



# Toepasbaarheid van CARE-W voor waterbedrijven

Evaluatie pilot bij Dunea

**BTO 2010.007**  
**Mei 2010**

# Toepasbaarheid van CARE-W voor waterbedrijven

## Evaluatie pilot bij Dunea

**BTO 2010.007**

**Mei 2010**

© 2010 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**

Toepasbaarheid van CARE-W voor waterbedrijven  
Evaluatie pilot bij Dunea

**Projectnummer**

B111625

**Onderzoeksprogramma**

Waterdistributie

**Projectmanager**

Nellie Slaats

**Opdrachtgever**

BTO

**Kwaliteitsborger(s)**

Jan Vreeburg

**Auteur(s)**

Ralph Beuken

**Verzonden aan**

PBC Waterdistributie

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar



# Samenvatting

CARE-W is een set computerprogramma's die waterbedrijven ondersteunt bij het maken van lange en korte termijn prognoses van investeringen in het leidingnet. Met de lange termijn prognose krijgen waterbedrijven inzicht in de toekomstige saneringsvolumes en bijbehorende investeringen. De korte termijn prognose bestaat uit een lijst met leidingen die voor sanering in aanmerking komen.

CARE-W staat voor Computer Aided Rehabilitation of Water Networks en omvat vijf modules: performance indicators (PI), prediction of pipe failures (FAIL), water supply reliability (REL), annual rehabilitation planning (ARP) and long-term investment planning (LTP). Het is door een groep van onderzoeksinstituten en eind-gebruikers ontwikkeld met financiële steun van de EU en in 2003 beschikbaar gekomen. De coördinatie van het onderzoeksproject vond plaats door het Noorse onderzoeksinstituut SINTEF.

Bij Dunea is in 2009 een pilot uitgevoerd om te onderzoeken of CARE-W een geschikt instrument is voor het onderbouwen van saneringsbeslissingen. Door SINTEF zijn medewerkers van Dunea getraind in het gebruik van CARE-W. De pilot is geëvalueerd door KWR. Dunea wil de ervaringen van de pilot CARE-W ter beschikking stellen aan het BTO. Het voorliggende rapport is een bewerking voor waterbedrijven die participeren in het BTO van het in opdracht van Dunea opgestelde evaluatierapport.

Uit de pilot blijkt dat CARE-W een goed theoretisch kader biedt voor het ondersteunen van saneringsbeslissingen maar dat het programma nog gezien moet worden als een prototype. In de huidige vorm heeft het pakket CARE-W een aantal inhoudelijke tekortkomingen en is het pakket niet goed te integreren in de bestaande informatiesystemen van Dunea. De module LTP is relatief eenvoudig in te zetten en kan inzicht geven in lange termijn prognoses voor vervangingen van het leidingnet. De modules FAIL en ARP kunnen slechts op experimentele basis ingezet worden.

Binnen het BTO vinden verkenningen plaats naar tools voor het ondersteunen van saneringsbeslissingen. De pilot CARE-W is één van deze initiatieven en levert duidelijke inzichten op hoe vorm te geven aan verbeterde beslissingen en de mogelijkheden van ondersteunende tools.

Waterbedrijven wordt aanbevolen:

1. Beslissingen over het vervangen van leidingen te nemen op een gestructureerde wijze en deze te objectiveren door inzet van ondersteunende tools en informatiesystemen.
2. Zich te blijven oriënteren op tools voor het ondersteuning van beslissingen voor het vervangen van leidingen en de kennis hierover te delen met andere waterbedrijven. Als voorbeeld wordt genoemd de presentatie van de pakketten LTP, WiLCO en SIROCO die dit voorjaar zal plaatsvinden in het kader van het BTO.
3. Zich actief in te blijven zetten bij het verder opzetten en uitwerken van datasystemen, zoals storingenregistraties, afsluitercontroles, materiaalonderzoek en effectanalyses.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
<b>Inhoud</b>	<b>3</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Aanleiding	5
1.2 Doelstelling van de pilot CARE-W bij Dunea	5
1.3 Aanpak	5
1.4 Leeswijzer	6
<b>2 Beschrijving CARE-W en eerdere evaluaties</b>	<b>7</b>
2.1 Algemene beschrijving van CARE-W	7
2.1.1 Opzet CARE-W pakket	7
2.1.2 Performance indicators - PI	8
2.1.3 Failure Forecasting - FAIL	8
2.1.4 Water Supply Reliability - REL	9
2.1.5 Annual Rehabilitation Planning - ARP	10
2.1.6 Long Term Planning - LTP	11
2.2 Evaluatie voor EPA door Annie Vanrenterghem-Raven	11
<b>3 Interviews bij Dunea</b>	<b>15</b>
3.1 Observaties tijdens trainingen	15
3.2 Interview met trainers SINTEF	16
3.3 Interviews met trainees na afloop training	17
3.3.1 Antwoorden op vragenlijst	17
3.3.2 Interviews met trainees	18
3.3.3 Interview met interne opdrachtgever	19
3.4 Inpassing van CARE-W in het IT beleid	19
<b>4 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>21</b>
4.1 Evaluatie op basis van de eisen	21
4.2 Conclusie	22
4.3 Aanbevelingen	23
<b>5 Referenties</b>	<b>25</b>
I Vragenlijst voor trainees	27





# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

CARE-W is een set computerprogramma's dat waterbedrijven ondersteunt in het maken van een lange en korte termijn investeringsbeslissing voor het leidingnet. Het is ontwikkeld met financiële steun van de EU door een groep van onderzoeksinstituten en eind-gebruikers en in 2003 beschikbaar gekomen. De coördinatie van het onderzoeksproject vond plaats door het Noorse onderzoeksinstituut SINTEF.

In 2005 is CARE-W in het BTO geïntroduceerd tijdens een workshop door Jon Rostum van SINTEF (Beuken, 2005). Dunea had grote interesse voor CARE-W en kort daarna heeft een bedrijfsworkshop plaatsgevonden waarin is nagegaan in hoeverre de toenmalige informatiesystemen van Dunea geschikt waren om geschikte invoergegevens te genereren voor CARE-W. Op grond van deze workshop en overige ontwikkelingen zijn aanzienlijke verbeteringen doorgevoerd in de informatiesystemen van Dunea. In 2009 heeft Dunea een pilot uitgevoerd om te onderzoeken of CARE-W een geschikt instrument is voor het onderbouwen van saneringsbeslissingen. Dunea wil de ervaringen van de pilot CARE-W ter beschikking wil stellen aan het BTO. Het voorliggende rapport is een bewerking voor waterbedrijven die participeren in het BTO van het in opdracht van Dunea opgestelde evaluatierapport (Beuken, 2009).

## 1.2 Doelstelling van de pilot CARE-W bij Dunea

In het Project Initiatie Document – PID (DZH, 2009) dat door Dunea voor deze pilot is opgesteld, wordt de verwachting uitgesproken dat CARE-W leidt tot beter onderbouwde saneringsbeslissingen en dat het een belangrijk instrument zal zijn bij de ondersteuning van assetmanagement bij de sector Verkoop. In het Project Implementatie Document is de doelstelling van de pilot omschreven als: het verkrijgen van inzicht of CARE-W een voor Dunea geschikte en toekomstvaste tool is voor beter onderbouwde beslissingen rondom investeringen in bedrijfsmiddelen.

In de PID worden tevens de volgende subdoelen geformuleerd:

1. Inzicht in en bekendheid met CARE-W bevorderen bij de betrokken medewerkers.
2. Gecontroleerde data in het LRS (Leidingregistratiesysteem) voor Den Haag.
3. Toetsen uitgangspunten huidige investeringsplan met uitkomsten CARE-W.
4. Inzicht in toekomstvastheid van CARE-W (beheer, ondersteuning en ontwikkeling van de applicatie door SINTEF).
5. Als onderdeel van dit project wordt eveneens een koppeling bewerkstelligd tussen de Oracle database (kopie LRS) en SynerGEE, het leidingnetberekeningprogramma van Dunea.

## 1.3 Aanpak

De aanbieder van CARE-W is SINTEF. SINTEF verzorgt ook de technische ondersteuning en opleiding voor het gebruik van CARE-W in deze pilot. De pilot heeft plaatsgevonden in de periode maart – augustus 2009 en is uitgevoerd voor de leidingen die deel uitmaken van het transport- en distributienet in de voormalige Haagregio.

In voorliggend rapport wordt de evaluatie beschreven van de pilot CARE-W bij Dunea en worden aanbevelingen gedaan over het al dan niet geschikt zijn voor waterbedrijven die participeren in het BTO. De twee criteria die door Dunea in de doelstelling zijn aangegeven, zijn geschiktheid en toekomstvastheid. Deze twee criteria zijn met oog op deze evaluatie nader gepreciseerd.

Geschied: CARE-W genereert resultaten: die aansluiten op de ervaring in de praktijk op een correcte en begrijpelijke wijze met een aanvaardbare inspanning

Toekomstvast: De mate waarin SINTEF in staat is om op dit moment en in de toekomst op volwaardige wijze invulling te geven aan het ondersteunen van Dunea in het gebruik van CARE-W en waar nodig de software aan te passen en/of verder te ontwikkelen.

In het Project Initiatie Document (PID) is aangegeven dat KWR verantwoordelijk is voor drie producten (DZH, 2009):

- Prod. 1, Plannen en opzet pilot: Door KWR is een projectvoorstel gemaakt van de pilot, waarin de essentiële stappen zijn opgenomen en de rollen van Dunea, SINTEF en KWR stonden beschreven. Dit projectvoorstel is door Dunea omgezet in de PID.
- Prod. 14, Interviews met gebruikers CARE-W: interviews zijn gehouden met de 4 getrainde gebruikers van CARE-W. Daarnaast hebben interviews plaatsgevonden met Toine Ramaker (Opdrachtgever) en Remko van Hamersvelt (Support specialist PC gebruik). Tevens heeft intensief contact plaatsgevonden met Adrie Varkevisser (Projectmanager)
- Prod. 15, Evaluatierapport: dit rapport, waarin wordt vastgesteld of CARE-W kan voldoen aan de door Dunea gestelde eisen voor geschiktheid en toekomstvastheid.

#### **1.4 Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 is een omschrijving gegeven van CARE-W en de verschillende modules. Tevens is een vertaling weergegeven van een evaluatie van CARE-W die is uitgevoerd in opdracht van het Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA). Deze evaluatie is eerder als bijlage opgenomen in Beuken (2006). In Hoofdstuk 3 wordt een weergave gegeven van de interviews die zijn gehouden tijdens de evaluatie van de pilot. Deze interviews zijn onder andere gebaseerd op een vragenlijst die is ingevuld door de trainees. De antwoorden op deze vragenlijst zijn opgenomen in Bijlage I. In Hoofdstuk 4 worden conclusies en aanbevelingen beschreven.

## 2 Beschrijving CARE-W en evaluatie EPA

### 2.1 Algemene beschrijving van CARE-W

#### 2.1.1 Opzet CARE-W<sup>1</sup>

CARE-W is een gezamenlijk onderzoeksinitiatief met als doel het opzetten van een Europees framework voor het in goede staat houden van waterdistributienetwerken. Het project is medegefinancierd door de Europese Commissie, in het kader van het 5<sup>de</sup> Kaderprogramma voor Onderzoek en Ontwikkeling. De resultaten van dit onderzoek zijn opgeleverd in 2003. Het CARE-W consortium bestond uit 11 onderzoekspartners en 13 eindgebruikers, die samen 8 Europese landen vertegenwoordigen. Centrale coördinatie vond plaats door SINTEF uit Noorwegen.

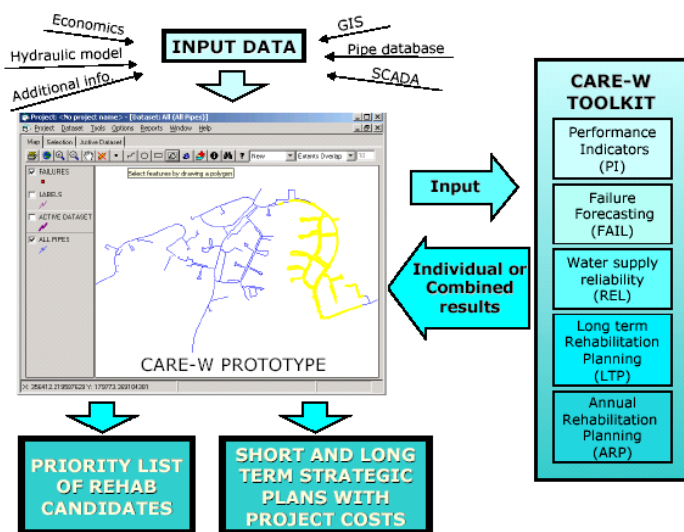
CARE-W staat voor Computer Aided Rehabilitation of Water Networks en is een softwarepakket dat bestaat uit vijf modules die waterbedrijven kunnen gebruiken bij het beheer van leidingnetten: performance indicators (PI), prediction of pipe failures (FAIL), water supply reliability (REL), annual rehabilitation planning (ARP) and long-term investment planning (LTP), zie ook Figuur 1.

De vijf modules van CARE-W bevatten bouwstenen voor het opstellen van een lange en een korte termijn saneringsplan. Deze modules zijn ook afzonderlijk te gebruiken. De uitkomst voor het lange termijn saneringsplan voorspelt het volume te saneren leidingen en het bijbehorende investeringsniveau. Het korte termijn plan bestaat uit een lijst van leidingen die voor sanering in aanmerking komen. Deze lijst zal in de praktijk nog op toepasbaarheid getoetst moeten worden. De resultaten van CARE-W kunnen geanalyseerd worden met de module 'rehabilitation manager' die verschillende manieren van rehabilitatie vergelijkt voor geselecteerde leidingen. Informatie is zoveel mogelijk afgestemd op databases en GIS-systemen die reeds in gebruik zijn bij waterbedrijven. Resultaten van de programma's kunnen gepresenteerd worden in een GIS-viewer.

De kwaliteit van de voorspelling is vanzelfsprekend afhankelijk van de kwaliteit van de invoergegevens. In de praktijk blijkt dat het gereedmaken en het controleren van de invoergegevens een aanzienlijk onderdeel is in het maken van een voorspelling.

---

<sup>1</sup> De informatie van deze paragraaf is afkomstig uit: Beuken en Mesman (2003), Beuken (2005), Beuken (2006) en Vanrenterghem-Raven (2006).



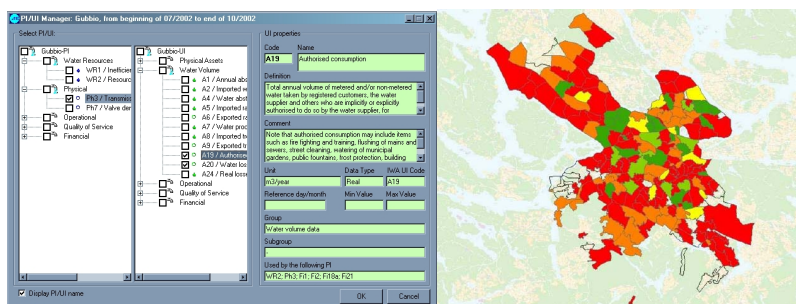
Figuur 1. Overzicht van CARE-W

### 2.1.2 Performance indicators - PI

De Performance Indicator (PI) ondersteunt het waterbedrijf door de prestaties van het netwerk te meten. De PI-instrument is afgeleid van het systeem van performance indicators ontwikkeld door IWA (International Water Association) en door LNEC uit Portugal verder uitgebreid voor distributienetten. PI kan ingezet worden om:

- 1 vergelijkingen te maken tussen verschillende bedrijven (bijvoorbeeld bij benchmarking),
- 2 vergelijkingen te maken tussen delen van één bedrijf (bijvoorbeeld voor het toewijzen van middelen) en
- 3 ontwikkelingen van prestaties van het distributienet te volgen in de tijd.

Er is een groot aantal indicatoren opgesteld voor het beheren van distributieleidingen. Deze indicatoren zijn in de PI-instrument overzichtelijk gerangschikt en beschreven. Het Waterbedrijf van Stockholm heeft indicatoren ingevoerd per zone in het distributienet. Via een GIS-viewer krijgt men inzicht in de score van de indicatoren per distributiegebied en het verloop van de indicatoren in de tijd, zie Figuur 2.



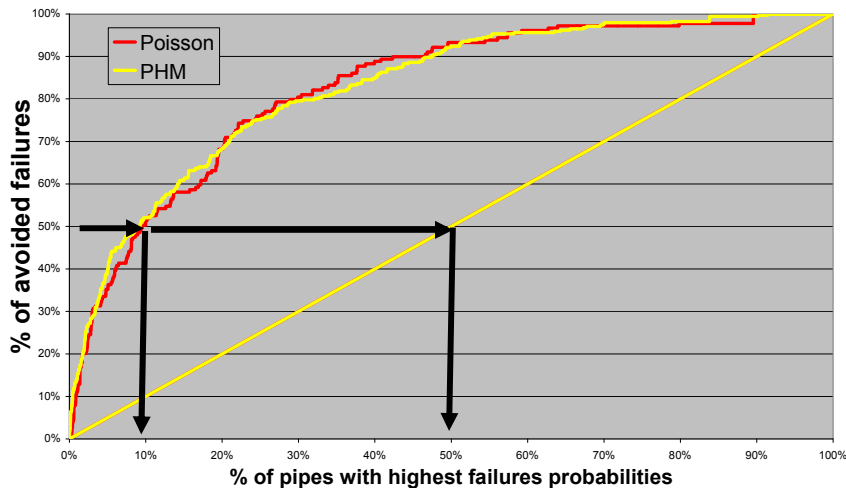
Figuur 2. Het PI-selectieprogramma en een voorbeeld van de PI-score per gebied.

### 2.1.3 Failure Forecasting - FAIL

Failure Forecasting (FAIL) berekent per individuele leiding de storingskans op basis van gevonden statistische correlaties van gerapporteerde storingen en parameters. Met behulp van een statistische benadering wordt nagegaan of er statistisch significante relaties zijn aan te brengen tussen het aantal storingen en parameters zoals leidingmateriaal, diameter, leeftijd en bodemgesteldheid. Op basis van de gevonden statistische relaties worden theoretische storingsfrequentie toegekend aan alle leidingen.

Volgens Seagrov (2008) heeft men de ervaring dat een storingsdatabase van 5 jaar hiervoor voldoet. De vraag is of dit ook geldt voor Nederland waar slechts weinig storingen voorkomen.

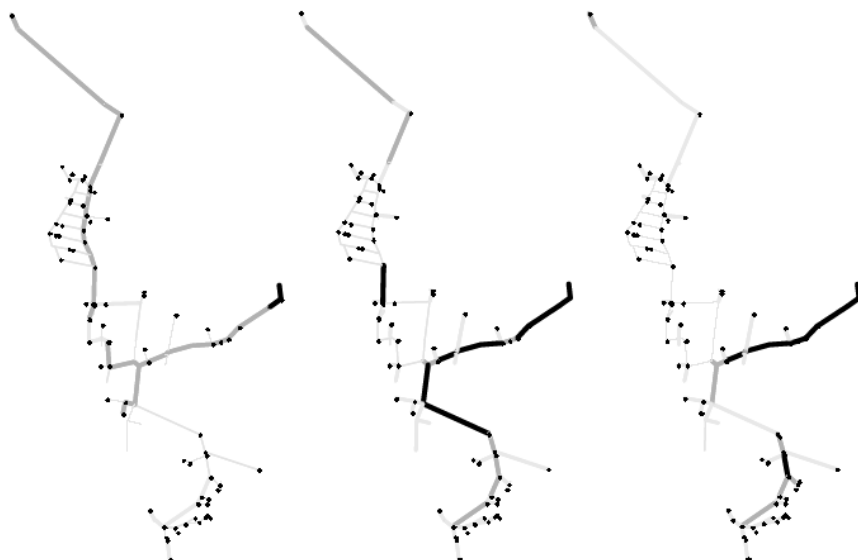
Binnen FAIL zijn twee pakketten beschikbaar die een verschillende statistische benadering hanteren: PHM en Poisson. PHM (Proportional Hazard Module) is ontwikkeld door het Cemagref en Poisson door INSA, beiden uit Frankrijk. In Figuur 3 wordt de toepassing van deze modules geïllustreerd.



Figuur 3. Resultaat van de selectie van leidingen met de hoogste storingsfrequentie. Door leidingen te sorteren op de storingsfrequentie wordt duidelijk dat een gericht saneringsbeleid minder storingen tot gevolg zal kunnen hebben. Bij willekeurig vervangen van 50% van de leidingen zal de storingskans ook afnemen met 50%. Door de inzet van Poisson of PHM kunnen leidingen worden geïdentificeerd met de hoogste storingskans. In dit voorbeeld neemt door vervanging van 10% van de leidingen de storingskans af met 50%.

#### 2.1.4 Water Supply Reliability - REL

Water Supply Reliability (REL) berekent voor elke leiding in een netwerk het effect van falen voor het aantal aansluitingen (de zogenaamde Hydraulic Criticality Index – HCI). Dit wordt uitgerekend door eliminatie van elke leiding en het berekenen van de hydraulische gevolgen. In CARE-W zijn drie verschillende modellen opgenomen waarmee een betrouwbaarheidsberekening kan worden uitgevoerd. Dit zijn Relnet ontwikkeld door de Universiteit van Brno, Aquarel ontwikkeld door SINTEF en F-Reliab ontwikkeld door Cemagref. Relnet en Aquarel zijn gebaseerd op EPA-net en F-Reliab op het in Frankrijk in gebruik zijn de pakket PORTEAU. Relnet is eenvoudiger van opzet en bepaalt de HCI voor een maatgevend moment op de dag. Met Aquarel is het mogelijk een 24 uur-simulatie uit te voeren en rekening te houden met aanwezige bergingsvolumes in het net. In de module kunnen ook de kans op leidingbreuk en de reparatietijd worden opgegeven, waarmee het mogelijk is een risicogetal te bepalen op basis van kans en effect.



Figuur 4. Overzicht van (v.l.n.r.) de faalkans, het effect van falen en het risico per leiding (donkere lijnen geven de hoogste waarde)

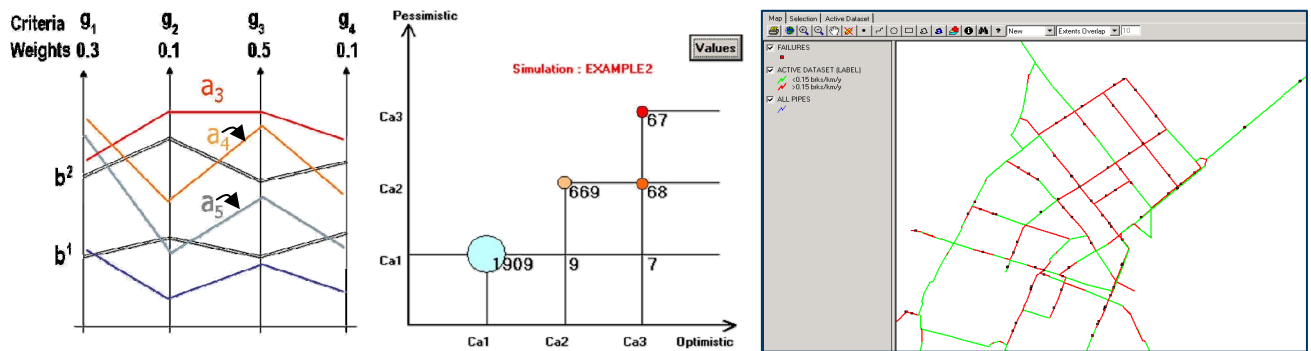
### 2.1.5 Annual Rehabilitation Planning - ARP

Annual Rehabilitation Planning (ARP) is een instrument dat leidingen selecteert voor sanering op korte termijn en is ontwikkeld door INSA uit Frankrijk. De selectie is gebaseerd op een multi-criteria analyse waarin outputdata van REL, FAIL en andere bedrijfsinformatie wordt gewogen. In Figuur 5 is een overzicht gegeven van de beschikbare criteria in ARP.

Points of view	Criteria
Co-ordination	Co-ordination-score - COS(i)
Repair costs	Annual Repair Costs - ARC(i)
Water losses	Water losses index - WLI(i)
Water interruptions	Predicted Water Interruption - PWI(i)
	Predicted Critical Water Interruption - PCWI(i)
	Predicted Frequency of Water Interruption - PFWI(i)
Damages and disruptions	Damage due to Flooding in Housing areas - DFH(i)
	Damage due to Flooding in Industrial areas - DFI(i)
	Damage due to soil movement - DSM(i)
	Traffic disruptions - DT(i)
Water quality	Damage and/or disruption on other infrastructure DDI(i)
	Water quality deficiencies index - WQD(i)
Hydraulic reliability	Hydraulic criticality index - HCI(i)
Rehabilitation costs	Unit cost of rehabilitation - UCR(i-j)
	info1
	info2
	info3
	info4
	info5

Figuur 5. Overzicht van de beschikbare criteria in ARP

Voor alle leidingen wordt volgens een vooropgezette procedure de score bepaald voor alle relevant geachte criteria en aangegeven waardering. Per leiding wordt een profiel bepaald, dat wordt afgezet tegen twee referentieprofielen (Figuur 6, links). Vervolgens worden leidingen ingedeeld in 6 categorieën van prioriteit (Figuur 6, midden).

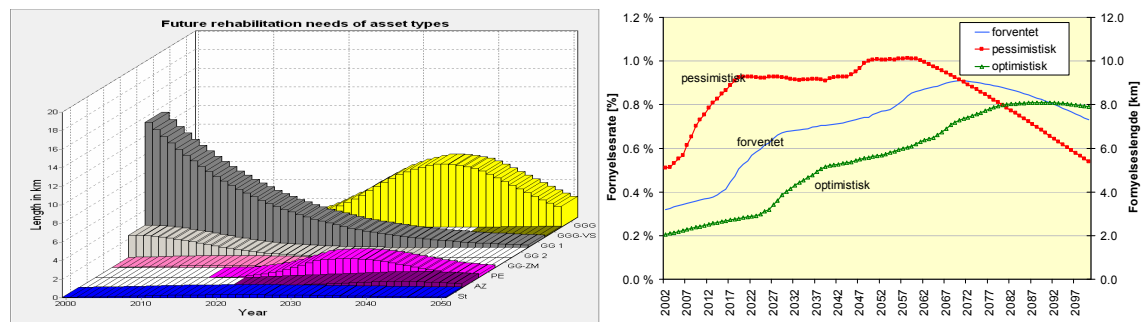


Figuur 6. Referentieprofielen (b1 en b2) en profielen per leiding ( a3, a4 en a5) (links). Resultaat van ARP, indeling van de leidingen in prioriteringscategorieën (midden). In deze grafiek zijn 67 leidingen in de meest risicovolle categorie geplaatst. Deze leidingen worden voorgesteld op te nemen in investeringsplannen. Per leiding is de prioriteringscategorie aangegeven in de GIS-interface binnen CARE-W (rechts).

### 2.1.6 Long Term Planning - LTP

Long Term Planning (LTP) geeft informatie over de hoogte en spreiding van investeringen voor de rehabilitatie van leidingen op lange termijn. De module LTP is een vertaling van het programma KANEW, dat is ontwikkeld door de Universiteit van Dresden.

De long-term planning instrument genereert op basis van een door de gebruiker ingevoerde theoretische levensduur (gebaseerd op expert judgement) het verloop van de vervangingsbehoefte in de tijd, uitgedrukt in vervangingslengte en vervangingstempo. Per scenario (pessimistisch, realistisch en optimistisch) kan een andere theoretische levensduur worden gegenereerd.



Figuur 7. Vervangingstempo per leidinggroep in kilometers; vervangingspercentage in drie verschillende scenario's. De scenario's onderscheiden zich van elkaar door de andere waarde van de theoretische levensduur

## 2.2 Evaluatie voor EPA door Annie Vanrenterghem-Raven

Het US Environmental Protection Agency (EPA) heeft opdracht gegeven voor een onafhankelijke evaluatie van CARE-W. Deze evaluatie is uitgevoerd door Annie Vanrenterghem-Raven van de Polytechnic University of New York en onder andere gepubliceerd in Water Asset Management International van juni 2006 (Vanrenterghem-Raven A.,2006).

Voor deze evaluatie zijn zeven onderzoeksinstituten en zeven eindgebruikers geïnterviewd. Deze zijn in Tabel 1 genoemd en tevens is aangegeven welke onderdelen van CARE-W door hen zijn ontwikkeld c.q. in gebruik genomen. De interviews werden gehouden in de periode november 2004 tot juli 2005.



Tabel 1. *Overzicht van onderzoeksinstituten en eindgebruikers betrokken in de evaluatie CARE-W voor EPA, uit Vanrenterghem-Raven A.,2006.*

Research Center	Module developed	Utility	Module tested
WRc, U.K.	GIS, Manager	Bristol Three Valley	PHM, Poisson PHM, Poisson
Sintef, Norway	Coordination, hydraulic criticality	Oslo Trondheim	All
Dresden university, Germany	LTP	Stuttgart Dresden	All ARP, LTP
LNEC, Portugal	PIs	Oeiras-Amadora	All
University of Bologna, Italy	None ; coordinated multiple testing centers	Condigoro, Ferrara, Reggio Emila, Lisbon	All
INSA, France	ARP Poisson	Reggio Emilia, Lyon	ARP
Cemagref, France	PHM	Lausanne, Switzerland	PHM

De meest relevante bevindingen met betrekking tot CARE-W uit Vanrenterghem-Raven A. (2006) zijn hieronder weergegeven.

- CARE-W krijgt de eer een nieuwe standaard te hebben gezet voor het in de praktijk brengen van asset management van distributienetten. De opzet van CARE-W komt overeen met het complexe karakter van asset management vraagstukken en de gekozen oplossing is realistisch en wetenschappelijk verantwoord. CARE-W maakt gebruik van geavanceerde instrumenten die reeds in gebruik zijn in andere bedrijfstakken. De implementatie van CARE-W is niet eenvoudig. Het is echter de overtuiging van de auteur dat een meer vereenvoudigde aanpak niet zal leiden tot de benodigde resultaten voor waterbedrijven en de maatschappij in de V.S..
- Het evaluatieteam was in staat alle modules van CARE-W te testen. Hierbij was het noodzakelijk dat experts ter plekke ondersteuning gaven. Elke module van CARE-W leidt tot resultaten voor het ondersteunen van beslissingen voor toekomstige rehabilitatieprojecten. Het bleek echter niet mogelijk om alle modules te laten rekenen op een wijze waarbij de input van één module automatisch gegenereerd werd door de output van een andere module. Handmatige manipulatie bleef noodzakelijk.
- CARE-W heeft als resultaat een lijst met leidingen die in aanmerking komen voor rehabilitatie. Een verdere ontwikkeling wordt aanbevolen waarin de diverse modules zijn geïntegreerd. Tevens wordt aanbevolen een instrument te ontwikkelen dat helpt bij de keuze van een rehabilitatietechniek en dat de specifieke omstandigheden van de leiding en de kosten in ogenschouw neemt.
- Er is veel tijd nodig voor het voorbereiden van data voordat kan worden overgegaan tot gebruik van CARE-W. Het is te verwachten dat deze tijd aanzienlijk korter zal zijn wanneer CARE-W en de datasystemen bij waterbedrijven goed op elkaar zijn afgestemd.
- Het is niet te verwachten dat CARE-W zich zal ontwikkelen tot 'of-the-shelf' software. Het zal altijd ingepast moeten worden in een bestaande omgeving en aangepast aan specifieke wensen van gebruikers. Dit heeft echter ook voordelen aangezien het pakket flexibel is en kan worden afgestemd op specifieke wensen van gebruikers.
- CARE-W is een pakket dat leidingen selecteert voor rehabilitatie op basis van het te verwachten aantal storingen en relevante omgevingsfactoren. Deze aspecten worden afgewogen in een multi-criteria analysemodel (ARP). De gebruiker heeft de vrijheid zelf omgevingsfactoren toe te voegen.
- Het is wenselijk dat naast het te verwachten aantal storingen ook andere criteria voor rehabilitatie in het pakket worden geïntegreerd, zoals waterkwaliteit en lekverlies. Daarnaast is het wenselijk het pakket uit te breiden voor bovengrondse assets. De opzet van CARE-W is dusdanig dat verwacht kan worden dat nieuwe modules eenvoudig zijn toe te voegen.

8. Gebruik van CARE-W vereist een relatief hoog analytisch vermogen. Er zal ruime aandacht besteed moeten worden aan het opleidingsniveau en de training van gebruikers (dit geldt echter ook voor vergelijkbare pakketten).
9. Na afronding van het CARE-W onderzoeksproject (2004) heeft nog geen introductie op de markt van CARE-W plaatsgevonden. Dit staat een verdere verspreiding van CARE-W in de weg.
10. De gebruiksvriendelijkheid van de CARE-W software kan nog verder worden verbeterd.
11. Door de gezamenlijke ontwikkeling van CARE-W is een internationale gemeenschap van onderzoekers ontstaan die creatief werkt aan nieuwe methoden voor het prioriteren van te vervangen leidingen. Er zijn professionals getraind die kunnen werken aan een verdere implementatie en ontwikkeling van CARE-W.

In Vanrenterghem-Raven A. (2006) zijn ook opmerkingen opgenomen over de verschillende modules van CARE-W.

#### PI

De uitvoering van de PI analyse bleek goed mogelijk, er is echter wel veel verschillende data noodzakelijk om tot een zinvolle analyse te komen. Voor meer ontwikkelde gebruikers zal dit programma waarschijnlijk weinig toevoegen aan andere bestaande toepassingen. PI kan echter een goede start zijn bij het invoering van asset management wanneer dit nog minder ver is gevorderd.

#### FAIL

De FAIL module heeft een geavanceerde statistische benadering, die echter als nadeel heeft dat deze alleen is te gebruiken na een intensieve training. De meeste gebruikers maken zelf geen analyses met PHM of Poisson maar besteden dit uit aan de onderzoeksinstituten die CARE-W hebben ontwikkeld. Beide programma's hebben een grote hoeveelheid data nodig om tot statistisch representatieve resultaten te komen. Bij meerdere gebruikers werden problemen geconstateerd bij de data-input, met name het gebruik van Poisson bleek in de praktijk vaak tot problemen te leiden.

#### REL

RelNet bleek eenvoudig toe te passen, het bleek echter lange rekentijden te hebben. Aquarel is niet getest.

#### ARP

Het onderzoeksteam heeft een goed onderbouwde studie uitgevoerd naar relevante beslisriteria en de bijbehorende kwantificatie. Eén van de belangrijkste criteria voor ARP is de storingskans, het resultaat van FAIL. In de praktijk bleek de toepassing van de programma's PHM en Poisson echter vaak moeilijk te zijn. Het is in die gevallen ook mogelijk een storingskans in te voeren die op meer eenvoudige wijze is bepaald.

ARP is een geavanceerde Multi-criteria analyse, wat betekent dat er gebruik wordt gemaakt van veel subjectieve gegevens. Het bepalen van de kosten van vervangen of de effecten van een leidingbreuk is veelal gebaseerd op vereenvoudigde berekeningen met een groot aantal aannamen. Daarnaast heeft het waarderen van de verschillende parameters een grote mate van subjectiviteit.

#### LTP

Het gebruik van LTP verliep zonder grote problemen. Deze module is gebaseerd op het eerder ontwikkelde KANEW model. Er zijn geen grote hoeveelheden inputdata nodig. De vervanging van leidingen is gebaseerd op een spreiding van de leeftijd voor een bepaald groep leidingen. In de praktijk blijkt dat leeftijd vaak niet de meest belangrijke factor is die bepaalt of een leiding wordt vervangen.



## 3 Interviews bij Dunea

### 3.1 Observaties tijdens trainingen

Tijdens beide trainingsweken is door Ralph Beuken op twee dagdelen deelgenomen aan de training. Op 01-04-09 werd een training gegeven over het gebruik van de module REL (programma Relnet) en LTP. Op 01-07-09 werd training gegeven over de module FAIL (programma PHM). De volgende kanttekeningen zijn hierbij het vermelden waard.

1. Voor aanvang van de training was een programma opgesteld. Het bleek niet mogelijk om dit programma te volgen, omdat voor het op orde krijgen van de invoerdata meer tijd nodig was dan vooraf voorzien.
2. In eerdere presentaties is CARE-W gepresenteerd als verschillende modules die functioneren binnen één visuele schil (de zgn. Rehab Manager). Tijdens de training werd duidelijk dat in de praktijk deze schil geen voordelen biedt en dat alle modules handmatig worden uitgevoerd als executable-file. SINTEF gaf aan dat de Rehab Manager slechts beperkte visuele mogelijkheden biedt. SINTEF stelt voor andere programma's (SynerGEE of ArcGIS) te gebruiken voor de visuele presentatie van resultaten van CARE-W.
3. Bij gebruik van FAIL - PHM bleek het invoeren van data erg lastig. Bij kleine fouten stopt het programma, voorbeelden van fouten waren onjuiste kolomnamen, punt/komma verwisseling of verkeerde datumnotatie. Deze problemen resulteren vaak in een onduidelijke mededeling, waarna de invoerfile handmatig gescreend moet worden. De CARE-W modules hebben geen geïntegreerde controle op de invoer.
4. Het programma FAIL speelt binnen CARE-W een centrale rol bij het opstellen van een korte termijn saneringsplan. Het optreden van storingen worden gezien als de voornaamste reden voor vervangen. Het Nederlandse leidingnet kenmerkt zich door een laag aantal storingen. Dit houdt in dat de storingenregistratie een langere periode dient te omvatten dan in andere landen. De database van Dunea bevat storingen over de periode 2003 - 2008. Na analyse bleek dat het aantal geregistreerde storingen nog steeds te laag is om meer gedetailleerde analyses uit te voeren. Daarnaast kan de vraag gesteld worden of deze focus op storingen overeenkomt met de situatie bij de Nederlandse waterbedrijven.
5. Voor het rekenen met de modules moet de computer worden ingesteld op de Engelse landeninstelling.
6. CARE-W heeft veel verschillende invoer- en uitvoerfiles. Met name als er meerdere personen met CARE-W werken verliest men gauw het overzicht. Er is een afzonderlijk informatie managementsysteem nodig waarin duidelijk wordt wat de versie is, wie er aan heeft gewerkt en wat de aangebrachte wijzigingen zijn.
7. De toepassing van Relnet blijkt beperkt. Het is gebaseerd op een verouderd hydraulisch model en kan alleen statisch (op één tijdstip) rekenen. Het programma kan maximaal 10.000 leidingen aan, het proefgebied Haaglanden bestaat daarentegen uit ca 20.000 leidingen. SINTEF ontwikkelt op dit moment een verbeterde versie van Relnet. Er is een prototype beschikbaar dat echter nog niet gebruikersvriendelijk is.
8. De module Aquarel komt beter overeen met de reële situatie dan Relnet. SINTEF geeft echter aan dat Aquarel stabiliteitsproblemen heeft, met name voor grotere netwerken.
9. Relnet en Aquarel hanteren een verschillende definitie en rekenwijze van de Hydraulic Criticality Index (HCI), wat verwarring kan opleveren.
10. Zowel Relnet als Aquarel bepalen de HCI op basis van drukonafhankelijk verbruik.
11. De HCI die door beide programma's wordt bepaald, kan ook worden berekend met SynerGEE. De met SynerGEE berekende HCI kan worden ingevoerd in ARP.
12. Zowel Relnet en Aquarel zijn link georiënteerd, wat inhoudt dat de HCI wordt bepaald per link en niet per afsluitersectie. De berekening op niveau van afsluitersectie komt beter overeen met de praktijk, een afsluitersectie is isoleerbaar, voor een link hoeft dit niet te gelden. SynerGEE kan een HCI bepalen op basis van afsluitersecties. Op dit moment zijn echter de afsluiters nog niet ingevoerd in SynerGEE.

### 3.2 Interview met trainers SINTEF

Tijdens de tweede trainingsweek heeft een gesprek plaatsgevonden tussen de trainers van SINTEF, Leif Sigurd Hafskjold en Stian Bruaset, en Adrie Varkevisser en Ralph Beuken. Tijdens dit gesprek werd openhartig gesproken over het verloop van de pilot, de toepassing van CARE-W voor Dunea en de rol die SINTEF wil spelen bij de verdere vermarkting van CARE-W.

SINTEF gaf aan dat CARE-W voornamelijk moet worden gezien als het product van een gezamenlijke onderzoeksinspanning. Binnen dit onderzoek is goed nagedacht over de wijze waarop een beslissing voor saneren tot stand komt. In dat kader zijn analysetools samengebracht die in combinatie leiden tot een lange en korte termijn saneringsplan. Deze tools hebben het karakter van expert-software, zij voeren berekeningen uit voor experts die goed op de hoogte zijn van de specifieke problematiek. CARE-W is geen gebruikersvriendelijke software die na een korte training door een brede groep gebruikers kan worden ingezet.

CARE-W kan dan ook niet worden beschouwd als een commercieel pakket en het wordt niet door een commerciële organisatie aangeboden. SINTEF is geïnteresseerd in de verdere verspreiding van CARE-W, echter meer vanuit de rol van consultant dan van softwareleverancier. De reden dat SINTEF een fee vraagt voor het gebruik van CARE-W is om 'serieuze' gebruikers te selecteren.

Er bestaat geen formele samenwerking meer tussen de leden van het onderzoeksconsortium dat CARE-W heeft ontwikkeld. Verschillende instituten zijn bezig de diverse modules verder te ontwikkelen. Hieronder volgt een overzicht zoals gegeven door Hafskjold en Bruaset van activiteiten van de verschillende onderzoeksinstituten.

#### LNEC

LNEC heeft het onderzoeksproject AWARE-P opgezet waarin instrumenten worden ontwikkeld voor betere besluitvoering voor het beheer van infrastructuur voor drinkwater en afvalwater. Het bouwt voort op de resultaten van CARE-W. SINTEF en een commerciële softwareleverancier zijn bij dit project betrokken. Het onderzoek wordt specifiek opgezet voor de Portugese markt, het nog moet blijken of de resultaten zinvol zijn voor Nederlandse waterbedrijven. Volgens de planning zal het project in april 2011 zijn afgerond. Voor meer informatie zie: <http://www.aware-p.org/np4/home>.

#### SINTEF

SINTEF houdt zich op beperkte schaal bezig met het ondersteunen van bedrijven die CARE-W toepassen. Op dit moment wordt Relnet verbeterd, met name wat betreft data handling. Relnet zal waarschijnlijk worden geïntegreerd in AWARE-P.

#### Cemagref

De module PHM is door Cemagref verder ontwikkeld tot het programma CASSES. CASSES onderzoekt net als PHM of er statistische relaties kunnen worden gevonden tussen het aantal storingen en parameters van het netwerk (leidingmateriaal, aanlegjaar, etc.) en/of de omgeving (bodemgegevens, diepte, verkeer, etc). CASSES maakt hierbij gebruik van een statistische methode (LEYP, Linear Extended Yule Process) die volgens Hafskjold en Bruaset leidt tot een betere resultaten dan bij PHM. Waar PHM zich beperkt tot een maximaal aantal leidingen van 10.000, kent CASSES geen beperking. CASSES heeft daarnaast een controle van de invoerdata en presenteert een log-rapport. Voor meer informatie zie: <https://casses.cemagref.fr/>.

#### Universiteit van Dresden

De activiteiten rondom LTP/KANEW worden voortgezet door het ingenieursbureau Baur en Kropp. Volgens Hafskjold en Bruaset worden er verbeteringen aangebracht aan KANEW. Zij richten zich echter meer op technische ondersteuning dan op softwareontwikkeling. Voor meer informatie zie: <http://www.baur-kropp.de/en/index.html>.

#### INSA

Volgens Hafskjold en Bruaset zijn er verbeteringen aangebracht in de ARP module, zij hebben hierover echter geen verdere informatie.

Hafskjold en Bruaset gaven aan dat de grootste uitdaging bij de verdere implementatie van instrumenten voor de ondersteuning van saneringsbeslissingen ligt bij de verbetering van informatiesystemen. De huidige informatiebehoefte van CARE-W zal niet veel afwijken van die van toekomstige en meer geavanceerde instrumenten. Hierdoor kan de toepassing van CARE-W een rol spelen bij het verder structureren van de databehoefte.

### **3.3 Interviews met trainees na afloop training**

#### **3.3.1 Antwoorden op vragenlijst**

Voor het krijgen van een zo objectief mogelijk beeld van de mogelijke toepassing van CARE-W voor Dunea, is een vragenlijst aan de trainees toegezonden. De antwoorden zijn weergegeven in diverse tabellen in Bijlage I. Hieronder worden de resultaten samengevat.

##### Algemene indruk CARE-W

De algemene indruk is dat CARE-W in beperkte mate voldoet aan de gewenste doelstelling, te weten een toekomstvaste tool om te komen tot beter onderbouwde beslissingen rondom investeringen in bedrijfsmiddelen. Het gemiddelde rapportcijfer dat de trainees geven is een 6+.

De algemene opzet en de onderbouwing van de modules van CARE-W wordt positief gewaardeerd. Het programma geeft een duidelijke methode om een aantal belangrijke overwegingen bij saneringsbeslissingen objectief af te wegen en het betreft daarbij zowel de kansen en de effecten van storingen. De beoordeling van de gebruikersvriendelijkheid van CARE-W wordt aanzienlijk minder positief beoordeeld.

##### Kwaliteit van de resultaten

De trainees stellen dat de berekeningen resultaten opleveren maar dat deze niet in alle gevallen tot meer inzicht leiden. Zij zijn van mening dat de hoeveelheid invoerdata te gering is voor een goede analyse.

##### Gebruik van CARE-W

De trainees zijn van mening dat CARE-W vrijwel niet te gebruiken is zonder uitvoerig raadplagen van de handleiding. Toch is men van mening dat na het volgen van de introductiecursus er voldoende kennis is om de modules zelfstandig te gebruiken. De gebruikersvriendelijkheid laat te wensen over, zo zijn de aanwijzingen niet altijd duidelijk of correct en zijn de mogelijkheden om zelf aanpassingen te maken in de visuele omgeving beperkt. De menustructuur en de presentatie van figuren en tabellen wordt als voldoende beschouwd. Tijdens de training is niet gebleken dat excessief lange rekentijden nodig zijn. Het komt nogal eens voor dat de modules vastlopen en er geen recovery mogelijk is. Dit houdt in dat rekenresultaten continue opgeslagen horen te worden.

##### Datahandling

Als één van de grootste bezwaren wordt het inlezen van data genoemd, met name bij FAIL - PHM. Bij een fout in de invoer loopt PHM vast en er wordt geen controle op de data uitgevoerd. De export van tabellen en figuren levert geen noemenswaardige problemen op. Het documenteren en het beschrijven van de processtappen vindt niet plaats in CARE-W. Het verdient aanbeveling om separaat en continue alle processtappen bij te houden.

##### Handleiding

Bij CARE-W wordt een handleiding bijgeleverd. De kwaliteit van deze handleiding wordt als acceptabel beschouwd. De handleiding is voornamelijk gericht op het gebruik van het programma en minder op de theoretische onderbouwing. Er worden duidelijke voorbeelden gepresenteerd. De theoretische onderbouwing is beschreven in de diverse rapporten die zijn gepubliceerd in het CARE-W onderzoeksproject, zie <http://www.sintef.no/Projectweb/CARE-W/>. De help functie van CARE-W wordt als beperkt beschouwd.

##### Kwaliteit ondersteunende organisatie

De trainees achten de betrouwbaarheid van SINTEF als ondersteunende organisatie als voldoende. Zij zijn zeer tevreden over de adequate wijze waarop SINTEF reageert op vragen.

### 3.3.2 Interviews met trainees

De antwoorden op de vragenlijst zijn individueel met de trainees doorgenomen. Daarna heeft er nog een aansluitende vergadering plaatsgevonden met het projectteam. Onderstaande bevindingen zijn opgemaakt op basis van deze gesprekken.

De trainees zijn positief over opzet van CARE-W en de link die het aanbrengt tussen statistiek en de praktijk van het beheer van leidingen. Het is echter belangrijk om deze statistiek op de juiste parameters te betrekken. In de praktijk blijkt de hoeveelheid en de kwaliteit van de data de voornaamste beperkende factor te zijn voor het maken van een goede saneringsvoorspelling. De beperkingen in de data doen zich voor op drie aspecten:

1. tekort aan storingsdata, storingen zijn de centrale factor bij het opstellen van een korte termijn saneringsbeslissing;
2. tekort aan kennis om bijvoorbeeld een voorspelling te maken van de restlevensduur van groepen leidingen, uit te drukken in de overlevingscurven voor LTP;
3. tekort aan overige parameters; om een multi-criteria analyse te maken die alle relevante factoren meeweegt, zullen deze factoren ook in de analyse betrokken moeten worden. Informatie over waterkwaliteit, gemeentelijke plannen, verkeerslasten, de aanwezigheid van bomen, etc zal de toepassing van ARP vergroten.

In de meeste landen is de storingsfrequentie veel hoger dan in Nederland. Vanuit internationaal perspectief is de centrale rol die aan storingen wordt toegekend logisch. Omdat voor het Nederlandse leidingnet storingen een relatief minder prominente rol spelen bij saneringsbeslissingen, is in deze context het belang van de module ARP groter dan dat van FAIL. Deze module betreft ook factoren zoals werken door derden, de invloed van de leiding op de waterkwaliteit en externe effecten.

Voor verdere toepassing van CARE-W bij Dunea lijken twee toepassingen het meest geschikt:

- Lange termijn investeringsplan: zet hiervoor LTP in en geef aandacht aan het opstellen van correcte overlevingsfuncties.
- Korte termijn investeringsplan: maak een saneringsvoorstel met behulp van ARP, dat door data wordt voorzien over:
  - Storingen door FAIL/USTORE
  - hydraulisch kritieke leidingen door SynerGEE
  - risicovolle leidingen door BEEL
  - waterkwaliteit door spuidata / SynerGEE (verblijftijden en snelheden) / klachtenregistratie / monstergegevens<sup>2</sup>
  - etc.

Bij het gebruik van CARE-W komen een aantal tekortkomingen naar voren. Hierop is bij het beantwoorden van de vragenlijst al ingegaan. Als voornaamste tekortkomingen worden genoemd:

- het afwezig zijn van een controle van de invoerdata en
- het werken met vele databestanden, waardoor makkelijk fouten ontstaan.

Het ontbreken van een gebruikersvriendelijke interface van waaruit het gehele programma bediend kan worden, wordt ook als tekortkoming gezien. Het zou ook prettig zijn als deze interface de gebruikers middels een stappenplan wegwijst in de verschillende onderdelen van een saneringsbeslissing. De trainees stellen echter dat nadat meer ervaring is opgedaan met CARE-W dit aspect niet meer als een echt nadeel werd ervaren.

Ondanks de praktische tekortkomingen van CARE-W kan toepassing leiden tot nuttige inzichten over het leidingnet en het beheer ervan. Het gebruik van CARE-W en het verder ontwikkelen van informatiesystemen hebben een positieve wisselwerking op elkaar. Het gebruik van CARE-W geeft inzicht in welke informatie zinvol is en in de wijze waarop informatiesystemen ingericht kunnen

---

<sup>2</sup> Opgemerkt wordt dat klachtenregistratie en monstergegevens voor deze toepassing niet altijd betrouwbaar zijn, de oorzaak hoeft immers niet gelegen te zijn op de locatie van de klacht of het monster.

worden. Door verdere ontwikkeling van deze informatiesystemen kan door inzet van CARE-W een beter onderbouwd saneringsvoorstel worden gemaakt.

Een praktisch voorbeeld als toelichting. Er is een algemeen inzicht dat de bodemsoort invloed heeft op de levensduur van leidingen. Binnen deze pilot zijn leidinggegevens gecombineerd met bodemgegevens. Dit vond plaats voor een lange termijn saneringsplan in LTP en in de analyse van de storingen in FAIL. Een geologische kaart van de gemeente Den Haag bleek hiervoor goed geschikt. Voor het gebied buiten Den Haag waren alleen bodemgegevens beschikbaar die waren opgesteld in het kader van de Meststoffenwet. De mate van detail van de geologische kaart voldoet, die van de meststoffenkaart niet. Door deze analyse krijgt men dus inzicht in welke invoerdata geschikt is. De analyse van Den Haag geeft vervolgens een beeld van de te verwachten restlevensduur van groepen leidingen in Den Haag op basis van de ondergrond en materiaaleigenschappen.

De modules LTP, FAIL en ARP zijn uitvoerig getest.

- LTP heeft een duidelijke opzet en komt tot waardevolle resultaten. Het programma kan als een verbetering worden gezien van het huidige lange termijn vervangingsplan dat wordt opgesteld met behulp van saneringsvensters. Aandachtspunt bij LTP blijft het opstellen van juiste overlevingsfuncties.
- FAIL heeft een goede statistische onderbouwing, helaas konden met het beperkte aantal storingen in het proefgebied geen statistisch betrouwbare relaties worden gevonden. Wellicht dat een toepassing op een subgroep met een relatief hoger aantal storingen een beter resultaat oplevert.
- ARP leidde tot een aantal voorstellen voor sanering, echter na nadere analyse bleek dat deze voorstellen niet geschikt waren. De oorzaak hiervan was dat de analyse met slechts drie categorieën plaatsvond: storingen, HCI en kruisingen met wegen (zgn. oversteken). Het impact van de voorspelde storingsfrequentie en de HCI zijn erg laag, door respectievelijk het lage aantal storingen en de vermaasde netstructuur. Dit houdt in dat de aanwezigheid van oversteken de enige bepalende factor was. Een zinvolle analyse is alleen mogelijk als meer parameters worden meegenomen en er een beter inzicht is in toekenning van waarderingen van de verschillende parameters.

### **3.3.3 Interview met interne opdrachtgever**

Er is kort gesproken met Toine Ramaker, Hoofd B&O en intern opdrachtgever van de pilot CARE-W. Hierbij is CARE-W zelf niet besproken maar is wel kort ingegaan op de verwachte resultaten en het verloop van de pilot. Toine geeft aan dat het de verwachting is dat CARE-W behulpzaam kan zijn bij het beter onderbouwen van investeringsplannen. Deze zijn volgens hem nu nog te veel gebaseerd op subjectieve gronden. Daarnaast hoopt Toine dat CARE-W inzichtverhogend is in de prestatie van het leidingnet. Toine gaf aan dat het IT-beleid van Dunea inhoudt dat alleen in zee wordt gegaan met betrouwbare partners, waarbij er voldoende zekerheid is over werkende software en goede ondersteuning. Hij gaf aan dat er twijfels zijn of SINTEF dit waar kan maken.

Over het verloop van de pilot gaf Toine aan dat veel is misgegaan. Hierdoor is een negatief beeld ontstaan over CARE-W. Dit had voor een groot deel te maken met het lange voorbereidingstraject. Het idee bestond dat na verificatie van de data in 2005 en de daarop gevolgde verbeteringen van de data, snel tot uitvoering van de pilot kon worden overgegaan. Met name de inspanning om alle leidingen vanuit LRS naar SynerGEE over te brengen was groter dan ingeschat.

### **3.4 Inpassing van CARE-W in het IT beleid**

Dunea stelt in haar GIS-visie dat zij kiest voor de Best of Breed strategie, wat inhoudt dat voor verschillende toepassingen de beste softwareapplicatie wordt gekozen (DZH, 2008). Deze aanpak staat tegenover de ERP-strategie waarin één geïntegreerd pakket alle bedrijfsprocessen ondersteunt. De Best of Breed strategie stelt hoge eisen aan de uitwisseling van informatie tussen de verschillende pakketten. Dunea kiest in haar GIS-visie te werken vanuit één centrale database. Dit heeft als voordeel dat er één centrale en actuele bron is voor de data. Hiermee wordt voorkomen dat er verschillende dataversies in omloop zijn, wat in de praktijk vaak tot fouten leidt.

Remko van Hamersvelt geeft aan dat Dunea als beleid heeft dat alle applicaties via de Norton Application Launcher (NAL) op de C-schijf worden geïnstalleerd. De C-schijf is voor gebruikers niet zichtbaar, de datafiles staan op de D-schijf. Installatie via de NAL was niet mogelijk gezien de vele losse modules die allemaal apart geïnstalleerd moesten worden, de verschillende toekenning van rechten en



specifieke instellingen. Voor deze pilot zijn daarom de modules van CARE-W handmatig op de D-schijf geïnstalleerd. Dit heeft als gevolg dat executables en data-files door elkaar staan en dat executables per ongeluk verwijderd kunnen worden. Als CARE-W in de huidige vorm wordt ingevoerd zal de installatie via de NAL uitgevoerd moeten worden wat relatief veel tijd kost.

Dunea stelt eisen aan data-uitwisseling en het centraal installeren via de NAL. Gezien de problemen met het uitwisselen en van data en de complexe installatie, wordt geconcludeerd dat CARE-W niet goed aansluit bij de IT-visie van Dunea.

Naast het IT beleid van I&A kent functioneel beheer bij P&S "acceptatiecriteria" voor het in beheer nemen van applicaties. Hierbij moet gedacht worden aan beschikbaarheid van functionele documentatie, een gebruikershandleiding, faciliteiten voor het goed kunnen beheren van autorisaties, contracten en SLA's met leveranciers, etc. Op basis van de pilotbevindingen concludeert P&S (Stanley Amier, Rebecca van Es) dat CARE-W niet voldoet aan de meeste acceptatiecriteria en derhalve voor dit pakket geen professioneel functioneel beheer kan worden uitgevoerd.

## 4 Conclusies en aanbevelingen

### 4.1 Evaluatie pilot Dunea op basis van de eisen

In de pilot wil Dunea toetsen of CARE-W een geschikte en toekomstvaste tool is voor beter onderbouwde beslissingen rondom investeringen voor het vervangen van leidingen. De criteria geschikt en toekomstvast zijn in paragraaf 1.3 nader gepreciseerd. De beoordeling van deze criteria voor de pilot bij Dunea zijn hieronder weergegeven.

- 1.a CARE-W genereert resultaten die aansluiten op de ervaringen in de praktijk.
  - Tijdens de training zijn de diverse modules van CARE-W ingezet en zijn rekenresultaten beschikbaar gekomen. Deze resultaten hebben nog geen direct bruikbare saneringsvoorstellen opgeleverd. De voornaamste reden hiervoor is de beschikbaarheid en de kwaliteit van de invoerdata. Gebruik van CARE-W zal naar verwachting leiden tot meer inzicht in het leidingnet en het beheer daarvan.
- 1.b CARE-W genereert resultaten op een correcte en begrijpelijke wijze.
  - De opzet van CARE-W komt overeen met de belangrijkste aspecten die een rol spelen bij het maken van een saneringsbeslissing. Als kanttekening wordt gemaakt dat storingen bij CARE-W een prominente rol spelen. Ook voor waterbedrijven die participeren in het BTO zijn storingen de voornaamste reden van vervangen. De wens leeft echter bij waterbedrijven om ook andere aspecten zoals restlevensduur en consequenties van falen een meer prominente rol te laten spelen<sup>3</sup>.
  - CARE-W is in het verleden gepresenteerd als een geïntegreerd pakket, in de praktijk bestaat het echter uit diverse losse modules (executable-files).
  - Een negatief aspect is dat sommige modules niet meer dan 10.000 leidingen kunnen analyseren.
  - Een aantal programma's blijkt niet of onvoldoende te werken (bijvoorbeeld Aquarel en Poisson). DUNEÀ is met name geïnteresseerd in de modules ARP, LTP en FAIL, deze lijken bij gebruik van de juiste invoergegevens redelijk inzetbaar te zijn.
- 1.c CARE-W genereert resultaten met een aanvaardbare inspanning.
  - Het werken met CARE-W is niet eenvoudig. Er is een grote inspanning nodig voor het maken van correcte invoerdata. De afwezigheid van een routine die de invoerdata controleert en eventuele fouten aanwijst, wordt als een groot gemis ervaren.
  - Een aspect van aandacht zijn de vele losse invoer- en uitvoerfiles waarmee gewerkt wordt, dit kan makkelijk leiden tot fouten.
  - CARE-W voldoet niet aan de eisen zoals gesteld in het IT-beleid van Dunea.
2. Toekomstvast, op volwaardige wijze ondersteunen van Dunea en ontwikkelen van CARE-W.
  - SINTEF is een onderzoeksinstituut en geen commerciële softwareleverancier. De huidige ervaringen zijn dat er snel en adequaat wordt gereageerd op vragen van Dunea. Er is geen zekerheid dat deze wijze van ondersteuning ook in de toekomst zal blijven.
  - SINTEF is niet actief bezig met het verder ontwikkelen van CARE-W. Er bestaat wel een samenwerkingsverband om een opvolger voor CARE-W te ontwikkelen, het is niet duidelijk of dit voor Dunea tot bruikbare resultaten leidt.

---

<sup>3</sup> Dit bleek onder andere tijdens de workshop 'Leidingen vervangen of niet, hoe neem je een goede beslissing' van 8 december 2009.

## 4.2 Vervolg op CARE-W zoals gepresenteerd tijdens LESAM2009

Na afloop van de evaluatie bij Dunea is in november 2009 de IWA Leading Edge Conference on Strategic Asset Management (LESAM2009) gehouden. Op deze conferentie is een aantal initiatieven gepresenteerd als vervolg op CARE-W. Dit betrof:

1. AWARE-P: Dit project is toegelicht, waarbij naast de ontwikkeling van software ook een handleiding asset management wordt gepresenteerd. De afronding staat gepland voor april 2011.
2. SIROCO: Dit is een geïntegreerd pakket dat is gebaseerd op de modules FAIL, REL en ARP. Volgens de aanbieder sluit dit pakket goed aan op bestaande informatiesystemen.
3. KANEW: Dit pakket dat gelieerd is aan de module LTP, is verder ontwikkeld en in de praktijk getoetst.
4. GIS analyse en CARE-W: Door Annie Vanrenterghem-Raven worden in samenwerking met diverse consultants in de VS studies uitgevoerd waarbij de diverse modules van CARE-W worden gecombineerd met GIS-analyses. Deze analyses lijken vooral bedrijfsspecifiek (tailor-made).

De aanbieders van SIROCO en KANEW, respectievelijk het Franse G2C en het Duitse Bauer-Kropp, zijn een samenwerking gestart. KWR heeft contact gelegd met beide bedrijven om te komen tot een presentatie van deze producten voor de waterbedrijven.

## 4.3 Conclusies

Conclusies met betrekking tot de pilot CARE-W bij Dunea:

1. Geconcludeerd wordt dat het pakket CARE-W, met name op systeemtechnische gronden, niet voldoet aan de eisen die Dunea stelt aan een geschikte en toekomstvaste tool voor beter onderbouwde beslissingen voor het saneren van leidingen.
2. CARE-W voldoet niet aan de eisen die gesteld worden vanuit het IT-beleid van Dunea.
3. De inhoudelijke benadering van saneringsvraagstukken door CARE-W sluit aan op de bedrijfspraktijk. Met betrekking tot de inzet van de afzonderlijke modules van CARE-W wordt geconcludeerd dat:
  - a. invoering van de module LTP mogelijkheden lijkt te bieden voor een verbeterde analyse voor het lange termijn vervangingsbeleid. Hiervoor zijn echter nog een aantal verbeteringen in de invoerdata nodig (zie aanbevelingen).
  - b. de modules FAIL en ARP op een minder prominente wijze kunnen worden ingezet om inzicht te krijgen in het leidingnet en prikkels te geven om de vastgelegde informatie in de bronsystemen uit te breiden.
  - c. nader onderzocht dient worden op welke wijze de bovengenoemde modules ingezet kunnen worden.

Algemene conclusies voor de waterbedrijven:

1. CARE-W moet vooral worden gezien als een prototype, dat een theoretisch kader vormt om te komen tot beslissingen over het vervangen van leidingen op de lange termijn (saneringsvolumes) en op de korte termijn (saneringskandidaten). In de huidige vorm heeft het pakket CARE-W een aantal inhoudelijke tekortkomingen en is het pakket niet goed te integreren in de bestaande informatiesystemen van waterbedrijven.
2. De module LTP (onderdeel van het pakket CARE-W) is relatief eenvoudig in te zetten en kan inzicht geven in langetermijnprognoses voor vervangingen van het leidingnet. De modules FAIL en ARP kunnen op experimentele basis ingezet worden.
3. CARE-W moet vooral gezien worden als een onderzoeksproject, waarbij vanuit een breed perspectief is gekeken naar het vervangingsbeleid van leidingen. Op dit moment zijn er meerdere potentierijke initiatieven om het gedachtegoed van CARE-W om te zetten naar meer geschikte softwaremodellen.
4. In deze pilot kwam naar voren dat de beschikbaarheid en de kwaliteit van data cruciaal is voor het bepalen van het vervangingsvolume en het selecteren van vervangingskandidaten. Deze conclusie is reeds in meerdere BTO-projecten getrokken.

#### 4.4 Aanbevelingen

Aanbevelingen met betrekking tot de pilot CARE-W bij Dunea:

1. Dunea wordt aanbevolen het pakket CARE-W, met name op basis van systeemtechnische argumenten, niet in te zetten als een strategisch instrument voor het onderbouwen van beslissingen voor het saneren van leidingen.
2. Dunea wordt aanbevolen te onderzoeken hoe op een verantwoorde wijze invulling gegeven kan worden aan de behoefte van het inzetten van de afzonderlijke modules LTP, FAIL en ARP. Aandacht gaat hierbij uit naar functioneel en technisch beheer.
3. De module LTP lijkt een meer prominente rol te kunnen spelen binnen het planningsinstrumentarium van Dunea. Om dit mogelijk te maken wordt aanbevolen de volgende verbeteringen door te voeren in de invoerdata van LTP:
  - nadere onderbouwing van de indeling van leidingen in cohorten;
  - het op basis van consensus van experts opstellen van overlevingskrommen van elk cohort;
  - het verder verbeteren van de bodemgegevens van de leidingen.
4. Dunea wordt aanbevolen de modules FAIL en ARP op een kleinere schaal in te zetten voor het maken van voorstellen voor een korte termijn investeringsplan. Hiermee wordt inzicht verkregen in het leidingnet en worden prikkels gegeven om de vastgelegde informatie in de bronsystemen uit te breiden.
  - Om beter gebruik te maken van ARP wordt voorgesteld op korte termijn verbeteringen in de invoerdata door te voeren, te denken valt aan de volgende parameters:
    - risicovolle leidingen (BEEL),
    - storings (U-STORE),
    - bodemgegevens,
    - Hydraulic Criticality Index (HCI) van SynerGEE.
5. Aangezien het toepassing van FAIL in de praktijk tot problemen leidt, wordt aanbevolen te onderzoeken of inzet van het pakket CASSES leidt tot betere resultaten. Tevens wordt aanbevolen te onderzoeken of het pakket KANEW beter aansluit op het IT-beleid dan LTP.
6. Door het gericht vervangen van leidingen kunnen investeringen optimaal worden aangewend. Het maken van een gefundeerd saneringsvoorstel is hiervoor een belangrijke voorwaarde. Dunea wordt aanbevolen zich te blijven oriënteren op instrumenten die hierbij behulpzaam kunnen zijn. Tevens wordt aanbevolen te onderzoeken op welke wijze de datavoorziening kan worden verbeterd om te komen tot goede onderbouwingen van saneringsbeslissingen. Aanbevolen wordt de ontwikkeling te volgen van het pakket AWARE-P, dat naar verwachting in 2011 op de markt zal komen.

Algemene aanbevelingen voor de waterbedrijven:

Er ontstaat een algemene consensus bij waterbedrijven dat het vervangingsvolume van leidingen in de komende jaren zal toenemen. Waterbedrijven wordt aanbevolen na te gaan op welke wijze zij vorm willen geven aan beleid voor het bepalen van het vervangingsvolume en het selecteren van te vervangen leidingen. Recent heeft een BTO workshop plaatsgevonden ('Leidingen vervangen of niet, hoe neem je een goede beslissing', 8 december 2009) die zich richtte op de meest belangrijke beslissingsvariabelen en de eisen waaraan ondersteunende tools moeten voldoen. Tevens vinden er in de bedrijfstak verkenningen plaats naar tools voor het ondersteunen van deze beslissingen. De pilot CARE-W is één van deze initiatieven en levert duidelijke inzichten op hoe vorm te geven aan verbeterde beslissingen en de mogelijkheden van ondersteunende tooling.

Waterbedrijven wordt aanbevolen:

4. Na te gaan op welke wijze beslissingen over het vervangen van leidingen het beste genomen kunnen worden en welke ondersteunende tools en informatiesystemen hiervoor nodig zijn.
5. Zich actief in te blijven zetten bij het verder opzetten en uitwerken van datasystemen, zoals storingsregistraties, afsluitercontroles, materiaalonderzoek en effectanalyses.
6. Zich te blijven oriënteren op tools voor het ondersteuning van beslissingen voor het vervangen van leidingen en de kennis hierover te delen met andere waterbedrijven. Als voorbeeld wordt genoemd de presentatie van de pakketten LTP en SIROCO die dit voorjaar zal plaatsvinden in het kader van het BTO.



## 5 Referenties

Beuken, R. H. S. (2009). *Evaluatie pilot CARE-W bij Dunea, Geschiktheid en toekomstvastheid voor het selecteren van te saneren leidingen*. Kiwa N.V., Nieuwegein, KWR 09.057.

Beuken, R. H. S. (2006). *Verkenning mogelijkheden praktijktoets CARE-W, verslag conferentie eindgebruikers in Barcelona en evaluatie voor EPA*. Kiwa N.V., Nieuwegein, BTO 2006.072.

Beuken, R. H. S. (2005). *Presentatie CARE-W; Jon Rostum, 15 juni 2005*. Kiwa N.V., Nieuwegein, BTO 2005.038.

Beuken R. H. S., Mesman G. A. M. (2003). *Verslag conferentie CARE-W in Bath, Engeland*, Kiwa N.V., Nieuwegein, BTO 2003.065.

DZH (2008). *Advies GIS, herijking visie GIS 2006 binnen sector Verkoop*. Versie 1.0, 10-10-2008.

DZH (2009). *PID document Pilot CARE-W*. Versie 2.0. 22-4-2009.

Saegrov, S. en J. Rostum (2008). *Mondelinge toelichting bij presentatie door SINTEF van CARE-W bij DZH op 28-2-2008*.

Vanrenterghem-Raven A. (2006). *An independent review of the EU-funded CARE-W programme*. Water Asset Management International, June 2006, Issue 2, Volume 2, IWA Publishing.

Geraadpleegde websites:

- CARE-W: <http://www.sintef.no/Projectweb/CARE-W/>
- AWARE-P: <http://www.aware-p.org/np4/home>
- CASSES: <https://casses.cemagref.fr/>
- LTP: <http://www.baur-kropp.de/en/index.html>



# I Vragenlijst voor trainees

De antwoorden op de vragenlijst zijn ingedeeld in de categorieën voor de waardering en de importantie. De waardering geeft aan hoe men CARE-W waardeert voor dit specifieke item. De importantie geeft aan hoe belangrijk men dit item vindt. De waardering is opgedeeld in 5 categorieën:

- Ruim: voldoet ruim aan gestelde eisen
- Voldoet: voldoet net aan de gestelde eisen
- Beperkt: voldoet niet aan eisen, zinvol resultaat mogelijk met nadere handmatige bewerkingen
- Niet: voldoet niet aan de gestelde eisen
- GM: geen mening

De importantie is ingedeeld in de categorieën: hoog, vrij hoog, vrij laag en laag

Tabel 2. *Algemene indruk van CARE-W. De antwoorden op de vragen A3, A4 en A5 zijn samengevat.*

De projectdoelstelling is: "met behulp van een pilot inzicht te verkrijgen of CARE-W een voor Dunea geschikte en toekomstvaste tool is voor beter onderbouwde beslissingen rondom investeringen in bedrijfsmiddelen.		Ruim	Voldoet	Beperkt	Niet	GM
A1	Kun je in algemene zin aangeven of je verwacht dat CARE-W kan voldoen aan de doelstelling te komen tot beter onderbouwde beslissingen mbt onderhoud en vervanging		0.5	3.5		
A2	Kun je in algemene zin een rapportcijfer geven voor CARE-W?	6.25				
A3	Kun je aangeven wat je <u>sterke elementen</u> vindt van CARE-W? <ul style="list-style-type: none"> <li>• De veelzijdigheid van de aspecten die het programma kan meenemen om saneringsbeslissingen te ondersteunen, zoals kritisch karakter leiding, storingen, leidingkarakteristieken, omgevingsfactoren, expert judgements.</li> <li>• Programma is toegespitst om te saneren op basis van storingen en de gevolgen van de storingen.</li> <li>• Statistische onderbouwing van FAIL.</li> <li>• Opzet van LTP en de goede resultaten die het oplevert.</li> <li>• ARP op aspect wens/prestatieprofiel.</li> </ul>					
A4	Kun je aangeven wat je de <u>zwakke elementen</u> vindt van CARE-W? <ul style="list-style-type: none"> <li>• De modules zijn nog DOS-georiënteerd en niet gebruiksvriendelijk.</li> <li>• Input wordt niet gecheckt en er is geen toelichting bij foutmeldingen.</li> <li>• FAIL kon met storingsgegevens van Haagregio weinig correlaties vinden.</li> <li>• Bovenstaande sterkte dat het veel gegevens kan meenemen is tevens de zwakte, omdat het veel tijd en energie kost om de gegevens te verzamelen en te corrigeren/ controleren op juistheid en betrouwbaarheid.</li> <li>• Ondanks de vele factoren die kunnen worden meegenomen in de saneringsbeslissing, blijft de vraag of deze factoren de juiste zijn.</li> <li>• Programma is weinig toekomstvast (software wordt door Sintef niet verder ontwikkeld)</li> </ul>					
A5	Ruimte voor verdere toelichting <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantal storingen bij Dunea is laag; andere wegen zoeken voor san.voorstellen; evt. binnen Care-W. FAIL en ARP toepassen binnen voorselectie; bijv. segment GGII &gt; 80jaar</li> <li>• Training heeft geen bevredigend resultaat voor storingsfrequentie opgeleverd. Door het vermaasde net heeft REL ook geen leidingen opgeleverd die voor sanering in aanmerkingen komen.</li> </ul>					



Tabel 3. *Kwaliteit van de resultaten.*

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
B1	Leveren de diverse modules van CARE-W voor DUNEA bruikbare inzichten op van het leidingnet?			4			4			
B2	Hoe beoordeel je de toepasbaarheid resultaten voor beleid voor vervanging en onderhoud?		1	2	1		4			
B3	Komen de resultaten overeen met de heersende opvattingen over kwaliteit van leidingen?			3	1		1	3		
B4	Heb je evident foute resultaten gevonden, die niet zijn terug te voeren op kwaliteit van de input?		1	1	1	1	2	2		
B5	Hoe beoordeel je de gevoeligheid van de resultaten?			3	1		1	3		
B6	Is de hoeveelheid inputdata voldoende om een goed resultaat te behalen?			1	2		2	1		
B7	In hoeverre schat je in dat de resultaten van CARE-W beter zijn dan resultaten op basis van eigen inzicht?		1	3			1	3		
B8	Is het makkelijk de resultaten van CARE-W over te brengen aan iemand die het programma niet kent?		2	3				4		

Tabel 4. *Gebruik van programma.*

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
C1	Is CARE-W zelfstandig te gebruiken zonder veelvuldig raadplegen van handleiding?			3	1			3	1	
C2	Heb je de indruk dat je na de introductiecursus over voldoende kennis beschikt om CARE-W te kunnen inzetten?		4					3	1	
C3	Hoe beoordeel je de look-and-feel van CARE-W?			4				2	1	1
C4	Kan je makkelijk door de verschillende onderdelen in de grafische schil bewegen?		2		1	1		1	2	1
C5	In hoeverre zijn de aanwijzingen in het programma duidelijk en correct?			3	1			3	1	
C6	Is de menu-structuur en overige opbouw logisch?		2	2				3	1	
C7	Zijn alle aanwijzingen geschreven in duidelijk Engels?		4					2	2	
C8	Zijn de presentaties van tabellen en figuren op het scherm duidelijk?		2	2			1	2	1	
C9	Kunnen gegevens op adequate wijze visueel worden gepresenteerd?		1	1	2		1	2	1	
C10	Is er in de visuele omgeving voldoende mogelijkheid om zelf aanpassingen te maken?			1	3		1	1	2	
C11	Is de rekensnelheid van CARE-W voldoende?	1	3					2	2	
C12	Komt het voor dat het programma vastloopt of dat het programma is te verlaten zonder dat data is opgeslagen?		1	2				3	1	
C13	Wordt data continue opgeslagen, is er een recover optie bij vastlopen?			1	1	1		2	2	
C14	Is er een undo optie?				1	2		2	2	

C15	Moet dezelfde data onnodig vaak ingevoerd worden?			2	1			3	1	
C16	Zijn er onderdelen van het programma waarvan de kwaliteit dusdanig is dat toepassing door DUNEA niet gewenst is?			2		1		2	1	

Tabel 5. *Data handling.*

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
D1	Kan CARE-W makkelijk data inlezen?			1	3			4		
D2	Maakt CARE-W gebruik van toegankelijke dataformats?		1	2	1			2	2	
D3	Hoe reageert CARE-W op fouten in invoer, is er dan mogelijkheid tot correctie?				4		1	2	1	
D4	Is het makkelijk achteraf handmatige wijzigingen/aanvullingen aan te brengen?		2	2				2	2	
D5	Is data makkelijk te exporteren naar andere pakketten?		1	3				3	1	
D6	Zijn figuren en tabellen makkelijk te exporteren naar andere pakketten?		2	1		1	1	2	1	
D7	Kan data makkelijk gefilterd en gezocht worden?		2	2				1	2	
D8	Kunnen uitgevoerde projecten makkelijk en overzichtelijk gedocumenteerd worden?		1	3				3	1	
D9	Worden naast de resultaten ook de processtappen gedocumenteerd?			1	2	1		3	1	

Tabel 6. *Installatie en onderhoud.*

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
E1	Is CARE-W makkelijk - foutloos te installeren?			2		2			2	
E2	In hoeverre kunnen updates makkelijk worden uitgevoerd?					4			1	
E3	In hoeverre sluit CARE-W aan op de informaticaomgeving en beleid van DUNEA?			3	1			1	1	
E4	Is CARE-W te installeren op het netwerk?		1	1		2			1	
E5	Voldoet het programma aan de IT-beveiligingseisen van DUNEA, is een password nodig?					4			1	
E6	Zijn er gedifferentieerde rechten mogelijk (user - administrator), is dit gewenst?					4			1	
E7	Zijn er aspecten binnen CARE-W die jullie specifiek aangepast willen hebben voor DUNEA?					3			1	

Tabel 7. Documentatie Handleiding.

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
F1	Is van alle onderdelen van CARE-W een handleiding bijgeleverd?		2	2			3	1		
F2	Is de opzet van de handleiding logisch en overzichtelijk?		1	3			3	1		
F3	Is de uitleg in de handleiding duidelijk?		1	3			3	1		
F4	Bevat de handleiding voldoende theoretische kader voor een goed begrip van CARE-W?			3	1		4			
F5	Is er naast een papieren handleiding ook een goede help-functie?		1	1	2		4			
F6	Worden de vragen die je hebt bij het gebruik van CARE-W voldoende beantwoord?		1	3			3	1		
F7	In hoeverre is de handleiding up-to-date		1	2		1	2	2		
F8	Bevat de handleiding duidelijke voorbeelden of zijn anderszins demo's bijgeleverd?		2	2			3	1		

Tabel 8. Evaluatie aanbiedende organisatie.

		Score					Importantie			
		Ruim	Voldoet	Bepoort	Niet	GM	Hoog	Vrij hoog	Vrij laag	Laag
G1	Hoe schat je de betrouwbaarheid van SINTEF in, verwacht je dat zij over enkele jaren nog steeds ondersteuning kunnen/willen bieden?		3	1			3			
G2	Wordt door SINTEF adequaat (snel, inhoudelijk correct, open instelling) antwoord gegeven op jullie vragen?	3	1				1	2		

