

Best practices voor het ontwerpen van streefstructuren

Claudia Agudelo-Vera, Mirjam Blokker (KWR Watercycle Research Institute), Anton van Eijden (WML), Wendy Bronkhorst (PWN) en Tjakko Haaijer (Brabant water)

Een streefstructuur is een ontwerp van de hoofdstructuur van een netwerk voor de middellange termijn. Deze streefstructuur dient als blauwdruk bij uitbreidingen en sanering. De streefstructuur geeft richting aan de ontwikkeling van het toekomstige net en biedt kansen om de saneringsgolf te benutten om het netontwerp aan te passen. Tussen 2011 en 2016 hebben Brabant water, PWN en WML gezamenlijk meer dan 14.000 km ontworpen. De huidige processen en ervaringen van de bedrijven werden vergeleken om *best practices* voor het ontwerpen van streefstructuren te verzamelen en aanbevelingen te formuleren om de processen aan te scherpen.

In het verleden werd het drinkwaterleidingnet voornamelijk ontworpen op robuustheid en toekomstbestendigheid, met grote veiligheidsfactoren. Het oorspronkelijk 'stuk per stuk' vervangen van leidingen was een goed en snel alternatief om voor een bepaalde periode de integriteit van het net te garanderen. Decennia later is het oorspronkelijke ontwerp verouderd door onder andere veranderingen in de watervraag [1], nieuwe kennis en nieuwe wettelijke of bedrijfseisen (bijvoorbeeld nieuwe ontwerprichtlijnen of een lagere bluswaterreis). In de komende decennia zullen veel leidingen hun maatschappelijke of technische levensduur bereiken en zal er een toename optreden in het aantal vervangingen, de zogenoemde saneringsgolf. Vervangingsprojecten op wijkniveau, ter vernieuwing van het net, bieden de kans om aanpassingen aan het ontwerp te maken. Zo kan door gebruik te maken van de saneringsgolf ook aan een toekomstbestendig net worden gewerkt.

In 2011 werd binnen het bedrijfstakonderzoek (BTO) in de drinkwatersector een stappenplan uitgewerkt voor het ontwerp van de toekomstige hoofdstructuur van het leidingnet op de middellange termijn, een zogeheten *streefstructuur* [2]. Een streefstructuur is een ontwerp voor de hoofdstructuur van het netwerk van een voldoende groot gebied (zodanig dat geen suboptimale lokale oplossingen ontstaan), dat voldoet aan gegeven randvoorwaarden voor de middellange termijn. De streefstructuur dient als blauwdruk bij renovaties en sanering in het betreffende gebied en geeft: i) richting aan de ontwikkeling van het toekomstige net en ii) inzicht in de wijzigingen die nodig zijn zodat deze geïntegreerd kunnen worden in de vervangingsplannen. Het onderzoek van 2011 heeft laten zien dat waterbedrijven betere, objectieve, transparante en onderbouwde keuzes kunnen maken bij renovaties en saneringen in het leidingnet als ze werken met een streefstructuur [3].

Streefstructuren bieden bovendien een goede basis voor samenwerking met andere netbeheerders, met name voor communicatie en voor het afstemmen van combiwerkzaamheden. Momenteel zijn Brabant Water, PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland en Waterleiding Maatschappij Limburg (WML) op grote schaal bezig met streefstructuren van het hoofdnet, dat wil zeggen primaire en secundaire leidingen (zie definities in kader). Daarbij worden verschillende methodieken toegepast en verschillende uitgangspunten gehanteerd. Er wordt nog veel gevaren op de expertise en ervaring van medewerkers. Tussen 2011 en 2016 hebben Brabant Water, PWN en WML gezamenlijk meer dan 14.000 kilometer leidingen ontworpen. WML heeft een streefstructuur voor haar hele

hoofdstructuur ontworpen. Verder is er een start gemaakt met het documenteren en vastleggen van een formele werkprocedure voor het ontwerpen van een streefstructuur. Deze koplopers zien de voordelen van deze manier van werken al in de praktijk. Gezien het feit dat er slechts sinds kort met streefstructuren wordt gewerkt, is een evaluatie gewenst om kennis en ervaringen uit te wisselen en het proces aan te scherpen. Binnen een BTO-speerpuntonderzoek zijn hun ervaringen met streefstructuren onderzocht om het gebruik ervan te evalueren, *best practices* te verzamelen en aanbevelingen te formuleren om het proces aan te scherpen.

Functionele onderverdeling van het leidingnet [4]

Voor het herontwerp is het leidingnet functioneel onderverdeeld in drie categorieën:

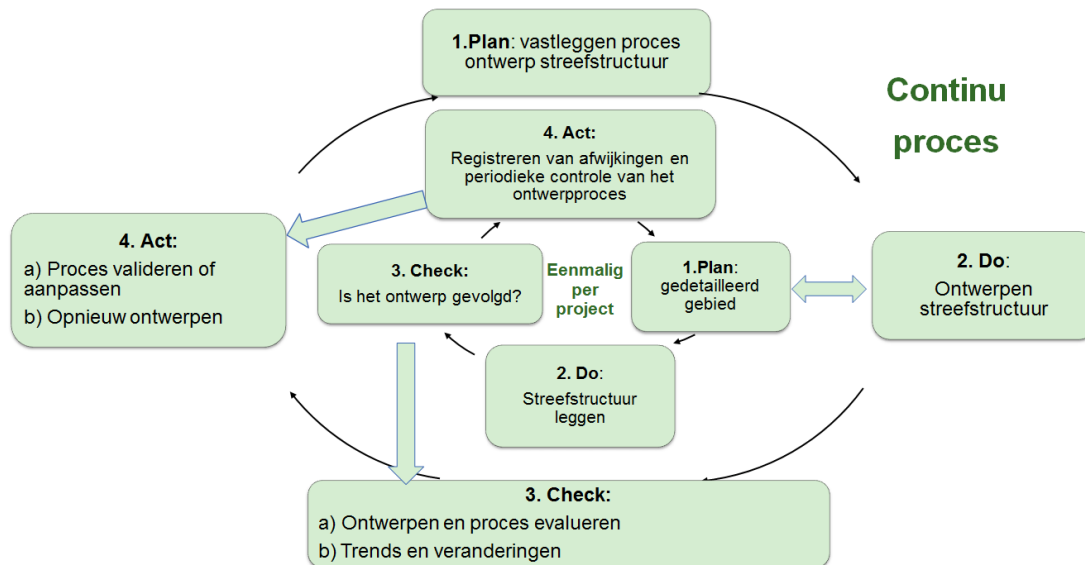
- **het primaire leidingnet:** leidingen met een transportfunctie, grote diameters en in principe geen directe aansluitingen. Leveringszekerheid is hier de belangrijkste pijler voor het ontwerp;
- **het secundaire leidingnet:** leidingnet dat primaire en tertiaire netten verbindt en water van het primaire net naar tertiaire netten distribueert. Dit net heeft een sleutelrol bij sectionering via afsluiters en vormt een raamwerk voor leveringscontinuïteit;
- **het tertiair leidingnet:** het vertakte leidingnet met daarop aansluitleidingen, zonder functie in verdere distributie/transport naar andere netten. Het netontwerp is een balans tussen (blus) watervraag en waterkwaliteit (op basis van zelfreinigende snelheid, de dagelijkse piek in de stroomsnelheid die accumulatie van sediment in het net voorkomt).

PDCA als aanpak voor de evaluatie

De evaluatie is op twee niveaus uitgevoerd: 1) het ontwerp van een streefstructuur als bedrijfsproces met organisatorische en bedrijfsbrede onderdelen en 2) het projectmatige ontwerp van een streefstructuur voor een specifiek gebied. Om het ontwerpen van streefstructuren te kunnen evalueren is een kader voor analyse nodig. In deze studie is de Plan-Do-Check-Act-(PDCA)-methode gebruikt. PDCA is een methode om in vier cyclische stappen te komen tot kwaliteitsverbetering. Afbeelding 1 laat twee mogelijkheden zien. Het ontwerpproces kan opgedeeld worden in twee cycli: een procescyclus (buitenste cirkel) en een projectcyclus (binnenste cirkel). De procescyclus bevat het vastleggen van het proces van het ontwerp van de streefstructuur (plan), gevolgd door het ontwerp van gebieden (do). Na de ontwerpfase wordt een 'check'-fase aanbevolen. Deze check bevat de evaluatie van het ontwerp en ook het periodiek volgen van trends en veranderingen in bijvoorbeeld watervraag, doelstellingen en eisen. De projectcyclus begint met het (indien nodig) verder in detail uitwerken van het ontwerp van een gebied (plan), gevolgd door het leggen van de streefstructuur (do) en het controleren of het plan is gevolgd (check) en ten slotte een 'act'-fase met de registratie van de eventuele afwijkingen en de reden van afwijking. Na het uitvoeren en evalueren van een aantal projecten kan deze informatie worden gebruikt als input voor de evaluatie van het proces, zoals aangegeven door de pijlen tussen de twee cycli in afbeelding 1. Het cyclische karakter geeft aan dat kwaliteitsverbetering een continu proces is.

Per stap is geanalyseerd welke keuzemogelijkheden bedrijven hebben in het ontwerpproces en welke uitgangspunten hiervoor worden gehanteerd. Voor de implementatie van streefstructuren is het belangrijk om uitgangspunten, keuzes, doelen, etc. vast te leggen om het proces

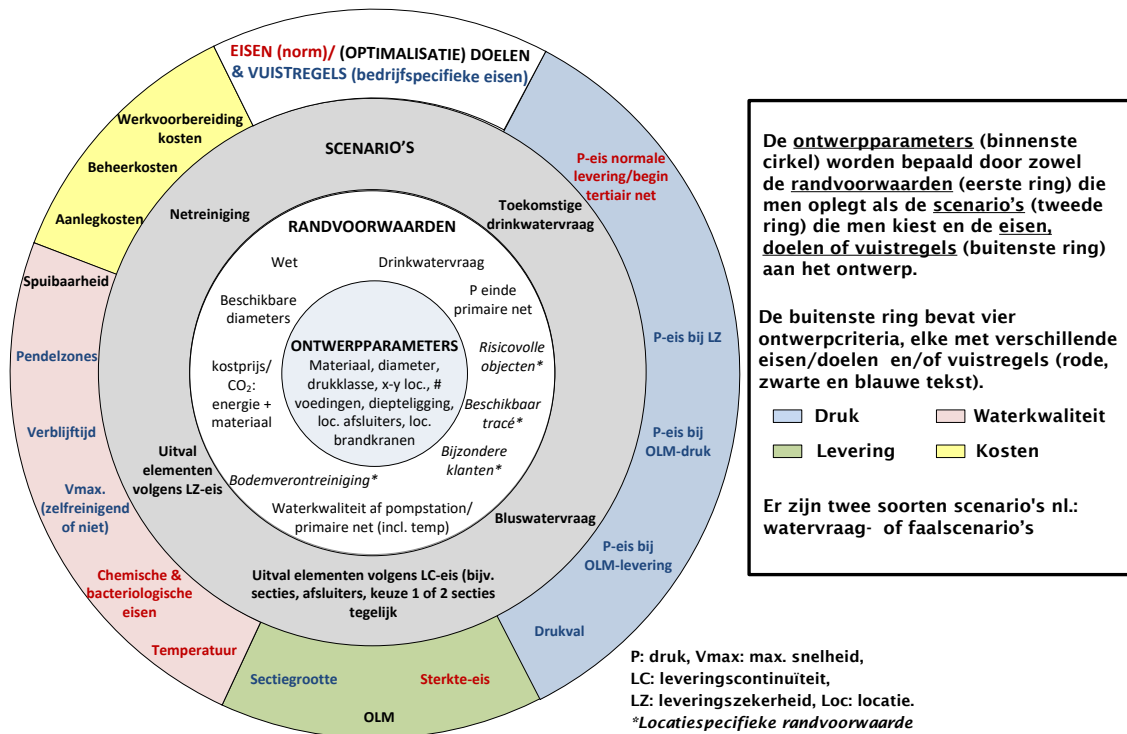
reproduceerbaar en beheersbaar te houden. Daarna zijn met behulp van sterkte-zwakteanalyses (SWOT-analyses) *best practices* verzameld en mogelijke verbeteringen geïdentificeerd.



Afbeelding 1. Kader voor analyse van het ontwerpen en implementatie van streefstructuren gebaseerd op de PDCA-cyclus

Het ontwerp van een streefstructuur als bedrijfsproces

Het ontwerpen van een streefstructuur is een complex proces met diverse doelstellingen en randvoorwaarden. Blokker en Vogelaar [2] hebben een ontwerpcirkel geïntroduceerd, waarin alle aspecten die met het ontwerp van het leidingnet samenhangen, in relatie tot elkaar in cirkels en cirkelsegmenten zijn geplaatst. In deze studie is de ontwerpcirkel herzien (afbeelding 2), zodat deze beter aansluit bij het (mogelijk te automatiseren) ontwerpproces. De ontwerpparameters worden bepaald door zowel de opgelegde randvoorwaarden als de gekozen scenario's en de eisen aan het ontwerp. Via de weergave van deze ontwerpcirkels wordt geprobeerd samenhangende aspecten te structureren. Het proces per bedrijf is kwalitatief beschreven en geëvalueerd aan de hand van de ontwerpcirkel.



Afbeelding 2. Herziene ontwerpcirkel

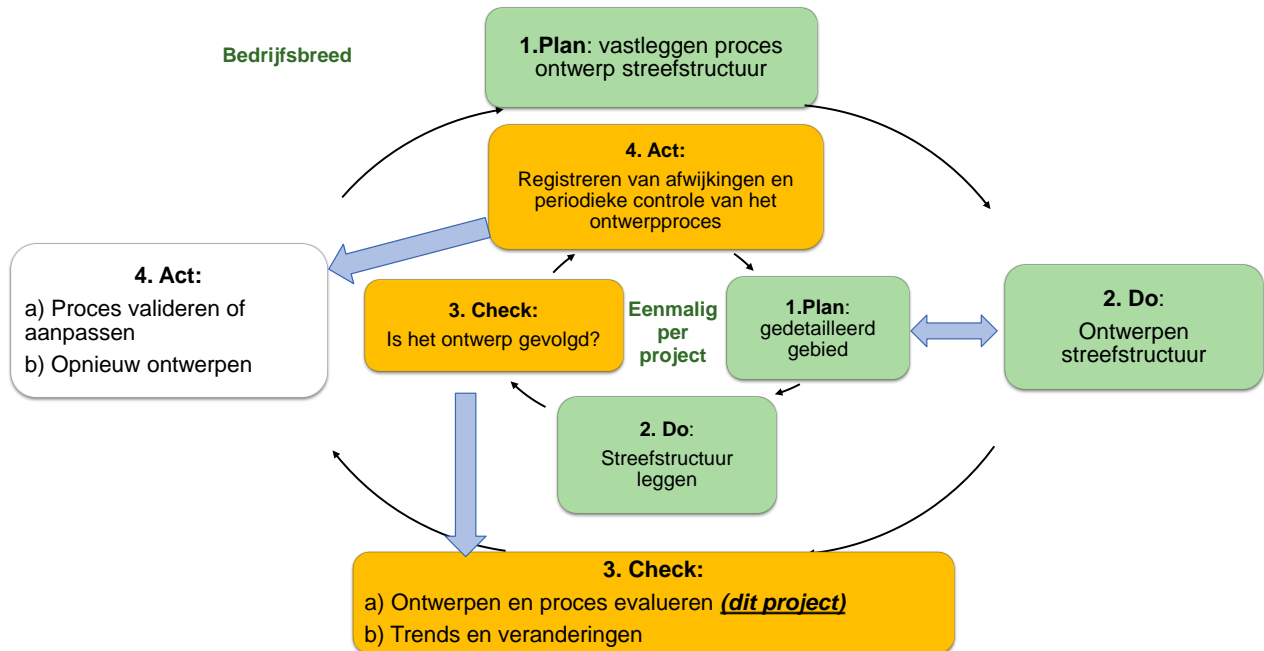
Best practices en SWOT-analyses voor het proces en het ontwerp

Het ontwerp van een streefstructuur is slechts de eerste stap in de transitie naar een toekomstbestendig leidingnet. Na de implementatiefase (aanleg) moet een controle volgen, zoals beschreven in het PDCA-schema op ontwerpprocesniveau. De 'check'-fase is het evalueren van de gerealiseerde netstructuur ten opzichte van de beoogde streefstructuur. Deze evaluatie draagt bij aan het verbeteren van de streefstructuurontwerpen (de 'act'-fase). Tijdens de realisatie van de structuur kunnen aanpassingen ten opzichte van het oorspronkelijke ontwerp van de streefstructuur plaatsvinden. Voor de evaluatie is het van belang om niet alleen het type en het aantal aanpassingen te registreren, maar ook de redenen van de afwijkingen. Het wordt aanbevolen om een periodieke analyse van de redenen voor afwijkingen uit te voeren. Hierbij kan een PDCA-methodiek dienen als hulpmiddel ter verbetering van het ontwerp en implementatie.

Het evaluatieproces van de realisatie van een streefstructuur is nieuw en nog niet door alle drinkwaterbedrijven vormgegeven. Brabant Water heeft in een proef de implementatie van de streefstructuur en indien van toepassing het type afwijking geregistreerd. Uit een evaluatie van 104 leidingbouwprojecten (uitgevoerd in de periode 2012-2016) ten behoeve van de realisatie van een streefstructuur, inclusief tertiaire leidingen, voor Helmond, werd voor 13 procent van de projecten aangegeven dat ze volledig volgens de streefstructuur zijn uitgevoerd. Volledig wil hier zeggen dat de leidingen bij een sanering op exact dezelfde locatie, met dezelfde diameter en functionaliteit (primaire, secundaire of tertiaire leidingen) zijn gelegd als voorgesteld in de streefstructuur. Brabant Water gaat deze informatie gebruiken als input ter verbetering van het ontwerp- of aanlegproces.

Afbeelding 3 toont een kwalitatieve evaluatie van de PDCA-cyclus voor de drie bedrijven. In dit project is een 'check'-stap uitgevoerd door een evaluatie met andere bedrijven. Uitwisseling van kennis en ervaringen heeft geleid tot een overzicht van best practices bij het maken van een

streefstructuur en aanbevelingen voor het aansluiten bij automatiseringsvraagstukken. Zo heeft PWN het omgaan met particuliere bluswaterinstallaties (sprinklers en brandkranen) aangepast. Nu worden die geïdentificeerd en wordt er rekening gehouden met deze watervraag bij het bepalen van de secundaire leidingen.



Afbeelding 3. Kwalitatieve evaluatie van de PDCA-cyclus voor de drie bedrijven. Groen: alle drie bedrijven doen het; oranje: sommige bedrijven doen het; wit: nog niet geïmplementeerd

Daarnaast zijn met behulp van een SWOT-analyse het bedrijfsbrede proces en eenmalige projecten beoordeeld. De sterktes van elk onderdeel zijn als *best practices* geïdentificeerd en de kansen als *potential best practices* (zie tabel 1). Deze aanbevelingen zijn bedoeld voor de beheerder van het ontwerpproces en de ontwerper(s) om een standaard, herhaalbaar, transparant en objectief proces uit te voeren. Een aanbeveling is dat eisen, doelen, vuistregels en scenario's voor ontwerp en randvoorwaarden op bedrijfsniveau expliciet zijn. Periodieke evaluatie, documentatie, revisie en communicatie van deze procedures wordt aanbevolen. Binnen de SWOT zijn ook zwaktes en bedreigingen geïnventariseerd (zie tabel 2).

Tabel 1. Overzicht van best practices (sterktes) en potential best practices (kansen)

	Sterktes: Best Practices	Kansen: Potential Best Practices
Procesniveau	<ul style="list-style-type: none"> • Bedrijven hebben ervaring opgedaan en er is een start gemaakt met documenteren en vastleggen van een formele werkprocedure binnen de bedrijven. • Koplopers zien al voordelen in de praktijk, bv. snellere beslissingen kunnen nemen. • Binnen de PDCA zijn de bedrijven bezig met 'check'. • Automatisering versnelt het proces, voorbeeld WML. • Met een streefstructuur is er een duidelijk plan hoe het leidingnet in de toekomst ontwikkeld dient te worden en wordt mogelijke verbetering in kaart gebracht. • Het maakt afstemming met saneringsplannen mogelijk. Dit wordt gebruikt bij prioritering van saneringsplannen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Er wordt aanbevolen om standaardisatie van processen en definities verder aan te scherpen. • Het ontwerpproces kan worden verbeterd en versneld door automatisering en optimalisatie. • De robuustheid van het ontwerp kan worden getest onder verschillende faal- of watervraagscenario's, een zogeheten stresstest [4]. • De 'act'-stap van de PDCA-cyclus implementeren om verbetering in het proces aan te brengen. Door goede afstemming met assetmanagement kan de saneringsgolf worden benut om toekomstbestendige netten te bouwen.
Projectniveau	<ul style="list-style-type: none"> • Elk bedrijf heeft doelstellingen, randvoorwaarden en ontwerpparameters vastgelegd. • De nieuwe ontwerpen presteren beter en zijn toekomstbestendig. In het algemeen worden de netten kleiner en goedkoper. 	<ul style="list-style-type: none"> • Een aantal vuistregels kan nog gevalideerd worden. • Nauwkeurige watervraagpatronen kunnen worden gebruikt om het ontwerp aan te scherpen. • Het integreren van stedelijke complexiteit in het ontwerp kan explicieter en beter worden onderbouwd. Hierbij is het van belang om locatiespecifieke aspecten, zoals risicovolle objecten, bijzondere klanten en bodemverontreinigingen vast te leggen.

Tabel 2. Overzicht van zwaktes en bedreigingen

	Zwaktes	Bedreigingen
Procesniveau	<ul style="list-style-type: none"> ● Sommige informatie ontbreekt in de rapportages van het ontwerp van de drie geanalyseerde gebieden. ● Vuistregels zijn nog niet gevalideerd en gestandaardiseerd. ● Locatiespecifieke factoren zijn nog niet standaard gedefinieerd. ● Er ontbreekt een langetermijnstrategie voor onderhoud van ontwerpen en voor transitie. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Borgen van de huidige ontwerpmethodiek is lastig omdat onderbouwde uitgangspunten, randvoorwaarden en aannames ontbreken. ● In de huidige situatie worden extreme scenario's buiten beschouwing gelaten: bijv. nieuwe normen door een regulator of trendbreuken, bijv. onvoorziene ontwikkeling watervraag. ● Als er nieuwe eisen, wetten/normen tot stand komen, moeten de ontwerpen worden herzien.
Projectniveau	<ul style="list-style-type: none"> ● Impliciete kennis wordt niet altijd vastgelegd. ● Ontwerpen van streefstructuren is in het algemeen nog een tijdrovend proces. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bewegende werkelijkheid. ● De ontwerpen kunnen verouderen: indien niet goed vastgelegd, lastig om uitgangspunten voor ontwerp te achterhalen en te kunnen aanpassen. ● Ontwerpen kunnen onbruikbaar worden door verandering van uitgangspunten, geen geld voor vervanging, nieuwe eigenaar, grootschalige decentralisatie, rampen (bijv. aardbevingen), onverwachte lokale veranderingen, bijv. krimpen van steden, nieuwe grote verbruikers. Dit is een vorm van kapitaalvernietiging. ● onvoorziene ontwikkelingen kunnen de geldigheid van de ontwerpen compromitteren, bijv. door ontwikkeling nieuwe leidingmaterialen en/of manieren van aanleggen.

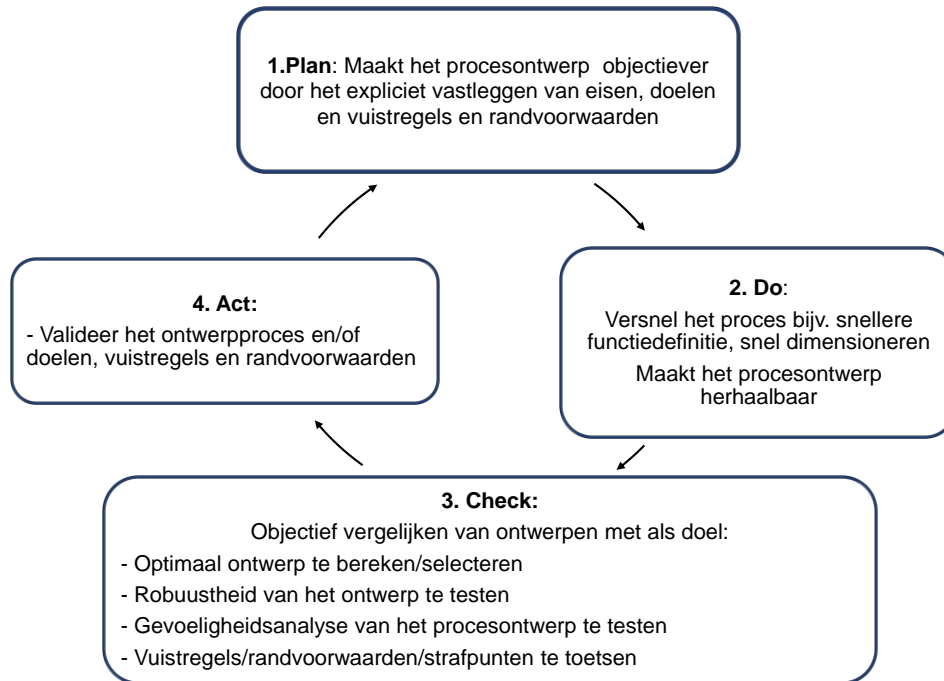
Een van de aandachtspunten is de geldigheid van het ontwerp. Het ontwerp verouderd of vervalt als één of meer van de elementen van de ontwerpcirkel veranderen en daarom is het volgen van trends en ontwikkelingen cruciaal. Tabel 3 toont een overzicht van de vijf mogelijke veranderingen en de bijbehorende 'check'- en 'act'-stappen.

Tabel 3. Mogelijke veranderingen en de benodigde check- en act-stappen

Mogelijke veranderingen	Termijn (intern of sectorbreed)	Check	Act
1. Watervraag	Lange termijn (intern en sectorbreed)	Jaarlijks verbruik en prognose controleren. Contextscenario's blijven volgen.	Indien geen drastische verandering, het model elke 10 jaar controleren en waar nodig aanpassen. Drastische verandering: op kortere termijn controleren en waar nodig aanpassen.
2. Ontwikkeling van nieuwe gebieden	Middellange/ lange termijn (intern)	Elke 1-2 jaar plannen en realisatie controleren.	Veranderingen in de plannen bespreken en doorvoeren.
3. Implementatie van de streefstructuur	Korte termijn (intern)	Elk jaar plannen en realisatie controleren.	Controleren dat in een technisch accountantsrapport (TAR) of een vergelijkbare rapportage indicatoren voor de realisatie van de streefstructuur worden geregistreerd. Kleine aanpassingen: registreren en elke 5 jaar evalueren. Bij grote aanpassingen: het model controleren.
4. Nieuwe normen/eisen/ bedrijfsdoelen	Korte t/m lange termijn (sectorbreed)	Continu volgen	Betrokken blijven bij beslissingen over nieuwe normen/eisen. Nieuwe kennis gebruiken om normen te valideren? (bijv. temperatuureis?). Waar nodig geacht de streefstructuur opnieuw evalueren en aanpassen.
5. Nieuwe kennis/hulpmiddelen	Korte termijn (intern en sectorbreed)	Elk jaar blijven controleren	Afhankelijk van de situatie eerst proces aanpassen, daarna het ontwerp controleren. Case-specifiek per bedrijf.

Toekomstvisie: automatisering van het ontwerp

Een van de zwaktes van het huidige ontwerpproces is dat het tijdrovend is. Op het moment dat een taak volledig kan worden beschreven in het stap voor stap toepassen van logische regels, is deze taak in principe geschikt voor automatisering. Automatisering ondersteunt de PDCA-cyclus, want het maakt het procesontwerp ('plan') objectiever en herhaalbaar door het expliciet vastleggen van eisen, doelen, vuistregels en randvoorwaarden. Verder leidt automatiseren tot versnelling van taken ('do'-ontwerpfase) (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4. Voordelen van automatiseren binnen de PDCA-cyclus

Taken als het dimensioneren op basis van meerdere doelen, scenario's en randvoorwaarden kunnen versneld worden door automatisering. Verder biedt automatiseren kansen om gevoeligheidsanalyses uit te voeren. Daarmee kan het effect van variaties in de randvoorwaarden worden geanalyseerd/gekwantificeerd, bijvoorbeeld door de waarde van de vuistregels te veranderen en de veranderingen in het ontwerp te evalueren.

Conclusie

De koploperbedrijven hebben grote stappen gemaakt om de eigen protocollen voor het ontwerp van streefstructuren vast te leggen en te implementeren. Er zijn bedrijfsnormen en een stappenplan gedefinieerd en ervaringen opgedaan met het aanleggen van streefstructuren. Dit onderzoek onderstreept het belang van een revisieproces van de streefstructuurontwerpen. Het wordt aangeraden om voor projecten op bedrijfsbreed niveau de PDCA-cyclus in te zetten voor continue verbetering. Het structureel en standaard vastleggen van eisen, doelen, randvoorwaarden, scenario's en ontwerpparameters faciliteert de 'check'-stap. Het belang van het aanscherpen van het proces en ontwerp van een streefstructuur biedt de kans om de aanstaande saneringsgolf te benutten om toekomstbestendige netten te realiseren.

Referenties

1. Agudelo-Vera, C. M., Blokker, E. J. M., Büscher, C. H., & Vreeburg, J. H. G. (2014) Analysing the dynamics of transitions in residential water consumption in the Netherlands. *Water Science and Technology: Water Supply* Vol. 14, pp. 717-727.
2. Agudelo-Vera, C. M. et al. (2016). Testing the robustness of two water distribution system layouts under changing drinking water demand. *Journal of Water Resources Planning and Management* Vol. 142(8), pp. 05016003-1-11.

3. Blokker, E. J. M., & Vogelaar, A. J. (2011). *Ontwerpen secundair leidingnet* (BTO 2011.025). Nieuwegein.
4. Vogelaar, A., Haaijer, T., Blokker, E. J. M., & Zaadstra, E. (2012). Toekomstig optimaal drinkwaterleidingnet in Helmond. *H2O* 40, 50-53.