

# **Kosten-BatenAnalyse voor Beheer & Onderhoud**

**Systematiek en case studies**

**2 maart 2006**

# **Kosten-BatenAnalyse voor Beheer & Onderhoud**

Systematiek en case studies

---

.....

## Colofon

**Uitgegeven door:**

Adviesdienst Verkeer & Vervoer  
Afdeling Economie en Goederenvervoer (VME), in  
opdracht van Rijkswaterstaat, Staf DG

**Informatie:**

Steunpunt Economische Evaluatie (SEE)

Telefoon:

010 282 5652

Fax:

010 282 5643

**Uitgevoerd door:**

Pauline Wortelboer - Van Donselaar  
Antoine de Kort  
Serge Kats

In samenwerking met DWW:

Jan Doorduijn, Elmert de Boer, Marcel Taal

**Datum:**

2 maart 2006

**Status:**

Definitief

**Versienummer:**

0.6

### Samenvatting 6

#### 1. Inleiding 10

- 1.1 Economische aandacht voor onderhoud 10
- 1.2 Doel en opbouw van dit rapport 11

#### 2. Verschillen tussen KBA voor beheer en onderhoud en aanleg van infrastructuur 12

- 2.1 Andere afweging bij B&O 12
- 2.2 Consequenties voor de case studies: projectdefinitie en -alternatieven 14

#### 3. Uitgangspunten voor de B&O-cases 18

- 3.1 Aanpak 18
- 3.2 Raamwerk van projecteffecten 20

#### 4. Case 1: Verhardingen van wegen 22

- 4.1 Probleemanalyse en systeembeschrijving 22
- 4.2 Toelichting cases 23
- 4.3 Effecten 26
  - 4.3.1. Kosten: onderhoud en handhaving 26
  - 4.3.2. Baten: transportkostenverandering 29
  - 4.3.3. Baten: betrouwbaarheid 33
  - 4.3.4. Baten: verandering kosten vervoermiddel 35
  - 4.3.5. Baten: veiligheid 35
  - 4.3.6. Baten: verandering in comfort 36
  - 4.3.7. Baten: Milieu 37
- 4.4 Kosten-Batenopstelling 38
  - 4.4.1. Uitkomsten base case 38
  - 4.4.2. Gevoeligheidsanalyse 40
- 4.5 Analyse 42

#### 5. Case 2: Bodems vaarwegen 44

- 5.1 Probleemanalyse en systeembeschrijving 44
- 5.2 Toelichting cases 47
  - 5.2.1. Projectomschrijving 47
  - 5.2.2. Definitie alternatieven 48
  - 5.2.3. Algemene gegevens en aannames 49
- 5.3 Scope en effecten Case I: Amsterdam Rijnkanaal 50
  - 5.3.1. Projectscope 50
  - 5.3.2. Kosten: onderhoud 51
  - 5.3.3. Baten: transportkostenverandering 51
  - 5.3.4. Baten: veiligheid 52
  - 5.3.5. Baten: milieueffecten 54
  - 5.3.6. Baten: tijdverlies door stremming bij onderhoud 54
  - 5.3.7. Baten: modal shift effecten 54

---

5.4	Kosten-Batenopstelling Case 1	54
5.4.1.	Uitkomsten base case	54
5.4.2.	Gevoeligheidsanalyse	55
5.5	Scope en effecten Case II: Brabantse Kanalen	58
5.5.1.	Projectscope	58
5.5.2.	Kosten: onderhoud	60
5.5.3.	Baten: transportkostenverandering	60
5.5.4.	Baten: veiligheid	62
5.5.5.	Baten: milieueffecten	62
5.5.6.	Baten: tijdverlies door stremming bij onderhoud	62
5.5.7.	Baten: modal shift effecten	63
5.5.8.	Baten: betrouwbaarheidseffecten	63
5.5.9.	Baten: effecten recreatievaart	63
5.6	Kosten-Batenopstelling Case II	64
5.6.1.	Uitkomsten base case	64
5.6.2.	Gevoeligheidsanalyse	64
5.7	Analyse	66
<b>6.</b>	<b>Case 3: Dynamisch Verkeersmanagement (DVM)</b>	<b>68</b>
6.1	Probleemanalyse en systeembeschrijving	68
6.1.1.	Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's)	70
6.1.2.	Toeritdoseerinstallaties (TDI's)	71
6.2	Toelichting cases	72
6.2.1.	Case Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's)	73
6.2.2.	Case Toeritdoseerinstallaties (TDI's)	73
6.3	Effecten	74
6.3.1.	Kosten: onderhoud en handhaving	74
6.3.2.	Baten: transportkostenverandering (reistijdverliezen)	76
6.3.3.	Baten: betrouwbaarheid	81
6.3.4.	Baten: veiligheid	83
6.3.5.	Baten: verandering in comfort	83
6.3.6.	Baten: Milieu	84
6.4	Kosten-Batenopstelling	84
6.4.1.	Uitkomsten base case	84
6.4.2.	Gevoeligheidsanalyse	86
6.5	Analyse	87
<b>7.</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen voor een raamwerk van KBA voor B&amp;O</b>	<b>90</b>
7.1	Conclusies over het gebruik van KBA voor B&O-afwegingen	90
7.2	Conclusies op basis van de inhoud van de cases	92
7.3	Aanbevelingen voor een raamwerk van economische onderbouwing van B&O	95
7.3.1.	Aanbevelingen ter verfijning van de cases	95
7.3.2.	Naar een raamwerk voor onderhoudsbeslissingen	96

## **Bronnen 98**

## **Bijlage 1 Case verharding: achtergrondgegevens wegvakken 100**

## **Bijlage 2 Case verharding: verwerking betrouwbaarheidseffecten 102**

### **Aanleiding en doelstelling**

Onderhoud van infrastructuur kost (veel) geld. Tot en met 2010 is jaarlijks een kleine twee miljard euro uitgetrokken voor beheer en onderhoud van infrastructuur. Voor de periode 2011-2020 is dit gemiddeld drie miljard euro per jaar. In opdracht van Rijkswaterstaat, Staf DG, heeft de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV) in samenwerking met de Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW) de mogelijkheden van maatschappelijk-economische onderbouwing van onderhoudsvraagstukken onderzocht. Het doel van dit rapport is om aan de hand van een aantal praktijktoepassingen, hierna cases genoemd, inzicht te geven in:

- De op economische argumenten gebaseerde sturingsmogelijkheden bij beheer en onderhoud (B&O);
- De bijdrage van effecten van de onderzochte onderhoudsvarianten, met name op het vlak van reistijd(winst), veiligheid, betrouwbaarheid en milieu;
- De mate van beschikbaarheid van benodigde gegevens, inclusief een specificatie van wat extra beschikbaar moet komen voor betere analyse.

De cases hebben betrekking op respectievelijk verhardingen, het baggeren van vaarwegen en dynamisch verkeersmanagement. De cases dienden tevens ter ondersteuning van het werk van de interdepartementale beleidsonderzoek (IBO) Beleid en Onderhoud.

### **Resultaten case verhardingen**

De cases hebben betrekking op een relatief rustig wegdeel (RW7 ter hoogte van Wieringerwerf) en een relatief druk wegdeel (RW12 ter hoogte van Zoetermeer). De cases maken inzichtelijk hoe een andere kwaliteit van onderhoud, hetzij door uitstel van onderhoud, hetzij door het aanbrengen van een ander soort verharding, doorwerkt in maatschappelijke effecten op het punt van met name veranderingen in reistijden en betrouwbaarheid. Uitstel van onderhoud blijkt negatief uit te pakken door de reistijdverliezen die daar het gevolg van zijn. Omgekeerd kan niet gesteld worden dat een vervroeging van onderhoud leidt tot positieve effecten, omdat verbetering in een kwaliteit die al optimaal is niet tot reistijdwinsten leidt. De analyse van projectalternatief 2 laat zien dat het vervangen van DAB door ZOAB alleen zin heeft op wegen met een hoge verkeersintensiteit. Projectalternatief 3 speelt zich af op een ander schaalniveau omdat maatregelen die overbelading tegengaan een effect hebben wat het niveau van een wegvak overstijgt. Het is een alternatief wat zeker nadere aandacht verdient gezien de verwachte grote invloed van overbeladen vrachtwagens op onderhoudskosten van verharding.

---

### **Resultaten case baggeren vaarwegen**

Ook voor de vaarwegencases is een relatief rustig (Brabantse Kanalen) en een relatief druk traject (Amsterdam-Rijnkanaal) bestudeerd. Vele aannamen waren vereist voor de berekeningen, bijvoorbeeld om de aangeslibde m<sup>3</sup> te vertalen in een afluaddieptebeperking en breedtebeperking en een daarvan afgeleid onderhoudsprogramma voor de vaarwegen. In de case van de Brabantse kanalen (waarbij wordt uitgegaan van een gedeeltelijke opheffing van de vaarwegfunctie) bleek het bijvoorbeeld ook lastig om het aandeel in de scheepvaartgerelateerde onderhoudskosten van een vaarwegvak te bepalen. De efficiencyverliezen voor het Amsterdam-Rijnkanaal zijn relatief beperkt omdat de hinder slechts een beperkt deel van de vloot betreft. De negatieve effecten zijn vrijwel even groot voor de Brabantse kanalen, omdat hier de stremmingen de hele vloot treffen.

### **Resultaten case dynamisch verkeersmanagement (DVM)**

De DVM-cases zijn ontwikkeld rondom twee vormen van DVM waar verhoudingsgewijs het meest aan gekwantificeerde informatie over beschikbaar is. Dit betreft het Dynamisch Route Informatie Paneel (DRIP) en Toeritdosering (TDI). De resultaten van berekening laten een uniform beeld zien: uitstel van onderhoud met baten in de vorm van kostenbesparingen, leidt tot verhoudingsgewijs grotere negatieve effecten in de vorm van reistijdverlies. Dit is echter afhankelijk van de gekozen aannames waar er vanwege ontbrekende gegevens veel van nodig waren. Ondanks het ontbreken van 'harde cijfers' laat de gevoeligheidsanalyse wel zien dat de uitkomsten redelijk robuust zijn.

### **Conclusies**

De cases hebben veel informatie opgeleverd over zowel de onderwerpen van studie zelf, als over het toepassen van kosten-batenanalyses (KBA's) voor beheer en onderhoud. De belangrijkste conclusies zijn:

- De uitkomsten van de berekeningen (zonder de absolute bedragen letterlijk te nemen) liggen in de lijn der verwachting. De doorgerekende varianten bevestigen eerdere onderhoudskeuzes.
- Het toepassen van een KBA-methodiek voor onderhoudsafwegingen voegt toe dat de maatschappelijke effecten, naast kosten en baten voor de (vaar)wegbeheerder, in beeld komen. De KBA moet echter bij voorkeur op een hoger schaalniveau berekend worden dan de oorspronkelijke insteek van de cases was. Dit omdat de kwaliteit van de analyse niet beter lijkt te worden met meer detail, en de onmogelijkheid om op dit niveau alle keuzes van economische onderbouwing te voorzien.
- Het kwantificeren van effecten is moeizaam gebleken vanwege ontbrekende gekwantificeerde verbanden tussen staat van onderhoud en effecten van gebruikers, en de afwezigheid van statistieken (bijv. spreiding rondom gemiddelde reistijden). Op dit punt zijn initiatieven voor gegevensverzameling zeer noodzakelijk.
- Belangrijker dan de inhoudelijke verfijning van de methodiek is de aansluiting op de prestatieafspraken van de Regionale Directies rondom beheer en onderhoud.

---

### **Vervolgstappen**

De volgende logisch uit deze studie voortvloeiende vervolgstappen zullen in samenwerking met DWW worden ondernomen:

- Agendaring en invulling informatietekorten;
- Uitzoeken hoe maatschappelijk-economische onderbouwing ingezet kan worden bij het vaststellen van SLA-afspraken;
- Economische onderbouwing van beheer, onderhoud EN ontwikkeling van DVM-systemen nader uitwerken;
- Economische onderbouwing van de manier waarop onderhoud wordt uitgevoerd nader onderbouwen.



---

---

---

# 1. Inleiding

---

## 1.1 Economische aandacht voor onderhoud

Onderhoud van infrastructuur kost (veel) geld. Tot en met 2010 is jaarlijks een kleine twee miljard euro uitgetrokken voor beheer en onderhoud van infrastructuur. Voor de periode 2011-2020 is dit gemiddeld drie miljard euro per jaar. De Nota Mobiliteit biedt als mogelijk perspectief onderhoudsprogramma's te optimaliseren, te prioriteren en te differentiëren op basis van het economisch rendement. Naar aanleiding hiervan is een interdepartementaal beleidsonderzoek (IBO) gestart met de volgende taakopdracht:

*'Hoe kan de besluitvorming over (beleid en uitvoering van) onderhoud van infrastructuur beter onderbouwd worden zodat een goede prioriteitenstelling, zoveel mogelijk rekening houdend met het maatschappelijk nut van infrastructuur, bevorderd wordt, en de aanwending van onderhoudsgelden zo doelmatig mogelijk plaatsvindt? Het gaat niet alleen om de prioriteitenstelling binnen de sectoren wegen, spoorwegen of vaarwegen, maar nadrukkelijk ook om goede afweging van in te zetten middelen tussen de sectoren.'*

Dit traject staat bekend als IBO Beleid en Onderhoud Infrastructuur.

Voor investeringen in aanleg van infrastructuur is het gebruikelijk om een kosten-batenanalyse conform de OEI-Leidraad<sup>1</sup> uit te voeren. De vraag die nu rijst is of toepassing van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (hierna: KBA) ook zinvol is voor onderhoudsvraagstukken.

De meerwaarde van een maatschappelijke kosten-batenanalyse boven andere onderhoudsafwegingen (zoals life cycle management) is dat er behalve met kosten en baten voor de 'exploitant', ook rekening wordt gehouden met effecten voor de gebruikers en derden, zowel tijdens als na uitvoering van het onderhoud. Effecten van veranderingen in reistijden en betrouwbaarheid, veiligheid en milieu staan daarbij voorop. Naar verwachting kan een kosten-batenvergelijking helpen bij het prioriteren van beheer en onderhoud aan objecten, zowel in termen van een optimale besteding (hoe schaarse middelen het beste in te zetten?) als optimaal in de tijd (welke projecten in enig jaar uit te voeren?).

In opdracht van Rijkswaterstaat, Staf DG, onderzoekt AVV in samenwerking met DWW de mogelijkheden van kwantificering van onderhoudsvraagstukken met behulp van kosten-batenanalyse, met als doel dit in te zetten bij prestatieafspraken.

---

<sup>1</sup> Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang en A.C.P. Verster (2000). Evaluatie van infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-batenanalyse, Sdu Uitgevers, Den Haag.

---

Dit heeft geresulteerd in een internationale literatuurscan naar economisch prioriteren in beheer en onderhoud (hierna: B&O)<sup>2</sup>. Tevens worden binnen dit koepelproject uiteenlopende vragen vanuit het IBO-traject Beleid en Onderhoud beantwoord. Dit rapport gaat verder in op het kwantificeren van beheer en onderhoud volgens de principes van een KBA, door het uitvoeren van berekeningen voor illustratieve 'cases'.

## 1.2 Doel en opbouw van dit rapport

Doel van dit rapport is om aan de hand van een aantal praktijktoepassingen, hierna cases genoemd, inzicht te geven in:

- De op economische argumenten gebaseerde sturingsmogelijkheden bij B&O;
- De bijdrage van effecten van de onderzochte onderhoudsvarianten, met name op het vlak van reistijd(winst), veiligheid, betrouwbaarheid en milieu;
- De mate van beschikbaarheid van benodigde gegevens, inclusief een specificatie van wat extra beschikbaar moet komen voor een eventuele meer gedetailleerdere analyse.

Verder zullen wij aangeven welke soort kosten-batenvergelijking *tussen* projecten zinvol is, afhankelijk van het doel (bijvoorbeeld prioritering bij te besteden middelen of prioritering in de tijd).

In het onderzoek gaat de aandacht uit naar zowel de droge als de natte infrastructuur. In het bijzonder komen de volgende cases aan bod:

- Verhardingen van wegen (wegverkeer);
- Baggeren van bodems van vaarwegen (binnenvaart);
- Dynamisch Verkeers Management (DVM, wegverkeer).

Deze cases zijn gekozen om zo goed mogelijk aan te sluiten op de vragen en voorstellen van de IBO-werkgroep, en om belangrijke onderhoudsposten verdeeld over modaliteiten, te behandelen. Parallel aan de ontwikkeling van cases door AVV zal ProRail in het kader van IBO-beleid en onderhoud een case uitvoeren met betrekking tot de bovenbouw van het spoor.

Afwegingen in het beheer en onderhoud zijn complexer en diffuser dan die bij de aanleg van infrastructuurprojecten. De KBA-aanpak voor de aanleg van infrastructuurprojecten is dan ook niet rechtstreeks toepasbaar op B&O. Er moeten aanvullende keuzes worden gemaakt. Hoofdstuk 2 belicht de verschillen tussen B&O en aanleg van infrastructuur en de daaruit voortvloeiende varianten waarop men een KBA zou kunnen toepassen. Hoofdstuk 3 bevat de uitgangspunten die zijn gekozen voor de bovengenoemde cases. De resultaten van de verschillende cases worden in de hoofdstukken 4 tot en met 6 besproken. In hoofdstuk 7 analyseren wij de cases om te komen tot een synthese. Dit resulteert in hoofdstuk 8 in (aanbevelingen voor) een raamwerk voor een KBA-aanpak van B&O dat 'OEI-proof' is.

---

<sup>2</sup> Rijkswaterstaat AVV en DWW, *Economisch prioriteren in beheer en onderhoud, literatuurstudie*, Rotterdam, 18 april 2005.

---

## 2. Verschillen tussen KBA voor beheer en onderhoud en aanleg van infrastructuur

---

### 2.1 Andere afweging bij B&O

Afwegingen bij investeringen in beheer en onderhoud verschillen fundamenteel van die bij investeringen in de aanleg van infrastructuur. Onderhoudskeuzes zijn vaak meer diffuus doordat er zoveel verschillende invullingen mogelijk zijn en doordat er soms vermenging optreedt met andere afwegingen.

Specifiek constateren wij de volgende vijf verschillen ten opzichte van afwegingen voor aanleg:

- a. Gericht op (effecten van) *veranderingen* in onderhoudsniveau.
- b. Vermenging met afwegingen van vervangingsinvesteringen.
- c. Niveauverschillen in de scope van een project.
- d. Verschillende onderhoudsactiviteiten worden veelal in combinatie uitgevoerd.
- e. De druk van publieke opinie en de principes van de beheerder.

Juist vanwege deze verschillen is het niet zondermeer mogelijk om de KBA-aanpak voor aanlegprojecten in te zetten voor B&O. Eerst zullen een aantal aanvullende keuzes/aannamen gemaakt moeten worden, op basis van de geconstateerde verschillen. Deze verschillen worden hieronder achtereenvolgens toegelicht en illustreren in elk geval het belang van een heldere en onderscheidende definitie van projectalternatieven. In de volgende paragraaf gaan wij in op de keuzes ten behoeve van de case studies.

#### *a. Gericht op (effecten van) veranderingen in onderhoudsniveau*

Bij een kosten-batenanalyse van aanleginvesteringen wordt een raming van onderhoudskosten ook meegenomen in de afweging, immers alle kosten die noodzakelijk zijn om een project operationeel te krijgen en te houden, moeten worden inbegrepen. In dat opzicht lijkt het in eerste instantie 'dubbel' om te kijken naar de kosten en baten van onderhoud alleen, en in zekere zin terug te komen op een afweging die al gemaakt is. Vanuit het perspectief van een bestaand areaal is het echter wel mogelijk om te kijken naar de maatschappelijke effecten van een verandering in het niveau van onderhoud, om te proberen de onderhoudskeuzes te optimaliseren. Wanneer infrastructuur eenmaal is aangelegd zijn de investeringskosten vrijwel volledig 'sunk costs' en daarmee niet richtinggevend voor het verdere onderhoudsregime. Ook ontstaat na ingebruikname meer gedetailleerde informatie over gerealiseerde en te verwachten kosten en baten die kunnen leiden tot een scherpere afweging. Het gaat dus om de maatschappelijke kosten en baten van veranderingen ten opzichte van de onderhoudsstrategie die bij de aanlegafweging was verondersteld, die eventueel leiden tot een hernieuwde of bijgestelde onderhoudsafweging.

---

Dergelijke veranderingen kunnen bestaan uit een verandering in de kwaliteit van uitvoering, omvang van onderhoud (bijv. één rijstrook of gehele wegdek), het moment van onderhoud (uitstel of vervroeging), of in een extreem geval het volledig afstellen van onderhoud waarmee de functionaliteit van de betreffende infrastructuur uiteindelijk teloor gaat. Zoals uit de cases zal blijken is het meten van de effecten van veranderingen in onderhoud niet altijd mogelijk en moet er dan met aannames worden gewerkt.

*b. Vermenging met afwegingen van vervangingsinvesteringen*

De afwegingen tussen alternatieven zijn bij beheer en onderhoud minder duidelijk dan bij aanleg. Er is een glijdende schaal tussen regulier onderhoud, groot onderhoud, totale revisie en vervangingsinvesteringen. Dit is voor de toepassing van de KBA-methodiek op zich geen probleem maar bemoeilijkt wel het onderscheiden van de relevante projectalternatieven met bijbehorende kosten en baten, en het maken van een economische afweging over alleen onderhoud. Met name bij ICT-toepassingen, zoals signaleringssystemen en DVM, vormt de onvoorspelbaarheid van het moment waarop innovatieve technieken op grote schaal beschikbaar zijn, een extra complicerende factor in het voorspellen van effecten (wat overigens niet betekent dat we dit niet zouden moeten doen). De keuze kan dan bestaan uit een opwaardering en groot onderhoud of vervanging met een nieuw (en geavanceerder) systeem met wellicht ook bijkomende effecten voor de gebruiker. Met andere woorden, er is niet alleen sprake van beheer en onderhoud, maar van beheer, onderhoud en ontwikkeling. Waarbij het element 'ontwikkeling' het maken van prognoses en afwegingen niet vereenvoudigt.

*c. Niveauverschillen in de scope van een project*

De keuze van het niveau van analyse is voor onderhoud minder helder in vergelijking met aanleginvesteringen. Aanleg gaat veelal over één specifiek knelpunt, waar uitbreiding van capaciteit plaatsvindt. Bij onderhoudsprojecten kan de 'projectdienst' zowel bestaan uit onderhoud aan een specifiek wegvak als (op een hoger schaalniveau) een ander onderhoudsniveau voor een hele corridor of netwerk. In beide gevallen worden de effecten overigens uiteraard op een nationaal niveau gekwantificeerd. Wanneer de analyse op een hoger schaalniveau plaatsvindt, dienen de kosten en baten van de objecten op de betreffende verbinding gecombineerd te worden wat verhoudingsgewijs veel onderzoeksinspanning vraagt. Een heldere invulling van projectalternatieven maakt in ieder geval helder op welk niveau de analyse is ingestoken.

*d. Verschillende onderhoudsactiviteiten worden veelal in combinatie uitgevoerd*

Het komt voor dat verschillende onderhoudsactiviteiten (bijvoorbeeld verhardingen en verkeersvoorzieningen) worden gebundeld en in één keer worden uitgevoerd, ook als bepaalde onderdelen eigenlijk nog niet 'aan de beurt' zijn. Dit om bijvoorbeeld overlast voor gebruiker te minimaliseren, of omdat bundeling nu eenmaal goedkoper is.

---

Impliciet worden er in het eerste voorbeeld overigens ook waarderings gegeven aan aspecten buiten de bedrijfseconomische afweging. Voorafgaand aan het uitvoeren van een KBA moet dus duidelijk zijn of er sprake is van een alleenstaande afweging of dat een combinatie van onderhoudsbeslissingen ook een mogelijkheid is. De KBA kan in principe ook door de keuze van projectalternatieven inzichtelijk maken of enkelvoudige afwegingen of een combinatie van onderhoudsbeslissingen zinvoller is.

*e. De druk van publieke opinie en de principes van de beheerder*

Het gaat bij onderhoudsafwegingen niet om de beoordeling van toekomstige fictieve objecten maar om bestaande infrastructuur, waar gebruikers bepaalde verwachtingen bij hebben en die bepalend zijn voor het beeld van de beherende organisatie. Andere aspecten in de beleidsafweging naast de KBA welvaartstheorie worden dan relatief meer belangrijk. Bij een vermindering van de kwaliteit of de regelmaat van onderhoud komen elementen om de hoek op het vlak van publieke opinie die niet te bevatten zijn in een KBA. Bij aanleg gaat het om verbeteringen voor (huidige) gebruikers maar het alternatief is niet tastbaar want nog niet bestaand en niet maatschappelijk beladen met feitelijke beelden van ongevallen (gewonden, blikshade) en van 'nalatigheid' van de beheerder (gaten in wegdek, scheuren in kunstwerken).

Een keuze voor het uitstellen van onderhoud werkt volgens deze principes alleen bij aspecten waar de transportefficiency achteruit gaat en er geen grote consequenties voor de veiligheid zijn. Bijvoorbeeld bij hogere transportkosten in de binnenvaart door verminderde diepgang rivieren, of reistijdverliezen bij een noodzakelijke aanpassing van snelheid op autowegen.

## **2.2 Consequenties voor de case studies: projectdefinitie en -alternatieven**

De hiervoor geconstateerde verschillen in aanpak met aanleg hebben natuurlijk gevolgen voor de invulling van de case studies. De meest belangrijke bestaat uit de manier waarop *veranderingen* in onderhoudsniveau tot uitdrukking kunnen worden gebracht. Dit betreft in feite de projectdefinitie en de beschrijving van projectalternatieven.

Er zijn drie dimensies te onderscheiden in het onderhoud, die van belang zijn bij het samenstellen van projectalternatieven ten opzichte van het nulalternatief waarbij onderhoud volgens planning en bijbehorende technische normen wordt uitgevoerd:

- Moment van onderhoud (bijvoorbeeld: eenmalig uitstellen of overslaan, onderhoudsinterval oprekken, volledig afstellen);
- Omvang van onderhoud (bijvoorbeeld: gehele wegdek, eenzijdig c.q. in één rijrichting, alleen specifieke stukjes);
- Gekozen kwaliteitsniveau (bijvoorbeeld: ZOAB of DAB).

---

### *Moment van onderhoud*

Het eenmalig uitstellen van (groot) onderhoud, en daarna verder in het voorgenomen onderhoudsritme. Een relatief simpele afweging met een zeer beperkte tijdshorizon waarbij de baten van alternatieve aanwending van de investering in de tussenliggende jaren worden vergeleken met de tijdelijke maatschappelijke effecten van achteruitgang in onderhoud. Effecten tijdens uitvoering van onderhoud spelen vrijwel geen rol omdat deze identiek zijn, zich alleen op een ander tijdstip voordoen, alleen de invloed van de disconteringsvoet leidt hier tot (beperkte) verschillen.

Het vergroten of verkleinen van de intervallen tussen gepland (groot) onderhoud. Een afweging waarbij voor de economische levensduur (of korter, wanneer ontwikkelingen te onzeker worden, zie de leidraad-OEI) de effecten van kwaliteitsverlies worden afgezet tegen de vermeden onderhoudskosten. Effecten tijdens de uitvoering van onderhoud spelen een rol omdat gebruikers minder vaak of juist vaker last hebben van stremmingen door onderhoud.

Het volledig afstellen van enige vorm van (groot) onderhoud: (langzaam) functieverlies van een object. De effecten bestaan uit het afzetten van de effecten van kwaliteitsverlies tegen de vermeden onderhoudskosten.

### *Omvang van onderhoud*

De 'schaal' van het onderhoud hangt samen met het niveau van analyse (ad c in de vorige paragraaf). We kijken naar specifieke objecten. Een visie op een hoger schaalniveau is mogelijk door het combineren van de berekeningen van meerdere objecten op een zelfde verbinding. De vorm van berekening en de inzichten van de berekening zijn echter vergelijkbaar (maar wel op een hoger abstractieniveau). Dan is vervolgens de vraag waar een object precies uit bestaat. Hier hebben we vanwege het format waarin gegevens beschikbaar zijn, gekozen voor een insteek via (vaar)wegvakken, wat voor de case van verhardingen en DVM inhoudt dat er gekeken wordt per rijrichting, naar meerdere rijbanen. Voor vaarwegen geldt de gehele vaarweg, in beide richtingen.

De keuze voor specifieke objecten houdt tevens in dat we niet kijken naar combinaties van onderhoud. Dit beschouwen we als een complicatie in de afweging waar we in eerste instantie geen rekening mee kunnen houden. Het is echter wel duidelijk dat door de combinatie van onderhoud er zeker voordelen voor de gebruiker kunnen ontstaan, door beperking van de hinder.

### *Kwaliteitsniveau van onderhoud*

Er kan ook gekozen worden voor een andere kwaliteit bij de uitvoering van het onderhoud, wat weer leidt tot een betere of slechtere functionaliteit. Zo kan DAB vervangen worden door ZOAB, en kan er meer of minder uitgebreid gebaggerd worden bij vaarwegen.

---

Bij DVM is een afweging tussen regulier onderhoud, levensduur verlengend onderhoud en vervanging (nieuw ontwikkelde systemen) een veel voorkomend fenomeen. Bij de keuze van projectalternatieven zullen dergelijke mogelijkheden daarom worden meegenomen.



---

---

---

## 3. Uitgangspunten voor de B&O-cases

---

### 3.1 Aanpak

De case studies bestaan in aanvang uit illustratieve rekensommen, zoveel mogelijk op basis van bestaande projecten maar aangevuld met aannames vanwege het ontbreken van benodigde gegevens of statistieken. Gebruik wordt gemaakt van onder andere de info uit de literatuurscan (AVV en DWW, Economisch prioriteren in beheer en onderhoud, 2005). Een resultaat van de cases zal zijn dat wordt aangegeven welke informatie noodzakelijk verzameld moet worden om tot een scherpere onderbouwing te komen.

De structuur van de cases is conform de negen projectstappen conform de leidraad-OEI. Hieronder volgen de negen onderzoeksstappen, en eventuele bijzonderheden voor beheer en onderhoud in het algemeen of de cases in het bijzonder. Met name de projectdefinitie en benoeming en kwantificering effecten zullen centraal staan bij de uitwerking. De uitdaging bij de berekeningen is in dit geval niet zozeer de monetaire waardering waarvoor aanleginvesteringen al veel voor verzameld is, maar het vinden van gegevens over daadwerkelijke veranderingen in reistijden en betrouwbaarheid.

De negen onderzoeksstappen in de leidraad OEI om te komen tot een kosten-batenanalyse zijn:

1. Probleemanalyse: wat is het probleem?
2. Projectdefinitie: ontwerp en alternatieven, incl. nulalternatief
3. Vaststellen van projecteffecten
4. Voorspelling relevante exogene ontwikkelingen
5. Inschatten en waarderen projecteffecten
6. Ramen investerings- en onderhoudskosten
7. Opzetten kosten-batenoverzicht
8. Alternatieven en risicoanalyse
9. Aanvullende taken (PPS, ex post evaluatie)

De uitdaging van deze case study bestaat uit het specifiek maken van deze stappen voor beheer en onderhoud.

Stappen 2,3,5 en 7 vormen de kern van deze cases. Een probleemanalyse (1) zoals nodig is voor aanleg projecten is minder noodzakelijk. Bij aanleg gaat het om het identificeren van het knelpunt, en alle mogelijke alternatieve manieren om dit op te lossen. Bij onderhoudsvraagstukken is het knelpunt helder (afname van functionaliteit volgens technische richtlijnen of veiligheidsrisico's) en zijn er minder mogelijke alternatieven.

---

Voor de cases worden geen scenario's (stap 4) gebouwd die onder andere economische ontwikkelingen reflecteren omdat de zeggingskracht hiervan in dit geval gering is. De onderhoudskosten zijn door DWW berekend. Stappen 8 en 9 laten we voor de cases achterwege vanwege geringe meerwaarde bij cases die als demonstratie zijn bedoeld.

De benoeming van wat effecten zijn in afwegingen van uitstel van onderhoud, is nogal verwarrend ten opzichte van een kosten-batenanalyse voor een aanleginvestering. De verandering in onderhoudskosten staat vermeld als kostenpost, dit is in feite de 'impuls' van de berekening, waar de effecten in de vorm van (negatieve) baten tegenover worden gezet. De post 'kosten' bestaat daarbij vooral uit 'vermeden' kosten. De post baten omvat alle effecten die een uitstel of andere kwaliteit van onderhoud kunnen veroorzaken, en bestaat dus vooral uit negatieve baten (hogere ongevalkansen, lagere rijnsnelheid, etc.).

De verdere uitwerking van de cases gaat vooral over het *uitstellen* voor onderhoud. Dezelfde logica geldt echter voor het *vervroegen* van onderhoud, echter dan met omgekeerde effecten. Omwille van de leesbaarheid van het rapport is ervoor gekozen om alleen voor uitstel de effecten te beschrijven en te kwantificeren.

In alle cases wordt uitgegaan van prijspeil 1-1-2002. Het startjaar van de analyse is het jaar 2005. De gekozen tijdshorizon is twee onderhoudscycli, omdat het niet realistisch is te veronderstellen dat er bij onderhoudsafwegingen een nog langere tijdshorizon met een afweging over meerdere onderhoudscycli nodig is. Dit houdt ook in dat de cases voor verharding en DVM een kortere horizon hebben dan die voor vaarwegbodems. De aanname voor alle cases is, dat in het startjaar alle onderhoud net is uitgevoerd en helemaal op orde is. Zoals later zal blijken is dit een cruciale aanname.

De gehanteerde disconteringsvoet is 4%. We zijn uiteraard bekend met de aanvulling op de OEI-leidraad, bedoeld voor aanleg van grote infraprojecten, waarin wordt aanbevolen om bij kengetallenanalyses (voor aanleginvesteringen) een risico-opslag te hanteren van 3%, en daarbij dan een langere (oneindige) tijdshorizon te hanteren. Wij wijken hiervan af om een aantal redenen. De tijdshorizon van een onderhoudsafweging is per definitie korter en ook zijn de risico's van een andere aard: het betreft een bestaand project. Dit houdt in dat de onderhoudskosten met een beperkte tijdshorizon van een tot twee onderhoudscycli verhoudingsgewijs klein zijn ten opzichte van de aanlegkosten waar de macro-economische risico's al van 'geaccepteerd' zijn. Daarnaast wordt de keuze van de start van de onderhoudscyclus steeds meer bepalend voor de uitkomsten van de KBA, naarmate de disconteringsvoet hoger is. Ook betreft het geen 'OEI-plichtige' grote aanleginvestering.

### 3.2 Raamwerk van projecteffecten

Het is mogelijk om vanuit de KBA-theorie een overzicht te geven van de meest voor de hand liggende kosten- en batenposten die mogelijk een rol spelen bij KBA's voor B&O, uitgesplitst naar binnenvaart en weg. Het zijn deze effecten die we in de case study zo goed mogelijk proberen uit te werken. Per type object verschilt uiteraard het soort baten.

**Voor het gemak wordt in het overzicht uitgegaan van een uitstel van onderhoud, evenzo kan er zoals eerder al vermeld natuurlijk sprake zijn van een vervroeging van onderhoud waarbij bijvoorbeeld reistijdverliezen gelezen moeten worden als reistijdwinsten.**

Typen Object Weg	Voorkomende projecteffecten uitstel beheer en onderhoud
Verhardingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (neiging tot langzamer rijden bij kwaliteitsvermindering)</li> <li>- Tijdverlies (noodzakelijke aanpassing rijsnelheden vanwege veiligheid of omrijden)</li> <li>- Tijdverlies (minder regelmatig oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud, door uitstel onderhoud)</li> <li>- Verminderde betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Kosten vervoermiddel (slijtage, schade van steenslag, etc.)</li> <li>- Comfort (p.m., kwalitatief)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen, geluidshinder)</li> <li>- Milieu (overlast tijdens onderhoud)</li> </ul>
Kunstwerken	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (omrijden)</li> <li>- Tijdverlies (oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud)</li> <li>- Betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen, geluidshinder)</li> <li>- Milieu (overlast tijdens onderhoud)</li> </ul>
Verkeersvoorziening-traditioneel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (verminderde doorstroming)</li> <li>- Betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen, geluidshinder)</li> </ul>
Verkeersvoorziening-DVM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (verminderde doorstroming)</li> <li>- Betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen, geluidshinder)</li> </ul>
Landschap & Milieu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Vermindering veiligheid (belemmering zicht)</li> <li>- Natuur (beleving en wildvoorzieningen)</li> </ul>
Beheer & exploitatie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in beheerskosten</li> </ul>

Typen Object Binnenvaart	Voorkomende projecteffecten uitstel beheer en onderhoud
Kunstwerken	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (noodzakelijke aanpassing vaarsnelheden vanwege veiligheid)</li> <li>- Tijdverlies (bij uitval door wachttijd of door omvaren) of kosten alternatief vervoer</li> <li>- Tijdverlies (oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud)</li> <li>- Betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen)</li> <li>- Milieu (overlast tijdens onderhoud)</li> </ul>
Bodems (incl. vaargeul)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (bij uitval of door omvaren) of kosten alternatief vervoer</li> <li>- Tijdverlies (oponthoud vanwege werkzaamheden tijdens onderhoud)</li> <li>- Transportkostenverlies (beladingsgraad en scheepsgrootte a.g.v. diepgang en breedte)</li> <li>- Betrouwbaarheid (toename spreiding rondom verwachte aankomsttijden)</li> <li>- Veiligheidseffecten (letsel)</li> <li>- Milieu (meer uitstoot verkeer bij/a.g.v. vertragingen)</li> <li>- Milieu (overlast tijdens onderhoud)</li> </ul>
Oevers en dijken	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Tijdverlies (vaarsnelheid)</li> </ul>
Facilitair	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in beheerskosten</li> <li>- Tijdverlies (verminderde bediening sluizen en bruggen)</li> </ul>
Water	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermindering in onderhoudskosten (gecorrigeerd voor extra kosten bij uitstel onderhoud)</li> <li>- Natuurbeleving + effecten op waterbeheren- en waterkeren</li> </ul>
Algemeen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nvt</li> </ul>

Het overzicht gaat niet in op eventuele indirecte effecten. Deze zijn al niet (eenvoudig) te kwantificeren voor investeringen in aanleg, het verband wordt voor onderhoudsprojecten nog moeilijker aan te tonen. Ook verwachten wij niet dat aandacht hiervoor bijdraagt aan de inzichten over de toepassing van KBA's voor B&O vanwege de verhoudingsgewijs kleine verwachte omvang<sup>3</sup>.

De veiligheidseffecten kennen een beperkte invulling. Veiligheidseisen die samenhangen met een bepaald niveau van onderhoud zien wij als een harde ontwerpvoorwaarde. Zakt het onderhoudsniveau qua veiligheid onder een bepaalde waarde dan wordt de infrastructuur gesloten of worden bijvoorbeeld snelheden aangepast. Er worden derhalve geen (negatieve) baten van 'zware' ongevallen gekwantificeerd. Wat wel wordt gekwantificeerd zijn de gevolgen van alternatieve maatregelen om ongevallen te voorkomen, zoals snelheidsverlaging: reistijdverliezen, verminderde efficiency, et cetera. Wat wel kan voorkomen is dat enige kwaliteitsvermindering zich voordoet, met beperkte ongevalkosten (bijvoorbeeld ruit- of blikshade door steenslag), zonder dat onmiddellijk wordt ingegrepen.

<sup>3</sup> Hierbij doelen wij op de effecten van het aanhouden van een lager onderhoudsniveau, niet op het volledig buiten gebruik stellen van infrastructuur. In dit laatste geval kunnen de indirecte effecten veel hoger zijn.

---

## 4. Case 1: Verhardingen van wegen

---

### 4.1 Probleemanalyse en systeembeschrijving

#### *Probleemanalyse*

Is voor de specifieke case de huidige methode van onderhoud vanuit maatschappelijk perspectief gezien optimaal, of zijn er betere alternatieven? Wij vergelijken daarbij met name de situaties voor en na uitvoering van het onderhoud (voor verschillende varianten), en de effecten van het uitstellen van onderhoud en de daarbij voorkomende vertragingen. We kijken niet naar optimalisatie van de manier waarop onderhoud wordt uitgevoerd. Met dit laatste bedoelen we tijdstip van onderhoud (bijvoorbeeld dag of nacht) en de verkeersmaatregelen (bijvoorbeeld wegafsluiting, gedeeltelijke afsluiting met verkeer over de andere rijbaan, etc.). Ook is het binnen grenzen mogelijk om met de uitkomsten van een KBA de rendementen van projecten te vergelijken, bijvoorbeeld als er geprioriteerd moet worden.

#### *Systeembeschrijving*

Er zijn een aantal 'knoppen' waar op het vlak van onderhoud verharding van wegen aan 'gedraaid' kan worden<sup>4</sup>. Dit betreft:

- **Type deklaag.** De kosten voor V&W/RWS zouden verminderen bij minder toepassen van ZOAB, omdat deze verharding twee keer zo duur is als DAB. Wat betreft de maatschappelijke kosten en baten zou dit echter leiden tot meer geluidshinder, meer spat- en sproeiwater, en minder verkeersafwikkeling bij regen. Bij ijzel is ZOAB echter moeilijker ijsvrij te houden.
- **Technische normen aan deklaag.** De technische norm voor deklagen met de meeste invloed op de onderhoudskosten is die van rafeling. Dit omdat dit het meest voorkomende maatgevende schadepatroon is aan ZOAB. Rafeling wordt veroorzaakt door wegslijten van mortel en het loslaten van steentjes uit de verharding. Kenmerkend voor rafeling is dat na het ontstaan van de eerste verruwing van het oppervlak de schade vaak snel toeneemt. Als de huidige technische norm wordt versoepeld betekent dit een toename in maatschappelijke kosten door schade aan vervoermiddel, verhoogde ongevalsrisico's en achteruitgang in de geluidsreductie.
- **Werken in verkeersluwe periode.** De kosten voor V&W/RWS van filearm onderhoud bestaan uit een nacht- en avondtoeslag op de loonkosten.

---

<sup>4</sup> Rijkswaterstaat, *Overeenkomst Service niveaus Kerndeptement Verkeer en Waterstaat-Agentschap* Rijkswaterstaat 2006.

---

Omgekeerd leidt werken in de drukkerie perioden overdag tot hogere filekosten voor de maatschappij. Deze 'knop' wordt niet verder uitgewerkt in deze cases om het aantal varianten te beperken en omdat dit geen vergelijking van functionaliteit is maar optimalisatie van de uitvoering zelf. Uiteraard kunnen afwegingen over de timing van het onderhoud wel afgewogen worden met een KBA.

- **Veiligheid van wegwerkzaamheden.** Het weglaten van barriers als fysieke scheiding tussen twee rijbanen met een tegenovergestelde rijrichting betekent lagere kosten van onderhoud. De kosten van barriers zijn aanzienlijk. Echter dit leidt in maatschappelijke zin tot vertraging en verhoogde ongevalsrisico's. Het ontbreken van barriers leidt vaker tot vertraging vanwege meer (frontale) ongevallen en met bovendien een fors hogere kans op dodelijke afloop c.q. ernstig letsel. Tevens is er een verband met ARBO vanwege de veiligheid voor de wegwerkers.

De hier beschreven case zal zich richten op de eerste twee punten die zich richten op de functionaliteit van het gebodene, door een andere kwaliteit van het wegdek, of door het uitstellen van onderhoud (dus afwijken van de technische normering). Over de optimalisatie van de onderhoudsactiviteit zelf door tijdstipkeuze, veiligheidsvoorschriften en dergelijke doen wij in deze case geen uitspraken, de focus ligt op de verschillen 'voor' en 'na' onderhoud, en niet op de verschillen in de 'tijdens onderhoud' situatie.

## 4.2 Toelichting cases

### *Projectomschrijving*

In deze case vergelijken wij twee snelwegdelen. Het ene snelwegdeel betreft de A7, hoofdrijbaan rechts: Wieringerwerf – Den Oever dat een lichte belasting (lees: lage verkeersintensiteit) kent. Het traject voert door relatief onbebouwd gebied van en naar de Afsluitdijk. De hoogste belasting van de route is tijdens het weekend. Het andere snelwegdeel is de A12 Zoetermeer – Waddinxveen, linkerrijbaan en kent een zware belasting. Nota bene met rijbaan wordt een volledige rijrichting bedoeld, bestaande uit meerdere rijstroken. De deklaag van beide wegvakken bestaat uit DAB. Volgens DWW is er geen invloed van de ondergrond op de kosten van overlagingen. Er zijn wel wat voorbeelden waaruit blijkt dat slappe ondergrond extra kosten met zich meebrengt, maar de algemene lijn is: de wegen liggen er al zo lang, dat er geen zettingen meer optreden. Dus de vergelijking betreft puur de verhardingen zelf.

Op beide wegvakken is sprake van achterstallig onderhoud, en is een vergelijking van statistieken waarin dit effect zichtbaar kan zijn, dus in theorie mogelijk<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> In praktijk was deze vergelijking echter niet mogelijk, omdat er voor RW 7 geen statistieken over snelheid verzameld worden en de cijfers voor RW12 sterk vertekend werden door de aanleg van kunstwerken ten behoeve van de HSL.

---

Op deze locaties is de probleemomschrijving dan ook opportuun<sup>6</sup>. Voor deze wegvakken is verder gekozen vanwege de aanwezigheid van meetlocaties (en daarmee de beschikbaarheid van verkeersintensiteitsgegevens) en het grote contrast in mate van belasting. Nadere details over de wegvakken staan in Bijlage 1.

Voor beide wegvakken vergelijken wij de volgende varianten:

- Nulalternatief: Onderhoud volgens huidige onderhoudsintervallen en met huidige keuzes voor het soort verharding (DAB).
- Projectalternatief 1: Uitstellen van het onderhoudsinterval met 25% in de tijd, gelijke kwaliteit van uitvoering.
- Projectalternatief 2: Aangepaste (betere) kwaliteit van uitvoering door deklaag uit te voeren met ZOAB.
- Projectalternatief 3: Aangepaste (betere) kwaliteit van uitvoering door toepassing van een vorm van verkeersmanagement waarmee slijtage aan de weg minder snel optreedt (bijv. afdwingen lagere rijnsnelheden of voorkomen overbelading vrachtwagens).

In theorie zou een alternatief waarbij onderhoud wordt *vervroegd* in plaats van *verlaat*, ook mogelijk zijn. Echter omdat de normering van onderhoud aan verharding dusdanig is gekozen dat er ingegrepen wordt zodra er significant kwaliteitsverlies wordt verwacht, levert dit een vergelijking op waarbij de kosten toenemen (als gevolg van versnelling, aan de absolute hoogte van de onderhoudskosten verandert niets) en er geen baten worden gegenereerd.

Voor **projectalternatief 1** is 25% uitstel gekozen als uiterste van mogelijk uitstel. Meer zou leiden tot een onacceptabel grote ongevalskans, mogelijk moet er al eerder ingegrepen worden. Deze aanpak is derhalve geen optimalisatie van het mogelijke onderhoudsmoment maar een illustratie van de gevolgen van uitstel, ten opzichte van de huidige uitgangspunten. Uitstel van onderhoud (waarbij de kosten per onderhoudsmoment gelijk blijven en geen stijgende tendens vertonen) is alleen mogelijk als klein/vast onderhoud wordt uitgevoerd om ernstige schade te voorkomen. Zie paragraaf 4.3.1. voor de betreffende aanname.

Het **projectalternatief 2** betreft een illustratie van een verandering in kwaliteit van het wegdek. Ook binnen ZOAB zijn er nog verschillende kwaliteitsuitvoeringen mogelijk, bijvoorbeeld enkellaags versus dubbellaags ZOAB met consequenties voor geluidsoverlast. Hier gaan wij in deze als illustratie bedoelde case niet verder op in. De vergelijking tussen enkellaags en dubbellaags ZOAB is echter wel zeer relevant wanneer het gaat om het kiezen van de meest kostenefficiënte methode van het voldoen aan geluidsnormen. Een kosteneffectiviteitanalyse waarin dubbellaags ZOAB bijvoorbeeld vergeleken wordt met enkellaags ZOAB in combinatie met geluidsschermen is dan een zeer geëigende afweging.

---

<sup>6</sup> Voor deze case kwamen geen ZOAB-wegvakken in aanmerking. Doordat ZOAB snel en progressief verslechtert, moet altijd snel worden ingegrepen. Hierdoor is op ZOAB-wegdelen van enige omvang feitelijk nooit sprake van achterstallig onderhoud.



---

In een eventueel vervolg kunnen wij hier nader op ingaan. Daarbij geldt dat voor dubbellaags ZOAB ook andere waarden zullen hebben op het vlak van onder andere levensduur (rafeling) en gladheidbestrijding.

**Projectalternatief 3** omvat een verkeersmaatregel ter vermindering van de slijtage aan het wegdek. De oorspronkelijke invulling van verkeersmaatregel bestond uit verlagen snelheid van 100 naar 80 km/uur, vanuit de veronderstelling dat dit van remmende invloed zou zijn op de hoogte van de onderhoudskosten. Echter uit informatie van DWW blijkt dat er geen relatie tussen gemiddelde rijnsnelheid en mate van slijtage van het asfalt bewezen is. Dat betekent dat een dergelijk alternatief niet zou leiden tot lagere onderhoudskosten maar zou leiden tot een afweging van positieve effecten op ongevalskansen<sup>7</sup> en milieu versus de rijtijdverliezen voor de gebruikers. Als zodanig is dit alternatief dus niet interessant vanuit het perspectief van onderhoudskosten. Wat dan wel? Bekend is dat vrachtverkeer een onevenredig aandeel heeft in het veroorzaken van slijtage/schade aan het wegdek. Maatregelen tegen overbelading en het aanleggen van 'echt' beton waar geen rijsporen in kunnen ontstaan, kunnen wellicht een oplossing bieden. Het maatschappelijk effect hangt dan met name af van hoe snel slijtage door vrachtwagens leidt tot opnieuw overlagen. Dit projectalternatief zal niet nader uitgewerkt worden met een kosten-batensaldo omdat de benodigde gegevens niet op (case) wegvakniveau beschikbaar zijn en de effecten zich ook niet beperken tot een wegvak. Wel zal waar mogelijk kwantitatief inzicht worden gegeven in de totale (landelijke) kosten. In een eventuele vervolgstudie kan op een hoger schaalniveau deze case verder uitgewerkt worden.

De berekeningen zijn gemaakt voor een tijdschhorizon van twee 'uitgestelde' onderhoudscycli (circa 46 jaar). Uitgangspunt voor de analyse is dat alle varianten starten vanuit een situatie waarin het onderhoud zojuist is uitgevoerd en er dus een nieuwe cyclus gestart wordt. Dit om de varianten zo goed mogelijk vergelijkbaar te houden. Zie ook de eerder aangekaarte problematiek dat een andere startkeuze ertoe kan leiden dat de kostencomponent zwaarder meeweegt in het totaal omdat kosten in de beginperiode zwaarder meewegen.

Verder wordt verondersteld dat een deel van de effecten voor de gebruikers zullen wegvloeien naar het buitenland. Aangenomen wordt dat 25% van het vrachtverkeer uit het buitenland afkomstig is, en 1% en 10% van respectievelijk het zakelijk en recreatief personenverkeer (aanne AVV).

#### *Verkeersprognose*

Uit de AVV INWEVA-bestanden zijn voor de wegvakken de verkeersintensiteiten per werkdag en weekenddag verzameld.

---

<sup>7</sup> Een snelheidsverlaging kan leiden tot een lagere ongevalskans, omdat de tijdsruimte voor reactie bij een lagere snelheid toeneemt. Als dit anderzijds betekent dat auto's dichter op elkaar rijden dan kan dit elkaar compenseren. Vooralsnog stellen wij dit effect op nul. Er vindt momenteel verkeerskundig onderzoek plaats om te bezien of de effecten van een lagere maximumsnelheid inderdaad optreden.

INWEVA bevat de intensiteiten tot en met het jaar 2002. Met de bijgeleverde groeipercentages voor 2002 ten opzichte van 2001 is vervolgens de ontwikkeling in de intensiteiten voor de periode 2003 – 2050 voorspeld. We extrapoleren over een korte periode, maar vinden dit voor deze casesituatie acceptabel. Vervolgens zijn de jaarintensiteiten uitgesplitst naar die voor personen- en voor vrachtverkeer (aandeel vrachtverkeer 13% (RW7) en 8% (RW12)). Bij RW12 strekt het te onderhouden wegdeel zich uit over verschillende telvakken. Voor elk van deze telvakken levert INWEVA (andere) jaargemiddelde intensiteiten op. Gemakshalve is uitgegaan van het gemiddelde over de jaarintensiteiten van de afzonderlijke telvakken.

Onderstaande tabel betreft prognoses van dagintensiteiten voor projectalternatief 1 en 3; voor de periodes zonder onderhoud en de fases waarin er geen sprake is van afnemende kwaliteit van het wegdek. Voor projectalternatief 1 wordt verondersteld dat van het onderstaande ingeschatte verkeersvolume 20% (vrachtverkeer:10%) afhaakt in de periodes met verminderde kwaliteit van het wegdek, en een andere route kiest. Voor projectalternatief 2 wordt verondersteld dat het aanbrengen van ZOAB enig additioneel verkeer genereert als gevolg van verbeterde doorstroming (circa +10%). Projectalternatief 3 leidt tot een afname van het aantal overbeladen vrachtwagens, en derhalve tot een lichte, maar verwaarloosbare toename in het totale verkeersbeeld.

Dagintensiteiten per baanvak, voor de geselecteerde delen.

		2002	2005	2010	2020
RW7	werkdag	9304	10487	12802	19078
	weekend	9224	10386	12657	18798
RW12	werkdag	44313	49946	60972	90863
	weekend	28993	32633	39745	58954

Bron cijfers 2002 en 2005: AVV, INWEVA-bestand.

## 4.3 Effecten

### 4.3.1 Kosten: onderhoud en handhaving

De kosten van onderhoud zijn door DWW berekend via de IVON-planning. Voor toelichting op het IVON-planningssysteem verwijzen we graag naar publicaties van DWW. De volgende tabel geeft het overzicht van kosten en onderhoudscycli voor alle alternatieven.

*Nulalternatief: huidig type deklaag en onderhoudscyclus*

Locatie	RW 7 HRR, 56.0 – 64.6 km	RW 12 HRL, 14.6 – 24.9 km
lengte wegvak	8,6 km	10,3 km
mate van belasting	Laag	Hoog
maximum snelheid	120 km/uur	120 km/uur
type deklaag	DAB	DAB
onderhoudsritme rechter rijstrook	10 jaar	10 jaar
onderhoudsritme baanbreed	18 jaar	18 jaar
extra investeringskosten	n.v.t.	n.v.t.
onderhoudskosten rechter rijstrook (incl. vluchtstrook e.d.)	€ 227.464	€ 323.776
	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudskosten baanbreed	€ 956.024	€ 1.938.638
	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudsduur baanbreed	12 dagen ~ 0,03 jaar	14 dagen ~ 0,04 jaar
onderhoudsduur alleen rechterrijstrook	1 dag ~ 0,002 jaar	1 dag ~ 0,003 jaar

*Alternatief 1: uitstel onderhoud, huidig type deklaag*

Locatie	RW 7 HRR, 56.0 – 64.6 km	RW 12 HRL, 14.6 – 24.9 km
lengte wegvak	8,6 km	10,3 km
mate van belasting	laag	Hoog
maximum snelheid	120 km/uur	120 km/uur
type deklaag	DAB	DAB
onderhoudsritme rechter rijstrook	13 jaar	13 jaar
onderhoudsritme baanbreed	23 jaar	23 jaar
extra investeringskosten	n.v.t.	n.v.t.
onderhoudskosten rechter rijstrook (incl. vluchtstrook e.d.)	€ 227.464	€ 323.776
	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudskosten baanbreed	€ 956.024	€ 1.938.638
	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudsduur	12 dagen ~ 0,03 jaar	14 dagen ~ 0,04 jaar

*Alternatief 2: Andere kwaliteit door toepassing ZOAB als deklaag*

Locatie	RW 7 HRR, 56.0 – 64.6 km	RW 12 HRL, 14.6 – 24.9 km
lengte wegvak	8,6 km	10,3 km
mate van belasting	laag	Hoog
maximum snelheid	120 km/uur	120 km/uur
type deklaag	ZOAB	ZOAB
onderhoudsritme rechter rijstrook	8 jaar	8 jaar
onderhoudsritme baanbreed	15 jaar	15 jaar
extra investeringskosten	n.v.t.	n.v.t.
onderhoudskosten rechter rijstrook	€ 526.418	€ 749.310
(incl. vluchtstrook e.d.)	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudskosten baanbreed	€ 1.912.734	€ 3.415.330
onderhoudsduur baanbreed	in jaar van onderhoud	in jaar van onderhoud
onderhoudsduur alleen rechterrijstrook	12 dagen ~ 0,03 jaar	14 dagen ~ 0,04 jaar
	3 dagen ~ 0,008 jaar	4 dagen ~ 0,01 jaar

*Alternatief 3: Verkeersmaatregel tegengaan overbelading vrachtwagens*

Locatie	RW 7 HRR, 56.0 – 64.6 km	RW 12 HRL, 14.6 – 24.9 km
lengte wegvak	8,6 km	10,3 km
mate van belasting	laag	Hoog
maximum snelheid	120 km/uur	120 km/uur
type deklaag	DAB	DAB
onderhoudsritme rechter rijstrook	10 jaar	10 jaar
onderhoudsritme baanbreed	18 jaar	18 jaar
extra investeringskosten	Betreft beheerskosten: handhaving door KLPD, IVW en WIMVID	Betreft beheerskosten: handhaving door KLPD, IVW en WIMVID

De genoemde kosten van DWW betreffen zowel de kale kosten (materiaalkosten inclusief de kosten voor de verwerking van het materiaal) op basis van vierkante meters asfalt, als een toeslagfactor.

Boven op de materiaalkosten gelden een aantal toeslagfactoren (bron: DWW, Notitie IR.N.03.014 IVON, Delft, 2005):

- Bijkomende werken: geleiderail stellen, grondwerk, detectielussen, bestrating, voegen.
- Verkeersvoorzieningen, afhankelijk van de manier van uitvoering van het onderhoud (Wegonderhoud Rijdende Afzetting =WRA) WRA dag, WRA nacht, 4-0 contraflow (twee rijrichtingen met twee rijstroken op één rijbaan), 3-1 contraflow (als voorgaand, echter met één rijstrook op de tegenliggende rijbaan, en één rijstrook op de normale rijbaan), omleiding.

- Belijningen: tijdelijke belijning van de alternatieve route.

De toeslagfactoren zijn als volgt:

WRA dag	WRA nacht	4-0 contraflow	3-1 contraflow	omleiding
1,66	1,97	1,63	2,28	2,00

Alle genoemde bedragen zijn exclusief BTW, zoals gebruikelijk in een OEI-KBA opstelling. Zoals eerder gesteld, maken wij in deze case study geen afweging van de optimale vorm van onderhoud met minimale maatschappelijke kosten, maar gaan wij uit van de huidige en geplande toekomstige vorm van onderhoud, versus projectalternatieven. Dit om inzicht te bieden in de eventuele toegevoegde waarde van kosten-batenafwegingen ten opzichte van de huidige aanpak. Voor RW7 betreft dit werken met een rijdende afzetting overdag, voor RW12 betreft dit werken met een weekend afsluiting, waarbij de toeslagfactor ongeveer gelijk is aan WRA nacht.

Uitstel van onderhoud (is alleen mogelijk als klein/vast onderhoud wordt uitgevoerd om ernstige schade te voorkomen. In het jaar dat er anders wel onderhoud zou worden uitgevoerd, moet dus rekening gehouden worden met een post klein/vast onderhoud, van 5% van het grote onderhoud (inschatting DWW). Dit geldt dus alleen voor het jaar waarin uitgesteld wordt, niet voor de andere tussenliggende jaren

Voor projectalternatief 3 is aanvullende informatie nodig om tot kwantificering van de kosten te kunnen komen. Dit betreft:

- Schade van overbelading aan verhardingen (jaarlijks). De schade aan verharding op het hoofdwegennet door overbelading is geraamd op 12-22 mln € per jaar (bron: DWW).
- Kosten controle op overbelading: betreft een combinatie van WIMVID en de inzet van KLPD en IVW. Aanlegkosten van één WIMVID-systeem: circa € 300.000, jaarlijkse exploitatie € 60.000. Kosten KLPD circa 1,8 mln € per jaar (bron: DWW).

Deze kosten en ook de bijbehorende baten zijn niet specificeerbaar per case wegvak. Immers deze systemen hebben een brede dekking en daarmee baten die verder reiken dan een paar kilometer wegvak. En dergelijke afweging dient derhalve op een ander schaalniveau onderzocht te worden.

#### 4.3.2. Baten: transportkostenverandering

##### Projectalternatief 1: Uitstel onderhoud

###### *Tijdverlies tijdens onderhoud*

Tijdens onderhoud ontstaat reistijdverlies ten opzichte van het nulalternatief doordat de toegestane maximumsnelheid lager is dan normaal. Wij nemen daarbij het volgende aan:

- Tijdens onderhoud is sprake van een reductie van de snelheid met 10 km/uur voor alle passerende voertuigen, zowel het personenverkeer als het vrachtverkeer.

- 
- Van baanbreed onderhoud over 5 kilometer lengte ondervindt de weggebruiker ongeveer 7 dagen hinder (bron: inschatting DWW); per strekkende kilometer komt dit dus neer op 1,4 dagen onderhoud. Bij strookbreed onderhoud is dit minder: DAB betreft 0,5 dagen per 5 km, voor ZOAB 1,7 dagen per 5 km.
  - Voor de rechterrijsstrook wordt dezelfde onderhoudsduur aangehouden als bij baanbreed onderhoud.
  - Er is geen sprake van uitwijkend verkeer c.q. daling van de intensiteit tijdens het onderhoud, dit vanwege de beperkte duur van het onderhoud.

#### *Tijdverlies door kwaliteitsverlies*

Uitstel van onderhoud leidt tot vermindering van de kwaliteit van het wegdek. Dit kwaliteitsverlies vertaalt zich naar de weggebruiker in een afname van de gemiddelde snelheid op het betreffende wegdeel.

Daarbij nemen wij het volgende aan:

- De snelheidsafname voor alle weggebruikers neemt lineair toe met het aantal jaren dat sprake is van achterstallig onderhoud.
- De maximale snelheidsbeperking als gevolg van het kwaliteitsverlies bedraagt 10 km/uur, in de jaren ervoor loopt dit langzaam op (aannee AVV). Deze snelheidsbeperking wordt alleen voor het personenverkeer verondersteld, voor het vrachtverkeer worden geen reistijdverliezen aangenomen.
- Van de maximale snelheidsbeperking is sprake in het jaar voorafgaand aan het jaar waarin het onderhoud alsnog wordt uitgevoerd.
- De snelheidsafname treedt in vanaf het eerste jaar dat sprake is van achterstallig onderhoud. Hiervoor gelden verschillende ritmes voor respectievelijk de rechterrijsstrook en de hele rijbaan.
- Door de snelheidsafname zal 20% van het personenverkeer een alternatieve route gaan kiezen (aannee AVV). We veronderstellen dat deze alternatieven er zijn in het geval van de cases.

#### *Tijdwinst door vermeden onderhoud*

Doordat het onderhoud op andere momenten plaatsvindt, treedt tijdwinst op in die jaren waarin volgens het nulalternatief wél, maar in het 'opgerekte' onderhoudsritme geen onderhoud zou plaatsvinden. De tijdwinst is in die gevallen (in absolute zin) gelijk aan tijdverlies ten gevolge van onderhoud in het nulalternatief, echter de regelmaat is anders.

### **Projectalternatief 2: ZOAB in plaats van DAB**

#### *Tijdverlies tijdens onderhoud:*

Het onderhoudsritme voor ZOAB wijkt af van dat voor DAB.

Onderhoud aan de rechterrijsstrook vindt na acht jaar (versus tien jaar bij DAB) plaats en baanbreed na vijftien jaar (versus achttien jaar bij DAB).

---

Tijdens onderhoud ontstaat reistijdverlies ten opzichte van het nulalternatief doordat de toegestane maximumsnelheid lager is dan normaal (nulalternatief, buiten onderhoud). Voor dit type tijdverlies gelden dezelfde aannamen als bij alternatief 1.

#### *Tijdwinst door verbeterde doorstroming*

Toepassing van ZOAB zorgt voor een verbeterde doorstroming op de weg. De tijdswinst ten opzichte van DAB ontstaat tijdens regendagen omdat ZOAB dan meer motorvoertuigen per uur kan verwerken dan DAB. Daarbij nemen wij het volgende aan:

- een jaar telt circa zesentwintig regendagen (~7% per jaar);
- tijdens regendagen leidt ZOAB tot een reistijdbekorting van 5% voor alle motorvoertuigen (expert judgement DWW/AVV). Dit getal is niet meer dan een inschatting. De relatie met verkeersintensiteit moet verder uitgediept worden. De aanname geldt voor zowel het personenverkeer als het vrachtverkeer. Ook vrachtwagens gaan langzamer rijden bij slecht zicht.
- de reistijdwinst die optreedt, trekt tevens 20% extra personenverkeer en 10% extra vrachtverkeer aan (ten opzichte van het reeds aanwezige aanbod, verschuiving van onderliggend wegennet naar hoofdwegen).

#### *Tijdverlies door vervroegd onderhoud*

Doordat het onderhoud op andere momenten plaatsvindt, treedt tijdverlies op in die jaren waarin volgens het nulalternatief niet, maar aan ZOAB-wegdek wel onderhoud zou plaatsvinden (ZOAB-onderhoud vindt regelmatig plaats).

### **Projectalternatief 3: Verkeersmaatregel tegengaan overbelading vrachtwagens**

Het voorkomen van overbeladen vrachtwagens voorkomt schade aan het wegdek wat een positief effect heeft op de doorstroming. Het aandeel van overbeladen vrachtwagens in het totaal aan vrachtwagens is gemiddeld circa 14,3% (Bron: Evaluatieonderzoek: effectmeting WIM-VID, AVV, 2005). Echter het betekent ook dat meer vrachtwagens nodig zijn om dezelfde lading te vervoeren, of dat er omgereden gaat worden (waarbij ook schade door overbelading kan optreden). Dit effect wordt wegens gebrek aan naar wegvak specificerbare informatie en het overstijgen van effecten aan een specifiek wegvak niet nader gekwantificeerd. Voor uitwerking van dit alternatief moet dus een ander schaalniveau worden gekozen wat vergelijking met de andere twee projectalternatieven onmogelijk maakt en alleen tot verwarring leidt. De toegevoegde waarde van de partiële uitwerking van dit alternatief is erin gelegen dat door dit onderzoek duidelijk is geworden DAT dit een belangrijke 'knop' is in de kosten van onderhoud, in tegenstelling tot eerder voorgestelde varianten.

---

## Projectalternatief 1 en 2: kwantificering en waardering van de reistijdveranderingen

De reistijdveranderingen ten gevolge kwaliteitsvermindering (alternatief 1) en verbeterde doorstroming (alternatief 2) zijn bepaald op basis van jaarintensiteiten en snelheidsverschillen tussen het betreffende alternatief en het nulalternatief. De reistijdverliezen tijdens onderhoud per alternatief zijn gebaseerd op dezelfde jaarintensiteiten en het verschil in snelheid buiten de onderhoudsperiodes versus snelheid tijdens onderhoud, vermenigvuldigd met de duur van het onderhoud.

Voor de geselecteerde wegvakken levert INWEVA de jaargemiddelde intensiteiten voor weekdagen op voor beide rijrichtingen samen. Zie ook paragraaf 4.2.

Gegevens over de trajectsnelheden op RW7 waren niet beschikbaar. In plaats daarvan is de jaargemiddelde trajectsnelheid voor RW7 geschat. Vanwege de lage belasting is er vrijwel de gehele dag voldoende capaciteit zodat voertuigen de maximumsnelheid kunnen halen. Om die reden lijkt 90% van de geldende maximumsnelheid een redelijke schatting voor de jaargemiddelde trajectsnelheid. Ter plaatse geldt een maximumsnelheid van 120 km/uur. De geschatte gemiddelde trajectsnelheid komt daardoor neer op  $0,9 \cdot 120 = 108$  km/uur. Deze waarde is vervolgens gehanteerd voor de gehele periode 2005-2050. Voor RW12 is het gewogen gemiddelde bepaald van de daggemiddelde trajectsnelheid tijdens werkdagen en die tijdens weekenddagen voor 2004 in de betreffende rijrichting. Deze waarde (neerkomend op 96 km/uur) is vervolgens gehanteerd voor de gehele periode 2005-2050.

De reistijdveranderingen van het reeds aanwezige verkeer worden vervolgens monetair gewaardeerd met de reistijdwaardering per motief (incl. onderscheid naar personen- en vrachtverkeer):

### reistijdverandering \* VoT \* bezettingsgraad,

waarbij de volgende waarderingen per uur reistijd en bezettingsgraden zijn gehanteerd (bron AVV, prijspeil 2002):

	Reistijdwaardering (VoT)		Bezettingsgraad
	v/a 2000	v/a 2020	
woon-werkverkeer	€ 7,82	€ 9,16	1,16
zakelijk verkeer	€ 27,10	€ 31,71	1,12
overig verkeer	€ 5,40	€ 6,33	1,54
vrachtverkeer	€ 36,50	€ 43,60	nvt (=1)

Voor het uitwijkend en/of extra aangetrokken verkeer geldt dezelfde waarderingswijze, maar dan gedeeld door 2 (rule of half).

Bij onderhoud aan de rechterrijstrook zouden eigenlijk alleen de reistijdveranderingen moeten worden bepaald voor het verkeer dat zich op die rijstrook bevindt, en de snelheidsverlaging op de linkerrijstrook. INWEVA bevat echter geen informatie over de intensiteit per rijstrook.



---

In plaats daarvan is als benadering aangenomen dat de helft van al het personenverkeer, en het volledige vrachtverkeer over de rechterrijstrook wordt afgewikkeld. De waardering van reistijdveranderingen tijdens onderhoud aan de rechterrijstrook komen in dat geval voor het personenverkeer neer op de helft van die bij baanbreed onderhoud, dus  $0,5 * \text{de waardering volgens de hiervoor genoemde formule}$ . Voor vrachtverkeer geldt dezelfde waardering van de reistijdverandering als bij baanbreed onderhoud. Strookbreed onderhoud wordt echter uitgevoerd in verkeersluwe uren en zal verhoudingsgewijs minder verkeershinder veroorzaken.

Ten slotte worden per alternatief de saldi bepaald door het verschil te nemen tussen de monetair gewaardeerde reistijdveranderingen van het betreffende alternatief en die van het nulalternatief.

#### **4.3.3. Baten: betrouwbaarheid**

De effecten op betrouwbaarheid worden gewaardeerd op basis van de optredende wijzigingen in de spreiding (standaarddeviatie) van de aankomsttijden c.q. de reistijden.

In deze case maken wij onderscheid tussen verschillende effecten van betrouwbaarheid:

1. Verandering in de spreiding van de reistijd buiten onderhoud door verminderde of juist verbeterde kwaliteit (respectievelijk alternatief 1 en alternatief 2);
2. Verandering in de spreiding van de reistijd tijdens onderhoud.

##### *ad 1. Veranderingen buiten onderhoud*

Aangenomen wordt dat de spreiding toeneemt (lees: betrouwbaarheid daalt) of afneemt als sprake is van een afname of juist toename van de kwaliteit. Afhankelijk van het nieuwe kwaliteitsniveau kan men harder of juist minder hard rijden dan in het nulalternatief. Deze nieuwe gemiddelde trajectsnelheid is echter niet opgelegd. In de praktijk zullen dus ook niet alle weggebruikers zich instellen op dit nieuwe gemiddelde maar dezelfde snelheden blijven aanhouden als in het nulalternatief. De spreiding neemt daardoor toe.

Bij benadering kan worden aangetoond dat de invloed van de kwaliteit op de betrouwbaarheid verwaarloosbaar klein is als de gemiddelde snelheidsverandering ten opzichte van het nulalternatief (in absolute zin) kleiner is dan de spreiding in de snelheid bij het nulalternatief. Zie voor de onderbouwing Bijlage 2.

Er is vooralsnog geen poging gedaan om een relatie te leggen tussen de wegdekkwaliteit en de congestiekansen. Deze effecten zijn derhalve niet gekwantificeerd.

##### *ad 2. Veranderingen tijdens onderhoud*

Tijdens onderhoud geldt dat de snelheid beheerst wordt beperkt, bijvoorbeeld door plaatsing van borden die de aangepaste maximumsnelheid aangeven.

---

Omdat deze snelheidsbeperking voor alle weggebruikers zichtbaar is, mag worden aangenomen dat in een dergelijke situatie de gerealiseerde snelheid voor alle voertuigen in gelijke mate afneemt. Als gevolg hiervan blijft de spreiding in de snelheid dus gelijk of deze neemt zelfs af. Overigens verandert ook de gemiddelde snelheid en daarmee het gemiddelde saldo. Minder spreiding in de snelheid wil dus nog niet zeggen dat ook de spreiding in de reistijd afneemt (en daarmee de betrouwbaarheid).

Als benadering veronderstellen wij dat tijdens onderhoud de standaarddeviatie in de snelheid evenredig afneemt met de verhouding tussen de snelheid tijdens en die buiten onderhoud. Deze benadering is in ieder geval consistent voor de twee extreme situaties: 1) wanneer er geen sprake is van een snelheidsvermindering, blijft ook de spreiding gelijk aan die buiten onderhoud; 2) wanneer alle voertuigen tijdens het onderhoud stilstaan (snelheid gelijk aan nul), wordt de spreiding ook automatisch gelijk aan nul. Zie Bijlage 2 voor de bijbehorende formule.

#### *Bepaling en waardering van betrouwbaarheidseffecten*

Bovengenoemde soorten betrouwbaarheidseffecten treden bij alle alternatieven op. Voor de waardering van deze effecten hanteren wij de volgende formules/kentallen:

$$\text{VoR} = \text{RR} * \text{VoT},$$

waarbij:

- VoR de waarde is van 1 minuut standaarddeviatie in de reistijd,
- VoT de waarde van 1 minuut gemiddelde reistijd en
- RR de veronderstelde verhouding tussen gemiddelde reistijd en standaarddeviatie, aangeduid als 'reliability ratio'.

De waarde van de reliability ratio kan per motief verschillen. De waardering van betrouwbaarheid is nog volop in ontwikkeling. Als eerste aanzet heeft een expertpanel de volgende waarden voor de reliability ratio voor de Nederlandse situatie voorgesteld<sup>8</sup>:

- woon-werk/zakelijk/overigen personenverkeer: 0,8
- vrachtverkeer: 1,2

De waardering van betrouwbaarheid is in deze case echter nog lastiger doordat geen gegevens over spreidingen in de reistijden beschikbaar zijn en wij geen gebruik kunnen maken van het LMS-BT-tool of NRM. Omdat wij wel beschikken over spreidingen in de trajectnelheid vertalen wij deze via een 'brute-force' methode naar schattingen voor de spreidingen in de reistijd. Op hoofdlijnen komt deze 'brute force' methode op het volgende neer.

De spreidingen in de trajectnelheid geven een indicatie van de maximum- en minimumsnelheid die het gros van de voertuigen weet te realiseren.

---

<sup>8</sup> Zie AVV/Rand Europe, The Value of Reliability in Transport – Provisional values for the Netherlands based on expert opinion, 2005.

---

De gemiddelde reistijd die nodig is, komt dan overeen met de lengte van het wegvak gedeeld door de gemiddelde snelheid. Verder verkrijgen wij een schatting voor de minimale en maximale reistijd als de gemiddelde snelheid plus of min de standaarddeviatie wordt gehanteerd. Op basis van deze drie geconstrueerde 'waarnemingen' voor de reistijd kan ten slotte ook de spreiding in de reistijd worden geschat. Zie Bijlage 2 voor de details van deze methode.

Alleen voor RW12 zijn gegevens over de trajectsnelheden in 2004 beschikbaar. De benodigde standaarddeviatie wordt hierin niet expliciet vermeld maar deze kan wel uit het daggemiddelde en de 85-percentiel worden geconstrueerd. De standaarddeviatie in de trajectsnelheid op RW7 wordt vervolgens afgeleid uit die voor RW12. Daarbij veronderstellen wij dat de spreiding omgekeerd evenredig afhangt van de intensiteit. Met andere woorden: hoe hoger de intensiteit, hoe geringer de spreiding ten opzichte van de gemiddelde reistijd. De verhouding in intensiteit tussen RW12 en RW7 bedraagt circa 2,5. Daarmee ligt de spreiding in de snelheid op RW7 naar schatting ook een factor 2,5 hoger dan bij RW12.

De significante veranderingen in de spreiding van de reistijd worden vervolgens per alternatief monetair gewaardeerd door toepassing van voorgaande formule. Ten slotte worden per alternatief de saldi bepaald door het verschil te nemen tussen de monetair gewaardeerde veranderingen in het betreffende alternatief en die in het nulalternatief.

#### **4.3.4. Baten: verandering kosten vervoermiddel**

Kosten aan het vervoermiddel kunnen ontstaan door:

- Schade (bijv. door steenslag);
- Extra slijtage voertuigen, door ruwer rijoppervlak tijdens uitvoering van onderhoud of door achterstallig onderhoud.

De schadekosten aan de auto komen reeds tot uitdrukking onder de veiligheidsbaten en berekening hier zou tot dubbeltellingen leiden.

Extra slijtage van voertuigen tijdens onderhoud ligt in Nederland minder voor de hand vanwege de gekozen oplossingen van verkeersvoorzieningen om het verkeer te geleiden. Een gekwantificeerde relatie tussen lichte vormen van slijtage van het wegdek en slijtage aan voertuigen is niet beschikbaar en derhalve nemen wij deze post niet op in het overzicht van kosten en baten, ook niet als pro-memoriepost.

#### **4.3.5. Baten: veiligheid**

De effecten op verkeersveiligheid van uitstel van onderhoud zijn betrekkelijk. Een wegbeheerder zal altijd ingrijpen middels noodreparatie, snelheidsbeperking en in het uiterste geval afsluiting van een wegdeel, als de situatie té verkeersonveilig wordt. We gaan er daarom vanuit dat uitstel van onderhoud alleen zijn weerslag vindt in een toename van ongevallen waar uitsluitend sprake is van materiele schade.

---

### **Alternatief 1**

Helaas zijn er geen studies beschikbaar waarin de relatie tussen achterstallig onderhoud en ongevalskansen met een statistisch verband wordt bewezen. Om de verandering in ongevalskansen te kwantificeren hebben wij daarom ongevalsstatistieken van de wegvakken vergeleken, specifiek voor de situatie met materiele schades. We vergeleken de gemiddelde ongevalskansen in de periode voordat onderhoud werd uitgevoerd (A7: 1994-1997, RW12: 1994-1998), met de periode vlak nadat er onderhoud werd uitgevoerd (A7: 1998-2001, RW 12:1999-2002). Uiteraard hebben we daarbij gecorrigeerd voor verkeersintensiteiten. We veronderstellen daarbij dat een verandering in ongevalskansen alleen te maken heeft met achterstallig onderhoud, waarop af te dingen valt omdat er wellicht ook andere oorzaken kunnen zijn (bijv. weersomstandigheden). Voor RW7 houdt dit een duidelijke verandering in de ongevalskansen met alleen schade in van +4% ten opzichte van de kans direct na onderhoud. Voor RW12 is dit +27%.

### **Alternatief 2**

Het aanleggen van ZOAB leidt tot beter zicht tijdens regen. Omgekeerd is ZOAB gevoeliger voor ijzel. De verwachte positieve effecten van ZOAB op verkeersveiligheid zijn niet aangetoond. Vermoedelijk omdat het toegenomen zicht wordt benut om harder en dichter op de voorganger te rijden. De veiligheidseffecten van ZOAB stellen wij derhalve op nul; de effecten van de hogere gemiddelde snelheid komen terug in de reistijdwinsten.

#### **4.3.6. Baten: verandering in comfort**

Het uitstellen van onderhoud betekent dat bij een bepaalde mate van slijtage of schade de weggebruiker een afname van rijcomfort ervaart. Dit kan het gevolg zijn van:

- Spoorvorming: rijsporen die met nat weer geulen vormen die vooral op de rechterrijstroken ontstaan door zware belasting van met name vrachtverkeer, in combinatie met hoge temperaturen.
- Rafeling is het loslaten van steentjes uit de verharding en betekent meer geluid en onrustiger sturen.
- Langsonvlakheid is een soort golfvorming in lengterichting en is weinig comfortabel voor de weggebruiker.

Daarnaast kan er ook tijdens het uitvoeren van onderhoud sprake zijn van een vermindering in comfort, dus ook de regelmaat van onderhoud heeft een invloed op de post 'comfort'. Bijvoorbeeld omdat de alternatieve route te smal is of van inferieure kwaliteit.

---

#### Componenten berekening

Vermindering rijcomfort door slijtage

- Verhoudingsgetal tussen slijtage en rijcomfort
- Opslagpercentage vermindering rijcomfort op reistijdwaardering
- Gemiddelde reistijd
- Verkeersprognose

Vermindering rijcomfort bij wegonderhoud

- Verhoudingsgetal tussen wegonderhoud en rijcomfort
- Opslagpercentage vermindering rijcomfort op reistijdwaardering
- Onderhoudsinterval
- Verkeersprognose

Het waarden van de effecten van comfortvermindering staat nog in de kinderschoenen. De enige studies die op dit terrein bekend zijn<sup>9</sup> hebben betrekking op het openbaar vervoer waarbij bijvoorbeeld voor het staan in de bus een 40% hogere reistijdwaardering wordt gehanteerd. Vanwege het ontbreken van geschikte kengetallen voor de situatie die de case study beschrijft, wordt deze post alleen in kwalitatieve zin, pro memoria vermeld. De benadering via een opslag op de reistijdwaardering is op zich wel toepasbaar, maar dan moet er wel enige duidelijkheid bestaan over de hoogte van die opslag.

#### 4.3.7. Baten: Milieu

Milieueffecten als gevolg van uitstel of gebruik van een andere kwaliteit in onderhoud hebben betrekking op:

- Geluid: meer rumoer door slijtage wegdek, minder geluid bij benutting van ZOAB.
- Uitstoot van emissie: een lagere gemiddelde snelheid leidt binnen bepaalde bandbreedtes tot een efficiënter gebruik van brandstof. Anderzijds leidt rijden in files bij bijvoorbeeld wegopbrekingen tot inefficiënt brandstofgebruik.

#### Componenten berekening

Milieu (uitstoot):

- Verandering in verschillende rijsnelheden
- Verandering in gemiddelde uitstoot bij deze verschillende rijsnelheden
- Kengetallen waardering uitstoot
- Verkeersprognose
- Bij uitstoot plafonds: ruimte in ontwikkelingsplannen

Milieu (geluid):

- Verandering in geluidsniveau
- Verandering aantal geluidsgehinderden
- Waardering geluidsgehinderden, per Db categorie
- Verkeersprognose
- Bij geluidsplafonds: ruimte in ontwikkelingsplannen

---

<sup>9</sup> Rand Europe, De waardering van kwaliteit en betrouwbaarheid in het personen- en goederenvervoer, 2004.

Kengetallen voor de waardering van geluidsbelasting en uitstoot zijn beschikbaar. De verhoudingsgetallen tussen rijsnelheid en uitstoot zijn echter nog indicatief en niet ingesteld op *kleine* veranderingen in gemiddelde snelheid. Ook de verhouding tussen onderhoud aan wegdek en aantal geluidsgehinderden is moeilijk kwantificeerbaar. Het EMPARA-model van RIVM biedt mogelijkheden om het aantal geluidsgehinderden door verkeersoverlast te kwantificeren, de invloed van onderhoud zit hier echter nog niet in verwerkt. Derhalve zal, om geen verbanden te veronderstellen waar deze niet op het gewenste detailniveau bekend zijn, deze post niet gekwantificeerd worden.

Een eveneens niet kwantificeerbaar onderdeel van de milieueffecten is de eventuele verruiming die ontstaat onder de geluids- en uitstootplafonds om andere ontwikkelingen in een regio doorgang te kunnen laten vinden. ZOAB heeft een positief effect op het terugdringen van geluidsoverlast. DWW heeft geanalyseerd dat op 57% van het hoofdwegennet geluidwerende maatregelen getroffen moeten worden vanwege harde wettelijke verplichtingen (o.a. vogel- en habitatrichtlijn). ZOAB kan in vergelijking met andere maatregelen zoals geluidsschermen, kostenefficiënt uitpakken. Als er wensen zijn om verder te komen in het monetair waarderen van deze normen, moet echter duidelijk zijn welke projecten dan extra uitgevoerd zouden kunnen worden binnen het milieuplafond, waarmee ze onderdeel kunnen worden van de (verruimde) projectdefinitie of welke (financiële) sancties de overschrijding van normen met zich meebrengt.

## 4.4 Kosten-Batenopstelling

### 4.4.1. Uitkomsten base case

Onderstaande tabellen geven een overzicht van de uitkomsten van de projectalternatieven voor respectievelijk RW7 en RW12, doorgerekend met de veronderstellingen zoals beschreven in paragraaf 4.2 en 4.3, in duizenden euro's.

Het uitgangspunt van deze tabellen is een verschillenanalyse, dus de uitkomsten geven de verschillen weer tussen de respectievelijke projectvarianten en het nulalternatief, en zijn geen absolute uitkomst. Het betreft een analyse op nationaal niveau, wat betekent dat de effecten voor buitenlandse partijen (gebruikers) geen onderdeel zijn van het onderstaande overzicht.

Netto Contante Waarde in 2005 RW 7 saldo in 1,000 euro's alternatief 1 Uitstellen onderhoud met 25% van de tijd

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	-3.277
Vermindering jaarlijkse kosten onderhoud	191	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- vertrekkend verkeer	-389
		Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	21
		Betrouwbaarheid	7
		Schade- en ongevalskosten	-10
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-3.458</b>		

**Netto Contante Waarde in 2005 RW 7 saldo in 1,000 euro's alternatief 2 Zoab in plaats van Dab kwaliteit**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdwinsten door betere doorstroming- hogere snelheid	564
Stijging jaarlijkse kosten onderhoud	-1.762	Reistijdwinsten door betere doorstroming- capaciteitsverbetering	55
		Reistijdverliezen door extra onderhoud	-20
		Betrouwbaarheid	-3
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (+)
		Milieu-vermeden geluidsoverlast	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-1.166</b>		

**Netto Contante Waarde in 2005 RW 12 saldo in 1,000 euro's alternatief 1 Uitstellen onderhoud met 25% van de tijd**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	-24.214
Vermindering jaarlijkse kosten onderhoud	346	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- vertrekkend verkeer	-3.010
		Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	181
		Betrouwbaarheid	57
		Schade- en ongevalskosten	-256
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-26.895</b>		

**Netto Contante Waarde in 2005 RW 12 saldo in 1,000 euro's alternatief 2 Zoab in plaats van Dab kwaliteit**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdwinsten door betere doorstroming- hogere snelheid	4.102
Stijging jaarlijkse kosten onderhoud	-2.782	Reistijdwinsten door betere doorstroming- capaciteitsverbetering	407
		Reistijdverliezen door extra onderhoud	-169
		Betrouwbaarheid	-33
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (+)
		Milieu-vermeden geluidsoverlast	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>1.526</b>		

De uitkomsten zijn voor zowel projectalternatief 1 als 2, negatief voor RW7. Dit houdt in dat op basis van de gekwantificeerde (negatieve) baten het uitstellen van onderhoud met 25% van het onderhoudsinterval, of het omschakelen naar ZOAB, vanuit KBA-perspectief niet zinvol is.

Voor RW12 ziet het eindresultaat er anders en extremer uit. Hier komt uitstellen van onderhoud nog sterker negatief uit. Echter het gebruikmaken van ZOAB in plaats van DAB valt wel positief uit, door de grotere verkeersaantallen die hier profijt van trekken tijdens regenachtig weer. Het feit dat de Netto Contante Waarde (NCW) hier minder positief uitvalt dan in de berekeningen in het TNO-Inro rapport 'Evaluatie onderhoudskosten ten behoeve van de Nota Mobiliteit' heeft vermoedelijk te maken met het feit dat in onze berekeningen rekening is gehouden met het kortere onderhoudsinterval van ZOAB in vergelijking met DAB, en niet alleen met de hogere onderhoudskosten an sich.

Een vergelijking tussen de twee wegvakken wordt overigens enigszins bemoeilijkt omdat de wegvakken van een verschillende lengte zijn. Als de Netto Contante Waardes worden omgerekend naar een Netto Contante Waarde per kilometer, resulteren de volgende uitkomsten (per kilometer, in 1.000 euro's):

	Alt. 1	Alt. 2
RW7	-402	-136
RW12	-2.611	148

#### 4.4.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op de volgende elementen:

- Disconteringsvoet respectievelijk 0% of 7% in plaats van 4%;
- Vervangen van het uitgangspunt van zojuist uitgevoerd onderhoud door het uitgangspunt van net toe zijn aan nieuw onderhoud;
- De toedeling van baten aan buitenlandse partijen laten vervallen;
- Break-evenmoment ingeval van waardering pro-memorieposten;
- Optimalisatie van onderhoud in plaats van maximaal uitstellen;
- Vermindering effecten reistijdverliezen;
- Lagere groeiprognose wegverkeer.

##### *Disconteringsvoet*

Als de disconteringsvoet op 0% wordt gesteld, vervalt het effect van de 'timing' van het onderhoud. De uitkomsten blijken zich te 'verscherpen'. Wat negatief is, wordt sterker negatief (circa -300% NCW). Wat positief is, wordt sterker positief (+ 900% NCW). Dit is een weerspiegeling van de aanpak waarin het een flink aantal jaren duurt voor er weer onderhoud nodig is en er (negatieve) baten ontstaan uit uitgesteld of ander onderhoud.

Een disconteringsvoet van 7%, dus inclusief 3% risico-opslag zoals voorgeschreven voor de grote OEI-projecten leidt tot lagere netto contante waardes bij positieve saldi, en tot (relatief) hogere netto contante waardes bij negatieve saldi. Zie onderstaande tabel voor de uitkomsten (NCW in euro's, X 1.000).

	RW7	RW12
Projectalternatief 1	-1.410	-11.360
Projectalternatief 2	- 657	+779

Het toepassen van deze disconteringsvoet verandert niets aan de inzichten. Gezien de meer beperkte looptijd van de onderhoudsafwegingen en de beperktere omvang van de projecten lijkt het standaard toepassen van deze disconteringsvoet in het geval van deze cases echter wat te veel van het goede.

Het uitgangspunt van starten op een ander moment in de onderhoudscyclus heeft weinig gevolgen voor de uitkomsten als het uitgangspunt blijft dat je twee onderhoudscycli bekijkt, en tegelijkertijd de disconteringsvoet op 0% stelt. Met disconteringsvoet uiteraard wel, zie de voorgaande analyse.



---

### *Wegvloeï buitenland*

Gevoeligheid voor positieve en negatieve baten neemt toe als er geen wegvloeï van effecten naar het buitenland wordt verondersteld. Als het percentage wegvloeï naar het buitenland op 0% wordt gesteld, blijkt dit voor de uitkomsten echter maar weinig te betekenen. Deze worden, afhankelijk van de post reistijdverliezen of reistijdwinsten, iets positiever of iets negatiever.

### *Break-evenpunt bij waardering pro-memorieposten*

Tot slot van deze gevoeligheidsanalyse hebben wij uitgezocht bij welke omvang van de pro-memorieposten de uitkomsten kunnen omslaan van negatief naar positief. Voor projectalternatief 1 is dit geen redelijke analyse omdat de richting van de pro-memorie negatief is, en de uitkomst dus alleen negatiever kan worden. Projectalternatief 2 valt voor RW12 al positief uit, dus wat resteert is een break-evenberekening voor RW7, projectalternatief 2. Als de baten uit pro-memorieposten (geluidsoverlast, comfort) voor omwonenden jaarlijks circa 0,9 eurocent per passerende weggebruiker zou betreffen, is dit omslagpunt bereikt.

### *Vervangen uitgangspunt 'maximaal uitstellen' door 'optimaal uitstellen'*

Het uitgangspunt van projectalternatief 1 bestond uit het zo maximaal mogelijk uitstellen van onderhoud. Terecht wordt gesteld dat er wellicht ook mogelijkheden zijn om te optimaliseren, door het uitstellen van onderhoud af te wegen tegen met name de reistijdverliezen. Om de berekening te vereenvoudigen gaan we in onderstaande berekening alleen uit van deze posten. Voor de reistijdverliezen gaan we uit van het 'ingroeien' van de reistijdverliezen zoals berekend voor projectalternatief 1.

De berekening voeren we uit voor RW7 omdat daar wegens geringere vervoervolumes en daarmee reistijdverliezen het omslagpunt eerder behaald kan worden.

Uitstellen baanbreed onderhoud met	NCW uitgestelde onderhoudskosten (x 1.000)	NCW reistijdverliezen (x 1.000)	Saldo beide posten (x 1.000)
1 jaar (RR ook 1 jaar)	-1	-247	-248
2 jaar (RR ook 2 jaar)	+40	-796	-756
3 jaar (RR ook 3 jaar)	+79	-1.764	-1.685
4 jaar (RR 3 jaar)	+100	-2.475	-2.375

De negatieve uitkomst voor alleen al de onderhoudskosten, bij uitstellen met één jaar is het gevolg van de 5% 'oplapkosten' in het jaar van uitstel. Conclusie: de bespaarde onderhoudskosten worden in alle gevallen onder de beschreven veronderstellingen tenietgedaan door de reistijdverliezen. Dit zal voor RW 12 zeker niet anders zijn.

### *Vermindering effecten reistijdverliezen*

De doorslaggevende factor wat betreft effecten van de projectalternatieven zijn de reistijdverliezen. Wat gebeurt er als we deze overschat hebben?

---

Als we de invloed op de rij snelheden van uitgesteld onderhoud of ZOAB bij regen met 50% verkorten, ontstaan de volgende uitkomsten:

	RW 7	RW 12
Projectalternatief 1	-1.987	-15.882
Projectalternatief 2	-1.475	-729

Kortom, ook met de helft aan reistijdverliezen blijft het uitstellen van onderhoud met 25% van het onderhoudsinterval negatief scoren. Voor het verharden met ZOAB in plaats van DAB geldt dat de uitkomsten voor RW12 dan omslaan naar marginaal negatief.

#### *Lagere groeiprognose wegverkeer*

In de analyse wordt uitgegaan van circa 4% jaarlijkse groei na 2002. Als dit groeipercentage op 0% wordt gesteld dan worden de uitkomsten voor de projectalternatieven 1 minder negatief omdat het totale saldo van reistijdverliezen door de kwaliteitsvermindering kleiner is. In projectalternatief 2 worden de uitkomsten negatiever, waarbij voor RW12 het positieve saldo omslaat in een negatief. Door de lagere verkeersvolumes weegt het aanleggen van ZOAB niet meer op tegen de extra onderhoudskosten, op basis van de gekwantificeerde posten.

	RW 7	RW 12
Projectalternatief 1	-908	-7.946
Projectalternatief 2	-1.519	-951

## 4.5 Analyse

De cases laten zien hoe een andere kwaliteit van onderhoud, hetzij door uitstel van onderhoud, hetzij door het aanbrengen van een ander soort verharding, doorwerkt in maatschappelijke effecten op het punt van met name veranderingen in reistijden en betrouwbaarheid. Uitstel van onderhoud blijkt negatief uit te pakken door de reistijdverliezen die daar het gevolg van zijn. Omgekeerd kan niet gesteld worden dat een vervroeging van onderhoud leidt tot positieve effecten, omdat verbetering in een kwaliteit die al optimaal is niet tot reistijdwinsten leidt. De analyse van projectalternatief 2 laat zien dat het vervangen van DAB door ZOAB alleen zin heeft op wegen met een hoge verkeersintensiteit. Projectalternatief 3 speelt zich af op een ander schaalniveau omdat maatregelen die overbelading tegengaan een effect hebben wat het niveau van een wegvak overstijgt. Het is een alternatief wat zeker nadere aandacht verdient gezien de verwachte grote invloed van overbeladen vrachtwagens op onderhoudskosten van verharding.

Er bleken veel aannames nodig te zijn om deze case te realiseren. Dit valt nader toe te spitsen in aannames rondom statistieken, en de aannames rondom de 'gedrags'reacties, dat wil zeggen de wisselwerking tussen verandering in onderhoud enerzijds en kosten of baten anderzijds. De belangrijkste vatten we hieronder samen:

Ontbrekende 'statistieken', specifiek per wegvak:

- Traject snelheden (m.n. RW7)

- 
- Toedeling van intensiteiten naar wegstrook (linker- of rechterrijbaan)
  - Meting van betrouwbaarheid (spreiding rondom gemiddelde reistijden)

Ontbrekende 'gedragsreacties'; algemene inzichten in de 'samenhang der dingen'.

- Gevolgen van uitstel van onderhoud in termen van ongevalsrisico's en congestierisico's/reistijdverliezen en vermindering van betrouwbaarheid
- Gevolgen overbelasting voor onderhoudskosten
- Invloed ZOAB op doorstroming en betrouwbaarheid

Lacunae in KBA-methodiek (niet specifiek voor onderhoudsafwegingen)

- Kwantificering van milieueffecten (m.n. geluid)
- Kwantificering van baten uit verbeterd comfort
- Afsplitsing effecten voor buitenlandse partijen

Er valt dus op het punt van beschikbare gegevens het nodige af te dingen op de analyse. Anderzijds laat de gevoeligheidsanalyse zien dat de uitkomsten redelijk robuust zijn.

Belangrijk is, dat deze informatiebehoefte verder ondersteund wordt met gegevens indien er een algemeen raamwerk voor de afweging van onderhoudsbeslissingen ontwikkeld moet worden.

Bij de aanbevelingen gaan we nader in op de mogelijkheden om op basis van de cases hier verder mee te komen.

De wellicht opvallende negatieve uitkomst voor betrouwbaarheid bij het ZOAB projectalternatief 2 is een gevolg van het meer regelmatige onderhoud. ZOAB zal naar verwachting wel een positief effect hebben op de reguliere doorstroming, echter er zijn geen verschillen in gemiddelde congestierisico's bekend.

De oorspronkelijke bedoelde invulling van projectalternatief 3, een snelheidsverlaging als maatregel om onderhoud te verminderen, blijkt niet te werken. De paradox van de lagere snelheid omvat het verschil tussen maatregel en gevolg. Als binnen het reguliere onderhoudspatroon een lagere snelheid als maatregel wordt ingesteld, heeft dit weinig tot geen invloed. Omgekeerd als onderhoud wordt uitgesteld voorbij een zeker punt, zal er wel sprake zijn van een lagere snelheid vanwege de te lage kwaliteit waardoor het verkeer automatisch vaart vermindert.

---

## 5. Case 2: Bodems vaarwegen

---

### 5.1 Probleemanalyse en systeembeschrijving

#### *Probleemanalyse*

Kanalen zijn in het verleden veelal specifiek gegraven voor de scheepvaartfunctie. Daarnaast worden ze ook gebruikt voor de aan- en afvoer van water in het kader van waterbeheer (rivierafvoer, buffer) en watervoorziening (landbouw, drinkwater) en heeft een kanaal veelal een recreatiefunctie. Door de aan- en afvoerfunctie worden veel zand- en slibdeeltjes aangevoerd die in het kanaal sedimenteren. Door deze sedimentaties ontstaan er (lokale) verondiepingen die knelpunten voor de scheepvaart op kunnen leveren. De frequentie en kwaliteit van onderhoud (baggeren) bepalen in hoeverre de sedimentaties daadwerkelijk tot negatieve effecten zullen leiden.

De scope van deze case is de volgende:

- Het gaat om een situatie van uitstel/vervroeging van onderhoud, zowel bij een gelijkblijvend als veranderend kwaliteitsniveau;
- Het gaat in deze case studie om het onderhoud van waterbodems in een kanaal. Er is bewust niet gekozen voor een rivier omdat de specifieke morfologie van een rivier en de natuurlijke variaties in waterafvoer een grote invloed hebben, en de analyse daarmee ondoorzichtig zou maken;
- Uitgangspunt is een minimaal gelijkblijvend veiligheidsniveau.

#### *Systeembeschrijving*

Het kanaal wordt beschouwd met daarin de volgende objecten:

- Vaarwegvakken
- Ligplaatsen, overnachtingsplaatsen (diepgang)
- Sluizen inclusief voorhavens (diepgang)
- Kruisingen met relevante rivieren

Door de aan- en afvoerfunctie worden veel zand- en slibdeeltjes aangevoerd die in het kanaal sedimenteren. In tegenstelling tot een rivier is op een recht stuk kanaal de locatie waar de sedimentatie neerslaat goed te voorspellen. Door de opwoeling die de scheepvaart veroorzaakt slaat de sedimentatie met name langs de oevers neer, dus meestal eerst buiten de vaargeul. Ook in de voorhavens van sluizen ontstaat vaak een lokale opeenhoping van sedimentatie. Een andere mogelijkheid betreft de kruisingen met andere vaarwegen, bijvoorbeeld rivieren (bijvoorbeeld Nederrijn - A'dam-Rijnkanaal). In bovenstaande gevallen is er veelal sprake van lokale opeenhopingen, die relatief eenvoudig zijn te lokaliseren en te verwijderen. Daarnaast zijn er op het Amsterdam-Rijnkanaal veelvuldig problemen met autowrakken die in het kanaal worden gedumpt. Indien deze een directe beperking vormen, worden deze direct verwijderd.

---

### **Effecten van sedimentatie**

Door de sedimentaties (en wrakken) wordt zowel de vaarwegdiepte als de vaarwegbreedte beperkt. Hieronder volgt een overzicht van de belangrijkste knelpunten.

#### *Overnachtingsplaatsen*

De eerste knelpunten vormen zich bij de ligplaatsen langs de oevers en in de voorhavens bij de sluizen. De effecten van verondiepingen bij ligplaatsen zijn lastig te definiëren. Om te kunnen voldoen aan de vaarrusttijdenwetgeving, dienen simpelweg voldoende (diepe) overnachtingsplaatsen beschikbaar te zijn. Het is, gezien de hoge verliezen, niet realistisch om te veronderstellen dat schepen minder diep afladen of minder lang varen om zo meer kans op een rustplaats te hebben (minder diep afladen heeft bovendien effect op het gehele traject). Gezien de randvoorwaarde van gelijkblijvend veiligheidsniveau zal verondersteld worden dat diepafgeladen schepen op trajecten met onvoldoende toegankelijke overnachtingsplaatsen, genoodzaakt zijn om hun personele bezetting uit te breiden om zo een operatievorm met minder verplichte rust te kunnen uitvoeren. Ondanks dat bovenstaande in de praktijk niet altijd de daadwerkelijke gedragsreactie zal zijn, is dit wel het meest realistische uitgangspunt gezien de wettelijke verplichtingen van de rust- en vaartijdenwetgeving en de hoge kosten van minder diep afladen.

#### *Voorhavens*

Verondiepingen in de voorhavens leveren in eerste instantie manoeuvreerbepkeringen, maar kunnen op termijn ook leiden tot toegankelijkheidsbepkeringen in relatie tot diepgang.

#### *Vaarwegbreedte en vaarwegdiepte beperking*

Op rechte vaarwegvakken zal, vanwege het neerslaan van de sedimentatie aan de oevers, in eerste instantie de vaarwegbreedte afnemen en in tweede instantie de vaarwegdiepte. Een kleine beperking van de vaarwegbreedte levert in de praktijk weinig problemen. Op een bepaald moment zullen er echter verkeersmaatregelen genomen moeten worden om het veiligheidsniveau te kunnen waarborgen. Te denken valt hierbij aan een snelheidsbeperking, een inhaalverbod of zelfs gedeeltelijk eenrichtingsverkeer. De reistijdeffecten hiervan kunnen gekwantificeerd worden en, met behulp van kengetallen voor uurkosten, gemonetariseerd worden.

Naast een breedtebeperking zullen zich ook diepgangsbepkeringen voordoen op een recht stuk vaarweg. De verminderde aflaaddiepte voor de grootste schepen kan gekwantificeerd en gemonetariseerd worden. Van belang is om het aantal kubieke meter sedimentatie per jaar te vertalen in een aantal centimeter minder vaarwegdiepte. Vereenvoudigingen zijn hierbij onvermijdelijk. Desalniettemin is dit op een kanaal een stuk betrouwbaarder te doen dan op een rivier, alwaar op wisselende locaties drempels van wisselende omvang en vorm ontstaan.

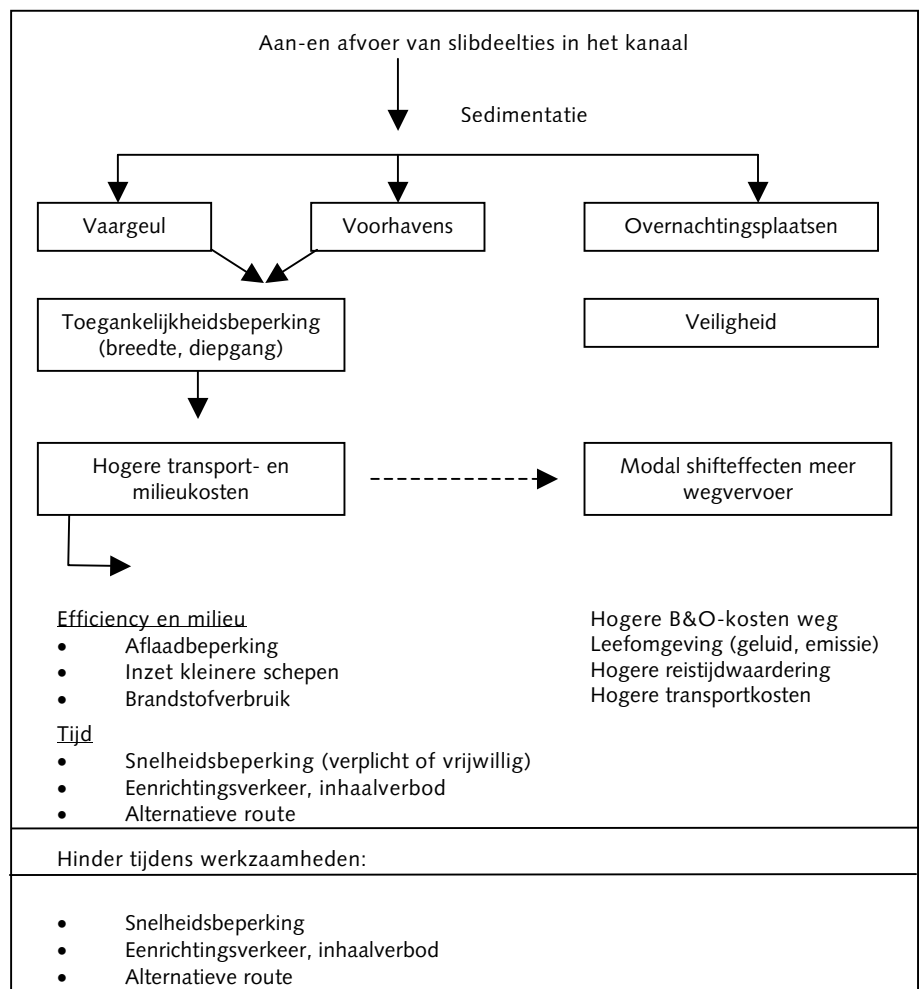
Het is bij een verdieping ook mogelijk dat de schipper besluit om met minder kielspel, en dus met een hogere kielweerstand door te varen. Indien de snelheid gelijk wordt gehouden resulteert dit in een hoger brandstofverbruik. Indien het brandstofverbruik constant wordt gehouden resulteert dit in een lagere snelheid.

Een verminderde vaarwegdiepte en vaarwegbreedte kan er in bepaalde situaties toe leiden dat het kanaal voor een bepaald type schip fysiek niet meer toegankelijk is of economisch niet meer rendabel. Hierop kunnen verschillende reacties volgen. Ten eerste kan een kleiner scheepstype worden ingezet, waarmee wel een maximale beladingsgraad kan worden verkregen. Een tweede optie is om – indien mogelijk – een alternatieve route te varen. In het laatste geval is het mogelijk dat de goederen met een andere modaliteit (meestal weg) worden vervoerd. Hierbij kunnen additionele maatschappelijke effecten optreden.

#### *Hinder tijdens werkzaamheden*

Een aangepast onderhoudsprogramma heeft invloed op de mate van hinder tijdens baggerwerkzaamheden. Eens in de twintig jaar baggeren geeft een andere vorm van hinder dan een keer in de tien jaar.

Voornoemde effecten zijn in het volgende schema samengevat:



---

## Opmerkingen

- De effecten aflaadbeperving, vrijwillige snelheidsbeperving en brandstofverbruik hangen nauw met elkaar samen. Indien bij een verondieping de kielspeling wordt verminderd, zal er ofwel extra brandstofverbruik (bij gelijkblijvende snelheid) of een vrijwillige snelheidsbeperving optreden vanwege de verhoogde kielweerstand. Indien een gelijke kielspeling wordt aangehouden zal er geen sprake zijn van extra kielweerstand en dus niet van extra brandstofverbruik of een snelheidsbeperving. Voor eenduidigheid en ter voorkoming van dubbeltellingen zal in de cases verondersteld worden dat afname van vaarwegdiepte één op één zal leiden tot minder aflaaddiepte. Er wordt bij een verondieping gelijksoortig aflaadgegedrag met een gelijke kielspeling verondersteld, waardoor de posten brandstofverbruik en vrijwillige snelheidsbeperving komen te vervallen.
- In de voorgaande analyse wordt uitgegaan van een vast waterpeil ten opzichte van NAP. Het is echter mogelijk dat - omwille van de waterafvoerfunctie - het waterpeil wordt verhoogd, waardoor bovengenoemde scheepvaartgerelateerde effecten komen te vervallen. Een nieuw knelpunt dat in dit scenario zou kunnen ontstaan is een doorvaarthoogtebeperving. Ook is door het hogere waterpeil de kans groter dat er restricties op het schutregime van sluisen van kracht worden, met mogelijke tijdsvertragingen tot gevolg. In het rapport economische onderbouwing waterpeil Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal (AVV, 2003) worden de scheepvaarteffecten gerelateerd aan een bepaald waterpeil berekend en afgewogen tegen de niet scheepvaartgerelateerde effecten zoals overstromingen. Voor deze studie wordt ervan uitgegaan dat het huidige waterpeil optimaal is en niet gewijzigd zal worden.

## 5.2 Toelichting cases

### 5.2.1. Projectomschrijving

De onderstaande criteria zijn gehanteerd bij de keuze van de caseomgeving:

- Beschikbare informatie over de vlootsamenstelling (bijv. vanuit IVS of SITOS);
- Beschikbare informatie over het onderhoudsprogramma;
- De verkeersintensiteit (hoog <> laag);
- Een kanaal en geen rivier in verband met voorspelbaarheid van aanslibbing en voorspelbare beschikbare waterdiepte (onafhankelijk van rivierafvoer);
- Geen Noordzeekanaal of kanaal Gent-Terneuzen, aangezien de problematiek aldaar geheel wordt bepaald door de zeevaart en dus minder representatief is voor de rest van het hoofdvaarwegennet.

Op basis van bovenstaande argumenten is gekozen voor onderstaande cases:

1. Uitstel van baggeronderhoud op het Amsterdam-Rijnkanaal
2. Uitstel van baggeronderhoud op de Brabantse Kanalen

In beide gevallen worden de effecten van uitstel van de uitvoering van onderhoud in beeld gebracht. Voor beide vaarwegdelen gelden – voor zover mogelijk - dezelfde uitgangspunten, zodat een indruk kan worden verkregen welke variabelen (bijv. verkeersintensiteit, tempo van aanslibbing) bepalend zijn voor de afweging.

### 5.2.2. Definitie alternatieven

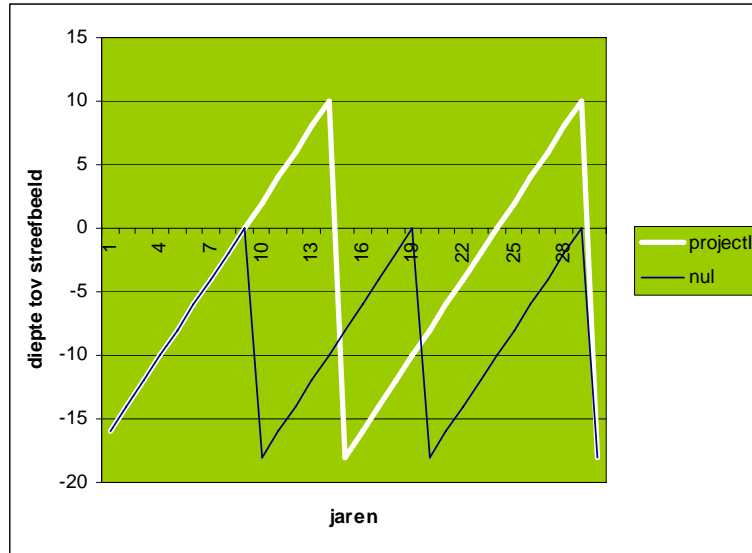
Voor beide cases worden twee projectalternatieven vergeleken met het nulalternatief. De alternatieven onderscheiden zich door hun kwaliteitsniveau. De definitie van kwaliteit in dit kader betreft de vaarwegklasse (CEMT) met bijbehorende voorschriften voor vaarwegdiepte, breedte; zie ook CVB-richtlijnen.

**Nulalternatief:** Onderhouden volgens huidige onderhoudsintervallen zodat de streefbeeld (diepgang, breedte) gehaald worden.

**Projectalternatief I:** Oprekken van het onderhoudsinterval met 50%, bij een zelfde kwaliteit (behoud van CEMT-vaarwegklasse).

Projectalternatief I betreft een verminderde baggerinspanning (in de tijd) waardoor de vaarwegdiepte periodiek beperkingen kent. Dit betreft een gemiddeld stabiele situatie (die dus niet alsmaar verslechterd). Er is dus geen sprake van achterstallig onderhoud. Wel wordt er van uitgegaan dat periodiek, vanwege het langere onderhoudsritme, de vaarwegdiepte minder is dan het streefbeeld. Zie figuur 5.1. Daar waar de lijn boven de horizontale as uitkomt treden er beperkingen op.

**Figuur 5.1**  
Diepteverloop vaargeul (bij voorhavens) ten opzichte van de streefdiepte in nul- en projectalternatief I

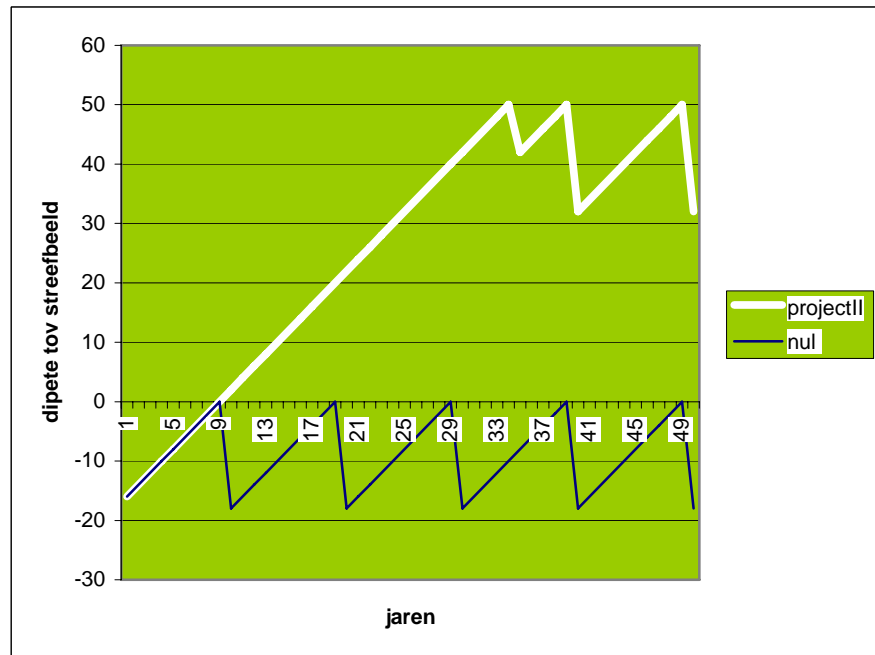


**Projectalternatief II:** Onderhoud op een lager kwaliteitsniveau (= lagere CEMT-klasse) of in geval van Brabantse kanalen gedeeltelijke afsluiting van de vaarweg. Het betreft in case I (Amsterdam-Rijnkanaal) een periode van geen baggerinspanning totdat de vaarweg is verslechterd (qua diepgang) tot een klasse V vaarweg.



Vanaf dat moment wordt het onderhoudsritme in het projectalternatief weer gelijkgesteld aan het onderhoudsritme van het nulalternatief, echter op een lager niveau<sup>10</sup>.

**Figuur 5.2**  
Diepteverloop vaargeul (bij voorhavens) ten opzichte van de streefdiepte in nul- en projectalternatief II



Er is zowel in project- als nulalternatief van uitgegaan dat 'gisteren' (jaar 0) onderhoud is gepleegd. Een andere optie is om, anticiperend op het langere onderhoudsritme, op een grotere onderhoudsdiepte te baggeren. In dat geval zijn er geen nadelige effecten voor de scheepvaart. Wel zullen er aan de kostenkant variaties optreden (die ertoe zullen leiden dat de Netto Contante Waarde (NCW) van kosten in het projectalternatief hoger zullen zijn, vanwege hogere kosten in de eerste – zwaarder meetellende – jaren).

In de praktijk zijn er op de kanalen op de hoofdvaarwegen voor de binnenvaart<sup>11</sup> door verondiepingen bij rechte vaarwegvakken en voorhavens zowat geen afluadbepalingen geweest<sup>12</sup>. Voor de inzichtelijkheid is voor deze case study toch een projectalternatief gekozen waarin de onderhoudssituatie beperkingen oplevert.

### 5.2.3. Algemene gegevens en aannames

#### Benodigde informatie

- Intensiteiten per scheepsklasse
- Huidige onderhoudsprogramma's (waar en wanneer)
- Tempo van aanslibbing en gevolgen daarvan (cm's afluadbepaling)
- Kengetallen transportkosten per tonkm en per uur

<sup>10</sup> De kleine onderhoudsinspanning omstreeks jaar 35 is ter correctie om in de navolgende jaren het onderhoudsprogramma in nul- en projectalternatief exact te laten overlappen.

<sup>11</sup> Verondiepingen bij voorhavens zijn hinderlijk voor het manoeuvreren en worden meestal tijdig gebaggerd, mede doordat het kleine hoeveelheden zijn die eenvoudig zijn te lokaliseren).

<sup>12</sup> Wel voor de zeevaart op kanaal Gent-Terneuzen en Noordzeekanaal.

- 
- Kengetallen natuurwaarden
  - Kengetallen B&O (baggerkosten per m<sup>3</sup>)

Bovenstaande gegevens moeten worden aangeleverd door het RIZA en DWW (Info uit het project MKBA waterbodems), AVV en de RWS-Directies.

#### *Kwaliteit van de gegevens*

Gebleken is dat het lastig is om betrouwbare gegevens over de gevolgen van aanslibbing in te schatten. Met name de aflaadbeperving tengevolge van aanslibbing is moeilijk vast te stellen. De werkelijke aflaadbeperving is afhankelijk van de mate waarin het slib aan de oevers en tussen de kribben neerslaat. Een van de redenen dat hier zo weinig inzicht in is, is dat de aanslibbing bij kanalen vaak langzaam verloopt (op rechte vaarwegvakken een periodiciteit van minimaal veertig jaar tussen onderhoudsdiepte en interventieniveau). Ongeacht de gedragsreactie van schippers (minder afladen, aanpassen snelheid) is de aannahme omtrent de verondieping binnen de vaargeul bepalend voor de inschatting van effecten.

#### *Algemene aannames*

- € 18 per m<sup>3</sup> periodiek onderhoud (bron: AKWA, 2004; MKBA Waterbodems)
- Tijdshorizon: 90 jaar (logische keuze in verband met onderhoudsritmen; zie cases);
- Discontovoet: 4%.

## **5.3 Scope en effecten Case I: Amsterdam Rijnkanaal**

### **5.3.1. Projectscope**

Het betreft het traject A'dam-Rijnkanaal (ARK) van Amsterdam-Tiel (Waal), van circa 75 km lengte.

Nulalternatief<sup>13</sup> :

1. Tienjaarlijks (500.000 m<sup>3</sup>) baggeren bij de sluisen (voorhavens Bernardsluisen bij Tiel en Irenesluisen bij Wijk bij Duurstede)
2. Vijfjaarlijks (25.000 m<sup>3</sup>) baggeren bij ligplaatsen
3. Dertigjaarlijks baggeren (900.000 m<sup>3</sup>) vaargeul kanaal

Projectalternatief :

1. Vijftienjaarlijks (750.000 m<sup>3</sup>) baggeren bij de sluisen: (extra aflaadbeperving 2 cm per jaar);
2. Tienjaarlijks (50.000 m<sup>3</sup>) baggeren van de ligplaatsen;
3. Vijfenveertigjaarlijks (1.350.000 m<sup>3</sup>) baggeren vaargeul:

Er wordt van uitgegaan dat in het nul- en projectalternatief op een zelfde wijze wordt omgegaan met het verwijderen van autowrakken.

---

<sup>13</sup> Gebaseerd op gegevens van dienstkring ARK (lodingen 2001 en geplande uitvoering in 2006). In PROSPECT, de database die gebruikt is voor de MKBA Waterbodems, staan lagere m<sup>3</sup> opgegeven.

---

### 5.3.2. Kosten: onderhoud

#### *Onderhoudskosten Projectalternatief I*

De Netto Contante Waarde (NCW) over de periode 2005-2094 van de kostenbesparing is € 4.164.000. Deze post ontstaat vanwege uitstel in de tijd. Er is in het nul- en projectalternatief een gelijke hoeveelheid gebaggerd (de tijdshorizon van 90 jaar is hier op afgestemd)

- 2.700.000 m<sup>3</sup> (kanaal; 90 jaar) a € 18 per m<sup>3</sup>;
- 4.500.000 m<sup>3</sup> (voorhavens; 90 jaar) a € 18 per m<sup>3</sup>;
- 450.000 m<sup>3</sup> (kanaal; 90 jaar) a € 18 per m<sup>3</sup>;

PM: Schaalvoordelen: een beperkt aantal maal een grote hoeveelheid ten opzichte van meerdere malen een kleinere hoeveelheid levert een besparing van opstartkosten, et cetera. Dit kon echter niet nader gekwantificeerd worden.

#### *Onderhoudskosten Projectalternatief II*

In projectalternatief II betreft de kostenbesparing € 19.632.000 vanwege uitstel in tijd en het overslaan van onderhoudswerkzaamheden.

### 5.3.3. Baten: transportkostenverandering

Aflaadbeperkingen ten gevolge van verondieping vaargeul en voorhavens leiden tot hogere transportkosten. Een bepaald aandeel van de vloot vaart echter ook zonder verondiepingen niet met een maximale diepgang, vanwege beperkingen op de plaats van herkomst of bestemming. Voor deze groep schepen zijn er derhalve geen baten.

Er wordt uitgegaan van gelijk aflaadgedrag in nul- en projectalternatief, dus minder diepgang kan direct vertaald worden in minder aflaaddiepte (mits het schepen betreft die voldoen aan bovengenoemde punt 1 en 2). Dit uitgangspunt is verantwoord aangezien de KBA gebaseerd is op een verschillenanalyse. Dus indien het aflaadgedrag in de praktijk iets genuanceerder lijkt te zijn - bijvoorbeeld door ter plekke van de ondiepe locaties minder kielspeling te accepteren<sup>14</sup> - wordt ervan uitgegaan dat in het nulalternatief op een zelfde wijze maximaal wordt afgeladen.

Per jaar wordt de minimale vaargeuldiepte gebaseerd op aanslibbing vaargeul en voorhavens. Indien de vaargeuldiepte minder is dan het streefbeeld dan zal dat worden omgerekend in tonnen verminderde capaciteit ('achtergelaten tonnen'). Deze tonnen worden vermenigvuldigd met de gemiddelde reis lengte en vervolgens vermenigvuldigd met een kostenkental per tonkm. Voor de gemiddelde reis lengte is voor deze case uitgegaan van 275 km. De kostenkentalen per tonkm zijn gebaseerd op de studie factorkosten van het goederenvervoer (AVV, 2003).

---

<sup>14</sup> Omdat de tijdsbeperking of extra brandstofkosten slechts ter plekke van de verondiepingen optreden terwijl de aflaadbeperking over de gehele route geldt.

---

Het aantal schepen dat naar verwachting hinder ondervindt van een verondieping wordt bepaald aan de hand van de vlootsamenstelling die bekend is vanuit IVS. In het geval van een klasse VI vaarweg als het ARK (6 meter streefdiepte) zullen alleen schepen met een maximale diepgang van 4 meter hinder ondervinden. Dit betreft de duwstellen en koppilverbanden en de Rijnmaxschepen (dit betreft vooralsnog een beperkt aantal).

*De berekeningen zijn vervolgens gebaseerd op de volgende aannamen:*

- Aanslibbing recht vaarwegvak: 0,5 cm afluaddieptebeperking per jaar (Bron: baggerstudie N-Brabant, 2003). Aanslibbing voorhavens: 2 cm afluadbepaling per jaar (aanne AVV).
- De maatgevendheid van het ARK, welke afhankelijk is van de herkomst en bestemming, dient ook ingeschat te worden. Schepen die niet maximaal afgeladen kunnen worden vanwege een diepteknelpunt elders op de route zullen immers geen hinder ondervinden van een verondieping. Op basis van een herkomst- en bestemmingsanalyse en informatie omtrent beschikbare waterdiepte elders op de route<sup>15</sup> zal hierin meer inzicht verkregen kunnen worden. Een andere methode om hier inzicht in te krijgen is een analyse van de IVS-cijfers naar actuele en maximale diepgangen in het nulalternatief. Dergelijke (tijdrovende) exercities vallen echter buiten de scope van dit onderzoek. Voor deze specifieke case is ervan uitgegaan dat alleen voor de inzet van duwbakken en koppilverbanden zal worden gekozen indien deze ook op de betreffende trajecten maximaal afgeladen kunnen worden. Aangezien bij 4 meter diepgang en 6 meter waterdiepte exact wordt gevaren op de grens van de factor 1,5 marge voor kielspeling, is de kans aanzienlijk dat een verondieping op het ARK invloed heeft op de duwbakken en koppilverbanden op het ARK. Er is van uitgegaan dat voor 75% van het aantal geladen reizen het ARK maatgevend is.
- Bij projectalternatief II (verslechteren tot lagere CEMT-klasse) wordt gerekend met afluadbepalingen totdat qua diepgang de lagere CEMT is bereikt. Als deze lagere diepte is bereikt vindt er een gedragsverandering plaats vanwege lagere kosten en wordt er gerekend op basis van inzet van kleinere schepen.
- Extra brandstofverbruik is nihil vanwege gelijke kielspeling in nul- en projectalternatief.
- NB: Voor de vaargeul worden er in negentig jaar geen investeringen gedaan. Voor voorhavens en ligplaatsen wel.

#### **5.3.4. Baten: veiligheid**

De berekende veiligheidseffecten bestaan uit maatregelen ter voorkoming van afname van het veiligheidsniveau.

Zoals eerder vermeld zullen, vanwege de randvoorwaarde dat het veiligheidsniveau minimaal gelijk moet blijven, de negatieve effecten van onvoldoende diepgang bij overnachtingsplaatsen gewaardeerd worden in de noodzakelijke extra arbeidskosten om het schip langer te kunnen laten doorvaren.

---

<sup>15</sup> Bijvoorbeeld afhankelijk van de waterstanden op de Waal.

---

Het is echter niet gezegd dat dit ook de daadwerkelijke gedragsreactie zal zijn. Dit zal onder meer afhangen van de intensiviteit van inspecties. Het scenario waarin minder diep zal worden afgeladen om zodoende meer kans te maken op een ligplaats lijkt niet aannemelijk. De nadelige effecten van minder aflaaddiepte hebben effect op de hele reis, terwijl extra bemanning mogelijk voor slechts een deel van de reis kan worden ingezet.

Voor het bepalen van de effecten zijn onderstaande aannamen en berekeningen gemaakt:

- Snelheid van aanslibbing bij ligplaatsen: 5 cm per jaar. Er wordt uitgegaan van deze relatief snelle aanslibbing (ten opzichte van vaargeul en voorhavens) omdat de ligplaatsen nabij de oevers zijn gelegen, alwaar de meeste aanslibbing zal neerslaan (zie ook paragraaf 5.1)
- Indien de diepte bij ligplaatsen meer dan 10 cm onder het streefbeeld zit zal er vanuit worden gegaan dat een meer continue operatievorm noodzakelijk is. Hierbij is rekening gehouden met de maximale aflaaddiepte ten gevolge van verondiepingen in de vaargeul of bij voorhavens. Alleen als de beschikbare diepte bij ligplaatsen het meest beperkend is, zullen hieraan negatieve effecten worden toegerekend. Er is van uitgegaan dat alle ligplaatsen op het ARK een gelijke beschikbare waterdiepte hebben.
- Het verschil in arbeidskosten is bepaald op basis van een 'upgrade' van dagvaart naar semi-continue of van semi-continue naar volcontinue vaart. Gemiddeld bedragen de extra arbeidskosten circa 30 euro per uur (gebaseerd op Vergelijkingskader modaliteiten, AVV/NEA 2003). Uitgaande van een traject met een reis lengte van 100 km en een gemiddelde snelheid van circa 10 km/uur, zal dit een extra kostenpost van circa 300 euro per reis opleveren. Er is van uitgegaan dat 30%<sup>16</sup> (bron: Schuttevaer) van de betrokken schepen nu al voldoende volcontinu varen, waardoor ze geen aanspraak hoeven te doen op ligplaatsen op het Amsterdam Rijnkanaal, en dus geen beperking ondervinden.
- Andere positieve tijdseffecten zullen niet worden meegerekend aangezien het een gedwongen keuze betreft.
- Het aantal schepen dat een diepgangbeperking ondervindt (afhankelijk van diepgang, maatgevendheid route, etc) zal conform de uitgangspunten van de berekening van afluadbeperkingen plaatsvinden (zie hierboven).
- Projectalternatief II: Bij verslechteren naar een lagere CEMT-vaarwegklasse<sup>17</sup> is het uitgangspunt dat de grotere schepen (behorende bij de scheepsgrootten van de CEMT-klasse in het nulalternatief) nog worden toegelaten totdat de diepgang van een lagere CEMT-klasse is bereikt. Tot die tijd hebben deze grootste schepen dus last van de ondiepte bij ligplaatsen.

---

<sup>16</sup> Uitgaande van 10% continuvaart en de helft van de semi-continuvaart (circa 20%).

<sup>17</sup> Feitelijk is de CEMT-klasse alleen gerelateerd aan de breedte van de vaarweg. Echter er wordt in de praktijk wel gewerkt met vaste streefbeelden voor diepgang gerelateerd aan de CEMT-klasse.

---

Vanaf het moment dat vaargeul/voorhavens zijn verondiept tot een lagere CEMT-klasse, zal er in het projectalternatief op gelijksoortige wijze worden onderhouden als in het nulalternatief (dus nooit onder streefbeeld; zie ook figuur 5.2). De negatieve effecten zijn dan niet van toepassing.

#### **5.3.5. Baten: milieueffecten**

De milieueffecten van afluadbeperingen worden bepaald door de milieueffecten van de extra benodigde reizen in te schatten. De extra reizen worden uitgedrukt in tonkm en kunnen vermenigvuldigd worden met een monetariseringskental van 0,0053 euro per tonkm (Bron: Decisio, 2004)

#### **5.3.6. Baten: tijdverlies door stremming bij onderhoud**

Doordat er in het projectalternatief minder frequent en op een ander tijdstip<sup>18</sup> onderhoudswerkzaamheden zullen plaatsvinden zal er per saldo waarschijnlijk minder oponthoud voor de scheepvaart ontstaan. Uitgangspunten:

- In projectalternatief I zal de te baggeren hoeveelheid en daarmee ook de totale duur van de stremming gelijk blijven. Eventuele positieve schaaffecten van minder frequent meer baggeren worden niet kwantitatief beschouwd;
- Het aantal uren stremming per onderhoudswerk wordt bepaald op basis van een gemiddelde baggersnelheid van 833 m<sup>3</sup> per uur (gebaseerd op een praktijkvoorbeeld van de dienstkring ARK);
- Vaarsnelheidsbepering over 2 km lengte (effecten inhaalverbod en eenrichtingsverkeer blijken verwaarloosbaar);
- De negatieve tijdseffecten zijn gewaardeerd op basis van 76 euro per uur vaarsnelheidsbepering over 2 km (afgeleid uit de studie Maatschappelijke Kosten Scheepvaart, AVV/Resource Analysis 2002); spreadsheetmodel case study ARK);
- Geen vaarsnelheidsbepering bij baggeren in voorhavens (wordt al langzaam gevaren).

#### **5.3.7. Baten: modal shift effecten**

Er is geen sprake van een gedwongen 'modal shift' zoals dat bijvoorbeeld bij sluisonderhoud op een doodlopende vaarweg relevant kan zijn. De nadelige directe effecten zijn niet dusdanig dat er een substantiële vrijwillige modal shift uit voort zal komen.

Op het deel met de Irenesluizen en Bernardsluizen bestaat bovendien het grootste deel uit bulktransport, welke niet gemakkelijk door wegvervoer vervangen kan worden.

### **5.4 Kosten-Batenopstelling Case 1**

#### **5.4.1. Uitkomsten base case**

De volgende tabellen geven een overzicht van de uitkomsten van beide projectalternatieven, in duizenden euro's.

---

<sup>18</sup> Van belang bij Netto Contante Waarde berekeningen, waarbij effecten later in de tijd minder zwaar meetellen.

Het uitgangspunt van deze tabellen is een verschillenanalyse, dus de uitkomsten geven de verschillen weer tussen de respectievelijke projectvarianten en het nulalternatief, en zijn geen absolute uitkomst. Het betreft een analyse op nationaal niveau, wat betekent dat de effecten voor buitenlandse partijen (gebruikers) geen onderdeel zijn van het hierna volgende overzicht. In de gevoeligheidsanalyse wordt een berekening gemaakt waarin ook de effecten voor de buitenlandse gebruikers zijn meegenomen.

**Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief I (50% langer onderhoudsinterval); onderhoud in jaar 0**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	4.164	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdeffecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	8
		Veiligheid; aanpassing operatie	-1.845
		Efficiency (aflaadbeperking)	-2.613
		Milieu-extra uitstoot	-967
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-1.252</b>		

Opvallend bij projectalternatief I zijn de relatief lage negatieve efficiencyeffecten. Dit wordt veroorzaakt doordat alleen de duwstellen en koppelverbanden daadwerkelijk hinder ondervinden. Met een relatief geringere baggerinspanning bij ligplaatsen (veiligheid) kunnen dezelfde orde van grootte van effecten voorkomen worden.

**Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief II (lagere CEMT klasse); onderhoud in jaar 0**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	19.632	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdwinsten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	8
		Veiligheid; aanpassing operatie	-2.117
		Efficiency (aflaadbeperking, inzet kleinere schepen)	-25.694
		Milieu-extra uitstoot	-9.502
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-17.673</b>		

In projectalternatief II zijn, zoals verwacht mocht worden, de negatieve effecten door aflaadbeperkingen wel hoog. De besparing op de onderhoudskosten (door een langer interval, maar gelijke baggerhoeveelheden) wegen hier niet tegenop.

#### 5.4.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op de volgende elementen:

- Een disconteringsvoet van 7% in plaats van 4%;
- Berekening starten op een ander moment binnen het onderhoudsritme;
- Verdiscontering van baten voor buitenlandse partijen
- Optimalisatie van onderhoud in plaats van maximaal uitstellen;

#### Disconteringsvoet 7% (inclusief risico-opslag van 3%)

Indien wordt uitgegaan van een risico opslag van 3%, zal er met een discontovoet van 7% gerekend moeten worden. Dit heeft de volgende invloed op de resultaten:

**Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief I (50% langer onderhoudsinterval); onderhoud in jaar 0**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	3.047	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijddefecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	5
		Veiligheid; aanpassing operatie	-1.103
		Efficiency (aflaadbeperking)	-1.219
		Milieu-extra uitstoot	-451
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>278</b>		

**Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief II (lagere CEMT klasse); onderhoud in jaar 0**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	10.703	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdwinsten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	4
		Veiligheid; aanpassing operatie	-1.619
		Efficiency (aflaadbeperking, inzet kleinere schepen)	-9.581
		Milieu-extra uitstoot	-3.543
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-4.036</b>		

**Berekening starten op een ander moment binnen het onderhoudsritme**

Dit betreft in feite de definiëring van een ander nulalternatief. Vanwege de 4% discontovoet is het moment waarop de baggerkosten worden gemaakt en de baten worden geïncasseerd van groot belang. Onderstaand zal de gevoeligheid voor het 'instapmoment' in het onderhoudsritme worden onderzocht. De base case is doorgerekend voor de (extreme) situatie waarbij in 2004 net alle grote onderhoudswerkzaamheden zijn uitgevoerd. Hierdoor vinden de grote uitgaven later in de tijd plaats. Het totaal aantal m<sup>3</sup> baggerwerk blijft gelijk.

Indien in jaar 0 wordt uitgegaan van een situatie van onderhoudsachterstand en er dus in jaar 1 (ook voor het projectalternatief) geïnvesteerd zal moeten worden zullen de onderhoudskosten in projectalternatief I circa 8 miljoen euro duurder(!) zijn dan in het nulalternatief.

Het effect op de kosten is substantieel omdat de kosten die in de hoofdberekening in jaar 90 worden gemaakt, nu in jaar 1 worden gemaakt, en deze bovendien in het projectalternatief hoger zijn dan in het nulalternatief vanwege de grotere baggerhoeveelheid om de langere intervallen te kunnen waarborgen.

Aangezien de situatie slechts 1 jaar verschuift (onderhoud in jaar 1 in plaats van jaar 0) komt de beschikbare diepgang bijna volledig overeen met de situatie in de hoofdberekening. Het effect op de baten is daarom verwaarloosbaar. Er is wel een substantieel verschil met de effecten die voortkomen uit de hinder tijdens stremmingen, maar aangezien deze in absolute zin verwaarloosbaar zijn, heeft dat geen invloed.



### Verdiscontering van baten voor buitenlandse partijen

In de base case is reeds verdisconteerd dat een deel van de baten in het buitenland zal terechtkomen. Een veelgebruikte indicatie voor deze weglek naar het buitenland is het land van bestemming, aangezien in een goed werkende markt (volledige concurrentie) de transportkostenvoordelen uiteindelijk doorberekend zullen worden aan de eindgebruiker.

Op basis van een analyse van CBS-data is in de base case ingeschat dat ongeveer 30% van de beladen vaart over het ARK een buitenlandse bestemming heeft. Deze reductie is niet toegepast op de milieueffecten omdat deze al gerelateerd zijn aan het vervoer over Nederlands grondgebied. In de hierna volgende tabel is deze reductie van 30% voor efficiency, veiligheid en reistijdeffecten niet doorgevoerd. Het betreft hier dus de effecten voor alle gebruikers (4% discountvoet).

#### Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief I (50% langer onderhoudsinterval); onderhoud in jaar 0

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	4.164	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdeffecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	12
		Veiligheid; aanpassing operatie	-2.636
		Efficiency (aflaadbeperking)	-3.734
		Milieu-extra uitstoot	-967
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-3.159</b>		

#### Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief II (lagere CEMT klasse); onderhoud in jaar 0

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	19.632	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdwinsten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	12
		Veiligheid; aanpassing operatie	-3.025
		Efficiency (aflaadbeperking, inzet kleinere schepen)	-36.706
		Milieu-extra uitstoot	-9.502
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-29.589</b>		

Het aandeel van de buitenlandse baten is zeker relevant, maar zal niet leiden tot andere conclusies.

### Optimalisatie

Het is ook mogelijk om meerdere projectvarianten te definiëren (bijvoorbeeld opekken onderhoudsinterval met 30%) om zodoende het meest optimale alternatief te vinden. Een complicatie daarbij is wel dat er dan met restwaardes gerekend zal moeten worden. In de huidige cases zijn de tijdshorizon en de onderhoudsintervallen namelijk aan elkaar aangepast, zodat in alle alternatieven evenveel wordt gebaggerd. Zodra er (willekeurig) gevarieerd wordt met onderhoudsintervallen zal er binnen de tijdshorizon in het ene alternatief meer/minder m<sup>3</sup> gebaggerd zijn dan in het andere alternatief.

---

Dus in het geval waar het onderhoudsritme wordt opgerekt van dertig naar veertig jaar, zal bij een looptijd van negentig jaar de analyse beëindigd worden met een ongelijke onderhoudstoestand. Om deze alternatieven toch met elkaar te kunnen vergelijken zal dit met behulp van restwaardes verrekend moeten worden. Hiermee is tot dusver nog geen ervaring opgedaan.

## 5.5 Scope en effecten Case II: Brabantse Kanalen

### 5.5.1. Projectscope

Het project omvat de Brabantse kanalen (geheel); Zuid-Willemsvaart (Maas tot sluis 13) en Wilhelminakanaal (Amertak tot Zuid-Willemsvaart). Dit betreft in tegenstelling tot de case verhardingen dus een netwerk in plaats van een 'vaarwegvak'<sup>19</sup>.

Het Wilhelminakanaal tussen Tilburg-Loven en de aansluiting op het Beatrixkanaal is een CEMT-klasse II vaarweg en is bevaarbaar voor schepen met maximale lengte 63 m, breedte 7,2 m en diepgang 1,90 m. Dat wil zeggen dat er 'verlengde Kempenaars' kunnen varen, maar niet volledig beladen.

Jaarlijks passeren circa 1600 schepen beroepsvaart en 2500 schepen recreatievaart het traject. Ruim tweederde van de beroepsvaart komt vanuit het westen (via sluis 1 bij Oosterhout), en de rest vanuit het zuiden (via het zuidelijke deel van de Zuid-Willemsvaart). Tussen Tilburg en Eindhoven zijn er weinig bestemmingen.

De huidige stromen omvatten:

- Bulkvaart: circa 250.000 ton, vooral agribulk van/naar het westen met bestemming onder andere Lieshout, en zand en grind vanuit het zuiden met bestemmingen in/rond Tilburg.
- Containervaart tussen de zeehavens (m.n. Rotterdam) en de terminal in Helmond. Het vervoerde volume bedroeg bijna 10.000 TEU in 2001.
- Recreatievaart: circa 2300 passages per jaar.

---

<sup>19</sup> Vanwege het beschikbare bronmateriaal [1] is ervoor gekozen om het gehele Brabantse kanalenstelsel te analyseren. Dit ter voorkoming van een grote hoeveelheid aannamen.



---

### 5.5.2. Kosten: onderhoud

De kostenbesparingen zijn weergegeven in een NCW voor de periode 2005-2094.

#### *Onderhoudskosten Projectalternatief I*

Kostenbesparing betreft € 1.282.000 vanwege uitstel in de tijd. Er is in het nul- en projectalternatief een gelijke hoeveelheid gebaggerd (de tijdshorizon van 90 jaar is hierop afgestemd).

Schaalvoordelen in de onderhoudskosten kunnen ontstaan omdat een beperkt aantal maal een grote hoeveelheid ten opzichte van meerdere malen een kleinere hoeveelheid kan leiden in een besparing van opstartkosten, et cetera. Dit effect kon niet gekwantificeerd worden.

#### *Onderhoudskosten Projectalternatief II*

De jaarlijkse kosten van beheer, onderhoud en bediening, gerelateerd aan het traject Loven-Beatrixkanaal worden ingeschat op circa 1,5 miljoen euro. Dit bedrag is afgeleid van de uitgaven van totaal 15 miljoen euro voor beheer, onderhoud en bediening van de gehele Brabantse kanalen<sup>22</sup>. Echter het deel van de beheer- en onderhoudskosten dat gerelateerd is aan de functie waterhuishouding blijft intact. Deze kosten worden ingeschat op 0,5 miljoen euro. De netto kostenbesparing bedraagt dus circa **1 miljoen euro per jaar**. Bovenstaande betreft een zeer grove inschatting. Voor de doelstelling van deze case study is dat voldoende, maar absoluut onvoldoende om een daadwerkelijke investeringsbeslissing op te baseren.

### 5.5.3. Baten: transportkostenverandering

In projectalternatief I is er sprake van hogere transportkosten door aflaadbepalingen. In projectalternatief II zijn er aflaadbepalingen door de keuze van een andere route.

#### *Projectalternatief I*

Aflaadbepalingen ten gevolge van verondieping vaargeul en voorhavens leiden tot hogere transportkosten. Er is verondersteld dat de diepgang op de Brabantse kanalen voor de gehele vloot en voor alle routes maatgevend is.

Er wordt uitgegaan van gelijk aflaadgegedrag in nul- en projectalternatief, dus minder diepgang kan direct vertaald worden in minder aflaaddiepte. Er zullen dus geen snelheidseffecten optreden, aangezien verondersteld wordt dat de kielspeling gelijk blijft. De KBA is gebaseerd op een verschillenanalyse.

---

<sup>22</sup> 10% van totaal: De lengte van het vaarwegvak bedraagt meer dan 10% van het gehele netwerk, maar tegelijkertijd ligt er maar één sluis (sluis IV) op het traject (minder dan 10% van het totaal).

---

Dus indien het aflaadgedrag in de praktijk iets genuanceerder lijkt te zijn - bijvoorbeeld door ter plekke van de ondiepe locaties minder kielspeling te accepteren<sup>23</sup> - wordt ervan uitgegaan dat in het nulalternatief op een zelfde wijze maximaal wordt afgeladen.

Indien de vaargeuldiepte minder is dan het streefbeeld dan zal dat worden omgerekend in een hoeveelheid 'achtergelaten tonnen'. Deze tonnen worden vermenigvuldigd met de gemiddelde reis lengte en vervolgens vermenigvuldigd met een kostenkental per tonkm. Voor de gemiddelde reis lengte is voor deze case uitgegaan van 130 km. De kostenkentalen per tonkm zijn gebaseerd op de studie factorkosten van het goederenvervoer (AVV, 2003).

De berekeningen van de aflaadbeperkingen zijn gebaseerd op de volgende aannamen:

- Aanslibbing vaargeul (incl. voorhavens): 0,5 cm aflaad dieptebeperking per jaar [1].
- De Brabantse kanalen zijn in drie delen verdeeld, gebaseerd op de CEMT- klasse <sup>24</sup> van de herkomst/bestemming op de Brabantse kanalen.
- CEMT IV: Zuid-Willemsvaart: Maas tot Diezebrug + Wilhelminakanaal Amertak tot sluis II.
- CEMT II: Diezebrug tot Wilhelminakanaal + sluis II tot Zuid-Willemsvaart.
- CEMT II: Zuid-Willemsvaart: Helmond – sluis 13
- Er wordt verondersteld dat op CEMT II (2,3) voor 100% met klasse II schepen wordt gevaren. Op de CEMT IV (1) is het klasse III schip als maatgevend gekozen.

#### *Projectalternatief II*

De bedrijven zullen ondanks de sluiting van het kanaal geen andere locatie zoeken en er zullen geen andere herkomstlocaties (van bijvoorbeeld zand/grind) worden gekozen. Bulkschepen zullen omvaren (modal shift is niet aannemelijk vanwege te hoge kosten wegvervoer)

- Bulkschepen met zand/grind vanuit het zuiden (80.000 ton) zullen omvaren via de Maas of Zuid-Willemsvaart/Maas. Hiervoor geldt geen diepgangbeperking, vanwege de mogelijkheid om het via de Maas te vervoeren.
- Bulkvaart vanuit het westen met bijvoorbeeld bestemming Lieshout (170.000 ton) moeten varen via noordelijke Zuid-Willemsvaart en zullen daarom met kleinere schepen moeten varen (50 i.p.v. 63 meter). De prijs per tonkm zal daardoor toenemen met 0,20 eurocent [1]. Dit levert een negatieve baat van **41.000 euro** per jaar Ook zal het aantal kilometers toenemen.

---

<sup>23</sup> Omdat de tijdsbeperking of extra brandstofkosten slechts ter plekke van de verondiepingen optreden terwijl de aflaadbeperking over de gehele route geldt.

<sup>24</sup> De CEMT-klasse beschrijft voorschriften voor de breedte van vaarweg en vaargeul. Streefbeeld voor diepte (en doorvaarhoogte) worden apart vastgesteld door de beheerder.

---

Naast de aflaadbepanking creëert het omvaren meer reistijd en daarmee hogere transportkosten. Bulkschepen met zand/grind vanuit het zuiden zullen omvaren via de Maas of Zuid-Willemsvaart/Maas (80.000 ton). Via de Maas is het echter wel circa negentig kilometer omvaren. Dit levert een negatieve baat van **173.000 euro** per jaar. Bulkvaart vanuit het westen met bijvoorbeeld bestemming Lieshout (170.000 ton) moet varen via noordelijke Zuid-Willemsvaart. Dit betekent een extra afstand van circa twintig kilometer. Dit levert een negatieve baat van **88.000 euro** op jaarbasis.

#### **5.5.4. Baten: veiligheid**

Er is geen informatie beschikbaar over knelpunten ten aanzien van ligplaatsen in projectalternatief I.

Er kan van uit worden gegaan dat op de alternatieve routes (projectalternatief II er sprake is van een vergelijkbaar veiligheidsniveau. Het verhoogde risico door een langere route (en dus langere blootstelling aan verkeersrisico) wordt verwaarloosd.

#### **5.5.5. Baten: milieueffecten**

De negatieve milieueffecten in projectalternatief I worden bepaald door het aantal extra tonkm's, zoals die bepaald zijn bij de aflaadbepankingen, te vermenigvuldigen met een monetariseringskental van 0,0053 euro per tonkm (Bron: Decisio, 2004).

De milieueffecten in projectalternatief II bestaan uit twee componenten: als gevolg van aflaadbepankingen en als gevolg van omvaren. De milieueffecten van aflaadbepankingen worden in projectalternatief II bepaald door de milieueffecten van de extra benodigde reizen te bepalen. De milieueffecten van het noodgedwongen omvaren worden bepaald door de effecten van de extra (ton)km's te bepalen. De gezamenlijke effecten van aflaadbepanking en omvaren bedragen **63.000 euro** per jaar.

De milieueffecten van de noodgedwongen modal shift worden bepaald door het verschil in kental tussen milieueffecten binnenvaart te verrekenen met milieueffecten wegvervoer. Bovenstaande berekeningen zijn gebaseerd op een kental van 0,5 eurocent per tonkm voor binnenvaart (Decisio, 2004) en een kental van 2,5 eurocent per tonkm voor wegvervoer (Decisio, 2004)<sup>25</sup>. Dit levert een negatieve baat van **189.000 euro** op jaarbasis.

#### **5.5.6. Baten: tijdverlies door stremming bij onderhoud**

Doordat er in projectalternatief I minder frequent en op een ander tijdstip<sup>26</sup> onderhoudswerkzaamheden zullen plaatsvinden zal er per saldo waarschijnlijk minder oponthoud voor de scheepvaart ontstaan. Uitgangspunten: zie case ARK.

---

<sup>25</sup> Er is een correctiefactor van 80% toegepast om de kortere route bij gebruikmaking van alleen wegtransport te verdisconteren.

<sup>26</sup> Van belang bij NCW-berekeningen, waarbij effecten later in de tijd minder zwaar meetellen.

---

Er wordt in projectalternatief II van uitgegaan dat op de alternatieve routes er een gelijke hoeveelheid oponthoud door stremmingen zal zijn als in het nulalternatief.

#### **5.5.7. Baten: modal shift effecten**

Er is in projectalternatief I geen sprake van een gedwongen modal shift zoals dat bijvoorbeeld bij sluisonderhoud op een doodlopende vaarweg relevant kan zijn. De nadelige directe effecten zijn niet dusdanig (de onderhoudssituatie verslechtert niet permanent) dat er een substantiële vrijwillige modal shift uit voort zal komen.

Voor projectalternatief II ligt dit anders. Er wordt aangenomen dat het containervervoer richting Helmond over de weg vervoerd zal worden. Containervervoer is gevoelig voor modal shifts tussen weg en binnenvaart. Dit wordt versterkt doordat de beschikbare containerschepen (verlengde kempenaars) geen gebruik kunnen maken van de alternatieve route via de Zuid-Willemsvaart. Aangezien er daardoor sprake is van een gedwongen modal shift zal het verschil in transportkosten volledig moeten worden doorberekend. Het gaat om een bedrag van 240.000 euro per jaar<sup>27</sup>.

#### **5.5.8. Baten: betrouwbaarheidseffecten**

Vanwege het wegvallen van een alternatieve route is in projectalternatief II de betrouwbaarheid voor de verladers afgenomen (pro-memorie)

#### **5.5.9. Baten: effecten recreatievaart**

In projectalternatief II wordt een negatieve pro-memoriepost effecten recreatievaart verondersteld. Er is sprake van een welvaartsdaling aangezien de recreatievaartgebruikers niet hun meest preferente vrijetijdsbesteding kunnen uitoefenen, maar over zullen gaan op een tweede keus (andere locatie of andere bezigheid). Deze welvaartsdaling levert naar verwachting een wezenlijke bijdrage aan de effecten, aangezien het kanaaldeel intensief wordt gebruikt door recreatievaart (circa 2500 passages per jaar). De enige methode om deze welvaartsdaling te kwantificeren is met behulp van een 'revealed-preference' enquêtemethodiek. Aangezien dergelijke omvangrijke onderzoeken buiten de scope van deze case study vallen is dit effect niet gemonetariseerd. Er worden geen indirecte effecten verwacht, aangezien ervan uit wordt gegaan dat de bestedingen en afgeleide werkgelegenheid ongewijzigd zijn bij een tweede keus vrijetijdsbesteding. Er zal wel sprake zijn van een (sectorale en regionale) herverdeling van bestedingen en afgeleide werkgelegenheid.

---

<sup>27</sup> Er is een correctiefactor van 80% toegepast om de kortere route bij gebruikmaking van alleen wegtransport te verdisconteren. Positieve reistijdeffecten zijn niet verdisconteerd omdat het een gedwongen modal shift betreft.

## 5.6 Kosten-Batenopstelling Case II

### 5.6.1. Uitkomsten base case

De volgende tabellen geven een overzicht van de uitkomsten van beide projectalternatieven, in duizenden euro's. Het vervoer op de Brabantse kanalen betreft voor bijna 100% binnenlands vervoer. Er mag daarom van worden uitgegaan dat alle reistijdeffecten in Nederland zullen neerslaan.

**Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief I (50% langer onderhoudsinterval); onderhoud in jaar 0**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	1.282	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdeffecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	6
		Veiligheid; aanpassing operatie	0
		Efficiency (aflaadbeperving)	-2323
		Milieu-extra uitstoot	-509
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW)</b>	<b>-1.543</b>		

Opvallend is dat de negatieve effecten van aflaadbepervingen dezelfde orde van grootte zijn als bij het A'dam-Rijnkanaal (ARK), terwijl de intensiteit vele malen lager is. Dit is bij het ARK grotendeels te verklaren doordat slechts een klein deel van de vloot wordt gehinderd door diepgangsbepervingen, terwijl bij de Brabantse kanalen (onder de gestelde aannamen) bijna alle geladen schepen hinder ondervinden. Daar komt bij dat de kosten voor het vervoer van de zogenaamde 'achtergelaten tonnen' ook hoger zijn (hogere tonkm prijs voor kleine schepen).

**Kosten en baten per jaar saldo in 1,000 euro's projectalternatief II (opheffen vervoersfunctie deel Wilhelminakanaal)**

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijd- en omvaarverliezen door andere route - blijvend verkeer	-261
Saldo Onderhoudskosten	1.000	Modal shift containertransport	-240
		Reistijdeffecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	0
		Veiligheid	0
		Efficiency (aflaadbeperving op alternatieve route)	-41
		Milieu (aflaadbeperving, omvaarverliezen, modal shift)	-252
		betrouwbaarheid (afsluiten route)	PM (-)
		Recreatievaart	PM (-)
<b>Saldo (NCW)</b>	<b>206</b>		

Het kosten-batensaldo is positief, echter de verwachting is dat de welvaartseffecten van het wegvallen van de recreatievaart op het kanaal aanzienlijk zijn.

### 5.6.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op de volgende elementen:

- Een disconteringsvoet van 7% in plaats van 4%;
- Berekening starten op een ander moment binnen het onderhoudsritme;



### Disconteringsvoet 7% (inclusief risico-opslag van 3%)

Indien wordt uitgegaan van een risico opslag van 3%, zal er met een discontovoet van 7% gerekend moeten worden. Dit heeft de volgende invloed op de resultaten:

Netto Contante Waarde in 2005 saldo in 1,000 euro's projectalternatief I (50% langer onderhoudsinterval); onderhoud in jaar 0

Kosten		Baten	
Investeringskosten	0	Reistijdverliezen door kwaliteitsvermindering- blijvend verkeer	0
Stijging onderhoudskosten	739	Reistijdverliezen vertrekkend verkeer (modal shift effecten)	0
		Reistijdeffecten bij vermeden onderhouds(werkzaamheden)	4
		Veiligheid; aanpassing operatie	0
		Efficiency (aflaadbeperking)	-694
		Milieu-extra uitstoot	-152
		Kostenbesparing door grootschaliger baggerwerk	PM (+)
<b>Saldo (NCW)</b>	<b>-102</b>		

De gevoeligheid voor een hogere discontovoet blijkt in deze case hoog te zijn.

De kosten nemen af tot circa 60% van de waarde in de base case terwijl de efficiency- en milieueffecten afnemen tot circa 30%. Dit is te verklaren doordat de negatieve effecten pas een stuk later in de tijd optreden en dus bij een hoge discontovoet een beperkte bijdrage leveren. Deze asymmetrie treedt op doordat er wordt 'ingeteerd' op eerder gedane onderhoudsinvesteringen in jaar 0.

Projectalternatief II is ongevoelig voor de hoogte van de discontovoet, omdat alle genoemde kosten en baten in dezelfde verhouding jaarlijks terugkeren.

### Berekening starten op een ander moment binnen het onderhoudsritme

Dit staat gelijk aan de keuze van een ander nulalternatief. De uitkomsten van deze exercitie zijn vergelijkbaar met de case Amsterdam-Rijnkanaal. De gevoeligheid voor het 'instapmoment' is zeer groot. Indien in jaar 0 wordt uitgegaan van een situatie van onderhoudsachterstand en er dus in jaar 1 (ook voor het projectalternatief) geïnvesteerd zal moeten worden, zullen de onderhoudskosten in projectalternatief I **circa 3.3 miljoen euro (NCW) duurder(!)** zijn dan in het nulalternatief (in plaats van 1,3 miljoen euro goedkoper in de base case).

Aangezien de situatie slechts één jaar verschuift (onderhoud in jaar 1 in plaats van jaar 0) komt de beschikbare diepgang bijna volledig overeen met de situatie in de hoofdberekening. Het effect op de baten is daarom verwaarloosbaar. Er is wel een substantieel verschil met de effecten die voortkomen uit de hinder tijdens stremmingen, maar aangezien deze in absolute zin verwaarloosbaar zijn, heeft dat geen invloed.

---

## 5.7 Analyse

Vele aannamen zijn vereist voor de berekeningen. De case studies zijn voor een groot deel gebaseerd op verwachtingen omdat er feitelijk weinig praktijkervaringen zijn. Zie onderstaande punten:

- De hoeveelheden (m<sup>3</sup>) aanslibbing zijn nog redelijk te achterhalen (hoewel de informatie van verschillende bronnen sterk uiteen lopen). Maar deze kubieke meters zijn heel lastig te vertalen in een aflaadtebeperking en breedtebeperking en een daarvan afgeleid onderhoudsprogramma voor de vaarwegen (benodigd voor definiëring nul- en projectalternatief);
- Op hoofdtransportassen (zoals het Amsterdam-Rijnkanaal) bestaan weinig praktijkervaringen omdat het onderhoud aldaar nooit langdurig achterstallig is geweest;
- Omdat de aanslibbing zo traag gaat (op kanalen) zijn er ook maar weinig representatieve en recente praktijkervaringen;
- Het duurt vaak lang voordat er werkelijk scheepvaartbeperkingen optreden omdat veel slib op een 'onschadelijke' plek wordt opgehoopt (langs de oevers bij kanalen en tussen de kribben op rivieren). Data over de restcapaciteit van dergelijke locaties is van belang, aangezien op termijn ook daar een baggerinspanning is vereist.
- In de case van de Brabantse kanalen (waarbij wordt uitgegaan van een gedeeltelijke opheffing van de vaarwegfunctie) bleek het lastig om het aandeel in de scheepvaartgerelateerde onderhoudskosten van een vaarwegvak te bepalen.

In het algemeen kan gesteld worden dat de nauwkeurigheid van de cases voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag (kunnen maatschappelijke effecten bij onderhoudsafwegingen geïntegreerd worden met behulp van KBA-methodieken?) voldoende is, maar met de huidige invulling (vele aannamen) onvoldoende is om een daadwerkelijke investeringsbeslissing op te baseren.

De informatie die benodigd is om de aflaadbeperkingen goed te kunnen moneteriseren vereisen veel uitzoekwerk, denk aan bijvoorbeeld:

- Informatie over herkomst en bestemmingen. Ter bepaling van:
  - . maatgevendheid (qua diepgang) van een vaarwegvak
  - . aandeel effecten dat in het buitenland neerslaat
  - . omvaargedrag
- Lengte totale reis;
- Diepgang schepen in nulalternatief (indicator voor aflaadgedrag);
- Voor (kleinere) vaarwegen of niet IVS/SiTOS-passages is de vlootinfo lastiger te achterhalen.

---

De huidige onderhoudstoestand heeft een grote invloed op de uitkomsten doordat de effecten in de eerste jaren het zwaarst tellen.

Bijvoorbeeld:

- Indien de huidige onderhoudstoestand goed is (lees: recent onderhoud uitgevoerd), dan levert een langer onderhoudsinterval wel kostenbesparingen op, maar bij een slechte staat van onderhoud niet en geldt het omgekeerde (vanwege extra grote investering in jaar 1 om een langer interval te kunnen waarborgen bij gelijkblijvende kwaliteit).
- Indien de huidige onderhoudstoestand goed is, dan levert een verslechtering naar een lagere CEMT-klasse extra veel kostenbesparingen en minimale negatieve baten. Bij een huidig slechte onderhoudstoestand geldt het omgekeerde.

#### **Diverse opmerkingen en overwegingen**

- Bij de effectbepaling is weinig zwart-wit, bijvoorbeeld: wat is nu precies het nadelige effect van verondiepingen bij voorhavens. Er kan minder goed gemanoeuvreed worden, dus meer kans op ongevallen, maar de randvoorwaarde is een gelijkblijvend veiligheidsniveau. Verkeersmaatregelen zijn lastig bij een sluis (er wordt al langzaam gevaren en er is feitelijk al eenrichtingsverkeer, etc.) Als er verondiepingen zijn, dan zijn die vaak nog wel te nemen. Het is wel hinderlijk, maar niet hinderlijk genoeg om daarop minder af te laden (voor de gehele reis).
- In de huidige aannamen zie je dat er in de aangenomen onderhoudsprogramma's nu niet goed wordt afgestemd. De ene keer is de vaargeul beperkend (voor aflaadiepte), dan de voorhavens, dan weer de ligplaatsen. Dat zou in de praktijk beter op elkaar afgestemd (kunnen) worden. Dit levert in de beschouwde cases wellicht een overschatting van de negatieve effecten op.
- Optimalisatie: het is ook mogelijk om meerdere projectvarianten te definiëren (bijvoorbeeld oprekken onderhoudsinterval met 30%) om zodoende het meest optimale alternatief te vinden. Een complicatie daarbij is wel dat er dan met restwaardes gerekend zal moeten worden. In de huidige cases zijn de tijdshorizon en de onderhoudsintervallen namelijk aan elkaar aangepast, zodat in alle alternatieven evenveel wordt gebaggerd. Zodra er (willekeurig) gevarieerd wordt met onderhoudsintervallen zal er binnen de tijdshorizon in het ene alternatief meer/minder m<sup>3</sup> gebaggerd zijn dan in het andere alternatief. Dus in het geval waar het onderhoudsritme wordt opgerekt van dertig naar veertig jaar, zal bij een looptijd van negentig jaar de analyse beëindigd worden met een ongelijke onderhoudstoestand. Om deze alternatieven toch met elkaar te kunnen vergelijken zal dit met behulp van restwaardes verrekend moeten worden. Hiermee is tot dusver nog geen ervaring opgedaan.

---

## 6. Case 3: Dynamisch Verkeersmanagement (DVM)

---

### 6.1 Probleemanalyse en systeembeschrijving

#### *Probleemanalyse*

Is voor de specifieke case de huidige methode van onderhoud vanuit maatschappelijk perspectief gezien optimaal, of zijn er betere alternatieven? Wij vergelijken daarbij met name de effecten van het uitstellen van onderhoud, en de voor Dynamisch Verkeersmanagement (DVM) zeer relevante afweging van onderhoud versus vervanging. Dit doen we voor twee DVM-maatregelen: Toeritdoseerinstallaties (TDI's) en Dynamische Route Informatiepanelen (DRIP's).

Bij het uitwerken van de DVM-case kwamen een aantal specifieke eigenschappen naar voren:

- De moeilijkheid van het bezien van DVM-systeem in isolatie: vaak wordt de beoogde functionaliteit (lees: effect) geleverd door een combinatie van DVM-producten/maatregelen (bijv. DRIP+TDI).
- Elk DVM-product maakt gebruik van verschillende componenten en menskracht die deels ook weer voor andere toepassingen gebruikt worden (bijv. een meetlus waarvan de binnenkomende gegevens ook voor fileberichten wordt benut). De kosten hiervan kunnen dus niet één op één worden toegeschreven aan het onderzochte DVM-product. Je moet dus een of andere toedeling van de kosten construeren.
- Er is een belangrijk verschil met andere objecten: Er is een glijdende schaal tussen regulier onderhoud, groot onderhoud, totale revisie en vervangingsinvesteringen (met eventueel extra functionaliteiten). Onderhoud en vervangingsinvesteringen lopen bij ICT-toepassingen als DVM -anders dan bij bijvoorbeeld verhardingen- door elkaar. Correcter is om te spreken over B&O, en O (van ontwikkeling). Bijvoorbeeld in-car oplossingen in plaats van DRIP's. Dit was al eerder geconstateerd, maar de aanvulling is dat vervangingsinvesteringen aanvullende functionaliteiten kunnen hebben, met te kwantificeren effecten. De 'kunst' van B&O, en O voor DVM, is om tijdig beginnen na te denken over innovaties zodat deze kunnen worden ingevoerd op het moment dat dat ook vanuit kostenperspectief het meest gunstige is. Voor de KBA-aanpak zou dit betekenen dat ook kosten van nieuwe ontwikkelingen parallel aan het onderhoud van het bestaande systeem zouden moeten worden meegenomen. Problematisch daaraan is echter de voorspelbaarheid van ICT-ontwikkelingen: je kunt een raming maken van ontwikkelingen, maar deze kan in een paar jaar tijd weer volledig achterhaald zijn door nieuwe ontwikkelingen.

---

### *Systeembeschrijving*

AVV geeft op dit moment invulling aan het project

'Planningsmethodiek DVM'. Dit stelt Rijkswaterstaat in staat beheer, onderhoud en ontwikkeling van DVM meer systematisch te plannen en te begroten. Het sluit aan bij ontwikkelingen als de Service Level Agreements, en de overgang naar een nieuwe begrotingssystematiek (baten-lastenstelsel).

Volgens planning is de methodiek in de loop van 2006 beschikbaar. De methodiek omvat de kosten van beheer, onderhoud, en afschrijving van de systemen. Op basis van de levenscyclus van de systemen kan voorspeld worden wanneer onderhoud en vervanging gepland moeten worden. Daarnaast spelen ook andere criteria een rol:

- De effectiviteit van DVM-maatregelen. Inzicht hierin is belangrijk om de kosten-batenverhouding te kunnen optimaliseren. Hiertoe wordt gekeken in hoeverre DVM-systemen bijdragen aan het realiseren van verkeerskundige maatregelen (zoals het beperken van de toestroom van verkeer op een bepaald wegvak).
- Ontwikkelingen op het gebied van DVM. Als blijkt dat met bijvoorbeeld radarapparatuur of mobiele telefonie detectielussen in de weg deels overbodig worden, heeft dat direct consequenties voor de planning en begroting van vervangingen.

Waar mogelijk benutten wij voor deze case reeds beschikbare (deel)resultaten uit dit project.

De volgende stuurmogelijkheden voor DVM worden onderscheiden<sup>28</sup>:

- Aanpassing van service levels in normale situaties (en werk-in-uitvoeringssituaties). Een hogere beschikbaarheidseis leidt tot noodstroomvoorzieningen en dubbele opstellingen van computers. Verlaging van deze eis leidt tot lagere kosten en een verhoging van de onveiligheid.
- Het opvoeren van de ontwikkelsnelheid. De externe en interne dynamiek van IT-systemen en ontwikkelingen is groot. De mogelijkheden op het moment van de beslissing om tot een verbetering van een systeem over te gaan veranderen zeer snel. Indien tijdens de bouw van het verbeterde systeem de nieuwste ontwikkelingen worden meegenomen, duurt het ontwikkelproces te lang en wordt het zeer kostbaar. Het is beter in een zo kort mogelijke tijd te ontwikkelen en bouwen, en de nieuwe mogelijkheden te benutten in een volgende versie. In de gebruikperiode is het raadzaam om alleen kinderziektes te behandelen. Het stellen van hoge eisen aan gegevens over het verkeer ten behoeve van onderzoek en dynamische toepassingen leidt tot relatief hoge kosten voor monitoring. Met lagere eisen voor gegevens kan vermoedelijk toch tot een acceptabel resultaat worden gekomen, en tot lagere kosten.

---

<sup>28</sup> Bron: Expertisecentrum Beheer en Onderhoud, Objectbeheerregime Verkeersvoorzieningen Dynamisch Verkeersmanagementsystemen, 2002.

- 
- Verbetering door innovatie. De 'incar' mogelijkheden zoals detectie van onderlinge afstand van voertuigen of bepaling van de afwikkeling van het verkeer via gsm/gps nemen handoverhand toe. Er komt een moment waarop de functie van de wegkantsystemen geheel of gedeeltelijk overgenomen kan worden door 'incar' georiënteerde systemen. Bij de instandhouding van de huidige systemen en de ontwikkeling van verbeteringen dient dit telkens bezien te worden.

#### **6.1.1. Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's)**

Op de DRIP's wordt informatie gegeven over de verkeerssituatie op achterliggende trajecten (doorgaans filelengte) op grond waarvan de weggebruiker kan beslissen of hij een andere route kiest. Hiermee hebben zij een -enigszins- geleidende functie. De gepresenteerde informatie wordt vanuit de centrale verzorgd. Door de DRIP-informatie kan de weggebruiker zijn route al dan niet aanpassen, waardoor zijn comfort wordt gediend en de doorstroming van het verkeer verbetert. Let wel, er moeten wel alternatieve routes beschikbaar zijn die voldoende restcapaciteit dienen te hebben.

DRIP'S zijn grote panelen, opgehangen aan portalen boven de weg. Waar op matrixsignaalgevers slechts ruimte is voor beperkte figuren (pijl, kruis, snelheidsaanduiding), zijn DRIP's door hun grootte geschikt voor uitvoeriger tekstuele mededelingen. De fysieke en technische levensduur van DRIP's zelf wordt op vijftien jaar gesteld. De software in de kasten bij de DRIP's is zoals alle software, ontwikkelingsgevoelig en wordt meestal na circa vijf jaar vervangen door een nieuwere versie.

Aan de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van DRIP's worden hoge eisen gesteld. In de verkeerscentrale worden zij aan de hand van log-gegevens op hun juiste werking beoordeeld. De meeste storingen treden op door defecte lampen. Het vervangen van deze lampen is op zich zelf niet zo'n ingrijpende maatregel, ware het niet dat het doorgaans het afzetten van een of meer rijstroken nodig maakt (meestal 's nachts). De functionele beschikbaarheidseis (dus de beschikbaarheid zoals voor de weggebruiker herkenbaar is), betreft 90%. De gemiddelde beschikbaarheid voor geheel Nederland is circa 80% [Bron: AVV, Cost driver DVM, 31 augustus 2005].

Er vindt gebruiksfhankelijk/preventief onderhoud plaats in de vorm van onderhoudscontracten waarbij jaarlijks de onderdelen worden geïnspecteerd en zonodig gerepareerd of vervangen. Daarnaast is het verhelpen van storingen ook uitbesteed. De responstijd is afhankelijk van de invloed van de storing op de beschikbaarheidsaspecten. Over het algemeen is de responstijd acht uur. Het variabel onderhoud komt voornamelijk voor in de vorm van vervanging als gevolg van veroudering van het systeem (met name software of elektronica), soms ook ingegeven door een (forse) uitbreiding van het systeem.

De effecten van minder of later onderhoud zijn de volgende. Het onvoldoende functioneren van een DRIP kan de basisfunctie (informatieverstrekking) aantasten.

---

Minder of later onderhoud mag er niet toe leiden dat dit in zodanige mate gebeurt dat er geen of een negatief effect van de DRIP uitgaat door gebrekkige of in het geheel geen informatie.

### **6.1.2. Toeridoseerinstallaties (TDI's)**

Hiermee wordt het verkeer gedoseerd dat van een toerit de hoofdrijbaan opkomt. Als -met name in de spits- de intensiteit van het verkeer op de hoofdrijbaan een bepaald punt bereikt heeft, komt het systeem in werking. Deze installatie heeft een hard sturende functie. Om deze te kunnen handhaven, wordt een TDI vaak voorzien van een 'roodlichtcamera'. Ze werken doorgaans autonoom op basis van de situatie op de hoofdrijbaan en het aanbod op de toerit. Het verkeer op de toerit wordt tegengehouden door per groenlichtfase slechts één auto door te laten.

TDI's komen het meest voor als verkeerslichten aan palen ter weerszijden van de toerit. In het wegdek liggen signaleringslussen. De levensduur hiervan wordt doorgaans bepaald door werkzaamheden aan het asfalt. De levensduur van een TDI wordt op vijftien jaar gesteld.

Omdat een TDI een gunstig effect heeft op de doorstroming op de hoofdrijbaan, is de beschikbaarheidseis tijdens de spits 90%. Opgemerkt moet worden dat deze eisen thans nog niet gehaald kunnen worden en geen onderdeel zijn van de SLA's, het zijn streefcijfers.

Er vindt gebruiksafhankelijk/preventief onderhoud plaats in de vorm van onderhoudscontracten waarbij jaarlijks de onderdelen worden geïnspecteerd en zonodig gerepareerd of vervangen. Daarnaast is het verhelpen van storingen ook uitbesteed. De responstijd is afhankelijk van de invloed van de storing op een van de beschikbaarheidsaspecten. Over het algemeen is de responstijd acht uur. Het variabel onderhoud komt voornamelijk voor in de vorm van vervanging als gevolg van veroudering van het systeem, soms ingegeven door uitbreidingen. De installaties worden periodiek onderhouden met kleine onderhoudsbeurten (reinigen, eventueel componenten vervangen, het regelgedeelte afstellen). Voorts moeten zij voortdurend op hun werking worden gecontroleerd, waarbij met name het vervangen van lampen aan de orde komt. De lampen worden normaal per jaar vervangen. De rode lampen hebben doorgaans een dubbele uitvoering gelet op het risico bij falen en beperking van de tussentijdse spoedvervanging. Er wordt ingegrepen indien de installatie niet meer aan haar functie voldoet. Dit treedt niet alleen op in geval van defecte lampen, maar ook als door aanrijdingen de zaak dermate beschadigd is dat de regelfunctie en/of de zichtbaarheid in het gevaar is gekomen.

De effecten van minder of later onderhoud zijn als volgt. Minder onderhoud kan betekenen dat door vervuiling de zichtbaarheid van de lampen vermindert, of dat door defecten aan de regelinstallatie de doorstroming in gevaar komt. Gebrek aan schilderwerk heeft slechts invloed op de uiterlijke verschijning van de installatie.

---

Gezien de locatie van de TDI's (in de berm bij opritten) is er meestal zoveel ruimte dat voor kleine onderhoudswerkzaamheden geen rijstrookafzetting nodig is. Wel heeft de aanwezigheid van onderhoudsmaterieel op zo'n locatie invloed op de doorstroming, omdat weggebruikers ongewild vaart verminderen.

## 6.2 Toelichting cases

### *Projectomschrijving*

De cases zijn ontwikkeld rondom twee vormen van DVM waar verhoudingsgewijs het meest aan gekwantificeerde informatie over beschikbaar is. Dit betreft de eerder toegelichte systemen van Dynamisch Route Informatie Paneel (DRIP) en Toeritdosering (TDI). Voor beide DVM-onderdelen vergelijken wij de volgende varianten:

- Nulalternatief: Onderhouden volgens huidige onderhoudsintervallen voor de huidige systemen.
- Projectalternatief 1a: Onderhoud uitstellen.
- Projectalternatief 1b: Afstel onderhoud (oneindig uitstellen, derhalve desinvesteren, eventuele latere vervanging door een systeem met vergelijkbare functionaliteit).
- Projectalternatief 2: Vervangen van systemen, door een nieuw systeem met aanvullende functionaliteit(en). Hierbij moeten ook de effecten van de extra functionaliteiten in de afweging betrokken worden.

Projectalternatief 2 zullen wij alleen kwalitatief beschrijven vanwege een gebrek aan informatie over de (aanvullende) functionaliteit van een eventueel nieuw systeem. Ter illustratie vermelden wij dat het in geval van een DRIP bijvoorbeeld kan gaan om vervanging door een GRIP (Grafisch Route Informatie Paneel, deze technologie is thans nog in ontwikkeling). Het verschil is dat de informatie dan grafisch gepresenteerd wordt, in plaats van in tekst. Dit is dan weer eenvoudiger te begrijpen door de weggebruiker. De verschillen tussen projectalternatief 1 en het nulalternatief zullen wij waar mogelijk beschrijven en kwantificeren.

Voor beide cases maken wij wat betreft beschrijving en effecten in termen van voertuig verliesuren gebruik van het rapport 'Verklarende analyse verkeersprestatie hoofdwegennet 2000-2003' (AVV, 2004).

Verder wordt verondersteld dat een deel van de effecten voor de gebruikers zullen wegvloeien naar het buitenland, vergelijkbaar met de manier waarop dit is berekend bij de case verhardingen. Aangenomen wordt dat 50% van het vrachtverkeer uit het buitenland afkomstig is, en 1% en 10% van respectievelijk het zakelijk en recreatief personenverkeer afkomstig is (aannname AVV).

De tijdshorizon van de beide analyses betreft één levenscyclus, derhalve vijftien jaar (een met de andere cases vergelijkbare aanpak van twee onderhoudscycli zo leiden tot een extreem korte tijdshorizon van slechts twee jaar).



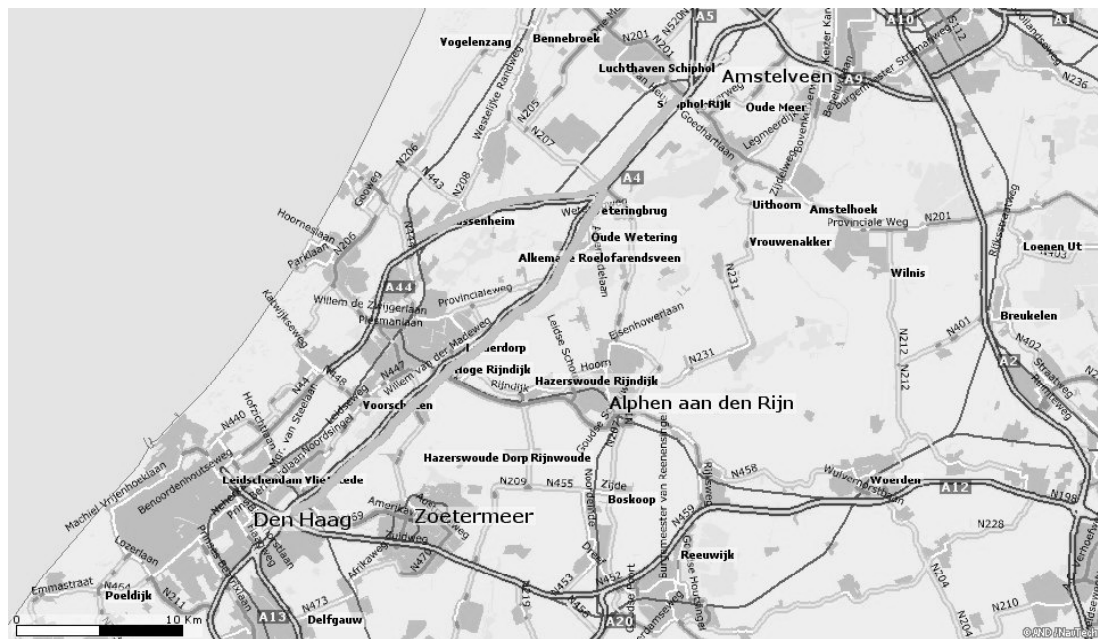
### 6.2.1. Case Dynamische Route Informatie Panelen (DRIP's)

In de Randstad zijn de effecten van een aantal DRIP's geanalyseerd, die van invloed zijn op de A4, de A44 en de A12:

- Nieuw Vennep, A4 (westzijde)
- Ypenburg, A4 (oostzijde).
- Voorburg A12 (zuidzijde).
- Nootdorp A12 (noordzijde).

Het beschouwde invloedsgebied loopt op de A4 van Badhoevedorp tot het Prins Clausplein. Dit is verdeeld in een noordelijk invloedsgebied (Badhoevedorp – Burgerveen) en een zuidelijk deel (Burgerveen – Prins Clausplein). Bij de A44 zijn de effecten van het noordelijk deel bekeken. En voor de A12 loopt het invloedsgebied van Prins Clausplein tot Den Haag Bezuidenhout.

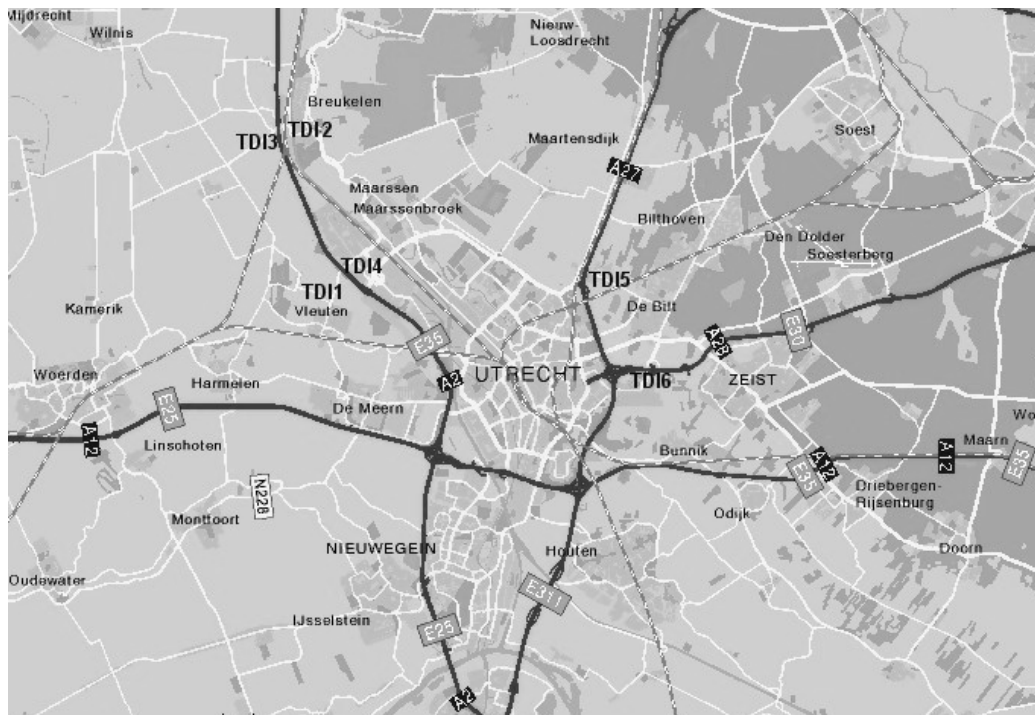
**Figuur 6.1**  
Geanalyseerde DRIP's Randstad  
(A4/A44)



### 6.2.2. Case Toeritdoseerinstallaties (TDI's)

Gedurende de periode 2000 – 2003 is een aantal TDI's in gebruik genomen. Van een zevental waren de data van ingebruikname bekend. Zes van de zeven geanalyseerde TDI's liggen rondom de stad Utrecht en zijn onderwerp van deze case (zie figuur 6.2 voor een overzicht).

**Figuur 6.2**  
Locatie van TDI's in de provincie  
Utrecht (in 2003)



Voor elke TDI is een invloedsgebied van circa 5 km gedefinieerd (ca. 2,5 km voor en 2,5 km na de TDI). Bij de analyses zijn de effecten op het onderliggend wegennet niet in beschouwing genomen en is dus alleen gekeken naar de effecten op de hoofdrijbaan. De volgende TDI's zijn in de analyse betrokken:

- TDI1 : A2, Oostbaan, km 56,2 (Maarsse).
- TDI2 : A2, Oostbaan, km 49,5 (Breukelen).
- TDI3 : A2, Westbaan, km 49,6 (Breukelen).
- TDI4 : A2, Westbaan, km 56,8 (Maarsse).
- TDI5 : A27, Oostbaan, km 83,1 (Utrecht Noord).
- TDI6 : A28, Zuidbaan, km 3,4 (De Uithof).

## 6.3 Effecten

### 6.3.1. Kosten: onderhoud en handhaving

In het onderstaande komen investeringskosten en de variabele en vaste kosten van onderhoud aan de orde.

De kosten van vast onderhoud betreffen een inschatting van de jaarlijkse kosten van instandhouding, inclusief de vervanging van onderdelen tot een bedrag van € 50.000. De kosten van variabel onderhoud betreffen alleen de kosten van tussentijdse updates van software.

De huidige vorm van onderhoud is vooral correctief, dat wil zeggen dat er ingegrepen wordt als een systeem het niet doet.

---

Dit wordt bijvoorbeeld gecontroleerd door met enige regelmaat een camera op de DRIP-installatie te richten.

Preventief onderhoud is echter ook mogelijk, door in de verkeersmanagementcentrale logfiles van de systemen uit te printen waarop aangegeven staat of er problemen zijn met het systeem of niet. AVV is onlangs begonnen om dergelijke informatie structureel te laten verzamelen. Op dit moment genereren deze systemen nog geen (volledige) informatie over uitvalspercentages, in de toekomst waarschijnlijk wel.

De vaste onderhoudskosten en de vervangingskosten zijn afkomstig uit het document 'Planningsmethodiek DVM', DHV Ruimte en Mobiliteit i.o.v. AVV, juni 2005.

De uitgangspunten van de vaste onderhoudskosten zijn:

- Prijspeil 2005 excl. BTW
- Exclusief personeelskosten, exclusief wegfzetting en installatiekosten. De personeelskosten en kosten van wegfzetting en dergelijke horen dus nog in het kader van de OEI-systematiek, toegevoegd te worden aan de schatting. Dit betreft circa + 13% (Bron: bijlage speerpuntenbrief cost driver DVM, 15 augustus 2005)

Het bleek niet mogelijk om een gefundeerde schatting te maken van de relatie tussen de onderhoudskosten en de functionaliteit van de systemen. Hier hebben we derhalve een aanname voor moeten doen. We veronderstellen vijf jaar uitstel van onderhoud, waarbij enig correctief onderhoud zal worden uitgevoerd: 25% van de normale onderhoudskosten. Op dit punt zullen wij ook een gevoeligheidsanalyse uitvoeren.

#### **DRIP**

Een DRIP vervangen kost per stuk gemiddeld € 222.500. Voor nieuwbouw (in plaats van vervanging) geldt een toeslagpercentage van 13%. Een DRIP wordt doorgaans gemonteerd op een wegportaal. Er moet dus additioneel gerekend worden met portaalkosten van gemiddeld € 30.263 (bron: RWS ECO, LBK-bestand, Bouwdienst). Tevens horen hier luskosten bij: gemiddeld € 1.025 per lus.

De vaste onderhoudskosten (grosso modo inspectie- en storingskosten) bedragen gemiddeld € 2.186 per eenheid per jaar. Deze kosten zijn gebaseerd op een levensduur van vijftien jaar. We tellen hier 13% bij op voor diverse personele kosten, wegfzetting, onvoorzien, et cetera. De onderhoudskosten voor een portaal bedragen € 959 (excl. BTW). Bij vervanging van DVM systemen hoeven er geen portaalkosten berekend te worden, een portaal gaat lang mee. De kosten van het onderhoud van een lus zijn € 0. De lussen liggen in het asfalt en worden vervangen als onderhoud van het asfalt aan de orde is.

DRIP's worden geplaatst op plekken waar er al inzicht is in het verkeersbeeld en monitoringssystemen actief zijn.

---

Hier worden dus geen additionele investerings- of onderhoudskosten voor berekend.

De jaarlijkse onderhoudskosten komen daarmee op € 3.429 per DRIP. De case betreft zeven eenheden, de totale jaarlijkse onderhoudskosten voor de DRIP case komen daarmee uit op € 24.004.

### **TDI**

De richtprijs voor een TDI installatie is gemiddeld € 82.250 (vervanging, nieuwbouw +15%). De levensduur van een TDI is vijftien jaar. Tevens horen hier luskosten bij: gemiddeld € 1.025 per lus.

De vaste onderhoudskosten bedragen gemiddeld circa € 5.150 per eenheid per jaar. We tellen hier 13% bij op voor diverse personele kosten, wegafzetting, onvoorzien, et cetera. De kosten van het onderhoud van een lus zijn € 0. De lussen liggen in het asfalt en worden vervangen als onderhoud van het asfalt aan de orde is.

Een TDI functioneert niet zonder MTM-onderstation (Motorway Traffic Management). Dit onderstation wordt echter ook voor andere DVM-functies benut. Verondersteld mag worden dat een MTM-onderstation al aanwezig is en niet specifiek voor een DRIP wordt geplaatst.

De case betreft zes eenheden, totale jaarlijkse onderhoudskosten komen daarmee uit op € 34.917 ( $5.150 * 1,13 * 6$ ).

Ook voor de TDI's bleek het onmogelijk een gefundeerde schatting te maken van de verandering in de onderhoudskosten en –duur wanneer sprake is van achterstallig onderhoud. Hier zijn de aannames vergelijkbaar met die voor de DRIP's (vijf jaar uitstel, jaarlijks 25% van de normale onderhoudskosten voor hoogstnoodzakelijk correctief onderhoud).

### **6.3.2. Baten: transportkostenverandering (reistijdverliezen)**

Reistijdveranderingen ontstaan door veranderingen in het functioneren (lees: beschikbaarheid) van de systemen zelf en door vertragingen tijdens onderhoud.

DVM-systemen creëren met hun invloed op de doorstroming, tijdswinst en een hogere betrouwbaarheid voor de weggebruiker. Bij het uitstellen van onderhoud neemt de functionaliteit van het systeem en daarmee de bereikte tijdswinst en betrouwbaarheid af (Projectalternatief 1).

Tijdens onderhoud zal het systeem buiten werking zijn hetgeen resulteert in meer voertuigverliesuren en een lagere betrouwbaarheid. Een tweede reistijdeffect van onderhoud, in het geval van DRIP's, is dat rijstroken tijdelijk moeten worden afgesloten hetgeen tot extra vertragingen kan leiden. Bij de TDI's zijn rijstrookafzettingen niet nodig omdat deze in de berm staan opgesteld.

---

Het introduceren van een nieuw DVM-systeem in plaats van onderhoud aan het oude, zal ten minste dezelfde functionaliteit beogen (projectalternatief 2).

Alle onderstaande voor de cases genoemde voertuigverliesuren zijn bekeken voor vier tijdvensters tijdens werkdagen: ochtendspits 7-9, ochtendspits 6-10, avondspits 16-19 en de gehele dag. De resultaten voor de gehele dag zijn een sommatie van de effecten tijdens de brede ochtendspits en de avondspits. Buiten de spitsperiodes zullen de TDI's over het algemeen niet actief zijn (uitgezonderd bij incidentele files).

Om de ontwikkeling van de voertuigverliesuren over de jaren te schatten is uitgegaan van de intensiteitontwikkeling zoals deze in de voorbereiding van de Nota Mobiliteit is gehanteerd. Met behulp van elasticiteiten tussen intensiteit en voertuigverliesuren is vervolgens bepaald dat het aantal voertuigverliesuren in het gebied jaarlijks met 1,9% toeneemt. Op basis van dit percentage is de ontwikkeling van de voertuigverliesuren doorgerekend voor de situatie waarin geen DRIP's of TDI's actief zouden zijn.

### **DRIP**

Er vindt door het gebruiken van een DRIP een herverdeling plaats van het verkeer over de beschikbare routes. Stroomafwaarts zal ter hoogte van het knelpunt de terugslag van de file worden beperkt en zal op de alternatieve route de belasting toenemen. Ingeschat wordt dat het effect op de wegcapaciteit +3% bedraagt (bron: Arcadis/Goudappel Coffeng, 2002).

In tabel 6.1 wordt voor de beschreven case een overzicht gegeven van de effecten van de aanwezigheid van de DRIP's<sup>29</sup> in termen van voertuigverliesuren tijdens werkdagen in 2003 (bron: AVV, 2004). In de jaren na invoering zal het effect van deze DRIP's relatief gezien steeds kleiner worden doordat ook andere maatregelen worden getroffen en de intensiteiten toenemen. In de KBA is de 'tijdelijkheid' van het effect verwerkt door aan te nemen dat het percentuele effect van deze DRIP's gedurende de levensduur lineair afneemt tot ongeveer 30% van het effect bij ingebruikname (lees: zoals vastgesteld in 2003). Ook na vervanging (door huidige systeem) blijft het effect in projectalternatief 1a dus op 30% van dat bij ingebruikname.

Voor de effecten van het uitblijven van onderhoud dient uiteraard een aanvullende aanname gemaakt te worden (projectalternatief 1a en 1b). Het bleek onmogelijk om een inschatting te geven van de invloed van achterstallig onderhoud op de gevolgen voor de voertuigverliesuren, bijvoorbeeld in termen van afname van de beschikbaarheid van de DRIP's. In de KBA is er vanuit gegaan dat de beschikbaarheid in het nulalternatief gelijk is aan de streefwaarde van 90% (= situatie bij optimaal onderhoud). Verder veronderstellen wij dat bij uitstel van onderhoud, dit percentage onmiddellijk terugvalt naar 85%.

---

<sup>29</sup> Bron: AVV, Verklarende analyse verkeersprestatie hoofdwegennet 2000-2003, 2004

In termen van voertuigverliesuren betekent dit dat het reducerend effect van de DRIP's gelijk is aan:

- $85/90 = 0,94$  \* effect van DRIP's in het nulalternatief, in elk jaar dat sprake is van achterstallig onderhoud. We veronderstellen vijf jaar uitstel van onderhoud.

**Tabel 6.1 Effecten van DRIP's Randstad op VVU's, in 2003 voor werkdagen** (bron: Verklarende analyse verkeersprestatie hoofdwegennet, AVV, 2004)

	7 - 9	6 - 10	16 - 19	Dag
Waargenomen VVU's	846697	1237721	1332859	2642330
A4 Oost (N)	-53121	-100584	0	-100584
A4 Oost (Z)	-95100	-109725	-33502	-143228
A4 West (N)	-13476	0	0	0
A4 West (Z)	19741	39717	-133792	-94075
A12	-4546	-7837	0	-7837
A44 Oost	-20269	-22098	0	-22098
A44 West	-2732	0	0	0
Totaal VVU	-169502	-200527	-167295	-367822
Effect in %	-16,7%	-13,9%	-11,2%	-12,2%

De effecten van de DRIP's zijn gekoppeld aan een specifieke rijrichting. De KBA wordt gebaseerd op de effecten van de zeven vermelde DRIP's tezamen, op dagniveau voor werkdagen. Hiertoe is gebruik gemaakt van de gegevens in de meest rechtse kolom en onderste twee regels van bovenstaande tabel.

Bij de monetaarisering van de reistijdverschillen tussen de projectalternatieven en het nulalternatief wordt onderscheid gemaakt tussen personenverkeer (en daarbinnen de reismotieven woon-werk, zakelijk en overig) en het vrachtverkeer. Omdat het aandeel vrachtwagens verschilt per wegdeel, is een gewogen aandeel voor het hele studiegebied bepaald. Daarbij is uitgegaan van de volgende aandelen (bron: INWEVA bestand 2003, werkdagen):

wegdeel	dagelijks verkeersvolume	aandeel vrachtwagens
A4	117.000	11%
A44	55.000	9%
A12	130.000	7%

Deze gegevens resulteren in een gewogen aandeel voor het vrachtverkeer binnen het studiegebied van 8,9%.

Voor de KBA is het noodzakelijk de reductie in voertuigverliesuren door de DRIP's en het aantal voertuigverliesuren tijdens onderhoud aan de DRIP's van elkaar te onderscheiden.

---

Uitgaande van een onderhoudsduur van drie uur per DRIP (dus jaarlijks eenentwintig uur voor de zeven DRIP's in het gebied) op een tijdstip dat de DRIP's niet effectief zijn, zorgt voor een vrijwel verwaarloosbare hoeveelheid voertuigverliesuren als gevolg van onderhoud. Dit effect is vrijwel gelijk aan 0.

### **TDI**

De capaciteit op het hoofdwegennet neemt met 0 tot 5% toe bij gebruik van toeritdosering, wat wordt afgerond op 2% voor het direct stroomafwaarts gelegen wegvak van de oprit waar een toeritdosering wordt toegepast (bron: Arcadis/Goudappel Coffeng, 2002).

In tabel 6.2 wordt een overzicht gegeven van de analyseresultaten van de case study, voor wat betreft de effecten van het *aanleggen* van de TDI's. Net als voor DRIP's wordt verondersteld dat het effect op de doorstroming in de jaren na invoering geleidelijk aan afneemt. In de KBA is deze 'tijdelijkheid' van het effect verwerkt door aan te nemen dat het percentuele effect van de TDI's gedurende de levensduur lineair afneemt tot ongeveer 30% van het effect bij ingebruikname (lees: zoals vastgesteld in 2003). Ook na vervanging (door huidige systeem) blijft het effect in projectalternatief 1a dus op 30% van dat bij ingebruikname.

Voor de effecten van het uitblijven van onderhoud dient uiteraard een aanvullende aanname gemaakt te worden (projectalternatief 1a en 1b). Het bleek onmogelijk om een inschatting te geven van de invloed van achterstallig onderhoud op de gevolgen voor de voertuigverliesuren, bijvoorbeeld in termen van afname van de beschikbaarheid van de TDI's. In de KBA is er vanuit gegaan dat de beschikbaarheid in het nulalternatief gelijk is aan de streefwaarde van 90% (= situatie bij optimaal onderhoud). Verder veronderstellen wij dat bij uitstel van onderhoud dit percentage onmiddellijk terugvalt naar 85%. In termen van voertuigverliesuren betekent dit dat het reducerend effect van TDI's gelijk is aan:

- $85/90 = 0,94$  \* effect van TDI's in het nulalternatief, in elk jaar dat sprake is van achterstallig onderhoud.

Zoals eerder aangegeven, vindt het onderhoud aan de TDI-installaties buiten de rijbaan plaats. Wel leidt de aanwezigheid van onderhoudsmaterieel op dergelijke locaties ertoe dat weggebruikers ongewild vaart minderen. Gelet op de geringe duur van het onderhoud wordt dit effect echter niet significant geacht om apart mee te nemen in de KBA.

.....  
**Tabel 6.2** Overzicht van effectanalyses  
van TDI's (effecten op VVU's in 2003)

	TDI1	TDI2	TDI3	TDI4	TDI5	TDI6	totaal
VVU's 7-9							
Waargenomen VVU's	317.632	239.725	69.068	28.075	6.980	30.219	
Effect TDI	-13.613	-50.839	9.122	10.201	0	0	
% effect TDI	-4,1%	-17,5%	15,2%	57,1%	0,0%	0,0%	
VVU's 6-10							
Waargenomen VVU's	507.150	363.647	88.707	34.679	7.888	37.066	
Effect TDI	-6.522	-70.762	11.238	8.038	0	0	
% effect TDI	-1,4%	-16,3%	14,5%	30,2%	0,0%	0,0%	
VVU's 16-19							
Waargenomen VVU's	41.517	18.768	138.214	128.823	190.821	188.974	
Effect TDI	-31.661	-9.474	-33.087	-31.260	23.264	-23.255	
% effect TDI	-43,3%	-33,5%	-19,3%	-19,5%	13,9%	-11,0%	
VVU's Dag							
Waargenomen VVU's	556.086	405.993	325.098	225.660	203.497	279.277	1.995.611
Effect TDI	-38.183	-80.236	-21.849	-23.222	23.125	-27.512	-167.877
% effect TDI	-6,4%	-16,5%	-6,3%	-9,3%	12,8%	-7,7%	-7,8%

De effecten van de TDI's zijn gekoppeld aan een specifieke rijrichting.

Bij de TDI's 1, 2, en 6 zien we een beeld dat consistent is met de verwachtingen: een daling van de VVU's in zowel de avond als de ochtendspits. Bij TDI3 en TDI4 (beide A2, westbaan bij respectievelijk Breukelen en Maarssen) zien we echter een afwijkend beeld. In de ochtendspits zien we daar een stijging van de VVU's. Bij TDI5 (A27, oostbaan, Utrecht Noord) is in de avondspits een stijging van VVU's te zien. Onbetrouwbare detectielussen zouden de oorzaak kunnen zijn van deze 'effecten', die in strijd zijn met de verwachtingen. Het opnieuw instellen van de installaties kan ook leiden tot andere metingen. Het is dus beter de effecten over alle TDI's tezamen te nemen. Het gemiddelde effect op werkdagen komt dan neer op 7,8%.

De getoonde effecten hebben alleen betrekking op het hoofdwegennet. Tegelijkertijd vindt er op een onderliggend wegennet een 'opstroping' van het verkeer plaats. De bovengenoemde effecten moeten derhalve afgewaardeerd worden. Het afroompercentage ligt tussen de 25% en 50%, derhalve gemiddeld 37,5% (expert inschatting AVV). Netto leidt dit tot een gemiddeld effect, althans in het jaar van ingebruikname, van  $(100\% - 37,5\%) * 7,8\% = 4,8\%$ . In de navolgende jaren dient uiteraard weer rekening te worden gehouden met de 'tijdelijkheid' van het effect van de TDI's. Voor het nulalternatief en het projectalternatief 1a betekent dit dat de TDI's na twintig jaar geen effect meer hebben op het aantal voertuigverliesuren; in projectalternatief 1b is er na negentien jaar geen reducerend effect meer zichtbaar.



---

Bij de monetaarisering van de reistijdverschillen tussen de projectalternatieven en het nulalternatief wordt onderscheid gemaakt tussen personenverkeer (en daarbinnen de reismotieven woon-werk, zakelijk en overig) en het vrachtverkeer. Omdat het aandeel vrachtwagens verschilt per wegdeel, is een gewogen aandeel voor het hele studiegebied bepaald. Daarbij is uitgegaan van de volgende aandelen (bron: INWEVA bestand 2003, werkdagen):

wegdeel	dagelijks verkeersvolume	aandeel vrachtwagens
A2	1521.626	11%
A27 (één rijrichting)	50.713	8%
A28 (één rijrichting)	48.552	14%

Deze gegevens resulteren in een gewogen aandeel voor het vrachtverkeer binnen het studiegebied van 10,7%.

### 6.3.3. Baten: betrouwbaarheid

De methodiek voor het kwantificeren van betrouwbaarheid bestaat uit het waarden van de effecten op basis van de optredende wijzigingen in de spreiding (standaarddeviatie) van de aankomsttijden c.q. de reistijden.

De betrouwbaarheid van de reistijden wordt met DVM-systemen groter (dat wil zeggen met een kleinere standaarddeviatie in de snelheden), door de betere informatievoorziening en de verbeterde doorstroming. Een afname van de functionaliteit van het systeem leidt derhalve tot negatieve effecten op betrouwbaarheid (projectalternatief 1). De functionaliteit van een nieuw systeem (projectalternatief 2) zal ten minste gelijk zijn aan dat van het huidige systeem. Derhalve neutraal/positief te waarden.

Omdat wij -naast de inschatting van de effecten van onderhoud op spreiding- geen inzicht hebben in de effecten van DRIP's en TDI's op spreiding rondom de reistijd, wordt dit effect niet gekwantificeerd. Ter informatie volgt hier de wel beschikbare informatie rondom de gemiddelde snelheid.

#### DRIP

Tabel 6.3 geeft een samenvatting van de effecten op de snelheid voor de beschreven DRIP-case<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> Bron: AVV, Verklarende analyse verkeersprestatie hoofdwegennet 2000-2003, 2004.

**Tabel 6.3 Effecten van DRIP's (Randstad) op snelheid (2003)**

	7 - 9	6 - 10	16 - 19	Dag
Waargenomen snelheid	81,5	83,6	84,7	91,3
A4 Oost (N)	3,4	3,6	0	1,1
A4 Oost (Z)	6,0	4,2	1,0	1,6
A4 West (N)	0	0	0	0
A4 West (Z)	-2,8	-3,0	5,1	0,6
A12	1,6	2,1	1,1	1,0
A44 Oost	5,2	3,6	0	1,1
A44 West	0	0	0	0
Totaal	1,9	1,4	1,6	0,4
Effect in %	2,4%	1,6%	1,9%	0,4%

In lijn met de eerdere bevindingen vinden we de grootste snelheidseffecten in de ochtendspits op de A4 oost. Echter ook op de A44 oost zien we een aanzienlijk effect van gemiddeld 5,2 km/u. Tijdens de avondspits is het grootste effect te zien het zuidelijk deel van de A4 west. Tijdens de spitsen bedraagt het gemiddeld effect op netwerkniveau tussen de 1,5% en 2%.

#### TDI

In tabel 6.4 worden de effecten op de snelheid gepresenteerd van de aanleg van TDI's. We zien hier een zelfde beeld als bij de VVU's. Bij de TDI's 1, 2, 6 en 7, zien we een toename van de snelheid over het beschouwde deel van het netwerk. Bij de andere TDI's wijkt dit beeld af. Alhoewel de analyseresultaten consistent zijn met hetgeen gevonden is bij de VVU's, is niet duidelijk waardoor de afwijkingen ontstaan.

**Tabel 6.4 Overzicht van effectanalyses van TDI's (effecten op snelheid in 2003)**

	TDI1	TDI2	TDI3	TDI4	TDI5	TDI6
Snelheid 7-9						
Waargenomen snelheid	61,9	52,1	87,8	92,4	96,6	90,3
Effect TDI	3,0	7,9	-1,9	-2,0	0	0
% effect TDI	5,1%	17,9%	-2,1%	-2,1%	0,0%	0,0%
Snelheid 6-10						
Waargenomen snelheid	64,2	70,1	89,8	93,9	97,5	92,0
Effect TDI	2,2	7,3	-1,8	-1,1	0	0
% effect TDI	3,5%	11,7%	-2,0%	-1,2%	0,0%	0,0%
Snelheid 16-19						
Waargenomen snelheid	92,3	96,2	82,6	76,5	72,6	75,4
Effect TDI	5,2	1,8	3,0	5,9	-5,3	6,3
% effect TDI	6,0%	1,9%	3,7%	8,4%	-6,8%	9,1%
Snelheid Dag						
Waargenomen snelheid	74,8	83,3	87,9	87,0	85,9	84,1
Effect TDI	2,2	2,7	0,4	1,4	-1,6	1,9
% effect TDI	3,1%	3,4%	0,4%	1,7%	-1,8%	2,3%

---

#### **6.3.4. Baten: veiligheid**

Veiligheidseffecten ontstaan door het plotselinge functieverlies als gevolg van minder regelmatig onderhoud, en door afname van functionaliteit van de systemen zelf.

##### **Ongevalskansen als gevolg van plotseling wegvallen DVM-voorziening**

Het plotseling ontbreken/uitvallen van verkeerssignalering kan leiden tot negatieve veiligheidseffecten die niet gecompenseerd kunnen worden met alternatieve maatregelen. Dit effect kan wegens gebrek aan informatie niet gekwantificeerd worden.

##### **Ongevalskansen met/zonder DVM**

Over de veiligheidseffecten van de systemen 'an sich' kan het volgende gemeld worden (Bron: Arcadis/Goudappel Coffeng, 2002):

- **DRIP**

DRIP's leiden tot afname van het aantal verkeersslachtoffers door het homogeniseren van snelheden. Door het homogener worden van het verkeersbeeld (kleinere standaarddeviatie van snelheden) ontstaan er minder schokgolven en dus een meer verkeersveilige situatie. In een studie naar de effecten van plaatsing van DRIP's in Breda blijkt dat tweederde van de weggebruikers de verkeersveiligheid verbeterd of neutraal vond. Ongeveer eenderde vond de verkeersveiligheid afgenomen vanwege plotseling remmen of rijhelft wisselen. Het is dus moeilijk om te stellen dat door het uitblijven van beheer en onderhoud aan DRIP's de veiligheidssituatie verslechtert.

- **TDI**

Een toerit is een potentieel conflictpunt. Door onzorgvuldig invoegen (bijvoorbeeld door de snelheid niet voldoende aan te passen) kunnen schrikreacties en stuurcorrecties ontstaan. Hierdoor kunnen schokgolven ontstaan in de verkeersstroom op de hoofdrijbaan. Door de toeritdosering ontstaan meer mogelijkheden voor invoegend verkeer om de snelheid aan te passen aan de snelheid van het verkeer op de hoofdrijbaan. Hierdoor kan zorgvuldiger worden ingevoegd. Dit heeft tot gevolg dat er minder ongevallen op de hoofdrijbaan plaatsvinden. Uit onderzoek is echter ook gebleken dat de winst op de hoofdrijbaan teniet wordt gedaan door meer aanrijdingen op de toerit. Per saldo houdt dit een veiligheidseffect van 0 in. Een verslechtering van de functionaliteit heeft dus vanuit dit oogpunt eveneens geen veiligheidseffect.

#### **6.3.5. Baten: verandering in comfort**

Het uitstellen van onderhoud betekent functieverlies van het DVM-systeem. De weggebruiker zal in het geval van DRIP's weer meer op zijn eigen inschatting van de doorstroming aangewezen zijn. In het geval van TDI's is er geen sprake van comfortvermindering, anders dan al berekend in de vorm van de reistijdverliezen.

---

In het kader van het publieksgericht werken van Rijkswaterstaat wordt er veel waarde gehecht aan een tevreden weggebruiker. DVM-systemen spelen hierbij een belangrijke rol omdat goede informatievoorziening bijdraagt aan de tevredenheid. Dit zijn effecten die in het kader van een KBA niet gekwantificeerd worden, maar uiteraard wel een rol spelen bij de afweging rondom aanleg en investeringen in DVM-systemen.

#### **6.3.6. Baten: Milieu**

Milieueffecten spelen een kleine rol en bestaat uit hogere uitstoot bij verkeersvertragingen. DVM systemen bevorderen de doorstroming en daarmee efficiënt brandstofgebruik. Ook de geluidshinder kan afnemen door het homogeniseren van snelheden.

Het uitstellen van onderhoud in projectalternatief 1 zorgt voor een verminderde effectiviteit en heeft dus een negatief effect. Een nieuw systeem (projectalternatief 2) zal altijd gericht zijn op een verbetering van doorstroming en daarmee positief scoren op de efficiëntie van brandstofgebruik.

Deze post zal vanwege het quick scan gehalte van deze case niet nader gekwantificeerd worden en P.M. worden opgevoerd.

### **6.4 Kosten-Batenopstelling**

#### **6.4.1. Uitkomsten base case**

De hierna volgende tabellen geven een overzicht van de uitkomsten van de projectalternatieven voor respectievelijk DRIP's en TDI's, doorgerekend met de veronderstellingen zoals beschreven in paragraaf 6.2 en 6.3, in duizenden euro's. Het uitgangspunt van deze tabellen is een verschillenanalyse, dus de uitkomsten geven de verschillen weer tussen de respectievelijke projectvarianten en het nulalternatief, en zijn geen absolute uitkomst. De disconteringsvoet, te hanteren als benadering van rendement van een alternatieve investering, is 4%. Het betreft een analyse op nationaal niveau, wat betekent dat de effecten voor buitenlandse partijen (gebruikers) geen onderdeel zijn van het hierna volgende overzicht.

## DRIP's:

### Netto Contante Waarde in 2005 DRIPs saldo in 1,000 euro's Alternatief 1a Uitstellen onderhoud naar 1x per 5 jaar

Kosten		Baten	
Vermeden vervangingskosten	0	Reistijdverliezen door verminderd effect DRIPs	-1.761
Variabele onderhoudskosten	-40	Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	0
Verminderde onderhoudskosten	180	Betrouwbaarheid	0
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-1.621</b>		

### Netto Contante Waarde in 2005 DRIPs saldo in 1,000 euro's Alternatief 1b Afstel onderhoud

Kosten		Baten	
Vermeden vervangingskosten	1.244	Reistijdverliezen door verminderd effect DRIPs	-2.104
Variabele onderhoudskosten	-49	Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	0
Verminderde onderhoudskosten	270	Betrouwbaarheid	0
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-638</b>		

## TDI's:

### Netto Contante Waarde in 2005 TDIs saldo in 1,000 euro's Alternatief 1a Uitstellen onderhoud naar 1x per 5 jaar

Kosten		Baten	
Vermeden vervangingskosten	0	Reistijdverliezen door verminderd effect TDIs	-495
Variabele onderhoudskosten	-81	Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	0
Verminderde onderhoudskosten	322	Betrouwbaarheid	0
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-254</b>		

### Netto Contante Waarde in 2005 TDIs saldo in 1,000 euro's Alternatief 1b Afstel onderhoud

Kosten		Baten	
Vermeden vervangingskosten	274	Reistijdverliezen door verminderd effect TDIs	-592
Variabele onderhoudskosten	-99	Reistijdwinsten bij vermeden onderhoud	0
Verminderde onderhoudskosten	375	Betrouwbaarheid	0
		Schade- en ongevalskosten	0
		Comfort	PM (-)
		Milieu-extra uitstoot	PM (-)
		Milieu- extra geluidsoverlast	PM (-)
<b>Saldo (NCW totaal)</b>	<b>-41</b>		

Voor alle varianten vallen de projectalternatieven negatief uit. Dat betekent dat de veronderstelde besparingen op onderhoud niet opwegen tegen de reistijdverliezen door afname van de functionaliteit van de systemen.

---

Aangezien de pro memorieposten nog negatief inwerken op de saldi in beide projectalternatieven, zullen de uitkomsten in de praktijk nog negatiever te zijn. Geen van de opties lijkt dus een zinvol onderhoudsalternatief te bieden.

#### **6.4.2. Gevoeligheidsanalyse**

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd op de volgende onderdelen:

- Disconteringsvoet 0% en 7% in plaats van 4%;
- Toedeling van baten aan buitenlandse partijen laten vervallen;
- Mogelijk break-evenmoment bij waardering pro-memorieposten.
- Effecten op reistijd slechts 50% van de verwachte reductie in VVU's.
- Invloed uitstel onderhoud op onderhoudskosten en –duur.

##### *Disconteringsvoet*

Als de disconteringsvoet op 0% wordt gesteld, zien wij dat de saldi van projectalternatief 1a bij zowel de DRIP's als de TDI's nog negatiever uitvallen (circa –25% NCW). De saldi voor projectalternatief 1b verbeteren juist doordat de vermeden vervangingskosten zwaarder meetellen (resp. +71% NCW voor DRIP's en + 327% NCW voor TDI's). Bij de TDI's leidt dit zelfs tot een positief saldo van € 93.000 NCW. De verschillen zijn niettemin aanmerkelijk kleiner dan bij de andere cases.

Bij een disconteringsvoet van 7% verbeteren de saldi van projectalternatief 1a enigszins (circa +14%, NCW), terwijl de saldi van projectalternatief 1b verslechteren met respectievelijk –22% (NCW) bij DRIP's en met –120% (NCW) bij TDI's. Laatste genoemde verandering lijkt veel, maar in absolute termen gaat het slechts om een afname van het saldo met € 49.000, NCW.

##### *Wegvloei buitenland*

Als het percentage wegvloei van baten naar het buitenland op 0% wordt gesteld, worden de baten-kostensaldi in alle gevallen nog iets negatiever (circa –6% NCW). De oorzaak hiervoor is dat nu de extra voertuigverliesuren die in ieder alternatief ontstaan volledig worden doorberekend in de baten.

##### *Break-evenpunt bij waardering pro-memorieposten*

Zowel bij DRIP's als TDI's geldt dat de pro-memorieposten een negatieve invloed hebben op de kosten-batensaldi van alle projectalternatieven. Aangezien de kosten-batensaldi al negatief waren, zal verdiscontering van de pro-memorieposten alleen maar tot nog negatievere uitkomsten leiden.

##### *Vermindering effecten reistijdverliezen*

Wanneer de negatieve gevolgen van het achterstallig onderhoud maar voor 50% worden doorberekend in de baten, verbeteren de saldi van alle projectalternatieven aanzienlijk.

---

Bij projectalternatief 1a is sprake van een verbetering van circa 54% (NCW) voor DRIP's en circa 98% (NCW) voor TDI's. De corresponderende saldi blijven echter negatief: respectievelijk € – 741.000 (NCW) voor DRIP's en € –254.000 (NCW) voor TDI's. Bij projectalternatief 1a zijn de verbeteringen nog fors met positieve saldi in beide gevallen: voor DRIP's komt het saldo uit op € 413.000 (+165%, NCW) en voor TDI's op € 255.000 (+722%, NCW).

#### *Invloed uitstel onderhoud op onderhoudskosten en -duur*

De gevoeligheid van de uitkomsten voor veranderingen in onderhoudsduur ten gevolge van achterstallig onderhoud is naar verwachting gering. De reden hiervoor is dat de duur van het onderhoud (en daarmee de periode waarbinnen extra reistijdverliezen ontstaan) een marginaal deel uitmaakt van het aantal uren dat een jaar telt, zelfs bij een forse toename ten opzichte van het nulalternatief. Pas wanneer de daadwerkelijke onderhoudskosten ten minste een factor 4 hoger liggen dan in het nulalternatief wordt de kostenbesparing door uitstel van onderhoud volledig tenietgedaan. Verviervoudiging van de onderhoudskosten als gevolg van achterstallig onderhoud is echter onwaarschijnlijk. De gevonden baten-kostensaldi lijken dan ook voldoende robuust op dit punt.

## **6.5 Analyse**

De resultaten laten een uniform beeld zien: uitstel van onderhoud met baten in de vorm van kostenbesparingen, leidt tot verhoudingsgewijs grotere negatieve effecten in de vorm van reistijdverlies. Dit is echter afhankelijk van de gekozen aannames waar er vanwege ontbrekende gegevens veel van nodig waren. De waarde van de uitkomsten is beperkt vanwege het ontbreken van cijfers over de relatie tussen uitstel van onderhoud en functionaliteit van de systemen. Ondanks het ontbreken van 'harde cijfers' laat de gevoeligheidsanalyse wel zien dat de uitkomsten redelijk robuust zijn.

De effecten van de DRIP's en TDI's zijn gebaseerd op de effectanalyses door AVV. In de betreffende studie valt op dat sommige TDI's in het studiegebied niet tot minder maar juist tot meer voertuigverliesuren hebben geleid. Dit contraproductief functioneren duidt op een verkeerde afstelling van de TDI's. Als gevolg hiervan is het effect van de TDI's op het niveau van het studiegebied wellicht onderschat.

Opnieuw bleken er dus veel aannames nodig te zijn om deze case te realiseren, zowel ten aanzien van 'statistieken' als van de wisselwerking tussen (verandering in) onderhoud enerzijds en kosten en baten anderzijds. De belangrijkste vatten we hieronder samen, uitgesplitst naar statistieken en gekwantificeerde relaties:

Ontbrekende 'statistieken':

- De langetermijnontwikkeling in het aantal voertuigverliesuren in het studiegebied bij afwezigheid van de onderzochte DRIP's of TDI's;

- 
- Bruto reducerend effect van een DRIP of TDI op de voertuigverliesuren (d.w.z. exclusief verliesuren ten gevolge van het onderhoud);
  - Beschikbaarheidscijfers DRIP's en TDI's in de praktijk;
  - Betrouwbaarheidscijfers op het netwerk in de betreffende studiegebieden (spreiding rondom gemiddelde reistijden).

Ontbrekende inzichten in/kennis over:

- Afbakening van het studiegebied (lees: selectie van de DVM-systemen die in beschouwing worden genomen);
- Grootte van het opstropend effect van een TDI op het onderliggend wegennet;
- Grootte van het effect van een DRIP of TDI in de jaren na ingebruikname (zgn. 'tijdelijkheid' van het effect);
- Invloed van een DRIP of TDI op de betrouwbaarheid in de reistijd;
- Invloed van uitval van een DRIP of TDI op de veiligheid, in het bijzonder op de verandering in de ongevalskans;
- Samenhang tussen beschikbaarheid en reducerend effect van een DRIP of TDI op voertuigverliesuren;
- Samenhang tussen beschikbaarheid en effect van een DRIP of TDI op de betrouwbaarheid;
- Mate van verandering van de snelheid op de hoofdrijbaan tijdens onderhoud aan een TDI (vanwege aanwezigheid onderhoudsmaterieel buiten de rijbaan);
- Invloed van achterstallig onderhoud op de beschikbaarheid (c.q. uitvalkans) van een DRIP of TDI (verloop en grootte van de terugval);
- Samenhang tussen de mate van achterstallig onderhoud en de duur van het onderhoud;
- Samenhang tussen de mate van achterstallig onderhoud en de (extra) kosten van het onderhoud.



---

---

---

## 7. Conclusies en aanbevelingen voor een raamwerk van KBA voor B&O

---

Dit hoofdstuk bevat de conclusies die wij kunnen trekken op basis van de cases, eerst gericht op de ingezette KBA-methodiek, vervolgens vanuit de inhoud van de cases. We sluiten af met aanbevelingen over hoe deze vorm van economische onderbouwing mogelijk verder ingevuld kan worden.

Met deze conclusies proberen wij inzichtelijk te maken wat naar onze mening de cases hebben opgeleverd en wat onze visie is ten aanzien van toepassing van KBA voor B&O in het algemeen.

### 7.1 Conclusies over het gebruik van KBA voor B&O-afwegingen

De cases leveren niet alleen informatie over de projectalternatieven maar ook over de inzet van het instrument KBA voor B&O. Daarbij gaat het niet om een toepasbaarheidsonderzoek van OEI, maar om een beoordeling of het meenemen van maatschappelijk-economische afwegingen tot andere resultaten leidt dan een afweging alleen op basis van technische normen. Paragraaf 7.2 geeft een antwoord op deze vraag op het niveau van de voorbeeldcases: **JA, een KBA geeft extra inzicht**. Het toepassen van een KBA-methodiek voor onderhoudsafwegingen voegt toe dat maatschappelijke effecten naast kosten en baten voor de (vaar)wegbeheerder in beeld komen.

In deze paragraaf gaan we in op de 'mitsen en maren' van de analyse, en geven we aan op welk niveau we denken dat een KBA voor B&O ingezet kan worden.

#### *De data-input voor de analyse moet beter*

Er waren veel aannames nodig om invulling te geven aan de cases. Maar is dit daadwerkelijk anders dan bij investeringen in aanleg? Het is naar onze mening zo dat voor een deel de aard van deze aannamen anders is, of niet in verhouding staat tot de te maken afweging. We onderscheiden drie verschillende soorten:

- **Prognoses:** deze aannames van vervoersprognoses in termen van vervoersbewegingen, aantallen reizigers, goederenstromen, et cetera zijn gelijk aan die bij aanleginvesteringen, maar vanwege de kleinere schaal waarop doorgaans gekeken wordt, is doorrekening met behulp van een model meestal te ingrijpend. Het is dus ook om deze reden nodig om een hoger schaalniveau te kiezen.

- 
- **Samenhang tussen gebruik van de infra en gevolgen voor de staat van het onderhoud:** er zijn weliswaar expert-inschattingen over zaken als onderhoudsduur, kosten en levensduur bekend, maar 'hard' cijfermateriaal uit de praktijk ontbreekt grotendeels of lijkt af te wijken van de inschattingen van experts (bijvoorbeeld invloed van snelheid of intensiteit op slijtage, kostenverdeling naar rijstrook, levensduur ZOAB etc.); hierdoor is de onderscheidbaarheid in kosten van specifieke locaties gering; op dit punt is nog meer uitwisseling en opbouw van kennis door DWW en AVV wenselijk.
  - **Verkeerskundige effecten** van de onderhoudsstaat: met name de invloed van een beperkte verminderde kwaliteit op de capaciteit, betrouwbaarheid en veiligheid (m.n. risico op botsingen en daardoor incidentele files) is nog nagenoeg onbekend. Benutting van gegevens uit literatuurstudie blijkt moeilijk te zijn. Bijvoorbeeld het internationaal veelgebruikte HDM4 (Wereldbank voor het doorrekenen van onderhoudsafwegingen voor wegen, niet toegepast in Nederland) is een black box waar geen deelcomponenten uit kunnen worden geïsoleerd. Op dit moment is het model ook niet meer beschikbaar en wordt aan een nieuwe versie gewerkt.

*De onderhoudstoestand in jaar 0 is essentieel voor de uitkomsten*

In de 'techniek' van de KBA-opstelling doen zich een aantal interessante opvallendheden voor. De belangrijkste opvallendheid heeft te maken met de onderhoudsstaat in het startjaar van de KBA. De hoogte van de disconteringsvoet in combinatie met het moment van start van de analyse (het laatste onderhoud is net uitgevoerd op  $t=-1$  of moet juist in het eerste jaar  $t=1$  van de analyse gedaan worden) is van grote invloed op de hoogte van de uitkomsten.

*Optimalisatie of indicatie van uitersten?*

Het doel van de KBA's was het doorrekenen van een aantal in meer of mindere mate fictieve varianten om inzicht te krijgen of de KBA-methodiek kan helpen bij de afweging. Het doel was niet om te optimaliseren, zoals ProRail als uitgangspunt heeft gekozen. Het is in theorie mogelijk dat er tussen de nulvariant en de gekozen projectvariant nog een optimum bestaat. Over de keuze van projectalternatieven ten behoeve van optimalisatie moet dus goed worden nagedacht.

*Is een KBA toepasbaar op meerdere niveaus van B&O-afweging?*

Dat de analyse op zich verder verfijnd moet worden met betere gegevens, betekent niet dat er met de huidige aannames en veronderstellingen niets nuttigs gedaan kan worden. Kosten-batenanalyse als methodiek is toepasbaar gebleken voor beheer en onderhoud. Toepassing blijkt echter zeker niet minder bewerkelijk te zijn dan voor de afweging van aanleg investeringen.

---

Zie ook het overzicht van bijzonderheden dat we hebben opgesteld bij aanvang van de cases, in hoofdstuk 2, en de conclusies over de hoeveelheid benodigde aannames. De vraag die we hier moeten beantwoorden is **op welk niveau de KBA moet worden ingezet**. Hierin zijn een aantal niveaus te onderscheiden, van hoog naar laag abstractieniveau:

- Vergelijking tussen bestedingen aan transportinfrastructuur en andere overheidsbestedingen
- Vergelijking tussen modaliteiten
- Vergelijking tussen typen objecten
- Vergelijking tussen (onderhouds)projecten

De laatste drie niveaus hebben betrekking op afweging binnen Verkeer en Waterstaat. Deze vergelijkingen hebben altijd een doelstelling om te prioriteren:

- Hetzij om aan te tonen dat het maatschappelijk gezien goed is om een projectalternatief wel of niet uit te voeren;
- Hetzij om rangorde aan te brengen tussen projecten ingeval van budget tekorten of knelpunten in tijd of capaciteit om projecten te realiseren.

De cases laten zien dat de eerste vorm van prioriteitsstelling goed haalbaar is, met de beperking van de benodigde aannames. De insteek van de cases was om te kijken naar (vaar)wegvakniveau. Dit met het idee zo optimaal mogelijk gebruik te kunnen maken van bestaande statistieken. Deze aanpak viel tegen in de zin dat beschikbaarheid van gegevens beperkt bleek en dat later een projectalternatief (tegenaan overbelading) in beeld kwam waar de effecten het (vaar)wegvakniveau overschrijden. Hier hebben we van geleerd dat een hoger schaalniveau een betere insteek is, ook voor onderhoudsafwegingen.

Vergelijking tussen *projecten* met het doel om te prioriteren is mogelijk omdat de projecten vergelijkbaar zijn c.q. worden gemaakt in de tijdshorizon van de analyse. Hierbij moet er wel sprake zijn van differentiatie in gebruiksgelateerde kosten van deze projecten.

Vergelijking tussen *objecten* en tussen *modaliteiten* is niet eenvoudig omdat de duur van de onderhoudscycli van een totaal andere orde grootte is en het zeker ingeval van vergelijking tussen modaliteiten ook mogelijk is dat er ongelijkheid is in de beschikbaarheid van data en kwantificeerbare effecten. Wij raden op zijn minst grote voorzichtigheid aan bij het interpreteren van vergelijkingen op dit schaalniveau.

## 7.2 Conclusies op basis van de inhoud van de cases

Wat hebben we geleerd van de cases zelf, dat wil zeggen over de uitgewerkte alternatieven en de sturingsmogelijkheden op onderhoud?

- De uitkomsten (zonder de absolute bedragen letterlijk te nemen) liggen in de lijn der verwachting. De varianten leveren geen verrassende, afwijkende conclusies op.

---

Uitstel van onderhoud pakt voor alle alternatieven negatief uit. De enige positieve uitkomst wordt gegenereerd bij de case verhardingen waar het hanteren van een andere kwaliteit (ZOAB in plaats van DAB) positief uitpakt op een weg met een hoog verkeersvolume (RW12). Omgekeerd, bij een lager verkeersvolume kan beter DAB dan ZOAB worden gebruikt. Hierbij moeten we wel opmerken dat dit mede afhankelijk is van de gehanteerde aannames, welke zo objectief mogelijk gekozen zijn maar altijd niet meer dan inschattingen zijn.

- De uitkomsten helpen vooral bij het relativeren van effecten van varianten op een specifieke locatie; dat inzicht kan ook helpen om voor een gegeven locatie tot een optimum te komen. De insteek van de cases was niet om met de projectalternatieven een optimum te benaderen, maar om te laten zien wat bepaalde veronderstellingen over sturingsmechanismen in onderhoud voor effect hebben op kosten en baten. Gaat het om daadwerkelijke afwegingen dan zal het streven naar een optimum er in toenemende mate wel zijn. De cases helpen ook bij de relativering van effecten in termen van baten: gevolgen van bijvoorbeeld enkele dagen overliggen bij een sluis zijn nu eenmaal groter dan een lichte verondieping in een kanaal, zelfs al is dit het Amsterdam-Rijnkanaal.
- Op basis van deze cases lijken de mogelijkheden voor differentiatie beperkt. Met differentiatie bedoelen we de manier waarop een alternatief is ingericht. De verhardingen case laat zien dat differentiatie mogelijk is op basis van gebruiksintensiteiten, in het geval van *verschillen in kwaliteit* (bijvoorbeeld de keuze voor DAB of ZOAB), dit is echter eerder een bevestiging van eerdere inzichten van Rijkswaterstaat. Het projectalternatief waarin *overbelading* wordt tegengegaan biedt eveneens mogelijkheden voor sturing. Echter voor *uitstel van onderhoud* zijn er weinig mogelijkheden tot differentiatie. Onderhoud is op een gegeven moment noodzakelijk vanwege de inwerking van natuurlijke omstandigheden en blijkt volgens de informatie van DWW niet bijzonder af te hangen van gebruiksintensiteit (behalve daar waar het overbeladen vrachtwagens betreft). Mogelijkheden voor differentiatie bij waterbodems en DVM zijn door de eenduidigheid in de uitkomsten (allen negatief) niet eenvoudig te onderscheiden. Duidelijk is, dat gebruiksintensiteit van invloed is op het 'rendement' van onderhoud. Voor vaarwegen zijn de dimensies vastgelegd door de keuze van CEMT-vaarwegklassering. De enige differentiatie bestaat dan uit het kiezen voor een andere vaarwegklasse. Voor de DVM-cases bestaat differentiatie uit de afweging tussen vervanging door een nieuw systeem en onderhoud.

- De volgende tabel geeft een indicatief overzicht van de op basis van de KBA vastgestelde 'knoppen om te sturen' bij deze case studies. Daarmee bedoelen we de manieren om de noodzaak van onderhoud te beïnvloeden. De knoppen zijn onder te verdelen in het gebruik van het betreffende object, en de uitvoering van onderhoud.

	Verhardingen	Waterbodems	DVM
<u>Uitvoering van onderhoud:</u>	Productkwaliteit (b.v. DAB of ZOAB)	Productkwaliteit (bijv. in termen van onderhoudsstrategie: te baggeren diepgang in combinatie met regelmaat)	Productkwaliteit (bijv. keuze uitvoering systemen mede baseren op onderhoudsgevoeligheid)
	Manier van onderhoud (bijv. veiligheidsvoorzieningen, tijdstip)	Manier van onderhoud (bijv. veiligheidsvoorzieningen, tijdstip)	Manier van onderhoud (bijv. veiligheidsvoorzieningen, tijdstip)
	Technische normen (bijv. m.b.t. slijtage)	Technische normen (bijv. m.b.t. gewenste diepgang, de vaarwegklassering)	Technische normen (bijv. m.b.t. uitvalskansen)
<u>Gebruik van object:</u>	Beïnvloeding verkeersintensiteit		
	Samenstelling verkeer (bijv. aandeel overbeladen vrachtwagens)		
	<b>Niet:</b> Snelheid	<b>Niet:</b> Verkeersintensiteit	<b>Niet:</b> Verkeersintensiteit

De 'knoppen om te sturen' blijken soms ook wat anders dan gedacht. Wat bijvoorbeeld te denken van een verlaging van de maximumsnelheid die in plaats van minder, zelfs voor meer slijtage kan zorgen (langere belasting van een bepaald stuk wegdek, spoorvorming zwaarder bij lagere snelheden).

- Niet alle bovengenoemde 'knoppen' van onderhoud zijn in deze cases uitgewerkt. De focus van de analyse was het verschil in kwaliteit voor en na onderhoud, en niet wat de effecten zijn van hoe het onderhoud is uitgevoerd (bijvoorbeeld welk tijdstip). De analyses zijn voor een beperkt aantal verschillende objecten uitgevoerd waar specifiek de interesse van de IBO-werkgroep naar uitging. Wat bepalend kan zijn voor de uitkomsten, is onder andere het object dat is gekozen (bijv. wegvak in plaats van kunstwerk, vaarweg in plaats van sluis), de wijze waarop het onderhoud wordt uitgevoerd (bijv. contra-flow of volledige afzetting) en de mate waarin verschillende soorten onderhoud worden gecombineerd. Deze drie knoppen zijn in deze cases nadrukkelijk 'vastgezet', maar zouden voor een volledig beeld ook moeten worden bekeken.
- De bovenstaande conclusies zijn gebaseerd op een gedeeltelijke kwantificering van effecten.

---

De relatie tussen baten voor de gebruiker en een vermindering in onderhoudskosten is gekwantificeerd voor wat betreft reistijdwinsten, veiligheid, transportkosten (alleen waterbodems) en betrouwbaarheid (alleen verhardingen). Voor andere gebruikerseffecten (bijvoorbeeld comfort) is deze relatie niet gekwantificeerd en kan er dus ook niets over de afruil met onderhoudskosten gezegd worden.

### **7.3 Aanbevelingen voor een raamwerk van economische onderbouwing van B&O**

Onze aanbevelingen vallen uiteen in aanbevelingen voor de cases, en voor de KBA methodiek en het uitbreiden van de methodiek tot een raamwerk ter ondersteuning van B&O afwegingen.

#### **7.3.1. Aanbevelingen ter verfijning van de cases**

Met inachtneming van de nuanceringen uit de vorige twee paragrafen menen wij dat de inzet van KBA een goede manier is voor maatschappelijke onderbouwing, maar dat verdere verbetering en aanscherping nodig is om meer inzicht in de zeggingskracht van deze KBA's te krijgen. De behandelde cases kunnen daartoe worden uitgebreid met extra alternatieven (ook met differentiatie in wijze van onderhoud), meer en betere data over kosten en gebruik, betere effectbepaling (m.n. op de aspecten capaciteit, betrouwbaarheid en veiligheid), en uitgebreidere gevoeligheidsanalyses. Ook beschouwing van andere objecten (als kunstwerken en sluzen) lijkt zondermeer nuttig.

Concreet beogen wij de analyse als volgt uit te breiden:

- Beschikbaarheid van gegevens: zie de paragraaf 'analyse' bij de case studies voor de details. Zowel voor wat betreft de statistieken als de (gekwantificeerde) inzichten in de relatie tussen onderhoud en diverse effecten kan het nodige verbeterd worden. Met deze betere inzichten kunnen dan eventueel kengetallen ontwikkeld worden die voorkomen dat er een heleboel kleinere KBA's met detailberekeningen nodig zijn.
- Gedurende het onderzoek hebben zich een aantal interessante inzichten ontwikkeld, die in de rapportage wel genoemd worden maar niet in alle gevallen uitgewerkt konden worden. Bijvoorbeeld de verkeersmaatregelen voor overbeladen vrachtwagens, effecten van verschillende varianten van onderhoud.
- De aannames rondom gebruik van infrastructuur en de invloed daarvan op onderhoud zouden beter vervangen kunnen worden door gefundeerde inschattingen. Het is daarnaast gewenst dat statistieken beter ingericht worden op het meten van effecten op het benodigde detailniveau.
- Bepaalde effecten zijn niet gekwantificeerd: met name milieueffecten.

---

Bij aanleginvesteringen is dit veelal een kleine post in het totaal aan baten (voor zover deze in monetaire eenheden vertaald kunnen worden), voor afwegingen in beheer en onderhoud kunnen de verhoudingen anders liggen. Met name als geluids- of emissienormen overschreden worden, kunnen er grote financiële consequenties zijn. In het belang van een evenwichtige afweging zou bekeken moeten worden of deze baten beter in kaart kunnen worden gebracht.

### **7.3.2. Naar een raamwerk voor onderhoudsbeslissingen**

Het is één ding om vast te stellen dat een beheer- en onderhoudsafweging met een KBA aangepakt kan worden, op een incidentele basis, en daarbij een meerwaarde heeft. Het is een volgende stap om daarmee een groot gedeelte van de onderhoudsafwegingen te bestrijken. Bij aanleginvesteringen bestaat dit probleem niet, omdat dit slechts een beperkt aantal gevallen betreft met een keuze die in principe voor lange tijd vastligt. Onderhoud is een continu proces. Hoe hiermee om te gaan?

Het gaat te ver om alle onderhoudsafwegingen aan een KBA te willen onderwerpen. De projecten zijn vaak te kleinschalig (in termen van omvang van de investering) om voor een groot aantal varianten een volledige KBA uit te voeren. Wij zien hier drie oplossingsrichtingen voor:

- Gericht kijken naar een beperkt aantal projecten en daarbinnen weer naar een beperkt aantal varianten, waarbij wellicht ook alleen de belangrijkste effecten moeten worden gewaardeerd. Wij denken derhalve aan een tool waarin onderhoudskosten worden vergeleken met de belangrijkste batenpost, reistijdverliezen c.q. winsten;
- De analyse richten op een hoog abstractieniveau, op de schaal van corridors of netwerken;
- Omdat de batenzijde van de berekeningen sterk afhankelijk is van verkeersintensiteit kan bekeken worden of prioritering van projecten op basis hiervan, en een inschatting van de relatie tussen het object en effect op de doorstroming al gemaakt kan worden.

Vergelijking tussen modaliteiten wordt hierbij afgeraden. Bij binnenvaart gaat het over langere periodes dan bij weginfrastructuur. Een jaartje uitstellen heeft minder kortetermijneffecten. Anderzijds als er niet geanticipeerd wordt, is sprake van een enorme investering die in één klap op tafel moet komen.

Zeker bij het opstellen en uitvoeren van de prestatieafspraken op het terrein van onderhoud kan de KBA een zinvolle tool zijn. Zo kunnen prestatieafspraken op onderdelen aan een KBA worden onderworpen om te bekijken of aanpassing van de onderhoudsstrategie nodig is.



---

Verder kan op projectniveau antwoord worden gegeven op de vraag welke projecten naast de evidente 'grote' projecten het meest kunnen bijdragen aan het realiseren van de verkeerskundige prestaties die in de prestatieafspraken worden vastgelegd. De kunst is dan om te kunnen bepalen welke projecten hiervoor interessant zijn (bijvoorbeeld aan de hand van een beslisboom) en welke varianten daarbinnen in aanmerking komen. Ook het omgekeerde kan aan de orde zijn: als er gebrek aan financiën is, bij welke projecten heeft aanpassing van het onderhoudspatroon dan de minste negatieve gevolgen voor de gemaakte prestatieafspraken, zodat negatieve gevolgen zoveel mogelijk beperkt kunnen worden. Bij deze onderbouwing van prestatieafspraken zal ook gerelateerd moeten worden aan de huidige afwegingskaders, met name op het punt van life-cycleplanning.

Een gedeelte van de onderhoudsbeslissingen wordt tegenwoordig aan derden uitbesteed. De maatschappelijke afweging van kosten en baten van onderhoud blijft daarbij even belangrijk, echter de partij die de afwegingen maakt is een andere. Ook voor de onderhoudscontracten kan bekeken worden in hoeverre maatschappelijke aspecten in de normering kunnen worden meegewogen.

Hiertoe is dus onderzoek/inzicht nodig op de volgende punten:

- Welke projecten c.q. objecten zijn relevant om aan een B&O-KBA te onderwerpen? Hoe identificeer je daarbij zinvolle varianten?
- Welke effecten moeten in welke mate van detail worden bekeken?
- Welke invloed heeft de onderhoudsstaat op de verkeerskundige prestaties zoals die in de prestatieafspraken zullen worden vastgelegd?
- Kan een maatschappelijke afweging worden meegenomen in de normen die in de onderhoudscontracten met aannemers worden afgesloten.

### Algemeen

- Rijkswaterstaat AVV en DWW, *Economisch prioriteren in beheer en onderhoud, literatuurstudie*, Rotterdam, 18 april 2005
- Eijgenraam, C.J.J., C.C. Koopmans, P.J.G. Tang en A.C.P. Verster (2000). *Evaluatie van infrastructuurprojecten. Leidraad voor kosten-batenanalyse*, Sdu Uitgevers, Den Haag.
- CE, *De prijs van een reis*, Delft 2004.
- TNO Inro, *Evaluatie onderhoudskosten ten behoeve van de Nota Mobiliteit*, Delft 2004.
- Rand Europe, *De waardering van kwaliteit en betrouwbaarheid in het personen- en goederenvervoer*, Leiden, 2004

### Case verhardingen

- Rijkswaterstaat AVV en Rand Europe, *The Value of Reliability in Transport – Provisional values for the Netherlands based on expert opinion*, 2005.
- Rijkswaterstaat AVV, *Evaluatieonderzoek: effectmeting WIM-VID, de effecten van zes WIM-VID systemen op overbelading in het wegvervoer*, tussenrapportage 8 april 2005
- Rijkswaterstaat Bouwdienst, Referentiedocument kengetallen onderhoud, versie 3.0, Utrecht, 2003
- Rijkswaterstaat DWW, *Schriftelijke en mondelinge toelichting DWW m.b.t. wegvakken*, Delft 2005
- Rijkswaterstaat DWW, Rijstrookbrede en rijbaanbrede onderhoudsstrategieën op 3- en 4-strookswegen, Delft 2005.
- Rijkswaterstaat DWW, Expertisecentrum Beheer en Onderhoud, *Objectbeheerregime Verhardingen 2001*, Delft 2002.
- Bennet C., Greenwood I., *HDM-4, Modelling Road user and environmental effects in HDM-4*, Highway development and management series no. 7, 2001
- Rijkswaterstaat, *Overeenkomst Service niveaus Kerndepartement Verkeer en Waterstaat-Agentschap Rijkswaterstaat 2006*, 2005.

### Case waterbodems

- AKWA i.o.v. Directoraat-Generaal Water, *Bagger: het onzichtbare goud?*, 15 november 2004.
- Rijkswaterstaat Directie Noord-Brabant, *Baggerstudie voor de Noord-Brabantse kanalen*, 2003
- AVV/NEA, *Factorkosten van het goederenvervoer*, 2004.
- Rijkswaterstaat AVV, *Economische onderbouwing waterpeil Amsterdam-Rijnkanaal/Noordzeekanaal*, 2003.

- 
- Decisio BV (i.o.v. Directoraat Generaal Goederenvervoer), *Maatschappelijke Waardevolle Binnenvaart!? Bouwstenen voor een visie*, april 2004.

#### Case DVM

- ARANE i.o.v. AVV, *Verkeerskundig beheer DRIP*, Eindrapport, 12 november 2004.
- ARANE i.o.v. AVV, *Verkeerskundig beheer TDI*, Eindrapport, 12 november 2004.
- AVV, *Cost Driver: DVM, P\*Q, SLA en PIN DVM areaal*, 31 augustus 2005
- AVV, *Maatregelencatalogus Benutten*, 2005.
- AVV, *Parameters voor kosteneffectiviteit: stappenplan voor ex-post evaluatie van (kosten)effectiviteit van een programma van verkeersmaatregelen*, januari 2005.
- AVV, *Verklarende analyse verkeersprestatie hoofdwegen 2000-2003*, September 2004.
- DHV Ruimte en Mobiliteit i.o.v. AVV, *Planningsmethodiek DVM*, juni 2005.
- Expertisecentrum Beheer en Onderhoud, *Onderbouwing Beheer en Onderhoud, Objectbeheerregime Verkeersvoorzieningen Dynamisch Verkeersmanagementsystemen*, 2002.
- Goudappel Coffeng/Arcadis i.o.v. AVV, *Effecten en kosten van bereikbaarheidsmaatregelen*, 31 oktober 2002.
- Lebouille R. e.a., *Het maatschappelijk nut van DVM-maatregelen* in: *Verkeerskunde* no.3, 2005.

---

## Bijlage 1 Case verharding: achtergrondgegevens wegvakken

---

### Wegvakken

Door DWW zijn wegvakken geselecteerd waar op dit moment sprake is van achterstallig onderhoud. Dit betreft de volgende wegvakken:

#### druk belast:

- RW 9 01HRL 4.6 - 11.1 dab
- RW 9 01HRR 5.0 - 12.2 dab
- RW 12 01HRL 14.6 - 24.9 dab
- RW 12 01HRR 15.9 - 24.9 dab
- RW 50 01HRL 207.4 - 214.1 dab

#### licht belast:

- RW 7 01HRR 56.0 - 64.6 dab
- RW 17 01HRR 14.9 - 20.9 dab
- RW 58 01HRL 94.9 - 104.4 dab

Uit deze wegvakken is een selectie gemaakt op basis van aanwezigheid van meetlocaties en een zo extreem mogelijke tegenstelling tussen licht belast en zwaar belast. Dit heeft geleid tot de keuze voor:

RW12: Zoetermeer-Waddinxveen, Hoofdrijbaan links en  
RW7: Hoofdrijbaan rechts. Wieringerwerf-den Oever.

Beide trajecten betreffen DAB verhardingen. ZOAB met achterstallig onderhoud komt niet voor op de lijst van DWW omdat ZOAB progressief en snel verslechtert dus als er eenmaal een onderhoudsprobleem is, moet dit snel opgelost worden omdat uitstel tot onacceptabel hoge risico's leidt. Wel zal gekeken worden naar vervanging van DAB door ZOAB op genoemde wegvakken (projectalternatief 2).

### Onderhoudsprofiel

De mate van achterstalligheid staat in het volgende overzicht verder uitgewerkt. Dit betreft de stand van zaken zomer 2005. Na het uitvoeren van dit achterstallige onderhoud bestaat de nulsituatie uit het daarna volgens planning bijhouden van het onderhoud. Projectalternatief 1 bestaat uit het uitstellen van het onderhoud, vergelijkbaar met de huidige situatie van achterstalligheid. Projectalternatief 2 gaat uit van vervanging van DAB door ZOAB, met een bijbehorend ander onderhoudsritme en baten van ZOAB versus DAB. Voor de onderhoudsplanung na oplossing van het achterstallige onderhoud wordt uitgegaan van kengetallen van de Bouwdienst uit het referentiedocument kengetallen onderhoud (2003).

---

**RW 7**

Huidige deklaag is een conserveringslaag (enkele oppervlakbehandeling oid) uit 1998; de oorspronkelijke deklaag is waarschijnlijk een DAB uit 1985. Circa 50% heeft als IVON-planjaar 2003, de andere helft 2005.

Nieuwe deklaag DAB kost 575 Keuro

Nieuwe deklaag ZOAB kost 1.152 keuro

**RW 12 HRL**

Huidige deklaag is DAB uit 1985; rechterstrook is deels al vervangen. IVON-planjaar is 2002.

Nieuwe deklaag DAB kost 982 Keuro (zowel linker- als rechterrijstrook)

Nieuwe deklaag ZOAB kost 1.730 Keuro (zowel linker- als rechterrijstrook)

Genoemde kosten zijn de kale productkosten waarop een toeslag behoort voor de uitvoering van het onderhoud. Zie de hoofdtekst.

---

## Bijlage 2 Case verharding: verwerking betrouwbaarheidseffecten

---

*De vertaalslag van spreiding in snelheid naar spreiding in de reistijd*  
Effecten op de betrouwbaarheid worden gewaardeerd op basis van de spreiding (standaarddeviatie) in de reistijden. In de onderhavige case waren echter geen gegevens over de spreiding in de reistijd beschikbaar, maar wel cijfermateriaal over de trajectsnelheden. Om die reden is op de volgende wijze een vertaalslag gemaakt van spreiding in de snelheid naar spreiding in de reistijd.

*Let wel, het gaat hier om toepassing van een 'brute-force'methode om de effecten op de betrouwbaarheid enigszins te kunnen kwantificeren.*

*De nauwkeurigheid van deze methode is echter beperkt. Nader onderzoek naar een nauwkeurige schattingswijze op basis van spreidingen in trajectsnelheden is zeer wenselijk, zeker wanneer modelberekeningen met het LMS-BT-tool niet tot de mogelijkheden behoren.*

Reistijd en snelheid op een gegeven wegvak hangen met elkaar samen volgens onderstaande relatie:

$$T = L / v ,$$

waarbij L de lengte van het wegvak is en v de snelheid waarmee een voertuig zich over deze afstand verplaatst. Stel nu dat de gemiddelde snelheid, zeg  $v_{\text{gemiddeld}}$ , en de bijbehorende standaarddeviatie  $SDV_v$ , bekend zijn. Aannemende dat de snelheden normaal verdeeld zijn met dit gemiddelde en deze standaarddeviatie, dan geldt dat de daadwerkelijke snelheid voor 68% van de voertuigen ligt tussen  $v_{\text{gem}} - SDV_v$  (laagste snelheid) en  $v_{\text{gem}} + SDV_v$  (hoogste snelheid)<sup>31</sup>.

Door de gemiddelde, minimale en maximale snelheid in te vullen in bovenstaande formule, verkrijgen wij achtereenvolgens schattingen voor de 'gemiddelde', maximale en minimale reistijd:

$$\begin{aligned} T_{\text{gem}} &= L / v_{\text{gem}}, \\ T_{\text{max}} &= L / v_{\text{min}} = L / (v_{\text{gem}} - SDV_v) , \\ T_{\text{min}} &= L / v_{\text{max}} = L / (v_{\text{gem}} + SDV_v) . \end{aligned}$$

---

<sup>31</sup> De laagste snelheid kan uiteraard nooit kleiner worden dan 0 km/uur. Evenzo kan de hoogste snelheid nooit hoger uitvallen dan de plaatselijk toegestane maximum snelheid.

---

Op basis van deze drie 'waarnemingen' kunnen wij ten slotte zuivere schattingen bepalen voor de reistijd en bijbehorende standaarddeviatie, respectievelijk te noteren als  $T_{\text{gemiddelde}}$  en  $SDV_T$ .  
De schattingen voor beide grootheden zijn dan als volgt:

$$T_{\text{gemiddelde}} = (T_{\text{gem}} + T_{\text{min}} + T_{\text{max}}) / 3 \text{ en}$$
$$SDV_T = \sqrt{[(T_{\text{gemiddelde}} - T_{\text{min}})^2 + (T_{\text{gemiddelde}} - T_{\text{gem}})^2 + (T_{\text{gemiddelde}} - T_{\text{max}})^2]} / 2 .$$

*Invloed van een snelheidsverandering op de spreiding in de reistijd*  
Wanneer er, bijvoorbeeld tengevolge van een veranderde kwaliteit van het wegdek, een verandering in de gemiddelde snelheid optreedt, zal ook de spreiding in de snelheid navenant veranderen. Stel dat de snelheidsverandering gelijk is aan  $\Delta v$ , dan geldt bij benadering dat:

$$SDV_{v, \text{nieuw}} = \sqrt{(SDV_{v, \text{oud}})^2 + (\Delta v)^2} ,$$

waarbij  $SDV_{v, \text{oud}}$  de standaarddeviatie van de snelheid in de oorspronkelijke situatie voorstelt.

Uit bovenstaande formule wordt duidelijk dat de nieuwe standaarddeviatie alleen wezenlijk van de oorspronkelijke waarde zal verschillen als  $\Delta v$  van ten minste dezelfde orde grootte is als de oorspronkelijke standaarddeviatie,  $SDV_{v, \text{oud}}$ .

Als wij dus vooraf de verhouding  $p$  tussen de snelheidsverandering en de standaarddeviatie in de oorspronkelijke situatie bepalen (dus  $p = \Delta v / SDV_{v, \text{oud}}$ ), dan geldt bij benadering:

$$\begin{array}{ll} SDV_{v, \text{nieuw}} = SDV_{v, \text{oud}} & \text{als } p < 1 \text{ en} \\ SDV_{v, \text{nieuw}} = p \cdot SDV_{v, \text{oud}} & \text{als } p \geq 1. \end{array}$$

Anders gezegd: als  $p < 1$  dan is de verandering in de spreiding van de snelheid verwaarloosbaar klein ten opzichte van de oorspronkelijke situatie. In dat geval zal dus ook de spreiding in de reistijd nagenoeg gelijk blijven. Alleen als  $p \geq 1$  is het noodzakelijk om ook de gemiddelde reistijd en bijbehorende standaarddeviatie opnieuw te berekenen c.q. te schatten.

#### *Veranderingen tijdens onderhoud*

Snelheidsbeperkingen die tijdens onderhoud worden opgelegd, zijn doorgaans voor alle weggebruikers zichtbaar. Het is dan ook redelijk om te veronderstellen dat een snelheidsbeperking vanwege onderhoud in gelijke mate doorwerkt in de gerealiseerde snelheid van alle voertuigen. Als gevolg hiervan zal de spreiding in de snelheid afnemen of hoogstens gelijk blijven.

Als benadering veronderstellen wij dat tijdens onderhoud de standaarddeviatie evenredig afneemt met de verhouding tussen de gemiddelde snelheid tijdens en die buiten de onderhoudsperiode. Deze veronderstelling leidt dan tot de volgende relatie:

---

$$\text{SDV}_{v, \text{ onderhoud}} = (v_{\text{gem, onderhoud}} / v_{\text{gem, normaal}}) \cdot \text{SDV}_{v, \text{ normaal}}$$

waarbij de aanduiding 'normaal' verwijst naar de situatie buiten onderhoud.

Ook deze formule is slechts een **benadering** voor de standaarddeviatie in de snelheid. Wel kan eenvoudig worden aangetoond dat de formule in ieder geval consistente resultaten geeft voor de volgende twee extreme situaties:

- 1) Geen snelheidsbeperking tijdens onderhoud:  
dit betekent  $v_{\text{gem, onderhoud}} / v_{\text{gem, normaal}} = 1$ , wat na substitutie in bovenstaande formule  $\text{SDV}_{v, \text{ onderhoud}} = \text{SDV}_{v, \text{ normaal}}$  oplevert, hetgeen correct is.
- 2) Geen verkeer mogelijk tijdens onderhoud:  
dit betekent  $v_{\text{gem, onderhoud}} / v_{\text{gem, normaal}} = 0$ , wat na substitutie in bovenstaande formule  $\text{SDV}_{v, \text{ onderhoud}} = 0$  oplevert, hetgeen correct is.

Let wel, een afname in de standaarddeviatie van de snelheid hoeft nog niet te betekenen dat ook de spreiding in de reistijd afneemt. Ten gevolge van de snelheidsbeperking verandert namelijk ook de gemiddelde snelheid (en daarmee de gemiddelde reistijd). Beide grootheden tezamen bepalen of de spreiding in de reistijd daadwerkelijk afneemt c.q. de betrouwbaarheid toeneemt.

Ter illustratie hiervan het volgende rekenvoorbeeld:

Stel, wij bekijken de gevolgen voor de betrouwbaarheid op een wegvak met een lengte  $L = 20$  kilometer. De gemiddelde snelheid buiten onderhoud bedraagt  $v_{\text{gem, normaal}} = 100$  km/uur met een standaarddeviatie van  $\text{SDV}_{v, \text{ normaal}} = 5$  km/uur. Tijdens onderhoud geldt een maximumsnelheid van 80 km/uur. De snelheidsbeperking ten opzichte van het gemiddelde bedraagt daarmee 20 km/uur.

Toepassing van de 'brute-force' methode zoals in deze bijlage beschreven, levert:

**situatie buiten onderhoud:**

gemiddelde reistijd:  $T_{\text{gem}} = L / v_{\text{gem, normaal}} = 20/100 = 0,2$  uur (~ 12 minuten)

minimale reistijd:  $T_{\text{min}} = 20/(100 + 5) = 0,19$  uur (~ 11 minuten)

maximale reistijd:  $T_{\text{max}} = 20/(100 - 5) = 0,21$  uur (~ 13 minuten)

zodat  $T_{\text{gemiddelde}} = 0,20$  uur (~ 12 minuten) en  $\text{SDV}_T = 0,01$  uur (~ 36 seconden)



---

**situatie tijdens onderhoud:**

$SDV_v, \text{ onderhoud} = (80/100) \cdot 5 = 4 \text{ km/uur}$  (dus inderdaad lager dan buiten onderhoud)

gemiddelde reistijd:  $T_{\text{gem}} = L / v_{\text{gem}}, \text{ onderhoud} = 20/80 = 0,25 \text{ uur}$  (~ 15 minuten)

minimale reistijd:  $T_{\text{min}} = 20/(80 + 4) = 0,24 \text{ uur}$  (~ 14,3 minuten)

maximale reistijd:  $T_{\text{max}} = 20/(80 - 4) = 0,26 \text{ uur}$  (~ 15,8 minuten)

zodat  $T_{\text{gemiddelde}} = 0,25 \text{ uur}$  (~ 15 minuten) en  $SDV_T = 0,01 \text{ uur}$  (~ 48 seconden)

De spreiding in de reistijd blijkt dus tijdens onderhoud toch toe te nemen. Oftewel: de betrouwbaarheid tijdens onderhoud neemt af.