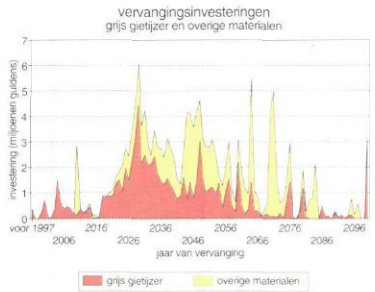
Onderhoud van het gietijzeren leidingnet: onderzoek loont

ING. E.F.P.A. SMULDERS, NV TILBURGSCHE WATERLEIDING-MAATSCHAPPIJ
IR. L.P.M. ROSENTHAL, KIWA NV ONDERZOEK EN ADVIES

De Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij (TWM) heeft voor haar gietijzeren leidingbestand op een pragmatische manier invulling gegeven aan het basismodel voor leidingnetbeheer. De saneringsbeslissing is daarbij gekoppeld aan de resultaten van routinematig onderzoek. Dit onderzoek begint zijn vruchten af te werpen: het rooien van goede leidingen wordt voorkomen, de basis voor een verantwoord investeringsbeleid is gelegd en het leidingnet verkeert te allen tijde in een aantoonbaar goede staat.

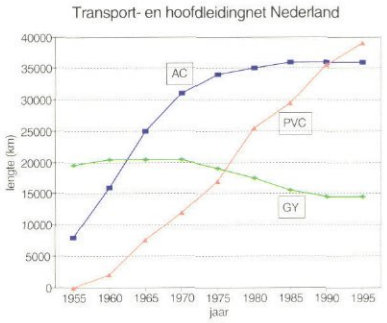
Het leidingmateriaal grijs gietijzer is prominent aanwezig in veel, voornamelijk stedelijke waterleidingnetten. Vanaf de tweede helft van de 19e eeuw tot omstreeks 1960 werd dit materiaal op grote schaal toegepast. Na 1960 nam de toepassing van grijs gietijzer af door de opkomst van andere materialen zoals asbestcement en kunststof (afb. 1).

Het leidingnet van de TWM bestaat nu nog voor 39% uit grijs gietijzer met een totale lengte van 316 kilometer. De vervangingswaarde van dit ondergrondse bedrijfsonderdeel bedraagt naar schatting f 82.500.000,-.



Afb. 2 Vervangingsinvesteringen tot 2100 op basis van aangenomen technische levensduur

De vervangingsinvestering zal zich niet gelijkmatig aandienen. In eerste instantie heeft de TWM een saneringsfilosofie gehanteerd op basis van een aanname van afzonderlijke technische levensduren voor de diverse middellijnen (enigszins bepaald door de ervaringen met het materiaal). Deze nogal rechtlijnige interpretatie resulteert in een grillige saneringscurve (afb. 2).



Afb. 1 Ontwikkeling leidingbestanden per materiaal (bron: VEWIN Waterleidingstatistiek)

In deze afbeelding zijn ook de vervangingsinvesteringen voor de overige materialen weergegeven. Op termijn zou dit grillige saneringsverloop leiden tot een jaarlijks investeringsniveau dat 15 keer zo hoog is als het huidige. Los van dit financiële aspect is het de vraag of in de toekomst voldoende fysieke capaciteit beschikbaar kan worden gemaakt om de grillige saneringsprognose bij te benen en of de gevolgen van dergelijke grootschalige saneringsoperaties nog maatschappelijk te verkopen zijn.

De praktijk leert dat er binnen op het oog vergelijkbare leidingen grote spreidingen in levensduur voorkomen. Dit is slechts ten dele te verklaren uit verschillen in de uitgangsconditie van de leidingen. De werkelijke levensduur wordt bepaald door een scala aan factoren waarvan aantasting van het leidingmateriaal, inwendige aangroei en reconstructies van wegen er enkele zijn.

Ter illustratie is het gedrag van de 'groep' Ø125 mm gietijzeren leidingen van de TWM via archiefonderzoek gereconstrueerd (afb. 3 en 4).

De restpercentages per aanlegjaar in 1995 geven een interessant beeld:

- het leidingenbestand van voor 1926 (leidingen ouder dan 70 jaar) is volledig vervangen of opgeheven;
- voor de aanlegjaren 1965 tot 1978 is er sprake van een 'deuk' in het restpercentage. Van dit leidingenbestand blijkt al 10 tot 20% buiten bedrijf te zijn.





Voorzichtigheid is geboden bij de interpretatie van deze resultaten! Het is verleidelijk te concluderen dat Ø125 mm gietijzer een maximale levensduur van 70 jaar heeft, en dat leidingen die zijn aangelegd tussen 1965 en 1978 een kort leven zijn beschoren. De motieven voor het buiten bedrijf stellen van leidingen zijn onmisbaar voor de interpretatie. Alleen met kennis van deze motieven kan vastgesteld worden of er inderdaad sprake was van een aantoonbare conditionele noodzaak.

De taak van de beheerder houdt de beantwoording van twee vragen in:

1. Voor de individuele grijs gietijzeren leiding: *Wanneer saneren?*
2. Voor de groep grijs gietijzeren leidingen: *Wat staat ons in de toekomst te wachten?*

Voor de beantwoording van deze vragen is in het kader van het Bedrijfstakonderzoek Waterleidingbedrijven een basismodel ontwikkeld (zie kader).

Toepassing van het basismodel

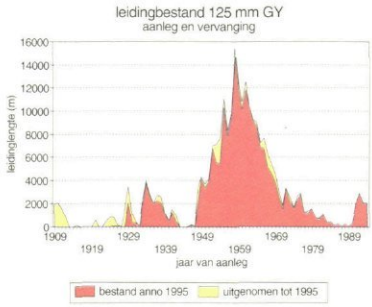
Bij de TWM is het basismodel op een pragmatische manier toegepast. Dit was mogelijk omdat de TWM sinds haar oprichting in 1895 een databank bijhoudt van de aangelegde leidingen. Zo is vanaf het begin van de drinkwatervoorziening in Tilburg bekend welke leidingen (materiaal, lengte en diameter) in welk jaar op welke locatie zijn gelegd. De leeftijd van het leidingnet staat daarmee grotendeels vast. Wezenlijk is tenslotte, dat de TWM sinds 1986 beschikt over systematisch geregistreerde storingsgegevens.

Segmentatie

Met de informatie over de leidingaanleg en de storingen kan het leidingnet gesegmenteerd worden. Vervolgens wordt elk segment onderworpen aan een nader onderzoek. Op de technieken die voor het nader onderzoek zijn ingezet, zal in een volgend artikel worden ingegaan. Het nader onderzoek wordt met het oog op de omvang van het te onderzoeken leidingnet gefaseerd uitgevoerd, waarbij op basis van diverse overwegingen prioriteiten gesteld worden.

Het segmentatieproces is als volgt verlopen:

1. segmentatie op materiaal:
   In eerste instantie is alleen grijs gietijzer beschouwd.
2. segmentatie op functionaliteit:
   De leidingen die het grootste gevaar opleveren voor de bedrijfszekerheid van het systeem komen het eerst in aanmerking voor nader onderzoek. Dit zijn in beginsel de leidingen die een belangrijke schakel vormen in het distributiesysteem. De belangrijkste leidingen (grotere diameters) blijken een aantoonbaar geringe storingskans en weinig inwendige aangroei te laten zien.



Afb. 3 Aanleg en vervanging Ø125 GY

Gelet op deze ervaringen heeft de TWM er voor gekozen eerst de leidingen met een diameter t/m 200 mm te onderzoeken.

3. segmentatie op storingsinformatie:
   Op het onderzoeksprogramma worden voorts leidingen geplaatst die zich vanuit het verleden al hadden gemeld door lekkages.
4. segmentatie op ouderdom:
   Binnen de al gedefinieerde segmenten wordt de prioriteitstelling voor onderzoek verder verfijnd door te beginnen met de oudste leidingen.
5. segmentatie op plannen van derden:
   Indien van toepassing wordt met het nader onderzoek ingespeeld op de reconstructieplannen van gemeenten en collega-nutsbedrijven.
6. segmentatie op beleidsoverwegingen:
   Conform TWM-beleid worden deelvoorzieningsgebieden geheel verbeterd. Dit wil zeggen dat hoofd- en aansluitleidingen gelijktijdig worden aangepakt. Dit beleid heeft geleid tot de beslissing het nader onderzoek te starten in de oudste wijken.

Technische veroudering en klantperceptie

Na combinatie van leidingnet-, ervarings-, storings- en onderzoeksgegeven kunnen per segment globale, doch gefundeerde uitspraken worden gedaan over de conditie van dat segment in de vorm van een kwantitatieve uitspraak over de restlevensduur. Hiermee is een eerste invulling gegeven aan het technisch verouderingsmodel uit het basismodel. Zoals het basismodel aangeeft, is voor de saneringsbeslissing ook informatie nodig over de impact van een storing. In eerder onderzoek [1, 2] is geconcludeerd dat het vooral maatschappelijke overwegingen zijn die de saneringsbeslissing en daarmee de restlevensduur bepalen.

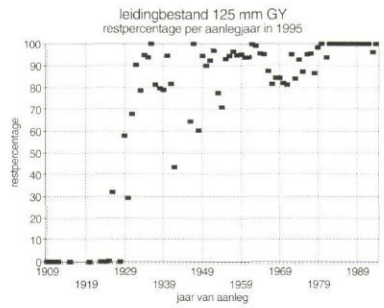
De maatschappelijke aspecten worden in de uitspraak over de restlevensduur via ervaring meegewogen. Dit laatste is niet volledig rationeel te doen omdat een klantperceptiemodel nog moet worden ingevuld.

Economie

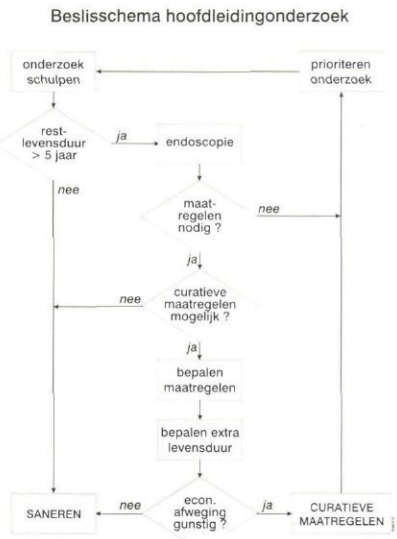
Het ligt in de bedoeling voor die leidingen waaraan een restlevensduur wordt toegekend, deze restlevensduur nader te onderbouwen met een economisch model. Daarbij geldt als criterium:

Indien de jaarlijkse kosten van het in bedrijf houden van de leiding lager zijn dan de jaarlijkse kosten van een nieuwe leiding, dan kan de leiding in bedrijf worden gehouden.

De jaarlijkse kosten van het in bedrijf houden van de bestaande leiding bestaan uit directe en indirecte kosten. Directe kosten zijn onderhoudskosten, reparatiekosten en eventuele overige storingskosten (schadevergoeding, waterverlies). De indirecte kosten zijn de doorgaans lastig te bepalen maatschappelijke kosten die met het accepteren van een bepaalde storingskans gepaard gaan. Toch zijn deze indirecte kosten doorslaggevend in de saneringsbeslissing [1, 2].



Afb. 4 Restpercentage Ø125 GY



Afb. 5 Beslisschema

De jaarlijkse kosten van een nieuwe leiding bestaan uit de afschrijving en rentelasten. Verondersteld wordt dat de nieuwe leiding gedurende de afschrijvingstermijn nagenoeg storingsvrij blijft.

Saneringsbeslissing

Op basis van onderzoeksresultaten en de financiële afweging wordt uiteindelijk de beslissing genomen. De beslisschema is weergegeven in afbeelding 5.

De uiteindelijke beslissing is een afweging van onderzoeksresultaten, financiën en lokale omstandigheden en vergt zowel expertkennis als kennis van de specifieke situatie.

Harmonisatie

De per segment vastgestelde restlevensduur geeft een onderbouwde prognose voor het saneringsmoment. Door alle segmenten gezamenlijk te bekijken, is het mogelijk een prognose te genereren voor de sanering van het gehele grijs gietijzeren leidingnet. Hiermee is de basis gelegd voor een concept-investeringsplan. Het concept-investeringsplan zal vervolgens via een aantal harmonisatie-criteria worden bijgesteld. Deze criteria betreffen onder meer investeringsspreiding, logistiek en plannen van andere infrastructuurbeheerders.

Eerste resultaten

In de periode tussen 1990 en 1997 is door de TWM 62 kilometer hoofdleiding ouder dan 50 jaar onderzocht in de diameters 125, 150 en 200 mm met het volgende resultaat:

- 14% komt voor directe vervanging in aanmerking;
- 28% is op het schoonmaakprogramma geplaatst;
- 14% wordt onderworpen aan nader onderzoek;
- 43% is in goede conditie.

Slechts 14% van het onderzochte leidingenbestand - bestaande uit leidingen van 50 jaar of ouder - komt voor vervanging in aanmerking. Minimaal 71% van de onderzochte leidingen bevindt zich (al of niet na een schoonmaakbeurt) in een prima staat. De vooraf aangenomen technische levensduur kan dus met een aantal jaren worden verlengd.

In de toekomst zal sanering op basis van technische levensduur alleen geschieden als deze levensduur door onderzoek is onderbouwd. Op deze wijze wordt het leidingnet in een aantoonbaar goede conditie gehouden en worden te vroege investeringen voorkomen. Zo is bij de TWM voor de komende dertig jaar een directe besparing bereikt van ± 50% op de vervangingsinvestering van de in aanmerking komende leidinglengte. In combinatie met een gedegen storingsanalyse wordt goed inzicht verkregen in de toestand van het leidingnet. Vroegtijdig kan via het harmonisatiemodel

een verantwoord investeringsbeleid worden uitgezet. De onderzoekskosten bedragen f 3.000,- tot f 4.000,- per kilometer. Als iedere leiding stelselmatig elke 20 jaar aan een onderzoek wordt onderworpen dan bedragen de gemiddelde kosten 200 à 300 gulden per kilometer per jaar. Dit onderzoek is al lonend bij een verlenging van de levensduur van 1 jaar.

Onderzoek als voorwaarde voor rationeel leidingnetbeheer

De eerste resultaten van de invulling van het basismodel voor leidingnetbeheer door de TWM zijn zeer hoopgevend. Door het leidingnet programmatisch aan een onderzoek te onderwerpen, is in veel gevallen het rooien van goede leidingen voorkomen en is de basis gelegd voor een verantwoord investeringsbeleid. Afstappen van een ad-hoc beleid en invoeren van een door onderzoek gestuurd saneringsen onderhoudsprogramma zijn een must voor de moderne distributieman. Financiële verplichtingen kunnen tijdig worden vastgelegd en het distributienet verkeert immer in een aantoonbaar goede staat.

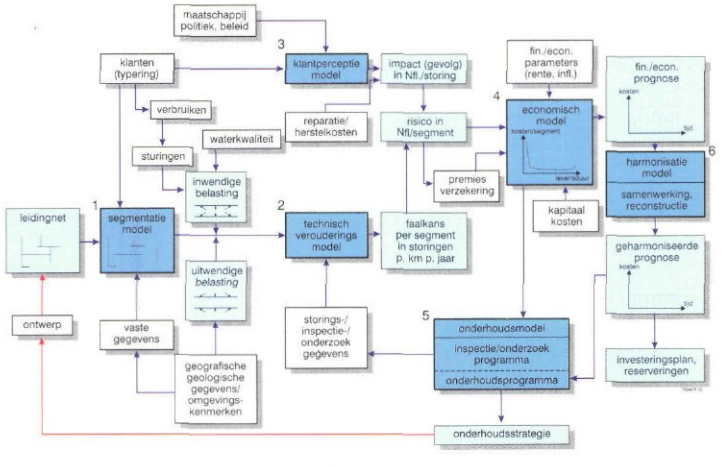
N.B. Dit is het eerste in een reeks van twee artikelen. In het tweede artikel zal ingegaan worden op de toegepaste onderzoekmethoden, waaronder het in afbeelding 5 genoemde schulpenonderzoek en de endoscopie.

LITERATUUR

1. Duijn, J.H.G., Rosenthal, L.P.M., *Wel of niet saneren: de waterleiding als patiënt*, H_2O nr.4 1997
2. Rosenthal, L.P.M., *Leidingnetbeheer*, Kiwa-rapport SWE 97.010, oktober 1997

Basismodel voor leidingnetbeheer

Het basismodel voor het beheer van waterleidingnetten maakt duidelijk welke elementen nodig zijn voor (1) het onderbouwen van de saneringsbeslissing en (2) het voorspellen van de onderhoudsbehoefte en de daarmee gepaard gaande investerings- en exploitatiekosten. De genummerde kaders (1 t/m 6) geven de te ontwikkelen **modellen** aan. Deze modellen worden gevoed met inputgegevens en/of met de outputgegevens van eerdere modellen.



Het basismodel voor het beheer van waterleidingnetten is opgebouwd uit 6 deelmodellen:

1. Segmentatiemodel

Op basis van de vaste netgegevens en de typering van de klanten worden hanteerbare segmenten gedefinieerd. Aangenomen wordt dat de elementen waaruit een segment bestaat (leidingen, verbindingen, afsluiters, etc.), de klanten die afhankelijk zijn van het segment en de omgevingskenmerken binnen het segment vergelijkbaar zijn.

2. Technisch verouderingsmodel

De output van het technisch verouderingsmodel is een faalkans per segment, uitgedrukt in het verwachte aantal storingen per leidingkilometer per jaar. Deze faalkans is afhankelijk van de vaste gegevens (o.a. materiaal, diameter, jaar van aanleg, verbindingstechniek, omgevingskenmerken, etc.) en de (variabele) in- en uitwendige belasting. De belangrijkste inputgegevens worden echter gevormd door de storings-, inspectie en onderzoeksgegevens, die immers directe informatie over de functionaliteit van het segment verschaffen.

3. Klantperceptiemodel

De output van het klantperceptiemodel is de maatschappelijke impact van een storing (het falen van een segment) uitgedrukt in geld. In deze 'maatschappelijke impact' worden o.a. storingsconsequenties als onderbreking van de levering, drukproblemen, waterkwaliteitsproblemen, wateroverlast en verkeershinder afgewogen. De impact van een storing wordt naast de maatschappelijke impact bepaald door de directe kosten die gemoeid zijn met de reparatie, de vergoeding van schade en waterverlies.

4. Economisch model

Het economisch model geeft een prognose van de kosten die verbonden zijn aan het in stand houden van een segment. Met deze prognose is het economisch optimale saneringsmoment voor het segment te voorspellen.

5. Onderhoudsmodel

Het economisch model leidt onder meer tot de opstelling van een onderhoudsmodel met *onderhoudsregels*. De onderhoudsregels geven aan of onderhoud storings-, gebruiksduur- of toestandsafhankelijk wordt uitgevoerd. Als toestandsafhankelijk onderhoud (TAO) mogelijk en haalbaar is, kan hiervoor binnen het onderhoudsprogramma een inspectieprogramma worden ingericht. Het onderhoudsmodel vormt feitelijk het operationele deel van het leidingnetbeheer.

6. Harmonisatiemodel

Door voor alle segmenten het economisch optimale saneringsmoment te berekenen, kan een investeringsprognose worden gemaakt voor de successievelijke sanering van het hele leidingnet. Deze prognose zal een zeer onevenwichtig investeringsbeeld laten zien. Omwille van investeringsspreiding, logistiek en externe factoren moeten de investeringen geharmoniseerd worden tot een geharmoniseerd investeringsplan voor de middellange en lange termijn, dat afhankelijk van de ontwikkelingen op de korte termijn regelmatig zal moeten worden gevalideerd en bijgesteld.

Het basismodel biedt een rode draad voor rationeel leidingnetbeheer. Met de invulling van het model kan direct worden begonnen. Door inpassing van de huidige kennis, inzichten, bedrijfsspecifieke informatie etc. in het basismodel, krijgt het leidingnetbeheer vorm en worden de 'witte vlekken' in de kennis zichtbaar. Met de invulling van deze 'witte vlekken' zal het leidingnetbeheer verder gerationaliseerd kunnen worden. De opzet van een goede storingsregistratie is daarbij de eerste en belangrijkste stap.