



KWR PCD 15 | december 2020

## Afsluiterbeheer

## Afsluiterbeheer

**KWR | PCD 15 | december 2020**

### Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

### Auteurs

ir. A. (Andreas) Moerman en ir. R.H.S. (Ralph) Beuken

Jaar van publicatie  
2021

#### Meer informatie

Andreas Moerman  
T (030)60 69 605  
E [Andreas.Moerman@kwrwater.nl](mailto:Andreas.Moerman@kwrwater.nl)

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E [info@kwrwater.nl](mailto:info@kwrwater.nl)  
I [www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)

**KWR**

KWR PCD 15 | december 2020 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - 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.



# Praktijkcode Drinkwater

## *Status*

De Nederlandse drinkwaterbedrijven maken in de dagelijkse bedrijfsvoering gebruik van richtlijnen met als doel het (hoge) kwaliteitsniveau van de bedrijfsvoering te handhaven en waar mogelijk verder te verbeteren, en/of de efficiëntie van de bedrijfsvoering te verhogen en bij te dragen aan het verder uniformeren van de werkwijzen binnen de drinkwatersector. Deze richtlijnen hebben doorgaans het karakter van een ‘aanbeveling van een te volgen gedrag of handelswijze’ en niet van een ‘bindend voorschrift’<sup>1</sup>. Het gaat om privaatrechtelijke richtlijnen voor de ondersteuning in de dagelijkse praktijk van de bedrijfsvoering (‘best practices’) in het gehele traject van bron tot tap. De richtlijnen (soms ook aangeduid als ‘leidraad’) worden sinds 2008 opgesteld en hebben in 2015 de aanduiding ‘Praktijkcode Drinkwater’ (PCD) gekregen.

## *Verantwoording*

Praktijkcodes worden opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Dit Platform heeft het beheer van praktijkcodes gedelegeerd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes, die de ‘eigenaarsrol’ vervult. Ook in die groep participeert in beginsel één vertegenwoordiger per bedrijf. De voorzittersrol wordt vervuld door een van deze vertegenwoordigers, terwijl KWR Water Research Institute dat doet ten aanzien van de rol van secretaris.

## *Totstandkoming en kwaliteitsborging*

Een specifieke praktijkcode of een revisie daarvan (zie onder) komt met inhoudelijke bijdragen van deskundigen van drinkwaterbedrijven en onderzoekers van KWR Water Research Institute interactief tot stand onder begeleiding van een projectgroep bestaande uit deskundigen van de drinkwaterbedrijven en/of –laboratoria. De leden van die projectgroep worden aangezocht vanwege hun specifieke kennis en/of vaardigheden die noodzakelijk is/zijn voor het betreffende onderwerp. Het voorzitterschap wordt in beginsel waargenomen door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Water Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren.

Na vaststelling van een praktijkcode door de begeleidende projectgroep wordt die ter formele vaststelling voorgelegd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes.

## *Openbaarheid*

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op en zijn te vinden op de website [www.PraktijkcodesDrinkwater.nl](http://www.PraktijkcodesDrinkwater.nl).

## *Periodieke actualisatie*

Bestaande praktijkcodes worden periodiek geëvalueerd. In beginsel is er sprake van een ‘vijfjaarsrevisie’: primair wordt de vraag gesteld en bediscussieerd of actualisatie gewenst dan wel noodzakelijk is en als dat het geval blijkt te zijn, wordt die volgens een afgesproken procedure projectmatig geactualiseerd. De vorige editie van een praktijkcode is daarbij uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

---

<sup>1</sup> Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit ‘Van Dale’.

# Voorwoord

## *Editie*

Dit is de eerste editie van deze praktijkcode.

## *Begrippen*

Specifieke begrippen met de bijbehorende omschrijving worden behandeld in hoofdstuk 2 van deze praktijkcode.

## *Samenstelling projectgroep*

De samenstelling van de projectgroep die de totstandkoming van deze praktijkcode heeft begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

### **Drinkwaterbedrijf of –laboratorium**

Brabant Water  
Dunea  
Evides  
KWR Water Research Institute  
Oasen  
Pidpa  
PWN  
Vitens  
Waterbedrijf Groningen  
Waternet  
WMD  
WML

### **Vertegenwoordiger(s)**

Wouter Huisman  
Rob Geers  
Hein Herbermann (voorzitter)  
Andreas Moerman / Ralph Beuken (secretaris)  
Kees Zijderveld  
Mario DeLorenzo  
Kjeld Gravesteijn  
Luciën de Kind / Jan van Dijken  
Willem Kregel en Eefko Aukes  
Joost Louter  
-  
Frenk Lambie

## *Vaststelling praktijkcode*

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 17 december 2020.

## *Beheer van de Praktijkcode*

Commentaar of opmerkingen betreffende de opzet en/of de inhoud van deze praktijkcode kunnen per e-mail worden verzonden aan KWR Water Research Institute: [Martin.Meerkkerk@kwrwater.nl](mailto:Martin.Meerkkerk@kwrwater.nl). Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Doel, doelgroep en toepassingsgebied	9
1.2 Scope PCD 15	9
1.3 Relatie met andere PCD's	10
1.4 Leeswijzer	10
<b>2 Termen en definities</b>	<b>11</b>
2.1 Algemene termen	11
2.2 Termen in PCD15	11
2.3 Typen afsluitergebruik- en inspectie	14
2.4 Definities voor het falen van afsluiters	14
2.4.1 Faaltype I 'niet bruikbaar'	14
2.4.2 Faaltype II 'onjuiste stand'	15
2.5 Toestand, conditie en norm	15
2.6 Onderhoudsstrategieën	16
<b>3 Technische aspecten van afsluiters</b>	<b>17</b>
3.1 Schuifafsluiter	17
3.2 Vlinderklep	18
<b>4 Doel, functies en falen van afsluiters</b>	<b>21</b>
4.1 Doelen en functies	21
4.2 Oorzaken van falen type I 'niet bruikbaar'	21
4.2.1 Algemeen	21
4.2.2 Vindbaarheid	22
4.2.3 Bereikbaarheid	23
4.2.4 Identificeerbaarheid	23
4.2.5 Bedienbaarheid	23
4.2.6 Afsluitbaarheid	24
4.3 Oorzaken van falen type II 'onjuiste stand'	24
4.4 Gevolgen van falen type I 'niet bruikbaar'	24
4.5 Gevolgen van falen type II 'onjuiste stand'	25
<b>5 Levenscyclus van afsluiters</b>	<b>26</b>
5.1 Inleiding	26
5.2 Aanleg	26
5.2.1 Plaatsing van afsluiters	26
5.2.2 Van toepassing zijnde normen en BRL's	26
5.2.3 Duurzaamheid	26
5.3 Beheer	26
5.3.1 Afsluiterbeheer binnen assetmanagement	26
5.3.2 Kwaliteitscirkel van Deming (PDCA)	26

5.3.3	Prestatie Indicatoren (PI's)	27
5.3.4	Inzet van afsluiters bij incidenten	28
5.3.5	Inzet van afsluiters bij overige werkzaamheden	29
5.3.6	Bediening van afsluiters en opleiding van monteurs	29
5.4	Sloop	29
5.4.1	Buiten gebruik stellen van afsluiters	29
5.4.2	Exit-beoordelingen en root cause analysis	29
5.4.3	Samenhang met renovatiebeleid van leidingen	30
<b>6</b>	<b>Afsluiterprioritering op basis van risico's (Plan)</b>	<b>31</b>
6.1	Het te bereiken effect met afsluiterbeheer	31
6.2	Het opstellen van een operationele risicomatrix	31
6.3	Risicobenadering voor faalttype I	31
6.3.1	Analysekader	31
6.3.2	Bepaling risicogetal faalttype I	33
6.3.3	Risicogroepen – voorbeeld	34
6.4	Risicobenadering voor faalttype II	35
<b>7</b>	<b>Afsluiterinspectie en -onderhoud (Do)</b>	<b>36</b>
7.1	Inspectieprotocol – foutenboom	36
7.2	Reparaties van afsluiters	38
<b>8</b>	<b>Analyse (Check)</b>	<b>39</b>
8.1	Algemeen	39
8.2	Statistische toetsingsmethoden voor groepen afsluiters	39
<b>9</b>	<b>Evaluatie (Act)</b>	<b>40</b>
9.1	Inleiding beheermaatregelen	40
9.2	Beheermaatregelen faalttype I	40
9.2.1	Faalkansreducerende maatregelen	40
9.2.2	Effectreducerende maatregelen	40
9.3	Beheermaatregelen faalttype II	41
9.3.1	Kansreducerende maatregelen	41
9.3.2	Effectreducerende maatregelen	41
<b>10</b>	<b>Voorstel voor vast te leggen gegevens</b>	<b>42</b>
10.1	Statische gegevens over afsluiters	42
10.2	Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, Faalttype I	45
10.2.1	Vastlegging algemene gegevens	45
10.2.2	Vindbaarheid	45
10.2.3	Bereikbaarheid	46
10.2.4	Identificeerbaarheid	46
10.2.5	Bedienbaarheid – opbouw	47
10.2.6	Bedienbaarheid – afsluiter	47
10.2.7	Afsluitbaarheid	48
10.2.8	Vastlegging vervolgacties	48
10.3	Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, Faalttype II	49

10.4	Historie afsluitergebruik	49
10.5	Kwaliteitsborging van gegevens	49
<b>11</b>	<b>Voorziene technische ontwikkelingen</b>	<b>50</b>
11.1	Technische technieken voor in het veld	50
11.2	Modelmatige technieken	50
<b>12</b>	<b>Aanbevelingen</b>	<b>51</b>
<b>13</b>	<b>Literatuur</b>	<b>52</b>
<b>I</b>	<b>Foto's van afsluiters</b>	<b>54</b>
<b>II</b>	<b>Root cause analysis</b>	<b>57</b>





# 1 Inleiding

## 1.1 Doel, doelgroep en toepassingsgebied

De PCD 15 Afsluiterbeheer is opgesteld met als doel het verzamelen van kennis en best practices over het beheer van afsluiters. De PCD 15 is opgesteld als kennisbasis voor afsluiterbeheer op het tactische en operationele niveau binnen drinkwaterbedrijven. De doelgroep bestaat uit assetmanagers, technische specialisten en dataspecialisten enerzijds en leidinggevendenden van monteurs anderzijds. Voor het opstellen van deze PCD is gebruik gemaakt van ervaringen uit het BTO project *Beheer van afsluiter* dat binnen het thema Assetmanagement is uitgevoerd [1].

Uit gegevens van enkele drinkwaterbedrijven blijkt dat het leidingnet 3,5 – 6,5 afsluiters per km leiding bedraagt<sup>2</sup>. Als dit aantal wordt aangehouden voor Nederland, dan is het totaal aantal afsluiters in het Nederlandse leidingnet geschat op ca. 650.000. Bij een gemiddelde vervangingswaarde van € 1000 per afsluiter, is de totale vervangingswaarde van alle afsluiters in Nederland geschat op ca. 650 M€. Naast de vervangingswaarde die de assetgroep afsluiters vertegenwoordigt, spelen afsluiters een belangrijke rol bij het beheer van het leidingnet en zijn ze onmisbaar voor het uitvoeren van werkzaamheden, garanderen van de leveringsprestatie en het reduceren van risico's.

## 1.2 Scope PCD 15

De levenscyclus van afsluiters bestaat uit de stappen: ontwerp, aanleg, beheer en verwijdering. De scope van deze PCD beperkt zich tot het *beheer van afsluiters*. Voor alle onderwerpen die betrekking hebben op het (her)ontwerp van leidingnetten, zoals 'sectiegrootte', 'inrichting van DMA's', 'afweging toepassing van afsluiter typen', etc. wordt verwezen naar PCD 3: 2017 *Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)* [2].

Deze PCD richt zich op het beheer van de grootste groepen afsluiters in het transport- en distributieleidingnet die als voornaamste functie hebben het compartimenteren (ook wel blokken genoemd) van het leidingnet. De volgende groepen afsluiters vallen binnen de scope van deze PCD:

- afsluiters in het distributienet;
- afsluiters in het (ruwwater) transportnet.

Afsluiters die fysiek in een andere deelverzameling vallen, zoals afsluiters in waterwingebieden en afsluiters die onderdeel uitmaken van productielocaties, vallen in principe buiten de scope van deze PCD. Ook afsluiters met een functie anders dan genoemd in §0 (zoals 'regelafsluiters') vallen buiten de scope van deze PCD, alsmede minder toegepaste soorten afsluiters zoals kogelkranen, plugafsluiters, membraanafsluiters, mesafsluiters, zwenkventielen en blazen. Het is echter mogelijk dat drinkwaterbedrijven de inhoud van deze PCD ook op andere typen afsluiters toepassen.

---

<sup>2</sup> Gegevens beschikbaar gesteld door Brabant Water, Waterbedrijf Groningen en WML

### 1.3 Relatie met andere PCD's

Het beheer van assets voor drinkwater distributie kan vanuit oogpunt van regelgeving worden gezien vanuit twee perspectieven:

1. vanuit Europese regelgeving zoals verwoord in de NEN-EN 805:2000 die voor de Nederlandse drinkwaterbedrijven is vertaald naar de [PCD 3: 2017 Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer \(gebaseerd op NEN-EN 805:2000\)](#) [2];
2. vanuit het organiseren van bedrijfsprocessen volgens de principes van assetmanagement zoals verwoord in de normenreels ISO 55000 [3].

In de *Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen* [2] wordt op twee plaatsen de rol van afsluiters benoemd:

- Hoofdstuk 8: Ontwerp leidingnet. In §8.8.4 en §8.8.5 wordt beknopt ingegaan op respectievelijk de indeling van afsluitersecties en de indeling van DMA's. In §8.8.4 zijn onder andere randvoorwaarden genoemd die een waterbedrijf dient te hanteren voor het configureren van afsluitersecties.
- Hoofdstuk 14: Bedrijfsvoering. In §14.2.4 wordt zeer beknopt ingegaan op het onderwerp 'Inspectie van appendages'. In §14.2.4 wordt verwezen naar verschillende (al dan niet openbare) documenten die betrekking hebben op het beheer van afsluiters [2-4].

Bij het organiseren van bedrijfsprocessen hanteren de drinkwaterbedrijven inzichten zoals aangegeven in de ISO 55000. Hiermee wordt beoogd bedrijfsprocessen te structureren en deze optimaal in te richten op het verwezenlijken van bedrijfsdoelstellingen. Om dit mogelijk te maken dienen processen, zoals het beheer van afsluiters, aan te sluiten bij assetmanagementplannen zoals omschreven in de ISO 55001 [4] en ISO 55002 [5], zie hiervoor §5.3.1.

Relaties met overige PCD's zijn er voor onderstaande aspecten:

- In de [PCD 6 Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen](#) is onder hoofdstuk 5 een beknopte verhandeling opgenomen over de normering van de prestatie van afsluiters (§5.1) en de toestandsbepaling van afsluiters (§5.3) [6].
- Voor de rol van afsluiters binnen hygiënisch werken, zie [PCD 1-4:2019 Hygiëncode Drinkwater: Opslag, transport en distributie](#) [7].
- Voor een beschrijving van het uitvoeren van spui-werkzaamheden, zie [PCD 2: 2015 Sediment in drinkwaterleidingen. Beoordelen en beheersen](#) [8].
- Voor een beschrijving van datakwaliteit, zie [PCD 9: 2017 Uniforme storingsregistratie \(USTORE\)](#) [9].
- Voor een beschrijving van het beheer van brandkranen (die een vergelijkbaar beheer kennen), zie [PCD 7:2019 Controlemethodiek brandkranen](#) [10].

### 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte termen en definities in deze PCD. In hoofdstuk 3 wordt ingegaan op technische aspecten van schuifafsluiters en vlinderkleppen. In hoofdstuk 4 volgt een weergave van de doelen van afsluiters en de daaraan gekoppelde oorzaken en gevolgen van falen. Hoofdstuk 5 beschrijft de levenscyclus van afsluiters, onderverdeeld in de fasen aanleg, beheer en sloop. De daarop volgende hoofdstukken zijn opgezet volgens het beheerprincipe Plan, Do, Check en Act. Hoofdstuk 6 beschrijft een risicogestuurde aanpak voor het prioriteren van afsluiterbeheer, de Plan-fase. In hoofdstuk 7 wordt de uitvoering van afsluiterinspectie en afsluiteronderhoud beschreven, de Do-fase. In hoofdstuk 8 wordt ingegaan op de analyse van gegevens verkregen uit inspectie en onderhoud van afsluiters, de Check-fase. Tenslotte gaat hoofdstuk 9 in op de evaluatie en mogelijke maatregelen om afsluiterbeheer te verbeteren, de Act-fase. Hoofdstuk 10 geeft een voorstel voor registratie van afsluiters. In hoofdstuk 11 worden technische ontwikkelingen kort benoemd. Aanbevelingen voor verbeterd afsluiterbeheer worden gegeven in hoofdstuk 12.

## 2 Termen en definities

### 2.1 Algemene termen

Voor algemene termen wordt verwezen naar het begrippenkader dat beschikbaar is via de website over praktijkcodes: <https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/begrippenlijst/>.

### 2.2 Termen in PCD15

In deze paragraaf worden beschrijvingen gegeven van termen die direct betrekking hebben op afsluiters of het beheer van afsluiters, voor zover van belang voor het begrip van de tekst in deze praktijkcode. Wanneer een begrip uit de onderstaande lijst al gedefinieerd is op een andere plek wordt de betekenis voorzien van een bronvermelding.

Begrip	Betekenis
Schuifafsluiter	Een afsluiter waarbij afdichting wordt verkregen door een schuif die zich loodrecht op de as van de leiding bevindt.
Vlinderklep	Een afsluiter waarbij afdichting wordt verkregen door een klep die zich in de stroombaan bevindt een kwartslag om zijn as te draaien.
Opbouw	Die onderdelen die noodzakelijk zijn voor het kunnen bedienen van een afsluiter, te weten de straatpot, de deksel en de opbouwgarntuur.
Aftuigen	Het verwijderen van de opbouw van een afsluiter. Hiermee blijft de afsluiter aanwezig in het net, maar kan deze niet meer bediend worden.
Afsluitersectie	De kleinste verzameling onderling verbonden leidingen die door middel van afsluiters geïsoleerd kan worden van de rest van het leidingnetwerk. Een afsluitersectie kan daarmee bestaan uit leidingen van verschillend materiaal of diameter.
Voorkeurstand	De stand die een afsluiter onder normale bedrijfsomstandigheden moet hebben. Deze stand is over het algemeen in het leidinginformatiesysteem (LIS) vastgelegd. <i>Bron: rapport KWR 2016.050.</i>
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
Inspectie van een afsluiter	Het controleren van de functionaliteit van een afsluiter op basis van een vastgestelde werkwijze.
Root cause analysis (RCA)	Een methode waarmee de onderliggende oorzaken van fouten of problemen wordt vastgesteld. Een oorzaak wordt een basisoorzaak (root cause) genoemd, indien het wegnemen daarvan de fout met zekerheid

wegneemt of het probleem met zekerheid oplost. *Bron: Stowa Handreiking risicogestuurd beheer en onderhoud van waterkeringen (2018).*

Gebruik van een afsluiter	De inzet (sluiten of openen) van een afsluiter met als doel het beïnvloeden van de waterstromen.
Inspectie	Het op een specifiek moment meten van de toestand van een leiding of appendage volgens een gespecificeerde onderzoeksmethode. <i>Bron: PCD 3:2017.</i>
Registratie	Het geordend noteren en opslaan (in een database) van de bevindingen van afsluitercontrole (preventief) of de oorzaken en kenmerken van falen (correctief) teneinde informatie te verzamelen over de staat van het afsluiterbestand. <i>Bron: rapport BTO 2010.020.</i>
Falen van een afsluiter	Een toestand waarin een afsluiter zijn toegewezen functie niet kan uitoefenen of waarin dit in de toekomst niet te waarborgen is. Deze toevoeging heeft betrekking op aspecten die onderhoud vergen <sup>3</sup> , zie verder §2.4.
Reparatie of vervanging	Onderhoudsactie die volgt op het falen 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. <i>Bron: rapport BTO 2020.020.</i>
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. <i>Bron: rapport BTO 2010.020.</i>
Preventief onderhoud	Preventief onderhoud: het inspecteren en controleren van afsluiters en op basis van de bevindingen ondernemen van acties gericht op het behoud van functionaliteit. <i>Bron: rapport BTO 2010.020.</i>
Leidinginformatiesysteem (LIS)	Het geautoriseerde leidingbeheerpakket, GIS-systeem of iets soortgelijks dat de actuele status weergeeft van het leidingsysteem
Vindbaar	Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij bepaald wordt of de afsluiter (al dan niet) gevonden kan worden op basis van een positie op de kaart of het GIS-systeem.
Bereikbaar	Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij bepaald wordt of de afsluiter (al dan niet) dusdanig bereikt kan worden zodat deze bedienbaar is.
Identificeerbaar	Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij bepaald wordt of een afsluiter in het veld (op basis van locatie en/of

---

<sup>3</sup> Drinkwaterbedrijven hanteren voor falen tevens het begrip storen. Voor de eenduidigheid wordt hier alleen het begrip falen gehanteerd.

	nummer) te relateren is aan het digitale systeem waarin de assetgegevens opgeslagen zijn.
Bedienbaar	Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij bepaald wordt of een afsluitersleutel goed plaatsbaar is op de spindelkop en of het ervaren of gemeten draaimoment overeenkomt met het gewenste draaimoment. Het begrip bedienbaarheid heeft daarmee een ruimere definitie dan het begrip draaibaarheid.
Afsluitbaar	Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie; mate waarin een afsluiter water doorlaat nadat deze niet verder gesloten kan worden (in veel gevallen geheel gesloten is), zie ook §0.
Analyse	Het op bepaalde punten bekijken en onderverdelen van de geregistreerde data teneinde uitspraken te kunnen doen over benodigd onderhoud en afsluiterbetrouwbaarheid. <i>Bron: rapport BTO 2010.020.</i>
Afsluiterbetrouwbaarheid	De kans dat een afsluiter voldoet aan de gestelde functioneringscriteria (vast te stellen met steekproef op populatie afsluiters). <i>Bron: rapport BTO 2006.016, rapport BTO 2010.020.</i>
CAVLAR®	Criticality Analysis Valve Locations And Reliability. Door KWR ontwikkelde rekenmethode op basis van een hydraulisch model om het effect van het falen <sup>4</sup> van afsluiters te bepalen <sup>5</sup> .
Verhoudingsgetal	De impact gedeeld door het aantal aansluitingen in de getroffen sectie. Wanneer alle afsluiters voldoende goed afsluiten en het effect beperkt blijft tot de aansluitingen in het te isoleren gebied, dan is het verhoudingsgetal gelijk aan 1. <i>Bron: rapport BTO 2006.016.</i>
Impact	Het aantal aansluitingen dat gedurende (de isolatie van) een incident in een bepaalde sectie geen water geleverd heeft gekregen. <i>Bron: rapport BTO 2006.016.</i>
Customer Interruptions (CI)	Het aantal CI geeft aan hoe vaak een klant gemiddeld wordt getroffen door een incident in het leidingnet in een jaar (uitgedrukt in het aantal getroffen verbruiksadressen gedeeld door het totaal aantal verbruiksadressen).
Ondermaatse leveringsminuten (OLM)	Het aantal minuten dat een consument geen water geleverd krijgt (uitgedrukt in onderbrekingsduur maal het aantal getroffen verbruiksadressen gedeeld door het totaal aantal verbruiksadressen). Wordt bepaald door de impact, tijdsduur en de kans op falen. <i>Bron: rapport BTO 2006.016.</i>

---

<sup>4</sup> Bedoeld wordt hier faaltype I 'niet bruikbaar', zie ook §2.4.

<sup>5</sup> Waar in deze PCD sprake is van 'CAVLAR' kunnen ook vergelijkbare methoden gelezen worden, zoals de afsluiter OLM-berekening van Rolsch.

## 2.3 Typen afsluitergebruik- en inspectie

Het gebruik en/of inspectie van een afsluiter kan onderscheiden worden naar verschillende type activiteiten. Elke activiteit bevat in meer of mindere mate een kans om gegevens te verzamelen over het functioneren van de afsluiter. De wijze waarop dit kan gebeuren is beschreven in Hoofdstuk 7 van deze PCD.

Droge inspectie	De afsluiter wordt gecontroleerd op de indicatoren vindbaarheid en bereikbaarheid. De afsluitersleutel wordt geplaatst om te controleren op deze nog op de spindelkop past. De afsluiter wordt enkele slagen gedraaid om te controleren of deze bedienbaar is en of deze in de juiste stand staat (mogelijk wanneer draairichting van afsluiter bekend is). <i>Beperkte controle functionaliteit afsluiter mogelijk.</i>
Gebruik voor (on)geplande werken	Afsluiter wordt geheel gesloten om een afsluitersectie droog te zetten. <i>Volledige controle functionaliteit afsluiter mogelijk.</i>
Gebruik voor spuien	Afsluiter wordt geheel gesloten om (in combinatie met een openstaande brandkraan) in naastgelegen secties hogere stroomsnelheden te genereren om het leidingnet te reinigen van geaccumuleerde sedimenten. <i>Controle functionaliteit afsluiter mogelijk, met uitzondering van afsluitbaarheid.</i>
Proefsluitering (natte inspectie)	Afsluiter wordt gecontroleerd op de indicatoren vindbaarheid, bereikbaarheid, identificeerbaarheid, bedienbaarheid en afsluitbaarheid. In de meeste gevallen gebeurt dit ter voorbereiding en tijdens uitvoering van geplande werkzaamheden. <i>Volledige controle functionaliteit afsluiter mogelijk.</i>
Visuele inspectie	Inspectie waarbij alleen die aspecten worden gecontroleerd die direct zichtbaar zijn, dus zonder dat de afsluiter wordt gedraaid. Dit is met name van belang na werkzaamheden van derden in de omgeving van leidingen. De aspecten waarop gecontroleerd kan worden zijn: vindbaarheid, bereikbaarheid en identificeerbaarheid.

## 2.4 Definities voor het falen van afsluiters

### 2.4.1 Faaltype I 'niet bruikbaar'

Er is sprake van faaltype I wanneer de afsluiter niet bruikbaar is. Hiervan is sprake wanneer tenminste één van de criteria voor het bruikbaar zijn van de afsluiter niet voldoet. Deze criteria zijn: vindbaarheid, bereikbaarheid, identificeerbaarheid, bedienbaarheid en afsluitbaarheid (zie ook §4.2). De vaststelling of er sprake is van faaltype I wordt behandeld in §7.1 van deze PCD. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen kritisch en niet-kritisch falen.

- Bij kritisch falen (faaltype I<sub>k</sub>) voldoet de afsluiter niet aan zijn functie en zal een afsluiting van een sectie met de betreffende afsluiter niet mogelijk zijn, ook niet in geval van een calamiteit wanneer monteurs extra inspanningen leveren om een afsluiter te bedienen. Dientengevolge zullen belendende afsluiters gesloten moeten worden. In de regel leidt dit tot een urgente onderhoudsactie.
- Bij niet-kritisch falen (faaltype I<sub>nk</sub>) voldoet de afsluiter aan zijn functie tijdens een calamiteit, maar zijn er aspecten van minder belangrijke aard die er voor zorgen dat de afsluiter onderhouden moet worden. In de regel leidt dit niet tot een urgente onderhoudsactie en worden deze werkzaamheden meegenomen in het reguliere onderhoudsprogramma.

Het onderscheid tussen kritisch en niet-kritisch falen is een bedrijfsspecifieke keuze.

#### 2.4.2 Faaltype II 'onjuiste stand'

Er is sprake van faaltype II wanneer een afsluiter niet in dezelfde stand staat als aangegeven in het leidinginformatiesysteem. Er treedt faaltype II op als in het betreffende informatiesysteem is aangegeven dat een afsluiter gesloten staat, terwijl deze in werkelijkheid open staat, of als in dit systeem is aangegeven dat een afsluiter open staat, terwijl deze in werkelijkheid gesloten staat [11]. De vaststelling of er sprake is van faaltype II wordt behandeld in §7.1 van deze PCD.

### 2.5 Toestand, conditie en norm

De uitwerking in deze paragraaf is afkomstig uit de [PCD 6 'Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen'](#) [6] en toegepast voor afsluiterbeheer.

De toestand en conditie van afsluiters kan op verschillende wijzen worden beschreven:

- **Materiaalkundige benadering:** dit gaat over de aantasting van het materiaal waar de appendage van is gemaakt: een gietijzeren huis kan worden aangetast, een pakkingsrubber kan lekken. Deze benadering is verder uitgewerkt in §5.4.2.
- **Functionele benadering:** dit betreft de functie van de afsluiter; een appendage werkt wel of werkt niet<sup>6</sup>. Of dit tot falen leidt, is afhankelijk van de toegekende functie en de kans dat de appendage wordt gebruikt. Een afsluiter die niet wordt gebruikt, mag in principe falen. Dit leidt namelijk niet tot falen van het systeem. Een afsluiter die niet bereikbaar is, kan materiaalkundig goed zijn, maar kan niet zijn functie uitoefenen. Een afsluiter die een kleine hoeveelheid water lekt kan functioneren.

Voor het beheer van afsluiters is in eerste instantie de functionele benadering van belang. We spreken van falen als een afsluiter niet voldoet aan de functionele eis. Als meer inzicht is vereist in de faaloorzaak, dan is het van belang een materiaalkundige benadering te volgen, bijvoorbeeld door het uitvoeren van een root-cause analysis (RCA), zie Bijlage II. Drinkwaterbedrijven voeren exitbeoordeling uit, waarbij uitgenomen onderdelen nader worden geanalyseerd, bijvoorbeeld volgens de systematiek van de RCA. In dat geval worden materiaalkundige aspecten geanalyseerd van meerdere afsluiters met vergelijkbare materiaalkundige eigenschappen (type, fabrikant, productie, etc).

Het risico dat een afsluiter vertegenwoordigt met betrekking tot zijn functioneren (te weten het isoleren van een afsluitersectie) bestaat uit drie componenten die allen kwantitatief zijn vast te stellen:

1. De faalkans, zie hoofdstuk 0.
2. De gebruikskans, zie [1].
3. Het effect bij falen, dit is te bepalen door het toewijzen van een omgevingsafhankelijke effectindeling. Nadere uitwerking hiervan volgt in hoofdstuk 0.

Door het indelen van het afsluiterbestand in categorieën op basis van de gebruikskans en het effect bij falen, kan voor elke categorie een toelaatbare faalkans (norm) worden vastgesteld. Op basis van gemeten toestand en vastgestelde norm kan voor een groep afsluiters worden vastgesteld of de conditie voldoet.

---

<sup>6</sup> Dat wil zeggen: er is sprake van faaltype I, of II.



## 2.6 Onderhoudsstrategieën

In 2012 is door KWR in opdracht van Evides onderzoek gedaan naar het beheer van afsluiters [12]. In deze studie wordt onderscheid gemaakt naar drie strategieën voor onderhoud. Deze strategieën zijn afkomstig uit het vakgebied van onderhoudsmanagement. Daarbij worden de belangrijkste kenmerken c.q. randvoorwaarden voor toepassing van deze strategieën genoemd. De strategieën kunnen als volgt samengevat worden:

- **Storingsafhankelijk onderhoud (SAO)** wordt toegepast in geval er sprake is van:
  - geringe gevolgen van falen: het is goedkoper om te repareren dan om falen (een storing) te voorkomen of;
  - de kosten voor het bepalen van de conditie staan niet in verhouding tot de kosten voor het voorkomen van falen of;
  - er is geen duidelijke en meetbare achteruitgang in toestand of;
  - het falen is willekeurig.
- **Gebruiksduurafhankelijk onderhoud (GAO)** wordt toegepast in geval er sprake is van:
  - een duidelijk tijdsafhankelijk verouderingsproces en;
  - een toestandsverbetering door een onderhoudsproces dat goedkoper is dan vervanging.
- **Toestandsafhankelijk onderhoud (TAO)** wordt toegepast in geval er sprake is van:
  - een duidelijk verouderingsproces en;
  - een duidelijke parameter/eigenschap die representatief is voor de toestand en;
  - deze parameter/eigenschap tegen redelijke kosten bepaald kan worden.

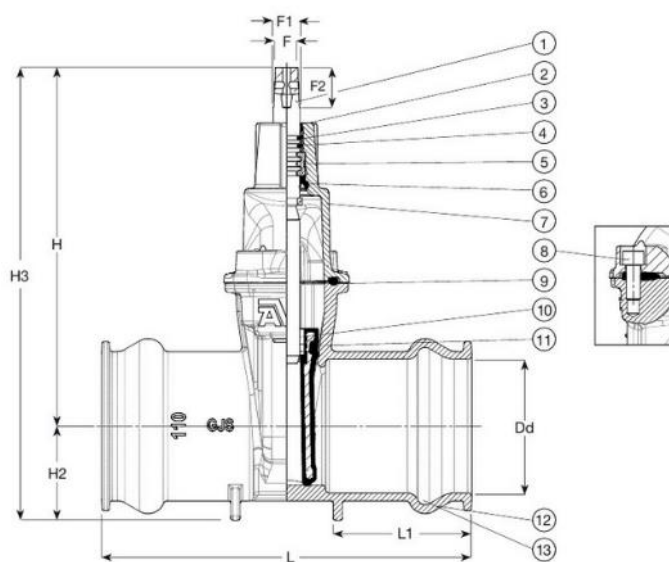
Naast deze drie onderhoudsstrategieën wordt als vierde strategie **Functioneel Testen** genoemd, zie bijvoorbeeld [13]. Functioneel testen heeft betrekking op assets die stand-by staan, zoals noodstroomaggregaten, drukopmeters, brandmelders, noodverlichting, (nood)afsluiters en stand-by pompen. Deze assets dienen te functioneren bij het uitvallen van de primaire assets. Om die reden wordt falen dus pas bij inzet zichtbaar. Daarom zullen deze typen assets periodiek functioneel getest moeten worden. Functioneel testen is niet hetzelfde als TAO. TAO wordt ingezet om falen te voorkomen. Bij FT wordt verborgen falen opgespoord. Een overeenkomst tussen TAO en FT is dat bij beide strategieën voor onderhoud sprake is van schouwen, testen op functioneren en conditiemetingen.

In toevoeging op bovenstaande onderhoudsstrategieën wordt in deze PCD ook het begrip **risicogestuurd beheer en onderhoud** gebruikt. Dit valt te definiëren als uitvoering van activiteiten die tot doel hebben het reduceren van de kans op een ongewenste gebeurtenis en/of het verminderen van de ernst van de effecten van de ongewenste gebeurtenis. Hierbij krijgen die afsluiters die het grootste risico vertegenwoordigen de meeste aandacht.

# 3 Technische aspecten van afsluiter

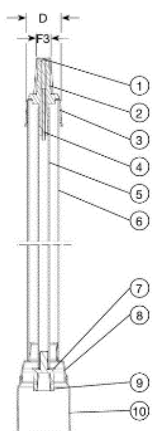
## 3.1 Schuifafsluiter

Bij dit type afsluiter wordt de afdichting verkregen door een schuif die in verticale richting wordt bewogen (Figuur 3-1 en Figuur 3-3). Schuifafsluiter zijn ontworpen voor volledig open of volledig gesloten situatie. De op- en neergaande beweging van de schuif over de draadspil ontstaat doordat de draadspil door de draadspilmoer (bovenop de schuif) draait. De draadspil wordt aangedreven door de spindel. Voor ondergrondse afsluiter geldt dat de spindel (middels een ‘verlengspindel’) verlengd is om de afsluiter op maaiveld (via de straatpot) te kunnen bedienen. Het verlengde deel van de spindel bevindt zich in de schutbuis (Figuur 3-2), waarvan het einde uitkomt in de straatpot aan het maaiveld, vanwaar de afsluiter bediend wordt met een afsluitersleutel. De verlengspindel en schutbuis wordt ook wel opbouwgarneer genoemd.



1. Spindel	Roestvaststaal 1.4104 (430F)
2. Stofkeringsring	NBR rubber
3. O-ring	NBR rubber
4. Lager	Polyamide
5. Spindelkraag	Ontzinkingsvrij messing, CW602N
6. Manchet	EPDM rubber
7. Bovenhuis	Nodulair gietijzer GJS-500-7
8. Bout	Roestvaststaal A2, verzegeld
9. Profielrubber	EPDM rubber
10. Spindelmoer	Ontzinkingsvrij messing, CW626N
11. Schuif	Nodulair gietijzer, EPDM ge vulkaniseerd
12. Huis	Nodulair gietijzer GJS-500-7
13. Afdichtingsring	EPDM rubber

Figuur 3-1 Schuifafsluiter met mofverbinding [14].

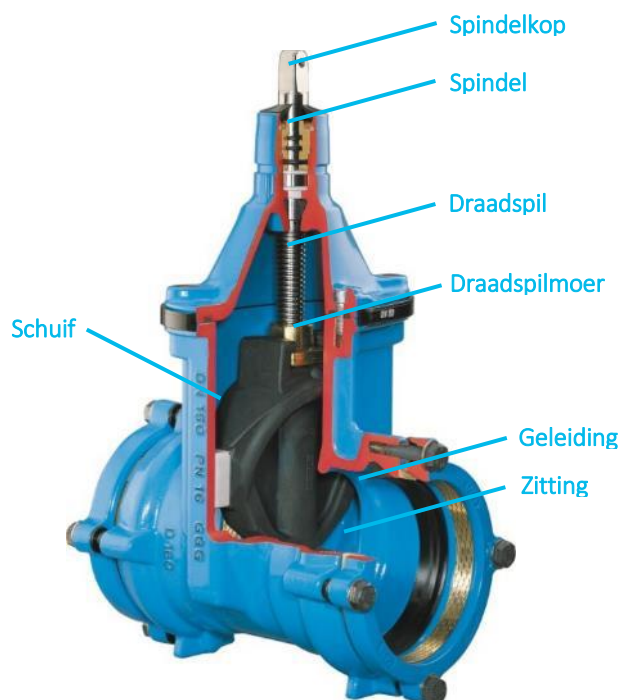


Onderdelen:

1. Bout	Roestvast staal	6. Schutbuis	PE
2. Spindelkap	Gegoten roestvaststaal	7. Stop ring	PE
3. Koker	PE	8. Spindel dekseel	PE
4. Moer	Roestvast staal	9. Spindel adapter	Gegoten roestvaststaal
5. Spindel	Gegalvaniseerd staal	10. Afdekking onderkant	PE

Onderdelen kunnen door minimaal gelijkwaardige materialen vervangen worden.

Figuur 3-2 Opbouwgarneer voor schuifafsluiter [15].



*Figuur 3-3 Voorbeeld van een DN 150 schuifafsluiter [16].*

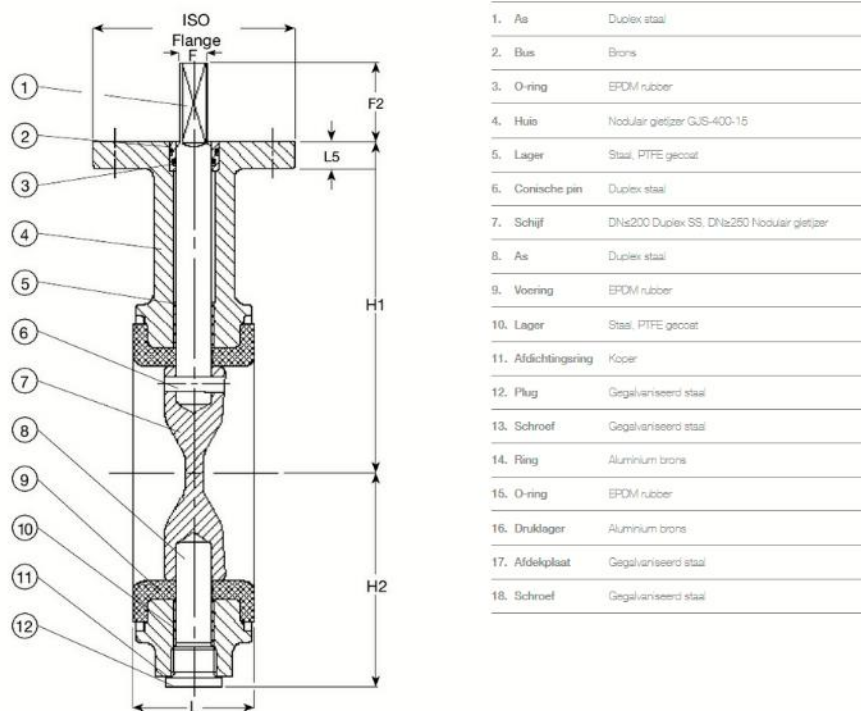
Een stijgende spindel is rechtstreeks gemonteerd aan de schuif en tijdens de bediening stijgt en daalt die samen met de schuif. Niet-stijgende spindels hebben een schroefdraad tot in de schuif, wanneer de spindel gedraaid wordt schuift de schuif om de draadspil omhoog. Het voordeel hiervan is dat de stand van de afsluiter aan de buitenzijde kan worden gezien. Dit type afsluiter wordt door Nederlandse drinkwaterbedrijven niet toegepast in distributienetten en wordt hier niet verder besproken.

Schuifafsluiters kunnen zijn voorzien van een by-pass of omloop. By-passes worden toegepast op grotere diameters. Bij sluiting van de hoofdafsluiter zal een relatief kleine stroom nog door de by-pass gaan, die in tweede instantie wordt gesloten. Hierdoor wordt het effect van waterslag verminderd en zullen de krachten op de afsluiter minder zijn.

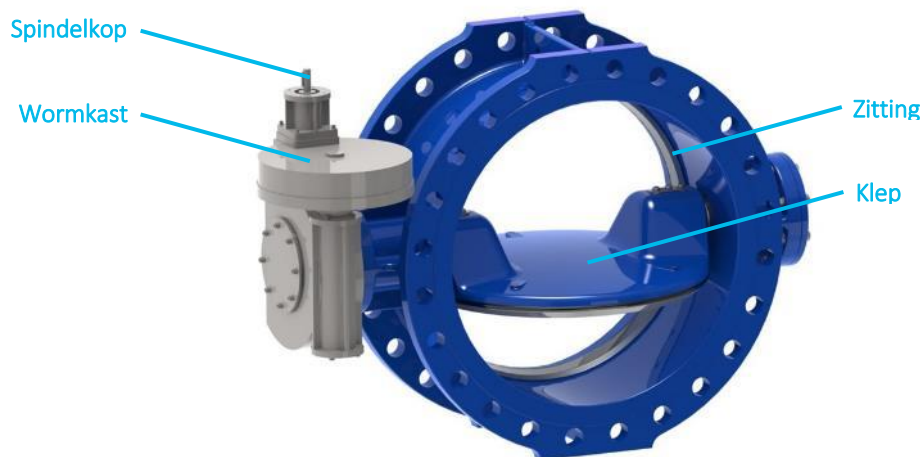
## 3.2 Vlinderklep

Bij dit type afsluiter wordt afdichting verkregen door een klep die zich in de stroombaan bevindt een kwartslag om zijn as te draaien (Figuur 3-4 en Figuur 3-5). De as waar de klep omheen draait kan zowel horizontaal als verticaal geplaatst zijn. In grote lijnen zijn er twee types vlinderkleppen namelijk de centrische en excentrische vlinderkleppen. Bij een centrische vlinderklep is de spindel gecentreerd in het midden van de klep en is de schijf gecentreerd in de boring. Bij de excentrische vlinderklep bevinden zich één of meerdere assen uit het midden; afhankelijk van type enkel, dubbel of drievoudig excentrisch [17]. Bij langdurige dichtstand zal de voering van een centrische vlinderklep tegen het klepblad aan drukken waardoor een hoger bedieningsmoment nodig is om de vlinderklep te openen. Er wordt geadviseerd om een centrische vlinderklep toe te passen bij regelmatig gebruik en een excentrische vlinderklep bij minder frequente bediening [18].

Voor ondergrondse afsluiters geldt dat de spindel (middels een 'verlengspindel') verlengd is om de afsluiter op maaiveld (via de straatpot) te kunnen bedienen, zie verder bij schuifafsluiters.



Figuur 3-4 Vlinderklep met flensverbinding AVK: <https://www.avknederland.nl/nl-nl/zoek-product/vlinderkleppen/centrische-vlinderkleppen-met-vaste-voering/75-41-020>



Figuur 3-5 Voorbeeld van een dubbel excentrische vlinderklep met horizontale as. Bron: <https://www.avkvalves.eu>.

Het gebruik van vlinderkleppen heeft ten opzichte van een schuifafsluiter voordelen en nadelen.

Voordelen van vlinderkleppen ten opzichte van schuifafsluiters:

- Een vlinderklep neemt (in verticale richting) minder ruimte in de ondergrond in dan een schuifafsluiter. Dit argument gaat met name op wanneer de te sluiten leiding een grote diameter heeft en daardoor verdiept moet worden aangelegd.
- Vlinderkleppen zijn door hun kleine inbouwmaat, met name bij grotere diameters, licht en makkelijker te monteren.

Nadelen van vlinderkleppen ten opzichte van schuifafsluiters:

- Doordat de klep zich in de stroombaan bevindt vormt een vlinderklep afsluiter een barrière voor in-line inspecties.
- Een vlinderklep heeft meer hydraulische weerstand.
- Vlinderkleppen zijn vaak gevoeliger voor problemen met de rubber aansluitingen.
- Een vlinderklep kan zeer snel gesloten worden. Hierdoor kan makkelijker waterslag ontstaan dan bij een schuifafsluiter. Dit wordt voorkomen door een mechanische tandwielkast ('wormkast') die de beweging van de spindel (aantal omwentelingen per tijdseenheid) vertraagt.
- De hierboven genoemde wormkasten kunnen relatief makkelijk falen en vergen in de praktijk meer reparaties.
- Meestal zijn de kosten van aanschaf van een vlinderklep hoger dan die van een schuifafsluiter.

## 4 Doel, functies en falen van afsluiters

### 4.1 Doelen en functies

Afsluiters kunnen worden ingezet voor verschillende doelen:

- a het isoleren van afsluitersecties ten behoeve van werkzaamheden (reparatie of aanpassing) of het tegengaan van verspreiding van een verontreiniging;
- b het sturen van waterstromen, bijvoorbeeld om te spuien of om pendelzones te voorkomen;
- c het permanent isoleren van gebiedsonderdelen (scheiding drukzones, deelvoorzieningsgebieden, DMA's, transport en distributie, etc.).

Afsluiters kunnen worden ingedeeld op basis van verschillende functies:

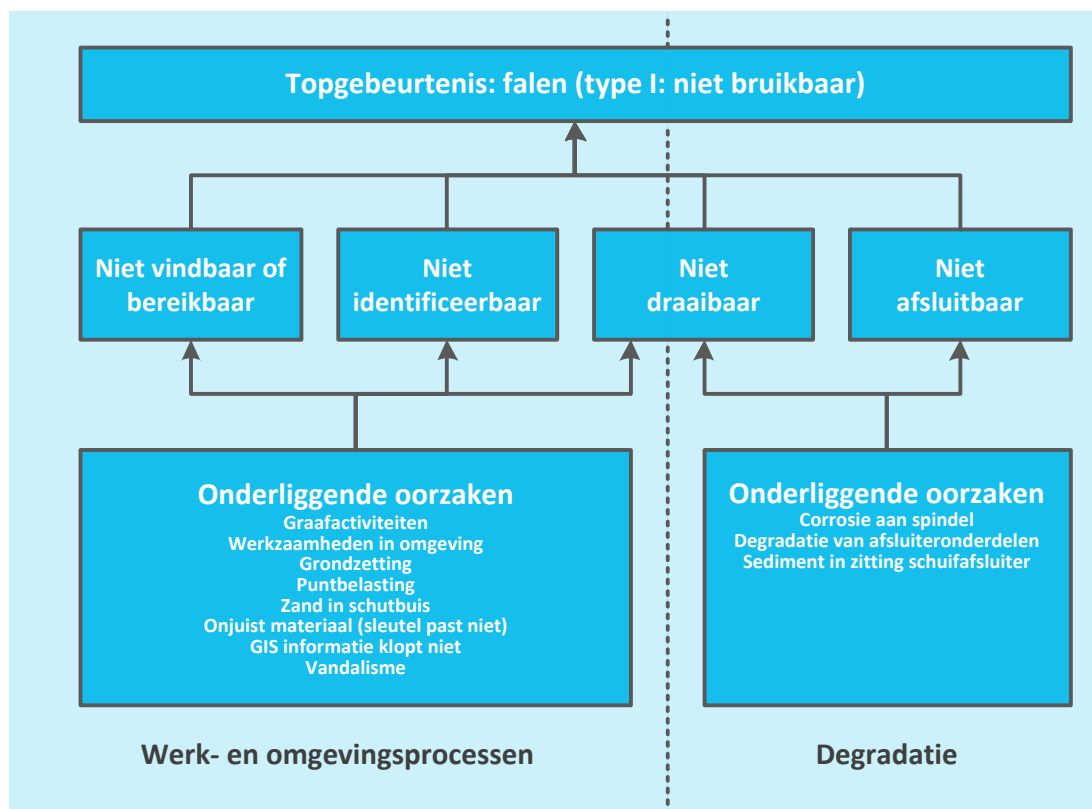
- Sectieafsluiters: afsluiters die aan weerszijden leidingen hebben met dezelfde functie, bij reguliere bedrijfsvoering staan deze afsluiters open:
  - ruwwater-sectieafsluiters: sectieafsluiter in het ruwwaternet;
  - transport-sectieafsluiters: idem voor transportnet;
  - distributie-sectieafsluiters: idem voor distributienet.
- Scheidingsafsluiters: afsluiters die aan weerszijde leidingen hebben met verschillende functies of verschillende drukken:
  - scheidingsafsluiters tussen transport- en distributienet;
  - scheidingsafsluiters tussen drukzones;
  - scheidingsafsluiters tussen dma's;
  - Scheidingsafsluiters t.b.v. een leveringszekere aansluiting
  - scheidingsafsluiters tbv waterkwaliteit: bijvoorbeeld ter voorkoming van pendelzones;
  - scheidingsafsluiters t.b.v. deelvoorzieningsgebied;
  - scheidingsafsluiters met andere drinkwaterbedrijven.

### 4.2 Oorzaken van falen type I 'niet bruikbaar'

#### 4.2.1 Algemeen

Het vaststellen of een afsluiter faalt volgens faalttype I wordt bepaald door het al dan niet voldoen aan de functioneringscriteria: vindbaarheid, bereikbaarheid, identificeerbaarheid, bedienbaarheid en afsluitbaarheid. Het al dan niet voldoen hangt samen met onderliggende faalmechanismen. In Figuur 4-1 zijn deze faalmechanismen onderscheiden in [1]:

- 'Werk- en omgevingsprocessen'; mechanismen die te maken hebben met gebeurtenissen of processen in de omgeving, waaronder werkprocessen van de bedrijven zelf. Deze faalmechanismen zijn generiek voor alle typen afsluiters. Het optreden van deze faalmechanismen is vaak niet tijdsafhankelijk, hoewel in een langere periode een grotere kans is op een ongewenste gebeurtenis.
- 'Degradatie'; mechanismen in de afsluiter 'zelf' die te herleiden zijn tot een proces van continue degradatie in de tijd (zie ook de materiaalkundige benadering, §2.5). Het optreden van deze faalmechanismen is tijdsafhankelijk, dat wil zeggen dat de kans op falen toeneemt met de tijd. In het BTO onderzoek [1] bleek dat er nauwelijks degradatiemechanismen konden worden aangetoond met een tijdsafhankelijk faalmechanisme.



Figuur 4-1 Overzicht van mogelijke faalmechanismen die leiden tot de topgebeurtenis 'afsluiter falen type I' (overgenomen uit rapport BTO 2018.058 [1]. NB in dit rapport wordt het begrip "draaibaar" gehanteerd in plaats van 'bedienbaar'.

In de meeste gevallen geldt dat als een afsluiter niet aan een bepaald criterium voldoet, dat het ook niet voldoet aan het volgende criterium in de reeks: vindbaarheid, bereikbaarheid, identificeerbaarheid, bedienbaarheid en afsluitbaarheid. Dit is echter niet in alle gevallen waar:

1. Een afsluiter kan bijvoorbeeld op de field applicatie van de monteur niet correct zijn aangegeven maar toch vindbaar zijn in het veld. De afsluiter kan dan wel 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 inmeten van de afsluiter en het aanpassen van het registratiesysteem.
2. In het geval dat een afsluiter wordt ingezet met hogere urgentie, bijvoorbeeld bij het repareren van een lek, zal er anders gewerkt worden dan bij een inspectie. De urgentie van de situatie maakt dat afsluiters die volgens de criteria bij inspectie zonder falen bij een dergelijk gebruik wel inzetbaar zijn. Als voorbeeld: een auto die boven een afsluiter staat geparkeerd kan in een meer urgente situatie verplaatst worden.

De volgende subparagrafen geven een technische achtergrond voor faaltypes I van afsluiters. De vaststelling of er sprake is van falen is onderdeel van de inspectie en wordt verder behandeld in Hoofdstuk 7 van deze PCD.

#### 4.2.2 Vindbaarheid

Vindbaarheid wil zeggen dat de afsluiter gevonden kan worden op basis van een positie op de kaart of het GIS-systeem. Het vindbaar zijn van een afsluiter wordt volledig bepaald door werk- en omgevingsprocessen.

Voorbeelden hiervan zijn [1, 12, 19]:

- de straatpot is ondergestraat na werkzaamheden aan het trottoir of de weg of is onder een talud begraven;
- de straatpot is afwezig;
- de X,Y-coördinaten (locatie op de digitale kaart van de monteur) zijn onjuist.

Er is voor gekozen om het onderstraten van een straatpot te laten vallen onder niet-vindbaarheid en niet onder niet-bereikbaarheid.

### 4.2.3 Bereikbaarheid

Bereikbaarheid wil zeggen dat de afsluiter bereikt kan worden zodat deze bedienbaar is. Het bereikbaar zijn van een afsluiter wordt volledig bepaald door werk- en omgevingsprocessen. Voorbeelden hiervan zijn [1, 12, 19]:

- de straatpot is overgroeid door struiken of andere vegetatie;
- de straatpot bevindt zich op ontoegankelijk particulier terrein;
- de straatpot bevindt zich onder een geparkeerde auto;
- de straatpot bevindt zich onder een rijplaat, stelconplaat, zandophoping, etc.

Voor de laatste twee voorbeelden geldt dat het om tijdelijke obstakels gaat.

### 4.2.4 Identificeerbaarheid

Identificeerbaarheid wil zeggen dat een afsluiter in het veld (op basis van locatie en/of nummer) te relateren is aan het digitale systeem waarin de assetgegevens opgeslagen zijn. Het identificeerbaar zijn van een afsluiter wordt volledig bepaald door werk- en omgevingsprocessen. De identificeerbaarheid is belangrijk om zeker te zijn of de juiste afsluiter wordt gedraaid om bijvoorbeeld een bepaalde afsluitersectie drukloos te maken. Dit aspect speelt met name wanneer er sprake is van meerdere afsluiters die op korte afstand van elkaar gesitueerd zijn (d.w.z. binnen een afstand van enkele meters). Wanneer locatiebepaling (met GPS) in combinatie met vastgelegde x,y-coördinaten van afsluiters onvoldoende nauwkeurig is om onderscheid te kunnen maken tussen afsluiters, dient de identificatie met bebakening ('aanwijsbordjes') te geschieden. Een alternatieve werkwijze is het hanteren van tekstuele aanwijzingen zoals 'de middelste van de drie' of 'aan de overzijde van de straat'. Opgemerkt wordt dat deze tekstuele aanwijzingen gevoeliger zijn voor fouten bijvoorbeeld nadat wijzigingen in het straatbeeld hebben plaatsgevonden. Wanneer de afsluiter identificatie niet mogelijk is omdat de bebakening ('aanwijsbordje') niet intact is (d.w.z. niet leesbaar, niet aanwezig of onjuist) faalt de afsluiter op identificeerbaarheid.

### 4.2.5 Bedienbaarheid<sup>7</sup>

#### 4.2.5.1 Algemeen

Bedienbaarheid wil zeggen dat een afsluitersleutel goed plaatsbaar is op de spindelkop en het ervaren of gemeten draaimoment overeenkomt met het gewenste draaimoment. Het al dan niet bedienbaar zijn van een afsluiter wordt zowel bepaald door werk- en omgevingsprocessen alsook door degradatie van de afsluiter. Het niet bedienbaar zijn van een afsluiter kan veroorzaakt worden door verschillende oorzaken die betrekking hebben op onderstaande oorzaken [1, 12].

- De straatpot is niet in goede staat
  - de straatpot is niet intact (bijvoorbeeld scheefgezakt);
  - de straatpot is niet te openen (bijvoorbeeld doordat het sluitingsmechanisme van de potdeksel afgebroken is);
- Het plaatsen van de afsluitersleutel op de spindel lukt niet
  - de straatpot is volledig gevuld met moeilijk te verwijderen materiaal (bijvoorbeeld door zand);
  - er is sprake van onjuist materiaal (de sleutel past niet op de spindelkop).
- Het draaien van de afsluiter lukt niet
  - de spieverbinding van de opbouw is kapot;
  - de borgpen is kapot/missend;
  - er is extra weerstand bij het draaien van de spindel, omdat deze krom is en langs de binnenkant van de schutbuis schuurt;
  - er is extra weerstand bij het draaien van de spindel, omdat de schutbuis gevuld is met bodemmateriaal (meestal zand);

---

<sup>7</sup> Opgemerkt wordt dat in eerdere rapporten, waaronder [11], het begrip draaibaarheid is gehanteerd. Het begrip bedienbaarheid sluit beter aan bij de praktijk. Een afsluiterpot volgelopen met zand is niet bedienbaar



- o de afsluitersleutel is niet te draaien door objecten in de omgeving, bijvoorbeeld door de nabijheid van een boom of een gebouw.

#### 4.2.5.2 Achterliggende oorzaken verminderde bedienbaarheid sectieafsluiters

Naast bovengenoemde oorzaken zijn er ook oorzaken die specifiek zijn voor het type afsluiter. Zo wordt de bedienbaarheid van een schuifafsluiter bepaald door de weerstand die ondervonden wordt bij het dichtdraaien van de afsluiter. Deze weerstand treedt op verschillende momenten op:

- bij het aanvangen van het draaien moet een minimale weerstand overwonnen worden om de beweging van de draadspil door de draadspilmoer in gang te zetten;
- wanneer de schuif langs de geleiding naar beneden schuift ontstaat weerstand tussen de schuif en de geleiding;
- wanneer de schuif in de zitting gedrukt wordt loopt de weerstand op tot het punt waar de schuif niet verder in de zitting kan zakken.

Wanneer er enige afname van de toestand van de afsluiter is, kan door verschillende oorzaken de weerstand bij het draaien toenemen:

- In de spindel: bij corrosie op de draadspil zal de gang door de draadspilmoer minder soepel verlopen. Corrosie ter plaatse van de draadspilmoer kan ervoor zorgen dat het aanvangsmoment toeneemt (het kost dan meer moeite om de afsluiter 'los' te krijgen).
- In het afsluiterhuis: Sediment in de geleiding of zitting van de afsluiter kan ervoor zorgen dat de schuif extra weerstand ondervindt wanneer deze naar beneden beweegt.

#### 4.2.6 Afsluitbaarheid

Afsluitbaarheid wil zeggen de mate waarin een afsluiter water doorlaat nadat deze niet verder gesloten kan worden (zie ook §0). De afsluitbaarheid kan verminderen door de accumulatie van sediment in de zitting van de afsluiter of door corrosie van metalen onderdelen. Ook kan het voorkomen dat het rubber in de zitting of op de schuif verouderd. Dit zijn tijdsafhankelijke processen.

Voor sectieafsluiters geldt dat het in veel gevallen (bijvoorbeeld bij het uitvoeren van een reparatie) niet noodzakelijk is dat een afsluiter volledig gesloten kan worden. Wanneer de doorgelaten volumestroom met een onderhoudspomp afgepompt kan worden<sup>8</sup> kan deze als 'voldoende' afsluitbaar worden gekenschetst. Voor scheidingsafsluiters geldt dat deze volledig moeten afsluiten.

### 4.3 Oorzaken van falen type II 'onjuiste stand'

Van alle afsluiters in Nederland wordt 5 – 10% jaarlijks gedraaid bij werkzaamheden en spuien [11]. Bij een dergelijke hoeveelheid handelingen blijft een beperkt aantal afsluiters (geschat wordt rond 1% van het totaal) in een verkeerde stand staan (meestal dicht terwijl dat open moet zijn). De oorzaak is meestal het niet registreren van het wijzigen van de actuele stand van de afsluiter in het afsluiterbeheersysteem. Een andere oorzaak kan zijn dat na een storing of geplande werkzaamheden afsluiters dicht moeten blijven staan in afwachting van een waterkwaliteitscontrole monster. Het kan voorkomen dat dan niet alle afsluiters open worden gezet.

### 4.4 Gevolgen van falen type I 'niet bruikbaar'

Als een afsluiter niet bruikbaar is, moeten omliggende secties en bijbehorende afsluiters worden betrokken bij de isolatie. Dit heeft tot gevolg dat het invloedgebied van de afsluiting wordt vergroot en dat wellicht meer consumenten gedurende langere tijd overlast ervaren, wat leidt tot een hogere OLM. Het leidt tevens tot een

---

<sup>8</sup> Als representatieve waarde hanteren drinkwaterbedrijven hiervoor 10 m<sup>3</sup>/h [20].

inefficiënte inzet van monteurs door tijdsverlies. Een ander gevolg kan zijn dat in geval van schade aan de omgeving als gevolg van een leidinglekkage, de overlast als gevolg van de lekkage langer zal duren. Ook kan een keteneffect ontstaan, als er meer afsluiters gesloten moeten worden die op hun beurt weer kunnen falen.

#### 4.5 Gevolgen van falen type II 'onjuiste stand'

In recent BTO en DPWE onderzoek is aandacht besteed aan het effect van falen wanneer een afsluiter niet in de juiste stand staat [1, 11]. Een onjuiste stand van een afsluiter kan de volgende negatieve effecten hebben.

1. Drukproblemen of additionele OLM: wanneer een afsluiter ten onrechte dichtstaat kan het sluiten van afsluiters in de omgeving van die afsluiter (vanwege een (on)gepland werk of spuien) per ongeluk leiden tot het drukloos maken van meer secties dan bedoeld, wat tot extra OLM en klachten van niet geïnformeerde klanten kan leiden.
2. Verminderde waterkwaliteit: door het dicht staan van een afsluiter ontstaan in beide secties die met de afsluiter verbonden zijn volumes van stilstaand water. Het opendraaien van een dergelijke afsluiter (zonder vooraf te spuien) kan leiden tot waterkwaliteitsproblemen.
3. Inefficiënte inzet monteurs: het optreden van een onjuiste stand van een afsluiter zal leiden tot tijdsverlies en een inefficiënte inzet van monteurs.
4. Problemen hydraulica: het ten onrechte dicht- of openstaan van een afsluiter leidt tot afwijkingen ten opzichte van het hydraulisch model. Dit kan nadelige gevolgen hebben voor spuiprogramma's. Uit onderzoek blijkt ook dat het effect van afsluiters in een onjuiste stand een substantieel effect heeft op het functioneren van sensornetwerken [21].
5. Uitvoeringsproblemen bij in-line inspecties: geheel of gedeeltelijk gesloten afsluiters kunnen problemen opleveren voor metingen met pigs of robots.

Nadelige effecten van een afsluiter die in een onjuiste stand staat zal extra hoog zijn in netwerken waar sprake is van DMA's, wat betekent dat er relatief veel gesloten afsluiters zijn.

## 5 Levenscyclus van afsluiters

### 5.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft op hoofdlijnen de levenscyclus van afsluiters en de aspecten die daarop betrekking hebben. Een aantal deelaspecten uit de beheerfase is nader uitgewerkt in de hiernavolgende hoofdstukken 0 t/m 10.

### 5.2 Aanleg

#### 5.2.1 Plaatsing van afsluiters

Voor de positionering van afsluiters in het leidingnet wordt verwezen naar de *Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen. Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805-2000)* [2], Hoofdstuk 8: Ontwerp leidingnet. In §8.8.4 en §8.8.5 wordt ingegaan op respectievelijk de indeling van afsluitersecties en de indeling van DMA's. In §8.8.4 van bovengenoemde richtlijn zijn onder andere randvoorwaarden genoemd die een waterbedrijf dient te hanteren voor het configureren van afsluitersecties.

#### 5.2.2 Van toepassing zijnde normen en BRL's

Voor afsluiters die vallen binnen de scope van deze PCD, zijn onderstaande documenten van toepassing:

- NEN-EN 1074-1:2000, Afsluiters voor watervoorziening - Eisen aan de geschiktheid en de beproevingen ervan - Delen 1 tot en met 6;
- BRL-K602, 2018, Beoordelingsrichtlijn voor het Kiwa productcertificaat voor afsluiters, regelkleppen en terugslagkleppen voor drinkwatertransport en –distributiesystemen;
- Voor bedrijven in het bezit van BRL-K602, zie [22].

#### 5.2.3 Duurzaamheid

Drinkwaterbedrijven gaan steeds meer over tot een duurzame bedrijfsvoering en denken vanuit circulariteit. In het overkoepelend platform Blauwe Netten wordt onder regie van MVO Nederland samengewerkt op het gebied van inkoop, duurzaamheid en circulariteit. Eén van de thema's die worden uitgewerkt is het grondstoffenpaspoort. Het grondstoffenpaspoort bestaat uit een methodiek waarmee de samenstelling van in te kopen producten eenduidig wordt vastgesteld. Hiermee kunnen drinkwaterbedrijven hergebruik van materialen in de toekomst bevorderen. Ook producenten van afsluiters zijn betrokken bij dit initiatief.

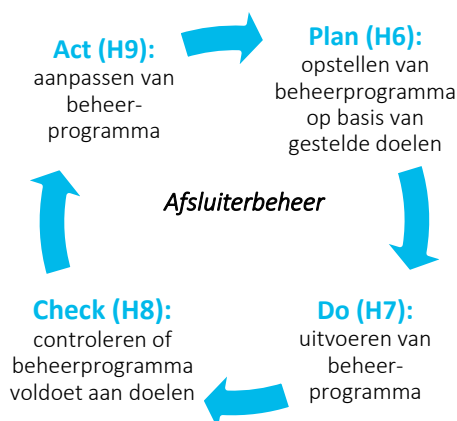
### 5.3 Beheer

#### 5.3.1 Afsluiterbeheer binnen assetmanagement

Afsluiterbeheer moet gezien worden in de bredere context van het assetmanagementsysteem van drinkwaterbedrijven. Assetmanagement is de wijze waarop drinkwaterbedrijven hun te realiseren activiteiten afstemmen op de gestelde bedrijfsdoelen. Drinkwaterbedrijven maken hierbij een afweging tussen prestatie, risico's en kosten als basis voor beheermaatregelen. Hierbij heeft een drinkwaterbedrijf, binnen gestelde kaders (denk bijvoorbeeld aan de Drinkwaterwet), de vrijheid om haar vervangings- en onderhoudsbeleid vorm te geven.

#### 5.3.2 Kwaliteitscirkel van Deming (PDCA)

Voor het verbeteren van bedrijfsprocessen wordt vaak gebruik gemaakt van de kwaliteitscirkel van Deming, bestaande uit de stappen Plan – Do – Check – Act. Voor het verbeteren van afsluiterbeheer kunnen de stappen worden gehanteerd die zijn aangegeven in Figuur 5-1.



Figuur 5-1 Deming-cirkel voor het verbeteren van het afsluiterbeheer inclusief referentie naar hoofdstukken in deze PCD.

### 5.3.3 Prestatie Indicatoren (PI's)

#### 5.3.3.1 Algemeen

In 2001 heeft bij KWR (toen nog Kiwa Water Research) een internationale workshop over afsluiterbeheer plaatsgevonden. Deze workshop heeft destijds tot een aantal belangrijke bevindingen geleid die tevens het startpunt voor verschillende onderzoeken naar afsluiters waren. Deze bevindingen zijn vastgelegd in rapport BTO 2001.155 (s) *Key Criteria for Valve Operation and Maintenance* [23]. Dit rapport noemt de volgende PI's:

- Valve Reliability (Afsluiterbetrouwbaarheid; '1 – kans op falen') en;
- Valve Importance (Relevantie van afsluiter; dat wil zeggen; het effect van falen van de afsluiter).

In het vervolg van deze PCD worden de Nederlandse termen gebruikt. De volgende paragrafen gaan in op PI's voor respectievelijk faaltypen I en faaltypen II. De *bepaling* van deze PI's voor individuele afsluiters is beschreven in Hoofdstuk 0.

#### 5.3.3.2 Prestatie indicatoren voor faaltypen I 'niet bruikbaar'

Bij de beschouwing van afsluiterbetrouwbaarheid gaat het feitelijk niet alleen om de individuele afsluiter, maar om de afsluitbaarheid van een gehele sectie [23]. De isolatie van een leidingdeel is alleen dan succesvol wanneer alle betrokken afsluiters voldoende functioneren. In eerste instantie is de betrouwbaarheid van een afsluiting dan ook gedefinieerd als de kans dat alle bij de isolatie betrokken afsluiters daadwerkelijk functioneren en het effect van isolatie beperkt blijft tot de eventuele aansluitingen in het te isoleren gebied [24].

De PI 'Relevantie van afsluiter' is in 2006 concreter uitgewerkt in een viertal PI's, die met elkaar samenhangen [24] (zie §2.2 voor betekenissen). Deze PI's kunnen bepaald worden voor een afsluitersectie. Er is dus nog een vertaling nodig van sectie naar afsluiter:

- impact;
- verhoudingsgetal;
- Ondermaatse leveringsminuten (OLM);
- Customer Interruptions (CI)

In Bijlage II van Rapport BTO 2018.058 [1] is een uitgebreide beschrijving gegeven van deze PI's. Bedrijven kunnen tevens zelf PI's hanteren, desgewenst voor specifieke groepen afsluiters, zoals:

- aandeel niet-vindbaar, bij gebruik en bij inspectie;
- aandeel niet bereikbaar, bij gebruik en bij inspectie;
- aandeel niet-identificeerbaar, bij gebruik en bij inspectie;
- aandeel niet-bedienbaar, bij gebruik en bij inspectie;
- aandeel niet-afsluitbaar, bij gebruik.

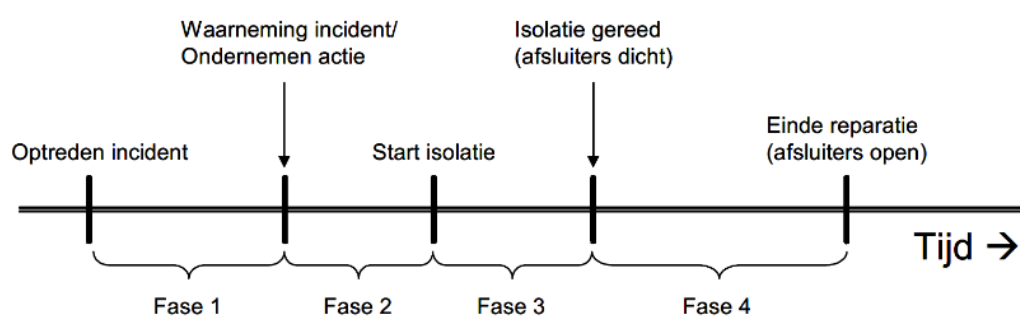
### 5.3.3.3 Prestatie indicatoren voor faaltipe II ‘onjuiste stand’

In [1] zijn mogelijkheden besproken om te komen tot PI's voor faaltipe II. Deze mogelijkheden zijn nog niet operationeel. De enige PI die drinkwaterbedrijven momenteel kunnen toepassen is het aandeel afsluiters met een verkeerde stand.

- Aandeel gesloten afsluiters, met een voorkeursstand open.
- Aandeel open afsluiters, met een voorkeursstand gesloten (met name relevant voor scheidingsafsluiters).

### 5.3.4 Inzet van afsluiters bij incidenten

Het isoleren van een leidingsectie van de rest van het leidingnet voor reparatie of onderhoud is de belangrijkste functie van afsluiters [23]. In Figuur 5-2 zijn schematisch de fasen weergegeven van een incident in een leidingnet waarvoor isolatie noodzakelijk is, zoals bijvoorbeeld bij een leidingbreuk. De tijdsduur van de fasen loopt vanaf het optreden van een incident tot het weer in gebruik zijn van de leiding.



Figuur 5-2 De fasen na het optreden van een breuk in een leiding. Figuur overgenomen uit Rapport BTO 2006.016 [24].

In de totale tijdsduur van een incident worden in vier fasen onderscheiden:

1. **Het optreden van het incident.** bijvoorbeeld een leidingbreuk of een besmetting. Tijdens de ‘werking’ van het incident, zijn de gevolgen niet ingeperkt: bij een breuk in een leiding zal water verloren gaan en in geval van een besmetting wordt deze ongehinderd met de waterstroom verplaatst. In deze fase van het incident is er sprake van overlast voor de consument en de omgeving. Het uitstromende water kan een bedreiging zijn voor de veiligheid van mensen en gebouwen en een besmetting kan een gevaar voor de volksgezondheid betekenen. De tijd tussen de start van het incident en het begin van de isolatie wordt zo kort mogelijk gehouden door goede monitoring van het leidingnet en klachtenafhandeling. In dit stadium spelen afsluiters geen rol.
2. **Het waarnemen van het incident.** De periode tussen optreden en waarnemen van een incident is sterk afhankelijk van de grootte van het incident. Een grote lekkage zal bijvoorbeeld in het algemeen sneller worden waargenomen dan een kleine breuk. Ook in dit stadium spelen afsluiters geen rol.
3. **Het isoleren van het incident.** Nadat een incident bekend is bij het drinkwaterbedrijf, wordt gestart met het isoleren. Om een incident te kunnen isoleren, dienen de noodzakelijke afsluiters te functioneren. De tijd die gemoeid is met het daadwerkelijk isoleren van het incident is beïnvloedbaar door het waterleidingbedrijf door de plaatsing en de zorg voor bedrijfszekerheid van de afsluiters. Het functioneren van afsluiters is in deze fase cruciaal.
4. **Het repareren/herstellen van het incident.** Als een leidinggedeelte is geïsoleerd, kan dit gevolgen hebben voor de reguliere voorziening: zijn er consumenten aangesloten op het geïsoleerde stuk leiding, dan zijn deze verstoken van water<sup>9</sup>. Zijn er geen consumenten rechtstreeks aangesloten, dan kan er toch hinder ontstaan door (plaatselijk) drukdaling in het leidingnet als gevolg van de isolatie. Bijvoorbeeld als een stuk van een transportleiding is afgesloten, terwijl de back-upleiding een te geringe capaciteit heeft.

<sup>9</sup> Vaak is er sprake van een volledige afsluiting, maar in bepaalde gevallen wordt een afsluiter slechts geknepen om druk te houden op de afsluitersectie.

Dit met name als er sprake is van het aanbrengen van een reparatieklem.

5. **Het weer in gebruik nemen.** Na de reparatie blijven bepaalde afsluiters nog gesloten in verband met het beoordelen van de waterkwaliteit [7]. Dit zodat eventuele verontreinigingen niet door het leidingnet verspreid worden. Na goedkeuring waterkwaliteit worden alle afsluiters weer open gezet. Na afronding van de reparatie zullen de afsluiters weer geopend worden. Het is van belang dat dit zorgvuldig gebeurt en dat daadwerkelijk alle afsluiters geopend worden en dat de registratie wordt bijgewerkt.

De tijdsduur waarin een consument geen water van voldoende kwaliteit en druk krijgt is onder meer afhankelijk van de grootte van de breuk. Bij een klein lek kan de druk voldoende hoog blijven en het aantal getroffen aansluitingen beperkt blijven. De tijdsduur van de onderbreking beperkt zich in dat geval tot fase 4. Bij een groot lek zal de druk volledig weg kunnen vallen, waardoor de levering al wordt onderbroken vanaf het optreden van de breuk (fasen 1 t/m 4).

### 5.3.5 Inzet van afsluiters bij overige werkzaamheden

Afsluiters worden ook ingezet voor werkzaamheden zoals het uitvoeren van spuiacties of het isoleren van leidingsecties bij aanlegprojecten. Voor spuien zie Praktijkcode drinkwater *PCD 2 Sediment in drinkwaterleidingen. Beoordelen en beheersen* [8].

### 5.3.6 Bediening van afsluiters en opleiding van monteurs

De bediening van afsluiters moet met zorg en verstand van zaken plaatsvinden. Onjuiste bediening door te snel draaien kan leiden tot waterslag. Het uitoefenen van te veel kracht (moment) kan leiden tot schade aan de afsluiter. Een onjuiste stand leidt tot falen type II. Derhalve is het aan te bevelen om procedures op te stellen:

- wie en in welke situaties afsluiters mag bedienen;
- met welke karakteristieken rekening gehouden moet worden (aantal slagen, draairichting, maximaal draaimoment, aandacht voor minder duurzame (kunststof) afsluiters etc);
- op welke wijze bediening van afsluiters wordt geregistreerd;
- hoe periodiek wordt nagegaan of afsluiters in de juiste stand staan (ter voorkoming van falen type II).

Werknemers die afsluiters bedienen, moeten op de hoogte te zijn van de voor het bedrijf geldende werkinstructies. Dit geldt ook bij uitbesteed werk.

## 5.4 Sloop

### 5.4.1 Buiten gebruik stellen van afsluiters

Een drinkwaterbedrijf kan er voor kiezen een afsluiter die niet noodzakelijk is buiten bedrijf te stellen. In veel gevallen zal de afsluiter niet geheel verwijderd worden, maar worden 'afgetuigd'. Dit wil zeggen dat de straatpot wordt verwijderd en de oorspronkelijke bodembedekking wordt aangebracht. Het is van belang dat in het leidinginformatiesysteem gegevens beschikbaar blijven over afgetuigde afsluiters. Drinkwaterbedrijven blijven verantwoordelijk voor dit object, wat van belang kan zijn bij informatieverzoeken in het kader van de WION. Daarnaast is het belangrijk informatie over afgetuigde afsluiters te behouden, aangezien deze een verhoogd risico kunnen vormen met oog op de waterkwaliteit (vergroot contactoppervlak) en lekkage (bijvoorbeeld ter plaatse van de bouten van het bovenhuis of de spindelafdichting).

### 5.4.2 Exit-beoordelingen en root cause analysis

Drinkwaterbedrijven besteden in het algemeen weinig aandacht aan het onderzoeken van faaloorzaken. In verband met het belang dat afsluiters spelen bij het beheren van het leidingnet, lijkt de laatste tijd de aandacht hiervoor toe te nemen. De projectgroep geeft aan dat methodiekontwikkeling rondom exitbeoordelingen van afsluiters en root cause analysis van faaloorzaken gewenst is. Een aanzet hiervoor is gegeven in Bijlage II van deze Praktijkcode. Door te werken op basis van uniforme definities en werkwijzen kunnen ervaringen van bedrijven beter worden gedeeld en kan de sector haar belangen beter verdedigen.

### 5.4.3 Samenhang met renovatiebeleid van leidingen

Drinkwaterbedrijven gaan steeds meer over op planmatige vervanging van het leidingnet, waarbij prioriteiten worden bepaald door (1) een bedrijfseigen risicoanalyse, waarbij leidingen die een hoger risico vertegenwoordigen eerder worden vervangen, of door (2) een gebiedsgerichte analyse, waarbij leidingen worden vervangen op basis van een gebiedsanalyse van meerdere beheerders van (ondergrondse) infrastructuur. Met oog op de samenhang van renovatiebeleid en afsluiterbeheer zijn de volgende kanttekeningen te plaatsen:

1. Bij het vervangen van leidingen zullen afsluiters vaker gebruikt worden. Het niet functioneren van afsluiters zal leiden tot extra werkzaamheden of overlast. Het is aan te bevelen het functioneren van afsluiters vooraf te toetsen om daarmee problemen (overlast voor klanten of extra werkzaamheden) te voorkomen. Hierbij speelt de afweging of extra inspanningen effectief zijn voor afsluiters die vervangen zullen worden. Het is vooral van belang dat die afsluiters, die zich op de grenzen van het vervangingswerk bevinden en niet vervangen worden, worden geïnspecteerd.
2. Bij vervangingsvraagstukken zal de conditie en levensduur van leidingen bepalend zijn en spelen afsluiters in de gezamenlijke afweging een ondergeschikte rol.
3. In het algemeen zullen afsluiters in leidingen die worden vervangen niet worden hergebruikt. Een uitzondering kan zijn afsluiters van leidingen met een korte levensduur die vanwege een reconstructie worden vervangen.
4. In het kader van het hergebruik van materialen (circulaire economie) is het aan te bevelen na te gaan in hoeverre (onderdelen van) afsluiters hergebruikt kunnen worden (zie hiervoor §5.2.3).

## 6 Afsluiterprioritering op basis van risico's (Plan)

### 6.1 Het te bereiken effect met afsluiterbeheer

De eerste vraag die een drinkwaterbedrijf moet stellen bij het opstellen van een beheerbeleid voor afsluiters, is wat men hiermee wil bereiken. Als doel van het afsluiterbeheer kan bijvoorbeeld worden gekozen: 'het zo efficiënt mogelijk beheren van afsluiters door risicogestuurd beheer gericht op het minimaliseren van negatieve effecten van leveringsonderbrekingen, de waterkwaliteit en de omgeving, alsmede het zo goed mogelijk uitvoeren van beheermaatregelen aan het leidingnet'.

### 6.2 Het opstellen van een operationele risicomatrix

Bovengenoemde doelstelling kan als basis dienen voor het gebruik van een operationele risicomatrix of als hulpmiddel voor het prioriteren van risico's (kans en effect) van falen van afsluiters. Er dient daarbij een duidelijke wisselwerking te zijn met de bedrijfsstrategie, bijvoorbeeld weergegeven in het volgens ISO 55.000 op te stellen Strategisch Assetmanagement Plan (SAMP) of een strategische risicomatrix. In onderstaand beschreven werkwijze wordt een risicobenadering uiteengezet gericht op het beheersen van de negatieve effecten als gevolg van een leidingbreuk door middel van goed afsluiterbeheer.

Er is een operationele risicomatrix op te stellen waarin alle afsluiters zijn in te delen op basis van de kans op falen en het effect van falen. Er wordt hier gesproken over een operationele risicomatrix om het onderscheid aan te geven met de risicomatrix op meer strategisch niveau die drinkwaterbedrijven hanteren als onderdeel van hun strategische besluitvorming voor asset management. Vanzelfsprekend is er een relatie tussen de strategische en de operationele risicomatrix. Als voorbeeld kan een vertaling worden gemaakt van het effect van falen op de leveringsprestatie (strategische voorwaarde) naar de bijdrage die afsluiters en het beheer daarvan hebben op de levering aan diverse klantgroepen (operationele voorwaarde). Voor een voorbeeld, zie §6.3.3

### 6.3 Risicobenadering voor faaltypes I

#### 6.3.1 Analyse kader

Het proces om te komen tot een onderbouwing voor risicogestuurd beheer van afsluiters voor gericht op faaltypes I is op hoofdlijnen weergegeven in Figuur 6-1. De genummerde onderdelen uit Figuur 6-1 zijn hieronder toegelicht.

1. De kans op falen van een afsluiter bij gebruik wordt bepaald door voor de afsluitergroep waartoe de afsluiter behoort, de kritische faalkans te berekenen. Dit resulteert in een kansgetal tussen 0 en 1. Bij voorkeur is deze berekening gebaseerd op gegevens verkregen uit gebruik of inspectie van afsluiters. Hierbij dient de kanttekening gemaakt te worden dat resultaten verkregen bij gebruik meer representatief zijn. Falen bij inspectie zal in meer gevallen optreden omdat dan elke afwijking wordt geregistreerd. Bij gebruik is er sprake van het zogenaamde adrenaline-effect waarbij de monteur zijn uiterste best doet om een afsluiter te bedienen, zie ook [1].
2. De kans op gebruik van een afsluiter volgt uit de kans op een incident (leidingbreuk) in het leidingnet. Deze kans wordt doorgaans gedefinieerd als een *storingfrequentie* (aantal storingen per km per jaar) die, bijvoorbeeld op basis van informatie uit USTORE, vastgesteld kan worden.



3. De afsluiterberekening is een berekening waarbij voor elke individuele afsluiter een risicogetal bepaald wordt op basis van:

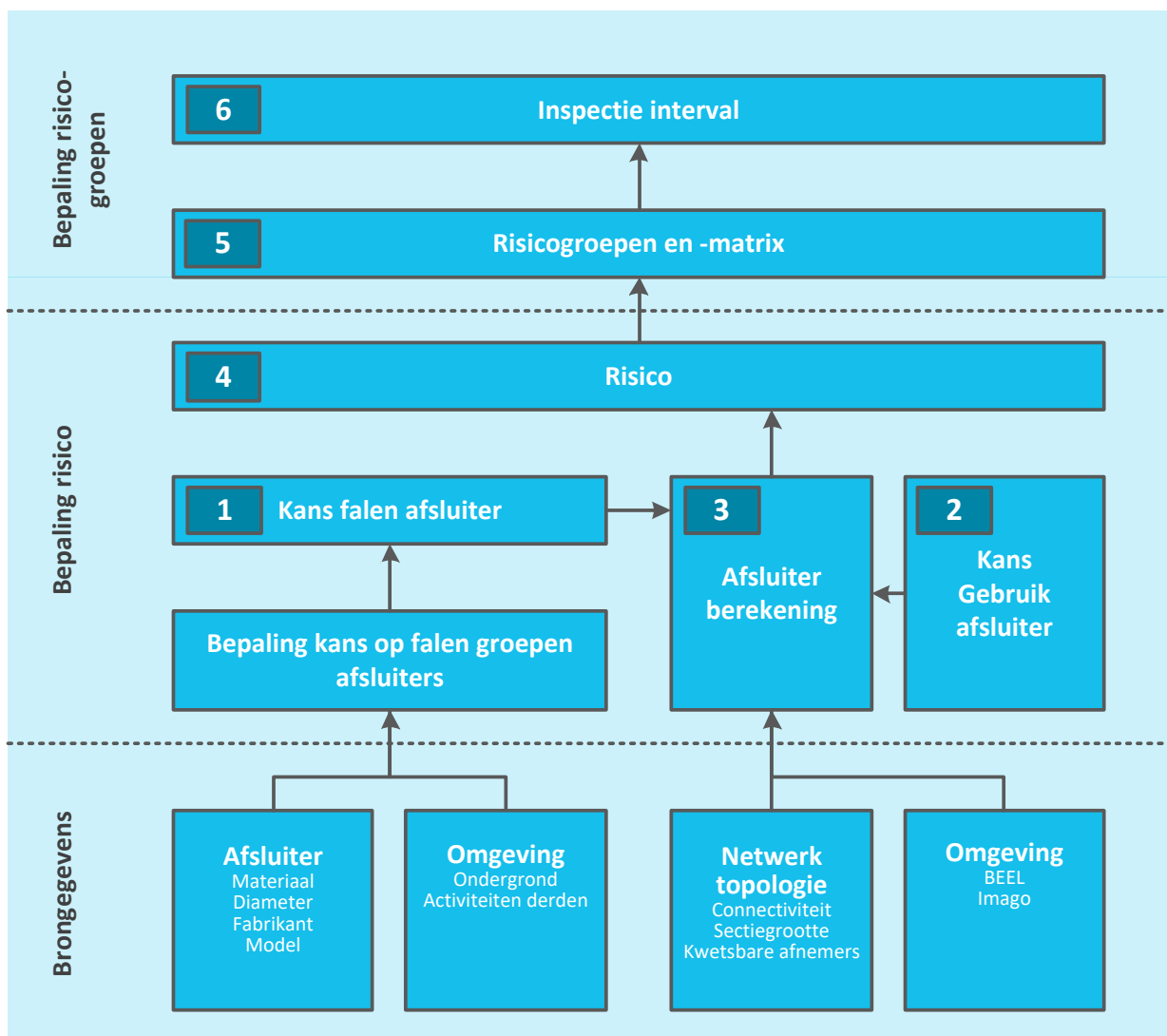
- de kans op falen van de afsluiter (punt 1 hierboven);
- de kans op gebruik van de afsluiter (punt 2 hierboven);
- de configuratie van het leidingnet en de plaatsing van afsluiter (bepaalt effect van falen).

De wijze waarop deze berekening kan worden uitgevoerd is toegelicht in §6.3.2.

4. De uitkomst van de afsluiterberekening is een risicogetal. Dit getal is gebaseerd op parameters die in de afsluiterberekening een rol spelen (punten onder punt 3 hierboven).

5. Op basis van het risicogetal per afsluiter worden afsluiterrisicogroepen gedefinieerd, zie §6.3.3. Op basis van de risicogroepen kan een risicomatrix opgesteld worden.

6. Aan elke risicogroep wordt vervolgens een inspectie-interval gekoppeld. Er zijn ook afsluiter die in het geheel niet geïnspecteerd hoeven te worden, omdat het risico van falen verwaarloosbaar is.



Figuur 6-1 Processchema bepaling risicogetal, groepen en inspectie intervallen voor afsluiter.

Bovengenoemde risicoanalyse richt zich op het verminderen van negatieve effecten als gevolg van een leidingbreuk en de bijbehorende reparatie. Aanvullend hieraan kunnen drinkwaterbedrijven hun inspectiebeleid ook laten beïnvloeden door:

- werkzaamheden voor vervanging en nieuwbouw, waarbij afsluiters die gesloten dienen te worden om de werkzaamheden uit te voeren vooraf worden geïnspecteerd;
- werkzaamheden voor schoonmaken van het leidingnet, waarbij cruciale afsluiters die gesloten dienen te worden voor het uitvoeren van een spuiprogramma vooraf worden geïnspecteerd.

Overigens worden bij het uitvoeren van schoonmaakactiviteiten van het leidingnet ook een groot aantal afsluiters gedraaid, wat het mogelijk maakt om activiteiten voor afsluiteronderhoud en schoonmaken te combineren.

### 6.3.2 Bepaling risicogetal faalttype I

Voor het bepalen van een risicogetal per individuele afsluiter zijn in deze PCD twee methoden uitgewerkt die allebei voor- en nadelen hebben:

- a Een methode die gebaseerd is op het gebruik van rekenmodellen zoals CAVLAR<sup>10</sup> of Rasmariant<sup>11</sup>. De basisinvoer voor dit soort modellen bestaat uit een hydraulisch model of een GIS-bestand (met daaraan toegevoegd een topologie –samenhang- van het leidingnet). Het model berekent op basis van een aantal invoervariabelen (faalkans, gebruikskans) het effect van het falen van een afsluiter op de totale OLM (en andere parameters, zoals genoemd in §5.3.3.2) van een leveringsgebied. Doordat er gerekend wordt met de OLM wordt in het geval van CAVLAR automatisch de kans op gebruik, de kans op falen en het effect van falen meegewogen bij het risicogetal van de afsluiter.

De uitkomst van het rekenmodel is een risicogetal, omdat het een combinatie is van de faalkans en het effect van falen.

*Voordeel:* het effect van opschaling van sectie-isolatie (wanneer er meerdere afsluiters in serie falen) wordt meegenomen in de berekening van het effect van falen. Ook verschillende combinaties van falende afsluiters worden berekend.

- b Een methode waarbij per afsluiter alleen de naastliggende secties vergeleken worden. Per afsluiter wordt bepaald aan welke twee secties deze afsluiter verbonden is. Voor deze twee secties worden verschillende effectparameters bepaald, zoals de OLM en de eventuele aanwezigheid van bijvoorbeeld kwetsbare afnemers of grote klanten. Door de OLM te baseren op de verwachte storingsfrequentie (van twee aanliggende secties) is de kans op gebruik verdisconteerd. Het effect van het falen van een afsluiter wordt vervolgens bepaald door het maximale effect te nemen van de twee secties waarmee de afsluiter verbonden is.

De uitkomst van deze methode is een effectgetal waarin de kans op gebruik verdisconteerd is. Deze informatie moet nog gecombineerd worden met de faalkans van de afsluiter om tot een risicogetal te komen.

*Voordeel:* deze methode is relatief eenvoudig toe te passen wanneer assetinformatie (afsluiters, leidingen, aansluitingen) op basis van GIS-id's snel te koppelen is. Naar wens kan een drinkwaterbedrijf meer of minder specifieke effectgroepen verdisconteren.

*Nadeel:* het effect van het falen van meerdere afsluiters (in serie) wordt niet meegenomen in de berekening van het effect van falen. Daarnaast levert de methode ook geen aanvullende informatie op zoals het aantal afsluiters per sectie, wat met een methode zoals CAVLAR of Rasmariant wel bepaald wordt.

<sup>10</sup> In Bijlage II van Rapport BTO 2018.058 [1] is een uitgebreide beschrijving gegeven van de OLM-bepaling met CAVLAR.

<sup>11</sup> Een product van de firma Rolsch (<https://www.rolsch.nl/nl/>).

### 6.3.3 Risicogroepen – voorbeeld

Onderstaand voorbeeld is opgenomen ter illustratie.

KWR heeft voor Dunea in 2018 een analyse uitgevoerd, waarbij de transport- en distributieafsluiters zijn ingedeeld in een risicomatrix, op basis van de kans op falen en het effect [25].

#### 6.3.3.1 Faalkans

Uit een analyse van de inspectiegegevens bleek dat de faaloorzaken “niet vindbaar” en “niet bedienbaar” de grootste bijdrage hadden aan de totale faalkans. Voor de vindbaarheid bleek dit voornamelijk te maken te hebben met begroeiing. Daarom zijn in GIS-gegevens over begroeiing uit de BGT<sup>12</sup> gekoppeld aan het afsluiterbestand. De categorieën voor begroeiing uit de BGT zijn geclusterd tot ‘Geen Begroeiing’ en ‘Begroeiing’, waarbij de laatste categorie voornamelijk bestaat uit openbare groenvoorziening.

Voor de bedienbaarheid was de periode van aanleg het meest bepalend, waarbij een onderscheid is gemaakt tussen afsluiters die zijn aangelegd voor 1980 en vanaf 1980. Op basis van beide faaloorzaken zijn de afsluiters ingedeeld in drie faalcategorieën: (a)  $\geq 1980$ , geen begroeiing; (b)  $< 1980$ , geen begroeiing of  $\geq 1980$ , begroeiing en (c)  $< 1980$ , begroeiing.

#### 6.3.3.2 Effect van falen

Om te komen tot effectcategorieën is een indeling gemaakt op basis van uitgangspunten van Dunea dat het effect hoger is als het falen van een afsluiter plaatsvindt:

- in het transportnet;
- naast een afsluitersectie waarin zich een BEEL-object bevindt;
- naast een afsluitersectie met daarin kwetsbare verbruikers, verbruikers met een verbruik groter dan 10.000 m<sup>3</sup>/jaar of verbruikers met een sprinklerinstallatie;
- op een distributieleiding met een diameter  $\geq 200$  mm;
- op een locatie die leidt tot een verhoogde OLM (grotere sectie);  
(bovenstaande punten in afnemende mate van effectclassificering).

Op basis van deze uitgangspunten voor effect van falen, zijn afsluiters ingedeeld in vijf effectcategorieën.

#### 6.3.3.3 Operationele risicomatrix en inspectiefrequentie

Bovenstaand voorbeeld heeft voor Dunea geleid tot een risicomatrix met 3x5 cellen, die zijn beoordeeld in 4 risicoklassen (Tabel 6-1). Per risicoklasse is een inspectie-interval toegewezen, waarbij voor 35% van de afsluiters is bepaald dat er geen inspectie meer wordt toegepast, 37% van de afsluiters een inspectie-interval kreeg van eens per 8 jaar, 20% van de afsluiters een inspectie-interval kreeg van eens per 4 jaar en 8% van de afsluiters een inspectie-interval kreeg van eens per jaar.

Tabel 6-1 Operationele risicomatrix Dunea (waarden voor aantallen afsluiters zijn weggelaten) [25].

		Effectklasse				
		0	1	2	3	4
kans klasse	1 $\geq 1980$ , geen begroeiing					
	2 $< 1980$ , geen begroeiing of $\geq 1980$ , begroeiing					
	3 $< 1980$ , begroeiing					

<sup>12</sup> Basisregistratie Grootchalige Topografie, open data standaard van de Rijksoverheid.

## 6.4 Risicobenadering voor faaltype II

Het effect van een onjuiste stand kan op verschillende aspecten gekwantificeerd worden [1]:

- Waterkwaliteit: volume stilstaand water, bepaald met behulp van de locatie van de aansluitingen in combinatie met de afstand tot de afsluiter met onjuiste stand en diameter van de leiding. Uit een rondgang (workshop, 4 december 2017) blijkt op deze parameter geen risicoperceptie mogelijk te zijn omdat geen enkele maat (volume) van stilstaand water geaccepteerd is [1]. Deze parameter is daarom niet geschikt om onderscheid te maken tussen afsluiters.
- Potentiële OLM: afsluiteranalyse waarbij elke afsluiter in een netwerk wordt verwijderd (= synoniem voor onterecht dichtstaan), waarna met behulp van een afsluiterberekening (CAVLAR®, Rasmariant®) het effect op de OLM van het systeem wordt bepaald.
- Effect op druk: effect op volumestromen en drukken door het ten onrechte dicht- of openstaan van een afsluiter ('Hydraulic Criticality Index'). Dit effect kan bij grotere volumestromen bepaald worden door gebruik te maken van een hydraulisch model zoals InfoWorks of EPANET.

Bovengenoemde punten zijn tot op heden nog niet uitgewerkt tot daadwerkelijk bruikbare KPI's voor het falen van afsluiters. Omdat de kans op het onterecht dicht of open staan van een afsluiter lastig te bepalen is, geldt over het algemeen dat het (op moment van opstellen van deze PCD) weinig zinvol is om een risicogetal voor faaltype II vast te stellen. Wel kunnen beheermaatregelen genomen worden om het verkeerd staan van afsluiters tegen te gaan (zie hoofdstuk 9).

## 7 Afsluiterinspectie en -onderhoud (Do)

### 7.1 Inspectieprotocol – foutenboom

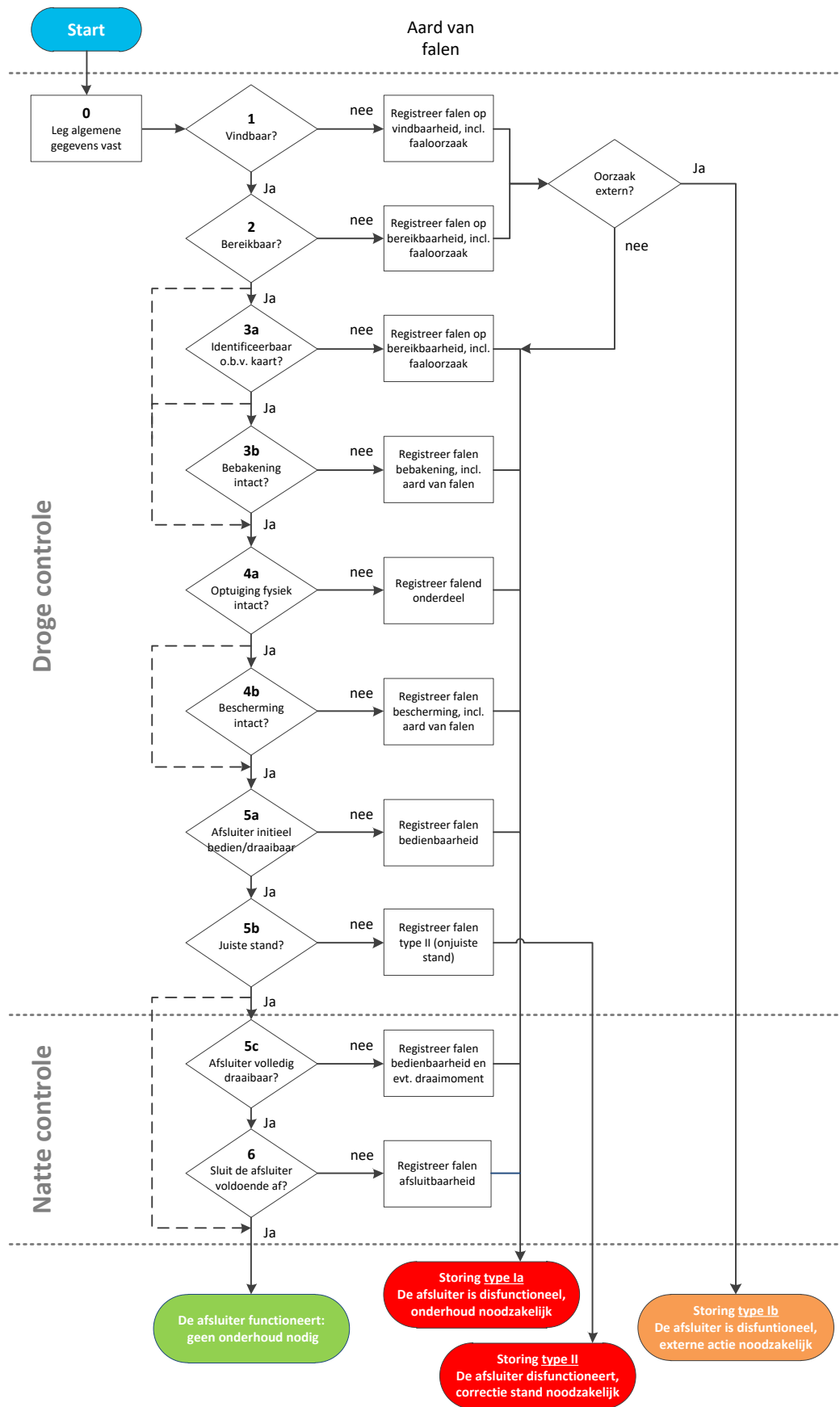
De foutenboom voor falen van afsluiters is afgeleid van de foutenboom voor het falen van brandkranen die in 2004 opgesteld is [19]. Binnen BTO-onderzoek is deze foutenboom voor brandkranen vertaald naar een controlemethodiek voor afsluiters [20]. In Figuur 7-1 is een foutenboom weergegeven die doorlopen wordt bij een afsluitercontrole (tijdens inspectie of gebruik van de afsluiter). Bedrijven kunnen deze foutenboom als startpunt nemen voor hun eigen afsluiterbeheer. Deze foutenboom is ten opzichte van de controlemethodiek uit 2010 [20] als volgt aangepast:

- De controlemethodiek uit 2010 had als doel het onderzoeken van het functioneren van de afsluiter. In deze PCD wordt een breder doel omschreven, namelijk het beheer van de afsluiter. Beheer omvat naast het functioneren van de functionaliteit ook het plannen van onderhoudswerkzaamheden.
- Bebakening en bescherming van de straatpot wordt gezien als een optioneel onderdeel uit de afsluiterinspectie omdat steeds meer drinkwaterbedrijven de fysieke bebakening van afsluiters uitfaseren. Beschermingsmaatregelen (zoals hekwerken) worden gezien als optioneel omdat deze niet standaard toegepast worden (meestal alleen bij transportafsluiters gelegen in groenstroken). Deze zijn voor de volledigheid opgenomen.
- Het onderdeel draaibaarheid<sup>13</sup> (bedienbaarheid) is opgedeeld in drie elementen: stappen 5a, 5b en 5c uit Figuur 7-1). Hiervoor is gekozen omdat uit recent BTO-onderzoek is gebleken dat het ‘enkele slagen draaien van de afsluiter’ om twee redenen niet representatief is voor de bedienbaarheid van de afsluiter [1]:
  - Uit metingen met een automatische afsluitersleutel waarmee draaimomenten nauwkeurig vastgelegd kunnen worden, bleek dat het draaimoment gedurende de eerste slagen onvoldoende representatief is voor de optredende momenten voor een gehele sluiting en daarmee voor de draaibaarheid van de afsluiter. Een afsluiter die soepel aanvangt kan dus alsnog slecht draaibaar zijn elders in het traject van dichtdraaien/gangbaar maken.
  - Er is een discrepantie tussen de draaibaarheid tijdens onderhoud en tijdens de inzet (wanneer sluiten of openen noodzakelijk is). Bij daadwerkelijk gebruik van de afsluiter(de inzet), blijkt de niet-draaibaarheid tot 50% lager te zijn dan gerapporteerd tijdens inspecties.

Bovenstaande twee punten laten zien dat de controle op bedienbaarheid (draaibaarheid) met ‘enkele slagen’ kwalitatief en subjectief is (in plaats van kwantitatief en objectief). Dit wil niet zeggen dat het draaien van enkele slagen geen nut heeft. Door het draaien van enkele slagen komen gebreken met de spindel boven water en kan de stand van de afsluiter gecontroleerd worden. In Figuur 7-1 valt het enkele slagen draaien van de afsluiter daarom onder een droge inspectie, conform de beschrijving in §2.3 van deze PCD.

---

<sup>13</sup> Vanwege de relatie naar eerder onderzoek en voor een beter begrip is hier de term draaibaarheid gehanteerd.



Figuur 7-1 Foutenboom controle functioneren afsluiter bij gebruik of inspectie. Voor details registratie, zie hoofdstuk 10. De gearceerde lijnen betreffen activiteiten die als facultatief kunnen worden gezien.

In Figuur 7-1 is in het geval van falen een onderscheid gemaakt van acties die het drinkwaterbedrijf zelf moet uitvoeren (rood) en acties waarvoor het drinkwaterbedrijf externe partijen moet benaderen (oranje). Het is aan de bedrijven om vervolgens aan te geven wat de prioriteit is van meldingen van falen. Hierbij is het logische het eerder genoemde onderscheid aan te geven tussen kritisch en niet-kritisch falen, zie §2.4.

## 7.2 Reparaties van afsluiters

Drinkwaterbedrijven repareren in het algemeen geen afsluiters. Dit geldt met name voor distributieafsluiters waarbij de kosten van reparatie meestal hoger zijn dan de kosten van vervanging. Bij grote en daardoor dure afsluiters worden wel reparaties uitgevoerd, zoals het vervangen van spindels of wormkasten.

Reparaties worden wel uitgevoerd aan zogenaamde randobjecten, zoals het vervangen van deksels van straatpotten, het verwijderen van zand uit straatpotten of schutbuizen, het aanbrengen van vermiste aanwijsbordjes, aangereden beschermingshekken, etc. Dergelijke reparaties zijn voornamelijk te kenmerken als niet-kritisch falen (faalttype I<sub>nk</sub>) en worden veelal gelijk na inspectie uitgevoerd.

## 8 Analyse (Check)

### 8.1 Algemeen

Verbeteringen in het proces van onderhoud en registratie zijn bijvoorbeeld mogelijk door:

- Een risicogestuurd afsluiterbeheer op te zetten, resulterend in duidelijke onderhoudsintervallen gebaseerd op criteria voor falen.
- Een jaarlijkse analyse uit te voeren van het presteren van afsluiters.
- Informatie vast te leggen in het geval een afsluiter blijkt te falen en deze informatie door te geven aan betrokkenen bij afsluiterbeheer.
- Het opzetten van een methodiek voor gestructureerde methode voor root-cause-analyses van afsluiters en deze op steekproefsgewijze toe te passen.
- Aan te geven wie de inspectie heeft uitgevoerd en daarmee na te gaan of er sprake is van systematisch fouten bij monteurs.
- Het uitvoeren van een second-opinion van inspecties en het analyseren van verschillen.
- Het aanbrengen van directe koppeling met GIS zodat mutaties van standen direct voor iedereen inzichtelijk zijn en alle acties aan afsluiters en bijbehorend presteren worden vastgelegd.
- Etc

### 8.2 Statistische toetsingsmethoden voor groepen afsluiters

Hiermee wordt bedoeld het uitwerken van een methodiek waarmee de prestatie van groepen afsluiters statistisch kan worden beoordeeld. Om dit uit te werken zal er eerst een goede indeling van afsluiters in groepen gemaakt moeten worden. Hiervoor is het noodzakelijk om een eerste statistische analyses uit te voeren van de falen van afsluiters en ervaring op te doen met de op te stellen methodiek van een root-cause-analysis.

Nader uit te werken bij een volgende actualisatie van deze Praktijkcode.



## 9 Evaluatie (Act)

### 9.1 Inleiding beheermaatregelen

Wanneer de PDC-onderdelen uit de PDCA-cyclus voor afsluiters éénmaal doorlopen zijn, kan worden nagegaan of de doelen die zijn gesteld (in de fase Plan) en de wijze waarop deze doelen zijn gerealiseerd (in de fase Do), voldoende zijn bereikt (in de fase Check). Als dat dit niet zo is, dan kan aanpassing van werkzaamheden plaatsvinden en/of maatregelen genomen worden om ongewenste risico's van falende afsluiters te mitigeren. In de volgende subparagrafen worden beheersmaatregelen toegelicht voor zowel faaltypen I als faaltypen II. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen kansreducerende maatregelen en effectreducerende beheersmaatregelen. Opgemerkt wordt dat deze lijst niet volledig is.

### 9.2 Beheersmaatregelen faaltypen I

#### 9.2.1 Faalkansreducerende maatregelen

De volgende beheersmaatregelen zijn nodig om de kans op faaltypen I te verlagen:

- Inspectie-interval verkorten. Dit heeft met name nut wanneer er sprake is van tijdsafhankelijk falen, met name op vindbaarheid of bereikbaarheid.
- Controle op externe activiteiten uitvoeren (via omgevingsmanagement gemeenten en monitoring van KLIC-meldingen). Dit heeft met name nut wanneer er sprake is van een hoog aandeel onvindbaarheid en onbereikbaarheid door bijvoorbeeld onderstrating of andere activiteiten van externe actoren.
- Proefsluitingen uitvoeren. Dit heeft met name nut wanneer er sprake is van een slechte bedienbaarheid. Uit BTO-onderzoek blijkt dat het geheel dicht- en opendraaien bij de meeste afsluiters tot een veel betere bedienbaarheid leidt, zeker wanneer hierbij ook geschuurd wordt [1].
- Afsluiters markeren met een ID zoals het inlassen van het afsluiter-ID in de straatpotdeksel of via RFID-tags. Dit heeft met name nut wanneer er structureel problemen zijn met de identificeerbaarheid van afsluiters.
- Afsluiter nauwkeurig inmeten met GPS.
- Afsluiter verplaatsen. Dit heeft met name nut als een afsluiter in dichte bebouwing ligt of op een locatie waarbij om andere redenen de kans op onbereikbaarheid groot is (bijvoorbeeld parkeerplaats of positie achter een hek). Een andere reden kan zijn dat de afsluiter zich op een onveilige locatie bevindt (bijvoorbeeld ter plaatse van een drukke verkeersader).
- Beter beschermen van een afsluiter door het verbeteren van straatwerk of het plaatsen van een beschermhek.
- Afsluiter aftuigen. Wanneer uit de afsluiteranalyse blijkt dat de afsluiter vrijwel geen toegevoegde waarde heeft voor het reduceren van OLM bij een incident kan er ook voor gekozen worden de afsluiter af te tuigen (het opbouwstuk en de straatpot te verwijderen). Het is in dat geval noodzakelijk dit in het leidinginformatiesysteem vast te leggen (en de afsluiter dus niet uit het systeem te verwijderen).

#### 9.2.2 Effectreducerende maatregelen

Bij effectreducerende maatregelen worden acties genomen die het effect van het falen van een afsluiter verlagen. Dit betekent per definitie ingrijpen in het ontwerp van het leidingnet en het aftuigen en/of verplaatsten van afsluiters. De volgende beheersmaatregelen zijn nodig om het effect op faaltypen I te verlagen:

- Verminderen van het aantal afsluiters per sectie.
- Verminderen van het aantal aansluitingen in een sectie.
- Het sectioneren van BEEL locaties, zodat deze bij een leidingbreuk in de directe omgeving zo snel mogelijk geïsoleerd kunnen worden.

- Tijd verkorten dat een lekkage effect heeft door het gebruik van op afstand bestuurbare afsluiters. Deze maatregel is met name zinvol bij transportleidingen en het sturen van waterstromen op afstand.

## 9.3 Beheermaatregelen faalttype II

### 9.3.1 Kansreducerende maatregelen

De volgende beheersmaatregelen zijn nodig om de kans op faalttype II te verlagen:

- Instructie/certificatie van monteurs en aannemers.  
In een eerdere workshop over afsluiterbeheer (4 december 2017) bleek dat de kans op foutieve standen sterk beïnvloed wordt door de inrichting van de werkprocessen, tijd die mensen hebben voor de uitvoering van werkzaamheden en motivatie van de uitvoerenden [1]. Als uitvoerenden het belang zien van een juiste afsluiterstand én een juiste registratie in combinatie met een werkbare, gemakkelijke werkprocedure om de standen te registreren wordt de kans op onjuiste standen naar verwachting kleiner. Met aannemers kunnen afspraken gemaakt worden aan welke eisen voldaan moet worden bij de uitvoering van werkzaamheden.
- Een goede registratie van het openen of / sluiten van afsluiters.
- Reguliere controle van scheidingsafsluiters.
- Uitvoeren van vergelijkingen van gemeten drukken en voorspelde drukken op grond van een hydraulisch model, zie voor een dergelijke methode [26].

### 9.3.2 Effectreducerende maatregelen

Er zijn op het moment van schrijven van deze PCD geen beheersmaatregelen bekend waarmee het effect van faalttype II verlaagd kan worden.

# 10 Voorstel voor vast te leggen gegevens

## 10.1 Statische gegevens over afsluiters

Statische gegevens, ook wel assetregister genoemd, zijn gegevens die in principe niet veranderen in de tijd en die daarom digitaal in een LIS vastgelegd kunnen worden. De onderstaande tabellen geven een overzicht van aanbevolen statische gegevens en de wijze waarop dit kan worden vastgelegd. Bedrijven kunnen desgewenst hier onderdelen aan toevoegen of uit verwijderen.

Tabel 10-1 Mogelijke registratie van statische assetgegevens van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Identificatiecode	Uniek identificatienummer afsluiter <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde of tekstwaarde (afh. van bedrijf)</li> </ul>
X-coördinaat	X-coördinaat van locatie van de afsluiter. <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> </ul>
Y-coördinaat	Y-coördinaat van locatie van de afsluiter. <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> </ul>
Z-coördinaat	Z-coördinaat van locatie van de afsluiter, dit met oog op een steeds dikkere ondergrond. Het is hierbij belangrijk aan te geven welk onderdeel van de afsluiter men als referentie neemt. Met name in zettingsgevoelige grond is het van belang de Z-coördinaat (t.o.v. een vast referentiepunt) te hanteren in plaats van de diepte. <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> </ul>
Materiaal	Materiaal waarvan het afsluiterhuis gemaakt is. <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grijs gietijzer</li> <li>• Nodulair gietijzer</li> <li>• Staal</li> <li>• Polyvinylchloride (PVC)</li> </ul>
Product	Naam product (aan te passen door bedrijf) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekstwaarde</li> </ul>
Batch	Batchcode of –nummer. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekstwaarde</li> </ul>
Extra informatie, voor bepaalde typen afsluiters	Naam leverancier/importeur. per bedrijf in te vullen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekstwaarde</li> </ul>

Diameter	<p>Diameter van afsluiter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde, in mm</li> </ul>
Aanlegjaar	<p>Aanlegjaar van de afsluiter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> </ul>
Toelaatbare druk	<p>In het geval er beperkingen zijn voor bepaalde afsluiter typen ten opzichte te keren drukken (geldt m.n. voor WML)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> </ul>
Status	<p>Actuele status afsluiter.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afsluiter is in bedrijf</li> <li>• Afsluiter moet afgetuigd worden</li> <li>• Afsluiter is niet meer in bedrijf (afgetuigd) maar nog wel fysiek in het leidingnet aanwezig.</li> <li>• Afsluiter is verwijderd (niet meer fysiek in het leidingnet aanwezig).</li> </ul>
Functie	<p>Functie van de afsluiter, zie ook §6.2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruwwater-sectieafsluiters</li> <li>• Transport-sectieafsluiters</li> <li>• Distributie-sectieafsluiters</li> <li>• Perceel-sectieafsluiter</li> <li>• Scheidingsafsluiters tussen transport- en distributienet;</li> <li>• Scheidingsafsluiters tussen drukzones;</li> <li>• Scheidingsafsluiters tussen dma's;</li> <li>• Scheidingsafsluiters t.b.v. een leveringszekere aansluiting</li> <li>• Scheidingsafsluiters t.b.v. waterkwaliteit</li> <li>• Scheidingsafsluiters met andere drinkwaterbedrijven</li> </ul>
Type	<p>Type afsluiter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schuifafsluiter</li> <li>• Vlinderklep</li> <li>• Een overig type afsluiter (wellicht nader te specificeren)</li> </ul>
Effect bij falen (faaltype I)	<p>Voorbeelden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• een effectklasse van de afsluiter;</li> <li>• een indicatie van het effect op klanten (OLM);</li> <li>• een indicatie van bijzondere klanten (ziekenhuis, industrie etc.);</li> <li>• een indicatie van BEEL-objecten.</li> </ul>

Inspectiefrequentie	<p>Inspectiefrequentie.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde, in jaren</li> </ul>
Laatste inspectiedatum	<p>Datum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• YYYY-MM-DD HH:MM:SS</li> </ul>
Laatste datum van gebruik	<p>Datum</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• YYYY-MM-DD HH:MM:SS</li> </ul>
Voorkeurstand	<p>Stand die de afsluiter onder omstandigheden van normale bedrijfsvoering dient te hebben.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afsluiter dient open te staan</li> <li>• Afsluiter dient dicht te staan</li> <li>• Afsluiter dient half open te staan</li> </ul>
Draairichting	<p>De draairichting om de afsluiter te sluiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naar rechts draaien om te sluiten (normale draairichting)</li> <li>• Naar links draaien om te sluiten</li> </ul>
Aantal slagen voor sluiten	<p>Het aantal slagen om de afsluiter volledig te sluiten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde, in aantal omwentelingen</li> </ul>
Bebakening aanwezig	<p>Aangeven of er bebakening (afsluiter nummer) aanwezig zou moeten zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee (niet in gebruik)</li> <li>• Ja, in dat geval; wat is de vermelding?</li> </ul>
Beschermingsmiddelen aanwezig	<p>Aangeven of er beschermingsmiddelen aanwezig zijn.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nee</li> <li>• Ja, een hek</li> <li>• Ja, ...</li> </ul>

In bovenstaand overzicht zijn gegevens over de belendende leidingen, omgevingsfactoren en afsluitersecties niet meegenomen. Deze zijn af te leiden uit het LIS/GIS systeem van een drinkwaterbedrijf.

## 10.2 Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, Faalttype I

### 10.2.1 Vastlegging algemene gegevens

Voorafgaande aan de daadwerkelijke inspectie dienen de volgende gegevens vastgelegd te worden, zie onderstaande tabellen. Attributen die weergegeven zijn in **blauw** dienen door de monteur handmatig geregistreerd te worden. Andere gegevens worden onttrokken aan het (LIS)-systeem.

Tabel 10-2 Mogelijke registratie van inspectie van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Identificatiecode	Uniek identificatienummer afsluiter <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde of tekstwaarde (afh. van bedrijf)</li> </ul>
Datum en tijd	Datum en tijd waarop afsluitercontrole uitgevoerd is <ul style="list-style-type: none"> <li>• YYYY-MM-DD HH:MM:SS</li> </ul>
Naam	De naam van degene die de inspectie uitvoert, veelal code werknemer <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekstwaarde</li> </ul>
Type werk	Context waarbinnen afsluitercontrole plaats vindt <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• inspectie en kritische analyse op alle componenten</li> <li>• (regulier) gebruik voorbeelden zijn spuien reparaties proefsluitingen</li> </ul>
Bescherming	Zijn eventuele beschermingsmaatregelen intact? <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bescherming intact</li> <li>• Beschermingshek is afwezig/defect</li> <li>• Geen bescherming toegepast/gecontroleerd (volgt uit tabel §10.1)</li> </ul>

### 10.2.2 Vindbaarheid

Voor het vaststellen van de vindbaarheid worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-3 Mogelijke registratiegegevens over vindbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Vindbaar	Is de afsluiter vindbaar (binnen de afgesproken tijdslimiet)? <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i><sup>14</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afsluiter is vindbaar</li> <li>• Afsluiter is niet vindbaar omdat deze onder klinkers of asfalt ligt</li> <li>• Afsluiter is niet vindbaar omdat de straatpot afwezig is</li> <li>• Afsluiter is niet vindbaar omdat XY-coördinaten onjuist zijn</li> <li>• Afsluiter is niet vindbaar omdat de ID in het GIS-systeem /kaart onjuist is</li> </ul>

<sup>14</sup> Bedrijven kunnen dit zelf indelen

Bedrijven kunnen voor het vaststellen van falen op vindbaarheid in geval van een inspectie een tijdslimiet hanteren, bijvoorbeeld 'binnen 5 minuten'. Opgemerkt wordt dat een onjuiste notatie in het GIS-systeem gezien wordt als behorende bij niet-vindbaar omdat de definitie van vindbaarheid is dat de afsluiter gevonden moet worden op basis van een positie op een kaart of GIS-systeem.

### 10.2.3 Bereikbaarheid

Voor het vaststellen van de bereikbaarheid worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-4 Mogelijke registratiegegevens over bereikbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Bereikbaar	<p>Is de afsluiter bereikbaar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Afsluiter bereikbaar</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar wegens begroeiing (particulier)</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar door gesloten hek (particulier)</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar door een tijdelijke hindernis particulier, bijv geparkeerde auto, container, zandhoop, etc</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar wegens begroeiing (gemeente)</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar door gesloten hek (gemeente)</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar voor langere periode door een geplaatst object (gemeente)</li> <li>Afsluiter niet bereikbaar door verzakking</li> </ul>

### 10.2.4 Identificeerbaarheid

Voor het vaststellen van de identificeerbaarheid worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-5 Mogelijke registratiegegevens over identificeerbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Bebakening	<p>Is de bebakening van de afsluiter intact?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bebakening aanwezig</li> <li>Geen identificatiemiddel aanwezig</li> <li>Identificatiemiddel onleesbaar</li> <li>Geen bebakening toegepast/controle (volgt uit tabel §10.1)</li> </ul>

Opgemerkt wordt dat een onjuiste notatie in het GIS-systeem gezien wordt als behorende bij niet-vindbaar.

### 10.2.5 Bedienbaarheid – opbouw

Voor het vaststellen van de toestand van de opbouw en de beschermingsmaatregelen worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-6 Mogelijke registratiegegevens over bedienbaarheid van afsluiters met oog op opbouw.

Attribuut	Beschrijving
Straatpot/deksel	<p>Is de straatpot intact?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p>Mogelijke waarde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De straatpot en deksel zijn in goede staat en zijn te openen</li> <li>Het deksel is kapot</li> <li>Het deksel is afwezig</li> <li>Het deksel zit vast (pot niet te openen)</li> <li>De straatpot is kapot</li> <li>De straatpot is verwijderd (bijv. door maaien)</li> <li>De straatpot is geblokkeerd met vuil of bodemmateriaal</li> <li>De straatpot is scheef (t.o.v. de spindel)</li> </ul>
Schutbuis	<p>Is de schutbuis intact?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p>Mogelijke waarde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Schutbuis intact</li> <li>Schutbuis zit vol zand</li> </ul>
Pakking	<p>Is de pakking intact?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p>Mogelijke waarde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pakking is in orde</li> <li>Pakking lekt</li> <li>Staat van pakking is niet bekend/gecontroleerd</li> </ul>

### 10.2.6 Bedienbaarheid – afsluiter

Voor het vaststellen van de toestand van de afsluiter worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-7 Mogelijke registratiegegevens over bedienbaarheid (draaibaarheid) van afsluiters met oog op de afsluiter zelf (zonder opbouw).

Attribuut	Beschrijving
Spindel	<p>Kan de afsluiter gedraaid worden /kan de sleutel goed geplaatst worden?</p> <p>selectie van tekstwaarden</p> <p>Mogelijke waarde:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De spindel is in orde</li> <li>De afsluiter is enkele slagen draaibaar en loopt dan vast</li> <li>De afsluiter kan niet gedraaid worden, zit vast</li> <li>De afsluiter kan niet gedraaid worden, draait door</li> <li>De afsluiter kan niet gedraaid worden, objecten bovengronds</li> <li>De spindelkop is beschadigd, maar de sleutel kan nog gedraaid worden</li> <li>De spindelkop is beschadigd, de sleutel kan niet meer gedraaid worden</li> </ul>
Weerstand	<p>De weerstand tegen draaien van de afsluiter is dusdanig dat deze niet gesloten kan worden</p> <p>selectie van tekstwaarden</p> <p>Mogelijke waarde:</p>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geen weerstand</li> <li>• weerstand op te lossen met schuren</li> <li>• Weerstand niet op te lossen met schuren</li> </ul>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Voor het vaststellen van de bedienbaarheid met een automatische afsluitersleutel worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-8 Mogelijke registratiegegevens over bedienbaarheid van afsluiters met oog op de afsluiter zelf (zonder opbouw).

Attribuut	Beschrijving
Maatgevend moment conform fabrieksopgave	Wat is het maatgevende maximum moment van de afsluiter (=nominale diameter in Nm) <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> <li>• gemeten in Nm</li> </ul>
Aanvangsmoment	Wat is het aanvangsmoment van de afsluiter (benodigd moment voor loskomen schuif/spindel) <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> <li>• gemeten in Nm</li> </ul>
Maximum gemeten moment	Wat is het maximum gemeten moment van de afsluiter over het gehele traject van sluiten? <ul style="list-style-type: none"> <li>• numerieke waarde</li> <li>• gemeten in Nm</li> </ul>
Draaibaarheid	Vaststelling draaibaarheid <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <i>Mogelijke waarde:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Het max. gemeten moment is <i>lager</i> dan het maatgevend moment</li> <li>• Het max. gemeten moment is <i>hoger</i> dan het maatgevend moment</li> </ul>

### 10.2.7 Afsluitbaarheid

Voor het vaststellen van de afsluitbaarheid worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Tabel 10-9 Mogelijke registratiegegevens over afsluitbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Afsluitbaar	Is de afsluiter voldoende afsluitbaar? <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <i>Mogelijke waarde</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afsluiter is voldoende afsluitbaar (&lt; 10 m<sup>3</sup>/h lekkage)</li> <li>• De afsluiter sluit niet voldoende af (zie ook §0).</li> </ul>

### 10.2.8 Vastlegging vervolgacties

Na uitvoering van de inspectie dient aangegeven te worden of er ter plekke acties uitgevoerd zijn en in hoeverre vervolgacties nodig zijn.

Tabel 10-10 Mogelijke algemene gegevens van afsluiterinspectie.

Attribuut	Beschrijving
-----------	--------------

#### Uitgevoerde actie bij inspectie

Heeft de monteur ter plekke reparaties uitgevoerd / geconstateerd falen verholpen?

- selectie van tekstwaarden

##### *Mogelijke waarde*

- Afsluiter is in orde, geen verdere actie noodzakelijk
- Afsluiter faalt, falen is verholpen
- Afsluiter faalt, falen is niet verholpen, (vervolg)reparatie noodzakelijk
- Afsluiter faalt, falen is niet verholpen, vervanging afsluiter noodzakelijk

### 10.3 Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, Faaltype II

Voor het vaststellen van falen type II (verkeerde stand) worden de volgende gegevens gecontroleerd:

Attribuut	Beschrijving
Stand conform GIS	<p>Is de stand van de afsluiter (zoals aangetroffen door de monteur) conform GIS?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selectie van tekstwaarden</li> </ul> <p><i>Mogelijke waarde</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De gemeten stand is conform het LIS</li> <li>• De gemeten stand is <i>niet</i> conform het LIS</li> </ul>

### 10.4 Historie afsluitergebruik

Om een vergelijking te kunnen maken tussen gegevens over het gebruik en het onderhoud van afsluiters is het noodzakelijk dat oude gegevens bewaard blijven (niet overschreven worden) en dat er consequent van een vergelijkbare ID gebruik wordt gemaakt. Omdat drinkwaterbedrijven er toe over gaan sommige afsluiters niet meer of met lange tussenpozen te inspecteren, is het belangrijk dat gegevens ook na vele jaren (denk aan circa 20 jaar) beschikbaar zijn.

### 10.5 Kwaliteitsborging van gegevens

Voor kwaliteitsborging van gegevens wordt verwezen naar de [PCD9 Uniforme Storingsregistratie](#) [9], hoofdstuk 7.

# 11 Voorziene technische ontwikkelingen

## 11.1 Technische technieken voor in het veld

Ontwikkelingen voor verbeterde registratie van afsluiters zijn o.a.

- Smartvalve: een applicatie die aantal omwentelingen per afsluiter bij kan houden en via een app op je smartphone kan weergeven, zie: <https://smartvalve.co.uk/>;
- automatische afsluitersleutel, zie ook BTO [1] en <https://www.3s-antriebe.de/>;
- op afstand bestuurbare afsluiters;
- luistertechnieken om afsluiten te controleren.

## 11.2 Modelmatige technieken

In het BTO-project DMA Fingerprinting wordt onderzocht of het mogelijk is om met behulp van drukmetingen met een kleine tijdsresolutie hydraulische afwijkingen in de DMA vast te stellen die bijvoorbeeld het gevolg kunnen zijn van afsluiters die vergeten zijn dicht te zetten (Falen Type II).

## 12 Aanbevelingen

De projectroep doet de volgende aanbevelingen over het beheer van afsluiters, het verzamelen van gegevens en het opbouwen van kennis.

Aan drinkwaterbedrijven:

1. voer systematisch inspecties van afsluiters uit, registreer noodzakelijke gegevens en voer analyses uit als basis voor verdere kennisopbouw over het beheer van afsluiters;
2. Ontwikkel prestatie indicatoren voor faaltype I en faaltype II, pas deze toe en evalueer (PDCA);
3. geef van grote afsluiters in het LIS aan hoeveel slagen nodig zijn voor openen of sluiten;
4. onderzoek de toepassing en de juiste inzet van mechanische afsluitersleutels.

Aan de Begeleidingsgroep Praktijkrichtlijnen:

5. heb regelmatig uitwisselingen van kennis over het beheer van afsluiters (al dan niet georganiseerd in verband van praktijkrichtlijnen);
6. in deze versie van de PCD ligt de nadruk op het registreren van inspecties en afsluiteronderhoud, in een volgende versie wordt aanbevolen, nadat hiermee voldoende ervaring is opgedaan, meer aandacht te geven aan analyse van registratiegegevens;
7. neem in de volgende versie van deze PCD van de automatische (intelligente) afsluitersleutel, indien toegepast;
8. omdat de toepassing van afsluiterbeheer bij bedrijven zich snel ontwikkelt, kan het zijn dat actualisatie al eerder dan de gebruikelijke periode van 5 jaar noodzakelijk is.

Aan bedrijven en KWR , met oog op kennisontwikkeling:

9. ontwikkelen een methodiek voor het vaststellen oorzaken van storingen, bijvoorbeeld volgende de methodiek van Root Cause Analysis bij afsluiters en doe hier praktijkervaring mee op ;
10. ga na of de onder 8 besproken aanpak ook toepasbaar is op ander appendages zoals brandkranen en ontluchtingsventielen;
11. voer een marktverkenning uit naar technieken om vast te stellen of een afsluiters daadwerkelijk zijn gesloten.

## 13 Literatuur

- [1] Moerman, A., J. van Vossen, en C.M. Agudelo-Vera, *Beheer van Afsluiters - Handleiding en achtergronden*, Rapport nr. BTO 2018.058, Nieuwegein.
- [2] Meerkerk, M.A., *PCD 3 Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000) (oktober 2017)*, Rapport nr. PCD 3 (2017), Nieuwegein.
- [3] ISO, *ISO 55000:2014, Asset management — Overview, principles and terminology*. 2016.
- [4] ISO, *ISO 55001:2014(en), Asset management — Management systems — Requirements*. 2014.
- [5] ISO, *ISO 55002:2014(en), Asset management — Management systems — Guidelines for the application of ISO 55001*. 2014.
- [6] Mesman, G.A.M., R.H.S. Beuken, en M.A. Meerkerk, *PCD 6 Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen (2016)*, Rapport nr. PCD 6 (2016), Nieuwegein.
- [7] Meerkerk, M.A., *PCD 1-4 Hygienecode Drinkwater. Opslag, transport en distributie*, Rapport nr. PCD 1-4 (2016), Nieuwegein
- [8] Mesman, G.A.M. en M.A. Meerkerk, *PCD 2 Sediment in drinkwaterleidingen. Beoordelen en beheersen 2015*, Rapport nr. PCD 2 (2015), Nieuwegein.
- [9] Beuken, R.H.S. en A. Moerman, *Uniforme storingsregistratie (USTORE). Praktijkcode voor het beheer van storingsregistratie van leidingnetten*, Rapport nr. PCD 9 2017 (december 2017) Nieuwegein.
- [10] Beuken, R.H.S., *PCD 7 Controlemethodiek brandkranen (december 2019)*, Rapport nr. PCD 7 (2019), KWR, Nieuwegein.
- [11] Mesman, G.A.M., *Automatische registratie afsluiterstanden*, Rapport nr. KWR 2016.050, Nieuwegein.
- [12] Vreeburg, J., *Onderhoud afsluiters*, Rapport nr. KWR 2012.070, Nieuwegein.
- [13] iAMpro. <https://www.iampro-portaal.nl/Thema-s/Onderhoudsmanagement>, bezocht op 20 oktober 2020.
- [14] AVK. <https://www.avknederland.nl/nl-nl/zoek-product/schuifafsluiters/zacht dichtende-schuifafsluiters/01-80-0035>, bezocht op 21 oktober 2020.
- [15] AVK. <https://www.avknederland.nl/nl-nl/zoek-product/accessoires/inbouw garnituur/04-02-001>, bezocht op 21 oktober 2020.
- [16] HygradeWater. <https://www.hygradewater.com.au/product/hawle-system-2000-e2-valve-socketed/>, bezocht op 21 oktober 2020.
- [17] AVK. [www.avknederland.nl](http://www.avknederland.nl), bezocht op 20 oktober 2020.
- [18] Econosto, <https://www.econosto.nl/>, bezocht op 20 oktober 2020.
- [19] Van der Wielen, J.M.L., *Controlemethodiek Brandkranen*, Rapport nr. KWR 04.054, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [20] Vloerbergh, I. en P. van Thienen, *Controlemethodiek afsluiters*, Rapport nr. BTO 2010.020, Nieuwegein.

- [21] van Summeren, J.R.G., D. Vries, en P. van Thienen, *De inzet van sensorgegevens en modellen voor waterkwaliteitsvraagstukken*, in *H2O-Online*. 2018.
- [22] Kiwa. <https://www.kiwa.com/nl/nl/nieuws-en-media/gecertificeerde-organisaties/gecertificeerde-bedrijven/?brl=K602> (bezocht op 21 oktober 2020).
- [23] Rosenthal, L., G. Mesman, en M. De Koning, *Key Criteria for Valve Operation and Maintenance*, Rapport nr. BTO 2001.155 (s), Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [24] Trietsch, E.A. en P.G. Schaap, *Betrouwbaarheid van afsluiters en sectie-isolaties*, Rapport nr. BTO 2006.016, Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [25] Beuken, R.H.S. en A. Moerman, *Efficiënt beheer van afsluiters bij Dunea*, Rapport nr. KWR 2018.097, Nieuwegein.
- [26] Blokker, E.J.M., G.A.M. Mesman, en B. Hillebrand, *Druksensoren in de watermeter om lekken te vinden*, Rapport nr. KWR 2019.115, KWR, Nieuwegein.
- [27] Wols, B.A., C. Bertelkamp, en R. Beuken, *Risico's en risicobeoordelingsmethodieken voor zuiveringsinstallaties*, Rapport nr. BTO 2017.032, Nieuwegein.

# I Foto's van afsluiters

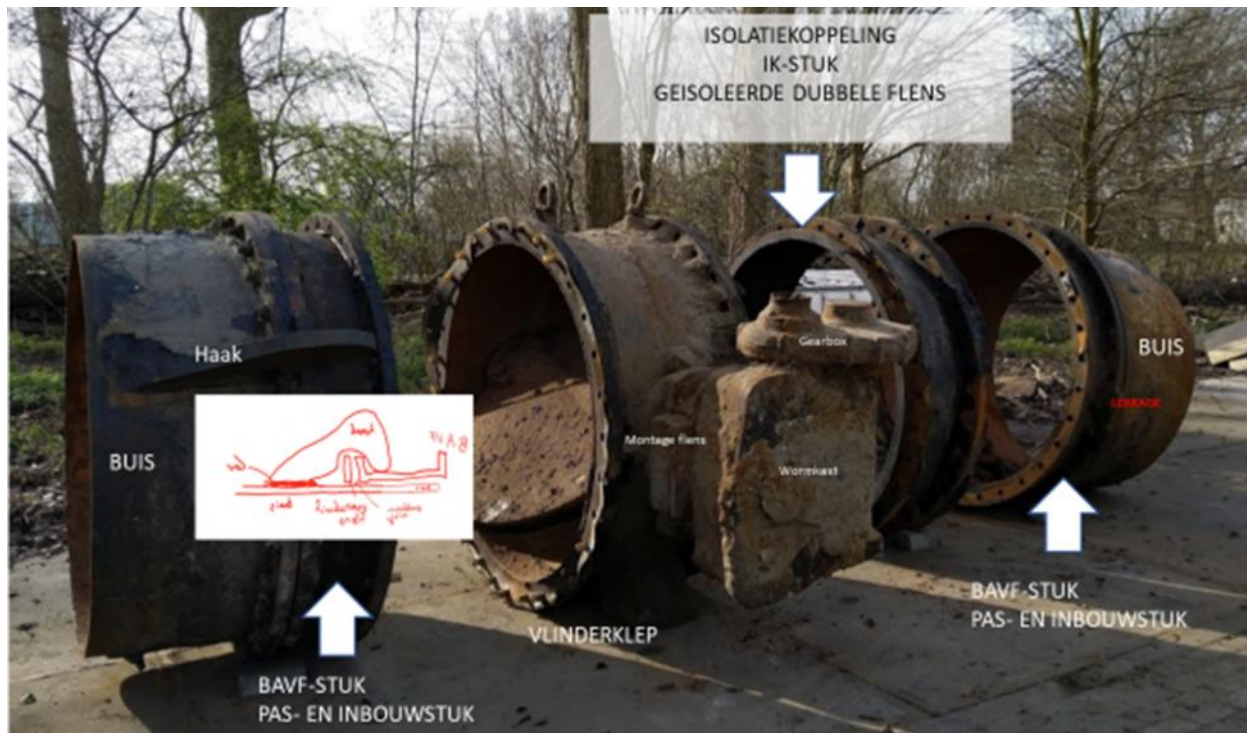
In deze bijlage zijn foto's van afsluiters opgenomen die verder gebruikt kunnen worden voor instructies over het beheer.



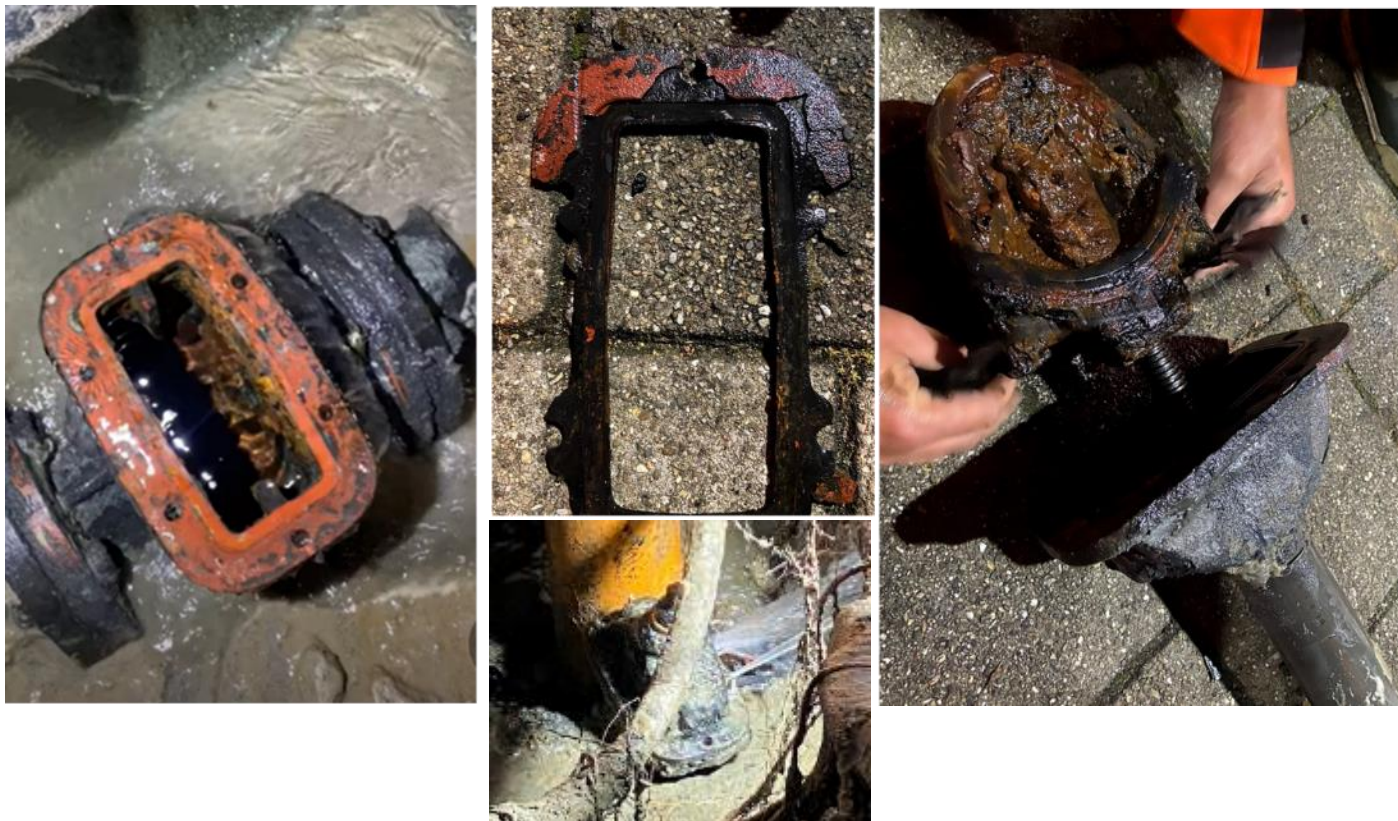
Afsluiter Waternet: Het betreft een afsluiter uit de jaren '70/'80. Wij ondervinden problemen bij het sluiten van deze afsluiters wegens roestvorming in het huis. Hier komt bij dat het gietijzeren huis het ook begeeft, zie foto's (voor de werkzaamheden zijn de flenzen verwijderd).



Foto van een vervangen klep, afdichtingsring is verdwenen, PWN.



Gedemonteerde vlinderklep met lekkage in rechter buisdeel, Evides



Afsluiterhuis zonder kap nog in het net, pakking en de schuif met kap gedemonteerd. Kapbouten zijn verzwakt als gevolg van corrosie en breken zodra de afsluiter wordt gesloten. De combinatie van een grote wrijvingskracht (aantasting schuif en huis) en verzwakte kap-bouten doet de bouten bezwijken waardoor de kap “wordt opgetild” en er een lekkage ontstaat. Evides





Oude afsluiter en nieuw aangelegde afsluiter, Dunea

## II Root cause analysis

Om de oorzaak van falen te onderzoeken kunnen drinkwaterbedrijven analyses uitvoeren op uit gebruik genomen assets, zogenaamde exitbeoordelingen. Exitbeoordelingen zijn vergelijkbaar met het in risicomethodiek gehanteerde begrip root cause analysis (RCA). Een RCA is een analyse om de kernoorzaak, van een probleem, near-miss, incident of ongeluk dat al heeft plaatsgevonden, vast te stellen. De RCA-methode vindt zijn oorsprong in de petrochemische, nucleaire en ruimtevaartindustrie, maar wordt tegenwoordig breed ingezet. In het BTO-rapport *Risico's en risicobeoordelingsmethodieken voor zuiveringsinstallaties* [27] zijn vier stappen onderscheiden waaruit een RCA bestaat, zie onderstaande tabel. Voor deze PCD is een aanzet voor een vertaling gemaakt van deze stappen naar de toepassing van exitbeoordelingen voor het identificeren van faalmechanismen van afsluiters.

Tabel II-1 Vier basisstappen in een RCA, vertaald naar exitbeoordelingen voor afsluiters.

Vier basisstappen in [15]	Vertaling naar exitbeoordelingen voor afsluiters
Verzamelen van data	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voer een reguliere inspectie en registratie uit</li> <li>• Ga na of er overige informatie is over de afsluiter die niet is opgenomen in het leidinginformatiesysteem (inkoop, ervaringen monteurs, etc)</li> <li>• Verzamel zo veel mogelijk overige (omgevings-) informatie die aanwijzingen kan geven voor de oorzaak van falen</li> <li>• Ga na of er in het verleden (externe) activiteiten hebben plaatsgevonden die aanleiding kunnen zijn voor het falen van de afsluiter</li> <li>• Verzamel informatie over vergelijkbare afsluiters</li> <li>• Neem de afsluiter uit</li> <li>• Demonteer de afsluiter en stel de aard vast van de beschadiging</li> </ul>
Causale oorzaken in diagram weergeven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ga na welke van bovengenoemde oorzaken de aanleiding kan zijn voor falen, motiveer dit.</li> </ul>
Identificeren van kernoorzaak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ga na welke oorzaak gezien wordt als kernoorzaak, hanteer hierbij het 'vier-ogenprincipe'.</li> </ul>
Aanbevelingen en implementatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formuleer aanbevelingen voor het voorkomen van falen</li> </ul>

Voor het uitvoeren van een RCA en het vergelijken van resultaten van meerdere analyses, is het van belang om een eenduidige werkwijze te hebben. Hiervoor zijn eenduidige faalcategorieën noodzakelijk. Onderstaande categorieën worden voorgesteld:

- corrosie van metalen onderdelen;
- verkleefing van bewegende onderdelen;
- mechanische beschadiging als gevolg van bediening;
- falen verbinding naar leiding als gevolg van zettingen;
- lekkage in huis door falen van afdichtingsrubbers;
- Vastlopen door zand in schutbuis;
- Mechanische beschadiging aangebracht door derden.