

# Robuuste Verhardingen

Probleemanalyse, actorenanalyse en innovatiesporen

ir. Joris van Ruijven  
ir. Arjan Venmans

# Robuuste Verhardingen

## Probleemanalyse, actorenanalyse en innovatiesporen

### Trefwoorden

Innovatie, wegen, onderhoud en aanleg, hinder

### Samenvatting

Dit rapport is opgesteld in het kader van het innovatieproject Robuuste Verhardingen van het Innovatieprogramma Wegbeheer. De opdrachtgever is de Dienst Verkeer en Scheepvaart. Dit innovatieproject zoekt naar wegconcepten die zorgen voor minder hinder door aanleg- en onderhoud. De rapportage betreft een probleemanalyse, een actorenanalyse, een weergave van de state of the art. Tot slot geeft het rapport richting aan het innovatieproces van het project Robuuste Verhardingen door een aantal verschillende innovatiesporen te schetsen. De volgende 3 vervolgsporten worden geadviseerd:

- Een IPW-congres over gunnen op waarde en past performance
- Een onderzoek of aio naar wegtoepassingen van technieken zoals nanotechnologie en self healing
- Een pilot waarin wegtoepassingen van technieken zoals nanotechnologie en self healing worden gedemonstreerd

Versie	Auteur	Datum	Review	Goedkeuring
01	Ir. J. van Ruijven	2008.10.15	Ir. A. Venmans	
02	Ir. J. van Ruijven	2008.11.10	Ir. A. Venmans	
03	Ir. J. van Ruijven	2008.12.10	Ir. A. Venmans	

**Titel**  
Robuuste Verhardingen

**Opdrachtgever**  
Rijkswaterstaat  
Dienst Verkeer en Scheepvaart (DVS)

**Kenmerk**  
432780.0003

**Status**  
voorlopig

**Classificatie**  
vertrouwelijk tot nader order

**Pagina's**  
49

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
1.1	Algemeen	3
1.2	Leeswijzer	3
<b>2</b>	<b>Kader</b>	<b>5</b>
2.1	Innovatieprogramma Wegbeheer	5
2.2	Robuuste verhardingen	5
2.3	Scope	6
2.4	Aanpalende projecten	7
<b>3</b>	<b>Onderzoeksopzet</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Probleemanalyse: Mobiliteit en verkeershinder</b>	<b>10</b>
4.1	Inleiding	10
4.2	Verkeershinder	10
4.3	Groei van mobiliteit	11
4.4	Groei van verkeershinder	11
4.5	Groei van filekosten	11
<b>5</b>	<b>Probleemanalyse: Onderhoud aan wegen</b>	<b>12</b>
5.1	Inleiding	12
5.2	Onderhoudsorganisatie	12
5.3	Aansturing	12
5.4	Groei van onderhoud	14
5.5	Overbelading: toename kosten	14
5.6	Groei onderhoudskosten	15
5.7	Inspectie en meerjarenplanning	15
5.8	Schade aan verhardingen	16
5.9	Onderhoud aan verhardingen	17
5.10	Maatgevende schadebeelden	17
<b>6</b>	<b>Probleemanalyse: Aanleg en verbreding van wegen</b>	<b>20</b>
6.1	Inleiding	20
6.2	Aansturing	20
6.3	Groei	20
6.4	Eisen aan aanleg en verbreding	21
<b>7</b>	<b>Probleemanalyse: Verkeershinder door onderhoud en aanleg</b>	<b>22</b>
7.1	Inleiding	22
7.2	Capaciteitsverlies door wegafzettingen	22
7.3	Kosten van wegafzettingen	23
7.4	Duur van onderhoud	23
7.5	Duur van aanleg	24
7.6	Voertuigverliesuren en filekosten	24
7.7	Groei verkeershinder door onderhoud en aanleg	25
<b>8</b>	<b>Actorenanalyse</b>	<b>26</b>
8.1	Inleiding	26
8.2	Hinder door onderhoud	26
8.3	Robuuste verhardingen	27

8.4	Innovatievraagstuk en innovatieproces	28
8.5	Conclusies uit de actoren analyse	29
<b>9</b>	<b>State of the art Robuuste verhardingen</b>	<b>30</b>
9.1	Inleiding	30
9.2	Samenvatting octrooiscan	30
9.3	Verhardingsconcepten	31
9.4	Deklaag	32
9.5	Asfaltmengsel en bitumen	32
9.6	Beton	32
9.7	Fundering	33
9.8	Onderbouw	33
<b>10</b>	<b>Innovatiesporen Robuuste Verhardingen</b>	<b>34</b>
10.1	Inleiding	34
10.2	Probleemanalyse Robuuste Verhardingen	34
10.3	Doelstelling Robuuste Verhardingen	35
10.4	Innovatieproces	36
10.5	Innovatiesporen	37
10.6	Voorkeur innovatiesporen	38
<b>11</b>	<b>Literatuur</b>	<b>39</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Algemeen

Dit rapport is opgesteld in het kader van het innovatieproject Robuuste Verhandingen van het Innovatieprogramma Wegbeheer. De opdrachtgever is de Dienst Verkeer en Scheepvaart.

Het rapport geeft inzicht in de problemen die het innovatieproject Robuuste Verhandingen wil oplossen. Daarnaast zijn de perspectieven van waaruit verschillende betrokken stakeholders naar Robuuste Verhandingen kijken beschreven. De probleemanalyse, de stakeholderanalyse en de state-of-the-art in Robuuste Verhandingen resulteren uiteindelijk in een aanbeveling voor een aantal te volgen innovatiesporen.

## 1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 en 3 wordt het kader en de opzet van dit rapport beschreven. Hoofdstuk 4 gaat in op mobiliteit en verkeershinder en de groei hiervan door de jaren heen. In hoofdstuk 5,6 en 7 wordt gekeken naar het onderhoud dat plaatsvindt op Nederlandse snelwegen en de verkeershinder die hiervan het gevolg is. Hoofdstuk 4 tot en met 7 kunnen worden gezien als de probleemanalyse. Hoofdstuk 8 betreft de actorenanalyse. In hoofdstuk 9 wordt state of the art kennis van Robuuste Verhandingen gegeven. In hoofdstuk 10 wordt een en ander samengevoegd tot een analyse hoe Robuuste Verhandingen verder zou kunnen gaan.

*Kenmerk 432780.0003 , Versie 2, 12 november 2008, voorlopig  
(vertrouwelijk tot nader order)*

# Deltares

## 2 Kader

### 2.1 Innovatieprogramma Wegbeheer

De aanleiding om te starten met het Innovatie Programma Wegbeheer is om in te spelen op de volgende twee ontwikkelingen:

- meer onderhoud aan de verhardingen;
- meer verkeer.

Deze ontwikkelingen zijn dusdanig van aard dat binnen Rijkswaterstaat de behoefte is ontstaan om hier aandachtig naar te kijken. Het effect van deze ontwikkelingen geeft een duidelijke stijging van overlast voor de weggebruiker en de hieraan gekoppelde maatschappelijke schade. Hoe groot dit probleem is en welke kansrijke ideeën bedacht kunnen worden teneinde de overlast te minimaliseren, staat centraal in IPW [Verkenningfase IPW, 2007].

Uit de verkenningfase van IPW zijn de volgende kansrijke projecten voortgekomen:

Resultaat en Effect	Bronaanpak (vrachtwagens)	Hinderarm organiseren	Systeem innovatie	Product innovatie
Korte termijn (< 5 jaar)	• Voorkomen overbelading	• Werken in de spits • Slimme output meting • Jaarrond onderhoud	• Detectie zonder lussen • Hindervrije inspectie • Robuust (her)ontwerp	• Levensduurverlenging ZOAB • Zelfreinigende tunnels • Duurzame voegovergangen
Middellange termijn (> 5 jaar)	• Trailerroads	• Herontwerp organisatie • Cyclisch onderhoud	• Plug & play • Robotisering wegafzetting	• <b>Robuuste verhardingen</b> • Zelfherstellende weg

Tabel 2.1: IPW projecten [Verkenningfase IPW, 2007]

### 2.2 Robuuste verhardingen

Het innovatieproject Robuuste Verhardingen heeft op voorhand de volgende projectdoelstelling:

*Het innovatieproject Robuuste Verhardingen zoekt naar andere verhardingsconcepten die tenminste dezelfde positieve eigenschappen hebben als ZOAB, maar tegelijkertijd voor minder hinder door aanleg en onderhoud zorgen. Robuust betekent ook dat moet worden voldaan aan sustainability overwegingen in termen van te gebruiken materialen en productiewijzen.*

Dit kan worden bereikt door:

- Minder hinder door minder onderhoud;
- Minder hinder door sneller of ander onderhoud;
- Minder hinder door snellere aanleg.

### 2.3 Scope

Het project Robuuste Verhardingen heeft de volgende scope:

- Robuuste Verhardingen richt zich op de techniek waarbij er naar wordt gestreefd de kaders te laten meebewegen met technische ontwikkelingen;
- Robuuste verhardingen richt zich zowel op de deklaag als de onderbouw;
- Robuust wil zeggen flexibel, met lange levensduur en sustainable;
- Robuuste Verhardingen richt zich niet op de weginrichting, eisen omtrent beschikbaarheid of betrouwbare reistijd, communicatie of het organisatorische en logistieke proces van aanleg en onderhoud;
- Robuuste Verhardingen zoekt in eerste instantie niet naar quick wins, maar richt zich op concepten die op de middellange termijn in de praktijk toepasbaar zijn.

#### 2.4 Aanpalende projecten

Robuuste verhardingen heeft duidelijke relaties met de volgende projecten uit het IPW programma:

- Zelfherstellende weg;
- Levensduurverlenging ZOAB;
- Plug & Play;
- Cyclisch onderhoud;
- Trailerroads.

Robuuste Verhardingen heeft daarnaast relaties met de prijsvraag 'Stiller, Schoner en Homogener' van de Innovatieprogramma's Geluid en Luchtkwaliteit. Hierbij nodigde Rijkswaterstaat in de zomer van 2006 de markt uit om met ideeën en oplossingen te komen die op termijn in de praktijk breed toepasbaar zijn. In drie pilots worden ideeën getest voor 'schoner' asfalt, voor 'stiller' asfalt en voor 'homogener' asfalt. Tot slot richtte de pilot Modulair Wegdek van Wegen naar de Toekomst (2000-2002) zich het snel aanleggen en vervangen van autosnelwegen.

### 3 Onderzoeksopzet

Dit rapport is geschreven met behulp van literatuurstudie, deskresearch en door middel van interviews met stakeholders bij marktpartijen en overheden.

Het rapport is onderverdeeld in 4 delen:

1. Probleemanalyse
2. Actorenanalyse
3. Analyse state-of-the-art oplossingen
4. Procesanalyse

Deze onderdelen beschrijven het volgende:

1. De probleemanalyse is een verkenning van de omvang van de problematiek. Het beschrijft wat verkeershinder is en hoe aanleg en onderhoud leidt tot verkeershinder en welke aanleg- en onderhoudswerkzaamheden leiden tot de meeste verkeershinder.
2. De actorenanalyse beschrijft de invalshoeken en belangen van diverse betrokken actoren.
3. De analyse van state-of-the-art oplossingen kijkt naar bekende oplossingen die voldoen aan de doelstelling van Robuuste Verhardingen
4. In de procesanalyse wordt beschreven of de doelstelling van Robuuste Verhardingen aansluit bij de probleemanalyse. De doelstelling wordt vertaald in een aantal innovatiedoelstellingen. Tot slot wordt gekeken naar mogelijke sporen om deze doelstellingen te bereiken.

*Kenmerk 432780.0003 , Versie 2, 12 november 2008, voorlopig  
(vertrouwelijk tot nader order)*

# Deltares

## 4 Probleemanalyse: Mobiliteit en verkeershinder

### 4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt toegelicht wat verkeershinder is en hoe de verkeershinder de afgelopen decennia is gegroeid. Tot slot worden de economische gevolgen van de toename van de verkeershinder toegelicht.

### 4.2 Verkeershinder

In mei 2007 heeft Rijkswaterstaat het kader 'Werken met Hinderbeleving' gepubliceerd. Dit document is een opzet om het vage begrip 'verkeershinder' concreet te maken. Dit kader introduceert een nieuwe classificatie van verkeershinder: hinderklassen. Dit is een maat voor de hinder voor individuele weggebruikers die te maken krijgen met afzettingen op de weg [kader werken met hinderbeleving, 2007].

Hinderklasse	Hinder	Vertraging in minuten	Voorbeeld	Aantal per jaar
0	Geen	-	lagere snelheidslimiet of verschoven rijstroken	3.000
1	Klein	<2	Snelheid lager: 70/90, of verschoven rijstroken	13.000
2	Beperkt	2-10	Afrit afgesloten	8.000
3	Groot	10-30	Weekendafsluiting of A16 Brieneoord	3.000
4	Zeer groot	>30	A29 Heinenoord (zeer uitzonderlijk)	<50

**Tabel 4.1: Classificatie van verkeershinder [kader werken met hinderbeleving, 2007]**

Hinderklassen alleen zijn geen goede maat voor een beschrijving van de omvang van verkeershinder: een nachtafsluiting van de Oosterscheldedam is weliswaar hinderklasse 4, maar treft slechts weinig weggebruikers. Een maat voor de totale impact van een werk gaat dus zowel over de hinderklasse als de hoeveelheid te verwachten gehinderden:

- Categorie A: majeure werken, maximale inspanning.
- Categorie B: grote werken, geen landelijke uitstraling
- Categorie C: middelgrote werken met regionale uitstraling
- Categorie D: kleine werken en afzettingen: persbericht uitzenden.
- Categorie E: kleine afzettingen: alleen info ter plaatse

Gehinderden hinderklasse	< 1.000	< 10.000	< 100.000	< 1 M	> 1 M
1	E	E	D	C	B/C
2	D	D	C	C	B
3	C	C	B	A	A
4	B/C	B	B	A	A

**Tabel 4.2: Hinderklassen [kader werken met hinderbeleving, 2007]**

De ontwikkeling van verkeershinder wordt daarnaast gemeten door het aantal voertuigverliesuren te registreren. Een voertuigverliesuur is de totale door voertuigen opgelopen vertraging ten opzichte van een normsnelheid van 100 km/uur. Zestig voertuigen die 1 minuut vertraging oplopen en 1 voertuig dat 60 minuten vertraging oploopt leveren beiden 1 voertuigverliesuur op [kader werken met hinderbeleving, 2007].

#### 4.3 Groei van mobiliteit

De personenmobiliteit (in alle vervoerswijzen) is tussen 1995 en 2006 met 10% gegroeid tot 183,6 miljard reizigerskilometers. Deze toename komt voornamelijk voor rekening van de auto. De groei wordt bepaald door toename van en veranderingen in de samenstelling van de bevolking. Daarnaast is de afstand tussen woon en werk locaties gemiddeld toegenomen. De goederenmobiliteit is met bijna 25% toegenomen. Deze groei wordt hoofdzakelijk verklaard door groei van de internationale handel. De verkeersprestatie op autosnelwegen (vracht- en personenverkeer) is in de periode tussen 1995 en 2006 toegenomen met 34%. In dezelfde periode is overigens ook het snelwegennet en het aantal auto's flink gegroeid [file-facts KiM, 2008].

Het verkeer zal de komende jaren nog verder groeien. Voor onderhoud van de verhardingsconstructie (asfalt) is de groei van vrachtverkeer maatgevend. Doordat de groei van het vrachtverkeer veel groter is dan die van personenauto's zal het aandeel vrachtverkeer op het hoofdwegennet toenemen van ongeveer 15% nu tot circa 20% in het jaar 2020. Eén op de vijf auto's op de snelweg is dus straks een vrachtauto. Doordat een vrachtauto anderhalf keer zoveel plaats inneemt als een personenauto, neemt het capaciteitsbeslag van het vrachtverkeer op de weg toe tot ongeveer 30%. Door het stijgende vrachtverkeer zal de rechterrijstrook voor een zeer groot deel door vrachtauto's in beslag worden genomen en ontstaat er een colonne. Op sommige corridors zullen in het jaar 2020 vrachtwagens niet meer als colonne op één rijstrook achter elkaar passen [Verkenningfase IPW, 2007].

#### 4.4 Groei van verkeershinder

Het tijdverlies in files, uitgedrukt in voertuigverliesuren lag in 2006 42% hoger dan in 2000. Ten opzichte van 1995 is de groei in 2006 zo'n 87% [file-facts KiM, 2008].

Het Rijk heeft onder meer de ambitie in 2020 de filezwaarte (in voertuigverliesuren) op het hoofdwegennet terug te brengen naar het niveau van 1992. Voor de betrouwbaarheid is de ambitie dat in de spits 95% van de verplaatsingen op tijd is [Nationale Mobiliteitsmonitor, 2006].

#### 4.5 Groei van filekosten

De economische schade door files valt uiteen in kosten door direct reistijdverlies, door onbetrouwbaarheid van reistijden, door uitwijkgedrag en overige maatschappelijke kosten. De directe reistijdverliezen worden berekend door te meten of te schatten hoeveel voertuigen (en dus mensen) op de autosnelwegen in de files staan en hoe lang het oponthoud is. De verloren tijd van deze personen wordt gewaardeerd (in geld uitgedrukt) met de Value of Time (VoT). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen personen- en goederenvervoer en tussen woon-werkverkeer, zakelijke en overige personenverkeer. De kosten van onbetrouwbaarheid (onverwacht oponthoud) zijn significant en worden gewaardeerd met de (voorlopige) Value of Reliability (VoR). De kosten van uitwijkgedrag zijn eveneens significant, naar schatting even groot als de directe reistijdverliezen, maar ook lastig te bepalen. [Mobiliteitsbalans, KiM].

In 2000 bedroegen de kosten voor direct en indirect reistijdverlies zo'n 2 miljard euro. In 2006 was dit met 50% gestegen tot zo'n 3 miljard Euro (0,5-0,6% van het BNP) [file-facts KiM, 2008].

## 5 Probleemanalyse: Onderhoud aan wegen

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aangegeven hoe het onderhoud aan autosnelwegen in Nederland is georganiseerd. Daarnaast wordt geïllustreerd waarom het onderhoud de komende tijd zal stijgen en wat de financiële consequenties hiervan zijn.

### 5.2 Onderhoudsorganisatie

Op het gebied van Beheer en Onderhoud is er door de vorming van het agentschap RWS meer ruimte om in een meerjarenplanning een evenwicht te zoeken tussen “customer focus” en “value for money”. Om daarin als RWS een goede afweging te kunnen blijven maken, zijn de behartiging van de diverse belangen voortaan gekoppeld aan aparte adviseurs. Deze adviseurs hebben de rol van Verkeersmanager en Infraprovider. Zij zien enerzijds toe op een snelle en veilige doorstroming van het verkeer en anderzijds op de technische kwaliteit van het netwerk [Partnership Infrastructuur Management, 2005].

### 5.3 Aansturing

De aansturing van de Infraprovider en de Verkeersmanager loopt via prestatiesturing (service level agreements: SLA's) en projectsturing (groot variabel onderhoud: GVO).

#### *Prestatiesturing*

De aansturing van klein (minder dan € 30 miljoen) variabel onderhoud en vast onderhoud aan rijkswegen is geregeld via prestatieafspraken, de zogeheten service level agreements. In de SLA's wordt vastgesteld welk voorzieningenniveau voor de infrastructuurnetwerken (producten en diensten) Rijkswaterstaat zal leveren inclusief de daarvoor beschikbaar te stellen middelen. In de SLA's wordt onderscheid gemaakt tussen basis- en servicepakketten. Het basispakket biedt het onderhoudsniveau waarbij de afgesproken kwaliteit wordt gehandhaafd. Onder het basispakket vallen zowel het preventief als het correctief onderhoud. Boven op het basispakket kan er voor extra servicepakketten worden gekozen. Met de servicepakketten wordt beoogd te komen tot een verdere verbetering van de kwaliteit van het areaal of een betere serviceverlening aan de gebruiker. In een SLA worden zowel voor de Verkeersmanager als voor de Infraprovider prestatie-indicatoren met betrekking tot een aantal meetbare onderwerpen opgenomen. In het onderstaande overzicht is hiervan een aantal voorbeelden gegeven [[www.verkeersenwaterstaat.nl/mit](http://www.verkeersenwaterstaat.nl/mit)].

Verkeersmanager	Infraprovider
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrouwbare en tijdige reisinformatie               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschikbaarheid file informatie DRIPS</li> <li>– Beschikbaarheid file informatie service providers</li> </ul> </li> <li>• Gesteld staan voor pech en ongevallen               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Snelheid van aanwezigheid bij incidenten</li> </ul> </li> <li>• Sturen van verkeersaanbod               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschikbaarheid rijstroken hoofdverbindingen en stadsringen</li> <li>– Beschikbaarheid rijstroken overige wegen in de spits</li> <li>– Beschikbaarheid rijstroken overige wegen buiten de spits</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voorzieningsniveau infrastructuur               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Voldoen van wegen, viaducten, aquaducten, bruggen en tunnels aan afgesproken normen</li> <li>– Inzetbaarheid DRIP's met voldoende mogelijkheid tot het tonen van boodschappen</li> <li>– Beschikbaarheid spits-, plus- en bufferstroken voor openstelling</li> </ul> </li> <li>• Waarborgen verkeersveiligheid, doorstroming en publieksvriendelijk werken               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tijdige maatregelen bij (tijdelijk) niet voldoen aan normen van de infrastructuur</li> <li>– Tijdig opheffen blokkades door technische storingen aan tunnels en grote Rivierovergangen</li> <li>– Opereren binnen landelijke kaders voor publieksvriendelijk werken en het omgaan met verwachte vertragingen</li> </ul> </li> </ul>

**Tabel 5.1: Prestatie afspraken Verkeersmanager en Infraprovider**

Meer concreet gelden er bijvoorbeeld de volgende prestatieafspraken:

Indicator	Waarde 2007	Streefwaarde 1-1-2008	Streefwaarde 31-12-2008
Voldoen van wegen aan de normen	95%	95%	95%
Voldoen van bruggen en viaducten aan de normen	Nieuwe indicator	70%	78%
Op alle bemeten wegvakken wordt gemiddeld over het jaar minimaal 95% van de tijd betrouwbare reis en route-informatie geleverd die binnen 5 min. zowel beschikbaar is voor de DRIP's als voor de serviceproviders.	Nieuwe indicator	In 90% van de tijd wordt aan de betreffende indicator voldaan	In 90% van de tijd wordt aan de betreffende indicator voldaan
Indicator	Indicator waarde 2006	Basiswaarde 2000	Streefwaarde 2020
Voertuigverliesuren in files	143	100	60

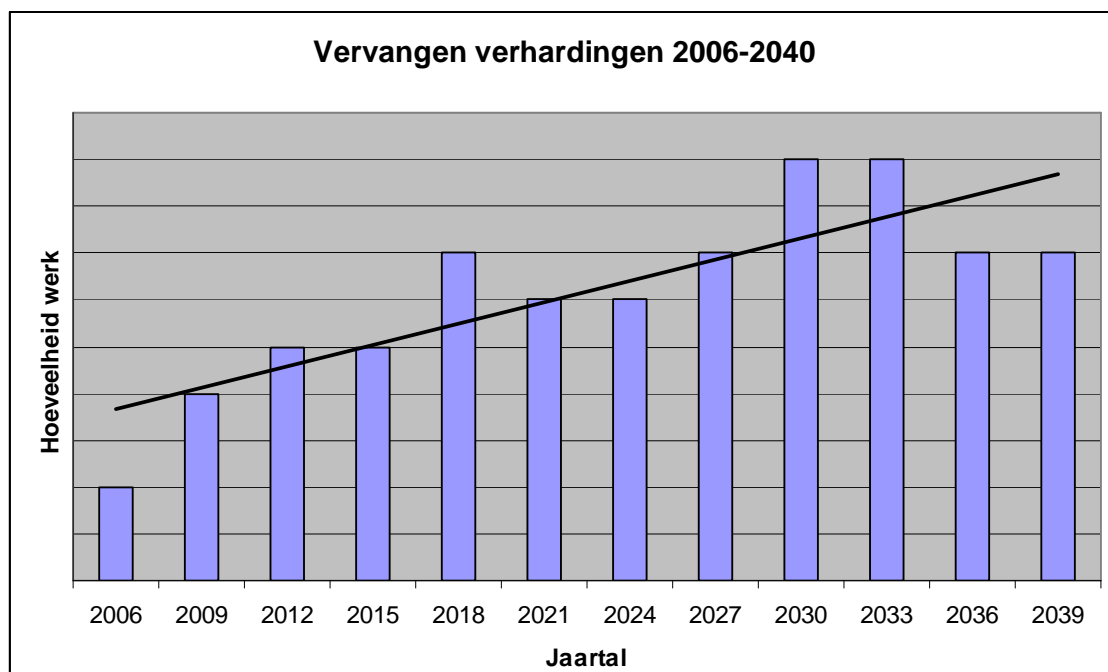
**Tabel 5.2: Prestatie afspraken Verkeersmanager en Infraprovider**

### Projectsturing

Beheer- en onderhoudsprojecten van € 30 miljoen of meer worden aangestuurd volgens de MIRT -systematiek (zie hoofdstuk 6). Per project worden afspraken gemaakt over het te leveren product, de start- en opleverdatum en het taakstellend budget. Daarnaast worden ook afspraken gemaakt over de verantwoordelijkheids- en risicoverdeling [[www.verkeerenwaterstaat.nl/mit](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/mit)].

#### 5.4 Groei van onderhoud

De prognoses voorzien een stijgende lijn in het areaal verhardingen dat jaarlijks aan onderhoud toe is. De oorzaak ligt in de sterk toegenomen toepassing van ZOAB-verhardingen en de toenemende verkeersintensiteit.



Figuur 5.1: Groei van het onderhoud aan verhardingen periode 2006-2040 [Verkenningfase IPW, 2007]

De gegevens in figuur 5.1 zijn gebaseerd op de meerjarenplannen verhardingen. De staafdiagrammen laten zien hoeveel verhardingen vervangen moeten worden in een bepaald jaar. De prognoses zijn hard voor de eerstkomende vier jaar, voor de jaren daarna zijn ze gebaseerd op de levensduurverwachting van enkellaags ZOAB. Het belangrijkste is de duidelijke trend: de groei in onderhoud aan verhardingen. Essentieel is dat voor alle onderhoudswerkzaamheden geldt dat het onderhoud aan verhardingen direct invloed heeft op de doorstroming van het verkeer. De verharding kan gezien worden als de zwakste schakel. De korte levensduur en de heterogeniteit van ZOAB, voegovergangen, lussen in de weg bepalen in sterke mate de noodzaak, en dus de planning, van onderhoud [Verkenningfase IPW, 2007].

#### 5.5 Overbelading: toename kosten

Bepalend voor de levensduur van verharding is de intensiteit van het vrachtverkeer. Samen met de toename van het vrachtverkeer kunnen ook andere factoren een rol spelen bij de slijtage van wegverhardingen, zoals hogere aslasten, hogere bandenspanningen en overbelading. Tien procent extra lading kan een verdubbeling van de belasting (en daarmee de slijtage) van het wegdek opleveren. Momenteel is naar schatting 15% van de vrachtwagens overbeladen. In combinatie met de groei van het vrachtverkeer betekent dit een extra verkorting van de levensduur van zowel het asfalt als van de kunstwerken. Door het beter organiseren van logistieke stromen wordt de transportefficiency vergroot. Dit heeft tot gevolg dat de gemiddelde beladingsgraad van de vrachtoertuigen toeneemt. Dit gaat voor een groot deel gepaard met een toename van de aslast: meer assen zullen volledig (richting maximaal toegestane aslast) worden belast. Het gemiddelde aantal assen per vrachtwagen zal toenemen. De verwachting is dat dit meer belastend is voor het wegdek als gevolg van een kleinere herstelperiode voor het asfalt.

Voor het onderhoud aan de weg veroorzaakt de groei van het (vracht)verkeer een dubbel probleem:

- meer slijtage aan wegdek en kunstwerken en dus vaker onderhoud;
- het aantal voertuigverliesuren bij wegwerkzaamheden hoger. Dit betekent dat de economische schade van de wegwerkzaamheden zal toenemen.

[Verkenningfase IPW, 2007]

## 5.6 Groei onderhoudskosten

Voorgaande ontwikkelingen zullen de komende jaren leiden tot een stijging van de kosten van het onderhoud met bijna 50%. Verhardingen, verkeersvoorzieningen en kunstwerken zijn de belangrijkste kostenposten. Onderstaande tabel laat zien dat het beschikbare budget voor het basis- en servicepakket beheer en onderhoud groeit tot 2013. In de periode 2013 – 2020 stijgt het budget verder richting 1.500 m€

Jaartal	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Basis- en servicepakket Beheer en onderhoud	874 m€	806 m€	817 m€	969 m€	1.032 m€	1.049 m€

Tabel 5.3: Onderhoudskosten beheer en onderhoud [MIRT, 2009]

Het oplopende tekort in de periode 2011 tot en met 2014 is het gevolg van beperkte budgetten VenW-breed. Nagegaan wordt of het budgettair mogelijk is de beschikbare bedragen gelijk te stellen aan het meerjarig gemiddeld benodigd budget, waardoor een middeling van middelen plaatsvindt. Hierdoor verandert het totaal beschikbare bedrag niet over de periode 2011 - 2020, maar ontstaat wel een constante reeks waardoor het beter mogelijk is de noodzakelijke activiteiten af te stemmen op de beschikbare budgetten. Achterstanden treden zo in veel mindere mate op, wat beter is voor de weggebruiker en beter hanteerbaar voor de wegbeheerder. Voor de kosten voor het voorkomen van verkeershinder zijn geen harde normen. In het algemeen geldt wel hoe hoger de hindercategorie, hoe hoger het percentage van de projectkosten voor voorkomen van (onnodige) verkeershinder. Het percentage schommelt hierbij ergens tussen de 0 en 15% [Verkenningfase IPW, 2007].

Het basispakket voor beheer en onderhoud van autosnelwegen in beheer bij het Rijk bedraagt ongeveer 750 miljoen euro (2008). Het servicepakket bedraagt ongeveer 100 miljoen euro. Van het basispakket wordt in 2008 ongeveer 31% besteed aan verhardingen en 21% aan kunstwerken. Het restant van het budget wordt verdeeld over onderhoud van het DVM systeem, verkeersvoorzieningen etc. Van het service pakket wordt in 2008 ongeveer de helft besteed aan het wegwerken van achterstallig onderhoud op autosnelwegen.

## 5.7 Inspectie en meerjarenplanning

De meerjarenplanning is een planning op netwerkniveau. Zij is gebaseerd op gegevens die voor een belangrijk deel met behulp van de Automatic Road Analyzer (ARAN) zijn ingewonnen en die zijn verwerkt met het Informatiesysteem Verhardingsonderhoud (IVON). De meerjarenplanning geeft aan waar, wanneer en waarom groot onderhoud nodig is. Ze vormt een basis voor de jaarlijks door de regionale directies op te stellen beheerplannen [DWW Brochure Groot Onderhoud aan asfaltverhardingen, 2002].

Elke twee jaar worden er in het kader van de Meerjarenplanning metingen en inspecties gedaan om op de wegvoorkomende schades in kaart te brengen. Aan de hand van de ingezamelde gegevens (bijvoorbeeld met de ARAN) wordt de schade beoordeeld en

gekwalificeerd in termen van ernst en omvang. Vervolgens wordt elke schadesoort vergeleken met het interventieniveau, ofwel de combinatie van ernst en omvang van de schade waarbij onderhoud noodzakelijk is. Vervolgens wordt vastgesteld welke schadesoort bepalend is voor de keuze van het soort onderhoudsmaatregel. Op basis daarvan wordt een aantal technisch mogelijke onderhoudsmaatregelen geselecteerd.

## 5.8 Schade aan verhardingen

De meerjarenplanning onderscheidt de volgende schades:

- rafeling;
- scheurvorming (dwarsscheuren, langsscheuren en craquelé);
- dwarsonvlakheid (rijspoorvorming);
- langsonvlakheid;
- onvoldoende stroefheid;
- onvoldoende dwarshelling.

De ernst van de schade wordt ingedeeld in drie klassen: lichte, matige en ernstige schade. De ernstklasse hangt samen met de invloed die de schade heeft op de verkeersveiligheid, op het rijcomfort en op de instandhouding van de verharding. De omvang van de schade wordt eveneens in drie categorieën ingedeeld: geringe, beperkte of grote omvang. Voor het kiezen van de juiste onderhoudsmaatregel wordt de schade nader beoordeeld. Met name bij scheurvorming is het van belang de oorzaak ervan vast te stellen. Scheurvorming kan zowel op draagvermogen als op samenhangschade duiden. Bij draagvermogenschade is de scheurvorming onder in de asfaltconstructie ontstaan als gevolg van overschrijding van het draagvermogen van de constructie. Bij samenhangschade is de scheurvorming boven in de verhardingsconstructie ontstaan. De onderhoudsmaatregel zal in geval van draagvermogenschade duurder uitvallen, omdat de gehele constructie mogelijk versterkt moet worden [DWW Brochure Groot Onderhoud aan asfaltverhardingen, 2002].

## 5.9 Onderhoud aan verhardingen

Na het beoordelen van de afzonderlijke rijstroken van een wegvak en het op elkaar afstemmen van de onderhoudsmomenten ervan, wordt vastgesteld welke schadesoort maatgevend is voor de keuze van de onderhoudsmaatregel. Op basis van de maatgevende schadesoort wordt een aantal mogelijke onderhoudsmaatregelen geselecteerd. Bij die selectie kan onderstaande tabel als hulpmiddel dienen [DWW Brochure Groot Onderhoud aan asfaltverhardingen, 2002].

Maatgevende schade	Type onderhoudsmaatregel							ZOAB deklaag vervangen
	Niet ZOAB deklaag							
	Deklaag conserveren	Deklaag regenereren	Deklaag vervangen	Overlagen	Sporen vullen	Langsprofiel corrigeren	Dwarshelling corrigeren	Deklaag vervangen
Draagvermogen schade				x				x
Samenhangschade			x	x				x
Rafeling	X	x						x
Langsonvlakheid						x		x
Dwarsonvlakheid					x			X
Onvoldoende stroefheid	X	x						X
Onvoldoende dwarshelling							x	x

Tabel 5.4: Relatie schade en onderhoudsmaatregelen

## 5.10 Maatgevende schadebeelden

Het totale areaal verhardingen dat in beheer is bij Rijkswaterstaat bedraagt circa 86 km<sup>2</sup>. Dit areaal bestaat voornamelijk uit asfaltconstructies. Naar verwachting zal dit areaal omstreeks 2010 vrijwel volledig zijn voorzien van een ZOAB of andere open (geluidsreducerende) deklaag. Ten opzichte van de traditionele dichte dekklagen die voor 1990 werden toegepast is de levensduur van ZOAB dekklagen ongeveer 80%. Binnen Rijkswaterstaat wordt voor ZOAB dekklagen op dit moment gerekend met een gemiddelde levensduur van 11,6 jaar.

	Rechterrijstrook	Rijbaanbreed
ZOAB	11 jaar	14 jaar
ZOAB +	13 à 14 jaar	16 à 17 jaar
2-laags ZOAB	7 jaar	11 à 12 jaar

Tabel 5.5: Gemiddelde levensduur ZOAB dekklagen

Dit betekent dat jaarlijks minimaal circa 475 km baanlengte moet worden onderhouden. Omdat door Rijkswaterstaat alleen de wegvakken worden onderhouden die de richtlijnen of streefwaarden overschrijden (toestandsafhankelijk onderhoud) en de levensduren van de rechterrijstrook en overige rijstroken niet gelijk zijn, betekent dit dat aanzienlijk meer rijbaankilometers jaarlijks worden onderhouden. Oorzaak van de schade aan ZOAB is in 80% van de gevallen rafeling. Spoorvorming treedt nog wel op maar komt vanuit de ondergelegen lagen. De levensduur van deze lagen is al gauw zo'n 30-40 jaar. Dat wil dus zeggen dat de ZOAB deklaag 2-3 keer wordt vervangen voordat de ondergelegen lagen worden onderhouden. De onderhoudsbehoefte van ZOAB kan nog verder stijgen door aanvullende effecten van overbelading, voertuiggeleidingssystemen, klimaatverandering en lagere snelheden. Daar komt bij dat pieken en dalen in de tijd zich met ZOAB minder makkelijk laten 'glad strijken' dan met DAB. Kan bij DAB de levensduur aanvankelijk nog

*Kenmerk 432780.0003 , Versie 2, 12 november 2008, voorlopig  
(vertrouwelijk tot nader order)*

worden gerekt met kleine reparaties, bij ZOAB worden de rijstroken of –banen in één keer aangepakt bij rafeling of einde van de levensduur. In het westen van Nederland zorgt de zettingsgevoelige ondergrond daarnaast voor extra onderhoud door langs- en dwarsonvlakheid en door onvlakheid ter plaatse van kunstwerken [Verkenningfase IPW, 2007], [interview Jan Voskuilen].



## 6 Probleemanalyse: Aanleg en verbreding van wegen

### 6.1 Inleiding

Naast onderhoud aan autosnelwegen is ook de aanleg en verbreding van wegen een bron van verkeershinder. In dit hoofdstuk wordt beschreven hoe de aansturing van dergelijke projecten in zijn werk gaat. Er wordt gekeken naar de groei in omvang en budgetten van wegverbredingen. Tot slot wordt er gekeken naar de werkzaamheden die hierbij een rol spelen.

### 6.2 Aansturing

Aanleg van wegen wordt gestuurd vanuit het MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport). Met behulp van het MIRT wordt uitvoering gegeven aan het integrale ruimtelijke beleid zoals dat is vastgelegd in de Nota Ruimte en de daarmee verbonden nota's als de Nota Mobiliteit. De koppeling met het ruimtelijk beleid zorgt ervoor dat de aanleg van wegen past in de ruimtelijke ontwikkelingen van een bepaald gebied. Dit leidt tot synergie tussen de ruimtelijke departementen (V&W, VROM, LNV, EZ), tussen centrale en decentrale overheden en tussen overheid en private partijen.

Jaarlijks presenteert het kabinet op Prinsjesdag het investeringsprogramma voor het ruimtelijke domein in het zogenaamde MIRT-projectenboek. In het MIRT-projectenboek zijn o.a. de rijksuitgaven op het gebied van de aanleg (en het onderhoud) van weginfrastructuur vastgelegd.

Het MIRT maakt onderscheid in beleidsterreinen (mobiliteit, water en klimaat, ruimtelijke kwaliteit, landbouw) en in gebieden (Randstad, Stadsregio Arnhem Nijmegen, Zuidwestelijke delta etc.). Daar waar beleidsterreinen en gebiedsontwikkelingen bij elkaar komen is ruimte voor projecten en programma's. Projecten worden hun beurt onderverdeeld in verkenningen en planstudies. Na de planstudiefase volgt mogelijk een tracébesluit. Vervolgens wordt een project toegevoegd aan een uitvoeringsprogramma. Uitzondering hierop zijn bijvoorbeeld de uitvoeringsprojecten die behoren tot de spoedwet wegverbredingen (ZSM1 en ZSM2). Daarnaast wordt onderscheid gemaakt in projecten die mogelijk in een samenwerking tussen publieke en private partijen worden ontwikkeld (en gefinancierd).

### 6.3 Groei

In de onderstaande tabel zijn de rijksuitgaven uit het MIRT programma voor de komende jaren weergegeven. Het budget voor beheer en onderhoud betreft zowel het basispakket als het servicepakket.

Jaartal	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Aanleg en planstudie na tracébesluit	1.142 m€	1.152 m€	1.001 m€	794 m€	921 m€	432 m€
Geïntegreerde contractvormen/PPS	295 m€	327 m€	266 m€	253 m€	202 m€	180 m€
Verkenningen en planstudies voor tracébesluit	93 m€	340 m€	815 m€	191 m€	387 m€	1.232 m€

Tabel 6.1: Uitgaven Rijkswegennet periode 2008-2013 [MIRT-projectenboek 2009]

#### 6.4 Eisen aan aanleg en verbreding

De eisen die bij aanleg aan wegverhardingen worden gesteld zijn vaak maatgevend voor de levensduur van verharding en fundering. Deze eisen zijn daarmee van directe invloed op de onderhoudsfrequentie en de verkeershinder door onderhoud. Voor gangbare Design en Construct contracten worden zogenaamde functionele-eisen gehanteerd. Bij het vaststellen van de functionele eisen wordt rekening gehouden met een aantal aspecten. Te noemen vallen het onderscheid naar bovenbouw (de funderingsconstructie en de verharding), naar onderbouw (de zogeheten aardebaanconstructie) en de ondergrond (waarop de wegconstructie wordt aangebracht). Tevens moet worden onderscheiden de nieuwe wegconstructie (nieuw aan te leggen onderbouw en nieuw aan te leggen bovenbouw), de bestaande wegconstructie en de bestaande objecten (zoals bestaande leidingen). Tenslotte moet onderscheid worden gemaakt naar de aanlegfase, de oplevering en de periode van openstelling.

Naar functionele eisen is tevens geprobeerd het onderscheid te maken naar de hierboven genoemde aspecten. De functionele eisen zijn onderverdeeld naar:

- eisen gerelateerd aan veiligheid en comfort van de weggebruiker;
- eisen gerelateerd aan beschikbaarheid van de weg;
- eisen gerelateerd aan veiligheid tegen falen van de wegconstructie.

Hieronder staan beschreven aan de hand van welke functionele eisen voor welke constructieonderdelen eisen dienen te worden opgesteld.

De functionele eisen voor nieuwe verhardingen hebben betrekking op:

1. Veiligheid en comfort → Vlakheid en afwatering.
2. Beschikbaarheid → Draagvermogen → scheurvorming en drooglegging.
3. Veiligheid → Stabiliteit.

De functionele eisen voor bestaande wegconstructies die worden beïnvloed door de aanleg van de nieuwe wegconstructie hebben betrekking op:

1. Veiligheid en comfort → Vlakheid en afwatering.
2. Veiligheid → Draagvermogen en stabiliteit.

De bovenstaande eisen zijn in bijlage 1 verder uitgewerkt.

## 7 Probleemanalyse: Verkeershinder door onderhoud en aanleg

### 7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt aangegeven op welke manier aanleg en onderhoud aan autosnelwegen leidt tot verkeershinder en wat de omvang van die verkeershinder is.

### 7.2 Capaciteitsverlies door wegafzettingen

CROW handboek 96a geeft een beschrijving van de noodzakelijke wegafzettingen op autosnelwegen. Bij de keuze van een wegafzetting spelen de volgende zaken een rol:

- duur van de werkzaamheden;
- plaats op de weg;
- wegtype en wegbreedte;
- aanwezigheid van signaleringslichten.

Het handboek onderscheidt 41 verschillende wegafzettingen. Per afzetting wordt advies gegeven over de te hanteren bebording, snelheidsbeperking en inrichting (lengte, breedte) van de afzetting. De afzettingen kunnen samengevat worden onder de volgende groepen:

- dynamisch werken;
- tijdelijke afzetting rijstrook of vluchtstrook (Wisselende Rijstrook Afzetting);
- versmalling van rijstroken;
- 2-0, 3-1, 3-0, 4-0, 5-0, 5-1 of 4-2 systeem;
- afsluiten en omleiden.

Het capaciteitsverlies volgens het Rekenmodel Optimale Onderhoudsstrategieën [Evaluatie van Roos, 2004], als gevolg van wegafzettingen is in de onderstaande tabel weergegeven.

Afzettingssysteem	Capaciteit rijrichting langs wegvak	Capaciteit andere rijrichting
<b>2 x 2 strooks autosnelweg</b>		
Rijdende Afzetting	1320 (op een strook)	4340 (op twee stroken)
Wisselende rijstrookafzetting	1320 (op een strook)	4340 (op twee stroken)
3-1	3100 (op twee stroken)	3500 (op twee stroken)
4-0 rb= 12,5 m	3500 (op twee stroken)	3500 (op twee stroken)
4-0 rb= 12,0 m	3200 (op twee stroken)	3200 (op twee stroken)
4-0 rb= 11,5 m	2750 (op twee stroken)	2750 (op twee stroken)
4-0 rb= 11,0 m	2100 (op twee stroken)	2100 (op twee stroken)
3-0 (op smalle banen)	1550 (op een strook)	3500 (op twee stroken)
Afzetting en omleiding	Geen	4340 (op twee stroken)
<b>2 x 3 strooks autosnelweg</b>		
Rijdende Afzetting	4200 (op twee stroken)	6300 (op drie stroken)
Wisselende rijstrookafzetting	4200 (op twee stroken) 1320 (op een strook)	6300 (op drie stroken)
4-2	4600 (op drie stroken)	5250 (op drie stroken)
Afzetting en omleiding	Geen	6300 (op drie stroken)

**Tabel 7.1: Capaciteitsverlies door wegafzettingen**

## 7.3 Kosten van wegafzettingen

De kosten voor verschillende wegafzettingen zijn in de onderstaande tabel weergegeven.

Onderdelen	WRA-systeem	3-1 systeem	4-0 systeem
Boarding	€275,-/nacht	€4.800,-	
Pionnen	€480,-/nacht	€17.250,-	
Tijdelijke wegmarkering	-	€8.350,-/km	€8.350,-/km
Geleide rails	-	€4.350,-	€4.350,-
Oversteek (2x)	-	€13.350,-	€13.350,-
Barriers	-	€18.250,-/km	€18.000,-/km

**Tabel 7.2: Kosten voor verschillende wegafzettingen [Plasmeijer, R. 1999]**

## 7.4 Duur van onderhoud

De duur van onderhoudsmaatregelen is afhankelijk van het type onderhoud dat wordt uitgevoerd. Het Rekenmodel Optimale Onderhoudsstrategieën [Evaluatie van Roos, 2004] onderscheidt de volgende onderhoudsmaatregelen:

Zware ZOAB maatregel

- ZOAB laag verwijderen
- uit/in bakfreen (hoeveelheid afhankelijk van rijstrook)
- 50 mm STAB aanbrengen
- 50 mm ZOAB aanbrengen

Lichte ZOAB maatregel

- 50 mm ZOAB verwijderen
- uit/in bakfreen (hoeveelheid afhankelijk van rijstrook)
- 50 mm ZOAB aanbrengen

Zware DAB maatregel

- uit/in bakfreen (hoeveelheid afhankelijk van rijstrook)
- 50 mm STAB aanbrengen
- 50 mm ZOAB aanbrengen

Lichte DAB maatregel

- uit/in bakfreen (hoeveelheid afhankelijk van rijstrook)
- 50 mm ZOAB aanbrengen

De duur van de bovenstaande werkzaamheden over een lengte van 1 km is in de onderstaande tabel weergegeven (LW = lengte werk in km en V = snelheid profileren en asfalteren in km/dag, standaard V = 1 km/dag).

Maatregel	Duur onderhoud bij wisselende rijstrookafzetting in werknachten	Duur onderhoud bij 4-0 afzetting in werkdagen (bij onderhoud overdag 5 dgn/wk)	Duur onderhoud bij 3-1 afzetting in werkdagen (bij onderhoud overdag 5 dgn/wk)
Zware zoab-maatregel	$(LW/2/3) * 4$	$2 + 2,33 * LW/V$	$3 + 4,33 * LW/V$
Lichte zoab-maatregel	$(LW/1) * 4$	$1 + LW/V$	$2 + 2 * LW/V$
Zware dab-maatregel	$(LW/1) * 4$	$1 + 2,33 * LW/V$	$2 + 4,33 * LW/V$
Lichte dab-maatregel	$(LW/2) * 4$	$1 + LW/V$	$2 + 2 * LW/V$

**Tabel 7.3** Duur van onderhoudswerkzaamheden

## 7.5 Duur van aanleg

De duur van de aanleg van wegen is vanzelfsprekend afhankelijk van de uitvoeringswijze die wordt gekozen. Met name bij wegen op een slappe ondergrond kan de uitvoeringswijze bepalend zijn voor de duur van de uitvoering en daarmee voor de hoeveelheid verkeersshinder. In onderstaande tabellen van Delft Cluster is dit geïllustreerd. Deze tabellen hebben betrekking op een wegverbreding met een lengte van 3 km en een breedte van ca. 15 m (zie onderstaande figuur).

	Standaard (verticale drainage)	Vacuümconsolidatie	Paalmatrassysteem
Kosten totaal	100%	103%	107%
Uitvoeringsduur	12 maanden	6 maanden	1 mnd
Verkeersshinder	12 maanden	6 maanden	2 weekenden

**Tabel 7.4** Uitvoeringsduur verschillende aanlegmethoden

## 7.6 Voertuigverliesuren en filekosten

De economische schade als gevolg van files wordt uitgedrukt in voertuigverliesuren. Een voertuigverliesuur is de totale door voertuigen opgelopen vertraging ten opzichte van de normsnelheid van 100 km/h. Zestig voertuigen met 1 minuut vertraging of 1 voertuig met zestig minuten vertraging leveren dus beide 1 voertuigverliesuur op. Ieder voertuigverlies uur brengt kosten met zich mee. Zo worden de wachttijdskosten per individueel voertuig per uur in een file als volgt gewaardeerd:

- 00:00 - 06:30: € 6,81
- 06:30 - 09:30: € 9,53
- 09:30 - 15:30: € 14,07
- 15:30 - 18:30: € 9,53
- 18:30 - 24:00: € 6,81

Met behulp van het MTR-model van Rijkswaterstaat kunnen de voertuigverliesuren en de economische schade als gevolg van wegwerkzaamheden worden bepaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de capaciteitsverliezen die worden veroorzaakt door een wegafzetting. Het bovenstaande wordt geïllustreerd aan de hand van 2 cases die in 2008 plaatsvinden of hebben gevonden.

### **A8 Zaandam Amsterdam**

Op de A8 tussen Zaandam en Amsterdam worden in de zomer van 2008 asfalteringswerkzaamheden uitgevoerd. De werkzaamheden worden uitgevoerd in de richting Oostzaan – Zaandijk worden uitgevoerd tussen 30 augustus 2008 om 21 uur tot en met 1 september 2008 om 8 uur. Het verkeer in beide richtingen wordt over een rijbaan geleid. De A8 bestaat op dit traject uit 2x3 rijstroken. De economische schade van deze afzetting bedraagt volgens het MTR-systeem zo'n € 160.000,--. Het aantal voertuigverliesuren is ca. 17.000. De langste wachttijd treedt op zondagmiddag (31 augustus).

### **A32 Steenwijk-Noord tot Heerenveen-Zuid**

Op de A32 wordt van 9 augustus 2008 tot 30 april 2009 gewerkt. Van de 2-strooks rijbaan wordt één strook afgesloten voor werkzaamheden aan het asfalt. De economische schade van deze afzetting bedraagt zo'n € 15.000,-- per week, voor de volledige periode van 38 weken is dit zo'n € 500.000,--. De maximale individuele wachttijd is maximaal 1 kwartier en de maximale filelengte is ongeveer 2 kilometer.

Bij de bovenstaande berekeningen is geen rekening gehouden met het feit dat door DVM-maatregelen en goede communicatie het aantal weggebruikers vermoedelijk kleiner is en het rijgedrag wordt aangepast.

## **7.7 Groei verkeershinder door onderhoud en aanleg**

In 1993 werd 15% van de files nog veroorzaakt door werkzaamheden. Door de groei van het verkeer is dit aandeel de afgelopen jaren afgenomen. Daarnaast heeft Rijkswaterstaat de afgelopen jaren gewerkt met een zogenaamde viersporen aanpak. Hierbij gaat het om slim plannen van werkzaamheden, het slim uitvoeren van het onderhoud, de inzet van allerlei mobiliteitsmaatregelen en het goed communiceren over de werkzaamheden. Het aandeel files door wegwerkzaamheden was hierdoor in 2006 nog maar 4%. Ondanks het grootonderhoud in 2006 was dit aandeel gelijk als in 2005. In de filetop 10 van 2006 staan overigens nog altijd 3 locaties waar werkzaamheden de hoofdoorzaak zijn van files:

- A2 Utrecht - 's-Hertogenbosch bij Culemborg;
- A1 Amsterdam - Amersfoort Brug over het Amsterdam Rijnkanaal;
- A50 Arnhem - Oss bij Ewijk.

Kijkend naar economische schade is de file tussen Holendrecht en Oude Rijn al enkele jaren de koploper (2004, 2005, 2006). De werkzaamheden in het kader van de verbreding van de A2 tussen Amsterdam en Utrecht is hiervan een van de oorzaken.

Tot slot betekent de groei van het wegverkeer dat het aantal onderhoudsluwe periodes afneemt en dat de tijdvensters waarin het onderhoud moet plaatsvinden steeds korter worden.

## 8 Actorenanalyse

### 8.1 Inleiding

De betrokkenheid van alle actoren uit de keten is van belang voor een succesvol innovatietraject. Door middel van interviews is de mening van verschillende actoren in kaart gebracht. Daarnaast is de actoren gevraagd naar hun bereidheid om in het vervolg van het project mee te doen. De volgende actoren zijn geïnterviewd:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| • Ir. J. (John) van Rutten          | wegendistrict Amsterdam                  |
| • Ir. J. (Jan) Voskuilen            | specialist asfalt Rijkswaterstaat        |
| • Ir. B.W. (Berwich) Sluer          | BAM Infra                                |
| • Ir. R.W.M. (Robbert) Naus         | KWS Infra                                |
| • Ing. A.F. (Age Frank) Beuving     | contractmanager Rondweg Den Bosch        |
| • Ing. A.M.J. (Ron) van der Aa      | specialist Rijkswaterstaat Noord Brabant |
| • Ing. W. (Wilfred) Nijssen         | specialist Rijkswaterstaat Limburg       |
| • Ir. E. (Elly) Altena<br>Nederland | infraprovider Rijkswaterstaat Oost       |

Daarnaast heeft prof.dr.ir. A.A.A. Molenaar (Wegbouwkunde, TU Delft) zijn visie op Robuuste Verhardingen gegeven. Verslagen van de interviews en de 'position paper' van prof. Molenaar zijn gegeven in Bijlage 1.

In paragraaf 8.2 wordt samengevat wat volgens de actoren de grootste problemen zijn. In paragraaf 8.3 wordt samengevat wat volgens de actoren Robuuste verhardingen zijn. Tot slot wordt in paragraaf 8.4 beschreven hoe het innovatieproces er uit zou moeten zien volgens de actoren en welk specifieke vraagstuk het proces zou moeten oplossen.

### 8.2 Hinder door onderhoud

De respondenten zijn van mening dat de hinder door onderhoud aan autosnelwegen op dit moment al wordt beperkt door DVM maatregelen, nachtwerk, afstemming met andere overheden, communicatie en andere maatregelen zoals het aanbieden van alternatieve vervoersmiddelen. Vanuit de landelijke overheid wordt hierbij vereist dat het percentage voertuigverliesuren als gevolg van wegwerkzaamheden niet hoger dan 10% van het totaal aantal voertuigverliesuren mag zijn (overigens lag het werkelijke percentage in 2006 op ca. 4%). De keuze om een bepaald traject te onderhouden wordt in sterk verstedelijkte gebieden in beperkte mate geleid door technische argumenten maar vooral door procesmatige, verkeerskundige en politieke argumenten. Vrijwel alle actoren zijn het er over eens dat minder onderhoud te verkiezen is boven meerdere kleinere onderhoudswerkzaamheden. Een hogere onderhoudsfrequentie waarbij de verharding zeer snel wordt opgelapt, betekent een zware druk op de onderhoudsorganisatie, is lastig in te plannen en zorgt voor een negatief beeld over de werkwijze van RWS. In de praktijk wordt gedeeltelijk preventief en correctief onderhouden. De onderhoudsplanning van groot onderhoud aan het asfalt is hoofdzakelijk toestandsafhankelijk. Hierbij wordt getracht andere onderdelen uit het dwarsprofiel van de weg integraal mee te nemen. Maatgevend in deze onderhoudsplanning is de planning van de asfaltverharding. De zwakste schakels in het netwerk zijn echter de voegovergangen. Om de onderhoudssnelheid te vergroten is het van belang het frezen en asfalteren in een nacht uit te voeren. Het infrezen van lussen in het asfalt kan de duur van het onderhoud negatief beïnvloeden.

### 8.3 Robuuste verhardingen

Onder robuuste verhardingen verstaan de actoren vrijwel allemaal 'verhardingen met een lange levensduur'. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de levensduur van een verharding niet alleen afhankelijk is van de levensduur van het asfalt. Er zijn allerlei praktische kanttekeningen te maken: de rechterrijstrook van autosnelwegen wordt door zware verkeersbelasting vaak eerder onderhouden. Hierdoor lopen de rechter- en linkerrijstrook uit de pas voor wat betreft het onderhoud. Bovendien is de tussengelegen aansluiting een zwakke plek en zorgt het onderhoud aan een rijstrook vaak voor schade aan de naastgelegen rijstrook. Andere zwakke plekken zijn voegovergangen en lussen in het wegdek.

De respondenten stellen dat robuuste verhardingen niet alleen verhardingen zijn met een lange levensduur, maar ook verhardingen die zodanig maakbaar zijn dat de spreiding in levensduur beperkt is (bijvoorbeeld door een robuust productieproces). Verlenging van de levensduur van verhardingen valt niet alleen te behalen in technologische ontwikkelingen maar ook in procesmatige verbeteringen die zorgen voor een homogeen en kwalitatief beter product. Dit wil dus zeggen dat de gemiddelde levensduur van bestaande verhardingsconcepten kan worden verhoogd door zowel technologische als procesmatige optimalisaties.

Vanuit de wegbouwkundig specialisten wordt bij een robuuste verharding gedacht aan een onderbouw met een min of meer oneindige levensduur (perpetual pavement) en een deklaag met goede oppervlakte eigenschappen die een lange levensduur heeft en snel kan worden vervangen. Hierbij kan worden gedacht aan een combinatie van bestaande concepten afkomstig uit *Wegen naar de Toekomst: ModieSlab* en *Rollpave*. De uitvoering van het onderhoud kan worden versneld wanneer bij het vervangen van deklagen de onderbouw voldoende vlak is.

Vrijwel alle actoren zijn het er over eens dat de prikkels vanuit de overheid in de huidige contractvormen om verhardingen met een lange levensduur toe te passen nog niet groot genoeg zijn:

- De onderhoudscontracten van dit moment zijn veelal design & construct contracten. In deze contracten is de opdrachtnemer zowel verantwoordelijk voor het ontwerp als de uitvoering. Dat impliceert dat de opdrachtgever op hoofdlijnen een uitvraag doet, die door de ontwerpende partij verder wordt uitgewerkt. In de praktijk worden de eisen echter tot op objectniveau beschreven (vergelijkbaar met de RAW-systematiek). Door deze invulling bieden deze contractvormen te weinig mogelijkheden om nieuwe producten toe te passen. Voor de gemiddelde levensduur van een ZOAB deklaag op de rechterrijstrook wordt een periode van 11 jaar aangehouden. De garantieperiode van 7 jaar op de ZOAB deklaag die in D&C contracten wordt gevraagd is daarom geen aanmoediging om een kwalitatief goed product te leveren. Garantie impliceert overigens wel dat de opdrachtnemer zekerheid over de levensduur moet kunnen bieden. Dat is natuurlijk lastig aangezien de werkelijke belasting (denk aan ongevallen of extreem zwaar verkeer) van de infrastructuur gedurende de garantieperiode natuurlijk niet nauwkeurig valt te voorspellen.
- Er is bij Rijkswaterstaat ervaring met het 'gunnen op waarden' met behulp van EMVI-criteria voor onderhoudscontracten. Dat wil zeggen dat het onderhoudscontract wordt gegund aan de partij die de meeste waarde (levensduur, sustainability, weinig verkeershinder) biedt tegen een zo gunstig mogelijke prijs. In deze projecten wordt veelal gebruik gemaakt van (aanvullende) specificaties op objectniveau zodat er in de praktijk weinig ruimte is voor innovatieve producten. Wel levert deze vorm van contracteren aanbiedingen op met een levensduur die op papier langer is. Er zijn nog

geen ervaringen met de levensduur van verhardingen in praktijksituaties waarbij voor een dergelijke contractvorm is gekozen. Ook bij deze contractvorm is het de vraag hoe de verantwoordelijkheden voor onderhoud aan de verharding tijdens de garantieperiode worden verdeeld over opdrachtgever en opdrachtnemer.

- Betere ervaringen met de kwaliteit van de verharding zijn er wanneer ook het onderhoud in het contract wordt meegenomen (design, construct & maintain). Deze contracten kennen criteria wanneer de aannemer onderhoud moet plegen. Het is op dit moment nog onduidelijk (door de beperkte ervaringen) wat dit betekent voor de onderhoudsfrequentie. Omdat de uitvoering van onderhoud aan strikte criteria is gebonden, is het denkbaar dat er in D,C & M-contracten vaker dan in traditionele contracten moet worden onderhouden. Wel bestaat er bij de actoren de overtuiging dat deze contractvorm leidt tot een kwalitatief beter eindproduct.

#### 8.4 Innovatievraagstuk en innovatieproces

Innovatievragen met een lange tijdshorizon zijn voor de marktpartijen interessant wanneer dit met free publicity en kostenneutraal kan worden gerealiseerd. Vraagstukken met een kortere tijdshorizon hebben vaak meer het karakter van doorontwikkeling van producten of processen en zijn daarom vooral interessant voor een individuele marktpartij. Bij kansrijke product- of procesontwikkeling zal een marktpartij bovendien genegen (moeten) zijn om eigen research gelden bij te dragen. Er is tenslotte zicht op een snelle 'return on investment'. Rijkswaterstaat faciliteert dergelijke ontwikkelingen bijvoorbeeld door middel van het InnovatieTestCentrum. Het InnovatieTestCentrum stelt faciliteiten beschikbaar waarin aannemers nieuwe producten kunnen testen. Producten (een vorm van technology pull).

Een innovatieprogramma zoals IPW kan een nieuwe stimulans (een technology push) betekenen voor product- en procesverbeteringen. Maar om Robuuste Verhardingen daadwerkelijk te stimuleren kunnen er bijvoorbeeld betere (en strengere) eisen worden gesteld aan het primaire product. Bijvoorbeeld door te 'gunnen op waarden', door past performance metingen (gunnen op basis van prestaties uit het verleden), door strengere eisen aan de levensduur of door hogere eisen aan de beschikbaarheid van de weg. Bij het bovenstaande dient men zich te realiseren dat de eisen aan verhardingen zodanig divers en complex zijn, dat het vinden van een balans tussen die eisen bijzonder lastig is. Om betere eisen te kunnen stellen is er inzicht nodig in de relatie tussen de bestaande eisen (duurzaamheid, geluid, stroefheid).

## 8.5 Conclusies uit de actoren analyse

Op basis van de interviews is in de onderstaande tabel per stakeholder weergegeven vanuit welke invalshoeken de stakeholders naar 'Robuuste Verhardingen' kijken.

Actor	Invalshoeken
Rijkswaterstaat infraprovider, wegendistrict, regio, DVS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Minder hinder door onderhoud' is te behalen door procesmatige, verkeerskundige en communicatieve maatregelen;</li> <li>• De huidige contractvormen bieden onvoldoende prikkels om verhardingen met een langere levensduur te garanderen</li> <li>• Maatgevend voor de levensduur van verhardingen is op dit moment rafeling (asfalt) en scheurvorming (beton)</li> <li>• Rijkswaterstaat dient voorwaarden te creëren om robuuste verhardingen aan te kunnen leggen. Denk hierbij aan voldoende wegbreedte om rijbaanbreed onderhoud mogelijk te maken en een goede bereikbaarheid van de werklocatie.</li> <li>• Een Robuuste Verharding voor RWS bestaat uit een onderbouw met een min of meer oneindige levensduur en een deklaag met goede oppervlakte eigenschappen die een lange levensduur heeft en snel kan worden vervangen.</li> <li>• Binnen de regio zijn mogelijkheden om een pilot Robuuste Verhardingen te realiseren.</li> </ul>
Aannemer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 'Minder hinder door onderhoud' is vanuit technisch perspectief te behalen door verhardingen met een langere levensduur te realiseren</li> <li>• Met name in proces- en kwaliteitsverbetering is nog verlenging van de levensduur te behalen.</li> <li>• De huidige contractvormen bieden onvoldoende prikkels om verhardingen met een langere levensduur te leveren.</li> <li>• Past performance metingen, EMVI-criteria en strengere levensduur eisen bieden deze prikkels wel.</li> <li>• Bij voldoende 'value for money' is men bereid mee te doen en mee te denken met een innovatie traject.</li> </ul>
TU Delft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robuuste verhardingen komen binnen handbereik wanneer er aan de onderstaande ontwikkelingen wordt gewerkt: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Een toetsingsprotocol voor in de onderfundering toe te passen materialen</li> <li>– Een dimensionerings- en evaluatiemethode voor cementgebonden onderfunderingen</li> <li>– Begrip van de kwaliteit van STAB na herhaald warm cq half-warm recyclen,</li> <li>– Begrip van de heiligeigenschappen van warm cq half-warm gerecycled asfalt,</li> <li>– Begrip van de effecten van toevoegingen zoals polymeren en nanodeeltjes</li> <li>– Begrip van de haalbaarheid cq wenselijkheid van toevoegingen leidend tot self – healing</li> <li>– Begrip van het adhesieve faalgedrag en de invloeden daarop van veroudering van het bindmiddel en vocht, de keuze van het type steenslag</li> <li>– Een holistische studie naar levensduur bepalende factoren (geluid, stroefheid, duurzaamheid).</li> </ul> </li> </ul>

**Tabel 8.1: Resultaten actorenanalyse**

## 9 State of the art Robuuste verhardingen

### 9.1 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft kort de 'state-of-the-art' in Robuuste Verhardingen. Het betreft hierbij ontwikkelingen die bijdragen aan een 'robuuste verharding', ofwel verhardingsconcepten die zorgen voor minder hinder door (minder) onderhoud.

Het hoofdstuk begint met een samenvatting van de octrooiscaan door Asfaltblik BV en IR NONNEMAN Infra advies & management. Vervolgens is op basis van een deskstudie een aantal ontwikkelingen die bijdragen aan 'Robuuste Verhardingen' beschreven. Min of meer standaard concepten om de levensduur te verlengen (denk aan het gebruik van geogrids of lichtgewichtophoogmaterialen) zijn buiten beschouwing gelaten. Het hoofdstuk is onderverdeeld in de volgende categorieën:

- Verhardingsconcepten                      Wijziging van het volledige systeem
- Deklaag                                        Wijziging van de deklaag
- Asfaltmengsel en bitumen                Wijziging van het asfaltmengsel en bitumen
- Beton    Wijziging van het betonmengsel
- Fundering                                     Wijziging van de fundering
- Onderbouw                                    Wijziging van de onderbouw

### 9.2 Samenvatting octrooiscaan

De octrooiscaan betitelt 15 octrooien als een Robuuste Verharding. Deze 15 octrooien zijn in de onderstaande tabel samengevat. Het nummer verwijst naar het nummer in bijlage 2 waarin de octrooiscaan is gegeven.

Nr.	Omschrijving
4	Versterking drainerend asfalt. Het bindmiddel heeft een goede weerstand tegen weersinvloeden. Verder worden over meerdere aspecten positieve uitspraken gedaan. Bedoeld om schade aan drainerend asfalt te voorkomen.
12	Toeslag materiaal voor wegen. Bestaande uit een combinatie van hard en zacht materiaal. Hierdoor zou het rolgeluid van voertuigen worden verminderd zonder dat de stroefheid afneemt. Het materiaal is ook toepasbaar in beton. Gelet op de problemen met de aanvangstroefheid van Dunne Asfalt Deklagen waaronder SMA, ZOAB en dubbellaags ZOAB verdient het aanbeveling dit product nader te beschouwen. De hechting aan bitumen of cement is een mogelijk probleempunt.
13	Methode om een asfaltmengsel te maken dat ook bij lage buiten temperaturen kan worden aangebracht. Daarnaast is het mengsel bestand tegen lage temperaturen. Het mengsel bestaat uit, naast normaal asfalt, een toevoeging van naphteen olie, een styreen gebaseerde thermoplastische elastomeer en polypropyleen. Dit in percentages van het totale gewicht. Gelet op de temperaturen in Nederland in eerste instantie een niet zo zinvolle keus. De temperaturen hebben hier betrekking op de Japanse winters, maar mogelijk dat de hechting bij lage temperaturen interessant is voor Dunne Asfalt Deklagen. De mengsels zijn vooral DAB – mengsels.
14	Een toeslagstof voor betonmengsels waarmee een grotere duurzaamheid kan worden bereikt. Mengsel bestaat uit melkzuurbacteriën, gist en fotosynthese bacteriën. Hierdoor is het mogelijk roest en zout schade te beperken. Sluit aan op het onderzoek aan de TUD naar toepassing van bacteriën voor zelfherstellend beton. Mogelijk interessant voor de Bouwdienst (kunstwerken).
22	Deklaagmengsel bestaande uit de normale toeslagstoffen en blaasvormig (alveolar) aggregaat. Op deze wijze is een mengsel te maken dat banden geluid reduceert. Geclaimd wordt een reductie van 2,5 tot 4 dB(A) en daarnaast een hoge

	duurzaamheid. Gegevens beschikbaar bij diverse rijsnelheden.
27	Een plaat van uitgeharde hoogovenslakken met een dikte van 10 tot 30 mm. Gebroken slak met een waterabsorptie van minder dan 1,5% wordt gebruikt voor de grove toeslagstof. Gelet op het bouwstoffenbesluit is het de vraag of hoogovenslak op deze wijze gebruikt kan / mag worden. Verder lijkt dit op de toepassing van staalslakken in asfaltmengsels. Vragen kunnen gesteld worden bij de toepassing in de deklaag bij de stroefheid. (PSV-waarde)
38	Betonnen verharding met drainerende bovenlaag. Constructie bestaat uit een standaard betonnen onderlaag met daarop, voor het uitharden van de onderlaag, een laag van drainerend beton.
50	Methode om corrosie vertragers aan beton toe te voegen. De methode bestaat uit het aanbrengen van "doosjes" van een wateroplosbare film met daarin het vertragende poeder. De dosering is 1 lb/yrd <sup>3</sup> ≈ 0,59 kg/m <sup>3</sup> . Mogelijk voor de bouw dienst interessant.
52	Methode om door middel van de toevoeging van gefluorideerde acryl copolymeren de weerstand tegen water, olie en het weer van asfaltmengsels te verhogen. Het fluor en de acryl copolymeren beschermen tegen de indringing van water en olie en reduceert tevens de invloed van het weer. Hierdoor gaan de mengsels langer mee.
53	De toevoeging van FTparafine aan de bitumen draagt zorg voor een verbeterde weerstand tegen vervorming. Ook het optreden van spoorrillen zou verminderd worden. In Polen komt veel parafine in de asfaltmengsels voor. De spoorvorming is daar aanzienlijk. Betwijfeld kan worden of deze oplossing werkt.
54	Methode om de eigenschappen van de bitumen voor zwaar belaste wegen te verbeteren. Dit door toevoeging van o.a. rubber met copolymeer hars. Een van de vele modificaties.
55	Methode om het wapeningsstaal in beton langduriger te beschermen tegen roest. Met name zinvol bij kunstwerken als bruggen, viaducten en tunnels. Mogelijk interessant voor de bouw dienst.
57	Asfaltmengsel bestand tegen spoorvorming en scheurvorming. Aan het asfaltmengsel wordt een minerale wol toegevoegd. RWS kent weinig spoorvorming. Ook de invloed van vorst-dooi cycli wordt verminderd. Een van de vele modificaties.
58	Verbetering asfaltmengsel door toevoeging van acryl polymeren. Een van de vele modificaties.
59	Verbetering van een asfaltmengsel door toevoeging van diatomiet. De structuur van diatomiet (groot oppervlak t.o.v het gewicht, zeer fijn poreus) en de wijze van reageren op de bitumen in het mengsel (neemt pas bitumen op bij het afkoelen tot lage temperaturen) zorgt ervoor dat de hechting verbetert. Hierdoor wordt vetslaan voorkomen, neemt de holle ruimte af en ontstaat een dichter mengsel.

**Tabel 9.1: samenvatting octrooiscaan Robuuste Verhardingen**

De meeste octrooien betreffen een modificatie van bestaande asfalt- en betonmengsels. Het betreft niet alleen modificaties die zorgen voor een langere levensduur van asfalt en beton. Maar ook modificaties die het mogelijk maken om onder andere omstandigheden (temperatuur, vocht) asfalt aan te brengen. Andere verhardingsconcepten of concepten specifiek gericht op het sneller aanleggen en onderhouden van wegen zijn uit de octrooiscaan niet naar voren gekomen.

### 9.3 Verhardingsconcepten

Een voorbeeld van een verharding die voldoet aan de innovatiedoelstellingen van Robuuste Verhardingen, is ModieSlab. Zowel onderbouw, fundering en deklaag zijn anders dan in het traditionele verhardingsconcept. ModieSlab is een wegdek van betonelementen op palen, opgebouwd uit twee aparte open lagen van beton (zeer open beton) op een constructieve betonlaag [www.modieslab.nl]. Modieslab kan relatief snel

worden aangelegd. Er is tenslotte geen tijd nodig om de ondergrond voor te belasten. De onderbouw heeft een zeer lange levensduur. De levensduur van de open betonverharding van het ModieSlab concept is nog onderwerp van onderzoek. Vanwege de modulaire bouw is snelle vervanging van de deklaag mogelijk.

#### 9.4 Deklaag

Er is een aantal voorbeelden van deklagen bekend die bijdragen aan de innovatiedoelstelling van Robuuste Verhardingen (minder hinder door onderhoud):

- Zeer open kunststof (ofwel ZOK) is ontwikkeld als vervanger voor ZOAB en wordt onder andere op brugdekken in het buitenland toegepast.
- Rollpave is een handelsmerk van op- en afrolbaar asfalt. De circa drie centimeter dikke asfaltmat wordt geprefabriceerd op grote rijbaanbrede haspels aangevoerd en op het te renoveren baanvak met behulp van een speciale afrolwagen uitgerold, waarna de onderlaag mogelijk via inductieve verwarming kleverig wordt gemaakt om de mat 'vast te plakken'. Aan het einde van de levensduur kan de mat desgewenst ook weer met deze inductie techniek worden onthecht worden opgerold [[www.DuraVermeer.nl](http://www.DuraVermeer.nl)].
- StilTransport is een tweelaags ZOAB-systeem bestaande uit ZOAB als onderlaag, een ZSA (Zeer Stil Asfalt) als toplaag en daartussenin een bitumineus membraan. Dit wegdek is bedacht en ontwikkeld in de pilot Geluid (innovatieprogramma Wegen naar de Toekomst) en heeft zijn doorwerking in het IPG [[www.innovatieprogrammagemeluid.nl](http://www.innovatieprogrammagemeluid.nl)].
- In 2007 heeft Rijkswaterstaat een serie van negen proefvakken aangelegd. Drie van de negen proefvakken zijn aangelegd met in Japan ontwikkelde rubberen wegdekken. De wegdekken worden nog getest op veiligheid en duurzaamheid en zijn in het kader van het Innovatieprogramma Geluid aangelegd [[www.innovatieprogrammagemeluid.nl](http://www.innovatieprogrammagemeluid.nl)].
- Om de verouderingsprocessen van het bindmiddel te compenseren, kan asfalt worden behandeld met een verjongingsproduct. Zo past men rafeling corrigerende maatregelen toe in de vorm van een koud emulsie asfalt die in het ZOAB wordt geveegd (Viaral/ZOEAB). Dit gaat aanmerkelijk sneller dan het vervangen van ZOAB.

#### 9.5 Asfaltmengsel en bitumen

Voor wat betreft het asfaltmengsel en de bitumen, zijn er ontwikkelingen die bijdragen aan de innovatiedoelstelling van Robuuste Verhardingen (minder hinder door onderhoud). Op mesoschaal zijn er ontwikkelingen waarbij de levensduur van het asfaltmengsel kan worden verlengd. Zo doet de TU Delft onderzoek naar modificaties van het bindmiddel en vulstoffen waarbij de mogelijkheden om 'self healing' te versnellen worden verkend. Ontwikkelingen op dit gebied kunnen de levensduur van verhardingen verlengen door toevoeging van additieven aan bestaande mengsels [[www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)]. Dat geldt ook voor polymeer- en nanomodificaties van het asfaltmengsel.

#### 9.6 Beton

Er is een aantal voorbeelden van betonverhardingen bekend die bijdragen aan de innovatiedoelstelling van Robuuste Verhardingen (minder hinder door onderhoud):

- Zeer Open Beton (ZOB) is ontwikkeld als onderdeel van het ModieSlab concept. De toplaag bestaat uit twee soorten open beton. De korrelsamenstelling en laagdikte zijn afgestemd om een maximale geluidsabsorptie, voldoende stroefheid en een zeer snelle waterafvoer te realiseren. Door de prefab productiewijze kan een standaard kwaliteit worden gegarandeerd [[www.modieslab.nl](http://www.modieslab.nl)].
- Door het toepassen van fijne toeslagmaterialen in de bovenlaag van een betonnen deklaag en het uitwassen/uitborstelen van het oppervlak kort na aanleg ontstaat een

stil wegdek dat een geluidreductie kan opleveren van 3 dBA ten opzichte van een referentiewegdek van Dicht Asfalt beton (DBA).

- Betonverhardingen kunnen ook worden voorzien van een oppervlaktebehandeling zoals Epoxy-Durop. Dit is een éénkorrelig materiaal waardoor er gunstige geluidreducerende eigenschappen ontstaan maar tevens een lange levensduur hebben. Deze oppervlaktebehandelingen zijn reeds succesvol toegepast op de A28 en op de A1 [[www.infratheker.nl](http://www.infratheker.nl)].

Daarnaast wordt gewerkt aan nanomodificaties van beton om de duurzaamheidseigenschappen van beton te verbeteren.

### 9.7 Fundering

Er is een aantal voorbeelden funderingen van wegen bekend die bijdragen aan de innovatiedoelstelling van Robuuste Verhardingen (minder hinder door onderhoud). Zo zullen in de toekomst, gegeven de wens van de rijksoverheid om in de toekomst volledig duurzaam in te kopen, secundaire bouwstoffen nog vaker als funderingsmateriaal worden toegepast. Denk hierbij aan Hoogovenslakken of AGRAC. Door funderingsmaterialen op te waarderen met alternatieve bindmiddelen (fijngemalen slakken, kalk, cement, emulsies en schuimbitumen) kan de levensduur van de onderfundering worden verlengd. Kennisontwikkeling naar de werking van gebonden funderingen is gewenst.

### 9.8 Onderbouw

Een van de meest tastbare vormen van een robuuste onderbouw is een paalmatrassysteem. Een paalmatrassysteem bestaat uit een veld van (meestal slanke) palen, met daarop een aardebaan. Die aardebaan bestaat meestal uit een granulaatmatras die wordt gewapend met een geokunststof. Daarbovenop kan de aardebaan verder worden opgehoogd met zand of een granulaat [[www.delftcluster.nl](http://www.delftcluster.nl)]. Paalmatrassystemen hebben als voordeel dat ze relatief snel kunnen worden aangelegd. Er is tenslotte geen tijd nodig om de ondergrond voor te belasten. Bovendien zijn paalmatrassystemen min of meer zettingsvrij. Omdat de restzettingen tijdens de gebruikperiode nihil zijn, kan met paalmatrassystemen een duurzaam vlakke weg worden aangelegd.

## 10 Innovatiesporen Robuuste Verhardingen

### 10.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt op basis van eerdere hoofdstukken richting gegeven aan het innovatieproject Robuuste Verhardingen. Allereerst wordt een probleemanalyse gegeven. Vervolgens wordt de oorspronkelijke doelstelling getoetst aan de gegeven probleemanalyse. Op basis hiervan zijn 10 innovatiesporen geschetst.

### 10.2 Probleemanalyse Robuuste Verhardingen

In de hoofdstukken 4-7 is hinder door onderhoud op de Nederlandse autosnelwegen beschouwd. Hierbij is gekeken naar verkeershinder op dit moment en in de toekomst. Daarnaast is de uitvoering van het onderhoud aan autosnelwegen verkend. In de interviews met actoren is de probleemstelling nader bevraagd. Hieruit komt het volgende naar voren:

Door stijgende groei van de mobiliteit lag het tijdverlies in files, uitgedrukt in voertuigverliesuren in 2006 42% hoger dan in 2000. Het aandeel files als gevolg van wegwerkzaamheden was hierin in 2006 slechts 4%. Aan de andere kant stonden in de file toptien van 2006 nog altijd 3 locaties waar werkzaamheden de hoofdoorzaak waren van files. Door groei van mobiliteit en belasting zullen de kosten voor beheer en onderhoud van verhardingen verdubbelen in de periode 2011-2020. Minder hinder door wegwerkzaamheden kan worden gerealiseerd door procesmatige, verkeerskundige en communicatieve maatregelen. Anderzijds is er winst te behalen in het sneller onderhouden van autosnelwegen en in de levensduurverlenging van de verhardingsconstructie. Het snel en hoogfrequent onderhouden van verhardingen wordt hierbij niet als een reële oplossingsrichting gezien. Maatgevend in de onderhoudsfrequentie aan verhardingen zijn voegovergangen. Maatgevend in de onderhoudsplanning is echter de vervanging van ZOAB op de rechterijstrook. De ZOAB deklaag wordt over het algemeen 2-3 keer vervangen alvorens de ondergelegen lagen worden onderhouden. Oorzaak van schade aan ZOAB is in 80% van de gevallen rafeling. Daarbij dient te worden opgemerkt dat rafeling ook kan worden veroorzaakt door andere schades (scheurvorming, slechte aansluitingen). Voor een snelle en goede vervanging van de ZOAB deklaag is een voldoende vlakke en sterke onderbouw noodzakelijk. Vanuit de wegbouwkundig specialisten wordt daarom gedacht aan een onderbouw met een min of meer oneindige levensduur (perpetual pavement) en een deklaag met goede oppervlakte eigenschappen die een lange levensduur heeft en snel kan worden vervangen. Hierbij kan worden gedacht aan een combinatie van bestaande concepten afkomstig uit het Wegen naar de Toekomst programma: ModieSlab en Rollpave.

In de meest voorkomende D&C contracten moeten aannemers een garantie afgeven op de levensduur van ZOAB deklaag van 7 jaar en aantonen dat de onderlagen een levensduur van 20 jaar hebben. Deze contracten geven aannemers onvoldoende prikkels tot het leveren van een kwalitatief goed product. Door te gunnen op waarden, door past performance metingen, en door strengere eisen aan de levensduur of de beschikbaarheid van de weg te stellen worden aannemers geprikkeld tot kwaliteitsverbetering en levensduurverbetering. Proces- en productverbeteringen bij aannemers worden op die manier gestimuleerd. Bij het bovenstaande dient men zich te realiseren dat de eisen aan verhardingen zodanig divers en complex zijn, dat het vinden van een balans tussen die eisen (duurzaamheid, geluid, stroefheid) bijzonder lastig is.

### 10.3 Doelstelling Robuuste Verhardingen

Voorafgaand aan de probleemanalyse en de actorenanalyse was de doelstelling van Robuuste Verhardingen als volgt:

*Het innovatieproject Robuuste Verhardingen zoekt naar andere verhardingsconcepten die tenminste dezelfde positieve eigenschappen hebben als ZOAB, maar tegelijkertijd voor minder hinder door aanleg en onderhoud zorgen. Robuust betekent ook dat moet worden voldaan aan sustainability overwegingen in termen van te gebruiken materialen en productiewijzen.*

Op basis van de probleemanalyse, de stakeholderanalyse en de desk research naar state-of-the-art technieken heeft op 19 november 2008 een expertmeeting plaatsgevonden. Bij de expertmeeting waren aanwezig:

- Rob Hofman (RWS DVS)
- Ton Maagdenberg (RWS DVS)
- Martin van de Ven (TU Delft)
- Andre Molenaar (TU Delft)
- Aad de Winter (RWS DVS)
- Jan Voskuilen (RWS DVS)
- Joris van Ruijven (Deltares)

Uit de expertmeeting volgde een drietal projectdoelstellingen waarmee invulling wordt gegeven aan de hoofddoelstelling van Robuuste Verhardingen: minder hinder door onderhoud.

**Doelstelling 1:** Zorg voor een stimulans om gunnen op 'kwaliteit' en op 'past performance' in contracten op te nemen.

#### *Achtergrond*

In de huidige contracten is een garantieperiode van 7 jaar opgenomen voor de ZOAB deklaag (20 jaar voor de onderfundering). Vanuit de aannemerij en waterstaat klinkt door dat deze garantieperiode een onvoldoende prikkel geeft om Robuuste Verhardingen aan te leggen. Gunnen op 'kwaliteit' en op 'past performance' geeft deze prikkel in grotere mate.

**Doelstelling 2:** Zorg voor een stimulans waarin opschaling van bestaande robuuste concepten kan plaatsvinden

#### *Achtergrond*

Uit de WnT pilot Modulair Wegdek zijn 2 kansrijke robuuste concepten geschikt gebleken voor verdere opschaling (ModieSlab en Rollpave). Daarnaast zijn er andere concepten (sealing van ZOAB deklagen, perpetual pavements) die weinig worden toegepast.

**Doelstelling 3:** Zorg voor een stimulans waardoor productontwikkeling en toepassing van technieken zoals nanotechnologie en self healing kan plaatsvinden.

#### *Achtergrond*

Met name nanotechnologie en self healing toevoegingen zijn technologische ontwikkelingen die de levensduur van verhardingen kunnen verlengen. Op dit moment vindt onderzoek ondermeer plaats in het Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma Self Healing. De industrie ontwikkelt deze technieken ook, maar past deze nog niet in de markt toe.

#### 10.4 Innovatieproces

In deze paragraaf wordt beschreven op welke manieren het innovatieproces van Robuuste Verhardingen kan variëren. Denk hierbij aan de nagestreefde vooruitgang en de wijze waarop de markt wordt benaderd.

De vooruitgang die per projectdoelstelling kan worden geboekt, kan als volgt worden onderverdeeld [Kookboek innoveren, 2004]:

- Restyle innovaties: Onder 'restyle' vallen innovaties die plaatsvinden binnen de huidige randvoorwaarden, producten en processen. Ofwel: bestaande activiteiten en producten beter, slimmer en/of sneller doen. Dit soort innovaties vinden dagelijks in een organisatie plaats.
- Redesign innovaties: 'Redesign'-innovatie heeft betrekking op nieuwe producten of processen binnen de huidige randvoorwaarden. Dit soort innovaties worden bij RWS 1 keer in 3-5 jaar gerealiseerd.
- Rethink (of systeeminnovaties): 'Rethink' is een ingrijpende vorm van innovatie waarbij de randvoorwaarden worden aangepast om ambitieuze doelstellingen te realiseren.

Dit wil dus zeggen dat het resultaat van het innovatieproject kan variëren, bijvoorbeeld:

- Een idee;
- Een concept;
- Een ontwerp;
- Een onderzoek;
- Een model.

Het Innovatieprogramma Wegbeheer heeft meerdere instrumenten ter beschikking om een gewenste vooruitgang of resultaat te kunnen verwezenlijken of faciliteren:

- Een project door een marktpartij of kennisinstelling;
- Een open of gesloten vraag aan de markt;
- Een dialoog tussen markt, kennisinstellingen en opdrachtgevers;
- Een combinatie hiervan.

Vragen aan de markt kunnen open (wie voldoet aan de criteria kan meedoen) of gesloten zijn (voor een beperkt aantal deelnemers). Een vraag aan de markt kan worden georganiseerd ter inventarisatie van ideeën of om een thema te agenderen. Maar bijvoorbeeld ook om competitie in de planfase te organiseren. Daarnaast bestaat ook de besloten ontwikkelingscompetitie waarvoor een beperkt aantal partijen worden uitgenodigd. Ontwikkelingscompetities worden georganiseerd om een afweging te maken tussen het beste ontwerp en de beste prijs [Kookboek innoveren, 2004].

## 10.5 Innovatiesporen

Vanuit de genoemde doelstellingen voor het project Robuuste Verhardingen wordt een aantal mogelijke innovatiesporen uitgewerkt. Hierbij worden de onderstaande doelstellingen onderscheiden:

- Zorg voor een stimulans om gunnen op 'kwaliteit' en op 'past performance' in contracten op te nemen;
- Zorg voor een stimulans waarin opschaling van bestaande robuuste concepten kan plaatsvinden;
- Zorg voor een stimulans waardoor productontwikkeling en toepassing van technieken zoals nanotechnologie en self healing kan plaatsvinden.

De bovenstaande gegevens worden in de onderstaande tabel gecombineerd verder uitgewerkt tot een aantal mogelijke innovatiesporen.

Doelstelling	Type innovatie	Innovatiesporen	Korte omschrijving
Zorg voor een stimulans om gunnen op 'kwaliteit' en op 'past performance' in contracten op te nemen	Restyle	Een congres	Met een congres over 'gunnen op waarde' en 'past performance' wordt bewustwording en draagvlak in de sector gekweekt
		Een open innovatieproces	In een open innovatieproces met de juiste mensen wordt snel tot consensus gekomen over de vorm waarin 'gunnen op waarde' en 'past performance' een plaats krijgen in contracten.
		Een onderzoek of aio	Vanuit bestaande wetenschappelijke kennis en praktijkkennis, richt een onderzoek op de mogelijke consequenties van de toepassing van 'gunnen op waarde' en 'past performance' op de kwaliteit van het wegen.
Zorg voor een stimulans waarin opschaling van bestaande robuuste concepten kan plaatsvinden	Redesign	Een pilot waarin bestaande concepten worden gecombineerd	In een pilot onder verkeer worden meerdere concepten op grote schaal gecombineerd en getest.
Zorg voor een stimulans waardoor productontwikkeling en toepassing van technieken zoals nanotechnologie en self healing kan plaatsvinden	Rethink	Ontwikkeling van een gezamenlijke onderzoeksagenda	Door afstemming met en tussen onderzoeksprogramma's wordt vanuit fundamenteel onderzoek resultaatgericht gezocht naar praktijktoepassingen.
		Een onderzoek of aio	Een onderzoek brengt de toepassing van nanotechnologie en self healing in de wegenbouw dichterbij.
		Een pilot	In een pilot wordt de markt uitgenodigd om te laten zien wat de mogelijkheden van technieken als nanotechnologie en self healing op dit moment zijn.

**Tabel 10.1: Innovatiesporen Robuuste Verhardingen**

## 10.6 Voorkeur innovatiesporen

De verschillende innovatiesporen hebben allen hun voor- en nadelen en aandachtspunten. In de onderstaande tabel is dit verder uitgewerkt.

Doelstelling	Innovatiesporen	Aandachtspunten, voor- en nadelen
Zorg voor een stimulans om gunnen op 'kwaliteit' en op 'past performance' in contracten op te nemen	Een congres	- Onzeker of juiste publiek wordt door congres bereikt - Zorgt voor bewustwording, maar niet direct voor resultaat
	Een open innovatieproces	- Rol facilitator belangrijk - Zorgt voor bewustwording, maar niet direct voor resultaat - Management van verwachtingen bij deelnemers is van belang
	Een onderzoek of aio	- Fundamenteel onderzoek, dus niet direct praktijkrijpe toepassingen of gereedschappen - Niet direct zichtbaar voor grote publiek
Zorg voor een stimulans waarin opschaling van bestaande robuuste concepten kan plaatsvinden	Een pilot waarin bestaande concepten worden gecombineerd	- Er zijn al eerder pilots op grotere schaal geweest, levert een nieuwe pilot voldoende meerwaarde op? - Is een nieuwe pilot wel eerlijk ten opzichte van concurrenten op de markt?
Zorg voor een stimulans waardoor productontwikkeling en toepassing van technieken zoals nanotechnologie en self healing kan plaatsvinden	Ontwikkeling van een gezamenlijke onderzoeksagenda	- Resultaat onzeker, lange tijdshorizon - Niet direct zichtbaar voor grote publiek - Weinig concreet, met name procesmatig
	Een onderzoek of aio	- Concreet onderwerp met onzeker eindresultaat en lange tijdshorizon - Niet direct zichtbaar voor grote publiek
	Een pilot	- Onzeker hoever de markt in deze ontwikkelingen is - Onzeker of markt zijn kennis wil tonen in een pilot - Interessant voor grote publiek

**Tabel 10.2: Innovatiesporen Robuuste Verhardingen**

Vanuit de bovenstaande tabel liggen de volgende drie sporen voor de hand (nut en noodzaak):

- Een IPW-congres over gunnen op waarde en past performance
- Een onderzoek of aio naar wegentoepassingen van technieken zoals nanotechnologie en self healing
- Een pilot waarin wegentoepassingen van technieken zoals nanotechnologie en self healing worden gedemonstreerd

## 11 Literatuur

Voor deze studie zijn de onderstaande bronnen geraadpleegd:

1. Rapport Verkenningfase IPW, Rijkswaterstaat DVS, 2007
2. Kader werken met hinderbeleving, Rijkswaterstaat VCNL, 2007
3. Evaluatie van Roos, Rijkswaterstaat DWW, 2004
4. Rapport, Plasmeijer, R., 1999
5. Rapport, file-facts KiM, 2008
6. Rapport, Mobiliteitsbalans, KiM, 2006
7. Partnership Infrastructuur Management, 2005
8. Nationale Mobiliteitsmonitor, Stuurgroep Nationale Mobiliteitsmonitor, 2006
9. DWW Brochure Groot Onderhoud aan asfaltverhardingen, 2002
10. Basisspecificatie Weg, RWS Bouwdienst en RWS Dienst Verkeer en Scheepvaart, versie 3.0, 9 april 2008
11. [www.delftcluster.nl](http://www.delftcluster.nl)
12. [www.infratheker.nl](http://www.infratheker.nl)
13. [www.wikipedia.nl](http://www.wikipedia.nl)
14. [www.tudelft.nl](http://www.tudelft.nl)
15. [www.innovatieprogrammagemageluid.nl](http://www.innovatieprogrammagemageluid.nl)
16. [www.verkeerenwaterstaat.nl/mit](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/mit)

## Bijlage 1 Basisspecificatie wegen

### Functionele eisen

Deze bijlage is afkomstig uit de Basisspecificatie voor wegen (versie 3.0 9 april 2008). De functionele eisen zijn opgesteld aan de hand van topeisen. Deze topeisen zijn vervolgens verder uitgesplitst. In deze bijlage wordt een selectie van deze eisen gegeven.

### Topeisen

XX	HOOFDFUNCTIE	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	Het object Weg dient het mogelijk te maken dat snelverkeer: 1. over de verbinding <NTB; rijkswegnaam> kan rijden; 2. van en naar het aansluitende hoofdwegennet kan rijden; 3. van en naar het onderliggende wegennet kan rijden.	Systemeis "afwikkelen snelverkeer"		RWS
Verificatiemethode:				
Bron: Tracé-besluit				
Toelichting: Dit is een topeis. Voor nadere toelichting topeis zie begrippen en definitielijst SE paragraaf 4.2: definitie. Begin- en eindhectometrerig staan in de systeemspecificatie.				

XX	FUNCTIES	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De Weg dient ten minste de volgende functies te hebben: 1. Dragen van verkeer; 2. Informeren van weggebruikers; 3. Afvoeren van hemelwater; 4. Opvangen uit koers geraakte voertuigen.			RWS
Verificatiemethode:				
Bron:				
Toelichting: Topeis.				

XX	NOA	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De Weg dient een autosnelweg met een ontwerpsnelheid van <NTB> kilometer per uur te zijn conform de NOA.			RWS
Verificatiemethode:				
Bron:				
Toelichting: De scope van de basisspecificatie Weg is na het Tracébesluit. Het wegontwerp behorend bij het Tracébesluit is een planstudieontwerp. De geëiste ontwerpogave uit de NOA is dan reeds uitgewerkt. De ON dient dit ontwerp verder uit te detailleren in een definitief- en een uitvoeringsontwerp conform de NOA.				

## Dragen van verkeer

XX	VERKEER DRAGEN	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De Weg dient motorvoertuigen te kunnen dragen.			RWS
Verificatiemethode:				
Bron: Tracé-besluit				
Toelichting: Topeis.				

XX	BOVENBOUW	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De bovenbouw van de Weg dient te voldoen aan de componentenrichtlijn Bovenbouw.			<b>RWS</b>
Verificatiemethode:				
Bron:				
Toelichting: De componentenrichtlijn Bovenbouw komt uit in mei 2008. In deze versie van de basisspecificatie Weg is de componentenrichtlijn Bovenbouw reeds opgenomen als bindend document Tot mei 2008 worden de functionele eisen met betrekking tot de Bovenbouw in bijlage 4.4 opgenomen.				

XX	DRAAGVERMOGEN	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De hoofdrijbaan van de Weg dient de verkeersbelasting conform paragraaf 4.3 (gegevens verkeersbelasting) te kunnen dragen, rekening houdend met een onzekerheidsfactor 1,75 conform de Componentenrichtlijn Bovenbouw.			RWS
Verificatiemethode: Componentenrichtlijn Bovenbouw				
Bron: RWS-DVS				
Toelichting: Dit houdt in dat de bovenbouw met de gestelde factor overgedimensioneerd moet zijn om bij een onvoorziene stijging van de verkeersbelasting nog steeds aan de gestelde eisen te blijven voldoen. De opdrachtnemer kan dus geen rechten ontleen aan een overschrijding van de verkeersgegevens, voor zover deze overschrijding binnen de onzekerheidsfactor blijft.  De verkeersgegevens worden vaak in een aparte bijlage van het contract opgenomen.  In de bijlage dient ten minste te zijn opgenomen: herkomst-bestemmingmatrix met onderscheid tussen licht-, middelzwaar- en zwaar vrachtverkeer.  Afweging levensduur kan op basis van LCC-analyse. De gebruikelijke periode van structurele levensduur is 20 jaar: weerstand tegen het ontstaan van aan het oppervlak zichtbare langsscheuren en craquelé die hun oorsprong hebben in een hoger aantal lastherhalingen dan het opneembare aantal lastherhalingen. Het dragen van verkeer heeft een relatie met de breedte van de bovenbouw (versporing binnen rijstroken, verdeling van het zware verkeer over meerdere naast elkaar gelegen rijstroken), deze breedte van de bovenbouw is vastgelegd in het Tracébesluit				

XX	STABILITEIT GEBRUIK	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De stabiliteitsfactor van de Weg dient ten minste 1,0 te zijn.			<b>NEN</b>
<p>Verificatiemethode: berekend met de M-serie van Deltares, conform de "methode met partiële factoren" in de NEN 6740, uitgaande van:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geotechnische categorie 2;</li> <li>• een bovenbelasting van 15 kN/m<sup>2</sup> op de gehele hoofdrijbaan van de Weg.</li> </ul>				
Bron:				
<p>Toelichting: Deze eis dekt zowel nieuwbouw als verbreding. Stabiliteit externe Objecten (zoals bestaande wegen) zijn opgenomen in de paragraaf externe raakvlakeisen.</p>				

XX	CAPILLAIRE STIJGHOOGTE	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De bovenkant van de capillaire stijghoogte van het grondwater in het weglichaam dient gedurende de levensduur van de Weg ten minste 0,70 m onder de bovenkant van de gehele verharding te zijn.			<b>RWS</b>
<p>Verificatiemethode: <i>Er mag met winterpeil gerekend worden.</i></p> <p>Berekening of beproeving: De capillaire stijghoogte is de hoogte van de waterkolom, waarbij het vochtgehalte gelijk is aan het Optimum Vochtgehalte, te bepalen volgens proef 5.1 van de Standaard RAW 2005. De capillaire stijghoogte kan vervolgens worden bepaald m.b.v. proef 13 van de Standaard RAW 2005.</p> <p>Zettingsberekeningen van het ontwerp van de onderbouw van de Weg conform de M-serie van Deltares. Analyse van het gemeten zettingenverloop van de onderbouw van de Weg.</p> <p>Bij de toepassing van "zand voor zandbed" volgens Standaard RAW 2005 specificaties 22.06.03 kan zonder beproeving een capillaire stijghoogte van 0,55 m worden aangehouden.</p>				
Bron: Handleiding wegenbouw: ontwerp verhardingen 4e editie				
<p>Toelichting: Deze eis is ter voorkoming van ijsvorming in de wegconstructie, waardoor bij intredende dooi verweking kan optreden van het zandbed.</p> <p>Afweging bijvoorbeeld op basis van LCC is een langere levensduur dan op basis van de garantie op de functionele eisen op de Bovenbouw mogelijk aantrekkelijk. De geprognoseerde zetting dient hierin dan verwerkt te worden. De definitieve eis is dus afhankelijk van de garantietermijn. Informatie over het te hanteren winterpeil dient door de OG te worden aangeleverd.</p> <p>De enige harde maat is 0,7 m als vorstindringingsdiepte beneden bovenkant verharding. Wat daaronder gebeurt is afhankelijk van de keuze van de opdrachtnemer: hij kan kiezen voor een standaard oplossing (zoals in de verificatiemethode staat moet je dan rekenen met 0,55 m capillaire werking), of hij kan kiezen voor een grof materiaal met 0 capillaire werking.</p>				

XX	ONDERBOUW MATERIAALKEUZE	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	Materialen voor de onderbouw dienen te voldoen aan RAW Standaard 2005 eis 22.06.01, 22.06.03, 22.02.06 (eisen 04 en 05), of uit documentatie / proefvak-beschrijvingen dient te blijken dat het gebruik van het materiaal voor deze toepassing door DVS is goedgekeurd.			<b>RWS</b>

Verificatiemethode:

Indien te toetsen door DVS: als de beschikbare documentatie naar oordeel van de DVS onvoldoende overtuigend is, kunnen proefvakken worden aangelegd, waarbij DVS mede begeleidt en technische eisen stelt.

Bron:

Toelichting:

Deze eis is opgenomen ten behoeve van de afdekking van het lange-termijn risico: er dient een absolute zekerheid te zijn over de kwaliteit van de aardebaan.  
Deze eisen dienen project specifiek te worden bepaald; het gaat hierbij om zaken als: dient het in de toekomst mogelijk te zijn makkelijk portalen (bijv. t.b.v. signalering). Hierbij spelen onder meer de volgende aspecten een rol: technische duurzaamheid, klink in de tijd, verbrijzelingsgevoeligheid (o.a. hergebruikmogelijkheden / eigenschappen bij toekomstige werkzaamheden), en verweking. E.e.a. kan gevolgen hebben voor het toe te passen ophoogmateriaal (bijvoorbeeld bij toepassing van geëxpandeerd polystyreen, secundaire ophoogmaterialen met isolatievoorzieningen of gebonden ophoogmaterialen).

XX	EROSIE TALUDS EN BERMEN	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	Taluds en bermen van de Weg dienen bestand te zijn tegen erosie door wind, neerslag en afstromend wegwater.			<b>RWS</b>

Verificatiemethode:

Bron:

Toelichting: Stabiliteit, voorkoming materiaal migratie en verstopping waterhuishouding, esthetiek

XX	AFWERKING TALUDS EN BERMEN	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	Taluds steiler dan 1:3 en bermen van de Weg dienen begroeid te zijn met gras conform graszaadmengsel B3.			<b>RWS</b>

Verificatiemethode:

Bron:

Toelichting:

Doel van deze eis is stabiliteit talud en voorkoming uitspoeling waarborgen. Uit esthetische gronden kan ook voor ander materiaal worden gekozen, bijvoorbeeld beplanting. Vaak wordt e.e.a. voorgeschreven in een landschapsplan. Projectspecifiek bepalen. B3 is een grasmengsel voor schrale ondergronden t.b.v. onderhoudsarme bermen en taluds.

### 1.1. Veiligheid

XX	WEG INVLOED KLIMAAT	Bovenl. Eis	Onderl. eisen	Eisinitiator
	De bovenbouw van de Weg dient bij gangbaar beheer en onderhoud onder alle weersomstandigheden acceptabele verkeersveiligheid te hebben.  <i>"Gangbaar beheer en onderhoud" is het beheer en onderhoud dat in het beheer en onderhoudsplan van de Opdrachtnemer is bepaald.</i>			RWS

Verificatiemethode:
Bron:
Toelichting: Deze eis is voor licht (reflecteren en slagschaduw), vorst (verstoppert, opvriezen en opdoeien), en regen voor componenten van de Weg verder uitgewerkt en daar toetsbaar gemaakt. Om aan zijn levensduureisen te kunnen voldoen zal de Opdrachtnemer onderhoud nodig hebben, en dat legt hij vast in zijn beheer en onderhoudsplan. Dit is (voor nu) een kapstok eis. Nadere invulling van acceptabel dient projectspecifiek i.o.m. de infraprovider te worden ingevuld. De opdrachtnemer moet de weg zodanig opleveren dat deze onderhoudbaar is met de eisen van het wegendistrict. Denk hierbij bv aan sneeuw vrij maken van de weg, mogelijkheid pekelt strooien, enz.

## 1.2. Beschikbaarheid & betrouwbaarheid

ID	TECHNISCHE LEVENSDUUR	Bovenl. Eis	Onderl. Eisen	Eisinitiator
	De technische levensduur van de volgende componenten dient en bij normaal onderhoud, behoudens bij calamiteiten, ten minste te bedragen: a. onderbouw: 100 jaar b. deklaag verharding: 10 jaar c. bovenbouw exclusief deklaag: 20 jaar d. hemelwaterafvoer passieve voorzieningen: 40 jaar e. markering*: 10 jaar * levensduurbepaling op basis van berijding door 100% verkeersintensiteit conform paragraaf 4.3.			<b>RWS</b>
Verificatiemethode:				
Bron:				
Toelichting: De bovengenoemde technische levensduur zijn gebaseerd op ervaringen en dienen projectspecifiek bepaald te worden op basis van LCC-analyse. Deze eis splitsen zodanig dat elke eis één verificatie methode heeft.				

## **Bijlage 2      Gespreksverslagen**

## **Bijlage 3      Octrooiscan Robuuste Verhardingen**