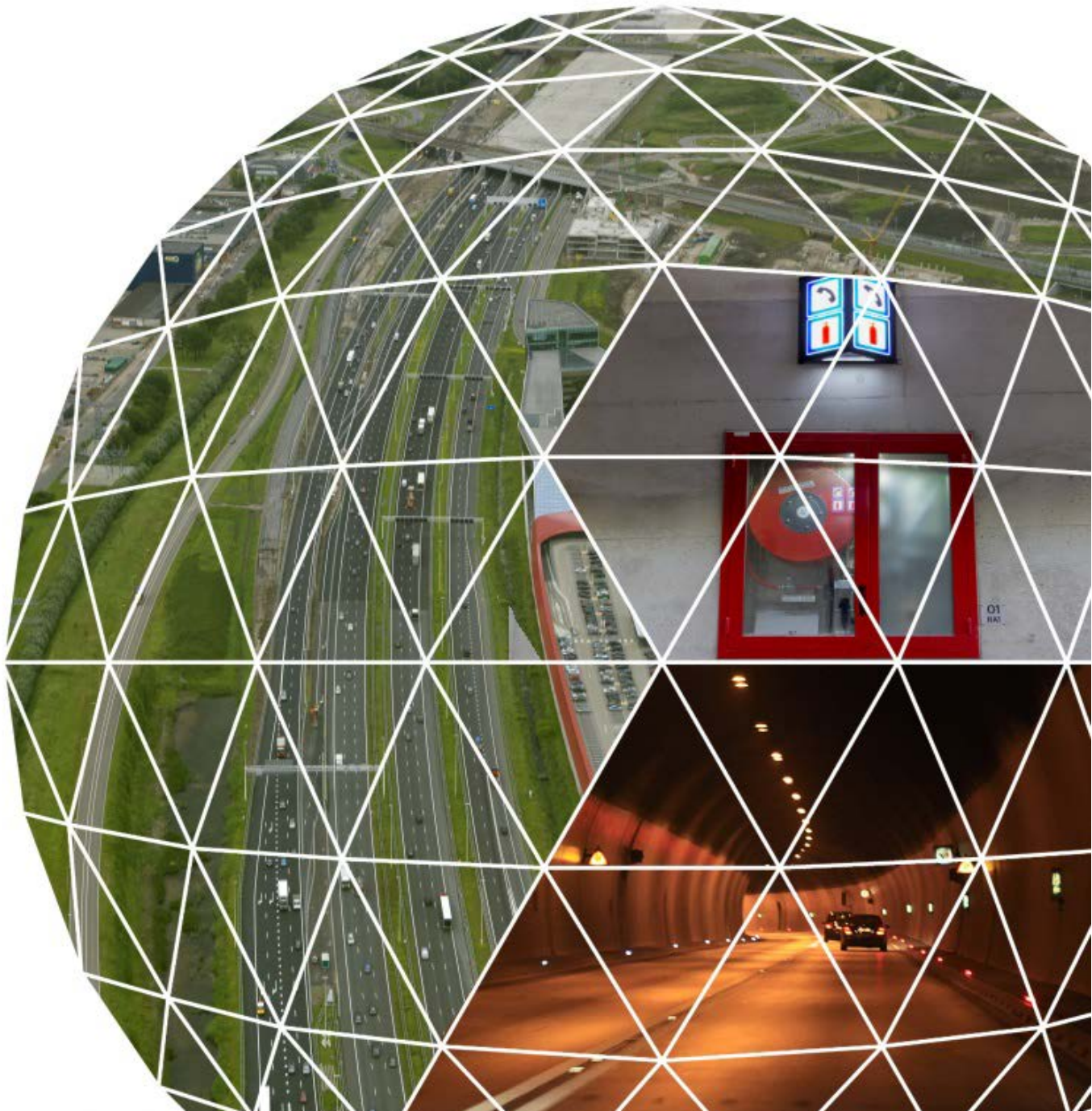


Watermistsysteem A2 Leidsche Rijntunnel

Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Opdrachtgever: Gemeente Utrecht, Rijkswaterstaat

Rotterdam, 15 maart 2016



Watermiststelsel A2 Leidsche Rijn tunnel

Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Opdrachtgever: Gemeente Utrecht, Rijkswaterstaat

Niels Peters
Koen Vervoort
Wim Spit

Rotterdam, 15 maart 2016

Over Ecorys

Met ons werk willen we een zinvolle bijdrage leveren aan maatschappelijke thema's. Wij bieden wereldwijd onderzoek, advies en projectmanagement en zijn gespecialiseerd in economische, maatschappelijke en ruimtelijke ontwikkeling. We richten ons met name op complexe markt-, beleids- en managementvraagstukken en bieden opdrachtgevers in de publieke, private en not-for-profitsectoren een uniek perspectief en hoogwaardige oplossingen. We zijn trots op onze 85-jarige bedrijfsgeschiedenis. Onze belangrijkste werkgebieden zijn: economie en concurrentiekracht; regio's, steden en vastgoed; energie en water; transport en mobiliteit; sociaal beleid, bestuur, onderwijs, en gezondheidszorg. Wij hechten grote waarde aan onze onafhankelijkheid, integriteit en samenwerkingspartners. Ecorys-medewerkers zijn betrokken experts met ruime ervaring in de academische wereld en adviespraktijk, die hun kennis en best practices binnen het bedrijf en met internationale samenwerkingspartners delen.

Ecorys voert een actief MVO-beleid en heeft een ISO14001-certificaat, de internationale standaard voor milieumanagementsystemen. Onze doelen op het gebied van duurzame bedrijfsvoering zijn vertaald in ons bedrijfsbeleid en in praktische maatregelen gericht op mensen, milieu en opbrengst. Zo gebruiken we 100% groene stroom, kopen we onze CO₂-uitstoot af, stimuleren we het overgebruik onder onze medewerkers, en printen we onze documenten op FSC- of PEFC-gecertificeerd papier. Door deze acties is onze CO₂-voetafdruk sinds 2007 met ca. 80% afgenomen.

ECORYS Nederland B.V.
Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam

Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com
K.v.K. nr. 24316726

W www.ecorys.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Doel van dit onderzoek	5
1.3	Onderzoeksaanpak	6
1.4	Leeswijzer	7
2	Wat is een MKBA?	8
2.1	De landelijke richtlijnen voor MKBA	8
2.2	Directe, indirecte en externe effecten	8
2.3	Algemene uitgangspunten van een MKBA	9
3	Uitgangspunten projectalternatief en referentie	12
3.1	Project en referentie	12
3.2	De beschouwingsperiode	12
4	Calamiteiten in de Leidsche Rijntunnel	13
4.1	De Leidsche Rijntunnel	13
4.2	De meerwaarde van een watermiststelsel	13
4.3	Zes typen calamiteiten	14
4.4	Effecten van een watermiststelsel op calamiteitschade (primair effect)	17
4.5	Effecten van watermiststelsel op beschikbaarheid tunnel (secundair effect)	18
4.6	Gevolgen bij calamiteiten: twee verkeersvarianten (secundair effect)	19
5	Maatschappelijke kosten en baten	23
5.1	Kosten van een watermiststelsel	23
5.2	Baten van minder calamiteitschade	24
5.3	Baten van een snellere beschikbaarheid van de tunnel	25
6	Resultaat	31
6.1	Totaaloverzicht van de maatschappelijke kosten en baten	31
6.2	Break-evenanalyse	36
7	Samenvatting en conclusies	38

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Sinds 2012 loopt de A2 ter hoogte van Utrecht door de Leidsche Rijntunnel.

De tunnel is veilig en voldoet aan alle veiligheidseisen zoals gesteld in Wet- en regelgeving voor (weg)tunnels. De openstellingsvergunning is dan ook in 2012 door de gemeente verleend.

Ten tijde van de planvoering en realisatie van de tunnel liet de toenmalige wet- en regelgeving echter ruimte open voor verschillende interpretaties van de benodigde waarborgen voor veiligheid. Een optie was om een watermiststelsel in de tunnel te realiseren. Voorafgaand aan de opening van de tunnel, tijdens een Bestuurlijk Overleg op 13 juli 2010, zijn minister Eurlings en burgemeester Wolfsen overeengekomen dat op dat moment: “... een watermiststelsel: een *non proven technology* is; niet kosteneffectief is”¹. De gemeente Utrecht heeft hierop verder geredeneerd: “*Uit die redenering (non proven technology en niet kosteneffectief) volgt voor het college de conclusie dat een watermiststelsel op dit moment niet wettelijk vereist kan zijn*”².

Op basis van deze overeenkomst kon de tunnel in 2012 in gebruik worden genomen. Dit is gebeurd onder de afspraak dat indien een watermiststelsel in de toekomst beschouwd kan worden als ‘*proven technology*’ en in de Leidsche Rijntunnel kosteneffectief is, alsnog een watermiststelsel ingebouwd zal worden.¹

Een werkgroep van gemeente Utrecht en Rijkswaterstaat is met de uitwerking van deze afspraken aan de slag gegaan. Hiermee is in eerste instantie weinig voortgang geboekt. Rijkswaterstaat en gemeente Utrecht zijn daarop in overleg getreden. Hierin zijn zij een nieuwe aanpak overeengekomen. De partijen hebben daarin de volgende concrete afspraken gemaakt³:

- Gekeken zal worden of de huidige verkeersregels scenario's - in het geval de tunnel langdurig niet beschikbaar is - voldoende zijn voor het borgen van de bereikbaarheid, zowel nationaal als regionaal;
- De kosteneffectiviteit van een watermiststelsel bij de A2 Leidsche Rijntunnel zal worden onderzocht op basis van de OEI-systematiek;
- Nagegaan wordt of er alternatieven zijn voor een watermiststelsel, waarbij bijvoorbeeld gedacht wordt aan een automatische blusrobot.

Een werkgroep van de gemeente Utrecht, Rijkswaterstaat en de Veiligheidsregio Utrecht heeft aan Ecorys gevraagd een analyse uit te voeren van de maatschappelijke kosten en baten van een watermiststelsel in de Leidsche Rijntunnel (punt 2 uit bovenstaande afspraken), met in deze analyse ook aandacht voor de regionale welvaartseffecten.

Voorliggend rapport is het resultaat van dit onderzoek.

¹ Verslag Bestuurlijk Overleg A2 Leidsche Rijntunnel 13 juli 2010, versie 26 augustus 2010.

² Brief Gemeente Utrecht, kenmerk 10.531799, 8 september 2010.

³ Opdrachtformulering kosten-batenanalyse Watermiststelsel, 30 november 2015.

Wat is een watermiststelsel?

Een watermiststelsel is een brandblussysteem dat bestaat uit een netwerk van dunne leidingen, die in het geval van een brand via verstuivers minieme druppeltjes water de ruimte in spuiten. Hierdoor ontstaat watermist.

Deze watermist is effectiever dan 'conventionele' brandblussystemen in het blussen van een brand en wegnemen van de hitte: de brand is sneller geblust. Naast tunnels wordt het watermiststelsel onder meer ingezet bij gebouwen. Bij tunnels uit de effectiviteit van een watermiststelsel zich in een hogere veiligheid en in een lagere schade aan de tunnelconstructie bij een grote brand. Deze lagere schade resulteert erin dat minder herstelwerkzaamheden uitgevoerd dienen te worden na de brand. Het gevolg is dat de tunnel korter buitengebruik gesteld hoeft te worden voor dit herstel. Verkeer kan daarmee na een grote brand weer sneller gebruik maken van de tunnel.

In Nederland is momenteel op rijkswegen uitsluitend een watermiststelsel aanwezig in de tunnels van de A73 bij Roermond. In diverse landen worden watermistsystemen in tunnels wel veelvuldig ingezet, onder meer in Engeland, Frankrijk, Spanje, Japan en Australië.

Nieuwe wet- en regelgeving

De discussie over het brandveiligheidssysteem in de Leidsche Rijntunnel dateert van voor 2012. Inmiddels is de wet- en regelgeving herzien met de Landelijke Tunnelstandaard Release 1.2 (per 8 oktober 2012) en Wet aanvullende regels veiligheid wegtunnels en Regeling aanvullende regels veiligheid wegtunnels (per 1 juli 2013) ten behoeve van eenduidigheid over het benodigde veiligheidsniveau. Ook in de aangepaste wet- en regelgeving is een watermiststelsel niet specifiek voorgeschreven.⁴

1.2 Doel van dit onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het beantwoorden van de vraag of een watermiststelsel in de Leidsche Rijntunnel kosteneffectief is. In overleg met de betrokken partijen is dit uitgewerkt in twee analyses:

- Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van een watermiststelsel: *Wegen de (maatschappelijke) baten op tegen de kosten?*
- Een break-evenanalyse van een watermiststelsel: *In welk scenario / Onder welke voorwaarden wegen de baten op tegen de kosten?*

In de uitgevoerde analyses wordt het watermiststelsel (het projectalternatief) op maatschappelijke kosten en baten beoordeeld, in vergelijking met de referentie. In de referentie wordt de huidige situatie in de Leidsche Rijntunnel gecontinueerd. De studie brengt daarmee de effecten van een watermiststelsel in beeld als aanvullende maatregel ten opzichte van de al beschikbare veiligheidssystemen in de Leidsche Rijntunnel.

Kosten en baten bij langdurige uitval van de Leidsche Rijntunnel

De scope van het onderzoek beperkt zich tot situaties waarin de Leidsche Rijntunnel als gevolg van een calamiteit langdurig buiten gebruik is. Dit is in overleg met de werkgroep voor dit onderzoek gedefinieerd als een situatie waarin de tunnel ten minste een maand niet beschikbaar is. Dit betekent dat niet alle denkbare calamiteiten onderdeel zijn van de MKBA, Wel zijn hiermee alle calamiteiten opgenomen waarbij een watermiststelsel een bewezen significante invloed heeft. Hoofdstuk 4 gaat hier dieper op in.

⁴ Landelijke Tunnelstandaard Release 1.2.

1.3 Onderzoeksaanpak

Zo veel mogelijk voortbouwen op beschikbare informatie

Het onderzoek bouwt zo veel mogelijk voort op de beschikbare informatie. Ecorys heeft geen aanvullende studies uitgevoerd naar de verschillende effecten. Hieronder wordt de beschikbare informatie behandeld waarop de MKBA primair voortbouwt. Wel zijn voor een aantal effecten aanvullende aannames gedaan. Deze worden in het rapport expliciet toegelicht.

Tabel 1.1 Bronnen watermistsysteem Leidsche Rijntunnel

Effect	Bron	Auteur
Investerings, beheer- en onderhoudskosten, vermeden investeringen	Kosteneffectiviteit watermistsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn	Rijkswaterstaat 2013
Verkeerseffecten	Calamiteiten A2-tunnel - Effecten op omgeving (rapport) + Verkeersberekeningen	Goudappel Coffeng 2016
	Verkeerseffecten calamiteiten landtunnel A2 – concept eindrapport (presentatie)	Regionaal Tactisch Team Utrecht 2016
Calamiteitsscenario's	De statistische kans op brand in tunnels	TNO 2012
Bereikbaarheid	Kwantitatieve risicoanalyse A2 Leidsche Rijntunnel	Rijkswaterstaat 2013
Waardering reistijd en betrouwbaarheid	De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden	KiM 2013
Veiligheid	Kosteneffectiviteit watermistsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn	Rijkswaterstaat 2013
Waardering veiligheid	Veiligheid in Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse	Rijkswaterstaat 2012
Waardering externe effecten	Externe en infrastructuurkosten van verkeer	CE Delft 2014
Waardering indirecte effecten	Indirecte Effecten Infrastructuurprojecten	SEO 2004

De studie bouwt met bovenstaande rapporten waar mogelijk voort op de beschikbare informatie. Alle ontvangen input heeft Ecorys op hoofdlijnen op plausibiliteit getoetst alvorens deze te verwerken in de MKBA.

Als onderdeel van het onderzoek heeft bilateraal overleg met de gemeente Utrecht, Rijkswaterstaat en Veiligheidsregio Utrecht plaatsgevonden met als doel om input en informatie (onder meer relevante rapportages) te leveren voor voorliggende MKBA.

MKBA op basis van kader KBA bij MIRT-Verkenningen

Voor infrastructuurprojecten van het rijk en voor grote regionale projecten die streven naar een rijksbijdrage via het MIRT geldt sinds september 2012 het zogeheten kader *KBA bij MIRT-Verkenningen – Kader voor het invullen van de OEI-formats* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1 september 2012). De *Algemene Leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse* (CPB en KIM, 2013) sluit hierop aan. Het kader en de leidraad geven richtlijnen voor de uitvoering van MKBA's en zijn ook voor deze studie gehanteerd.

Dit houdt in dat de MKBA is opgesteld tegen de nationaal voorgeschreven richtlijnen voor MKBA's en dat in de MKBA de effecten op nationaal schaalniveau (de effecten voor de "BV Nederland") inzichtelijk worden gemaakt. Apart wordt wel inzichtelijk gemaakt welk deel van de effecten in de gemeente Utrecht en in de rest van de provincie Utrecht neerslaan.

1.4 Leeswijzer

In deze rapportage leggen we in hoofdstuk 2 allereerst de basisprincipes van een MKBA uit. In hoofdstuk 3 beschrijven we in het kort de belangrijkste uitgangspunten van het project- en de referentie. In hoofdstuk 4 gaan we in op de Leidsche Rijntunnel, de meerwaarde van een watermiststelsel, de typen calamiteiten die zich kunnen voordoen en de effecten hiervan. Vervolgens werken we de maatschappelijke kosten en baten van een watermiststelsel uit en lichten deze toe in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 maken we het totaalresultaat inzichtelijk. Ten slotte beschrijven we in hoofdstuk 7 de bevindingen en conclusies van dit onderzoek.

2 Wat is een MKBA?

2.1 De landelijke richtlijnen voor MKBA

De aanleg van grootschalige infrastructuur heeft niet alleen verkeerseffecten en effecten op de leefomgeving, maar legt eveneens een groot beslag op de beschikbare overheidsmiddelen. Voor een betere transparantie en verzakelijking van de beleidsinformatie over nut en noodzaak van infrastructuurprojecten hebben het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Economische Zaken eind jaren '90 het initiatief genomen voor de zogeheten OEEI-leidraad.

Het CPB en Ecorys (voorheen NEI) hebben in 1999 deze leidraad opgesteld, waarbij gebruik is gemaakt van diverse deelonderzoeken. OEEI (inmiddels omgedoopt tot OEI) staat voor Overzicht (Economische) Effecten van Infrastructuur. In dit programma is een methodologisch kader ontworpen voor maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's) van grote infrastructurele projecten. In de afgelopen jaren is de systematiek voor uitvoering van MKBA's verder uitgewerkt en vastgelegd in een aantal aanvullingen. Voor alle projecten die zijn of beogen te worden opgenomen in het MIRT-projectenboek geldt een MKBA-plicht. Dit geldt derhalve voor alle rijksprojecten, maar ook voor veel regionale projecten is in toenemende mate een MKBA voorgeschreven om zorgvuldige besluitvorming mogelijk te maken.

Voor rijksprojecten en voor grote regionale projecten die streven naar een rijksbijdrage via het MIRT geldt sinds september 2012 het zogeheten kader *KBA bij MIRT-Verkenningen – Kader voor het invullen van de OEI-formats* (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 1 september 2012). Dit kader geeft richtlijnen voor de uitvoering van MKBA's en is ook voor deze studie gehanteerd. Algemeen geldt de *Algemene Leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse* (CPB en KIM, 2013).

2.2 Directe, indirecte en externe effecten

In een MKBA zijn de effecten van de maatregel het verschil tussen de situatie zonder de maatregel (referentie of nulalternatief) en de situatie met de maatregel (projectvariant of -alternatief). De verschillen tussen beide situaties zijn de projecteffecten die in een MKBA worden opgenomen. Bij effecten van calamiteiten gaat een MKBA uit van de kans per jaar op deze calamiteiten.

Een MKBA is geen nieuw effectenonderzoek. In een MKBA worden de effecten van een project op systematische wijze conform voorgeschreven richtlijnen geordend en vervolgens in monetaire termen gewaardeerd. De MKBA is daarmee een 'kop' op het effectenoverzicht van een project. In de MKBA komen de effecten van een infrastructuurproject op onder meer bereikbaarheid, leefomgeving en economie samen. Door het monetair waarderen van alle effecten kunnen deze op dezelfde grondslag onderling vergeleken worden zodat discussies over het belang van specifieke effecten geobjectiveerd gevoerd kunnen worden. Daarnaast ontstaat met de resulterende totaaluitkomsten van de MKBA een beeld van de maatschappelijk-economische wenselijkheid van een project.

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse berekent het sociaaleconomische rendement van investeringen op een vergelijkbare manier zoals dat in een financiële analyse gebeurt. In een MKBA worden echter niet alleen de financiële kosten en baten (financiële inkomsten en uitgaven) voor de direct betrokkenen, maar alle mogelijke effecten van een maatregel voor alle partijen

meegenomen. Dit betreft ook de effecten zonder een marktprijs, zoals bijvoorbeeld de effecten op bereikbaarheid en op milieu.

Hierbij wordt over het algemeen een onderscheid gemaakt naar directe, indirecte en externe effecten van een maatregel.

Directe effecten (kosten en baten)

Directe effecten zijn de effecten voor de eigenaar / exploitant en gebruikers van het project. In deze MKBA gaat het dan onder meer om de kosten van aanleg van de benodigde infrastructuur en de kosten van beheer en onderhoud, alsmede de effecten van de verbinding op de bereikbaarheid en leefbaarheid.

Indirecte effecten (baten)

Indirecte effecten betreffen effecten die aan andere markten dan de markten voor projectdiensten (in dit geval de transportmarkt) worden doorgegeven. Zo kunnen veranderingen in bereikbaarheid doorgegeven worden aan de woningmarkt, de arbeidsmarkt of de grondmarkt. Indirecte effecten zijn de zogeheten 'tweede orde effecten' van infrastructuurprojecten.

Externe effecten (baten)

Externe effecten zijn effecten op goederen waar geen markten voor zijn en waarvoor dus ook geen marktprijzen bestaan. Het gaat dan bijvoorbeeld om emissies, geluidsoverlast, verkeersveiligheid, aantasting van de open ruimte, barrièrewerking en doorsnijding van het landschap.

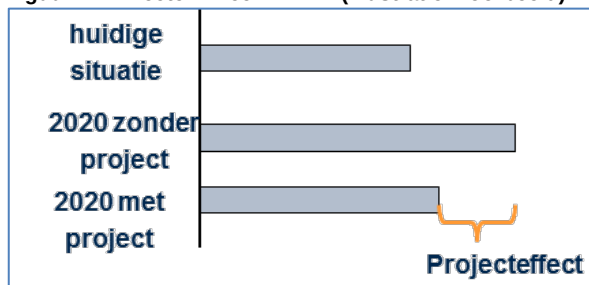
Effecten kunnen kosten als baten betreffen. Onder kosten worden in een MKBA alle uitgaven opgenomen om een project te realiseren en in gebruik te houden. Dit zijn de directe kosten. De baten zijn de effecten van het project. Deze kunnen zowel positief (bijvoorbeeld een verbeterde bereikbaarheid) als negatief van karakter (bijvoorbeeld toegenomen geluidhinder) zijn. In het vervolg onderscheiden we directe, indirecte en externe baten.

2.3 Algemene uitgangspunten van een MKBA

Referentie-alternatief

In een MKBA worden de effecten van een project afgezet tegenover de meest waarschijnlijke situatie die optreedt zonder het project: het referentie-alternatief. Dit is niet de huidige situatie, maar de situatie die optreedt bij vastgesteld beleid. Bijvoorbeeld vastgestelde aanpassingen aan het infrastructuurnetwerk of aan de dienstregeling zijn hier onderdeel van.

Figuur 2.1 Effecten in een MKBA (illustratief voorbeeld)



Tijdshorizon en prijspeil

In een MKBA worden de effecten voor een lange tijdsperiode in kaart gebracht. In deze studie is de technische levensduur van een watermiststelsel als uitgangspunt gehanteerd. Zie volgend hoofdstuk.

In een MKBA wordt gewerkt met een vast prijspeil. Dit houdt in dat alle kostenberekeningen en waarderingen in prijzen van een en hetzelfde jaar worden uitgevoerd. Vervolgens worden eventueel alleen reële (boven op de inflatie) kostenveranderingen ten opzichte van dit prijspeil meegenomen. Alle bedragen in deze rapportage zijn uitgedrukt in prijspeil 2016.

In een MKBA wordt gerekend met bedragen inclusief btw. Alle kosten- en batenposten van een MKBA dienen gewaardeerd te worden in dezelfde prijseenheid⁵. Die prijseenheid is in principe de marktprijs, dus inclusief btw en andere kostprijsverhogende belastingen zoals accijnzen.

Discontovoet, (netto-)contante waarde en baten-kostenverhouding

In een MKBA worden alle projecteffecten in de tijd uitgezet en vervolgens met een zogenaamde discontovoet (rentevoet) contant gemaakt naar een basisjaar (in dit geval 2016). De rol van deze discontovoet is om toekomstige kosten en baten op een juiste manier te waarderen. Ze dient om het verschil in waarde tussen een euro nu en een euro in de toekomst uit te drukken. Het disconto kan ook worden opgevat als de rendementseis die vanuit maatschappelijk oogpunt aan een publieke investering of project moet worden gesteld.

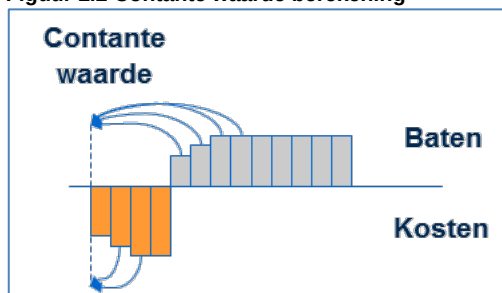
Een dergelijke discontering betekent dat effecten die later in de tijd optreden minder zwaar meewegen dan effecten die eerder optreden. De effecten in de eerste jaren na realisatie hebben daarmee een groter aandeel in de uitkomsten van de MKBA dan de effecten in de jaren daarna.

De gewogen optelsom over de jaren die zo ontstaat voor een effect heet de **(netto-)contante waarde (NCW)**.

Conform de meest recente afspraken hieromtrent wordt in deze studie voor zowel de kosten als de baten een discontovoet van 4,5% gehanteerd. Een gevoeligheidsanalyse wordt uitgevoerd voor de tot recent geldende discontovoet van 5,5%.

Onderstaand figuur ligt de contante waarde berekening toe.

Figuur 2.2 Contante waarde berekening



Een MKBA presenteert de uitkomsten van de analyse op twee manieren:

1. Het saldo van alle contant gemaakte effecten (de baten minus de kosten) wordt de **netto contante waarde** genoemd. Indien de netto contante waarde hoger is dan nul, is het project vanuit maatschappelijk-economisch perspectief rendabel (en vice versa);

⁵ De btw in kosten-batenanalyses, CPB 2011.

2. De **baten-kostenverhouding** geeft de verhouding van de baten en kosten van het project weer door de baten door de kosten te delen. Een project met een baten-kostenverhouding van 1 of hoger is maatschappelijk gezien een rendabel project.

Een positieve netto contante waarde (dus hoger dan nul) correspondeert altijd met een baten-kostenverhouding van 1 of meer, en vice versa.

3 Uitgangspunten projectalternatief en referentie

3.1 Project en referentie

In hoofdstuk1 is beschreven dat in een MKBA de effecten van een projectalternatief (het watermiststelsel) worden afgezet tegen een referentie. Hieronder worden de referentie en het projectalternatief nader toegelicht.

De referentie

De referentie is de situatie bij vaststaand beleid. Hierin gaan we uit van een situatie met de huidige (brandveiligheids)systemen maar zonder een watermiststelsel in de Leidsche Rijntunnel. Het veiligheidssysteem zoals dat nu in de tunnel is toegepast, wordt daarmee ook in de toekomst ongewijzigd gecontinueerd.

Het project

In dit onderzoek is één projectalternatief onderzocht. Hierin gaan we uit van het aanbrengen van een watermiststelsel in de Leidsche Rijntunnel aanvullend op de huidige (brandveiligheids)systemen.

3.2 De beschouwingsperiode

De periode waarover in dit onderzoek de effecten in kaart worden gebracht betreft de aanloopperiode tot ingebruikname (planvorming, realisatie, testen, enz.) en de levensduur van een watermiststelsel. De levensduur van een watermiststelsel bedraagt naar verwachting 25 jaar⁶ wat als zichtperiode voor de MKBA is gehanteerd. Denkbaar is dat het stelsel na 25 jaar als geheel wordt vervangen door hetzelfde stelsel, maar wellicht zijn er door voortschrijdende ontwikkelingen ook andere systemen op de markt of gelden er andere eisen. Aan het eind van deze periode kan derhalve een heroverweging plaatsvinden. Op grond hiervan is er voor gekozen de levensduur van het watermiststelsel (tegen huidige inzichten) als uitgangspunt voor de zichthorizon te hanteren en niet van een langere zichthorizon met herinvesteringen iedere 25 jaar uit te gaan.

Daarnaast is de tijd tot realisatie geschat op circa 1 tot 1,5 jaar⁷, uitgaande van besluitvorming hierover voorjaar 2016.

Op basis van bovenstaande uitgangspunten heeft Ecorys ten behoeve van de MKBA aangenomen dat de aanloopperiode tot ingebruikname van een watermiststelsel (planvorming, realisatie, testen, enz.) 2016 en 2017 betreft. De periode waarover een watermiststelsel vervolgens operationeel zal zijn betreft de periode van 2018 tot en met 2042.

In deze MKBA is de totale beschouwingsperiode dus 2016 tot en met 2042.

⁶ Bron: Kosteneffectiviteit watermiststelsel tunnel A2 Leidsche Rijn, RWS 2013.

⁷ Bron: Opvolging aanbevelingen prof. Ale en prof. Horvat door RWS en gemeente Utrecht en expert opinion Rijkswaterstaat.

4 Calamiteiten in de Leidsche Rijntunnel

Dit hoofdstuk beschrijft de Leidsche Rijntunnel, de type calamiteiten die zich erin kunnen voordoen en de effecten hiervan. Dit vormt de basis voor het overzicht van kosten en baten in het vervolg van dit rapport.

4.1 De Leidsche Rijntunnel

De Leidsche Rijntunnel is een landtunnel waardoor het verkeer op de A2 ter hoogte van de Utrechtse wijk Leidsche Rijn wordt geleid. De Leidsche Rijntunnel is 1.650 meter lang, en is hiermee momenteel de op één na langste landtunnel van Nederland. Parallel aan de tunnel loopt de Stadsbaan, een lokale ontsluitingsroute voor Leidsche Rijn centrum, door de 490 meter lange Stadsbaantunnel.

De tunnelbak van de Leidsche Rijntunnel is 80 meter breed en bestaat uit vier tunnelbuizen. Twee tunnelbuizen voor de hoofdrijbanen van de A2, met elk drie rijstroken voor doorgaand verkeer, en twee tunnelbuizen voor de parallelbanen van de A2, met elk twee rijstroken voor het lokale verkeer. Per richting heeft het verkeer derhalve de beschikking over vijf rijstroken, verdeeld over twee tunnelbuizen. In de tunnel zijn geen op- of afritten.

Verkeersintensiteiten

De A2 is een van de drukste rijkswegen van Nederland en kent ter hoogte van de Leidsche Rijntunnel een verkeersintensiteit van gemiddeld circa 200.000 voertuigen per werkdag. Dit betreft 100.000 voertuigen per rijrichting, wat verder uitgesplitst kan worden naar circa 60.000 motorvoertuigen op de hoofdrijbaan en circa 40.000 motorvoertuigen op de parallelrijbaan.⁸

In het verkeersonderzoek is geen informatie opgenomen over verkeersprognoses voor de Leidsche Rijntunnel. Voor de toekomst is daarom uitgegaan van de huidige verkeersintensiteiten. Hiermee worden de baten van een watermiststelsel onderschat indien verkeersintensiteiten de komende jaren zouden toenemen (en vice versa).

Vervoer met gevaarlijke stoffen

Voor alle tunnelbuizen van de A2 gelden geen beperkingen voor vervoer met gevaarlijke stoffen.

4.2 De meerwaarde van een watermiststelsel

Uit de beschikbare informatie resulteert het volgende beeld van de meerwaarde van een watermiststelsel.

Een watermiststelsel is een brandveiligheidssysteem dat zoals alle veiligheidssystemen ingrijpt ten tijde van een calamiteit (in dit geval brand). Dit systeem heeft geen preventieve invloed op calamiteiten en voorkomt dus niet dat deze zich voordoen. Wel beperkt het de schade als gevolg van een calamiteit.

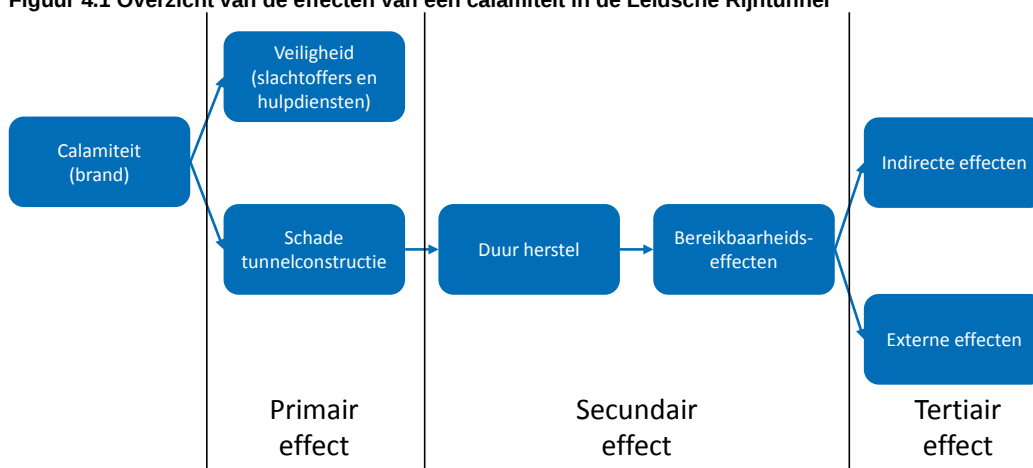
⁸ MARE-data, Rijkswaterstaat.

Het primaire effect van een watermiststelsysteem is daarmee het verhogen van de **veiligheid** voor de gebruikers van een tunnel (weggebruiker, wegwerker, onderhoudsmonteurs, hulpdiensten, etc.) ten tijde van een calamiteit. Tegelijkertijd beperkt het de **schade** aan de tunnelconstructie, installaties en auto's in de tunnel bij een calamiteit.

Doordat een watermiststelsysteem de schade van een calamiteit aan de tunnelconstructie en installaties beperkt, verkort het ook de **duur van de herstelwerkzaamheden aan de tunnel**. In deze periode zal de tunnel(buis) voor korte of langere tijd buiten gebruik zijn. Deze kortere herstelperiode van de tunnel vermindert de periode waarin de tunnel buiten gebruik is, en de bereikbaarheid minder optimaal is. Een watermiststelsysteem resulteert derhalve in een betere **bereikbaarheid** van de regio (of beter gezegd: de regio is minder lang slecht bereikbaar).

Ten slotte werkt dit effect op bereikbaarheid weer door in **indirecte** en **externe effecten**. Zo kan een tunnelafsluiting ertoe leiden dat verkeer andere routes kiest, en daar hinder (extra geluid, emissies, enz.) produceert (extern effect). Maar de bereikbaarheid kan ook zijn weerslag hebben op het functioneren van andere markten dan die van vervoer en transport (indirect effect).

Figuur 4.1 Overzicht van de effecten van een calamiteit in de Leidsche Rijntunnel



In de volgende paragrafen worden de verschillende typen calamiteiten, het primaire effect en het secundaire effect nader omschreven. De tertiaire effecten komen aan bod in het volgende hoofdstuk.

4.3 Zes typen calamiteiten

Aangezien een watermiststelsysteem ingrijpt bij calamiteiten, vormen deze calamiteiten en de kans dat deze zich voordoen de basis van dit onderzoek. Ecorys hanteert hiertoe de zes hieronder omschreven calamiteitenscenario's waarbij we, conform de richtlijnen, de QRA (een voor o.a. tunnels noodzakelijke kwantitatieve risicoanalyse die de kans op en risico's van een calamiteit laat zien) als uitgangspunt hanteren.

In de tekst hierna worden de effecten van een calamiteit in de situatie zonder een watermiststelsel beschreven. We onderscheiden hierbij de volgende calamiteiten:

- 25 MW brand;
- 50 MW brand;
- 100 MW brand;
- 200 MW brand;
- Brandstofplasbrand;
- Warme BLEVE (dit staat voor *Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion*).

De tekst hieronder is gebaseerd op de volgende bronnen waarin de effecten van verschillende typen branden zijn uitgewerkt:

- Scenarioanalyse Overkapping A2 Leidsche Rijn, Rijkswaterstaat 13 september 2010
- Berekening schade tunnel A2 Leidsche Rijn.xls, Rijkswaterstaat 2013

25 en 50 MW brand

Dit zijn de 'kleinere' branden die zich in een tunnel kunnen voordoen. Als gevolg van bijvoorbeeld een ongeluk ontstaat een brand in een auto of bestelbus. Indien de lading vlam vat kan een brand ontstaan die zich ontwikkelt tot een vermogen van 25 MW (een kleine brand in een ongeladen vrachtauto) of 50 MW (een kleine brand in een geladen vrachtauto).

Inschatting materiële schade aan de tunnel

In de tunnelbuis waar de calamiteit zich voor heeft gedaan kan een klein deel van de tunnel technische installaties ter plaatse van de brand beschadigd zijn. Deze dienen vervangen te worden. Schade aan de tunnelbuisconstructie is niet te verwachten.

Door herstelwerkzaamheden zal één tunnelbuis maximaal enkele dagen niet beschikbaar zijn.

Zoals ook in hoofdstuk 1 is aangegeven beperkt dit onderzoek zich tot situaties waarin de Leidsche Rijntunnel als gevolg van een calamiteit ten minste een maand niet beschikbaar is. 25 en 50 MW branden vallen derhalve buiten de scope van het onderzoek. Ecorys heeft deze typen calamiteiten in het verdere onderzoek dan ook buiten beschouwing gelaten. Het gevolg hiervan is dat eventuele baten van een watermiststelsel bij kleine branden ook buiten beschouwing worden gelaten. Uit de beschikbare informatie volgt een beeld dat de effecten van een watermiststelsel bij deze calamiteiten niet significant en met (grote) onzekerheid omgeven zijn.

100 MW brand

Als gevolg van bijvoorbeeld een ongeluk ontstaat een brand onder de laadruimte van een vrachtauto. Indien de lading vlam vat, kan een brand ontstaan die zich ontwikkelt tot een vermogen van 100 MW.

De kans dat dit type calamiteit zich voordoet in de Leidsche Rijntunnel is in de QRA vastgesteld op jaarlijks circa 1 / 20. In 20 jaar doet deze calamiteit zich naar verwachting dus gemiddeld eenmaal voor.

Inschatting materiële schade aan de tunnel

In de tunnelbuis waar de calamiteit zich voordoet, zullen het tunneldak en wegdek ter plaatse van de brand beschadigd zijn. Deze zullen gerepareerd respectievelijk vervangen dienen te worden. Ook een deel van de tunnel technische installaties ter plaatse van de brand en benedenstrooms van de brand zal vervangen moeten worden. De overige tunnelbuizen blijven onbeschadigd.

De herstellkosten zijn geschat op circa € 5 miljoen en hierdoor zal één tunnelbuis ongeveer negen weken niet beschikbaar zijn.

200 MW brand

Als gevolg van bijvoorbeeld een ongeluk ontstaat een brand onder de laadruimte van een vrachtauto. Indien de lading vlam vat kan een brand ontstaan die zich in 10 minuten ontwikkelt tot een vermogen van 200 MW.

De kans dat dit type calamiteit zich voordoet in de Leidsche Rijntunnel is in de QRA vastgesteld op jaarlijks circa 1 / 1.500. In 1.500 jaar doet deze calamiteit zich naar verwachting dus gemiddeld eenmaal voor.

Inschatting materiële schade aan de tunnel

In de tunnelbuis waar de calamiteit zich voor heeft gedaan zullen het tunneldak en wegdek ter plaatste van de brand beschadigd zijn. Deze zullen gerepareerd respectievelijk vervangen dienen te worden. Ook een deel van de tunnel technische installaties ter plaatse van de brand en benedenstrooms van de brand zal vervangen moeten worden. De overige tunnelbuizen blijven onbeschadigd.

De herstellkosten zijn geschat op circa € 7 miljoen en hierdoor zal één tunnelbuis ongeveer tien weken niet beschikbaar zijn.

Brandstofplasbrand

Als gevolg van bijvoorbeeld een botsing met een tankwagen met benzine kan het voorkomen dat in de tunnel een lek ontstaat aan de tank en er benzine op het wegdek van de tunnel stroomt. Er ontstaat hierdoor snel een plas met een oppervlak van circa 50m² (Het oppervlak van de uitgestroomde plas blijft beperkt omdat het wegdek in de tunnel geen helling heeft). Indien deze benzineplas vlam vat, zal een plasbrand van circa 121 MW ontstaan.

De kans dat dit type calamiteit zich voordoet in de Leidsche Rijntunnel is in de QRA vastgesteld op jaarlijks circa 1 / 50.000. In 50.000 jaar doet deze calamiteit zich naar verwachting dus gemiddeld eenmaal voor.

Inschatting materiële schade aan de tunnel

In de tunnelbuis waar de calamiteit zich voor heeft gedaan zullen het tunneldak en wegdek ter plaatste van de brand beschadigd zijn. Deze zullen gerepareerd respectievelijk vervangen dienen te worden. Ook een deel van de tunnel technische installaties ter plaatse van de brand en benedenstrooms van de brand zal vervangen moeten worden. De overige tunnelbuizen blijven onbeschadigd.

De herstellkosten zijn geschat op circa € 7 miljoen en hierdoor zal één tunnelbuis ongeveer tien weken niet beschikbaar zijn.

Warme BLEVE

Indien een van bovengenoemde branden uitbreekt bij een LPG-tankwagen, ontstaat de kans op een BLEVE. De LPG-tank kan door een dergelijk brand zodanig verhit worden dat deze explodeert (een BLEVE). In het rapport 'Scenarioanalyse Overkapping A2 Leidsche Rijn' wordt ingeschat dat bij een brand naast of onder de tankwagen na 75 minuten een warme BLEVE plaats zal vinden. Dit scenario kan zich na die tijdsperiode voordoen omdat hulpdiensten voor het dilemma staan al dan niet de tunnel te betreden gezien het gevaar van de BLEVE.

De kans dat dit type calamiteit zich voordoet in de Leidsche Rijntunnel is in de QRA vastgesteld op jaarlijks circa 1 / 20.000.000. In 20 miljoen jaar doet deze calamiteit zich naar verwachting dus gemiddeld eenmaal voor.

Inschatting materiële schade aan de tunnel

In de tunnelbuis waar de BLEVE zich voor heeft gedaan bezwijkt het tunneldak over enige lengte ter plaatse van de LPG-tankwagens, evenals de wanden van het middentunnelkanaal. Deze zullen voor een deel verloren gaan en dienen vervangen te worden en voor een deel zullen deze hersteld kunnen worden.

De herstelkosten zijn geschat op circa € 60 miljoen en hierdoor zullen twee tunnelbuizen ongeveer twee jaar niet beschikbaar zijn. Mogelijk ontstaan hier bovenop ook nog herstelkosten aan het op de tunnel gelegen park, deze kosten zijn niet meegenomen in dit onderzoek bij gebrek aan informatie hieromtrent. Op het eerste gezicht lijken deze kosten beperkt ten opzichte van het genoemde bedrag van circa € 60 miljoen.

Overzicht calamiteiten

Onderstaande tabel laat de calamiteitenscenario's zien. Ecorys heeft hierbij met behulp van de expert opinion van Rijkswaterstaat zelf een interpretatie gemaakt van het aantal tunnelbuizen dat buiten gebruik is.

Calamiteitenscenario (bijvoorbeeld)	Kans (per jaar, QRA)	Aantal tunnelbuizen buiten gebruik	Hersteltijd zonder WMS* (dagen)	Herstelschade zonder WMS*
100MW brand (vrachtwagenbrand)	1 / 20	1	63	€ 5,0 miljoen
200MW brand (grote vrachtwagenbrand)	1 / 1.576	1	70	€ 7,1 miljoen
Plasbrand (vergelijkbaar 100MW brand)	1 / 50.000	1	70	€ 7,1 miljoen
Warme BLEVE (LPG tankwagen brand)	1 / 20.000.000	2	730	€ 60,0 miljoen + herstelkosten park

Bron: Berekening schade tunnel A2 Leidsche Rijn.xls, 2013

* WMS = watermiststelsysteem

4.4 Effecten van een watermiststelsysteem op calamiteitschade (primaire effect)

Het primaire effect van een watermiststelsysteem is het verbeteren van de veiligheid van de gebruikers van een tunnel (weggebruiker, wegwerker, onderhoudsmonteurs, hulpdiensten, etc.) en het verminderen van de schade aan de tunnelconstructie, installaties en auto's in de tunnel ten tijde van een calamiteit.

Een watermiststelsysteem beperkt het aantal slachtoffers van een calamiteit. Onderstaande tabel laat het verwachte jaarlijkse effect van het watermiststelsysteem zien. Met een watermiststelsysteem worden naar verwachting gemiddeld jaarlijks 0,026 doden extra bespaard. Dit betreft een jaarlijks gemiddeld cijfer. Cijfers over het aantal slachtoffers per type calamiteit zijn niet beschikbaar.

Tabel 4.1 Verwachtingswaarde jaarlijks aantal doden

	zonder WMS	met WMS	Vershil
Aantal doden	0,429	0,403	0,026

Bron: Kosteneffectiviteit watermiststelsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn, RWS 2013

Een watermiststelsysteem beperkt ook de schade van een calamiteit aan zowel de constructie als de installaties van de tunnel (zie ook de omschrijvingen in vorige paragraaf). In onderstaande tabel zijn per type calamiteit de herstelkosten weergegeven met en zonder watermiststelsysteem. Bij een 100 MW brand bespaart een watermiststelsysteem bijvoorbeeld € 4,0 miljoen aan schade. De tabel laat zien dat een watermiststelsysteem de schade aan de tunnel substantieel kan reduceren.

Bij een warme BLEVE ontstaat met een watermiststelsysteem zoals ook omschreven in vorige paragraaf wel een brand, echter de BLEVE (explosie/druk golf) zal uitblijven doordat de brand tijdig geblust wordt. De herstelkosten worden met een watermiststelsysteem hierdoor in zijn geheel vermeden.

Tabel 4.2 Herstelschade per calamiteitscenario (excl. btw, prijspeil 2016)

	Zonder WMS	Met WMS	Vershil	Procentueel verschil
100 MW brand	€ 5,0 miljoen	€ 1,0 miljoen	€ 4,0 miljoen	-80%
200 MW brand	€ 7,1 miljoen	€ 2,1 miljoen	€ 5,0 miljoen	-71%
Plasbrand	€ 7,1 miljoen	€ 1,1 miljoen	€ 6,0 miljoen	-85%
Warme BLEVE	€ 60,0 miljoen	€ 0	€ 60,0 miljoen	-100%

Bron: Berekening schade tunnel A2 Leidsche Rijn.xls, 2013

4.5 Effecten van watermiststelsysteem op beschikbaarheid tunnel (secundair effect)

Het secundaire effect van een watermiststelsysteem is een verkorte herstelperiode van de Leidsche Rijntunnel na een calamiteit en daarmee een snellere beschikbaarheid van de tunnel voor verkeer.

Na een calamiteit zal, door herstelwerkzaamheden, een deel van de tunnel niet beschikbaar zijn voor verkeer. Onderstaande tabel laat het effect van het watermiststelsysteem zien. Bij 100 MW en 200 MW branden kan de tunnel circa 43 dagen sneller in gebruik worden genomen, bij een plasbrand 53 dagen enz. Ook hier wordt het effect zichtbaar dat door een watermiststelsysteem een warme BLEVE in zijn geheel vermeden wordt.

Tabel 4.3 Hersteltijd Leidsche Rijntunnel na calamiteit (dagen)

Calamiteit	Zonder WMS	Met WMS	Vershil	Procentueel
100 MW brand	63	20	-43	69%
200 MW brand	70	27	-43	61%
Plasbrand	70	18	-53	75%
warme BLEVE	730	-	-730	100%

Bron: Berekening schade tunnel A2 Leidsche Rijn.xls, 2013

4.6 Gevolgen bij calamiteiten: twee verkeersvarianten (secundair effect)

Als gevolg van een calamiteit zullen, door herstelwerkzaamheden, één of twee tunnelbuizen van de Leidsche Rijntunnel niet beschikbaar zijn voor verkeer. Deze niet-beschikbaarheid is bepalend voor een deel van de effecten van het watermistsysteem. Dit betekent dan ook dat het verkeersonderzoek een belangrijke gegevensbron vormt voor het onderzoek.

Langdurige onbeschikbaarheid tunnelbuis/-buizen

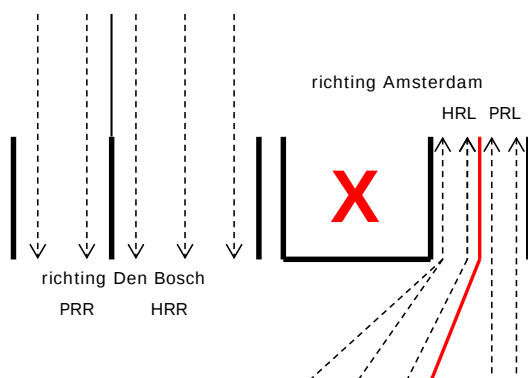
Op basis van de gevoerde gesprekken komt een beeld naar voren dat bij langdurige onbeschikbaarheid van de tunnel er normaliter maatregelen genomen zullen worden om het verkeer door de resterende tunnelbuizen te leiden, ongeacht of er wel of niet sprake is van een watermistsysteem. Dit vormt het uitgangspunt van de navolgende analyse.

In het uitgevoerde onderzoek naar de verkeerseffecten is uitgegaan van een doorlooptijd van 2 weken voor het realiseren van een verkeersoplossing, indien één of meerdere tunnels als gevolg van een calamiteit voor langere tijd buiten gebruik zijn.⁹ Deze periode is voor de beschouwde typen calamiteiten niet onderscheidend tussen het projectalternatief en de referentie. Zowel met als zonder een watermistsysteem zullen de tunnelbuis/-zen minstens 2 weken niet beschikbaar zijn. In deze periode zal het verkeer een andere route moeten nemen, omdat de 'gewenste' route niet mogelijk is.

Na deze twee weken zal het verkeer door de resterende buizen worden geleid. Het wordt mogelijk de 'gebruikelijke route' te nemen, zij het dat deze verkeerskundig minder optimaal is doordat er 1 of 2 tunnelbuizen minder beschikbaar zijn (zie hierna). De verkeerskundige effecten van 1 of 2 minder beschikbare tunnelbuizen zijn door Goudappel Coffeng onderzocht met behulp van het Tool+ verkeersmodel. In deze verkeersstudie zijn de effecten van verschillende varianten onderzocht waarin 1 of 2 tunnelbuizen zijn afgesloten en het verkeer niet door de resterende tunnelbuizen wordt geleid. Deze zijn te beschouwen als varianten voor de eerste dagen na een calamiteit of de resulterende situatie bij een kleine calamiteit. De in de uitgevoerde verkeersanalyses onderzochte varianten met langdurige tunnelbuisuitval en waarbij verkeer door de resterende buizen wordt geleid, zijn de zogenoemde variant 6 (=1 tunnelbuis afgesloten in noordelijke richting) en variant 7 (=2 tunnelbuizen afgesloten in zuidelijke richting). Beide varianten worden hierna toegelicht.

Eén tunnelbuis afgesloten

Variant 6: Afsluiting van de tunnelbuis voor de hoofdrijbaan in noordelijke richting.
Verkeersscenario onderzocht voor de ochtendspits.



Beide banen maken gebruik van de tunnelbuis van de parallelbaan, hierbij geldt een beperking van de snelheid (90 km/u) en capaciteit (zie hieronder). Het totaal aantal rijbanen in noordelijke richting

⁹ Bron: Verkeerseffecten calamiteiten landtunnel A2 – concept eindrapport (presentatie), Rijkswaterstaat 2016.

wordt teruggebracht van 5 naar 4. Deze variant is in de verkeersstudie doorgerekend voor de ochtendspits.

In het gehanteerde Tool+ verkeersmodel is deze variant doorgevoerd door de capaciteit ter hoogte van de tunnel terug te brengen naar 57% van de originele capaciteit voor de hoofdrijbaan en 87% voor de parallelbaan. De overgebleven totale capaciteit bedraagt dus circa 70% van de oorspronkelijke capaciteit in noordelijke richting. Uit de achterliggende rapportage van Goudappel Coffeng resulteren de hieronder gepresenteerde verkeerscijfers over het effect van de variant op de totale reistijd, voertuigverliesuren en voertuigkilometers in Nederland.

Tabel 4.4 Resultaat verkeersberekeningen variant 6 (ochtendspits 7:00-9:00u, in noordelijke richting)

	Verskil met referentie
Totale reistijd (uur)	+441 uur
-waarvan extra voertuigverliesuren	+257 uur
Voertuigkilometers	-5.464 km
Waarvan onderliggend wegennet	+8.627 km
Waarvan hoofdwegennet	-14.091 km

Bron: Conceptresultaten verkeerseffecten calamiteiten landtunnel A2

De tabel laat zien dat er bij 1 afgesloten tunnelbuis in noordelijke richting tijdens de ochtendspits 441 extra uren reistijd in Nederland ontstaan. Van deze extra reistijd zijn 257 uren het gevolg van de snelheidsbeperking in de tunnel en eventuele toegenomen congestie voor de tunnel. De overige uren zijn met name het gevolg van de keuze voor langzamere alternatieve routes. Uit het verkeerskundig rapport van Goudappel Coffeng volgt dat dit overeenkomt met een toename van de congestie in de regio Utrecht met circa 3%. Bovenstaande tabel laat ook zien dat de voertuigkilometers afnemen met 5.464 en de alternatieve routes dus gemiddeld korter zijn in afstand.

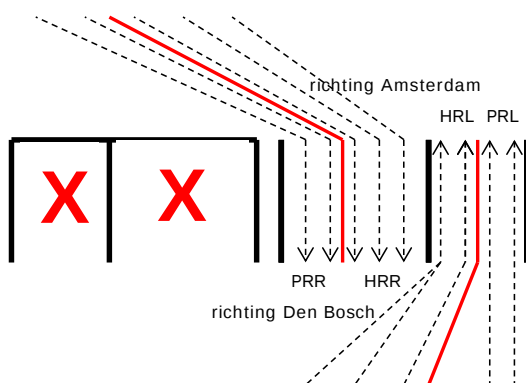
Normaliter rijden tijdens de ochtendspits 17.500 voertuigen over de A2 in noordelijke richting. Indien we de extra reistijd gemakshalve alleen relateren aan de voertuigen op de A2 (en niet ook aan voertuigen die mogelijk elders extra worden gehinderd), resulteert gemiddeld een extra reistijd van maximaal 1,5 minuut per voertuig¹⁰. Indien we ook de extra voertuigkilometers op het onderliggend wegennet gemakshalve relateren aan de gewoonlijke 17.500 voertuigen op de A2 tijdens de ochtendspits, betekent dit per voertuig gemiddeld maximaal 0,5 kilometer extra over het onderliggend wegennet en circa 1,5% meer voertuigkilometers op het onderliggend wegennet in de gemeente Utrecht.

Dit scenario is gehanteerd voor de bepaling van de baten van een watermiststelsel bij een 100 MW, 200 MW en plasbrand.

¹⁰ Calamiteiten A2-tunnel - Effecten op omgeving (verkeerskundig rapport Goudappel Coffeng) 2 minuten gerapporteerd.

Twee tunnelbuizen afgesloten

Variant 7: Afsluiting van de tunnelbuizen voor zowel de hoofd- al parallelrijbaan in zuidelijke richting. Verkeersscenario onderzocht voor de avondspits.



Variant 7 is vergelijkbaar met variant 6, maar heeft daarnaast ook in zuidelijke richting een capaciteitsbeperking. Hierbij geldt ook een lagere snelheid (90 km/uur) en licht lagere capaciteit (zie hieronder). Het totaal aantal rijstroken in zuidelijke richting blijft gelijk, in noordelijke richting geldt hetzelfde als bij variant 6. Deze variant is in de verkeersstudie doorgerekend voor de avondspits.

In de avondspits ligt de intensiteit in noordelijke richting lager, het knelpunt zoals in de ochtendspits zichtbaar was treedt nu niet op. Ook in zuidelijke richting is het effect beperkt, de lagere snelheid en capaciteit zorgt voor kleine verschuivingen van het verkeer.

In het gehanteerde Tool+ verkeersmodel is dit doorgevoerd door de capaciteit ter hoogte van de tunnel terug te brengen naar 92% van de originele capaciteit voor de hoofdrijbaan en 91% voor de parallelbaan. De overgebleven totale capaciteit bedraagt dus circa 92% van de oorspronkelijke capaciteit in zuidelijke richting. Uit de achterliggende rapportage van Goudappel Coffeng resulteren de hieronder gepresenteerde verkeerscijfers over het effect van de variant op de totale reistijd, voertuigverliesuren en voertuigkilometers in Nederland.

Tabel 4.5 Resultaat verkeersberekeningen variant 7 (avondspits 16:00-18:00u, in zuidelijke richting)

	Verskil met referentie
Totale reistijd (uur)	251
-waarvan extra voertuigverliesuren	256
Voertuigkilometers	-3.159
<i>Onderliggend wegennet</i>	3.472
<i>Hoofdwegennet</i>	-6.630

Bron: Conceptresultaten verkeerseffecten calamiteiten landtunnel A2

Het hierboven gepresenteerde effect zal zich voordoen in zuidelijke richting tijdens de avondspits.

De tabel laat zien dat er bij 2 afgesloten tunnelbuizen (in zuidelijk richting) tijdens de avondspits 251 extra uren reistijd in Nederland ontstaan. Deze extra reistijd is volledig het gevolg van de snelheidsbeperking in de tunnel en eventuele congestie voor de tunnel. De tabel laat ook zien dat de voertuigkilometers afnemen met 3.159 en de alternatieve routes dus gemiddeld wel korter zijn qua afstand.

Normaliter rijden tijdens de avondspits 16.000 voertuigen over de A2 in zuidelijke richting. Indien we de extra reistijd gemakshalve alleen relateren aan de voertuigen op de A2 (en niet ook aan voertuigen die mogelijk elders extra worden gehinderd), resulteert gemiddeld een extra reistijd van maximaal 1 minuut per voertuig. Uit het verkeerskundig rapport van Goudappel Coffeng volgt dat dit scenario overeenkomt met een toename van de congestie in de regio Utrecht met circa 1%. Indien we ook de extra voertuigkilometers op het onderliggend wegennet gemakshalve relateren aan de gewoonlijk 16.000 voertuigen op de A2 tijdens de avondspits, betekent dit per voertuig gemiddeld maximaal 0,2 kilometer extra over het onderliggend wegennet en circa 0,5% meer voertuigkilometers op het onderliggend wegennet in de gemeente Utrecht.

Dit scenario is gehanteerd voor de bepaling van de baten van een watermiststelsel bij een warme BLEVE.

Verkeerskundige conclusies

De resultaten van de verkeerberekeningen maken inzichtelijk dat de verkeerseffecten van 1 of 2 afgesloten tunnelbuizen relatief beperkt zijn nadat verkeersmaatregelen zijn genomen en het verkeer door de resterende tunnelbuizen wordt geleid. Zo resulteert dit in gemiddeld maximaal 1,0 tot 1,5 minuut extra reistijd per voertuig en een afname in het totaal aantal voertuigkilometers. Wel resulteert gemiddeld maximaal 0,2 tot 0,5 voertuigkilometer extra per voertuig over het onderliggend wegennet.

De beperkte effecten op doorstroming zijn een gevolg van de dimensionering van de tunnelbuizen. Deze beschikken aan weerszijden van de rijstroken over de nodige ruimte (o.a. de vluchtstrook). Hiermee is het mogelijk het aantal rijstroken, zij het versmald, grotendeels intact te houden. In zowel de variant met 1 als 2 afgesloten tunnelbuizen is er sprake van totaal 1 rijstrook minder. Daarmee blijft de capaciteit van de A2 grotendeels behouden.

Tot het moment dat de verkeersmaatregelen zijn gerealiseerd zal het verkeer wel extra hinder ondervinden. Dit is echter zowel het geval met als zonder een watermiststelsel, uitgezonderd een warme BLEVE.

5 Maatschappelijke kosten en baten

5.1 Kosten van een watermiststelsysteem

Realisatie van een watermiststelsysteem

Investeringskosten

In het projectalternatief worden investeringskosten gemaakt voor de realisatie van een watermiststelsysteem in de Leidsche Rijntunnel.

De investeringen voor een watermiststelsysteem zijn onzeker en lopen in de beschikbare informatie uiteen van € 15 miljoen als € 25 miljoen¹¹. In de MKBA is met beide bedragen gerekend, waarbij € 15 miljoen als ondergrens en € 25 miljoen als bovengrens is gehanteerd.

Kosten watermiststelsysteem:

- bandbreedte: € 15 miljoen tot € 25 miljoen (excl. btw);
- levensduur van het watermiststelsysteem: 25 jaar¹².

Deze kosten zijn in de MKBA opgehoogd met btw en verondersteld gemaakt te worden in het jaar 2017, een jaar voor ingebruikname. Dit resulteert in een contante waarde van € 16,6 miljoen tot € 27,7 miljoen aan investeringskosten in 2016.

Tabel 5.1 Investeringskosten watermiststelsysteem (prijsspeil 2016)

	Absolute waarde (excl. btw)	Contante waarde (2016-2042, incl. btw)
Investeringskosten - ondergrens	€ 15 miljoen	€ 16,6 miljoen
Investeringskosten - bovengrens	€ 25 miljoen	€ 27,7 miljoen

Afsluitings-/omleidingskosten bij realisatie

Om de verkeersoverlast tijdens de realisatie te beperken worden omleidingen gerealiseerd zodat het verkeer door de overige buizen geleid kan worden. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de tijdelijke aanpassing van infrastructuur en de inzet van regelscenario's. Denkbaar is dat, vergelijkbaar met de verkeerssituatie bij een langdurige calamiteit, het verkeer door de resterende tunnelbuizen wordt geleid.

De kosten voor het aanpassen van de infrastructuur en de inzet van regelscenario's zijn geschat op € 1 miljoen¹³, ook deze kosten zijn opgehoogd met btw en opgenomen in het jaar 2017, een jaar voor ingebruikname van het watermiststelsysteem.

Tabel 5.2 Afsluitings-/omleidingskosten (prijsspeil 2016)

	Absolute waarde (excl. btw)	Contante waarde (2016-2042, incl. btw)
Afsluitings-/omleidingskosten	€ 1,0 miljoen	€ 1,1 miljoen

¹¹ € 15-20 miljoen / € 20-25 miljoen. Bron: Opvolging aanbevelingen prof. Ale en prof. Horvat door RWS en gemeente Utrecht.

¹² Bron: Kosteneffectiviteit watermiststelsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn, RWS 2013.

¹³ Bron: expert opinion Rijkswaterstaat.

Bereikbaarheid tijdens realisatie

Gedurende de realisatie van het watermiststelsysteem zal de aangepaste verkeerssituatie leiden tot een afgenomen bereikbaarheid.

Dit effect is bij gebrek aan gegevens uitsluitend kwalitatief ingeschat. Zeker bij buitengebruikstelling van de tunnelbuizen voor enkele weken kan dit een substantieel negatief effect zijn.

Tabel 5.3 Bereikbaarheid tijdens realisatie

Effect	
Bereikbaarheid tijdens realisatie	-

Operationele kosten van een watermiststelsysteem

Beheer en onderhoudskosten

Naast investeringskosten worden in het projectalternatief ook jaarlijks kosten gemaakt aan het beheer en onderhoud van het watermiststelsysteem.

De kosten voor beheer en onderhoud zijn jaarlijks € 0,4 miljoen¹⁴, ook deze kosten zijn opgehoogd met btw en opgenomen vanaf het jaar van ingebruikname van het watermiststelsysteem, 2018. Verondersteld is dat deze kosten niet verschillen voor de gehanteerde onder- en bovengrens van de investering.

Tabel 5.4 Beheer en onderhoudskosten (prijspeil 2016)

	Absolute waarde jaarlijks (excl. btw)	Contante waarde (2016-2042, incl. btw)
Beheer en onderhoudskosten	€ 0,4 miljoen	€ 6,6 miljoen

Bereikbaarheid tijdens beheer en onderhoud

Grote beheer- en onderhoudswerkzaamheden kunnen net als de realisatie een impact hebben op de bereikbaarheid. Deze werkzaamheden zijn echter beperkt en kunnen mogelijk plaatsvinden tijdens al geplande werkzaamheden aan andere onderdelen van/installaties in de tunnel waardoor de additionele overlast wordt beperkt.

De impact van de bereikbaarheid tijdens beheer en onderhoud leidt naar verwachting tot een nihil of marginaal negatief effect.

Tabel 5.5 Bereikbaarheid tijdens beheer en onderhoud

Effect	
Bereikbaarheid tijdens beheer en onderhoud	0/-

5.2 Baten van minder calamiteitschade

Constructie- en installatieschade tunnel

Een calamiteit leidt tot schade aan zowel de constructie als de installaties van de tunnel (zie ook omschrijving in paragraaf 4.3). Een watermiststelsysteem beperkt deze schade ten opzichte van de referentie. In onderstaande tabel zijn per type calamiteit de herstelkosten weergegeven voor zowel met als zonder watermiststelsysteem.

¹⁴ Bronnen: Grote vrachtautobrand in tunnel A2 Leidsche Rijn, Steunpunt tunnelveiligheid 2010 en Kosteneffectiviteit watermiststelsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn, RWS 2013.

Tabel 5.6 Herstelschade per calamiteitscenario (excl. btw, prijspeil 2016)

	Zonder WMS	Met WMS	Vershil
100 MW brand	€ 5,0 miljoen	€ 1,0 miljoen	€ 4,0 miljoen
200 MW brand	€ 7,1 miljoen	€ 2,1 miljoen	€ 5,0 miljoen
Plasbrand	€ 7,1 miljoen	€ 1,1 miljoen	€ 6,0 miljoen
Warme BLEVE	€ 60,0 miljoen	€ -	€ 60,0 miljoen

Bron: Berekening schade tunnel A2 Leidsche Rijn.xls, 2013

De (verminderde) kosten voor herstelschade zijn in de MKBA opgehoogd met btw en per type calamiteit jaarlijks opgenomen tegen de kans dat deze calamiteit zich voordoet. Dit resulteert in een contante waarde van € 3,4 miljoen aan baten van minder calamiteitschade.

Tabel 5.7 Constructie- en installatieschade (prijspeil 2016)

	Contante waarde (2016-2042, incl. btw)
Voorkomen constructie- en installatieschade tunnel	€ 3,4 miljoen

Letselschade

Een calamiteit leidt niet alleen tot schade aan de tunnel, ook de veiligheid van de gebruikers van een tunnel (weggebruiker, wegwerker, onderhoudsmonteurs, hulpdiensten, etc.) komt in gevaar. Een watermiststelsysteem beperkt het aantal slachtoffers ten opzichte van de referentie. Het aantal slachtoffers is niet beschikbaar per type calamiteit, wel is één verwacht jaarlijks gemiddelde beschikbaar voor zowel met als zonder een watermiststelsysteem.

Tabel 5.8 Verwachtingswaarde jaarlijks aantal dodelijke slachtoffers

	Zonder WMS	Met WMS	Vershil
Aantal doden	0,429	0,403	0,026

Bron: Kosteneffectiviteit watermiststelsysteem tunnel A2 Leidsche Rijn, RWS 2013

De afname in jaarlijks verwachte dodelijke slachtoffers is gewaardeerd tegen de materiele en immateriële kosten per slachtoffer per ongeval¹⁵, € 2,7 miljoen per dodelijk slachtoffer. Dit resulteert in een contante waarde van € 1,0 miljoen aan baten van minder letselschade.

Tabel 5.9 Letselschade (prijspeil 2016)

	Contante waarde
Voorkomen letselschade	€ 1,0 miljoen

5.3 Baten van een snellere beschikbaarheid van de tunnel

Bereikbaarheidseffecten

Als gevolg van een kortere herstelperiode van de tunnel met een watermiststelsysteem zal de regio sneller weer bereikbaar zijn (de regio is minder lang slecht bereikbaar). Dit heeft invloed op reistijd, reistijdbetrouwbaarheid en variabele ritkosten van zowel personen- als vrachtverkeer. Deze paragraaf vormt daarmee een verdere uitwerking van de effecten zoals opgenomen onder de verkeersvarianten in hoofdstuk 4.

In het vorige hoofdstuk is aangegeven dat we de calamiteiten hebben toegekend aan de twee beschikbare verkeerssituaties. Bij de BLEVE zijn er twee tunnelbuizen afgesloten, deze is in de

¹⁵ Bron: Veiligheid in Maatschappelijke Kosten-Baten Analyse, Rijkswaterstaat 2012.

verkeersstudie doorgerekend voor de avondspits in zuidelijke richting. Bij de andere calamiteiten is er sprake van één afgesloten tunnelbuis, welke in de verkeersstudie zijn doorgerekend voor de ochtendspits in noordelijke richting. De verkeersstudie laat daarmee een deel van de effecten zien. Idealiter waren gegevens voorhanden voor het gehele etmaal. Op basis van de beschikbare gegevens zijn zo goed mogelijk inschattingen van het totaaleffect gemaakt en zijn gegevens van spits naar etmaalcijfers vertaald.

Reistijd

De onbeschikbaarheid van één of twee tunnelbuizen als gevolg van een calamiteit leidt tot een toegenomen reistijd voor het verkeer. De reistijdberekeningen in dit onderzoek zijn gebaseerd op de verkeersberekeningen door Goudappel Coffeng met het Tool+ verkeersmodel. In onderstaande tabel is de totale toegenomen reistijd bij 1 afgesloten tunnelbuis tijdens de ochtendspits (7:00-9:00u) opgenomen. De tabel laat zien dat de reistijd tijdens de ochtendspits voor al het personenverkeer met 422 uur toe zal nemen in het geval de hoofdtunnelbuis in de richting zuid-noord is afgesloten.

Tabel 5.10 Reistijd toename tijdens de (2-uurs) spits

per dag	1 afgesloten tunnelbuis (ochtendspits)	2 afgesloten tunnelbuizen (avondspits)
Personenverkeer	422	251
Vrachtverkeer	19	0

Om van ochtendspits tot een dagtotaal te komen is, op basis van de expert opinion van Rijkswaterstaat, opgehoogd met een factor 5¹⁶. Deze extra uren reistijd per dag zijn vervolgens gewaardeerd tegen de waarde van reistijd zoals voorgesteld in 'De maatschappelijke waarde van kortere en betrouwbaardere reistijden' (KiM 2014).

Tabel 5.11 Reistijd (prijsspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)	Contante waarde (2016-2042, alle typen calamiteiten)
Personenverkeer	€ 18.796	€ 29.976	€ 0,6 miljoen
Vrachtverkeer	€ 3.968	€ 3.968	€ 0,1 miljoen
Totaal	€ 22.800	€ 33.900	€ 0,7 miljoen

Reistijdbetrouwbaarheid

Niet alleen reistijden nemen toe door de onbeschikbaarheid van één of twee tunnelbuizen, ook de reistijdbetrouwbaarheid neemt af. Als gevolg een beperktere tunnel- en wegcapaciteit ontstaat meer congestie, en daardoor meer onzekerheid in de verwachte duur van de reistijd. Ook de reistijd onbetrouwbaarheid (in termen van voertuigverliesuren) in dit onderzoek is gebaseerd op de verkeersberekeningen uitgevoerd model door Goudappel Coffeng met het Tool+ verkeersmodel. In onderstaande tabel zijn de totale toegenomen voertuigverliesuren in beide situaties opgenomen.

¹⁶ Dit sluit ook aan bij de vuistregel dat circa 20% van het verkeer in de ochtendspits rijdt, en in totaal 40% van het verkeer in de ochtend- en avondspits gezamenlijk en 60% gedurende de restdag. De resulterende factor 5 lijkt daarmee een veilige schatting van de verkeerstotalen op een gemiddelde dag.

Tabel 5.12 Voertuigverliesuren toename tijdens de (2-uurs) spits

per dag	1 afgesloten tunnelbuis (ochtendspits)	2 afgesloten tunnelbuizen (avondspits)
Personenverkeer	254	256
Vrachtwagenverkeer	3	0

Om van ochtendspits tot een dagtotaal te komen is wederom, op basis van de expert opinion van Rijkswaterstaat, opgehoogd met een factor 5. Deze extra voertuigverliesuren per dag zijn vervolgens zoals voorgeschreven voor zowel personenverkeer als vrachtwagenverkeer gewaardeerd tegen 25% van de waarde van reistijd.

Tabel 5.13 Reistijd onbetrouwbaarheid (prijsspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)	Contante waarde (2016-2042, alle typen calamiteiten)
Personenverkeer	€ 2.831	€ 5.682	€ 0,1 miljoen
Vrachtwagenverkeer	€ 142	€ 142	€ 0,0 miljoen
Totaal	€ 3.000	€ 5.800	€ 0,1 miljoen

Variable ritkosten en accijnzen

De variabele ritkosten zijn afhankelijk van het aantal voertuigkilometers. Doordat een deel van de automobilisten en vrachtwagens de Leidsche Rijntunnel mijden, zoeken zij naar alternatieve routes. Een deel daarvan zal zijn weg binnendoor over het onderliggend wegennet vinden. Deze binnendoor routes zijn in het verkeersmodel vaak korter qua afstand, maar langzamer qua reistijd (vanwege de lagere maximumsnelheid) dan de oorspronkelijke routes over het hoofdwegennet. Het aantal voertuigkilometers neemt in het projectalternatief hierdoor af ten opzichte van de referentie met als gevolg ook een afname van de gemiddelde variabele ritkosten. Tegenover deze baat staan lagere accijnsinkomsten voor de overheid.

Tabel 5.14 Voertuigkilometer ochtendspits 7-9u (1 hoofdtunnelbuis in de richting zuid-noord afgesloten)

per dag	OWN	HWN	Totaal
Personenverkeer	41.444	-67.559	-26.115
Vrachtwagenverkeer	1.690	-2.894	-1.204

OWN = onderliggend wegennet

HWN = hoofdwegennet

De ritkosten en accijnzen zijn geactualiseerd naar prijspeil 2016 en alleen berekend voor personenauto's, omdat deze voor vrachtauto's al inbegrepen zijn in de reistijdwaardering. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de totale variabele ritkosten en accijnzen.

Tabel 5.15 Variabele ritkosten en accijnzen (prijsspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)	Contante waarde (2016-2042, alle typen calamiteiten)
Personenverkeer	€ -2.345	€ -3.764	€ -0,1 miljoen
Goederenverkeer	€ -328	€ -328	€ 0,0 miljoen
Totaal	€ -2.700	€ -4.100	€ -0,1 miljoen

OWN = onderliggend wegennet

HWN = hoofdwegennet

Indirecte effecten

De verslechterde bereikbaarheid tijdens de herstelperiode heeft ook een indirect effect op de economie. Dit is het effect dat wordt doorgegeven op andere markten dan die van vervoer en transport. Deze indirecte effecten kunnen verwacht worden op de arbeidsmarkt en de productiviteit van bedrijven als gevolg van een suboptimale inzet van arbeid.

Deze effecten zijn in de praktijk zeer beperkt, omdat de negatieve effecten op de doorstroming beperkt zijn. Bij langdurige buitengebruikstelling van de tunnel is, als gevolg van de genomen verkeersmaatregelen en ongeacht of er wel of niet sprake is van een watermistsysteem, sprake van een relatief goede doorstroming. Zie het vorige hoofdstuk.

De planbureaus KIM en CPB schatten dat voor grote infrastructuurprojecten de indirecte effecten zich tussen de 0 en 30 procent van de directe vervoersbaten bewegen¹⁷. Het watermistsysteem betreft dan wel geen infrastructuurproject, maar is wel gericht op bereikbaarheid met per saldo een positief bereikbaarheidseffect. We nemen voorzichtigheidshalve een indirect effect van 15 procent van de directe bereikbaarheidsbaten aan.

Tabel 5.16 Indirecte effecten (prijspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)	Contante waarde (2016-2042, alle typen calamiteiten)
Indirecte effecten	€ 3.500	€ 5.300	€ 0,1 miljoen

Externe effecten

Naast de bereikbaarheidseffecten heeft de beschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel ook een effect op de schade die het omgeleide verkeer elders aan het wegdek aanricht en op goederen waar geen markten voor zijn en waarvoor dus ook geen marktprijzen bestaan (bijvoorbeeld emissies, geluidsoverlast en verkeersveiligheid).

Het gewijzigde weggebruik als gevolg van de onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel heeft dus ook effect op de infrastructuurkosten (aanleg-, vernieuwings-, onderhouds- en beheerkosten), verkeersveiligheid, geluidsoverlast, luchtkwaliteit en broeikasgasemissies.

Doordat wegen meer of minder gebruikt worden nemen de kosten hiervan respectievelijk toe of af. Zoals in paragraaf 4.6 al zichtbaar is gemaakt nemen de voertuigkilometers op het hoofdwegennet af en die op het onderliggend wegennet toe. Met als resultaat een totale afname in voertuigkilometers.

Het effect van weggebruik op externe- en infrastructuurkosten is door CE Delft onderzocht en gewaardeerd. In volgende tabellen zijn de kosten per voertuigkilometer opgenomen voor zowel personen- als vrachtverkeer.

¹⁷ - Bron: Indirecte Effecten Infrastructuurprojecten, SEO 2004.

Wegonderhoud

Tabel 5.17 Gemiddelde infrastructuurkosten wegvervoer (€ per voertuigkilometer, prijspeil 20165)

Variabel	Binnen bebouwde kom	Buiten bebouwde kom
Personenauto	€ 0,004	€ 0,002
Vrachtauto	€ 0,049	€ 0,014

Verkeersveiligheid

Tabel 5.18 Gemiddelde externe kosten van verkeersongevallen voor automobilist en derden (€ per voertuigkilometer, prijspeil 2016)

	Totaal
Personenauto	€ 0,057
Vrachtauto	€ 0,084

Geluid

Tabel 5.19 Gemiddelde kosten van geluid (€ per voertuigkilometer, prijspeil 2016)

	Binnen bebouwde kom	Buiten bebouwde kom
Personenauto	€ 0,005	€ -
Vrachtauto	€ 0,040	€ 0,002

Luchtkwaliteit

Tabel 5.20 Gemiddelde kosten van luchtvervuiling (€ per voertuigkilometer, prijspeil 2016)

	Binnen bebouwde kom	Buiten bebouwde kom
Personenauto	€ 0,018	€ 0,005
Vrachtauto	€ 0,214	€ 0,087

Broeikasgasemissies

Tabel 5.21 Gemiddelde kosten van broeikasgas emissies (€ per voertuigkilometer, prijspeil 2016)

Personenauto totaal	€ 0,016
Vrachtauto totaal	€ 0,062

Externe veiligheid

Ten behoeve van deze MKBA zijn geen effecten op externe veiligheid (vervoer gevaarlijke stoffen) onderzocht. In lijn met de richtlijnen in het kader OEI bij MIRT-Verkenningen is dit effect wel kwalitatief beoordeeld. Aangezien het verkeerseffect van het afsluiten van één of twee tunnelbuizen beperkt is zal het vervoer van gevaarlijke stoffen naar verwachting niet of nauwelijks verschuiven naar alternatieve routes. De risico's voor mens en milieu blijven hierdoor vergelijkbaar.

Het effect van een watermiststelsel op externe veiligheid leidt dan ook tot een verwaarloosbaar effect.

Resultaat

Het beschikbaarheidseffect van een watermiststelsel resulteert per saldo in marginale externe effecten.

Tabel 5.22 Externe effecten (prijspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)	Contante waarde (2016-2042, alle typen calamiteiten)
Wegonderhoud	€ 100	€ 100	€ 0,0 miljoen
Verkeersveiligheid	€ -1.600	€ -2.500	€ -0,0 miljoen
Geluid	€ 300	€ 400	€ 0,0 miljoen
Luchtkwaliteit	€ 500	€ 600	€ 0,0 miljoen
Broeikasgasemissies	€ -500	€ -700	€ -0,0 miljoen
Externe veiligheid	0	0	0
Subtotaal externe effecten	€ -1.200	€ -2.100	€ -0,0 miljoen

6 Resultaat

6.1 Totaaloverzicht van de maatschappelijke kosten en baten

Totale kosten van een watermistsysteem

Zoals beschreven in paragraaf 5.1 bestaan de kosten van een watermistsysteem uit de investeringskosten van een watermistsysteem, de kosten voor verkeersomleiding en de operationele kosten van het watermistsysteem.

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de totale kosten van een watermistsysteem (incl. btw) in de situaties met zowel de onder- als de bovengrens van de investering.

Tabel 6.1 Kosten watermistsysteem Leidsche Rijntunnel (incl. btw, prijspeil 2016)

	Ondergrens investering contante waarde (2016-2042)	Bovengrens investering contante waarde (2016-2042)
Investeringskosten	€ 16,6 miljoen	€ 27,7 miljoen
Afsluitings-/omleidingskosten	€ 1,1 miljoen	€ 1,1 miljoen
Bereikbaarheid tijdens realisatie	-	-
Beheer en onderhoudskosten	€ 6,6 miljoen	€ 6,6 miljoen
Bereikbaarheid tijdens onderhoud	0/-	0/-
Subtotaal	€ 24,3 miljoen	€ 35,4 miljoen

Kosten van een dag onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel

De maatschappelijke kosten van de onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel bestaan uit bereikbaarheidseffecten (reistijd, reistijdbetrouwbaarheid en variabele ritkosten en accijnzen), indirecte effecten als gevolg van verminderde bereikbaarheid en externe effecten (wegonderhoud, verkeersveiligheid, geluid, luchtkwaliteit, broeikasgasemissies en externe veiligheid).

In onderstaande tabel is een overzicht opgenomen van de kosten van een dag onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel. Per effect zijn de maatschappelijke kosten van de afsluiting van zowel 1 als 2 tunnelbuizen inzichtelijk gemaakt.

Tabel 6.2 Kosten 1 dag onbeschikbaarheid Leidsche Rijntunnel (absolute waarde, prijspeil 2016)

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)
Bereikbaarheidseffecten		
Reistijd	€ 22.800	€ 33.900
Reistijdbetrouwbaarheid	€ 3.000	€ 5.800
Variabele ritkosten en accijnzen	€ -2.700	€ -4.100
Indirecte effecten	€ 3.500	€ 5.300

	1 dag 1 tunnelbuis onbeschikbaar (100 MW-, 200 MW- en plasbrand)	1 dag 2 tunnelbuizen onbeschikbaar (warme BLEVE)
Externe effecten		
Wegonderhoud	€ 100	€ 100
Verkeersveiligheid	€ -1.600	€ -2.500
Geluid	€ 300	€ 400
Luchtkwaliteit	€ 500	€ 600
Broeikasgasemissies	€ -500	€ -700
Externe veiligheid	0	0
Subtotaal	€ 25.400	€ 38.800

We zien dat de totale maatschappelijke kosten van het afsluiten van 1 of 2 tunnelbuizen respectievelijk circa € 25.000 en € 40.000 per dag bedragen. Dit wordt voor het grootste deel bepaald door de kosten van toegenomen reistijd.

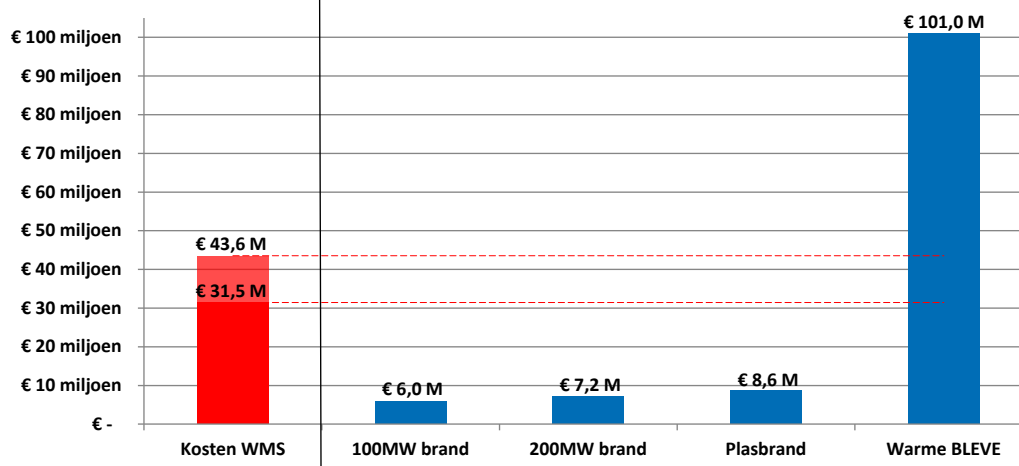
De tabel laat zien dat de kosten van verkeersveiligheid, broeikasgasemissies en variabele ritkosten en accijnzen afnemen. Dit is te verklaren omdat een deel van het verkeer binnendoor routes zal kiezen die in het model korter zijn qua afstand, maar langzamer qua reistijd (vanwege de lagere maximumsnelheid) dan de oorspronkelijke routes over het hoofdwegennet. Per saldo is sprake van een positief welvaartseffect.

Totale baten van een watermiststelsel per calamiteit

In onderstaande figuur zijn de totale (absolute) kosten van een watermiststelsel afgezet tegen de totale (absolute) maatschappelijke baten van een watermiststelsel (in termen van voorkomen schade) bij één calamiteit per type calamiteit.

In de linker staaf in onderstaande figuur zijn de totale kosten (absolute waarde over de gehele levensduur, incl. btw) van een watermiststelsel weergegeven. In de staven daarnaast zijn per type calamiteit de maatschappelijke baten van een watermiststelsel weergegeven. In de tabel onder de staafdiagrammen is de verwachtingswaarde opgenomen van het aantal maal dat een calamiteit zich naar verwachting voor zal doen gedurende de levensduur van het watermiststelsel.

Figuur 6.1 Kosten watermiststelsysteem en baten per type calamiteit (excl. letselschade) 2016-2042
(absolute waarde, incl. btw, prijspeil 2016)



Door gebrek aan inzicht in de specifieke letselschade per calamiteit (voor het onderzoek was uitsluitend de beschikking over een jaarlijks gemiddeld cijfer) zijn in deze totale baten niet de baten van voorkomen letselschade opgenomen, de daadwerkelijke maatschappelijke baten kunnen hoger liggen.

Tabel 6.3 Verachtigingswaarde gedurende levensduur watermiststelsysteem per type calamiteit

	100 MW brand	200 MW brand	Plasbrand	Warme BLEVE
Verachtigingswaarde in 25 jaar	1,3	1 / 60	1 / 2.000	1 / 800.000

De tabel laat zien dat de kans dat een 200 MW brand of groter zich voor zal doen in de zichtperiode kleiner dan 1 is. Een 100 MW brand mag daarentegen gemiddeld 1,3 keer in 25 jaar verwacht worden.

Uit de figuur wordt duidelijk dat de baten van een watermiststelsysteem (excl. letselschade) bij één warme BLEVE ruimschoots opwegen tegen de kosten van het watermiststelsysteem. De kans dat deze calamiteit zich tijdens de levensduur van het watermiststelsysteem voor zal doen is echter 1 / 800.000.

Bij één 100 MW-, 200 MW- of plasbrand wegen de baten (excl. letselschade) niet op tegen de kosten van het watermiststelsysteem. De gezamenlijke kans dat deze calamiteiten zich tijdens de levensduur van het watermiststelsysteem voor zullen doen is weliswaar groter dan een warme BLEVE, maar nog altijd kleiner dan 2.

Totaaloverzicht MKBA

In Tabel 6.4 zijn de resulterende uitkomsten van de MKBA opgenomen (projectalternatief afgezet tegen de referentie). In deze tabel komen de effecten terug zoals ze in de vorig hoofdstuk zijn beschreven. Een deel van de effecten is in geld uitgedrukt, oftewel gemonetariseerd. De baten van een watermiststelsysteem zoals hierboven beschreven zijn hiertoe vermenigvuldigd met de kans dat ze per jaar kunnen optreden. De effecten die niet gemonetariseerd kunnen worden zijn kwalitatief opgenomen, als een effect met positieve, negatieve of geen invloed.

De effecten in de tabel zijn weergegeven in contante waarde. Dit betekent dat het weergegeven effect geen jaarlijkse impact betreft, maar een optelsom is van de effecten over de gehele zichtperiode van de MKBA. Hierbij zijn de effecten in de verschillende jaren verdisconteerd naar 2016. De resulterende uitkomsten worden weergegeven in zowel totaalresultaat (het saldo van kosten en baten) als de baten/kostenverhouding. Waarbij de kosten worden bepaald door de benodigde investeringen en het daarmee samenhangende beheer en onderhoud en de baten

worden bepaald door alle andere effecten, waaronder ook eventuele 'negatieve baten' (zoals variabele ritkosten en accijnzen). Bij een positieve contante waarde en een baten/kostenverhouding van groter dan 1 geldt dat de gemonetariseerde effecten wijzen op een rendabel project vanuit maatschappelijk-economisch perspectief. Echter ook de niet-gemonetariseerde effecten verdienen hun plek in een uiteindelijke afweging.

Tabel 6.4 Totaaloverzicht MKBA Watermistsysteem Leidsche Rijntunnel (contante waarde 2016-2042, prijspeil 2016, projectalternatief afgezet tegen referentie)

	Ondergrens investering	Bovengrens investering
KOSTEN WATERMISTSYSTEEM		
Investeringskosten	€ 16,6 miljoen	€ 27,7 miljoen
Afsluitings-/omleidingskosten	€ 1,1 miljoen	€ 1,1 miljoen
Beheer en onderhoudskosten	€ 6,6 miljoen	€ 6,6 miljoen
Bereikbaarheid tijdens realisatie	-	-
Bereikbaarheid tijdens beheer en onderhoud	0/-	0/-
Subtotaal kosten watermistsysteem	€ 24,3 miljoen	€ 35,4 miljoen
CALAMITEITSCHADE		
Voorkomen constructie en installatieschade tunnel	€ 3,4 miljoen	€ 3,4 miljoen
Voorkomen letselschade	€ 1,0 miljoen	€ 1,0 miljoen
Subtotaal calamiteitschade	€ 4,4 miljoen	€ 4,4 miljoen
BEREIKBAARHEIDSEFFECTEN		
Reistijd	€ 0,7 miljoen	€ 0,7 miljoen
Reistijdbetrouwbaarheid	€ 0,1 miljoen	€ 0,1 miljoen
Variabele ritkosten en accijnzen	€ -0,1 miljoen	€ -0,1 miljoen
Subtotaal bereikbaarheidseffecten	€ 0,7 miljoen	€ 0,7 miljoen
INDIRECTE EFFECTEN		
Subtotaal indirecte effecten	€ 0,1 miljoen	€ 0,1 miljoen
EXTERNE EFFECTEN		
Wegonderhoud	€ 0,0 miljoen	€ 0,0 miljoen
Verkeersveiligheid	€ -0,0 miljoen	€ -0,0 miljoen
Geluid	€ 0,0 miljoen	€ 0,0 miljoen
Luchtkwaliteit	€ 0,0 miljoen	€ 0,0 miljoen
Broeikasgasemissies	€ -0,0 miljoen	€ -0,0 miljoen
Externe veiligheid	0	0
Subtotaal externe effecten	€ -0,0 miljoen	€ -0,0 miljoen
TOTAAL		
Totale kosten	€ 24,3 miljoen	€ 35,4 miljoen
Totale baten	€ 5,2 miljoen	€ 5,2 miljoen
Resultaat (saldo van kosten en baten)	€ -19,1 miljoen	€ -30,2 miljoen
Baten/kosten verhouding	0,2	0,1

Uit het resultaat wordt duidelijk dat de verwachte baten van een watermistsysteem niet opwegen tegen de kosten. De kosten hebben een omvang van € 24,3 miljoen tot € 35,4 miljoen, terwijl de verwachte baten € 5,2 miljoen bedragen.

De baten/kostenverhouding komt voor de lage en hoge investering afgerond uit op respectievelijk 0,2 en 0,1 en ligt daarmee duidelijk onder 1,0. De gemonetariseerde baten en niet op tegen de gemonetariseerde kosten.

Indien een discontovoet van 5,5% in plaats van 4,5% gehanteerd wordt resulteert een saldo van € 18,7 miljoen bij gebruik van de ondergrens van de investeringskosten en € 29,5 miljoen bij gebruik van de bovengrens. De baten/kosten verhouding blijft ongewijzigd.

Verdeling effecten

De MKBA geeft inzicht in de totale kosten en baten van een watermistsysteem voor heel Nederland. Een deel van de bereikbaarheids-, indirecte- en externe effecten is ook toe te delen aan de gemeente Utrecht en de rest van de provincie Utrecht. Van deze effecten is op basis van de verkeersgegevens, door de helft van de verkeersherkomst en de helft van de verkeersbestemmingen toe te wijzen aan de gemeente Utrecht en rest van de provincie Utrecht, circa 30% aan de gemeente Utrecht en circa 20% aan de rest van de provincie Utrecht toe te wijzen. In onderstaande tabel wordt dit weergegeven

Tabel 6.5 Verdeling van bereikbaarheids-, indirecte- en externe effecten naar regio (contante waarde 2016-2042, prijspeil 2016)

	Contante waarde	Aandeel
Bereikbaarheidseffecten	€ 0,7 miljoen	
Indirecte effecten	€ 0,1 miljoen	
Externe effecten	€ -0,0 miljoen	
Totaal	€ 0,8 miljoen	
Waarvan:		
Gemeente Utrecht	€ 0,2 miljoen	31%
Provincie Utrecht overig	€ 0,2 miljoen	22%

Het grootste deel van de overgebleven effecten is ten slotte toe te wijzen aan reizen van en naar Flevoland, Gelderland, Noord-Brabant en Noord-Holland.

Gevoeligheidsanalyse kans op calamiteiten

De uitkomst van de MKBA is nader getoetst op de gevoeligheid voor de kans op calamiteiten. Het uitgangspunt bij de MKBA is de kans zoals opgenomen in de QRA. De door TNO vastgestelde kans is echter dermate afwijkend dat het zinvol is om hiervoor een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. In deze gevoeligheidsanalyse is ook gerekend met de uit het rapport van TNO volgende kansen op calamiteiten¹⁸. Beide kansen zijn in onderstaande tabel opgenomen. De tabel laat zien dat door TNO is vastgesteld dat de kans op een 100 MW brand lager is dan in de QRA. De kans op een 200 MW brand is juist hoger ingeschat. Voor een plasbrand en warme BLEVE is geen verschil in kans gerapporteerd.

Tabel 6.6 Kans calamiteitenscenario (per jaar)

Calamiteitsscenario	QRA	TNO	Vershil (QRA/TNO)
100MW brand	1 / 20	1 / 309	15,7
200MW brand	1 / 1.576	1 / 657	0,4
Plasbrand	1 / 50.000	1 / 50.000	1,0
warme BLEVE	1 / 20.000.000	1 / 20.000.000	1,0

¹⁸ Bron: De statistische kans op brand in tunnels, TNO 2012

In onderstaande tabellen is het resultaat van de MKBA voor zowel de QRA kans als de door TNO gerapporteerde kans weergegeven.

Tabel 6.7 Resultaten gevoeligheidsanalyse kans op calamiteiten - ondergrens investering (contante waarde 2016-2042, prijspeil 2016)

	QRA	TNO
Totale kosten	€ 24,3 miljoen	€ 24,3 miljoen
Totale baten	€ 5,2 miljoen	€ 4,4 miljoen
Resultaat	€ -19,1 miljoen	€ -19,9 miljoen
Baten/kosten verhouding	0,2	0,2

Tabel 6.8 Resultaten gevoeligheidsanalyse kans op calamiteiten - bovengrens investering (contante waarde 2016-2042, prijspeil 2016)

TOTAAL	QRA	TNO
Totale kosten	€ 35,4 miljoen	€ 35,4 miljoen
Totale baten	€ 5,2 miljoen	€ 4,4 miljoen
Resultaat	€ -30,2 miljoen	€ -30,9 miljoen
Baten/kosten verhouding	0,1	0,1

De andere kans op calamiteiten heeft een beperkte invloed heeft op het resultaat. Bovenstaande tabellen maken zichtbaar dat de kans op calamiteiten volgens TNO de totale baten en daarmee ook het resultaat met € 0,7 miljoen verlaagt ten opzichte van een kans volgens het QRA. De baten/kostenverhouding blijft (afgerond) gelijk.

6.2 Break-evenanalyse

Dagen onbeschikbaarheid

De maatschappelijke kosten van een dag onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel zijn circa € 25.000 tot € 40.000. Door deze kosten af te zetten tegen de kosten van een watermiststelsel wordt inzichtelijk hoeveel dagen maatschappelijke schade van onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel gelijk is aan de kosten van een watermiststelsel.

Tabel 6.9 Aantal dagen Leidsche Rijntunnel buiten gebruik waarvoor geldt: maatschappelijke kosten = kosten van een watermiststelsel

	1 tunnelbuis	2 tunnelbuizen
Lage investering	1.200	800
Hoge investering	1.700	1.100

De maatschappelijke kosten van één tunnelbuis die 1.200 dagen buiten gebruik is, zijn dus gelijk aan de kosten van een watermiststelsel in het lage scenario en 1.700 dagen in het hoge scenario.

Een watermiststelsel heeft echter niet alleen effect op de maatschappelijke kosten van de onbeschikbaarheid van de tunnel. Zoals in hoofdstuk 5 en 6 omschreven is ook het effect op de calamiteitschade van belang. Deze calamiteitschade heeft in de MKBA een groter effect dan het effect van de beschikbaarheid van de tunnel.

Kans op calamiteiten

Indien we de kans op calamiteiten buiten beschouwing laten kan inzichtelijk worden gemaakt bij hoeveel calamiteiten de maatschappelijke baten van een watermiststelsel gelijk zijn aan de kosten van een watermiststelsel. Onderstaande tabel laat per type calamiteit, voor zowel de onder- als de bovengrens van de investeringen, zien hoeveel hiervan plaats moeten vinden willen de baten van een watermiststelsel hiertegen opwegen.

De baten van een watermiststelsel zullen bij 6 tot 8 100 MW branden (gedurende de levensduur van het stelsel) opwegen tegen de kosten. De verwachting is echter dat dit type brand zich gedurende de levensduur van het watermiststelsel 1,3 keer voor zal doen.

	Ondergrens investering	Bovengrens investering	Verwachtingswaarde (QRA)
100MW brand	6	8	1,3
200MW brand	5	7	1/60
Plasbrand	4	5	1/2.000
Warme BLEVE	1	1	1/800.000

Indien we de kans op de verschillende calamiteiten integraal verhogen wordt een break-even punt in de MKBA bereikt wanneer de kans op de verschillende typen calamiteiten integraal wordt verhoogd met circa een factor 5 tot 7.

Ondergrens investering	4,9
Bovengrens investering	7,1

7 Samenvatting en conclusies

Sinds 2012 loopt de A2 ter hoogte van Utrecht door de Leidsche Rijntunnel. De tunnel is veilig en voldoet aan alle veiligheidseisen zoals gesteld in wet- en regelgeving voor (weg)tunnels. Een optie is om een watermiststelsel, aanvullend op de huidige veiligheidssystemen, in de Leidsche Rijntunnel te installeren. Het doel van dit onderzoek is het beantwoorden van de vraag of een watermiststelsel in de Leidsche Rijntunnel kosteneffectief is. In overleg met de betrokken partijen is dit doel uitgewerkt in twee analyses:

- Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van een watermiststelsel: *Wegen de (maatschappelijke) baten op tegen de kosten?*
- Een break-evenanalyse van een watermiststelsel: *In welk scenario / Onder welke voorwaarden wegen de baten op tegen de kosten?*

De scope van het onderzoek beperkt zich tot situaties waarin de Leidsche Rijntunnel als gevolg van een calamiteit langdurig buiten gebruik is. Dit is gedefinieerd als een situatie waarin de tunnel ten minste één maand niet beschikbaar is.

Effecten van een calamiteit in de Leidsche Rijntunnel

Een watermiststelsel is een brandveiligheidssysteem dat zoals alle veiligheidssystemen ingrijpt ten tijde van een calamiteit. Het systeem heeft geen preventieve invloed op calamiteiten en voorkomt dus niet dat deze zich voordoen. Wel beperkt het de schade als gevolg van een calamiteit.

De mogelijke calamiteiten verschillen in omvang. Bij een kleine calamiteit is de materiele schade aan een tunnel beperkt en zal een tunnelbuis maximaal enkele dagen niet beschikbaar zijn. De doorstroming van het verkeer wordt op die momenten sterk gehinderd, ongeacht of er wel of niet sprake is van een watermiststelsel.

Bij een grote calamiteit is de materiele schade aan de tunnel (logischerwijs) beduidend groter. Dit zal ertoe leiden dat één of twee tunnelbuizen voor ten minste enkele maanden buiten gebruik zijn. Ongeacht de aanwezigheid van een watermiststelsel zullen er in deze situaties na twee weken maatregelen worden genomen om het verkeer door de resterende tunnelbuizen van de Leidsche Rijntunnel te leiden. Het rapport laat zien dat, als gevolg van de dimensionering van de tunnel, de effecten op doorstroming beperkt zijn. De tunnelbuizen beschikken aan weerszijden van de rijstroken over de nodige ruimte. Hiermee is het mogelijk het totaal aantal rijstroken, zij het versmald, grotendeels intact te houden. Daarmee blijft de capaciteit van de A2 bij Utrecht grotendeels behouden. De effecten op de doorstroming en daarmee op de congestie zijn (zeer) beperkt. Er is zeker geen sprake van een verkeersinfarct. Als gevolg hiervan is per saldo ook de uitwijk van verkeer naar het onderliggend wegennet zeer beperkt. Vervoer van gevaarlijke stoffen kan over de A2 blijven plaatsvinden en hoeft niet uit te wijken naar andere routes.

De meerwaarde van een watermiststelsel zit allereerst in een verhoging van de veiligheid en een beperking van de schade aan de tunnelconstructie en -installaties. De studie laat zien dat, op het moment dat een calamiteit zich voordoet, met name de effecten op de herstelschade substantieel zijn. Deze is ten minste 70% lager in vergelijking met een situatie zonder een watermiststelsel. Idem vermindert het systeem ook de duur van buitengebruikstelling van de tunnel substantieel. Het aantal dagen dat één of twee buizen van de tunnel buiten gebruik zijn vermindert met ten minste

60%. Het verkeer heeft daarmee minder lang hinder van een aangepaste verkeerssituatie. Zoals hiervoor is aangegeven zijn de effecten van deze situatie op de doorstroming echter relatief beperkt.

Resultaten maatschappelijke kosten-batenanalyse watermistsysteem

Conform de richtlijnen voor MKBA's voor infrastructuurprojecten van het rijk zijn de maatschappelijke kosten en baten van een watermistsysteem in kaart gebracht.

Het rapport laat zien dat de realisatie van een watermistsysteem een investering van € 15 miljoen tot € 25 miljoen vergt. Daarnaast is een aanvullende investering van circa € 1 miljoen benodigd en bedragen de additionele kosten voor beheer en onderhoud van de tunnel circa € 0,4 miljoen per jaar. Daarbovenop komt nog de hinder voor het verkeer tijdens de realisatie van het systeem. Deze hinder kan substantieel zijn, maar is uitsluitend kwalitatief ingeschat.

Een watermistsysteem heeft drie omvangrijke baten:

- Het voorkomen van constructie- en installatieschade aan de tunnel: in totaal circa € 3,4 miljoen.
- Het voorkomen van letselschade: in totaal circa € 1,0 miljoen.
- Bereikbaarheidsbaten van een kortere buitengebruikstelling: in totaal circa € 0,7 miljoen.

Het rapport laat zien dat de baten van een watermistsysteem niet opwegen tegen de kosten. Het saldo van kosten en baten is negatief, en de baten/kostenverhouding is kleiner dan 1. Afhankelijk van de hoogte van de investering varieert het saldo van kosten en baten tussen -€ 19 en -€ 30 miljoen, en de baten/kostenverhouding tussen 0,1 en 0,2.

Deze uitkomst kan in belangrijke mate worden verklaard door:

- De geringe risico's op een calamiteit. De baten van een watermistsysteem zijn substantieel als een calamiteit zich voordoet. De verwachte kans op een calamiteit is echter gering.
- De relatief beperkte maatschappelijke kosten van een dag buitengebruikstelling van 1 of 2 tunnelbuizen. Een watermistsysteem reduceert weliswaar de buitengebruikstellingstermijn, maar de maatschappelijke kosten van een dag buitengebruikstelling zijn beperkt.

Resultaten break-evenanalyse watermistsysteem

Daarnaast is een analyse gemaakt van het 'kantelpunt' van de kosten en baten van een watermistsysteem.

De maatschappelijke schade van een dag onbeschikbaarheid van de Leidsche Rijntunnel bedraagt circa € 25.000 tot € 40.000. Afhankelijk van de precieze calamiteit en de gevraagde investering dient er sprake te zijn van een calamiteit met ten minste 800 dagen buitengebruikstelling van de Leidsche Rijntunnel om op te wegen tegen de investeringen voor een watermistsysteem.

De rapportage laat ook laten zien dat het risico op calamiteiten moet toenemen met een factor 5 tot 7 om tot een situatie te komen waarin de baten tegen de kosten opwegen.

Conclusies

Uit voorgaande volgt dat de baten van een watermistsysteem niet opwegen tegen de kosten. Voorgaande gaat echter uit van de kans op een calamiteit. Indien één warme BLEVE zich daadwerkelijk voordoet wegen de maatschappelijke baten ruimschoots op tegen de kosten van het watermistsysteem. Dit kan de inzet van een watermistsysteem rechtvaardigen. De kans dat deze calamiteit zich tijdens de levensduur van het watermistsysteem voor zal doen is echter 1 op 800.000.

De uitkomsten van het onderzoek zijn een gevolg van de gehanteerde uitgangspunten. Uit de bronnen volgt een beeld dat de kansen en effecten met onzekerheid omgeven zijn. De resultaten veranderen daarbij naar rato dat kansen en effecten veranderen. Daarbij is cruciaal dat bij een langdurige tunnelbuisuitval het effect van buitengebruikstelling van 1 of 2 tunnelbuizen beperkt is, zoals hiervoor geschetst. Bij een minder optimale verkeersafwikkeling nemen de maatschappelijke baten van een kortere buitengebruikstelling, en dus van een watermiststelsel, snel toe.



Postbus 4175
3006 AD Rotterdam
Nederland

Watermanweg 44
3067 GG Rotterdam
Nederland

T 010 453 88 00
F 010 453 07 68
E netherlands@ecorys.com

W www.ecorys.nl

Sound analysis, inspiring ideas