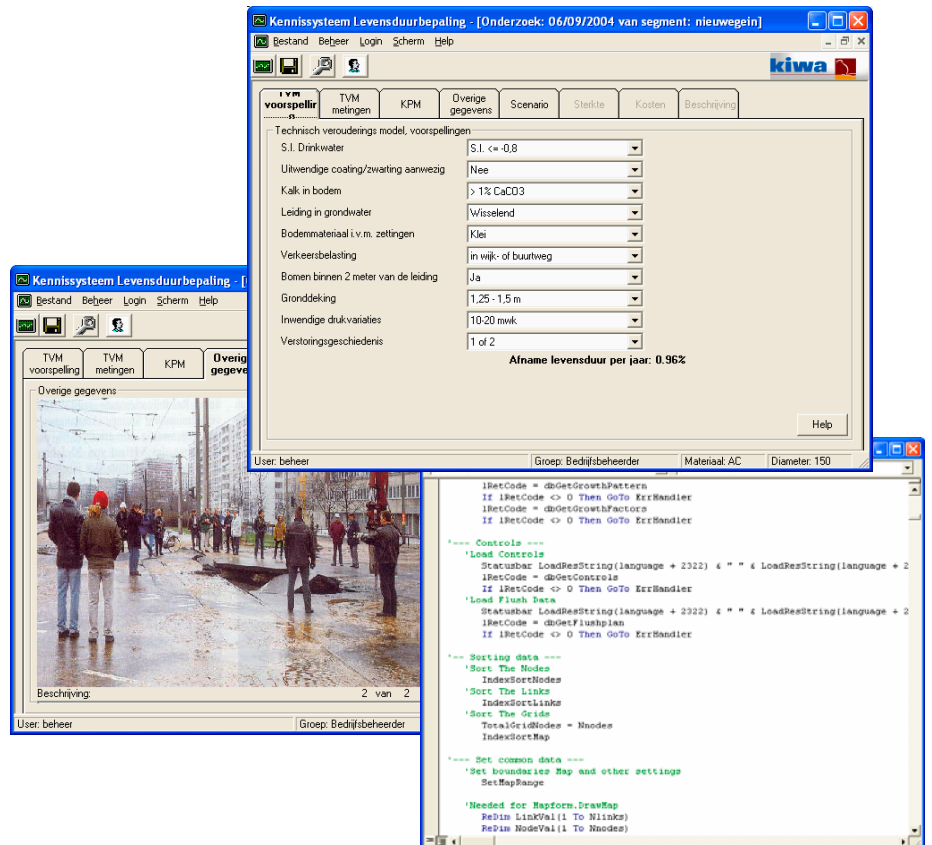


BTO 2004.035  
juli 2004

# Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling

## Specificaties



**BTO 2004.035**  
juli 2004

# Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling

Specificaties

© 2004 Kiwa N.V.  
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.

**Opdrachtgever**  
BTO

**Projectnummer**  
111438.100

**Kiwa N.V.**  
Water Research  
Groningenhaven 7  
Postbus 1072  
3430 BB Nieuwegein

Telefoon 030 60 69 511  
Fax 030 60 61 165  
Internet [www.kiwa.nl](http://www.kiwa.nl)

# Colofon

**Titel**

Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling

**Projectnummer**

111438.100

**Projectmanager**

ir. W.J.M.K. Senden

**Kwaliteitsborger(s)**

ing. G.A.M. Mesman

**Auteur(s)**

ir. E.A. Trietsch

ir. L.P.M. Rosenthal (thans PWN)

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar.

# Inhoud

	<b>Inhoud</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Saneringsbeslissingen	3
1.2	Eerste versies Kennissysteem	4
1.3	Nieuwe versie Kennissysteem	5
<b>2</b>	<b>Programma van Eisen</b>	<b>7</b>
2.1	Algemene eisen:	7
2.2	Eisen systeemopbouw:	7
2.3	Eisen systeembeheer:	8
2.4	Eisen systeemuitvoer:	8
<b>3</b>	<b>Definitie van een onderzoek</b>	<b>9</b>
3.1	Karakterisering van het leidingsegment	9
3.2	Karakterisering van het onderzoek	9
3.3	Storingsfrequentie	10
3.3.1	Bepaling storingsfrequentie	10
3.3.2	Invloed op Klantperceptiemodel en Technisch Verouderingsmodel	10
<b>4</b>	<b>Klantperceptiemodel</b>	<b>11</b>
4.1	Perceptie van breuken en lekkages	11
4.2	Bepaling normcondities	11
4.2.1	Algemeen	11
4.2.2	Actuele normconditie	11
4.2.3	Maximale normconditie	12
4.2.4	Impactcriteria	12
4.3	Perceptie van capaciteitsproblemen gietijzer	14
<b>5</b>	<b>Technisch verouderingsmodel</b>	<b>15</b>
5.1	Algemeen	15
5.2	Asbestcement leidingen	16
5.2.1	Bepaling conditieverloop op basis van voorspellers	16
5.2.2	Bepaling conditiegetal op basis van metingen	18
5.3	Grijs gietijzeren leidingen	19
5.3.1	Bepaling conditieverloop op basis van voorspellers	19
5.3.2	Bepaling conditiegetal op basis van metingen (sterkte en integriteit)	21
5.3.3	Bepaling conditiegetal op basis van metingen (hydraulische capaciteit)	22
<b>6</b>	<b>Bepaling restlevensduur</b>	<b>23</b>

6.1	Restlevensduurbepaling AC-leidingen	23
6.2	Restlevensduurbepaling GGY-leidingen	24
6.2.1	Op baiss van de normconditie (sterkte en integriteit)	24
6.2.2	Op baiss van de hydraulische capaciteit	24
<b>7</b>	<b>Afleiding van scenario's</b>	<b>25</b>
<b>I</b>	<b>Klantperceptie formulier</b>	<b>29</b>
<b>II</b>	<b>Klantperceptie formulier</b>	<b>31</b>
<b>III</b>	<b>Export tabel</b>	<b>33</b>

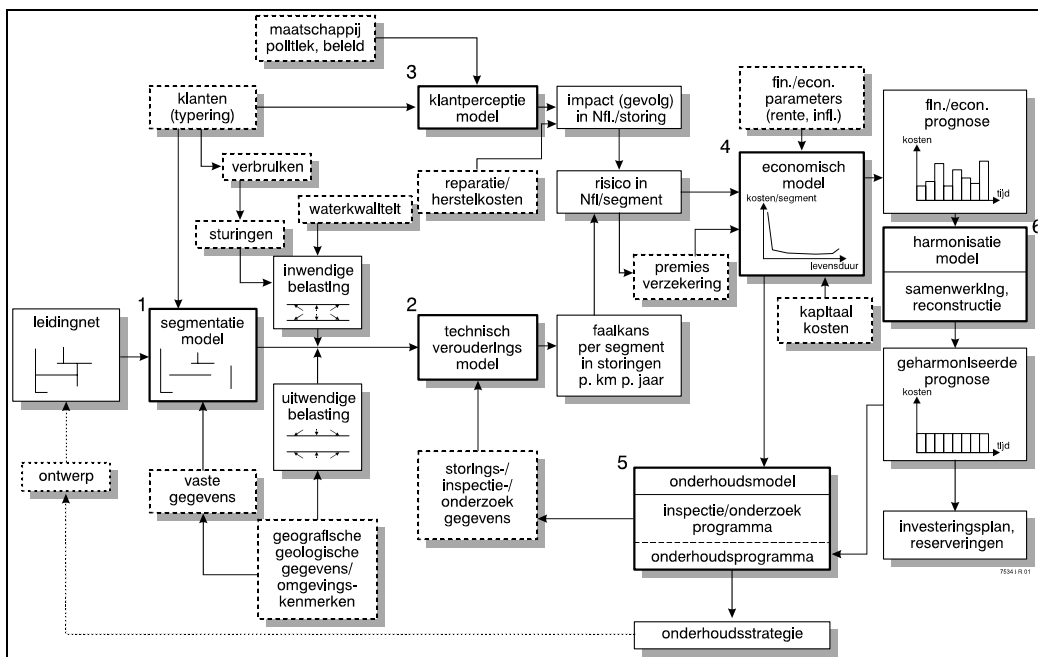
# 1 Inleiding

In het basismodel leidingnetbeheer wordt beschreven welke elementen nodig zijn voor rationeel leidingnetbeheer. Één van de centrale vragen in leidingnetbeheer is de saneringsvraag: "Saneren of niet saneren? En in welke volgorde moeten de verschillende leidingsegmenten worden gesaneerd?". Het 'niet saneren' staat voor het in stand houden van de oude leiding. Per geval moet beoordeeld worden of de kosten en de hinder die zijn verbonden aan het handhaven van de oude leiding opwegen tegen de opbrengsten van uitstel van sanering.

## 1.1 Saneringsbeslissingen

Saneringsbeslissingen worden in het basismodel leidingnetbeheer onderbouwd door vergelijking van de actuele conditie met de normconditie. De *actuele conditie* wordt bepaald in het technisch verouderingsmodel op basis van zuiver technische criteria. De *normconditie* - dit is het niveau waaronder een leidingsegment zou moeten worden gesaneerd - wordt bepaald door de impact van het falen van het leidingsegment; hoe vervelender een storing, hoe hoger de normconditie. De impact van falen wordt sterk bepaald door perceptie: wat vindt de klant, het waterbedrijf, de maatschappij, de aandeelhouder?

Het model dat de normconditie genereert is daarom klantperceptiemodel genoemd. In het klantperceptiemodel worden perceptiecriteria gedefinieerd en gewaardeerd. Het klantperceptiemodel is bij uitstek de vertaling van het bedrijfsbeleid m.b.t. de toelaatbaarheid van storingen.

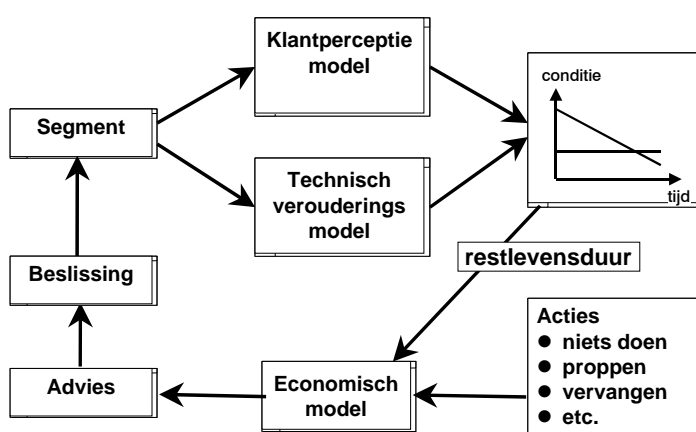


Figuur 1 Basismodel Leidingnetbeheer

## 1.2 Eerste versies Kennissysteem

In samenwerking met de Tilburgsche Waterleiding-Maatschappij (TWM) en het softwarebedrijf Kensas B.V. is begin 1999 een prototype van een kennissysteem voor de onderbouwing van de saneringsbeslissing voor gietijzeren leidingnetsegmenten gerealiseerd. Dit prototype is vervolgens uitgebreid tot een operationele versie waarin naast gietijzer ook asbestcement leidingnetsegmenten kunnen worden beoordeeld: het 'Kennissysteem Levensduurbepaling' (KSLB) versie 1. Op basis van ingevoerde gegevens bepaalt het kennissysteem de sanerings- en onderzoeksmomenten, en genereert het adviezen omtrent de toe te passen saneringstechnieken.

Via het KSLB worden saneringsbeslissingen objectief, uniform en reproduceerbaar. Bovendien garandeert het kennissysteem dat bij de onderbouwing van saneringen op evenwichtige wijze gebruik wordt gemaakt van de laatste kennis op dit gebied.



Figuur 2 Onderbouwing saneringsbeslissing via het KSLB

Inmiddels is het KSLB bij TWM, Vitens, Brabant Water, WMD, DZH en PWN in gebruik. Evides en WML hanteren alternatieve kennissystemen die in eigen beheer zijn ontwikkeld, maar volgen in grote lijnen dezelfde benadering. Een eerste evaluatie van deze systemen is beschreven in het rapport 'Operationeel leidingnetbeheer en conditie- en levensduurbepaling' (BTO 2001.129) in het kader van het contractonderzoek 2000. Gebleken is dat objectivering van de saneringscriteria in veel gevallen leidt tot uitstel van investeringen en daarmee tot kostenbesparingen. Uitstel van sanering is verantwoord wanneer gelijktijdig geïnvesteerd wordt in de kennis over het leidingnet. Het kennissysteem structureert het verzamelen en het vastleggen van gegevens en zorgt voor een directe vertaling naar een restlevensduurverwachting. De restlevensduurverwachting kan vervolgens worden gebruikt als input voor 'life cycle costing', zodat genuanceerde investerings- en exploitatieprognoses kunnen worden gegenereerd. Het Kennissysteem levert ook een financieel-economische evaluatie van saneringsalternatieven.

### 1.3 Nieuwe versie Kennissysteem

Zoals eerder aangegeven was de eerste versie van het Kennissysteem bij diverse waterbedrijven in gebruik, echter in onderling afwijkende vorm. Zo bestaan er naast de oorspronkelijke (eerste) versie ook spreadsheetvarianten met een beperktere functionaliteit. Deze varianten zijn gecreëerd om zonder te sleutelen aan het oorspronkelijk systeem toch bedrijfsspecifieke criteria en weegfactoren voor de saneringsbeslissing te kunnen hanteren en te testen. Met de ervaringen die thans beschikbaar zijn, is door de projectgroep Leidingnetmanagement in het contractonderzoek 2001 geadviseerd om op basis van het oorspronkelijke prototype één centrale versie van het kennissysteem te ontwikkelen, waarin bedrijfsspecifieke wegingsfactoren via een 'bedrijfssleutel' kunnen worden ingebracht en zo nodig door het bedrijf zelf kunnen worden aangepast. Softwarematige aanpassingen van het systeem (uitbreiding/wijziging functionaliteit) worden via een gebruikersgroep geïnitieerd.

De voordelen van een centrale versie zijn:

- versiebeheer en ondersteuning van het systeem wordt eenvoudiger en goedkoper;
- uitbreidingen en/of wijzigingen van het Kennissysteem (bijvoorbeeld het inbrengen van nieuwe kennis en inzichten) behoeven slechts eenmaal centraal te worden doorgevoerd en zijn vervolgens voor alle gebruikers beschikbaar;
- alle gebruikers hanteren een identieke databasestructuur, zodat gegevens eenvoudig uitwisselbaar en vergelijkbaar zijn.

Op 12 juni 2001 is met de deelnemende bedrijven in het toenmalige contractonderzoek Leidingnetmanagement een workshop gehouden over het Programma van Eisen en Wensen voor een centraal Kennissysteem. De resultaten van deze workshop zijn vastgelegd in het rapport 'Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling: Programma van Eisen' (BTO 2001.188). Op basis van dit Programma van Eisen het ontwerp van het Centraal Kennissysteem uitgewerkt. Dit ontwerp is in onderhavig rapport beschreven en tot stand gekomen in het kader van het Bedrijfstakonderzoek 2002-2005, programmatisch Leidingnettechniek, project Conditiebepaling leidingen.





## 2 Programma van Eisen

Het Programma van Eisen voor het centrale Kennissysteem Levensduurbepaling is vastgelegd in het rapport 'Centraal Kennissysteem Levensduurbepaling: Programma van Eisen' (BTO 2001.188). Onderstaand is een korte samenvatting van het Programma van Eisen gegeven.

### 2.1 Algemene eisen:

- Het Kennissysteem heeft draagvlak binnen de organisatie;
- Het Kennissysteem mag niet te ingewikkeld zijn: het systeem moet gebruikersvriendelijk zijn en het aantal in te voeren variabelen moet beperkt blijven.

### 2.2 Eisen systeemopbouw:

- Het Kennissysteem moet worden opgezet conform het Kennissysteem 'nieuwe stijl':  
*Dit betekent twee technische verouderingsmodellen: een voorspelmodel en een meetmodel. Daarnaast een klantperceptiemodel voor het bepalen van de normconditie.*
- Het Kennissysteem moet direct toepasbaar zijn, ook als (nog) geen meetgegevens over de conditie voorhanden zijn.
- Weegfactoren en rekensleutels zijn gescheiden.
- Het Kennissysteem moet eenvoudig gegevens kunnen uitwisselen met andere systemen zoals leidinginformatie- en storingsregistratiesystemen. Daartoe moet aan de volgende eisen worden voldaan:
  - de voor het Kennissysteem noodzakelijke gegevens moeten eenduidig zijn omschreven (één interpretatie mogelijk);
  - invoer- en uitvoergegevens moeten eenduidig en overzichtelijk worden opgeslagen in een gangbare database (voorkeur voor Microsoft Access <sup>TM</sup>);
  - het invullen van het Kennissysteem moet starten met een duidelijke segmentidentificatie, waarin naast geografische informatie ook een identificatiecode kan worden ingevoerd. Hiermee kan dan bijvoorbeeld naar een LIS-codering worden verwezen.
- Het Kennissysteem is zodanig flexibel dat nieuwe inzichten in leidingnetconditie, conditiebepaling en interpretatie van gegevens eenvoudig in een nieuwe versie van het systeem kunnen worden verwerkt. Hierbij mag geen oude informatie verloren gaan.

### **2.3 Eisen systeembeheer:**

- In het systeembeheer moet het volgende onderscheid worden gemaakt:
  - De beide technische verouderingsmodellen worden geheel centraal beheerd door Kiwa. Dit betreft de criteria, de rekensleutels en de weegfactoren. Bij gelijke invoer is de uitkomst van de technische verouderingsmodellen (voorspelmodel en meetmodel) voor alle bedrijven gelijk.
  - Van het klantperceptiemodel voor de bepaling van de normconditie worden criteria en rekensleutels centraal door Kiwa beheerd. De weegfactoren worden door de beheerder van het betreffende waterbedrijf beheerd. Deze is in staat de weegfactoren eenvoudig bedrijfsspecifiek aan te passen.

### **2.4 Eisen systeemuitvoer:**

- Het Kennissysteem moet voor een leidingsegment een restlevensduurverwachting kunnen genereren.
- Het Kennissysteem moet advies geven over de te hanteren saneringstechniek op basis van financiële overwegingen.
- Het Kennissysteem moet de uitkomst (de restlevensduurverwachting) met een marge presenteren.

## 3 Definitie van een onderzoek

Het gebruik van het Kennissysteem Levensduurbepaling is te beschouwen als het doen van een onderzoek voor een leidingsegment. Om het Kennissysteem te gebruiken wordt daarom een onderzoek gedefinieerd. Om een onderzoek te openen, moeten twee zaken worden beschreven:

- karakterisering van het leidingsegment;
- karakterisering van het onderzoek.

### 3.1 Karakterisering van het leidingsegment

Een leidingsegment wordt als volgt gekarakteriseerd:

- locatie (beschrijving);
- externe identificatiecode, bijv. LIS-codering (beschrijving, optioneel);
- materiaal (keuze uit GGY en AC);
- diameter (nominaal) in mm;
- jaar van aanleg;
- lengte in meters;
- toelichtingsmogelijkheid (beschrijving).

Enmaal gedefinieerde segmenten kunnen worden gewijzigd of verwijderd. Bij verwijdering van een segment worden ook de hieronder gedefinieerde onderzoeken verwijderd.

Segmenten kunnen worden geblokkeerd (bijvoorbeeld na het vervangen van dat segment) waarna een gebruiker de onderzoeksgegevens niet meer kan wijzigen. Alleen beheerders kunnen geblokkeerde onderzoeken deblokkeren.

Segmenten zijn eenvoudig te sorteren op locatie, externe identificatiecode, materiaal, datum van het laatst uitgevoerde onderzoek en de status (open/geblokkeerd).

### 3.2 Karakterisering van het onderzoek

Een onderzoek wordt gerelateerd aan een segment. Een onderzoek wordt daarnaast gekarakteriseerd door:

- datum (dag/maand/jaar)
- type storing ('geen', 'door derden' en 'spontaan')
- gebruikersnaam (automatisch ingevuld)

Per segment kunnen meerdere onderzoeken worden gedefinieerd die op basis van de datum van het onderzoek worden onderscheiden.

Ingevoerde onderzoeken zijn eenvoudig te sorteren op datum, type storing en gebruikersnaam.

Het type storing is van invloed op de storingsfrequentie. Alle typen storingen zijn van invloed op de normconditie in het Klantperceptiemodel (immers de klant ondervindt in alle gevallen hinder), maar alleen de spontane storingen hebben invloed op de actuele conditie in het Technisch Verouderingsmodel.

### 3.3 Storingsfrequentie

#### 3.3.1 *Bepaling storingsfrequentie*

De storingsfrequentie van een segment wordt gebaseerd op alle (in het Kennissysteem geregistreerde) onderzoeken, die een storing betreffen van dat segment in de afgelopen 5 jaar. De storingsfrequentie wordt berekend door het aantal onderzoeken in dat afgelopen 5 jaar te delen door de lengte van het leidingsegment (in km) en door 5 jaren of door de leeftijd van het segment (afhankelijk van welke periode korter is).

##### Voorbeeld 1:

In een leidingsegment van 3 jaar oud en 1 km lengte zijn 3 storingen opgetreden in de afgelopen 5 jaar; maar feitelijk dus in de afgelopen 3 jaar. De storingsfrequentie is  $3 \text{ storingen} / (1 \text{ km} * 3 \text{ jr}) = 1,0 \text{ storting/km/jaar}$ .

##### Voorbeeld 2:

In een leidingsegment van 53 jaar oud en 1 km zijn 5 storingen opgetreden, waarvan 2 in de afgelopen 5 jaar. De storingen ouder dan 5 jaar worden niet meegenomen.

De storingsfrequentie is dus  $2 \text{ storingen} / (1 \text{ km} * 5 \text{ jr}) = 0,4 \text{ storting/km/jaar}$ . Er wordt dus niet verder dan 5 jaar teruggekeken.

#### 3.3.2 *Invloed op Klantperceptiemodel en Technisch Verouderingsmodel*

De storingsfrequentie kan invloed hebben op het conditiegetal van zowel het Klantperceptiemodel als het TVM Metingen.

Voor de klantperceptie maakt het niet uit of een storing spontaan is of veroorzaakt is door derden. De klant heeft er in beide gevallen last van. De storingsfrequentie in Klantperceptiemodel is daarom gebaseerd op zowel spontane storingen als op storingen veroorzaakt door derden.

Voor de berekening van het conditieverloop in TVM Metingen zijn alleen de spontane storingen van belang. Indien een onderzoek geen storing of een storing door derden betreft, dan is er géén sprake van een slechtere leidingconditie en dus ook niet van een verhoogde storingsfrequentie.

Bij het openen van een onderzoek wordt de storingsfrequentie opnieuw berekend. Wanneer bijvoorbeeld twee storingen hebben plaatsgevonden in 1997 en in 2000, dan zijn er (op het moment van invoeren van het tweede onderzoek in 2000) twee storingen in de afgelopen vijf jaar. Wanneer echter de gebruiker in 2004 opnieuw een saneringsadvies vraagt, dan is het aantal storingen in de afgelopen vijf jaar gedaald tot één storting.

De hieruit volgende, lagere storingsfrequentie heeft consequenties voor de normconditie en mogelijk ook het conditieverloop van het leidingsegment.

De berekening van de storingsfrequentie door het KSLB is de default instelling. Deze instelling kan zowel in het TVM als in het KPM worden 'overruled' door handmatig een storingsfrequentie op te geven.

# 4 Klantperceptiemodel

## 4.1 Perceptie van breuken en lekkages

Aan elk gedefinieerd onderzoek is een klantperceptiemodel gekoppeld. Dit klantperceptiemodel genereert een *normconditie* in de vorm van een conditiegetal tussen 0 en 100. Deze normconditie is gedefinieerd als het conditieniveau waarbeneden de werkelijke conditie van de leiding als onaanvaardbaar wordt beschouwd. Dit betekent:

- zolang de werkelijke conditie boven de normconditie ligt, heeft de leiding nog een restlevensduur en is sanering niet nodig;
- zodra de werkelijke conditie op of onder de normconditie is gekomen, heeft de leiding geen restlevensduur meer en is sanering gewenst.

## 4.2 Bepaling normcondities

### 4.2.1 Algemeen

De normconditie is afhankelijk van criteria die gerelateerd zijn aan de klant. Het gaat om het effect dat het falen (storing) van de te onderzoeken leiding heeft in de perceptie van de klant. De klant is een klant in de breedste betekenis: het gaat feitelijk om alle *stakeholders* die iets ervaren van een storing, zoals:

- afnemers die tijdelijk zonder water zitten of drukproblemen ervaren;
- gemeenten die toe moeten staan dat de straat wordt opengebroken i.v.m. reparatiewerkzaamheden;
- verkeersdeelnemers die geconfronteerd worden met opgebroken straten;
- burgers en ondernemers die (water)schade ondervinden;
- het waterbedrijf zelf, dat imagoschade ervaart.

Het moge duidelijk zijn dat de normconditie sterk locatiespecifiek is. In landelijke gebieden zal een lagere normconditie acceptabel gevonden worden dan in het centrum van steden.

De weging van klantperceptiecriteria onderling hangt af van het bedrijfsbeleid. De weging moet daarom bedrijfsspecifiek kunnen worden ingevuld.

In het klantperceptiemodel worden twee normconditiegetallen bepaald: een actuele normconditie ( $C_{\text{norm,sterkte}}$ ) en een toekomstige (= maximale) normconditie ( $C_{\text{max,sterkte}}$ ).

### 4.2.2 Actuele normconditie

Voor de actuele normconditie geldt dat de conditiegetallen dimensieloos zijn en liggen tussen 0 en 100. De actuele normconditie ( $C_{\text{norm,sterkte}}$ ) wordt bepaald uit:

$$C_{norm,sterkte} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{i=10} w_{sc,i} \cdot SC_i}{\sum_{i=1}^{i=10} w_{sc,i} \cdot SC_{max,i}} \cdot \frac{w_{impact}}{w_{impact} + w_{sf}} \cdot \left( \frac{w_{sf}}{w_{impact}} \cdot \frac{sf}{sf_{max}} + 1 \right)$$

Hierin is:

- $w_{impact}$  de weegfactor voor de impactcriteria [-];
- $w_{sf}$  de weegfactor voor de storingsfrequentie [-];
- $sf$  de actuele storingsfrequentie voor het betreffende segment [storingen/km·jaar]; indien  $sf > sf_{max}$  dan geldt:  $sf = sf_{max}$ ;
- $sf_{max}$  de maximaal toegestane storingsfrequentie [storingen/km·jaar];
- $w_{sc,i}$  de weegfactor voor impactcriterium  $i$  [-];
- $sc_i$  de score voor impactcriterium  $i$  [-];
- $sc_{i,max}$  de maximale score voor impactcriterium  $i$  [-].

De storingsfrequentie wordt berekend door het gemiddeld aantal storingen in de afgelopen vijf jaar te delen op de lengte van het betreffende segment.

#### 4.2.3 Maximale normconditie

Voor de maximale normconditie ( $C_{max,sterkte}$ ) geldt dat de storingsfrequentie ( $sf$ ) gelijk is aan de maximale storingsfrequentie ( $sf_{max}$ ), zodat:

$$C_{max,sterkte} = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^{i=10} w_{sc,i} \cdot SC_i}{\sum_{i=1}^{i=10} w_{sc,i} \cdot SC_{max,i}}$$

#### 4.2.4 Impactcriteria

Alle weegfactoren zijn beleidsuitgangspunten en kunnen alleen door de beheerder worden ingevoerd en gewijzigd. Dat geldt eveneens voor de maximale storingsfrequentie.

In de berekening van de normconditiegetallen is een gewogen score van de impactcriteria in geval van een leidingbreuk of lekkage opgenomen (de term met de  $\sum$ 's). Er zijn 10 impactcriteria gedefinieerd, waaronder twee reservecriteria. Deze kunnen worden gebruikt indien de basisset van 8 criteria onvoldoende wordt geacht. Bij de beoordeling van een segment moet via scores ( $sc_i$ ) worden aangegeven hoe ernstig een storing in dit segment gewaardeerd wordt voor het specifieke impactcriterium:

**Tabel 1. Impactcriteria klantperceptie**

Specifiek impactcriterium	Keuzemogelijkheid	Score
gevoeligheid onderbreking levering (sc <sub>1</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
herstel levering (sc <sub>2</sub> )	< 4 uur	0
	4-8 uur	33
	8-12 uur	66
	> 12 uur	100
verkeershinder (sc <sub>3</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
wateroverlast (sc <sub>4</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
dreiging ramp (sc <sub>5</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
Arbo (sc <sub>6</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
imagoschade (sc <sub>7</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
kosten per storing (sc <sub>8</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
reservecriterium 1 (sc <sub>9</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100
Reservecriterium 2 (sc <sub>10</sub> )	laag	0
	beperkt	33
	aanzienlijk	66
	hoog	100

De impactcriteria worden vóór het eerste gebruik van het kennissysteem ten opzichte van elkaar gewogen. Het bedrijfsbeleid is hierin bepalend. Deze weegfactoren  $w_{sc,i}$  kunnen alleen door de beheerder worden ingevoerd en gewijzigd. Indien van bepaalde impactcriteria geen gebruik wordt gemaakt (bijv. van de reservecriteria), dan krijgen deze een weegfactor 0. Deze criteria worden dan in de invoerschermen van het kennissysteem niet getoond. Uit de scores van de impactcriteria volgt dat  $sc_{max,i}$  altijd gelijk is aan 100.

Eenmalige invoer beheerder:

- weegfactoren  $w_{impact}$ ,  $w_{sf}$ ,  $w_{sc,i}$



Overige invoer:

- per standaard gebruikerscriteria: omschrijving per score
- optioneel: 5 eigen criteria (naam criterium, scores en beschrijving per score)

#### **4.3 Perceptie van capaciteitsproblemen gietijzer**

Naast breuken en lekkages kennen grijs gietijzeren leidingen nog een tweede saneringsgrondslag: capaciteitsproblemen. Grijs gietijzeren leidingen kunnen 'dichtgroeien' waardoor de hydraulische capaciteit afneemt.

Het Kennissysteem biedt de mogelijkheid de werkelijke restdiameter (actuele conditie) te vergelijken met de minimaal noodzakelijke diameter (normconditie). Deze normwaarde moet voor grijs gietijzeren leidingsegmenten per segment worden ingevoerd. Normwaarden voor de diameter zijn sterk locatiespecifiek. Via leidingnetberekeningen kan worden nagegaan wat aanvaardbare minimale diameters zijn.

Invoer:

- minimaal noodzakelijke (nominale) diameter [mm]
- gemeten restdiameter [mm]

# 5 Technisch verouderingsmodel

## 5.1 Algemeen

Het technisch verouderingsmodel berekent twee conditiegetallen:

- een conditieverloop op basis van conditievoorspellende criteria zoals omgevingsfactoren en waterkwaliteit;
- een conditiegetal op basis van gemeten leidingeigenschappen.

De conditie wordt evenals de normconditie (zie hoofdstuk 4 “Klantperceptiemodel”) uitgedrukt als een getal tussen 0 en 100, die respectievelijk staan voor de slechtst en best mogelijke conditie. Aangenomen wordt dat de conditie in het jaar van aanleg 100 is.

Omdat het conditiegetal op basis van de leidingeigenschappen wordt beoordeeld, zal deze uitkomst in het algemeen betrouwbaarder zijn dan de bepaling van het conditieverloop op basis van voorspellers. Het conditieverloop op basis van voorspellers is dan ook alleen bedoeld om, in die gevallen waarin geen meetgegevens beschikbaar zijn, toch een voorspelling te kunnen doen.

Voor achtergrondinformatie betreffende conditiebepalingsmethoden wordt verwezen naar:

- AC-leidingen: het Kiwa-rapport ‘Conditiebepalingsmethoden voor asbestcementleidingen’ (SWE 99.004)
- grijs gietijzeren leidingen: het Kiwa-rapport ‘Conditiebepalingsmethoden voor grijs gietijzeren leidingen’ (BTO 2000.04).

## 5.2 Asbestcement leidingen

### 5.2.1 Bepaling conditieverloop op basis van voorspellers

- Het voorspelmodel voor AC gaat uit van de volgende aannames:
  - de minimale levensduur van AC-leidingen onder de meest ongunstige omstandigheden is 50 jaar;
  - de maximale levensduur van AC-leidingen onder de meest gunstige omstandigheden is 200 jaar.

Deze levensduren worden gerekend vanaf het jaar van aanleg en onder de aanname dat de conditie mag afnemen tot een normconditie van nul.

De onderbouwing voor deze aannames is als volgt:

- De oudste AC-leidingen hebben inmiddels een leeftijd van 50 jaar bereikt of overschreden. Van deze leidingen is slechts een beperkt deel gesaneerd als gevolg van een slechte conditie. Wel begint een deel inmiddels dusdanig frequent in storing te gaan dat sanering wordt overwogen. Dit deel is doorgaans aantoonbaar aangetast, waarbij de aantasting op basis van de omgevingsfactoren te verklaren is.
- AC-leidingen in gunstige omstandigheden vertonen geen aantasting. Er is dan ook geen reden om aan te nemen waarom deze leidingen niet nog 50 jaar of langer meekunnen. Vooralsnog is de algemene horizon voor AC-leidingen gelegd op 200 jaar.

De levensduurvoorspelling ( $ldv$ ) wordt als volgt berekend:

$$ldv = \frac{ldv_{\max} - ldv_{\min}}{100} \cdot a_{omg} + ldv_{\min} = 1,5 \cdot a_{omg} + 50$$

Hierin is  $a_{omg}$  een getal tussen 0 en 100 dat de mate van gunstigheid van omgevingsfactoren aangeeft en wordt bepaald door een optelling van scores (zie tabel 2). De waarde '0' staat voor de meest ongunstige omstandigheden, resulterend in een restlevensduur van 50 jaar, en '100' voor de meest gunstige, resulterend in een restlevensduur van 200 jaar.

**Tabel 2. Bepaling  $a_{omg}$  op basis van omgevingsfactoren**

Omgevingsfactor	Keuzemogelijkheden	Score	
S.I. drinkwater	S.I. > 0,2	35	
	$0 < S.I. \leq 0,2$	25	
	$-0,2 < S.I. \leq 0$	15	
	$-0,8 < S.I. \leq -0,2$	5	
	$S.I. \leq -0,8$	0	
Uitwendige coating/zwarting aanwezig?	ja/ nee	Indien ja	Indien nee
		35	0
Kalk in bodem	> 1% $CaCO_3$	0	20
	0,5-1% $CaCO_3$	0	10
	< 0,5% $CaCO_3$	0	0
Leiding in grondwater	Nee	0	15
	Wisselend	0	5
	Ja	0	0
Bodem materiaal i.v.m. zettingen	Zand	6	
	Leem	4	
	Klei	2	
	Veen	0	
Verkeersbelasting	geen verkeersbelasting	6	
	onder trottoir	4	
	in wijk- of buurtweg	2	
	in of nabij drukke verkeersader	0	
Bomen binnen 2 meter van de leiding	nee	6	
	ja	0	
Gronddekking	> 1,5 m	3	
	1,25-1,5 m	2	
	1-1,25 m	1	
	< 1	0	
Inwendige drukvariaties	0-5 mwk	3	
	5-10 mwk	2	
	10-20 mwk	1	
	> 20 mwk	0	
Verstoringsgeschiedenis	0	6	
	1 of 2	4	
	3 t/m 5	2	
	meer dan 5	0	

Het conditieverloop in de tijd wordt bepaald door de lijn tussen:

- conditiegetal 100 in het jaar van aanleg ( $t_0$ ) en,
- conditiegetal 0 aan het einde van de restlevensduur: jaar =  $t_0 + ldv$ .

Tussen de twee conditiegetallen wordt vooralsnog<sup>1</sup> een lineair conditieverloop aangenomen.

In het Kennissysteem wordt in het Technisch Verouderingsmodel Voorspelling een jaarlijkse conditieafname in procenten weergegeven. De conditieafname varieert voor AC-leidingen van 0,5 tot 2,0%; overeenkomend met een restlevensduur van respectievelijk 200 en 50 jaar.

<sup>1</sup> Het ligt in de bedoeling om in het BTO onderzoek 2005-2008 het Kennissysteem uit te breiden met onder meer een (eventueel niet-lineair) conditieverloop gebaseerd op meerdere onderzoeken en daarmee meer dan twee conditiegetallen.

### 5.2.2 *Bepaling conditiegetal op basis van metingen*

Voor het bepalen van de actuele conditie van AC-leidingen hebben voornamelijk twee bepalingen hun waarde bewezen:

- bepaling van de inwendige en uitwendige aantasting (uitloging) via fenolftaleïne-test en/of georadartechniek;
- bepaling van de storingsfrequentie (spontane storingen).

Het actuele conditiegetal wordt bepaald uit het **minimum** van:

$$\frac{70 \cdot (d - d_a)}{d} + \frac{30 \cdot (sf_{\max} - sf)}{sf_{\max}}$$

en

$$\frac{100 \cdot (d - d_a)}{d}$$

Hierin is:

- $d$  de oorspronkelijke wanddikte [mm];
- $d_a$  de inwendige + uitwendige aantastingsdiepte [mm];
- $sf$  de actuele storingsfrequentie voor het betreffende segment [storingen/km·jaar]; indien  $sf > sf_{\max}$  dan geldt:  $sf = sf_{\max}$ ;
- $sf_{\max}$  de maximaal toegestane storingsfrequentie [storingen/km·jaar].

N.B.  $sf_{\max}$  is niet vrij in te vullen. Voornamelijk is  $sf_{\max}$  gelijk aan 1 storing/km·jaar.

Naast de genoemde meetgegevens worden in het meetmodel nog twee kwalitatieve gegevens gevraagd die echter bij de berekening van de restlevensduur voornamelijk geen rol spelen. Het is echter wel nuttig deze gegevens bij het meetmodel op te slaan. Het gaat om:

- toestand verbindingen (via keuzelijst: goed, redelijk, matig, slecht);
- toestand uitwendige coating (via keuzelijst: goed, redelijk, matig, slecht).

Het conditieverloop in de tijd wordt bepaald door de lijn tussen:

- conditiegetal 100 in het jaar van aanleg ( $t_0$ ) en,
- het actuele conditiegetal in het jaar van meting.

Tussen de twee conditiegetallen wordt een lineair conditieverloop aangenomen (zie paragraaf 5.2.1).

### 5.3 Grijs gietijzeren leidingen

#### 5.3.1 Bepaling conditieverloop op basis van voorspellers

Het voorspelmodel voor grijs gietijzeren leidingen (GGY) gaat uit van de volgende aannames:

- de minimale levensduur van GGY-leidingen onder de meest ongunstige omstandigheden is 50 jaar;
- de maximale levensduur van GGY-leidingen onder de meest gunstige omstandigheden is 300 jaar.

Deze levensduren worden gerekend vanaf het jaar van aanleg en onder de aanname dat de conditie mag afnemen tot een normconditie van nul.

De onderbouwing voor deze aannames:

- De oudste GGY-leidingen hebben inmiddels een leeftijd van meer dan 100 jaar bereikt. Van deze groep leidingen is slechts een beperkt deel gesaneerd als gevolg van een slechte conditie. Er is vooralsnog geen relatie tussen conditie en leeftijd van GGY-leidingen geconstateerd. Ouderdomspecifieke verschillen zijn eerder bepaald door de productieomstandigheden dan door achteruitgang van de conditie. Zo is de treksterkte van jongere GGY-leidingen gemiddeld hoger dan die van oudere leidingen. Dit wordt toegeschreven aan de verbeterde productietechnieken.
- GGY-leidingen in gunstige omstandigheden vertonen geen aantasting. Er is dan ook geen reden om aan te nemen dat deze leidingen niet nog 100 jaar of langer meekunnen. Vooralsnog is een algemene horizon voor GGY-leidingen gelegd op 300 jaar.

De levensduurvoorspelling ( $ldv$ ) wordt analoog aan die van AC-leidingen als volgt berekend:

$$ldv = \frac{ldv_{\max} - ldv_{\min}}{100} \cdot a_{\text{omg}} + ldv_{\min} = 2,5 \cdot a_{\text{omg}} + 50$$

Hierin is  $a_{\text{omg}}$  een getal tussen 0 en 100 dat de mate van gunstigheid van omgevingsfactoren aangeeft: '0' staat voor de meest ongunstige omstandigheden en '100' voor de meest gunstige.

Het getal  $a_{\text{omg}}$  wordt bepaald door een optelling van scores (zie tabel 3).

In het Kennissysteem wordt in het Technisch Verouderingsmodel Voorspelling een jaarlijkse conditieafname in procenten weergegeven. De conditieafname varieert voor GGY-leidingen van 0,33 tot 2,0%; overeenkomend met een restlevensduur van respectievelijk 300 en 50 jaar.

**Tabel 3. Bepaling  $a_{\text{omg}}$  op basis van omgevingsfactoren**

Omgevingsfactor	Keuzemogelijkheden	Score	
		Indien ja	Indien nee
Inwendige coating aanwezig?	ja/nee		
Corrosie-index (C.I.) drinkwater	C.I. < 0,5	40	40
	$0,5 \leq \text{C.I.} < 1$	35	30
	$1 \leq \text{C.I.} < 1,5$	30	20
	$1,5 \leq \text{C.I.} < 2$	25	10
	C.I. $\geq 2$	20	0
Uitwendige coating aanwezig?	ja/nee	Indien ja	Indien nee
Bodemmateriaal	Zand	15	15
	Leem	12	10
	Klei	9	5
	Veen	6	0
Leiding in grondwater	Nee	15	15
	Wisselend	10	5
	Ja	5	0
Bodemhoedanigheid	geen bijzonderheden	10	
	puin/asfalt	8	
	Sintels	2	
	Verontreinigingen	0	
Verkeersbelasting	geen verkeersbelasting	6	
	onder trottoir	4	
	in wijk- of buurtweg	2	
	in of nabij drukke verkeersader	0	
Bomen binnen 2 meter van de leiding	Nee	6	
	Ja	0	
Gronddekking	> 1,5 m	3	
	1,25-1,5 m	2	
	1-1,25 m	1	
	< 1	0	
Inwendige drukvariaties	0-5 mwk	3	
	5-10 mwk	2	
	10-20 mwk	1	
	> 20 mwk	0	
Verstoringsgeschiedenis	0	6	
	1 of 2	4	
	3 t/m 5	2	
	meer dan 5	0	

Het conditieverloop in de tijd wordt bepaald door de lijn tussen:

- conditiegetal 100 in het jaar van aanleg ( $t_0$ ) en,
- conditiegetal 0 in het jaar ( $t_0 + ldv$ ).

Tussen de twee conditiegetallen wordt een lineair conditieverloop aangenomen (zie paragraaf 5.2.1).

Het conditieverloop op basis van voorspellers wordt alleen op het aspect breuken en lekkages (sterkte en integriteit) van de gietijzeren leiding bepaald.

Voor de ontwikkeling van het capaciteitsverloop worden geen voorspellers gehanteerd, omdat:

- de relatie tussen waterkwaliteit, gietijzerkwaliteit en 'dichtgroei'-eigenschappen nog niet bekend is;
- er relatief eenvoudige, niet-destructieve technieken beschikbaar zijn waarmee de restcapaciteit van een leiding kan worden gemeten.

### 5.3.2 Bepaling conditiegetal op basis van metingen (sterkte en integriteit)

Voor het bepalen van de actuele conditie van grijs gietijzeren leidingen hebben vooralsnog de volgende bepalingen hun waarde bewezen:

- bepaling van de inwendige en uitwendige aantasting (grafitering, verpotloding) via schulp/materiaalonderzoek: het gaat zowel om de aantastingsdiepte als het aantastingsoppervlak;
- bepaling van de treksterkte op een uitgenomen schulp/leidingdeel;
- bepaling van de storingsfrequentie (spontane storingen).

Het actuele conditiegetal wordt bepaald uit het **minimum** van:

$$\frac{30 \cdot d_{eff}}{d_{gem}} + \frac{20 \cdot (\sigma - \sigma_{min})}{\sigma_{max} - \sigma_{min}} + \frac{5 \cdot (100 - A_{g,uitw})}{100} + \frac{5 \cdot (100 - A_{g,inw})}{100} + \frac{40 \cdot (sf_{max} - sf)}{sf_{max}}$$

en

$$\frac{100 \cdot d_{eff}}{d_{gem}}$$

Hierin is:

- $d_{gem}$  de gemiddelde wanddikte na stralen [mm];
- $d_{eff}$  de effectieve restwanddikte: de minimale wanddikte na stralen en etsen [mm];
- $\sigma$  de treksterkte van het materiaal [N/mm<sup>2</sup>]; indien  $\sigma > \sigma_{max}$  dan geldt:  $\sigma = \sigma_{max}$ ; indien  $\sigma < \sigma_{min}$  dan geldt:  $\sigma = \sigma_{min}$ ;
- $sf$  de actuele storingsfrequentie voor het betreffende segment [storingen/km-jaar]; indien  $sf > sf_{max}$  dan geldt:  $sf = sf_{max}$ ;
- $sf_{max}$  de maximaal toegestane storingsfrequentie [storingen/km-jaar];
- $A_{g,uitw}$  en  $A_{g,inw}$  het percentage van het uitwendige resp. inwendige oppervlak dat gegrafiteerd is. Hierbij wordt gewerkt met een keuzelijst, waarbij de verschillende domeinen worden vertaald naar één waarde:

- voor 0% <  $A_g$  ≤ 25% geldt:  $A_g = 0\%$
- voor 25% <  $A_g$  ≤ 50% geldt:  $A_g = 33\%$
- voor 50% <  $A_g$  ≤ 75% geldt:  $A_g = 67\%$
- voor 75% <  $A_g$  ≤ 100% geldt:  $A_g = 100\%$

N.B.:

- $sf_{max}$  is niet vrij in te vullen;  $sf_{max}$  is ingesteld op 1 storing/km-jaar;
- $\sigma_{min}$  en  $\sigma_{max}$  zijn niet vrij in te vullen en zijn ingesteld op:  $\sigma_{min} = 70$  N/mm<sup>2</sup> en  $\sigma_{max} = 180$  N/mm<sup>2</sup>.



Naast de genoemde meetgegevens worden in het meetmodel nog enkele kwantitatieve en kwalitatieve gegevens gevraagd die echter bij de berekening van de restlevensduur vooralsnog geen rol spelen. Het is echter wel nuttig deze gegevens bij het meetmodel op te slaan. Het gaat om:

- diepte van de inwendige grafitering [mm];
- diepte van de uitwendige grafitering [mm];
- toestand van de verbindingen (via keuzelijst: goed, redelijk, matig, slecht);
- toestand van de inwendige coating (via keuzelijst: goed, redelijk, matig, slecht, n.v.t.);
- toestand van de uitwendige coating (via keuzelijst: goed, redelijk, matig, slecht, n.v.t.).

Het conditieverloop in de tijd wordt bepaald door de lijn tussen:

- conditiegetal 100 in het jaar van aanleg ( $t_0$ ) en,
- het actuele conditiegetal in het jaar van meting.

Tussen de twee conditiegetallen wordt een lineair conditieverloop aangenomen (zie paragraaf 5.2.1).

### **5.3.3 Bepaling conditiegetal op basis van metingen (hydraulische capaciteit)**

Voor het bepalen van de conditie op het aspect hydraulische capaciteit behoeven slechts twee waarden te worden ingevuld: de minimaal noodzakelijke diameter en de gemeten restdiameter.

Voor het bepalen van de restdiameter zijn de volgende technieken beschikbaar:

- uitname van leidingdelen, waarna de restdiameter kan worden bepaald;
- endoscopie: hiermee is echter maar een beperkte kwalitatieve inschatting van de restdiameter mogelijk;
- spuitproeven: het bepalen van het hydraulisch verval bij bekende volumestroom en leidinglengte, onder aanname van de wandruwheid.

Het conditieverloop in de tijd wordt bepaald door de lijn tussen:

- de oorspronkelijke diameter in het jaar van aanleg ( $t_0$ ) en,
- de restdiameter in het jaar van meting.

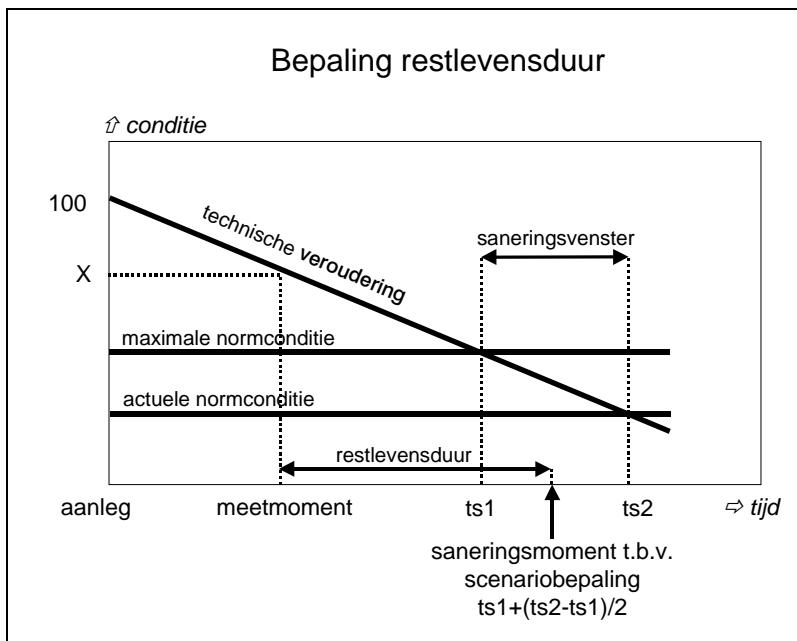
Hierbij wordt een lineair conditieverloop aangenomen (zie paragraaf 5.2.1).

# 6 Bepaling restlevensduur

## 6.1 Restlevensduurbepaling AC-leidingen

Voor asbestcementleidingen worden tweemaal drie restlevensduren bepaald (zie figuur):

- drie restlevensduren uit zowel de conditievoorspellers als de conditiemetingen:
  - $ts_2$ , bepaald door het snijpunt van de conditielijn uit het AC-voorspelmodel - danwel meetmodel en actuele normconditie ( $C_{norm,sterkte}$ ) uit het klantperceptiemodel;
  - $ts_1$ , bepaald door het snijpunt van de conditielijn uit het AC-voorspelmodel danwel -meetmodel en een toekomstige (= maximale) normconditie ( $C_{max,sterkte}$ ) uit het klantperceptiemodel;
  - het gemiddelde van de voorgaande twee restlevensduren.



Figuur 3 Bepaling saneringsvenster uit de snijpunten van de conditielijn met de actuele en maximale normconditie

Vervolgens wordt de gebruiker gevraagd een keuze te maken tussen de gemiddelde restlevensduur uit het voorspelmodel of die uit het meetmodel. Met het gekozen gemiddelde worden vervolgens in het economisch model de saneringsscenario's doorgerekend.

## 6.2 Restlevensduurbepaling GGY-leidingen

### 6.2.1 *Op baiss van de normconditie (sterkte en integriteit)*

Op analoge wijze als bij AC-leidingen worden ook voor grijs gietijzeren leidingen de restlevensduren voor resp. het voorspelmodel GGY en het meetmodel GGY bepaald en moet een keuze gemaakt worden uit de gemiddelden voor beide modellen, waarmee in het economisch model de saneringsscenario's doorgerekend worden.

### 6.2.2 *Op baiss van de hydraulische capaciteit*

De restlevensduur van een grijs gietijzeren leiding op het aspect hydraulische capaciteit wordt bepaald door het snijpunt van de conditielijn uit het GGY-meetmodel en de normwaarde diameter grijs gietijzeren uit het klantperceptiemodel.

## 7 Afleiding van scenario's

Na selectie van ofwel de invoergegevens van het Technisch Verouderingsmodel (TVM) Voorspelling danwel het TVM Metingen kan de gebruiker saneringsscenario's laten genereren voor het onderzochte segment. De gegenereerde scenario's worden op volgorde van contante kosten getoond, met de laagste kosten boven.

De volgende scenario's kunnen worden gegenereerd:

Scenario	AC	GIJ
Vervangen (Vx)	✓	✓
Niet Structureel relinen, Vervangen (NSL1,Vx)	✓	✓
Structureel relinen, Vervangen (SL1, Vx)	✓	✓
Niet Structureel relinen, Structureel relinen, Vervangen (NSL1, SL1, Vx)	✓	✓
Proppen, Vervangen (Px, Vx)	▪	✓
Schrapen, cementeren (SC1, Vx)	▪	✓
Proppen, Structureel relinen, Vervangen (Px, SL1, Vx)	▪	✓

Bij de kostenbepaling van alle saneringsopties wordt een scenario gegenereerd waarin de sanering aan het einde van de restlevensduur plaatsvindt.

Voor de scenario's die starten met 'Niet structureel relinen', 'Schrapen cementeren' en 'Proppen' wordt ook een scenario gegenereerd waarbij de sanering direct plaatsvindt. Met deze scenario's kan worden bepaald wat de financiële consequenties zijn van het direct saneren ten opzichte van het uitstellen van een sanering.

Na het genereren van de scenario's kan een geselecteerd scenario worden geëxporteerd. De gegevens worden geëxporteerd naar een aparte database die voor iedereen toegankelijk is.

Van elk onderzoek wordt één scenario opgeslagen. Zo kan de exporttabel worden gebruikt voor het opstellen van investeringsplannen.

Zie bijlage III voor details omtrent de in de exporttabel opgeslagen gegevens.



# BIJLAGEN



# I Klantperceptie formulier

In onderstaande tabellen wordt een toelichting gegeven bij de in te vullen velden in het Klantperceptieformulier.

Gevoeligheid voor onderbreking levering	Gebruiker
Laag	Geen aansluitingen getroffen
Beperkt	Akkerbouw
	Industrie (laag verbruik)
	Woningen Sportcomplexen
Aanzienlijk	Veeteelt, tuinders Winkels
Hoog	Horeca
	Industrie (hoog verbruik)
	Scholen Ziekenhuis/verzorgingstehuis/tandartsen/...

Verkeershinder	Traject
Laag	Geen verkeershinder
Beperkt	Fietspad
	Secundaire weg (omleiding mogelijk) Trottoir
Aanzienlijk	Secundaire weg (omleiding niet mogelijk)
Hoog	Primaire weg

Wateroverlast	Type leiding en plaats	
Laag	Geen wateroverlast	
Beperkt	Distributieleiding	buitengebied
	Distributieleiding	woonwijk
	Transportleiding	buitengebied
Aanzienlijk	Distributieleiding	centrum
	Transportleiding	woonwijk
Hoog	Transportleiding	centrum



<b>Dreiging ramp</b>	<b>Gevolgen</b>
Laag	Geen
Beperkt	Forse gevolgschade zonder persoonlijk letsel Een gasleiding in een buitengebied bezwijkt Overige gevolgen
Aanzienlijk	Een gasleiding in een woonkern De fundering van een woning bezwijkt
Hoog	Waterkering/spoorbaan/verkeersader bezwijkt De fundering van hoogbouw bezwijkt De stroomvoorziening valt uit

<b>ARBO</b>	<b>Risico</b>
Laag	Laag risico op bedrijfsongelukken
Beperkt	Beperkt risico op bedrijfsongelukken
Aanzienlijk	Aanzienlijk risico op bedrijfsongelukken
Hoog	Hoog risico op bedrijfsongelukken

<b>Imagoschade</b>	<b>Type afnemer</b>
Laag	Woningen, akkerbouw of industrie met laagverbruik
Beperkt	Sportcomplexen
Aanzienlijk	Winkels, veeteelt of tuinders
Hoog	Horeca Scholen Ziekenhuis/tandarts/verzorgingstehuis

<b>Kosten storing</b>	
Laag	< €1000: berm
Beperkt	€1000 tot €2000: trottoir, part. terrein, waterkering
Aanzienlijk	€2000 tot €5000: verkeersader
Hoog	> €5000: spoorbaan

## II Klantperceptie formulier

In onderstaande tabel worden de rechten van de verschillende groepen gebruikers weergegeven:

Functie	Kiwa beheerder	Bedrijfsbeheerder	Gebruiker
Segment aanmaken	✓	✓	✓
Segment wijzigen	✓	✓	✓
Segment verwijderen	✓	✓	✓
Onderzoek aanmaken	✓	✓	✓
Onderzoek wijzigen	✓	✓	✓
Onderzoek verwijderen	✓	✓	✓
Wijzigen default rekenparameters	✓	✓	
Wijzigen default diameterparameters	✓	✓	
Wijzigen weegfactoren KPM	✓	✓	
Beheer gebruikers criteria KPM	✓	✓	
Wijzigen algemene parameters	✓	✓	
Gebruikersgroep muteren	✓		
Gebruikers muteren	✓		
Wijzigen algemene programma instellingen	✓		



### III Export tabel

De gegevens die worden geëxporteerd zijn:

<b>Tabel Materiaal</b>	<b>Voorbeeld</b>
Materiaal id	1
Omschrijving materiaal	Grijs Gietijzer
Code materiaal	GGY

<b>Tabel Segment</b>	<b>Voorbeeld</b>
Segment id	2
Locatie	1
Extern id	SW23883833
Materiaal id	1
Diameter (mm)	100
Jaar van aanleg	1980
Lengte (m)	120
Toelichting	
Status (open/geblokkeerd)	Open

<b>Tabel Onderzoek</b>	<b>Voorbeeld</b>
Segment id	2
Onderzoek id	1
Datum onderzoek	19/05/2004
Type storing (geen/spontaan/derden)	Spontaan
Gebruikersnaam invoerder	KW134
Conditieafname; volgend uit TVM Voorspelling	0.507614213
Conditie op basis van de sterkte; volgend uit TVM Metingen	73.22222222
Conditie op basis van de restwanddikte; volgend uit TVM Metingen	63.88888889
Actuele normconditie; volgend uit het Klantperceptiemodel	19.8
Maximale normconditie; volgend uit het Klantperceptiemodel	37.71428571
Restlevensduur op basis van de capaciteit	0
Restlevensduur op basis van de conditie	23
Type meting (0 = Voorspelling, 1 = Metingen)	1

In de tabel Scenario worden *alle* uit te voeren acties (in het gegenereerde scenario) opgeslagen; inclusief alle onderzoeken:

<b>Tabel Scenario</b>	<b>Record 1</b>	<b>Record 2</b>	<b>Record 3</b>
Scenario id	320	321	322
Naam actie	Niet structureel relinen	Onderzoek	Vervangen
Kosten	110	110	110
Tijdstip 1	2004	2044	2084
Tijdstip 2	2084	2044	2104
Onderzoek id	1	1	1
Segment id	2	2	2