



Levensduur van leidingen

Een maatschappelijk en functioneel perspectief

BTO 2011.057
December 2011



Watercycle Research Institute

Levensduur van leidingen

Een maatschappelijk en functioneel perspectief

BTO 2011.057
December 2011

© 2011 KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Colofon

Titel

Levensduur van leidingen – Een maatschappelijk en functioneel perspectief

Opdrachtnummer

B111695-105

Onderzoeksprogramma

Bouwstenen leidingnetbeheer

Projectmanager

P.G.G. Slaats

Opdrachtgever

BTO

Kwaliteitsborger(s)

E.J.M. Blokker & J.H.G. Vreeburg

Auteur(s)

I.N. Vloerbergh & R.H.S. Beuken

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar

Samenvatting

Waterbedrijven zijn geïnteresseerd in de restlevensduur van hun leidingen om goede asset management beslissingen te kunnen nemen; de bedrijfsvoering wordt ingericht op het bereiken van een bepaald prestatieniveau, binnen geaccepteerde risico's en tegen verantwoorde kosten. De betrouwbaarheid van het systeem en als belangrijk onderdeel daarvan de infrastructuur zijn bepalend voor het te bereiken prestatieniveau. Het falen van de leidinginfrastructuur is vaak direct merkbaar voor klanten en de omgeving. De mate waarin het risico op falen acceptabel geacht wordt, is mede bepalend voor de beslissing leidingen te vervangen. De levensduur van leidingen is daarmee afhankelijk van diverse normen die een waterbedrijf hanteert voor wat acceptabel is aan kosten, overlast, risico, etc. Deze normen vloeien voort uit de *bedrijfswaarden en strategische doelen*.

Door de levensduur vanuit technische, economische, maatschappelijke en functionele invalshoeken te benaderen, geeft dit rapport inzicht in *levensduurbepalende invloedsfactoren*. Factoren die vaak voorkomen of die belangrijk zijn voor de prestaties, kosten of risico's, kunnen gebruikt worden voor het maken van een indeling van het verzorgingsgebied. In dit rapport is een indeling gehanteerd in beheerssituaties of settings. Voor de *onderscheiden beheerssituaties* is beschreven wat de kenmerken zijn en welke gevolgen dat heeft voor het maken van vervangingsbeslissingen. Het combineren van de invloedsfactoren en de verschillende settings levert een *stappenplan* op waarmee voor het gehele verzorgingsgebied invulling kan worden gegeven aan *saneringsplannen*.

De cursief gedrukte termen zijn weergegeven in onderstaand denkraam. De in dit rapport gevolgde werkwijze maakt het afwegingskader van vervangingsbeslissingen inzichtelijk. De structuur die met dit denkraam wordt geboden vormt een afwegingskader waarin naast technische en economische factoren ook rekening wordt gehouden met maatschappelijke en functionele.

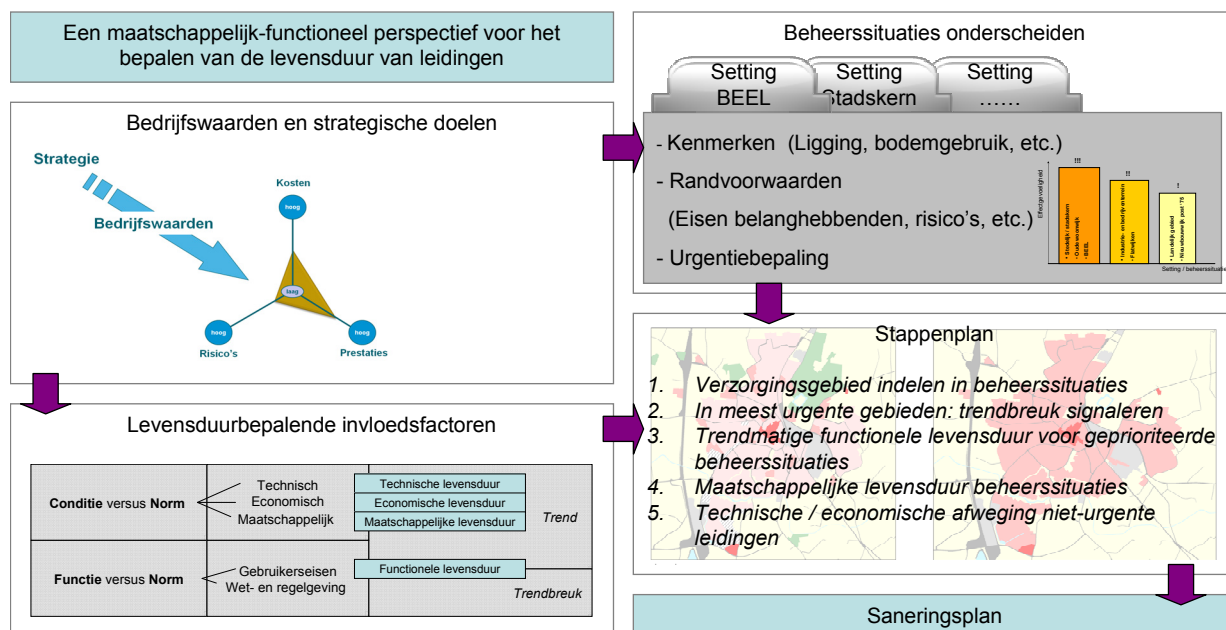


Figure 1 Denkraam voor saneringsbeslissingen waarin maatschappelijke en functionele factoren (naast technische en economische) in de afwegingen worden meegenomen

Inhoud

Samenvatting		1
Inhoud		3
1	Saneringsbeslissingen in een maatschappelijk-functioneel perspectief	5
1.1	Een breder kader voor het indiceren van aandachtsgebieden	5
1.2	Doelstelling	6
1.3	Leeswijzer	6
2	Scope: saneringsvragen en het transport- en distributienet	7
2.1	Saneringsvragen	7
2.2	Systeembenadering	7
3	Levensduur en vervangingscriteria	9
3.1	Levensduur distributie- en transportleidingen	9
3.2	Het perspectief van de technische levensduur	11
3.3	Het economische perspectief	13
3.4	Het maatschappelijke perspectief	17
3.5	Het functionele perspectief	21
4	Beheerssituaties	25
4.1	Redenen voor het beëindigen van de levensduur	25
4.2	Onderscheid settings op basis van beheersaanpak	26
4.3	Criteria voor vervanging per setting	30
5	Synthese: levensduur beïnvloedende factoren in zeven beheerssituaties	35
5.1	BEEL	35
5.2	Stedelijk / stadskern	35
5.3	Oude woonwijken	36
5.4	Industrie- en bedrijventerreinen	37
5.5	Flatwijken	38
5.6	Landelijk gebied	38
5.7	Nieuwbouwwijken	39
5.8	Stappenplan op basis van de onderscheiden beheerssituaties	40
6	Een afwegingskader voor vervangingsbeslissingen	43
6.1	Schematische weergave voor het maken van vervangingsbeslissingen	43

6.2	Nabeschuwing	44
Referenties		45
I	Begrippenlijst	47
II	Voorbeeld kosten over de levenscyclus	49
III	Villa Augustus	53
IV	SIMPLE – voorbeeld opbrengst	57
V	RAMSHE-LCM bij ProRail	61
VI	Hulpmiddelen voor het afwegen van risico's, kosten en prestaties	65

1 Saneringsbeslissingen in een maatschappelijk-functioneel perspectief

1.1 Een breder kader voor het indiceren van aandachtsgebieden

Een veelgehoorde uitspraak in het kader van asset management in de watersector is dat 'het kapitaal van de waterbedrijven onder de grond ligt', waarmee wordt verwezen naar de grote lengte aan leidingen en appendages. Deze leidingen en appendages hebben niet alleen in financieel, maar ook in functioneel opzicht een cruciaal aandeel in de bedrijfsvoering van de waterbedrijven; zonder goede en schone leidingen immers geen veilig water bij de mensen thuis. Om er voor te zorgen dat de levering van veilig drinkwater continu gewaarborgd is, moeten leidingen onderhouden worden en tijdig vervangen (saneren). Gebeurt dit niet, dan neemt met het verstrijken van de tijd de kans op schade door het optreden van storingen toe. Schade kan bijvoorbeeld zijn leveringsonderbreking, fileleed of slechte bereikbaarheid van bedrijven door wegoptbrekingen met imagoschade voor 'de veroorzaker', het waterbedrijf tot gevolg. Ook kunnen gevaarlijke situaties en kans op persoonlijk letsel ontstaan wanneer storingen optreden bij risicovolle objecten (Beuken en Kivit, 2005). De gevoelde noodzaak dergelijke gevolgen van storingen te voorkomen, bepaalt of leidingen preventief of correctief onderhouden of vervangen worden (zie bijlage I voor definities).

De periode tot het vervangen van een leiding(deel) wordt doorgaans de levensduur of restlevensduur genoemd. Waterbedrijven zijn geïnteresseerd in de restlevensduur van hun leidingen, om goede asset management beslissingen te kunnen nemen; de bedrijfsvoering wordt ingericht op het bereiken van een bepaalde performance, binnen geaccepteerde risico's en tegen verantwoorde kosten. De betrouwbaarheid van het systeem en als belangrijk onderdeel daarvan de infrastructuur zijn bepalend voor de performance. Het falen van de leidinginfrastructuur is vaak direct merkbaar voor klanten en wordt uitgedrukt in de Kritische Prestatie Indicator (KPI) Ondermaatse LeveringsMinuten (OLM). In hoeverre vervanging nodig of het risico op falen acceptabel geacht wordt, wordt echter niet alleen bepaald door ondermaatse levering van drinkwater aan de klant en imagoschade die daaruit voort kan vloeien. Overlast door werkzaamheden en risico's op externe effecten wegen bijvoorbeeld ook mee. Vanuit dit perspectief is de tolerantie van een waterbedrijf om (herhaaldelijk) storingen te accepteren bepalend voor de beslissing leidingen te vervangen (vrije vertaling van Yves Le Gat, LESAM 2011, Mülheim an der Ruhr). De levensduur van leidingen is daarmee afhankelijk van diverse normen die een waterbedrijf hanteert voor wat acceptabel is aan kosten, overlast, risico, etc.

De levensduur kan op verschillende manieren benaderd worden. Afhankelijk van het perspectief van waaruit het vervangingsmoment wordt beschouwd, kan gesproken worden over:

- *Technische* levensduur: de leiding vertoont fysieke gebreken die de levering hinderen.
- *Economische* levensduur: het in bedrijf houden van de leiding wordt duurder dan vervangen (bijvoorbeeld doordat er steeds storingen optreden)
- *Maatschappelijke* levensduur: storingen of reparaties aan leidingen geven teveel overlast aan de omgeving (OLM, verkeershinder, imagoschade, etc.)
- *Functionele* levensduur: de leidingen voldoen niet meer aan de functionele eisen (druk, hoeveelheid, waterkwaliteit)

Voor verdere uitleg over de verschillende soorten levensduur wordt verwezen naar hoofdstuk 3 en de begrippenlijst achter in het rapport.

Welke van de vier genoemde soorten levensduur doorslaggevend is voor het moment waarop tot vervanging wordt overgegaan is afhankelijk van het soort leiding (de diameter, het materiaal, de huidige staat en het verouderingsproces) en de beheerssituatie (de kosten van falen en werkzaamheden, inclusief externe effecten).

1.2 Doelstelling

Doel van dit rapport is het bieden van een structuur voor het plannen van vervangingen van leidingen, waarbij technische, economische, functionele en maatschappelijke factoren in beschouwing worden genomen. Daartoe wordt gekeken welke factoren van invloed zijn op de levensduur. Door de afwegingen die gemaakt worden in de verschillende situaties te benoemen wordt een afwegingskader geschetst om aandachtgebieden te identificeren en te komen tot saneringsplannen. Hierin zijn plannen voor ontwikkelingen in de sociale en fysieke omgeving meegenomen. Op deze wijze geeft het rapport een breed kader voor het gestructureerd plannen van vervangingen. Het rapport geeft geen invulling aan vervangingsplannen, maar maakt het afwegingskader inzichtelijk.

1.3 Leeswijzer

Na de introductie in dit hoofdstuk is in het volgende hoofdstuk de scope van het rapport vastgelegd. Besproken wordt wat er onder saneringsvraagstukken wordt verstaan en wat dit rapport toevoegt. De systeembenadering van Systems Engineering wordt gebruikt om het transport- en distributienet in een breder kader te plaatsen.

Hoofdstuk 3 bespreekt de verschillende typen levensduur. In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen technische, economische, maatschappelijke en functionele levensduur. Voor elk type levensduur is besproken welke factoren erop van invloed zijn.

In hoofdstuk 4 worden beheerssituaties (settings) onderscheiden op basis waarvan een verzorgingsgebied kan worden ingedeeld. Aan de hand van algemeen geldende waarden zijn criteria opgesteld, waarmee een impactanalyse is gemaakt voor de onderscheiden settings.

De synthese in hoofdstuk 5 geeft voor de behandelde beheerssituaties aan welke (combinaties van) redenen doorslaggevend zijn voor het nemen van vervangingsbeslissingen. Het eindigt met een stappenplan om te komen tot een saneringsplan op basis van de gehanteerde indeling van beheerssituaties.

Tot slot wordt in hoofdstuk 6 een overzicht gegeven van het voorgaande in de vorm van een schematisch afwegingskader. De stappen in het afwegingskader geven een overzicht van aspecten waarmee men te maken krijgt bij het opstellen van saneringsplannen.

2 Scope: saneringsvragen en het transport- en distributienet

2.1 Saneringsvragen

Bij beslissingen over het vervangen van leidingen staan drie vragen centraal:

1. Welke leidingen hebben een dusdanige conditie dat zij in aanmerking komen voor sanering? (saneren op eigen initiatief)
2. Indien werken aan andere infrastructuur worden uitgevoerd, kan een nabijgelegen waterleiding dan blijven liggen, of is het opportuun deze ook te saneren? (saneren op initiatief van derden)
3. Welke leidingen moeten worden vervangen omdat door wijzingen in de omgeving de infrastructuur aanpassing behoeft? (reconstructies)

De eerste vraag heeft als uitgangspunt de conditie van de waterinfrastructuur, terwijl bij de tweede en derde vraag de omgeving van de waterinfrastructuur leidend is. De saneringsvraag op initiatief van derden is beperkt tot de uitvoering van ondergrondse werken; er wordt meestal financieel voordeel behaald door gezamenlijke uitvoering. Bij reconstructies wordt de vervangingsbeslissing ingegeven door wijzigingen bovengronds. Een bekend voorbeeld is het vervangen van een leiding omdat een weg wordt verbreed.

Met het verouderen van grote delen van de infrastructuur neemt het belang van goede planning van saneringen toe. Bij reconstructies volgt het waterbedrijf de ontwikkelingen van andere partijen; verstedelijking betekent veel nieuwe aanleg en vervroegde reconstructies wat ook kansen biedt om het net te optimaliseren (vertakken, kleinere diameters). Ook stadsvernieuwing kan een reden zijn voor herziening van het leidingnet, ingegeven door maatschappelijke bewegingen. Daar waar de vraag toeneemt kan capaciteitsgebrek reden zijn tot vervanging van leidingen. Waar de vraag afneemt (krimpregio's) kunnen leidingen juist overgedimensioneerd zijn waardoor kwaliteitsproblemen ontstaan en vervanging vereist is.

Zijn de plannen voor ruimtelijke ontwikkelingen of maatschappelijke trends die van invloed zijn op de drinkwaterinfrastructuur bekend, dan kunnen deze mee worden genomen in de afwegingen voor saneringsplannen. Anticiperen in plaats van volgen. Hiervoor is het nodig dat de plannen van derden vroegtijdig bekend zijn bij de waterbedrijven en trends worden geanalyseerd. Een vierde saneringsvraag op netwerkniveau kan aan de andere drie vragen worden toegevoegd:

4. Welke ontwikkelingen in de fysieke en sociale omgeving hebben een dusdanige invloed op de waterinfrastructuur dat erop moet worden geanticipeerd door ze in de saneringsplannen op te nemen zodat dit leidt tot optimaal lange termijn beheer?

2.2 Systembenadering

De vragen uit de vorige paragraaf laten zien dat exogene factoren de levensduur van leidingen kunnen beïnvloeden. Deze factoren kunnen technisch, economisch, functioneel of maatschappelijk van aard zijn.

Vanwege de veelzijdigheid van het onderwerp is gezocht naar manieren om de materie overzichtelijk te structureren. Hierbij bleek de Leidraad voor Systems Engineering binnen de GWW-sector (grond-, wegen- en waterbouw) behulpzaam (Boer et al, 2009). Deze leidraad geeft een werkwijze voor de totstandkoming van infrastructurale projecten en heeft tot doel de faalkosten in de sector terug te dringen en daarmee het imago te verbeteren. Door de werkwijze die de Leidraad geeft te hanteren kan op transparante wijze voorzien worden in de behoefte van de klant, binnen maatschappelijk verantwoorde kosten. Hiertoe worden infrastructuurnetwerken beschreven als systeem bestaande uit kleinere elementen. Het systeembenaken gebaseerd op de principes van Systems Engineering (SE) is een

methode die van oorsprong afkomstig is uit de telecomsector, om complexe problemen het hoofd te kunnen bieden. SE gaat ervan uit dat systemen niet alleen over techniek gaan, maar ook over mensen en procedures. Daarmee is het een geschikt hulpmiddel om een overzicht te geven van het leidingnet en (omgevings)factoren die erop van invloed zijn of waar het mee verbonden is.

In Fig. 1 is het 'System of Interest': het transport- en distributieleidingen systeem, geplaatst in het overkoepelende 'System of Systems': het systeem van de drinkwatervoorziening. Het figuur positioneert het transport- en distributieleidingen systeem ten opzichte van andere systemen waarmee het verweven is. Door vanuit de kern (het transport- en distributieleidingen systeem) naar een steeds hoger gelegen systeem te kijken, verbreedt het blikveld van de kijker zoals een schilder die een paar stappen achteruit doet om zijn werk van een afstandje als geheel te bekijken. Het systeem van transport- en distributieleidingen maakt, samen met de systemen van appendages en aansluitleidingen, deel uit van het infrastructuur systeem. Op zijn beurt maakt de infrastructuur samen met de waterkwaliteit, omgeving, actornetwerk en regelgeving, deel uit van het distributiesysteem. Het distributiesysteem kan samen met winning, productie en het klantsysteem in het overkoepelende drinkwaterlevering systeem geplaatst worden.

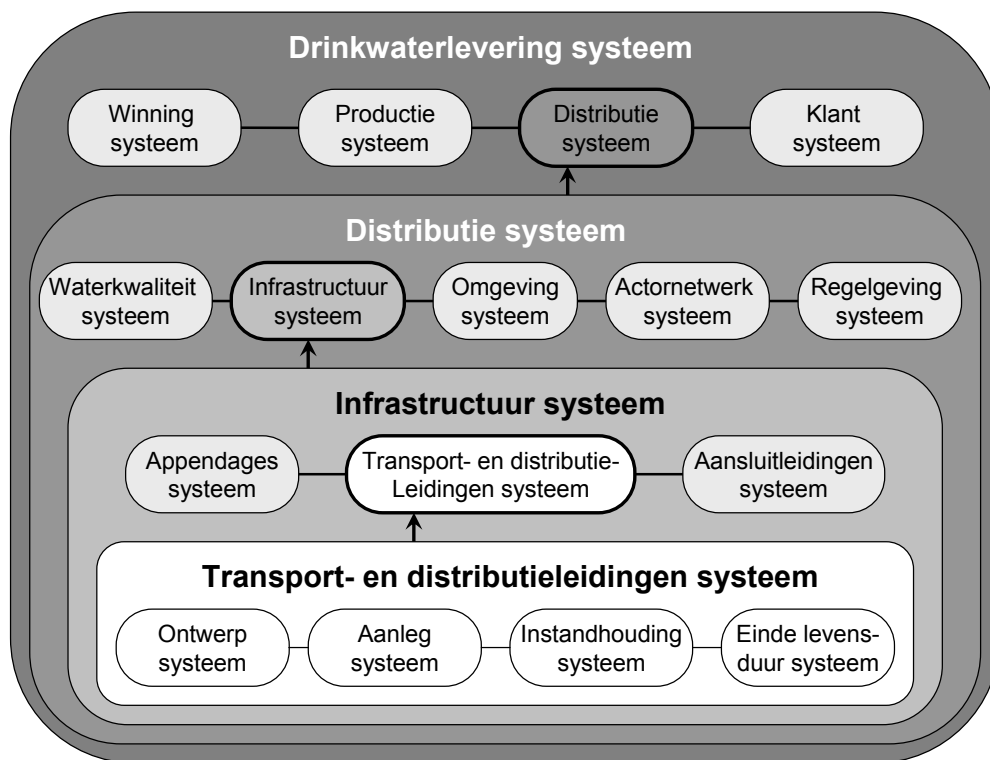


Fig. 1 Transport- en distributieleidingen systeem beschreven in zijn context (het 'System of Systems' geeft het grotere geheel weer waar het transport- en distributieleidingen systeem een element van is dat bovendien zelf weer bestaat uit kleinere elementen)

De factoren die van invloed kunnen zijn op de levensduur, zitten besloten in de systemen die in Fig. 1 zijn weergegeven. Overlast voor de omgeving als reden voor vervanging (maatschappelijke levensduur) past bijvoorbeeld in het omgeving systeem en een onacceptabel klachteniveau heeft te maken met het klantsysteem. SE en Fig. 1 zijn hier gebruikt om te helpen vervangingsvraagstukken in een breder kader te plaatsen. De scope van de saneringsvragen verschuift van het leidingnet (*sanering op eigen initiatief*) naar een beperkte blik op de omgeving (werkzaamheden in de buurt van de waterleiding in bij *saneren op initiatief derden* en *reconstructies*). In dit rapport wordt het saneringsvraagstuk benaderd als een opgave die betrekking heeft op de leidinginfrastructuur als onderdeel van een integraal systeem met technische, economische, maatschappelijke en functionele aspecten.

3 Levensduur en vervangingscriteria

3.1 Levensduur distributie- en transportleidingen

De levensduur van leidingen – de periode waarin ze voldoen aan de gestelde eisen - is ten einde als ze hun functie niet meer kunnen of hoeven te vervullen. Daarna worden leidingen buiten gebruik gesteld of gesaneerd (geheel of gedeeltelijk vervangen, gerepareerd of gerenoveerd). Het beëindigen van de levensduur kan verschillende oorzaken hebben; de leiding kan fysiek kapot gaan, bijvoorbeeld als gevolg van chemische aantasting, ontoelaatbare spanningen of vermoeiingsverschijnselen. De levensduur kan echter ook ten einde zijn wanneer de kosten (in economische of maatschappelijke zin) om de functie te blijven vervullen hoger zijn dan de opbrengsten, of de functie in zijn geheel overbodig is geworden. De redenen voor het vervangen van leidingen zijn in te delen in technisch, economisch, functioneel en maatschappelijk. De levensduur kan derhalve ook vanuit die vier perspectieven benaderd worden.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de verschillende typen levensduur en worden de voornaamste factoren beschreven die hierop van invloed zijn.

Technische levensduur; tijdsduur waarin een productiemiddel technisch gezien in staat is de prestatie te leveren waarvoor het is aangeschaft.

De technische levensduur is bereikt wanneer fysieke gebreken de levering hinderen, bijvoorbeeld door conditieafname als gevolg van aantasting, of leidingbreuk door wortelingroei in combinatie met storm. Wordt de technische levensduur van een leiding(deel) bereikt, dan kan door middel van reparatie de levensduur verlengd worden.

Economische levensduur; de periode waarin de toekomstige opbrengsten hoger zijn dan de toekomstige kosten; voortzetting van exploitatie is na deze periode niet meer rendabel.

Voor waterleidingen zal dit een afweging zijn tussen de verwachte kosten van vervangen enerzijds en anderzijds de te verwachten kosten van een storing, inclusief de kosten van potentiële schade aan de omgeving die een lekkage, de reparatie en bijbehorende werkzaamheden (verkeersmaatregelen, herbestrating e.d.) met zich meebrengen

Maatschappelijke levensduur; tijdsduur waarin een productiemiddel in staat is een minimaal benodigde prestatie te leveren bepaald door maatschappelijke factoren, zoals verkeersdrukke of een winkelstraat, die een grens stellen aan het aantal toelaatbare storingen.

Een waterbedrijf kan besluiten de leidingen te vervangen in plaats van te repareren om te voorkomen dat er (meer) overlast ontstaat voor de klanten. Overlast kan ontstaan door het bereiken van de technische levensduur van een leiding dicht bij een drukke weg bijvoorbeeld. Een ander voorbeeld wat bedrijven ertoe kan brengen over te gaan tot vervanging is wanneer een verouderd leidingnet de waterkwaliteit negatief beïnvloedt wat leidt tot aanhoudende klachten.

Functionele levensduur; de periode waarin een productiemiddel voldoet aan de functie of de gebruikseisen waarvoor het ontworpen is.

In het geval van drinkwater infrastructuur zal de functionele levensduur eindigen wanneer functiewijziging van de bebouwing die het van water voorziet, noopt tot aanpassing van leidingdiameter of -kwaliteit. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren wanneer door herbestemming een gebied een geheel andere functie krijgt waardoor de bebouwing en het waterverbruik drastisch veranderen. Dergelijke plannen of wijzigingen staan beschreven in structuurvisies en bestemmingsplannen. De functionele levensduur kan ook eindigen als veranderend waterverbruik ervoor zorgt dat niet meer aan de gebruikseisen kan worden voldaan. Een toename van het verbruik kan bijvoorbeeld zorgen voor ontoereikende druk. Afname van het verbruik kan voor kwaliteitsproblemen zorgen door lage snelheden in het net of te lange verblijftijden.

De verschillende soorten levensduur zijn grafisch weergegeven in Fig. 2 en Fig. 3. Om te kunnen voorspellen wanneer leidingen vervangen moeten worden, is het nodig te weten wat het conditieverloop is en aan welke normen de leidingen moeten voldoen (Fig. 2). Door het waterbedrijf gehanteerde normen zijn gebaseerd op economische of maatschappelijke overwegingen en afgeleid daarvan op gebruikerseisen en wet- en regelgeving. Fig. 3 beeldt de functionele levensduur uit en redenen waarom deze kan eindigen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt in trendmatige oorzaken en trendbreuken. Trends die van invloed zijn op de functionele levensduur zijn bijvoorbeeld demografische ontwikkelingen zoals verdunning (relatieve toename van eenpersoonshuishoudens). Door veranderende verbruikspatronen kan de stroomsnelheid die minimaal vereist is om netten zelfreinigend te houden niet meer gehaald worden, waardoor op termijn andere dimensionering nodig wordt. Gevallen waarin sprake is van een abrupt einde van de functionele levensduur hebben te maken met trendbreuk. Voorbeelden van trendbreuken kunnen zijn functiewijzigingen van gebouwen bij herbesteding of gewijzigde plattegrondindeling bij stadsvernieuwing.

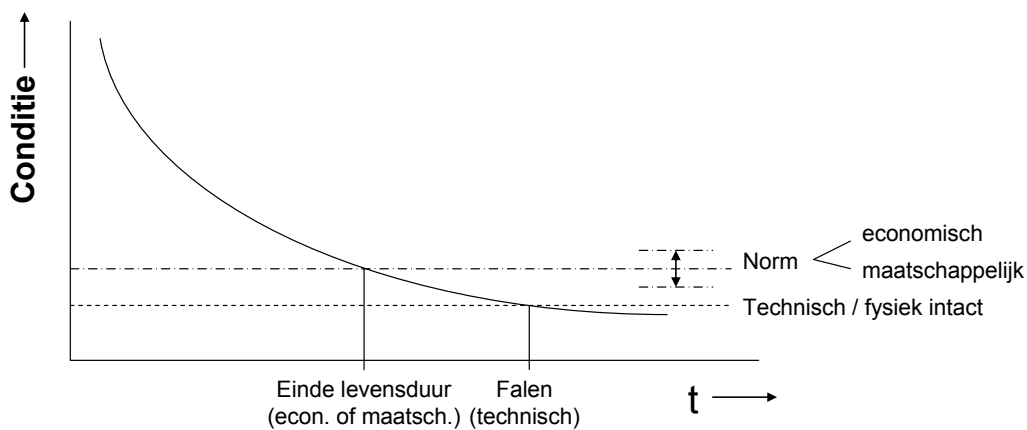


Fig. 2 De conditie van leidingen neemt af in de tijd. Komt het onder een bepaalde norm - die kan door de maatschappij zijn opgelegd, of door economische overwegingen, dan is het einde van de maatschappelijke of economische levensduur bereikt. Als de conditie onder de absolute grens van fysieke integriteit komt en faalt, is de technische levensduur bereikt.

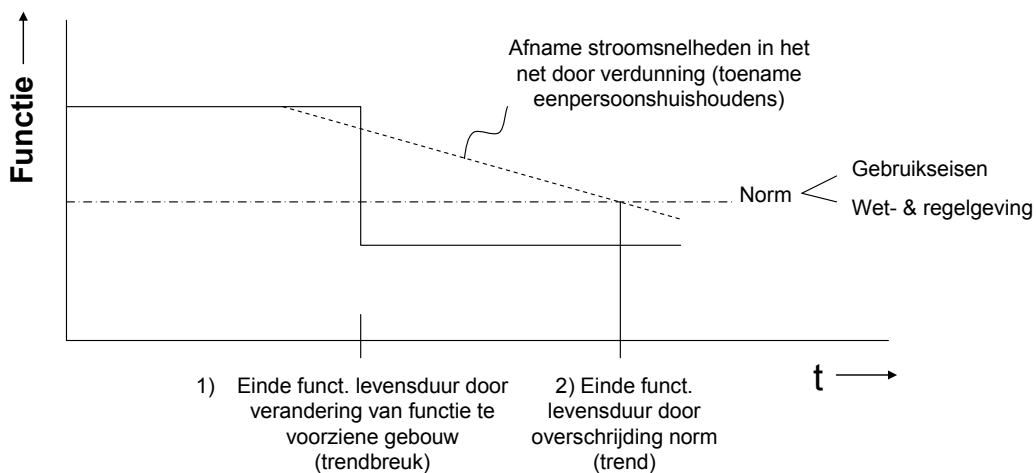


Fig. 3 De functionele levensduur eindigt wanneer de functie zodanig verandert dat de infrastructuur niet meer voldoet (capaciteit, kwaliteit) of wanneer niet meer aan de norm kan worden voldaan door bijvoorbeeld aangroei of verandering van de norm.

Voor het voorspellen van het conditieverloop worden binnen het BTO kennis en tools ontwikkeld. Storingsgegevens, inspectieresultaten, exitbeoordelingen en omgevingsfactoren worden verzameld in USTORE (Vloerbergh, 2008) en het KSLB (Mesman & Beuken, 2011) om inzicht te krijgen in het conditieverloop van individuele leidingen en cohorten. Normstelling gebeurt door het waterbedrijf op basis van economische of maatschappelijke overwegingen. Economische afwegingen gebeuren meestal met behulp van kosten-basten analyses. Maatschappelijke normen hebben bijvoorbeeld betrekking op OLM, imago leveringszekerheid, waterkwaliteit of verkeershinder. De normstelling bij de functionele levensduur is gebaseerd op wet- en regelgeving en gebruikseisen zoals druk of kwaliteit van het kraanwater.

In de praktijk is er een samenhang tussen de diverse soorten levensduur. In een leiding die aan het einde van zijn technische levensduur is, zullen meer storingen optreden, wat tot hogere kosten en dus een verkorting van de economische levensduur leidt. Het onderscheid tussen functionele en maatschappelijke levensduur is soms lastig te maken. Bij een bepaalde functie horen bepaalde (gebruiks)eisen. Voldoet de leiding niet meer aan de gebruikseisen, dan kan het waterbedrijf besluiten tot vervanging over te gaan om klachten te voorkomen en het imago dat bij de klant heerst te verbeteren. Omdat de reden om over te gaan tot vervanging lag bij de gebruikers (eisen), gaat het om het bereiken van de functionele levensduur ondanks dat de functie ongewijzigd is. Deze situatie lijkt veel op het meegaan met werkzaamheden van derden om klachten en overlast te voorkomen. In het laatste geval is het echter 'de maatschappij' die bepalend is en – hoewel de burgers ook allen gebruikers zijn – niet 'de klant' voor wie de leiding in de eerste plaats geïnstalleerd is. De functionele levensduur gaat dus over het intrinsieke drinkwatersysteem, terwijl het bij de maatschappelijke levensduur gaat over de interactie met de omgeving.

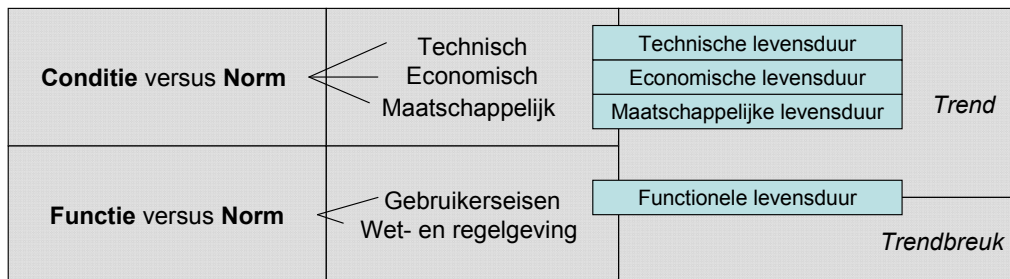


Fig. 4 Verskil tussen technische, economische, maatschappelijke en functionele levensduur

Fig. 4 geeft het verschil aan tussen de verschillende soorten levensduur. Om het risico op verwarring te minimaliseren, helpt het wellicht de verschillende soorten levensduur te benaderen als verschillende perspectieven om vervangingsvraagstukken te bezien (technische, economisch, functioneel en maatschappelijk).

3.2 Het perspectief van de technische levensduur

De technische levensduur is de tijd van aanleg tot bezwijken van een (onder)deel van het systeem. Een leiding bezwijkt doordat de maximaal toelaatbare spanning, of weerstand tegen bezwijken, in het materiaal wordt overschreden. De maximaal toelaatbare spanning kan overschreden worden door achteruitgang van de materiaaleigenschappen of door chemische aantasting van het leidingmateriaal. Laatstgenoemde leidt tot vermindering van de effectieve wanddikte. Achteruitgang van de materiaaleigenschappen is een fenomeen dat in de praktijk moeilijk is vast te stellen, aangezien de eigenschappen bij aanleg van de leiding meestal niet bekend zijn. Daarnaast is het testen van de huidige materiaaleigenschappen relatief kostbaar omdat hiervoor een leidingdeel destructief verwijderd moet worden en er aanvullende laboratoriumtesten uitgevoerd moeten worden. Met name voor AC stuit dit op gezondheidskundige bezwaren.

Chemische aantasting van het leidingmateriaal komt voor omdat onder invloed van een agressief milieu de leidingwand wordt aangetast. Bij metalen leidingen vindt dit plaats door oxidatie (corrosie), bij leidingen waarin cement wordt gebruikt (AC of beton) vindt dit plaats als kalk uit de buiswand oplost (uitloging). Voor kunststof (PVC en PE) geldt dat onder normale omstandigheden geen aantasting plaatsvindt. Faalmechanismen van kunststoffen zijn gerelateerd aan de spanning die het materiaal gedurende een bepaalde tijd kan opnemen en die karakteristiek zijn voor de betreffende buis (uitleg hierover is te vinden in Boersma (2003)).

Informatie over het degradatieverloop van ondergrondse infrastructuur is dus nodig voor het vaststellen van de technische levensduur. Op dit moment is die kennis hierover beperkt, maar wordt op diverse plaatsen gegenereerd; behalve in Nederland bijvoorbeeld ook in Duitsland (o.a. Sorge et al, 2011), Japan (o.a. Arai et al, 2010) en Australië (o.a. Burn et al, 2010). Tabel 3-1 geeft een overzicht van invloedsfactoren op de technische levensduur en kennis en tools die er bestaan om deze te bepalen.

Conditiebepalingen geven informatie over de actuele conditie van leidingen en kunnen daarbij behulpzaam zijn om de degradatie van het leidingmateriaal in te schatten en te controleren of de huidige conditie zich boven de gestelde normconditie bevindt. De Kater (2010) geeft een overzicht van technieken die zijn ontwikkeld om de conditie van leidingen te kunnen meten. Deze conditiemetingen vergen in de praktijk vaak hoge kosten en ze vereisen het uit bedrijf nemen van een leiding. Om die reden wordt ook inzicht verkregen uit storings (leidingbreuken, leidinglekkages) gebruikt om kennis te verkrijgen over de staat van het leidingnet. Hierbij wordt het aantal storings per km per jaar als maat gehanteerd. Binnen het BTO-project USTORE vindt een uniforme registratie plaats van storings met als doel kennis te verzamelen over de degradatie van leidingen en factoren die deze degradatie beïnvloeden. Waterbedrijven kunnen storingsstatistiek hanteren om de technische levensduur te bepalen door vergelijking van de optredende storingsfrequentie met een maatgevende storingsfrequentie. Het waterbedrijf kan hierbij afhankelijk van de setting een specifieke maatgevende storingsfrequentie hanteren.

Tabel 3-1 Overzicht van factoren die van invloed zijn op de technische levensduur en de kennis en tools die er zijn om de waarde van de invloedsfactoren te bepalen.

Technische levensduur		
Bepaald door	Invloedsfactoren	Kennis & tools
Overschrijding maximaal toelaatbare belasting	Reststerkte materiaal	Degradatieverloop uit (non)destructieve inspectietechnieken Storingsgegevens uit USTOREweb Kennis uit KSLB
	Belasting (uitwendig en inwendig) door o.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Vorst • Bodem - materiaal interactie • Corrosie diepte / restwanddikte 	Weergegevens KNMI, bodemgegevens, conditie materiaal, corrosiesnelheid / aanlegjaar
	Externe belastingen divers (verkeer, werkzaamheden)	GIS / wegenkaarten
Degradatie materiaal	Leeftijd materiaal	LIS
	Kenmerken bodem	GIS / bodemkaarten
	Grondwater	GIS / grondwaterkaarten
	Drinkwaterkwaliteit	

Er bestaan meerdere softwarepakketten voor het berekenen van het optimale vervangingsmoment van leidingen. Deze baseren zich vooral op het extrapoleren van storingstatistiek, waarop een

vervangingsmoment wordt gebaseerd. Binnen het BTO is in 2010 een overzicht gepresenteerd van softwarepakketten voor de ondersteuning van asset management beslissingen ((Beuken, 2010a) . Overigens nemen deze pakketten ook de financiële consequenties van een storing in overwegen en hebben daarmee een aanpak met zowel componenten van de technische als van de economische levensduur. In een tweetal pilots zijn pakketten geëvalueerd, waarvan de resultaten van de eerste binnenkort beschikbaar zijn (Beuken, 2011).

Binnen het BTO bestaat het KSLB (Kennis Systeem Levensduur Bepaling). Het doel van het KSLB is kennis verzamelen over de conditie van het leidingnet voor beslissingsondersteuning. Het KSLB is een rekenmodel waarmee op diverse manieren een inschatting gemaakt kan worden van de restlevensduur, afhankelijk van de beschikbare informatie. Indien er gegevens beschikbaar zijn over het verloop van de wanddikte in de tijd, dan kan op basis daarvan de resterende tijd tot het bereiken van de minimaal benodigde wanddikte (onder gegeven belasting) worden berekend. Dit geldt voor cohorten van de materialen waarvan de wanddikte in de tijd afneemt door aantasting (metalen). Daarnaast kan het storingsverloop van individuele leiding gebruikt worden als indicator voor de resterende levensduur. Hiervoor is het noodzakelijk dat de storingsgegevens per leiding worden geregistreerd. Tot slot kan voor AC en gietijzer aan de hand van omgevingsfactoren voorspeld worden wanneer de technische levensduur wordt bereikt. Een vernieuwde versie (Versie 2) is in 2011 afgerond en voor de bedrijven beschikbaar gekomen (Mesman & Beuken, 2011). De opzet van het KSLB is dusdanig dat de levensduur voor conditiebepalingen en voorspellingen onderling vergeleken kunnen worden. Hiermee wordt beoogd dat op termijn onderbouwde kennisregels ontstaan voor het voorspellen van de conditie.

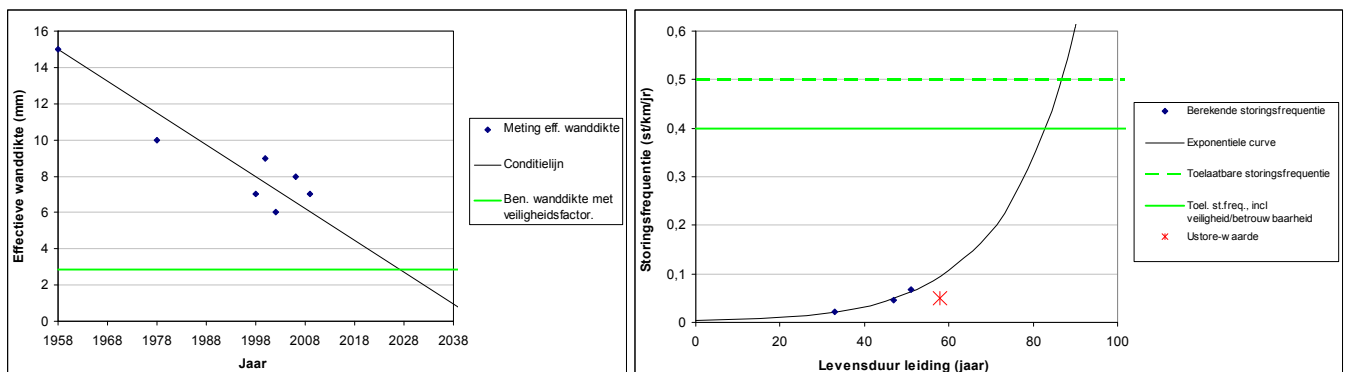


Fig. 5 Voorbeelden uit het KSLB V2.0 – AC model: conditieafname van een cohort leidingen (linker grafiek) en toename van de storingsfrequentie (rechter grafiek)

3.3 Het economische perspectief

De economische levensduur wordt bepaald door de te verwachten kosten en opbrengsten. Hierbij geldt dat het einde van de economische levensduur is bereikt wanneer de toekomstige kosten hoger zijn dan de toekomstige opbrengsten. Omdat er geen duidelijke financiële opbrengsten zijn toe te wijzen aan het leidingstelsel, zal voor de bepaling van de economische levensduur alleen gekeken worden naar de kosten. Hierbij wordt een afweging gemaakt tussen enerzijds de kapitaalkosten (rente en afschrijvingen) die afnemen bij toenemende levensduur en de operationele kosten en anderzijds de operationele die toenemen bij toenemende storingsfrequentie. Het toenemen van operationele kosten houdt verband met de degradatie van leidingen en de grotere kans op leidingbreuk. Dit houdt in dat indirect de technische levensduur een rol speelt. Kapitaalslasten bestaan uit lasten voor rente en afschrijvingen. De afschrijvingen zijn gerelateerd aan de afschrijvingstermijn. Waterbedrijven hanteren hiervoor in het algemeen een termijn van 30 tot 60 jaar.

Behalve wanneer de te verwachten kosten voor beheer en onderhoud die voor vernieuwing overschrijden, zijn er nog andere situaties waarin de levensduur van assets vanuit economisch perspectief korter is dan vanuit technisch perspectief (Quach, 2008):

- Technologische innovaties kunnen ervoor zorgen dat een asset overbodig wordt (zoals de grootschalige verspreiding van mobiele telefoons ervoor zorgde dat een groot deel van de vaste telefoons overbodig werden ver voordat ze hun technische levensduur hadden bereikt).
- Wanneer de kosten om een asset te renoveren gelijk zijn aan de de kosten over de restlevensduur van de gerenoveerde assets. In dit geval levert het renoveren geen winst op en is het economisch niet interessant de actie van het renoveren te ondernemen.

Asset management beslissingen worden genomen door het afwegen van prestatie, risico en kosten. De aspecten prestatie en risico zijn in het verleden altijd leidend geweest. Hierbij spelen overwegingen vanuit het perspectief van waterkwaliteit, leveringszekerheid en veiligheid. Binnen deze randvoorwaarden worden doorgaans diverse alternatieven vergeleken, waarbij kosten een belangrijke rol spelen. De laatste jaren neemt door aandacht voor efficiency een meer integrale kijk op prestatie, risico en kosten toe.

De meest gangbare methode om een afweging te maken gebaseerd op kosten, is een Kosten-Baten Analyse. (KBA). In een KBA worden voor verschillende alternatieven (bijvoorbeeld wel of niet vervangen) de gevolgen uitgedrukt in kosten. Hiervoor bestaan verschillende beoordelingstechnieken, zoals:

- Gemiddelde boekhoudkundige rentabiliteit
- Terugverdientijd
- Rendement Op Investering (ROI)
- Netto Contante Waarde (NCW)
- Interne Rentevoet (IRR)

Het valt buiten de scope van dit rapport om hier gedetailleerd op in te gaan. Voor verdere uitleg over de hier genoemde beoordelingstechnieken wordt verwezen naar bijvoorbeeld Dorsman (2008) en Blommaert en Blommaert (2008).

Het belangrijkste uitgangspunt bij een KBA is dat alles in geld is uit te drukken. Het is daarom het best toepasbaar bij vraagstukken waarvan de doelen duidelijk en concreet zijn en de mogelijke oplossingen een soortgelijk karakter hebben, dus vergelijkbaar zijn. Als de mogelijke oplossingen sterk verschillen, of aspecten die niet goed in geld zijn uit te drukken een rol gaan spelen, is een KBA vaak ontoereikend om te helpen bij het maken van een beslissing en moet worden gekeken naar andere methoden. KBA is geschikt voor vraagstukken op operationeel niveau waarvan de doelen concreet geformuleerd zijn. Voor vraagstukken op meer strategisch niveau is de KBA niet geschikt. Met de strategische doelen als uitgangspunt, kan bijvoorbeeld een systeem als SIMPLE behulpzaam zijn bij het komen tot saneringsplannen (zie § 4.3).

Rekenvoorbeeld optimale vervangingsmoment op basis van economische levensduur

De economische levensduur van een leiding kan berekend worden door gedurende een lange periode alle investerings- en onderhoudskosten te berekenen voor verschillende levensduren. De levensduur met de laagste kosten vertegenwoordigt dan het economisch optimum, of de gewenste economische levensduur. In bijlage II is een voorbeeld uitgewerkt voor een dergelijke berekening. In de berekening wordt voor een periode van 200 jaar de meest economische levensduur bepaald, waarbij er van uit wordt uitgegaan dat de leiding al een aantal jaar in functie is en dat de initiële aanleg volledig is afgeschreven. Nadat een leiding is vervangen, worden rente en afschrijvingen berekend voor de opgegeven afschrijvingstermijn (volgens de methode van lineaire afschrijving). De berekening gaat uit van de volgende rekenstappen:

- Onderhoudskosten: deze worden berekend door vermenigvuldiging van de kosten van reparatie met de storingsfrequentie. De storingsfrequentie is hier voorgesteld als een discontinue functie, die tussen jaar 1 en jaar T constant zal zijn en na jaar T exponentieel zal toenemen. Deze exponentiële functie wordt gedefinieerd door op te geven na hoeveel jaar het aantal breuken zal zijn verdubbeld. De onderhoudskosten voor een periode van 200 jaar worden contant gemaakt (NCW-methode).

- Afschrijvingskosten: deze worden berekend door na het moment van vervangen een termijn te plaatsen waarin de investering lineair wordt afgeschreven. Daarna worden de afschrijvingskosten contant gemaakt.
- Rentekosten: deze worden berekend door gedurende de termijn dat wordt afgeschreven de schuld te bepalen waarover rente wordt berekend. Vervolgens worden alle rentekosten contant gemaakt.
- Voor elke levensduur worden de contant gemaakte kosten voor onderhoud, afschrijving en rente opgeteld en nagegaan bij welke levensduur een minimum voorkomt.

In Tabel 3-2 is een voorbeeld uitgewerkt voor het bepalen van de economische levensduur voor de leidingmaterialen AC, GIJ en PVC. Fig. 6 geeft voor een 100 mm AC-leiding de contant gemaakte kosten voor verschillende levensduren. Hier blijkt dat de economische levensduur 147 jaar is. Gezien het vlakke verloop van de curve leveren de kosten rondom het minimum vergelijkbare kosten op. Het interval tussen de jaren 131 en 165 levert een kostenverhoging op van maximaal 5% (zie onderste regel uit Tabel 3-2)

Tabel 3-2 Rekenvoorbeeld van het bepalen van de economische levensduur voor de leidingmaterialen AC, GIJ en PVC. De hier gehanteerde waarden voor de onderhoudskosten en vervangingskosten zijn zo realistisch mogelijke schattingen. Waterbedrijven kunnen hier hun eigen kengetallen invoeren.

Leidingmateriaal	100mm AC	100mm GIJ	110mm PVC
Onderhoudskosten			
Onderhoudskosten constant tot (jaar)	50	75	60
Onderhoudskosten verdubbeld na (jaar)	70	100	90
Gemiddelde kosten reparatie (€)	1.500	1.000	2.000
Maatschappelijke kosten (€)	1.000	1.000	1.000
Totale kosten reparatie (€)	2.500	2.000	3.000
Aantal breuken per km per jaar in lineair deel	0,08	0,10	0,04
Vervangingskosten			
Kosten vervangen leiding (€/km)	170.000	150.000	150.000
Afschrijvingstermijn (jaar)		30	
Netto rentepercentage		3%	
Economische levensduur (jaar)			
Interval min. kosten +5% (jaar)	131-165	166 - >200	183 - >200

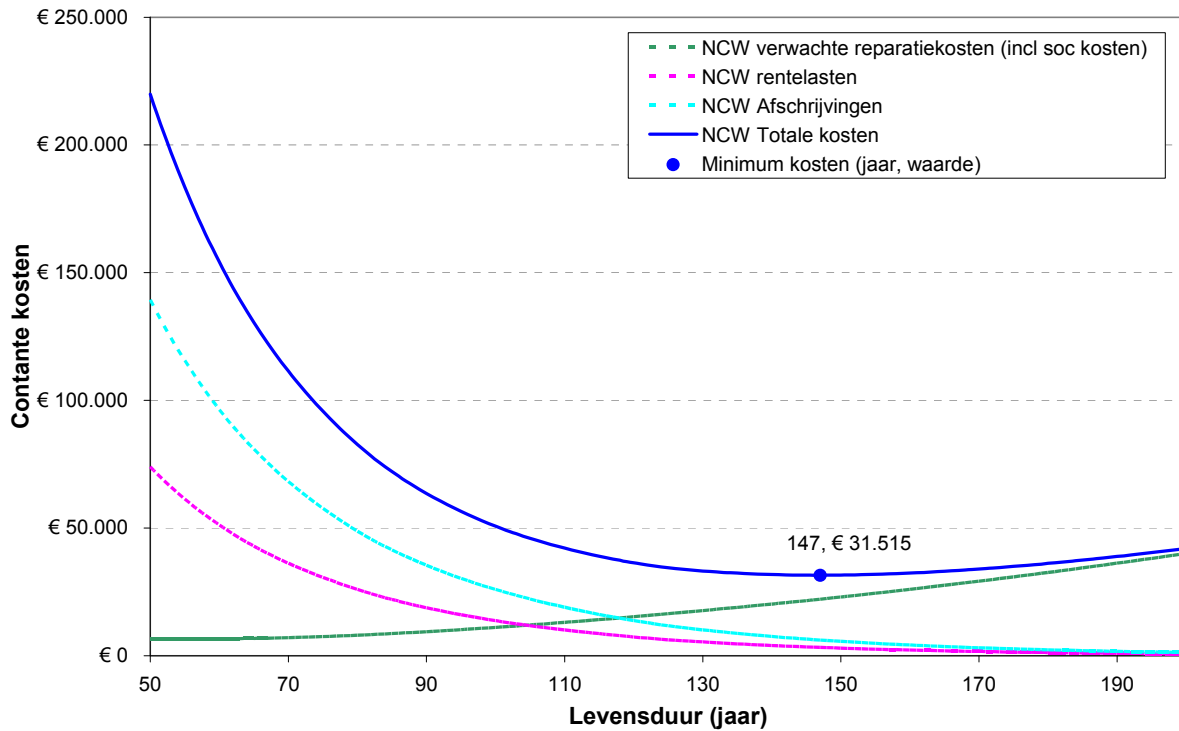


Fig. 6 Contant gemaakt kosten voor onderhoud en vervanging van een 100 mm AC leiding. De levensduur met de minimale contant gemaakte kosten is 147 jaar.

Voor het voorbeeld uit Fig. 6, een 100 mm AC-leiding, kan in verschillende settings een richtwaarde worden gegeven voor de bijbehorende maatschappelijke kosten en storingsfrequentie (zie Tabel 3-3). Op basis daarvan kan per setting een onderbouwde inschatting worden verkregen van de economische levensduur (de hier gebruikte getallen zijn indicatief).

Tabel 3-3 Voorbeeld van verschillende economische levensduren, per setting

Storingsfrequentie		Maatschappelijke kosten		Econ. levensduur (jaar)	
	(st/km/.jr]	Gem. omvang (€)	Omvang schade		
Landelijk	0,1	Zwaar landbouwverkeer, ploegen	100	Zeër beperkt	153
Stedelijk /stadskern	0,15	Veel verkeer, en bouwactiviteiten	20.000	Groot	83
Woonwijk oud	0,07	Beperkt verkeer	5.000	Aanzienlijk	125
Flatwijk	0,05		1.000	Beperkt	159
Woonwijk nieuw	0,05		1.000	Beperkt	159
Industrie-terrein	0,1	Zwaar verkeer	20.000	Groot	90
Bedrijven-terrein	0,1	Zwaar verkeer	10.000	Vrij groot	103
BEEL	0,1	Zwaar verkeer	50.000	Zeër groot	77

Tabel 3-4 Economische factoren die van invloed kunnen zijn op vervangingsbeslissingen

Economische levensduur		
Bepaald door	Invloedsfactoren	Voorbeelden
Kosten-Baten Analyse (KBA)	Initiële investering	Leidingen, verbindingen en appendages
	Operationele uitgaven	Spuien, reparaties, afsluiterinspecties
	Afschrijvingen	
	Belasting	
	Opbrengsten / vermeden kosten	Materiaal met hoge storingsfrequentie vervangen door materiaal met lage storingsfrequentie onder dezelfde omstandigheden
	Rente	
	Inflatie	

3.4 Het maatschappelijke perspectief

De maatschappelijke levensduur wordt bepaald door maatschappelijke factoren die een grens stellen aan het aantal toelaatbare storingen of andere vormen van overlast. Ontwikkelingen als het steeds mondiger worden van klanten en burgers en de snelle verspreiding van nieuws via diverse media zijn belangrijke krachten die het handelen van organisaties sturen. Behalve nieuwe mogelijkheden, bieden dergelijke ontwikkelingen namelijk ook bedreigingen. Om schade aan imago en vertrouwen te voorkomen is het voor organisaties belangrijk die mechanismen te begrijpen.

Projecten in de publieke sector hebben vaak zowel in positieve (baten) als negatieve zin (kosten) invloed op meerdere partijen. Een afweging tussen verschillende varianten zou ook met de kosten en baten die voor rekening van de maatschappij komen rekening moeten houden. Een methode die de mogelijkheid biedt om ook de effecten van verschillende projectalternatieven in de vorm van kosten en baten voor derden in de afweging mee te nemen is de Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA). Hierin worden alle kosten en baten in geld uitgedrukt, waarvoor marktprijzen bestaan en worden tevens effecten die niet in geld kunnen worden uitgedrukt, zoals sommige milieueffecten, apart vermeld. Deze effecten blijven buiten de rentabiliteitsberekeningen, maar er wordt wel zoveel mogelijk kwantitatieve informatie over gegeven. Op deze manier ontstaat een systematisch overzicht van alle voor- en nadelen van een investering, waar die ook terecht komen.

De in een MKBA onderscheiden effecten (kosten of baten) zijn:

- Directe effecten, de kosten van de investering (kosten voor aanleg en onderhoud of exploitatie) en de baten van het gebruik (de voordelen die gebruikers ondervinden van de nieuwe investering)
- Indirecte effecten, die elders in de economie terechtkomen maar wel het gevolg zijn van directe effecten. Een voorbeeld hiervan is minder wegoptbrekingen doordat er minder vaak reparaties aan de ondergrondse infrastructuur hoeven worden uitgevoerd, waardoor de bereikbaarheid van bedrijven verbetert. Dit kan weer leiden tot vestiging van nieuwe bedrijven wat leidt tot meer werkgelegenheid.
- Externe effecten, de effecten die gekenmerkt worden door het ontbreken van een marktprijs, zoals milieueffecten (geluid, emissies, etc.) of veiligheidseffecten (overstroming, verkeer, brandveiligheid).
- Verdelingseffecten geven de herverdeling van de welvaart, inkomen of werkgelegenheid, vaak tussen producent en consument of werkgelegenheid in een gebied dat ten koste gaat van de werkgelegenheid in een ander gebied. Hoewel verdelingseffecten geen netto baat vormen in de MKBA, kunnen ze wel belangrijk zijn voor de initiatiefnemers of de verdeling van opbrengsten. Met betrekking tot vervangingsbeslissingen over drinkwaterinfrastructuur zijn verdelingseffecten niet aan de orde.

In het kader hieronder (Fig. 7 is een voorbeeld opgenomen uit de Leidraad voor Kosten-Baten Analyse van het Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEI) (Eijgenraam et al, 2000). Het voorbeeld geeft de verschillende effecten in een MKBA zoals hiervoor besproken weer.

<i>Samenvatting van een maatschappelijke kosten-batenanalyse voor een fictief project</i>		
<i>Bedragen in netto contante waarden</i>		
	<i>Financieel</i>	<i>Betreft</i>
BATEN		
<i>Directe effecten</i>		
- Exploitatie-inkomsten	f 3 à 4 mld	
- Voordeelen voor reizigers	f 2,25 à 3 mld	75 à 100 mln uur reistijd
<i>Indirecte/strategische welvaartseffecten</i>		
	f 0 à 2 mld	schaal- en efficiëntievoordelen
Milieu: vermeden emissies	f 0,25 à 0,5 mld	2 à 4 Mton CO2
Totaal baten	f 5,5 à 9,5 mld	
KOSTEN		
<i>Directe effecten</i>		
- Investering	f 4 à 4,5 mld	
- Onderhoud	f 1 mld	
- Exploitatie	f 1 mld	
Totaal kosten	f 6 à 6,5 mld	
Saldo (baten min kosten)	f -1 à +3,5 mld	
Rendement	3,5 à 10%	
PM POSTEN		
<i>Verdelingseffecten (tussen regio's)</i>		
	+PM1	10% kleiner inkomensverschil
Landschap en hinder	-PM2	500 ha 1000 gehinderden
Conclusie: In de politieke afweging dient het saldo in guldens te worden afgewogen tegen de moeilijk in geld uit te drukken PM-posten.		

Fig. 7 Voorbeeld: Maatschappelijke kosten-baten analyse van een fictief project uit: Eijgenraam et al, 2000

In MKBA worden maatschappelijke effecten in geld uitgedrukt om ze in afwegingen mee te nemen. Maatschappelijke effecten kunnen echter ook in vervangingsbeslissingen worden meegenomen zonder in euro's te worden uitgedrukt. Bij de maatschappelijke levensduur van waterleidingen gaat het vooral om de tolerantie voor overlast en daaraan gerelateerd het voorkomen van klachten of imagoschade. Die overlast kan zich in verschillende vormen uiten; voor weggebruikers, voor winkelend publiek en winkeliers, of voor andere gebruikers van de openbare ruimte. In gebieden waar dit aan de orde is (vooral stedelijk gebied en oude woonwijken) is het goed een beeld te hebben van de conditie van de leidinginfrastructuur. Op die manier kan besloten worden 'mee te gaan' met werkzaamheden van andere partijen in de ondergrond als het waterbedrijf hiertoe wordt uitgenodigd. Omdat het hier afstemming op de korte termijn betreft (het gaat over afstemming van de uitvoering van werken, doorgaans op een termijn van enkele maanden tot een of twee jaar) is het goed reeds inzicht te hebben in de vervangingsurgentie van de leidingen in de betreffende gebieden. Op die manier kan de beslissing snel gemaakt worden, of kan zelfs op een langere termijn met de andere partijen in de ondergrond besproken worden welke gebieden wanneer 'open gaan'.

Zowel bij de functionele als bij de maatschappelijke levensduur kunnen wensen van burgers – en dus klanten - doorslaggevend zijn bij vervangingsbeslissingen, waardoor het onderscheid met de term functionele levensduur in de praktijk lastig is. Bij functionele levensduur gaat het over het aansluiten van de infrastructuur op het beoogde gebruik, om de levering qua capaciteit en kwaliteit op gewenst

niveau te kunnen houden. Het gaat hierbij om het intrinsieke systeem van de drinkwatervoorziening, kraan en klant daarbij inbegrepen.

Bij de maatschappelijke levensduur ligt de focus op de omgeving en de effecten van de perceptie van die omgeving op het (handelen van) het waterbedrijf. Het einde van de technische, economische en functionele levensduur zitten in het risicodenken aan de kanszijde, terwijl de maatschappelijke levensduur juist gaat over de effecten. In gevallen waar de maatschappelijke levensduur bepalend is voor het vervangingsmoment is het dus gewenst inzicht te hebben in de kans op falen.

Trends die zichtbaar zijn in de maatschappij en die een directe invloed kunnen hebben op investerings- en vervangingsbeslissingen, hebben zowel met fysieke als sociale ontwikkelingen te maken. Wereldwijd wonen er nu meer mensen in steden dan daarbuiten – en die trend zal zich alleen maar voortzetten. In Nederland is de verwachting dat de steden – ondanks de jaarlijkse trek uit de steden, toch groeien door buitenlandse immigratie (WLO, 2006). In twee van de vier toekomstscenario's is de prognose dat de bevolking in de steden daardoor verder toeneemt, terwijl twee scenario's stagnatie van de bevolkingsaantallen voorzien voor 2040. Steden zijn de motor van de economie, die in toenemende mate draait om de economische waarde van kennis en creativiteit (van Dalm en Hospers, 2010). Stedelijke concurrentiekracht komt steeds meer neer op het 'bereiken en beraken' van mensen. 'Steden moeten attractief zijn' zegt Charles Leadbeater, autoriteit op het gebied van creativiteit en innovatie. Het idee daarachter is dat talent en kapitaal zich in steden concentreren en zich ophopen: succes trekt succes aan (het z.g. Mattheüs-effect¹). De creatieve stad is momenteel een hype; elke stad wil de creatieve sector aantrekken; de stad als plek waar mensen kunnen bedenken, plannen en handelen met verbeeldingskracht. Dit vergt flexibiliteit en veroorzaakt een dynamiek die ruimte biedt aan creativiteit en ontwikkeling, ook fysiek. De jeugd en daarmee het talent, de dynamiek en de welvaart – vertrekt richting stad. Dorpen in de periferie lopen groot risico op vergrijzen, verarmen en verliezen kennis en kapitaal. De verschillen in economische en demografische ontwikkelingen tussen de grote steden en de gebieden buiten de Randstad nemen toe. Terwijl de steden en daarmee de druk op het boven- en ondergrondse ruimtegebruik blijven groeien, zal in andere regio's krimp optreden; veel dorpen, gehuchten en gemeenten zal zijn inwonertallen zien slinken. Met SIMDEUM kunnen verschillende scenario's doorgerekend worden. Hiermee kan worden vastgesteld of de capaciteit van leidingen op de middel- en lange termijn voldoen aan de vraag (in kwalitatieve en kwantitatieve zin). Om het model voor levensduurbepaling niet te groot te laten worden, moeten zorgvuldige keuzes gemaakt worden met betrekking tot de criteria die erin opgenomen worden. Voor een succesvolle implementatie is begeleiding bij de introductie van de tool noodzakelijk.

¹ Naar Mattheüs 25: 29 'Want wie heeft zal nog meer krijgen, en wel in overvloed, maar wie niets heeft, hem zal zelfs wat hij heeft nog worden ontnomen.'

Tabel 3-5 Maatschappelijke factoren die van invloed kunnen zijn op vervangingsbeslissingen

Maatschappelijke levensduur		
Bepaald door	Invloedsfactoren	Kennis & tools
Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA)	Directe effecten	Investeringskosten (engineering, aanleg, vervanging, directie en toezicht) Exploitatiekosten (beheer, inspecties, onderhoud) Afstootkosten Restwaarde
	Indirecte effecten	Kosten van storingsen (schade, onbeschikbaarheid) Imagoschade
	Externe effecten	Extra reistijd door files bij werkzaamheden, verbeterde brandveiligheid door blusgarantie, emissies materieel nodig voor reparaties
Economische ontwikkelingen	Focus op bepaalde industrieën of diensten, stimulansen	CBS
	Verkeersintensiteit	CBS / gemeente
	Prijzen voor grond en onroerend goed	CBS / NVM
Maatschappelijke ontwikkelingen	<ul style="list-style-type: none"> Houding t.o.v. milieu en duurzaamheid, verschuiving van industrie naar diensten groter belang / meer ruimte voor milieu en duurzaamheid meer flexibiliteit in leven en werken (het nieuwe werken) meer belang gehecht aan samenwerking 	Welvaart en Leefomgeving (WLO) studie, DWSI trendalerts, politieke partijen, aandacht voor die onderwerpen in de media, marketing e.d. Effect op verbruik(spatronen) m.b.v. SIMDEUM
	Meer flexibiliteit in werken ('het nieuwe werken') beïnvloedt het belang van bereikbaarheid en beschikbaarheid.	
	Nieuwe media zorgen voor snelle verspreiding van info (ook blunders, onhandige communicatie, opinies e.d.)	
Overlast tolerantie	Duur van overlast	OLM, Klachten- en afsluiterregistratie
	Vorm en mate van overlast (bijv. wegversperring, geluidshinder, leveringsonderbrekingen t.b.v. werkzaamheden)	Klachten over project, bij waterbedrijf, aannemer of gemeente
	Aantal gedupeerden	OLM
	Acties gedupeerden (klagen, media, aanklagen)	Klachten, media
Risicovolle externe effecten	Risicovolle objecten	BEEL

3.5 Het functionele perspectief

Toenemende dynamiek in de maatschappij zorgt ervoor dat de functionele levensduur van gebouwen en daarmee in sommige gevallen ook van de drinkwaterinfrastructuur steeds korter wordt.

De functionele levensduur is de periode waarin de leiding voldoet aan de functie waarvoor deze ontworpen is. Gedurende die periode behoort de levering aan de eisen te voldoen die gesteld worden aan leveringszekerheid en kwaliteit. Het waterbedrijf kan zichzelf strengere prestatie-eisen opleggen als antwoord op de trend van steeds veeleisendere klanten, om hun tevredenheid goed te houden. Er kan bijvoorbeeld een norm gesteld worden die een maximum stelt aan het aantal minuten dat een huishouden jaarlijks zonder water mag zitten. Verandert de functie van een gebied of gebouw, zoals het geval is bij het ombouwen van een voormalig schoolgebouw tot een appartementencomplex, dan zullen er andere eisen worden gesteld aan de levering. Noopt dit tot leidingvervanging dan is de functionele levensduur ten einde ten gevolge van trendbreuk.

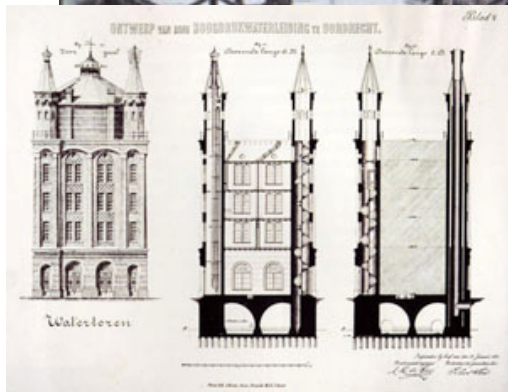
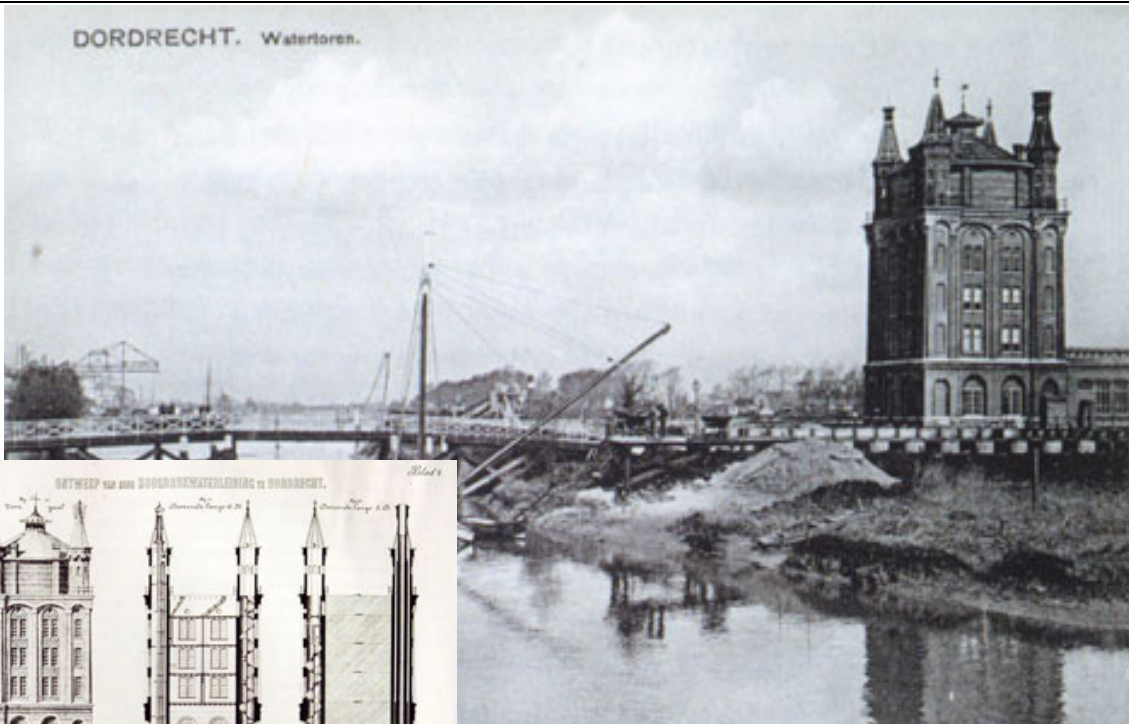
Het niet meer voldoen aan de functie of gebruikseisen kan betrekking hebben op de gewenste kwaliteit of de kwantiteit (de capaciteit van de leidingen). Oorzaken hiervoor kunnen zijn stadsvernieuwing of wijksanering / -renovatie, grootschalig wegonderhoud of herbestemming van bestaande bebouwing (zie kader Herbestemming). Sociaal- economische, demografische ontwikkelingen binnen een gebied (of beoogd voor dat gebied) en prijsontwikkelingen van de grond kunnen hiertoe aanleiding geven. Behalve de functie van het gebouw dat de waterleiding bedient, is het ook mogelijk dat niet meer aan de gebruikseisen wordt voldaan door wijziging van de eisen of degradatie van de leidingen (technische levensduur).

Voor de waterbedrijven is het dus van belang voor hun verzorgingsgebied een goed beeld te hebben van locaties waarvoor bijvoorbeeld stadvernieuwing of grootschalige renovatieprojecten in de planning staan (bijvoorbeeld oude wijken, industrie- of bedrijventerreinen pre 1960/70). Voor die gebieden is het goed een analyse te maken van het leidingnet en de gevolgen van storingen voor de klanten, de omgeving en de eigen organisatie. Met het opstellen van investerings- of saneringsplannen dient dus ook rekening gehouden te worden met de plannen voor de bovengrondse bebouwing of het ruimtegebruik.

Kader Herbestemming

Maatschappelijke dynamiek heeft gevolgen voor gebouwen en het gebruik ervan. Ontzuiling, de overgang van het industriële tijdperk naar een diensteneconomie en digitalisering, hebben leegstand in bijvoorbeeld kerken, fabrieksterreinen en havengebieden tot gevolg. Van monumentale en historische panden is het vaak duidelijk dat deze behouden moeten worden, maar ook voor minder prominente gebouwen kan ander gebruik een oplossing zijn. Herbestemming vereist veel meer maatwerk dan nieuwbouw, maar met het groeien van het duurzaamheidsbesef, lijkt tevens het besef te groeien dat herbestemming een goede oplossing kan zijn.

Er zijn tal van succesvolle herbestemmingsprojecten in Nederland te benoemen. Een van de voorbeelden is Villa Augustus in Dordrecht, de voormalige watertoren en omliggende terreinen, dat nu in gebruik is als hotel, restaurant en biologische tuinen (voor achtergrondinformatie zie bijlage III).



Tabel 3-6 Functionele factoren die van invloed kunnen zijn op vervangingsbeslissingen

Functionele levensduur		
Bepaald door	Invloedsfactoren	Kennis & tools
Trendbreuk functie / gebruik	Stadsvernieuwing /	Structuurvisie of bestemmingsplan
	Wijksanering of -renovatie	Plannen woningcorporaties, projectontwikkelaars
	Herbestemming	Bestemmingsplannen, www.oudekaartnederland.nl
Trends functie en gebruik	Economische ontwikkelingen zoals focus op bepaalde industrieën of diensten, stimulansen, bijbehorende verkeersdrukte	CBS
	Prijzontwikkelingen grond / gebieden	CBS / NVM
	Maatschappelijke ontwikkelingen zoals <ul style="list-style-type: none"> • verschuiving van industrie naar diensten • groter belang / meer ruimte voor milieu en duurzaamheid • meer flexibiliteit in leven en werken (het nieuwe werken) • meer belang gehecht aan samenwerking 	Welvaart en Leefomgeving (WLO) studie, DWSI trendalerts, politieke partijen, aandacht voor die onderwerpen in de media, marketing e.d., effect op verbruik(spatronen) m.b.v. SIMDEUM
	Demografische ontwikkelingen zoals vergrijzing en verdunning (meer éénpersoonshuishoudens)	CBS
	Ontwikkelingen in de ondergrond zoals afspraken met andere beheerders ondergrondse infrastructuur	GPKL, COB, CROW (bijv. rapport D10-01), gemeente en andere partijen in de ondergrond
Gebruikseisen	Prestatie-indicatoren en targets, service-levels (op basis van strategische doelen)	Visie & missie van de organisatie, SLA's (Service Level Agreements)
	Wettelijk	Overzicht Praktijkrichtlijnen drinkwater (beschikbaar via Watnet)

4 Beheerssituaties

4.1 Redenen voor het beëindigen van de levensduur

In het vorige hoofdstuk zijn verschillende soorten levensduur besproken, of perspectieven om het beëindigen van de levensduur in te bezien. De technische, economische, maatschappelijke en functionele levensduur zijn verder onder te verdelen in oorzaken van beëindiging of falen, afhankelijk van welke invloedsfactoren doorslaggevend zijn. In de praktijk komt vaak een combinatie van factoren voor en is lastig te onderscheiden wat de doorslag heeft gegeven over te gaan tot vervanging.

Fig. 8 geeft een overzicht van redenen om te besluiten tot vervanging, geordend per hoofdcategorie (soort levensduur). De functionele levensduur is daarbij onderscheiden in trendmatig, zoals in het voorbeeld aangroei bij gietijzeren leidingen en trendbreuk, zoals het geval is bij bijvoorbeeld wijksanering. Bij het maken van vervangingsbeslissingen worden vaak impliciet afwegingen gemaakt, waarbij leidingen op verschillende gronden worden ingedeeld (bijvoorbeeld leidingmateriaal en aanlegjaar of economische gevolgen van spontane storingen). Een intuïtief onderscheid kan gemaakt worden op basis van beheerssituaties, zoals landelijk gebied, woonwijken, stadskernen, etc. In Fig. 8 zijn voorbeelden van beheerssituaties met blauwe rechthoeken aangegeven. De volgende paragrafen bespreken hoe in elk van de beheerssituaties omgegaan wordt met vervangingsvraagstukken. Door de afwegingen expliciet te maken, kan voor het gehele verzorgingsgebied een ordening worden aangebracht in de urgentie actie te ondernemen op het gebied van vervangingsvraagstukken.

Redenen om over te gaan tot vervanging	Technisch falen	Economisch einde levensduur (i.c.m. technisch)	Maatschappelijk einde levensduur (i.c.m. technisch)
<p>Voorbeelden beheerssituaties</p> <p><i>Trendmatig falen (technische, economische, maatschappelijke en functionele levensduur).</i></p> <p><i>Bijv. maatschappelijk: verschuiving in de norm van tolerantie t.a.v. storingen of risico's</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Belasting (vorst, verkeer) Reststerkte materiaal Degradatie Leeftijd materiaal Kenmerken bodem Drinkwaterkwaliteit <p><i>Landelijk gebied</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Initiële investering Operationele uitgaven Afschrijvingen Vermeden kosten Indirecte effecten Externe effecten <p><i>Nieuwbuurwijk</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> Risico Imagoschade PI's / SLA's Economische ontwikkelingen Prijsontwikkelingen Maatschappelijke ontwikkelingen Demografische ontwikkelingen Strengere gebruikerseisen Wijzigingen wet- en regelgeving <p><i>BEEL leidingen</i></p> <p><i>Stedelijk / stadskern</i></p> <p><i>Industrie- / bedrijventerrein</i></p> <p><i>Oude woonwijken</i></p> <p><i>Flatwijken</i></p>
<p><i>Trendbreuk: (functionele levensduur)</i></p>			<ul style="list-style-type: none"> Stadsvernieuwing Wijksanering of -renovatie Herbestemming

Fig. 8 Redenen om over te gaan tot vervanging / beëindigen van de levensduur, ingedeeld naar de hoofdcategorieën technisch, economisch, maatschappelijk en functioneel

4.2 Onderscheid settings op basis van beheersaanpak

In elk verzorgingsgebied zijn verschillende beheerssituaties te onderscheiden. Het onderscheid wordt – vaak impliciet – gemaakt op basis van de gewenste of beloofde prestaties, risico's op gevaarlijke situaties, schade en overlast, bereikbaarheid en kosten. In hoeverre risico's en kosten aanvaardbaar zijn, is afhankelijk van het bedrijfsbeleid. Zonder invulling te geven aan de prioriteiten die de bedrijven afzonderlijk van elkaar stellen, wordt een afwegingskader gepresenteerd dat als kapstok kan dienen om vervangingsbeslissingen aan op te hangen. Om een goede afweging te kunnen maken over de noodzaak leidingen te vervangen, zal eerst beoordeeld moeten worden in welk type omgeving de leidingen liggen. Intuïtief zijn een aantal typen omgeving te onderscheiden waarvan op basis van het voorgaande te verwachten is dat zij verschillen in de wijze waarop beheersafwegingen worden gemaakt. Hier is een indeling gemaakt op basis van qua beheersaanpak te onderscheiden typen omgeving. De verschillende typen omgeving worden in dit rapport aangeduid met de term settings of beheerssituaties.

Op basis van de beheersaanpak zijn de volgende settings of beheerssituaties te onderscheiden:

- a. Landelijk
- b. Stads kern
- c. Woonwijk (oud en nieuw, flatwijken)
- d. Industrierrein
- e. Bijzondere objecten BEEL

Hierna worden per situatie kort de kenmerken en de gevolgen daarvan voor leidingnetbeheer beschreven.

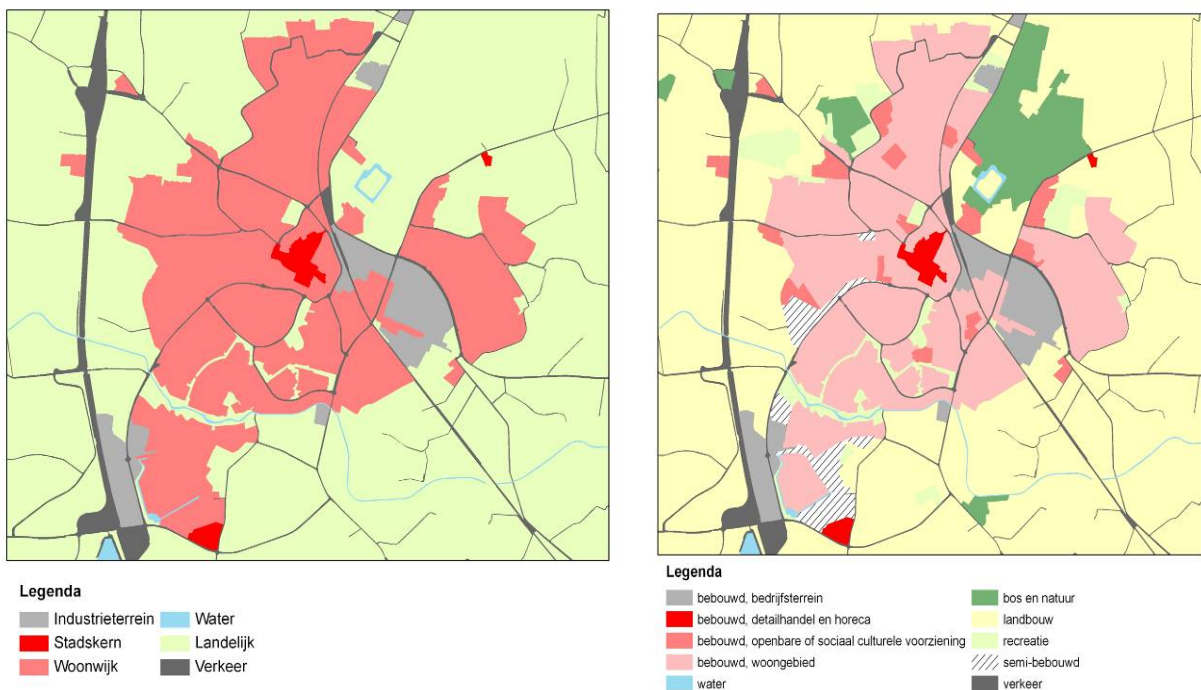


Fig. 9 Twee voorbeelden van het indelen van een gebied in verschillende settings. Hierbij is gebruik gemaakt van door het CBS beschikbaar gestelde informatie voor GIS (CBS Bestand Bodemgebruik, 2008)

Landelijk gebied

Landelijk gebied wordt gekenmerkt door lage bevolkings- en bebouwingsdichtheden en daardoor veel ruimte tussen gebouwen. Het meest voorkomende grondgebruik is landbouw en natuur. De bebouwing bestaat veelal uit boerderijen en vrijstaande woningen. Er zijn weinig voorzieningen, daarvoor gaan de bewoners naar de steden. Omdat er relatief weinig bebouwing is, is de dichtheid van de infrastructuur ook beperkt.

Landelijk gebied kan verder onderverdeeld worden in verstedelijkt en niet-verstedelijkt:

- 1) Verstedelijkt landelijk gebied – ligt in de buurt van grote steden en heeft daarmee een nauwe band. De bewoners zijn vaak afkomstig uit de nabijgelegen stad en onderhouden nauwe contacten met de stad (werk, uitgaan, winkelen, etc.)
- 2) Niet-verstedelijkt landelijk gebied - ligt ver van de grote steden, waardoor de invloed van de steden klein is. Er zijn weinig voorzieningen, hierdoor trekken vooral jongeren weg. Veel van de zogenaamde krimpregio's liggen in deze gebieden.

Voor de beheerssituatie landelijk gebied geldt dat leidingen doorgaans goed bereikbaar zijn en storingen weinig gevaar vormen voor de bereikbaarheid van plaatsen van groot economisch belang zoals drukbezochte winkels of andere bedrijven. Risico's komen vooral voort uit de effecten van storingen; transportleidingen met grote diameters kunnen bij storingen door hun grote capaciteit ook grote verliezen en schade aan de omgeving veroorzaken. Tegelijkertijd is de kans op grote schade aan infrastructuur of gebouwen beperkt door de lage bebouwings- en bevolkingsdichtheden. Ook ondergronds is er in het algemeen minder interactie met andere infrastructuur waardoor de leidingen goed bereikbaar zijn en er bij werkzaamheden minder kans op graafschade is.

Stedelijk gebied / stadskern

Kenmerkend voor stedelijk gebied is de hoge bevolkings- en bebouwingsdichtheid. Stadskernen (meestal uit 15^e tot 19^e eeuw) die vroeger vooral woonfuncties hadden, hebben die inmiddels vervuld voor winkels, werken, sport en cultuur (gemengde functies). Ook buiten de stadskernen wordt behalve voor woningen ook veel beslag gelegd op het ruimtegebruik door voorzieningen, werkgelegenheid en (boven- en ondergrondse) infrastructuur. Door ontwikkelingen in de loop der tijd, de dichtheid en de vaak wisselende bestemmingen van de bovengrondse bebouwing ligt er in deze gebieden veel ondergrondse infrastructuur met weinig ordening.

Door het intensieve gebruik van de ruimte, hebben beperkte verstoringen vaak toch voor veel mensen gevolgen. De negatieve gevolgen van werkzaamheden of storingen voor anderen worden ook wel aangeduid met de term 'indirecte kosten' en zijn soms lastig in geld uit te drukken. Zo kunnen wegopbrekingen direct leiden tot files met schade voor bijvoorbeeld werkgevers en bedrijven tot gevolg. In stadscentra kan een onverwachte storing die reparatie behoeft een verkeersinfarct veroorzaken. Door het gebrek aan ondergrondse ruimtelijke ordening en de drukte die er ondergronds heerst, is er bovendien grote kans op graafschade bij werkzaamheden.

Implicaties voor leidingnetbeheer zijn dat in dergelijke settings, storingen vaak grote risico's met zich meebrengen vanwege enerzijds de verhoogde kans op storingen (vanwege de drukte en dynamiek) en anderzijds de effecten van storingen op de omgeving. De prijs die men over heeft voor het voorkomen van spontane storingen, hangt af van de schade die men wil voorkomen; maatschappelijke, economische, maar ook imagoschade worden hierbij opgeteld. Voor berekeningen van de levensduur is het lastig om te bepalen welke kosten voorkomen kunnen worden, omdat niet alles één op één in euro's is uit te drukken. Het kan objectief gezien evenveel kosten om een leiding in binnenstedelijk gebied te vervangen als in landelijk gebied, maar als mensen massaal gaan klagen en angst of wantrouwen verspreiden, dan kunnen de indirecte kosten vele malen hoger worden. Hetzelfde geldt voor de kosten die gemaakt worden door verkeersinfarcten of economische schade door verminderde bereikbaarheid van bedrijven; die zijn lastig te bepalen.

Woonwijk

Woonwijken zijn gebieden waar voornamelijk woningen staan. Er is een verdeling te maken tussen oude woonwijken (19^e eeuw tot 1940), flatwijken en nieuwbouwwijken (1975 tot nu).

Oude woonwijken zijn doorgaans dichtbij het centrum gelegen. Vaak zijn er nog (overblijfselen van) oude industrieterreinen en fabrieken te vinden die op herbestemmingen wachten of reeds ondergaan hebben. Er zijn meestal gemengde functies (wonen, werken, recreatie) te vinden door de uitbreiding van stadscentra. Er zijn doorgaans kleinere woningen en hogere bevolkingsdichtheid dan in de nieuwbouwwijken. De bereikbaarheid is door de nabijheid van het centrum en historisch gegroeid ruimtegebrek vaak problematisch.

Voor oude woonwijken geldt dat de weg- en parkeercapaciteit vaak beperkt is voor de huidige verkeersintensiteit. Dit levert vaak problemen op voor de bereikbaarheid. Ook de ondergrondse infrastructuur heeft te maken met moeilijkheden; in de beperkte ruimte liggen veel kabels en leidingen van verschillende eigenaren en beheerders. Met het verstrijken van de tijd zijn er wijzigingen aangebracht, vaak is de infrastructuur 'aan de wandel' gegaan en de kans op graafschade is daardoor erg groot wanneer er werkzaamheden zijn. De effecten van wegopbrekingen zijn ook groot, omdat die de toch al schaarse ruimte voor wegen verder beperken. Doordat in voormalige woonpanden tegenwoordig vaak bedrijven gevestigd zijn, heeft beperkte bereikbaarheid ook economische schade tot gevolg, afgezien nog van de onderbreking of verminderde kwaliteit van de waterlevering. In oude woonwijken vinden vaak grootschalige wijkverbeteringen plaats om de gebieden weer aan de huidige eisen te laten voldoen.

Flatwijken zijn vooral in de periode 1950 – 1975 gebouwd. Ze liggen doorgaans op redelijke afstand van het stadscentrum, dichtbevolkt met veel groen tussen de flats en er zijn meestal geen of weinig andere functies dan wonen.

Flatwijken uit de periode 1950 – 1975 zijn of worden vaak gerenoveerd (in toenemende mate 'senior-proof' gemaakt) of gesloopt en vervuld voor nieuwbouw die aan de huidige woon-, architectonische en stedenbouwkundige eisen voldoet. Bij grootschalige renovatie van flats en stadsvernieuwingsprojecten zijn er doorgaans minder problemen dan beschreven bij de oude woonwijken, omdat de bereikbaarheid boven- en ondergronds beter en de verkeersdrukte minder is. Ook zijn er minder economische gevolgen van beperkte bereikbaarheid. Bij grootschalige renovatie of stadsvernieuwing zijn woningen ook niet of beperkt bewoond en is onderbroken levering minder problematisch.

Nieuwbouwwijken zijn meestal het verst van het centrum gelegen en relatief dunbevolkt. Er is doorgaans veel ruimte voor sport en ontspanning in parken (veel groen). De wegen voldoen aan de huidige eisen (NEN7171)² en de bereikbaarheid is daardoor goed.

In nieuwbouwwijken (na 1975) mag verwacht worden dat de conditie van de leidingen nog goed is. Mochten er werkzaamheden aan het leidingnet nodig zijn, dan levert dit weinig problemen op omdat deze wijken relatief ruim van opzet zijn. Voor leveringsonderbrekingen geldt net als bij de flatwijken dat het er wel overlast voor bewoners zal zijn, maar geen of beperkte economische schade (mits het binnen een acceptabele termijn blijft uiteraard).

Een bijzondere vorm van woonwijk is de gated community. Dit zijn woonwijken waarvan alle in- en uitgangen afgesloten zijn, zodat er controle is op wie de wijk in en uitgaan. 'De grootte van een gated community kan variëren van een kleine wijk met enkele appartementengebouwen en gemeenschappelijke voorzieningen voor bijvoorbeeld ontspanning tot een heel dorp met winkels, scholen, ziekenhuizen, parken en bedrijfsterreinen. Gated communities worden vrijwel altijd gebouwd buiten bestaande steden.' (Bron: Wikipedia).

Gated communities

Een echte gated community is een wijk of buurt met een uniforme bebouwing en strikte grenzen. Om de buurt staat een muur of hek en er is een centrale toegang. Een duidelijke afscheiding met de omgeving versterkt het privégevoel. Soms is de gated community niet meer dan een verzameling huizen met een gedeelde verantwoordelijkheid voor open ruimte, hek en toegang. In andere gevallen gaat het om ommuurde dorpen of steden met een veelheid aan voorzieningen.

² In NEN 7171 worden uitgangspunten en functionele eisen voor de ordening van ondergrondse netten gegeven (Deel 1). Een dwarsprofiel waarin deze eisen zijn verwerkt kan leiden tot een betere bereikbaarheid en voorkoming van beïnvloeding, zowel door en via de ondergrond als tussen netten onderling. Deel 2 beschrijft het door alle belanghebbende te volgen proces om tot een dwarsprofiel te komen. Binnen dit proces worden de te nemen stappen en de verantwoordelijkheden omschreven.



Golf residentie Dronten, een voorbeeld van een gated community in Nederland

Ook in Nederland zijn de eerste aanzetten tot gated communities zichtbaar. Wie genoeg geld heeft, kan in Lelystad of Dronten aan een golfpark wonen. Opvallend is dat de meeste communities, met uitzondering van de golfparken, erg weinig woningen omvatten. De meeste gemeenten stimuleren de bouw van gated communities niet. Daardoor zijn (nieuwe) communities vooral op kleinschalige locaties aan de rand van steden te vinden, op plekken waar het 'vinexregime' niet van toepassing is, maar waar de bouw van enkele nieuwe woningen niet is uitgesloten. Hier ontwikkelen veelal kleine bouwondernemers hun eigen mini-gated communities.

'Zeven mythes over gated communities – De hekkewerkwijk als mondiale trend' door Manuel Aalbers

In gated communities kan het waterverbruik beter ingeschat worden, omdat bekend is wat voor groepen er wonen en – in grote lijnen – wat voor gedrag zij vertonen. De keuze voor een dergelijk woonconcept is er uitsluitend voor mensen die voldoende financiële mogelijkheden hebben. Bij het ontwerpen van de leidinginfrastructuur kan dus goed rekening gehouden worden met het toekomstig gebruik en is er ook de ruimte om kwalitatief hoogwaardig uit te voeren. Hier staat tegenover dat de tolerantie voor storingen mogelijk minder zal zijn. Hoewel het aantal gedupeerden beperkt is of kan worden (door middel van afsluiterconfiguraties), kan de imagoschade groot zijn.

Industrie-/ bedrijventerrein

Industrieterreinen zijn locaties waar diverse soorten industrie gehuisvest zijn. Behalve fabrieken en productiehallen, komen er vaak ook kantoorpanden voor. De onderlinge diversiteit tussen industrieterreinen is groot en afhankelijk van het gehuisveste type industrie en de bijbehorende productieprocessen. Vanwege de (in potentie) grote variatie in watervraag, zijn de leidingen vaak zwaar gedimensioneerd. Industriële functies zijn vanwege milieuhinder (geluid, geur en gevaar) meestal op afstand van de woongebieden gesitueerd. Dit kan invloed hebben op de eisen die worden gesteld aan de brandveiligheid en daarmee benodigde bluscapaciteit.

Vanwege de mogelijkheid dat de veiligheid en grote economische belangen in het geding komen bij leveringsonderbrekingen en werkzaamheden, zal bij industrieterreinen altijd al in de ontwerpfase rekening gehouden moeten worden met de bereikbaarheid en capaciteit van het leidingnet. Per industrieterrein moet bekeken worden wat de risico's zijn in het geval van een ongeplande leveringsonderbreking. Verwacht mag worden dat de bereikbaarheid geen probleem is, maar vanwege mogelijk veiligheids- en economische factoren, kan het voorkómen van storingen door vroegtijdige vervanging gewenst zijn.

Op bedrijventerreinen is vaak sprake van een mengeling van kleine en middelgrote bedrijven en kantoren. Tegenwoordig vestigen bedrijven zich graag op goed bereikbare plaatsen waar zij goed zichtbaar zijn, dus langs provinciale en rijkswegen. Stadscentra zijn van oudsher populaire locaties, vanwege de goede bereikbaarheid met het openbaar vervoer.

Voor bedrijventerreinen geldt net als voor industrieterreinen dat bekeken worden of voor het waarborgen van de veiligheid extra beheersmaatregelen getroffen moeten worden. De impact van (ongeplande) leveringsonderbrekingen op de betreffende bedrijven en processen moet worden bekeken. Met de bereikbaarheid is het doorgaans goed gesteld. Omdat deze terreinen vaak langs provinciale en rijkswegen gelegen zijn, is een beoordeling van de externe effecten in het kader van BEEL gepast. Hieruit kunnen aanvullende maatregelen voor leidingnetbeheer voortkomen (zie volgende alinea).

Bijzondere objecten BEEL

Leidingen die in de buurt van objecten liggen met een potentieel groot effect bij lekkage, de zogenaamde BEEL-leidingen (Beuken & Kivit, 2005), hebben de waterbedrijven goed in beeld. Van die leidingen die bij storingen groot risico kunnen vormen voor de maatschappij wordt een inschatting gemaakt van de risico's bij leidinglekkages om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te dringen.

Risicovolle objecten zijn:

- Belangrijke waterstaatswerken
 - Primaire of secundaire waterkering of boezemwaterkering
 - Rijks- of provinciale weg
 - Rijks- of provinciale vaarweg
- Spoorwegen
- Overige verkeerswegen
- Overig
 - Publieke locaties
 - Ondergrondse parkeerruimten
 - Monumentale panden
 - Opslag van chemische goederen
 - Hoogspanningsmasten
 - HD gasleidingen
 - Hoogwaardige natuurgebieden
 - Etc.

Voor leidingen in de buurt van BEEL objecten wordt op basis van de kans op falen en de effecten ervan een inschatting gemaakt van het risico dat bestaat. Voor die leidingen waarvoor dat geldt, worden tevens aanbevelingen gedaan voor beheersmaatregelen. Deze maatregelen variëren van onderzoek naar de conditie van de leidingen, appendages en ligging tot het op orde maken van dossiers. Maar ook het aanbrengen van bescherming op leidingen, het vervangen van leidingen en uitvoeren van constructieve aanpassingen behoren tot de scope. Doordat voor deze leidingen meer kennis is over de conditie en situatie dan voor de meeste leidingen het geval is, en specifieke maatregelen zijn getroffen, zijn hiervoor weinig onverwachte zaken te verwachten.

4.3 Criteria voor vervanging per setting

Strategische doelen en het bedrijfsbeleid bepalen de ruimte voor en richting van investeringen. Een bedrijf dat het belangrijkste vindt de klant te laten zien dat de bedrijfswaarden overeen komen met zijn of haar waarden, zal het beschikbare budget anders besteden dan een bedrijf dat de focus legt op de inzet van hoogstaande technologie voor bestwil van de klant. Bedrijfswaarden en strategische doelen bepalen op welke wijze een balans tot stand komt tussen prestatie, kosten en risico's. Elke organisatie geeft hieraan zijn eigen invulling.

Voor het maken van de vertaalslag van bedrijfswaarden en strategische doelen naar stuurparameters voor vervanging zijn diverse tools beschikbaar, bijvoorbeeld PAS 55, RAMSHE-LCM en SIMPLE.

- In de drinkwatersector is PAS 55 van het British Standards Institute het bekendste hulpmiddel voor het opzetten en uitvoeren van een asset management systeem. PAS 55 is gebaseerd op best practices en gericht op het verbeteren van prestaties.
- SIMPLE, een webapplicatie, ontwikkeld door het Amerikaanse onderzoeksinstituut WERF, helpt organisaties hun asset management in te richten voor de gehele levenscyclus van assets. Het

bestaat uit een groot aantal procesbeschrijvingen, praktijkrichtlijnen, templates en beslissingsondersteunende tools die aangepast kunnen worden aan de behoefte van de gebruiker. SIMPLE geeft handvatten voor het gehele proces van het formuleren van een visie tot het definiëren van stuurparameters en service levels en het uitvoeren van financiële analyses. Een voorbeeld van mogelijke opbrengsten van SIMPLE is gegeven in bijlage IV

- In andere infrastructuursectoren komen vergelijkbare vraagstukken voor. ProRail hanteert daarvoor RAMSHE-LCM, wat staat voor de aspecten Reliability (betrouwbaarheid), Availability (beschikbaarheid), Maintainability (onderhoudbaarheid), Safety (veiligheid), Health (gezondheid) en Environment (omgeving). LCM staat voor Lifecycle Management en is een methodiek waarmee wordt gestreefd het prestatieniveau van de infra gedurende de levensduur tegen minimale integrale kosten (voor zowel de organisatie als de maatschappij). Bijlage V geeft een toelichting op RAMSHE-LCM bij ProRail.

Zonder invulling te geven aan specifieke bedrijfswaarden en strategische doelen, is er een aantal waarden te noemen die voor Nederlandse en Vlaamse bedrijven gezamenlijk hoog in het vaandel staan. Die waarden kunnen als leidraad fungeren voor het bepalen van de impact van een storing in verschillende settings. In essentie willen zowel het waterbedrijf als de klanten continu, zo goedkoop mogelijk, veilig drinkwater. Daarnaast nemen de waterbedrijven van oudsher de verantwoordelijkheid op zich voldoende bluswatercapaciteit te leveren mocht dit nodig zijn (brandbluseisen). Verder wordt ernaar gestreefd zo min mogelijk overlast te veroorzaken in de vorm van leveringsonderbrekingen en wegopbrekingen (mogelijk door de tijdsduur van ongewenste gebeurtenissen te beperken, of de impact in termen van het aantal getroffen aansluitingen). Hieruit kunnen de volgende criteria worden gedistilleerd:

1. Kosten
 - a) Financieel
 - b) Indirect klant: imago, vertrouwen, etc.
 - c) Indirect omgeving: overlast zoals wegopbrekingen, bereikbaarheid, etc.
2. Veiligheid
 - a) Kwaliteit drinkwater
 - b) Brandbluseisen
3. Gevolgen leveringsonderbrekingen voor gedupeerden
 - a) Aantal getroffen consumenten
 - b) Bedrijven

Voor het maken van vervangingsbeslissingen is inzicht nodig in de maatgevende factoren per setting. Zo kan het verzorgingsgebied ingedeeld worden in subgebieden en kan voor elk subgebied bekeken worden of extra aandacht gewenst is (bijvoorbeeld in de vorm van het vergaren van additionele informatie door middel van inspecties of urgentie bij vervangingen).

Per criterium kan een inschatting gemaakt worden van de impact van een storing in de verschillende settings door het beantwoorden van de volgende vraag:

'Wat is de impact op (criteria 1 t/m 3) van één dag verstoring van de waterlevering in (setting)?'

De hierdoor verkregen inschatting van de impact van een storing wordt weergegeven met maximaal drie sterren. Eén ster betekent dat de verstoring weinig impact heeft, twee sterren betekent een gemiddelde impact (niet bijzonder klein, niet bijzonder groot), drie sterren betekent een grote impact. De waardering van de criteria met behulp van sterren heeft slechts tot doel vergelijkend inzicht te geven in de settings en de criteria ten opzichte van elkaar. De sterren stellen geen absolute waarden voor. Waterbedrijven kunnen dit naar eigen inzicht aanpassen. Aan de criteria kunnen andere gewicht toegekend worden, maar ook de criteria kunnen verder onderverdeeld worden, uitgebreid of veranderd. Het hier gepresenteerde overzicht dient slechts als denkkader.

Tabel 4-1 Wat is de impact van 1 dag verstoring van de waterlevering op [criterium 1 t/m 4] in [setting]?

* = minste impact ;tot *** = meeste impact; ! = effectongevoelig; tot !!! = effectgevoelig

	Landelijk	Stedelijk /stadskern	Woonwijk oud	Flatwijk	Woonwijk nieuw	Industrie-terrein	Bedrijven-terrein	BEEL
1a Financiële kosten	*	***	***	*	*	**	**	***
1b Indirecte klant kosten	*	***	***	**	**	*	*	***
1c Indirecte omgeving kosten	*	***	***	*	*	**	**	***
2a Kwaliteit drinkwater	*	*	*	*	*	***	**	**
2b Brand-bluseisen	*	***	***	***	**	***	***	***
3a Aantal getroffen consumenten	*	***	**	**	*	*	*	***
3b Bedrijven	*	***	**	*	*	***	***	***
Totaal score	7 (!)	19 (!!!)	17 (!!!)	13 (!!)	9 (!)	15 (!!)	14 (!!)	20 (!!!)

In Tabel 4-1 geven de sterren een relatieve waarde aan de criteria. Het aantal sterren zegt daarmee iets over het effect van een storing in een bepaalde setting. Hoe meer sterren, des te groter het risico (kans * effect) is. Bij de totaalscore is door middel van uitroepetekens (!) aangegeven wat de effectgevoeligheid is van elke setting. Een hoge effectgevoeligheid betekent dat er in die beheerssituatie verhoogde aandacht moet zijn voor vervangingsvraagstukken, omdat te laat vervangen grote gevolgen kan hebben. Dit is niet per definitie zo, maar de settings met hoge effectgevoeligheid behoren wel primair gedetailleerder bekeken te worden. Bij gebieden met lage(re) effectgevoeligheid is deze noodzaak tot extra aandacht minder.

Het minst effectgevoelig zijn storingen die optreden in landelijk gebied en nieuwbouwwijken, uitzonderingen - bijvoorbeeld in het geval er BEEL-leidingen aanwezig zijn - daargelaten. Voor landelijke gebieden vormt aantasting van de drinkwaterkwaliteit een potentieel probleem als er landbouwstoffen in de bodem zitten die bij een leidingbreuk het water kunnen besmetten. Ook nieuwbouwwijken vanaf de periode 1975 zijn doorgaans weinig risicovol, mits er uiteraard geen risicofactoren zoals verontreinigde grond voorkomen. Behalve de relatief jonge infrastructuur, is de bereikbaarheid er doorgaans goed, zodat eventuele verstoringen van de waterlevering gemakkelijk te verhelpen zijn.

Industrie- en bedrijventerreinen vormen een aparte categorie waarvan het risico sterk afhankelijk is van de bedrijven en industrie die er gevestigd zijn. Niet alleen de reeds genoemde eisen aan brandveiligheid vormen een aandachtspunt, maar ook eventueel gevaar dat ontstaat wanneer processen onderbroken worden. Dit laatste kan ook (economische) schade tot gevolg hebben. Flatwijken kunnen effectgevoelig zijn vanwege het aantal mensen dat getroffen wordt bij een storing. Aangezien de bereikbaarheid doorgaans geen probleem is, valt dit type setting in de middencategorie wat risico's betreft.

De settings met de grootste kans op schade (materieel en immaterieel) zijn (binnen)stedelijk gebied en oude woonwijken (meestal in de buurt van stadscentra gelegen). Economische schade door verminderde bereikbaarheid van bedrijven, kans op graafschade en imagoschade wegen het zwaarst in deze gebieden, naast het aantal getroffen consumenten dat in dichtbevolkt gebied uiteraard hoger is. Bovendien is de bereikbaarheid van de leidingen zelf eerder problematisch dan in de andere settings. Ook leidingen in de nabijheid van BEEL objecten zijn risicovol, echter voor deze leidingen worden specifieke beheersmaatregelen getroffen en het is aannemelijk dat het tijdstip van vervanging voor deze leidingen al bepaald is. Uiteraard moet hiermee wel rekening gehouden worden in de investerings- en

werkplanningen. Opgemerkt wordt, dat de hier gepresenteerde benadering geldt voor een globale indeling van het verzorgingsgebied. In een landelijke setting komt bijvoorbeeld ook een provinciale weg voor, in een oude woonwijk kan een ziekenhuis staan, enzovoorts.

In Fig. 10 zijn de settings weergegeven in drie categorieën van beheersgebieden met onderscheidend effectgevoeligheid. Het verzorgingsgebied kan als het ware in deze drie categorieën worden verdeeld. Hoge effectgevoeligheid betekent dat een storing grote gevolgen kan hebben. Voor dergelijke gebieden geldt dat er verhoogde noodzaak is het leidingnet en de omgeving te kennen.

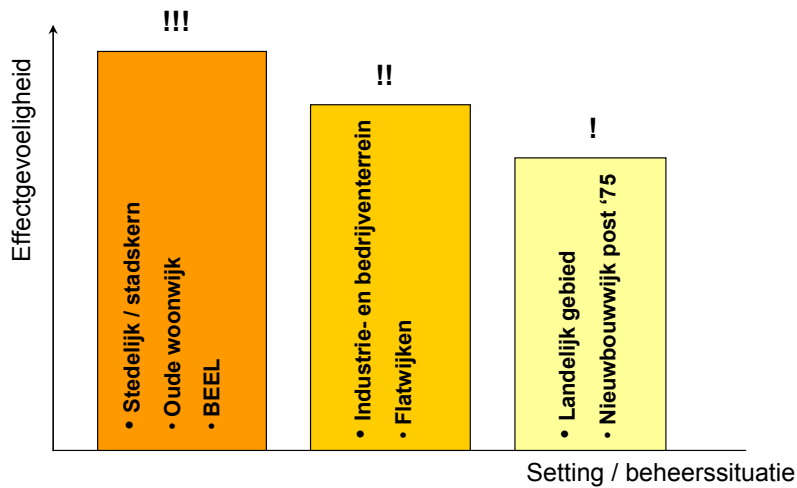


Fig. 10 Drie niveaus van urgentie of noodzaak tot extra aandacht zijn onderscheiden. De verschillende beheerssituaties zijn op basis hiervan in drie groepen ingedeeld; !!! = extra aandacht vereist met hoge urgentie; tot ! = extra aandacht niet urgent (aandacht in de vorm van bijvoorbeeld beoordeling conditie en geschatte restlevensduur)

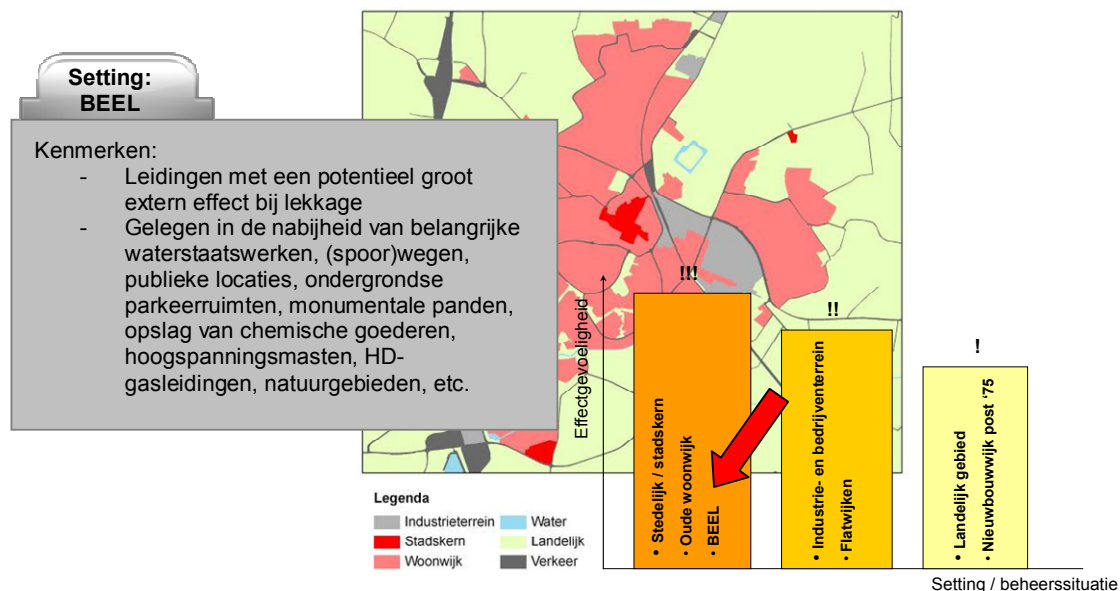
5 Synthese: levensduur beïnvloedende factoren in zeven beheerssituaties

In het voorgaande is uiteengezet welke beheerssituaties van elkaar kunnen worden onderscheiden en welke perspectieven er zijn voor het bepalen van het vervangingsmoment. Bij elk perspectief zijn factoren benoemd die de levensduur beïnvloeden.

In het hierna volgende worden de verschillende settings met tabs weergegeven. Per tabblad kan de levensduur van het leidingsysteem worden beschouwd vanuit de vier verschillende perspectieven. Welke factoren maatgevend zijn voor het bepalen van het vervangingsmoment, wordt hierna per setting beschreven, waarbij begonnen wordt bij de meest urgente settings uit Fig. 10.

5.1 BEEL

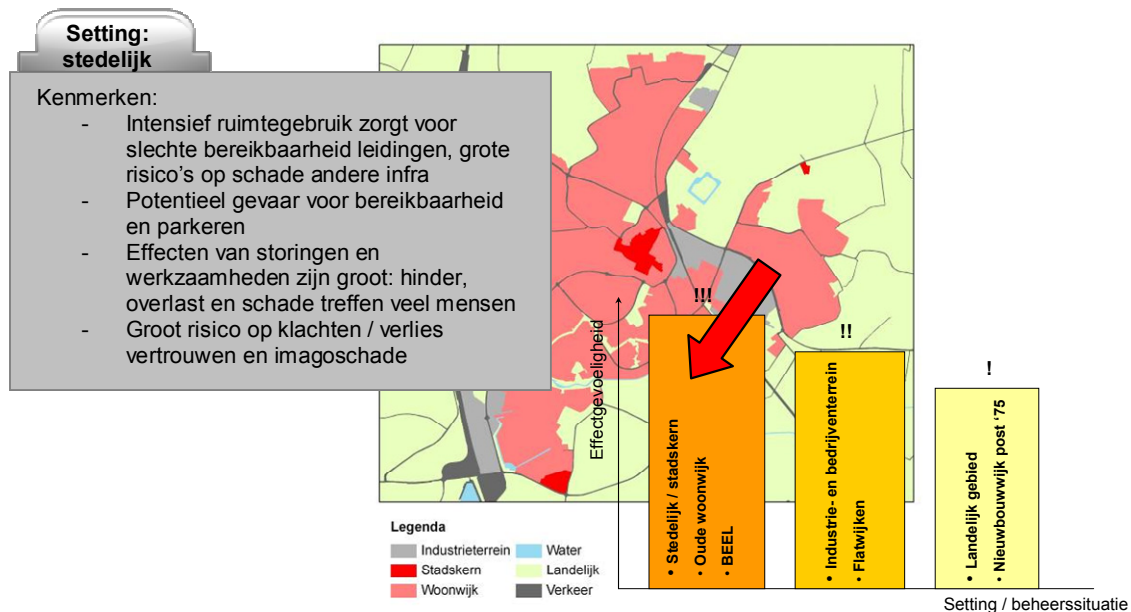
BEEL-leidingen hebben vanwege het potentiële risico dat zij vormen een uitzonderingspositie. Voor deze leidingen, gelegen in de buurt van risicovolle objecten, geldt een apart regime. Waterbedrijven hebben deze leidingen in het vizier. De risico's van falen voor BEEL-leidingen zijn bepaald op basis van kans (conditie, ervaring, kennis) en effect (afhankelijk van het betreffende object). Als uit de beoordeling blijkt dat leidingen erg risicovol zijn, worden extra beheersmaatregelen getroffen. De overige BEEL-leidingen worden in de gaten gehouden. Vervangingsplannen voor deze categorie zijn dus reeds gemaakt en staan vanwege het risico dat falen met zich meebrengt niet ter discussie. Feitelijk zou bij het opstellen van vervangingsplannen de kaart van het verzorgingsgebied met de BEEL-leidingen en bijbehorende maatregelen als ondergrond kunnen dienen. Daar overheen kunnen de verschillende lagen van beheerssituaties met bijbehorende vervangingsprioriteit worden geprojecteerd.



5.2 Stedelijk / stadskern

In stadskernen en stedelijk gebied kunnen - door de drukte bovengronds - storingen grote effecten hebben. Niet alleen zijn er al snel veel gedupeerden, wier mening het imago van het waterbedrijf kan schaden, maar door de drukte kan het bovendien lastig zijn problemen op te lossen. De drukte in de ondergrond maakt het vaak lastig werkzaamheden uit te voeren zonder schade aan de infra van derden te veroorzaken. Kortom; in (druk) stedelijk gebied is er weinig tolerantie voor het (herhaald) optreden

van storingen. De doorslaggevende factoren voor vervangingsbeslissingen hebben meestal te maken met de effecten op de omgeving. Besliscriteria voor stedelijk gebied zijn dan ook vaak van maatschappelijke aard (effectzijde). Voor deze gebieden is het van belang inzicht te hebben in de leeftijd en conditie van de leidinginfra (voor een inschatting van de technische restlevensduur) en welke kansen er eventueel aankomen om mee te gaan met werkzaamheden. Die kansen kunnen ook liggen in renovatie, herbestemming of stadsvernieuwing. Hiervoor is bekendheid met de langetermijnvisie van de gemeente nodig.

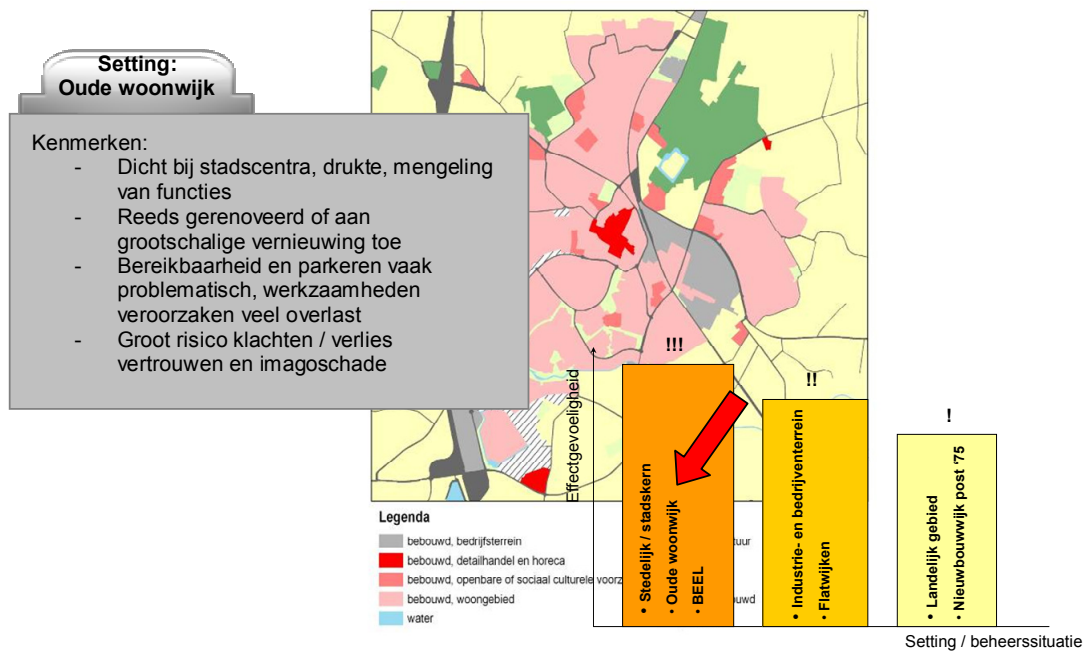


Vanwege het grote verwachte effect dat storingen in stedelijk gebied hebben, is er een verhoogde noodzaak tot informatie over het net en de omgeving (Hoofdstuk 4):

- De LIS gegevens moeten up-to-date zijn en risicovolle leidingen (op basis van leeftijd of storingsfrequentie) bekend.
- Kennis van de plannen binnen de gemeente voor bijvoorbeeld stadsvernieuwing of herbestemming, of van woningcorporaties voor renovaties biedt kansen voor efficiëntie. Hiervoor moet het waterbedrijf op de hoogte zijn van bestemmingsplannen en structuurvisies.
- Een goed beeld van partijen die ook ondergrondse infrastructuur bezitten of beheren, wegbeheerders en de gemeente is zinvol. Als er regelmatig uitwisseling of kennisgeving van plannen plaats vindt, dan kan hierop worden ingespeeld door 'meegaan' met werkzaamheden, of ten minste extra alertheid bij grote werkzaamheden derden om snel op eventuele problemen te kunnen reageren.

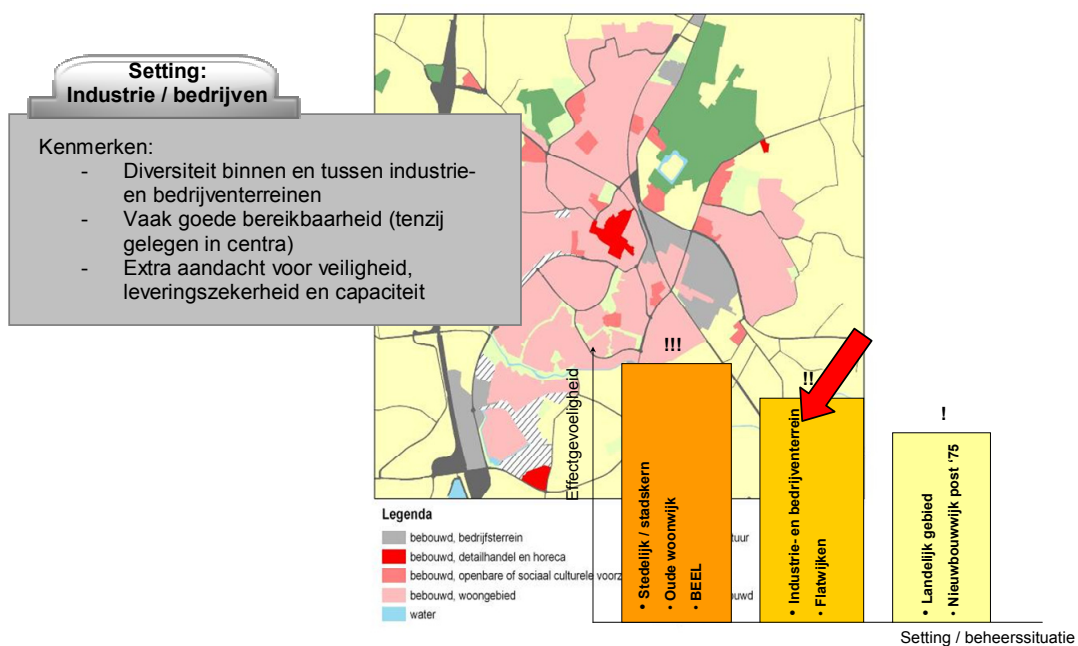
5.3 Oude woonwijken

Voor oude woonwijken (pre 1940) geldt in grote lijnen hetzelfde als voor stadscentra; vaak zijn door stadsuitbreiding deze woonwijken vermengd met de centra. Deze oude wijken zijn niet gebouwd op de intensiteit van nu, waardoor bereikbaarheid vaak problematisch is. Voor deze wijken geldt daarom evenals voor de stadscentra een hoge effectgevoeligheid die noopt tot gedegen inzicht in de staat van het leidingnet enerzijds en de bewegingen van de omgeving anderzijds. Vanwege de hoge leeftijd is dat laatste van belang. De kans is groot dat binnen dergelijke gebieden plannen zijn tot grootschalige renovaties, stadsvernieuwing e.d (functionele factoren). Het is voor de waterbedrijven dan zaak te weten wat hiervoor de plannen zijn om de eigen onderhouds- en vervangingsplannen hierop af te kunnen stemmen. Voor oude wijken geldt dat de plannen van eigenaars en de gemeente als eerste in kaart moeten worden gebracht, daarnaast geldt net als bij stedelijk gebied dat kennis van het leidingnet en de omgeving actueel moeten zijn om samenwerkingsmogelijkheden tijdig te kunnen identificeren en benutten.



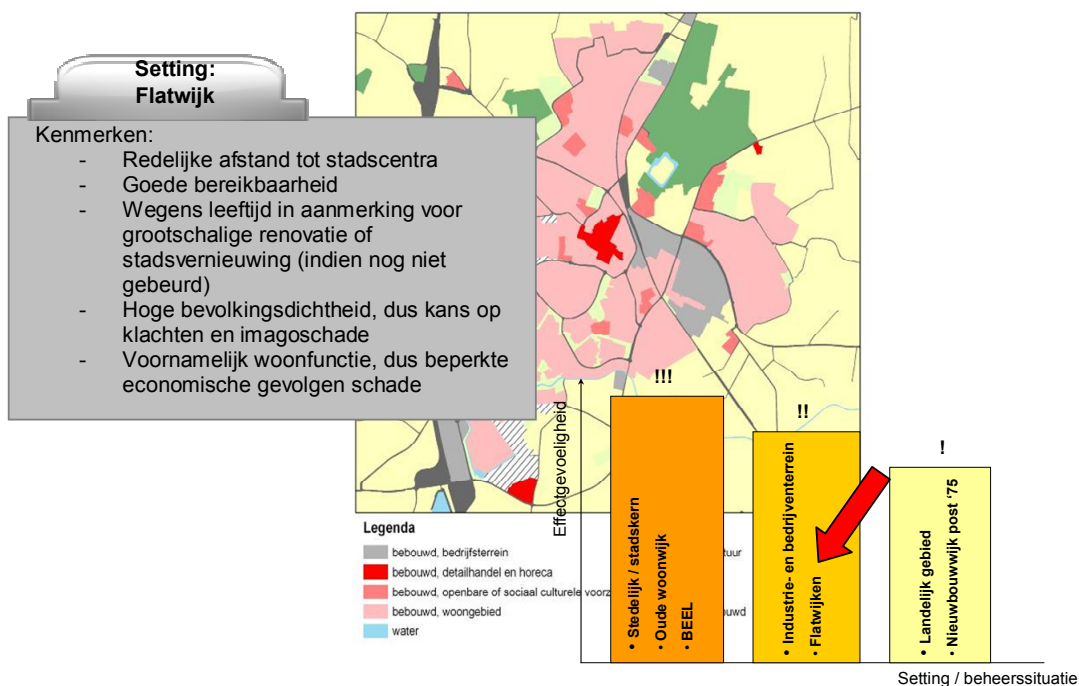
5.4 Industrie- en bedrijventerreinen

Van leidingen op bedrijven- en industrieterreinen die niet in de BEEL-categorie vallen, mag worden aangenomen dat ze een beperkt risico vormen. De effectgevoeligheid voor deze leidingen is daarom in de middelste categorie geplaatst. Worden aan leidingen afwijkende of aanvullende eisen gesteld door de bedrijven of industrie die ze bedienen (bijvoorbeeld met betrekking tot de capaciteit of leveringszekerheid), dan kan dit wel vragen om extra aandacht. De laatste jaren is er in toenemende mate leegstand in voormalig bedrijfs- en industrieterreinen te zien. Omdat de leidingen vaak zwaar gedimensioneerd zijn in deze gebieden, kan de waterkwaliteit op den duur aanleiding geven tot vervanging. Op bedrijfs- en industrieterreinen zullen vaak factoren die te maken hebben met de functionele levensduur van invloed zijn op de beslissing al dan niet tot vervanging over te gaan.



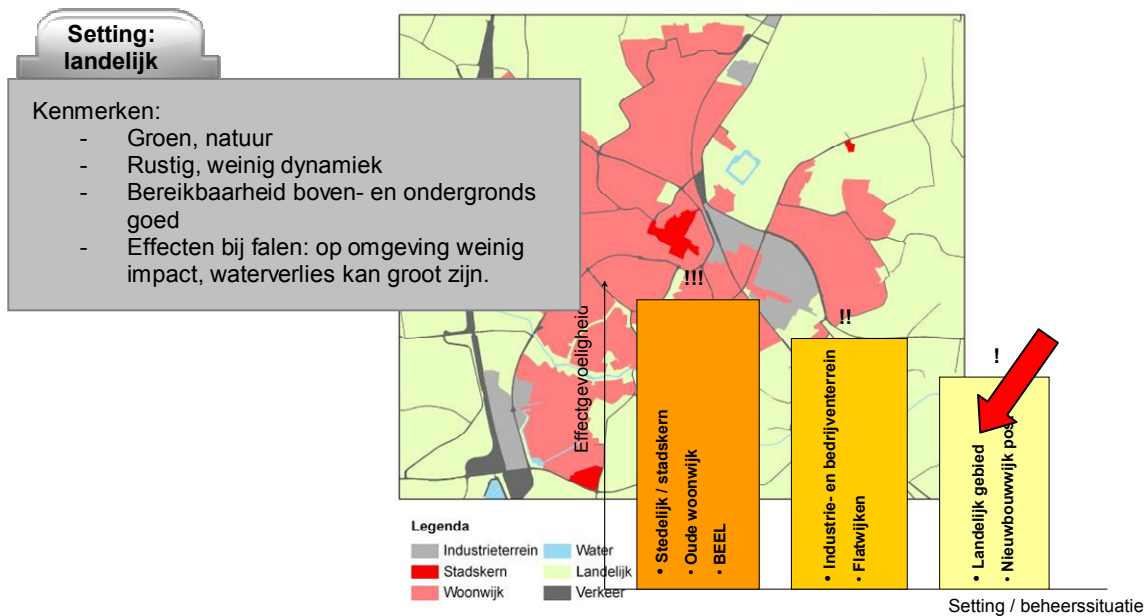
5.5 Flatwijken

De flatwijken uit de periode 1950 – 1975 zijn vaak sterk verouderd en voldoen niet meer aan de huidige wooneisen. In sommige gevallen zijn dergelijke wijken al met de grond gelijk gemaakt en opnieuw opgebouwd, of grootschalig gerenoveerd. Voor de wijken die nog aan de beurt komen, is het voor waterbedrijven van belang de plannen van de gemeente of betreffende woningcorporaties in de gaten te houden. Voor deze zal de functionele levensduur doorslaggevend zijn. In de reeds gerenoveerde of gesaneerde wijken mag er van uit worden gegaan dat de kans op storing dusdanig klein is dat het risico beperkt is. In de gevallen waar de brandveiligheid door het aantal mensen of de bouwstijl een potentieel risico vormt, is het noodzakelijk de conditie en leeftijd van het daar aanwezige leidingnet in de gaten te houden.



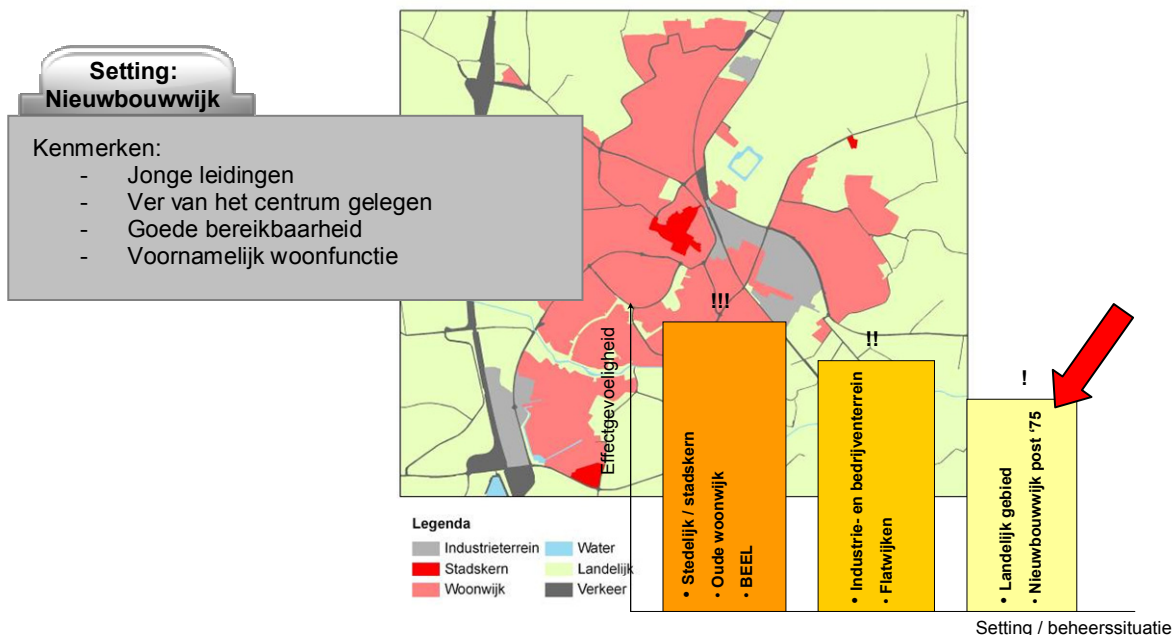
5.6 Landelijk gebied

In landelijk gebied worden doorgaans relatief weinig eisen gesteld vanuit de omgeving aan het leidingnet. De lage intensiteit van bovengronds en ondergronds ruimtegebruik zorgen ervoor dat de impact van storingen laag is. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de schade voor bedrijven van welke de processen afhankelijk zijn van de centrale drinkwatervoorziening wel aanzienlijk kan zijn bij langdurige leveringsonderbrekingen. Door de bank genomen heeft het beperkte effect van falen op de omgeving geen doorslaggevende invloed op vervangingsbeslissingen. Omdat het optreden van storingen niet direct desastreuze gevolgen heeft voor klant of burger en werkzaamheden niet direct resulteren in files en onbereikbaarheid, zal de tolerantie voor het optreden van storingen ook hoger zijn dan bij intense drukte. Maatschappelijke en functionele factoren zullen hier niet snel reden geven tot vervanging. De tolerantie voor storingen wordt in dit geval bepaald door het waterbedrijf op basis van de technische staat van de leidingen. Geeft de technische staat nog geen directe reden tot vervanging, kan hiertoe alsnog worden besloten wanneer de kosten voor reparaties (of meer algemeen: onderhoud) hoger worden dan de kosten voor het vernieuwen van de leidingen (economisch perspectief). Het uitvoeren van een kosten-baten analyse zal hierin voldoende duidelijkheid brengen.



5.7 Nieuwbouwwijken

Nieuwbouwwijken van na 1975 leveren zowel aan de kans- als aan de effectzijde weinig risico op bij storingen of werkzaamheden. Totdat dit de nieuwe 'oude woonwijken' worden (over 30 – 60 jaar) zal het vervangingsmoment bepaald worden door het overschrijden van de tolerantie voor storingen of werkzaamheden vanuit maatschappelijk perspectief. Het is te verwachten dat de tolerantie voor zaken als ondermaatse levering in wijken die van alle gemakken zijn voorzien en aan de laatste comforteisen voldoen minder is dan in wijken waar de bewoners gewend zijn aan gebreken in de woonomgeving. Daarbij komt dat nieuwbouwwijkbewoners vaak hoger opgeleid zijn en daardoor mondiger. Imagoschade is bij deze groep niet alleen snel opgelopen, maar ook snel verspreid via diverse media.



5.8 Stappenplan op basis van de onderscheiden beheerssituaties

Een mogelijke aanpak om vervangingen te prioriteren, is op basis van het indelen van het verzorgingsgebied in beheerssituaties zoals in dit rapport gehanteerd is. Het is de bedoeling dat de werkwijze die hier is beschreven door de waterbedrijven naar eigen inzicht wordt aangepast om optimaal ten dienst te staan van het behalen van de strategische doelen.

Stap 1 Deel het verzorgingsgebied in beheersgebieden. Onderscheid en detailniveau worden bepaald door bedrijfsbeleid dat gehanteerd wordt in het verzorgingsgebied.

Stap 2 Filter de leidingen in de nabijheid van BEEL-objecten eruit. Waterbedrijven hebben een eigen protocol of richtlijnen voor hoe om te gaan met risicovolle leidingen. Deze protocollen en richtlijnen leveren voor die leidingen een beheersplan op waar de onderhouds- en vervangingsplannen instaan. Voor de BEEL-leidingen, geïdentificeerd op basis van de effecten van leidingbreuken, is kennis nodig over de vermoedelijke technische restlevensduur.

Technische levensduur	
Bepaald door	Invloedsfactoren
Overschrijding max. toelaatbare belasting	Reststerkte materiaal
	Belasting (uitwendig en inwendig) door o.a.: <ul style="list-style-type: none"> • Vorst • Bodem – materiaal interactie • Corrosie diepte / restwanddikte
	Externe belastingen divers (verkeer, werkzaamheden)
Degradatie materiaal	Leeftijd materiaal
	Kenmerken bodem
	Grondwater
	Drinkwaterkwaliteit

Stap 3 Scan het verzorgingsgebied op potentiële ontwikkelgebieden om trendbreuken te identificeren. Structuurvisies en bestemmingsplannen (in het bijzonder wijzigingen in de laatstgenoemde) verschaffen hier de benodigde informatie over.

Focus op de beheersgebieden:

1. Stadskernen / stedelijk gebied
2. Oude woonwijken
3. (Oude) industrie- en bedrijventerreinen
4. Flatwijken uit de periode 1950 - 1975

Door in kaart te brengen wanneer in welke gebieden 'trendbreuken' gepland zijn, kunnen voor de betreffende gebieden de onderhouds- en vervangingsplannen daarop worden afgestemd.

Functionele levensduur	
Bepaald door	Invloedsfactoren
Trendbreuk functie / gebruik	Stadsvernieuwing /
	Wijksanering of -renovatie
	Herbestemming

Stap 4 Houd trends in de gaten die van invloed kunnen zijn op het gebruik van de leidinginfrastructuur of de eisen die door gebruikers, de wet of het waterbedrijf gesteld worden.

Voorgesteld de beheersgebieden als volgt te prioriteren:

1. Stadskernen / stedelijk gebied
2. Oude woonwijken

3. (Oude) industrie- en bedrijventerreinen
4. Flatwijken uit de periode 1950 – 1975
5. Nieuwbouw
6. Landelijk gebied

Functionele levensduur	
Bepaald door	Invloedsfactoren
Trend functie / gebruik	Economische ontwikkelingen zoals focus op bepaalde industrieën of diensten, stimulansen, bijbehorende verkeersdrukte
	Prijsontwikkelingen grond / gebieden
	Maatschappelijke ontwikkelingen zoals <ul style="list-style-type: none"> • verschuiving van industrie naar diensten • groter belang / meer ruimte voor milieu en duurzaamheid • meer flexibiliteit in leven en werken (het nieuwe werken) • Meer samenwerking
	Demografische ontwikkelingen zoals vergrijzing en verdunning (meer éénpersoonshuishoudens)
Gebruikseisen	Ontwikkelingen in de ondergrond zoals afspraken met andere beheerders ondergrondse infrastructuur
	Prestatie-indicatoren en targets, service-levels (op basis van strategische doelen)
	Wettelijk

Stap 5 Beschouw vanuit maatschappelijk perspectief

1. Stadskernen / stedelijk gebied
2. Oude woonwijken
3. (Oude) industrie- en bedrijventerreinen
4. Flatwijken
5. Nieuwbouw
6. Landelijk gebied

Maatschappelijke ontwikkelingen die de normen beïnvloeden waaraan de leidingen moeten voldoen, dienen in kaart te worden gebracht. Voor ontwikkelingen die zich duidelijk aftekenen kan een tijdspad worden bepaald. Met kennis over de technische levensduur van de leidingen in de betreffende gebieden, kan waar relevant een optimum worden bepaald voor het vervangingsmoment.

Maatschappelijke levensduur	
Bepaald door	Invloedsfactoren
Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse (MKBA)	Directe effecten
	Indirecte effecten
	Externe effecten
Maatschappelijke ontwikkelingen	Prijzen voor grond en onroerend goed
	<ul style="list-style-type: none"> • Houding t.o.v. milieu en duurzaamheid, verschuiving van industrie naar diensten • groter belang / meer ruimte voor milieu en duurzaamheid • meer flexibiliteit in leven en werken (het nieuwe werken) • meer belang gehecht aan samenwerking
	Nieuwe media zorgen voor snelle verspreiding van info (ook blunders, onhandige communicatie, opinies e.d.)
Overlast tolerantie	Duur van overlast
	Vorm en mate van overlast (bijv. wegversperring, geluidshinder, leveringsonderbrekingen t.b.v. werkzaamheden)
	Aantal gedupeerden
	Acties gedupeerden (klagen, media, aanklagen)
Risicovolle externe effecten	Risicovolle objecten

Technische levensduur (zie stap 2)

Stap 6 Bekijk de gebieden waar niet wordt verwacht dat functionele en maatschappelijke ontwikkelingen de levensduur beïnvloeden, uit technische en economische perspectief.

Economische levensduur	
Bepaald door	Invloedsfactoren
Kosten-Baten Analyse (KBA)	Initiële investering
	Operationele uitgaven
	Afschrijvingen
	Belasting
	Opbrengsten
	Rente
	Inflatie

Technische levensduur (zie stap 2)

Bijlage VI geeft een overzicht van hulpmiddelen voor het afwegen, prioriteren en beslissen van vraagstukken die bij de achtereenvolgende stappen aan de orde komen. De uitkomst van elke stap geeft een indicatie van het vervangingsmoment van leidingen op basis van ontwikkelingen in de omgeving en het effect van storingen op de omgeving. Deze tijdindicaties geven asset managers inzicht in reserveringen (organisatorisch en budgettair) benodigd voor efficiënt beheer en optimale prestaties van het leidingnet.

6 Een afwegingskader voor vervangingsbeslissingen

6.1 Schematische weergave voor het maken van vervangingsbeslissingen

Om de proactieve saneringsvraag uit § 2.1 te kunnen beantwoorden, geeft dit rapport een denkraam waarmee de afwegingen die daarbij aan de orde komen gestructureerd kunnen worden. In de voorgaande hoofdstukken is besproken welke stappen doorlopen kunnen worden om maatschappelijke en functionele afwegingen mee te nemen naast technische en economische. Fig. 11 geeft schematisch het denkraam weer dat gebruikt kan worden om te komen tot een integrale benadering van saneringsvraagstukken.

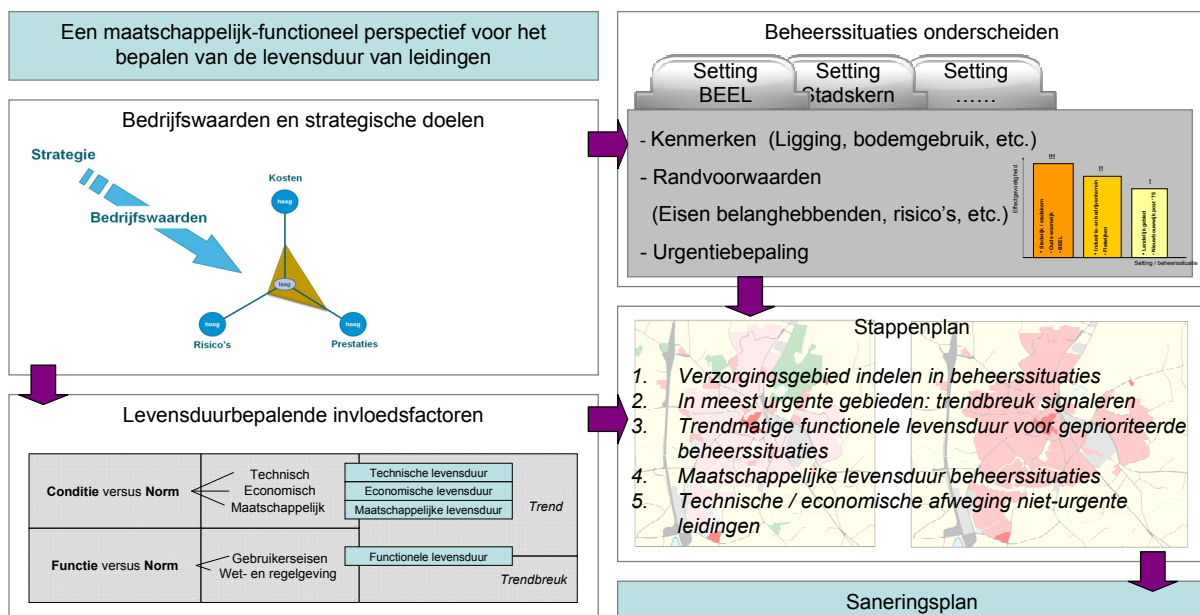


Fig. 11 Denkraam voor saneringsbeslissingen waarin maatschappelijke en functionele factoren (naast technische en economische) in de afwegingen worden meegenomen

Bedrijfswaarden en strategische doelen

Bedrijfswaarden en strategische doelen bepalen waarop prestaties worden gemeten in een organisatie. Met behulp van tools zoals SIMPLE of PAS 55 kunnen de bedrijfswaarden en strategische doelen vertaald worden in prestatie-indicatoren. Bij het maken van vervangingsbeslissingen zijn het ook deze waarden en doelen die sturend zijn.

Levensduurbepalende invloedsfactoren per setting

In het rapport zijn vier soorten levensduur beschreven; technisch, economisch, maatschappelijk en functioneel. Welke categorie levensduur bepalend is voor vervanging hangt af van de redenen die doorslaggevend zijn (hoofdstuk 3). De afwegingen die aan vervangingsbeslissingen ten grondslag liggen, kunnen het gevolg zijn van trends of trendbreuken. Van trends is sprake wanneer door conditieafname een norm overschreden wordt, of niet meer aan de gebruikseisen kan worden voldaan. Dit kan in alle vier de soorten levensduur het geval zijn. Daarnaast kan door verandering van het gebruik of de functie de leidinginfrastructuur vervangen worden. In het laatste geval is sprake van trendbreuk.

Beheerssituaties onderscheiden

Beheerssituaties kunnen worden onderscheiden op basis van specifieke kenmerken die van invloed zijn op de leidinginfrastructuur, zoals het bovengronds grondgebruik, de ligging of bijzondere bebouwing in dat gebied. De wijze waarop de ruimte gebruikt wordt en de intensiteit waarmee dat gebeurt, stellen samen met de belanghebbenden in dat gebied de randvoorwaarden voor de waterleidinginfrastructuur ondergronds. Op basis hiervan kunnen waarden worden geïdentificeerd die bepalen in hoeverre risico op falen acceptabel is. In hoofdstuk 4 zijn een zevental beheerssituaties onderscheiden.

Stappenplan

Door de plannen ontwikkelingen in de fysieke en sociale omgeving te monitoren, kan in saneringsplannen worden ingespeeld op trendbreuken en trends. Hiervoor worden functionele en maatschappelijke factoren per beheerssituatie in beschouwing genomen. De criteria voor vervanging die zijn opgesteld, maken het mogelijk de beheerssituaties in te delen op basis van urgentie voor extra aandacht. In combinatie met informatie over de trends en trendbreuken in het verzorgingsgebied, kan een stappenplan worden opgesteld (hoofdstuk 5).

Om te komen tot een saneringsplan, dient het stappenplan te worden uitgewerkt. Voor de afwegingen die in elke stap moeten worden gemaakt, zijn diverse hulpmiddelen beschikbaar. In hoofdstuk VI worden een aantal voorbeelden van hulpmiddelen gegeven.

6.2 Nabeschuiving

Dit rapport biedt een structuur voor het plannen van saneringsbeslissingen in het verzorgingsgebied van waterbedrijven, waarbij technische, economische, functionele en maatschappelijke factoren in beschouwing worden genomen. Daartoe is beschreven hoe het verzorgingsgebied verdeeld kan worden in gebieden met onderscheidende beheersregimes. Voor elk type beheersgebied kan worden bepaald welke factoren doorslaggevend zijn voor het bereiken van de levensduur van leidingen in die gebieden. Het rapport geeft een overzicht van factoren die van invloed zijn op de levensduur. Door per type beheersgebied de levensduurbepalende factoren te identificeren, kan beoordeeld worden voor welke leidingen additionele informatie gewenst is, bijvoorbeeld over de conditie van de leidingen of plannen voor stadsvernieuwing. Vervolgens kan de levensduur van de leidingen worden bepaald en geprioriteerd met behulp van de hulpmiddelen die in dit rapport worden benoemd.

Het rapport verbreedt de kijk op vervangingsbeslissingen en geeft een denkraam waarin ontwikkelingen in de fysieke en sociale omgeving worden meegenomen bij het opstellen van saneringsplannen. Het rapport geeft geen invulling aan saneringsplannen, maar biedt een kapstok om de plannen aan op te hangen. Het hier gepresenteerde stappenplan is slechts een van de vele afwegingskaders die mogelijk zijn.

Referenties

- Aalbers, M. (2006) *Zeven mythes over gated communities – De hekkewerkwijk als mondiale trend*, Blind Interdisciplinair tijdschrift 9/2006
- Arai, Y., Koizumi, A., Inakazu, T., Watanabe, H. and Fujiwara, M. (2010) *Study on failure rate analysis for water distribution pipelines*, Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA Vol 59 No 6-7 pp 429–435 IWA Publishing 2010
- Bakker, J., Blom, M., Bogaard, J. van den, Bruggink, G., Dietvorst, B., Klanker, G., Nagtzaam, G., Souw, R., Vermeulen, B., Worp, J. van der & Zwanenbeek, T. (2010) *Leidraad RAMS, Sturen op prestaties van systemen*, Rijkswaterstaat
- Beuken, R.H.S. (2011) *Pilot WiLCO – Evaluatie assetmanagement tools*, BTO-rapport 2011.112 (s), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- Beuken, R.H.S. (2010a) *Softwarepakketten voor de ondersteuning van saneringsbeslissingen van leidingen*, BTO-rapport 2010.033(s), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- Beuken, R.H.S. (2010b) *Leidingen vervangen of niet, hoe neem je een goede beslissing?* BTO-rapport 2010.014, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- Beuken, R.H.S. & Kivit, C.F.T. (2005) *Evaluatie beheersysteem leidingnet op externe effecten door leidinglekkage; Toetsingskader voor goed beheer*, Rapport VEWIN 2005/54/5266, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- Beuken, R.H.S. (2005) *Investeringsprognose – Rekenprogramma InvesteringsPrognose Leidingen IPL*, BTO-rapport 2005.047, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- Blokker, E.J.M. (2006) *Asset management van het drinkwaternet*, Presentatie op Gildedag BIG, Antwerpen
- Blommaert, A.M.M. & Blommaert, J.M.J. (2008) *Bedrijfseconomische analyses – Bedrijfseconomie vanuit management perspectief*, Noordhoff Uitgevers
- Boer, G. de, Bruinsma, H., Elich, E., Luling, B. van, Wemijeijer, G. (2009) *Leidraad Systems Engineering*, Den Haag
- Boersma, A. (2003) *Long term performance prediction of existing PVC water distribution systems*, TNO report 43/03.006180, TNO Industrial Technology, Eindhoven
- Boomen, M. (2006) *Tactisch risicomanagement voor waterleidinginfrastructuur – Een schematisch overzicht van welke risicomanagementmethoden voor welke doeleinden kunnen worden toegepast*, BTO-rapport 2006.033(s), Kiwa Water Research, Nieuwegein
- Boomen, M. van den & Beuken, R.H.S. (2006) *Risicogestuurd onderhoud voor distributie-infrastructuur; Mogelijkheden voor Reliability Centered Maintenance (RCM)*, BTO-rapport 2006.001, Kiwa Water Research, Nieuwegein
- Burn, S., Marlow, D. & Tran, D. (2010) *Modelling asset lifetimes and their role in asset management*, Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA Vol 59 No 6-7 pp 362–377 © CSIRO 2010
- Centraal Bureau voor de Statistiek (2008) *Bestand Bodemgebruik – Productbeschrijving versie 2008.1*. CBS
- Dalm, R. van & Hospers, G.J. (2010) *Identiteit als wapen in de stedenstrijd*, S+RO 2010/01 Thema Trends, pag. 48 t/m 53
- Dorsman, A.B. (2008) *Vloattend financieel management – Analyse en planning*, Reed Business Information
- Eijgenraam, C.J.J., Koopmans, C.C., Tang, P.J.G. & Vester, A.C.P. (2000) *Evaluatie van infrastructuurprojecten; Leidraad voor Kosten-Baten Analyse*, onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur, Nederlands Economisch Instituut
- Grontmij (2002) *Leidraad Riolering – Afwegen, prioriteiten stellen en beslissen*, Module C1200 Leidraad Riolering
- Jansen, J. (2010) *Het grote uitsorteren*, S+RO 2010/01 Thema Trends, pag. 32 t/m 39
- Janssen, L. H. J. M., Okker, V. R. & Schuur, J. (2006) *Welvaart en leefomgeving: een scenariostudie voor Nederland in 2040: achtergronddocument*, Centraal Planbureau. Centraal Planbureau, Milieu- en Natuurplanbureau en Ruimtelijk Planbureau.
- Kleiner, Y. & Rajani, B. (2001) *Comprehensive review of structural deterioration of water mains: physically based models*, Urban Water 3 (2001), 151 - 164
- Lamper, A., Duinmeijer, A., Duin, L. van, Verbraak, A., Beets, J., Noort, M. van, Geurts van Kessel, R& Warmerdam, D. (2010) *Leidraad voor RAMSHE – LCM-studie*, ProRail
- Lamper, A. Presentatie *Leveringszekerheid en risicomanagement – De ProRail aanpak*

- Mesman, G.A.M & Beuken, R.H.S. (2011) Kennissysteem Levensduurbepaling versie 2.0 – Beschrijving van een prototype, BTO-rapport 2011.113(s), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- Quach, B. (2008) *Depreciation of replacement assets – A report to the AER on behalf of TransGrid*, NERA Economic Consulting, Sydney
- Sorge, C., Christen, T. & Mälzer, H.-J. (2011) *Maintenance strategy for trunk mains: development and implementation of a high resolution risk based approach*, Proceedings LESAM 2011, Mülheim an der Ruhr.
- Vloerbergh, I.N. (2008) *U-STORE Toelichting op en afspraken over uniforme storingsregistratie*, BTO-rapport 2008.057 KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

NEN 7171-1: 2009 nl Ordening van ondergrondse netten - Deel 1: Criteria

NPR 7171-2: 2009 nl Ordening van ondergrondse netten – Deel 2: Procesbeschrijving

I Begrippenlijst

Besliscriterium	de waarde van een beslisvariabele die het waterbedrijf niet meer acceptabel vindt
Beslisvariabele	die variabelen die van belang zijn voor het beslissen over het saneren van een leiding, bijvoorbeeld storingsfrequentie, aanwezigheid van risicovolle objecten of hydraulische weerstand
Conditie	een getal dat de verhouding aangeeft van de toestand van de leiding en de eisen die aan de leiding gesteld worden
Correctief onderhoud	in het geval een asset faalt (spontaan of tijdens controle voorafgaand aan werkzaamheden) actie ondernemen om de functionaliteit te herstellen
Economische levensduur	de periode waarin de toekomstige opbrengsten hoger zijn dan de toekomstige kosten; voortzetting van exploitatie is na deze periode niet meer rendabel.
Functionele levensduur	de periode waarin een productiemiddel voldoet aan de functie waarvoor het ontworpen is, of aan de eisen van de gebruikers; is een belangrijk deel van de economische levensduur
Inspectie	meting om informatie te verkrijgen over de toestand van een leiding
Levensduur	(zie ook restlevensduur)
Maatschappelijke levensduur	tijdsduur waarin een productiemiddel in staat is een minimaal benodigde prestatie te leveren bepaald door maatschappelijke factoren, zoals verkeersdrukte of een winkelstraat, die een grens stellen aan het aantal toelaatbare storingen.
Preventief onderhoud	het inspecteren en controleren van assets en op basis van de bevindingen ondernemen van acties gericht op het behoud van functionaliteit
Reconstructie	het saneren van een leiding waarvan de conditie nog voldoet, omdat ontwikkelingen in de omgeving ervoor zorgen dat door wijziging van functie of gebruik de waterleiding obsoleet wordt.
Restlevensduur	de geschatte tijdsduur tot wanneer een leiding kan voldoen aan de gestelde normen of eisen.
Saneren	het verbeteren van de toestand van een leiding, dit kan zijn door relinen of door vervangen
Saneren op eigen initiatief	saneren van een leiding op grond van eigen initiatief van een waterbedrijf, meestal omdat de conditie van een leiding onvoldoende is
Saneren op initiatief derden	het saneren van een leiding waarvan de conditie nog voldoet, omdat derde partijen werken in de nabijheid gaan uitvoeren. Dit wordt ook <u>meegaan</u> genoemd
Systems Engineering	interdisciplinaire benadering die bijdraagt aan het ontwikkelen en realiseren van succesvolle systemen, waarmee niet alleen de technische, maar ook de bedrijfsdoelen van klanten (stakeholders) worden nagestreefd

Systeem	een afhankelijk van het gestelde doel, binnen de totale werkelijkheid te onderscheiden verzameling elementen, die onderlinge relaties hebben
Technische levensduur	de tijdsduur waarin een productiemiddel technisch gezien in staat is de prestatie te leveren waarvoor het is aangeschaft.
Toestand	<p>een objectieve maat voor de kwaliteit van het buisdeel op een bepaald tijdstip al gevolg van de oorspronkelijke karakteristieken en het dominante verouderingsmechanisme. Voor de drie dominante waterleidingmaterialen zijn dit:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ AC: de effectieve wanddikte in combinatie met de breukspanning. Omdat de breukspanning van het materiaal, vanwege de asbestproblematiek, niet zonder hoge kosten te bepalen is, wordt hiervoor standaardwaarden gebruikt. De wanddikte is zowel destructief als non-destructief te bepalen ➤ GGIIJ: de effectieve wanddikte in combinatie met de breukspanning. Beide zijn te bepalen in een relatief eenvoudig destructief onderzoek. Met non-destructief onderzoek is de wanddikte te bepalen. ➤ PVC: de weerstand tegen langzame scheurgroei. Deze is te bepalen met destructief onderzoek
Verleggen	vervangen van een leiding omdat die zich voor derden op een ongunstige positie bevindt
Veroudering	<p>onomkeerbare verandering, meestal verslechtering van materiaalschappen, opgetreden in een zeker tijdsverloop. Voor de drie dominante waterleidingmaterialen zijn dit:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ AC: uitloging van cement ➤ GIJ: corrosie (grafitering) van het gietijzer ➤ PVC: fysische veroudering (niet relevant voor drinkwaterleidingen)
Verouderingsmechanisme	<p>dominant mechanisme bepalend voor de veroudering. Voor de drie dominante waterleidingmaterialen zijn dit:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ AC: afname van wanddikte door uitloging met als gevolg een toename van de wandspanning. ➤ GIJ: afname van wanddikte door corrosie met als gevolg een toename van de wandspanning. ➤ PVC: de veroudering leidt over het algemeen niet tot breuk³.
Vervangen	het verwijderen van een oude leiding en het aanleggen van een nieuwe
Vervangen op eigen initiatief	vervangen omdat het waterbedrijf beslist dat de conditie van de leiding ontoereikend is en daarmee zelf de vervanging initieert
Vervangen op initiatief van derden	vervangen waarbij het initiatief ligt bij derden die in de nabijheid van de leiding werkzaamheden gaan uitvoeren

³ Voor PVC geldt een andere benadering. Het bezwijkmechanisme is over het algemeen een overschrijding van de weerstand tegen langzame scheurgroei. De weerstand tegen langzame scheurgroei is een verband tussen de heersende spanning en de tijd dat die spanning opgenomen kan worden. Deze parameter is afhankelijk van het buismateriaal en dient apart bepaald te worden. Er is geen norm voor.

II Voorbeeld kosten over de levenscyclus

(Bron: Beuken, 2005)

Bij deze methode worden de kosten voor onderhoud en vervanging gedurende de levensduur van een leiding berekend. Voor elke levensduur variërend van 50 tot 200 jaar worden vervolgens deze kosten contant gemaakt (dat wil zeggen dat toekomstige kosten worden omgerekend naar het heden met behulp van een te schatten netto rentepercentage). Vervolgens wordt nagegaan bij welke levensduur een kostenminimum optreedt. In *Tabel II-1* is dit uitgewerkt voor AC, grijs gietijzer en PVC. Wordt eerder dan het kostenminimum vervangen dan had de investering beter uitgesteld kunnen worden. Bij vervanging na het kostenminimum zijn de kosten van reparatie onnodig hoog.

De kosten van reparatie worden berekend met behulp van de exponentiële kostenfunctie zoals opgesteld door Walski. De door Walski opgestelde mathematische methode kent geen eerste fase waarin de kosten constant zijn, gevolgd door een fase waarin zij exponentieel toenemen. De kosten voor het vervangen van leidingen worden berekend door lineaire afschrijvingen en een vast rentepercentage.

Tabel II-1: Voorbeeld van een berekening van het optimale vervangingsmoment op basis van contant gemaakte kosten voor vervangen en repareren

Leidingmateriaal	AC	GIJ	PVC
<u>Onderhoudskosten</u>			
Onderhoudskosten constant tot (jaar)	80	100	80
Onderhoudskosten verdubbeld na (jaar)	100	120	110
Gemiddelde kosten reparatie	1.400	600	1.200
Maatschappelijke kosten	1.000	1.000	1.000
Totale kosten reparatie	2.400	1.600	2.200
Aantal breuken per km per jaar in lineair deel	0,1	0,15	0,05
<u>Vervangingskosten</u>			
Kosten vervangen leiding	170.000	150.000	130.000
Afschrijvingstermijn		30	
Netto rentepercentage		3%	
<u>Minimale kosten over (jaar)</u>	169	186	>200

De berekeningen in *Tabel II-1* laten zien dat op basis van de gehanteerde waarden van parameters het optimale moment van vervangen voor de drie leidingtypen erg ver in de toekomst ligt. Voor AC en grijs gietijzer over respectievelijk 169 en 186 jaar. Het optimale vervangingsmoment voor PVC valt buiten het berekeningsinterval van 200 jaar. In Fig. 12 zijn de totale kosten weergegeven voor AC-leidingen. Uit deze figuur blijkt dat de totale kostenlijn bij het optimum vrijwel vlak loopt. In dit voorbeeld ligt het 'bijna-optimaal' vervangingsmoment (waarbij de totale kosten 10% hoger mogen zijn dan het minimum) tussen 144 en 200 jaar.

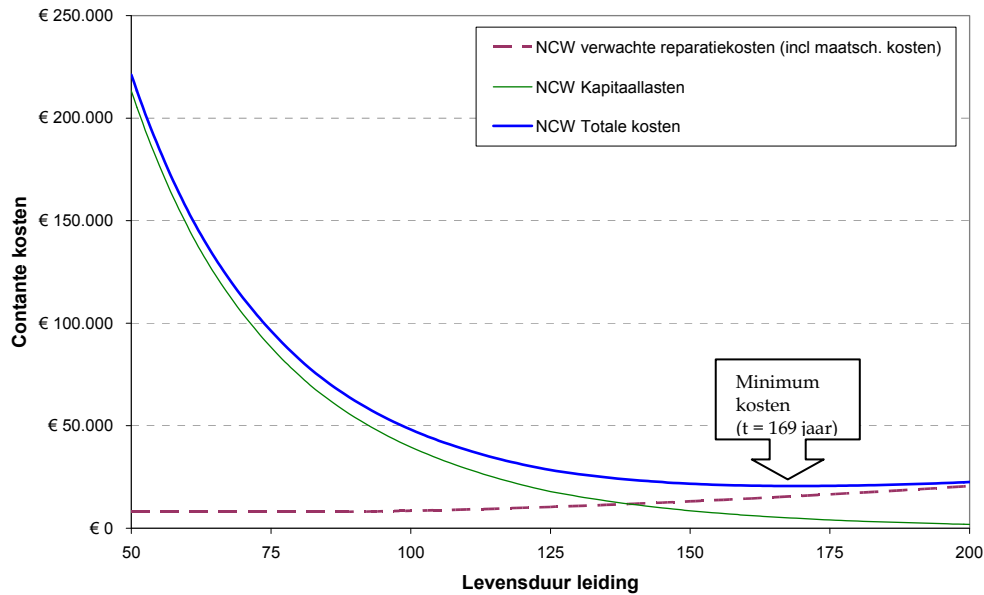


Fig. 12 Contant gemaakte kosten van onderhoud en vervanging voor AC-leidingen bij een variërende levensduur.

In Fig. 12 is op basis van de invoerwaarden van Fig. 13 een gevoeligheidsanalyse gemaakt. Bij elke berekening is de waarde van één invoerwaarde gevarieerd, waarbij de overige waarden gelijk bleven. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat het verloop van het aantal storingen in de tijd een grote invloed heeft op het optimale moment van vervangen. Met name de toename van het aantal breuken in de exponentiële fase is van grote invloed. Van geringere invloed zijn het huidige aantal leidingbreuken, de kosten van vervangen, de mate van toerekening van maatschappelijke kosten en het rentepercentage. De afschrijvingstermijn heeft geen invloed op het optimaal vervangingsmoment. Een langere afschrijvingstermijn resulteert in lagere contante kosten van afschrijvingen, die worden echter gecompenseerd door een langzame afbouw van de schuld en dus hogere rentelasten.

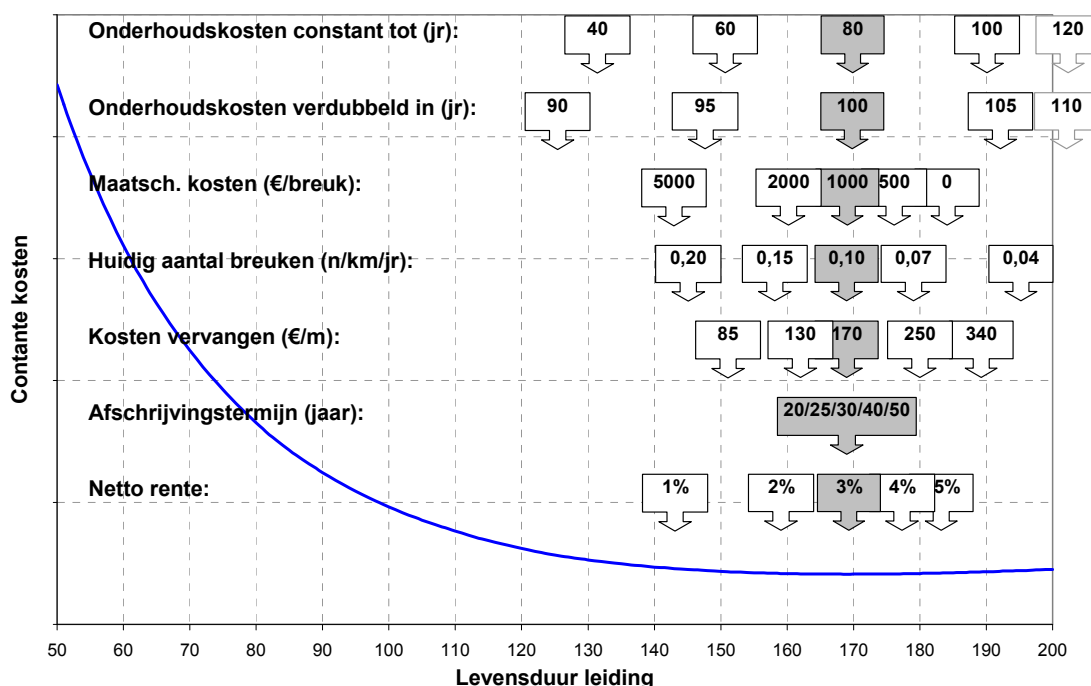


Fig. 13 Analyse van de gevoeligheid van de invoerwaarden voor het optimaal vervangingsmoment van een AC-leiding. De grijs gekleurde blokken komen overeen met berekening die ten grondslag ligt aan Fig. 13. Blokken rechts van de grafiek duiden op een uitkomst >2

Tabel II-2: Resultaten gevoeligheidsanalyse voor optimaal vervangingsmoment

Leeftijd tot wanneer onderhoudskosten constant:	groot
Periode van verdubbeling van het aantal breuken:	erg groot
Maatschappelijke kosten:	beperkt
Huidig aantal breuken:	beperkt
Huidige kosten vervangen leidingen:	beperkt
Afschrijvingstermijn:	geen
Netto rente:	beperkt

Op basis van deze analyse blijkt dat voor het bepalen van het optimale vervangingsmoment het belangrijk is inzicht te hebben in het storingsgedrag. Met name het signaleren van een toename van het aantal storingen voor een bepaalde categorie leidingen is van groot belang.

In bovenstaande analyse is de gevoeligheid van afzonderlijke invoerwaarden getoetst. Combinatie van deze invoerwaarden, zal een grotere invloed hebben op het optimale vervangingsmoment. Bij keuze voor de meest ongunstige invoerwaarden is het optimaal vervangingsmoment van AC-leidingen over 54 jaar.

Bovenstaande berekening is uitgevoerd op basis van gemiddelde waarden van storingen, reparaties en vervangingen. Voor deze gemiddelde situaties blijkt dat het economische optimale moment van vervangen ver in de toekomst ligt. Voor bepaalde groepen leidingen kan het optimum zich echter veel eerder voordoen. Dit kan bijvoorbeeld gelden voor leidingen die in een agressieve bodem liggen (AC-leidingen in zure grond), leidingen van een mindere kwaliteit (PVC tussen 1970 en 1975) of leidingen waarvan de kosten van schade en reparatie erg hoog zijn (bijvoorbeeld leidingen in waterkeringen of in oude stadskernen met sierbestrating).

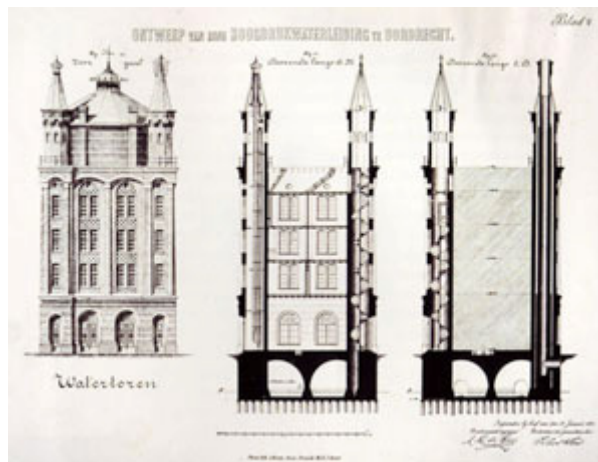
III Villa Augustus

Geschiedenis van Villa Augustus, te lezen op de website www.villa-augustus.nl



De opname is gemaakt vanuit een vliegtuigje, het moet 1930 zijn geweest. De fotograaf zag onder zich een lappendeken van rivieren, haventjes en repen land. Hij keek naar een uitloper van de Biesbosch, aanschuikend tegen de stad. Op één strook land stond een watertoren, als een kasteel omringd door water. Middelpunt van de aandacht, majestieus, onontkoombaar mooi.

Op een dag in 2003 deed de foto een beroep op de verbeelding. Hij lag op het Stadskantoor en kwam onder ogen van een paar ondernemende mensen. Die watertoren stond er nog - leeg - en kon weer in gebruik worden genomen. Als hotel bijvoorbeeld: slapen in een opslagplaats voor water. Het terrein eromheen, waar eens water stond zoals op de foto, kon weer worden open gegooid. Het riviertje de Vlij kon worden doorgetrokken, de oude toestand hersteld. Het nieuwere pompgebouw ernaast, uit 1942 en dus niet zichtbaar op de foto, was de passende omgeving van een restaurant en een Markt-Café.



Het tweede leven van de watertorens

De watertoren langs het Wantij aan de Oranjelaan huult niet meer. Nooit meer zal er water uit de lezolder door de ronde ramen naar buiten stromen en langs de bakstenen gevels naar beneden sijpelen.

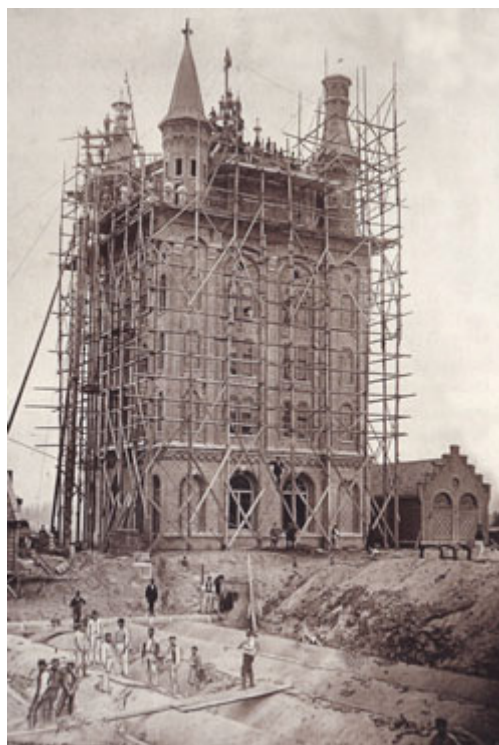
Op de vierde verdieping van het Rijksmonument stroomt alleen nog het water in de badkamers van luxe hotelkamers.

Dankzij de verfrissende ideeën van natuurbeschermers en horecaondernemers ging de slopershamer aan de torens voorbij. Ze werden opgeknapt, verbouwd, gerestaureerd en begonnen aan een nieuw leven. De toren aan het Wantij is tegenwoordig onderdeel van een voor Nederlandse begrippen uniek lustoord met restaurant, tuin, kassen en de watertoren als hotel: Villa Augustus.

Een watertoren aan het Wantij

Op 31 januari 1881 leverden directeur J.A. van der Kloes van gemeentewerken en adviserend ingenieur A.G. de Geus hun ontwerp in voor de 'Hoogdrukwaterleiding te Dordrecht'. Het behelsde de bouw van een complex langs de rivier, waar bezinkvijvers en filterbakken het water zouden zuiveren, voordat het in reinwaterkelders werd gepompt. Temidden van al die waterbakken stond op de tekeningen een fraaie kasteeltoren met een waterreservoir: de Dordtse watertoren. De bouw en de aanleg zouden 475.000 gulden kosten. De exploitatiekosten bedroegen 41.120 gulden per jaar als de Dordtenaren per dag duizend kubieke meter water zouden verbruiken en 45.100 gulden als dat tweeduizend kubieke meter per dag zou zijn. Dat bedrag kon de gemeente terugverdienen door gezinnen in de stad huur te laten betalen voor de waterleiding. Ook toen al gold de socialistische gedachte dat de sterkste schouders de zwaarste lasten moesten dragen. De belangrijkste vraag die de stad moest beantwoorden was: waar halen we het drinkwater voor de watertoren vandaan? Scheikundig onderzoek van dr. G. Post had in 1873 aangetoond dat het water in de Merwede, net boven de Kop van de Staart, het schoonst was. Van der Kloes en De Geus adviseerden de gemeente daar de waterinlaat te maken en de watertoren te bouwen.

De gemeenteraad voelde echter niets voor bouwen op dat toen nog ontoegankelijke terrein. Bovendien vond ze het water uit de Biesbosch, dat door het Wantij naar de stad stroomde, schoon genoeg. Op 15 maart 1881 besloot de gemeenteraad tot de aanleg en exploitatie van een 'Hoogdrukwaterleiding' aan het Wantij. Dordrecht zou water uit de Biesbosch gaan drinken, zoals dit deel van het het Wantij toen heette.



Een monumentale waterfabriek

Van der Kloes ontwierp de Dordtse watertoren zelf. Later zou de man leraar worden op de Polytechnische school in Delft, de voorloper van de TU. Zijn bouwwerk aan het Wantij wordt nog steeds geroemd door architecten en is uitgeroepen tot Rijksmonument. De bouw startte in 1881 en de toren werd in 1882 opgeleverd. De directeur gemeentewerken ontwierp een 33 meter hoge toren. Het was een zwaar vierkant gebouw met vier achthoekige torentjes die een groot rond waterreservoir inklemmen. In

twee torentjes loopt een wenteltrap tussen dienstwoningen en reservoir. Een torentje is bedoeld als schoorsteen voor de rook van de stoommachines die het water vanuit de kelders naar het reservoir pompten. Het andere torentje is bedoeld om water uit te laten als de druk in het reservoir te hoog oploopt. De torentjes zouden in 1938 verdwijnen, toen het reservoir met een metalen koker werd verhoogd. Het silhouet heeft iets van een kasteeltoren. Onderin de toren bevinden zich de reinwaterkelders. Op de begane grond stonden de machines voor de pompen. Op de verdiepingen daarboven waren vijf woningen van de machinisten gevestigd. Daarboven zit de lekszolder, net onder het reservoir in de top. De ronde ramen op deze zolder dienden ervoor om water uit het reservoir te laten wegvloeden, als het te vol zat. Nadat in 1908 en 1909 de Oranjelaan was aangelegd zeiden voorbijgangers die het water langs de bakstenen muren naar beneden zagen lopen dan: "De watertoren huilt." De ijzeren, ronde bak had in 1882 een inhoud van 500 kubieke meter water. Samen met de vijvers vormde de toren een waterfabriek waar het water uit het Wantij gezuiverd het leidingnet in werd gepompt. De omstandigheden bij de bouw in 1881 en 1882 waren zwaar. Door de hoge waterstanden in de rivieren verzakte het bouwterrein tijdens het ophogen en konden de bezinkvijvers niet tot de gewenste diepte worden uitgegraven. Die vijvers bleken dan ook snel te klein. In het voorjaar van 1883 kregen Van der Kloes en De Geus kritiek van een speciale commissie. Hoewel de bouw uiteindelijk 535.000 gulden had gekost, 60.000 gulden meer dan begroot, waren ze volgens de commissie te zuinig geweest. Daarom had de waterleiding waarschijnlijk te weinig capaciteit. Ook was het water misschien niet schoon genoeg. De Dordrechtse Courant bracht speciale bijvoegsels over al het geharrewar uit. Van der Kloes verwees naar het slechte weer en de tijdsdruk om zich te verdedigen. Ondanks alle vertragingen stroomde er op 1 november 1883 officieel zuiver water vanuit de watertoren de Dordtse huizen binnen. Dordrecht had zijn eigen drinkwaterbedrijf. Het opschrift op de zijgevel van de watertoren herinnert aan dit heuglijke moment. Daar staat:

*'De vijand, vaak de schrik
van Neêrlands lage
gronden.
Heeft hij dit huis betreên.
Vertrekt, als weldoend
vriend van zieken en gezonden,
En richt naar Dordt zijn schreên'.*

Uit het boekje 'De watertorens van Dordrecht en Dubbeldam' van André Oerlemans



IV SIMPLE – voorbeeld opbrengst

De Amerikaanse kennis- en onderzoeksinstellingen WERF (Water Environment Research Foundation) en AWWA Research Foundation hebben gezamenlijk SIMPLE ontwikkeld voor een holistische benadering van asset management. SIMPLE is een internettool die organisaties een asset management kennisdatabase en leeromgeving biedt om hen te ondersteunen bij het opzetten van consistente asset management plannen voor de gehele levenscyclus. SIMPLE biedt gebruikers een drinkwater en een afvalwatermodule met richtlijnen op basis van best practices, case studies en een trainingsprogramma. In het trainingsprogramma worden gebruikers aan de hand van vijf kernvragen de juiste informatie aangereikt.

Het hart van SIMPLE is het Total Enterprise Asset Management Quality Framework TEAMQF, een framework voor het organiseren en toepassen van asset management materiaal. Het framework is gebaseerd op de gedachte dat asset management gezien kan worden als de interactie tussen zeven kernelementen van een organisatie (zie Fig. 14). SIMPLE geeft voor elk van de kernelementen best practices weer die asset managers kunnen gebruiken om dat element in hun organisatie te versterken.



Fig. 14 TEAMQF (Total Enterprise Asset Management Quality Framework); de zeven kernelementen binnen een organisatie die nodig zijn voor asset management

De tool helpt gebruikers stap voor stap hun asset management te organiseren om bedrijfsdoelen te verwezenlijken. Het gaat daarbij om de volgende stappen:

- Visie opstellen
- Doelen formuleren
- Ontwikkelen van ondersteunend beleid
- Asset management framework implementeren
- Ontwikkelen relaties binnen en tussen organisaties
- Life cycle asset management toepassen
- Asset management plannen opstellen
- Inzicht in kwaliteit en betrouwbaarheid voor de besluitvorming en communicatie

Om invulling te geven aan de hiervoor genoemde stappen, zijn honderden tools en technieken verzameld en ter beschikking gesteld. De tools en technieken zijn geordend aan de hand van vijf

kernvragen die de gebruiker helpen de juiste informatie te vinden. In Tabel 6-3 zijn ter illustratie de vijf kernvragen en bijbehorende technieken weergegeven.

Tabel 6-3 Vijf kernvragen en bijbehorende technieken als handvat voor asset management

Core Questions	Associated Technique / Output
1. What is the current state of my assets? <ul style="list-style-type: none"> • What do I own? • Where is it? • What condition is it in? • What is its remaining useful life? • What is its economic value? 	<ul style="list-style-type: none"> • Asset registry/inventory • Data standards / asset hierarchy • System maps • Delphi approach to locating other sources of data • Process diagrams • "Handover" procedures • Condition analysis • Condition rating • Valuation techniques • Optimized renewal / replacement cost tables
2. What is my required sustained Level of Service? <ul style="list-style-type: none"> • What is the demand for my services from my stakeholders? • What do regulators require? • What is my actual performance? 	<ul style="list-style-type: none"> • Customer demand analysis • Regulatory requirements analysis • Level of service statements; LOS "roll-up" hierarchy • "Balanced scorecard" • Asset functionality statements • AM Charter
3. Which of my assets are critical for sustained performance? <ul style="list-style-type: none"> • How do my assets fail? How can they fail? • What is the likelihood of failure? • What does it cost to repair? • What are the consequences of failure? 	<ul style="list-style-type: none"> • Failure analysis ("root cause" analysis; failure mode, effects and criticality analysis; reliability centered analysis) • Risk / consequence analysis • Asset list by criticality code • Failure codes • Probability of failure • Business risk exposure • Asset functionality statements • Asset "decay curves" • Asset unit-level management plans and guidelines • Asset knowledge
4. What are my best minimum lifecycle cost CIP and O&M strategies? <ul style="list-style-type: none"> • What alternative management options are there? • Which are most feasible for my organization? 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimized renewal decision making • Life-cycle costing • CIP development and validation • Condition-based monitoring plans and deployment • Failure response plans • Capital "cost compression" strategies • Operating "cost compression" strategies
5. Given the above, what is my best long-term funding strategy?	<ul style="list-style-type: none"> • Over-arching financial impact analysis • Optimized financial strategy • Total Asset Management Plan • Telling the story with confidence

SIMPLE helpt organisaties met het invullen van asset management. Fig. 15 geeft een voorbeeld van een ingevuld plan zoals dat met behulp van SIMPLE kan worden opgezet.

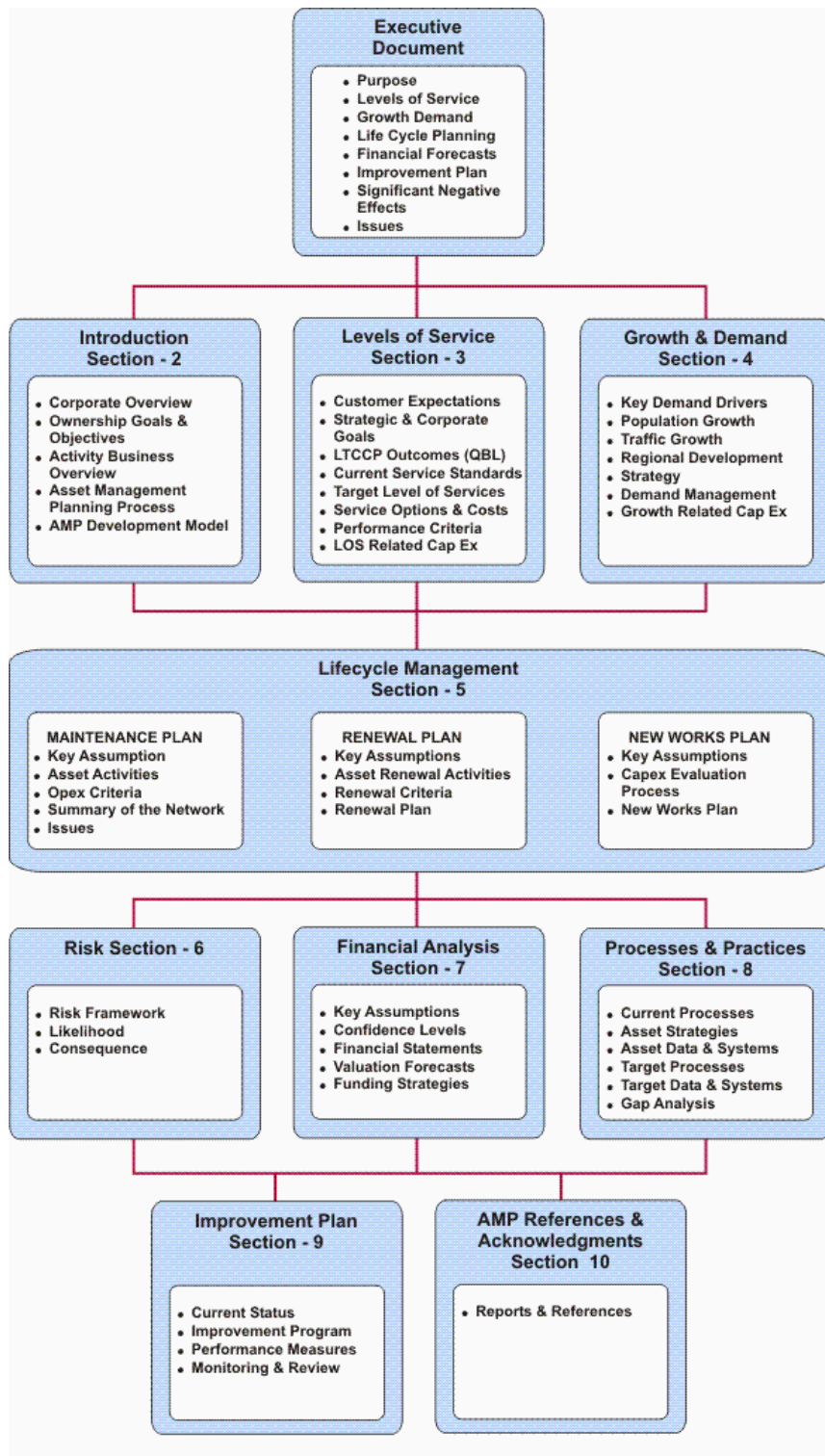


Fig. 15 Invulling van asset management, een voorbeeld van de plannen en elementen die aan bod komen en waarbij SIMPLE behulpzaam kan zijn

V RAMSHE-LCM bij ProRail

Ter illustratie van de in dit rapport genoemde methodiek RAMSHE-LCM wordt een blik geworpen op systeem asset management bij ProRail. Het belang van de railinfrastructuur voor de treinen en de wijze waarop het railvervoer in Nederland is georganiseerd eisen van de beheerder van de railinfrastructuur optimaal management en transparantie (Fig. 16).

Professioneel assetmanagement

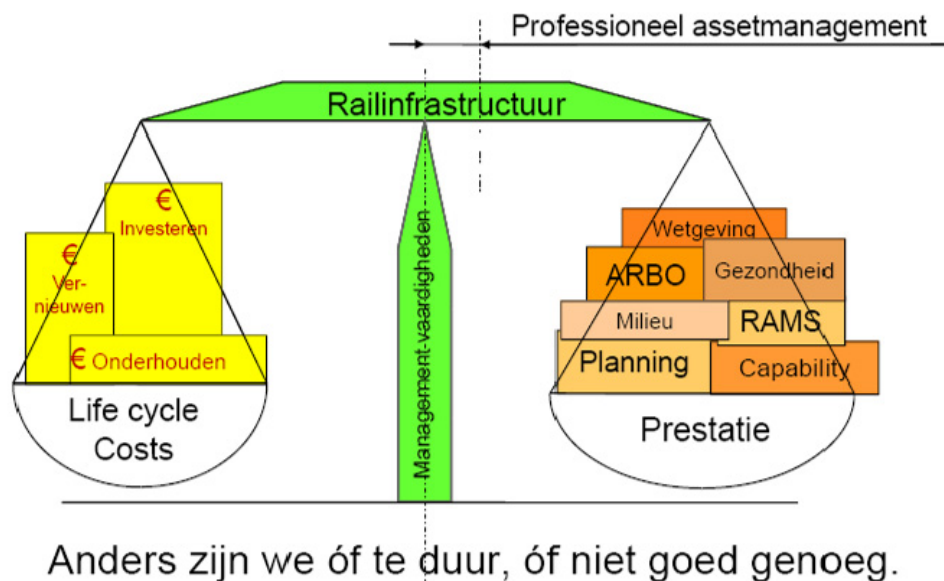


Fig. 16 Asset management bij ProRail (Bron: Presentatie Lamper)

ProRail heeft de assets spoor, seinen, wissels, bruggen, tunnels, overwegen en stations in beheer. Voor het op transparante wijze bewaken van de leveringszekerheid en risico's tegen zo laag mogelijke kosten, maakt ProRail gebruik van system asset management.

Afwegingen van kosten en prestaties in de gebruiks- en onderhoudsfase worden gemaakt met behulp van de Leidraad RAMSHE-LCM. RAMSHE is een acroniem voor Reliability (betrouwbaarheid), Availability (beschikbaarheid), Maintainability (onderhoudbaarheid), Safety (veiligheid), Health (gezondheid) en Environment (milieu). Aan hand van deze eigenschappen kan voor elke functie van een systeem de gewenste prestatie omschreven, bepaald en beheerst worden. LCM staat voor Lifecycle Management en is een methodiek waarmee wordt gestreefd het prestatieniveau van de infra gedurende de levensduur tegen minimale integrale kosten (voor zowel de organisatie als de maatschappij). De leidraad biedt ondersteuning bij het expliciet maken van eisen gesteld aan betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid, veiligheid van infrastructuur en de effecten op gezondheid en milieu en kan tevens gebruikt worden om risico's op het gebied te beheren en alternatieven te vergelijken of zwakke plekken in systemen te identificeren.

In RAMSHE-LCM studies wordt onderscheid wordt gemaakt tussen de levenscyclus kosten (LCC) en maatschappelijke kosten en baten (MKBA). LCC zijn de 'harde' kosten, zoals bouw- en onderhoudskosten. De MKBA neemt juist de 'zachte' kosten mee die de gebruikers en de omgeving treffen, zoals de indirecte en externe effecten die het gevolg zijn van storingen. De Lifecycle Management (LCM) methodiek die bij ProRail gehanteerd wordt, maakt het mogelijk de levensduurkosten, de kosten van geplande en ongeplande storingen en de overige maatschappelijke kosten en baten van

verschillende varianten te vergelijken. Op die manier kunnen investeringsbeslissingen weloverwogen worden gemaakt, omdat alle kosten en baten voor iedereen over de gele levenscyclus van alle varianten worden benoemd. Fig. 17 is een grafische weergave van de relatie van MKBA met de elementen van een RAMSHE-LCM studie. Door voor elke variant de gevolgen voor elk van de stuurparameters RAMSHE voor ProRail enerzijds en de kosten en baten voor klanten en de maatschappij in Euro's uit te drukken, kan een goede afweging worden gemaakt voor de meest optimale variant.

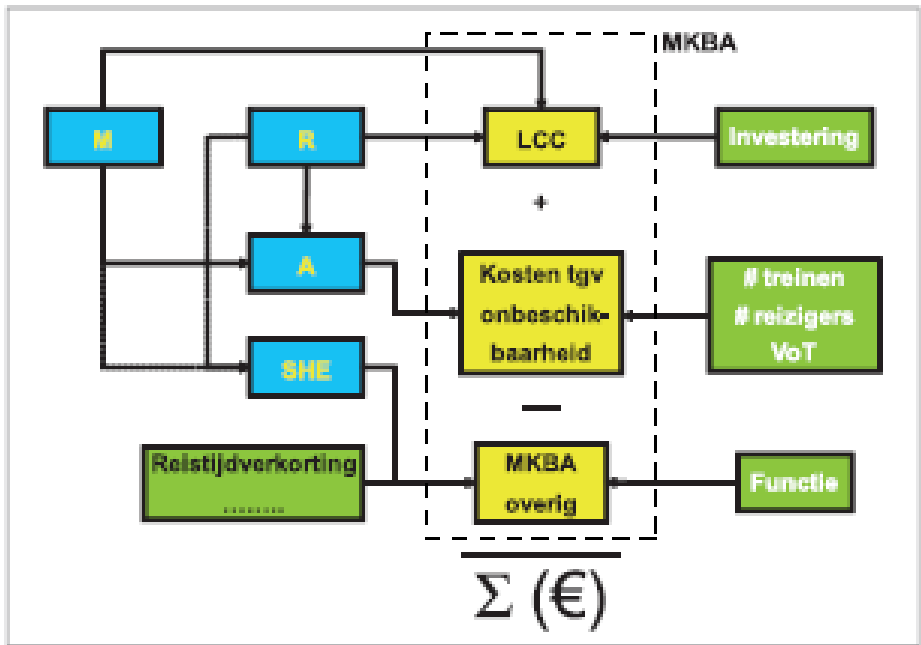


Fig. 17 Plaats van MKBA binnen RAMSHE-LCM studies van ProRail (Bron: Leidraad RAMSHE-LCM)

Wanneer voor alternatieven is berekend wat de kosten zijn en de gevolgen op de prestatie, wordt ook gekeken naar risico's. Maatregelen worden ingevuld in een risico matrix zoals gebruikt bij FMEA (Fig. 18). De beoordeling van risico's gebeurt aan de hand van criteria die de bedrijfswaarden vertegenwoordigen. Voor elk criterium wordt gedefinieerd wat (on)acceptabele risiconiveaus zijn. De keus voor maatregelen wordt bepaald door het totaal van risico's op de verschillende bedrijfswaarden te beschouwen.

De uitkomst van de RAMSHE-LCM studie en de risicobeoordeling vormen de input voor system asset management (Fig. 19).

RAMSHE-LCM biedt door de mogelijkheid om de effecten van maatregelen op de aspecten betrouwbaarheid, beschikbaarheid, onderhoudbaarheid, veiligheid, gezondheid en milieu mee te nemen in de afweging mee te nemen een aanvulling op MKBA. In aangepaste vorm kan het toegepast worden bij asset management vraagstukken op het gebied van drinkwaterinfrastructuur.

Scoren maatregelen m.b.v. risicomatrix en prijscore

gevoelsgewicht	BEWERTIGINGSKATEGORIE VAN PRORAIL								KANS IN FREQUENTE VAN OVBEDRIJ (per jaar)						
	Inslag/omgeving	Veiligheid	Milieu en omgeving/influor	Kosten (financiële schade)	Beschikbaarheid rail/infrastructuur	Rechtshand Transfer	Sociale veiligheid Transfer	Tongenaamelijkheid Transfer	Informatievoorziening aan de reiziger	A zeer zwaar (0,01 x per 1000)	B zwaar (0,1 x per 1000)	C matig (1 x per 1000)	D incidenteel (1 x per 1000)	E regelmatig (10 x per 1000)	F zeer regelmatig (100 x per 1000)
geen tot zeer geringe	geen negatieve aandacht in de pers	geen idee of schade aan de gezondheid	geen impact op milieu, geen overdrachten zonn	geen kosten	geen effect op de beschikbaarheid (GSD) (4)	geen effect op de rechtshand	geen gevoel van onveiligheid	geen effect op de tongenaamelijkheid	geen effect op de informatievoorziening						
gering	negatieve aandacht in de plaatselijke pers	licht gewond	beperkte gevolgen voor het milieu, licht overdrachten zonn	€ 10 < kosten < € 100	geen effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 2 uur van de maximaal verrijking (0-500/100)	matig effect op de rechtshand	matig gevoel van onveiligheid	matig effect op de tongenaamelijkheid	geen informatievoorziening						
beperkt	negatieve aandacht in de regionale pers, zorg is klein overheid, vergoeding bedrag	licht gewond + verlamd	gevolgen voor milieu, lokale overdrachten zonn, beperkte overdrachten zonn, licht overdrachten zonn	€ 100 < kosten < € 1000	matig effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	groot effect op de rechtshand	groot gevoel van onveiligheid	groot effect op de tongenaamelijkheid	matig informatievoorziening						
aanmerkelijk	kele negatieve aandacht in de nat pers, angstige gevoel, overheid vergoeding bedrag	zwaar gewond	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	€ 1000 < kosten < € 10000	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	matig effect op de rechtshand	matig gevoel van onveiligheid	matig effect op de tongenaamelijkheid	geen informatievoorziening						
groot	negatieve aandacht in de nat pers, angstige gevoel, overheid vergoeding bedrag	dode en/of zwaargewond	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	€ 1 mio < kosten < € 10 mio	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	matig effect op de rechtshand	matig gevoel van onveiligheid	matig effect op de tongenaamelijkheid	matig informatievoorziening						
zeer groot	negatieve aandacht in de nat pers, angstige gevoel, overheid vergoeding bedrag	dode en/of zwaargewond	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	€ 10 mio < kosten < € 100 mio	groot effect op de beschikbaarheid, 20% van de tijd van de dienst, 4 uur van de maximaal verrijking (5-500/100)	groot effect op de rechtshand	groot gevoel van onveiligheid	groot effect op de tongenaamelijkheid	groot informatievoorziening						

$$\text{prijscore} = \frac{\text{reductie van het risico a.g.v. een maatregel}}{\text{kosten van de maatregel} / \text{levensduur van de maatregel}}$$

Fig. 18 Risicomatrix voor het beoordelen van maatregelen (Bron: presentatie Lamper)

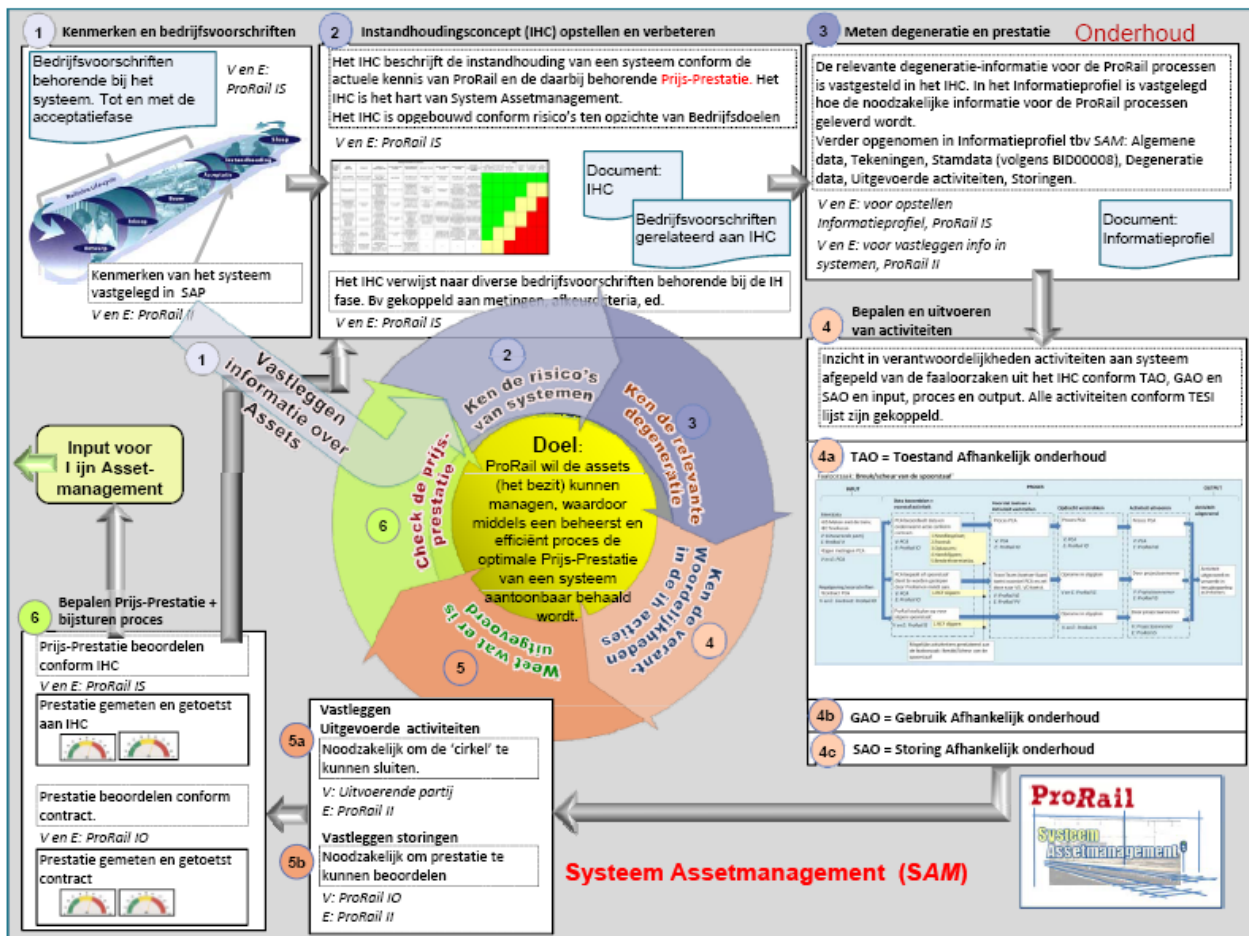


Fig. 19 System Assetmanagement (SAM) bij ProRail (Bron: presentatie Lamper)

Inhoud centraal

Wanneer een duidelijk beeld bestaat over het doel of over een beperkt aantal doelen kunnen maatregelen (vervangen of niet) met behulp van optimalisatie-methoden vergeleken worden.

- Kosten-baten analyse: Voor elke maatregel worden de effecten bepaald en uitgedrukt in de doelfunctie. De meest gebruikte doelfunctie is geld. Voor elke maatregel worden de kosten bepaald. De maatregel met de laagste kosten verdient de voorkeur. Voorwaarde is dat voor alle maatregelen de effecten op de doelvariabele kunnen worden bepaald.
- Multi-criteria analyse: Wanneer sprake is van meerdere doelen kan het voorkomen dat de effecten van maatregelen in termen van de verschillende doelvariabelen wel te bepalen, maar niet of niet geheel onderling vergelijkbaar zijn. Dit speelt bijvoorbeeld als de effecten op één doelvariabele niet kwantitatief maar alleen kwalitatief kunnen worden bepaald. In die gevallen kan een multi-criteria analyse worden toegepast.

Effecten centraal

De effecten van maatregelen zijn niet altijd met zekerheid goed te voorspellen. Verschillende omgevingsfactoren kunnen tot andere uitkomsten leiden. Afwegingsmethoden die de effecten centraal stellen, zijn bijvoorbeeld:

- Beslisboom: Bij het gebruik van een beslisboom worden voor elke maatregel, afhankelijk van de situatie, de mogelijke effecten aangegeven. De situatie bepaalt de effecten en daarmee de meest geschikte maatregel. Door te bepalen wat de kans is dat een bepaalde situatie zich voordoet kan uiteindelijk de meest geschikte maatregel worden bepaald.
- Risico-analyse: Hierbij wordt een uitgebreide analyse gemaakt van mogelijk optredende situaties. Voor elk van deze situaties, vaak onderling gerelateerd, worden effecten bepaald. Veelal is het hier niet mogelijk de maatregel te kiezen met de hoogste opbrengst (in termen van de doelfuncties).

Een getoetste methode geschikt voor operationeel asset management is Reliability Centered Maintenance (RCM). Bij RCM worden risicobeoordelingsmatrices opgesteld waarmee getoetst kan worden of een leiding (of groep identieke leidingen) kritisch is of niet (Van den Boomen & Beuken, 2006). RCM is ontwikkeld vanuit onderhoudsmanagement en richt zich primair op het vergroten van de betrouwbaarheid van het systeem.

Een andere wijze van het systematisch beoordelen van risico's tussen alternatieven is Failure Mode Effect (and Criticality) Analysis (FMEA of FMECA). FMEA richt zich op het in kaart brengen van storingen en de gevolgen daarvan. De gevolgschade kan financieel zijn, maar ook betrekking hebben op veiligheid of milieu.

Voor het inventariseren en beheersen van systeemrisico's op tactisch niveau heeft Van den Boomen (2006) diverse risicomatrices opgesteld.

Proces centraal

Wordt de nadruk gelegd op de manier waarop afwegingen tot stand komen (de aanpak), dan worden werkwijzen voorgesteld waar de acceptatie van de deelnemers voorop staat. De effecten op de verschillende (doel)functies zijn hieraan ondergeschikt, omdat de afweging van de effecten door iedere deelnemer op een andere wijze wordt uitgevoerd. Voorbeelden van dergelijke werkwijzen zijn

- Consensusmodellen: zijn in essentie onderhandelingen, waarbij net zo lang wordt doorgepraat totdat alle betrokken beslissers er mee instemmen. Door de probleemdefinitie te verbreden, wordt de ruimte gecreëerd om elke betrokken partij iets positiefs te bieden.
- Grootste gemene deler: een proces van afstrepen. Als er geen algemene overeenstemming kan worden bereikt over een groot aantal alternatieve opties, dan kan toegewerkt worden naar een selectie van activiteiten waarover wel overeenstemming bereikt kan worden. Alle twistpunten worden weggelaten, de grootste gemene deler blijft over.
- Divergeren-convergeren: bij zeer complexe problemen waarvan de deelaspecten elkaar beïnvloeden, kan divergeren-convergeren uitkomst bieden. Vanuit de gesignaleerde problemen of knelpunten vindt aanvankelijk verbreding of veralgemenisering plaats. De brede problematiek wordt geanalyseerd, waarna de probleemdefinitie opnieuw wordt geformuleerd, nu op basis van onderliggende processen. Van daaruit kan tot slot weer worden gezocht naar consensus of de grootste gemene deler.

Hoewel deze werkwijzen vooralsnog te complex zijn voor saneringsvraagstukken, kunnen ze in de toekomst nodig worden wanneer vraagstukken met betrekking tot werken in de ondergrond integraal en dus met meerdere actoren worden aangepakt.

