar mogelijke leeftijdsafhankelijkheden is wenselijk.

Geen van de bedrijven waar een pilot is uitgevoerd heeft een aan het eigen beleid aangepast stroomdiagram, zoals omschreven in de aanbevolen methodiek (hoofdstuk 3) toegepast en in de gemelde inspecties en bijbehorende resultaten wordt ook geen onderscheid gemaakt tussen de twee categorieën van onderhoudsnoodzaak in het stroomdiagram, te weten “correctief onderhoud plannen” en “afsluiter faalt”. Er blijkt bij de pilotbedrijven ook geen behoefte te bestaan dit onderscheid te maken. Hoewel dit vanuit operationeel oogpunt inderdaad weinig interessant is, biedt het onderscheid voor analyse en asset management wel degelijk toegevoegde waarde.

De in de pilots verzamelde gegevens kunnen dienen als nulmeting voor vervolgwerk.

5.3 Beschouwing

5.3.1 Kosten

Waar de bedrijven aangeven dat het doel van afsluiterbeheer kostenbeheersing is, gaat dit eigenlijk vooral om de beheersing van de kosten op de afsluitercontrole zelf. Wat echter minstens zo interessant is, is het kosteneffect van het afsluiterbeheer op de totale bedrijfsvoering. Het is goed om zich te realiseren dat een goed werkende afsluiter voornamelijk de effecten van een leidingbreuk reduceert. Als een afsluiter faalt, betekent dit extra werk (meer afsluiters draaien), meer en langduriger getroffen klanten en een grotere kans dat afsluiters abusievelijk dicht blijven staan. De vraag is dan in welke mate het vermijden van deze extra kosten opweegt tegen de kosten die moeten worden gemaakt om de afsluiters te onderhouden. Om dit te kunnen bepalen wordt onderscheid gemaakt tussen de theoretische en werkelijke OLM. De theoretische OLM kan worden bepaald door een analyse te maken van de OLM bij een perfect werkend afsluiterbestand (functionaliteit is 100%) met behulp van CAVLAR. Hierbij worden aannames gedaan voor de storingsfrequenties van de verschillende leidingen gebaseerd op de storingsdatabase, eventueel aangevuld met kennisregels. De werkelijke OLM wordt berekend met dezelfde storingsfrequenties, maar nu met de gemeten functionaliteit. Het verschil tussen de theoretische en werkelijke OLM is het maximale effect dat kan worden bereikt met afsluiteronderhoud.

Als voorbeeld kan de case study van PWN worden gebruikt. In 2005 is de betrouwbaarheid ongeveer 90% en deze neemt toe tot 95% in 2008. Door de theoretische OLM met een CAVLAR-analyse te bepalen voor de vastgestelde afsluiterbetrouwbaarheden en uniforme storingsfrequenties is te berekenen welke winst in OLM wordt geboekt als resultaat van het onderhoudsprogramma. De daadwerkelijk geregistreerde OLM kan hier van afwijken, omdat het stochastische effect van de storingen vrij groot is. Op deze manier zijn nog meer berekeningen mogelijk; de case PWN blijft even als voorbeeld gebruikt worden. In 2005 werd met de afsluiterbetrouwbaarheid van 90% en gegeven storingsfrequenties een zekere theoretische OLM bereikt. Als deze OLM als uitgangspunt genomen wordt, kan iteratief bepaald worden tot welke waarde de storingsfrequentie mag oplopen om met de toegenomen afsluiterbetrouwbaarheid (95%) dezelfde theoretische OLM te bereiken.

5.3.2 Controlegegevens

In de test cases is ook duidelijk geworden dat de communicatie rondom de benodigde gegevens verbeterd moet worden. In verschillende test cases werd aangegeven dat het onderscheid tussen de uitkomsten 'behoeft onderhoud' en 'zal falen' niet van belang werd geacht. Voor de aansturing van het onderhoudsprogramma is dat inderdaad niet heel belangrijk: in beide gevallen moet er een actie worden ondernomen. Voor de analyse van de functionaliteit van het gehele afsluiterbestand is het echter wel van belang. Het effect van het onderhoudsprogramma kan alleen goed worden bepaald als dit onderscheid wordt gemaakt.

5.4 Aanbevelingen voor implementatie

Op basis van het bovenstaande worden de volgende aanbevelingen voor implementatie gedaan:

- In de case study bij PWN is aangetoond dat de introductie van een regelmatige inspectie van afsluiters leidt tot een significant hogere betrouwbaarheid van het afsluiterbestand. De verwachting is dat dit direct resulteert in een reductie van OLM. Derhalve adviseren wij:
 1. Doorgaan met regelmatige inspecties.
 2. Gebruik van de afsluiter tool CAVLAR om het effect op OLM te kwantificeren.
- De op het moment beschikbare dataset van afsluiterinspecties zoals behandeld in dit rapport stelt ons in staat enige conclusies te trekken, maar om tot een bredere interpretatie en betere onderbouwing hiervan te komen is uitbreiding van de dataset wenselijk. Hiertoe kunnen vier stappen worden genomen:
 1. Doorgaan met registratie van controles; met name gegevens van de eerste $n+1$ jaar na introductie van een n -jaarlijks inspectieregime (of voor een hogere betrouwbaarheid een aantal jaren na afronding van de eerste cyclus) zijn interessant om het effect van de inspecties op de afsluiterbetrouwbaarheid te kwantificeren.
 2. Om het vergelijken van de gegevens van verschillende bedrijven te vereenvoudigen is een uniforme registratie aan te bevelen. Hiertoe bevat bijlage II een voorstel.

3. Registratie van het jaar van installatie van afsluiters zal ons in staat stellen ook de leeftijdsafhankelijkheid van de betrouwbaarheid te onderzoeken, waarmee de prioritering van inspecties verder geoptimaliseerd zal kunnen worden.
 4. Onderscheid in controlemethodiek tussen 'behoeft onderhoud' en 'zal falen' t.b.v. de analyse van de functionaliteit van het afsluiterbestand.
- Toepassing van de afsluiter tool CAVLAR wordt aanbevolen ter bepaling van noodzakelijke en overbodige afsluiters. Door overbodige afsluiters effectief te elimineren uit het afsluiterbestand krimpt de omvang hiervan, hetgeen direct leidt tot een afname van de met inspecties en onderhoud gemoeide kosten.

Referenties

Bannink, B., J. v. d. Wielen, J. Smit en J. Vreeburg (2004). "Statistische controlemethodiek van brandkranen." *H2O*, vol. 16, pp 23-25.

Deb, A.K., Snyder, J.K., Hammell Jr., J.O., McCammon, S.B., Jun, H., Loganathan, G.V. en Grayman, W.M., 2006, *Criteria for valve location and system reliability*, Awwa Research Foundation, Denver

Kivit, C.F.T. en Blokker, E.J.M., 2006, *Prestatie en kosten van distributie-assets – Concretiseren van asset management aan de hand van vier pilots*, BTO 2006.006, Kiwa Water Research, Nieuwegein

Meerkerk, M., G. Mesman en I. Pieterse-Quirijns (2009), *Handleiding 'CAVLAR'; Beschrijving en interpretatie*, BTO (s) 2009.003, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Rosenthal, L., Mesman, G. en Koning, M. de, 2001, *Key criteria for valve operation and maintenance*, BTO 2001.155(s), Kiwa N.V., Nieuwegein

Trietsch, E.A., en Schaap, P. (2006), *Betrouwbaarheid van afsluiters en sectie-isolatie*, Kiwa Water Research, Nieuwegein

Bundel presentaties symposium *Betrouwbaarheid en plaatsing afsluiters*, Kiwa N.V. 10 september 2003 te Nieuwegein

I Vragenlijst inventarisatie afsluiterinspectie en –beheer anno 2008

Bestemd voor: PBC Waterdistributie
Betreft: Vragenlijst over afsluiterinspectie en -beheer
Kopie / afschrift: Mirjam Blokker, Nellie Slaats
Van: Irene Vloerbergh
Datum: 23 juli 2008

Afsluiters zijn cruciaal bij het isoleren van leidingen bij incidenten zoals leidingbreuken en besmettingen en daarmee bij de bescherming van de consument tegen de negatieve effecten van deze incidenten. Ook bij reguliere onderhoudswerkzaamheden is het effectief kunnen isoleren van delen van het leidingnet essentieel, om de overlast (uitgedrukt in OLM) tot een minimum te beperken.

Uit een internationale enquête (Schaap et al, 2002) bleek dat er wereldwijd nauwelijks informatie beschikbaar is over de betrouwbaarheid van afsluiters. In een BTO-workshop gehouden in 2003 is vastgesteld dat afsluiterbetrouwbaarheid wel een belangrijk gegeven is. In het BTO is de afsluiterool CAVLAR® ontwikkeld. Uit een aantal case-studies (o.a. Kivit en Blokker, 2006) blijkt dat de afname van de afsluiterbetrouwbaarheid exponentieel doorwerkt in de toename van de OLM. Het is daarom belangrijk om meer inzicht te verkrijgen in de werkelijke afsluiterbetrouwbaarheid en mogelijk ook in factoren die deze beïnvloeden, zodat gericht beheer kan worden vastgesteld en uitgevoerd. Om dit inzicht te verkrijgen zijn afsluitercontrole, registratie van de inspectieresultaten en analyse van de gegevens noodzakelijk.

Als onderdeel van het project Leidingnetbeheer gaan we een methodiek opstellen voor de controle van afsluiters. Om een beeld te krijgen van de aanpak, frequentie en resultaten van afsluiterinspectie en –beheer bij de bedrijven willen we een inventarisatie maken van de huidige activiteiten. Interessant hierbij is op basis van welke afwegingen de inspectie plaatsvindt en welke criteria gehanteerd worden bij het bepalen van de betrouwbaarheid.

Graag willen we uw medewerking vragen voor het maken van de inventarisatie. We hebben hiervoor een vragenlijst opgesteld. De antwoorden worden verzameld en gebruikt om conclusies te trekken over

- de afwegingen op basis waarvan afsluiterinspectie en –beheer worden opgezet en uitgevoerd
- de criteria die gebruikt worden voor afsluitercontrole
- de toegepaste methodiek / techniek
- een overzicht van de inspectieresultaten (ten behoeve van de betrouwbaarheid van het afsluiterbestand)
- de relatie tussen inspectie en reparatie van afsluiters

In het rapport zullen verder aanbevelingen worden gedaan over een methodiek waarin beargumenteerd wordt

- welke beslissingscriteria gebruikt kunnen worden om afsluiterinspecties op te baseren
- welke stappen genomen moeten worden voor afsluiterinspectie en –beheer.

Wij verzoeken u vriendelijk de vragen met de juiste mensen binnen uw bedrijf te bespreken en de antwoorden via de mail aan ons te retourneren vóór 1 september 2008. Wanneer we de antwoorden hebben ontvangen, bestaat de mogelijkheid dat we contact met u opnemen voor een telefonische of persoonlijke toelichting.

Bij voorbaat hartelijke dank voor uw medewerking!

Bedrijf:

Naam:

.....

.....(meerdere personen mogelijk)

Datum:

Bedrijf en beleid

1. Wat verstaat u onder *afsluiterinspectie en –beheer*?
2. Wie zijn binnen het bedrijf verantwoordelijk voor het opstellen van het *afsluiterbeleid* en de implementatie / uitvoering ervan? (afdelingen, aantal personen, functies)
3. Wat is uw functie (graag relatie tot *afsluiterinspectie en beheer* aangeven aub)?
4. Wat zegt het bedrijfsbeleid op het gebied van *afsluiterinspectie en beheer*?

Praktijk

5. Hoe vaak vindt *afsluiterinspectie* plaats (periodiek en incidenteel) en op hoeveel / welke afsluiters?
6. Op basis van welke afwegingen vindt *afsluiterinspectie* plaats?
7. Wat wordt er aan *afsluiterbeheer* gedaan?
8. Welke afwegingen liggen aan het *afsluiterbeheer* ten grondslag?

Methodiek afsluitercontrole

9. Hoe zou u de methodiek / techniek omschrijven die gebruikt wordt voor *afsluitercontrole*? (welke stappen worden doorlopen)
10. Welke criteria worden gehanteerd voor het *controleren van afsluiters*?
11. Worden de bevindingen van de *afsluitercontrole* geregistreerd?
12. Indien de *controleresultaten* geregistreerd worden, hoe wordt dit geregistreerd (welke aspecten, door wie, consequent of sporadisch, ...)?
13. Indien de *controleresultaten* geregistreerd worden, worden de geregistreerde gegevens geanalyseerd?

Resultaten

14. Als er resultaten bekend zijn van *afsluitercontrole* (bijv. van afgelopen jaar), kunt u die dan samengevat weergeven? Denk bijv. aan aantal onderzochte afsluiters, aantal falende afsluiters, uit te splitsen naar leeftijd, type afsluiter, type storing, etc., etc.
15. Hoe zou u de *betrouwbaarheid van uw afsluiterbestand* inschatten en kunt u dat beargumenteren?
16. Merkt u dat inspectie en beheer effect hebben op de *betrouwbaarheid van uw afsluiterbestand*, of niet? Waar merkt u dat aan?
17. Indien reparaties worden uitgevoerd, (hoe) beïnvloedt dat de *inspectiefrequentie en -resultaten*?

II Aanbevelingen uniforme registratie afsluiterinspecties

Deze bijlage beschrijft een voorgesteld formaat voor de uniforme registratie van afsluiterinspectiegegevens. Om tegemoet te komen aan de tussen de respectievelijke bedrijven variërende inspectiepraktijken en -criteria wordt een specificatie voorgesteld waarin niet-toegepaste criteria als zodanig kunnen worden geregistreerd en waarbij het invullen van het tijdsaspect van de diverse criteria optioneel is.

1. bedrijfsnaam (drielettercode)

<i>BWA</i>	Brabant Water
<i>DUN</i>	Dunea
<i>EVI</i>	Evides
<i>PWN</i>	Waterleidingbedrijf Noord-Holland
<i>VIT</i>	Vitens
<i>WBG</i>	Waterbedrijf Groningen
<i>WMD</i>	Waterleiding Maatschappij Drenthe
<i>WML</i>	Waterleiding Maatschappij Limburg
<i>WAN</i>	Waternet

2. AfsluiterID (alfanumeriek)

3. Locatie X (numeriek)

4. Locatie Y (numeriek)

5. inspectiedatum (jjjj-mm-dd)

6. type afsluiter (code)

<i>AFSL_SCHUIF</i>	schuifafsluiter
<i>AFSL_VLINDER</i>	vlinderklepafsluiter
<i>AFSL_ANDERS</i>	anders
<i>AFSL_ONB</i>	onbekend

7. type afsluiter anders (alfanumeriek)

8. diameter (numeriek)

9. diameter eenheid (*mm* of *inch*)

10. materiaal

<i>MAT_GIJS</i>	gietijzer/staal
<i>MAT_PVC</i>	PVC
<i>MAT_ANDERS</i>	anders
<i>MAT_ONB</i>	onbekend

11. materiaal anders (alfanumeriek)

12. fabrikant (alfanumeriek)

13. jaar van aanleg (jjjj)

14. criterium 1: Is de afsluiter vindbaar op de kaart?

<i>JA</i>	vindbaar op kaart
<i>NEE</i>	niet vindbaar op kaart
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

15. criterium 1a: Is de afsluiter identificeerbaar op de kaart?

<i>JA</i>	identificeerbaar
<i>NEE</i>	niet identificeerbaar
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

16. criterium 2: Is de afsluiter vindbaar in het veld?

<i>JA</i>	vindbaar in veld
<i>JA_KG5</i>	vindbaar in veld binnen 5 minuten
<i>JA_GD5</i>	vindbaar in veld, niet binnen 5 minuten
<i>NEE</i>	niet vindbaar in veld
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

17. criterium 2a: Is de afsluiter identificeerbaar in het veld?

<i>JA</i>	identificeerbaar
<i>JA_KG3</i>	identificeerbaar binnen 3 minuten
<i>JA_GD3</i>	identificeerbaar, niet binnen 3 minuten
<i>NEE</i>	niet identificeerbaar
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

18. criterium 3: Is de afsluiter voor operatie bereikbaar?

<i>JA</i>	bereikbaar
<i>JA_KG5</i>	bereikbaar binnen 5 minuten na vinden/identificatie
<i>JA_GD5</i>	bereikbaar, niet binnen 5 minuten na vinden/identificatie
<i>NEE</i>	niet bereikbaar
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

19. criterium 4: Is de afsluiter draaibaar?

<i>JA</i>	draaibaar
<i>JA_KG5</i>	draaibaar binnen 5 minuten
<i>JA_GD5</i>	draaibaar, niet binnen 5 minuten
<i>NEE</i>	niet draaibaar
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

20. criterium 4a: Is het draaimoment ≤ 2 maal het door de fabrikant opgegeven moment?

<i>JA</i>	draaimoment ≤ 2 maal het door de fabrikant opgegeven moment
<i>NEE</i>	draaimoment > 2 maal het door de fabrikant opgegeven moment
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

21. criterium 5: Is de afsluiter afsluitbaar

<i>JA</i>	afsluitbaar
<i>JA_KG2</i>	afsluitbaar binnen 2 minuten
<i>JA_GD2</i>	afsluitbaar, niet binnen 2 minuten
<i>NEE</i>	niet afsluitbaar
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

22. criterium 5a: Is de lekkage \leq standaard aanwezige pomp in storingsbus?

<i>JA</i>	lekkage \leq standaard aanwezige pomp in storingsbus
<i>NEE</i>	lekkage $>$ standaard aanwezige pomp in storingsbus
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

23. criterium 6: Is de tijd tussen arriveren op afsluiterlocatie en afsluiten \leq 15 minuten?

<i>JA</i>	tijd tussen arriveren op afsluiterlocatie en afsluiten \leq 15 minuten
<i>NEE</i>	tijd tussen arriveren op afsluiterlocatie en afsluiten $>$ 15 minuten
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

24. criterium A1: Is de spindelkop in orde / is de afsluitersleutel te plaatsen?

<i>JA</i>	de spindelkop in orde, sleutel te plaatsen
<i>NEE</i>	de spindelkop niet in orde, sleutel niet te plaatsen
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>GEEN_CRIT</i>	criterium niet toegepast in beleid

25. Welke vervolgactie is ondernomen?

<i>VERV_REPD</i>	directe reparatie
<i>VERV_REPP</i>	reparatie ingepland
<i>VERV_VERV</i>	vervanging ingepland
<i>ONBEKEND</i>	onbekend
<i>VERV_GEEN</i>	alles in orde, geen vervolgactie noodzakelijk

