

e100171301

## Case study beheersysteem asfaltdijkbekledingen

Projectnummer : e100171301  
Offertenummer en datum : o110998 17 augustus 2011  
Titel rapport : Case study beheersysteem asfaltdijkbekledingen  
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : Deltares  
Adres : Postbus 177  
Plaats : 2600 MH DELFT  
Naam contactpersoon : mevrouw B. Wichman  
Datum opdracht : 13 september 2011  
Kenmerk opdracht : 1205362-000-GEO-0007

Contactpersoon KOAC•NPC : ing. A.K. de Looff  
Auteur(s) rapport : ir. M.P. Davidse

### Rapportage

Naam: ir. M.P. Davidse

Functie: Adviseur

Handtekening:

br.

Datum: 23 november 2011

### Autorisatie

Naam: ing. A.K. de Looff

Functie: Manager productgroep  
Advies

Handtekening:

Datum: 23 november 2011

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC•NPC mag het rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

## Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding.....</b>                             | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Opzet databeheersysteem.....</b>               | <b>8</b>  |
| 2.1      | Inleiding .....                                   | 8         |
| 2.2      | Niveaus .....                                     | 8         |
| 2.3      | Indeling data naar niveau.....                    | 12        |
| <b>3</b> | <b>Verzamelen gegevens.....</b>                   | <b>16</b> |
| <b>4</b> | <b>Opzetten en vullen database.....</b>           | <b>17</b> |
| 4.1      | Inleiding .....                                   | 17        |
| 4.2      | Vullen database .....                             | 17        |
| 4.3      | Functies database .....                           | 17        |
| <b>5</b> | <b>Modules beheersysteem .....</b>                | <b>18</b> |
| 5.1      | Inleiding .....                                   | 18        |
| 5.2      | Data archief .....                                | 19        |
| 5.3      | Beheer en onderhoud .....                         | 19        |
| 5.4      | Planning en budget .....                          | 20        |
| 5.5      | Toetsen op veiligheid .....                       | 20        |
| 5.6      | Status modules .....                              | 20        |
| <b>6</b> | <b>Beheer, herstelmaatregelen en kosten .....</b> | <b>21</b> |
| 6.1      | Inleiding .....                                   | 21        |
| 6.2      | Beheersystematiek.....                            | 21        |
| 6.3      | Vaste en variabele gegevens.....                  | 22        |
| 6.4      | Toetsing aan richtlijn .....                      | 22        |
| 6.5      | Gedragmodellen en waarschuwingsgrenzen .....      | 23        |
| 6.6      | Planperiodes .....                                | 24        |
| 6.7      | Herstelmaatregelen .....                          | 25        |
| 6.8      | Status beheermethodiek .....                      | 26        |
| <b>7</b> | <b>Planning en budget.....</b>                    | <b>27</b> |
| 7.1      | Inleiding .....                                   | 27        |
| 7.2      | Onderhoudscenario's .....                         | 27        |
| 7.3      | Eenmalige en cycluskosten.....                    | 28        |
| 7.4      | Status module planning en budget .....            | 30        |
| <b>8</b> | <b>Levensduurmodellen .....</b>                   | <b>31</b> |
| 8.1      | Inleiding .....                                   | 31        |
| 8.2      | Levensduur o.b.v. de rek.....                     | 31        |
| 8.3      | Levensduur o.b.v. de breuksterkte.....            | 33        |
| 8.4      | Conclusies en status .....                        | 35        |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>9</b>  | <b>Koppelingen met externe programma's .....</b>    | <b>36</b> |
| 9.1       | Inleiding .....                                     | 36        |
| 9.2       | Dataopslag .....                                    | 36        |
| 9.3       | Digispectie en digigids .....                       | 36        |
| 9.4       | Positie beheersysteem.....                          | 37        |
| <b>10</b> | <b>Referenties.....</b>                             | <b>38</b> |
|           | <b>Bijlage 1 Informatieschema .....</b>             | <b>39</b> |
|           | <b>Bijlage 2 Herstelmaatregelen en kosten .....</b> | <b>41</b> |

## 1 Inleiding

Veel asfaltdijkbekledingen in Nederland hebben inmiddels een hoge leeftijd bereikt. Hierdoor neemt het onderhoud aan de bekledingen toe. Uit een inventarisatie onder beheerders van asfaltdijkbekledingen is gebleken dat er behoefte is aan een beheermethode voor de asfaltdijkbekledingen. In dit rapport zijn de resultaten beschreven van een case study die is uitgevoerd voor het opzetten van een beheermethode voor asfaltdijkbekledingen.

Er is gekozen om een case study uit te voeren waarbij gegevens uit verschillende jaren worden verzameld en ingepast in een beheersysteem. Omdat de case study is uitgevoerd om de opzet van de beheermethode te onderzoeken zijn de gegevens losgekoppeld van een locatie waardoor gegevens fictief kunnen zijn. De beheermethode moet tenslotte voor alle asfaltdijkbekledingen in Nederland toepasbaar zonder dat de locatie er toe doet.

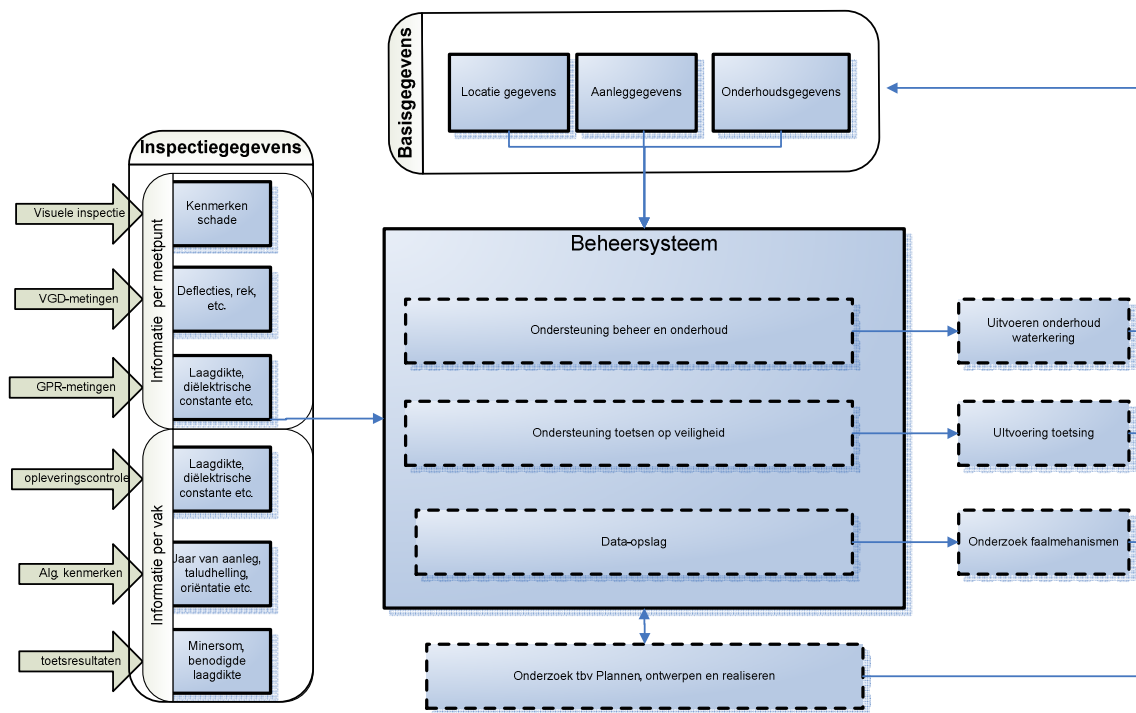
Gegevens die voor de opzet zijn gebruikt zijn:

- Standaardeigenschappen zoals mengselsamenstelling en holle ruimte. Deze zijn bekend uit opleveringscontroles en digitaal beschikbaar
- Sterkte-eigenschappen (breuksterkte uit 2009 en vermoeiingseigenschappen uit 2004) uit veiligheidsbeoordelingen.
- Resultaten radarmetingen (uit het jaar 2004)
- Resultaten valgewicht-deflectiemetingen (jaren 2004, 2009, 2010 en 2011)
- Resultaten gedetailleerde visuele inspectie volgens het VTV (uit het jaar 2009)

Dit vormt een complete set gegevens om een beheersysteem mee te vullen. In het visiedocument dat door Infram is opgesteld [Infram, 2010] is weergegeven hoe een beheersysteem voor asfaltbekledingen er uit zou kunnen zien. Gekozen is om de in dat document geschetste methode uit te werken om zo de methode verder te detailleren en knelpunten vast te leggen. De opzet en de uitgevoerde werkzaamheden zijn hieronder verder toegelicht.

### **Opzet van de beheermethode**

De opzet van de beheermethode is uitgewerkt in [Infram, 2010]. Een schema van het systeem is weergegeven in figuur 1.



Figuur 1: Schema van de beheermethode [infram, 2010]

Er wordt met de huidige beschikbare kennis een beheermethode opgezet waarbij een deel van de benodigde kennis in dit project wordt ontwikkeld. Met een beheermethode wordt beschikbare data inzichtelijk gemaakt en kan met behulp van deze data een planning van onderhoud en budget gemaakt. De beheermethode is niet bedoeld voor het ontwerp of een reconstructie van een bekleding.

### Uitgevoerde werkzaamheden

De case study is uitgevoerd op een bekleding van waterbouwasfaltbeton. Voor het uitvoeren van de case study zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd:

- Opstellen plan van aanpak
- *Verzamelen van gegevens.* Dit betreft de standardeigenschappen van mengsels uit de opleveringscontroles, de resultaten van valgewicht-deflectiemetingen uit 2004 en 2009, grondradarmetingen uit 2004, resultaten gedetailleerde visuele inspectie uit 2009, overige relevante toetsresultaten. Vrijwel alle benodigde informatie is bij KOAC·NPC aanwezig. Op de gegevens zijn eenvoudige bewerkingen uitgevoerd om het invoeren in een database mogelijk te maken.
- *Opzetten en vullen van een geo-database.* Een deel van de gegevens is per meetpunt opgeslagen (met x,y en z-coördinaten) zoals vgd-meetpunten, een ander deel is per vak opgeslagen zoals minersommen en enkele standardeigenschappen. Hiervoor is een goede indeling van de database opgesteld. Om koppeling tussen informatie uit vakken en punten mogelijk te maken is gekozen voor het gebruik van een geo-database.

- *Uitvoeren eenvoudige statistische bewerkingen.* Er zijn eenvoudige statische bewerkingen op de database uitgevoerd zoals het bepalen van gemiddelde en standaardafwijking per vak om deze te kunnen presenteren.
- *Opstellen matrix herstelmaatregelen op basis van ernst en omvang schade.* Voor elke combinatie van ernst en omvang is, op basis van het Technisch rapport asfalt voor waterkeren en kennis uit de wegenbouw over reparatiemethoden, een herstelmaatregel vastgesteld.
- *Opstellen tabellen met eenheidsprijzen herstelmaatregelen.* Voor elk van de mogelijke herstelmaatregelen zijn de kosten per eenheid bepaald. Deze zijn de basis voor het doorrekenen van de meerjarenbegrotingen.
- *Berekenen restlevensduur per vak.* Met een door KOAC·NPC ontwikkeld levensduurmodel is de restlevensduur per vak berekend op basis van de leeftijd en de holle ruimte van de bekleding. Daarnaast is een prognose gedaan op basis van de resultaten van de vgd-metingen.
- *Opstellen meerjarenbegroting onderhoud.* Op basis van de restlevensduur, de aangetroffen schade en de eenheidsprijzen is een meerjarenbegroting opgesteld. Hier kunnen ook meerdere varianten mogelijk zijn, bijvoorbeeld , basisonderhoudsniveau en optimaal onderhoudsniveau.
- *Presentatie van resultaten op tekeningen.* Op tekeningen, deels op bovenaanzichten van de dijk, deels in grafieken, is de mogelijke grafische output gegenereerd.
- *Opstellen rapportage.* In het rapport zijn de relevante gegevens vastgelegd. Daarnaast is een overzicht gemaakt van informatie die op dit moment nog ontbreekt danwel gewenst is om tot een goed werkend beheersysteem te komen.

### **Resultaat van het project**

Het projectresultaat maakt inzichtelijk wat de functionaliteiten van het beheersysteem zijn en hoe het systeem een dijkbeheerder ondersteunt bij dagelijks beheer en toetsing. Daarnaast is duidelijk geworden waar eventuele knelpunten zijn bij het daadwerkelijk bouwen van een beheersysteem.

## 2 Opzet databeheersysteem

### 2.1 Inleiding

Voordat is begonnen met het verzamelen van informatie is nagedacht over hoe het databeheersysteem opgezet moet worden. Hierbij moet informatie gegroepeerd worden naar de geografische reikwijdte van de informatie. Er is informatie beschikbaar die geldt voor een getoetst dijkvak maar ook informatie over slechts een punt. Deze verschillen veroorzaken dat de data beheerd wordt op een aantal niveaus. Er zijn vijf verschillende niveaus onderkend. In de volgende paragraaf zijn deze niveaus toegelicht. In bijlage 1 is een samenvatting gegeven van de in dit hoofdstuk opgesomde opzet en gegevens.

### 2.2 Niveaus

#### 2.2.1 Niveau 1 De dijkkring

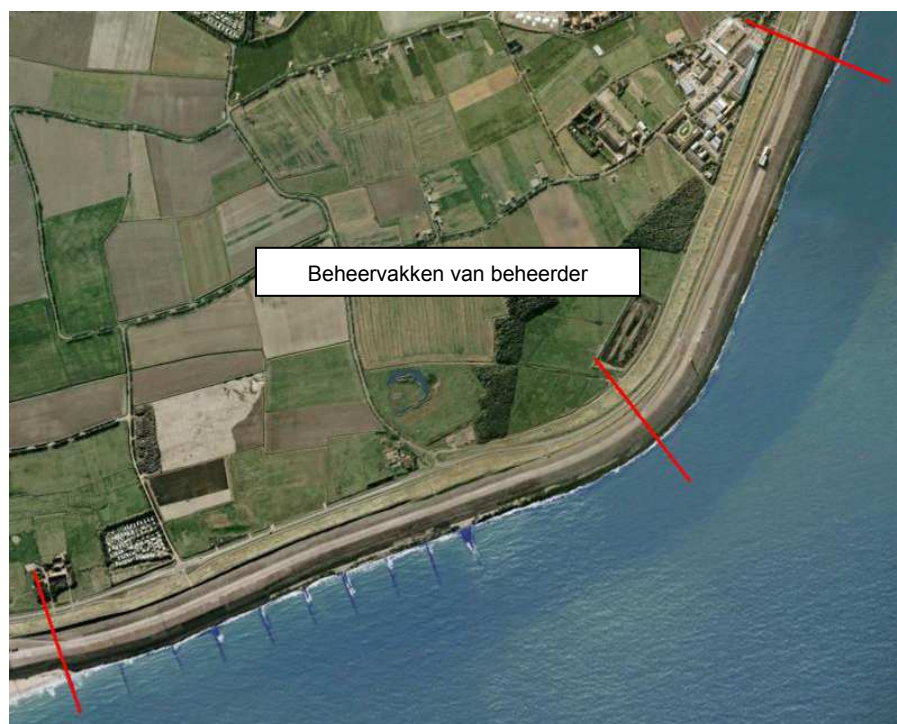
Het eerste niveau is de dijk. Voor een waterschap is dit de dijkkring. De dijkvakken die in de case studie worden beschouwd maken onderdeel uit van deze dijkkring en zijn bij elkaar 5 kilometer lang. Niveau 1 geeft de grenzen van de informatie weer. Buiten dit niveau hoeft geen informatie te worden getoond of opgeslagen.

#### 2.2.2 Niveau 2 en 3: Beheervakken of dijkvakken

Een dijkkring wordt onderverdeeld naar beheervakken of dijkvakken. Een beheervak is een vak volgens de indeling van de beheerder. Een dijkvak is een vak dat voldoet aan de eisen van het voorschrift toetsen op veiligheid [VTV, 2006] en de gedetailleerde toetsing op golfklappen [STOWA, 2010]. Dit onderscheid is gemaakt om een beheerder keuzevrijheid te geven maar ook om de asfaltbekleding naar eigenschappen onder te verdelen.

De beheervakken kunnen willekeurig gekozen worden. Wel zal het zo zijn dat hoe meer beheervakken er aangemaakt worden hoe meer data ingevoerd moet worden. Er wordt daarom aanbevolen om een indeling te hanteren die gelijk staat aan de indeling van de dijkvakken of die een aantal dijkvakken omvat.





**Figuur 2-1 Beheervakindeling beheerder**

Een dijkvak wordt in het kader van de gedetailleerde toetsing op golfklappen (werkwijzebeschrijving uit [STOWA, 2010]) onderscheiden op basis van:

- Verschillen in dwarsprofiel
- Besteksgrenzen
- Verschillen in soort asfalt
- Verschillen in eigenschappen van asfalt zoals:
  - mengselsamenstelling
  - % holle ruimte
  - % bitumen
- Verschillen in type ondergrond
- Verschillen in hydraulische randvoorwaarden

Worden de beheervakken groter gekozen dan de dijkvakken dan zal het beheervak in het systeem op niveau 2 komen. Dit is het geval in deze case study zodat verder in het rapport met niveau 2 een beheervak wordt bedoeld. Worden de beheervakken kleiner gekozen dan de dijkvakken dan komen de beheervakken op niveau 3 in het systeem.



**Figuur 2-2 Voorbeelden van verschil in dwarsprofiel en andere hydraulische randvoorwaarden**

### 2.2.3 Niveau 4: Zones

Niveau 4 betreft een onderverdeling naar te onderscheiden zones van de bekleding:

- Voorland
- Teen
- Ondertalud buitenzijde
- Berm buitenzijde
- Boventalud buitenzijde
- Kruin
- Boventalud binnenzijde
- Berm binnenzijde
- Ondertalud binnenzijde

In dit niveau horen ook de aansluitingen aan de dijk thuis. Aan de binnenzijde van de dijk kan een onderhoudsweg aansluiting maken met de dijk. Aan de buitenzijde van de dijk kan een (asfalt)dijk/ dam de zee in lopen. Als het beheersysteem wordt uitgebreid naar andere bekledingen, wordt op dit niveau onderscheid gemaakt tussen de verschillende aanwezige bekledingen.



**Figuur 2-3 Voorbeelden van verschillende zones op de dijk**

#### 2.2.4 Niveau 5: Puntgegevens

Puntgegevens zijn gegevens als resultaten van valgewichtdeflectiemetingen, visuele inspectie en boorkernonderzoek.

In de volgende paragraaf zijn alle beschikbare gegevens opgesomd en is aangegeven in welk niveau een gegeven thuishoort.

### 2.3 Indeling data naar niveau

Het laatste niveau, niveau 5 bevat puntgegevens. Deze gegevens moeten aan GPS-coördinaten worden gekoppeld. Het betreft de volgende gegevens:

Resultaten VGD-metingen:

- Datum en tijdstip meting
- Ruwe data (voor elke klap (3x))
  - Deflecties
  - Kracht
  - Temperatuur
  - Station aanduiding
- Genormaliseerde data (voor de laatste (3<sup>e</sup>) klap)
  - Deflecties
  - Kracht
  - Temperatuur
- Kilometrering (afstand t.o.v. begin raai, wordt om de 500 m gecorrigeerd met km dijkpalen)
- GPS-coördinaten (incl. kwaliteitsoordeel nauwkeurigheid)
- Overzichtfoto's vanuit meetwagen per aantal m
- Elasticiteitsmodulus Asfaltlaag 1
- Elasticiteitsmodulus Asfaltlaag 2
- Genormaliseerde E-modulus Asfaltlaag 1
- Genormaliseerde E-modulus Asfaltlaag 2
- E-modulus ondergrond
- Beddingconstante ondergrond

Resultaten GPR-metingen:

- Datum en tijdstip meting
- Meting uitgevoerd door (bedrijfsnaam)
- Rijsnelheid tijdens meting
- Type antenne 1
- Type antenne 2
- GPR laagdikte per 10 cm
  - Laag 1
  - Laag 2
- GPR laagdikte per VGD-meetpunt
  - Laag 1
  - Laag 2
- Kilometrering (afstand t.o.v. begin raai)

Boorkernen, eventueel per laag:

- Datum geboord
- GPS-coördinaten boring (of GPS VGD-meetpunt)
- Datum per meting
- Laagdikte (gemeten door laboratorium)
- Kern diameter
- Mengseltype
  - (WAB, OSA, ZA)
- Breuksterkte + type onderzoek
  - Codering proefstuk

- Afmetingen proefstuk
- Gewicht proefstuk
- Mengseltype
- Dichtheid proefstuk
- Dichtheid mengsel
- Holle ruimte
- Datum proef
- Breuksterkte (MPa)
- Belastingnelheid
- Temperatuur
- Vermoeiingseigenschappen
  - Codering proefstuk
  - Afmetingen proefstuk
  - Gewicht proefstuk
  - Mengseltype
  - Dichtheid proefstuk
  - Dichtheid mengsel
  - Holle ruimte
  - Datum beproeving
  - Aantal lastherhalingen tot bezwijken
  - Opgelegde spanning
  - Temperatuur
- Holle ruimte
  - Opleveringscontrole
  - Toetsing
- % Bitumen
- Korrelverdeling
- Type bouwstoffen
- (Pen)
- Foto's boorkernen
- Kilometrering van VGD-meting of t.o.v. dijkpaal

Visuele inspecties:

- Schades per locatie (scheur, gat, aantasting oppervlak, begroeiing, opbollingen enz.)

Er zijn ook geografische gegevens als puntinformatie beschikbaar zoals posities van dijkpalen.

De informatie die in niveau 4 (zone indeling) wordt ingevuld is:

- Type vak
  - Voorland
  - Teen
  - Ondertalud buiten
  - Berm buiten
  - Boventalud buiten
  - Kruin
  - Boventalud binnen
  - Berm binnen
  - Ondertalud binnen
  - Onderhoudsweg
- Taludhelling per type
- Type ondergrond

- Link naar documenten

Niveau 3 is de indeling naar dijkvakken en bevat informatie als:

- Dwarsprofiel
- Eigenschappen van asfalt
- **Vooronderzoek/ ontwerp** (mogelijk per laag)
  - type bekleding
  - laagdikte
  - % holle ruimte
  - % bitumen
  - korrelverdeling
  - taludhelling
    - onder, boven, berm
  - jaar van aanleg
- **Besteksinformatie** mogelijk per laag
  - type bekleding
  - laagdikte
  - % holle ruimte
  - % bitumen
  - korrelverdeling
  - taludhelling
    - onder, boven, berm
  - jaar van aanleg
  - (type ondergrond)
- **Opleveringscontroles** mogelijk per laag
  - type bekleding
  - laagdikte
  - % holle ruimte
  - % bitumen
  - korrelverdeling
  - taludhelling
    - onder, boven, berm
  - jaar van aanleg
  - (type ondergrond)
- Type ondergrond
- Hydraulische randvoorwaarden
- Toetsscores
  - Goed, voldoende, onvoldoende
  - Minersom
- Link naar documenten

Deze informatie wordt alleen ingevuld als deze voor het hele vak toepasbaar is. Bijvoorbeeld: het dwarsprofiel kan niet altijd worden ingevuld omdat er mogelijk verschil is in de taludhelling van boven- en ondertalud en dus alleen in niveau 4 ingevuld kan worden.

Niveau 2 (beheervakken) is een indeling zoals de beheerder deze hanteert. Dit is niet noodzakelijkerwijs dezelfde indeling als niveau 3 of een indeling op basis van bestekken. Per beheervak wordt op dit niveau een link naar relevante rapporten (toetsingen, meetrapporten, onderzoeken etc.) opgeslagen. Verder worden gegevens opgeslagen als:

- dijkring

- omschrijving
- km van
- km tot
- Link naar documenten

Niveau 1 is de dijkkring. Er moet alleen een naamomschrijving worden ingevoerd.

Op dit niveau moet door het systeem worden aangegeven of er zich een asfaltbekleding, steenbekleding of grasbekleding bevindt binnen een dijkvak en wat de toetsscore per dijkvak per bekledingstype is. Het systeem moet zo worden opgezet dat dit mogelijk is.

Binnen een niveau moeten eigenschappen als aantal, gemiddelde, standaardafwijking, minimum en maximum kunnen worden weergegeven. Het niveau wat andere niveaus omvat moet dit ook kunnen weergeven. Als voorbeeld moet op niveau 2 de informatie samengevat weergegeven worden van niveau 3. Hierbij kan het bijvoorbeeld gaan om een gemiddelde laagdikte, E-modulus etc.

### **3 Verzamelen gegevens**

De tweede fase in het project is het verzamelen van de gegevens. In deze case study is deels gebruik gemaakt van bestaande gegevens en deels van fictieve gegevens. Gegevens uit de jaren 2004, 2009, 2010 en 2011 zijn verzameld uit de archieven van KOAC·NPC.

De eerste onderzoeken van de asfaltdijkbekleding zijn uitgevoerd in het jaar 2004 voor de wettelijke toetsing op veiligheid. In dit jaar zijn er valgewichtdeflectiemetingen en radarmetingen uitgevoerd evenals onderzoek op boorkernen en een toetsing met het programma GOLFKLAP. In afwijking met de andere jaren is de valgewichtdeflectiemeting en radarmeting uitgevoerd op een 3 meter lijn vanaf de onderzijde van de asfaltbekleding en op een 5 meter lijn vanaf de onderzijde.

In het jaar 2009 is opnieuw een toetsing op veiligheid uitgevoerd. De gegevens die verzameld zijn in deze toetsrondes; valgewichtdeflectiemetingen, breuksterkteonderzoek, berekening van de rekken en een toetsing met het programma GOLFKLAP.

In het jaar 2010 en 2011 zijn opnieuw valgewichtdeflectiemetingen uitgevoerd waarbij de rekken zijn berekend en vergeleken met voorgaande jaren.

De gegevens zijn geordend naar de niveaus beschreven in hoofdstuk 2. Voor niveau 5 is een koppeling met GPS-coördinaten, voor de andere niveaus zijn figuren gemaakt die de informatie bevatten.

Hierna zijn de gegevens in een database gezet. In het volgende hoofdstuk is dit beschreven.



## **4 Opzetten en vullen database**

### **4.1 Inleiding**

Er is momenteel geen algemeen systeem dat data kan opslaan die beschikbaar komt bij het toetsen van asfalt dijkbekledingen. Het enige wat wordt opgeslagen en bewaard zijn de rapporten die uitgevoerde onderzoeken beschrijven. Omdat de bekledingen verouderen is het belangrijk om de kwaliteit van de bekledingen te monitoren. Dit monitoren kan alleen worden uitgevoerd als er vergelijkingen tussen gegevens mogelijk zijn. Essentieel voor het vergelijken van gegevens is het uniform opslaan en beheren van de gegevens. Uniform geeft al aan dat er keuzes worden gemaakt in de vorm van opslaan. Het beheersysteem moet flexibel genoeg zijn om veranderingen in de toekomst te kunnen volgen.

### **4.2 Vullen database**

De database gebruikt voor de case study is een Microsoft-access database. Data is gesorteerd en gekoppeld aan een GPS-signaal.

In het jaar 2004 werd er nog geen GPS-signaal opgeslagen bij de valgewichtmeting zodat de GPS-signalen van de jaren erna zijn gebruikt. Er is wel een afstand ten opzichte van het begin van de raai (met correcties ten opzichte van dijkpalen) opgeslagen zodat als deze in de verschillende jaren niet overeenkomen er een interpolatie heeft plaatsgevonden tussen de gemeten GPS-coördinaten. Op deze manier is zo exact mogelijk de meetlocatie gekoppeld aan een positie binnen het dijkvak. Deze zelfde methode is toegepast voor de radarmeting waarbij ook alleen een afstand beschikbaar is (gekoppeld aan de VGD-metingen).

Omdat boorkernen op een VGD-meetpunt zijn genomen is ook de locatie van de boorkernen bekend.

De resultaten van de visuele inspectie zijn gekoppeld aan de GPS-coördinaten die zijn opgeslagen bij het nemen van de foto van de schade. De gegevens ingevuld op het schadeformulier is ingevoerd in het systeem. Hierdoor kan het zijn dat de locatie opgeslagen in het systeem zich op enige afstand van de werkelijke schade bevindt. De database die gevuld is voor de case study bevat alleen de schades waar een GPS-coördinaat bij is opgeslagen. Toevoegen van overige schades is te bewerkelijk en de verwachting is dat in de praktijk deze ook door de toekomstige gebruiker van het systeem niet worden toegevoegd.

### **4.3 Functies database**

De database moet door een programma te benaderen zijn waarbij de juiste informatie wordt geëxporteerd. Alle gegevens in de database krijgen een unieke code waardoor de juiste gegevens op te vragen zijn. De codering is afhankelijk van het niveau waarvoor de data wordt opgeslagen en van het jaar waarin de data gemeten is. De data moet uit te breiden zijn voor de komende jaren. Ook moeten nieuwe types gegevens toe te voegen zijn.

## 5 Modules beheersysteem

### 5.1 Inleiding

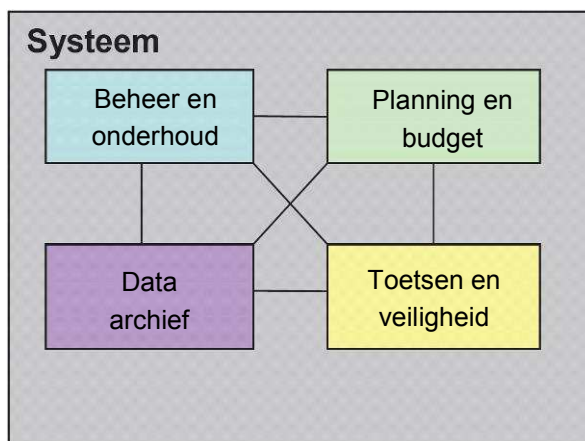
Naast de database die voor opslag dient zijn er verschillende modules nodig om de data te kunnen gebruiken. Om de database inzichtelijk te maken is gekozen om het programma Geomedia te gebruiken. Dit programma is een Geo Informatie Systeem (GIS) waarbij op basis van GPS- of RD-coördinaten informatie wordt opgeslagen. Hierbij worden ook lijngegevens opgeslagen zodat er kaartgegevens worden opgeslagen die de asfaltbekleding weergeven. Het is niet noodzakelijk om Geomedia te gebruiken om de database inzichtelijk te maken. Ook een ander programma als ArcGis kan hiervoor worden gebruikt.

In Geomedia zijn gegevens ingeladen die worden getoond in verschillende informatielagen. Per laag kan de keuze worden gemaakt of deze zichtbaar is en op welke manier deze zichtbaar is. Behalve het visuele aspect is er een aantal gebruikersfuncties die bepalen welke modules in het beheersysteem moeten worden ingebed. Tijdens de workshop asfaltdijkbekledingen is samen met de beheerders van asfaltdijkbekledingen in Nederland gesproken over de modules die het beheersysteem zou moeten bevatten.

Duidelijk is geworden dat er in meer of mindere mate behoefte is aan de volgende modules:

- Beheer en onderhoud
- Planning en budget
- Toetsen op veiligheid

In Figuur 5-1 zijn de modules weergegeven.



**Figuur 5-1 Modules in het beheersysteem**

De modules overlappen elkaar te dele, er wordt hier slechts een hoofdingeling van het systeem gegeven.

In de volgende paragrafen is ingegaan op verschillende modules. In deze case study is geen programmeerwerk verricht om deze modules te simuleren. De figuren zijn in Excel geproduceerd.

## **5.2 Data archief**

Omdat er veel data beschikbaar is, moeten samenvattende gegevens worden gegenereerd die inzicht geven in alle data. Deze data is nodig voor het beheer en onderhoud van de bekleding. Als voorbeeld kan de laagdikte van de bekleding worden gebruikt. Er moet, nadat er schade aan de bekleding is geconstateerd, gefreesd worden. Het is van belang om te weten wat de laagdikte van de bekleding is in het freesvak. Aangezien er om de 20 cm een datapunt (uit radarmetingen) beschikbaar is moet het mogelijk zijn om de datapunten binnen het freesvak te selecteren waarna een eenvoudig gemiddelde van de data wordt bepaald. Naast een gemiddelde zijn, ook voor andere data, de volgende gegevens van belang:

- standaardafwijking
- aantal waarden
- minimum waarde
- maximum waarde
- 5%, 35%, 65% en 95% percentiel
- (cumulatieve) frequentieverdeling

Deze gegevens zijn relevant voor veel verschillende niveaus van het systeem. Niet alleen per selectie moeten deze gegevens kunnen worden geproduceerd maar ook per zone of dijkvak. In bijlage 1 is een overzicht gegevens van de data per niveau. In grijs gearceerde vakken is aangegeven voor welk niveau de data relevant is. De pijlen in het overzicht geven aan in welk niveau de gegevens ingevoerd worden en in welk niveau de gegevens opgevraagd moeten kunnen worden.

## **5.3 Beheer en onderhoud**

Behalve het generen en presenteren van data uit de database moet in de module een beheersystematiek worden ingebouwd. De beheersystematiek moet de functies van de bekleding onderkennen en aangeven wanneer een functie dreigt weg te vallen. Het beheersysteem moet gebruikt kunnen worden om de juiste herstelmaatregelen te bepalen voor een bepaald type schade. Hierdoor geeft het beheersysteem handvaten aan de beheerder in het onderhoud van de bekleding. Het systeem kan een prioriteit geven aan onderhoud van bepaalde schades of schades met een bepaalde ernst of frequentie van voorkomen. Door de beheerder de mogelijkheid te geven zelf herstelmaatregelen in te voeren in het systeem wordt de methodiek van de beheerder vastgelegd. Dit zorgt voor continuïteit binnen de organisatie van de beheerder waardoor overdracht van werkzaamheden eenvoudiger wordt gemaakt. Ook wordt middels het beheersysteem de historie van onderhoud beheerd zodat vanuit de historie en ervaring eenvoudiger keuzes voor herstelmaatregelen kunnen worden gemaakt. In hoofdstuk 6 is verder ingegaan op de beheersystematiek die in het systeem ingebouwd kan worden.

#### **5.4 Planning en budget**

Beheer en onderhoud heeft alles te maken met planning en budgetten. Beide beïnvloeden elkaar in grote mate. De module planning en budget moet de gebruiker inzicht geven in de benodigde budgetten bij een bepaald kwaliteitsniveau, veiligheidsniveau of andere gebruikerfuncties. In hoofdstuk 7 is hier verder op ingegaan. Een belangrijke basis voor een budget, zeker bij oude bekledingen, is de bepaling van de restlevensduur van de bekleding. In hoofdstuk 8 worden levensduurmodellen beschreven waarbij voorbeelden zijn gegeven.

#### **5.5 Toetsen op veiligheid**

Data moet ook kunnen worden getoetst aan de door beheerder gewenste waarden. Op deze manier kan het beheersysteem als signaalfunctie dienen voor een ingrijpen van de beheerder. Momenteel wordt de rek, die wordt berekend uit valgewichtdeflectiemetingen, gebruikt als parameter om de sterkte van de bekleding te monitoren. Een te grote toename van de rek geeft als signaal een afname van de sterkte. In de methodiek van de wettelijke toetsing op veiligheid zijn grenzen gesteld aan de maximaal toegestane toename van de rek en geeft daarbij een te ondernemen actie van de beheerder. Dit kan ook in het beheersysteem worden ingebouwd.

Ook kan een deel van de toetsprocedure van het voorschrift toetsen op veiligheid [VTV, 2006] worden ingebouwd in het beheersysteem. Omdat het mogelijk is om verschillende zones en bekledingstypen in het beheersysteem te onderscheiden kunnen verschillende toetssporen aan onderdelen van het systeem worden toegewezen. Het systeem kan de beheerder helpen om de toetsing uit te voeren en de resultaten van de toetsing te presenteren. Er kan een koppeling worden gemaakt met het programma Toetsrap zodat de resultaten eenvoudig aan de rijksoverheid kunnen worden gerapporteerd.

Bijvoorbeeld kan de verwerking van de visuele inspectie worden geautomatiseerd waarna een toetsscore wordt gegeven met een aanbeveling voor eventuele vervolgacties zoals het uitvoeren van een geavanceerde toetsing. Als de holle ruimte van de asfaltbekleding is ingevoerd kan worden getoetst of de eenvoudige of de gedetailleerde toetsing uitgevoerd moet worden. Ook kan vervolgens de volgens de eenvoudige methode een toets worden uitgevoerd of de bekleding voldoende laagdikte heeft.

Door de toetsprocedure in het beheersysteem te implementeren wordt de toetsing op veiligheid vereenvoudigd voor de beheerder van de bekleding.

#### **5.6 Status modules**

In dit rapport zijn de functies van de modules beschreven. Er is geen programmeerwerk verricht om de modules te bouwen. In de volgende hoofdstukken zijn onderdelen van de modules als voorbeeld ingevuld.

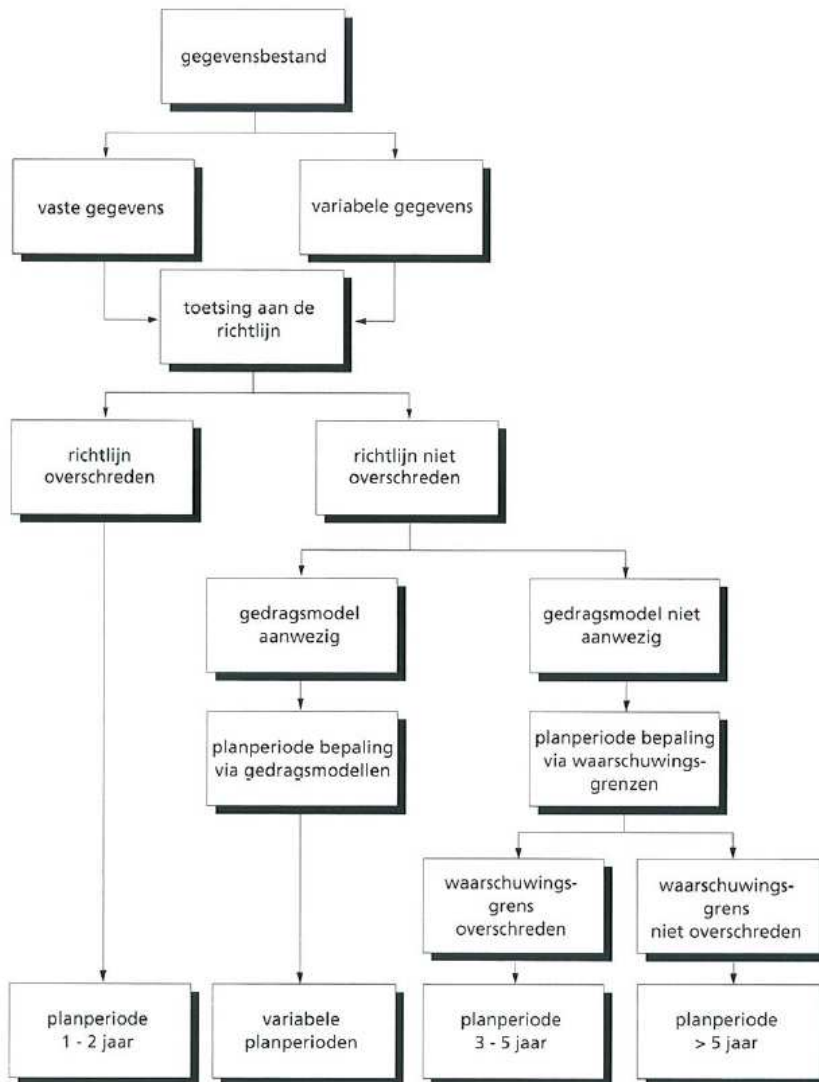
## **6 Beheer, herstelmaatregelen en kosten**

### **6.1 Inleiding**

Een belangrijke functie die door een beheersysteem kan worden vervuld is die van het plannen van onderhoudsmaatregelen en budgetten. Dit hoofdstuk beschrijft op welke manier het beheersysteem deze functie kan uitvoeren en welke informatie daarvoor nodig is. Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van de systematiek. In deze case studie is deze systematiek niet in het beheersysteem geprogrammeerd.

### **6.2 Beheersystematiek**

Voor de wegebouw is door het CROW een beheersystematiek ontwikkeld op basis waarvan een planperiode voor onderhoud wordt bepaald. In Figuur 6-1 is een stroomschema gegeven waarin de systematiek is geschematiseerd.



**Figuur 6-1 stroomschema CROW beheersystematiek [CROW, publicatie 147 Wegbeheer]**

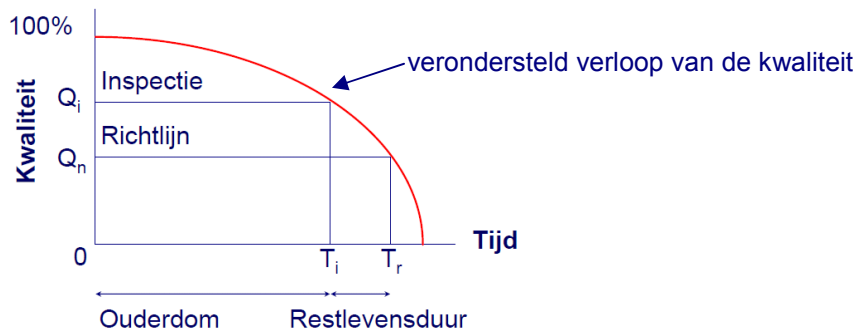
In de volgende paragrafen worden verschillende onderdelen van dit stroomschema toegelicht en ingevuld voor de beheersystematiek voor asfaltdekkingsbekledingen.

### 6.3 Vaste en variabele gegevens

De gegevens waar het om draait zijn de gegevens die met onderhoud te maken hebben. Vaste gegevens zijn gegevens als asfaltsoort, type ondergrond, jaar van aanleg, locatie, belastingtypen, enz. Variabele gegevens bestaan uit onderhoudsgegevens, schadegegevens uit visuele inspecties en meetgegevens.

### 6.4 Toetsing aan richtlijn

Een richtlijn waaraan moet worden getoetst is het voorschrift toetsen op veiligheid. Het kan zijn dat beheerders strengere eisen hanteren dan dit voorschrift of uit de ervaring met de bekleding een andere toetsing uit willen voeren. Hierbij kunnen andere functies of eigenschappen dan de functie van het keren van water een rol spelen zoals toegankelijkheid, uitstraling en dergelijke.



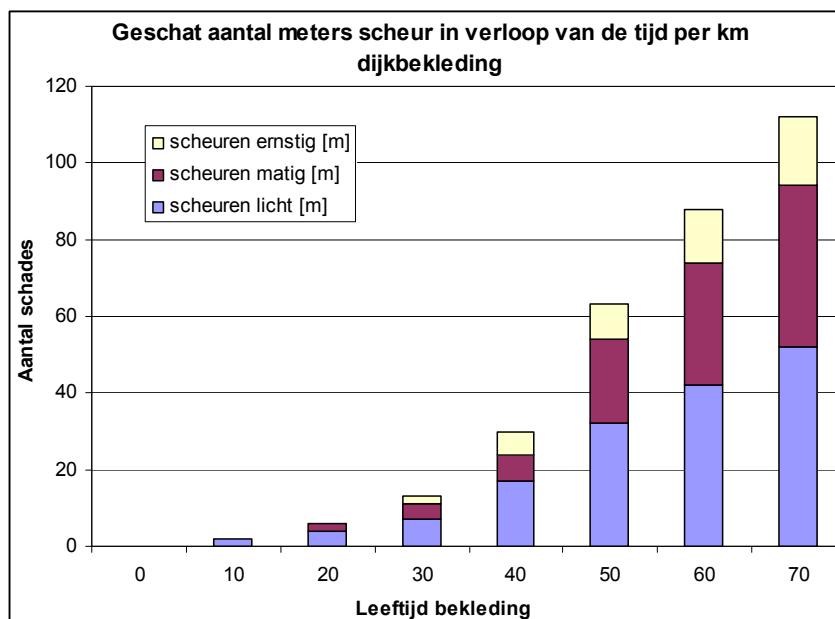
**Figuur 6-2 Toetsing op basis van visuele inspectie**

### 6.5 Gedragsmodellen en waarschuwingsgrenzen

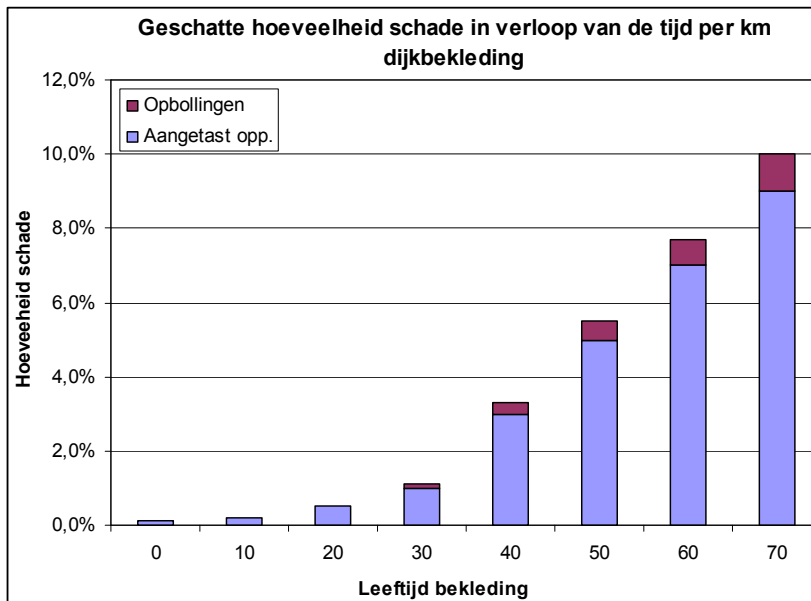
Een gedragsmodel geeft een beschrijving van de toestand van de schade in verloop van de tijd. Voor asfaltdijkbekledingen zijn alleen globale gedragsmodellen (levensduurmodellen) bekend waarbij onzekerheden groot zijn. Om een planperiode te kunnen inschatten zal daarom niet gebruik kunnen worden gemaakt van een gedragsmodel maar alleen van de richtlijnen.

Bekend is wel dat de hoeveelheid schade op een bekleding sterk afhankelijk is van de leeftijd van de bekleding. Dit komt omdat de bitumen in de bekleding verharden in de tijd waardoor meer schade aan de bekleding ontstaat. Op basis van dit gegeven kunnen grove voorspellingen worden gedaan van een gedragsmodel van de hoeveelheid schade op een bekleding in de loop van de tijd. Op basis hiervan kunnen budgetten worden gereserveerd voor in de toekomst.

Voorbeelden van toenemende schade in de tijd zijn gegeven in Grafiek 6-1 en Grafiek 6-2.



**Grafiek 6-1 Scenario van de scheurgroei in de tijd**



**Grafiek 6-2 Scenario van de toenemende hoeveelheid aangetast oppervlak en opbollingen**

Op basis van ervaringen van beheerders kunnen bovenstaande grafieken worden aangepast en uitgebreid.

Voor schadegroei zijn op dit moment nog geen gedragsmodellen beschikbaar. Mogelijk kunnen voor schadegroei gedragsmodellen worden opgesteld op basis van ervaringen van beheerders. Ook kunnen (veilige) inschattingen worden gemaakt. Hierbij moet worden gedacht aan de snelheid waarmee een scheur groeit, het aangetaste oppervlak groter wordt of de rietbegroeiing toeneemt. Meer onderzoek naar gedragsmodellen is noodzakelijk. Mogelijk kunnen er ook verbanden gelegd worden tussen gedragsmodellen en verouderingsaspecten en kan een gedragsmodel worden gekoppeld aan bijvoorbeeld de watergevoeligheid die wordt gemeten in het laboratorium.

Wel zijn waarschuwingsgrenzen bekend. Deze zijn omschreven in het VTV als goed en twijfelachtig als classificatie van de schade. Deze kunnen worden gebruikt om een inschatting te maken voor een planperiode van herstel. Voor het beheersysteem is het eenvoudig om de waarschuwingsgrenzen te implementeren. Voor het opstellen van gedragsmodellen zal meer onderzoek moeten worden uitgevoerd.

## 6.6 Planperiodes

De planperiode is de basis van de totale planning van herstelmaatregelen en budgettering. Voor de planning op korte termijn moet rekening worden gehouden met het stormseizoen van 1 oktober tot 1 april. De volgende planperiodes kunnen worden onderscheiden:

- <1 jaar; schades met classificatie onvoldoende (richtlijn)
- 2-5 of 6 jaar; schades met classificatie twijfelachtig (waarschuwingsgrens)
- > 5 of 6 jaar; schades met classificatie goed



De planperiodes kunnen worden afgestemd op de planning van het voorschrift toetsen op veiligheid. Omdat de veiligheidsbeoordeling in deze periode een 6-jaarlijkse in plaats van een 5-jaarlijkse toetsing wordt, kan ook de planperiode hierop worden afgestemd.

## 6.7 Herstelmaatregelen

Om een planning en budget op te kunnen stellen is het noodzakelijk dat het beheersysteem herstelmaatregelen bevat. Per maatregel zullen ook kosten moeten worden ingevoerd. In Tabel 6-1 zijn herstelmaatregelen opgesomd.

**Tabel 6-1 Tabel met herstelmaatregelen**

| Type schade/ maatregel      | Type bekleding | Omvang schade             | Maatregel  |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--|
| Scheur/ Naad                |                | $b < 5 \text{ mm}$        | schoonmaken, vullen met bitumenemulsie, afstrooien   |
|                             |                | $5 < b < 20 \text{ mm}$   | frezen (vinger-/schijffrees), schoonmaken, vullen met voegvullingmassa, afstrooien                                   |
|                             |                | $20 < b < 50 \text{ mm}$  | frezen (vinger-/schijffrees), vullen met asfaltmastiek, afstrooien   |
|                             |                | $50 < b < 100 \text{ mm}$ | frezen, schoonmaken, vullen met gietasfalt, afstrooien   |
|                             |                | $100 \text{ mm} < b$      | frezen, schoonmaken, vullen met oorspronkelijk materiaal, afstrooien   |
| Gat                         |                |                           | schoonmaken, vullen  |
| Aangetast oppervlak         | WAB            | diepte > 5mm              | frezen (4, 8, 12 cm), aanbrengen kleeflaag, aanbrengen WAB, afstrooien   |
| Aangetast oppervlak         | OSA            | diepte > 5mm              | losse delen verwijderen, aanbrengen OSA  |
| Opbollingen                 | WAB            | $> 5 \text{ m}^2$         | frezen, aanbrengen kleeflaag, aanbrengen WAB, afstrooien   |
| Herprofilieren oppervlak    | WAB            |                           | opbreken en afvoeren bekleding, herprofilieren en verdichten ondergrond, aanbrengen WAB, aanbrengen opp. behandeling |
| Herprofilieren oppervlak    | OSA            |                           | opbreken en afvoeren bekleding, herstellen filter, aanbrengen OSA  |
| Onderlagen                  | WAB            |                           | verwijderen bekleding, herstellen filter, aanbrengen bekleding, aanbrengen opp. behandeling                          |
| Filterlagen                 | OSA            |                           | herstellen filter, aanbrengen bekleding  |
| Overlagen                   | WAB            |                           | verwijderen opp. Behandeling, aanbrengen kleeflaag, aanbrengen bekleding, aanbrengen opp. behandeling                |
| Begroeiing                  |                |                           | Maaien (bv. riet)  |
|                             |                |                           | Spuiten (milieuvriendelijke bestrijdingsmiddelen)  |
|                             |                |                           | Vegen  |
|                             |                |                           | Verwijderen houtvormende gewassen  |
| Afgesleten opp. behandeling | WAB            |                           | aanbrengen opp. behandeling  |
| Beschadigde aansluitingen   | WAB/<br>OSA    |                           | zie scheur/ naad   |

In bijlage 2 zijn de kosten gegeven per herstelmaatregel. Elke beheerder zal zelf voorkeuren hebben voor het toepassen van bepaalde reparatietechnieken. Het is daarom aan te bevelen dit flexibel te maken in het systeem. Ook zullen de kosten variabel zijn zodat deze ook moeten kunnen worden aangepast.

## **6.8 Status beheermethodiek**

De gepresenteerde voorbeelden zijn niet gekoppeld aan de gevulde database. Wel zijn de meeste gegevens direct toepasbaar voor het beheersysteem. Er moeten nog gedragsmodellen worden opgesteld.

## 7 Planning en budget

### 7.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft voorbeelden van manieren waarop een planning en budget opgesteld kan worden. Er zijn verschillende manieren waarop onderhoud gepleegd kan worden. In paragraaf 7.2 zijn verschillende scenario's beschreven. In paragraaf 7.3 zijn voorbeelden gegeven van de invloed van de verschillende manieren waarop onderhoud gepleegd wordt. Het beheersysteem is niet zover geprogrammeerd dat het planningen en budgetten kan genereren. Die figuren in dit hoofdstuk zijn met Excel geproduceerd.

### 7.2 Onderhoudscenario's

De functie van de bekleding bepaalt de manier waarop onderhoud gepleegd wordt. Ook het beschikbare budget bepaalt in welke mate onderhoud gepleegd wordt. De volgende scenario's kunnen worden onderscheiden:

- voldoen aan veiligheidseisen
- visueel in orde
- vast budget
- minimale kosten

#### *Voldoen aan veiligheidseisen*

Als het doel is dat alleen moet worden voldaan aan de veiligheidseisen zal het onderhoud erop gericht zijn om alles wat de richtlijnen overschrijdt te repareren. Dit houdt bijvoorbeeld in dat alleen de scheuren met classificatie onvoldoende worden gerepareerd en niet de scheuren met de classificatie voldoende of goed.

#### *Visueel in orde*

Op een asfaltdijkbekleding waar zich veel recreanten bevinden zal het belangrijk zijn om de bekleding visueel in orde te hebben. Dit betekent dat elke schade direct wordt gerepareerd ongeacht te ernst en omvang van de schade.

#### *Minimale kosten*

Bij dit scenario worden de schades gerepareerd op het moment dat dit de minste kosten met zich meebrengt. Hierbij kan worden gedacht aan het repareren van niet alleen de scheuren met classificatie onvoldoende maar ook met de classificatie voldoende. Verdere scheurvorming wordt vertraagd of voorkomen.

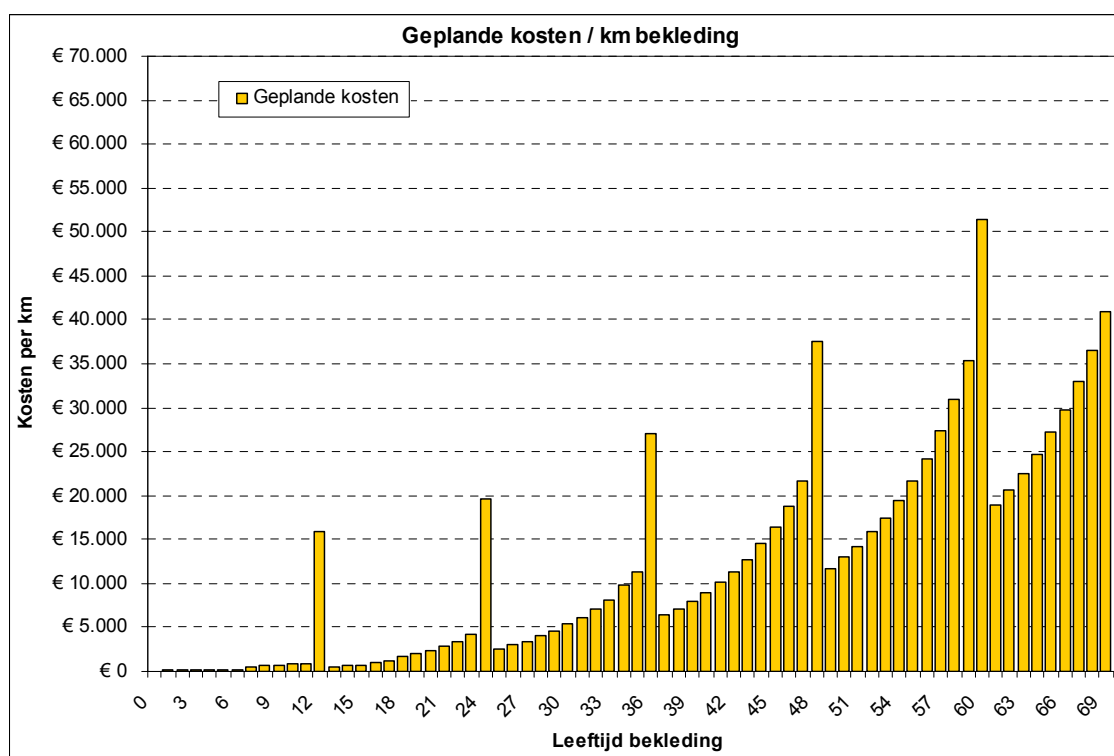
#### *Vast budget*

Als er elk jaar een vast budget beschikbaar is wordt de meest ernstige schade het eerst gerepareerd. Bij dit scenario zullen er kosten van achterstallig onderhoud ontstaan als het budget lager is dan de minimale kosten.

Een budget zal na een visuele inspectie met veel zekerheid op te stellen zijn. Omdat er veel verschil tussen winters is zal de onzekerheid van een planning na een winter groot zijn en zal er enige overlap zijn tussen de verschillende scenario's.

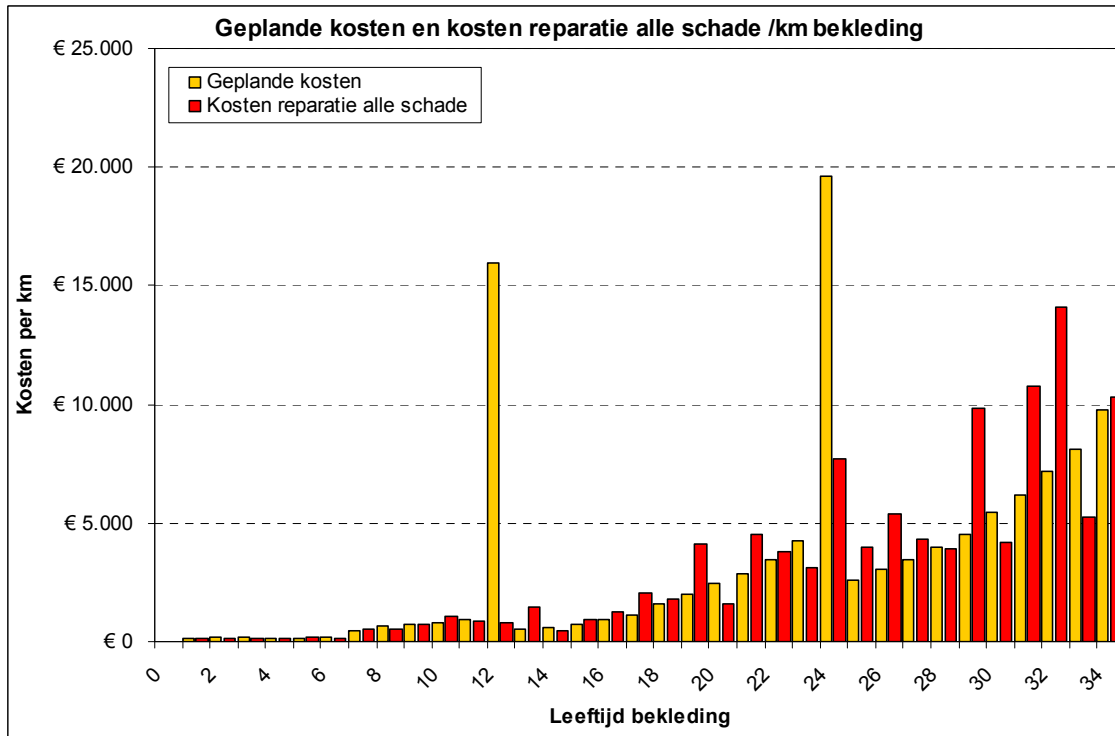
### 7.3 Eenmalige en cycluskosten

Er kan onderscheid worden gemaakt tussen eenmalige kosten en cycluskosten. De cycluskosten zijn beter te voorspellen dan eenmalige kosten. Onder cycluskosten wordt bijvoorbeeld een oppervlakbehandeling eens per 12 jaar verstaan. Eenmalige kosten zijn de reparaties van schades. In Grafiek 7-1 is een voorbeeld gegeven van een planning van de kosten per kilometer bekleding waarbij de cycluskosten van een oppervlakbehandeling eens per 12 jaar duidelijk te zien zijn en waarbij ook het effect van een oppervlakbehandeling te zien is.



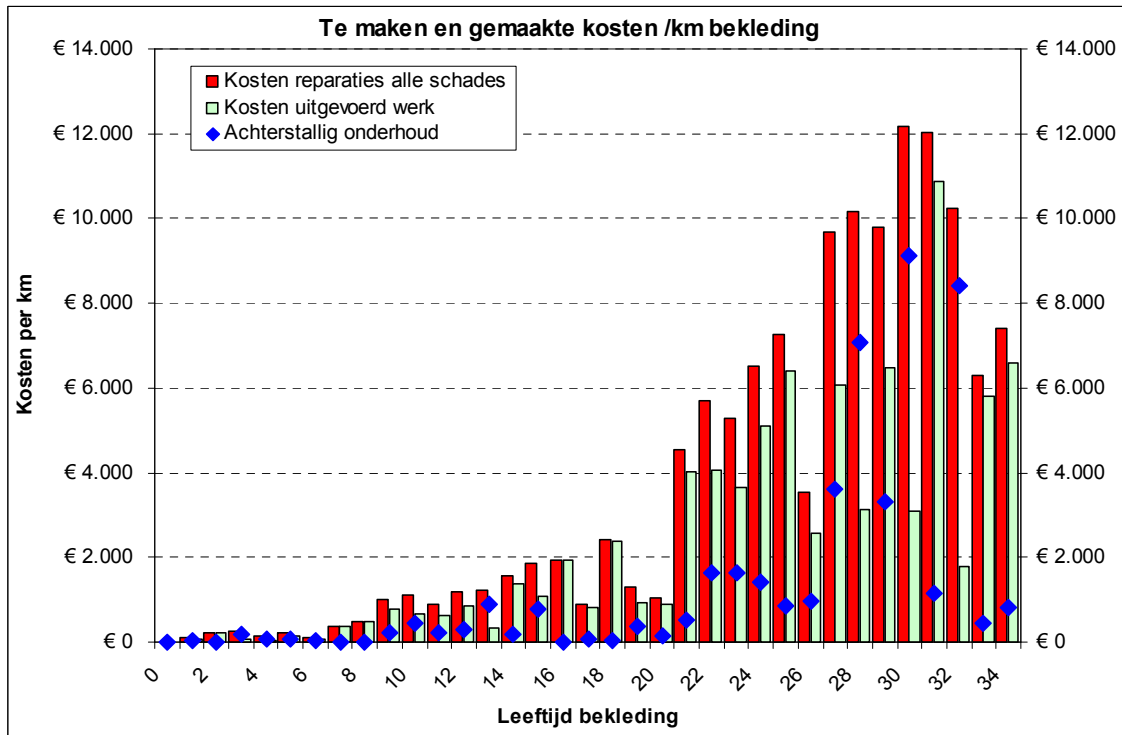
Grafiek 7-1 Geplande kosten per km bekleding

Afhankelijk van de belastingen in winterperiodes zal er een bepaald afwijking zijn ten opzichte van de planning. Dit is zichtbaar gemaakt in Grafiek 7-2.



**Grafiek 7-2 Geplande kosten en kosten reparatie alle schade /km bekleding**

Ook zullen niet altijd al de schades worden gerepareerd. Het systeem zal dit als achterstallig onderhoud aan moeten geven.



**Grafiek 7-3 Kosten reparatie alle schade en kosten uitgevoerd werk /km bekleding per jaar**

De achterstallige kosten zijn hier niet cumulatief, dus per jaar, weergegeven.

Het beheersysteem moet grafieken kunnen presenteren zoals deze grafieken. Op deze manier is inzichtelijk met welke kosten rekening gehouden moet worden. Door af te stemmen met beheerders kan een realistisch beeld gecreëerd worden van de kosten die beheerders besteden aan asfaltdijkbekledingen.

#### 7.4 Status module planning en budget

De gepresenteerde voorbeelden zijn in Excel geproduceerd. Kentallen voor kosten zijn beschikbaar zodat deze eenvoudig in het beheersysteem geïmplementeerd kunnen worden.

## 8 Levensduurmodellen

### 8.1 Inleiding

In hoofdstuk 6 is ingegaan op gedragsmodellen van schades en is een voorspelling gedaan van de toename van de schade in de tijd. Op basis hiervan kan ingeschat worden welke kosten aan onderhoud te verwachten zijn. Als de bekleding ouder wordt kan gekozen worden om de hele bekleding of grote delen van de bekleding te vervangen. Om deze beslissing te kunnen nemen moet worden vastgesteld of einde levensduur bereikt is. De levensduur is afhankelijk van de belasting. Er zijn twee modellen die voor de hand liggen.

1. Een model op basis van de rek van de bekleding
2. Een model op basis van de breuksterkte van de bekleding

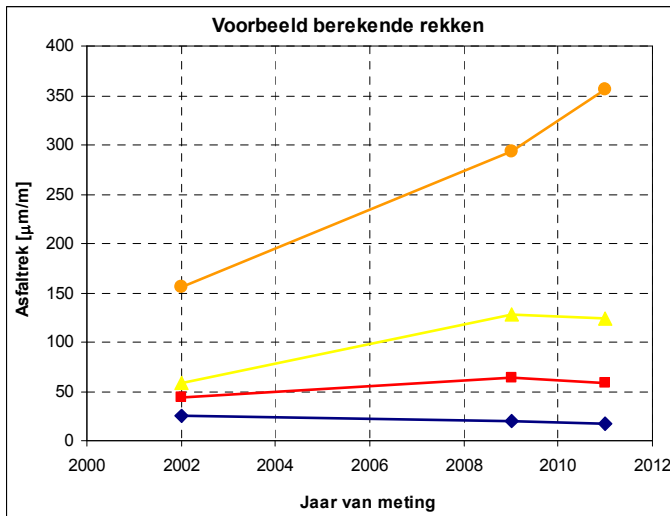
Voordeel van deze modellen is hier voldoende data voor beschikbaar is om een model op te kunnen stellen. In de volgende paragrafen zijn deze modellen toegelicht. De levensduurmodellen zijn niet geïmplementeerd in het beheersysteem. De voorbeelden gegeven in dit hoofdstuk zijn met Excel geproduceerd.

### 8.2 Levensduur o.b.v. de rek

Omdat de rek als parameter fungeert voor het monitoren van de sterkte van de bekleding zijn er voor meerdere jaren metingen uitgevoerd. Ook zijn op verschillende bekledingen metingen uitgevoerd. Deze bekledingen hebben verschillende leeftijden.

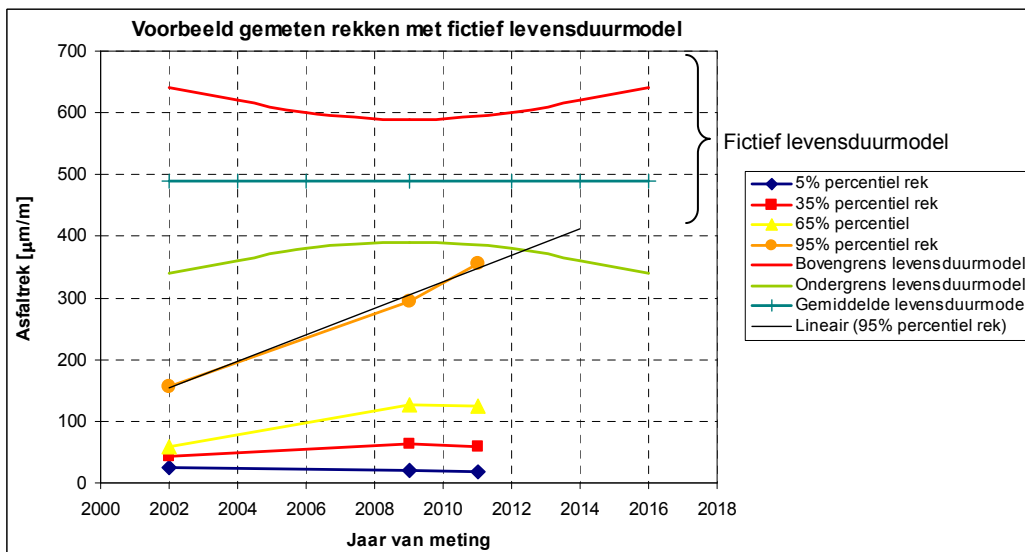
De rek bij breuk is bekend uit de breuksterkteproef. Deze rek bij breuk wordt in het laboratorium bepaald en geeft inzicht in de maximale rek van het materiaal bij bezwijken. De omstandigheid waarmee deze rek is bepaald, in de proefopstelling, is verschillend van de rek berekend uit valgewicht deflectiemetingen. In de proefopstelling wordt een balk belast, met een valgewichtdeflectiemeting wordt een plaat belast ondersteund door de ondergrond. Om een levensduurmodel op basis van de rek op te kunnen stellen zal er een vertaling plaats moeten vinden van de maximale rek gemeten in de breuksterkteproef naar de maximale rek die de bekleding op de dijk onder golfbelasting/ valgewichtdeflectiemeting kan hebben. Deze vertaling is nog niet uitgevoerd. In onderstaande figuren is een voorbeeld gegeven van het functioneren van het levensduurmodel nadat deze vertaling heeft plaatsgevonden.

Er zijn bijvoorbeeld op een dijkvak valgewichtdeflectiemetingen uitgevoerd in de jaren 2004, 2009 en 2011. Er is een toename van de rek geconstateerd. In Grafiek 8-1 zijn de resultaten van de metingen weergegeven.



**Grafiek 8-1** Percentielen van de verdeling van de berekende rekken

De vertaalde maximale rek op basis van laboratoriumproeven kan in deze figuur worden toegevoegd waarna een model als in Grafiek 8-2 ontstaat.



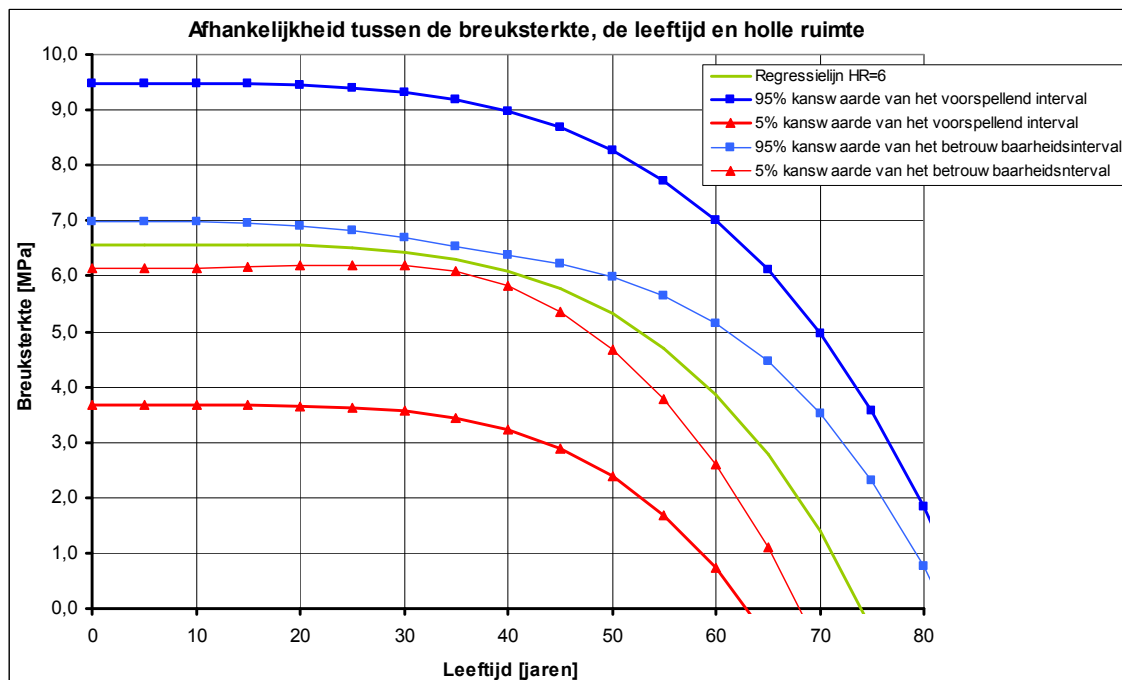
**Grafiek 8-2** Toenemende rek en maximale rek

Om een conversie te kunnen maken van de maximale rek gemeten in de breuksterkteproef naar de maximale rek van de bekleding die mag optreden onder de belasting van het valgewicht, zal onderzoek uitgevoerd moeten worden. Zoals gezegd zijn de meetomstandigheden anders. Ook zijn er verschillen in belastingsnelheid en krachtniveaus. Een eenvoudige vergelijking kan worden gemaakt met een eindige elementen methode waarbij de materiaaleigenschappen/ modellen voor beide situaties gelijk worden gehouden.



### 8.3 Levensduur o.b.v de breuksterkte

Een ander model is het model dat gebaseerd is op de breuksterkte van de bekleding [KOAC·NPC, 2010]. Hierbij wordt de breuksterkte van het asfalt voorspeld op basis van de holle ruimte en de leeftijd van de bekleding. Er is veel breuksterktedata bekend van verschillende bekledingen in Nederland. Het model is afhankelijk gemaakt van de holle ruimte van de bekleding omdat deze veel invloed heeft op de breuksterkte. De bandbreedte van het betrouwbaarheidsinterval is groot omdat de breuksterkte afhankelijk is van meer parameters. Deze zijn echter niet altijd bekend.



**Grafiek 8-3 Levensduurmodel op basis van de breuksterkte**

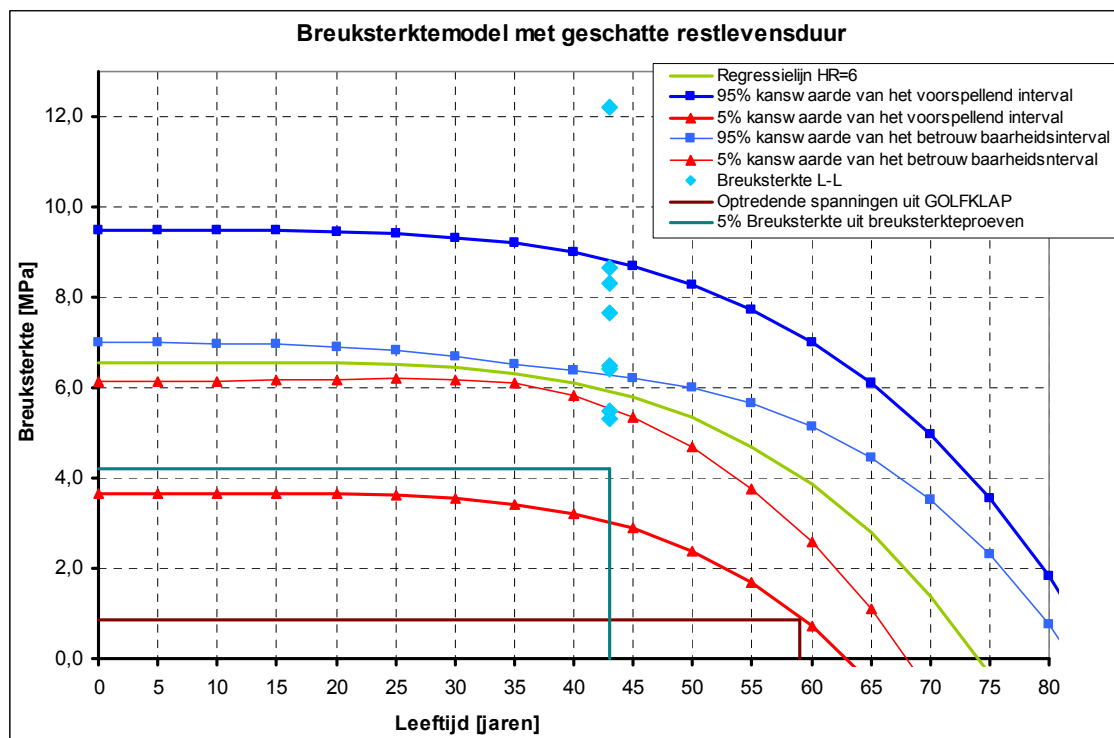
Met het programma GOLFKLAP zijn fictieve optredende buigtrekspanningen in de asfaltdijkbekleding berekend. Deze zijn weergegeven in

Tabel 8-1.

**Tabel 8-1 Buigtrekspanningen berekend met GOLFKLAP**

| $\sigma_{\text{golfklap}}$ [MPa] | Aantal golven | cumulatief percentage |
|----------------------------------|---------------|-----------------------|
| 0,10                             | 589           | 18,3%                 |
| 0,21                             | 515           | 34,3%                 |
| 0,32                             | 475           | 49,1%                 |
| 0,43                             | 451           | 63,1%                 |
| 0,54                             | 381           | 74,9%                 |
| 0,65                             | 321           | 84,9%                 |
| 0,76                             | 216           | 91,6%                 |
| 0,87                             | 139           | 95,9%                 |
| 0,98                             | 76            | 98,3%                 |
| 1,08                             | 35            | 99,4%                 |
| 1,19                             | 14            | 99,8%                 |
| 1,30                             | 4             | 99,9%                 |
| 1,41                             | 2             | 100,0%                |
| 1,52                             | 1             | 100,0%                |
| 1,63                             | 0             | 100,0%                |

Voor de berekening wordt getoetst aan de spanning met een cumulatief percentage van 95%. Deze is 0,87 MPa. In Grafiek 8-4 is deze maximale spanning in het model toegevoegd. Ook zijn de resultaten van de breuksterkteproeven toegevoegd. Het gemiddelde holle ruimte percentage van de proefstukken is 4,6 %. In Grafiek 8-4 is te zien dat de 5% breuksterkte gelijk is aan 4,2 MPa.


**Grafiek 8-4 Restlevensduur op basis van de breuksterkte**

De ingeschatte levensduur op basis van het model is 59 jaar. Dit geeft aan dat de verwachte restlevensduur van de bekleding in dit voorbeeld 16 jaar is.

#### **8.4 Conclusies en status**

Er zijn twee voor de hand liggende modellen die in het beheersysteem kunnen worden geïmplementeerd. Een model op basis van de rek onderin de bekleding en een model die de breuksterkte voorspelt op basis van de leeftijd en de holle ruimte van de bekleding.

Het model op basis van de rek onderin de bekleding uit de valgewichtdeflectiemetingen moet nog worden ontwikkeld. Hiervoor moet extra onderzoek worden uitgevoerd om een vertaling te maken van de maximale rek uit de breuksterkteproef naar de maximale rek van de bekleding op de dijk.

Voor het voorspellen van de breuksterkte uit de holle ruimte en de leeftijd is een eerste model ontwikkeld. Dit eerste model zou direct in een beheersysteem kunnen worden geïmplementeerd. De betrouwbaarheid is echter op dit moment nog onvoldoende. Er zijn plannen om de betrouwbaarheid van dit model in de komende jaren te verbeteren.

Een derde mogelijkheid is het ontwikkelen van een model dat de restlevensduur voorspelt op basis van waargenomen schade. In de wegebouw wordt met dergelijke modellen gewerkt. Ontwikkeling van dit model zal de meeste inspanning vergen omdat hiervoor meer inzicht moet zijn in schadeprogressie. Periodiek visueel inspecteren van een aantal dijkvakken en eenduidig vastleggen van deze schade is noodzakelijk om tot de ontwikkeling van een dergelijk model te komen.

## 9 Koppelingen met externe programma's

### 9.1 Inleiding

Het is van groot belang dat er aangesloten wordt op de huidige programma's die door beheerders worden gebruikt. In dit hoofdstuk zijn enkele programma's genoemd.

### 9.2 Dataopslag

Voor dataopslag worden verschillende systemen gebruikt. Er moet onderscheidt worden gemaakt tussen geografische informatie en meetgegevens. Geografische informatie is in de meeste gevallen eenvoudig uitwisselbaar. Uitwisseling van deze informatie komt zo vaak voor dat elk programma een export mogelijkheid heeft naar een ander programma.

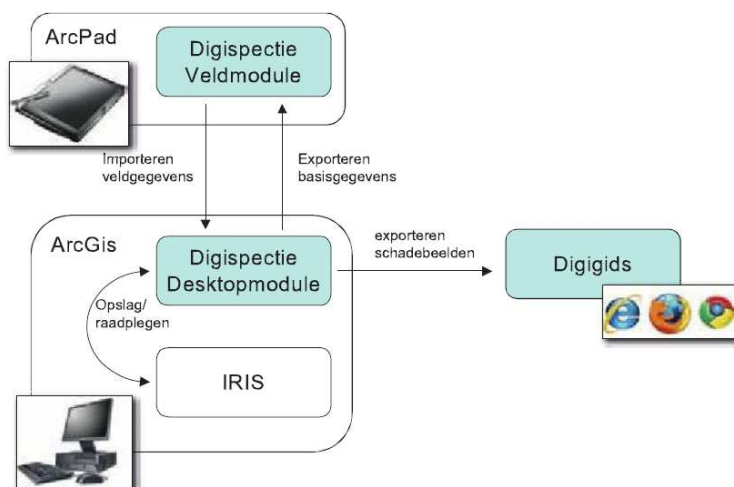
Voor meetgegevens worden verschillende beheer- of leggersystemen gebruikt. Genoemd kan worden:

- INTWIS/ IRIS
- Enterprise architecture

Een beheerder zal de keuze moeten maken of een koppeling tussen het te ontwikkelen beheersysteem en het huidige beheersysteem noodzakelijk is of dat er eenmalig een overdracht plaats moet vinden.

### 9.3 Digispectie en digigids

Bij Rijkswaterstaat en verschillende waterschappen wordt gebruik gemaakt van de IRIS database. IRIS is een ruimtelijk informatie systeem waarin gegevens worden opgeslagen en modules worden beheerd. Er wordt al enige tijd een programma ontwikkeld om visuele inspecties uit te voeren. Dit programma is Digispectie genoemd en is ook aangesloten op het IRIS systeem. In Figuur 9-1 zijn deze koppelingen geschematiseerd.



**Figuur 9-1 Koppeling tussen verschillende onderdelen van Digispectie**

Ook is het van belang om de systematiek van Digispectie volledig aan te laten sluiten op het voorschrift toetsen op veiligheid. Zodat er op het niveau van het VTV informatie uitgewisseld kan worden tussen Digispectie en het beheersysteem.

#### **9.4 Positie beheersysteem**

In Figuur 9-1 is de relatie tussen verschillende systemen weergegeven. Uit deze figuur is duidelijk dat vanuit ArcGis het IRIS en Digispectie wordt benaderd. Het is mogelijk om vanuit ArcGis ook een benadering naar het beheersysteem te maken. Ook kan binnen het beheersysteem ArcGis of Digispectie worden benaderd. Het meest gebruikte programma zal koppelingen naar andere programma's moeten bevatten.

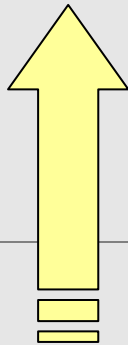
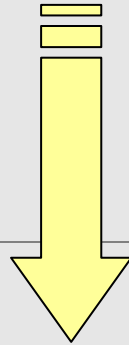
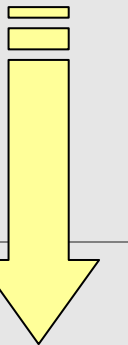
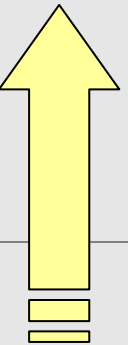

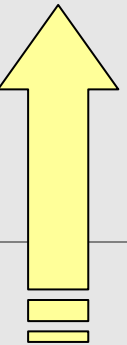
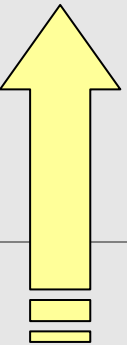
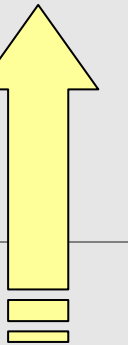
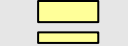


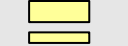
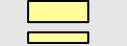
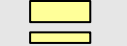
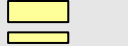
## 10 Referenties

[Infram, 2010]

[CROW, Beheersystematiek]  
publicatie 147; Wegbeheer, CROW, Ede

## Bijlage 1 Informatieschema



| Tabbladen    | Algemeen   | Meetgegevens   | Toetsinformatie   | Levensduur   | Visuele inspectieresultaten   | Opleveringscontroles   | Hydraulische randvoorwaarden                               | Documenten   | Maatregels  | Kosten  | Planning  |
|--------------|--|--|---|--|---|--|--|--|---|---|---|
| Niveau       |  |  |   |  |   |  |  |  |   |   |   |
| Dijkkring    | - naamsomschrijving<br>- km van<br>- km tot  |  | - toetsscore  |  |   |  |  |  |   |   |   |
| Beheervak    | - dijkkring<br>- naamsomschrijving<br>- km van<br>- km tot   | - berekende rek<br>- GPR laagdikte<br>- E-modulus<br>- E-modulus (5°C, 10 Hz)<br>- E-modulus ondergrond<br>- beddingconstante  | - laagdikte<br>- E-modulus<br>- Poisson getal<br>- beddingconstante<br>- breuksterkte<br>- $\alpha$<br>- $\beta$<br>- a<br>- log k (gemiddeld)<br>- log k (karakteristiek)<br>- Minersom<br>- Maximaal berekende spanning GOLFKLAP<br>- Opmerkingen<br>- toetsscore | - verwachte restlevensduur o.b.v. breuksterkte<br>- verwachte restlevensduur o.b.v. rek<br>- grafiek met overzicht breuksterkte<br>- grafiek met overzicht rek |   |  |  | - rapporten<br>- beleidsplannen<br>- meetplannen<br>- onderzoeksplannen                          | - uitgevoerd onderhoud<br>- onderhanden werk<br>- uit te voeren onderhoud<br>-        | - onderhoudskosten<br>- budgettering<br>- begroting<br>- kosten achterstallig onderhoud | - onderhoudsplanung<br>- levensduurplanung<br>-                                       |
| Dijkvak      | - dijkkring<br>- beheervak<br>- (naam/ code)<br>- km van<br>- km tot<br>- vaknr. [HR, 2006]<br>- taludhelling<br>- jaar aanleg<br>- besteksnaam<br>- besteksnummer |    |   |    |   | - laagdikte<br>- bitumengehalte<br>- dichtheid proefstuk<br>- dichtheid mengsel<br>- holle ruimte<br>- korrelverdeling | - vaknr.<br>- toetspeil<br>- $H_s$<br>- $T_p$<br>- $\beta$ | - bestek<br> |   |     |   |
| Zone         | - dijkkring<br>- beheervak<br>- dijkvak<br>- (naam/ code)<br>- km van<br>- km tot<br>- taludhelling<br>- bekledingtype<br>- functie                                |   |    |   |    |  |  |  |  |    |  |
| Zone element | - dijkkring<br>- beheervak<br>- dijkvak<br>- zone<br>- (naam/ code)<br>- GPS-/ RD-coördinaat   | - GPR laagdikte<br>- RMS<br>- E-modulus (5°C, 10 Hz)<br>- E-modulus ondergrond<br>- Beddingconstante<br>- VGD-data<br>o Code meetpunt<br>o GPS-coördinaat<br>o Km meetpunt<br>o Tijd meting<br>o deflecties<br>o deflecties (50 kN)<br>o opp./ BELLS temp.<br>o Foto's<br>- berekende rek<br>- temp. Rekberekening<br>- Foto's<br>- Boorkern informatie<br>o code boorkern<br>o GPS-coördinaat<br>o asfaltsoort<br>o laagdiktes<br>o foto's<br>o code proefstuk<br>o afmetingen<br>o resultaten standaard-, vermoeiing- en breuksterkteonderzoek |   |  | Compatible met digispectie<br>- waarnemer<br>- inspectie instantie<br>- projectnummer<br>- type inspectie<br>- inspectiewijze<br>- weer<br>- zone<br>- schade/ parameter<br>- schadeklasse/ kwaliteit<br>- meetwaarden<br>o soort<br>o lengte<br>o breedte<br>o status<br>- acties<br>o urgentie<br>o actie uit te voeren door<br>o opmerkingen<br>- foto<br>- GPS-coördinaat<br>- Opmerkingen/ motivatie kwaliteit |  |  | - maatregel<br>- status maatregel<br>- maatregel wordt uitgevoerd door<br>- datum herstel        | - geraamde kosten<br>- werkelijke kosten<br>-   | - planperiode<br>- prioriteit<br>- uiterlijke hersteldatum                              |   |

## **Bijlage 2 Herstelmaatregelen en kosten**

| Type schade/<br>herstelmaatregel | Type<br>bekleding | Omvang<br>schade          | Maatregel   | Prijs    | Eenheid         |
|----------------------------------|-------------------|---------------------------|---|----------|-----------------|
| Scheur                           |                   | $b < 5 \text{ mm}$        | schoonmaken, vullen met bitumenemulsie, afstrooien  | € 9,50   | /m              |
|                                  |                   | $5 < b < 20 \text{ mm}$   | schoonmaken, vullen met voegvullingmassa, afstrooien  | € 13,50  | /m              |
|                                  |                   | $20 < b < 50 \text{ mm}$  | vullen met asfaltmastiek, afstrooien  | € 19,50  | /m              |
|                                  |                   | $50 < b < 100 \text{ mm}$ | schoonmaken, vullen met gietasfalt, afstrooien  | € 23,50  | /m              |
|                                  |                   | $100 \text{ mm} < b$      | schoonmaken, vullen met oorspronkelijk materiaal, afstrooien  | € 25,50  | /m              |
| Gat                              |                   |                           | schoonmaken, vullen   | € 35,00  | /gat            |
| Aangetast oppervlak              | WAB               | diepte > 5mm              | frezen (4, 8, 12 cm), aanbrengen kleeflaag, aanbrengen WAB, afstrooien  | € 88,50  | /m <sup>2</sup> |
| Aangetast oppervlak              | OSA               | diepte > 5mm              | verwijderen losse delen, aanbrengen OSA   | € 68,50  | /m <sup>2</sup> |
| Herprofileren<br>oppervlak       | WAB               |                           | opbreken en afvoeren bekleding, herprofileren en verdichten ondergrond, aanbrengen WAB, aanbrengen opp. behandeling | € 290,00 | /m <sup>2</sup> |
| Herprofileren<br>oppervlak       | OSA               |                           | opbreken en afvoeren bekleding, herstellen filter, aanbrengen OSA   | € 295,00 | /m <sup>2</sup> |
| Onderlagen                       | WAB               |                           | verwijderen bekleding, herstellen filter, aanbrengen bekleding, aanbrengen opp. behandeling                         | € 290,00 | /m <sup>2</sup> |
| Filterlagen                      | OSA               |                           | herstellen filter, aanbrengen bekleding   | € 295,00 | /m <sup>2</sup> |
| Overlagen                        | WAB               |                           | verwijderen opp. Behandeling, aanbrengen kleeflaag, aanbrengen bekleding, aanbrengen opp. behandeling               | € 204,50 | /m <sup>2</sup> |
| Overlagen                        | OSA               |                           | aanbrengen kleeflaag, aanbrengen bekleding  | € 151,50 | /m <sup>2</sup> |
| Verwijderen<br>begroeiing        |                   |                           | Maaien (bv. riet)   |          | /m <sup>2</sup> |
|                                  |                   |                           | Sputten (milieuvriendelijke bestrijdingsmiddelen)   |          | /m <sup>2</sup> |
|                                  |                   |                           | Vegen   |          | /m <sup>2</sup> |
|                                  |                   |                           | Verwijderen houtvormende gewassen   |          | /m <sup>2</sup> |
| Aanbrengen opp.<br>behandeling   | WAB               |                           |   |          | /m <sup>2</sup> |

