

# Road Safety by Design

*Ellen Jagtman*

## Samenvatting proefschrift

Promotiedatum: november 2004

Promotie-instituut: TU Delft

*U kunt dit proefschrift bestellen bij Uitgeverij: Eburon, te Delft (zie [www.eburon.nl](http://www.eburon.nl); tel: 015 213 14 84).*

*H.M. Jagtman. Road Safety by Design: A decision support tool for identifying ex-ante evaluation issues of road safety measures.*

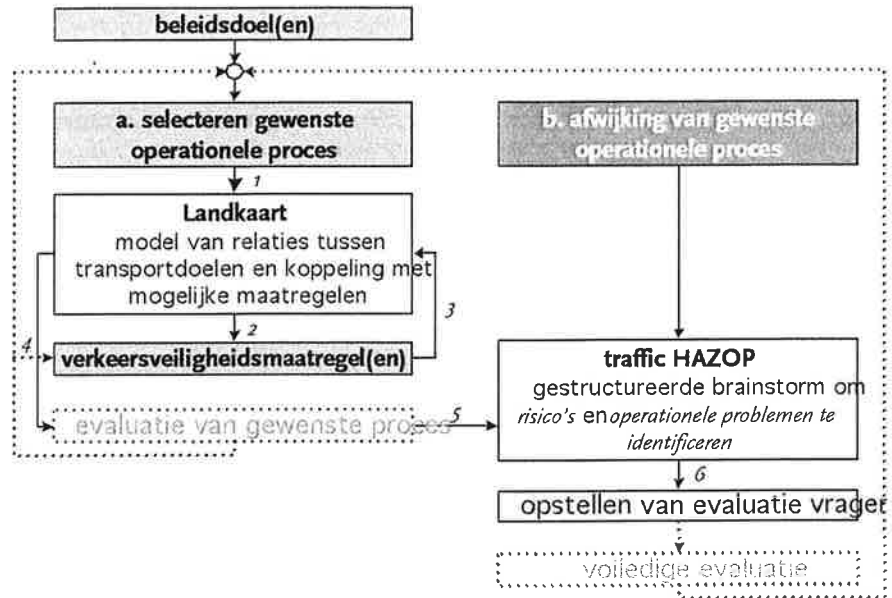
*ISBN: 90 5972 045 8. Delft: Eburon*

*zie ook [www.tbm.tudelft.nl/webstafellenj](http://www.tbm.tudelft.nl/webstafellenj)*

In het laatste decennium van de 20ste eeuw heeft in een aantal Noord-Europese landen een verschuiving plaatsgevonden in het verkeersveiligheidsbeleid. Voorheen dienden weggebruikers zich aan het verkeerssysteem aan te passen, terwijl de nieuwe aanpak is gericht op het komen tot een inherent veiliger systeem, wat in Nederland ook bekend

staat onder de naam duurzaam veilig wegverkeer. Het basisprincipe achter dit concept is om eerst te richten op het voorkomen van bepaalde (ernstige) ongevallen en vervolgens van het beperkte aantal ongevallen dat zal blijven plaatsvinden de ernst van de afloop tot een minimum te beperken. Een dergelijk inherent veiliger wegverkeer typeert zich bovendien door een integrale aanpak waarbij de infrastructuur, de voertuigen en de regelgeving zijn afgestemd op de weggebruikers. In een tijdbestek van ongeveer dertig jaar zal het wegverkeer volgens dit systeem zijn ontworpen en aangelegd. In dezelfde periode zullen verschillende intelligente transportsystemen (ITS) hun intrede doen in het wegverkeer. Om een inherent veiliger wegverkeer eventueel met ITS te ontwerpen, is het noodzakelijk om met behulp van een systematische aanpak de mogelijke effecten die een dergelijk verkeerssysteem teweegbrengt te analyseren. Een geïntegreerde veiligheidsaanpak is in dit proefschrift ontwikkeld om het ontwerpproces en de besluitvorming over verkeerssyste-

stemmen te ondersteunen. Deze aanpak bestaat uit twee fasen waarin eerst het selecteren van verkeersveiligheidsmaatregelen en definiëren van de bijbehorende gewenste verkeersprocessen wordt gesystematiseerd en vervolgens de mogelijke veiligheidsaspecten die deze maatregelen met zich meebrengen worden verkend. Dit proefschrift beschrijft drie opeenvolgende stappen: analyse van de huidige aanpak, ontwikkeling van de geïntegreerde veiligheidsaanpak en tot slot toetsing hiervan.



*Figuur 1: Procedure voor een geïntegreerde veiligheidsanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen*

In het eerste gedeelte is een literatuurstudie beschreven waarin de huidige beschikbare methoden voor het ex ante beoordelen van de veiligheid van verkeersveiligheidsmaatregelen zijn geanalyseerd. Deze studie richtte zich met name op nieuwe voertuigtechnologieën. Er zijn methoden verkend die veiligheidseffecten op vier verschillende niveaus analyseren: het functionele-, het bestuurders-, het interactie- en het verkeersniveau. De beschikbare methoden richten zich op het beoordelen of een apparaat correct functioneert en of er geen problemen ontstaan als de maatregel gebruikt wordt zoals het ontworpen is. Momenteel beschikbare methoden, vooral op het bestuurders- en het verkeersniveau, ontberen echter aandacht voor het expliciet identificeren van risico's en afwijkingen die maatregelen (onbedoeld) met zich mee kunnen brengen. Zulke problemen kunnen onder andere ontstaan doordat de applicaties kunnen functioneren, en daarmee gebruikt kunnen worden, buiten de limieten waarvoor ze ontworpen zijn. De apparaten kunnen bijvoorbeeld worden ingeschakeld binnen de bebouwde kom, in druk verkeer of in slechte weerscondities terwijl ze ontworpen zijn voor het gebruik respectievelijk op (auto)snelwegen, in rustige verkeerscondities of bij droog en helder weer. De beoordelingsprocedures hebben bovendien een te beperkte scope. Het merendeel van de beoordelingsprocedures richt zich enkel op één van de vier veiligheidsniveaus. Zelfs indien meerdere niveaus worden bestudeerd, worden geen relaties gelegd tussen de niveaus door de resultaten van analyses op het ene niveau te gebruiken als input voor een ander niveau. Tenslotte ontbreekt het de methoden aan aandacht voor het niveau tussen de individuele bestuurder en de verkeersstroom. Op dit interactieniveau hebben de elkaar ontmoetende weggebruikers de mogelijkheid om de afwikkeling van de lokale verkeerssituatie te beïnvloeden.

In het tweede gedeelte van dit proefschrift wordt een geïntegreerde veiligheidsaanpak ontwikkeld, die rekenschap moet

geven van de huidige tekortkomingen. Het raamwerk van de aanpak (zie figuur 1) bestaat uit twee fasen: selectie van maatregelen inclusief het definiëren van het bijbehorende gewenste proces en identificatie van afwijkingen.

De eerste fase structureert de selectie van maatregelen conform de inherent veilig principes. Om dat te bereiken is een landkaart ("structured map") ontwikkeld die beleidsdoelen ten aanzien van het wegverkeer verbindt met functies voor dergelijke maatregelen. De kaart bestaat uit op doelen georiënteerde bomen voor drie relevante thema's in het wegverkeer. De beleidsdoelen en gerelateerde subdoelen zijn terug te vinden aan de bovenzijde van de bomen, terwijl de functies voor maatregelen, die aan deze doelen kunnen bijdragen, gekoppeld zijn op het laagste niveau. Regels vanuit de hierarchical task analysis (HTA), bekend uit het veld van human reliability engineering, zijn gehanteerd om volledigheid in de opbouw van de landkaart na te streven. Deze regels reiken modellen aan om het volgende niveau in een boom te creëren alsmede een stopregel om te bepalen wanneer een voldoende gedetailleerd niveau bereikt is. Om verkeersmaatregelen te selecteren die de veiligheidsfuncties op het laagste niveau van de landkaart kunnen invullen is een classificatieprincipe voorgesteld. Dit principe is gebaseerd op het hazard-barrier-target model (HBT) om elementen uit het verkeerssysteem te karakteriseren. Er zijn drie veiligheidsfuncties onderscheiden: de preventieve, de beschermende en de mitigerende barrière. Nadat met behulp van de landkaart een geschikte functie is geselecteerd, kan de vorm van de barrière worden gekozen. Daartoe zijn voor het wegverkeer barrières met een fysieke- en/of een gedragscomponent beschikbaar, welke zijn gekoppeld aan de infrastructuur, de voertuigen of de gebruikers. Het selecteren van een veiligheidsfunctie alvorens de vorm van een maatregel vast te stellen maakt het mogelijk om verschillende (fysieke) ele-

menten uit het verkeerssysteem met dezelfde functie te overwegen.

De tweede fase van de geïntegreerde veiligheidsaanpak is gericht op het identificeren van afwijkingen die kunnen optreden als het gevolg van de introductie van de geselecteerde maatregel en het bijbehorende gewenste proces. Ontwerpers en beleidsmakers dienen hun analyses en beslissingen niet alleen te baseren op de mate waarin de gewenste effecten optreden, maar ook op andere effecten die zich als gevolg van de implementatie van de maatregel kunnen voordoen. Deze effecten worden veroorzaakt door incorrect functioneren of gebruik van (elementen in) het verkeerssysteem en kunnen daarom op elk van de vier veiligheidsniveaus optreden. Om zulke afwijkingen van het gewenste proces te kunnen expliciteren wordt de "traffic HAZOP" geïntroduceerd, een gestructureerde brainstorm, die is gebaseerd op de hazard and operability study (storingsanalyse) welke in de procesindustrie ontstaan is. Deze procedure is aangepast zodat om kan worden gegaan met een aantal belangrijke kenmerken van het wegverkeer. Deze aanpassingen betreffen het gebruik van een gedeeltelijk dynamische representatie van het verkeerssysteem, het gebruik van verkeersgerelateerde parameters om de discussie op gang te brengen en de introductie van een additionele stap in de procedure waarin de verwachtingen van weggebruikers worden bediscussieerd.

In het derde deel van dit proefschrift ligt de focus op het toepassen en valideren van de traffic HAZOP. In twee verschillende casussen is de methode geanalyseerd op de bruikbaarheid in het wegverkeer ten behoeve van beleidsmakers en op de meerwaarde van de methode ten behoeve van grootschalige praktijkexperimenten. De eerste casus richt zich op het gebruik van twee snelheidsreducerende maatregelen, drempels en intelligente snelheidsadaptatie (ISA), in de nabijheid van een school. De traffic HAZOP is drie maal uitgevoerd met groepen van verschillende (gemixte) samenstelling om te analyseren of de aangepaste HAZOP toepasbaar is in het wegverkeer en of een team van beleidsmakers in staat is dezelfde mogelijke problemen te identificeren als een groep met een mix van ontwerpexpertise. De tweede casus analyseert een grootschalige praktijkproef met ISA op retrospectieve wijze. Leden van het projectteam van het veldexperiment namen deel in een HAZOP brainstorm om te testen of de methode problemen aan het licht kan brengen die niet waren onderzocht tijdens het experiment zelf. De beide casussen tonen aan dat de HAZOP toepasbaar is in het wegverkeer en bovendien significante waarde heeft in aanvulling op de huidige ex ante evaluatiemethoden. De eerste casus demonstreerde dat de samenstelling van het HAZOP team niet van cruciaal belang is voor het identificeren van mogelijke problemen. De procedure kan daarom worden toegepast door beleidsmakers zonder inbreng van specifieke kennis van ontwerpers om een lijst van veiligheidsaspecten op te stellen, die nadere discussie behoeven voordat de bestudeerde maatregel kan worden geïmplementeerd. Om te bepalen welke kennis noodzakelijk is om tot

een lijst van de meest essentiële problemen te komen is verder onderzoek nodig. De tweede casus bewijst dat de HAZOP bovendien toegevoegde waarde heeft tijdens ontwerp en besluitvorming over nieuwe verkeersveiligheidsmaatregelen. De aanpak kan problemen blootleggen die al voor de testfase verholpen kunnen worden en kan verder bijdragen aan het opzetten van een raamwerk voor een veldexperiment.

Het proefschrift sluit af met conclusies ten aanzien van de ontwikkelde en toegepaste aanpak aangevuld met een aanbevelingen omtrent de resterende vragen. De bijdrage van de ontwikkelde aanpak ligt ten eerste in het ondersteunen van selectie van de gewenste veiligheidsfunctie alvorens een maatregel te kiezen met behulp van de landkaart. Vervolgens draagt de traffic HAZOP procedure ertoe bij dat over een grote variëteit aan afwijkende scenario's, die bij invoering van de geselecteerde maatregel kunnen optreden, wordt gedacht. Voor vervolgonderzoek worden aanbevelingen gedaan over verdere validatie, verbetering en uitbreiding van de voorgestelde geïntegreerde veiligheidsaanpak. Een aantal opties rond het gebruik van de landkaart en de traffic HAZOP procedure tijdens besluitvorming en ontwerp richten zich op het beter begrijpen van het bestaande verkeerssysteem en het vroegtijdig in het ontwerpproces aanpakken van problemen. De laatste set aanbevelingen heeft betrekking op veiligheidstechnieken die verder gaan dan het verkeerssysteem. Deze hebben betrekking op het vergelijken van toepassingen van veiligheidskundige methoden in verschillende gebieden om zo vast te stellen welke componenten van de methoden generiek of domeinspecifiek zijn en mogelijke nieuwe toepassingsdomeinen te vinden.