



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Betrouwbaarheid en robuustheid op het spoor

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Betrouwbaarheid en robuustheid op het spoor

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Fons Savelberg
Peter Bakker

november 2010

Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) maakt analyses van mobiliteit die doorwerken in het beleid. Als zelfstandig instituut binnen het ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) maakt het KiM strategische verkenningen en beleidsanalyses.

De inhoud van de publicaties van het KiM behoeft niet het standpunt van de minister en de staatssecretaris van IenM weer te geven.

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
1.1	Achtergrond en probleemstelling	7
1.2	Doel van dit onderzoek	7
1.3	Werkwijze en beperkingen	8
1.4	Relatie met ander onderzoek	8
1.5	Leeswijzer	9
2	Definitie van betrouwbaarheid en robuustheid	11
2.1	Meerdere definities, één operationalisering	11
2.2	Robuustheid is onderdeel van betrouwbaarheid	12
3	Meten van onbetrouwbaarheid: de huidige kennis	15
3.1	Beperkt inzicht in maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid	15
3.2	Reizigers in plaats van treinen	16
3.3	Uitval van treinen meewegen	16
3.4	De hele keten in plaats van alleen de treinrit	17
3.5	Variatie in reistijden bepaalt het reisgedrag	18
3.6	Weinig kennis over effecten onbetrouwbaarheid op modaliteitskeuze	21
4	Oorzaken van onbetrouwbaarheid	23
4.1	Onderscheid primaire- en vervolhvertragingen	23
4.2	Incidenten verklaren slechts deel van alle vertragingen	25
4.3	Robuustheid: de kans op grote verstoringen	25
5	Maatregelen om betrouwbaarheid te verbeteren	27
5.1	Voorkomen versus genezen	27
5.2	Kosten lopen sterk uiteen	28
5.3	Baten zijn gekoppeld aan afname reistijdvariatie	28
6	Waardering van toekomstige maatregelen	31
6.1	Inkadering	31
6.2	Huidige toepassingspraktijk te beperkt	31
6.3	Systematiek voor toepassing in MKBA's	32
7	Conclusies	35
	Summary	37
	Literatuur	39

Samenvatting

Waarom dit onderzoek?

Dit onderzoek gaat over de betrouwbaarheid van het reizen per trein. Doel ervan is het beschrijven van de huidige kennis over betrouwbaarheid op het spoor en het aanreiken van een methode om effecten van toekomstige maatregelen die de betrouwbaarheid beïnvloeden te bepalen en te waarderen. Onder 'betrouwbaarheid' verstaan we de kans dat de reis verloopt zoals de reiziger zich dat vooraf voorstelde. Dat kan betrekking hebben op de reistijd, maar ook op het comfort, de informatie of de voorzieningen onderweg. Wij beperken ons in dit onderzoek tot de betrouwbaarheid van reistijden. In beleidsplannen spreekt men vaak ook over robuustheid. Robuustheid van het spoor is een aanbodterm: het minder kwetsbaar maken van een netwerk voor verstoringen. Dit kan preventie van verstoringen inhouden maar ook het verminderen van de gevolgen ervan. In dit onderzoek hanteren wij de definitie vanuit de reiziger: het voorkómen van extreme reistijden als gevolg van incidenten. Deze leiden vaak tot het uitvallen van treinen. Voor de reiziger is robuustheid een onderdeel van betrouwbaarheid.

Betrouwbaarheid tot nu toe beperkt ingevuld

De betrouwbaarheid van het reizen per trein wordt tot op heden door overheden en vervoerbedrijven meestal geoperationaliseerd in de aankomstpunctualiteit van treinen op een aantal knooppunten in het railnet. Daarmee blijven enkele andere elementen vooralsnog onderbelicht. Voorbeelden zijn dat volle treinen even zwaar meetellen als bijna lege treinen, dat de uitval van treinen niet wordt meegenomen en dat de effecten van vertragingen op de hele reis van deur tot deur buiten beeld blijven. Dit laatste kan zowel een cumulatie van vertraging opleveren, wanneer de reiziger een aansluiting mist, als het inlopen van een vertraging. Verder gaat het bij betrouwbaarheid niet alleen om de omvang van een gemiddelde vertraging, maar vooral om de variatie in reistijden. Dit betekent een kans op te laat aankomen op de bestemming. Door een of twee treinen eerder te vertrekken, kan de reiziger dit risico terugbrengen. De kosten als gevolg van te laat aankomen hangen af van persoonlijke omstandigheden en van het reismotief. Datzelfde geldt voor te vroeg aankomen, maar deze kosten zijn per tijdseenheid lager. De reiziger zal in de praktijk een afweging tussen beide risico's maken.

Kosten van maatregelen zeer uiteenlopend

Incidenten en onregelmatigheden zijn oorzaak van slechts een deel van alle treinvertragingen. De rest komt door de olievlekwerking van een initiële verstoring op het overige spoornet. Onveilig gedrag van mensen op en om het spoor maar ook zelfdodingen lijken de afgelopen jaren vaker de oorzaak van verstoringen te zijn vergeleken met de traditionele oorzaken als storingen aan de infrastructuur of het treinmaterieel. Kosten van maatregelen om de betrouwbaarheid te verbeteren lopen sterk uiteen. Maatregelen als nieuwe lijnen of uitbreiding van het aantal sporen zijn duur, maatregelen op organisatorisch terrein zoals een betere planning en uitvoering van de dienstregeling relatief goedkoop. Dat geldt ook voor maatregelen als een betere informatie bij verstoringen of het veraangename van wachttijden op stations.

Betere systematiek voor waardering toekomstige maatregelen

Om betrouwbaarheidseffecten van toekomstige maatregelen beter te waarderen in een Maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) zijn behalve een uitgebreidere invulling van het begrip betrouwbaarheid nog twee elementen van belang: het bepalen van de effecten van maatregelen op het niveau van betrouwbaarheid en de waardering van deze effecten in euro's. Kennis over het eerste element is nauwelijks gepubliceerd. Kennis over het tweede element is nog in ontwikkeling.

Het KIM zet in een stappenplan de benodigde bouwstenen op een rij voor een betere meting en waardering van betrouwbaarheidseffecten op het spoor op een rij. Daarin zijn de uitwerking van het begrip betrouwbaarheid en de waardering van de effecten van maatregelen op dit moment al beter in te vullen dan de effecten van maatregelen op het niveau van betrouwbaarheid. Voor dat laatste is verder nader onderzoek nodig, voor een gedeelte met behulp van data die binnen de spoorsector al beschikbaar zijn.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en probleemstelling

Betrouwbaarheid is een belangrijk kwaliteitskenmerk van het reizen met het openbaar vervoer, naast kenmerken als reistijd, reiskosten en comfort. Er circuleren talloze definities van betrouwbaarheid. Deze hebben met elkaar gemeen dat reizigers een onbetrouwbare reis als vervelend ervaren. Men is langer onderweg dan vooraf gedacht en komt daardoor te laat op het werk of mist een belangrijke afspraak. Het kan ook betekenen dat de reiziger bij onverwachte drukte moet staan in trein of bus of dat de informatie over het verloop van de reis niet blijkt te kloppen. Irritatie, stress of ook schade (niet alleen voor de reiziger, maar ook voor het vervoerbedrijf en de beheerder van het netwerk) kunnen het gevolg zijn. Onbetrouwbaarheid leidt dus tot maatschappelijke kosten.

In onderzoek naar de maatschappelijke kosten en baten van investeringen in openbaar vervoer wordt het aspect betrouwbaarheid doorgaans beperkt meegenomen, veelal slechts alleen in kwalitatieve zin. Dit geldt overigens ook voor andere subjectieve kwaliteitskenmerken zoals comfort of sociale veiligheid. Dat heeft verschillende redenen. Allereerst is betrouwbaarheid moeilijker te operationaliseren en te waarderen dan bijvoorbeeld reistijd of reiskosten. Op de tweede plaats is het lastig te bepalen op welke wijze een voorgenomen investering de betrouwbaarheid zal gaan beïnvloeden. In de bestaande modellen voor vervoerprognoses komt betrouwbaarheid nog onvoldoende uit de verf.

1.2 Doel van dit onderzoek

Onderzoeksbureau ECORYS heeft in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (VenW) de meest recente inzichten in kosten-batenanalyses van spoorinvesteringen conform de leidraad OEI (Overzicht Effecten Infrastructuur) vastgelegd (ECORYS, 2009). In vervolg daarop heeft VenW het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) gevraagd het aspect betrouwbaarheid verder uit te werken en toepasbaar te maken in MKBA's van spoorinvesteringen. We betrekken daar ook het begrip robuustheid bij dat wij als onderdeel van betrouwbaarheid beschouwen. Daarmee is het doel van dit onderzoek tweeledig: het beschrijven van de huidige situatie/kennis en het aanreiken van een methode om toekomstige maatregelen op het gebied van betrouwbaarheid te waarderen.

Deze twee doelen hebben we geconcretiseerd in de volgende onderzoeksvragen:

- Hoe kunnen betrouwbaarheid en robuustheid vanuit het perspectief van de treinreiziger worden gedefinieerd?
- Hoe wordt betrouwbaarheid en robuustheid in de huidige situatie gemeten en als kwaliteitsaspect toegepast?
- Welke beperkingen zijn daaraan verbonden en hoe kunnen deze worden opgelost?
- Wat zijn de oorzaken van onbetrouwbaarheid op het spoor?
- Welke (typen) maatregelen zijn mogelijk om betrouwbaarheid en robuustheid te verbeteren?
- Hoe kunnen de effecten van maatregelen/projecten die (ook) op betrouwbaarheid zijn gericht in de toekomst beter worden gewaardeerd?

1.3 Werkwijze en beperkingen

Allereerst hebben we de bestaande (internationale) literatuur over dit onderwerp bestudeerd. Daarnaast hebben we overlegd met deskundigen van ProRail en NS. De tussentijdse resultaten van ons onderzoek hebben we besproken in een workshop met - behalve voornoemde organisaties - deskundigen van de Vrije Universiteit, het Centraal Planbureau (CPB) en VenW.

Betrouwbaarheid als kwaliteitskenmerk van openbaar vervoer hoeft niet alleen te slaan op de reistijden, maar kan ook betrekking hebben op comfort, informatie, voorzieningen onderweg et cetera. Wij beperken ons in dit onderzoek tot de betrouwbaarheid van reistijden. Verder gaat deze notitie alleen over het personenvervoer per trein. De betrouwbaarheid bij bus, tram en metro nemen we zijdelings mee, alleen wanneer deze als voor- of natransport voor een treinreis worden gebruikt. Hoewel ook in het spoorgoederenvervoer betrouwbaarheid een belangrijk kwaliteitscriterium is, blijft dat in dit onderzoek buiten beschouwing. Daar zijn aparte analyses voor nodig.

1.4 Relatie met ander onderzoek

Betrouwbaarheid en robuustheid zijn niet alleen bij het spoor een belangrijk thema, maar staan ook bij andere sectoren van mobiliteit volop in de belangstelling, zowel in beleid als in onderzoek. Ook daar gaat het enerzijds om de definitie van en samenhang tussen deze begrippen en anderzijds om de wijze waarop ze in de praktijk gemeten en gewaardeerd kunnen worden. Hieronder volgt een selectie van de meest relevante andere onderzoeken die op dit moment lopen of onlangs zijn uitgevoerd. De meeste hebben betrekking op het wegverkeer, maar kunnen indirect ook voor het spoor van betekenis zijn:

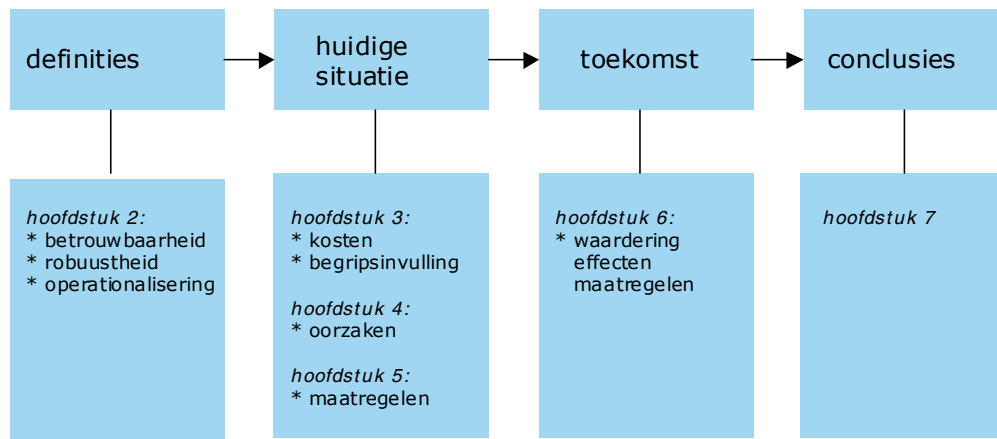
- Het KiM heeft medio 2010 onderzocht hoe de robuustheid van het hoofdwegennet kan worden gewaardeerd in een MKBA. Daarbij moet zowel het effect van een maatregel op de robuustheid ('Q') worden bepaald als de waardering van dit effect ('P'). Deze studie gaat vooral over de effecten ('de Q') van weginfrastructuurprojecten op de robuustheid, uitgedrukt in reistijdverliezen (Korteweg & Rienstra, 2010).
- Het KiM laat de maatschappelijke waardering (Value of Time) onderzoeken van kortere gemiddelde reistijd en van hogere reistijdbetrouwbaarheid (Value of Reliability), uitgedrukt in meer/minder spreiding rond de gemiddelde reistijd. Dit gebeurt met een grootschalige enquête onder reizigers, vervoerders en verladers. De studie zal ook meer inzicht geven in de waardering van het verminderen van extreme reistijden, uitgedrukt in minder spreiding rondom de gemiddelde reistijd.
- De Vrije Universiteit Amsterdam (VU) en het KiM werken via een promotietraject aan een onderzoek naar de spreiding van de verdeling van reistijden. Hierbij staat het effect centraal, uitgedrukt in spreiding rondom de gemiddelde reistijd. Deze effecten kunnen worden gewaardeerd met de Value of Reliability, de uitkomst van het hiervóór genoemde project.
- Het KiM is bezig met een beschrijving en verklaring van oorzaken (waaronder gebrek aan betrouwbaarheid en robuustheid) van congestie op het hoofdwegennet in het afgelopen decennium.
- De Dienst Verkeer en Scheepvaart van Rijkswaterstaat werkt aan een 'roadmap' van strategische verkeers- en vervoersmodellen. Betrouwbaarheid en robuustheid komen hierin ook aan bod.

1.5

Leeswijzer

Figuur 1.1 laat de structuur van het onderzoek zien, gekoppeld aan de hoofdstukken van deze notitie. Hoofdstuk 2 gaat over de definitie van betrouwbaarheid en robuustheid vanuit het perspectief van de treinreiziger. Tevens beschrijven hoe deze in de huidige situatie worden geoperationaliseerd. Hoofdstuk 3 gaat over mogelijke verbeteringen in de invulling van het begrip betrouwbaarheid ten opzichte van de huidige praktijk. Hoofdstuk 4 behandelt de oorzaken van onbetrouwbaarheid. Dit is van belang om iets te kunnen zeggen over mogelijke maatregelen om de betrouwbaarheid te verbeteren. Hoofdstuk 5 gaat dieper in op de kosten en baten van maatregelen. Hoofdstuk 6 gaat over de waardering van betrouwbaarheids- en robuustheidseffecten van toekomstige maatregelen in een Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA). Tenslotte bevat hoofdstuk 7 de conclusies.

Figuur 1.1
Opbouw notitie



2 Definitie van betrouwbaarheid en robuustheid

2.1 Meerdere definities, één operationalisering

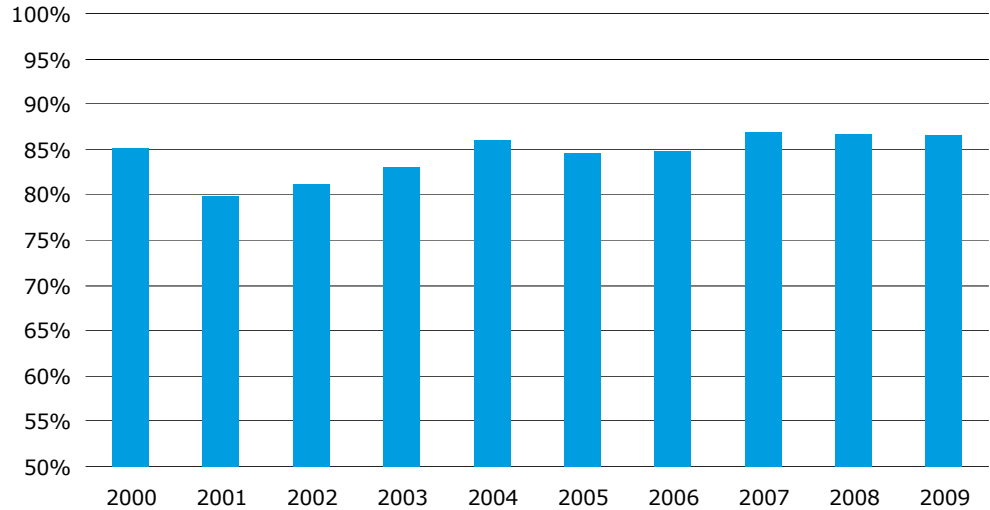
De meest gangbare definitie van betrouwbaarheid van een openbaarvervoerreis houdt in dat deze reis verloopt zoals weergegeven in de dienstregeling (Brons, 2005). Een meer subjectieve definitie is de kans dat de reis verloopt zoals de reiziger zich dat vooraf voorstelde. Een verlate aankomst van een of twee minuten kan dan onopgemerkt blijven, maar gemiste aansluitingen of grote vertragingen kunnen op den duur een grote impact op het reisgedrag hebben. Wij nemen deze laatste definitie over vanuit de gedachte dat mening en gedrag van reizigers maatgevend behoren te zijn.

Onbetrouwbaarheid duidt ook op variatie in de reistijden. Deze variatie veroorzaakt onzekerheid en daarmee kosten voor de reiziger (Husdal, 2004). Dit is niet anders bij andere modaliteiten zoals de auto. Er zijn twee soorten reistijdvariatie. Enerzijds treden variaties herhaaldelijk op en zijn ze ook voorspelbaar. Voorbeelden zijn seizoensdrukke of drukke tijden tijdens de ochtendspits. Voor ervaren reizigers hoeft dit soort variatie niet tot onzekerheid of onbetrouwbaarheid te leiden. Anderzijds kan de reistijdvariatie onvoorspelbaar zijn en samenhangen met bijvoorbeeld onverwachte weersomstandigheden, incidenten of storingen.

De tot voor kort meest gebruikte maatstaf om betrouwbaarheid op het spoor te meten is de punctualiteit van treinen. Overheden (landelijk en decentraal) rekenen in hun rol als concessieverlener de vervoerbedrijven hier ook op af en gebruiken deze maatstaf voor nieuwe prestatieafspraken met vervoerders. In hoofdstuk 3 zullen we laten zien dat treinpunctualiteit slechts in beperkte mate iets zegt over de betrouwbaarheid zoals de reiziger die ervaart.

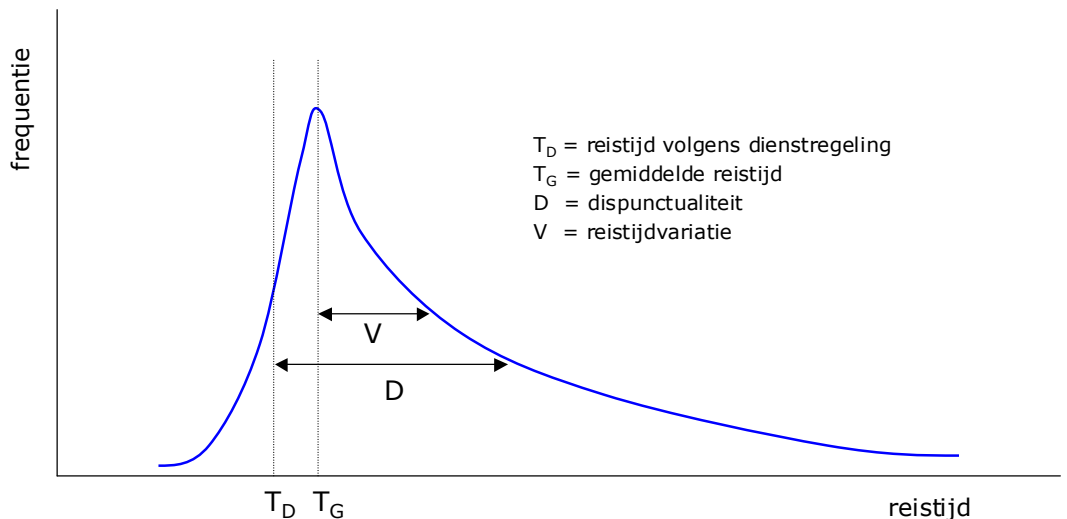
Het belangrijkste huidige criterium voor punctualiteit is de aankomsttijd van treinen. Een trein heet 'op tijd' te zijn, wanneer hij met minder dan drie minuten vertraging aankomt. Dit wordt op 35 belangrijke knooppunten in het land gemeten. Recent is NS overgegaan op de internationaal gangbare norm van vijf minuten. Figuur 2.1 toont de ontwikkeling van de punctualiteit bij NS voor de afgelopen negen jaar volgens de drie-minutennorm. Sinds de dip in 2001 vertoont deze een oplopende tendens: van 79,9 procent in 2001 tot 86,6 procent in 2009. Volgens de vijf-minutennorm bedroeg de punctualiteit 93,0 procent in 2008 en 92,8 procent in 2009. Over de punctualiteit bij de overige personenvervoerders op de gedecentraliseerde spoorlijnen zijn geen tijdreeksen bekend. In 2006 varieerde deze van zestig procent op de lijn Arnhem-Doetinchem tot bijna honderd procent op de lijn Zwolle Kampen (van Ooststroom en Savelberg, 2008).

Figuur 2.1
Ontwikkeling
treinpunctualiteit NS-
treinen, uitgedrukt in
aandeel treinen met < 3
minuten vertraging bij
aankomst. Bron: NS



Over het algemeen zal de reistijdvariatie toenemen als de punctualiteit afneemt en andersom. Maar dat hoeft niet altijd zo te zijn. Voorbeeld is een trein die in de spits consequent vijf minuten te laat vertrekt en met drie minuten vertraging aankomt. Deze trein is weliswaar niet punctueel, maar er is geen variatie in de aankomsttijd. Andersom rijdt een bus die keurig volgens het boekje een traject aflegt in dertig minuten in de spits en in 25 minuten buiten de spits weliswaar punctueel, maar dit traject kent wel variatie in de reistijden. Figuur 2.2 geeft de relatie tussen reistijdvariatie en dispunctualiteit weer.

Figuur 2.2
Reistijdvariatie en
dispunctualiteit.
Bron: Brons (2005)



2.2

Robuustheid is onderdeel van betrouwbaarheid

Betrouwbare reistijden krijgen steeds meer aandacht in het verkeer- en vervoerbeleid. In de Nota Mobiliteit zijn doelen opgenomen inzake het minimale aandeel reizigers op het hoofdwegennet dat op tijd zijn bestemming moet kunnen bereiken. In de Mobiliteitsaanpak uit 2008 is dit verder uitgewerkt in de ambitie om in 2028 te komen tot een robuust mobiliteitssysteem met een goede verbinding

tussen de verschillende modaliteiten. Ook zou robuustheid moeten worden opgenomen in de OEI-systematiek (Overzicht Effecten Infrastructuur) voor MKBA's. In de praktijk worden de begrippen robuustheid en betrouwbaarheid vaak door elkaar gebruikt. Voor robuustheid is moeilijk een sluitende en eenduidige definitie te geven.

Er circuleren definities vanuit de aanbodkant zoals:

"Het vermogen om de functie waarvoor het netwerk ontworpen is te blijven vervullen, ook in situaties die sterk afwijken van reguliere omstandigheden" (Snelder e.a., 2004).

Maar naar robuustheid kan ook vanuit de gebruikerskant worden gekeken. In vervolg op de ambitie uit de Mobiliteitsaanpak heeft het KiM recent onderzoek gedaan naar de manier waarop robuustheid van het autowegennet in MKBA's kan worden opgenomen. Daarin is de volgende definitie opgenomen:

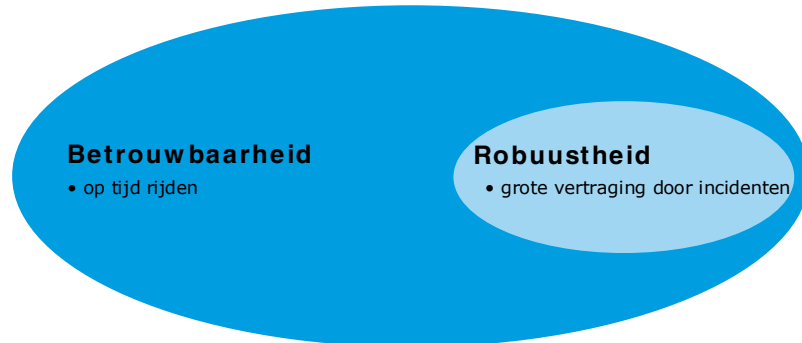
"Vanuit het gezichtspunt van de weggebruiker maakt robuustheid deel uit van betrouwbaarheid. Het gaat de gebruiker om de kans dat hij de bestemming binnen de verwachte reistijd bereikt. We definiëren robuustheid als de mate waarin extreme reistijden als gevolg van incidenten (ongevallen, extreem weer, werkzaamheden en evenementen) worden voorkomen" (Korteweg & Rienstra, 2010).

Het verschil met de situatie bij het spoor is dat strikt genomen een 'normale spreiding' nauwelijks bestaat: het spoor is een gepland systeem met een dienstregeling die in principe volledig wordt uitgevoerd. De meeste treinritten verlopen zonder vertraging, terwijl de reiziger kleine vertragingen vaak niet eens opmerkt.

De bloemlezing in onderstaand tekstblok laat zien dat in de praktijk de term robuustheid op het spoor veelal een aanbodterm is en betrekking heeft op het minder kwetsbaar maken van een netwerk voor verstoringen. Dit kan preventie van verstoringen inhouden of ook het verminderen van de gevolgen ervan. Voor de reiziger vertaalt robuustheid zich in betrouwbaarheid. In overeenstemming met de werkwijze die bij het wegverkeer is gehanteerd, nemen we als definitie van robuustheid de mate waarin extreme reistijden als gevolg van incidenten worden voorkómen. In figuur 2.2 heeft robuustheid dus betrekking op het rechter gedeelte van de spreiding rond de reistijden. Zo'n situatie betekent in de praktijk vaak dat een baanvak geheel gestremd is en treinen zijn uitgevallen. Robuustheid is dus een onderdeel van betrouwbaarheid, zie figuur 2.3.

Figuur 2.3

Robuustheid spoor als onderdeel van betrouwbaarheid.



Robuustheid van het spoor: minder kwetsbaar netwerk

"Om de Randstad beter bereikbaar te maken, volstaan alleen investeringen in bouwen, benutten en beprijzen niet. Extra capaciteit op wegen en spoorwegen kan wel erkende knelpunten wegnemen of ontlasten, maar maakt het verkeers- en vervoersnetwerk niet automatisch minder kwetsbaar voor verstoringen.

De Raad voor Verkeer en Waterstaat pleit er daarom voor het (spoor)wegennet robuuster te maken, zodat het die verstoringen kan opvangen". *Bron:*

'De Randstad altijd bereikbaar'. Raad voor Verkeer en Waterstaat, maart 2009.

"Het is ook goed nieuws voor reizigers. Niet dat er sprake was van achterstanden. Maar geplande werkzaamheden aan de infrastructuur komen wel sneller gereed. En dat komt de robuustheid van het spoor natuurlijk ten goede". *Bron: toespraak Minister van VenW ter gelegenheid van de presentatie van het 'Versnellingspakket Spoor', april 2009.*

"Het aantal storingen is in 2007 verder afgenomen en deze trend zet zich ook in 2008 voort. Bert Klerk [voorzitter van de Raad van Bestuur van ProRail, red.] signaleert een afnemende maatschappelijke acceptatie hiervan: 'Ook al gaat het ieder jaar beter op het spoor, dit wordt door de buitenwereld niet altijd als zodanig ervaren. De trein wordt steeds belangrijker en reizigers eisen een hoge kwaliteit. ProRail werkt continu aan maatregelen om het spoor robuust en minder storingsgevoelig te maken. Samen met vervoerders gaat ProRail ondermeer reisinformatie op stations en in treinen verbeteren en extra services bieden aan reizigers bij verstoringen.' *Bron: Persbericht ProRail augustus 2008.*

3 Meten van onbetrouwbaarheid: de huidige kennis

Dit hoofdstuk beschrijft de huidige kennis op het gebied van betrouwbaarheid op het spoor. We beginnen met de inschatting van de maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid op het spoor. Vervolgens gaan we in op enkele andere aspecten van betrouwbaarheid die vanuit het perspectief van de reiziger van belang zijn, in aanvulling op de aankomstpunctualiteit van treinen.

3.1 **Beperkt inzicht in maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid**

Aan de onbetrouwbaarheid op het spoor zijn maatschappelijke kosten verbonden. Reizigers zijn langer onderweg en missen daardoor afspraken. Deze extra reistijd is te moneteriseren met behulp van kengetallen voor reistijdwaardering. In 2010 vertegenwoordigt een uur tijdverlies voor een treinreiziger een waarde van 7,10 euro. Dit is een gemiddelde voor alle motieven, voor zakelijke reizigers ligt dit veel hoger, voor recreatieve motieven lager (Bron: RWS, Steunpunt Economische Evaluatie). Ook vervoerbedrijven en beheerders van de infrastructuur hebben kosten.

Kosten voor reizigers

De totale kosten van het tijdverlies voor reizigers als gevolg van de onbetrouwbaarheid van het spoor worden niet structureel gemonitord. Incidentele publicaties geven schattingen. Deze zijn meestal gebaseerd op het aantal treinen dat met vertraging een knooppunt bereikt. In de volgende paragrafen zullen we zien dat deze invalshoek geen goed beeld geeft van de kosten van tijdverliezen voor treinreizigers. Voorbeelden zijn dat geen rekening wordt gehouden met de invloed van vertraagde treinen op de hele reisketen noch met de invloed van (onverwachte) variaties in reistijden.

Ondanks de beperkingen in de meetmethode biedt de literatuur enig inzicht in verdragingskosten. Palm (2004) komt voor het jaar 2000 tot een totale extra reistijd als gevolg van treinvertragingen van 25 miljoen uur. De maatschappelijke schade voor reizigers wordt becijferd op een bedrag tussen de 100 en 400 miljoen euro per jaar. Een meer recente berekening van het KiM met data uit 2007 leidt tot een schatting van 17 miljoen verdragingsuren per jaar (Jorritsma et al., 2008). Ter vergelijking: de totale (dus niet alleen die als gevolg van files) reistijdverliezen op het hoofdwegennet bedroegen in 2009 ongeveer 62 miljoen uren (RWS-DVS, 2010). Hierin zijn alle afwijkingen in de reistijden ten opzichte van een situatie van volledig vrije doorstroming (free flow) meegenomen. Aangezien ook de vervoersprestatie op het hoofdwegennet ongeveer vier maal zo groot als die bij NS, ligt de hoeveelheid verdragingsuren in beide segmenten relatief in dezelfde orde van grootte.

Kosten voor vervoerbedrijven en infrastructuurbeheerder

Kosten van onbetrouwbaarheid zijn er ook voor de exploitanten. Treinen en treinpersoneel zijn immers langer onderweg. Verder moet ook meer reservematerieel en –personeel achter de hand worden gehouden. Tot slot kost een onregelmatige afwikkeling van het treinverkeer ook extra spoorcapaciteit en ontstaat dus eerder een noodzaak tot capaciteitsuitbreiding.

Al met al is vooralsnog geen goede inschatting van de totale maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid op het spoor te geven.

3.2 Reizigers in plaats van treinen

Tot nu toe bestaat het meten van onbetrouwbaarheid op het spoor uitsluitend uit het bijhouden van het aandeel vertraagde treinen ten opzichte van het totaal aantal gereden treinen. Verschillen in de bezettingsgraad tellen nog niet mee. Dat betekent dat vertragingen van bijna lege treinen net zo zwaar meewegen als vertragingen van volle treinen. In de praktijk blijken volle en lange treinen in de spits echter vaker vertraagd dan andere treinen. Stel bijvoorbeeld dat tachtig procent van de treinen op tijd aankomt en twintig procent niet, maar dat de bezetting van de vertraagde treinen tweemaal zo groot is als die van de treinen die op tijd rijden. Vanuit het perspectief van de reiziger is het aandeel van de vertraagde aankomsten dan niet twintig procent, maar 33 procent¹. Bovendien trekken treinen in de spits een ander publiek dan treinen in de daluren. Het belang om op tijd voor het werk te zijn, is vaak groter dan dat van een sociaalrecreatieve reis. Dit komt tot uitdrukking in een hogere tijdwaardering (Rietveld, 2005).

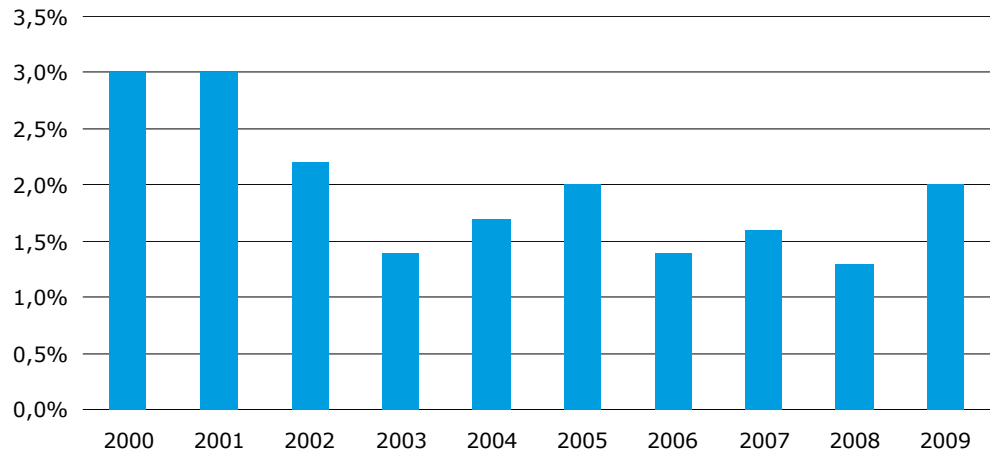
Als rekening wordt gehouden met de bezetting van de treinen, ligt de gemiddelde punctualiteit in de ochtendspits vijf procentpunten lager. Over de hele dag is dit verschil tussen treinpunctualiteit en reizigerspunctualiteit kleiner (Savelberg et al., 2007). NS is op dit moment bezig de meetmethode aan te passen. Ook in de recente zogeheten Kengetallen-KBA van investeringen in decentrale spoorlijnen (ECORYS, 2009) is niet langer het aantal treinen de invalshoek, maar het aantal getroffen reizigers.

3.3 Uitval van treinen meewegen

Het punctualiteitspercentage houdt geen rekening met treinen die helemaal uitvallen. Het percentage opgeheven treinen van NS nam met een zeker grillig verloop de laatste jaren af van 3,0 procent in 2000 tot 2,0 procent in 2009, zie figuur 3.1. Over de uitval van treinen van andere vervoerders zijn geen data gepubliceerd. Hoewel het om kleine aantallen gaat, zijn de gevolgen voor reizigers vaak groot. Het maakt dan uit of men nog op het perron staat te wachten of dat men in een trein zit die vanwege een storing of calamiteit niet meer verder kan rijden. In het eerste geval blijft de schade doorgaans beperkt tot het wachten op de volgende trein (tenzij een heel baanvak gestremd is), in het tweede geval kan het tijdverlies gemakkelijk oplopen tot een uur of meer.

¹ Berekening: $20 \cdot 2 / (80 + 20 \cdot 2) = 33\%$

Figuur 3.1
ontwikkeling aandeel
uitgevallen treinen NS.
Bron: ProRail en NS



Schatting tijdverlies door uitgevallen treinen

Een indicatieve berekening onderaan dit tekstblok suggereert dat het tijdverlies als gevolg van vertraagde treinen in dezelfde orde van grootte ligt als dat van uitgevallen treinen. We corrigeren daarbij niet voor eventuele verschillen in de verhouding tussen wachttijd op het perron en de tijd die men in de trein doorbrengt. Deze worden immers verschillend gewaardeerd.

Aanname vertraagde treinen:

A = aandeel vertraagde treinen ten opzichte van totaal: 10%

B = gemiddelde vertraging per trein: 8 minuten (cijfer ProRail 2007)

C = proxi tijdverlies = $A \cdot B = 80$

Aanname uitgevallen treinen:

D = aandeel uitval ten opzichte van totaal: 2% (gemiddelde van de laatste jaren)

E = gemiddeld tijdverlies per reiziger: 45 minuten (schatting KiM)

F = proxi tijdverlies = $D \cdot E = 90$

NS maakt jaarlijks een Vervoerplan, waarin afspraken over prestatieverbeteringen zijn opgenomen. In het Vervoerplan 2010 kondigt NS aan, de treinpunctualiteit als prestatie-indicator verder te gaan verfijnen op een wijze die meer past binnen het perspectief van de reizigers (NS, 2010).

3.4

De hele keten in plaats van alleen de treinrit

De benadering vanuit een enkele treinrit houdt er geen rekening mee dat veel reizigers op een andere trein of op bus, tram of metro overstappen. Weliswaar wordt ook het aandeel gehaalde aansluitingen van de ene trein op de andere gemonitord, maar de effecten op de hele vervoerketen blijven buiten beeld. Zo kan een trein die slechts drie minuten te laat aankomt ertoe leiden, dat de reiziger zijn aansluitende bus mist en zodoende – afhankelijk van de frequentie van die aansluitende rit – toch een aanzienlijke vertraging oploopt. Door het 'oprekken' van de norm voor op tijd rijden van drie naar vijf minuten die NS sinds twee jaar vanuit internationaal perspectief toepast zal dit verschijnsel nog minder zichtbaar worden.

Omgekeerd kan het ook zo zijn dat een vertraagde trein helemaal geen invloed heeft op de totale reistijd, bijvoorbeeld wanneer de overstaptijd voor de aansluitende busreis ruim genoeg is. Het is zelfs nog denkbaar om dankzij een vertraagde trein eerder dan gepland aan te komen: de reiziger die 'mikt' op een stoptrein, maar nog net in de voorgaande, vertraagde intercity terecht komt.

Wachten op het perron of halte en de tijd voor voor- en natransport zijn belangrijke schakels in de vervoersketen: deze vormen bij een treinreis de helft van de totale gemiddelde deur-tot-deur-reistijd. (NS, 2007). Als we de beleving van de reiziger meewegen, wordt dit verschil nog groter, omdat het voor- en natransport tweemaal en wachttijden zelfs driemaal zwaarder wegen dan de pure rijtijd in de trein (Van Hagen, 2004).

Tabel 3.1 laat zien hoe alle treinreizen verdeeld zijn over enerzijds reizen met en zonder overstap trein-trein en anderzijds over reizen met aansluitend OV (bus, tram of metro) als natransport en natransport met andere modaliteiten (lopen, fiets, auto).

Tabel 3.1

Verdeling treinreizen over met/zonder overstap en met/zonder aansluitend OV als natransport. Bron: NS, bewerking KiM

	Natransport zonder OV	Natransport met OV	totaal
Zonder overstap trein	54%	21%	75%
Met overstap	18%	7%	25%
totaal	72%	28%	100%

De verdeling over de beide categorieën is gebaseerd op cijfers van NS (2007). Het volgende valt uit de tabel af te leiden:

- Bij 54 procent van de reizen is het effect van een treinvertraging op de totale reistijd 'beperkt' tot de mogelijke vertraging van de (enige) treinrit;
- Bij 7 procent kan het effect groot zijn: een vertraging kan worden ingelopen, maar ook leiden tot het missen van de tweede (of volgende) trein of het OV-natransport;
- 39 procent van de reizen zit tussen beide uitersten in.

De uiteindelijke invloed op de totale reistijd is bij de beide laatste categorieën onder andere afhankelijk van de frequentie van de aansluitende verbindingen. Als deze laag is (bus of trein in landelijk gebied, avonden of in het weekend) is de kans op extra reistijd groter dan wanneer deze hoog is (trein in stedelijk gebied, stedelijk OV, in spitsuren). Ook de mate van afstemming in de dienstregeling – zowel in de opzet als in de uitvoering – van de verschillende ketenonderdelen speelt een rol.

3.5

Variatie in reistijden bepaalt het reisgedrag

In de huidige meetmethodiek wegen treinen met een half uur vertraging even zwaar als treinen met drie minuten vertraging. Het is echter juist deze variatie in reistijden die in belangrijke mate het gedrag van reizigers bepaalt. Dit geldt in het bijzonder voor de uitschieters als gevolg van grote verstoringen of incidenten (OECD, 2010). Tabel 3.2 laat de verdeling zien van punctualiteit van de gereden personentreinen, gebaseerd op de situatie in 2000 en 2007. De wel geplande, maar uitgevallen treinen (3,0 procent van het totaal in 2000 en 1,6 procent in 2007) zijn hier dus niet in opgenomen. Uitgaande van een gemiddelde vertraging per klasse bedroeg de standaarddeviatie van de rijtijdverdeling 8,2 minuten in 2000 en 6,4 minuten in

Tabel 3.2

Verdeling punctualiteit reizigerstreinen.

Bron: KiM op basis van Bakker & Zwaneveld (2009).

2007. Deze cijfers zijn nog ongewogen voor reizigersaantallen. Recentere data over de variatie in treinreistijden zijn niet gepubliceerd.

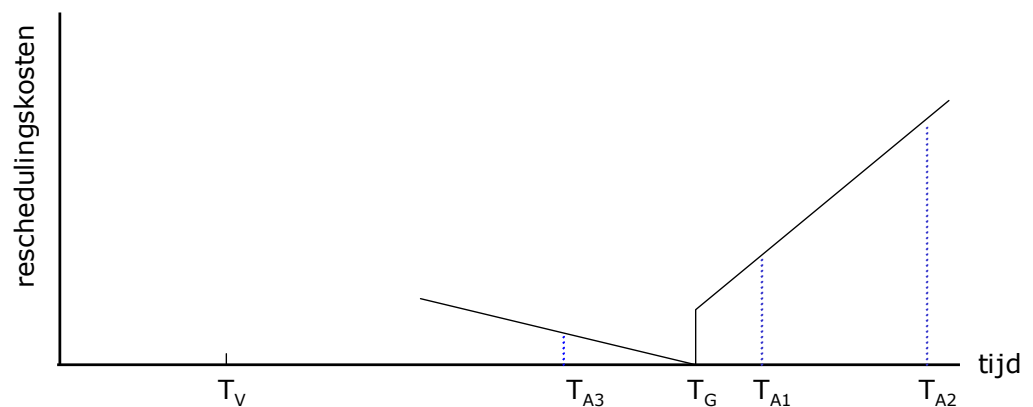
	< 3 min.	3 < 5 min.	5 < 15 min.	15 < 30 min.	> 30 min.
Aandeel in 2000	85,1%	6,87%	6,50%	1,27%	0,27%
Aandeel in 2007	86,9%	6,03%	5,7%	1,11%	0,23%

Behalve bij een deel van de vrijetijdsverplaatsingen heeft de reiziger een gewenst aankomsttijdstip in gedachten en plant hij zijn reis daaromheen. De onbetrouwbaarheid als gevolg van de variaties in reistijd betekent een kans op te laat komen. De tijdskosten die daarmee zijn gemoeid zijn afhankelijk van het reismotief en van persoonlijke omstandigheden (leeftijd, opleiding, inkomen et cetera). Zo heeft te laat komen bij een sollicitatiegesprek een andere impact dan het missen van de eerste vijf minuten in de bioscoop. Anderzijds kan de reiziger ook te vroeg aankomen, zeker als zich helemaal geen vertraging heeft voorgedaan. Ook deze verloren tijd kan in geld worden gewaardeerd. De tijd die men te vroeg of te laat aankomt ten opzichte van de gewenste aankomsttijd wordt Schedule Delay Early (SDE) respectievelijk Schedule Delay Late (SDL) genoemd. De kosten die hier het gevolg van zijn, heten reschedulingskosten (Brons, 2005; Tseng et al., 2006).

Figuur 3.2

Reschedulingskosten als functie van de aankomsttijd.

Bron: Brons, 2005; bewerking KiM.



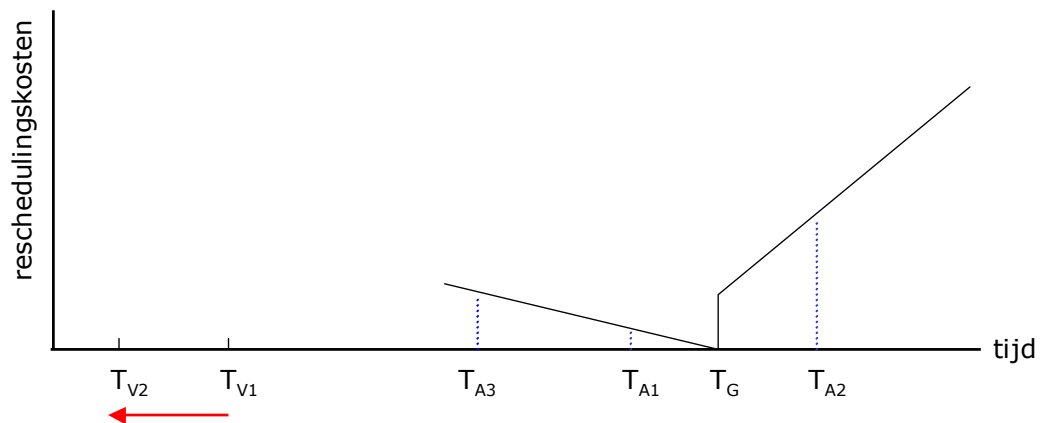
Figuur 3.2 illustreert het verloop van de reschedulingskosten als functie van de aankomsttijd. Op het gewenste aankomsttijdstip T_G zijn de reschedulingskosten nul. Bij een verlate aankomst stijgen deze onmiddellijk met een vast bedrag (te beschouwen als een penalty puur voor het feit dat men te laat aankomt) en nemen daarna toe naarmate de aankomsttijd verder weg ligt (T_{A1} of T_{A2}). Het gaat hier om een schematische weergave: in werkelijkheid zal de toename niet lineair zijn en evenmin oneindig doorlopen.

Ook te vroeg aankomen (T_{A3}) leidt tot reschedulingskosten. Deze liggen per tijdseenheid lager dan bij te late aankomsten. Dat komt omdat men dit meestal als minder erg ervaart: die tijd kan vaak nog wel productief worden ingevuld: nog even de krant lezen in de wachtkamer bij de dokter. Tseng et al. (2005) geven schattingen van de eenheidskosten van reschedulering ten opzichte van de

eenheidskosten van reistijd. Deze zijn gebaseerd op een groot aantal internationale studies. Bij te vroeg aankomen bedraagt deze waarde gemiddeld 1,072, bij van te laat aankomen 2,299. Dit betekent dat de monetaire kosten van een minuut te vroeg aankomen ongeveer gelijk zijn aan die van een minuut reistijd en dat de kosten van een minuut te laat aankomen ruim tweemaal zo zwaar wegen als een minuut reistijd.

De reiziger zal de reschedulingskosten zo klein mogelijk willen houden. Automobilisten doen dat door vooraf hun reistijd in te schatten en daarmee hun vertrektijd te bepalen. De treinreiziger heeft minder flexibiliteit in de keuze van aankomsttijden, omdat het aantal vertrekmogelijkheden gekoppeld is aan de frequentie van de verbinding. Om het risico te laat aan te komen te reduceren, zal hij een of twee treinen eerder nemen dan strikt volgens het spoorboekje nodig is. De mate waarin dit gebeurt hangt behalve van het reismotief en persoonlijke omstandigheden ook af van eerdere ervaringen met de kans op en de omvang van vertragingen. Als de variaties groot zijn, is hij eerder geneigd te anticiperen dan wanneer de vertraging altijd in dezelfde orde van grootte ligt (Rietveld et al, 1999). Door eerder te vertrekken neemt de kans op een te late aankomst dus af, maar die op een te vroege aankomst toe. Dat laatste geldt zeker als de betreffende reis uiteindelijk probleemloos verloopt. Maar omdat de eenheidskosten van een te vroege aankomst veel lager liggen dan van een te late, is de kans dat te vroeg vertrekken meer voordeel oplevert toch groter. De keuze van het vertrektijdstip is uiteindelijk de uitkomst van een optimale afweging tussen beide risico's.

Figuur 3.3
Reschedulingskosten bij
'anticiperend' reisgedrag
Bron: KiM op basis van
Brons, 2005



Figuur 3.3 illustreert het verloop van de reschedulingskosten, als de reiziger anticipeert op een mogelijke vertraging. In plaats van op tijdstip T_{V1} vertrekt hij nu op T_{V2} . De verdeling van de reschedulingskosten verschuift naar links, wat leidt tot een grotere kans op een te vroege aankomst. De reschedulingskosten nemen daarom gemiddeld af.

Mogelijk aanzienlijk tijdverlies door anticiperend reisgedrag

Er zijn geen data bekend over de mate waarin dit anticiperend gedrag voorkomt. Een ruwe schatting van het KiM is dat dit bij 15 tot 20 procent van de reizen het geval zal zijn², met een effect op de reistijd van 15 tot 30 minuten, mede afhankelijk van het interval tussen opeenvolgende treinen.

Onderstaande indicatieve berekening geeft een illustratie van hoe groot de verschillen zijn wanneer uitsluitend de kosten als gevolg van treinvertragingen worden meegenomen tegenover de kosten van het anticiperen (een of twee treinen eerder vertrekken dan strikt nodig om het risico te laat te komen te vermijden).

Tijdverlies als gevolg van treinvertragingen: ordegrrootte 80 (zie kader pagina 16)

Tijdverlies als gevolg van anticiperend reisgedrag:

15 tot 20 procent van de reizen * 15 tot 30 minuten per reis = ordegrrootte 225 tot 600

Per saldo lijkt het tijdverlies dat met anticiperen samenhangt veel groter dan het tijdverlies dat uitsluitend het gevolg is van treinvertragingen. Overigens mogen beide waarden vanwege enige overlap niet bij elkaar worden opgeteld.

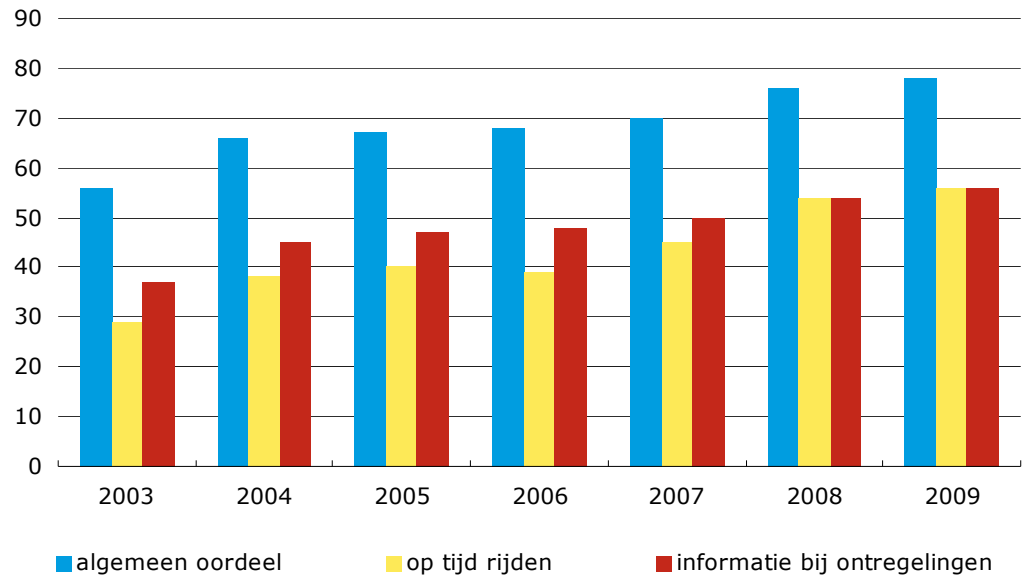
Soms is voor aanvang van de reis al duidelijk dat de treinenloop vertraagd is. Zo zijn aangepaste dienstregelingen als gevolg van gepland onderhoud aan de infrastructuur al in de reisplanner van NS verwerkt. Ook zijn inmiddels diverse internetapplicaties beschikbaar die reizigers vooraf over vertragingen informeren. Dat maakt dus ook andere keuzes mogelijk: op een ander tijdstip gaan reizen, een andere route kiezen of met een andere vervoerwijze reizen. Ook op deze wijze kan het risico op reschedulingskosten worden verkleind.

3.6 **Weinig kennis over effecten onbetrouwbaarheid op modaliteitskeuze**

Zowel reizigers, vervoerbedrijven als overheden hechten een groot belang aan de betrouwbaarheid van het reizen per trein. Het is een belangrijk element in klanttevredenheidsonderzoeken. NS en ook de andere vervoerders worden er door de concessieverlener (Rijk en decentrale overheden) ook op afgerekend. Figuur 3.4 laat zien dat treinreizigers het 'op tijd rijden' en de 'informatievoorziening bij ontregelingen' structureel steeds beter beoordelen, maar dat dit oordeel structureel achterblijft bij het algemene oordeel over de treinreis.

² Ongeveer 55% van de treinreizen is gerelateerd aan werk of opleiding en 45% aan winkelen of vrije tijd (bron: MON 2009). We nemen aan dat anticiperend gedrag bij 20-30% van de reizen in de eerste categorie voorkomt en bij 5-10% van de reizen in de tweede categorie (voetbalwedstrijd, vertrek Schiphol). Dit komt in totaal neer op 15-20% van alle treinreizen.

Figuur 3.4
 Oordeel treinreizigers over dienstverlening NS, uitgedrukt in percentage reizigers dat rapportcijfer > 7 geeft. Bron: NS



Weinig is bekend over de gevolgen van veranderingen in betrouwbaarheid voor het reizigersgedrag, ook in de internationale literatuur. Daardoor zijn er ook weinig mogelijkheden om ex-ante effecten op het gedrag te bepalen. Daardoor komen de effecten van betrouwbaarheid op de vervoervraag, op route- en tijdstipkeuzes en op concurrerende modaliteiten nog onvoldoende in prognosemodellen aan bod.

4 Oorzaken van onbetrouwbaarheid

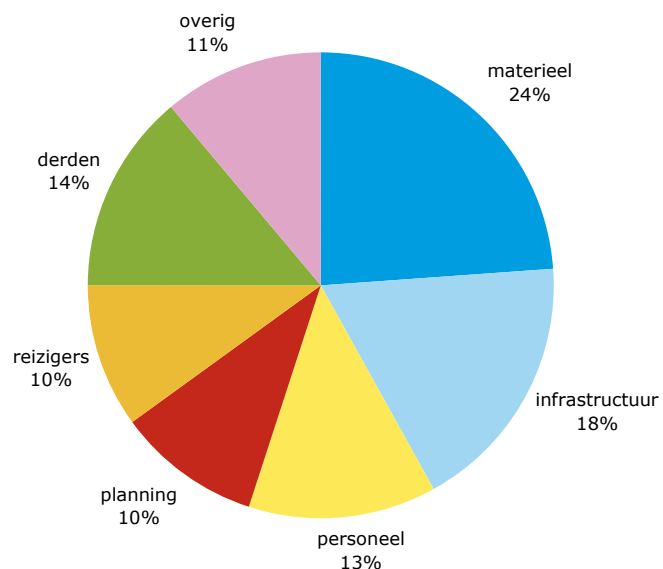
4.1 Onderscheid primaire- en vervolgvertragingen

Om iets te zeggen over de oorzaken en achtergronden van vertragingen op het spoor maken we onderscheid tussen primaire en secundaire vertragingen. Primaire vertragingen ontstaan door incidenten en onregelmatigheden. Vaak hebben deze door de sterke verwevenheid van de dienstregeling een olievlekwerking op de rest van het net. In dat geval spreken we van secundaire- of vervolgvertragingen.

ProRail Verkeersleiding registreert de incidenten en onregelmatigheden die de primaire vertragingen veroorzaken. Figuur 4.1 geeft een overzicht van de achtergronden hiervan, gebaseerd op gegevens uit 2003 (Palm, 2004). De oorzaken van kleine verstoringen (met een effect < 5 minuten) zijn niet in deze cijfers inbegrepen. Meer recente gegevens zijn niet gepubliceerd.

Figuur 4.1

Verdeling oorzaken incidenten in 2003. Bron: Palm (2004), bewerking KiM



Het materieel en de infrastructuur blijken de twee belangrijkste oorzaken van primaire vertragingen te zijn. Ook de reiziger zelf blijkt een belangrijke bron. Het gaat dan om zaken als een onverwacht grote vraag of incidenten als zwartrijden en andere vormen van agressie. Onder derden verstaan we incidenten als vrachtwagens die de bovenleiding stuk trekken, slechte weersomstandigheden, ongevallen op overwegen of zelfdodingen. Opvallend is de bijdrage van een te krappe planning van rijtijden en halteertijden (het daadwerkelijk stilstaan op de stations).

Er zijn aanwijzingen dat de verdeling uit figuur 6 in het meer recente verleden licht aan het verschuiven is: het aandeel storingen in materieel en infrastructuur loopt terug, terwijl het aandeel derden oploopt. Een van de oorzaken in deze laatste categorie is het onveilige gedrag van voetgangers en fietsers en het gedrag van vandalen. Treinen moeten soms onverwacht remmen, omdat mensen vlak voor de

trein tussen gesloten spoorbomen lopen of rijden. Wanneer kinderen in de buurt van het spoor spelen of mensen langs het spoor lopen, krijgen machinisten op dat spoortraject de opdracht om stapvoets te rijden. Ook door vandalisme – bijvoorbeeld door spullen op het spoor te leggen, stenen te gooien en graffiti te spuiten – loopt het treinverkeer vertraging op (bron: www.ProRail.nl). Een tweede prominente oorzaak van verstoring van het treinverkeer vormt het toenemende aantal zelfdodingen, zie onderstaand tekstblok.

Toename zelfdodingen

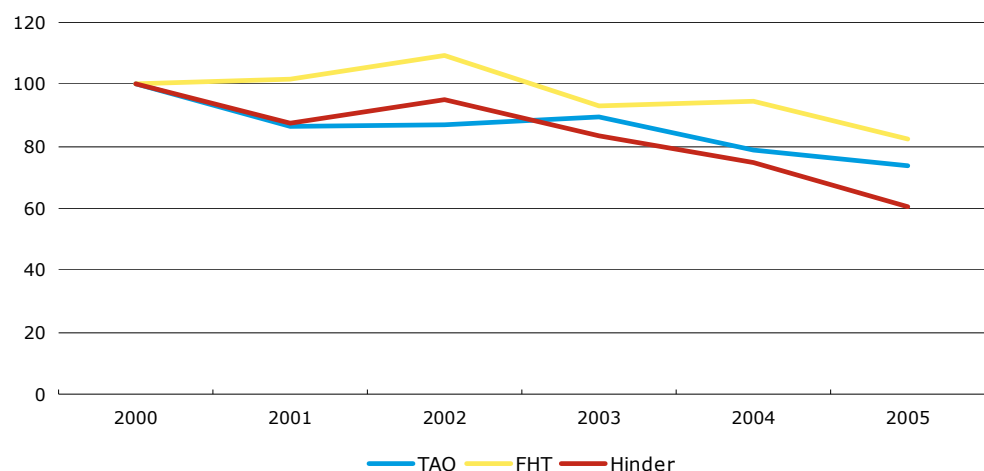
Het aantal zelfdodingen op of langs het spoor (bij overwegen, langs perrons of langs de spoorbaan) is de afgelopen jaren toegenomen van 170 in 2004 tot 200 in 2009. Daar komen gemiddeld jaarlijks nog 25 mislukte pogingen bij. Sinds 2005 probeert ProRail dit aantal terug te dringen, onder meer door het plaatsen van hekwerken, verlichting en camera's. Deze aanpak zal de komende jaren worden geïntensiveerd. Negen van de dertien locaties waar zelfdodingen vaak voorkomen, liggen in de buurt van een psychiatrische ziekenhuis. ProRail gaat deze instellingen dan ook bij de aanpak betrekken. De kosten voor de extra inspanningen worden tot en met 2015 geraamd op 16 miljoen euro. Behalve het leed bij nabestaanden en spoorwegpersoneel is de schade voor reizigers, vervoerbedrijven en ProRail aanzienlijk. Een baanvak is na een zelfdoding gemiddeld 145 minuten gestremd. Dat betekent dat jaarlijks ongeveer vijfhonderd uur lang geen treinen rijden als gevolg van een zelfdoding. *Bron: Nederlands Dagblad 30 juni 2010*

Uiteraard is niet alleen de verdeling van de oorzaken van belang, maar ook de omvang van het aantal incidenten en storingen en de tijd die verstrijkt voordat het spoornet weer in bedrijf is. ProRail hanteert hiertoe de zogeheten TAO (Treindienst Aantastende Onregelmatigheid) en de FHT (Functie Herstel Tijd: de tijd die verstrijkt voordat het spoornet na een verstoring weer in bedrijf is). Het product van beide indicatoren is een maat voor de hoeveelheid 'hinder'. Figuur 4.2 geeft het verloop over de periode 2000-2005. De functiehersteltijd heeft zich in absolute zin ontwikkeld van 131 minuten in 2000 naar 108 minuten in 2005 (bron: ProRail, 2006). Meer recente gegevens zijn niet gepubliceerd. Er zijn aanwijzingen dat de dalende tendens zich sindsdien heeft voortgezet.

Figuur 4.2

Verloop onregelmatigheden, hersteltijd en hinder. Index 2000 = 100.

Bron: ProRail, bewerking KIM



4.2 Incidenten verklaren slechts deel van alle vertragingen

De vorige paragraaf ging over de aard en omvang van de primaire vertragingen als gevolg van incidenten op en om het spoor. In deze paragraaf richten we ons op de olievlekwerking die daar voor de rest van het net het gevolg van is (secundaire vertragingen).

Onderzoek van de TU Delft en ProRail (Weeda et al., 2006) laat zien dat het voorkomen van incidenten slechts een deel van de vertragingen verklaart. In een casestudy van het baanvak Rotterdam – Dordrecht is het ontstaan van alle vertragingen gereconstrueerd. Daaruit blijkt dat 35 procent van de niet-punctuele aankomsten (drie minuten of meer te laat) wordt veroorzaakt door verstoringen bij de trein of aan de infrastructuur. Het grootste deel van de onbetrouwbaarheid van de treindienst komt door problemen in het spanningsveld tussen planning en uitvoering. 55 procent (bij intercity's meer, bij stoptreinen wat minder) van de niet-punctuele aankomsten is het gevolg van deze secundaire vertragingen: deze geven opeenvolgende treinen dus aan elkaar door. Een groot deel is te wijten aan krap geplande opvolgingen tussen twee treinen en door goederentreinen. Eenderde van deze secundaire dispunctualiteit is het gevolg van vertragingen kleiner dan drie minuten.

Een treinvertraging komt dus lang niet altijd door herkenbare verstoringen, maar zit vaak meer in de olievlekwerking. Dit wijst in dezelfde richting als een conclusie van een punctualiteitanalyse over 2005 van ProRail, namelijk dat slechts een kwart van de dispunctualiteit veroorzaakt wordt door verstoringen en de rest door de kwaliteit van de dienstregeling en de scherpte in de uitvoering (Weeda et al., 2006). Ook figuur 4.2 illustreert dit: de hoeveelheid hinder als gevolg van incidenten en storingen vertoont een afnemende tendens, terwijl de treinpunctualiteit in diezelfde periode in veel mindere mate is verbeterd.

4.3 Robuustheid: de kans op grote verstoringen

Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven, is robuustheid veelal gedefinieerd vanuit het aanbod: het vermogen van een netwerk om zich te herstellen na een incident. Het gaat daarbij vooral om grote verstoringen die niet zo vaak voorkomen, maar wel grote hinder voor de reiziger veroorzaken. Deze hinder vertaalt zich veelal in de uitval van treinen, waardoor de reistijden sterk toenemen. In de verdeling van de reistijden zoals weergegeven in figuur 2.2. gaat het dus om het rechtergedeelte: de kans op extreme reistijden is relatief klein, maar de gevolgen zijn groot.

Het maakt uit of grote verstoringen onverwacht komen (storingen aan de infrastructuur, zelfdodingen, bommeldingen et cetera) of dat deze vooraf bekend zijn (weeralarm, gepland onderhoud aan de spoorbaan). In het tweede geval kunnen reizigers hun gedrag vooraf aanpassen. Dat is afhankelijk van het tijdstip waarop zij vooraf over de verstoring zijn geïnformeerd. Dit kan bijvoorbeeld inhouden: een andere route nemen, met een ander vervoermiddel reizen, op een ander tijdstip gaan reizen of de reis helemaal niet maken (Korteweg & Rienstra, 2010).

Uitgaande van de indicator 'functiehersteltijd' (FHT: de tijd die verstrijkt voordat het spoornet na een verstoring weer in bedrijf is), zou het dus gaan om verstoringen met een extreme FHT. Zoals blijkt uit de vorige paragraaf vallen daar bijvoorbeeld ook de zelfdodingen onder. Over de aantallen grote verstoringen, de oorzaken

daarvan en de gevolgen voor de functionaliteit van het spoornet zijn geen structurele data gepubliceerd.

Het vervoerplan 2010 van NS noemt over de afgelopen jaren een gemiddelde van 10-15 dagen per jaar waarop grote verstoringen plaatsvinden. Als we uitgaan van 1,1 miljoen reizen per dag (bron: NS, 2010), waarvan een kwart een vertraging van drie uren (vijftig procent meer dan de gemiddelde FHT) ondervindt, komt dit neer op jaarlijks acht 8 tot twaalf miljoen extra reizen.

5 Maatregelen om betrouwbaarheid te verbeteren

Dit hoofdstuk gaat over de maatregelen waarmee de betrouwbaarheid van het spoor te verbeteren is. Ook gaan we in op de kosten en baten van dergelijke maatregelen. Net als in het vorige hoofdstuk hanteren we het onderscheid tussen:

- preventieve maatregelen die de kans op incidenten en onregelmatigheden en daarmee de primaire vertragingen voorkomen;
- maatregelen die wanneer een verstoring zich eenmaal heeft voorgedaan de gevolgen ervan tegengaan of verminderen. Dat kunnen zowel de gevolgen voor de primaire als de secundaire vertragingen zijn.

5.1 Voorkomen versus genezen

Maatregelen die incidenten of storingen voorkomen zijn zeer divers en worden in de praktijk ook al vaak toegepast. Voorbeelden zijn:

- het minder storingsgevoelig maken van rijdend materieel en infrastructuur,
- méér preventief onderhoud plegen aan materieel en infrastructuur,
- het vervangen van gelijkvloerse kruisingen,
- het afsluiten van stations voor reizigers zonder geldig treinkaartje,
- inzet van particuliere beveiligingsbedrijven en speciale toezichthouders die mensen aanspreken en informatie geven,
- inzet van Bijzondere Opsporingsambtenaren (BOA's) die mensen kunnen beboeten,
- afsluiten van spoor met hekken, poorten en begroeiing,
- cameratoezicht,
- borden op perrons, bij overwegen en het begin/einde van sluiproutes,
- informatiebrieven aan omwonenden, bedrijven en scholen nabij het spoor,
- inzet van voorlichtingsmateriaal op scholen voor kinderen en jongeren.

Bij maatregelen die de gevolgen van verstoringen tegengaan denkt men vaak in de eerste plaats aan (grootschalige) uitbreidingen van de beschikbare infrastructuur zoals het viersporig maken van drukke baanvakken, het aanleggen van passeersporen of zelfs ook het aanleggen van parallelle verbindingen. Een fundamenteel verschil tussen het hoofdwegennet en het spoornet is namelijk dat treinen bij een verstoring moeilijk meteen naar een ander spoor kunnen uitwijken en dat nauwelijks alternatieve routes beschikbaar zijn. Er zijn echter in deze categorie ook andere maatregelen denkbaar:

- het introduceren van incident management om baanvakken snel weer vrij te maken, analoog aan de aanpak bij het hoofdwegennet,
- aanbieden van alternatief vervoer,
- het verstrekken van up-to-date informatie aan reizigers over aard van de verstoring en adviezen over hoe te handelen,
- het verhogen van de frequenties waardoor wachttijden gemiddeld afnemen en de reiziger zijn gewenste aankomsttijd meer flexibel kan plannen,
- het veraangename van wachttijden op stations (wachtruimte, catering, voorzieningen etcetera),
- optimaliseren van de samenwerking tussen dienstregelingontwerpers, verkeersleiding en rijdend personeel, zie hoofdstuk 4. Dit betekent een uitvoerbare planning die gebaseerd is op praktisch bewezen haalbare rij-, halteer- en opvolgtijden met voldoende speelruimte en reservecapaciteit. Vervolgens moet

deze planning ook stipt worden uitgevoerd, zeker ook voor het goederenverkeer. Dat vermindert de kans op conflicten met andere treinen (Weeda et al., 2006). De praktijk van de laatste jaren is overigens dat meer 'lucht' in de dienstregeling is ingebouwd om verstoringen op te vangen. Dat betekent overigens ook dat de rijtijden zijn toegenomen.

Maatregelen die de robuustheid verbeteren zijn in voornoemd overzicht inbegrepen. Gegeven de definitie van robuustheid uit het perspectief van de reiziger – het voorkómen van extreme reistijden als gevolg van verstoringen en incidenten – gaat het dan in het bijzonder om maatregelen die het uitvallen van treinen voorkomen. Onze inschatting is dat het (meer) storingsvrij maken van infrastructuur en materieel en het tegengaan van verstoringen door derden daar eerder onder vallen dan andersoortige maatregelen. Precieze data hierover zijn echter niet gepubliceerd.

5.2 **Kosten lopen sterk uiteen**

De kosten van maatregelen zijn behalve van de aard van de maatregelen ook afhankelijk van specifieke situaties en omstandigheden. Het scheelt ook of verstoringen van tevoren bekend zijn zoals gepland onderhoud aan de infrastructuur. Zowel de beheerder als de vervoerder kunnen daar dan op inspelen. Vanuit kostenperspectief kunnen maatregelen in drie groepen worden ingedeeld:

1. 'Hardware'-maatregelen zoals capaciteitsuitbreiding, minder storingsgevoelige infrastructuur en materieel, verhogen van frequenties, afsluiten van stations. Deze maatregelen zijn effectief, maar duur.
2. Organisatorische maatregelen zoals incident management op het spoor of een betere procesuitvoering. Deze maatregelen zijn effectief en in verhouding tot de eerste categorie relatief goedkoop.
3. Maatregelen op sociaal/psychologisch terrein zoals betere informatievoorziening bij verstoringen (die de onzekerheid bij de reiziger verminderen) of het veraangemen van wachttijden. Dit type maatregelen levert relatief kleine bijdragen, maar zijn doorgaans ook niet zo duur.

Vaak is verbetering van de betrouwbaarheid een bijproduct van maatregelen die vooral om andere redenen worden genomen zoals het uitbreiden van de capaciteit of het verhogen van de frequenties. Deze maatregelen dienen vooral om meer reizigers te vervoeren of nieuwe reizigers aan te trekken, maar ze hebben ook invloed op de betrouwbaarheid van de treindienst.

5.3 **Baten zijn gekoppeld aan afname reistijdvariatie**

Als de betrouwbaarheid van het spoor verbetert, levert dit baten op voor zowel reizigers als vervoerders.

De baten voor reizigers zijn in twee categorieën in te delen:

- tijdwinsten als gevolg van afname van de gemiddelde omvang van de treinvertragingen, hetzij door een verbeterde punctualiteit, hetzij door minder uitval van treinen;
- tijdwinsten als gevolg van het verminderen van de variatie in reistijden.

De baten voor de vervoerder bestaan uit:

- lagere kosten doordat zowel treinen als personeel minder lang onderweg zijn;
- lagere kosten doordat er minder behoefte is aan reservematerieel en –personeel;
- minder noodzaak tot compensatiebetalingen aan reizigers.
- meer inkomsten voorzover de verbeterde betrouwbaarheid nieuwe reizigers aantrekt. Over de mate waarin dat in de praktijk gebeurt, is weinig bekend.

Reizigers lijken 'dagelijkse', kleine vertragingen te accepteren en de trein pas de rug toe te keren na meerdere ervaringen met grote verstoringen. Toen rond 2001 de punctualiteit dramatisch verslechterde, daalde het treingebruik aanzienlijk. Pas na een langere reeks van jaren met verbetering lijkt althans een deel van deze reizigers te zijn teruggekeerd.

Essentieel voor een berekening van de baten voor de reiziger is de bijdrage van een project aan het niveau van de gemiddelde vertraging, aan de uitval van treinen en aan de reductie in de variatie in reistijden. ProRail hanteert een intern 'expert judgement' gebaseerd op simulaties om de effecten van investeringen op het punctualiteitsniveau te bepalen. Er zijn geen openbare publicaties over deze werkwijze bekend. ECORYS rapporteert in een studie naar de kosten en baten van maatregelen voor enkele gedecentraliseerde spoorlijnen het effect op het punctualiteitsniveau dat experts van ProRail hebben ingeschat (ECORYS, 2009b). Tabel 3 geeft een overzicht.

Tabel 3 Bijdrage maatregelen aan niveau punctualiteit. Bron: ECORYS op basis van inschatting ProRail.

Lijn	Maatregel	Punctualiteit vóór	Punctualiteit ná
Leeuwarden-Harlingen	Snelle wissels op twee locaties	80%	89%
Groningen-Nieuweschans/Veendam	Snelheidsverhoging	<80%	95%
Zutphen-Winterswijk	Vrijleggen spoor t.o.v. andere lijnen en verhogen snelheid emplacement Zutphen	80%	95%
Arnhem-Winterswijk	'Snel' wissel, partieel dubbelspoor	75-80%	95%
Ede-Amersfoort	Partieel dubbelspoor	90%	93%

Aan de hand van de treinbezetting en de tijdwaardering kunnen de baten in het eerste jaar waarin het project in gebruik is worden berekend. Voor de jaren daarna wordt rekening gehouden met de ontwikkeling van het aantal reizigers. Het CPB schat in dat de baten die samenhangen met een verbetering van de punctualiteit met één procentpunt in de orde grootte van zes tot acht miljoen euro per jaar liggen (CPB, 2004). Over de baten van een verminderde uitval van treinen is weinig bekend. Dat geldt eveneens voor de bijdrage van maatregelen aan de reductie van de variatie in reistijden.

6 Waardering van toekomstige maatregelen

6.1 Inkadering

Dit hoofdstuk gaat over de waardering van betrouwbaarheidseffecten van toekomstige maatregelen in een MKBA. Dat kunnen maatregelen zijn die specifiek op betrouwbaarheidsverbetering zijn gericht, maar ook maatregelen die andere doelen hebben, maar waarbij eveneens effecten op betrouwbaarheid aan de orde zijn.

Niet alle (soorten) maatregelen die denkbaar zijn, zijn even relevant. Het gaat met name om die maatregelen waarvoor een MKBA conform de OEI-leidaad moet worden opgesteld. Het gaat hier meestal om de grotere projecten uit het Meerjarenprogramma Ruimte en Transport (MIRT). Daarvoor is specifieke financiering vanuit het Rijk noodzakelijk buiten de lopende budgetten voor beheer en onderhoud van het spoor om.

Paragraaf 6.2 beschrijft de huidige toepassingspraktijk van betrouwbaarheid in MKBA's van spoorprojecten. In paragraaf 6.3 presenteren we een systematiek waarmee meting en waardering van betrouwbaarheid beter in MKBA's te verankeren is. De mate waarin dat lukt hangt mede af van de beschikbare basiskennis. Lacunes op dit vlak zullen we apart aangeven.

6.2 Huidige toepassingspraktijk te beperkt

Bij wegprojecten is het gebruikelijk om betrouwbaarheidsbaten te kwantificeren als een opslag (tot 25 procent) op reistijdwinsten door reductie van de congestie. Dit wordt gedaan vanuit de gedachte dat onbetrouwbaarheid samenhangt met congestie en dat de vaak grote variatie in reistijden een gevolg is van capaciteitsgebrek. Als de congestie toeneemt, neemt ook de spreiding in reistijden toe, waardoor automobilisten extra reistijd incalculeren. Projecten die de reistijden verminderen (een nieuwe rijstrook of nieuwe weg) verminderen de congestie en daarmee ook de variatie in reistijden. Het spoor daarentegen is een gepland systeem met een dienstregeling. De spreiding vermindert niet automatisch als de reistijd afneemt. Integendeel: de praktijk van de laatste jaren op het spoor was juist is dat de rijtijden van treinen zijn opgerekt om de punctualiteit van de treinen te verbeteren. Voor spoorprojecten is de 'opslagmethode' van wegprojecten dus niet geschikt.

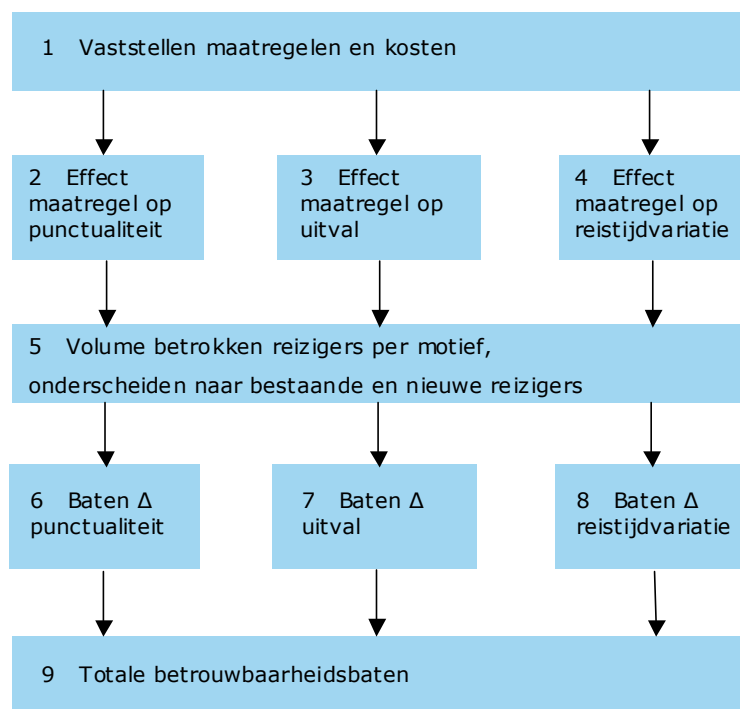
In de KKBA voor decentrale spoorinvesteringen (ECORYS, 2009b) is de opslagmethode al vervangen door een methodiek die accurater is. Na inschatting van het effect van investeringen op de treinpunctualiteit is het aantal reizigers dat van die verbeterde punctualiteit gaat profiteren meegewogen. Met behulp van de in de literatuur gebruikelijke tijdwaarden zijn vervolgens de bijbehorende reistijdsbaten berekend. Deze methode is inmiddels overgenomen in de nieuwe leidraad voor de beoordeling van spoorprojecten (ECORYS, 2009). Zoals we in deze notitie hebben betoogd, is dit weliswaar een stap in de goede richting, maar nog niet alle soorten betrouwbaarheidseffecten zijn erin meegenomen.

6.3 Systematiek voor toepassing in MKBA's

Uit de vorige hoofdstukken blijkt dat er meerdere aanknopingspunten zijn om betrouwbaarheid van het spoor beter uit te werken dan tot nu toe gebruikelijk is. Deze verbeteringen kunnen in een MKBA worden verankerd. Elementen die moeten worden toegevoegd zijn de 'ombouw' van treinpunctualiteit naar vertragingen voor reizigers, de effecten van uitval van treinen op die vertragingen, de variatie in reistijden (bezien vanuit de hele reisketen), de tijdskosten van te laat of te vroeg aankomen en het anticiperend gedrag (een of meerdere treinen vroeger vertrekken om het risico op te laat aankomen terug te brengen) dat daar het gevolg van is. Wat de maatregelen betreft om betrouwbaarheid te verbeteren, hebben we gezien dat deze divers van aard zijn en zeer verschillend in kosten en effectiviteit. Robuustheid en daarmee ook robuustheidsmaatregelen vormen een onderdeel van betrouwbaarheid en hebben betrekking op grote verstoringen die relatief weinig voorkomen en die veelal tot uitval van treinen leiden.

Figuur 6.1 laat een stappenplan zien, met de benodigde bouwstenen voor meting en waardering van betrouwbaarheidsverbeteringen. Niet alle onderdelen van dit stappenplan zijn op dit moment al even goed in te vullen. Dat geldt in het bijzonder voor de stap van maatregel naar elk van de drie elementen die samen invulling geven aan het begrip betrouwbaarheid: het (gemiddelde) punctualiteitsniveau, de uitval van treinen en de reistijdvariatie.

Figuur 6.1 Stappenplan meting en waardering betrouwbaarheid.
Bron: KIM.



Hieronder volgt een toelichting op elk van de te volgen stappen:

Ad 1 Vaststellen maatregelen en kosten

De drie partijen die voor betrouwbaarheidsmaatregelen verantwoordelijk zijn, zijn ProRail, de vervoerbedrijven en de decentrale overheden (deze laatste vanuit hun

rol als concessieverlener voor het aansluitend openbaar vervoer). Maatregelen hebben meestal ook andere doelen dan het verbeteren van betrouwbaarheid.

Ad 2 Effect maatregel op punctualiteitsniveau

Dit gebeurt door expert judgement van ProRail met behulp van simulatietechnieken. Er zijn vooralsnog geen openbare documenten met een beschrijving van de gevolgde methodiek.

Ad 3 Effect maatregel op uitval van treinen (robuustheid)

Over deze stap zijn geen gegevens gepubliceerd. ProRail en de spoorvervoerbedrijven maken een inschatting. In de definities die wij hanteren komen met name robuustheidsmaatregelen en de effecten daarvan in dit onderdeel aan de orde.

Ad 4 Effect maatregel op variatie in reistijden

Over deze stap zijn geen gegevens gepubliceerd. Met behulp van gedesaggregeerde data over de treinpunctualiteit en bezetting per dag, tijdvak, knooppunt, treinsoort en baanvak kunnen gedetailleerde analyses van reistijdvariaties worden uitgevoerd. Deze kunnen vervolgens met specifieke maatregelen in verband worden gebracht.

Ad 5 Vaststellen aantal reizigers met baat bij de verbeteringen conform 2, 3 en 4

De stap van treinen naar reizigers verloopt via de bezettingsgraad en de gegevens over herkomsten en bestemmingen. Voorafgaand aan de maatregel zijn deze bekend bij de vervoerbedrijven. De invloed van de maatregel op de vervoervraag komt uit een prognosemodel. Betrouwbaarheid is daar doorgaans nog niet goed in verwerkt. Op den duur is empirische kennis afkomstig uit de stappen 2, 3 en 4 in prognosemodellen te implementeren. Verder is onderscheid nodig naar reismotief en naar bestaande versus nieuwe reizen die in de toekomst dankzij de maatregel zullen worden gemaakt. Deze laatste krijgen in de MKBA een andere waardering.

Ad 6 Vaststellen van de baten conform stap 2

Dit gebeurt door het reizigersvolume uit stap 5 te vermenigvuldigen met de verbetering van het punctualiteitscijfer, de omvang van de gemiddelde vertraging en de tijdwaardering per reismotief. Onderscheid is nodig naar bestaande en nieuwe reizen. De extra reistijd krijgt vervolgens eenzelfde weging als wachttijd (HEATCO, 2005). Afhankelijk van de plek waar de reiziger deze extra reistijd doorbrengt en de mate van onverwachtheid van de vertraging ligt deze tussen 1 - 2,5 maal de waardering van de kale rijtijd in de trein (Bakker en Zwaneveld, 2009). De tijdwinsten worden gemonetariseerd met behulp van de tijdwaarderingen (Value of Time) die in de literatuur beschikbaar zijn. De website van het Steunpunt Economische Effecten Infrastructuur geeft de meest actuele waarden (www.rws.nl/see). Deze liggen voor het jaar 2010 afhankelijk van het reismotief tussen de 5,50 en ruim 19 euro met een gemiddelde voor alle motieven van 7,10 euro. De baten voor de vervoerder worden berekend aan de hand van de tijdwinsten en de hoeveelheid nieuwe reizigers.

Ad 7 Vaststellen van de baten conform stap 3

Dit gebeurt door het reizigersvolume uit stap 5 te vermenigvuldigen met de vermindering van de uitval, de gemiddelde vertraging door uitval (aanneمة KiM: 45 minuten) en de tijdwaardering per reismotief. Onderscheid is nodig naar bestaande en nieuwe reizen. Analoog aan stap 6 wordt de extra reistijd gewogen als wachttijd.

Ook hier worden de tijdwinsten gemonetariseerd met behulp van de tijdwaarderingen (Value of Time) die in de literatuur beschikbaar zijn. De baten voor de vervoerder worden berekend aan de hand van de tijdwinsten en de hoeveelheid nieuwe reizigers.

Ad 8 Vaststellen van de baten conform stap 4

Dit gebeurt door het reizigersvolume uit stap 5 te vermenigvuldigen met de vermindering van de standaarddeviatie van de reistijdverdeling en de zogeheten Value of Reliability (VoR). Deze bedraagt voor treinreizen $1,4 \times$ de Value of Time (VoT). Ook hier is onderscheid tussen bestaande en nieuwe reizen nodig. Onderstaand tekstblok geeft een toelichting op de betekenis en bruikbaarheid van de VoR.

'Value of Time' en 'Value of Reliability'

Betrouwbaarheidswinsten als gevolg van afnemende variatie in reistijden kunnen worden gemonetariseerd met behulp van de zogeheten Value of Reliability (VoR). Dit is de waarde van één minuut standaarddeviatie van de verdeling van reistijden. In een expertsessie met internationale deskundigen is deze VoR voor treinreizen vastgesteld op $1,4 \times$ de Value of Time (VoT): ofwel $1,4 \times$ de waarde van één minuut gemiddelde reistijd. Deze VoR heeft betrekking op de variatie in de totale reistijd van de treinreiziger, inclusief het voor- en natransport (Rand Europe, 2005). Niet alle reschedulingskosten (de tijdskosten die gepaard gaan met later of vroeger aankomen dan de gewenste aankomsttijd, zie paragraaf 3.4) zijn hier in meegenomen. Vooral de kosten die met het anticiperend reisgedrag (eerder vertrekken om het risico op een te late aankomst te verkleinen) samenhangen vallen er buiten. Vooralsnog lijkt de VoR zoals hier beschreven de best bruikbare maat.

In lopend onderzoek van het KiM wordt de maatschappelijke waardering van hogere reistijdbetrouwbaarheid (Value of Reliability) empirisch bepaald. De VoR wordt uitgedrukt in euro's per eenheid meer/minder spreiding rond de gemiddelde reistijd. Dit gebeurt met een grootschalige enquête onder reizigers, vervoerders en verladers. De reschedulingskosten maken deel uit van dit onderzoek. Publicatie is voorzien in 2011.

7 Conclusies

We groeperen de conclusies rond de vier thema's uit deze notitie: de definities van betrouwbaarheid en robuustheid, de huidige situatie wat betreft het meten en toepassen van betrouwbaarheid, de huidige oorzaken van onbetrouwbaarheid en de maatregelen die genomen worden om betrouwbaarheid te verbeteren en tot slot de waardering van toekomstige maatregelen in MKBA's.

Definities

- Vanuit de optiek van de reiziger is betrouwbaarheid de kans dat de reis verloopt zoals hij of zij zich dat vooraf voorstelde.
- Robuustheid van het spoor is veelal een aanbodterm: het minder kwetsbaar maken van een netwerk voor verstoringen. Dit kan preventie van verstoringen inhouden maar ook het verminderen van de gevolgen ervan. In dit onderzoek hanteren wij de definitie vanuit de reiziger: het voorkómen van extreme reistijden als gevolg van incidenten. Dit houdt vaak het uitvallen van treinen in. Voor de reiziger is robuustheid een onderdeel van betrouwbaarheid.

Huidige situatie

- Tot nu toe krijgt betrouwbaarheid op het spoor in de praktijk een beperkte invulling: de aankomstpunctualiteit van treinen.
- Elementen van betrouwbaarheid op het spoor die tot nu toe onvoldoende aanbod komen zijn de aantallen reizigers per (vertraagde) trein, de uitval van treinen, de hele reisketen van deur-tot-deur, de variatie in reistijden, de kosten van het te laat of te vroeg aankomen en het anticiperend reisgedrag (eerder van huis gaan om meer zekerheid in te bouwen op tijd te komen) dat daar het gevolg van is.
- Publicaties over het tijdverlies dat ontstaat door de uitval van treinen ontbreken vooralsnog. Het KiM schat de deze tijdskosten in dezelfde orde van grootte liggen als de kosten die ontstaan door de treinvertragingen.
- Schattingen van maatschappelijke kosten van onbetrouwbaarheid van het spoor zijn moeilijk te geven omdat deze tot nu toe alleen gebaseerd zijn op vertraagde treinen. De reistijdverliezen als gevolg van deze treinvertragingen liggen - gewogen naar de vervoersprestatie - in de zelfde orde van grootte als die op het hoofdwegennet.

Oorzaken en maatregelen

- Incidenten en onregelmatigheden zijn oorzaak van slechts een deel van alle treinvertragingen, de rest zijn doorgegeven (secundaire) vertragingen.
- Onveilig gedrag van mensen op en om het spoor en zelfdodingen lijken de afgelopen jaren vaker de oorzaak van verstoringen te zijn ten opzichte van de traditionele oorzaken als storingen aan de infrastructuur of het treinmaterieel.
- Kosten van maatregelen om de betrouwbaarheid te verbeteren lopen sterk uiteen. Maatregelen in de 'hardware' (nieuwe infrastructuur en dergelijke) zijn duur, maatregelen op organisatorisch (planning en uitvoering van de dienstregeling) of psychologisch (betere informatie bij verstoringen) terrein zijn relatief goedkoop.

- Robuustheidsmaatregelen voorkomen grote verstoringen en de gevolgen daarvan voor de reistijden. Dergelijke verstoringen komen gemiddeld tien tot vijftien dagen per jaar voor.

Waardering van toekomstige maatregelen

- Een opslag op de directe reistijdbaten zoals bij wegprojecten nog gebruikelijk is, is voor het spoor een ongeschikte methode om betrouwbaarheidseffecten in een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) te waarderen.
- Om betrouwbaarheidseffecten van toekomstige maatregelen beter te waarderen zijn behalve een uitgebreidere invulling van het begrip betrouwbaarheid nog twee elementen van belang: het bepalen van de effecten van maatregelen op het niveau van betrouwbaarheid en de waardering van deze effecten in euro's.
- Het KiM zet in een stappenplan de benodigde bouwstenen voor een betere meting en waardering van betrouwbaarheidseffecten op het spoor op een rij. Daarin zijn de uitwerking van het begrip betrouwbaarheid en de waardering van de effecten van maatregelen op dit moment al beter in te vullen dan de effecten van maatregelen op het niveau van betrouwbaarheid.
- Een van de beperkingen in de toepassing van dit stappenplan is dat over de bijdrage van specifieke maatregelen aan de betrouwbaarheid weinig is gepubliceerd. Dat geldt in het bijzonder voor effecten op reistijdvariaties. Nader onderzoek is nodig, deels met behulp van data die binnen de spoorsector al beschikbaar zijn.
- Betrouwbaarheid is nog onvoldoende in prognosemodellen verwerkt. Dat betekent dat de invloed van maatregelen op de toekomstige vervoervraag – zowel bij de trein als de concurrerende modaliteiten – nog moeilijk te bepalen is. Dat geldt in het bijzonder voor nieuwe mobiliteit die de maatregelen genereren.

Summary

Why this research?

This research focuses on the reliability of travelling by train. The research objective is to detail the current knowledge available about railway reliability and to arrive at a method for determining and valuing the effects future measures will have on reliability. We define 'reliability' as the probability that a journey can be made in accordance with the passengers' preconceptions. This can involve journey times, but also the comfort levels, information and services provided during the journey. In this research, however, we limit our focus to the reliability of journey times. Robustness is a term frequently used in policy plans. The robustness of the railway is a supply term: to render the network less vulnerable to disruptions. This can involve preventing disruptions, but also reducing the consequences resulting from network disruptions. For the purposes of this research, our definition is derived from the passenger's perspective: the prevention of extreme journey times resulting from disruptive incidents. Such incidents often lead to train cancellations. For train passengers, robustness is a part of reliability.

To date reliability incomplete

At present, the government and railway operators primarily operationalise the reliability of train journeys according to the trains' arrival punctuality at various rail network junctions. Nevertheless, various other elements remain unexamined. Examples are the fact that full trains and trains largely empty of passengers are equally accounted for, that train cancellations remain unaccounted for and that the effects delays have on the entire, door-to-door journey are ignored. The latter effect can lead to an accumulation of delays, when travellers miss connecting trains, as well as efforts to overcome, or catch up with, delays. Moreover, reliability is not only about the extent of the average delay, but also especially the variations in journey times, which relate to the probability of arriving late at a particular destination. Train passengers can minimize this risk by catching earlier trains. The costs associated with arriving too late at a destination depend on personal circumstances and the purpose of the journey. The same risk applies to arriving too early at a destination, but these costs are lower per time unit. In actuality, train passengers seek to a balance between both risks.

Costs of measures vary widely

Incidents and irregularities are one part of the reason for train delays. The other part stems from the knock-on effect that an initial delay has on the rest of the rail network. In recent years, suicides and peoples' unsafe behaviour on trains and train tracks are more often the cause for delays than the traditional reasons, such as infrastructure or train equipment malfunctions. The costs of measures aimed at improving reliability vary widely. Measures such as constructing new railway lines or extending existing lines are expensive; measures focused on organizational areas, such as improved planning and implementation of timetables, are relatively inexpensive. This also applies to measures such as improved information concerning delays or making the waiting times at stations more pleasant.

Improved system for valuation of future measures

In order to improve the valuation of future reliability measures in a Social Cost Benefit Analysis (SCBA), there are - in addition to a more complete understanding of reliability - two other important elements: determination of the effects that measures have on reliability levels, and valuation of these effects in monetary (euro) terms. Knowledge about the first element is rarely published. Knowledge about the second element is still being developed.

KIM Netherlands Institute for Transport Policy Analysis has compiled a roadmap that includes the building blocks required for improved estimation and valuation of railway reliability effects. In this roadmap, the developing understanding of reliability and the valuation of effects of measures are more complete than are the effects of measures on reliability levels. Additional research, partly supported by data presently available within the railway sector, is required to complete the latter.

Literatuur

Bakker, P. & Zwaneveld, P. (2009). *Het belang van openbaar vervoer, de maatschappelijke effecten op een rij*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid/Centraal Planbureau.

Brons, M. (2005). *De beleving en waardering van onbetrouwbaarheid in het personenvervoer: een conceptueel kader*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

CPB (2004). *De baten voor reizigers van een verbetering van de punctualiteit op het spoor*. Den Haag: Centraal Planbureau.

ECORYS (2009). *Handreiking economische beoordeling spoorprojecten*. Rotterdam: ECORYS.

ECORYS (2009b). *KKBA's geselecteerde maatregelen gedecentraliseerde spoorlijnen*. Rotterdam.

Hagen, van, M. (2004). *Klantwensen bij verplaatsen en verblijven*. Delft: Stichting postacademisch onderwijs (PAO).

HEATCO (2005). *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, deliverable 5 Proposal for Harmonised Guidelines*.

Husdal, J. (2004). *Reliability and vulnerability versus costs and benefits*. AET

Jorritsma, P. et al. (2008). *Mobiliteitsbalans 2008, congestie in perspectief*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Korteweg, J. & Rienstra, S. (2010). *De betekenis van robuustheid. Robuustheid in kosten-batenanalyses van weginfrastructuur*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Nooij, de M. & Koopmans, C. (2004). *Second opinion bij de Toetsing Spoorprojecten. Onderzoek in opdracht van ProRail*. Amsterdam: SEO

NS (2007). *Kerncijfers 2007*. Utrecht: Nederlandse Spoorwegen.

NS (2009). *Factsheet effecten van frequentieverhogingen trein op treingebruik*. Utrecht: Nederlandse Spoorwegen.

NS (2010). *Vervoerplan 2010, versie 17 februari 2010*. Utrecht: Nederlandse Spoorwegen.

OECD, International transport Forum (2010). *Improving reliability on surface transport networks*. Organisation for economic co-operation and development.

Ooststroom, H. & Savelberg, F. (2008). *Decentraal Spoor Centraal. Quick-scan van de marktontwikkelingen in het personenvervoer op gedecentraliseerde spoorlijnen*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Palm, H. (2004). *Betrouwbaarheid op het spoor*. In: Tijdschrift Vervoerswetenschap, december 2004.

ProRail (2006). *Midterm Review Eerste Fase Herstelplan Spoor*. Utrecht: ProRail.

Rand Europe (2005) in opdracht van RWS-AVV. *The value of reliability in transport, Provisional values for the Netherlands*. Leiden: Rand Europe.

Rietveld, P. et al. (1999). *Coping with unreliability in public transport chains*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

Rietveld, P. (2005). *Six reasons why supply-oriented indicators systematically overestimate service quality in public transport*, Transport Reviews, 25: 3, 319-328.

RWS-DVS (2010). *Kwartaalrapportage Monitoring Bereikbaarheidsontwikkelingen Hoofdwegennet 2009*. Rotterdam: Rijkswaterstaat, Dienst Verkeer en Scheepvaart.

Savelberg, F. et al., (2007). *Marktontwikkelingen in het personenvervoer per spoor 1991-2020*. Den Haag: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid.

Tseng, Y. et al. (2005). *A meta-analysis of valuation of travel time reliability, bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2005*. Antwerpen: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS).

Weeda, V., Wiggenraad, P., & Hofstra, K. (2006). *Een treinvertraging zit in een klein hoekje. Resultaten punctualiteitsanalyse casestudy Rotterdam-Dordrecht*. Amsterdam: Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS).

Colofon

Dit is een uitgave van het
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

oktober 2010
Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)

KiM-10-A09

Auteurs:
Fons Savelberg
Peter Bakker

Vormgeving en opmaak:
MinIenM

Opmaak figuren en grafieken:
MinIenM

ISBN: 978-90-8902-078-9

Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM)
Postbus 20901
2500 EX Den Haag

Telefoon : 070 351 1965
Fax : 070 351 7576

Website : www.kimnet.nl
E-mail : info@kimnet.nl

Publicaties van het KiM zijn aan te vragen bij het KiM (via kimpublikaties@minvenw.nl) of als PDF te downloaden van onze website www.kimnet.nl. U kunt natuurlijk ook altijd contact opnemen met één van onze medewerkers.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen onder vermelding van het KiM als bron.

Dit is een publicatie van het

**Ministerie van Infrastructuur
en Milieu**

Postbus 20901 | 2500 ex Den Haag
www.rijksoverheid.nl/ministeries/ienm
www.kimnet.nl

ISBN: 978-90-8902-078-9
Oktober 2010 | KiM-10-A09