



KWR PCD 15 | oktober 2022

Afsluiterbeheer

Afsluiterbeheer

KWR | PCD 15 | oktober 2022

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

Ir. R.H.S. (Ralph) Beuken

Jaar van publicatie
2022

Meer informatie
Ralph Beuken
T (030) 60 69 758
E Ralph.Beuken@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

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

KWR

KWR PCD 15 | oktober 2022 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - worden veelevoudigd, 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'¹. 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 doorgaans opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Ook in opdracht van andere gremia kunnen praktijkcodes worden opgesteld. 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 ingevuld 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 de website 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.

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

Voorwoord

Editie

Dit is de tweede editie van deze praktijkcode. Belangrijkste inhoudelijke wijzigingen ten opzichte van de eerste editie [30] zijn:

- De uitwerking voor een zogeheten Root Cause Analysis (RCA, zie verder) om faalwijzen van afsluiters te bepalen;
- verwijzingen naar praktijkkennis en pilots over het beheer van afsluiters;
- de aanpassing van normatieve verwijzingen.

Verder heeft deze tweede editie ten opzichte van de eerste een redactieslag ondergaan, zijn de puntjes op de ‘i’ gezet en is die in het huidige format van een praktijkcode opgesteld.

Begrippen

Voor deze praktijkcode relevante begrippen met de bijbehorende omschrijvingen en afkortingen met de bijbehorende betekenis zijn opgenomen in Bijlage I. Voor wat betreft die begrippen wordt tevens gewezen op hoofdstuk 2 ‘Termen en definities’ van deze praktijkcode. Voor algemene begrippen op het gebied van het transport en de distributie van drinkwater wordt verwezen naar de praktijkcode [PCD 3 ‘Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen’](#) [2]. Algemene begrippen op het gebied van drinkwater zijn (tevens) te vinden op de webpagina [Begrippenlijst - Praktijkcodes Drinkwater](#) van de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl

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 Waterbedrijf

KWR Water Research Institute
Oasen
Pidpa
PWN
Vitens
Waterbedrijf Groningen
Waternet
WMD Drinkwater
WML

Vertegenwoordiger(s)

Wouter Huisman (voorzitter)
Rob Geers
Klaas Sipma
Siegfried Scheffler
Ralph Beuken (secretaris)
geen
Gerry Verschueren
Kjeld Gravesteijn
Luciën de Kind
Eefko Aukes
Nick Staal
geen
Frenk Lambie

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 13 oktober 2022.

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: pcd@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

Inhoud	6
1 Inleiding	9
1.1 Doel, doelgroep en toepassingsgebied	9
1.2 Scope van de praktijkcode PCD 15	9
1.3 Verwijzingen naar normen en beoordelingsrichtlijnen	9
1.4 Relatie met andere praktijkcodes	10
1.5 Leeswijzer	10
2 Termen en definities	12
2.1 Typen gebruik en inspectie van afsluiters	12
2.2 Definities voor het falen van afsluiters	12
2.2.1 Faaltype I 'niet bruikbaar'	12
2.2.2 Faaltype II 'onjuiste stand'	13
2.3 Toestand, conditie en norm	13
2.4 Onderhoudsstrategieën	14
3 Technische aspecten van afsluiters	15
3.1 Schuifafsluiter	15
3.2 Vlinderklep	16
4 Doel, functies en falen van afsluiters	19
4.1 Doelen en functies	19
4.2 Oorzaken van falen type I 'niet bruikbaar'	19
4.2.1 Algemeen	19
4.2.2 Vindbaarheid	20
4.2.3 Bereikbaarheid	21
4.2.4 Identificeerbaarheid	21
4.2.5 Bedienbaarheid	21
4.2.6 Afsluitbaarheid	22
4.3 Oorzaken van falen type II 'onjuiste stand'	22
4.4 Gevolgen van falen type I 'niet bruikbaar'	23
4.5 Gevolgen van falen type II 'onjuiste stand'	23
5 Levenscyclus van afsluiters	24
5.1 Inleiding	24
5.2 Aanleg	24
5.2.1 Plaatsing van afsluiters	24
5.2.2 Van toepassing zijnde normen en beoordelingsrichtlijnen	24
5.2.3 Duurzaamheid	24
5.3 Beheer	24
5.3.1 Afsluiterbeheer binnen assetmanagement	24
5.3.2 Kwaliteitscirkel van Deming (PDCA)	24

5.3.3	Prestatie Indicatoren (PI's)	25
5.3.4	Inzet van afsluiters bij incidenten	26
5.3.5	Inzet van afsluiters bij overige werkzaamheden	27
5.3.6	Bediening van afsluiters en opleiding van monteurs	27
5.4	Sloop	27
5.4.1	Buiten gebruik stellen van afsluiters	27
5.4.2	Exit-beoordelingen en RCA	28
5.4.3	Samenhang met renovatiebeleid van leidingen	28
6	Prioritering van afsluiters op basis van risico's (Plan)	29
6.1	Het te bereiken effect met afsluiterbeheer	29
6.2	Het opstellen van een operationele risicomatrix	29
6.3	Risicobenadering voor faalttype I	29
6.3.1	Analysekader	29
6.3.2	Bepaling risicogetal faalttype I	31
6.3.3	Risicogroepen – voorbeeld	31
6.4	Risicobenadering voor faalttype II	32
7	Inspectie en -onderhoud van afsluiters (Do)	34
7.1	Inspectieprotocol – foutenboom	34
7.2	Reparaties van afsluiters	36
8	Analyse (Check)	37
8.1	Algemeen	37
8.2	Statistische toetsingsmethoden voor groepen afsluiters	38
9	Evaluatie (Act)	39
9.1	Inleiding beheermaatregelen	39
9.2	Beheermaatregelen faalttype I	39
9.2.1	Faalkansreducerende maatregelen	39
9.2.2	Afsluiter aftuigen	39
9.2.3	Effectreducerende maatregelen	39
9.3	Beheermaatregelen faalttype II	40
9.3.1	Kansreducerende maatregelen	40
9.3.2	Effectreducerende maatregelen	40
10	Format voor vast te leggen gegevens	41
10.1	Statische gegevens over afsluiters	41
10.2	Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, faalttype I	43
10.2.1	Vastlegging algemene gegevens	43
10.2.2	Vindbaarheid	44
10.2.3	Bereikbaarheid	45
10.2.4	Identificeerbaarheid	45
10.2.5	Bedienbaarheid – opbouw	45
10.2.6	Bedienbaarheid – afsluiter	46
10.2.7	Afsluitbaarheid	47
10.2.8	Vastlegging vervolgacties	47

10.3	Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, Faaltype II	48
10.4	Historie afsluitergebruik	48
10.5	Kwaliteitsborging van gegevens	48
11	Voorziene technische ontwikkelingen	49
11.1	Technieken voor in het veld	49
11.2	Modelmatige technieken	49
12	Aanbevelingen	50
13	Literatuur	51
I	Begrippen met bijbehorende omschrijvingen, en afkortingen	53
II	Foto's van afsluiters	56
III	'Root Cause Analysis' (RCA)	59
IV	In deze praktijkcode genoemde normen en beoordelingsrichtlijn	63

1 Inleiding

1.1 Doel, doelgroep en toepassingsgebied

Deze praktijkcode PCD 15 op het gebied van het beheer van afsluiters is opgesteld met als doel het verzamelen van kennis en best practices over het beheer van afsluiters. De praktijkcode 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 praktijkcode is gebruik gemaakt van ervaringen uit het BTO-project 'Beheer van afsluiters' (BedrijfsTakOnderzoek) dat binnen het thema Assetmanagement is uitgevoerd [1].

Uit gegevens van enkele drinkwaterbedrijven blijkt dat het aantal afsluiters in het leidingnet 3,5 – 6,5 per km leiding bedraagt². Als dit aantal wordt aangehouden voor Nederland, dan is het totaal aantal afsluiters in het Nederlandse leidingnet geschat op 650.000. Bij een gemiddelde vervangingswaarde van € 1.000,-- per afsluiter, wordt de totale vervangingswaarde van alle afsluiters in Nederland geschat op € 650.000.000,-- 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, het garanderen van de leveringsprestatie en het reduceren van risico's.

1.2 Scope van de praktijkcode PCD 15

De levenscyclus van afsluiters bestaat uit de volgende stappen: ontwerp, aanleg, beheer en verwijdering. De scope van deze praktijkcode 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' (District Metered Area), 'afweging toepassing van afsluiter typen', et cetera wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 3 [2].

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

- 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 drinkwaterproductielocaties) vallen in principe buiten de scope van deze praktijkcode. Ook afsluiters met een functie anders dan genoemd in § 4.1 (zoals 'regelafsluiters') vallen buiten de scope van deze praktijkcode, alsmede minder toegepaste soorten afsluiters zoals kogelkranen, plugafsluiters, membraanafsluiters, mesafsluiters, zwenkventielen en blazen. Het is echter mogelijk dat drinkwaterbedrijven de inhoud van deze praktijkcode ook op andere typen afsluiters toepassen.

1.3 Verwijzingen naar normen en beoordelingsrichtijnen

De randvoorwaarden waaraan afsluiters moeten voldoen, zijn beschreven in de Europese normenserie NEN-EN 1074 'Afsluiters voor watervoorziening' (zes delen, zie Bijlage IV). Producten in contact met (drink)water moeten zijn voorzien van een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' [3], zie praktijkcode PCD 12 [4]. De functionele eisen voor afsluiters zijn vastgelegd in de beoordelingsrichtlijn BRL-K602 'Afsluiters, regelkleppen en terugslagkleppen voor

² Deze gegevens zijn beschikbaar gesteld door de drinkwaterbedrijven Brabant Water, Waterbedrijf Groningen en WML.

drinkwatertransport en –distributiesystemen’ van certificatie-instelling Kiwa Nederland. Voor een overzicht van de op basis van die beoordelingsrichtlijn gecertificeerde bedrijven en producten, zie [Certificaatzoeker - Certificate finder \(kiwa.com\)](#)

1.4 Relatie met andere praktijkcodes

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

- vanuit Europese regelgeving zoals die is verwoord in de Europese norm NEN-EN 805 die voor de Nederlandse drinkwaterbedrijven is ‘vertaald’ naar de praktijkcode PCD 3 [2];
- vanuit het organiseren van bedrijfsprocessen volgens de principes van assetmanagement zoals die zijn verwoord in de normenserie NEN-ISO 55000.

In de praktijkcode PCD 3 [2] wordt op twee plaatsen de rol van afsluiters benoemd:

- Hoofdstuk 8 ‘Ontwerp leidingnet’
In de subparagrafen 8.8.4 en 8.8.5 wordt beknopt ingegaan op de indeling van afsluitersecties respectievelijk de indeling van DMA’s. In subparagraaf 8.8.4 worden onder andere randvoorwaarden genoemd die een drinkwaterbedrijf dient te hanteren voor het configureren van afsluitersecties.
- Hoofdstuk 14 ‘Bedrijfsvoering’
In subparagraaf 14.2.4 wordt beknopt ingegaan op het onderwerp ‘Inspectie van appendages’. In die subparagraaf 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 die zijn aangegeven in de normenserie NEN-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 plannen voor assetmanagement zoals die zijn omschreven in de normen NEN-ISO 55001 en NEN-ISO 55002, zie hiervoor subparagraaf 5.3.1.

Relaties met overige praktijkcodes zijn er voor de volgende aspecten:

- In de praktijkcode PCD 6 [6] is in hoofdstuk 5 een beknopte verhandeling opgenomen over de normering van de prestatie van afsluiters (§ 5.1) en de toestandsbepaling van afsluiters (§ 5.3).
- Voor de rol van afsluiters binnen hygiënisch werken, zie de praktijkcode PCD 1-4 [7].
- Voor een beschrijving van het uitvoeren van spui-werkzaamheden, zie de praktijkcode PCD 2 [8].
- Voor een beschrijving van datakwaliteit, zie de praktijkcode PCD 9 op het gebied van uniforme storingsregistratie (USTORE, Uniforme STOringsREgistratie) [9].
- Voor een beschrijving van het beheer van brandkranen (die een vergelijkbaar beheer kennen), zie de praktijkcode PCD 7 [10].

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte termen en definities in deze praktijkcode. 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 daaropvolgende hoofdstukken zijn opgezet volgens het beheerprincipe ‘Plan, Do, Check, Act’. Hoofdstuk 6 beschrijft een risicogestuurde aanpak voor het prioriteren van afsluiterbeheer, de Plan-fase. In hoofdstuk 7 wordt de uitvoering van afsluiterinspectie en -onderhoud 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 de 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 Typen gebruik en inspectie van afsluiters

Het gebruik en/of de inspectie van een afsluiter kan worden onderscheiden 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 praktijkcode.

Droge inspectie	De afsluiter wordt gecontroleerd op de indicatoren vindbaarheid en bereikbaarheid. De afsluitersleutel wordt geplaatst om te controleren of 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	De afsluiter wordt geheel gesloten om een afsluitersectie droog te zetten. <i>Volledige controle functionaliteit afsluiter mogelijk.</i>
Gebruik voor spuien	De afsluiter wordt volledig 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)	De 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 uitsluitend 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 kan worden gecontroleerd, zijn vindbaarheid, bereikbaarheid en identificeerbaarheid.

2.2 Definities voor het falen van afsluiters

2.2.1 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 praktijkcode. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen kritisch en niet-kritisch falen.

- Bij kritisch falen (faaltype I_k) 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. Daardoor zullen belerende afsluiters moeten worden gesloten. In de regel leidt dit tot een urgente onderhoudsactie.
- Bij niet-kritisch falen (faaltype I_{nk}) voldoet de afsluiter tijdens een calamiteit weliswaar aan zijn functie, maar zijn er aspecten van minder belangrijke aard die ervoor zorgen dat de afsluiter moet worden onderhouden. 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.

2.2.2 Faaltype II 'onjuiste stand'

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

2.3 Toestand, conditie en norm

De uitwerking in deze paragraaf is afkomstig uit de praktijkcode PCD 6 op het gebied van conditiebepaling [6] en is 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 waarvan de appendage is vervaardigd: een gietijzeren huis kan worden aangetast, een rubber pakking kan lekken. Deze benadering is verder uitgewerkt in subparagraaf 5.4.2.
- Functionele benadering
Dit betreft de functie van de afsluiter: een appendage werkt wel of werkt niet³. 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. Er wordt gesproken 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 III. Drinkwaterbedrijven voeren exitbeoordeling uit waarbij uitgenomen onderdelen nader worden geanalyseerd, bijvoorbeeld volgens de systematiek van de RCA. In dat geval worden materiaalkundige aspecten van meerdere afsluiters met vergelijkbare materiaalkundige eigenschappen geanalyseerd (type, fabrikant, productie, et cetera).

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:

- De faalkans, zie hoofdstuk 6
- De gebruikskans, zie [1]

³ Dat wil zeggen er is sprake van faaltype I, of II.

- Het effect bij falen

Dit is te bepalen door het toewijzen van een omgevingsafhankelijke effectindeling. Nadere uitwerking hiervan volgt in hoofdstuk 4.

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.

2.4 Onderhoudsstrategieën

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

- **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 kan worden bepaald.

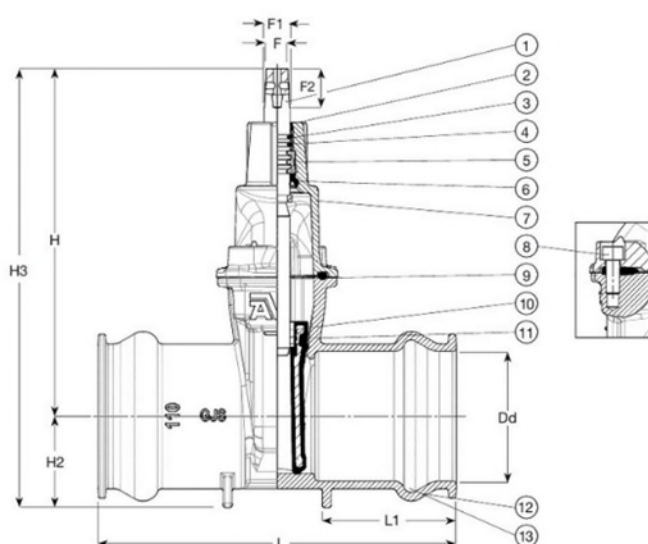
Naast deze drie onderhoudsstrategieën wordt als vierde strategie **Functioneel Testen (FT)** genoemd, zie bijvoorbeeld [13]. Functioneel testen heeft betrekking op assets die stand-by staan, zoals noodstroomaggregaten, drukopmeters, brandmelders, noodverlichting, (nood)afsluiters en stand-by pompen. 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 moeten worden getest. 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 conditiebepalingen.

In aanvulling op bovenstaande onderhoudsstrategieën wordt in deze praktijkcode 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 afsluiters

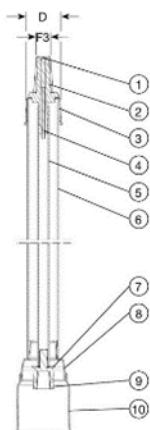
3.1 Schuifafsluiter

Bij dit type afsluiter wordt de afdichting verkregen door een schuif die in verticale richting wordt bewogen (Figuur 3-1 en Figuur 3-3). Schuifafsluiters zijn ontworpen voor een 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 afsluiters geldt dat de spindel (middels een ‘verlengspindel’) is verlengd 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 wordt bediend met een afsluitersleutel. De verlengspindel en schutbuis wordt ook wel opbouwgar­nituur 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, CW628N
11. Schuif	Nodulair gietijzer, EPDM gevulkaniseerd
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 deksel	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 Opbouwgar­nituur voor schuifafsluiter [15].



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

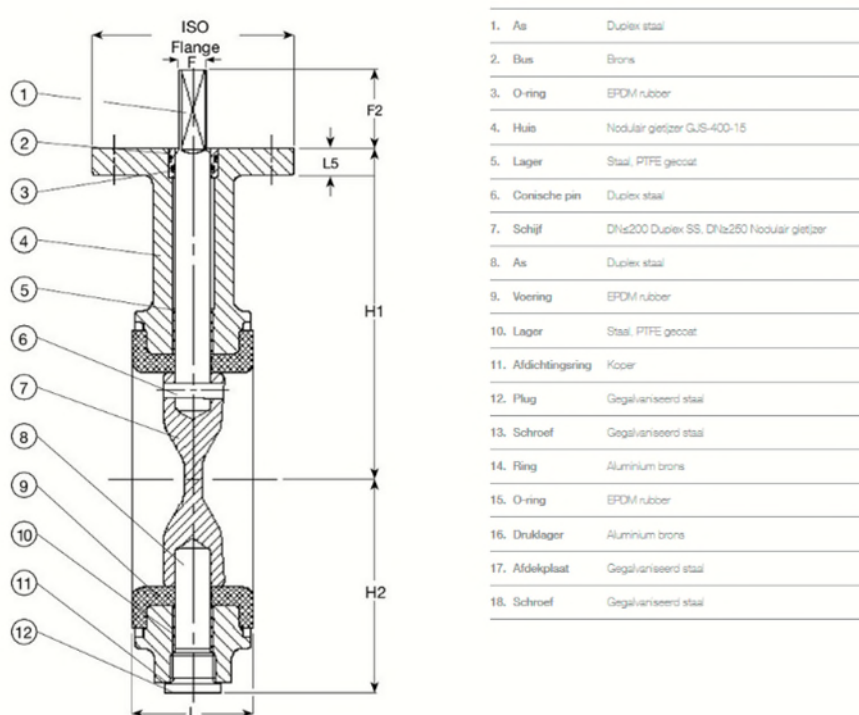
Een stijgende spindel is rechtstreeks gemonteerd aan de schuif en tijdens de bediening stijgt en daalt die samen met de schuif. Niet-stijgende spindels hebben een schroefdraad tot in de schuif. Wanneer de spindel wordt gedraaid, schuift de schuif om de draadspil omhoog. Het voordeel hiervan is dat de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

Schuifafsluiters kunnen zijn voorzien van een bypass of omloop. Bypasses worden toegepast op grotere diameters. Bij sluiting van de hoofdafsluiter zal een relatief kleine stroom nog door de bypass 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 zijn geplaatst. In grote lijnen zijn er twee types vlinderkleppen namelijk de centrische en excentrische versies. 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 een of meerdere assen uit het midden; afhankelijk van het 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 (door middel van 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 (bron <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. De voordelen van vlinderkleppen ten opzichte van schuifafsluiters zijn:

- 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.

De nadelen van vlinderkleppen ten opzichte van schuifafsluiters zijn:

- Doordat de klep zich in de stroombaan bevindt, vormt een vlinderklep als 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 worden gesloten. 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:

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

Afsluiters kunnen worden ingedeeld op basis van verschillende functies:

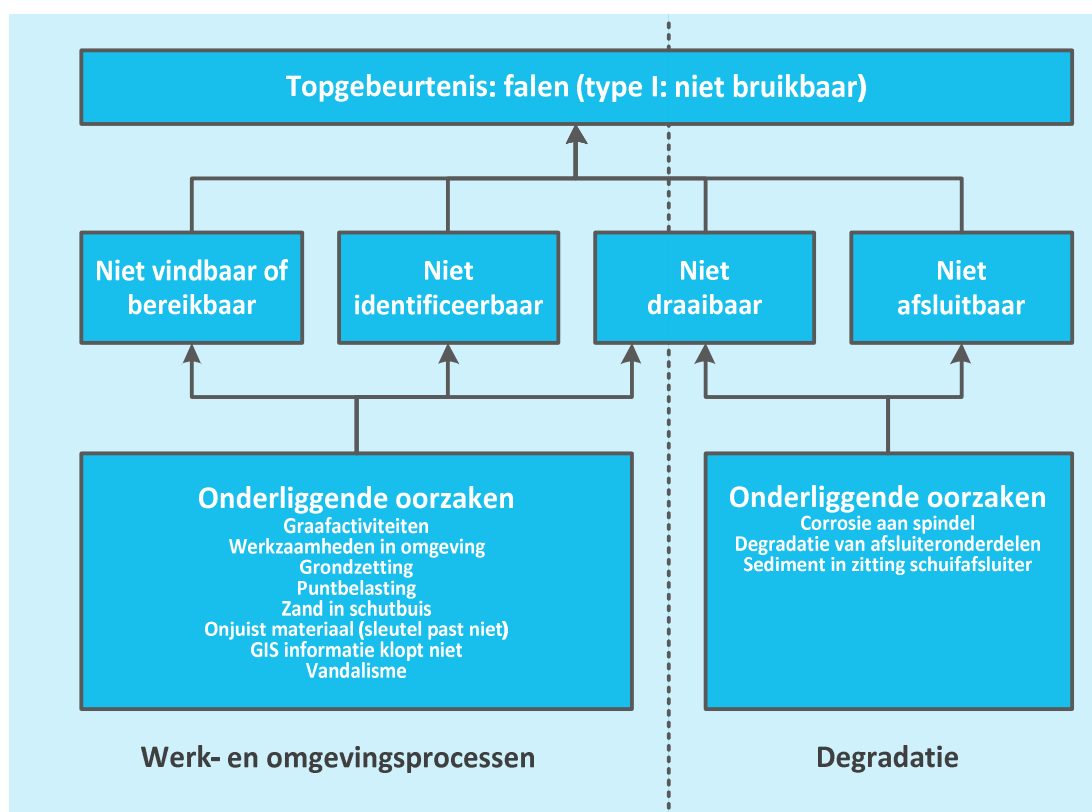
- Sectieafsluiters (afsluiters die aan weerszijden leidingen hebben met dezelfde functie, bij reguliere bedrijfsvoering staan deze afsluiters open):
 - ruwwater-sectieafsluiters: sectieafsluiter in het ruwwaternet;
 - transport-sectieafsluiters: idem voor het transportnet;
 - distributie-sectieafsluiters: idem voor het distributienet.
- Scheidingsafsluiters (afsluiters die aan weerszijde leidingen hebben met verschillende functies of verschillende drukken):
 - scheidingsafsluiters tussen het transport- en het distributienet;
 - scheidingsafsluiters tussen drukzones;
 - scheidingsafsluiters tussen DMA's;
 - scheidingsafsluiters ten behoeve van een leveringszekere aansluiting;
 - scheidingsafsluiters ten behoeve van waterkwaliteit, bijvoorbeeld ter voorkoming van pendelzones;
 - scheidingsafsluiters ten behoeve van een 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-tijdafhankelijk, 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, § 2.3)
Het optreden van deze faalmechanismen is tijdsafhankelijk, dat wil zeggen dat de kans op falen toeneemt met de tijd. In het BTO [1] bleek dat er nauwelijks degradatiemechanismen konden worden aangetoond met een tijdafhankelijk faalmechanisme.



Figuur 4-1 Overzicht van mogelijke faalmechanismen die leiden tot de topgebeurtenis ‘afsluiter falen type I’ (overgenomen uit rapport BTO 2018.058 [1], waarbij wordt opgemerkt dat in dit rapport het begrip ‘draaibaar’ wordt gehanteerd in plaats van ‘bedienbaar’).

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

- 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.
- In het geval een afsluiter met hogere urgentie wordt ingezet (bijvoorbeeld bij het repareren van een lek), zal er anders worden gewerkt 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 is geparkeerd, kan in een meer urgente situatie worden verplaatst.

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 praktijkcode.

4.2.2 Vindbaarheid

Vindbaarheid wil zeggen dat de afsluiter kan worden gevonden op basis van een positie op de kaart of het GIS. 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 kan worden bereikt, 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, Stelcon-plaat, zandophoping, et cetera.

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) is te relateren 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 (dat wil zeggen 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 gebeuren. Een alternatieve werkwijze is het hanteren van tekstuele aanwijzingen zoals 'de middelste van de drie' of 'aan de overzijde van de straat'. Er wordt opgemerkt 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 (dat wil zeggen niet-leesbaar, niet-aanwezig of onjuist), faalt de afsluiter op identificeerbaarheid.

4.2.5 Bedienbaarheid⁴

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 bepaald door zowel werk- en omgevingsprocessen als door degradatie van de afsluiter. Het niet-bedienbaar zijn van een afsluiter kan het gevolg zijn van verschillende oorzaken die betrekking hebben op het navolgende [1, 12]:

- De straatpot is niet in goede staat:
 - de straatpot is niet intact (bijvoorbeeld scheefgezakt);
 - de straatpot is niet te openen (bijvoorbeeld omdat het sluitingsmechanisme van de potdeksel is afgebroken);
- 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;

⁴ Er wordt opgemerkt dat in eerdere documenten (waaronder [11]) het begrip 'draaibaarheid' is gehanteerd. Het begrip bedienbaarheid sluit beter aan bij de praktijk. Een afsluiterpot die is volgelopen met zand is niet bedienbaar.

- er is extra weerstand bij het draaien van de spindel, omdat de schutbuis is gevuld met bodemmateriaal (meestal zand);
- 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 wordt ondervonden bij het dichtdraaien van de afsluiter. Deze weerstand treedt verschillende momenten op:

- bij het aanvangen van het draaien moet een minimale weerstand worden overwonnen 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 wordt gedrukt, loopt de weerstand op tot het punt waarop 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 kan worden gesloten. 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 kan worden gesloten. Wanneer de doorgelaten volumestroom met een onderhoudspomp kan worden afgepompt⁵, kan deze als 'voldoende' afsluitbaar worden gekenmerkt. 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 monsterneming in het kader van waterkwaliteitsbeoordeling. Het kan voorkomen dat dan niet alle afsluiters open worden gezet.

⁵ Als representatieve waarde hanteren drinkwaterbedrijven hiervoor 10 m³/h [20].

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 (Ondermaatse LeveringsMinuten). Het leidt tevens tot een 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 moeten worden gesloten 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.

- 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 de bedoeling was, wat kan leiden tot extra OLM en klachten van niet-geïnformeerde consumenten.
- Verminderde waterkwaliteit
Door het dicht-staan van een afsluiter ontstaan in beide secties die met de afsluiter zijn verbonden volumes van stilstaand water. Het opendraaien van een dergelijke afsluiter (zonder vooraf te spuien) kan leiden tot waterkwaliteitsproblemen.
- Inefficiënte inzet monteurs
Het optreden van een onjuiste stand van een afsluiter zal leiden tot tijdsverlies en een inefficiënte inzet van monteurs.
- Problemen hydraulica
Het ten onrechte dicht- of open-staan 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].
- 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 leidingnetten waar sprake is van DMA's, wat betekent dat er relatief veel gesloten afsluiters zijn.

Diverse drinkwaterbedrijven verkennen de toegevoegde waarde van digitale tweelingen van hun leidingnet. Het doel van een digitale tweeling is om het gedrag van het netwerk digitaal na te bootsen, zodat afwijkende situaties snel zijn te detecteren en diverse scenario's in een digitale omgeving kunnen worden doorgerekend. Voor een goed werkende digitale tweeling is het daarbij van belang dat de stand van de afsluiters correct is geregistreerd, zie ook [28].

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 6 tot en met 9.

5.2 Aanleg

5.2.1 Plaatsing van afsluiters

Voor de positionering van afsluiters in het leidingnet wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 3 [2] en dan met name hoofdstuk 8 'Ontwerp leidingnet'. In de subparagrafen 8.8.4 en 8.8.5 wordt ingegaan op respectievelijk de indeling van afsluitersecties en de indeling van DMA's.

In subparagraaf 8.8.4 van bovengenoemde praktijkcode PCD 3 zijn onder andere randvoorwaarden genoemd die een drinkwaterbedrijf dient te hanteren voor het configureren van afsluitersecties.

5.2.2 Van toepassing zijnde normen en beoordelingsrichtlijnen

Voor afsluiters die vallen binnen de scope van deze praktijkcode zijn de documenten volgens Bijlage II van toepassing.

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. Een van de thema's die worden uitgewerkt, is het grondstoffenpaspoort. Dat paspoort 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.

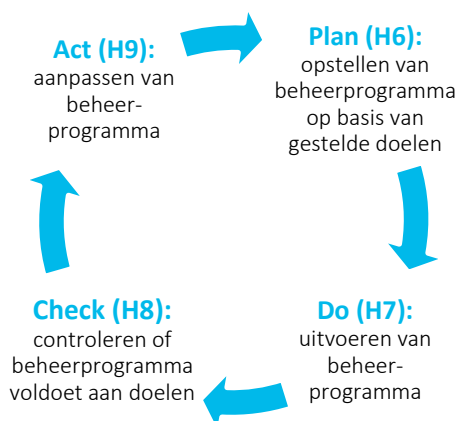
5.3 Beheer

5.3.1 Afsluiterbeheer binnen assetmanagement

Afsluiterbeheer moet worden gezien 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 van bijvoorbeeld de Drinkwaterwet [5]) 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 verwijzing naar hoofdstukken in deze praktijkcode.

5.3.3 Prestatie Indicatoren (PI's)

5.3.3.1 Algemeen

In 2001 heeft bij het toenmalige 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 praktijkcode worden de Nederlandse termen gebruikt. De volgende paragrafen gaan in op PI's voor respectievelijk faalttype I en faalttype II. De bepaling van deze PI's voor individuele afsluiters is beschreven in hoofdstuk 4.

5.3.3.2 Prestatie indicatoren voor faalttype 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 dán 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 (Prestatie Indicator) 'Relevantie van afsluiter' is in 2006 concreter uitgewerkt in een viertal PI's, die met elkaar samenhangen [24] (zie Bijlage I voor betekenissen). Deze PI's kunnen worden bepaald 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.

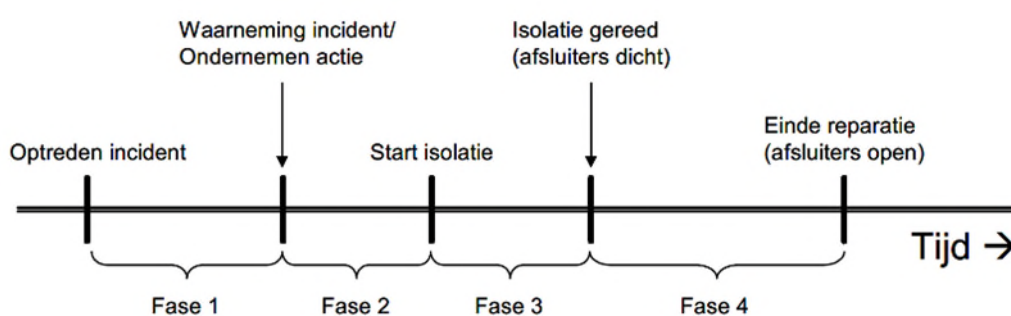
5.3.3.3 Prestatie indicatoren voor faaltipe II ‘onjuiste stand’

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 leidingbreuk (figuur is overgenomen uit het rapport BTO 2006.016 [24]).

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

1. **Het optreden van het incident**, bijvoorbeeld een leidingbreuk of een microbiologische verontreiniging
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 verontreiniging 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 verontreiniging 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 bijvoorbeeld zal 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 is gemoeid met het daadwerkelijk isoleren van het incident is beïnvloedbaar door het drinkwaterbedrijf 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 drinkwatervoorziening: zijn er

consumenten aangesloten op het geïsoleerde stuk leiding, dan zijn deze verstoken van water⁶. 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).

5. Het weer in gebruik nemen

Na de reparatie blijven bepaalde afsluiters nog gesloten in verband met het beoordelen van de waterkwaliteit [7], zodat eventuele verontreinigingen niet door het leidingnet worden verspreid. Na goedkeuring van de waterkwaliteit worden alle afsluiters weer open gezet. Na afronding van de reparatie zullen de afsluiters weer worden geopend. Het is van belang dat dit zorgvuldig gebeurt, dat daadwerkelijk alle afsluiters worden geopend 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 leidingbreuk. 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 tot en met 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 PCD 2 [8].

5.3.6 Bediening van afsluiters en opleiding van monteurs

De bediening van afsluiters moet met zorg en kennis 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 moet worden gehouden (aantal slagen, draairichting, maximaal draaimoment, aandacht voor minder duurzame (kunststof) afsluiters, et cetera);
- 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.

Monteurs moeten worden geïnstrueerd over het gebruik van afsluiters, met name om te snel openen of sluiten te voorkomen (ter voorkoming van waterslag) en om afsluiters te vast aan te draaien. Om monteurs bewust te maken van de effecten van onoordeelkundig gebruik van een afsluiter heeft drinkwaterbedrijf Vitens een speciaal ingerichte trainingsopstelling ingericht (proeftuin in Lelystad).

5.4 Sloop

5.4.1 Buiten gebruik stellen van afsluiters

Een drinkwaterbedrijf kan ervoor kiezen een afsluiter die niet noodzakelijk is buiten bedrijf te stellen. In veel gevallen zal de afsluiter niet geheel worden verwijderd, maar worden 'afgetuigd'. Dit wil zeggen dat de straatpot wordt verwijderd en de oorspronkelijke bodembedekking wordt aangebracht. Het is van belang dat in het LIS gegevens beschikbaar blijven over afgetuigde afsluiters. Drinkwaterbedrijven blijven verantwoordelijk voor dit object, wat van belang kan zijn bij informatieverzoeken in het kader van de WIBON [26]. Daarnaast is het belangrijk

⁶ 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 is met name het geval als er sprake is van het aanbrengen van een reparatiekleem.

informatie over afgetuigde afsluiters te behouden, aangezien die 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 RCA

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 aandacht hiervoor te zijn toegenomen. De projectgroep (zie 'Voorwoord') geeft aan dat methodiekontwikkeling rondom exit beoordelingen van afsluiters en RCA van faaloorzaken is gewenst. Een aanzet hiervoor is gegeven in Bijlage III van deze praktijkcode.

Door te werken op basis van uniforme definities en werkwijzen kunnen ervaringen van drinkwaterbedrijven beter worden gedeeld en kan de sector haar belangen beter behartigen.

5.4.3 Samenhang met renovatiebeleid van leidingen

Drinkwaterbedrijven gaan steeds meer over op planmatige vervanging van het leidingnet, waarbij prioriteiten worden bepaald door (i) een bedrijfseigen risicoanalyse waarbij leidingen die een hoger risico vertegenwoordigen eerder worden vervangen of (ii) 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:

- Bij het vervangen van leidingen zullen afsluiters vaker worden gebruikt. 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 zullen worden vervangen. Het is vooral van belang dat de afsluiters die zich op de grenzen van het vervangingswerk bevinden en niet worden vervangen, worden geïnspecteerd.
- Bij vervangingsvraagstukken zal de conditie en levensduur van leidingen bepalend zijn en spelen afsluiters in de gezamenlijke afweging een ondergeschikte rol.
- In het algemeen zullen afsluiters in leidingen die worden vervangen niet worden hergebruikt. Afsluiters van leidingen met een korte levensduur die vanwege een reconstructie worden vervangen, kunnen daarop een uitzondering vormen.
- In het kader van het hergebruik van materialen (circulaire economie) is het aan te bevelen na te gaan in hoeverre (onderdelen van) afsluiters kunnen worden hergebruikt (zie hiervoor subparagraaf 5.2.3).

6 Prioritering van afsluiters 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 hiermee wil worden bereikt. 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 de mondiale norm NEN-ISO 55.000 op te stellen Strategisch Assetmanagement Plan (SAMP) of een strategische risicomatrix. In de hieronder beschreven werkwijze wordt een risicobenadering uiteengezet die is gericht op het beheersen van de negatieve effecten als gevolg van een leidingbreuk door middel van goed afsluiterbeheer.

Er dient een operationele risicomatrix te worden opgesteld waarbij alle afsluiters zijn ingedeeld 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 assetmanagement. 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 groepen consumenten (operationele voorwaarde). Voor een voorbeeld, zie subparagraaf 6.3.3.

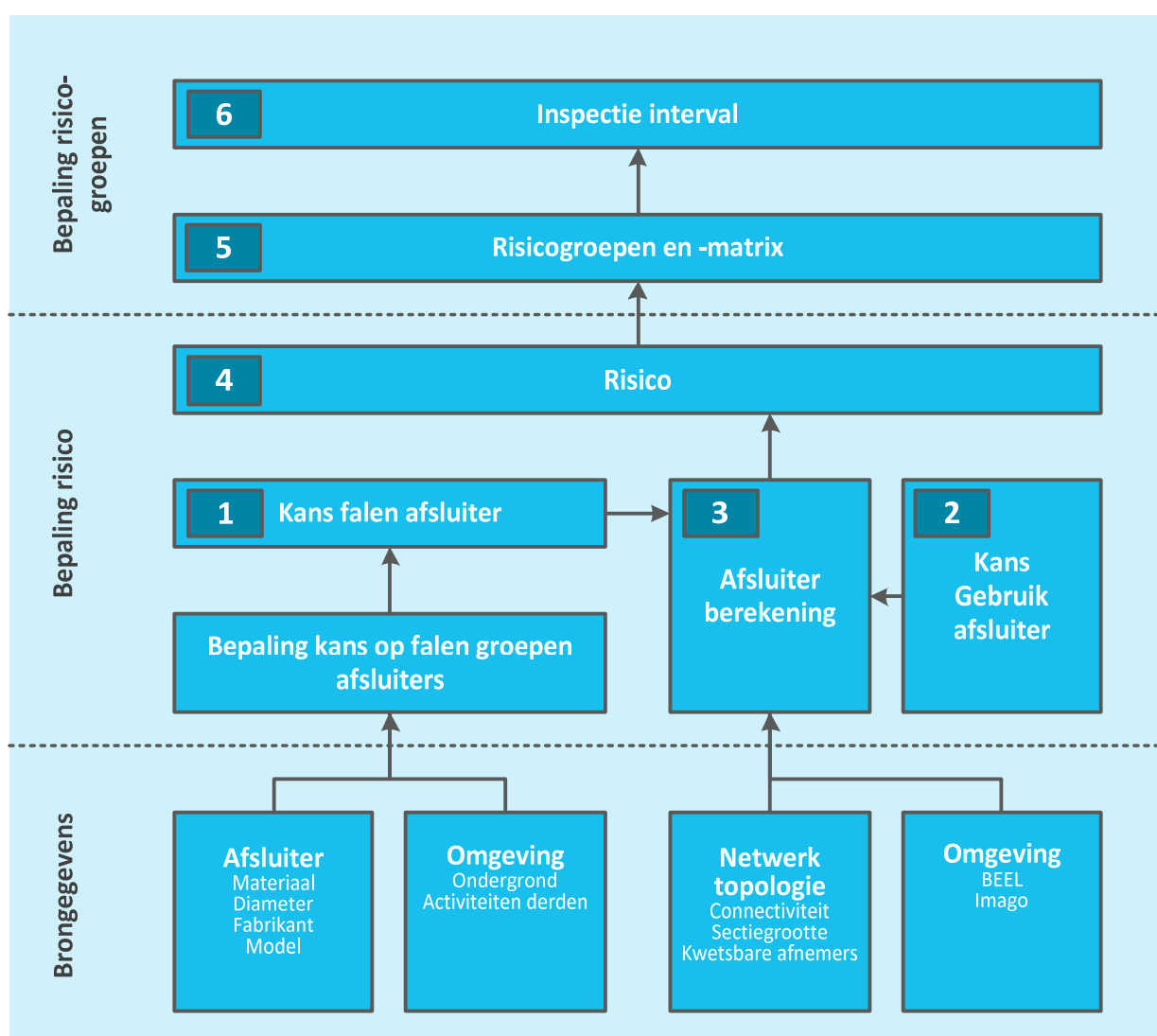
6.3 Risicobenadering voor faalttype I

6.3.1 Analyse kader

Het proces om te komen tot een onderbouwing voor risicogestuurd beheer van afsluiters gericht op faalttype 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 is 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 te worden gemaakt dat resultaten die zijn 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 (breuk) in het leidingnet. Deze kans wordt doorgaans gedefinieerd als een storingsfrequentie (aantal storingen per km per jaar) die (bijvoorbeeld op basis van informatie uit USTORE) kan worden vastgesteld.

3. De afsluiterberekening is een berekening waarbij voor elke individuele afsluiter een risicogetal wordt bepaald 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 afsluiters (bepaalt het effect van falen).
 De wijze waarop deze berekening kan worden uitgevoerd, is toegelicht in subparagraaf 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 afsluiter-risicogroepen gedefinieerd, zie subparagraaf 6.3.3. Op basis van de risicogroepen kan een risicomatrix worden opgesteld.
6. Aan elke risicogroep wordt vervolgens een inspectie-interval gekoppeld. Er zijn ook afsluiters die in het geheel niet hoeven te worden geïnspecteerd, omdat het risico van falen verwaarloosbaar is.



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

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

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

Overigens wordt 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 faaltyp I

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

- Een methode die is gebaseerd op het gebruik van rekenmodellen zoals CAVLAR⁷ ('Criticality Analysis Valve Locations And Reliability') of Rasmariant⁸

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 die worden genoemd in onderdeel 5.3.3.2) van een leveringsgebied. Doordat er wordt gerekend 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 een serie falen) wordt meegenomen in de berekening van het effect van falen. Ook verschillende combinaties van falende afsluiters worden berekend.

- Een methode waarbij per afsluiter uitsluitend de naastliggende secties worden vergeleken
Per afsluiter wordt bepaald aan welke twee secties deze afsluiter is verbonden. Voor deze twee secties worden verschillende effectparameters bepaald, zoals de OLM en de eventuele aanwezigheid van bijvoorbeeld kwetsbare of grote consumenten. 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 is verbonden. De uitkomst van deze methode is een effectgetal waarin de kans op gebruik is verdisconteerd. Deze informatie moet nog worden gecombineerd 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 is te koppelen. 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 wordt bepaald.

6.3.3 Risicogroepen – voorbeeld

Het onderstaande voorbeeld van drinkwaterbedrijf Dunea is ter illustratie opgenomen. Ook andere drinkwaterbedrijven hanteren een risicogestuurde aanpak van afsluiteronderhoud. KWR Water Research Institute heeft voor dit drinkwaterbedrijf 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].

⁷ In Bijlage II van Rapport BTO 2018.058 [1] is een uitgebreide beschrijving gegeven van de OLM-bepaling met CAVLAR.

⁸ Een product van de firma Rolsch, zie <https://www.rolsch.nl/>

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 ‘Basisregistratie Grootchalige Topografie’ (BGT) 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 vóór 1980 en vanaf 1980. Op basis van beide faaloorzaken zijn de afsluiters ingedeeld in drie faalcategorieën: (a) ≥ 1980, geen begroeiing; (b) < 1980, geen begroeiing of ≥ 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 (met het bovenste punt de hoogste effectwaardering en het onderste punt de laagste):

- 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 m³/jaar of verbruikers met een sprinklerinstallatie;
- op een distributieleiding met een diameter ≥ 200 mm;
- op een locatie die leidt tot een verhoogde OLM (grotere sectie).

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 3 x 5 cellen, die zijn beoordeeld in vier 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 ≥1980, geen begroeiing					
	2 <1980, geen begroeiing of ≥1980, begroeiing					
	3 <1980, begroeiing					

6.4 Risicobenadering voor faaltype II

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

- Waterkwaliteit, het volume stilstaand water, dat is 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 is geaccepteerd [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 worden bepaald door gebruik te maken van een hydraulisch model zoals InfoWorks of EPANET.

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

7 Inspectie en -onderhoud van afsluiters (Do)

7.1 Inspectieprotocol – foutenboom

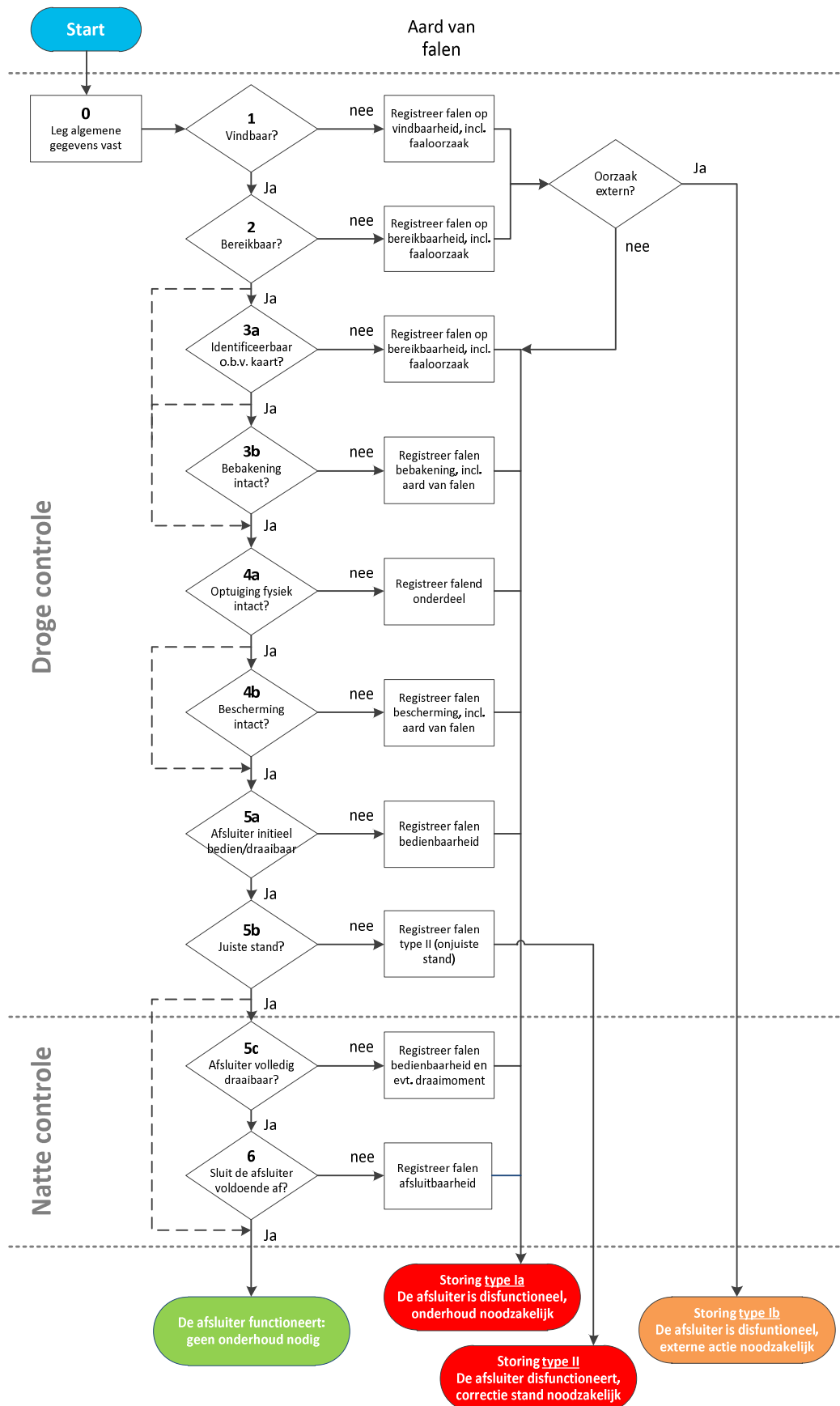
De foutenboom voor falen van afsluiters is afgeleid van de foutenboom voor het falen van brandkranen die in 2004 is opgesteld [19]. Binnen BTO is deze foutenboom voor brandkranen vertaald naar een controlemethodiek voor afsluiters [20]. In *Figuur 7-1* is een foutenboom weergegeven die wordt doorlopen bij een afsluitercontrole (tijdens inspectie of gebruik van de afsluiter). Drinkwaterbedrijven kunnen deze foutenboom als uitgangspunt 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 afsluiters. In deze praktijkcode wordt een breder doel omschreven, namelijk het beheer van afsluiters. 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 worden toegepast (meestal uitsluitend bij transportafsluiters gelegen in groenstroken). Deze zijn volledigheidshalve opgenomen.
- Het onderdeel draaibaarheid⁹ (bedienbaarheid) is opgedeeld in drie elementen: stappen 5a, 5b en 5c uit *Figuur 7-1*. Hiervoor is gekozen omdat uit onderzoek (BTO) 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 kunnen worden vastgelegd, 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 het 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 wordt gerapporteerd naar aanleiding van inspecties.

Deze 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 worden gecontroleerd. In *Figuur 7-1* valt het enkele slagen draaien van de afsluiter daarom onder een droge inspectie, conform de beschrijving in § 2.1 van deze praktijkcode.

Opgemerkt wordt dat gegevens afkomstig van registraties tijdens het gebruik van afsluiters van grotere waarde zijn dan gegevens die verkregen zijn tijdens een inspectie. Tijdens gebruik, (lekkage, spuien, et cetera) zullen monteurs beter hun best doen om een afsluiter te laten functioneren. Het is daarom belangrijk bij de registratie dit onderscheid te maken.

⁹ 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 onderbroken lijnen betreffen activiteiten die als facultatief kunnen worden gezien).

In Figuur 7-1 is in het geval van falen een onderscheid gemaakt tussen acties die het drinkwaterbedrijf zelf moet uitvoeren (rood ingekleurd) en acties waarvoor het drinkwaterbedrijf externe partijen moet benaderen (oranje ingekleurd). Het is aan de bedrijven om vervolgens aan te geven wat de prioriteit is van meldingen van falen. Hierbij is het logisch het eerder genoemde onderscheid aan te geven tussen kritisch en niet-kritisch falen, zie § 2.2.

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, et cetera. Dergelijke reparaties zijn voornamelijk te kenmerken als niet-kritisch falen (faaltype I_{nk}) en worden veelal gelijk na een inspectie uitgevoerd.

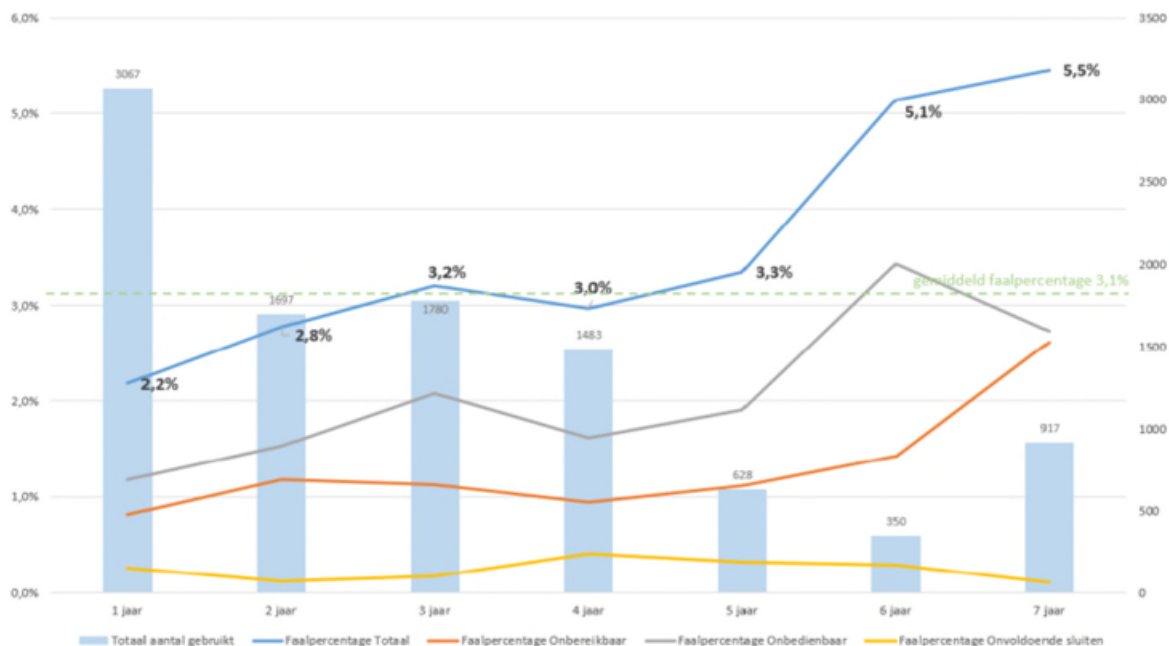
8 Analyse (Check)

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 die zijn 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 RCA's 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.
- Et cetera.

Een voorbeeld van kennis die wordt verkregen uit registratie is gegeven in *Figuur 8-1*. Uit deze figuur blijkt dat het niet-functioneren toeneemt als inspecties minder frequent worden uitgevoerd dan eens in de vijf jaar.



Figuur 8-1 De relatie tussen faalpercentage afsluiters en inspectie-interval ten opzichte van de laatste inspectie (bron: Brabant Water).

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 moeten worden gemaakt. Hiervoor is het noodzakelijk om een eerste statistische analyses uit te voeren van het falen van afsluiters en ervaring op te doen met de op te stellen methodiek van een RCA.

9 Evaluatie (Act)

9.1 Inleiding beheermaatregelen

Wanneer in de praktijkcode onderdelen uit de PDCA-cyclus voor afsluiters eenmaal zijn doorlopen, kan worden nagegaan of de gestelde doelen (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, kan aanpassing van werkzaamheden plaatsvinden en/of kunnen maatregelen worden genomen om ongewenste risico's van falende afsluiters te mitigeren. In de volgende subparagrafen worden beheersmaatregelen toegelicht voor zowel faalttype I als faalttype II. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen kansreducerende maatregelen en effectreducerende beheermaatregelen. Opgemerkt wordt dat deze lijst niet volledig is.

9.2 Beheermaatregelen faalttype I

9.2.1 Faalkansreducerende maatregelen

De volgende beheersmaatregelen zijn nodig om de kans op faalttype I te verlagen.

- Inspectie-interval verkorten
Dit heeft met name nut wanneer er sprake is van tijdsafhankelijk falen, vooral 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 onderzoek (BTO) blijkt dat het volledig dicht- en opendraaien bij de meeste afsluiters tot een veel betere bedienbaarheid leidt, zeker wanneer hierbij ook wordt geschuurd [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.

9.2.2 Afsluiter aftuigen

Wanneer uit de afsluiteranalyse blijkt dat de afsluiter vrijwel geen toegevoegde waarde heeft voor het reduceren van OLM bij een incident, kan ervoor worden gekozen de afsluiter af te tuigen (het opbouwgarntuur en de straatpot te verwijderen). Het is in dat geval noodzakelijk dit in het LIS vast te leggen (en de afsluiter dus niet uit het systeem te verwijderen).

9.2.3 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 verplaatsen van afsluiters. De volgende beheersmaatregelen zijn nodig om het effect op faalttype 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 kunnen worden geïsoleerd.
- 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 wordt beïnvloed 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 worden gemaakt aan welke eisen moet worden voldaan bij de uitvoering van de werkzaamheden. Overigens is het ook mogelijk om te bepalen dat uitsluitend het eigen personeel (bepaalde categorieën) afsluiters mag bedienen.
- Een goede registratie van het openen of sluiten van afsluiters.
- Reguliere controle van scheidingsafsluiters.
- Uitvoeren van vergelijkingen van gemeten en voorspelde drukken op grond van een hydraulisch model, zie voor een dergelijke methode [26] en [28].

9.3.2 Effectreducerende maatregelen

Er zijn vooralsnog geen beheersmaatregelen bekend waarmee het effect van faalttype II kan worden verlaagd.

10 Format 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 kunnen worden vastgelegd. *Tabel 10-1* geeft een overzicht van aanbevolen statische gegevens en de wijze waarop dit kan worden gedaan. Drinkwaterbedrijven kunnen desgewenst hieraan onderdelen toevoegen of hieruit verwijderen.

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

Attribuut	Beschrijving
Identificatiecode	Uniek identificatienummer afsluiter <ul style="list-style-type: none"> • numerieke waarde of tekstwaarde (afh. van bedrijf)
X-coördinaat	X-coördinaat van locatie van de afsluiter. <ul style="list-style-type: none"> • numerieke waarde
Y-coördinaat	Y-coördinaat van locatie van de afsluiter. <ul style="list-style-type: none"> • numerieke waarde
Z-coördinaat	Z-coördinaat van locatie van de afsluiter, dit met oog op een steeds drukkere 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"> • numerieke waarde
Materiaal	Materiaal waarvan het afsluiterhuis gemaakt is. <ul style="list-style-type: none"> • selectie van tekstwaarden <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grijs gietijzer • Nodulair gietijzer • Staal • Polyvinylchloride (PVC)
Product	Naam product (aan te passen door bedrijf) <ul style="list-style-type: none"> • Tekstwaarde
Batch	Batchcode of –nummer. <ul style="list-style-type: none"> • Tekstwaarde
Extra informatie, voor bepaalde typen afsluiters	Naam leverancier/importeur. per bedrijf in te vullen <ul style="list-style-type: none"> • Tekstwaarde

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

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

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

10.2 Dynamische gegevens over inspectie en gebruik van afsluiters, faaltype I

10.2.1 Vastlegging algemene gegevens

Voorafgaand aan een daadwerkelijke inspectie dienen de volgende gegevens te worden vastgelegd, zie *Tabel 10-2*. Attributen die weergegeven zijn in **blauw** dienen door de monteur handmatig te worden geregistreerd. Andere gegevens worden onttrokken aan het (LIS-)systeem.

Tabel 10-2 Mogelijke registratie van de inspectie van afsluiters.

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

10.2.2 Vindbaarheid

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

Tabel 10-3 Mogelijke registratiegegevens over de vindbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Vindbaar	Is de afsluiter vindbaar (binnen de afgesproken tijdslimiet)? <ul style="list-style-type: none"> • selectie van tekstwaarden <p><i>Mogelijke waarde:¹⁰</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Afsluiter is vindbaar • Afsluiter is niet vindbaar omdat deze onder klinkers of asfalt ligt • Afsluiter is niet vindbaar omdat de straatpot afwezig is • Afsluiter is niet vindbaar omdat XY-coördinaten onjuist zijn • Afsluiter is niet vindbaar omdat de ID in het GIS/kaart onjuist is

Bedrijven kunnen voor het vaststellen van falen op vindbaarheid in geval van een inspectie een tijdslimiet hanteren, bijvoorbeeld 'binnen 5 minuten'. Er wordt opgemerkt dat een onjuiste notatie in het GIS wordt gezien 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.

¹⁰ Bedrijven kunnen dit zelf indelen

10.2.3 Bereikbaarheid

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

Tabel 10-4 Mogelijke registratiegegevens over de bereikbaarheid van afsluiters.

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

10.2.4 Identificeerbaarheid

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

Tabel 10-5 Mogelijke registratiegegevens over de identificeerbaarheid van afsluiters.

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

Er wordt opgemerkt dat een onjuiste notatie in het GIS wordt gezien 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 de bedienbaarheid van afsluiters met oog op opbouw.

Attribuut	Beschrijving
Straatpot/deksel	<p>Is de straatpot intact?</p> <ul style="list-style-type: none"> selectie van tekstwaarden <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> De straatpot en deksel zijn in goede staat en zijn te openen Het deksel is kapot

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

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 de 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><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • De spindel is in orde • De afsluiter is enkele slagen draaibaar en loopt dan vast • De afsluiter kan niet gedraaid worden, zit vast • De afsluiter kan niet gedraaid worden, draait door • De afsluiter kan niet gedraaid worden, objecten bovengronds • De spindelkop is beschadigd, maar de sleutel kan nog gedraaid worden • De spindelkop is beschadigd, de sleutel kan niet meer gedraaid worden
Weerstand	<p>De weerstand tegen draaien van de afsluiter is dusdanig dat deze niet gesloten kan worden</p> <p>selectie van tekstwaarden</p> <p><i>Mogelijke waarde:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • geen weerstand • weerstand op te lossen met schuren • Weerstand niet op te lossen met schuren

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

Tabel 10-8 Mogelijke registratiegegevens over de 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"> • numerieke waarde • gemeten in Nm
Aanvangsmoment	Wat is het aanvangsmoment van de afsluiter (benodigd moment voor loskomen schuif/spindel) <ul style="list-style-type: none"> • numerieke waarde • gemeten in Nm
Maximum gemeten moment	Wat is het maximum gemeten moment van de afsluiter over het gehele traject van sluiten? <ul style="list-style-type: none"> • numerieke waarde • gemeten in Nm
Draaibaarheid	Vaststelling draaibaarheid <ul style="list-style-type: none"> • selectie van tekstwaarden Mogelijke waarde: <ul style="list-style-type: none"> • Het max. gemeten moment is <i>lager</i> dan het maatgevend moment • Het max. gemeten moment is <i>hoger</i> dan het maatgevend moment

10.2.7 Afsluitbaarheid

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

Tabel 10-9 Mogelijke registratiegegevens over de afsluitbaarheid van afsluiters.

Attribuut	Beschrijving
Afsluitbaar	Is de afsluiter voldoende afsluitbaar? <ul style="list-style-type: none"> • selectie van tekstwaarden Mogelijke waarde <ul style="list-style-type: none"> • Afsluiter is voldoende afsluitbaar (< 10 m³/h lekkage) • De afsluiter sluit niet voldoende af (zie ook \$Error! Reference source not found.).

10.2.8 Vastlegging vervolgacties

Na de uitvoering van een inspectie dient te worden aangegeven of er ter plekke acties zijn uitgevoerd 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? <ul style="list-style-type: none"> • selectie van tekstwaarden Mogelijke waarde <ul style="list-style-type: none"> • 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:

Tabel 10-11 Mogelijke registratiegegevens voor faaltype II.

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

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 worden bewaard (niet worden overschreven) en dat er consequent van een vergelijkbare ID wordt gebruik gemaakt. Omdat drinkwaterbedrijven ertoe over gaan sommige afsluiters niet meer of met lange tussenpozen te inspecteren, is het belangrijk dat gegevens ook na vele jaren (denk aan een periode van circa 20 jaar) beschikbaar zijn.

10.5 Kwaliteitsborging van gegevens

Voor kwaliteitsborging van gegevens wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 9 voor storingsregistratie [9], hoofdstuk 7.

11 Voorziene technische ontwikkelingen

11.1 Technieken voor in het veld

Ontwikkelingen op het gebied van de verbeterde registratie van afsluiters zijn onder meer:

- Smartvalve
Een applicatie die het aantal omwentelingen per afsluiter kan bijhouden en die via een app op een smartphone kan weergeven, zie: <https://smartvalve.co.uk/>.
- Automatische afsluitersleutel waarbij gegevens over de afsluiter (ID, maximum draaimoment, aantal slagen, et cetera) digitaal beschikbaar zijn en waarbij er een beveiliging is tegen te hard en te krachtig draaien, zie <https://www.hawle-service.at/en/products/gate-valve-maintenance>.
- Automatische afsluitersleutel
Zie BTO [1] en <https://www.3s-antriebe.de/>
- AVK - VIDİ Positioner
Een meetapparaat op een afsluitersleutel dat de positie van schuifafsluiters aangeeft, de stand van een schuifafsluiter detecteert en de gegevens draadloos verzendt, zie <https://www.avkuk.co.uk/en-gb/product-finder/smart-water-products/smart-hydrants/3002-100-001>
- Op afstand bestuurbare afsluiters.
- Luistertechnieken om afsluiters te controleren.
- Drinkwaterbedrijf Vitens is FMECA's ('Failure Mode Effect & Criticality Analysis') aan het opstellen voor afsluiters en wil informatie verzamelen over het aantal slagen voor het openen en dichtdraaien afsluiters.

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 waarvan is vergeten die dicht te draaien (Falen Type II). Er is een TKI-project in voorbereiding om dit nader uit te werken.

12 Aanbevelingen

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

Drinkwaterbedrijven

- Voer systematisch inspecties van afsluiters uit, registreer noodzakelijke gegevens en voer analyses uit als basis voor verdere kennisopbouw over het beheer van afsluiters.
- Ontwikkel prestatie-indicatoren voor faaltype I en faaltype II, en pas deze toe en evalueer (PDCA).
- Geef van grote afsluiters in het LIS aan hoeveel slagen nodig zijn voor het openen of sluiten van een afsluiter.
- Onderzoek de toepassing en de juiste inzet van mechanische afsluitersleutels.
- Organiseer regelmatig expertsessies waarvan vooral jongere medewerkers kunnen leren van ervaringen van oudere medewerkers over eigenschappen van verschillende typen afsluiters en faalwijzen.

De Begeleidingsgroep Praktijkcodes

- In deze editie van de praktijkcode PCD 15 ligt de nadruk op het registreren van inspecties en afsluiteronderhoud. Voor een volgende versie wordt de aanbeveling gedaan om meer aandacht te geven aan de analyse van registratiegegevens, nadat hiermee voldoende ervaring is opgedaan.
- Neem in een volgende editie van deze praktijkcode de automatische (intelligente) afsluitersleutel op, in het geval deze wordt toegepast.
- Omdat de toepassing van afsluiterbeheer bij de drinkwaterbedrijven zich snel ontwikkelt, kan het zijn dat actualisatie al eerder dan de gebruikelijke periode van 5 jaar noodzakelijk is.

Drinkwaterbedrijven en KWR Water Research Institute (in verband met kennisontwikkeling)

- Ontwikkel een methodiek voor het vaststellen oorzaken van storingen, bijvoorbeeld de methodiek van RCA bij afsluiters en doe hiermee praktijkervaring op.
- Ga na of de laatste bullet van de vorige alinea ('Omdat de toepassing') besproken aanpak ook toepasbaar is op andere appendages, zoals brandkranen en ontluchtingsventielen.
- Voer een marktverkenning uit naar technieken die kunnen vaststellen of afsluiters daadwerkelijk zijn gesloten.

13 Literatuur

- [1] Moerman, A., Vossen, J. van, en Agudelo-Vera, C.M. (2018): 'Beheer van Afsluiters - Handleiding en achtergronden', rapport [BTO 2018.058](#), Nieuwegein.
- [2] Meerkerk, M.A. (2020): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)', praktijkcode [PCD 3:2020](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [3] Staatscourant (2011): '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)' van 29 juni 2011, nr. 11911, 18 juli 2011 (oorspronkelijke editie)
Staatscourant (2017): 'Regeling van de Minister van Infrastructuur en Milieu van 12 april 2017, nr. IENM-BSK-2017/55565 tot wijziging van de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening (technische aanpassingen 2017)' van 21 april 2017 (<https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2017-20932.pdf>), nr. 20932, datum inwerkingtreding 1 juli 2017
vigerend vanaf 1 juli 2017: [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)
- [4] Meerkerk, M.A. (2018): 'Wet- en regelgeving in Nederland voor onderdelen van drinkwaterleiding(nett)en; *Een toelichting op de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' (versie 1 juli 2017)*', praktijkcode [PCD 12:2018](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [5] Staatsblad (2009): Drinkwaterwet van 18 juli 2009, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2009, nummer 370, 3 september 2009 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 1 juli 2022: [Drinkwaterwet](#)
- [6] Mesman, G.A.M., Beuken, R.H.S. en Meerkerk, M.A. (2016): 'Conditiebepaling voor drinkwaterleidingen' praktijkcode [PCD 6:2016](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [7] Meerkerk, M.A. (2021): 'Hygienecode Drinkwater; *Deel 4: Opslag, transport en distributie*', praktijkcode [PCD 1-4:2021](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [8] Mesman, G.A.M., en Meerkerk, M.A. (2015): 'Sediment in drinkwaterleidingen; *Beoordelen en beheersen*', praktijkcode [PCD 2:2015](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [9] Beuken, R.H.S., en Moerman, A. (2017): 'Uniforme storingsregistratie (USTORE); Praktijkcode voor het beheer van storingsregistratie van leidingnetten', praktijkcode [PCD 9:2017](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [10] Beuken, R.H.S. (2022): 'Controlemethodiek brandkranen', praktijkcode [PCD 7:2022](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [11] Mesman, G.A.M. (2016): 'Automatische registratie afsluiterstanden', rapport [KWR 2016.050](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [12] Vreeburg, J. (2012): 'Onderhoud afsluiters', rapport [KWR 2012.070](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [13] iAMpro, [Onderhoudsmanagement - iAMPro \(iampro-portaal.nl\)](#), bezocht op 20 oktober 2020.
- [14] AVK, <https://www.avknederland.nl/nl-nl/zoek-product/schuifafsluiters/zachtdichtende-schuifafsluiters/01-80-0035>, bezocht op 21 oktober 2020.

- [15] AVK, <https://www.avknederland.nl/nl-nl/zoek-product/accessoires/inbouwgarnituur/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, [Afsluiters, brandkranen, koppelingen, straatpotten en accessoires - AVK Nederland BV](#), bezocht op 20 oktober 2020.
- [18] Econosto, <https://www.econosto.nl/>, bezocht op 20 oktober 2020.
- [19] Wielen, J.M.L. van der (2004): 'Controlemethodiek brandkranen', rapport [KWR 04.054](#), Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [20] Vloerbergh, I., en Thienen, P. van (2010): 'Controlemethodiek afsluiters', rapport [BTO 2010.020](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- [21] Summeren, J.R.G. van, Vries, D., en Thienen, P. van (2018): 'De inzet van sensorgegevens en modellen voor waterkwaliteitsvraagstukken', in H₂O-Online [Microsoft Word - 1803-04 def H2O sensorgegevens en modellen voor waterkwaliteitsvraagstukken 180116 red2.docx \(wur.nl\)](#)
- [22] Staatsblad (2018): 'Wet van 21 februari 2018, houdende regels over de informatie-uitwisseling betreffende bovengrondse en ondergrondse infrastructuur van netten en netwerken ter voorkoming van graafschade en ter bevordering van de aanleg van elektronische communicatienetwerken met hoge snelheid, alsmede wijziging van de Telecommunicatiewet ter bevordering van medegebruik van fysieke infrastructuur en van de gecoördineerde aanleg van civiele werken (Wet informatie-uitwisseling bovengrondse en ondergrondse netten en netwerken)', nummer 73, 16 maart 2018 ([oorspronkelijke editie](#))
vigerend vanaf 2 maart 2022: [WIBON](#)
- [23] Rosenthal, L.P.M., Mesman, G.A.M., Koning, M. de (2001): 'Key Criteria for Valve Operation and Maintenance', rapport [BTO 2001.155 \(s\)](#), Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [24] Trietsch, E.A., en Schaap, P.G. (2006): 'Betrouwbaarheid van afsluiters en sectie-isolaties', rapport [BTO 2006.016](#), Kiwa Water Research, Nieuwegein.
- [25] Beuken, R.H.S., en Moerman, A. (2018): 'Efficiënt beheer van afsluiters bij Dunea', rapport KWR 2018.097, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [26] Blokker, E.J.M., Mesman, G.A.M., en Hillebrand, B. (2019): 'Druksensoren in de watermeter om lekken te vinden', rapport [KWR 2019.115](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [27] Wols, B.A., Bertelkamp, C., en Beuken, R.H.S. (2017): 'Risico's en risicobeoordelingsmethodieken voor zuiveringsinstallaties', rapport [BTO 2017.032](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [28] Quintiliani, C. (2021): 'DMA Fingerprinting Fase II', rapport KWR 2021.007, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.
- [29] Haak, A., en Schoonderwaldt, D. (2018): 'Handreiking risicogestuurd beheer en onderhoud van waterkeringen', rapport [STOWA 2018-59](#), Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, Amersfoort.
- [30] Moerman, A., en Beuken, R.H.S. (2020): 'Afsluiterbeheer', praktijkcode [PCD 15:2020](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

I Begrippen met bijbehorende omschrijvingen, en afkortingen

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 subparagraaf 4.2.6

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

Afsluiterbetrouwbaarheid

De kans dat een afsluiter voldoet aan de gestelde functioneringscriteria (vast te stellen met steekproef op populatie afsluiters) (bron: rapport BTO 2006.016 [24], rapport BTO 2010.020 [20])

Aftuigen

Het verwijderen van de opbouw van een afsluiter. Hiermee blijft de afsluiter aanwezig in het net, maar kan deze niet meer bediend worden.

Analyse

Het op bepaalde punten bekijken en onderverdelen van de geregistreerde data teneinde uitspraken te kunnen doen over benodigd onderhoud en afsluiterbetrouwbaarheid (bron: rapport BTO 2010.020 [20])

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.

Bereikbaar

Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij wordt bepaald of de afsluiter (al dan niet) dusdanig kan worden bereikt zodat deze bedienbaar is

BGT: Basisregistratie Grootchalige Topografie (een open data standaard van de Rijksoverheid)

BTO: BedrijfsTakOnderzoek

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 (bron: rapport BTO 2010.020 [20])

CI: 'Customer Interruptions'

Falen van een afsluiter

Een toestand waarin een afsluiter zijn toegewezen functie niet kan uitoefenen of waarin dit in de toekomst niet is te waarborgen. Deze toevoeging heeft betrekking op aspecten die onderhoud vergen¹¹, zie verder § 2.2.

FT: Functioneel Testen

GAO: Gebruiksduur-Afhankelijk Onderhoud

Gebruik van een afsluiter

De inzet (sluiten of openen) van een afsluiter met als doel het beïnvloeden van de waterstroom

GIS: Geografisch InformatieSysteem

Identificeerbaar

Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij wordt bepaald of een afsluiter in het veld (op basis van locatie en/of nummer) te relateren is aan het digitale systeem waarin de assetgegevens zijn opgeslagen

Impact

Het aantal aansluitingen dat gedurende (de isolatie van) een incident in een bepaalde sectie geen water heeft geleverd gekregen (bron: rapport BTO 2006.016 [24])

Inspectie

Het op een specifiek moment meten van de toestand van een leiding of appendage volgens een gespecificeerde onderzoeksmethode (bron: praktijkcode PCD 3 [2])

Inspectie van een afsluiter

Het controleren van de functionaliteit van een afsluiter op basis van een vastgestelde werkwijze

KPI: 'Key Performance Indicator' (kritieke prestatie-indicator)

Opbouw

Die onderdelen die noodzakelijk zijn voor het kunnen bedienen van een afsluiter, te weten de straatpot, het deksel en de opbouwgarntuur

PI: Prestatie Indicator

PDCA: 'Plan-Do-Check-Act' ('Deming-circle', process van continue kwaliteitsverbetering)

Preventief onderhoud

Het inspecteren en controleren van afsluiters en op basis van de bevindingen ondernemen van acties gericht op het behoud van functionaliteit (bron: rapport BTO 2010.020 [20])

RCA: 'Root Cause Analysis' (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-document [29], zie Bijlage III.)

Registratie

Het geordend noteren en opslaan (in een database) van de bevindingen van afsluitercontrole (preventief) of de

¹¹ Drinkwaterbedrijven hanteren voor falen tevens het begrip 'storen'. Voor de eenduidigheid wordt hier uitsluitend het begrip falen gehanteerd.

oorzaken en kenmerken van falen (correctief) teneinde informatie te verzamelen over de staat van het afsluiterbestand (bron: rapport BTO 2010.020 [20])

Reparatie

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 (bron: rapport BTO 2020.020 [20])

SAMP: Strategisch Assetmanagement Plan

SAO: Storings-Afhankelijk Onderhoud

Schuifafsluiter

Een afsluiter waarbij afdichting wordt verkregen door een schuif die zich loodrecht op de as van de leiding bevindt

TAO: Toestands-Afhankelijk Onderhoud

TKI: Topconsortium voor Kennis en Innovatie

Verhoudingsgetal

De impact gedeeld door het aantal aansluitingen in een 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 (bron: rapport BTO 2006.016 [24]).

Vervanging

Zie 'reparatie'

Vindbaar

Functioneringscriterium; onderdeel van afsluiterinspectie waarbij wordt bepaald of de afsluiter (al dan niet) kan worden gevonden op basis van een positie op de kaart of het GIS

Vlinderklep

Een afsluiter waarbij afdichting wordt verkregen door een klep die zich in de stroombaan bevindt een kwartslag om zijn as te draaien

Voorkeurstand

De stand die een afsluiter onder normale bedrijfsomstandigheden moet hebben. Deze stand is over het algemeen in het LIS vastgelegd (bron: rapport KWR 2016.050 [11]).

II Foto's van afsluiters

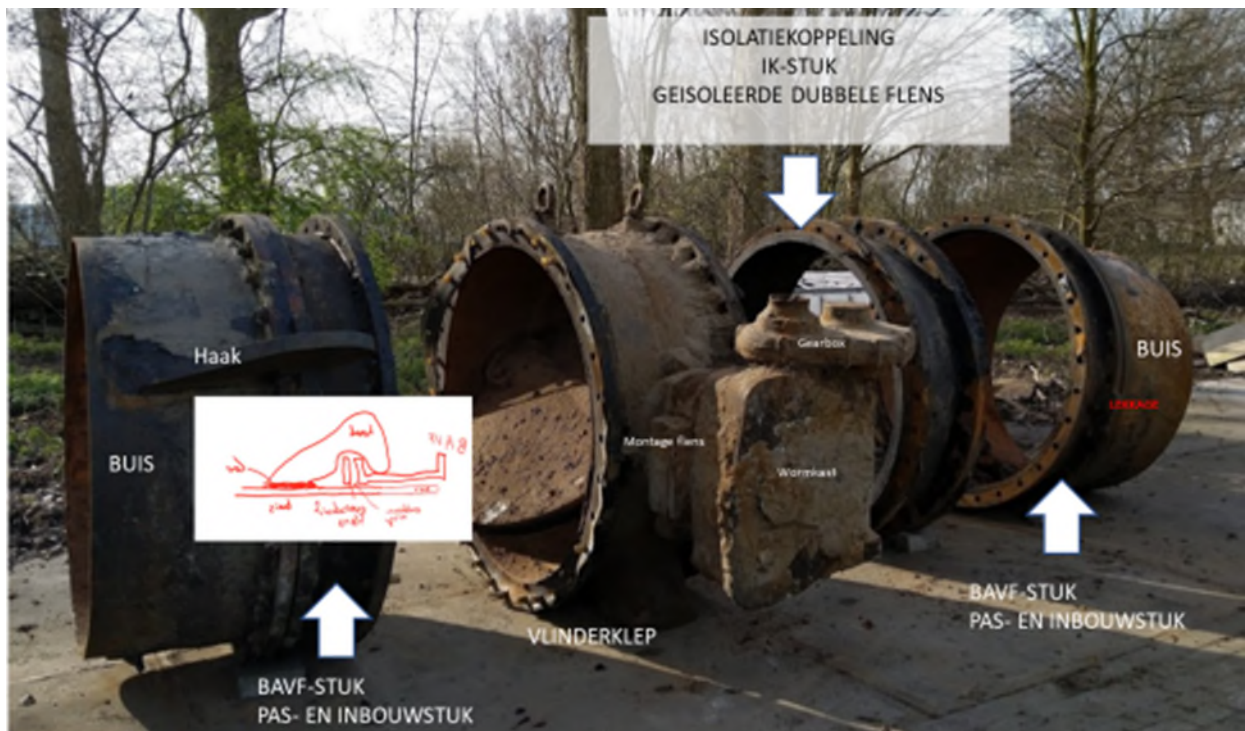
In deze bijlage zijn foto's van afsluiters opgenomen die kunnen worden gebruikt voor instructies over het beheer daarvan.



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



PWN: Foto van een vervangen afsluiter waarbij de afdichtingsring is verdwenen.



Evides: 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.



Oude afsluiter en nieuw aangelegde afsluiter, Dunea

III ‘Root Cause Analysis’ (RCA)

De inhoud van deze bijlage is tot stand gekomen door informatie van de volgende webpagina's:

- [Root Cause Analysis - Root Cause Analysis \(weebly.com\)](https://www.weebly.com)
- <https://www.toolshero.nl/probleem-oplossen/root-cause-analyse/>
- [The 5 P's™ of Root Cause Analysis - Empowering Pumps and Equipment](https://www.empoweringpumps.com/the-5-ps-of-root-cause-analysis-empowering-pumps-and-equipment)
- [http://valves.larsentoubro.com/Customercare/documents/Report - HUSKY LT00002235.PDF](http://valves.larsentoubro.com/Customercare/documents/Report_-_HUSKY_LT00002235.PDF)

Om de oorzaak van falen te onderzoeken, kunnen drinkwaterbedrijven analyses uitvoeren op buiten gebruik gestelde assets, zogenaamde exitbeoordelingen. Exitbeoordelingen zijn vergelijkbaar met het in de 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. RCA dient in het algemeen als input voor een verbeterproces waarbij corrigerende maatregelen worden genomen om te voorkomen dat het probleem zich opnieuw voordoet. Het wordt daarom gezien als onderdeel van proactief beheer. De uitdaging zit in het vertalen van opgetreden problemen naar vergelijkbare onderdelen die in bedrijf zijn.

RCA in het kort is: (1) stel vast **wat** er is gebeurd; (2) stel vast **hoe** het is gebeurd en (3) stel vast **waarom** het is gebeurd. Het algemene proces achter een RCA bestaat uit een aantal basisstappen, zie Tabel III-1.

Tabel III-1 Basisstappen in een RCA.

Stap	Actie	Toelichting
1	Definieer het probleem	Wat is er waargenomen? Maak een feitelijke beschrijving van de gebeurtenis. Gebruik hiervoor zowel kwalitatieve als kwantitatieve informatie (de aard, grootte, locaties en tijden) van de betreffende resultaten.
2	Verzamel informatie	Verzamel gegevens en bewijzen, classificeer deze en leg deze langs een tijdlijn van de gebeurtenissen tot aan het uiteindelijke probleem of de gebeurtenis. Hierbij kan het behulpzaam zijn een tijdlijn op te stellen, waarin alle relevante gebeurtenissen (voorafgaande acties) zijn opgenomen.
3	Bepaal mogelijke oorzaken	Op welke wijze en onder welke voorwaarden ontstaat het probleem? Wat zijn de onderliggende oorzaken en welke additionele problemen leveren deze op? Het gaat in deze fase om het begrijpen en niet om te kiezen.
4	Bepaal de ‘root cause’	Wat zijn oorzaken van dit probleem? Leg de onderlinge samenhang vast en onderbouw de geïdentificeerde oorzaken met bewijsstukken.
5	Adviseer een oplossing	Hoe te voorkomen dat dit probleem nogmaals optreedt? Hoe moet die oplossing worden geïmplementeerd? Wie moet dat uitvoeren? Wat zijn de kosten, interne en externe risico's van de oplossingen? Benoem waar mogelijk alternatieven.
6	Rapporteer	In het eindrapport worden onderzoek, conclusies en aanbevelingen vastgelegd, aangevuld met de bewijsstukken.
7	Implementeer oplossingen en evalueer de effectiviteit	

Uitdagingen bij het uitvoeren van een RCA:

1. Het ontbreekt vaak aan belangrijke informatie, omdat het in de praktijk niet mogelijk is alles te monitoren en alle monitoringgegevens gedurende lange tijd op te slaan.
2. Het verzamelen van gegevens en bewijsmateriaal en het classificeren daarvan langs een tijdlijn van gebeurtenissen naar het uiteindelijke probleem is belangrijk, maar vaak niet eenvoudig. Hoe allerlei meetgegevens te vertalen naar relevante gebeurtenissen, zijn belangrijke gebeurtenissen in beeld?
3. Er kan meer dan één hoofdoorzaak zijn voor een bepaald probleem. Dit kan leiden tot complexe causale verbanden.
4. Zijn alle mogelijke oorzaken in beeld? Vaak is onbekend welke technieken/onderdelen een leverancier in een bepaald jaar (batch) heeft toegepast.

Door een vaste methodiek te hanteren voor het uitvoeren van een RCA (of een exitbeoordeling) kan er gestructureerd worden gewerkt en is het mogelijk te komen tot een verbeterde aanpak. Ook draagt dit bij aan een goede vastlegging en wordt vooraf nagedacht over de wijze van analyseren (hebben we de juiste kennis, informatie?) Belangrijk hierbij is een cultuur van openheid en het willen leren van fouten. Dit vergroot het probleemoplossend vermogen van de werkvloer.

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;
- verkleving 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.

Formulier ten behoeve van probleemdefinitie (Stap 1, Tabel III-1)

Wat?	Welk object heeft een defect?	
	Wie is de fabrikant, type nummer?	
	Wat is het defect?	
	Hoe groot is het belang van het defect?	
Waar?	Op welk onderdeel bevindt zich het defect?	
	Waar bevindt zich het object (geografisch)?	
	Welke omgevingskenmerken zijn er?	
Wie?	Door wie is het defect als eerste geconstateerd?	
	Door wie is dit defect bevestigd?	
Wanneer?	Sinds wanneer is het object in gebruik?	
	Wanneer is het defect opgetreden?	
	Is dit defect al eerder op dit object opgetreden?	
	Wanneer heeft analyse plaatsgevonden?	
Hoe vaak?	Hoe vaak is dit defect geconstateerd bij vergelijkbare objecten?	

Formulier ten behoeve van tijdslijn (Stap 2, Tabel III-1)

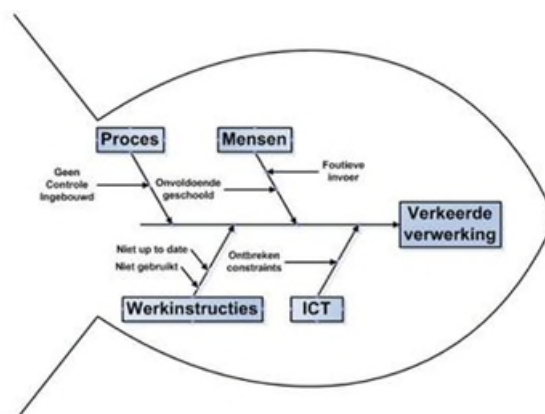
Voor activiteiten op een tijdslijn denk aan:

1. Aanleg
2. Moment van optreden defect
3. Moment van constateren defect
4. Modificaties object
5. Beheeractiviteiten (onderhoud)
6. Wijzigingen in omgeving
7. Relevant menselijk ingrijpen
8. Wijzigingen bedrijfsvoering (drukveranderingen)
9. ...

Technieken om de root cause te bepalen (Stap 4, Tabel III-1)

A. Oorzaak gevolg diagram (Fishbone of Ishikawa diagram):

1. Benoem de belangrijkste oorzaken die bijdragen aan het probleem dat wordt geanalyseerd.
2. Zet de hoofdoorzaken als labels van de zijtakken op het diagram
3. Bepaal voor elke zijtak een aantal suboorzaken en benoem de feiten. Ook deze kunnen weer worden opgedeeld en zo verder.



B: 5 keer Waarom? Vraag 5 keer door naar de oorzaak en kom hiermee tot de kern. Probeer telkens de vraag 'waarom?' te stellen die leidt tot de effecten en leg daarbij de oorzaken in elke stap in de reeks naar het gedefinieerde probleem of gebeurtenis vast, bijvoorbeeld:

1. Waarom doet het robot het niet meer? Een zekering is doorgebrand
2. Waarom is de zekering doorgebrand? Onvoldoende olie op draaiende delen
3. Waarom zat er onvoldoende olie op de delen? Omdat de oliepomp onvoldoende olie pompt
4. Waarom doet de oliepomp het niet? Omdat er metaaldeeltjes in de pomp zaten
5. Waarom zaten er metaaldeeltjes in de pomp? Omdat er geen filter op de pomp zit

IV In deze praktijkcode genoemde normen en beoordelingsrichtlijn

NEN-EN 805:2000: 'Watervoorziening – Eisen aan distributiesystemen buitenshuis' d.d. 1 februari 2000

Normenserie NEN-EN 1074 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan':

- NEN-EN 1074-1:2000: 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproevingen ervan – Deel 1: Algemene eisen' d.d. 1 mei 2000
- NEN-EN 1074-2:2000: 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan – Deel 2: Blokafsluiters' d.d. 1 mei 2000
- NEN-EN 1074-3:2000: 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan – Deel 3: Terugslagkleppen' d.d. 1 mei 2000
- NEN-EN 1074-4:2000: 'Afsluiters voor de watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid voor gebruik en de beproeving ervan – Deel 4: Beluchtungs- en ontluchtungskleppen' d.d. 1 augustus 2000
- NEN-EN 1074-5:2001: 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan – Deel 5: Regelkleppen' d.d. 1 februari 2001
- NEN-EN 1074-6:2008: 'Afsluiters voor watervoorziening – Eisen aan de geschiktheid en de beproeving ervan – Deel 6: Hydranten' 1 november 2008

NEN-ISO 55000:2014: 'Assetmanagement – Overzicht, principes en terminologie', d.d. 1 februari 2014

NEN-ISO 55001:2014: 'Assetmanagement — Managementsystemen — Eisen' d.d. 1 februari 2014

NEN-ISO 55002:2018: 'Assetmanagement — Managementsystemen — Richtlijnen voor het toepassen van ISO 55001' d.d. 15 juli 2019

Beoordelingsrichtlijn BRL-K602 'Afsluiters, regelkleppen en terugslagkleppen voor drinkwatertransport en – distributiesystemen' d.d. 4 september 2018 van certificatie-instelling Kiwa Nederland