



**Beknopte kosten-  
batenanalyse  
veiligheidsmaatregelen  
treinmaterieel gevaarlijke  
stoffen**

projectnummer 0419157.00  
definitief  
8 januari 2018

# Beknopte kosten-batenanalyse veiligheidsmaatregelen treinmaterieel gevaarlijke stoffen

projectnummer 0419157.00

definitief  
8 januari 2018

## Auteurs

Antea Group  
RIGO

## Opdrachtgever

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat  
Postbus 20904  
2500 EX 's-Gravenhage

## Colofon

### Projectgroep bestaande uit

datum vrijgave	beschrijving revisie	goedkeuring	vrijgave
08-08-2018	definitief	MB	RS

## Managementsamenvatting

### *Aanleiding*

Op 6 maart 2015 botst in Tilburg een reizigerstrein achterop een stilstaande goederentrein. Door de botsing ontstaat een lekkage aan de achterste wagen van de goederentrein. Dit was een ketelwagen beladen met butadieen; een tot vloeistof verdicht brandbaar gas. Het ongeval is onderzocht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OVV). Op basis van dit onderzoek heeft de OVV een serie aanbevelingen gedaan waaronder een tweetal technische maatregelen ten aanzien van vervoer per spoor van gevaarlijke stoffen gericht op het reduceren van de *impact* bij een onverhoopte aanrijding. Om de implementatie van de maatregelen goed te kunnen overwegen heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een beknopte kosten-batenanalyse (KBA) laten uitvoeren.

De KBA is op twee veiligheidsmaatregelen voor/op spoorwagens voor gevaarlijke stoffen uitgevoerd, te weten:

- 1) een verbod om in de laatste wagen van een trein gevaarlijke stoffen te vervoeren (schutwagens); en
- 2) de uitrusting met overbufferingsbeveiliging van ketelwagens voor het vervoer van niet-toxische stoffen, te weten alle categorieën gevaarlijke stoffen waaronder brandbare stoffen.

### *Voorgestelde maatregelen*

De eerste maatregel, 'schutwagens' genoemd in dit onderzoek, houdt in dat er geen gevaarlijke stoffen (GS) vervoerd mogen worden in de laatste wagen van de trein. De KBA is uitgegaan van de volgende aannamen. Gezien de grote kans op kopmaken *en route*, wordt een schutwagen voor- en achterin de trein geplaatst. Dit gebeurt ten minstens twee keer per trein aangezien de treinen minstens twee keer worden samengesteld (aannamen route vanuit Rotterdamse haven naar buitenland). Er is in de KBA geen rekening gehouden met het plaatsen van een schutwagen op treinen die in het buitenland worden samengesteld en naar Nederland vertrekken. Door de toevoeging van twee schutwagens kan een trein mogelijk te lang zijn en moeten worden opgesplitst op het vertrekemplacement. Bij opsplitsing moeten ook deze treinen van twee extra wagens voorzien worden. Niet iedere wagen is geschikt als schutwagen; een onjuiste keuze kan zelfs leiden tot een risicoverhogend effect (Figuur A). Er dienen derhalve bij implementatie van deze maatregel eisen gesteld te worden aan de schutwagens.

De tweede maatregel houdt in het plaatsen van overbufferingsbeveiliging (OBB) op nieuwe en bestaande wagens beladen met niet-toxische stoffen welke deze (eis tot) beveiliging nog niet hebben. OBB betreft een voorziening aan een wagen die voorkomt dat een wagen na een botsing tegen een andere wagen 'opklimt' waarna ladingcontainers beschadigd kunnen raken (Figuur B), bijvoorbeeld door een versterkt schot ter bescherming van de ketel tegen doorboring van een buffer.

In deze KBA gaan we er vanuit dat beide maatregelen de kans op uitstroom van gevaarlijke stoffen van een incident bij lage snelheid kunnen verminderen bij een kop-staart botsing en bij botsing (op het nevenspoor) na ontsporing. OBB heeft echter een groter reducerend effect dan de schutwagens, immers deze werking zit op alle gevaarlijke stoffen-wagens in een trein, en dus zal de impact van een botsing op meerdere wagens in dezelfde trein worden gereduceerd. Daarnaast zal de OBB ook doorwerken bij hoge snelheidsbotsingen bij de andere wagens in een trein. Bij een schutwagen zal alleen de impact op de laatste wagen gevaarlijke stof direct voor de schutwagen doorwerken.



*Figuur A: stalen pijpen achter een gevaarlijke stoffen wagon. Figuur B: voorbeeld overbufferingsbeveiliging (oranje) in combinatie met crashbuffers*

#### *Aanpak*

In een startgesprek met de opdrachtgever zijn de aanbevelingen van de OvV nader toegelicht, waarna informatie is aangeleverd door IenW. Er zijn drie interviews gehouden met de vertegenwoordiging van vervoerders (KNV, DB Cargo, RaliGood), verladere en industrie (SABIC en VNCl) waarin de kosten van de benodigde implementatiestappen en de verwachte risicowinst is geanalyseerd. Vervolgens is met deze informatie de beknopte KBA uitgevoerd. In bijlage 1 is een uitgebreide uitleg opgenomen over de gehanteerde KBA methodiek en de toegepaste kwantificaties.

#### *Projectalternatief en 0-alternatief*

Als projectalternatief zijn beide maatregelen afzonderlijk berekend in de KBA. In het 0-alternatief zijn de effecten van autonome ontwikkelingen meegewogen. In deze KBA betreft dit de invoering van ATBv in Nederland en de uitfasering van niet-botscompatibel reizigersmaterieel.

#### *Resultaten*

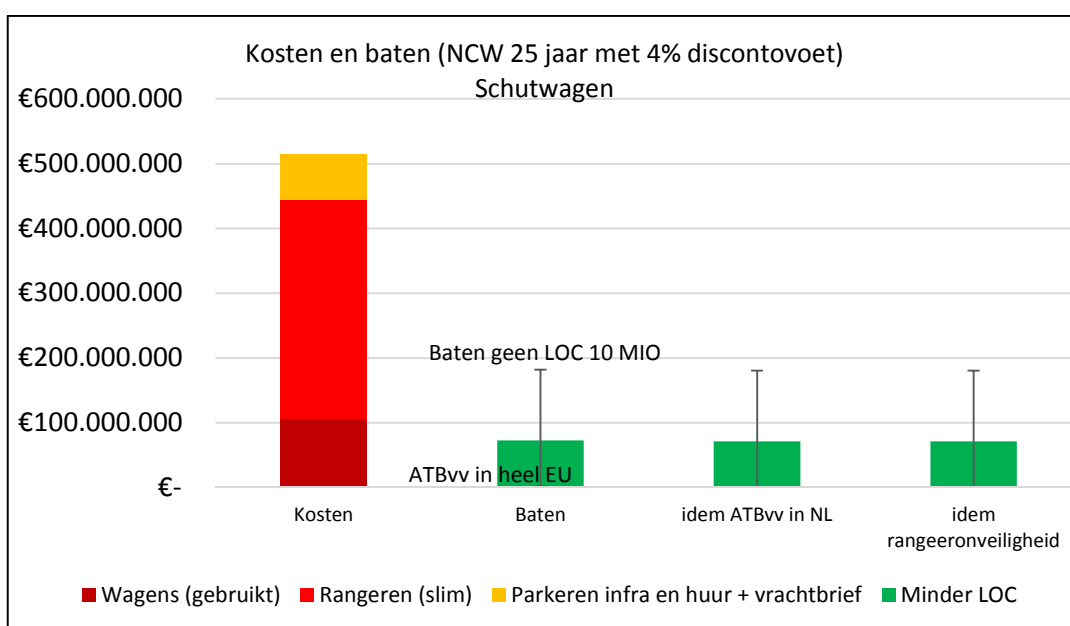
De contant<sup>1</sup> gemaakte kosten van implementatie van schutwagens zijn € 513 miljoen, zie figuur C. Bij de bepaling van de kosten nemen we een periode van 25 jaar in ogenschouw. Het bedrag betreft het in twee jaar aanschaffen van (gebruikte) wagens om toe te passen als schutwagens, parkeerkosten (inclusief de aanleg en onderhoud van extra infrastructuur voor parkeren), opstellen vrachtbrief voor de schutwagens en rangeerkosten. Hierbij geldt dat de maatregel uitsluitend is ingevoerd voor treinen die in Nederland zijn samengesteld, en is geen rekening gehouden met de benodigde investering voor aanleg van extra infrastructuur op bedrijfsementen.

De theoretisch mogelijke baten door de implementatie van deze maatregel bedragen € 72,9 miljoen in contante waarde. De opbrengsten zijn in principe kosten (schade aan materieel, lading, omgeving, natuur, milieu, kosten voor hulpdiensten en door vertragingen) die worden voorkomen als er na een botsing geen uitstroom is van gevaarlijke stoffen. De genoemde baten zijn overigens gebaseerd op een effect op alle ongevallen in Europa wat bij invoering van deze maatregel alleen in Nederland erg onwaarschijnlijk is. Bij de genoemde baten is ook nog geen rekening gehouden met de autonome ontwikkeling voorzien in het nul-alternatief. Gebeurt dat wel dan bedragen de baten € 71,5 miljoen contant als rekening wordt gehouden met de invoering van ATBv in Nederland en bedragen € 71,2 miljoen contant als tevens rekening wordt gehouden met de toegenomen onveiligheid door extra rangeerhandelingen.

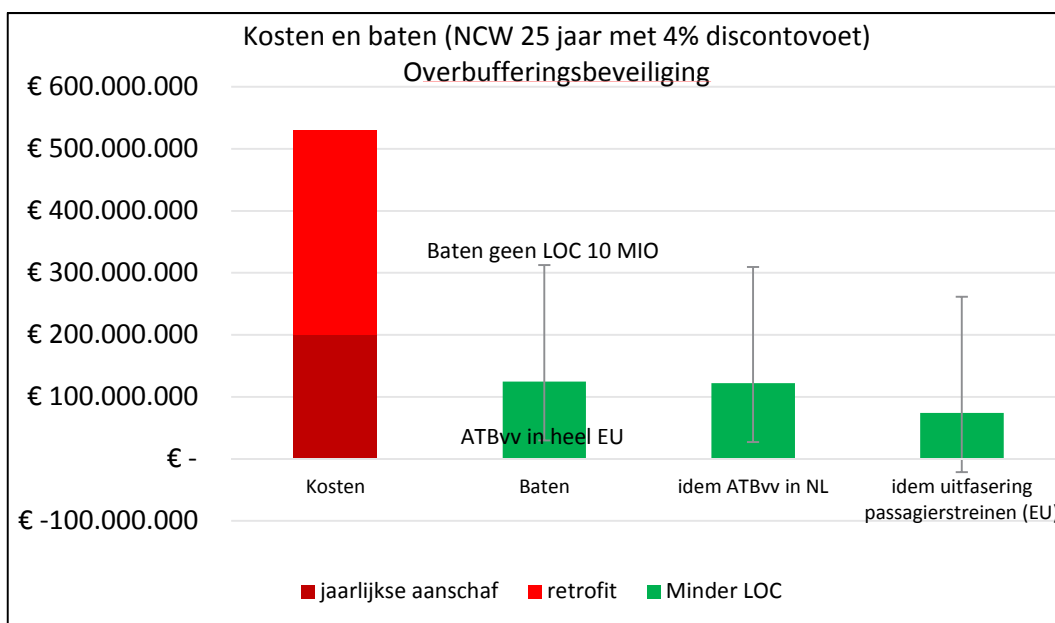
---

<sup>1</sup> Zie bijlage 1 toelichting bij stap 7

De kosten van implementatie van OBB zijn € 531 miljoen contant (zie figuur D), ervanuit gaande dat de levensduur van de wagens 25 jaar is en dat deze maatregel in de hele EU wordt geïmplementeerd (omdat alle ketelwagens in Nederland kunnen komen). Dit bedrag is samengesteld uit de kosten voor het installeren van de OBB op bestaande wagens welke nog niet voorzien zijn van OBB (dat kan binnen vijf jaar) en het aanschaffen van nieuwe wagens met OBB. De theoretische baten door de implementatie van deze maatregel zijn € 125 miljoen contant, zonder invoering van het nul-alternatief. Bij het uitrollen van ATBvv in alleen Nederland dalen de baten tot € 122 miljoen NCW in Nederland en in de hele EU tot € 41 miljoen NCW. Implementatie van OBB in de EU betekent dat gezien contantede casuïstiek van treinongevallen met LOC van gevaarlijke stoffen (weinig treinongevallen met LOC in Nederland), zowel de kosten als de baten voornamelijk buiten Nederland liggen. Als we rekening houden met de uitfasering van niet-botscompatibele treinen dan dalen de baten tot € 73 miljoen NCW (ATBvv alleen in NL) of tot € 30 miljoen (ATBvv of gelijksoortig in de hele EU).



Figuur C: kosten en baten (NCW 25 jaar met 4% discountvoet) voor maatregel Schutwagen



*Figuur D: kosten en baten (NCW 25 jaar met 4% discountvoet) voor meetregel OBB*

#### *Conclusie*

Op basis van de bevindingen in de KBA kunnen we concluderen dat uitgaande van de autonome ontwikkelingen, beide maatregelen veel meer kosten dan ze opbrengen. De KBA toont aan dat de verwachte investering in de implementatie van een van beide maatregelen fors hoger ligt ten opzichte van de verwachte baten.

Naast de autonome ontwikkelingen zoals de invoering van ATBvw en de uitfasering van de niet-botscompatibele treinen zijn er een aantal andere maatregelen mogelijk welke de kans op het ongeval verminderen. Denk aan groene golf voor treinen met gevaarlijke stoffen en implementatie van slimme technologieën welke de processen op het spoor automatiseren.

# Inhoudsopgave

Blz.

<b>Managementsamenvatting</b>	<b>i</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Aanleiding	1
1.2 Vraagstelling	1
1.3 Aanpak	2
1.4 Leeswijzer	2
<b>2 Maatregelen</b>	<b>3</b>
2.1 Schutwagen (geen gevaarlijke stoffen in de laatste wagen van de trein)	3
2.1.1 Beschrijving schutwagen	3
2.1.2 Implementatie van de schutwagen	4
2.2 Overbufferingsbeveiliging (OBB)	4
2.2.1 Beschrijving overbufferingsbeveiliging	4
2.2.2 Implementatie van overbufferingsbeveiliging	5
2.3 Doorwerking schutwagen en overbufferingsbeveiliging	6
<b>3 Beknopte kosten-batenanalyse</b>	<b>8</b>
3.1 Methodiek	8
3.2 Nul-alternatief	8
3.3 Toetscriteria en waardering maatregelen	8
3.4 Algemene uitgangspunten projectalternatieven	10
3.5 Kosten implementatie maatregelen	10
3.5.1 Kosten en baten schutwagen	11
3.5.2 Kosten en baten overbufferingsbeveiliging	13
3.6 Overige kosten en baten	14
<b>4 Conclusie en aanbevelingen</b>	<b>15</b>
4.1 Conclusie	15
4.2 Aanbevelingen	15
<b>Referentielijst</b>	<b>16</b>
<b>Bijlage 1 KBA Methodiek</b>	
<b>Bijlage 2 Interviewvragen</b>	

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Op 6 maart 2015 botst in Tilburg een reizigerstrein achterop een stilstaande goederentrein. Bij dit ongeval raakt niemand ernstig gewond maar door de botsing ontstaat lekkage aan de achterste wagen van de goederentrein. Dit was een ketelwagen beladen met butadieen; een tot vloeistof verdicht brandbaar gas.

Het ongeval is onderzocht door de Onderzoeksraad voor Veiligheid (OvV). Op basis van dit onderzoek heeft de OvV een serie aanbevelingen gedaan waaronder een tweetal technische maatregelen ten aanzien van vervoer per spoor van gevaarlijke stoffen gericht op het reduceren van de *impact* bij een onverhoopte aanrijding: in de laatste wagen van een trein mogen zich geen gevaarlijke stoffen bevinden en dat ook ketelwagens voor het vervoer van niet-toxische gevaarlijke stoffen voorzien zijn van overbufferingsbeveiliging.

Voor u ligt een beknopte kosten-batenanalyse (KBA) voor de bovengenoemde maatregelen, gemaakt in opdracht van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW)<sup>2</sup>. Hierbij gaat het bij de beoordeling op kosten, verwachte veiligheidswinst (vermindering in risico's) en haalbaarheid.

## 1.2 Vraagstelling

Het uitvoeren van een beknopte kosten-batenanalyse van de invoering van een tweetal veiligheidsmaatregelen voor/op spoorwagens voor gevaarlijke stoffen, te weten:

- 1) een verbod om in de laatste wagen van een trein gevaarlijke stoffen te vervoeren; en
- 2) de uitrusting met overbufferingsbeveiliging van ketelwagens voor het vervoer van niet-toxische stoffen.

Met deze beknopte analyse moet een beeld worden gegeven waarin naar voren komt hoe de kosten van doorvoering van deze maatregelen zich verhouden tot de verwachte baten. Hierbij zijn door de opdrachtgever de volgende aandachtspunten genoemd:

- Ten aanzien van de kosten moet onderscheid gemaakt worden tussen directe en indirecte kosten zoals bijvoorbeeld kosten van aanschaf en onderhoud, afschrijvingskosten en logistieke gevolgen;
- De baten kunnen worden uitgedrukt in termen van vergroting van de veiligheid of verlaging van de risico's op ongevallen met slachtoffers, materiaalschade, kosten hulpdiensten en evacuatie, verminderde beschikbaarheid van het spoor en schade aan de omgeving en het milieu;

Hierbij wordt een nuance gevraagd door de maximaal te verwachten baten niet alleen af te zetten tegen de effectiviteit van de maatregelen maar ook tegen de terugverdientijd van de benodigde investeringen. De analyse bevat een advies en aanbevelingen waarbij eventuele alternatieven gepresenteerd kunnen worden.

De opdracht beperkt zich tot een KBA van twee bovengenoemde veiligheidsmaatregelen, ten aanzien van vervoer per spoor van gevaarlijke stoffen. In het onderzoek houden we rekening met

---

<sup>2</sup> Ministerie van Infrastructuur en Milieu op moment van opdrachtverlening.



autonome ontwikkelingen die (naast de twee maatregelen) van invloed zijn op de kans op een botsing of de gevolgen van een botsing kunnen mitigeren.

### **1.3 Aanpak**

In een startgesprek met IenW zijn de aanbevelingen van de OvV nader toegelicht, waarna informatie is aangeleverd door IenW. We hebben drie interviews gehouden met de vertegenwoordiging van vervoerders (KNV, DB Cargo, RailGood), verladers en industrie (SABIC en VNCI) waarin de kosten van de benodigde implementatiestappen en de verwachte risicowinst is geanalyseerd. Vervolgens is met deze informatie de beknopte KBA uitgevoerd.

### **1.4 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt een uitleg gegeven over de voorgestelde maatregelen, de te verwachten effecten op de veiligheid en wat het betekent de maatregelen te implementeren en de bijbehorende kosten. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 een toelichting gegeven over de toegepaste KBA methodiek, waarna in hoofdstuk 4 de resultaten en in hoofdstuk 5 de conclusies zijn opgenomen.

## 2 Maatregelen

### 2.1 Schutwagen (geen gevaarlijke stoffen in de laatste wagen van de trein)

#### 2.1.1 Beschrijving schutwagen

Een verbod om in de laatste wagen van een trein gevaarlijke stoffen te vervoeren houdt in dat de laatste wagen met niet-gevaarlijke stoffen of leeg wordt vervoerd. Omdat doorgaans de kans bestaat op het kopmaken op de route, gaan we er vanuit dat een wagen zonder gevaarlijke stoffen ook aan de voorkant van de trein geplaatst moet worden.

Deze maatregel dient de kans op een beschadiging van een wagen als gevolg van een kop-staart botsing, met als gevolg vrijkomen van gevaarlijke stof te verminderen. Indien sprake is van een flankaanrijding van de goederentrein of een ontsporing zal de maatregel geen veiligheidsverhogend effect hebben.

Een geschikte wagen zonder gevaarlijke stoffen welke aan de voor- en achterkant van de trein wordt geplaatst wordt in dit onderzoek een schutwagen genoemd. Niet elk wagen zonder gevaarlijke stoffen kan worden gebruikt om de kans op een beschadiging te verminderen. Figuur 2.1 toont een situatie wanneer een wagen zonder gevaarlijke stoffen, maar met stalen pijpen achter een wagen met gevaarlijke stoffen is geplaatst. In het geval van een kop-staart botsing kan deze situatie de gevolgen van een incident juist verergeren. Een ander voorbeeld is een lege draagwagen. Hier kan een soortgelijk escalerend effect optreden.



Figuur 2.1: Wagen met stalen pijpen achter een wagen met gevaarlijke stoffen

#### *Effect op het externe veiligheidsrisico*

Mits de juiste wagens als schutwagens worden geplaatst (zie voorgaande alinea) zal het risico van de trein bij een mogelijke kop-staart botsing gereduceerd worden. Voor het doorgaande treinverkeer is dus sprake van risicoreductie. Zie ook de foutenboom in figuur 2.3. Op rangeerlocaties waar de schutwagens geplaatst worden is sprake van een toename van risico, immers er zijn extra rangeerhandelingen vereist.

## 2.1.2 Implementatie van de schutwagen

Voor de implementatie van het verbod op de aanwezigheid in de laatste wagen van gevaarlijke stoffen is als uitgangspunt de volgende voorbeeldsituatie gekozen van een willekeurige trein met gevaarlijke stoffen van de haven van Rotterdam naar zijn buitenlandse bestemming.

De wagens met gevaarlijke stoffen worden vanuit de chemische industrieën naar een havenemplacement gestuurd. Op het havenemplacement worden de wagens op bestemming gesorteerd in treinen. Volgens de voorgestelde maatregel zullen alle treinen op het havenemplacement voorzien worden van twee extra wagens aan de voor- en achterkant van de trein: de in dit onderzoek genoemde schutwagens. De treinen rijden verder naar emplacement Kijfhoek. Op het emplacement Kijfhoek worden de wagens op hun definitieve bestemming gesorteerd; ook hier worden de treinen van twee extra (schut-)wagens voorzien aan de voor- en achterkant. Door de toevoeging van twee schutwagens kan een trein mogelijk te lang zijn en opgesplitst moeten worden op het vertrekemplacement. Bij opsplitsing moeten ook deze treinen van twee extra wagens voorzien worden.

## 2.2 Overbufferingsbeveiliging (OBB)

### 2.2.1 Beschrijving overbufferingsbeveiliging

De overbufferingsbeveiliging (of opklimbeveiliging) dient de kans op een beschadiging van een wagen als gevolg van een kop-staart botsing met als gevolg vrijkomen van gevaarlijke stof te verminderen. Overbufferingsbeveiliging betreft een voorziening aan een wagen die voorkomt dat een wagen na een botsing tegen een andere wagen 'opklimt' waarna ladingcontainers beschadigd kunnen raken, bijvoorbeeld door een versterkt schot ter bescherming van de ketel tegen doorboring van een buffer.

Bij ernstige treinongevallen (botsingen, ontsporingen) waarbij de voorzijde van de trein abrupt tot stilstand komt, kunnen opeenvolgende wagens uit hun standaardpositie komen en schieten tegen, over of naast elkaar door. Buffers kunnen dan de reservoirs van andere wagens lek stoten. Er zijn verschillende vormen van overbufferingsbeveiliging mogelijk:

- *anti-climbing*, om de oorspronkelijke posities zo veel mogelijk te behouden;
- (liefst fysiek) tegenhouden van een buffer, bijvoorbeeld door een scherm/ blokkade e.d.;
- het versterken van de tankuiteinden zelf;

De vorm van de buffer kan al bijdragen aan het voorkomen van overbuffering:

- de koppeling heeft de vorm van een klauw maar steekt niet ver uit;
- een buffer heeft van de zijkant gezien de vorm van een liggende T en bevindt zich aan weerskanten van de kop van de wagen;
- de trekhaak zit in het midden maar heeft geen steekwerking (is rond);
- buffers die aan beide zijdes een tandvorm hebben: de twee buffers grijpen in elkaar, waardoor opklimmen wordt voorkomen.



Figuur 2.2: Wagen met crashbuffer en opklimbeveiliging (oranje) op de buffer

Bestaande verplichting TE25 (RID, 6.8.4 b) overbufferingsprotectie geldt voor de volgende categorieën van wagens/gevaarlijke stoffen:

- Reservoirwagens (tankwagens) gebouwd vanaf 1-1-2007, voor giftige gassen;
- Reservoirwagens voor UN 1007 chloor, UN 1749 chloortrifluoride, UN 2189 dichloorsilaan, UN 2901 broomchloride en UN 3057 trifluoracetylchloride, waarvan de wanddikte van de tankbodems niet voldoet aan TE25b);
- Reservoirwagens gebouwd vanaf 1-1-2007 voor zeer gevaarlijke vloeistoffen van klassen 3-8 van verpakkingsgroep I, waarvoor tankcode L15CH, L15DH of L21DH vereist is.

Enkele bedrijven hanteren gebruik van crashbuffers voor alle transport van gevaarlijke stoffen. Overbufferingsbeveiliging wordt altijd toegepast in combinatie met crashbuffers. De combinatie crashbuffer en overbufferingsbeveiliging wordt toegepast bij vervoer van toxische gassen (bijv. chloor). Het is nog niet geïmplementeerd voor niet-giftige gevaarlijke stoffen zoals brandbare gassen en brandbare vloeistoffen. Het advies van de OvV omhelst implementatie van de overbufferingsbeveiliging voor alle categorieën gevaarlijke stoffen.

#### *Effect op het externe veiligheidsrisico OBB*

Er is sprake van een risicoreducerend effect op zowel het doorgaande transport als op emplacementen. De inschatting van de effectiviteit van de overbufferingsbeveiliging is gebaseerd op de inschatting uit het Arcadis (2014) rapport<sup>3</sup>; de overige aannames hanteren we uit eerder door Antea Group uitgevoerde onderzoeken.

## 2.2.2 Implementatie van overbufferingsbeveiliging

De implementatie van overbufferingsbeveiliging houdt in het daadwerkelijk plaatsen van de overbufferingsbeveiliging op de wagens welke deze beveiliging nog niet hebben. Hier maken we een onderscheid tussen twee typen wagens: de nieuw te bouwen wagens en wagens welke al in gebruik zijn maar geen overbufferingsbeveiliging hebben. De implementatie van de overbufferingsbeveiliging op de nieuwe wagens is eenvoudiger en kan gelijk met de bouw van de

<sup>3</sup> Arcadis (2014) A cost-benefit analysis of crash buffers on tank wagons.

wagen worden gedaan. Het aanpassen van de bestaande wagens is meer complex en vereist onder andere het uit de circulatie halen van de wagens voor deze aanpassing.

### **2.3 Doorwerking schutwagen en overbufferingsbeveiliging**

De in figuur 2.3 opgenomen foutenboom beschrijft de oorzaken en gevolgen van een incident gebaseerd op casuïstiek (338 incidenten in Nederland) en is afkomstig van Maatregelenonderzoek in het kader van het Rijksonderzoeksprogramma Robuustheid Basisnet Spoor, uitgevoerd door Antea Group (2013).

Hierbij gaan we van de volgende effectiviteit uit. In deze KBA gaan we er vanuit dat beide maatregelen de gevolgen van een incident bij lage snelheid kunnen verminderen bij een kopstaart botsing en bij botsing (op het nevenspoor) na ontsporing. Overbufferingsbeveiliging (OBB) heeft echter een groter reducerend effect dan de schutwagen, immers deze werking zit op alle gevaarlijke stoffen-wagens in een trein, en dus zal de impact van een botsing op meerdere wagens worden gereduceerd. Om die reden zal de OBB ook doorwerken bij hoge snelheidsbotsingen bij de andere wagens in een trein. Bij een schutwagen zal alleen de impact op de laatste wagen gevaarlijke stof direct voor de schutwagen doorwerken.



## 3 Beknopte kosten-batenanalyse

### 3.1 Methodiek

In een startgesprek met IenW zijn de aanbevelingen van de OvV nader toegelicht, waarna informatie is aangeleverd door IenW. Vervolgens zijn drie interviews gehouden met de vertegenwoordiging van vervoerders (KNV, DB Cargo en RailGood), verladers en industrie (SABIC en VNCI) waarin de kosten van de benodigde implementatiestappen en de verwachte risicowinst is geanalyseerd. De interviewvragen voor deze interviews zijn te vinden in bijlage 2. Vervolgens is met deze informatie de beknopte KBA uitgevoerd. In bijlage 1 is een uitgebreide uitleg opgenomen over de gehanteerde KBA methodiek en de kwantificaties.

### 3.2 Nul-alternatief

Om de effecten van de voorgestelde maatregelen in kaart te kunnen brengen, dienen we inzicht te hebben in de toekomstige situatie zonder invoering van deze maatregelen: het zogenaamde nul-alternatief. Met andere woorden, welke autonome maatregelen en ontwikkelingen zijn van invloed op het type incident (kop-staart botsing). Aangezien dit een beknopte KBA betreft, is in het nul-alternatief uitsluitend met de meest relevante ontwikkelingen rekening gehouden (in bijlage 1 is een meer compleet overzicht opgenomen):

- Uitrol van de verbeterde versie van Automatische treinbeïnvloeding (ATBvv) of ERTMS. ATBeg is een systeem dat treinen met een snelheid > 40 km per uur automatisch afdwingt om te stoppen vóór een stoptonend sein. ATBvv wordt aanvullend geïmplementeerd en werkt ook door voor snelheden < 40 km per uur. In de analyse wordt rekening gehouden met de uitrol in Nederland en/of de hele EU.
- In het geval van OBB: uitfasering van niet-botscompatibele treinen volgens opgave van NS Reizigers (waarbij deze uitfasering naar heel Europa is geëxtrapoleerd);
- In het geval van schutwagen: toename in rangeeroneveiligheid door extra rangeerhandelingen op rangeerlocaties maar ook rekening houden met slimmer rangeren op Kijfhoek

### 3.3 Toetscriteria en waardering maatregelen

Voor het waarderen van de maatregelen is een aantal criteria geformuleerd. In tabel 3.1 is hiervan een overzicht opgenomen, met per maatregel de kwalitatieve score. Ter vergelijking zijn de scores ook toegepast voor de maatregel ATBvv, welke als autonome ontwikkeling is meegenomen in deze KBA.

De scores zijn als volgt:

Scores t.o.v. situatie zonder maatregelen	
o	Maatregel heeft geen impact op criterium
-/--	Implementatie van de maatregel heeft een negatief gevolg
+/>++	Gevolgen van een botsing worden gereduceerd
+++	Botsing wordt voorkomen

Tabel 3.1: Toetscriteria en waardering maatregelen

Effecten	Sw	Obb	ATB vv	Opmerkingen/toelichting
<b>Mens</b>				
Slachtoffers (doden, gewonden, volksgezondheid)	+	+	+++	Als gevolg van vrijkomen gevaarlijke stoffen
<b>Economie</b>				
Schade aan infrastructuur/ materieel	o	+	+++	Bij schutwagons is altijd sprake van schade aan materieel; bij obb in iets mindere mate. Bij ATBvv wordt een botsing voorkomen, dus geen schade. Lege wagon afschrijven/bij obb minder reparatietijd.
Verlies van lading (GS)	+	+	+++	
Nut van lading op bestemming	-	o	o	Bij schutwagons wordt verondersteld dat regelmatig/vaak lege wagens dienen als schutwagons.
Verlies spoorcapaciteit vrije spoor	-	o	o	Bij schutwagons is treinenlengte groter, dit kan tot beperkingen leiden. Dit was overigens ook in de botsing te Tilburg het geval.
Verlies spoorcapaciteit emplacementen/ raccordement	--	o	o	Er is bij toepassing van schutwagons meer opstelcapaciteit nodig op emplacementen. Zowel op openbare spooreplacementen als emplacementen bij bedrijven kan dit betekenen dat te weinig opstelcapaciteit aanwezig is.
Verstoring dienstregeling goederen door incident	-	-	+++	
Verstoring dienstregeling passagiers door incident	-	-	+++	Zowel schutwagons als obb hebben geen reducerend effect op de kans op botsing; ATBvv wel
Vertraagde aanlevering goederen	-	o	o	Door benodigde extra rangeertijd neemt totale reistijd (van belading tot ontvangst bij klant) toe.
Level Playing Field EU	--/--	-	o	Uitgangspunt is dat de maatregel schutwagons alleen in Nederland wordt geïmplementeerd. Verdere uitrol wordt niet realistisch geacht, zeker niet op afzienbare (binnen ca 5 jaar) termijn.
Concurrentiepositie spoor (vs. andere modaliteit)	-	o/-	o	Moeilijk in te schatten, maar veronderstelling is dat in beide gevallen sprake is van een inspanning, waarbij de obb als minder bezwaarlijk wordt gezien
License to operate (imago)	+	+/++	++/+++	
<b>Milieu</b>				
Bodem- en grondwaterverontreiniging (riool)	+	+	+++	Beide maatregelen reduceren de kans op uitstroom. In geval van obb wordt het positieve effect iets groter verondersteld omdat alle GS wagens in een trein extra beveiligd zijn.
Luchtverontreiniging	+	+	+++	reductie door voorkomen (kans op) uitstroom gevaarlijke stof
CO2 uitstoot (per T vervoerd product)	-	o/-	o	meer tractie-energie nodig bij schutwagons
<b>Hulpverlening</b>				
Hulpverlening	+	+	+++	Reductie door voorkomen (kans op) uitstroom gevaarlijke stof
<b>Geïntroduceerde</b>				
Extra rangeerwerk	--	o	o	Extra rangeerwerk bij schutwagons betekent meer risico op de rangeerlocatie
Extra planning & logistiek	--	o	o	Extra rangeerwerk bij schutwagons
<b>Overige</b>				
Doorlooptijd implementatie in NL	> 2 jaar	ca. 5 jaar	loopt al	Vraag is of dit via een convenant gaat of via regelgeving. Convenant lijkt op kortere termijn haalbaar. Voor obb geldt daarentegen dat omdat de meeste wagens eigendom zijn van buitenlandse bedrijven, implementatie in EU verband zal moeten plaatsvinden, en hiermee een langere doorlooptijd kent.
Administratieve last (in operatie)	--	o	o	



### 3.4 Algemene uitgangspunten projectalternatieven

Om een beknopte KBA te kunnen uitvoeren zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Zowel OBB als schutwagens hebben geen reducerend effect op de kans op een botsing, maar een reductie op de kans op *uitstroom* ná een botsing;
- OBB heeft een groter reducerend effect, immers deze werking zit op alle wagens in een trein en ook bij hoge snelheidsbotsing zal het effect doorwerken op andere wagens in de trein;
- ATBvv en uitfasering niet-botscompatibel reizigersmaterieel volgens het schema van NS Reizigers (zie aangeleverde stukken door ministerie) hebben beiden een reducerend effect op de kans op een botsing;
- De maatregelen worden geïmplementeerd zonder een Nederlands convenant;
- We gaan er vanuit dat gevaarlijke stoffen via de Basisnet routes getransporteerd worden, maar dat veranderen van transportroute kort voor vertrek mogelijk is;
- De kosten van een LOC na een incident (€ 4 miljoen) is overgenomen uit de KBA voor crashbuffers (Arcadis, 2014); als gevoeligheidsanalyse is tevens gerekend met de kosten voor LOC van € 10 miljoen;
- In de KBA wordt er vanuit gegaan van een discontovoet<sup>4</sup> van 4% en de kasstromen van de komende 25 jaar worden contant gemaakt (Netto Contacte Waarde);
- Invloed van de maatregelen is gebaseerd op casuïstiek en aandeel botsingen op lage snelheid voor schutwagens en voor lage en hogere snelheden voor OBB;
- Basisaanname ongevallen in EU gebaseerd op ERA 2011-2012<sup>5</sup> en schatting voor Nederland gebaseerd op aannames over aandeel tonnage; wagons en spoorkilometers.

### 3.5 Kosten implementatie maatregelen

Voor het bepalen van de kosten benodigd voor de implementatie en de opbrengsten is gebruik gemaakt van onder andere de volgende bronnen:

- Informatie uit de gesprekken met (brancheverenigingen/belangenvertegenwoordigers) vervoerders, verladers en industrie;
- A cost-benefit analysis of crashbuffers on tank wagons (Arcadis, 2014);
- OvV-rapportage n.a.v. het incident te Tilburg (Botsing tussen twee treinen op emplacement Tilburg Goederen, 1 september 2015);
- ERA Spoorveiligheidsrapportage 2014 (ook gebruikt door OvV);
- Maatregelonderzoek Spoor (Antea Group SAVE, 2013).

Wegens concurrentiegevoeligheid van de informatie zijn niet alle afzonderlijke kostenposten vermeld in deze rapportage. Er is in dit geval wel een betrouwbaarheidstoets uitgevoerd door de onderzoekers. In alle overige gevallen is de bron per kostenpost vermeld. Daarnaast zijn de resultaten gepresenteerd aan vervoerders, verladers en infrabeheerder ProRail, waarbij de genoemde bedragen wel werden herkend.

---

<sup>4</sup> Discontovoet: aan kosten en baten in het heden wordt een grotere waarde toegekend dan dezelfde kosten en baten in de toekomst

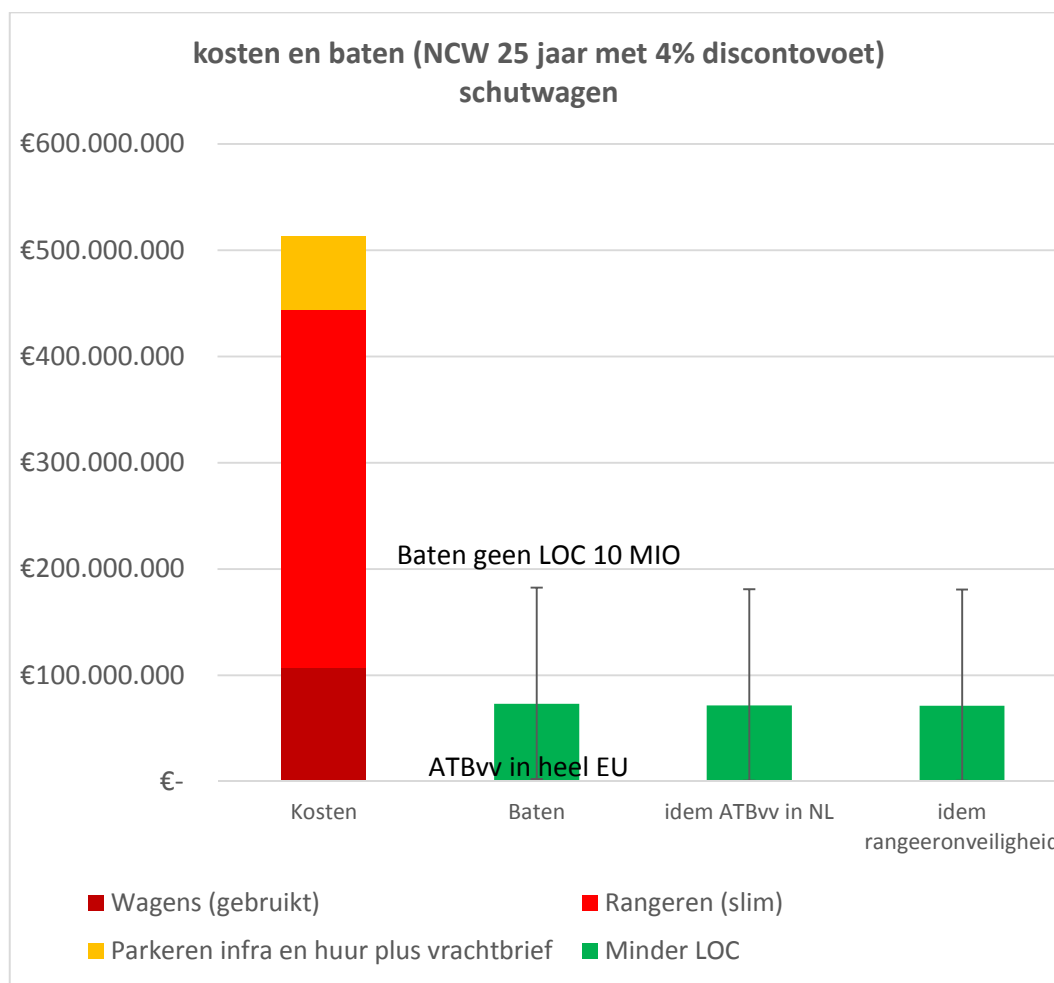
<sup>5</sup> In ERA 2010-2012 staat als uitschieter een registratie van 24 ongevallen in Polen; omdat deze uitschieter niet goed verklaard kan worden, heeft de ERA een overzicht gemaakt in ERA 2011-2012 zonder 2010. Dit uitgangspunt is tevens aangehouden in de KBA crashbuffers.

### 3.5.1 Kosten en baten schutwag

Voor de maatregel schutwag zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor het bepalen van de kosten:

- Ca.200.000 ketelwagenequivalenten met gevaarlijke stoffen worden vervoerd in Nederland per jaar (Rail Cargo, 2015). De verdeling in categorieën gevaarlijke stoffen zijn vanuit prognose van Basisnet voor 2015-2020 overgenomen.
- We gaan vanuit dat een gemiddeld trein uit 20 wagens met gevaarlijke stoffen bestaat, dus op jaarbasis zijn er ca. 10.000 treinen welke mogelijk in Nederland gaan rijden; in werkelijkheid zal dit aandeel per trein vaak lager zijn, daar staat tegenover dat bij een bonte trein sprake kan zijn van de aanwezigheid van een niet-GS wagen als eerste en/of als laatste wagen;
- Er zijn niet voldoende schutwagens beschikbaar en ca. 1500 wagens moet worden aangeschaft en we nemen aan dat dit in 2 jaar tijd gebeurt;
- Er wordt gebruik gemaakt van gebruikte wagens (indien nieuw materieel moet worden aangeschaft komt er ca € 0,5 miljard aan contante kosten bij) en de wagens hebben een levensduur van ca. 25 jaar, het onderhoud aan deze wagens is niet meegenomen;
- De vervoerders maken gebruik van een pool van schutwagens welke op rangeerlocaties beschikbaar zijn; de kosten voor het organiseren en beheren van deze pool zijn niet meegenomen in de KBA, maar is wel een punt van aandacht bij implementatie van deze maatregel. Een groot aandachtspunt is het retourneren van de schutwagens vanuit het buitenland.
- Bij de kosten is alleen rekening gehouden met het plaatsen van een schutwag in Nederland, en dat dit op ca 15 emplacementen plaatsvindt (5 +2 locaties in Rotterdams resp. Amsterdams havengebied, 4 in Zeeland, Kijfhoek, Roosendaal, Venlo, Delfzijl).
- De kosten benodigd als gevolg van de toename van het risico door rangeren op emplacementen zijn niet in de analyse meegenomen. Hierbij kan gedacht worden aan aanvullende repressieve voorzieningen, vermindering risicoruimte en hiermee minder gebruiksruimte voor het rangeerproces, aanvragen revisievergunning, extra fte voor de rangeerhandelingen, e.d.;
- Er is geen rekening gehouden met aanleg van extra infrastructuur op emplacementen binnen bedrijfsterreinen (in geval treinen rechtstreeks vertrekken vanaf een bedrijventerrein zoals bijvoorbeeld Chemelot);
- De kosten zijn inclusief de kosten benodigd voor het parkeren en opstellen van een vrachtbrief voor de schutwagens. Parkeerkosten bevatten ook de kosten voor het aanleg van extra infrastructuur (ca. 200 m spoor per rangeerlocatie in 75% van de gevallen, waarbij als uitgangspunt de kosten voor een raccordementsspoor is gekozen; totaal €1.8 miljoen, het onderhoud aan dit spoor is meegenomen);
- Risicoreductie door slim rangeren (eventueel optimalisatie en automatisatie van rangeerprocessen) in de toekomst is meegenomen in de KBA). Dit wordt uitsluitend te Kijfhoek als reële optie beschouwd vanwege het geautomatiseerde heuvelsysteem;
- Er zijn 8 extra rangeerhandelingen per trein nodig bij samenstellen van de trein met schutwagens en 10 bij splitsen van een (te lange) trein (bron: interviews);
- Gebaseerd op ERA wordt uitgegaan van € 2,15 miljoen voor een dodelijk slachtoffer. Kosten slachtoffers zijn volgens ERA 75% van de totale kosten gebaseerd op alle slachtoffers inclusief passagiers en exclusief suicide; voor NL is dit aandeel lager. Deze getallen zijn gebruikt om de risicoverhoging bij de rangeerterrein te analyseren. Waarbij we de toename op de kans op een dodelijk ongeval met een rangeerder laten toenemen evenredig aan de blootstelling en dat is 2,2% per jaar (gebaseerd op het toegenomen aantal rangeerhandelingen door deze maatregel).

De contante waarde van de kosten bij invoering van de maatregel schutwagen is € 513 miljoen (zie Figuur 3.1). Indien deze waarde wordt vergeleken met het 0-alternatief (autonome ontwikkeling implementatie ATBvv alleen in Nederland en slim rangeren op Kijfhoek) dan bedraagt de opbrengst in de EU €71,5 miljoen. Wordt er rekening gehouden met een toename van de rangeeronveiligheid -dan nemen die baten af tot €71,2 miljoen. De uitfasering van niet-botscompatibel treinmaterieel van NS reizigers heeft geen negatief effect op opbrengsten.



Figuur 3.1: kosten en baten voor maatregel schutwagen

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd waar de baten zijn berekend met € 10 miljoen per ongeval (baten nemen toen) en de ATBvv in heel EU is uitgerold (baten nemen af omdat er minder ongevallen zijn). De spreiding is te zien in Figuur 3.1, de maximale baten komen niet hoger dan ca. € 180 miljoen. De minimale baten zijn nog geen 0,5% van de kosten.

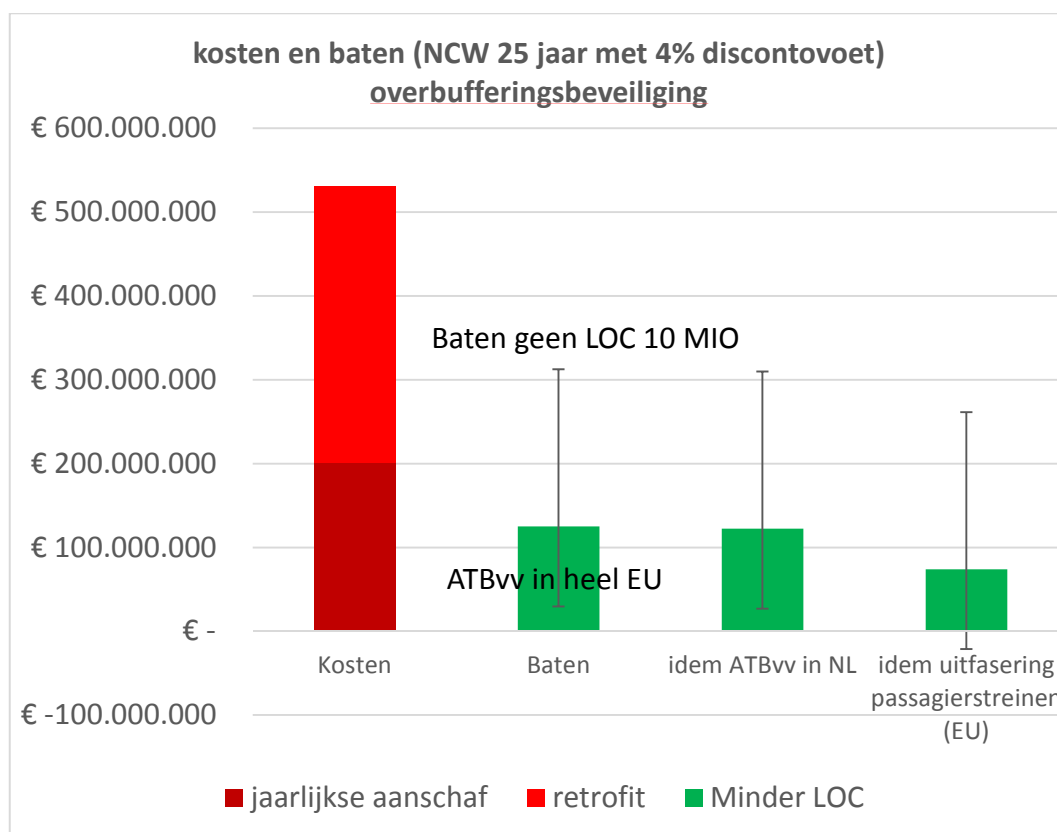
Wegens de beknoptheid van deze KBA zijn er een aantal kosten niet meegenomen in de berekening. Dit zijn indirecte kosten, zoals genoemd in tabel 3.1. Bij een keuze voor doorvoeren van de maatregel kunnen deze effecten eventueel als kwalitatieve aanvulling worden meegenomen. Ook is het verlies van ladingcapaciteit door het meenemen van 2 lege wagens (economische gevolgen voor bedrijfsleven) niet meegenomen in de analyse.

Uit het analyse blijkt dat het aandeel rangeerhandelingen in Nederland toeneemt met 2,2% (Interviews, 2017; ILT 2006, 2015); daardoor neemt ook het aandeel dodelijke ongevallen met 2,2% toe.

### 3.5.2 Kosten en baten overbufferingsbeveiliging

De contante waarde voor de kosten bij invoering van de maatregel is €531 miljoen als we uitgaan van een levensduur van de wagens van 25 jaar (€470 miljoen bij 50 jaar). Bij een kostenbesparing van €4 miljoen per ongeval en de mede uit de foutenboom afgeleide risicoreductie maar zonder nul-alternatief maatregelen zijn de baten (neerslaand in de hele EU) €125 miljoen contant. Met de invoering van ATBvv in het Nederland komen de baten in de EU op €121 miljoen. Het uitfaseren van de niet-botscompatibele treinen (in de hele EU) brengt de opbrengsten op € 74 miljoen.

In de analyse voor OBB gaan we ervanuit dat deze maatregel in de EU wordt toegepast. Dit betekent dat aangezien de casuïstiek van treinongevallen met LOC van gevaarlijke stoffen met name buitenlandse ongevallen betreft, de grote aandeel kosten, én baten, buiten Nederland zullen vallen.



Figuur 3.2: kosten en baten van maatregel overbufferingbeveiliging

Uitgangspunten bij deze waarden zijn:

- we gaan vanuit dat er in Europa ca. 135.000 RID wagens aanwezig zijn (Arcadis, 2014). Dit zijn alle wagens die in Nederland kunnen komen;

- de wagens waar reeds OBB op is geïnstalleerd zijn niet meegenomen in de kosten. Dat gaat over wagens welke onder TE25 al voorzien (dienen te worden) van de OBB (namelijk wagens voor stoffen van categorieën A, B3 en D4). Er zijn 91.872 wagens welke voorzien moeten worden van de OBB voor deze KBA;
- de kosten van het plaatsen van een OBB op een bestaande wagen is € 5.000, en € 3.500 op een nieuwe wagen;
- de bestaande wagens binnen 5 jaar kunnen worden voorzien van een OBB;
- deze maatregel wordt door het hele EU geïmplementeerd;
- hogere effectiviteit van de OBB t.o.v. schutwagons door het vermindering van de kans op een LOC in de lengte van de trein.

Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat bij het implementeren van ATBvv in heel EU een NCW van € 41 miljoen oplevert. Worden de baten berekend met € 10 miljoen per ongeval zullen deze tot rond de € 310 miljoen oplopen.

Ook voor de OBB zijn sommige indirecte kosten niet meegenomen in de analyse (bijv. negatief effect op de CO2 uitstoot en energieverlies door extra gewicht OBBs).

### 3.6 Overige kosten en baten

Wegens de beknoptheid van deze KBA zijn er een aantal kosten niet meegenomen in de berekening. Dit zijn indirecte kosten, zoals genoemd in tabel 3.1. Bij een keuze voor doorvoeren van de maatregel kunnen deze effecten eventueel als kwalitatieve aanvulling worden meegenomen.

Zo zijn de kosten per voorkomen omgevingslachtoffer (omdat er geen LOC optreedt) niet meegenomen in deze KBA. Reden hiervoor is dat de data over slachtoffers als gevolg van uitstroom van gevaarlijke stoffen bij treinongevallen niet beschikbaar is. Hierdoor kunnen er geen uitspraken worden gemaakt over het vermindering of toename van aantal slachtoffers door de implementatie van de twee maatregelen.

## 4 Conclusie en aanbevelingen

### 4.1 Conclusie

De kosten van implementatie van schutwagens voor Nederland binnen twee jaar is € 513 miljoen NCW. Dit bedrag betreft het aanschaffen van (gebruikte) wagens voor het gebruik als schutwagens, parkeerkosten (incl. aanleg extra infrastructuur voor parkeren en opstellen vrachtbrief) en vooral de dagelijkse rangeerkosten. Hierbij wordt opgemerkt dat dit een conservatieve inschatting is. Niet alle kosten zijn meegenomen; het is waarschijnlijk dat kosten hoger zullen zijn. Afgezet tegen het 0-alternatief met de autonome ontwikkelingen meegenomen (zoals met name de implementatie van ATBvv ter voorkomen van een botsing) bedragen de baten in de EU € 71 miljoen NCW; deze opbrengsten zijn gebaseerd op een verondersteld effect op alle ongevallen die zich kunnen voordoen in de EU wat zeer onwaarschijnlijk is, omdat de treinen vooral in Nederland met schutwagens zijn uitgerust.

De kosten van implementatie van OBB binnen vijf jaar zijn € 531 miljoen, er vanuit gaand dat de levensduur van de wagens 25 jaar is en dat deze maatregel in de hele EU wordt geïmplementeerd. Dit bedrag is samengesteld uit de kosten voor het installeren van de OBB op bestaande wagens welke nog niet voorzien zijn van de OBB en het plaatsen van de OBB op nieuwe wagens bij aanschaf. De theoretische baten door de implementatie van deze maatregel in de EU zijn € 125 miljoen, d.w.z. zonder rekening te houden met het nul-alternatief. Bij het uitrollen van ATBvv in Nederland dalen de baten door de OBB tot € 121 miljoen NCW en in de hele EU tot € 41 miljoen NCW. Implementatie van OBB in de EU betekent dat aangezien de casuïstiek van treinongevallen met LOC van gevaarlijke stoffen met name ongevallen buiten Nederland betreft, het grootste aandeel kosten én baten buiten Nederland vallen.

### 4.2 Aanbevelingen

Op basis van de bij Antea Group beschikbare kennis en expertise, en op basis van de informatie uit de interviews in het kader van dit project stellen we dat het voorkomen van een incident in alle gevallen de voorkeur verdient boven het reduceren van de eventuele gevolgen van een incident. Maatregelen die doorwerken aan de linkerkant van de vlinderdas zoals opgenomen in figuur 2.3 verdienen derhalve de voorkeur. Met de implementatie van ATBvv/ERTMS en Quo Vadis worden goede stappen gezet in het reduceren van incidenten.

In het Maatregelonderzoek spoor, waar eerder aan gerefereerd is, is een aantal maatregelen genoemd. In het kader van dit onderzoek zijn de volgende maatregelen aanvullend genoemd:

- Verbod op vertrekken op geel;
- Groene golf voor treinen met gevaarlijke stoffen (is eerder genoemd, maar de haalbaarheid voor zover bekend niet onderzocht);
- Package deals in plaats van een convenant: afspraken met verladers/afzenders gevaarlijke stoffen om hogere veiligheidseisen aan het vervoer (materieel) te stellen;
- Beter toezicht en sturing (automatisering) op treinlengte;
- Vermijden van menselijke fout (rijden door rood) door verdergaande automatisering;
- Implementatie smart technologieën – bijv. smart camera's voor verzameling informatie over lengte van de trein, druppellekkages;
- Internet of Things (IoT): onderzoeken van mogelijkheden tot slim samenstellen van treinen, met name op grote rangeerlocaties zoals Kijfhoeck.

## Referentielijst

- Antea Group (2014) Feitenblad externe veiligheid. Crashbuffer/ preventie overbuffering/ opklimbeveiliging.
- Antea Group (2013) Maatregelenonderzoek in het kader van het Rijksonderzoeksprogramma Robuustheid Basisnet Spoor.
- Arcadis (2014) A cost-benefit analysis of crash buffers on tank wagons.
- AVIV (2017) Rapport toetsing realisatiecijfers vervoer gevaarlijke stoffen over het spoor aan de risicoplafonds Basisnet over de periode van 1-4-2016 tot 31-3-2017.
- ILT (2006) Trendanalyse 2005. Trends in de veiligheid van het spoorwegsysteem in Nederland.
- ILT (2013) Jaarverslag 2012 van de Nederlandse Autoriteit voor Spoorveiligheid.
- Interviews met vertegenwoordigers van vervoerders, verladers en chemische industrie (november 2017)
- RailCargo (2015) Spoor in cijfers.
- RailCargo (2016) Spoor in cijfers.
- Werkgroep Basisnet (2009) Basisnet Spoor. Overzicht maatregelen doorgaand spoor.

## **Bijlage 1 KBA Methodiek**



## Bijlage 1 KBA Methodiek

### Beknopte kosten-batenanalyse

De opdrachtgever heeft specifiek gevraagd om een beknopte KBA. Daarom beperken we ons in de volgende uitwerking tot een uitleg van de KBA toegespitst op de vraagstelling. We gebruiken daarvoor onze kennis en aanpak van de zogenaamde maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA) omdat deze niet alleen de bedrijfseconomische effecten maar ook de gevraagde logistieke en maatschappelijke effecten in beeld brengen. Bovendien is het beantwoorden van de vraag bij wie kosten en baten terechtkomen onderdeel van de methodiek, hetgeen niet onbelangrijk is voor de besluitvorming.

De MKBA is een bekende techniek die in het verleden met name in de infrastructurele sector werd toegepast. Eind jaren negentig vonden meerdere grote projecten plaats (onder andere de Betuweroute en HSL) waarbij de vraag naar boven kwam wat deze projecten ons land nou eigenlijk opleverden. Om bij de besluiten over dit soort projecten rekening te kunnen houden met hun waarde voor de maatschappij als geheel is de MKBA bij uitstek geschikt. Om de MKBA's in de praktijk enigszins uniform te maken werd een leidraad opgesteld (de zogenaamde OEI-leidraad: Overzicht Effecten Infrastructuur).

Inmiddels is de MKBA uitgegroeid tot een instrument dat niet alleen gebruikt wordt in de infrastructurele sector maar ook om investeringen in andere domeinen te kunnen verantwoorden. De hoofdvraag die een MKBA beantwoordt is of de baten opwegen tegen de kosten waarbij gekeken wordt naar de welvaartswinst voor de gehele maatschappij. Het komt namelijk geregeld voor dat degene die de kosten maakt niet degene is die profiteert van de investering. De steeds bredere toepassing van MKBA's heeft geleid tot een algemene leidraad (Romijn en Renes, 2013 van CPB en PBL) waarin de focus ligt op de toepasbaarheid in een breed veld van beleidsterreinen.

### Stappen in de kosten-batenanalyse

Een kosten-batenanalyse bestaat uit de volgende stappen (zie ook Figuur 0.1):

1. Probleemanalyse
2. De set van oplossingsrichtingen: projectalternatieven
3. Het nul-alternatief (autonome ontwikkeling, voortzetting beleid)
4. Effecten van de maatregelen
5. Waarderen van de effecten
6. Kosten per maatregel
7. Het overzicht van kosten en baten en de terugverdientijd
8. Gevoeligheid en actorenanalyses
9. Andere relevante afwegingen



Figuur 0.1: Stappen in de kosten-batenanalyse

### **Stap 1 Probleemanalyse**

De eerste stap – de probleemanalyse – waarin het doel van de KBA wordt vastgesteld is in feite al uitgevoerd door de OvV. Het gestelde doel is het reduceren van de risico's van een botsing met een trein die (een bepaalde klasse van) gevaarlijke stoffen vervoert. In deze stap wordt normaliter ook vastgesteld onder welke omstandigheden een maatregel wordt uitgevoerd. We gaan er bij deze KBA vanuit dat iedere (ook minieme) verbetering van de veiligheidssituatie na een botsing bijdraagt aan het doel.

### **Stap 2 en 3 De set van oplossingsrichtingen: projectalternatieven versus nul-alternatief**

#### *Projectalternatieven*

De projectalternatieven (zie ook Figuur 0.2) zijn voorgesteld door de OvV. Als we goed kijken naar de aanbevelingen dan zien we dat er twee verschillende omgevingen worden geschetst waarbinnen de projectalternatieven kunnen worden gewaardeerd.

1. De situatie waarin de maatregelen onderdeel zijn van internationale regelgeving (waarbij invoering dus niet direct is maar wel sprake van een Europees level playing field);
2. De situatie waarin de maatregelen in Nederland op basis van een convenant worden ingevoerd (wat wellicht sneller kan maar effecten heeft voor de concurrentiepositie).

Het onderscheid bij wie het initiatief ligt, bij wie uiteindelijk de primaire verantwoordelijkheid ligt (vervoerders/verladers/spooraanbieders/overheid) en wat de Europese context is, kan leiden tot variatie in de set van projectalternatieven. In dit onderzoek hebben we ons beperkt tot de meest voor de hand liggende alternatieven gegeven de implementatie van de maatregelen. Dat wil zeggen dat we voor de Overbufferingsbeveiliging hebben gekozen voor het uitrusten met OBB van alle ketelwagens die in Nederland kunnen komen en dat zijn eigenlijk alle ketelwagens in de EU. Voor de Schutwagen beperken we ons tot alle treinen die in Nederland worden samengesteld (dus niet alle treinen die vanuit het buitenland Nederland binnenkomen).

#### *Nul-alternatief*

Om de effecten van de voorgestelde maatregelen in kaart te kunnen brengen dienen we inzicht te hebben in de toekomstige situatie zonder invoering van deze maatregelen: het zogenaamde nul-alternatief (zie ook Figuur 0.2). Met andere woorden, welke maatregelen en veranderingen in omstandigheden zijn van invloed op ons type incident en zullen zich autonoom voordoen.

Hebben bij de analyse de volgende effecten gekwantificeerd en gemonetariseerd:

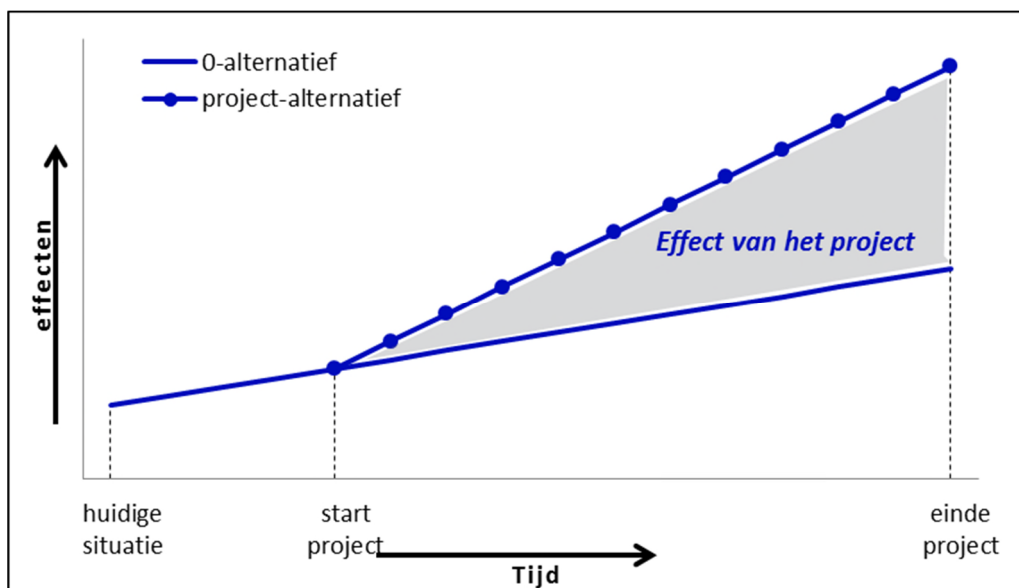
- het uitfaseren van bepaalde risicovolle reizigerstreinen in Nederland en de EU;
- verdere toepassing van ATBvv (Automatische Trein Beïnvloeding verbeterde versie);
- ERTMS (European Railway Traffic Management System);
- Steeds meer effect van slim rangeren op Kijfhoek

Niet gekwantificeerd zijn de volgende autonome ontwikkelingen:

- convenant ketenverantwoordelijkheid;
- toename van de drukte op het spoor;
- het niet inzetten van bepaalde risicovolle reizigerstreinen op bepaalde trajecten;
- mogelijke aanpassing van het Quo Vadis systeem (automatische meting van de treinlengte van een goederentrein<sup>6</sup>).

---

<sup>6</sup> Laatstgenoemde maatregel kan uitsluitend worden meegenomen na overleg met en met goedkeuring van ProRail. Dit betreft namelijk een zeer recente ontwikkeling en is nu nog in onderzoek.



Figuur 0.2: Vergelijking van effecten van nul-alternatief en effecten van implementatie van projectalternatieven

Bovenstaande ontwikkelingen veronderstellen we dus als aanwezig in het nul-alternatief (zowel qua kosten en baten). Aangezien de effecten van deze ontwikkelingen met onzekerheid zijn omgeven, stellen we voor de mogelijke bandbreedte van de effecten (en kosten) in een gevoeligheidsanalyse te toetsen.

#### **Stap 4 en 5: effecten identificeren en waarderen**

Nu we projectalternatieven en nul-alternatief (maatregelen en autonome ontwikkelingen) in kaart hebben gebracht, kunnen we de effecten modelleren en waarderen.

We analyseren in deze fase alle acties die nodig zijn voor de implementatie of de uitvoering van de maatregel: wat betekent implementatie van de afzonderlijke maatregelen en welke consequenties heeft dit op het effect (kans op uitstroom van gevaarlijke stof). Overigens kunnen de consequenties van een maatregel zich op een andere locatie manifesteren dan de locatie van het mogelijke ongeval. Dit zullen we in onze analyse meenemen.

In het kort kijken we naar:

1. effecten die niet zullen veranderen ondanks invoering van een maatregel
2. effecten die geheel of gedeeltelijk zullen verdwijnen door invoering van een maatregel
3. effecten die worden geïntroduceerd door invoering van een maatregel
4. effecten die in tijd veranderen door autonome ontwikkelingen en beleid

We gaan hieronder op elk van deze aspecten van de modellering in.

We modelleren welke effecten van een botsing met gevaarlijke stoffen (geheel of gedeeltelijk) worden vermeden door toepassing van elk van de technieken. Ervan uitgaande dat een deel van de effecten (die samenhangen met de botsing) zowel in het projectalternatief als het nul-alternatief zullen voorkomen. Dus effecten die blijven zijn schade aan materieel en infrastructuur.

Effecten die wel degelijk zullen veranderen door toepassing van de technieken zijn onder meer het verlies van lading (gevaarlijk en niet-gevaarlijk), het type respons en omvang van de inzet van

de hulpdiensten, omvang en duur van het verlies aan capaciteit op het spoor en daarmee samenhangende verstoring in de dienstregelingen, economisch verlies door vertraagde aflevering van goederen, de verstoringen in de omgeving voor werk en overige modaliteiten, de mate van evacuatie, het type slachtofferhulp en uiteraard het aantal slachtoffers bij het voorkomen van uitstroom van een brandbare gaswolk. Het is in de studie niet mogelijk gebleken om al deze effecten apart te moneteriseren. Wel menen we dat we in orde van grootte de belangrijkste effecten in de KBA hebben meegenomen op basis van aannames in eerdere studies.

Want dat is het scenario waar we in deze KBA vanuit gaan. De voorgestelde overbufferingbeveiliging voor alle wagens voor het vervoer van niet-toxische stoffen betekent immers dat deze geldt voor wagens beladen met brandbare gassen en brandbare vloeistoffen. Bij lekkage is dus het potentiële scenario het ontstaan van een brandbare gaswolk respectievelijk een brandbare vloeistofplas. Gezien het covenant warme BLEVE vrij samenstellen achten wij het scenario brandbare vloeistofuitstroming qua ernst ondergeschikt aan een uitstroming van brandbaar gas. We zullen derhalve in de beknopte KBA uitsluitend uitgaan van het scenario uitstroming brandbaar gas.

In het nul scenario (zonder maatregelen die de kans op schade aan ketelwagens reduceren) gaan we bij een botsing uit van een op de huidige casuïstiek gebaseerde kans op botsingen waarbij gevaarlijke stoffen had kunnen vrijkomen. Voor beide maatregelen stellen we tijdens de opdracht de reductie van schade aan ketelwagens (dus de effectiviteit van de maatregel) vast ten opzichte van het nul alternatief. Het verschil tussen de kansen gebruiken we in de volgende stap om de omvang van de vermeden kosten te bepalen.

Verder zal er ook verschil zijn in het effect op natuur en milieu (in de vorm van bodem-, lucht en (grond)waterverontreiniging) en kan ook de administratieve nasleep verschillen.

In onze modellering houden we ook rekening met effecten die kunnen worden geïntroduceerd door toepassing van de nieuwe technieken. Daarbij gaat het vooral om logistieke effecten (die doorwerken in de concurrentiekracht van bedrijven) maar er kunnen ook op allerlei plekken nieuwe (groeps)risico's worden geïntroduceerd door het extra rangeerwerk (nodig om een niet gevaarlijke wagen achter de trein te plaatsen).

Uiteraard brengen we ook de effecten van de autonome ontwikkeling in de tijd in kaart, effecten die vooral van invloed zijn op de kans dat er zich een botsing voordoet en zoals reeds opgemerkt, hoe kleiner de kans hoe minder vaak er kosten worden vermeden. Verder kijken we naar de groei van de volumes spoorvervoer en het aandeel daarvan dat in aanmerking komt voor de voorgestelde technieken.

#### **Stap 6: kosten en baten per maatregel**

Na het vaststellen en beschrijven van de effecten kunnen we de kosten en baten bepalen. Als opmaat hiervoor zijn interviews met een vertegenwoordiging van vervoerders en verladers/industrie en de infrabeheerder essentieel. Door het betrekken van deze stakeholders kunnen wij de implementatie van de veiligheidsmaatregelen simuleren. Daardoor kunnen realistische kosten van de implementatie van de maatregelen voor de partijen worden ingeschat en de dekking van risico's zo breed mogelijk worden geïnventariseerd.

Voor beide maatregelen brengen we vervolgens de kosten en baten van de effecten in beeld. Let op: dat hoeft alleen maar voor het verschil met het 0-alternatief. Dus bijvoorbeeld de kosten voor de verdere aanleg van ATBvv hoeven niet te worden begroot. Wat wel belangrijk is, is het effect dat ATBvv heeft op de ongevalsfrequentie en daarmee op de vermeden kosten.

Vermeden slachtoffers zijn een hoofdstuk apart. In de genoemde Algemene Leidraad van het CPB en PBL staat dat een (M)KBA in sommige gevallen '... omstreden zal zijn. Voorbeelden zijn het gebruik van de MKBA bij het bepalen van het optimale veiligheidsniveau, de waardering van een mensenleven, gezondheid of natuur'.

In deze studie hebben we gebruik gemaakt van de waardering van een fataal ongeval zoals de ERA die hanteert voor Nederland. Dat is € 2,15 miljoen. We hebben dit alleen maar gebruikt bij het bepalen van de toegenomen kosten

In deze studie rekenen we, door een gebrek aan harde cijfers over het aantal slachtoffers in de omgeving door LOC en weinig aanknopingspunten om de risicoreductie in te schatten, niet door wat de baten kunnen zijn van voorkomen slachtoffers. Overigens kijken we wel naar het aantal slachtoffers dat kan toenemen door rangeerhandelingen.

Dit resulteert in een overzicht van de baten per maatregel in termen van vergroting van de veiligheid of verlaging van de risico's op ongevallen met slachtoffers, materiaalschade, kosten hulpdiensten en evacuatie, verminderde beschikbaarheid van het spoor en schade aan de omgeving en het milieu.

#### ***Stap 7: Het overzicht van kosten en baten en de terugverdientijd***

In deze stap zetten we voor de twee technieken de kosten af tegen de baten. De baten worden in de tijd gecorrigeerd voor het effect op botsingen door maatregelen die autonoom worden genomen. Daarmee worden de baten verminderd en duurt het langer om de investering terug te verdienen. De kosten en baten worden verdeeld over actoren om te kunnen bepalen of er een disbalans is tussen het maken van kosten en het ontvangen van baten en in hoeverre daarmee investeringen door partijen minder aantrekkelijk wordt.

De kosten en baten zijn bepaald op basis van de netto contante waarde in 2017 van 25 jaar vooruitkijken. Gebruikelijk neemt de (M)KBA een periode van 100 jaar in ogenschouw maar gezien de effectieve levensduur van de maatregel lijkt dat hier niet op zijn plaats. Voor elk van de afzonderlijke onderdelen zijn daarvoor de initiële investering, levensduur en onderhoudskosten gebruikt. Met netto contant maken, bedoelen we dat we alle huidige en toekomstige uitgaven en baten uitdrukken in euro's van nu (2017) voor een periode van 25 jaar met een discontovoet van 4%. Met de discontovoet drukken we uit in welke mate we kosten en baten in de toekomst minder belangrijk vinden dan kosten en baten die we op dit moment uitgeven en innen.

#### ***Stap 8 Gevoeligheid van de uitkomsten voor variatie in omstandigheden en beleid***

In de vorige stap hebben we in kaart gebracht hoe kosten en baten zich verhouden en hoe lang de terugverdientijd is. De uitkomsten zijn omgeven door een aantal onzekerheden. In deze stap willen we die onzekerheden in kaart brengen en aangeven hoe de conclusies en terugverdientijd zal variëren onder andere omstandigheden en beleidsmaatregelen. In feite willen we uitvinden hoe robuust de uitkomsten zijn ten behoeve van het beleid.

## **Bijlage 2 Interviewvragen**

## Bijlage 2 Interviewvragen

### *Implementatie Schutwagen*

- In hoeveel gevallen zal er een extra wagen met niet-gevaarlijke stoffen aan de voor- en achterkant van de trein gezet moeten worden?
- In hoeveel gevallen worden de als gevolg van het extra toevoegen van 2 wagens te lange treinen gesplitst op een emplacemententerrein?
- Hoeveel rangeeracties zijn nodig om een wagen aan voor-en achterkant van de trein toe te voegen?
- Hoeveel rangeeracties zijn nodig bij een splitsing van de trein?
- Kunt u de kosten van een rangeerhandeling (mens, tijd, middelen) inschatten?
- Kunt u de kosten van een rangeerhandeling (mens, tijd, middelen) voor een treinsplitsing inschatten? \*noteer bijzondere rangeeracties.
- Hebben wij voldoende wagens met niet-gevaarlijke stoffen op voorraad? Hoeveel wagens hebben wij tekort?
- Hoeveel kost een gemiddelde tankwagen?
- Wie draagt de kosten?

### *Implementatie overbufferingsbeveiliging*

- Voor welke stoffencategorieën geldt de onderstaande verplichting voor de overbufferingsbeveiliging?  
*“Reservoirwagens gebouwd vanaf 1-1-2007 voor zeer gevaarlijke vloeistoffen van klassen 3-8 van verpakkingsgroep I, waarvoor tankcode L15CH, L15DH of L21DH vereist is.”*
- Volgens ProRail rapport zijn >90% van wagens al voorzien van een crash buffer en een overbufferingsbeveiliging. Is dit en-en/ en-of situatie?
- Werkt een overbufferingsbeveiliging effectief tegen alle typen reizigersmaterieel?
- Wat is de extra veiligheidswinst van een crashbuffer t.o.v. een overbufferingsbeveiliging?
- Hoeveel wagens zijn voorzien van een overbufferingsbeveiliging? (Welke categorieën van gevaarlijke stoffen?)
- Hoeveel kost de implementatie van een overbufferingsbeveiliging op een nieuwe wagen?
- Hoeveel kost de implementatie van een overbufferingsbeveiliging op een bestaande wagen (retrofitting)?
- Wie draagt de kosten?

---

## Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

---

## Contactgegevens

Rivium Westlaan 72  
2909 LD CAPELLE A/D IJSSEL  
Postbus 8590  
3009 AN ROTTERDAM  
T. (0570) 66 3993  
E. [monique.berrevoets-  
steenbakker@anteagroup.com](mailto:monique.berrevoets-steenbakker@anteagroup.com)

**[www.anteagroup.nl](http://www.anteagroup.nl)**

### Copyright © 2017

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.