

Handleiding voor het socio-economisch evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen

Vervolg rapport

RA-MOW-2009-008

F. Van Malderen, C. Macharis

Onderzoekslijn Evaluatietechnieken



DIEPENBEEK, 2009.
STEUNPUNT MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN
SPOOR VERKEERSVEILIGHEID

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-MOW-2009-008
Titel: Handleiding voor het socio-economisch evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen
Ondertitel: Vervolg rapport
Auteur(s): F. Van Malderen, C. Macharis
Promotor: Prof. dr. Cathy Macharis
Onderzoekslijn: Evaluatietechnieken
Partner: Vrije Universiteit Brussel – MOSI T
Aantal pagina's: 84
Projectnummer Steunpunt: 5.2
Projectinhoud: Ontwikkeling van een leidraad omtrent evaluatiemethodieken

Uitgave: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid, juli 2009.

Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken
Spoor Verkeersveiligheid
Wetenschapspark 5
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 91 12
F 011 26 91 99
E info@steunpuntmowverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be

Samenvatting

Dit steunpunt rapport gaat verder op de "Handleiding voor het socio-economisch evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen. Een eerste aanzet". Waar er in het voorafgaande rapport voornamelijk naar het theoretische belang van het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen werd gekeken, met de daarbij horende theoretische concepten om zo een theoretisch raamwerk te creëren, wordt de handleiding in dit rapport meer praktisch gericht uitgewerkt. Daarvoor is er een stappenplan opgesteld om vier soorten socio-economische evaluatie methoden uit te voeren, namelijk de sociale kosten-batenanalyse (SKBA), de kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), de multi-criteria analyse (MCA) en de multi-actor multi-criteria analyse (MAMCA). Men gaat in dit rapport ook kort in op de keuze van de evaluatiemethode in welke situatie. Nadat de stappen van de desbetreffende socio-economische evaluatiemethoden werden besproken, zijn er enkele cases uitgewerkt om de theorie te koppelen aan de praktijk.

Bij de sociale kosten-batenanalyse kunnen er acht verschillende stappen onderscheiden worden. Het opstellen van de alternatieven en meer bepaald de projectalternatieven en het nulalternatief is de eerste stap. Vervolgens moet men de tijdselementen determineren van de analyse. Hierbij zal men de werkingsduur van de maatregel dienen te bepalen en de discontovoet. Daarna stelt men een effectenoverzicht op. Hierbij identificeert men eerst de verschillende effecten. Vervolgens giet men deze effecten samen in een tabel. In een volgende stap bepaalt men de kosten van de maatregel. Hierbij zal men zowel de invoeringskosten als operationele kosten moeten in rekening brengen. Nadat de effecten in kaart zijn gebracht kan men de positieve en negatieve effecten gaan monetariseren en kwantificeren. In de voorlaatste stap wordt de rangschikking opgemaakt van de verschillende projectalternatieven en kan men deze onderling vergelijken of afwegen ten opzichte van het nulalternatief. Om de rangschikking te kunnen maken dient men gebruik te maken van een netto contante waarde (NCW) of baten-kosten ratio. Tenslotte kan men een sensitiviteitsanalyse doorvoeren om na te gaan in hoeverre de gemaakte assumpties het eindresultaat beïnvloeden.

In de kosteneffectiviteitsanalyse neemt men slechts één soort effect op in de analyse. Deze socio-economische analyse heeft dan ook zijn beperkingen om een maatregel maatschappelijk te evalueren. Doordat er slechts een beperkt aantal componenten dienen opgenomen worden in deze analyse is deze vrij eenvoudig ten opzichte van de andere socio-economische evaluatiemethoden. Deze methode gebruikt men dus ook voor de evaluatie van kleinere verkeersveiligheidsmaatregelen. Deze evaluatiemethode kent vijf stappen. Aangezien de KEA afgeleid is van de SKBA zijn deze stappen sterk vergelijkbaar met de SKBA. Een eerste stap is het opstellen van de alternatieven. Daarna worden de effecten van de maatregel geïdentificeerd en gekwantificeerd. Hiervoor kan men een effectenoverzicht hanteren. Het verschil met de SKBA is dat de effecten niet dienen gemonetariseerd te worden wat ook een voordeel is van de KEA. Vervolgens moet men de kosten determineren. Eens de kosten en de effecten geweten zijn, kan men het quotiënt van deze nemen, zodat men de kost per gemeden slachtoffer bijvoorbeeld kan bepalen. Op deze manier kan men ook de verschillende maatregelen rangschikken. Net als bij de SKBA kan er bij de KEA een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd worden.

Bij de multi-criteria analyse doorloopt men in zes stappen, beginnende bij de analyse en definiëring van het probleem, wat ook bij de voorgaande methoden steeds moet gedaan worden. De zes stappen bestaan uit vier analytische stappen en twee synthetische stappen. Vervolgens stelt men alweer de alternatieven op, waarna men de criteria bepaalt, met hun desbetreffende indicatoren en gewichten. Daarna stelt men een evaluatiematrix op die vergeleken kan worden met een effectscorekaart zoals die

opgesteld wordt bij de KEA en SKBA. Deze toont de effecten of evaluatie per alternatief per criterium. In de voorlaatste stap en eerste synthetische stap, de aggregatie, stelt men de algemene evaluatie op door een totaal van de relevante effecten en doelstellingen te maken. Afhankelijk van de gekozen methode wordt er dan een rangschikking van de alternatieven gegeven of wordt er een keuze gemaakt uit deze alternatieven. Tenslotte dient men het alternatief te implementeren in het beleidsproces. De MAMCA-methodologie gebeurt op een analoge wijze, met dat verschil dat men een stakeholderanalyse uitvoert in het begin van de evaluatie. Men zal dan de geprefereerde alternatieven van de verschillende stakeholders op basis van hun criteria evalueren en rangschikken.

English summary

Title: Guide for the socio-economic evaluation of road safety measures

Subtitle: Sequel

This report continues on the "Guide for the socio-economic evaluation of road safety measures. A first step". While the previous paper was mainly theoretical funded, this manual is a more practical based paper. In this paper the steps in the different socio-economic evaluation methods are discussed based on the framework of the primary paper. There is a roadmap drawn for the social cost-benefit analysis (SCBA), the cost-effectiveness analysis (CEA), the multi-criteria analysis (MCA) and the multi-actor multi-criteria analysis (MAMCA). At the end of this paper two case studies about the SCBA and the MAMCA are carried out.

In the SCBA, eight steps can be distinguished. The preparation of the alternatives, and more specifically, the project alternatives and the zero-alternative, is the first step of the SCBA. Next, we identify the time elements of the analysis. Here we determine the discount rate and the duration of the measure. Then, there is an effect review. In this step the different effect are identified. In a next step the costs of the road safety measure are determined. These costs include the introduction costs and operational costs. Afterwards, the effects have to be quantified and monetarized. This is probably the most difficult step in the SCBA-methodology. Further, a ranking of the various steps is made and the alternatives can be compared. Therefore a net present value is calculated or a cost-benefit ratio. Finally, a sensitivity analysis is conducted to ascertain the effect of the assumptions at the final outcome.

In the cost-effectiveness analysis only één type of effect can be included. In the context of road safety only safety effects will be evaluated, not the mobility or environmental effects. As a result, this socio-economic analysis has its limitations for civil analysis. Since the CEA is derived form the SCBA, the steps are very similar to the steps of SCBA. First, the alternatives must be established. Thereafter, the effects of the measure have to be identified and quantified. An effect score card can be used for it. The difference with the SCBA is the fact that the effects should not be monetarized. This is a practical advantage of the CEA. A next step is the determination of the costs. Once the costs and effects are known, the quotient can be calculated. As a result, the cost per avoided victim is known. In this way, the various measures can be ranked. As in the SCBA a sensitivity analysis can be performed as final step.

The multi-criteria analysis is executed in 6 steps, starting from the problem analysis and the definition of the problem, which also should be done in the preceding methods. There are 4 analytical steps and 2 synthetic steps. After the problem definition, the alternatives are identified, followed by the determination of the criteria with their corresponding indicators and weights. Then, an evaluation matrix is set up. The evaluation matrix can be compared with an effect scorecard as drafted in the CEA and the SCBA. The matrix shows the effects or evaluation by alternative for each criterion. In the penultimate step and the first synthetic step; the aggregation, the overall evaluation is worked out by making a total of the relevant effects and objectives. Depending on the chosen method a ranking of the alternatives or a preferred choice is the result of the MCA. Finally, the alternative is implemented in the policy process. The MAMCA methodology is executed in a similar manner, except that there is also a stakeholder analysis at the beginning of the evaluation and a sensitivity analysis is also worked out in the MAMCA methodology. The preferred alternatives of the different stakeholders based on their different criteria are ranked and evaluated.

Inhoudsopgave

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | INLEIDING | 8 |
| 1.1 | Doelstelling en methodologie | 8 |
| 1.2 | Vervolg onderzoek | 8 |
| 2. | HET EVALUATIEPROCES EN DE BESLISSINGSBOOM..... | 9 |
| 2.1 | Evaluatieproces | 9 |
| 2.1.1 | <i>De beleidsvoorbereiding.....</i> | 9 |
| 2.1.2 | <i>De beleidsbepaling en –uitvoering.....</i> | 14 |
| 2.1.3 | <i>Ex-post beleidsevaluatie</i> | 15 |
| 2.2 | De beslissingsboom | 16 |
| 3. | STAPPENPLAN VOOR HET UITVOEREN VAN EEN SOCIO-ECONOMISCHE EVALUATIEMETHODE | 19 |
| 3.1 | Stappen in een sociale kosten-batenanalyse | 19 |
| 3.1.1 | <i>Opstellen alternatieven</i> | 20 |
| 3.1.2 | <i>Tijdselementen</i> | 21 |
| 3.1.3 | <i>Effectenoverzicht</i> | 22 |
| 3.1.4 | <i>Kostenbepaling van de maatregel(en).....</i> | 23 |
| 3.1.5 | <i>Kwantificeren en monetariseren van de effecten</i> | 24 |
| 3.1.6 | <i>Beslissingscriterium en rangschikking</i> | 33 |
| 3.1.7 | <i>Sensitiviteitsanalyse</i> | 36 |
| 3.1.8 | <i>Combinatie van meerdere verkeersveiligheidsmaatregelen</i> | 37 |
| 3.2 | Stappen in een kosteneffectiviteitsanalyse | 40 |
| 3.2.1 | <i>Opstellen alternatieven</i> | 40 |
| 3.2.2 | <i>Identificeren en kwantificeren van de effecten</i> | 40 |
| 3.2.3 | <i>Identificeren en monetariseren van de kosten.....</i> | 43 |
| 3.2.4 | <i>Beslissingscriterium en rangschikking</i> | 43 |
| 3.2.5 | <i>Sensitiviteitsanalyse</i> | 44 |
| 3.2.6 | <i>Besluit.....</i> | 44 |
| 3.3 | Stappen in een multi-criteria analyse | 45 |
| 3.3.1 | <i>De analyse en het definiëren van het probleem.....</i> | 46 |
| 3.3.2 | <i>Opstellen van de alternatieven.....</i> | 46 |
| 3.3.3 | <i>Opstellen criteria, indicatoren en gewichten.....</i> | 46 |
| 3.3.4 | <i>Samenstelling evaluatiematrix</i> | 47 |
| 3.3.5 | <i>De aggregatie.....</i> | 48 |
| 3.3.6 | <i>Implementatie in het beleidsproces</i> | 48 |
| 3.4 | Stappen in een multi-actor multi-criteria analyse | 48 |
| 3.4.1 | <i>Definiëren van het probleem en de alternatieven</i> | 49 |

| | | |
|-------|---|----|
| 3.4.2 | <i>Stakeholder analyse</i> | 49 |
| 3.4.3 | <i>Definiëren van criteria c en gewichten w</i> | 49 |
| 3.4.4 | <i>Indicatoren en meetmethoden</i> | 50 |
| 3.4.5 | <i>Globale analyse en rangschikking</i> | 50 |
| 3.4.6 | <i>Resultaten</i> | 50 |
| 3.4.7 | <i>Implementatie</i> | 50 |
| 4. | CASES | 52 |
| 4.1 | Case sociale kosten-batenanalyse: onbemande camera's | 52 |
| 4.1.1 | <i>De assumpties</i> | 52 |
| 4.1.2 | <i>De effecten</i> | 53 |
| 4.1.3 | <i>De baten</i> | 54 |
| 4.1.4 | <i>De kosten</i> | 59 |
| 4.1.5 | <i>Het rendement</i> | 59 |
| 4.2 | Case kosteneffectiviteitsanalyse: onbemande camera's | 60 |
| 4.2.1 | <i>Identificeren en kwantificeren van de effecten</i> | 60 |
| 4.2.2 | <i>Identificeren en monetariseren van de kosten</i> | 61 |
| 4.2.3 | <i>Beslissingscriterium en rangschikking</i> | 62 |
| 4.3 | Case multi-actor multi-criteria analyse: IN-SAFETY | 62 |
| 4.3.1 | <i>Analyse van het probleem en definiëren van de alternatieven</i> | 63 |
| 4.3.2 | <i>Stakeholder analyse</i> | 64 |
| 4.3.3 | <i>Identificatie van de criteria c en gewichten w</i> | 65 |
| 4.3.4 | <i>Indicatoren en invullen evaluatiematrix</i> | 66 |
| 4.3.5 | <i>Evaluatie en rangschikking van de alternatieven</i> | 68 |
| 4.3.6 | <i>Resultaten</i> | 72 |
| 4.3.7 | <i>Implementatie</i> | 73 |
| 5. | BESLUIT | 74 |
| 6. | LITERATUURLIJST | 75 |
| 7. | BIJLAGEN | 78 |
| 7.1 | Bijlage 1: Begrafeniskosten | 78 |
| 7.2 | Bijlage 2: Productieverlies door overlijden | 79 |
| 7.3 | Bijlage 3: Productieverlies door ziekteverzuim/tijdelijke arbeidsongeschiktheid | 79 |
| 7.4 | Bijlage 4: Productieverlies door blijvende arbeidsongeschiktheid | 80 |
| 7.5 | Bijlage 5: Immateriële schade | 81 |
| 7.6 | Bijlage 6: Externe kosten | 82 |
| 7.7 | Bijlage 7: Belastingen | 84 |

1. INLEIDING

Het socio-economisch evalueren van beleidsmaatregelen en in het bijzonder verkeersveiligheidsmaatregelen is een moeilijke opdracht. Er zijn verschillende problemen die zich voordoen in de verkeersveiligheid (zwakke weggebruikers, hardrijders, rijden onder invloed, ...) en waarbij het ene probleem al urgenter is om op te lossen dan het andere. Er moeten dan maatregelen getest en uitgevoerd worden om de diverse (kwantitatieve) beleidsdoelstellingen te behalen. Het al dan niet behalen van een bepaalde beleidsdoelstelling gaat men best na aan de hand van socio-economische evaluatiemethoden¹, aangezien deze methoden naast de effectiviteit ook de efficiëntie van de maatregel in rekening brengen. Dit is een zeer belangrijk beleidsaspect, aangezien de beleidsmakers hun niet onuitputtelijke budgetten optimaal dienen te besteden, waarbij een afweging moet worden gemaakt tussen de verschillende objectieven en de beschikbare budgetten. Er bestaan echter verschillende socio-economische evaluatiemethoden die situatie-afhankelijk te verkiezen zijn, zoals verder zal blijken. Het is dus duidelijk dat er nood is aan een handleiding om verkeersveiligheidsmaatregelen te evalueren. Aan de hand van deze handleiding en op basis van de "Handleiding voor het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen. Een eerste aanzet" (Van Malderen & Macharis, 2009) trachten we enerzijds de beleidsmakers te helpen bij het beoordelen van verkeersveiligheidsmaatregelen en anderzijds trachten we het evaluatieproces te uniformiseren. Hiermee kan de overheid een onderbouwd en geïnformeerd beleid, ook wel "evidence-based policy" genoemd, voeren.

1.1 Doelstelling en methodologie

De doelstelling van dit rapport is om de eerste aanzet van de handleiding verder uit te werken. Deze aanzet was voornamelijk theoretisch gericht. In dit rapport willen we de handleiding op een meer praktische wijze ondersteunen. Hierbij starten we met een korte samenvatting van het eerste rapport van de handleiding waarbij de verschillende stappen in het evaluatieproces worden doorlopen om een goede beleidsevaluatie door te kunnen voeren en waarbij de beslissingsboom, met concrete vraagstellingen om de meest geschikte socio-economische evaluatiemethode in een bepaalde situationele context te kiezen, wordt uitgelegd. Er zal in dit rapport ook een stappenplan uitgewerkt worden van hoe de socio-economische evaluatiemethoden specifiek uit te voeren. Hiervoor gaan we ons baseren op handleidingen die specifiek voor deze evaluatiemethoden werden opgesteld. Vervolgens bestuderen we enkele cases.

1.2 Vervolg onderzoek

Op basis van deze handleiding zullen er case-studies uitgevoerd worden uit de verschillende E's; education, engineering en enforcement. Op basis van de praktijkondervindingen hierin zullen we de handleiding verder aanpassen tot een praktische handleiding om te gebruiken voor het socio-economisch evalueren van diverse verkeersveiligheidsmaatregelen.

¹ De sociale kosten-batenanalyse, de kosteneffectiviteitsanalyse, de multi-criteria analyse en de multi-actor multi-criteria analyse zijn de socio-economische evaluatiemethoden die voorkomen in een verkeersveiligheidscontext.

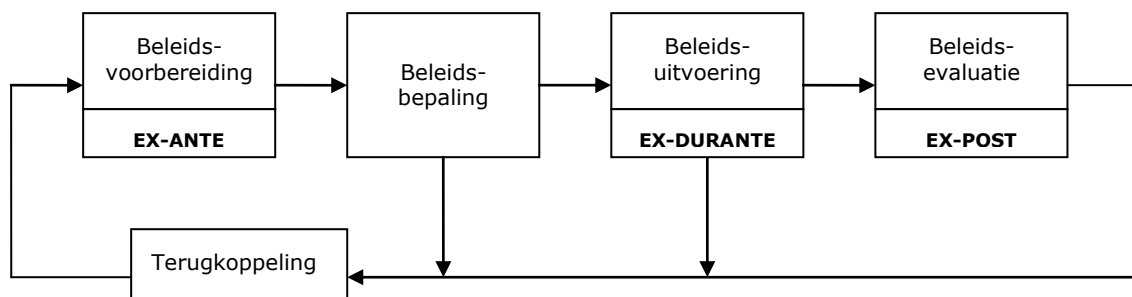
2. HET EVALUATIEPROCES EN DE BESLISSINGSBOOM

In het vorige steunpuntrapport - "Handleiding voor het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen. Een eerste aanzet" - werd er een (theoretisch) evaluatieproces opgesteld op basis van het beleidsproces. Daarnaast hebben we ook een beslissingsboom opgesteld op basis van de sterkten en zwakten van de verschillende socio-economische evaluatiemethoden. Aan de hand van concrete vragen worden dan de meest geschikte evaluatiemethoden geselecteerd naar gelang de situationele context. In dit hoofdstuk gaan we kort in op het evaluatieproces en de beslissingsboom. Voor een uitgebreide uiteenzetting verwijzen we naar het rapport Van Malderen & Macharis (2009).

2.1 Evaluatieproces

In het evaluatieproces zijn er verschillende stappen die moeten doorlopen worden, opdat een verkeersveiligheidsmaatregel correct kan worden geëvalueerd. Het evaluatieproces loopt samen met het beleidsproces. Het beleidsproces omvat het voorbereiden (waaronder ex-ante evaluatie), bepalen, uitvoeren, (ex-post of achteraf) evalueren en bijsturen van het beleid. In drie verschillende fasen van de beleidscyclus – beleidsvoorbereiding, beleidsuitvoering en de beleidsevaluatie – zijn er drie verschillende evaluatietypes: ex-ante, ex-durante en ex-post evaluatie² (De Peuter, 2007). Schematisch kunnen we dit als volgt voorstellen:

Figuur 1: Het beleidsproces



Bron: Eigen opzet gebaseerd op Mindef, 2009

In elke fase van het beleidsproces zitten enkele stappen van het evaluatieproces. De verschillende fasen van het beleidsproces en de onderliggende stappen van het evaluatieproces zullen we in de volgende paragrafen kort bespreken (Van Malderen & Macharis, 2009).

2.1.1 De beleidsvoorbereiding

In de beleidsvoorbereiding worden de verkeersveiligheidsmaatregelen dus ex-ante (vooraf) geëvalueerd. Dit onderzoek wil voornamelijk de beleidsinhoud evalueren.

² Aangezien ex-durante en ex-post evaluatie op een gelijkaardige manier worden geëvalueerd, maken we in dit rapport geen expliciet onderscheid tussen beide methoden. Indien men een ex-durante evaluatie wil uitvoeren, kan men op een analoge manier tewerk gaan dan bij een ex-post evaluatie.

Aangezien men voor implementatie van de maatregel nog geen exact beeld heeft over de effecten van de maatregel zal men zich moeten baseren op schattingen en prognoses. De beleidsvoorbereiding zelf wordt ook stap voor stap uitgevoerd. Vanaf het opstellen van de probleemstelling tot het rapporteren van de ex-ante evaluatie. Het is echter niet altijd mogelijk om het onderstaande stappenproces te volgen. Sommige stappen en deelstappen zullen dan ook door elkaar gezet worden in de praktijk of zullen worden samengenomen. Het doel van dit stappenplan is echter dat alle relevante stappen en deelstappen worden opgenomen in het evaluatieproces (Van Malderen & Macharis, 2009)³.

a. Probleemstelling

Men zal een probleem ervaren indien de huidige situatie afwijkt van de gewenste situatie of SMART⁴ beleidsdoelstellingen (van der Vlist, Bunte, van Galen, 2007). De problemen kunnen geïdentificeerd worden door o.a. het bestuderen van objectieve verkeersongevallendata, geobserveerd gedrag, zelfrapportage en literatuuronderzoek. In de probleemstelling moet het probleem omschreven worden en moet er duidelijk worden gemaakt wat de effecten zijn van het probleem. Voor het bepalen van de probleemstelling kan men gebruik maken van onderstaande tabel. Zo wordt er rekening gehouden met de huidige situatie (historische achtergrond, bestaand onderzoek, reikwijdte, etc.), de verwachte ontwikkelingen en de gewenste situatie.

³ Voor het werkpakket 5 van het Steunpunt concentreren we ons op de stappen f. Het bepalen van de socio-economische evaluatiemethode en g. De socio-economische analyse.

⁴ SMART: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch & Tijdgebonden

Tabel 1: Uitvoeren probleemanalyse

| Fasen | 1. Oriëntatie op het probleem | 2. Inventarisatie randvoorwaarden | 3. Situatie bij ongewijzigd beleid (nul-situatie) | 4. Gewenste situatie (1-situatie) |
|--------|---|--|---|-------------------------------------|
| Vragen | <p>a. Wat is het probleem?</p> <p>b. Wiens probleem is het?</p> <p>c. Hoe is het op de (politieke) agenda gekomen?</p> <p>d. Wie zijn de relevante actoren?</p> <p>e. Wat zijn de belangen en posities?</p> <p>f. Wat of hoe wordt het probleem veroorzaakt?</p> <p>g. Welke oplossingen zijn aangedragen?</p> <p>h. Wat is de reikwijdte (in ruimte en tijd) van het probleem?</p> | <p>a. Zijn eerder doelstellingen vastgesteld?</p> <p>b. Is er beleid van hogere instantie (EU, ...)?</p> <p>c. Is er beleid en activiteiten van nevengestelde organisaties (provincies en lagere overheden?)</p> <p>d. wat is de politiek en sociaal-economische omgeving?</p> <p>e. Wat zijn de beschikbare middelen?</p> | <p>Wat is de huidige situatie plus de ontwikkeling daarvan in de tijd bij ongewijzigd beleid?</p> <p>De beschrijving van de kloof tussen de 0 en één situatie vormt de concretisering van een beleidsprobleem in SMART-geformuleerde beleidsdoelstellingen.</p> | <p>Wat is de gewenste situatie?</p> |

Bron: Minfin, 2003

b. Doel van evaluatie

Nadat de probleemstelling werd gedefinieerd moet het doel van de evaluatie afgebakend worden. Dit hangt sterk samen met de objectieven van de maatregel, maar is niet helemaal hetzelfde. Enerzijds zal men bij de evaluatie van bijvoorbeeld een sensibilisatiecampagne niet nagaan in welke mate de campagne mensenlevens⁵ heeft uitgespaard. Men zal dan eerder kijken naar de mate waarin de doelgroep blootgesteld werd aan de campagne en de mate waarin de doelgroep de informatie heeft opgenomen en eventueel zal toepassen in het verkeer. Anderzijds kan de evaluatie slechts een deel van de maatregel evalueren⁶. Het is dan ook noodzakelijk om goede **evaluatievragen –en criteria** op te stellen die (deels) een antwoord moeten bieden op de probleemstelling. De opgestelde evaluatievragen dienen relevant te zijn en moeten kunnen worden beantwoord. Daardoor kan het zijn dat men eerst de volgende stap zal moeten doorlopen om de specifieke vragen te kunnen opstellen. Om het doel te definiëren moeten ook de **stakeholders** worden geïdentificeerd. De evaluatievragen –en criteria kunnen best samen met de stakeholders opgesteld worden. Men kan zowel beschrijvende vragen, causale vragen, normatieve of prescriptieve als voorspellende vragen stellen (De Peuter,

⁵ Beleidsdoelstellingen worden vaak in het aantal doden en gewonden geformuleerd.

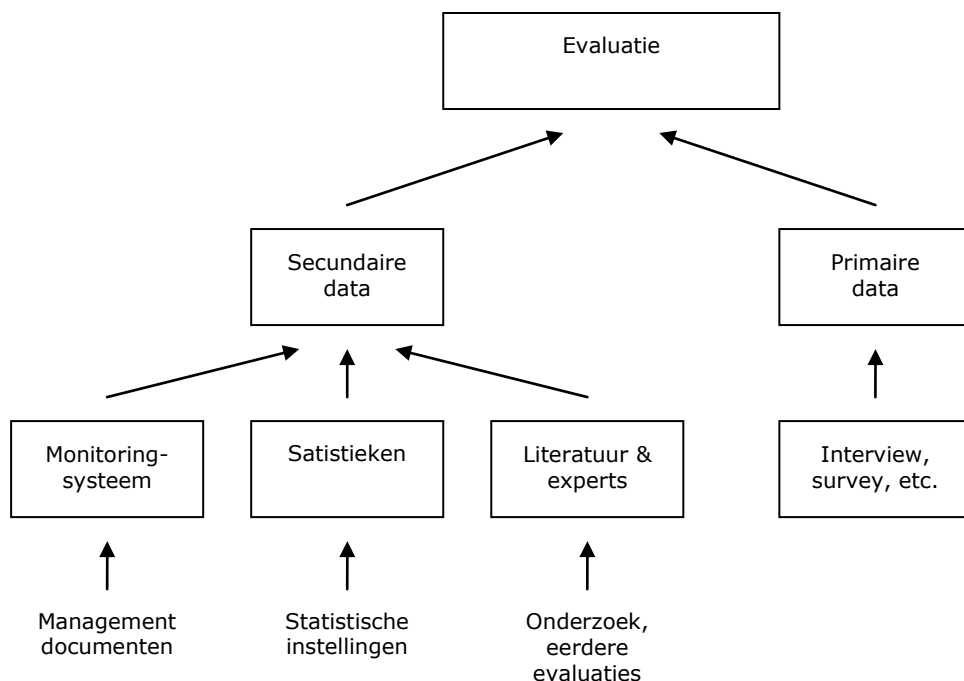
⁶ De BOB-campagne bijvoorbeeld bestaat zowel uit sensibilisatie als uit handhaving. De evaluatie kan zich dan richten op slechts één aspect.

2007). Het is ook van belang om de te gebruiken indicatoren te bepalen in deze stap. Indicatoren geven de schaal waarop de bijdrage van een alternatief tot een criterium kan beoordeeld worden.

c. Gegevensbronnen en verzamelingstechnieken

In de volgende stap moet men bepalen welke bronnen noodzakelijk zijn om de evaluatie uit te kunnen voeren. Men kan zich baseren op secundaire data (bestaande informatie) of eventueel dienen er primaire gegevens verzameld te worden. Primaire gegevens kunnen aan de hand van kwantitatieve (o.a. surveys) en kwalitatieve (diepte interviews) verzamelingstechnieken verzameld worden (Ampe, Geudens & Macharis, 2008). Het verzamelen van gegevensbronnen wordt hier aangehaald, maar duurt eigenlijk gedurende het hele evaluatieproces.

Figuur 2: Primaire en secundaire bronnen in het evaluatieproces



Bron: De Peuter et al, 2007

d. Ontwikkeling en voorselectie van de alternatieven

Een alternatief is een maatregel die de kloof tussen een gewenste situatie en een verwachte situatie kan reduceren of wegwerken, zodat de beleidsdoelstellingen (deels) worden bereikt. De alternatieven kunnen acties, maatregelen, pakketten van maatregelen, scenario's en strategieën zijn, naargelang het probleem waarmee men kampt. Het aanhouden van het huidige beleid noemt men het nul-alternatief. Afhankelijk van de inzichten die de beleidsmakers en de stakeholders hebben in het probleem kunnen er goede of minder goede alternatieven voorgesteld worden. Daarom zijn de eerder vermelde stappen die het inzicht verbeteren cruciaal. Men kan nieuwe alternatieven ontwikkelen, verkeersveiligheidsmaatregelen uit het verleden of buitenland aanhalen of zelfs uit andere beleidsvelden inspiratie halen om het probleem op te lossen. Men zal enkel verdergaan met de haalbare alternatieven. Vandaar de preselectie van de alternatieven. Onhaalbare

alternatieven, door technische en politieke onhaalbaarheid, budget-, personeels- en tijdsbeperking, dienen dan geschrapt te worden. Er kunnen vooraf (in de probleemstelling) best criteria opgesteld worden aan de maatregel die rekening houden met de beperkingen. Strenge selectiecriteria kunnen middelen uitsparen, aangezien men zo minder alternatieven moet evalueren. Toch bestaat het gevaar dat zo interessante alternatieven vroegtijdig buiten beschouwing gelaten worden (Staes & De Brabander, 2002).

e. Effecten van de alternatieven en waardering van de effecten

De overgebleven alternatieven worden dan verder geëvalueerd. Vooraleer de evaluatiedesign te kunnen bepalen, dient men de (verwachte) effecten van de verschillende alternatieven in een effectenoverzicht te plaatsen, zodat de onderzoeker meer inzicht krijgt in de effecten en dus een betere evaluatiedesign kan kiezen. Men zal hiermee te weten komen welke effecten monetair en niet-monetair zijn en de onderzoeker weet dan ook hoeveel alternatieven in detail geanalyseerd dienen te worden. De selectiecriteria van de stakeholders bepalen op welke effecten de alternatieven dienen onderzocht te worden. Op basis hiervan worden de verschillende alternatieven met elkaar vergeleken. Overlappingsen van criteria dienen vermeden te worden om dubbeltellingen te voorkomen. De effecten van de maatregelen moeten ook benaderd worden. Zowel de beoogde als niet-beoogde, de directe en indirecte, de materiële en niet-materiële effecten moeten worden geschat. De inventarisatie van deze effecten kan gebeuren in een effectscorekaart. Afhankelijk van het feit of men ex-post of ex-ante wil evalueren moet men zich baseren op geschatte effecten of dient men de effecten te identificeren. Voor deze fase zal men dan ook weer gegevens moeten verzamelen. Bovendien komt deze fase ook terug in het eigenlijke evaluatieonderzoek. Hiermee kan het iteratieve karakter van het evaluatieproces aangetoond worden.

Tabel 2: Effectenoverzicht

| | | Alternatieven | | |
|----------------------|----|---------------|-------------|-------------|
| | | A1 | A2 | A3 |
| Beoordelingscriteria | C1 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C2 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C3 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C4 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |

Bron: Minfin, 2003

f. De socio-economische evaluatiemethode bepalen

Afhankelijk van de situationele context is de ene evaluatiemethode⁷ te verkiezen boven een andere. Hiervoor verwijzen we naar paragraaf 2.2 waarbij een beslissingsboom werd opgesteld aan de hand van concrete vragen en op basis van de sterkten en zwakten van de verschillende evaluatiemethoden.

⁷ De kosteneffectiviteitsanalyse, sociale kosten-batenanalyse, multi-criteria analyse en multi-actor multi criteria analyse zijn de belangrijkste socio-economische evaluatiemethoden in het kader van verkeersveiligheid (Van Malderen & Macharis, 2009).

g. Eigenlijk evaluatieonderzoek: rangschikking en beoordeling van de beleidsalternatieven

Over de laatste stap van het ex-ante evaluatieproces zullen we het in dit rapport hebben. Per specifieke socio-economische evaluatiemethode zal er een stappenplan uitgestippeld worden. In de case studies zal dit stappenplan gebruikt worden om welbepaalde maatregelen socio-economisch te evalueren. Uiteindelijk zal er nagegaan worden of de maatregel een maatschappelijke meerwaarde met zich meebrengt en eventueel kan er een rangschikking gemaakt worden tussen de verschillende alternatieven. Men moet echter benadrukken dat deze evaluatiemethoden geen substituut zijn van het beslissingsproces. Het is enkel een hulpmiddel voor de beleidsnemers. Het kan namelijk zijn dat er uit de socio-economische evaluatiemethode het meest efficiënte en effectieve alternatief uit de bus komt waarvoor nog onvoldoende draagvlak bestaat. De beslissingsnemer moet dan de knoop doorhakken of men met deze maatregel al dan zal kiezen of tijdelijk een andere suboptimale maatregel neemt tot er voldoende draagvlak is gecreëerd voor het beste alternatief.

h. Terugkoppeling

Nadat de ex-ante evaluatie is uitgevoerd, moet men kijken of de maatregel wel voldoet aan de vooropgestelde objectieven. Indien nodig kan het beleid dan bijgestuurd worden. Van der Vlist et al (2007) onderscheiden vier mogelijke situaties die kunnen voorkomen in de terugkoppelingsfase:

- Het beleid is succesvol en wordt gehandhaafd;
- Het beleid is succesvol en is niet langer noodzakelijk;
- Het beleid schiet tekort en wordt aangescherpt of gewijzigd;
- Het beleid schiet tekort en wordt afgebouwd.

i. Rapportering

Het is belangrijk dat er een rapportering gebeurt van de evaluatie. Daarin moet dan de methodologie en beperkingen van de evaluatie beschreven worden, zodat het duidelijk wordt hoe de beoordeling van de verkeersveiligheidsmaatregel gebeurde. In principe zouden anderen in staat moeten zijn om aan de hand van dit rapport tot dezelfde resultaten te komen. Er moet in het rapport onder andere aandacht geschonken worden aan volgende de probleemstelling, probleemanalyse, alternatieven, toepassing evaluatiemethoden, resultaten en conclusies.

2.1.2 De beleidsbepaling en -uitvoering

Na de beleidsvoorbereiding kunnen de beleidsnemers een onderbouwde beleidsbeslissing nemen dat het gekozen beleid kan verantwoorden. Bij de beleidsbepaling gaat men in op de inhoud van het beleid. Er zal dan een keuze gemaakt worden over welk alternatief er zal uitgevoerd worden, welke middelen er voor handen zijn, in welk tijdsbestek de maatregel zal uitgevoerd worden, etc. (Mindef, 2009). Bij de beleidsuitvoering gaat men de maatregel daadwerkelijk uitvoeren. In deze derde fase van het beleidsproces zal men de maatregel ex-durante evalueren. Men zal dan achterhalen of de tussentijdse objectieven gehaald zijn. De verwachte effecten kunnen dan vergeleken worden met de reeds gerealiseerde effecten. De ex-durante evaluatie verloopt analoog met de ex-post evaluatie. Daarom verwijzen we naar de volgende paragraaf 2.1.2 Beleidsevaluatie (ex-post) om de ex-durante evaluatie stap voor stap uit te voeren.

2.1.3 Ex-post beleidsevaluatie

Bij de ex-post evaluatie gaat men de maatregel na implementatie evalueren. Hierbij gaat men voornamelijk de beleidsimpact na. De ex-post beoordeling moet uitgevoerd worden, enerzijds om het gevoerde beleid te verantwoorden tegenover de betrokkenen en om anderzijds te leren uit het beleid. De effecten van het gevoerde beleid moeten vergeleken worden met de oorspronkelijke en theoretische doelstellingen van het beleid (van Aeken, 2001). Er moet dus achterhaald worden of het beleid zijn (tussentijdse⁸) objectieven heeft behaald. Er kunnen in de ex-post evaluatie ook verschillende stappen onderscheiden worden die we hieronder zullen bespreken.

j. Probleemstelling en doel van de evaluatie

De probleemstelling is het startpunt van de ex-post evaluatie. Het opstellen van de probleemstelling is gelijkaardig aan deze in de ex-ante evaluatie. Indien de maatregel reeds ex-ante is geëvalueerd kan men de probleemstelling van de ex-ante evaluatie, mits eventuele aanpassingen⁹, overnemen. De maatregel, beleidsdoelen, doelgroepen, etc. moeten hier weer achterhaald worden om vervolgens de SMART beleidsdoelstellingen en onderzoeksvragen (opnieuw) op te stellen.

k. Verzamelen en beoordelen gegevens

Vervolgens moeten er weer betrouwbare gegevens verzameld worden. Dit kan weer analoog gebeuren als bij de ex-ante evaluatie, namelijk aan de hand van kwantitatieve en/of kwalitatieve data. Hierbij moet er informatie verzameld worden in verband met de beoogde en gerealiseerde doelgroep, de effecten, middelen en beleidstheorie. Bij de ex-post evaluatie heeft men ook beter zicht op de externe, onvoorziene en indirecte effecten, maar ook op de directe en voorziene effecten (De Peuter et al, 2007).

l. Opstellen effectenoverzicht per alternatief

Om de evaluatiedesign te kunnen bepalen moet de onderzoeker eerst al een idee hebben over welk soort effecten hij heeft geïdentificeerd per alternatief. Dit in tegenstelling tot ex-ante waarbij de onderzoeker de verwachte effecten dient in te vullen in het effectenoverzicht.

m. Bepalen van de evaluatiedesign

De nameting waarbij de effecten worden opgemeten na implementatie, de voor-na meting waar de effecten zowel voor als na implementatie worden gemeten, de met-zonder benadering waarin er een testgroep en controlegroep gehanteerd wordt en de combinatie van met-zonder en voor-na meting¹⁰ zijn vier evaluatiedesigns die kunnen gekozen worden om de effecten van de maatregel te isoleren. Enkel door de effecten te isoleren kunnen we de eigenlijke effecten van de maatregel identificeren.

n. Socio-economische evaluatie

De evaluatiedesigns bepalen de effectiviteit van de maatregel. In deze stap wordt de maatregel socio-economisch geëvalueerd. In het volgende hoofdstuk gaan we hier dieper op in.

⁸ Bij ex-durante onderzoek

⁹ Er moet nagegaan worden of de beleidsdoelstellingen nog steeds dezelfde zijn als bij de ex-ante onderzoek.

¹⁰ Deze werden uitgebreid besproken in de eerste aanzet van deze handleiding.

o. Conclusies en (tussen)rapport

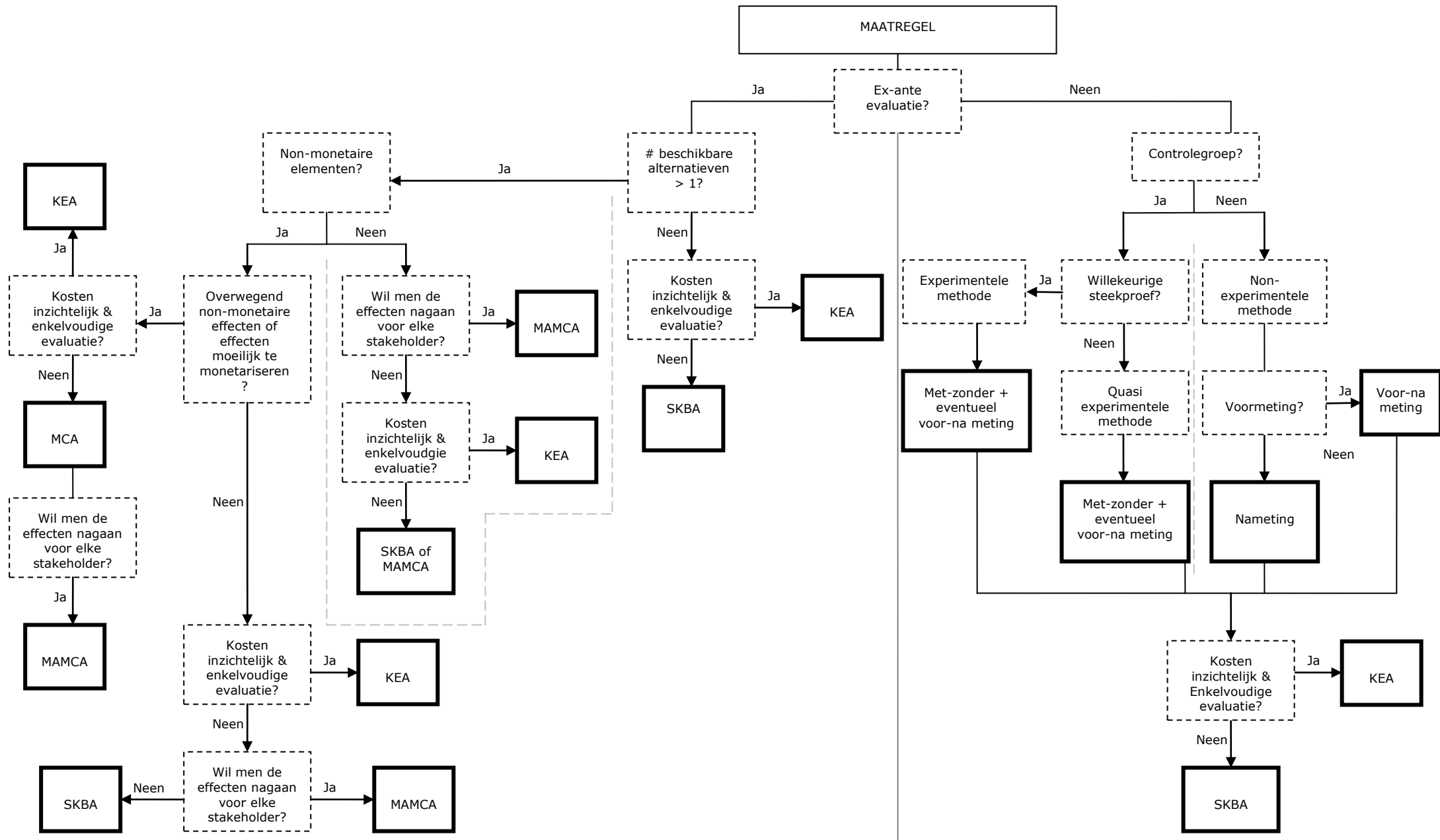
In deze fase worden de verzamelde gegevens geïnterpreteerd. Hierbij kunnen verscheiden bases gehanteerd worden om de reële situatie (R) met te vergelijken: de initiële situatie voor de beleidsuitvoering (I), de verwachte situatie na beleidsuitvoering (V) en de meest optimale situatie (O). De doelbereiking kan zo uitgedrukt worden in absolute of relatieve termen (De Peuter et al, 2007):

- De bereikte verbetering: $R - I$
- De bereikte procentuele verbetering: $\frac{100(R - I)}{I}$
- Het verschil tussen de verwachte en bereikte situatie: $V - R$
- Het procentuele gedeelte van de verwachte verbetering die bereikt is: $\frac{100(R - I)}{V - I}$
- Het verschil tussen de bereikte en optimale situatie: $O - R$
- Het procentuele verschil tussen de verwachte en bereikte situatie: $\frac{100(V - R)}{V}$
- Het procentuele verschil tussen de bereikte en de verwachte verbetering: $\frac{100(V - R)}{V - I}$

Elk van deze maatstaven heeft zijn voordelen en nadelen. Zo zijn de eerste 2 maten ongevoelig voor de vooropgestelde doelen (V) noch van de oorspronkelijke afwijking tussen de initiële situatie en de gewenste situatie (V-I). Bij de overige maatstaven zit er een normering ingewerkt aan de hand van de verwachte/optimale situatie. De waarde van deze maten hangt hier dus af van de ambitie van de vooropgestelde doelen. De te gebruiken formule hangt af van de beschikbare data. Uiteindelijk wordt het onderzoek in een rapport samengevat. Dit gebeurt op een zelfde wijze als bij de afsluiting van het ex-ante onderzoek.

2.2 De beslissingsboom

Het doel van evaluatiemethoden is om de meest efficiënte en effectieve maatregel te kiezen, onder de voorwaarde dat er reeds voldoende maatschappelijk draagvlak bestaat voor deze maatregel. Er zijn verschillende evaluatiemethoden voor handen om de maatregelen te evalueren. Zo is er de veel gebruikte sociale kosten-batenanalyse, de (multi-actor) multi-criteria analyse, de kosteneffectiviteitsanalyse (Ampe, Geudens & Macharis, 2008). De keuze van de evaluatiemethode is echter afhankelijk van de situationele context. Indien een minder geschikte evaluatiemethode wordt gehanteerd, dan kan deze een invloed hebben op de verkregen resultaten. Aangezien men zich zal baseren op deze inaccuraat resultaten om het beleid te kiezen, kunnen er foute beleidskeuzes gemaakt worden. Aangezien elke evaluatiemethode een omvangrijke inspanning vergt in tijd en geld, zou het zonde zijn om zulke investering te doen, zonder dat de meest optimale maatregel wordt gekozen.



Een eerste vraag in deze beslissingsboom is of men de maatregel ex-ante of ex-post wil evalueren. Bij de ex-ante of prospectieve evaluatie gaat men vooraf de effecten schatten van de maatregel. Hierbij worden de toekomstige positieve en negatieve effecten nagegaan. De ex-ante beoordeling geeft de beleidsmaker meer inzicht in het probleem. De neveneffecten, effectiviteit –en/of efficiëntieproblemen van de maatregel worden bij deze evaluatie geanalyseerd. Het tegengestelde van ex-ante onderzoek is ex-post evaluatie. Dit onderzoek is gebaseerd op historisch-descriptief onderzoek. Het aantal beschikbare alternatieven heeft ook een invloed op de keuze van de evaluatiemethodologie. Indien men over slechts één alternatief beschikt, is er geen nood om de alternatieven te rangschikken zoals de (Multi-Actor) Multi-Criteria Analyse (MA)MCA doet. In dat geval kan men beter voor een sociale kosten-batenanalyse kiezen of een kosteneffectiviteitsanalyse. Het monetaire karakter van de effecten heeft ook een invloed op de te verkiezen methodologie. Als de effecten van de te evalueren maatregel voornamelijk niet-monetair zijn of als de non-monetaire effecten moeilijk te monetariseren zijn, kan men beter opteren voor een multi-criteria analyse (MCA) waarbij de effecten niet moeten gemonetariseerd worden. Indien men de voordelen en nadelen van de maatregel per stakeholder wil bepalen, dan kan men gebruik maken van de MAMCA-methodologie. De kosteneffectiviteitsanalyse kan gehanteerd worden indien men slechts één doelstelling wil meten en indien de kosten inzichtelijk zijn. Bij de ex-post evaluatie zijn er vier benaderingen. De nameting, voor –en nameting, waarbij er voor en na implementatie van de maatregel de effecten worden gemeten, de met-zonder benadering, waarbij gebruik wordt gemaakt van een testgroep en een controlegroep en ten slotte de combinatie van voor –en nameting en met-zonder benadering. De manier waarop de controlegroep wordt samengesteld, willekeurig of onwillekeurig, bepaald de experimentele opzet: niet-experimenteel, quasi-experimenteel en experimenteel (Van Malderen & Macharis, 2009).

In principe kan elke verkeersveiligheidsmaatregel socio-economisch geëvalueerd worden. De beslissing om een maatregel te evalueren hangt natuurlijk ook af van zijn kostprijs. Stel bijvoorbeeld dat men aan een gemeenteweg een wegmarkering wil aanbrengen op een kruispunt, dan zou men in principe een sociale kosten-baten analyse kunnen uitvoeren. Het is echter niet aangeraden om zulke evaluatie op dergelijk kleine maatregel uit te voeren, aangezien de kosten van de evaluatie de investeringskost zullen overtreffen. Een kosteneffectiviteitsanalyse is voor het evalueren van kleinschalige projecten een oplossing, aangezien men hierbij slechts de kostprijs dient te weten van het project en de effecten op de doelstelling van de maatregel. Naast de KEA kan er volgens Elvik & Veisten (2004) ook een beknopte sociale kosten-baten analyse uitgevoerd worden om een kleiner project socio-economisch te evalueren. Hierbij worden enkel de voornaamste effecten opgenomen. Natuurlijk heeft de beknopte SKBA meer beperkingen dan een normale SKBA. De (uitgebreide) sociale kosten-baten analyse, de multi-criteria analyse en de multi-actor multi-criteria analyse zullen gebruikt worden voor de grotere verkeersveiligheidsmaatregelen. Het is echter moeilijk een lijn te trekken tussen grotere verkeersveiligheidsmaatregelen en kleinere. Daarom stellen we voor om een waarde van 200.000 euro te gebruiken. Dit stemt overeen met de verdeling tussen ingrepen met beperkte omvang (maximaal €200.000) en ruimere ingrepen (minimaal € 200.000) volgens de Provinciale Commissie Verkeersveiligheid van het Ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken (Van Malderen & Macharis, 2009; Stichting Verkeerskunde, 2009).

In het volgende hoofdstuk zullen we dieper ingaan op de eigenlijke evaluatie. Hierbij zullen we steeds een stappenplan opstellen per specifieke socio-economische evaluatiemethode.

3. STAPPENPLAN VOOR HET UITVOEREN VAN EEN SOCIO-ECONOMISCHE EVALUATIEMETHODE

In dit hoofdstuk stellen we een handleiding op om de eigenlijke socio-economische evaluatie uit te voeren. Er zal er een opgesteld worden voor de kosteneffectiviteitsanalyse (KEA), de sociale kosten-batenanalyse (SKBA), de Multi-criteria Analyse (MCA) en de Multi-Actor Multi-Criteria Analyse (MAMCA, ontwikkeld door Macharis, 2004). Deze evaluatiemethoden, die in een vorig steunpunt rapport van Ampe, Geudens & Macharis (2008) al in detail werden besproken, hebben als objectief de middelen zo goed mogelijk te besteden zodat de verkeersveiligheid maximaal verbetert. Om een probleem op te lossen zijn er tal van maatregelen voor handen om dit op te lossen. Voor een zwart punt kan men bijvoorbeeld de snelheidslimiet naar beneden halen of snelheidscamera's plaatsen of een combinatie van deze twee maatregelen. De evaluatiemethoden trachten de juiste investeringen te identificeren uit alle (haalbare) alternatieven. Zo is het mogelijk dat het implementeren van snelheidscamera's reeds een belangrijke daling teweeg brengt in het aantal ongevallen en de extra snelheidsbeperking niet leidt tot een extra verbetering van de verkeersveiligheid. In dat geval zal de snelheidsbeperking enkel de doorstroom van het verkeer vertragen. In een integrale socio-economische evaluatiemethode zoals de SKBA en de (MA)MCA wordt dan ook meer dan het veiligheidseffect alleen gemeten. Rekening houdend met het iteratieve karakter van het evaluatieproces tracht men toch een stappenplan op te stellen voor de verschillende socio-economische evaluatiemethoden. Sommige stappen zullen dus samen voorkomen (bijvoorbeeld het in kaart brengen en waarderen van de effecten, en de eigenlijke evaluatie) of op verschillende momenten (bijvoorbeeld gegevensverzameling) in het beslissingsproces. In het volgende hoofdstuk zullen er cases besproken worden, zodat de theorie, aangereikt in dit hoofdstuk, aan de praktijk kan gekoppeld worden.

3.1 Stappen in een sociale kosten-batenanalyse

De sociale kosten-batenanalyse is een evaluatiemethode waarbij "een zoveel mogelijk gekwantificeerd overzicht wordt gegeven van de voor -en nadelen van alternatieve projecten of maatregelen. Deze voor -en nadelen worden in de vorm van kosten -en batenposten weergegeven op een kosten-batenbalans. Daarbij wordt ernaar gestreefd de posten zoveel mogelijk in geld te waarderen" (Wesemann, 2002, p. 23). De sociale kosten-batenanalyse is de meest gehanteerde integrale socio-economische evaluatiemethode in verkeersveiligheid, maar ook in andere sectoren - voornamelijk de transport en logistieke sectoren - waarbij grote (infrastructuur)projecten dienen geëvalueerd te worden. Bij een sociale kosten-batenanalyse wordt het nulalternatief - (toekomstige) situatie zonder maatregel - vergeleken met het projectalternatief - (toekomstige) situatie met alternatief. De effecten¹¹ van de maatregel worden omgezet in monetaire termen. Aangezien men ook de effecten in de toekomst dient te monetariseren dienen de effecten verdisconteerd te worden, zodat deze effecten minder zwaar meewegen dan de eerder optredende effecten. De maatschappelijke waarde van de maatregel wordt berekend door onder andere het verschil te nemen tussen de baten en de kosten van de maatregel. Indien het verschil positief is, zal het project een maatschappelijke meerwaarde hebben. Het project met het hoogste verschil heeft het meeste maatschappelijke rendement. Naast het verschil kan onder andere ook het

¹¹ Zowel verkeersveiligheidseffecten, als mobiliteitseffecten, als milieueffecten moeten worden gemonetariseerd. Net als de directe en indirecte effecten, de voorziene en onvoorziene effecten, materiële en immateriële effecten.

quotiënt genomen worden van de kosten en de baten of kan men de terugverdientijd berekenen. De verschillende mogelijkheden zullen in de komende paragrafen geschetst worden (De Brucker et al, 1998; Wesemann & Devillers, 2004; SWOV, 2005; Ampe, Geudens & Macharis, 2008).

Er werden al enkele handleidingen voor kosten-batenanalyses opgesteld in het buitenland en niet toevallig in de SUN-landen. De meest gekende leidraad in Vlaanderen is waarschijnlijk de Nederlandse OEI-leidraad¹². Op basis van deze leidraad stelde het SWOV een handleiding op voor het uitvoeren van een maatschappelijke kosten-batenanalyse, specifiek voor verkeersveiligheidsmaatregelen (Wesemann & Devillers, 2004; SWOV, 2005). Naast deze handleiding werd er in Engeland ook een handleiding ontwikkeld door SACTRA¹³ (Department for Transport, 1999). In Vlaanderen werd in 2005 door De Brabander (2005) een handleiding opgesteld voor het evalueren van verkeersveiligheidsinvesteringen specifiek voor Vlaanderen. Afhankelijk of men de evaluatie ex-ante of ex-post uitvoert zal men werken met geschatte waarden/effecten (ex-ante) of werkelijke waarden/effecten (ex-post).

Nadat de probleemstelling is opgesteld, het doel van de evaluatie is bepaald, waarbij de evaluatie in tijd en plaats werd afgebakend en de keuze is gemaakt over de evaluatiedesign kan de eigenlijke evaluatie van start gaan. Er kunnen acht stappen onderscheiden worden bij een sociale kosten-batenanalyse. Het opstellen van de alternatieven (1), het bepalen van de tijdselementen (2) en het bepalen van de stakeholders (3), zijn drie stappen die uitgangspunten vormen van de sociale kosten-batenanalyse. Op basis van de uitgangspunten kan men een volgende stap zetten, namelijk het in kaart brengen van de effecten (4). Daarna kan er gestart worden met de kosten te bepalen van de maatregel(en) (5), waarna men de effecten kan kwantificeren en vervolgens monetariseren (6). Nadat alles is gemonetariseerd, staan alle effecten op dezelfde noemer en kan men het rendement van de maatregel(en) gaan berekenen en aan de hand van een beslissingscriterium wordt de meest geschikte maatregel gekozen (7). Tenslotte wordt er nog een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd (8).

3.1.1 Opstellen alternatieven

Bij een maatschappelijke kosten-batenanalyse wordt het projectalternatief vergeleken met het nulalternatief. Hieronder worden de twee soorten alternatieven besproken.

a. Definiëren van het nulalternatief

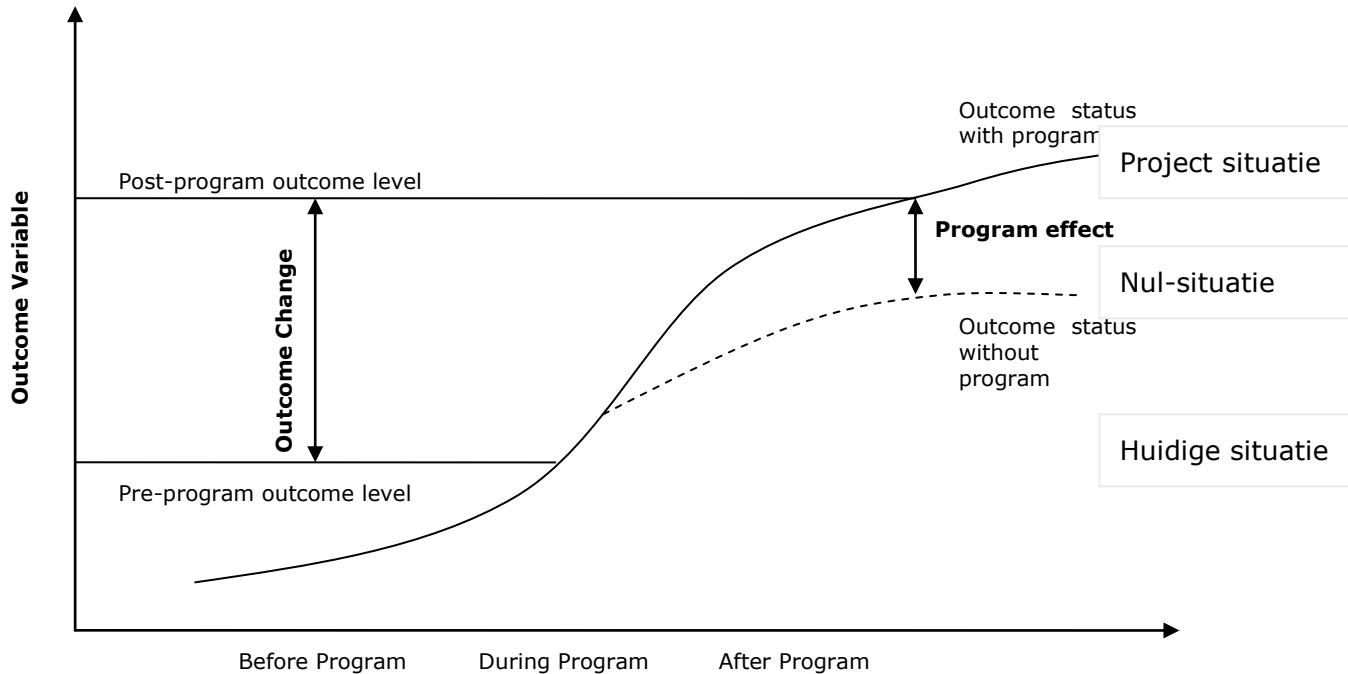
Het nulalternatief beschrijft de situatie wanneer er geen maatregel wordt doorgevoerd. Het nulalternatief is echter niet altijd gelijk aan de huidige situatie. Autonome effecten kunnen namelijk een invloed spelen op de huidige situatie, zodat de huidige situatie in de loop van de tijd toch zal veranderen. Dit wordt duidelijk in de onderstaande figuur. Uit de figuur blijkt anderzijds dat de gemeten verandering op een gegeven tijdstip na implementatie van een maatregel niet volledig toe te schrijven mag worden aan de maatregel. De maatreegeffecten moeten daarom geïsoleerd worden aan de hand van een test -en controlegroep, voor -en nameting of een combinatie van de twee voorgaande isolatietechnieken (Rossi et al, 2004; Van Malderen & Macharis, 2009). Het nulalternatief dient correct

¹² OEI : Onderzoek Effecten Infrastructuur

¹³ SACTRA : Standing Advisory Committee for Trunk Road Assessment

bepaald te worden. Indien men deze onderschat, zal men het rendement van de maatregel overschatten en vice versa. Eventueel kan men twee nulalternatieven definiëren (Wesemann & Devillers, 2005).

Figuur 3: Nulalternatief niet altijd hetzelfde aan de huidige situatie.



Bron: Rossi et al, 2004

b. Definiëren van de het projectalternatief of de projectalternatieven

Het projectalternatief voert de maatregel uit en beschrijft, afhankelijk van het aantal alternatieven, de verschillende maatregelen.

3.1.2 *Tijdselementen*

Een sterkte van de sociale kosten-batenanalyse is dat men de alternatieven vergelijkt door de tijd heen, dit wordt mogelijk gemaakt door de discontovoet. De discontovoet brengt de kosten en de baten van de alternatieven terug naar het aanvangsjaar van de maatregel. Als gevolg wegen de effecten die later optreden minder door dan de effecten die eerder optreden¹⁴. In België en Nederland wordt er een discontovoet van 4% gehanteerd. Indien men het project niet zou uitvoeren, kan men de middelen beleggen. Deze 4% staat dan voor een goede belegging van de niet-geïnvesteerde middelen. In deze stap moet bepaald worden over welke tijdshorizon men het nulalternatief wil vergelijken met het projectalternatief of projectalternatieven. Voor verkeersveiligheidsmaatregelen wordt er uitgegaan van een tijdshorizon van 20 jaar. Indien men het heeft over infrastructuurmaatregelen, kan men een tijdshorizon van 30

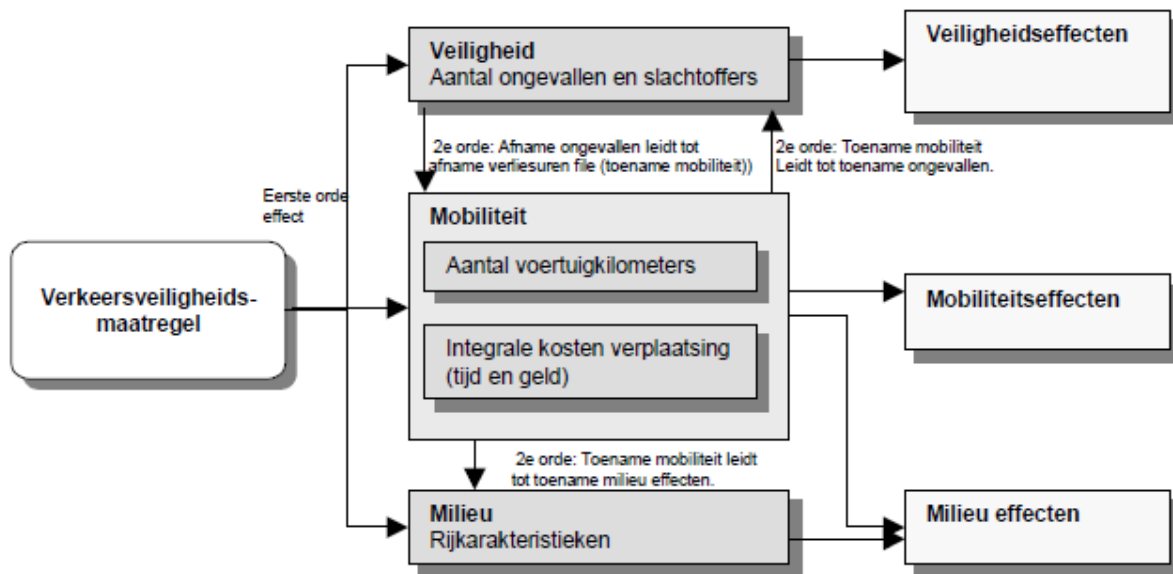
¹⁴ De discontovoet mag niet verward worden met inflatie. Inflatie weerspiegelt de verandering van de prijs van een goed, in verhouding tot een verandering in het algemeen prijspeil. Eenvoudiger gezegd, inflatie ontstaat doordat eenzelfde groep producten jaar per jaar verschilt in prijs als gevolg van een appreciatie of depreciatie van geld.

jaar hanteren. Men moet wel de opmerking maken dat hoe langer de tijdshorizon is waarop men de evaluatie wil uitvoeren, hoe moeilijker het is om de effecten en de grootte van de effecten te bepalen. Idealiter hanteert men bij de evaluatie van verkeersveiligheidsmaatregelen steeds dezelfde tijdshorizon, zodat de maatregelen onderling vergelijkbaar zijn, ook al hebben ze betrekking op een ander domein. Men kan dan bijvoorbeeld educatiemaatregelen vergelijken met handhavingsmaatregelen of infrastructuurmaatregelen. Het is echter niet noodzakelijk om een zelfde tijdshorizon te hanteren, indien men enkel geïnteresseerd is in de al dan niet maatschappelijke meerwaarde van de maatregel. Indien de werkingsduur van een maatregel korter is dan de tijdshorizon, dan zal de investering gedurende de looptijd diverse malen plaatsvinden of de effecten zullen afnemen. Aangezien men over de tijd heen evalueert is het ook belangrijk om de "beleidsvrije" ontwikkelingen op te nemen zoals demografische en economische groei (De Brucker, 1998; Wesemann & Devillers, 2004; De Brabander, 2005).

3.1.3 *Effectenoverzicht*

In deze fase kan men gebruik maken van de effectenoverzichtskaart. Hierbij geeft men aandacht aan de effecten op vlak van verkeersveiligheid, maar ook de indirecte effecten op mobiliteit en milieu. De verkeersveiligheidsmaatregelen laten het veiligheidsniveau op de wegen stijgen, met als gevolg dat er minder ongevallen zijn. De daling van het aantal ongevallen resulteert in een daling van het aantal verliesuren door congestie als gevolg van verkeersongevallen. Dit heeft op zijn beurt een positief effect op de mobiliteit. Het verkeer wordt betrouwbaarder en de verhouding tussen de transportmodi verandert. Doordat het verkeer betrouwbaarder wordt, zal er terug meer vraag komen en dus meer verkeer, waardoor de kans op ongevallen weer zal stijgen. Naast een veiligheidseffect en mobiliteitseffect is er ook een milieueffect omdat er minder emissies zijn doordat er onder andere minder moet worden geremd en opgetrokken. Anderzijds zal er door een toename van het verkeer weer meer auto's op de baan komen waardoor er naast de positieve invloed op het milieu ook een negatieve is (ECORYS, 2002a). In deze fase dienen de (vermoedelijk) relevante effecten achterhaald te worden. De relevante effecten worden dan nader bepaald en (zoveel mogelijk) gemonetariseerd (zie verder) opdat men ze kan opnemen in de beoordeling. Er wordt ook best aangegeven op wie de effecten betrekking hebben. Bij het bepalen van de relevante effecten is het belangrijk dat er geen dubbeltellingen zijn; de gepercipieerde veiligheid is een effect dat reeds in de mobiliteitseffecten vervat zit. De aanleg van veilige fietspaden bijvoorbeeld kan de subjectieve veiligheid positief beïnvloeden. Dit zal zich dan uiten in meer fietsverplaatsingen. Indien we dit laatste mobiliteitseffect opnemen in de SKBA samen met de subjectieve veiligheidseffecten, dan hebben we een dubbeltelling.

Figuur 4: Relatie tussen verkeersveiligheid, mobiliteit en milieu.



Bron: ECORYS, 2002a

3.1.4 Kostenbepaling van de maatregel(en)

Zoals de naam zegt, wordt er in een SKBA de kosten en de baten tegenover elkaar afgewogen. Daartoe dienen de kosten dan ook berekend te worden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen invoeringskosten en operationele kosten. Invoeringskosten zijn alle kosten om een maatregel te realiseren. Men heeft het hier onder meer over de kosten voor aanpassing van de infrastructuur en wetgeving. De operationele kosten zijn de kosten die opgelopen worden gedurende de periode van de maatregel, zoals exploitatiekosten en onderhoudskosten. Men heeft het enkel over de additionele kosten. De kosten bovenop de reguliere kosten (ECORYS, 2002b).

a. Invoeringskosten

De invoeringskosten zijn dus alle kosten die worden opgelopen om een maatregel tot stand te brengen. Betalingen die enkel tot een herverdeling komen van de middelen zoals belastingen, worden niet opgenomen. De invoeringstermijn is in dit kader ook van belang. Zo zal men moeten bepalen over hoeveel jaren de invoeringskosten gespreid zullen worden.

b. Operationele kosten

Er worden drie soorten operationele kosten onderscheiden: de handavingskosten, vervangingskosten en onderhoudskosten. Bij de handavingskosten moet er rekening gehouden worden met de opportuniteitskosten. Men doelt dan op de totale waarde van de onttrokken productiefactoren¹⁵. De meeste maatregelen moeten gedurende de loop van de tijd ook onderhouden worden en soms zelfs vervangen. Flitspalen, rotondes, fietspaden, verkeerslichten, etc. moeten allemaal onderhouden

¹⁵ Som van brutolonen inclusief sociale lasten en andere bijkomende kosten

worden. Auto's van de verkeerspolitie die de mobiele snelheidscontroles uitvoeren, zullen na x-aantal jaar moeten vervangen worden (Wesemann & Devillers, 2004).

3.1.5 Kwantificeren en moneteriseren van de effecten

Nadat de relevante effecten werden geïdentificeerd, dienen de effecten nog gekwantificeerd en uiteindelijk gemonetariseerd te worden. Bij de kwantificatie zal men uitgaan van het aantal ongevallen dat vermeden werden door de invoering van de maatregel (verkeersveiligheidseffect), het aantal gram CO₂ dat uitgestoten wordt (milieueffect), de mate waarin de doorstroom wordt beïnvloed (mobiliteitseffect) en dergelijke. In een sociale kosten-batenanalyse dienen deze effecten allemaal gemonetariseerd te worden, zodat de diverse effecten op één noemer kunnen worden gebracht, namelijk de euro. Het idee achter de SKBA is dat alle effecten, ook al zijn het niet-verhandelbare effecten, in kosten en baten worden uitgedrukt in geld. Voor de moneterisatie van de materiële effecten¹⁶ stelt er zich weinig problemen. Voor de immateriële of niet-verhandelbare effecten¹⁷ daarentegen is het moneteriseren een moeilijke(re) opdracht.

Een vermeden ongeval als gevolg van de maatregel spaart kosten uit en kan men aanzien als een baat, een tragere doorstroom van het verkeer is een kost. De kosten en baten kunnen ingedeeld worden in drie types: directe, indirecte en externe kosten/baten. De in de vorige paragraaf besproken invoeringskosten en operationele kosten zijn duidelijke voorbeelden van directe kosten. In onderstaande tabel worden de kosten met betrekking tot een verkeersongeval opgesplitst per type ongeval en per type kost. De kosten van een ongeval zijn dan ook verschillend bij doden, zwaargewonden en licht gewonden (De Brabander, 2005).

Tabel 3: Soorten kosten, verdeeld naar ongeval en slachtoffer

| Kostendrager | Directe kosten | Indirecte kosten | Externe kosten | Immateriële kosten |
|---|--|------------------|--|---|
| Dodelijk slachtoffer | Medische kosten | Productieverlies | Medische kosten, schade ₁ | Pijn en verdriet, schade excl. Productieverlies |
| Zwaargewond slachtoffer | Medische kosten | Productieverlies | Medische kosten, schade ₁ | Pijn en verdriet, schade excl. Productieverlies |
| Lichtgewond slachtoffer | Medische kosten | Productieverlies | Medische kosten, schade ₍₁₎ | Pijn en verdriet, schade excl. Productieverlies |
| Ongevalkosten onafhankelijk van letselernst | Administratiekosten ₍₂₎ , kosten n.a.v. materiële schade ₍₃₎ | | Congestiekosten, milieukosten | |

¹ Te dragen door het slachtoffer

² Voor zover niet terugbetaald door verzekering

³ Schade of kosten wel terugbetaald door verzekering

Bron: sociaal economische raad, 1999; Hopkin en Simpson, 1995, p. 20-22 in De Brabander (2005)

¹⁶ Medische kosten, afhandelingskosten, filekosten, etc.

¹⁷ Verkeersdode, emotionele schade, etc.

In de volgende paragrafen worden de kosten en baten gemonetariseerd. We baseren ons hierbij op de cijfers van De Brabander (2005). Men maakt een onderscheid tussen veiligheidseffecten, mobiliteitseffecten en milieueffecten.

a. Veiligheidseffecten

Een reductie van het aantal ongevallen zorgt voor een daling van de opgelopen kosten (=baat). Zo is er ondermeer een vermindering van de medische kosten, eventuele begrafenis-kosten, interventies door brandweer en politie, productieverliezen, humane kosten, administratieve kosten, materiële schade, arbeidskosten, gerechtskosten en belastingen.

◆ **Medische kosten**

Er zijn verschillende soorten medische kosten van tel bij verkeersongevallen. Hieronder zitten de EHBO-kosten, poliklinische kosten, ambulancekosten, liggeld ziekenhuis, operatiekosten, geneesmiddelen, bezoekkosten, revalidatiekosten en de aanpassingskosten van de woning. Op basis van de gegevens van de Christelijke Mutualiteiten berekende De Brabander (2005) de totale medische kosten voor verkeersslachtoffers, naar ernst van de verwonding.

Tabel 4: Medische kosten verkeersslachtoffers, naar ernst van verwonding in euro, prijspeil 2005

| Letselernst | Medische kost |
|----------------------|---------------|
| Lichtgewonde | 455 |
| Zwaargewonde | 9.831 |
| Dodelijk slachtoffer | 3.044 |

Bron: De Brabander, 2005

◆ **Begrafeniskosten**

Onder de begrafenis-kosten zitten die kosten die ontstaan doordat een verkeersslachtoffer te vroeg overlijdt in vergelijking met de normale levensverwachting. De kost is het renteverlies op het bedrag dat betrekking heeft op de begrafenis-kosten, over de periode dat het slachtoffer te vroeg overlijdt (Muizelaar et al, 1995). In De Brabander (2005, p. 60 e.v.) worden deze renteverliezen berekend aan de hand van de kosten van een uitvaart, de gemiddelde leeftijd van de slachtoffers en de hoeveelheid jaren die er gemiddeld verloren zijn. Logischerwijs daalt het renteverlies naarmate de overleden slachtoffers ouder zijn. Op basis van de gemiddelde leeftijd van een verkeersdode (40 jaar) moet er 1696 euro renteverlies in rekening gebracht worden. De cijfers zijn terug te vinden in bijlage 1.

◆ **Interventies door brandweer en politie**

Bij verkeersongevallen met gewonden dienen brandweer en politie uit te rukken. Bij politie kan het zelfs zijn dat er interventies zijn zonder dat er gewonden zijn. Voor brandweer interventies is er een vermeden kost van 821 euro (prijspeil 2005) per vermeden letselongeval. Voor politie-interventies is

dit 25 euro per ongeval, exclusief administratieve afhandeling (De Brabander, 2005).

◆ **Productieverliezen**

Onder productieverliezen worden de verloren loonkosten verstaan als gevolg van een ongeval. Dit is afhankelijk van de leeftijd van het slachtoffer, de aard van de verwondingen en het verloren inkomen voor het slachtoffer. Eerst moet de toegevoegde waarde van de verkeersslachtoffers berekend worden¹⁸. De toekomstige (verloren) jaren moeten ook verdisconteerd worden naar het heden. Er dient echter geen rekening gehouden te worden met de werkloosheidsgraad, aangezien men het potentiële productieverlies wil berekenen. De Brabander (2005) maakt bij de berekening van de productieverliezen een onderscheid tussen overleden en gewonde slachtoffers.

- *Productieverlies door overlijden*

Het productieverlies door overlijden wordt op analoge manier berekend zoals het renteverlies van begrafeniskosten. Voor de berekening is er nood aan volgende componenten:

- De (gemiddelde) leeftijd van de overleden slachtoffers. Voor 2001 was dat 40 jaar. Wanneer de maatregelen betrekking hebben op een welbepaalde doelgroep, dan kan de (gemiddelde) leeftijd van de doelgroep gehanteerd worden.
- De gemiddelde werkelijke pensioenleeftijd. Dit is de leeftijd tot waarop gewerkt dient te worden (\neq officiële pensioenleeftijd)¹⁹ en is ongeveer 58 jaar.
- De gemiddelde waarde aan productie die een persoon per jaar opbrengt. In 2000 bedroeg dit ongeveer 42.101 per Full Time Equivalent. Deze waarde is geen constante en dient aangepast te worden in functie van een stijgende of dalende productie voor de verloren levensjaren en wordt berekend aan de hand van het BBP/capita. Deze kosten dienen natuurlijk ook verdisconteerd te worden.

In bijlage 2 wordt het productieverlies in euro voorgesteld bij een dodelijk verkeersslachtoffer bij een prijspeil van 2005 in de veronderstelling dat het slachtoffer 40 jaar is.

- *Productieverlies door ziekteverzuim/tijdelijke arbeidsongeschiktheid*

Het productieverlies dat hier wordt besproken omvat de periode waarin zwaargewonden niet economisch actief zijn. Bij zwaargewonden (en ook lichtgewonden) wordt, in tegenstelling tot het productieverlies door overlijden, gewerkt met een bruto productieverlies, waarbij de eigen consumptie niet wordt afgetrokken.

¹⁸ Bij ex-ante moet men uitgaan van de doorsnee verkeersslachtoffer. Indien men voldoende informatie heeft over de slachtoffers, kan men bij ex-post evaluatie de toegevoegde waarde van de individuele verkeersslachtoffers berekenen.

¹⁹ Door het bestaan van systemen van vervroegd pensioen.

In bijlage 3 kunnen de tijdelijke productieverliezen in euro van een zwaargewond slachtoffer in het jaar van het ongeval op basis van gegevens van de Christelijke Mutualiteiten geraadpleegd worden. Deze cijfers weerspiegelen de het productieverlies bij een hospitalisatie van zeven dagen. Er wordt weer uitgegaan van de loonkost en een projectie ervan op het BBP/capita. Met het aantal werkdagen per kalenderjaar van 250 betekent het economisch verlies een kost van 192 euro per werkdag of gemiddeld 1278 euro (factor 7) voor een zwaargewonde.

Voor lichtgewonden kan er op analoge wijze gewerkt worden. Daarbij wordt een hospitalisatie van twee dagen verondersteld (zie bijlage 3).

- *Productieverlies door blijvende arbeidsongeschiktheid*

Zwaar gewonde verkeersslachtoffers kunnen na hun ongeval ook nog werken, weliswaar met een lagere arbeidsproductie door de opgelopen handicap. Dit brengt ook productieverliezen met zich mee doordat men kiest om deeltijds te gaan werken als gevolg van de handicap. Daarnaast werd ook rekening gehouden met de scholingsgraad van de gehandicapte verkeersslachtoffers²⁰. Voor de uitgebreide berekening verwijzen we naar De Brabander (2005). De eindresultaten van deze berekeningen werden opgenomen in bijlage 4.

- ◆ **Humane kosten**

Onder humane kosten wordt de waarde verstaan dat iemand hecht aan een statistisch mensenleven (WSL). Over de waardering hiervan bestaat nog geen consensus. Er worden dan ook uiteenlopende bedragen (tot zelfs het tienvoudige) gehanteerd in de evaluatieonderzoeken (De Brabander, 2006). Aangezien men bij dit soort immateriële kosten praat over bedragen in miljoenen euro's, heeft dit zeker zijn invloed op de resultaten van een SKBA. Op basis van de WSL wordt er een verhouding genomen voor zwaar -en lichtgewonden. De Brabander (2005) gebruikte de verhouding 100/15/1. De cijfers kunt u terugvinden in bijlage 5.

- ◆ **Materiële schade**

- *Schade aan voertuigen*

De materiële schade aan voertuigen en andere schade aan private eigendom heeft betrekking op:

- de schade die vergoed wordt door de verzekeringsmaatschappijen;
- De schade ontstaan bij het verkeersongeval, dat gedragen wordt door de betrokkenen aangezien de verzekeringsmaatschappij niet tussenkomt;
- De kosten die nodig zijn voor de vaststelling van de schade (ongevallenexpertise).

²⁰ Voornamelijk laaggeschoolden blijken slachtoffer te worden van een verkeersongeval dat resulteert in handicap.

Bij een letselongeval bedraagt deze schade gemiddeld 3066 euro bij een letselongeval. Dit bedrag is gebaseerd op basis van de verzekeringsdatabank. Hiervoor zijn de schadekosten geanalyseerd voor de tegenpartijen wanneer de klant uit de databank in fout was. De eigen schade werd berekend op basis van de omniumverzekerden waarbij de klant van de verzekeringsmaatschappij in fout is.

- *Schade aan openbaar domein*

Deze gegevens worden verzameld door de Vlaamse Gemeenschap voor de gewestwegen, door provincies voor provinciale wegen en door gemeenten voor gemeentewegen. Niet elk ongeval heeft schade aan openbaar domein (wegen, verkeersborden, verlichting, etc.). Daarom is het noodzakelijk te weten wat het aandeel ongevallen is met schade aan openbaar domein. Uit onderzoek blijkt dat dit één ongeval op 10 is. Aangezien er geen cijfers bestaan voor de gemeentewegen, heeft De Brabander zich hiervoor gebaseerd op de kosten aan provinciewegen.

Tabel 5: Kosten schade aan openbaar domein per ongeval, in eur, prijspeil 2005.

| Type weg | Kost per dossier | Kost per geregistreerd ongeval |
|---------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Autosnelwegen | 1.330 | 149 |
| Gewestwegen | 882 | 88 |
| Provinciewegen | 464 | 46 |
| Gemeentewegen | 464 | 46 |
| Gewogen totaal alle wegen | 729 | 75 |
| Gewogen totaal alle wegen per ongeval | | 6 |

Bron: De Brabander, 2005

♦ **Administratieve kosten**

Verzekeringsmaatschappijen, politie –en brandweerdiensten en de betrokkenen zelf maken als gevolg van een verkeersongeval administratieve kosten. Bij de verzekeringsmaatschappijen dient men rekening te houden met het aantal betrokkenen aangezien elke betrokkene zijn eigen verzekering inschakelt. Afgaande van de totale administratiekosten van alle verzekeringsmaatschappijen (beschikbaar gesteld door CBFA) gedeeld door het totale aantal betrokkenen komt men tot de gemiddelde administratieve kost per betrokkene. De kosten opgelopen door de betrokkene zelf zijn reeds opgenomen bij de productieverliezen en mogen niet nogmaals in rekening worden gebracht. De administratieve kosten zitten reeds vervat in de interventiekosten.

◆ **Arbeidskosten**

Om een project te realiseren is er nood aan gepresteerde arbeid. Dit brengt natuurlijk enerzijds kosten met zich mee: de totale arbeidskosten. Anderzijds creëert het project jobs (wanneer men werklozen direct of indirect aangeworven worden²¹) wat natuurlijk een baat met zich meebrengt.

◆ **Gerechtskosten**

- *Politierechtbanken en rechtbanken van eerste aanleg*

Om deze kost na te gaan moet er nagegaan worden in hoeveel gevallen van verkeersongevallen er beroep gedaan wordt op politierechtbanken. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen ongeval met doodslag, ongeval met onopzettelijke slagen en verwondingen en ongeval met stoffelijke schade. Daarnaast is het aantal aangetekende beroepen behandeld in eerste aanleg. Op basis van het aantal en de soort rechtszaken kan dan de gerechtskosten worden bepaald per ongeval. Per vermeden letselongeval en ongeval met enkel materiële schade kwam dit in 2005 respectievelijk neer op 34 euro en 5 euro.

- *Rechtsbijstand t.o.v. verzekeringsmaatschappijen*

Dit kost hiervan is gebaseerd op verzekeringsgegevens. Rekeninghoudend met het feit dat niet alle verzekerde een rechtsbijstandsverzekering heeft werd in 2005 een kost gemiddelde kost van 98 euro vastgesteld ongeacht de letselernst.

b. Mobiliteitseffecten

Mobiliteitseffecten geven veranderingen in reistijd (tijdseffecten). Er kan een onderscheid gemaakt tussen reizigers die met hetzelfde voertuigtype reizen. Reizigers die voorheen met een ander voertuigtype reisden (substitutie-effect) en reizigers die voorheen de verplaatsing niet maakten of hem niet meer maken. Traditioneel wordt onderscheid gemaakt tussen kosten die ontstaan tijdens piekuren en daluren en wordt er een opdeling gemaakt tussen personenwagens en vrachtwagens.

De kosten die opgenomen worden hebben betrekking op de tijd die nodig is om een bepaald traject af te leggen²². De monetaire waarden van tijd per uur in euro en per motief zijn terug te vinden in bijlage 6. Deze zijn nodig om de kosten en/of baten te bepalen. Er moet dan rekening worden gehouden met het aantal voertuigen tijdens piek -en daluren en het verschil in tijd dat nodig is om de hindernis en/of ongeval te overbruggen. Deze berekening wordt uitgevoerd in de case-study over SKBA.

²¹ Het is duidelijk dat wanneer een werkloze wordt aangetrokken, men waarde creëert (direct). Wanneer echter vacatures vrijkomen in bedrijven doordat het project mensen heeft onttrokken uit deze bedrijven, dan spreken we over indirecte jobcreatie. Dit laatste is echter moeilijk na te gaan. Bovendien moet men bij werklozen ook rekening houden met de waarde van vrije tijd. Daarom kan men best het minimumloon waartegen de werkloze bereid is te werken in rekening brengen als kost.

²² De tijd die nodig is om voorbij een rotonde te gaan of om voorbij een ongeval te geraken, ten opzichte van de tijd die nodig is zonder rotonde of zonder dat er een ongeval heeft plaatsgevonden.

c. Milieueffecten

◆ **Schadelijke stoffen door emissies van voertuigen**

Er bestaan verschillende gevaarlijke stoffen die van belang zijn bij de bepaling van de verandering in milieukosten door de investering in verkeersveiligheid. We hebben het hier dan nog niet over de milieueffecten zoals geluidshinder en andere externe effecten zoals vibraties, landgebruik, visuele verontreiniging, etc. (van Lier, Van Malderen en Macharis, 2009).

- *SO₂*: De zwavel hierin kan leiden tot de vorming van zure regen. SO₂ uitstoot hangt af van twee factoren: het aantal zwavel (S) in de brandstof en de hoeveelheid van die brandstof die wordt gebruikt. Hiervoor bestaan regels: het zwavelgehalte mag niet meer dan 0,2 percent van het gewicht van de brandstof uitmaken.
- *PM: Particulate matters (PM₁₀, PM_{2.5})*: Tot fijn stof worden in de lucht zwevende deeltjes kleiner dan 10 micrometer gerekend. Het komt niet enkel voort uit uitlaatgassen van motoren, maar ontstaat ook door het verslijten van banden, asfalt en remmen. Deze laatste worden in onderzoeken vaak niet meegerekend. De gevolgen van PM zijn niet enkel longklachten, maar ook schade aan gebouwen (kleurverschillen), kankers...
- *NO_x*: Uitstoot van NO_x is gevaarlijk bij de vorming van onder andere zure regen (samen met SO₂) en veroorzaakt ademhalingsproblemen. Zure regen tast niet enkel gebouwen aan, maar heeft ook een directe impact op kwetsbare ecosystemen. Dieselmotoren vertonen hier een nadeel in vergelijking met andere motoren.
- *CO*: Verstoort de werking van de rode bloedcellen. In combinatie met andere vervuiling is het mogelijk ook schadelijk voor het ademhalingsstelsel. Deze stof is dan ook vooral schadelijk voor de gezondheid (hartproblemen en kankers).
- *VOC's*: Zorgt in combinatie met andere gassen eveneens voor ademhalingsproblemen, oogirritaties, bepaalde kankers en hartproblemen. Vindt zijn oorsprong vooral in de onvolledige verbranding van brandstoffen. De totale kosten door VOC's van het wegvervoer worden door het VITO geraamd op € 8,856 per 100 km voor 2002.

De componenten van de milieukosten bij uitstoot door voertuigen kunnen samengevat worden in onderstaande tabel:

Tabel 6: Componenten van milieukosten bij uitstoot door voertuigen

| Component | | Benzine | Diesel | LPG | Aardgas |
|--------------------------------|------------------|---------|--------|-----|---------|
| Luchtkwaliteit | | | | | |
| Roetdeeltjes | PM | - | + | - | - |
| Stikstofoxide | NO _x | - | + | - | - |
| Niet-Methaan Koolwaterstoffen | NM-KWS | + | - | - | - |
| Koolstofmonoxide | CO | + | - | - | - |
| Opwarming aardatmosfeer | | | | | |
| Koolstofdioxide | CO ₂ | + | + | + | 0 |
| Methaan | CH ₄ | | | | 0 |
| Distikstofoxide | N ₂ O | + | + | + | 0 |

+ = hoge uitstoot

- = relatief lage uitstoot

Bron: De Brabander, 2005

◆ **Evolutie in de uitstoot**

De evoluties door voertuigen evolueert. Momenteel dienen nieuwe voertuigen te voldoen aan de Euro IV norm. Toch bestaan er nog wagens in het wagenpark die motoren hebben van Euro 0, I, II en III die een hogere uitstoot hebben. Dit maakt de berekening van de uitstoot complexer.

◆ **Evolutie in het wagenpark**

Om de milieukosten in de toekomst te schatten heeft men nood aan de evolutie van het wagenpark. De marktaandeelen kunnen gebaseerd worden op het MEET-project van de Europese commissie.

◆ **Externe milieukosten**

De externe milieukosten per voertuigkilometer zijn berekend door VITO in 2000. Op basis van de verdelingen van type voertuig en type motor over de jaren heen kan voor elk jaar de kost per voertuig gehanteerd worden voor de extra of het verminderde aantal voertuigen. Wanneer de kosten en baten voor een specifiek project worden berekend, moet men onderscheid maken tussen:

- Verandering in vraag naar mobiliteit op plaats waar project uitgevoerd werd. Daarbij moet rekening gehouden worden met verkeer dat op andere plaatsen afneemt of toeneemt als gevolg van het project.
- De vraag naar mobiliteit blijft constant (aantal voertuigen blijft gelijk), maar er treedt verandering op in snelheid waarmee voertuigen zich verplaatsen.

In bijlage 6 worden de externe milieukosten per kilometer in eurocent voor de periode 2005-2038 weergegeven. Om tot deze cijfers te komen heeft De Brabander (2005, p. 92) een aantal assumpties moeten stellen om tot deze cijfers te komen. De bedragen die in de tabel staan kunnen in de loop der jaren nog verder dalen wanneer nieuwe emissiestandaarden worden ingevoerd. Vervolgens wordt er in deze bijlage een tabel met indexen weergegeven om de verandering in externe milieukosten te berekenen.

Een voorbeeld voor de toepassing van de index. Stel dat door een investering op een stedelijke locatie de gemiddelde snelheid van 30 km/u naar 20 km/u daalt voor de 10000 bestaande personenwagens die er per dag rijden. Laat ons veronderstellen dat er per dag 500 voertuigen bijkomen. We veronderstellen dat de snelheid op de locaties, waar de 500 voertuigen vandaan komen niet wijzigt, maar dat de gemiddelde snelheid op die locaties 15 km/u is. De investering wordt gedaan over een ruimte van 20m. De berekening gaat dan als volgt:

- Verandering milieukost voor bestaande voertuigen:
 $10000 * (105/84) * 1,41 = 17625$ eurocent/dag
- Milieukost voor nieuwe voertuigen op deze locatie:
 $500 * (105/117) * 1,41 = - 633$ eurocent/dag
- Milieukost op locaties waar nieuwe voertuigen vandaan komen:
 $500 * (117/100) * 1,41 = - 825$ eurocent/dag

Dit is een toename in de kosten van 16167 eurocent per dag gedeeld door 50 (1000 meter/20 meter) = 3,23 euro per dag.

d. Andere effecten

Naast de verkeersveiligheidseffecten, mobiliteitseffecten en milieueffecten zijn er nog drie elementen die het maatschappelijke rendement beïnvloeden, namelijk belastingen, opportuniteitskosten en inflatie.

♦ **Belastingen**

Investeringen in verkeersveiligheid kunnen het verbruik beïnvloeden over een bepaald project door meer of minder stopplaatsen in te lassen, een andere snelheidslimiet te implementeren, etc. Het verbruik van brandstof levert belastingen op voor de overheid in de vorm van BTW en accijnzen. De berekening gebeurt in twee stappen. Het berekenen van het effect per weggebruiker en nadien voor de maatschappij. Dit wordt verduidelijkt met een voorbeeld.

Stel dat de maatregel één liter brandstof (= 1 euro) bespaart. De baat per weggebruiker is 1 euro inclusief BTW en accijnzen. Er gaat dus een opbrengst verloren voor de staat: de BTW en accijnzen per gespaarde liter brandstof. De verloren BTW en accijnzen dienen nog opgehoogd te worden voor het maatschappelijk verlies (\approx relatie consumentensurplus met de marktprijs van een goed). Hierbij wordt door individuen ook een nut ervaren bovenop de kosten die nodig zijn om het goed of dienst te creëren. Een waarde van 0,2 euro per ontvangen belasting is voor Vlaanderen een aanvaardbaar cijfer.

Het gemiddeld verbruik van de voertuigen en de verandering in verbruik door de investering en tenslotte de prijs moeten geweten zijn om de reductie in belastingopbrengsten voor de overheid te kunnen bepalen. In bijlage 7 vindt u de niet-verdisconteerde verandering in overheidsontvangsten per 100 km en per liter brandstof voor personenwagens. Om deze effecten in de SKBA op te nemen dient nog een ophoging te gebeuren met 20% voor het verlies/winst aan consumentensurplus.

◆ **Opportunitetskosten**

De middelen die de overheid investeert in verkeersveiligheid kunnen ook op andere domeinen geïnvesteerd worden. De kostprijs van deze alternatieve mogelijkheden moeten ook in rekening worden gebracht. Dit kan gedaan worden aan de hand van een verhoging van de discontovoet (van 4% naar 7% bijvoorbeeld). Of men kan een hogere norm hanteren voor het rendement (1,04 per geïnvesteerde euro). Bovendien kan er nog een consumentensurplus verloren gaan doordat het project extra belastingen genereert (= marginale kost van publieke fondsen = 20% van de bijkomende middelen).

◆ **Inflatie**

De bovenstaande kosten en baten dienen met elkaar vergeleken te worden. Niet alle bekende of verkregen gegevens hebben echter betrekking op hetzelfde jaar. Deze moeten dan verrekend worden naar een referentiejaar aan de hand van inflatievoeten.

Stel dat alle cijfers in een ex-post evaluatie betrekking hebben op het jaar 2007, uitgezonderd één dat betrekking heeft op 2006. Dan kan men best 2007 als referentiejaar gebruiken. In dat geval moeten de gegevens met betrekking tot 2006 opgehoogd worden met de inflatie in het jaar 2006. Indien de cijfers betrekking hebben op 2005, dan moet men de cijfers ophogen met de inflatie van 2005 en dan nog eens met de inflatie van 2006. Indien het referentiejaar voor het jaar komt waarin de nominale kosten bekend zijn, dan moeten de kosten verminderd worden met de inflatie (De Brabander, 2005).

3.1.6 *Beslissingscriterium en rangschikking*

Er bestaan diverse technieken om het maatschappelijk rendement uit te drukken. Deze methoden werden reeds besproken in het steunpuntrapport van Ampe et al (2008). Een project geeft een maatschappelijke meerwaarde wanneer de baten min de kosten positief zijn. Op zich is dit al beslissingscriterium. De baten van het project moeten namelijk hoger zijn dan de kosten om aanvaardbaar te zijn. Dit principe komt steeds weer in de verschillende beslissingscriteria voor de SKBA (De Brucker et al, 1998).

a. De netto contante waarde

De netto contante waarde (NCW) of net present value (NPV), gebaseerd op het Kaldor-Hicks criterium, is een veel gebruikt beslissingscriterium in de SKBA. Het is het verschil tussen de actuele waarde van alle maatschappelijke baten met de actuele van alle maatschappelijke kosten. Het gaat om de actuele waarde van de kosten en baten omdat de toekomstige kosten en baten eerst worden verdisconteerd tegen een discontovoet²³. Naast de discontovoet is ook de tijdshorizon een belangrijke determinant bij de berekening van de NCW. Hoe hoger de netto NCW, hoe hoger het maatschappelijk rendement is.

²³ 100 euro vandaag wordt sterker geapprecieerd als 100 euro in de toekomst. Kosten en baten van vandaag wegen dus monetair zwaarder door.

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

- B_t = sociale baten op tijdstip t
 C_t = sociale kosten op tijdstip t
 i = sociale discontovoet
 t = relevante tijdsperiode voor het project
 n = looptijd van het project

b. De baten-kosten ratio

De berekening van de baten-kosten ratio verloopt analoog met de NCW. In plaats van de actuele kosten af te trekken van de actuele baten, wordt er hier het quotiënt genomen van de actuele baten en de actuele kosten. Indien baten-kostenverhouding groter is dan 1 dan spreekt men over een maatschappelijke meerwaarde van de maatregel. Hoe hoger het quotiënt hoe meer maatschappelijk rendement de maatregel aanlevert.

$$\text{Baten kosten Ratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

- B_t = sociale baten op tijdstip t
 C_t = sociale kosten op tijdstip t
 i = sociale discontovoet
 t = relevante tijdsperiode voor het project
 n = looptijd van het project

c. Interne rentevoet

De discontovoet waarbij de NCW gelijk is aan nul, noemt men de interne rentevoet (De Brucker et al, 1998). De rentevoet kan berekend worden aan de hand van 'try and error' voor de discontovoet. De meeste computer rekenbladen, zoals Excel, hebben een functie die de interne rentevoet berekenen. Wanneer de interne rentevoet groter is dan de discontovoet, dan wordt de maatregel aanvaard. Projecten die in een vroeg stadium hun baten realiseren zullen in dit beslissingscriterium beter gerangschikt worden dan projecten die pas later hun baten realiseren.

d. Opbrengstratio

Een ander beslissingscriterium ligt bij de opbrengstratio. Deze toont de verhouding tussen de netto actuele waarde en de initiële investeringskost. De opbrengstratio heeft als voordeel ten opzichte van de kosten baten verhouding dat de netto sociale baten voor een gegeven investeringsbudget worden gemaximaliseerd. In de kosten baten ratio van een SKBA worden de sociale baten gemaximaliseerd gegeven de sociale kosten. De idee achter de opbrengstratio is om zoveel mogelijk sociale

baten te genereren met een bepaald beperkt budget. De opbrengstratio brengt daarvoor enkel de initiële investeringskost in rekening, en bijvoorbeeld niet de budgetten voor onderhoud. Dit vormt een belangrijk aandachtspunt bij het rangschikken van projecten op basis van een PI opbrengstratio. Daar de keuzes wel eens zwaar zouden kunnen gaan wegen op toekomstige budgetten, juist omdat er in de oorspronkelijke keuze enkel rekening wordt gehouden met de investeringskost. Maatregelen of projecten met een geringe investeringskost, maar een hoge kost gedurende de looptijd van het project, worden daardoor bevoordeeld ten opzichte van andere projecten met een hogere investeringskost bij de start maar geringere kosten gedurende hun looptijd (De Brucker et al, 1998).

$$\text{Opbrengstratio} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{IC_0}$$

B_t = sociale baten op tijdstip t

C_t = sociale kosten op tijdstip t

i = sociale discontovoet

t = relevante tijdsperiode

n = looptijd van het project of de maatregel

IC_0 = initiële investeringskost (op tijdstip $t=0$)

e. Terugverdientijd

De terugbetaalperiode is de tijd waarna de verdisconteerde baten gelijk zijn aan de verdisconteerde kosten, of eenvoudig gezegd de periode die nodig is om met de baten van de maatregel de kosten van de maatregel terug te verdienen. Er wordt in dit beslissingscriterium dan op zoek gegaan naar de tijdsduur waarop de verdisconteerde baten gelijk zijn aan de verdisconteerde kosten. De terugbetaalperiode wordt uitgedrukt in de volgende formule:

$$\sum_{t=1}^{n^*} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

B_t = sociale baten op tijdstip t

C_t = sociale kosten op tijdstip t

i = sociale discontovoet

t = relevante tijdsperiode voor het project

n^* = te zoeken tijdsduur

Het grote nadeel van de terugbetaalperiode als beslissingscriterium is dat deze geen rekening houdt met de kosten en baten die optreden na de periode, dus na het tijdstip n^* . Op die manier wordt een project of maatregel dat snel baten kan genereren bevoordeeld op een maatregel of project die dat pas na een langere periode doet. Zo kunnen er strategisch sterk verkeerde keuzes gemaakt worden,

waarbij projecten of maatregelen met zeer hoge baten links blijven liggen omdat ze die baten slechts realiseren na het tijdstip n^* .

f. Besluit evaluatiecriteria

Afhankelijk van de situationele context kan er een geschikt beslissingscriterium gekozen worden (De Brucker et al, 1998). Men kan echter concluderen dat de NCW en de baten-kosten ratio de best te hanteren beslissingscriteria zijn voor het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen in een sociale kosten-batenanalyse. Aangezien er in verkeersveiligheid kwantitatieve beleidsdoelstellingen²⁴ worden gehanteerd, kan men de maatregelen zo kiezen, zodat de taakstelling gezamenlijk wordt gerealiseerd tegen minimale kosten. Door enkel te kijken naar doden en gewonden, verwaarloost men echter de mobiliteitseffecten en milieueffecten. Toch moeten deze effecten meegenomen worden in de SKBA. Naast het bereiken van de vooropgestelde doelstellingen moet men streven naar een positieve netto contante waarde. Indien er voor een maximum budget wordt gekozen moet men ofwel kiezen voor de hoogste veiligheidseffecten, ofwel voor de hoogste maatschappelijke rendementen (Wesemann & Devillers, 2004). Het is echter goed mogelijk dat de maatregelen met de hoogste veiligheidseffecten ook tot de hoogste maatschappelijke rendementen komen.

3.1.7 *Sensitiviteitsanalyse*

In een SKBA zitten vele onzekerheden en risico's²⁵ waarmee ook rekening moet gehouden worden, voornamelijk bij ex-ante evaluatie, maar ook bij ex-post beleidsevaluatie. De effectschattingen van de maatregelen, duur van de effecten, onderregistratie van de verkeersongevallen, de waardering van immateriële effecten, etc. Met deze onzekerheden moet rekening gehouden worden in de berekeningen. Het verdient dan ook aanbeveling om een aparte paragraaf op te stellen waarin de verschillende risico's benoemd worden, waarbij ook dieper wordt ingegaan op hun impact op de resultaten van de SKBA. Daarnaast moet er aangegeven worden hoe deze risico's gewaardeerd kunnen worden. Dit kan bijvoorbeeld door het verhogen van de discontovoet met een bepaald percentage²⁶. Men kan ook aan de hand van scenarioanalyses werken of kunnen andere waarden (schattingen)²⁷ gehanteerd worden. In elk van deze gevallen moet men zich steeds de vraag stellen in welke mate het maatschappelijke rendement verandert, respectievelijk als de discontovoet stijgt met een bepaald percentage of wanneer bijvoorbeeld de investeringskosten met een bepaald percentage zouden stijgen. Er kan best ook een gewicht gegeven worden aan de kosten en baten. In functie van de spreiding van het risico dat ze al dan niet worden opgelopen²⁸. Op deze manier kan men nagaan welke alternatieven rendabel blijven in moeilijke omstandigheden. Er moet ook aandacht besteed worden aan de

²⁴ Maximaal nog 378 doden en dodelijk gewonden in 2010 of een reductie met meer dan 50% t.o.v. 1999; Maximaal nog 3250 zwaar gewonden in 2010 of een reductie met meer dan 50% t.o.v. 1999; Maximaal nog 55 doden en dodelijk gewonden per 1.000.000 jongeren onder de 26 jaar i.p.v. 143,5 in 1999; -Maximaal nog 57 licht gewonden per 100 miljoen voertuigkilometer i.p.v. 78,4 in 1999 (Vlaamse Regering, 2001).

²⁵ Indien men de kans weet over het behalen van een bepaalde uitkomst (een bepaalde reductie in ongevallen), dan wordt er gesproken van een risico. Indien men geen informatie heeft over de kans waarmee een bepaalde uitkomst zich voordoet, wordt er gesproken van onzekerheid.

²⁶ De Brabander (2005) beveelt aan om een discontovoet van 15% te hanteren in de sensitiviteitsanalyse.

²⁷ Er bestaan bijvoorbeeld zeer uiteenlopende waarden voor de waarde van een statistisch mensenleven.

²⁸ Een effect dat ver in de toekomst ligt, krijgt dan een lager gewicht dan een effect dat eerder plaatsvindt aangezien men meer onzekerheid heeft over het toekomstige effect.

beleidsdoelstellingen, taakstellingen en belangen van de stakeholders (Wesemann & Devillers, 2002; De Brabander, 2005).

3.1.8 Combinatie van meerdere verkeersveiligheidsmaatregelen

Tot nu toe ging men er steeds vanuit dat er slechts één alternatief werd uitgevoerd om het probleem op te lossen. Er zijn vaak verschillende alternatieven en deze kunnen ook gecombineerd worden. Men kan bijvoorbeeld onbemande camera's plaatsen aan een kruispunt en tegelijkertijd de maximumsnelheid beperken. Er kunnen drie types van combinaties onderscheiden worden, namelijk de onafhankelijke projecten, de wederzijds exclusieve projecten en algemeen interdependente projecten (De Brabander, 2005).

a. Onafhankelijke projecten

Men spreekt van onafhankelijke projecten wanneer de uitvoerbaarheid van het project, met haar bijhorende kosten en baten, niet afhankelijk zijn van andere projecten. Er kan dus gekozen worden voor een combinatie van projecten of voor slechts één project, zonder dat dit een impact heeft op de mogelijkheden van een ander project (Blauwens, 1988). Men tracht een zo groot mogelijk verschil tussen maatschappelijke kosten en baten te bekomen, rekening houdende met het beschikbare (investerings)budget. De NCW van een project i wordt voorgesteld aan de hand van Y_i , x_i is een dummyvariabele die bepaald of het project al dan niet wordt uitgevoerd²⁹. Indien een maatregel gedeeltelijk kan uitgevoerd worden, kan de waarde van x_i variëren tussen 0 en 1. Er is ook een beperkende voorwaarde gekoppeld aan de welvaartsmaximalisatie Z door investeringen in verkeersveiligheid. De som van de investeringskosten C_i mogen het beschikbare budget C niet overstijgen. De volgende twee formules komen hieruit voort:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^L Y_i x_i \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^L C_i \leq C \quad (2)$$

Z = Maatschappelijke waarde

C = beschikbare budget

C_i = investeringskost alternatief i

L = de verschillende alternatieven

$i = 1, \dots, L$

$x = 0$ of 1 . Bij gedeeltelijke uitvoering van een project: $0 \leq x \leq 1$

Om de maximale maatschappelijke welvaart te bekomen van de combinatie van alternatieven moeten volgende stappen overlopen worden (De Brabander, 2005).

²⁹ $x=1 \rightarrow$ project wordt uitgevoerd, $x=0 \rightarrow$ het project wordt niet uitgevoerd.

- (a) bereken voor elk project de opbrengstratio³⁰, waarmee men het rendement per geïnvesteerde euro berekent.
- (b) Elimineer de projecten met een negatieve opbrengstratio
- (c) Rangschik de overblijvende projecten naar dalende opbrengstratio
- (d) Bepaal de gecumuleerde budgetbehoefte van die projecten
- (e) Stop met uitvoeren wanneer de gecumuleerde kapitaalbehoefte het budget bereikt

Uit onderstaande tabel blijkt waarom men de opbrengstratio dient te gebruiken in plaats van de NCW bij de vergelijking van onafhankelijke projecten.

Tabel 8: Beslissingscriterium bij vergelijking van onafhankelijke projecten

| Project | NCW (1) | Budget- behoefte (2) | Opbrengstratio = (1) / (2) |
|---------|------------|-------------------------|-------------------------------|
| A | 100 | 100 | 1 |
| B | 60 | 50 | 1,2 |
| C | 90 | 50 | 1,8 |

Bron: Vertonghen en Van Rompuy, p.93 in de Brabander (2005)

Afgaande de NCW zou er voor project A gekozen worden. De combinatie van B en C is echter een betere keuze. De budgetbehoefte is gelijk, maar de NCW is 50% hoger bij de combinatie van B en C (60 + 90) dan bij alternatief A (100).

b. Wederzijds exclusieve projecten

Bij dit soort projecten wordt door de keuze van het ene project het andere project uitgesloten. Bij het heraanleggen van een ongeregeld kruispunt heeft men de keuze tussen een geregeld kruispunt (met verkeerslichten) OF de aanleg van een rondpunt OF de aanleg van een verkeersplateau. Een combinatie van meerdere alternatieven is hier uitgesloten. Er zal dan moeten gekozen worden voor het meest optimale alternatief om de maatschappelijke rentabiliteit te maximaliseren (1). Er zal echter moeten rekening gehouden worden met het beschikbaar gestelde budgetten (2) en met het feit dat er slechts één variant in aanmerking kan komen (3). Waarden kleiner dan 0 zijn uitgesloten (4).

$$Max Z = \sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^{K_i} Y_{ik} X_{ik} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^L \sum_{k=1}^{K_i} C_{ik} X_{ik} \leq C \quad (2)$$

³⁰ Opbrengstratio = $\frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{IC_0}$

$$\sum_{k=1}^{K_i} X_{ik} \leq 1 \quad (3)$$

$$X_{ik} \geq 0 \quad (4)$$

Z = de functie van variabelen X_{ik}

K_i = aantal varianten van project i

Y_{ik} = NCW van variant k van project i, op voorwaarde dat andere varianten van project i niet uitgevoerd worden.

X_{ik} = variabele die 0 is als variant k van project i niet wordt uitgevoerd en die 1 is als men deze variant wel uitvoert.

C = totaal beschikbaar budget

C_{ik} = investeringskost van variant k van project i

L = de verschillende alternatieven

$i = 1, \dots, L$

$k = 1, \dots, K_i$

Net als bij de onafhankelijke projecten moeten er enkele stappen ondernomen worden, opdat het meest geschikte alternatief.

- (a) bereken voor elk project de opbrengstratio
- (b) Verwijder de projecten waarvan geen enkele variant een positieve opbrengstratio vertoont
- (c) Rangschik de overblijvende projecten naar dalende opbrengstratio
- (d) Bepaal een minimaal vereiste opbrengst λ . Deze waarde zal de beslaglegging op het budget bepalen en geeft aan wat het rendement kan zijn van het overgebleven budget³¹.
- (e) Bepaal de uit te voeren projecten als diegene die één variant hebben met een opbrengstratio van ten minste λ en rangschik deze in dalende volgorde.
- (f) Indien een project meerdere varianten heeft, kies de variant waarvoor de uitdrukking $(Y_{ik} - \lambda C_{ik})$ de hoogste waarde aanneemt.
- (g) Kijk de budgetbehoefte na. Indien de budgetbehoefte te hoog is, dan kan gekozen worden voor een hogere waarde van λ en herbegint bij (d).

c. Algemeen interdependente projecten

Projecten kunnen ook onderling afhankelijk zijn. De projecten zullen hierbij elkaar beïnvloeden. Het kan namelijk zijn dat door de investering in een bepaald project de kosten voor een extra project doet dalen. Denk maar aan het afsluiten van een rijstrook op de autosnelweg voor de installatie van onbemande camera's en het aanbrengen van nieuwe vangrails. Door deze samen uit te voeren, zullen de kosten om een rijstrook af te sluiten gehalveerd worden, wat een invloed heeft op de maatschappelijke rentabiliteit van de maatregelen. Het meest efficiënte is om de projecten te herleiden tot wederzijdse exclusiviteit (zie vorige paragraaf). De maatschappelijke rentabiliteit van project A met B, A zonder B en B zonder A moeten dan achterhaald worden (Blauwens, 1998).

³¹ En hoge λ zal het te gebruiken budget verminderen, een lage λ zal het noodzakelijke budget verhogen

3.2 Stappen in een kosteneffectiviteitsanalyse

De kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) kan men bezien als een variant van de kosten-batenanalyse met dit verschil dat bij de KEA niet alles in geld gedrukt moet worden. In een KEA neemt men de verhouding van een effect van de maatregel en het gependeerde budget. Een kosteneffectiviteitsanalyse levert dus slechts één rangorde op (Wijnen, 2008). In de context van verkeersveiligheid evalueert het slechts de verkeersveiligheid van de maatregel. Veelal zal dit het aantal vermeden slachtoffers (doden en/of gewonden) of ongevallen zijn, maar dit hoeft niet altijd. In een verkeersveiligheids campagne zal men eerder geneigd zijn om bij de evaluatie na te gaan hoeveel personen er bereikt zijn met de campagne (=effect) of indien men meer gericht wil werken kan men bijvoorbeeld bij een verkeersveiligheids campagne dat het helmgebruik bij fietsers stimuleert wil evalueren aan de hand van een KEA, kan men kijken in welke mate de campagne heeft bijgedragen tot het (extra) dragen van fietshelmen. In het vervolg van het rapport zal het aantal slachtofferreducties gehanteerd worden dat een maatregel met zich meebrengt, aangezien dit de basisdoelstelling is van alle verkeersveiligheidsmaatregelen. Wanneer men naast de effectiviteit van de maatregel de kostprijs van de maatregel weet, kan men de KEA-ratio berekenen en vergelijken met andere maatregelen (Delhomme et al, 2009). Men kan twee soorten kosteneffectiviteitsanalyses onderscheiden. Deze die kostenminimalisatie nastreeft en deze die effectmaximalisatie beoogt. In het eerste geval wordt er nagegaan welke maatregel zo efficiënt mogelijk kan worden gerealiseerd, gegeven een bepaalde omvang van de beoogde maatschappelijke effecten. Bij effectmaximalisatie wordt, gegeven de middelen, gekeken naar hoe de beoogde maatschappelijke effecten tot stand kunnen gebracht worden (Wesemann, 2002; Ampe et al, 2008). Er kan in de kosteneffectiviteitsanalyse enkele stappen onderscheiden worden die niet toevallig gelijkaardig verlopen aan deze van de SKBA (De Brucker, 1998; Schoon et al, 2000; Petiti, 2000; Ampe et al, 2008).

3.2.1 Opstellen alternatieven

Bij het ex-ante evaluatieonderzoek zullen de alternatieven nog opgesteld moeten worden. Het bepalen van de alternatieven verloopt analoog als bij de SKBA. Bij ex-post evaluatie dient deze stap niet uitgevoerd te worden.

3.2.2 Identificeren en kwantificeren van de effecten

Aangezien er als effect de slachtofferreducties worden verondersteld kunnen we een effect als volgt definiëren: "de verandering van het aantal verkeersslachtoffers als gevolg van de betreffende maatregel" (Schoon et al, 2000). Voor het identificeren van de effecten kan er net als bij de SKBA ook bij de KEA een effectenoverzicht opgesteld worden met dat verschil dat er bij de KEA slechts 1 soort effect kan opgenomen worden in de analyse. Hier de slachtofferreductie. Indien men andere effecten wil bekomen is de werkwijze analoog³². Er dient een onderscheid gemaakt te worden tussen ex-ante en ex-post evaluatie bij het uitvoeren van een KEA aangezien men bij de ex-ante evaluatie zal werken aan de hand van geschatte percentages of ramingen van de maatregel uit de literatuur. Bij de ex-post analyse heeft men de effecten daadwerkelijk kunnen monitoren en kan men aan de hand van deze cijfers de evaluatie uitvoeren. Puntje A en B zijn voor

³² Indien men de ongevallenreducties wenst te bepalen, kan men gebruik maken van CESaM. Een tool dat daarvoor speciaal ontwikkeld werd (Van Geirt et al, 2004).

het evalueren van individuele projecten. In puntje C gaan we dieper in op het ex-ante evalueren van een programma dat meerdere individuele projecten omvat in een bepaalde regio. Dit wordt besproken aan de hand van een voorbeeld.

a. Effectbepaling ex-ante

Om de slachtofferreductie ex-ante te bepalen voor een individueel project moet men over volgende gegevens beschikken: de schatting van de effectiviteit van de maatregel en het aantal doden (en/of gewonden afhankelijk van de doelstelling van de evaluatie) voor het instellen van de maatregel. Voor de schatting van de effectiviteit van de maatregel kan men uitgaan van een soortgelijke maatregel waarvan de effectiviteit ervan reeds is bestudeerd in de literatuur. Indien men geen cijfers beschikbaar heeft, zal de effectiviteit geschat moeten worden. Daarnaast dient men het aantal doden voor de maatregel zien te bemachtigen. Het product van deze twee factoren bepalen dan het (ex-ante) effect van de in te voeren maatregel:

$$E(\text{effectiviteit in \%}) \times \# \text{ slachtoffers voor maatregel} = E(\text{slachtofferreductie})$$

b. Effectbepaling ex-post

Voor de ex-post bepaling van de effecten dient men ofwel een voor-nameting uit te voeren, ofwel een met-zonder benadering ofwel een combinatie van de twee eerst genoemden (Van Malderen et al, 2009). Stel dat men werkt aan de hand van een voor-nameting, dan zal de slachtofferreductie bepaald worden door het oorspronkelijke aantal doden te verminderen met het huidige aantal verkeersdoden. Bij een met-zonder benadering zal men het aantal doden op plaats A (zonder maatregel) moeten verminderen met het aantal doden op plaats B (met maatregel).

c. Ex-ante effectbepaling van een programma

Stel dat er in Vlaanderen zeer veel ongevallen gebeuren op kruispunten en dat men daarvoor een programma wil opstellen dat de gevaarlijke kruispunten moet omzetten naar (veiligere) ronde punten. Men wil dit evalueren aan de hand van KEA. Om de evaluatie uit te voeren dient men enkele stappen te ondernemen (Schoon et al, 2000):

◆ **Raming effectiviteit maatregel**

Eerst en vooral dient er weer een schatting gedaan te worden van het effect van de maatregel. Stel dat uit bestaand onderzoek blijkt dat er gemiddeld 40% minder verkeersdoden zijn door het omvormen van een kruispunt naar een rotonde, dan is deze 40% een schatting van de effectiviteit van de maatregel.

◆ **Probleemomvang in aantal slachtoffers**

Vervolgens dient men de probleemomvang te bepalen. Men mag niet het totaal aantal doden van de regio hanteren om de slachtofferreductie op te berekenen. Men moet het aantal slachtoffers specifiek bepalen, namelijk (in ons voorbeeld) het aantal , dat op kruispunten gevallen zijn. De probleemomvang moet correct gedefinieerd worden. Indien men bijvoorbeeld een maatregel wil evalueren die het aantal slachtoffers bij jonge bestuurders

moet terugdringen, zal men ook moeten bepalen of de passagiers uit de betreffende personenauto's worden meegerekend en de slachtoffers van de tegenpartij. Stel dat er 100 dodelijke ongevallen zijn gebeurd op kruispunten³³.

◆ **Omvang uitvoering van het programma**

Wegens budgettaire beperkingen kan men niet alle kruispunten tegelijkertijd omvormen naar een rotonde. Bepaalde gevaarlijke kruispunten zullen zelfs aan de hand van andere maatregelen aangepast worden. Als gevolg zal slechts een bepaald percentage van de gevaarlijke kruispunten aangepakt worden door het programma. Het zou dan ook verkeerd zijn om de totale slachtofferreductie in rekening te brengen van een programma dat niet alle kruispunten heeft omgevormd naar rotondes. Daarvoor wordt er rekening gehouden met de uitvoering van het programma in termen van omvang. Indien deze 50% bedraagt, wil dit zeggen dat 50% van de kruispunten voorzien worden van een rotonde. Indien het programma is opgesplitst in verschillende fasen, kan men, door rekening te houden met de omvang van uitvoering van het programma, de verschillende fasen van het programma met elkaar vergelijken.

◆ **Besparing aantal slachtoffers**

Nu kan de totale besparing van het aantal slachtoffers berekend worden als gevolg van het (deels uitgevoerde) programma. De besparing van het aantal slachtoffers is het product van de raming van de effectiviteit van de maatregel, de probleemomvang in aantal slachtoffers en de omvang van de uitvoering van de maatregel.

| |
|---|
| $\text{Raming effectiviteit maatregel} \times \text{probleemomvang \# slachtoffers} \times \text{omvang uitvoering maatregel} = \text{Besparing aantal slachtoffers}$ |
|---|

Eerder hebben we gesteld dat de raming van de effectiviteit van de maatregel in ons voorbeeld 40% bedraagt. De probleemomvang 100 slachtoffers en de omvang van de uitvoering van de maatregel 50%. De besparing van het aantal verkeersslachtoffers is dan 20 (= 0,40 x 100 x 0,50).

d. Effectbepaling van maatregelenpakketten

Er werd hierboven de effecten van een individuele maatregel of een programma. Bij een maatregelenpakket kunnen er echter overlappende effecten zijn. Indien men in een maatregelenpakket bijvoorbeeld zowel een omvorming van kruispunten naar rotonden doorvoert als een snelheidslimiet introduceert op de banen waar deze gevaarlijke kruispunten zich bevinden, dan zullen beide maatregelen een effect hebben op de verkeersveiligheid. Beide individuele effecten optellen mag men echter niet doen. Het effect van de rotondes zal namelijk afnemen door de snelheidslimiet. Daarom moet men de "overlappende effecten" corrigeren. De correctie houdt in dat het aantal slachtoffers dat met één maatregel bespaard wordt, steeds in mindering wordt gebracht op het aantal slachtoffers onder de

³³ Indien men met gewonden werkt, zal men ook rekening moeten houden met de ophoogfactoren die gebruikt worden.

probleemomvang van de andere maatregel. In ons eerder gegeven voorbeeld moet men de 100 doden verminderen met de besparing van het aantal slachtoffers, namelijk 20. Zo komen we aan een totaal aantal verkeersdoden van 80. Vervolgens is het aantal slachtoffers dat gespaard wordt door een vermindering van de snelheidslimiet gelijk aan 8 en wordt van de overige 80 verkeersdoden getrokken, zodat er slechts 72 verkeersdoden blijven. Dit aantal van acht is als volgt bepaald. Van uitgaande dat een snelheidslimiet op een bepaald type weg het aantal verkeersslachtoffers met 10% doet dalen en rekening houdend met een overlap van 50% voert men volgende berekening uit: $(100 - 0,5 * 20) * 0,1 = 8$.

3.2.3 *Identificeren en monetariseren van de kosten*

De maatschappelijke kosten moeten berekend worden over de gehele levensduur van de maatregel. De kosten zijn alle opgeofferde middelen die nodig zijn om een maatregel tot stand te brengen. De opgelopen kosten zijn zowel invoeringskosten, zoals voorbereidingskosten, aanleg om de maatregel in werking te laten treden, als operationele kosten, zoals exploitatiekosten en onderhoudskosten om de maatregel in werking te houden. Daarnaast moet er ook nog rekening gehouden worden met de indirecte kosten, onvoorziene en diverse kosten. Voor infrastructuurwerken hanteert Schoon et al (2000) 15% engineeringkosten, 20% indirecte kosten, 3% diverse kosten en 15% onvoorziene kosten. Betalingen die uitsluitend een transfer zijn van geld tussen partijen worden buiten beschouwing gelaten. Daardoor worden belastingen en geldboeten niet opgenomen. Deze zorgen enkel voor een herverdeling van het vermogen. De uitgave van de ene partij vallen weg tegen de inkomsten van de andere. In een maatschappelijke analyse hebben deze dus een nuleffect. Voor de berekening van de invoeringskosten en exploitatiekosten verwijzen we naar de SKBA. Tevens werden er in Schoon et al (2000) voor tientallen maatregelen de kosten ervan gemonetariseerd.

Wanneer er verschillende alternatieven worden vergeleken met elkaar, dan zullen de opgelopen (invoerings -en operationele) kosten in de verschillende alternatieven hoogst waarschijnlijk niet samenvallen. Door de kosten te verdisconteren kan men dit probleem van spreiding van de kosten in de tijd oplossen. Men hanteert vaak een discontovoet van 4% per jaar. Een zelfde redenering gaat op bij de niet-monetariseerbare effecten. Daarbij kunnen de absolute cijfers met elkaar vergeleken worden, maar men kan beter de effecten terugbrengen naar hun actuele "waarde". De consequentie hiervan is dat een slachtofferbesparing minder zwaar doorweegt naarmate die verder in de toekomst ligt. Dit kan gebeuren op een analoge manier als bij de financiële discontering (Wesemann, 2002).

3.2.4 *Beslissingscriterium en rangschikking*

De kosteneffectiviteit wordt beïnvloed door de kosten van de maatregel en de effecten ervan. Ter bepaling van de kosteneffectiviteitsverhoudingen worden de kosten van de maatregel dan ook vergeleken met de effecten die ze teweeg brengen. Op deze manier kan de kost per vermeden verkeersslachtoffer bepaald worden. Hoe lager de ratio, hoe beter de maatregel scoort op de doelstelling (effect) of anders gezegd kosteneffectiever de maatregel is. Bij een gelijke kosteneffectiviteit zal er nader onderzoek moeten gedaan worden. Men mag niet zomaar de maatregel met het grootste effect de voorkeur geven. Mogelijk kan men door het uitvoeren van meerdere maatregelen, die individueel een mindere K/E-score behalen, een hogere kosteneffectiviteit bekomen. Dit doordat het totale budget niet is opgebruikt (Ampe et al, 2008).

De kosteneffectiviteit van de maatregel en de daarbij horende effecten en kosten hangen af van de werkingsduur van de maatregel en de spreiding van de kosten over één of meerdere jaren. Maatregelen met een lange levensduur hebben vanzelf een lange werkingsduur, maar er bestaan ook maatregelen met een korte levensduur die gedurende meerdere jaren effecten kunnen voortbrengen. Denk maar aan een rijopleiding. Daarnaast kunnen de kosten in één jaar opgelopen worden of gespreid zijn over verschillende jaren of zelfs de duurtijd van de maatregel. Deze hebben ook hun invloed op de kosteneffectiviteit van de maatregel. Er bestaan volgende typen tijdsprofielen (Schoon et al, 2000): De bijhorende jaren zijn illustratief.

1. Kosten vallen in jaar J, evenals effecten, bijvoorbeeld politietoezicht.
2. Kosten vallen in jaar J, effecten met ingang van J tijdens de gehele levensduur tot J+29, bijvoorbeeld een rotonde.
3. Kosten gespreid in jaren J tot J+3, effecten met ingang van openstelling in J+4 tijdens de hele levensduur tot J+34. Bijvoorbeeld aanleg tracé van een snelweg.
4. Combinatie van b en c: investering is geleidelijk, evenals toename van effecten. Bijvoorbeeld implementatie verkeersveiligheidsplan.

Laten we de KEA nu eens aan de hand van een voorbeeld illustreren. Er wordt in een regio een rotondeprogramma gestart met een werkingsduur van 30 jaar. Jaarlijks wordt er één miljoen euro geïnvesteerd aan het aanleggen en onderhouden van rotondes. Uit de bepaling van de effecten blijkt dat er een slachtofferreductie mee gepaard gaat van twee mensenlevens per jaar. Men moet nu zowel de investeringskost als het aantal vermeden verkeersdoden contant maken door dit te verdisconteren over een periode van 30 jaar aan een discontovoet van 4%. We bekomen zo een waarde van 36 vermeden slachtoffers op een periode van 30 jaar en een investeringskost van 17,98 miljoen euro. Om de KEA te berekenen dienen we deze 17,98 miljoen euro te delen door het aantal actuele vermeden verkeersslachtoffers, namelijk 36. Het quotiënt bedraagt 0,499 miljoen per vermeden slachtoffer. Er moet dus 500.000 euro geïnvesteerd worden in ons voorbeeld om een slachtoffer te vermijden.

3.2.5 *Sensitiviteitsanalyse*

Het doel van een sensitiviteitsanalyse, bij een KEA, is om na te gaan in hoeverre de assumpties het eindresultaat beïnvloeden. Men kan bijvoorbeeld uitgaan van andere omvang van de maatregel, effectiviteitspercentages, overlappingspercentages etc. Hiertoe dienen de berekeningen opnieuw uitgevoerd en de alternatieven opnieuw gerangschikt worden (Petiti, 2000).

3.2.6 *Besluit*

De kosteneffectiviteit verschaft inzicht in de kosten die gemaakt dienen te worden om 1 slachtoffer te besparen. Dit is een indicator om maatregelen te kunnen rangschikken op hun efficiëntie voor het verbeteren van de verkeersveiligheid. De KEA is een geschikte evaluatiemethode om vast te stellen welke maatregel of maatregelenpakket dient uitgevoerd te worden binnen een gegeven budgettaire beperking. De KEA is een praktisch eenvoudig toe te passen methode aangezien de niet-monetaire effecten niet

dienen gemonetariseerd te worden wat veel tijd en geld uitspaart. Anderzijds zijn er bij de KEA enkele nadelen aan verbonden. Doordat men in bovenstaande bespreking enkel rekening hield met de verkeersdoden is er een onderschatting van de verkeersveiligheidseffecten. Namelijk de zwaargewonden, lichtgewonden en ongevallen met uitsluitend materiële schade. Om een totaal beeld te krijgen zouden deze effecten ook moeten opgenomen worden in de KEA. De niet-veiligheidseffecten, zoals mobiliteit en milieu, blijven bij de KEA zoals hierboven besproken buiten beschouwing. Dit heeft ook zijn weerslag op de toe te rekenen kosten. De aanleg en onderhoud van infrastructurele voorzieningen hebben namelijk ook hun invloed op milieu en mobiliteit. Als gevolg is er een onderschatting van de baten en een onderschatting van de kosten in een KEA. Als alternatief zou men aan de hand van een verdeelsleutel de kosten exclusief kunnen laten toerekenen aan verkeersveiligheid. Of de mobiliteitseffecten en veiligheidseffecten ook mee opnemen in de analyse (Schoon et al, 2000; Petiti, 2000; Ampe et al, 2008).

3.3 Stappen in een multi-criteria analyse

Bij een multi-criteria ex-ante evaluatieanalyse (MCA) of een multi-criteria decision aid (MCDA) worden alle effecten van de maatregel op een gestructureerde manier in rekening gebracht. In onze huidige maatschappij dienen steeds complexere beslissingen gemaakt te worden. Een beslissing op een bepaald domein (verkeersveiligheid) is verweven met andere domeinen (milieu en mobiliteit) zoals er reeds werd aangetoond in figuur 4 (p. 22) (ECORYS, 2002a). Bovendien moet de beleidsnemer het gekozen beleid verantwoorden bij de verschillende actoren. De MCA helpt de beslissingsnemer bij het gestructureerd en transparant samenbrengen van alle gegevens. Dit is nodig doordat de mens gebonden is aan een cognitieve capaciteit³⁴ en de problemen steeds complexer worden (Miller, 1956). Bij deze beslissingstool worden de alternatieven geëvalueerd op basis van verschillende criteria. Een criterium dat een standaard is om een beslissing te maken. Elk alternatief wordt dan vergeleken met de andere alternatieven op basis van elk criterium, waardoor men komt tot het meest optimale alternatief. Om de gewichten te bepalen kan er gebruik worden gemaakt van aggregatiemethoden. Er bestaat een enorme waaier aan aggregatiemethoden (Ampe et al, 2008a). Het voordeel van de MCA is dat de niet-monetaire effecten in geld hoeven gedrukt te worden. Er zijn niet alleen voordelen aan de MCA-techniek. Naast de individuele zwakten dat elke aggregatiemethode heeft, (Ampe et al, 2008a) formuleert Tsamboulas et al (1999) nog twee algemene tekortkomingen (Geudens et al, 2009).

- Doordat er zoveel criteria worden opgenomen, is de kans op een conflict groot. Er bestaat dan geen oplossing om de verschillende criteria tegelijkertijd te optimaliseren. De beslissingsnemer moet dan tevreden zijn met een suboptimale oplossing.
- De dominante relatie tussen de criteria is ook niet altijd duidelijk. Een bepaald alternatief kan hoog scoren op criterium a en laag op criterium b. Een ander alternatief scoort net het omgekeerde. Dit zal leiden tot onzekerheid bij de te verkiezen alternatieven.

Net als de SKBA vervangt MCA de beslissingsnemer niet. Het levert enkel belangrijke informatie aan over de impact van de verschillende alternatieven op de vooraf bepaalde

³⁴ Men kan niet oneindig veel informatie verwerken

criteria. Voornamelijk bij conflicterende criteria zal de beleidsnemer de knoop nog zelf moeten doorhakken (Geudens et al, 2009; Ampe et al, 2008a).

Net als bij de SKBA en de KEA moeten er eerst nog enkele stappen doorlopen worden van het beleidsproces (probleemstelling, doel van de evaluatie, evaluatiedesign, ...) voordat men aan de eigenlijke evaluatie kan komen. Deze evaluatie heeft enkele basisstappen, ondanks de verschillende MCA technieken, die hieronder in detail besproken worden. Men kan binnen de MCA twee fasen onderscheiden: de analytische of constructiefase en de synthetische of exploitatiefase. In de eerste fase wordt het probleem analytisch uit elkaar gehaald. De MCA is daarom ook een instrument met een sterk descriptief, structurerend karakter voor de besluitvormer. Er wordt een verzameling van te overwegen alternatieven (projecten, maatregelen, acties, strategieën) opgesteld, samen met criteria waarop de alternatieven worden beoordeeld. Deze criteria kunnen dan nog eens naar hun belangrijkheid gewogen worden. Er wordt aan de hand van deze gegevens een model opgesteld, met als resultante een evaluatiematrix. In de synthetische fase, wordt het model als het ware geëxploiteerd. De evaluatiematrix wordt 'opgelost' aan de hand van aggregatietechnieken. Deze aggregatie of ook wel synthese kan gedeeltelijk, volledig of interactief verlopen, naargelang de MCDA methode. Uiteindelijk vloeit uit deze multi-criteria aggregatie procedure (MCAP) een 'oplossing' voor het probleem. Deze oplossing kan een keuze zijn voor het beste alternatief (of een deelverzameling van beste alternatieven), een classificatie in aanvaardbare, niet-aanvaardbare en misschien aanvaardbare alternatieven, een rangschikking van de alternatieven of een loutere beschrijving van de alternatieven. De rangschikking van alternatieven kan daarenboven volledig of onvolledig zijn. Onvolledige rangschikkingen komen voor wanneer de methode toelaat dat er criteria onvergelijkbaar blijven, een volledige synthese van alle criteria is dan onmogelijk. In totaal bestaat een MCA uit zes chronologische stappen (Ampe et al, 2008a & Debrucker et al, 1998). De constructiefase bestaat uit vier stappen, de exploitatiefase uit twee (Geudens et al, 2009):

3.3.1 De analyse en het definiëren van het probleem

In deze eerste stap gaan experts – diegenen die vertrouwd zijn met het probleem en de evaluatie uitvoeren - en beslissingsnemers – die de eindbeslissing nemen op basis van de MCA - het probleem analyseren. Hierbij zal men de verschillende gevolgen van het probleem in kaart brengen en zal men reeds de MCA methode uitkiezen (Ampe et al, 2008a; Moffet et al, 2006; Macharis, 2000; Tsamboulas et al, 1999).

3.3.2 Opstellen van de alternatieven

In de tweede stap dienen de alternatieven opgesteld te worden, die een antwoord kunnen bieden voor het probleem. Deze set van alternatieven zal zoals bij de SKBA bijna nooit compleet zijn, doordat er alternatieven over het hoofd worden gezien of doordat de alternatieven zelfs nog niet bestaan bij aanvang van de evaluatie. In de loop van de evaluatie kunnen er dus nog alternatieven aan worden toegevoegd.

3.3.3 Opstellen criteria, indicatoren en gewichten

Bij het opstellen van de criteria moeten alle relevante elementen (criteria) verzameld worden om de alternatieven te kunnen evalueren en met elkaar te vergelijken in een bepaalde situatie. Men kan twee methoden onderscheiden om de criteria op een

gestructureerde wijze te genereren (De Brucker et al, 1998): de “bottom-up” en “top-down” technieken. Deze laatste techniek vertrekt vanaf het algemene beleidsdoel. Men moet dan dit beleidsdoel opsplitsen in verschillende kleinere objectieven die dan uiteindelijk kunnen teruggebracht worden tot de bepaling van de criteria. De “bottom-up” techniek gaat uit van de potentiële effecten van een bepaalde efficiënte en effectieve maatregel, waarvan het totaaleffect van de maatregel de taakstelling is. Men tracht van hieruit dan de criteria op te stellen. Bij de bottom-up techniek wordt er vanuit een economisch oogpunt naar verkeersveiligheid gekeken, wat natuurlijk zijn gevolgen heeft op de verkeersveiligheid (Ampe et al, 2008a; Geudens et al, 2009).

De indicatoren en gewichten van de criteria zijn ook twee belangrijke aspecten waarmee rekening moet gehouden worden bij het opstellen van de criteria. Indicatoren meten of en in welke mate een alternatief bijdraagt tot een criterium. Ze geven de performantie van het alternatief weer op een bepaald criterium. Een voorbeeld van een kwantitatieve indicator is de reistijd tussen twee punten voor het criterium “reistijd”. Naast kwantitatieve indicatoren kunnen er in een MCA ook kwalitatieve indicatoren opgenomen worden waarbij dan goed, matig of slecht gescoord wordt op een bepaald criterium. Er kunnen ook verschillende indicatoren gehanteerd worden om een zelfde criterium te meten. De gewichten van de criteria dienen ook bepaald worden. Hoe hoger het gewicht, hoe zwaarder het criterium doorweegt in de beoordeling van het alternatief. Ook hier bestaan vele methoden om de gewichten te bepalen: trade-off methode, ranking methode, paarsgewijze, etc. (De Brucker et al, 1998; Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

De tweede en de derde stap in het evaluatieproces van de MCA kunnen omgewisseld worden. De onderzoeker kan dan uitgaan van de alternatieven en van daaruit de criteria bepalen (“alternative-thinking”) ofwel startende van de criteria en van daaruit de alternatieven ontwikkelen (“value-focused-thinking”). Deze methoden kunnen ook gecombineerd worden met de top-down en bottom-up methoden (De Brucker et al, 1998).

3.3.4 Samenstelling evaluatiematrix

In de vierde stap wordt de evaluatiematrix samengesteld. Deze toont de effecten of evaluatie per alternatief per criterium. Het geeft als het ware de voor –en nadelen weer van de alternatieven op de verschillende criteria. Men kan de evaluatiematrix dus zeer goed vergelijken met de effectscorekaart. De constructie van de matrix kan op verschillende manieren gebeuren naargelang de MCA-techniek. Met de evaluatiematrix alleen kunnen er nog geen conclusies getrokken worden, aangezien men dan appels met peren vergelijkt. Daarom moet de evaluatiematrix getransformeerd of geaggregeerd worden. Dit gebeurt in de vijfde stap.

Tabel 9: Effectscorekaart

| | | Alternatieven | | |
|----------------------|----|---------------|-------------|-------------|
| | | A1 | A2 | A3 |
| Beoordelingscriteria | C1 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C2 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C3 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |
| | C4 | Effectscore | Effectscore | Effectscore |

Bron: Minfin, 2003

3.3.5 De aggregatie

In deze voorlaatste stap en eerste synthetische stap wordt de algemene evaluatie gemaakt door een totaal van de relevante effecten en doelstellingen te maken. Voornamelijk door deze stap bestaat er een veelheid aan MCA-methoden, aangezien elke methode de aggregatie op een andere wijze uitvoert. Afhankelijk van de gekozen MCA-methode en de data in de evaluatiematrix, kiest de onderzoeker de meest gepaste aggregatiemethode. Zo kan men een volledige, gedeeltelijke of iteratieve aggregatie doorvoeren. Deze stap is vrij wiskundig en kan worden uitgevoerd aan de hand van softwareprogramma's zoals *decision lab* (PROMETHEE) en *expert choice* (AHP). Uit de informatie die hieruit vloeit kan dan wel een conclusie getrokken worden. Afhankelijk van de gekozen methode wordt er dan een rangschikking van de alternatieven gegeven of wordt er een keuze gemaakt uit deze alternatieven (Macharis et al, 2004; Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.3.6 Implementatie in het beleidsproces

De opname van de algemene evaluatie in de beleidsbeslissing is de laatste stap in de MCA-techniek. Hierbij moet het finale resultaat net als de informatie uit de andere stappen opgenomen worden. Eigenlijk staat deze stap los van de andere stappen, aangezien deze stap eigenlijk al in de beleidsbepaling zit (De Brucker et al, 1998; Geudens et al, 2009).

3.4 Stappen in een multi-actor multi-criteria analyse

De MAMCA, ontwikkeld door Macharis (2004), is gebaseerd op de MCA-techniek, maar heeft een extra voordeel. Het laat immers toe om de verschillende stakeholders te laten participeren aan de evaluatie van bij het begin. Men houdt bij de MAMCA rekening met de criteria van de verschillende stakeholders met betrekking tot de verkeersveiligheidsmaatregel. Dit heeft als voordeel dat er alternatieven zullen gekozen worden waarvoor er reeds draagvlak bestaat, zodat de kans op slagen van de maatregel stijgt. Daarenboven kunnen de stakeholders zelf nog alternatieven aanbrenge. Alternatieven die de onderzoeker mogelijk over het hoofd heeft gezien. De MAMCA biedt ook oplossingen aan voor de kritieken van MCA. Zo wordt en in een MAMCA de interdependentie van criteria vermeden door de bepaling van de criteria en de gewichten te benaderen vanuit stakeholders perspectief. In de MCA moeten de criteria voldoen aan de voorwaarde van onafhankelijkheid. Er mag geen redundantie voorkomen (Ampe et al, 2008a). Door de gewichten te definiëren als de belangrijkheid die de stakeholder hecht aan zijn of haar doelstelling, mag er een interdependentie tussen de criteria blijven bestaan, zolang de stakeholder dit ook laat meespelen in het gewicht dat hij of zij geeft aan die criteria. Op deze manier worden de "dubbels" gecompenseerd. De MAMCA wordt uitgevoerd in zeven stappen gelijkaardig aan die van de MCA (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.4.1 *Definiëren van het probleem en de alternatieven*

De eerste stap bestaat uit enerzijds uit het beschrijven van het probleem en anderzijds uit het identificeren en olijsten van de mogelijke alternatieven. Voor deze eerste stap in de eigenlijke evaluatie kan men gebruik maken van eerder besproken stappen: de probleemstelling en de ontwikkeling en voorselectie van de alternatieven (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.4.2 *Stakeholder analyse*

Bij de tweede stap voert men een stakeholder analyse uit. De stakeholders worden hier geïdentificeerd. De onderzoeker dient de wensen, noden en doelstellingen van de stakeholders diepgaand te onderzoeken om de toekomstige evaluatie te kunnen uitvoeren. Dit is namelijk belangrijk om de alternatieven op een correcte manier te beoordelen. De stakeholder analyse is een hulp om te definiëren welke stakeholders moeten geraadpleegd worden en welke inzichten zeker in het beslissingsproces moeten opgenomen worden. De stakeholders kunnen ook nieuwe alternatieven aanbrengen. Stap 1 en stap 2 zijn dus iteratief (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.4.3 *Definiëren van criteria c en gewichten w*

De keuze en definitie van evaluatiecriteria, de derde stap in de MAMCA, is primair gebaseerd op de aan de oppervlakte gebrachte stakeholder doelstellingen en de aard van de alternatieven. De criteria zijn bijna een directe vertaling van de wensen, noden en doelstellingen van de stakeholders wat een belangrijk verschil is in ten opzichte van de traditionele MCA. In de MAMCA methodologie zijn de criteria voor de evaluatie de doelstellingen van de stakeholders en niet de effecten of impact, zoals gewoonlijk in een MCA. De effecten van de maatregel worden normaal gezien weerspiegeld door de doelstellingen van de stakeholders. Nadat de criteria zijn bepaald, dienen de gewichten gedetermineerd te worden. De gewichten worden bepaald aan de hand van het belang dat iedere stakeholder hecht aan zijn of haar doelstellingen/criteria. De gewichten kunnen nagegaan worden aan de hand van puntenscalen. In praktijk blijkt de paarsgewijze vergelijking uit het AHP zeer bruikbaar en gebruiksvriendelijk te zijn voor het bepalen van de gewichten voor de stakeholder doelstellingen. De procedure uit het AHP zorgt voor een structurering van het probleem in kleinere paarsgewijs te vergelijken subproblemen (Macharis et al, 2004). Er zou in principe ook een gewicht kunnen gegeven worden aan de stakeholders, maar in de MAMCA vertrekt men met gelijke gewichten voor iedere stakeholder, zodat er geen mate van belangrijkheid van stakeholders wordt gegeven. In een sensitiviteitsanalyse (zie stap 6) kan dan nagegaan worden wat het anders verdelen van de gewichten zou betekenen. Op die manier kunnen nieuwe inzichten in het beslissingsproces groeien. Wanneer de overheid één van de stakeholders is, wat meestal het geval is bij de evaluatie van verkeersveiligheidsprojecten, kan men oordelen dat deze stakeholder voor het maatschappelijke standpunt staat. Het zou dan een optie kunnen zijn om steeds dat standpunt te volgen. Een analyse van de andere standpunten, zoals dat van de gebruikers, fabrikanten... zal dan vooral aantonen of dat standpunt aanvaardbaar is voor die groepen of verworpen zal worden en mee het implementatiepad vormgeven (Ampe et al, 2008a, Geudens et al, 2009).

3.4.4 *Indicatoren en meetmethoden*

In deze vierde stap wordt er een indicator opgesteld voor elk criterium. Deze indicatoren meten in welke mate een alternatief bijdraagt tot een criterium. Er moet ook bepaald worden welke schalen er gebruikt zullen worden en of de informatie voor de indicatoren kwantitatief of kwalitatief zijn (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.4.5 *Globale analyse en rangschikking*

Hier gebeurt de eigenlijke evaluatie van de alternatieven. Elk alternatief krijgt namelijk een score op de criteria, bepaald door de indicatoren in de vierde stap. Deze scores dienen dan in een evaluatietabel gegoten worden. Vrijwel iedere MCA methode zoals PROMETHEE, ELECTRE en AHP kan dan de verdere globale synthetiserende evaluatie uitvoeren. Afhankelijk van de gekozen methoden zal er dan tot een rangschikking, beschrijving of tot een aanbevolen keuze gekomen worden. Dit wordt besproken in de volgende stap 6 (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

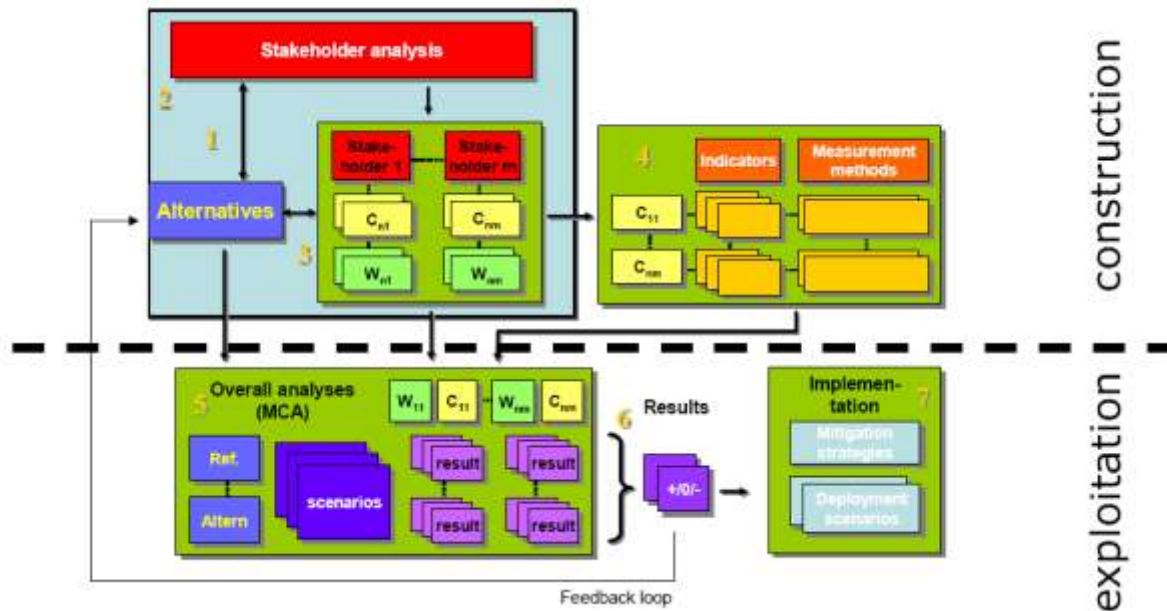
3.4.6 *Resultaten*

In deze stap krijgt de onderzoeker de uitkomsten van de vorige stap. Dit hoeft niet per se de finale uitkomst te zijn. Het is namelijk aangewezen om in deze stap een sensitiviteitsanalyse door te voeren om na te gaan of de resultaten wijzigen wanneer de gewichten voor zowel criteria als stakeholdergroepen veranderen. Belangrijker dan een mogelijke rangschikking is dat de MAMCA de kritische stakeholders en hun doelstellingen in kaart brengt. Deze informatie is een hulp voor de beslissingsnemer in zijn of haar uiteindelijke besluitvorming (Ampe et al, 2008a & Geudens et al, 2009).

3.4.7 *Implementatie*

In de zevende stap onderzoekt men de resultaten verder. Bepaalde alternatieven kunnen direct geïmplementeerd worden, maar het is ook mogelijk dat er bijkomstige alternatieven moeten worden gecreëerd. In dat geval voert men de MAMCA opnieuw uit. Wanneer de beslissing is gemaakt, rest er nog de uitvoering van de beslissing. De informatie vanuit het oogpunt van iedere stakeholder, gewonnen uit de vorige stappen, is een enorme hulp in het bepalen van een implementatiestrategie. Mogelijke nieuwe alternatieven of aangepaste alternatieven kunnen gemaakt worden aan de hand van de resultaten. Dat zou resulteren in een feedback loop en een herstarten van het proces met een aangepast of nieuw alternatief. In onderstaande figuur wordt de MAMCA-methodologie schematisch voorgesteld (Macharis, 2007; Ampe et al, 2008a).

Figuur 5: De diverse stappen in de MAMCA-methodologie



Bron: Macharis et al, 2004

4. CASES

Nadat we de theoretische achtergrond hebben geschetst, bespreken we in dit hoofdstuk enkele praktische cases. Er zal bij de cases zowel een SKBA, als een KEA, als een MAMCA beschreven worden om zo de theorie aan de praktijk te koppelen. Voor de MCA werd er geen case opgesteld, aangezien de methode sterk samenhangt met de MAMCA.

4.1 Case sociale kosten-batenanalyse: onbemande camera's

Voor de SKBA werd een gevalstudie overgenomen over onbemande camera's dat beschreven werd door De Brabander (2005), omdat deze case het theoretisch kader van hierboven goed illustreert. Het geeft dan ook een duidelijk zicht op de verschillende stappen bij een SKBA. In dit ex-post (ex-durante³⁵) onderzoek werd de effectiviteit van onbemande flitscamera's op een welbepaald kruispunt nagegaan op basis van een reeks veronderstellingen. De evaluatie gebeurde vijf jaar na implementatie van de onbemande camera's uitgaande dat deze flitspalen een werkingsduur van 30 jaar hebben (= tijdselement). Er wordt dus nagegaan of er al dan niet welvaart gecreëerd werd door het installeren van camera's. Het onderzoek kadert in het plan van de Vlaamse Regering om het aantal doden en gewonden op onze gewestwegen te reduceren (= beleidsdoel). Men baseerde zich op de ongefallenstatistieken van het NIS en buitenlandse onderzoeksresultaten. In de gevalstudie werd geen sensitiviteitsanalyse uitgevoerd.

4.1.1 De assumpties

- De verwerking van de PV's op de locatie wordt uitgevoerd door 0,1 FTE (Full Time Equivalent) bij de politie. De jaarlijkse loonkost van politieagent bedraagt 28.800 euro (één FTE).
- De camera's kosten 50.000 euro per stuk, de paal 10.000 (inclusief plaatsing).
- Elk jaar dient 5% van de palen vervangen te worden wegens schade. 1% van de camera's wordt jaarlijks vervangen.
- De weg waarop deze gevalstudie betrekking heeft is een weg waar de snelheid beperkt is tot 70 km/u. De gemiddelde snelheid daalt met 4,7%, wat neerkomt op een snelheid van 65 km/u naar 62 km/u. We onderstellen dat dezelfde snelheidsbeperking op de kruisende wegen geldt en dat er dagelijks 3.000 voertuigen het kruispunt overrijden. De helft van hen dient te stoppen voor de verkeerslichten.
- Door het plaatsen van de camera's zijn bestuurders niet geneigd een andere route te kiezen. Ook komen er geen nieuwe chauffeurs bij door de plaatsing van de camera's. Bestuurders minderen hun snelheid 500m voor het kruispunt tot 500m erna.
- Het gemiddeld aandeel vrachtwagens wordt verondersteld 5% te zijn van het totale aantal voertuigen dat dagelijks van het kruispunt gebruikmaakt. Deze vrachtwagens passeren voor 90% tijdens de spitsuren. Gewone personenwagens

³⁵ Aangezien er een werkingsduur van 30 jaar vooropgesteld wordt en er al na 4 jaar een evaluatie uitgevoerd wordt.

passeren voor 60% tijdens de spitsuren. Er maken geen bussen gebruik van het kruispunt. Er wordt 1 persoon per voertuig verondersteld.

- Bij een ongeval wordt door 100 bestuurders 10 minuten tijd verloren. Er wordt verondersteld dat het ongeval zich tijdens de spits voordoet. Op dat moment bedraagt de gemiddelde snelheid nog 1 km/u. De congestie doet zich voor op twee armen van het kruispunt waarbij telkens 500m file ontstaat.
- Er werd geen rekening gehouden met de verschillende stakeholders (= stakeholderanalyse).

4.1.2 De effecten

Het belangrijkste effect voor dit onderzoek is het veiligheidseffect van onbemande camera's, namelijk de invloed ervan op het aantal ongevallen en slachtoffers (= doel evaluatie). De gegevens in deze studie zijn afkomstig uit Brits onderzoek. Daarin wordt een daling vastgesteld van 12% in de bebouwde kom op wegen met snelheidsbeperking van 45-65 km/u. Er wordt in deze gevalstudie een daling gehanteerd van 4,7% van de snelheid. Ex-post kunnen dan de eigenlijke snelheidsreducties gemeten worden.

De daling van het aantal ongevallen met doden en zwaargewonden is 35%. De daling van het aantal ongevallen met gewonden is 14% en de totale daling van het aantal ongevallen bedraagt 30%. Dit laatste percentage wordt gebruikt voor de daling van het aantal lichtgewonde slachtoffers.

Het aantal slachtoffers in deze SKBA wordt geanalyseerd op basis van fictieve ongevallenstatistieken. Deze zijn hieronder opgenomen. Hierbij wordt verondersteld dat de onbemande camera's in jaar 4 geplaatst werden.

Tabel 10: Aantal ongevallen en slachtoffers op een locatie

| | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 | Jaar 6 | Jaar 7 | Jaar 8 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Doden | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zwaargewonden | 4 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Lichtgewonden | 15 | 21 | 18 | 8 | 4 | 6 | 7 | 2 |
| Aantal ongevallen | 8 | 10 | 12 | 6 | 4 | 4 | 5 | 1 |

Bron: De Brabander, 2005

Rekeninghoudend met de effecten op slachtoffers en ongevallen stellen we dat volgende daling het gevolg is van de plaatsing van de onbemande camera's op dit kruispunt (= bepaling effecten van de maatregel en kwantificatie):

- Het aantal ongevallen daalt met $0,14 * ((8+10+12)/3) = 1,5$ per jaar
- Het aantal doden daalt met $0,35 * ((1+2+0)/3) = 0,35$ per jaar
- Het aantal zwaargewonden daalt met $0,35 * ((4+6+4)/3) = 1,63$ per jaar
- Het aantal lichtgewonden daalt met $0,30 * ((15+21+18)/3) = 2,5$ per jaar

4.1.3 De baten

Bij het berekenen van de baten (en later ook de kosten) worden de effecten (verder) gekwantificeerd en gemonetariseerd. Onder baten worden ook de vermeden kosten verstaan, vandaar dat vermeden congestiekosten en vermeden slachtoffers worden opgenomen onder deze titel. a. en b. zijn de mobiliteitseffecten van de onbemande camera's; c., d. en e. zijn de milieueffecten. Voor de berekening van de veiligheidseffecten verwijzen we naar de cijfers onder 3.1.6.

a. Vermeden congestiekosten

De vermeden congestiekosten worden als volgt berekend: op basis van de assumpties weten we dat het aantal vrachtwagens per dag 150 bedraagt en het aantal voertuigen 2850. Verder worden deze voertuigen verdeeld naar het moment van de dag: spits –en daluren. Door deze opsplitsing te maken, houden we impliciet rekening met het motief van de verplaatsing. Het motief heeft namelijk invloed op de maatschappelijke kost.

Tabel 11: Vermeden congestiekosten door onbemande camera's in 2005.

| | | Aantal voertuigen per dag | Aandeel in totaalvervoer spits/dal | Aantal gehinderde voertuigen | Kosten per uur (2003, euro) | Totale kost (euro) | |
|--------------------|-----------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----|
| Vracht-wagens | Spitsuren | 135 | | 5 | 41,9 | 210 | |
| | Daluren | 15 | | 0 | 41,9 | 0 | |
| Personen-wagens | Spitsuren | Zakelijk | 77 | 3% | 3 | 22,8 | 65 |
| | | Pendel | 2232 | 87% | 83 | 7 | 579 |
| | | Persoonlijk | 257 | 10% | 10 | 5,6 | 53 |
| | | Totaal | 2565 | | | | |
| | Daluren | Zakelijk | 23 | 8% | 0 | | 0 |
| | | Pendel | 0 | 0% | 0 | | 0 |
| | | Persoonlijk | 262 | 92% | 0 | 5,6 | 0 |
| | | Totaal | 285 | | | | |
| Kosten per ongeval | | | | | | 906 | |
| Kosten 2005 | | | | | | 1360 | |

Bron: De Brabander, 2005

De kost wordt als volgt berekend: $0,3u$ (daling van het aantal ongevallen) * kostprijs per uur * aantal voertuigen gehinderd door het ongeval. Dit betrokken aantal voertuigen is de 100 uit de assumpties en dan verdeeld naar vrachtwagens en personenwagens. Het aantal personenwagens wordt verder opgedeeld naar het motief van de verplaatsing. Om de totale vermeden congestiekosten te kennen, worden de kosten per ongeval ten slotte vermenigvuldigd met het aantal vermeden ongevallen; 1,5.

b. Extra mobiliteitskosten door tragere doorstroom

In tegenstelling tot de vermeden congestiekosten, zijn deze kosten van toepassing op al het verkeer dat gebruikmaakt van het kruispunt. De kosten door een algemene daling van de snelheid worden voor 2005 berekend:

- Het aantal voertuigen dat trager rijdt is 50% van de voertuigen die jaarlijks passeren.
- Langere tijdsduur: over 1 km daalt de snelheid met 3 km/u. Hierdoor verliezen bestuurders 0,00074 uur voor het afleggen van dit project.
- De kostprijs per dag is: aantal voertuigen * kostprijs per uur * langere tijdsduur. Bijvoorbeeld voor vrachtwagens in de spits: $68 * 41,9 * 0,00074 = 2,1$ euro.

Tabel 12: Extra congestiekosten door daling van de snelheid bij onbemande camera's 2005, in euro.

| | | Aantal voertuigen per dag | Motivatie van verplaatsing | Kosten per uur (2003, euro) | Kostprijs per dag | |
|------------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----|
| Vrachtwagens | Spitsuren | 135 | | 41,9 | 2 | |
| | Daluren | 15 | | 41,9 | < 1 | |
| Personenwagens | Spitsuren | Zakelijk | 77 | 3% | 22,8 | < 1 |
| | | Pendel | 2232 | 87% | 7 | 6 |
| | | Persoonlijk | 257 | 10% | 5,6 | < 1 |
| | | Totaal | 2565 | | | |
| | Daluren | Zakelijk | 23 | 8% | | < 1 |
| | | Pendel | 0 | 0% | | 0 |
| | | Persoonlijk | 262 | 92% | 5,6 | < 1 |
| | | Totaal | 285 | | | |
| Extra congestie heel het jaar door | | | | | 3785 | |

Bron: De Brabander, 2005

c. Verandering milieukosten door daling van de algemene snelheid

Door de algemene daling van de snelheid bij de helft van de voertuigen, wijzigt ook de milieukost. Deze is hieronder berekend voor 2005 en 2006.

Tabel 13: Verandering milieukosten door daling van de algemene snelheid bij onbemande camera's

| Externe kost | 2005 | 2006 |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| <i>Stedelijk -Personenwagens</i> | | |
| Index 100 = 22 km/u (in eurocent) | 1,41 | 1,28 |
| Milieukost oorspronkelijke snelheid | 0,47 | 0,688 |
| Milieukost nieuwe snelheid | 0,75 | 0,69 |
| In rekening te brengen (eur) | 29 | 27 |
| <i>Stedelijk -Vrachtwagens</i> | | |
| Index 100 = 27 km/u (in eurocent) | 5,26 | 4,94 |
| Milieukost oorspronkelijke snelheid | 2,881 | 2,732 |
| Milieukost nieuwe snelheid | 2,973 | 2,818 |
| In rekening te brengen (eur) | 50 | 47 |

Bron: De Brabander, 2005

De externe milieukost per km werd reeds gegeven in de paragraaf over het kwantificeren en monetariseren van de effecten. Voor 2005 is deze 1,41 eurocent voor personenwagens in stedelijk gebied. De milieukost voor de oorspronkelijke en nieuwe gemiddelde snelheid is te berekenen op basis van de index om verandering in externe milieukosten te bepalen (zie bijlage 7). Deze is voor 65km/u 0,899 eurocent/km en voor 62 km/u 0,903 eurocent/km. Deze index wordt gebruikt om tot de milieukost te komen van beide snelheden. Het verschil in milieukost (0,03), vermenigvuldigd met het aantal voertuigen (2850), geeft voor personenwagens een milieukost van 29 euro in 2005. De lage kost heeft te maken met het feit dat slechts het verschil in snelheid werd opgenomen en omdat het verschil in gemiddelde snelheid niet hoog ligt. De milieukost voor vrachtwagens is veel groter, hoewel deze veel minder belangrijk zijn in aantal.

d. Verandering milieukosten door vermijden congestie door afwezigheid ongevallen

Het vermijden van 1,5 ongevallen per jaar leidt ook tot het vermijden van congestie. Dit heeft een opbrengst voor het milieu. In plaats van 1 km/u te rijden bij het ongeval, rijden voertuigen aan 62 km/u omdat het ongeval niet heeft plaatsgevonden. De daling in kosten voor het milieu zijn hieronder weergegeven.

Tabel 14: Daling milieukost door vermijden van congestie, 2005

| Externe kost | 2005 |
|--|-------------|
| <i>Stedelijk –Personenwagens</i> | |
| Index 100 = 22 km/u (in eurocent) | 1,41 |
| Milieukost oorspronkelijke snelheid (per voertuig, per km) | 2,547 |
| Milieukost nieuwe snelheid (per voertuig, per km) | 0,75 |
| In rekening e brengen(euro) – per ongeval, op jaarbasis | -1 |
| In rekening te brengen (euro) – alle ongevallen, op jaarbasis | -1 |
| <i>Stedelijk –Vrachtwagens</i> | |
| Index 100 = 27 km/u (in eurocent) | 5,26 |
| Milieukost oorspronkelijke snelheid (per voertuig, per km) | 56,741 |
| Milieukost nieuwe snelheid (per voertuig, per km) | 2,973 |
| In rekening e brengen(euro) – per ongeval, op jaarbasis | -1 |
| In rekening te brengen (euro) – alle ongevallen, op jaarbasis | -2 |

Bron: De Brabander, 2005

e. Verandering in brandstofverbruik

Door de plaatsing van camera's daalt de gemiddelde snelheid. Dit heeft een weerslag op het brandstofverbruik van de voertuigen die van het kruispunt gebruik maken. Anderzijds zal het brandstofverbruik ook wijzigen door de vermeden ongevallen. Deze twee berekeningen worden in deze gevalstudie niet concreet uitgewerkt omdat informatie over het verschil in verbruik tussen de oorspronkelijke en nieuwe snelheid van de voertuigen niet beschikbaar was.

f. Overzicht totale baten

In onderstaande tabel zijn de baten en vermeden slachtoffers en de vermeden ongevallen opgenomen. De cijfers dienen echter nog verdisconteerd te worden met een discontovoet van 4%, zodat de gegevens teruggebracht worden naar het huidige jaar.

Tabel 15: Reële baten van onbemande camera's voor alle vermeden slachtoffers en letselongevallen per jaar (in euro)

| | 2005-2034 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2013 | 2013 | 2014 |
|---|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Dodelijke slachtoffers | | | | | | | | | | | |
| Medische Kosten | 31.962 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 | 1.065 |
| Begrafeniskosten | 17.808 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 | 594 |
| Interventie ambulance | 3.801 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 |
| Tijdelijk productieverlies | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blijvend productieverlies gewond slachtoffer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Blijvend nettoproductieverlies overleden slachtoffer | 1.151.606 | 32.321 | 32.740 | 33.158 | 33.577 | 33.995 | 34.413 | 34.831 | 35.250 | 35.668 | 36.086 |
| Immateriële schade | 26.653.360 | 733.739 | 744.409 | 755.078 | 765.747 | 776.417 | 787.086 | 797.756 | 808.425 | 819.094 | 829.764 |
| Zwaargewonde slachtoffers | | | | | | | | | | | |
| Medische Kosten | 463.034 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 | 15.434 |
| Interventie ambulance | 17.702 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 | 590 |
| Tijdelijk productieverlies | 75.699 | 2.083 | 2.114 | 2.145 | 2.174 | 2.205 | 2.235 | 2.266 | 2.297 | 2.326 | 2.357 |
| Blijvend productieverlies | 36.792.611 | 1.035.977 | 1.049.042 | 1.062.108 | 1.075.172 | 1.088.237 | 1.101.303 | 1.114.367 | 1.127.432 | 1.140.498 | 1.153.562 |
| Immateriële schade | 18.619.276 | 512.569 | 520.023 | 527.476 | 534.929 | 542.383 | 549.836 | 557.289 | 564.743 | 572.196 | 579.649 |
| Lichtgewonde slachtoffers | | | | | | | | | | | |
| Medische Kosten | 30.600 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.020 |
| Interventie ambulance | 3.525 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 | 118 |
| Tijdelijk productieverlies | 33.173 | 913 | 928 | 940 | 953 | 968 | 980 | 993 | 1.005 | 1.020 | 1.033 |
| Blijvend productieverlies gewond slachtoffer | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Immateriële schade | 1.903.811 | 52.410 | 53.172 | 53.934 | 54.696 | 55.458 | 56.220 | 56.983 | 57.745 | 57.745 | 59.269 |
| Vermeden kosten op ongevalniveau | | | | | | | | | | | |
| Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen | 12.375 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 | 413 |
| Materiële schade openbaar domein | 270 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| <i>Materiële schade aan voertuigen en private eigendommen</i> | 137.790 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 | 4.599 |
| Interventies brandweer | 36.945 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 | 1.232 |
| Interventies politie | 1.170 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 | 39 |
| Gerechtskosten | 1.530 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| Rechtsbijstandkosten | 4.410 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 |
| Externe milieukosten :uitstoot door tijdverlies congestie | -69 | -4 | -4 | -3 | -3 | -3 | -3 | -2 | -2 | -2 | -2 |
| Externe milieukosten :uitstoot door verandering snelheid | 2.497 | 144 | 131 | 118 | 111 | 104 | 96 | 89 | 81 | 79 | 76 |
| Externe congestiekosten door verlaging snelheid | 137.295 | 3.785 | 3.838 | 3.892 | 3.946 | 3.998 | 4.051 | 4.106 | 4.159 | 4.211 | 4.266 |
| Externe congestiekosten door vermijden van ongeval | 15.160 | 418 | 424 | 430 | 436 | 441 | 447 | 453 | 459 | 465 | 471 |

Bron: De Brabander, 2005

4.1.4 De kosten

a. Invoeringskosten en operationele kosten

De kosten hebben betrekking op de initiële investering voor de onbemande camera's, de onderhoudskost ervan en eventuele vervangingskosten. Er wordt verondersteld dat de locatie vier palen hanteert waarvan telkens één uitgerust is met een camera. De jaarlijkse kosten komen overeen met de schadekosten ($2500 = 4 * 0,05 * 10000$) + ($1 * 0,01 * 50000$)³⁶. De andere kosten die jaarlijks terugkeren zijn de arbeidskosten voor politie ter waarde van 2880 euro.

b. Kosten van publieke fondsen

Investeringskosten worden gehaald uit belastinggelden. Bovenop de investeringskost dient nog een kost te worden opgenomen die de alternatieve aanwending van publieke fondsen weerspiegelt. Deze kost bedraagt 4% van de investeringskost ($95380 = 10000*4 + 50000 + 2500 + 2880$) of 18000 euro in het investeringsjaar en 215 euro jaarlijks terugkerende kost.

Tabel 16: Verdisconteerde kosten van onbemande camera's, in euro

| Kostensoort | 2005-2034 |
|------------------------------|------------------|
| Investeringskost | 90.000 |
| Loonkost | 51.793 |
| Schadekost | 44.959 |
| Onderhoudskost | 0 |
| Kost alternatieve aanwending | 113.611 |
| Totaal | 300.363 |

Bron: De Brabander, 2005

4.1.5 Het rendement

Het rendement van de plaatsing van onbemande camera's kan samengevat worden in onderstaand effectenoverzicht.

³⁶ Zie assumpties

Tabel 17: Rendement van onbemande camera's

| Baten | Vermeden slachtoffers | Verdisconteerde baten | Waarvan humane baten |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| -Doden | 11 | 16.127.215 | 15.426.372 |
| -Zwaargewonden | 49 | 32.471.092 | 10.776.423 |
| -Lichtgewonden | 75 | 1.141.540 | 1.101.884 |
| -Vermeden ongevallen | | 203.473 | |
| Kosten | | | |
| -verdisconteerde kosten | | 300.363 | |
| Rendement per eur geïnvesteerd (>1 = rendabel) | | 166 | |

Bron: De Brabander, 2005

Op dit kruispunt blijkt dat onbemande camera's een maatschappelijk rendabel alternatief is. Bij de berekening van de opbrengstratio blijkt dat elke geïnvesteerde euro 166 keer wordt terugverdiend. Achteraf kan men nog uitgaan van een andere effectiviteit van onbemande camera's, andere schadekosten van voertuigen, ... (= sensitiviteitsanalyse).

4.2 Case kosteneffectiviteitsanalyse: onbemande camera's

In deze paragraaf wordt er een kosteneffectiviteitsanalyse uitgevoerd van een individueel project op basis van de hierboven geschetste case. Het doel van de evaluatie is de invloed van onbemande camera's na te gaan op het vermeden verkeersdoden en de kost te berekenen om één verkeersdode te vermijden. Om de evaluatie uit te voeren worden dezelfde assumpties aangehouden als in de case van de SKBA. Aan de hand van de vermelde effecten van de onbemande camera's (zie paragraaf 4.1.2) en de daarmee gepaarde kosten (zie paragraaf 4.1.4), kan er een kosteneffectiviteitsanalyse opgesteld worden, zonder de effecten te monetariseren.

4.2.1 Identificeren en kwantificeren van de effecten

In deze ex-post (ex-durante) analyse zijn de effecten van de onbemande camera's gekend aan de hand van een voor-na meting. Uit de literatuur blijkt dat het aantal verkeersdoden daalt met 35% door inplanting van onbemande camera's. Daardoor kan men berekenen dat men jaarlijks 0,35³⁷ verkeersdoden vermijdt. Stel dat er geen informatie geweten is over de effectiviteit van de maatregel, dan kunnen we ook het gemiddelde van de voormeting hanteren en verminderen met het gemiddelde van de nameting. Zo bekomt men de gemiddelde vermindering van 0,80 verkeersdoden per jaar als gevolg van de plaatsing van onbemande camera's³⁸. Nu dienen deze effecten nog verdisconteerd te worden over 30 jaar, zodat er wordt gewerkt met de actuele waarden van de slachtofferreducties. Zo kan men berekenen met een discontovoet van 4% (n=30 jaar) in totaal zo een zeven verkeersdoden zullen vermeden worden als gevolg van de flitspalen.

³⁷ $0,35 * ((1+2+0)/3) = 0,35$ per jaar

³⁸ $((1+2+0)/3) - ((1+0+0+0+0)/5) = 0,80$ per jaar

Tabel 10: Aantal ongevallen en slachtoffers op een locatie

| | Jaar 1 | Jaar 2 | Jaar 3 | Jaar 4 | Jaar 5 | Jaar 6 | Jaar 7 | Jaar 8 |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Doden | 1 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zwaargewonden | 4 | 6 | 4 | 2 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Lichtgewonden | 15 | 21 | 18 | 8 | 4 | 6 | 7 | 2 |
| Aantal ongevallen | 8 | 10 | 12 | 6 | 4 | 4 | 5 | 1 |

Bron: De Brabander, 2005

4.2.2 *Identificeren en moneteriseren van de kosten*

De kosten werden eveneens berekend in de SKBA. Deze kosten worden verdisconteerd over de hele werkingsduur van de verkeersveiligheidsmaatregel, namelijk 30 jaar.

a. Invoeringskosten en operationele kosten

De kosten hebben betrekking op de initiële investering voor de onbemande camera's, de onderhoudskosten ervan en eventuele vervangingskosten. Er wordt verondersteld dat de locatie vier palen ter waarde van 10.000 euro hanteert waarvan telkens één uitgerust is met een camera ter waarde van 50.000. In totaal bedraagt dit een investeringskost van 90.000 euro. De jaarlijkse kosten komen overeen met de schadekosten ($2500 = 4 * 0,05 * 10000$) + ($1 * 0,01 * 50000$)³⁹. De andere kosten die jaarlijks terugkeren zijn de arbeidskosten voor politie ter waarde van 2880 euro.

b. Kosten van publieke fondsen

Investeringskosten worden gehaald uit belastinggelden. Bovenop de investeringskost dient nog een kost te worden opgenomen die de alternatieve aanwending van publieke fondsen weerspiegelt. Deze kost bedraagt 4% van de investeringskost ($95380 = 10000 * 4 + 50000 + 2500 + 2880$) of 18000 euro in het investeringsjaar en 215 euro jaarlijks terugkerende kost.

³⁹ Zie assumpties

Tabel 16: Verdisconteerde kosten van onbemande camera's, in euro

| Kostensoort | 2005-2034 |
|------------------------------|------------------|
| Investeringskost | 90.000 |
| Loonkost | 51.793 |
| Schadekost | 44.959 |
| Onderhoudskost | 0 |
| Kost alternatieve aanwending | 113.611 |
| Totaal | 300.363 |

Bron: De Brabander, 2005

4.2.3 *Beslissingscriterium en rangschikking*

De totale kosten van de onbemande camera's lopen op tot 300.363 euro over de gehele levensduur en werkingsduur van de maatregel. Daartegenover staat het feit dat er door deze maatregel zeven verkeersdoden werden uitgespaard. Aan de hand van deze gegevens kan de kosteneffectiviteitsscore bepaald worden. Dit bekomen we door de kosten te delen door de maatregелеffecten: $300.363/7 = 42.909$ euro. Er kan dus besloten worden dat de kost om een ongeval met gewonden te vermijden aan de hand van deze maatregel 11.125 euro kost. Om te weten of dit veel of weinig is dienen er ook nog andere projecten socio-economisch geëvalueerd te worden. Indien we het vergelijken met ons voorbeeld uit de theorie, waarbij er een verkeersveiligheidsmaatregel met betrekking tot rotondes werd geëvalueerd (K/E-score = €500.000) kunnen we op het eerste zicht zeggen dat de maatregel van de onbemande camera's 10 keer beter scoort om een mensenleven te vermijden. Er moeten echter nog zaken bekeken worden. De maatregel zorgt ondanks zijn hoge kostprijs per vermeden verkeersslachtoffer voor een aantal van 37 vermeden verkeersdoden. De fit-spalen slechts voor 7. Dit voorbeeld maakt het nog eens duidelijk dat de evaluatiemethoden slechts een hulpinstrument zijn voor de beslissingsnemers.

4.3 Case multi-actor multi-criteria analyse: IN-SAFETY

In de gevalstudie zal er een case uitgewerkt worden voor de MAMCA. De stappen in de MAMCA-methodologie wordt besproken aan de hand van het project "Infrastructure and Safety" (IN-SAFETY)⁴⁰. Het doel van het project bestond erin om verschillende mogelijke maatregelen in verband met de interdependente "self-explaining roads" (SER) en "forgiving roads" (FOR) omgevingen te evalueren en te rangschikken. Bij deze evaluatie werd op geen enkel moment de effecten van de alternatieven gemonetariseerd. De maatregelen met betrekking tot SER en FOR omgevingen zijn hoogtechnologisch en steunen vaak op een combinatie van telematica en veranderingen in de infrastructuur. Voordat de stappen in de MAMCA-methodologie worden besproken, zal SER en FOR gedefinieerd worden.

⁴⁰ Dit project, dat reeds werd besproken in een vorig steunpunt-rapport van Van Lier et al (2009), werd uitgevoerd in het kader van het "Sixth Framework Programme" van de Europese Unie (zie: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008).

- Een "self-explaining road" kan gedefinieerd worden als een weg die ontworpen en aangelegd wordt met de bedoeling correcte verwachtingen op te roepen bij de gebruikers van de weg. Op deze manier kan deze aanleiding geven tot een correct rijgedrag en een vermindering van het aantal rijfouten.
- Een "forgiving road" wordt gedefinieerd als een weg die ontworpen en aangelegd wordt met de bedoeling de ontwikkeling van foutief rijgedrag tegen te gaan en de negatieve gevolgen van rijfouten te minimaliseren.

4.3.1 Analyse van het probleem en definiëren van de alternatieven

In de eerste stap worden de mogelijke alternatieven voor het probleem geïdentificeerd. Zoals reeds vermeld, bestaat het probleem erin verschillende mogelijke maatregelen in verband met SER- en FOR-omgevingen te identificeren, te evalueren en te rangschikken. Op die manier kan de verkeersveiligheid verhoogd worden en kan er tegemoet gekomen worden aan de doelstelling die in 2003 door de Europese Commissie geformuleerd werd, namelijk de halvering van het aantal verkeersongelukken met fatale afloop tegen 2010.

Het uitgangspunt bij de identificatie van de mogelijke maatregelen was de foutenstructuur die opgesteld werd door het Duitse BAST (Bundesanstalt für Strassenwesen). In deze structuur worden vier niveaus van ongevallen of rijfouten geïdentificeerd, namelijk:

- *Fouten en ongevallen van niveau 1*: deze verwijzen naar het soort ongeval (bijvoorbeeld frontale aanrijding, aanrijden van een geparkeerde wagen, aanrijding van een dier);
- *Fouten en ongevallen van niveau 2*: deze verwijzen naar de rijfout of verkeersovertreding in kwestie (bijvoorbeeld overdreven snelheid, voorrang negeren);
- *Fouten en ongevallen van niveau 3*: deze verwijzen naar de menselijke of psychologische oorzaak van de rijfout (bijvoorbeeld het niet opmerken van een verkeersbord, het rempedaal niet tijdig vinden);
- *Fouten en ongevallen van niveau 4*: deze verwijzen naar de algemene fysiologische toestand van de bestuurder (bijvoorbeeld uitputting, dronkenschap).

Er werd besloten om te focussen op de fouten en ongevallen van niveau 2. Op die manier kunnen maatregelen in SER- en FOR-omgevingen ontwikkeld worden die de kans op specifieke rijfouten of verkeersovertredingen verkleinen of de negatieve gevolgen ervan minimaliseren. Vervolgens werden de vijf meest voorkomende rijfouten of verkeersovertredingen geïdentificeerd op basis van Duitse en Europese statistische gegevens in verband met verkeersongevallen. Deze rijfouten of verkeersovertredingen zijn:

- (1) overdreven snelheid,
- (2) overtreding van voorrangsregels,
- (3) verkeerd gebruik van de weg,
- (4) foutief inhalen, en
- (5) onvoldoende afstand houden.

Aan deze lijst werd door experts nog een zesde fout of overtreding toegevoegd, namelijk:

- (6) overdreven snelheid in scherpe bochten.

Aan elk van deze zes fouten of overtredingen kunnen nu drie types maatregelen verbonden worden, namelijk:

- (1) maatregelen in verband met het voertuig ('autonomous in-vehicle tools', maatregelen die enkel gebruik maken van informatie van sensoren in het voertuig),
- (2) maatregelen in verband met de infrastructuur ('autonomous infrastructure-based measures', maatregelen waarbij de infrastructuur veranderd wordt), en
- (3) 'co-operative tools' (maatregelen waarbij informatie kan worden uitgewisseld tussen het voertuig en de infrastructuur)

Op deze manier bekwam men 18 alternatieven of types van maatregelen. Een overzicht van deze alternatieven wordt gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 18: Overzicht van de alternatieven

| | | MAATREGELLEN | | |
|--------------------|---|---|---|---|
| | | In-vehicle tool | Infrastructure-based tool | Cooperative tool infrastructure ('ambient intelligence') |
| OVERTREDING | Overdreven snelheid in scherpe bochten | Onverwacht scherpe bochten worden in het rood geregistreerd in een digitale kaart van een navigatiesysteem en gepresenteerd aan de bestuurder | Voertuig wordt geanalyseerd (bvb. Op snelheid), VMS signaleert het gevaar van een scherpe bocht, afhankelijk van de werkelijke snelheid | Elektronische bakens (speciale reflectie berichten) geven aanvullende informatie op beeldschermen in het voertuig over de weg (bvb waarschuwing scherpe bocht). |
| | Overdreven snelheid | Snelheidswaarschuwingssysteem functioneert door herkenning van verkeersborden | Snelheidslimiet wordt getoond aan bestuurder via VMS in geval van bijzondere weersomstandigheden | Snelheid waarschuwingssysteem op basis van digitale kaarten met wettelijke maximumsnelheden met aanvullende info over aanbevolen veilige snelheid. |
| | Overtreding van voorrangregels | Verkeersbord herkenning | Verkeersborden | Doorsturen verkeerslichtstatus-informatie naar voertuig |
| | Verkeerd gebruik van de weg | LDWA (Lane Departure Warning Assistant) | Geluidsafbakening | Adaptive LDWA; Gevoeligheid van LDWA wordt aangepast in bijzondere omstandigheden zoals bvb wegwerkzaamheden |
| | Foutief inhalen | Dode hoek detectiesysteem waarschuwt bestuurder als een voertuig van achteren nadert | Scheiding van rijvakken door trilstroken waar inhalen verboden is | Ondersteunend waarschuwingssysteem voor aankomende voertuigen via voertuig-tot-voertuig communicatie |
| | Onvoldoende afstand houden | Advanced Cruise Control (ACC) | Fog detection warning system; VMS warning | ACC ingesteld door lokaal (on-site) weersysteem: Dynamic ACC |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

4.3.2 Stakeholder analyse

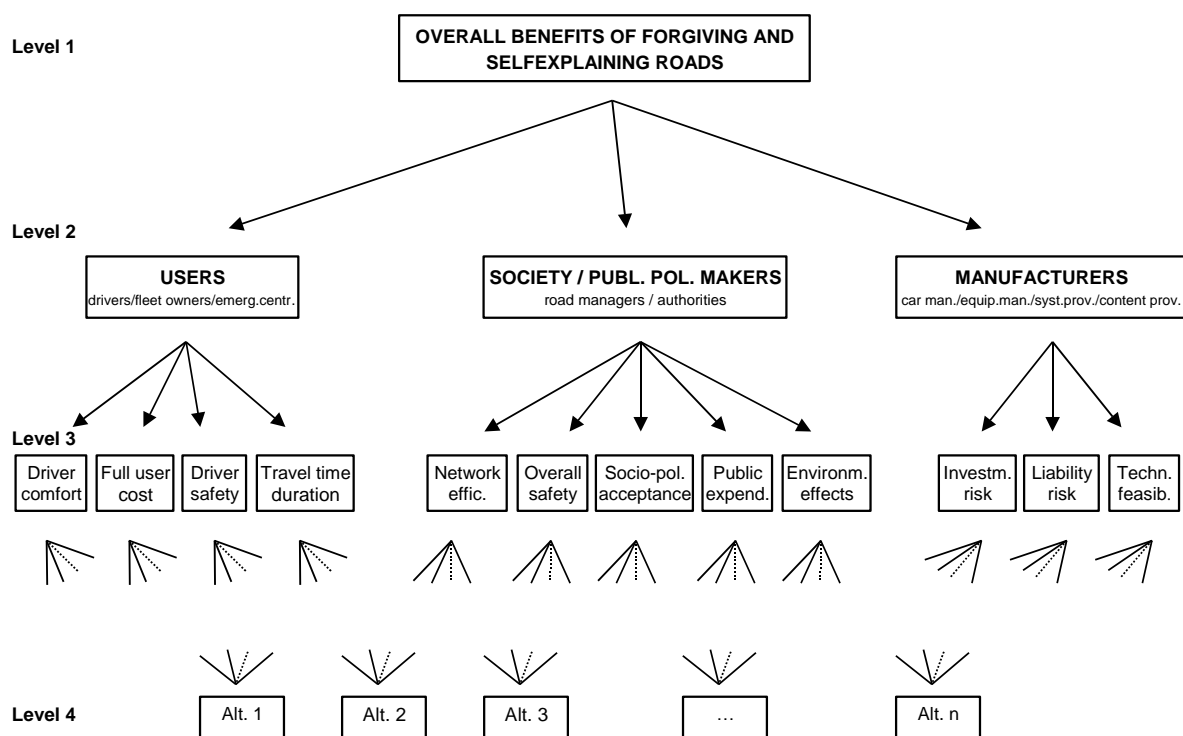
Nadat er een uitgebreide stakeholderanalyse werd gedaan bleek dat er drie grote groepen van stakeholders betrokken waren, namelijk de weggebruikers, de fabrikanten (systeemontwikkelaars en autofabrikanten) en de maatschappij in het algemeen,

vertegenwoordigd door de beleidsmakers. Deze analyse is cruciaal opdat de doelstellingen van iedere stakeholder begrepen worden en is zo belangrijk om de alternatieven op een correcte wijze te evalueren. Bovendien is het een hulp om te definiëren welke stakeholders er gecontacteerd moeten worden. De stakeholders kunnen ook nieuwe alternatieven aanbrengen. Er is dus interactie tussen stap 1 en stap 2.

4.3.3 Identificatie van de criteria *c* en gewichten *w*

De evaluatiecriteria zijn enerzijds gebaseerd op de doelstellingen van de gedefinieerde stakeholders en anderzijds op de aard van de alternatieven. Aan de hand van de drie stappen kan er een hiërarchische top-down boom opgesteld worden voor de evaluatie van de SER- en FOR-omgevingen. Aan de hand van een paarsgewijze vergelijkingsprocedure worden de gewichten toegewezen aan de verschillende criteria. In stap 5 gaan we hier dieper op in.

Figuur 6: Beslissingsboom



Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Het eerste niveau van de beslissingsboom bevat de doelstelling van het project. Op het tweede niveau worden de belangrijkste groepen 'stakeholders' weergegeven, namelijk de weggebruikers, de fabrikanten en de gemeenschap in haar geheel, die vertegenwoordigd wordt door de beleidsmakers. Een verdere onderverdeling van deze drie groepen bleek niet noodzakelijk, vermits voor elk van de drie groepen bleek dat de verschillende 'stakeholders' in de groep vergelijkbare interesses en preferenties hadden en dezelfde criteria wensten te gebruiken. Er dient te worden opgemerkt dat de gemeenschap in feite de belangrijkste 'stakeholder' is. De beleidsmakers vertegenwoordigen immers de gemeenschap in het algemeen en verkiezen in eerste instantie de maatregelen die de

gemeenschap het meest ten goede komt. Toch dient men ook rekening te houden met de preferenties van de weggebruikers (de vraagzijde van de markt) en de fabrikanten (de aanbodzijde van de markt). Het is immers gemakkelijker bepaalde verkeersmaatregelen te implementeren indien deze maatregelen tegemoet komen aan werkelijke verzuchtingen van de weggebruikers en indien de implementatie haalbaar geacht wordt door de fabrikanten. Het derde niveau bevat de criteria, die worden "gemeten" aan de hand van indicatoren, die door elk van de drie groepen "stakeholders" geïdentificeerd werden. Aan elk van deze criteria wordt er een gewicht gegeven door stakeholders naarmate het belang dat men daar aan hecht. Dit wordt gedaan aan de hand van paarsgewijze vergelijkingen. Op het vierde niveau worden tenslotte schematisch de verschillende alternatieve maatregelen weergegeven.

4.3.4 *Indicatoren en invullen evaluatiematrix*

Nadat de alternatieven zijn bepaald en de criteria van de verschillende stakeholders in kaart zijn gebracht, kan de evaluatiematrix ingevuld worden. De evaluatiematrix is een tabel waarin met elke rij een alternatieve maatregel overeenkomt, met elke kolom een criterium overeenkomt, en het element in rij *i* en kolom *j* de score is van maatregel *i* op criterium *j*. In het IN-SAFETY project werd de evaluatiematrix ingevuld door de experts van het project waarbij zij rekening hielden met modellen en bestaand onderzoek in verband met mogelijke maatregelen in SER- en FOR-omgevingen. Vermits de voorgestelde maatregelen zeer innovatief en hoogtechnologisch zijn en nog niet gecommmercialiseerd werden, was het echter niet mogelijk voor elke maatregel een kwantitatieve score op elk criterium te geven. In eerste instantie werd er voor de scores dan ook gebruik gemaakt van een ordinale schaal, en niet van een ratioschaal of een intervallschaal. De gebruikte ordinale schaal wordt weergegeven in tabel 19. Tabel 20 is de ingevulde evaluatiematrix.

Tabel 19: De gebruikte ordinale schaal

| Ordin. Score | Betekenis van de ord. Score |
|---------------------|------------------------------------|
| +++ | Zeer hoge positieve impact |
| ++ | Hoge positieve impact |
| + | Redelijk positieve impact |
| 0 | Geen impact |
| - | Redelijk negatieve impact |
| -- | Hoge negatieve impact |
| --- | Zeer hoge negatieve impact |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Tabel 20: Evaluatiematrix

| | | System type | | | EVALUATION (cells below to be filled in with : '+++' / '++' / '+' / '0' / '-' / '--' / '---'). '+++' = very high positive impact / '++' = high positive impact / '+' = moderate positive impact / '0' = neutral effect status quo / '-' = moderate negat | | | | | | | | | | | | |
|------|---|--------------------|---------------------------|--|--|---|--|--|--|---|--|---|--|--|---|---|---|
| Code | Addressed level 2 error | Autonomous vehicle | Autonomous infrastructure | Cooperative V & I "Ambient Intelligence" | Alternatives description | Users | | | | Society/Authorities | | | | Manufacturers | | | |
| | | | | | | Driver Comfort To which extent does this tool/alternative improve driver comfort ? | Full user cost What will be the order of magnit. of the extra investments to be made by user in order to acquire and maintain this tool/alt.? | Driver Safety To which extent does this tool/ alternative improve driver safety ? | Travel time duration What will be the influence of this tool/alternative on travel time duration? | Network efficiency What will be the influence of this tool/alt. on network efficiency? (measures same thing as travel time duration) | Overall safety What will be the influence of this tool/alternative on the overall traffic safety (of all road users)? | Socio political acceptance To what extent will implementation of this tool/ alt. be acceptable for the public and for political parties? | Public expenditure What will be the order of magnit. of public investm. (in infrastr.) necess. to implement and maintain this tool? | Environmental effects What will be the order of magnit. of the environm. effects associated with this tool/ alt.? | Investment risk What will be the order of magnit. of the investm. risk associated with this tool/ alternative? | Liability risk What will be the order of magnitude of the liability risk associated with this tool/ alternative? | Technical feasibility What will be the level of technical feasibility for this tool/ alternative ? |
| | | | | | | '+++/'++/+' : means driver comfort will be enhanced as compared to present situation | '+++/'++/+' : means full user cost will be lower (-better) as compared to present sit. | '+++/'++/+' : means driver safety will be enhanced as compared to present sit. | '+++/'++/+' : travel time duration will be lower (-better) as compared to present sit. | '+++/'++/+' : means network efficiency will be enhanced as compared to present situation | '+++/'++/+' : means overall safety will be enhanced as compared to present situation. | '+++/'++/+' : means socio polit. accept. will be (very) high. '--/-' : it will be (very) low | '---/-' / '0' : means public expenditure will be (very) high | '+++/'++/+' : means tool will improve envnr. '-/-' : means it will deteriorate environm. | '+++/'++/+' : means inv. risk will be (very) low. '--/-' : risk will be (very) high | '+++/'++/+' : means liab. risk will be (very) low. '--/-' : risk will be (very) high | '+++/'++/+' : means techn. feasib. will be (very) high. '--/-' : it will be (very) low |
| 1.1 | Too fast in unexpected sharp bends on rural roads | x | | | Unexpected sharp bends are registered in a digital map of the navigation-system and presented to the driver | +++ | - | +++ | 0 | 0 | + | ++ | ++ | + | ++ | - | +++ |
| 1.2 | Too fast in unexpected sharp bends on rural roads | | x | | vehicle is "analysed" (e.g. speed), VMS signalize the danger of the bend depending on the actual speed | +++ | 0 | +++ | 0 | 0 | + | + | - | + | ++ | 0 | +++ |
| 1.3 | Too fast in unexpected sharp bends on rural roads | | | x | electron.beacons (spec.reflexion posts) give additInfo on displays in the vehicle about the road,e.g.warning.sharp bend | +++ | - | +++ | 0 | 0 | + | ++ | - | + | ++ | - | +++ |
| 2.1 | Speeding | x | | | Speed Alert System functioning by recognition of traffic signs | ++ | - | ++ | - | - | ++ | ++ | ++ | + | ++ | - | ++ |
| 2.2 | Speeding | | x | | Speed Limit is presented to the driver by VMS under consideration of special environmental circumstances | +++ | - | +++ | - | - | +++ | + | - | + | ++ | 0 | +++ |
| 2.3 | Speeding | | | x | Speed Alert System based on digital maps containing legal speed limits with addit. info on recommended safe speed | ++ | - | ++ | - | - | ++ | + | ++ | + | ++ | - | +++ |
| 3.1 | Wrong use of road | x | | | LDWA (Lane Departure Warning Assistant) | ++ | - | + | 0 | 0 | + | ++ | ++ | 0 | + | - | +++ |
| 3.2 | Wrong use of road | | x | | Audible delineation | ++ | 0 | + | 0 | 0 | + | ++ | -- | 0 | + | 0 | +++ |
| 3.3 | Wrong use of road | | | x | Adaptive LDWA; Sensitivity of LDWA is adapted in special conditions, such as road works, tunnels | ++ | - | ++ | 0 | 0 | + | ++ | + | 0 | + | - | +++ |
| 4.1 | Violation of priority rules | x | | | Traffic Sign recognition | ++ | -- | ++ | 0 | 0 | ++ | ++ | 0 | 0 | + | - | ++ |
| 4.2 | Violation of priority rules | | x | | Traffic signs | 0 | 0 | ++ | 0 | 0 | ++ | +++ | - | 0 | ++ | + | +++ |
| 4.3 | Violation of priority rules | | | x | Traffic light status information emission to car | + | 0 | + | 0 | 0 | + | + | - | 0 | - | - | + |
| 5.1 | Failure when overtaking | x | | | Blind spot detection syst. warning driver if a vehicle is approaching from behind | +++ | - | +++ | 0 | 0 | ++ | ++ | ++ | 0 | ++ | --- | +++ |
| 5.2 | Failure when overtaking | | x | | Separation of lanes by rumble strips where overtaking is forbidden | + | 0 | +++ | 0 | 0 | ++ | ++ | - | 0 | ++ | 0 | +++ |
| 5.3 | Failure when overtaking | | | x | Cooperative syst. warning of oncoming vehicles by veh.-to-veh. communication | ++ | -- | +++ | 0 | 0 | ++ | + | ++ | 0 | ++ | --- | + |
| 6.1 | Insufficient safety distance | x | | | Advanced Cruise Control ACC | +++ | - | + | 0 | 0 | + | + | ++ | 0 | ++ | - | +++ |
| 6.2 | Insufficient safety distance | | x | | Fog detection warning system; VMS warning | ++ | 0 | ++ | 0 | 0 | + | ++ | - | 0 | ++ | - | +++ |
| 6.3 | Insufficient safety distance | | | x | ACC set by local (on-site) weather system: "Dynamic ACC" | +++ | - | ++ | 0 | 0 | + | ++ | - | 0 | ++ | - | ++ |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

4.3.5 Evaluatie en rangschikking van de alternatieven

In deze stap wordt de rangschikking van de alternatieven voor elk van de drie groepen 'stakeholders' bepaald. Dit gebeurt in drie tussenstappen die we één voor één zullen uitleggen:

a. Toekenning van gewichten aan de criteria

In een volgende tussenstap werden aan de verschillende criteria gewichten toegekend. Dit gebeurde op basis van gegevens die verkregen werden door middel van een 'Group Decision Room' (GDR) sessie waaraan 27 vertegenwoordigers van stakeholdergroepen deelnamen. In een GDR sessie wordt gebruik gemaakt van een computernetwerk. Via dit netwerk kunnen de verschillende personen van eenzelfde groep 'stakeholders' elkaar op anonieme wijze trachten te overtuigen van het belang van bepaalde criteria.

Hierna diende elke deelnemer een paarsgewijze vergelijking tussen de criteria uit te voeren. Alle deelnemers moesten dus voor elk paar criteria i en j aangeven hoeveel belangrijker (of minder belangrijk) zij criterium i dan criterium j achtten. Zij konden hierbij steunen op aanwijzingen zoals vermeld in tabel 22. Op deze wijze werd voor elke deelnemer een matrix bekomen.

Tabel 21: Aanwijzingen voor de deelnemers aan de GDR sessie.

| Mate van belangrijkheid $Pg(a_i, a_j)$ | DEFINITIE | VERKLARING |
|--|--|--|
| 1 | Beide elementen hebben gelijke waarde | Beide elementen dragen op gelijke wijze bij aan het beschouwde criterium |
| 3 | Matig hoger belang van het rij-element (RE) dan het kolom-element (KE) | Uit ervaring en beoordeling blijkt dat er een lichte voorkeur is voor het RE ten opzichte van het KE |
| 5 | Hoger belang van het RE dan het KE | Uit ervaring en beoordeling blijkt dat er een sterke voorkeur is voor het RE ten opzichte van het KE |
| 7 | Veel hoger belang van het RE dan het KE | Het RE heeft een zeer sterke voorkeur boven het KE |
| 9 | Complete dominantie in termen van belangrijkheid van het RE boven het KE | Het bewijs ten gunste van het RE ten opzichte van het KE is van de hoogst mogelijke orde |
| 2, 4, 6, 8 (Tussenwaarden) | | Een positie tussen 2 tussentijdse evaluaties |
| 1/2, 1/3, 1/4, ... 1/9 (reciproque waarden) | | Indien het KE wordt vergeleken met het RE, dan is de reciproque waarde RE/KE |
| Rationals Ratio's die voortkomen uit de schaal | | |
| 1.1-1.9 Voor gebonden activiteiten | | Het RE en KE zijn bijna niet te onderscheiden; matig is 1,3 en extreem is 1,9 |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Vervolgens werd er voor elke groep 'stakeholders' en voor elk paar criteria *i* en *j* een gemiddelde berekend, dat aangaf hoeveel belangrijker (of minder belangrijk) de groep 'stakeholders' in haar geheel criterium *i* dan criterium *j* achtte. Voor elk paar criteria *i* en *j* werd dus het gemiddelde genomen van de elementen in rij *i* en kolom *j* in elk van de matrices van de personen in de groep 'stakeholders'. Omdat het hier een gemiddelde van ratio's betreft (het aantal keer dat criterium *i* belangrijker of minder belangrijk geacht wordt dan criterium *j*), werd het meetkundig gemiddelde, en niet het rekenkundig gemiddelde, gebruikt. Uiteindelijk kwam men dit voor elke groep 'stakeholders' (weggebruikers, fabrikanten en beleidsmakers). Deze drie matrices treft men aan in tabellen 22, 23 en 24. De 'inconsistency ratio's' van deze matrices bleken zeer beperkt.

Tabel 22: Matrix voor de weggebruikers

| | Part A : Paarsgewijze vergelijkingen | | | | Part B Relat. prior. |
|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------|----------|-------------------------|
| Stakeholder 'weggebruikers' | Rijcomfort | Totale gebruiks- kost | Veiligheid | Reistijd | |
| Rijcomfort | 1 | 1/3 | 1/5 | ½ | 0,087 |
| Totale gebruikskost | | 1 | 1 | 1 | 0,282 |
| Veiligheid | | | 1 | 4 | 0,452 |
| Reisduur | | | | 1 | 0,179 |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Tabel 23: Matrix voor de beleidsmakers

| | Part A : Paarsgewijze vergelijking | | | | | Part B Relat. prior. |
|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|
| Stakeholder Maatschappij/overheid | Netwerk efficiëntie | Algemene veiligheid | Socio-pol. accept. | Overheids- uitgaven | Milieu-effecten | |
| Netwerk efficiëntie | 1 | 1/5 | 2 | 4 | 1 | 0,171 |
| Algemene veiligheid | | 1 | 5 | 5 | 3 | 0,509 |
| Socio-pol. accept. | | | 1 | 1 | ½ | 0,082 |
| Overheidsuitgaven | | | | 1 | 1/3 | 0,068 |
| Milieu-effecten | | | | | 1 | 0,170 |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Tabel 24: Matrix voor de fabrikanten

| | Part A : Paarsgewijze vergelijking | | | Part B Relat. prior. |
|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Stakeholder Fabrikanten | Investerings- risico | Aansprakelijk- heidsrisico | Technische haalbaarheid | |
| Investeringsrisico | 1 | ½ | 2 | 0,276 |
| Aansprakelijkheids- risico | | 1 | 5 | 0,595 |
| Technische haalbaarheid | | | 1 | 0,128 |

Bron: K. De Brucker, C. Macharis, M. Wiethoff en V. Marchau, 2008

Tenslotte werden uit deze matrices de gewichten van de verschillende criteria afgeleid. Men treft deze gewichten ook aan in tabellen 22, 23 en 24.

b. Bepaling van de rangschikking van de alternatieven

Er kan nu een rangschikking van de alternatieven bepaald worden voor elke groep 'stakeholders'. De techniek die gekozen werd om de evaluatiematrix te evalueren is het AHP met bijhorend softwareprogramma ExpertChoice. Hierbij gaat men na in hoeverre het alternatief bijdraagt tot het behalen van de criteria. Voor elk alternatief berekent men eenvoudigweg het gewogen gemiddelde van de scores van het alternatief op elk criterium dat voor de 'stakeholders' in kwestie van belang is, waarbij men de gewichten gebruikt die in de vorige paragraaf bekomen werden. In onderstaande figuren worden de outputs van ExpertChoice voorgesteld. Voor elke groep stakeholders worden de alternatieven gerangschikt (De Brucker et al, 2008).

Figuur 7: Rangschikking alternatieven in functie van criteria van beleidsmakers

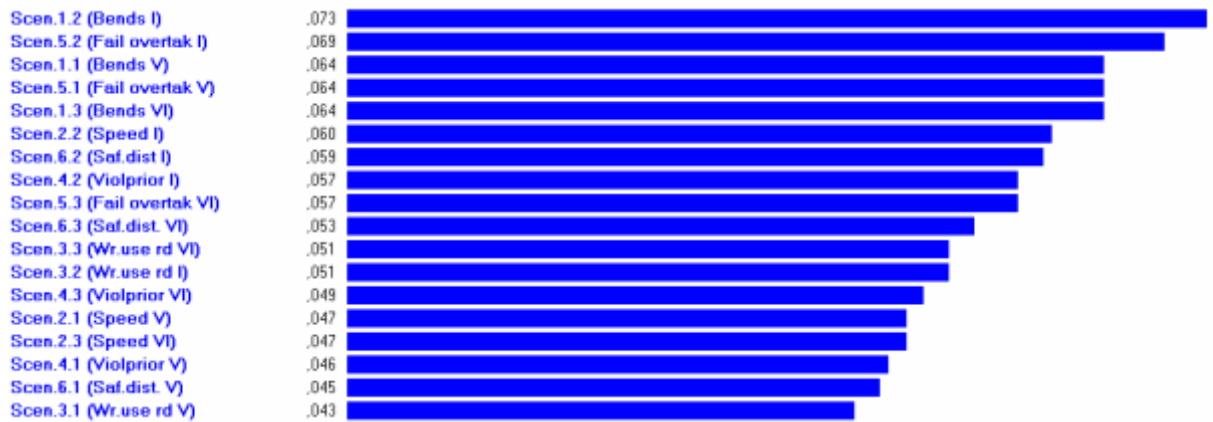


Bron: De Brucker et al, 2008

Bij de beleidsmakers, die als voornaam criterium "algemene veiligheid" hebben, merken we op dat de alternatieven worden geprefereerd die focussen op (overdreven) snelheid. Deze met snelheid gerelateerde alternatieven zijn echter niet gewenst door de gebruikers en producenten. Van de drie alternatieven die

betrekking hebben op overdreven snelheid is het infrastructuur gebaseerde alternatief het minst wenselijk voor gebruikers en producenten.

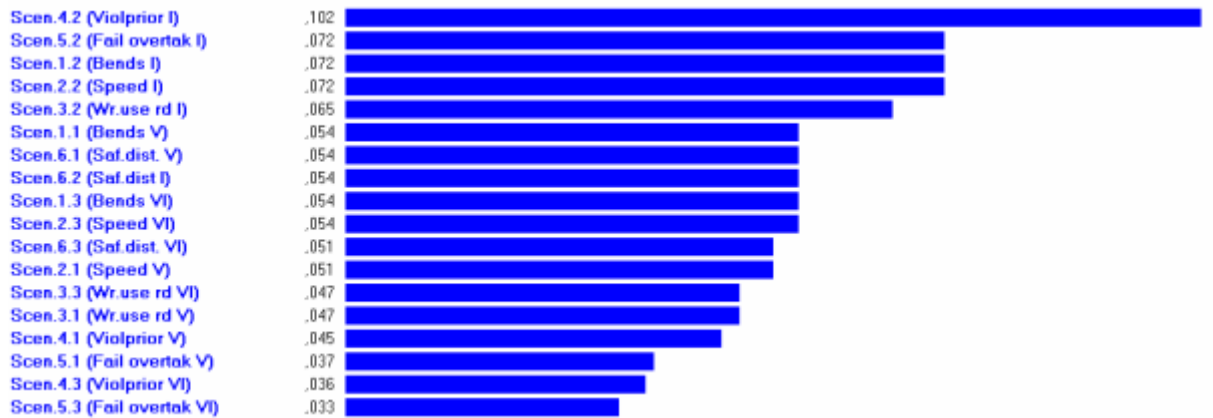
Figuur 8: Rangschikking alternatieven in functie van criteria van gebruikers



Bron: De Brucker et al, 2008

Gebruikers rangschikken de *in-vehicle* alternatieven zoals de advanced cruise control onderaan hun preferentielijst. Dit omdat deze hoge kosten met zich meebrengen en relatief weinig effect hebben op de veiligheid van de bestuurder. Dit zijn de 2 belangrijkste criteria van de gebruikers. Aangezien deze alternatieven slecht scoren op de criteria staan deze alternatieven onderaan.

Figuur 9: Rangschikking alternatieven in functie van criteria van producenten



Bron: De Brucker et al, 2008

De producenten beschouwen de infrastructurele alternatieven zoals verkeersborden als de beste alternatieven. Dit komt door de aansprakelijkheidsproblemen, het belangrijkste criterium voor de producenten die zich voordoen bij de voertuigalternatieven.

4.3.6 Resultaten

In de vorige stap werd er een rangschikking per stakeholder opgesteld. Hier volgt er een globale analyse en rangschikking. Daartoe worden de prioriteiten van de stakeholders met elkaar vergeleken. In onderstaande tabel kan men zien welke plaats de top 5 alternatieven van de overheid bekleedden bij de gebruikers en producenten. Hierin kan opgemerkt worden dat VMS en verkeersborden ook vrij hoog scoren bij de gebruikers en producenten. Voor deze alternatieven bestaat er dus waarschijnlijk voldoende draagvlak om deze alternatieven te implementeren (De Brucker et al, 2008).

Tabel 25: Top 5 beleidsmakers vergeleken met andere stakeholders

| Beleidsmakers | Alternatief | Gebruikers | Producenten |
|---------------|--|------------|-------------|
| 1 | VMS Snelheidwaarschuwingssysteem | 6 | 4 |
| 2 | Snelheidwaarschuwingssysteem door herkenning verkeersborden | 14 | 12 |
| 3 | Dodehoek detectie | 4 | 16 |
| 4 | Snelheidwaarschuwing op digitale kaart | 15 | 10 |
| 5 | Voorrangsborden | 8 | 1 |

Bron: De Brucker et al, 2008

Indien er voldoende vraag (gebruikers) en aanbod (producenten) is, is het goed mogelijk dat de markt deze alternatieven zelf aanbrengt. Daarom wordt er in onderstaande tabel de vijf beste alternatieven voor de gebruikers vergeleken met de producenten. Voor de andere alternatieven waarvoor minder draagvlak bestaat bij de andere stakeholders, zal de overheid moeten interveniëren door bijvoorbeeld subsidies uit te geven of eventueel de wetgeving aanpassen zodat deze alternatieven verplicht worden. Dodehoek detectie bijvoorbeeld is hoog gewaardeerd bij gebruikers en overheid, maar niet bij de producenten doordat deze het aansprakelijkheidsrisico vrezen. Indien de overheid de aansprakelijkheid regelt, zal dit alternatief mogelijk in een nieuwe MAMCA hoog scoren bij alle stakeholders (De Brucker et al, 2008).

Tabel 26: Top 5 beleidsmakers vergeleken met andere stakeholders

| Gebruikers | Alternatief | Gebruikers |
|------------|---|------------|
| 1 | VMS snelheidwaarschuwingssysteem in scherpe bocht | 3 |
| 2 | Scheiding van rijvakken door trilstroken | 2 |
| 3 | Waarschuwingssysteem scherpe bocht op digitale kaart | 6 |
| 4 | Dodehoek detectie | 16 |
| 5 | Elektronische bakens | 9 |

Bron: De Brucker et al, 2008

In deze stap kan er ook nog een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd worden. Hiermee kan men dan zien of de rangschikking al dan niet veranderd is, indien men de gewichten van de criteria verandert. Deze sensitiviteitsanalyse zorgt er ook voor dat de kritische stakeholders en hun doelstellingen in kaart worden gebracht, wat kan helpen bij de uiteindelijke besluitvorming.

4.3.7 *Implementatie*

De drie rangschikkingen van de alternatieven worden overgemaakt aan de beleidsmakers. Zoals reeds vermeld, vertegenwoordigen zij in feite de gemeenschap in het algemeen en zullen zij dus in eerste instantie vooral rekening willen houden met de rangschikking van de maatregelen volgens deze 'stakeholder'. Om na te gaan hoe eenvoudig of moeilijk de implementatie van een bepaalde maatregel in realiteit zal verlopen, dient men echter ook te kijken naar de plaats die deze maatregel inneemt in de rangschikkingen van de weggebruikers (de vraagzijde van de markt) en de fabrikanten (de aanbodzijde van de markt). Door overheidsinterventies (wetgeving, subsidies, etc.) kan de vraag en het aanbod gemanipuleerd worden. Nadien zal er dan een nieuwe MAMCA uitgevoerd worden om dan tot het meest optimale alternatief te komen rekening houdende met de criteria van alle stakeholders.

5. BESLUIT

In dit steunpuntrapport werd er verder gebouwd aan de opstelling van een socio-economische handleiding, zodat verkeersveiligheidsmaatregelen op een uniforme wijze kunnen geëvalueerd worden en opdat de beleidsmakers hun beleid socio-economisch kunnen verantwoorden. Nadat er in een vorig rapport een beslissingsboom werd opgesteld om te bepalen welke socio-economische evaluatiemethode te verkiezen is in welke situatie (afhankelijk van het feit of men ex-post of ex-ante wil evalueren, de omvang van de maatregel, het aantal beschikbare alternatieven, het belang van een stakeholderanalyse, ...), werd er in dit rapport een stappenplan uitgewerkt per socio-economische evaluatiemethode die in het kader van verkeersveiligheid gehanteerd kunnen worden: de sociale kosten-batenanalyse, de kosteneffectiviteitsanalyse, de multi-criteria analyse en de multi-actor multi-criteria analyse. Bovendien werden er ook al enkele cases geïllustreerd die de theorie moest toetsen aan de praktijk. Door het opstellen van deze handleiding moet de lezer in staat zijn om zelf een socio-economische evaluatie uit te voeren afhankelijk van de situationele context waarin men zich bevindt. In het vervolg van dit werkpakket zullen er enkele cases uitgewerkt worden op basis van deze handleiding. Op deze manier trachten we op een uniforme wijze verkeersveiligheidsmaatregelen socio-economisch te evalueren. De vier verschillende evaluatiemethoden zullen opgenomen worden in de cases.

De handleiding maakt duidelijk dat het uitvoeren van een SKBA geen eenvoudige opdracht is, doordat alle effecten dienen gemonetariseerd te worden. Enkel aan de omvang van dit stappenplan is te zien dat er veel dient berekend te worden en dat er ook nood is aan geactualiseerde gegevens met betrekking tot de verkeersveiligheidseffecten en de externe effecten. De kosteneffectiviteitsanalyse daarentegen is veel eenvoudiger, maar beperkter dan de SKBA, doordat het slechts één effect en de kosten nodig heeft om een kosteneffectiviteitsratio te kunnen berekenen. Er moet bij de KEA dus ook een afweging gemaakt worden tussen de eenvoudigere verwerking en het beperkte draagvlak van deze analyse. De multi-criteria analyse en de multi-actor multi-criteria analyse zijn vrij wiskundig van aard. Echter de berekeningen worden gedaan door een softwareprogramma. Men moet enkel de gegevens invoeren en de programma's rangschikken de alternatieven op basis van de criteria en gewichten.

Er moeten nog enkele bemerkingen gemaakt worden bij deze handleiding. Elke maatregel is uniek en vereist zijn eigen werkwijze, afhankelijk van de situationele context. Daarom is het mogelijk dat bepaalde stappen die hier werden opgesomd moeten worden samengenomen en andere misschien wel verder opgesplitst. Het succes van deze handleiding is afhankelijk van enkele factoren. De evaluatiecultuur is een belangrijk aspect daarvan. Momenteel is men ervan overtuigd dat het beleid dient geëvalueerd te worden. Men streeft er dan ook naar om indien mogelijk de verkeersveiligheidsmaatregelen socio-economisch te evalueren. De evaluatie is mogelijk wanneer er voldoende evaluatiecapaciteit voorzien is; menselijk kapitaal, financiële en materiële middelen noodzakelijk voor het kwalitatief goed uitvoeren van een evaluatie. De organisatie moet namelijk over de nodige capaciteit beschikken om de evaluaties uit te voeren in het beleidsproces en meer bepaald in het plannen, ontwikkelen, implementeren en opvolgen van het beleid. De informatie -en feedbacksystemen zijn ook een belangrijke succesfactor. Zonder goede informatie, geen goed onderzoek en bij gevolg geen goede evaluatie. Een derde succesfactor is de vorming en opleiding. Men dient een zekere know-how te hebben van methoden en technieken die we in dit rapport hebben aangebracht.

6. LITERATUURLIJST

- Ampe, J., Geudens, T. & Macharis, C. (2008). *Socio-economische evaluatiemethoden voor verkeersveiligheid. Tussentijds vergelijkend rapport. Literatuurstudie: Steunpuntrapport R-2008-01*. Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- Ampe, J., Geudens, T. & Macharis, C. (2008a). *Multi-Criteria Analyse en Multi-Actor Multi-Criteria Analyse. Mogelijke meerwaarde voor de evaluatie van verkeersveiligheidsmaatregelen: Steunpuntrapport R-2008-2009*. Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- Blauwens, G. (1988). *Welvaartseconomie en kosten-batenanalyse*. Antwerpen, België: MIM.
- De Brabander, B. (2005). *Investerings in Verkeersveiligheid in Vlaanderen. Een handleiding voor kosten-batenanalyse*. Heverlee-Leuven, België: LannooCampus.
- De Brabander, B. (2006). *Valuing the reduced risk of road accidents. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods*. Doctoraatsproefschrift. Hasselt, België Universiteit Hasselt.
- De Brucker K., Verbeke A., Winkelmanns W. (1998) *Sociaal-economische evaluatie van overheidsinvesteringen in transportinfrastructuur*. Leuven, België: Garrant.
- De Brucker, K., Macharis, C., Wiethoff, M., & Marchau, V. (2008). *A strategic analysis of stakeholder preferences regarding the design of innovative road safety measures. Results from the pan-European IN-SAFETY project regarding forgiving and self-explaining road environments. HUB Research Paper 2008/42*, 25 p.
- De Peuter, B., De Smedt, J. & Bouckaert, G. (2007). *Handleiding beleidsevaluatie. Deel 1: Evaluatiedesign en -management: Steunpuntrapport D/2006/10106/013*, Leuven, België: Steunpunt Bestuurlijke Organisatie Vlaanderen – spoor Beleid en Monitoring.
- Delhomme, P., De Dobbeleer, W. Forward, S. & Simões, A. 2009. *CAST manual for Designing, Implementing and Evaluating Road Safety Communication Campaigns*. Belgian Road Safety Institute: Brussel. 324.
- Department for Transport (1999). *Transport and the economy: full report (SACTRA)*. DfT-report: Londen, Engeland.
- ECORYS (2002a). *Beheerskosten openbare ruimte*. ECORYS. Nederland, Rotterdam.
- ECORYS (2002b). *Kosteneffectiviteit veiliger bestelverkeer*. ECORYS. Nederland, Rotterdam.
- Elvik R. & Veisten K. 2004. *Barriers to the use of efficiency assessment tools in road safety policy. Roads safety and environmental benefit-cost and cost-effectiveness analysis for use in decision-making. ROSEBUD thematic network, report D4*, European Commission, DGET, 5th framework programme
- Geudens, T. Macharis, C. Plastria, F. & Cromptvoets, J. (2009). *An evaluation framework for the optimization of the spatial data infrastructure in Flanders. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research, submitted for publication*.
- Macharis, C. (2000). *Strategische modellering voor intermodale terminals: Socio-economische evaluatie van de locatie van binnenvaart/weg terminals in Vlaanderen*, Brussels: Vrije Universiteit Brussel.
- Macharis, C. (2004). *The importance of stakeholder analysis in freight transport: The MAMCA methodology. European Transport/transport Europei 25/26: 114-120*.

- Macharis, C., Springael, J., De Brucker, K. & Verbeke, A. (2004). PROMETHEE and AHP: The design of operational synergies in multicriteria analysis. Strengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *European Journal of Operational Research*. 153(2): 307-317.
- Macharis C., Verbeke A. & De Brucker K. (2004a) The strategic evaluation of new technologies through multicriteria analysis: the advisors case. In Bekiaris E. & Nakanishi Y.J. (eds.) *Economic impacts of intelligent transportation systems: innovations and case studies*. Research in Transportation Economics, 8, Elsevier Ltd.: Amsterdam.
- Macharis, C. (2007). "Multi-criteria analysis as a tool to include stakeholders in project evaluation: the MAMCA method" in Haezendonck E. (Ed). *Transport Project Evaluation, Extending the Social Cost-Benefit Approach*, Brussel: Vrije Universiteit Brussel en Universiteit Antwerpen, pp 177-199.
- Miller, G. (1956). The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity of processing information. *The psychological Review*. 63: 81-97.
- Mindef (2009). Website: <http://mpbundels.Mindef.nl/> (geraadpleegd 02/2009)
- Minfin (2003). *Handreiking evaluatieonderzoek ex-post. Een praktisch handvat voor de opzet en uitvoering van evaluatieonderzoek ex-post*. Ministerie van Financiën, Afdeling beleidsevaluatie en -instrumentatie, Nederland.
- Minfin (2003). *Handreiking evaluatieonderzoek ex-ante. Een praktisch handvat voor de opzet en uitvoering van evaluatieonderzoek ex-ante*. Ministerie van Financiën, Afdeling beleidsevaluatie en -instrumentatie, Nederland.
- Moffet, A. & Sarkar S. (2006). Incorporating multiple criteria into the design of conservation area networks: a minireview with recommendations, *Diversity and Distributions*. 12: 125-137.
- Muizelaar, J., Mathijssen, M.P.M. & Wesemann, P. (1995). *Kosten van verkeersonveiligheid in Nederland, 1993. Rapport R-95-61*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV.
- Petiti, D.B. (2000). *Meta-analysis, decision analysis and cost-effectiveness analysis*. Oxford University Press US, Oxford.
- Rossi, P.H., Lipsey, M.W. & Freeman, H.E. (2004). *Evaluation: a systematic approach*. Sage Publications, Thousand Oaks.
- Schoon, C.C., Wesemann, P. & Roszbach, R. (2000). *Verkeersveiligheidsanalys van het concept-NVVP. Samenvattend rapport. SWOV-rapport D-2000-9*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV.
- Staes, H. & De Brabander, B. (2009). *Inleiding tot Economische Afwegingsmethoden op Verkeersveiligheidsmaatregelen. Steunpuntrapport RA-2002-01*. Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- Vlaamse Stichting Verkeerskunde. 2009. *Basiscursus Verkeersveiligheid*.
- SWOV (2005) *SWOV-factsheet. Kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen*. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV.
- Tsamboulas, D., Yiotis, G. & Panou, K. (1999). Use of multicriteria methods for assessment of transport projects. *Journal of Transportation Engineering*, 25(5): 404-414.
- Van der Vlist, A.J., Bunte, F.H.J., van Galen, M.A. (2007). *Beleidsevaluatie ex-post. Methodiek en illustratie. Rapport 6.07.13*. Den Haag, Nederland.

- Van Geirt, F. & Nuyts, E. 2004. CESaM 1.0. Handleiding voor de Calculator for Effects of Safety Measures (Effectiviteitsberekening). *Steunpuntrapport R-2004-48* Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- van Lier, T. Van Malderen, F. & Macharis, C. (2009). Indicatoren bij de beoordeling van verkeersveiligheidsmaatregelen. Knelpunten en mogelijke oplossingen. *Steunpuntrapport R-2009-02* Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- Van Malderen, F. & Macharis, C. (2009). *Handleiding voor het evalueren van verkeersveiligheidsmaatregelen. Een eerste aanzet: Steunpuntrapport R-2009-12*. Diepenbeek, België: Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken – spoor Verkeersveiligheid.
- Vlaamse Regering. (2001). *Ontwerp Mobiliteitsplan Vlaanderen. Naar een duurzame mobiliteit in Vlaanderen*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Brussel: Digitale Drukkerij Facilitair Management Vlaamse overheid.
- Wesemann, P. (2002). *Economische evaluatie van verkeersveiligheidsmaatregelen. Bijdrage aan de 117^{de} ECMT Round Table, Parijs*. SWOV-rapport R-2000-16N. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV.
- Wesemann, P. & Devillers, E.L.C. (2004). *Kosten-batenanalyse van verkeersveiligheidsmaatregelen. Een methodische verkenning*. SWOV-rapport R-2003-32. Leidschendam, Nederland: Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid SWOV.
- Wijnen W. (2008) Bruikbaarheid van QALY's en DALY's voor de verkeersveiligheid. SWOV R-2007-13, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid: Leidschendam.

7. BIJLAGEN

7.1 Bijlage 1: Begrafeniskosten

Tabel 27: Renteverliezen door begrafeniskosten

| Leeftijd slachtoffer | Renteverlies | Leeftijd slachtoffer | Renteverlies | Leeftijd slachtoffer | Renteverlies | Leeftijd slachtoffer | Renteverlies |
|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| 0 | 2449 | 25 | 2039 | 50 | 1386 | 75 | 554 |
| 1 | 2436 | 26 | 2018 | 51 | 1386 | 76 | 503 |
| 2 | 2422 | 27 | 1996 | 52 | 1352 | 77 | 452 |
| 3 | 2422 | 28 | 1973 | 53 | 1317 | 78 | 452 |
| 4 | 2408 | 29 | 1951 | 54 | 1281 | 79 | 399 |
| 5 | 2394 | 30 | 1951 | 55 | 1245 | 80 | 345 |
| 6 | 2379 | 31 | 1927 | 56 | 1207 | 81 | 345 |
| 7 | 2364 | 32 | 1903 | 57 | 1170 | 82 | 291 |
| 8 | 2349 | 33 | 1879 | 58 | 1131 | 83 | 291 |
| 9 | 2379 | 34 | 1855 | 59 | 1092 | 84 | 235 |
| 10 | 2317 | 35 | 1829 | 60 | 1092 | 85 | 235 |
| 11 | 2301 | 36 | 1804 | 61 | 1051 | 86 | 178 |
| 12 | 2285 | 37 | 1777 | 62 | 1010 | 87 | 178 |
| 13 | 2268 | 38 | 1751 | 63 | 969 | 88 | 120 |
| 14 | 2251 | 39 | 1723 | 64 | 926 | 89 | 120 |
| 15 | 2234 | 40 | 1696 | 65 | 883 | 90 | 120 |
| 16 | 2216 | 41 | 1667 | 66 | 883 | 91 | 60 |
| 17 | 2198 | 42 | 1639 | 67 | 838 | 92 | 60 |
| 18 | 2179 | 43 | 1609 | 68 | 793 | 93 | 60 |
| 19 | 2160 | 44 | 1579 | 69 | 747 | | |
| 20 | 2141 | 45 | 1549 | 70 | 700 | | |
| 21 | 2122 | 46 | 1517 | 71 | 700 | | |
| 22 | 2102 | 47 | 1485 | 72 | 653 | | |
| 23 | 2081 | 48 | 1453 | 73 | 604 | | |
| 24 | 2061 | 49 | 1420 | 74 | 554 | | |

Bron: De Brabander, 2005

7.2 Bijlage 2: Productieverlies door overlijden

Tabel 28: Productieverlies in euro bij een dodelijk verkeersslachtoffer, prijspeil 2005

| Jaar van overlijden | Reëel productieverlies | NCW productieverlies | Jaar van overlijden | Reëel productieverlies | NCW productieverlies |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 2005 | 92.347 | 66.630 | 2022 | 112.665 | 41.835 |
| 2006 | 93.543 | 64.908 | 2023 | 113.860 | 40.658 |
| 2007 | 94.738 | 63.220 | 2024 | 115.055 | 39.509 |
| 2008 | 95.933 | 61.565 | 2025 | 116.250 | 38.388 |
| 2009 | 97.128 | 59.945 | 2026 | 117.445 | 37.295 |
| 2010 | 98.323 | 58.357 | 2027 | 118.640 | 36.230 |
| 2011 | 99.518 | 56.804 | 2028 | 119.835 | 35.191 |
| 2012 | 100.713 | 55.283 | 2029 | 121.031 | 34.178 |
| 2013 | 101.908 | 53.796 | 2030 | 122.226 | 33.192 |
| 2014 | 103.104 | 52.341 | 2031 | 123.421 | 32.230 |
| 2015 | 104.299 | 50.918 | 2032 | 124.616 | 31.294 |
| 2016 | 105.494 | 49.528 | 2033 | 125.811 | 30.382 |
| 2017 | 106.689 | 48.169 | 2034 | 127.006 | 29.494 |
| 2018 | 107.884 | 46.841 | 2035 | 128.201 | 28.629 |
| 2019 | 109.079 | 45.544 | 2036 | 129.396 | 27.787 |
| 2020 | 110.274 | 44.278 | 2037 | 130.592 | 26.967 |
| 2021 | 111.469 | 43.042 | 2038 | 131.787 | 26.170 |

Bron: De Brabander, 2008

7.3 Bijlage 3: Productieverlies door ziekteverzuim/tijdelijke arbeidsongeschiktheid

Tabel 29: Productieverlies door ziekteverzuim/tijdelijke arbeidsongeschiktheid

| Jaar van ongeval | Reëel productieverlies | NCW productieverlies | Jaar van ongeval | Reëel productieverlies | NCW productieverlies |
|------------------|------------------------|----------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| 2005 | 1.278 | 1.278 | 2022 | 1.595 | 819 |
| 2006 | 1.297 | 1.247 | 2023 | 1.613 | 796 |
| 2007 | 1.316 | 1.216 | 2024 | 1.632 | 774 |
| 2008 | 1.334 | 1.186 | 2025 | 1.650 | 753 |
| 2009 | 1.353 | 1.156 | 2026 | 1.669 | 732 |
| 2010 | 1.371 | 1.127 | 2027 | 1.687 | 712 |
| 2011 | 1.390 | 1.099 | 2028 | 1.706 | 692 |
| 2012 | 1.409 | 1.070 | 2029 | 1.725 | 673 |
| 2013 | 1.427 | 1.043 | 2030 | 1.743 | 654 |
| 2014 | 1.446 | 1.016 | 2031 | 1.762 | 635 |
| 2015 | 1.464 | 989 | 2032 | 1.780 | 617 |
| 2016 | 1.483 | 963 | 2033 | 1.799 | 600 |
| 2017 | 1.502 | 938 | 2034 | 1.818 | 583 |
| 2018 | 1.520 | 913 | 2035 | 1.836 | 566 |
| 2019 | 1.539 | 889 | 2036 | 1.855 | 550 |
| 2020 | 1.557 | 865 | 2037 | 1.873 | 534 |
| 2021 | 1.576 | 841 | 2038 | 1.892 | 519 |

Bron: De Brabander, 2005

Tabel 30: Economische productieverlies in euro van een lichtgewond verkeersslachtoffer in het jaar van het ongeval, prijspeil 2005

| Jaar van overlijden | Reëel productieverlies | NCW productieverlies | Jaar van overlijden | Reëel productieverlies | NCW productieverlies |
|---------------------|------------------------|----------------------|---------------------|------------------------|----------------------|
| 2005 | 365 | 365 | 2022 | 456 | 234 |
| 2006 | 371 | 356 | 2023 | 461 | 228 |
| 2007 | 376 | 348 | 2024 | 466 | 221 |
| 2008 | 381 | 339 | 2025 | 472 | 215 |
| 2009 | 387 | 330 | 2026 | 477 | 209 |
| 2010 | 392 | 322 | 2027 | 482 | 203 |
| 2011 | 397 | 314 | 2028 | 487 | 198 |
| 2012 | 402 | 306 | 2029 | 493 | 192 |
| 2013 | 408 | 298 | 2030 | 498 | 187 |
| 2014 | 413 | 290 | 2031 | 503 | 182 |
| 2015 | 418 | 283 | 2032 | 509 | 176 |
| 2016 | 424 | 275 | 2033 | 514 | 171 |
| 2017 | 429 | 268 | 2034 | 519 | 167 |
| 2018 | 434 | 261 | 2035 | 525 | 162 |
| 2019 | 440 | 254 | 2036 | 530 | 157 |
| 2020 | 445 | 247 | 2037 | 535 | 153 |
| 2021 | 450 | 240 | 2038 | 541 | 148 |

Bron: De Brabander, 2005

7.4 Bijlage 4: Productieverlies door blijvende arbeidsongeschiktheid

Tabel 31: Totaal blijvend productieverlies van een zwaargewond verkeersslachtoffer, in eur, prijspeil 2005.

| Jaar van ongeval | Reëel productieverlies | NCW productieverlies | Jaar van ongeval | Reëel productieverlies | NCW productieverlies |
|------------------|------------------------|----------------------|------------------|------------------------|----------------------|
| 2005 | 635.569 | 425.222 | 2022 | 771.830 | 233.034 |
| 2006 | 643.584 | 414.126 | 2023 | 779.845 | 258.502 |
| 2007 | 651.600 | 403.255 | 2024 | 787.861 | 251.156 |
| 2008 | 659.615 | 392.608 | 2025 | 795.876 | 243.992 |
| 2009 | 667.630 | 382.183 | 2026 | 803.891 | 237.008 |
| 2010 | 675.646 | 371.980 | 2027 | 811.907 | 230.200 |
| 2011 | 683.661 | 361.996 | 2028 | 819.922 | 223.566 |
| 2012 | 691.676 | 352.229 | 2029 | 827.938 | 217.101 |
| 2013 | 699.692 | 342.679 | 2030 | 835.953 | 210.803 |
| 2014 | 707.707 | 333.342 | 2031 | 843.968 | 204.668 |
| 2015 | 715.723 | 324.216 | 2032 | 851.984 | 198.693 |
| 2016 | 723.738 | 315.299 | 2033 | 859.999 | 192.875 |
| 2017 | 731.753 | 306.589 | 2034 | 868.014 | 187.211 |
| 2018 | 739.769 | 298.082 | 2035 | 876.030 | 181.697 |
| 2019 | 747.784 | 289.776 | 2036 | 884.045 | 176.330 |
| 2020 | 755.799 | 281.668 | 2037 | 892.060 | 171.107 |
| 2021 | 763.815 | 273.755 | 2038 | 900.076 | 166.025 |

Bron: De Brabander, 2005

7.5 Bijlage 5: Immateriële schade

Tabel 32: Humane kosten voor een dodelijk, zwaargewond en lichtgewond verkeersslachtoffer, volgens jaar dat het verkeersslachtoffer vermeden wordt, in 1000 euro

| Jaar | Dodelijk slachtoffer | | Zwaargewonde | | Lichtgewonde | |
|------|----------------------|-------|--------------|-----|--------------|-----|
| | Reële waarde | NCW | Reële waarde | NCW | Reële waarde | NCW |
| 2005 | 2.096 | 2.096 | 314 | 314 | 21 | 21 |
| 2006 | 2.127 | 2.045 | 319 | 307 | 21 | 20 |
| 2007 | 2.157 | 1.995 | 324 | 299 | 22 | 20 |
| 2008 | 2.188 | 1.945 | 328 | 292 | 22 | 19 |
| 2009 | 2.218 | 1.896 | 333 | 284 | 22 | 19 |
| 2010 | 2.249 | 1.848 | 337 | 277 | 22 | 18 |
| 2011 | 2.279 | 1.801 | 342 | 270 | 23 | 18 |
| 2012 | 2.310 | 1.755 | 346 | 263 | 23 | 18 |
| 2013 | 2.340 | 1.710 | 351 | 257 | 23 | 17 |
| 2014 | 2.371 | 1.666 | 356 | 250 | 24 | 17 |
| 2015 | 2.401 | 1.622 | 360 | 243 | 24 | 16 |
| 2016 | 2.432 | 1.580 | 365 | 237 | 24 | 16 |
| 2017 | 2.462 | 1.538 | 369 | 231 | 25 | 15 |
| 2018 | 2.493 | 1.497 | 374 | 225 | 25 | 15 |
| 2019 | 2.523 | 1.457 | 378 | 219 | 25 | 15 |
| 2020 | 2.554 | 1.418 | 383 | 213 | 26 | 14 |
| 2021 | 2.584 | 1.380 | 388 | 207 | 26 | 14 |
| 2022 | 2.615 | 1.342 | 392 | 201 | 26 | 13 |
| 2023 | 2.645 | 1.306 | 397 | 196 | 26 | 13 |
| 2024 | 2.676 | 1.270 | 401 | 190 | 27 | 13 |
| 2025 | 2.706 | 1.235 | 406 | 185 | 27 | 12 |
| 2026 | 2.737 | 1.201 | 410 | 180 | 27 | 12 |
| 2027 | 2.767 | 1.168 | 415 | 175 | 28 | 12 |
| 2028 | 2.798 | 1.135 | 420 | 170 | 28 | 11 |
| 2029 | 2.828 | 1.103 | 424 | 165 | 28 | 11 |
| 2030 | 2.858 | 1.072 | 429 | 161 | 29 | 11 |
| 2031 | 2.889 | 1.042 | 433 | 156 | 29 | 10 |
| 2032 | 2.919 | 1.013 | 438 | 152 | 29 | 10 |
| 2033 | 2.950 | 984 | 442 | 148 | 29 | 10 |
| 2034 | 2.980 | 956 | 447 | 143 | 30 | 10 |
| 2035 | 3.011 | 928 | 452 | 139 | 30 | 9 |
| 2036 | 3.041 | 902 | 456 | 135 | 30 | 9 |
| 2037 | 3.072 | 876 | 461 | 131 | 31 | 9 |
| 2038 | 3.102 | 850 | 465 | 128 | 31 | 9 |

Bron: De Brabander, 2005

7.6 Bijlage 6: Externe kosten

Tabel 33: Externe milieukosten per kilometer in eurocent, periode 2005-2038 per type traject

| Jaar | Autosnelweg | | | Stedelijk | | | Landelijk | | |
|------|-------------|---------|------|-----------|---------|------|-----------|---------|------|
| | Pers. | Vracht. | Bus | Pers. | Vracht. | Bus | Pers. | Vracht. | Bus |
| 2005 | 0,77 | 2,51 | 5,44 | 1,41 | 5,26 | 4,71 | 0,28 | 1,03 | 4,29 |
| 2006 | 0,71 | 2,31 | 5,24 | 1,28 | 4,94 | 4,57 | 0,26 | 0,95 | 4,14 |
| 2007 | 0,65 | 2,11 | 5,01 | 1,16 | 4,62 | 4,41 | 0,24 | 0,86 | 3,98 |
| 2008 | 0,58 | 1,91 | 4,75 | 1,03 | 4,30 | 4,23 | 0,22 | 0,78 | 3,79 |
| 2009 | 0,45 | 1,71 | 4,44 | 0,91 | 4,00 | 4,02 | 0,20 | 0,70 | 3,57 |
| 2010 | 0,43 | 1,52 | 4,07 | 0,78 | 3,69 | 3,77 | 0,18 | 0,62 | 3,31 |
| 2011 | 0,40 | 1,48 | 4,02 | 0,73 | 3,60 | 3,60 | 0,17 | 0,60 | 3,29 |
| 2012 | 0,37 | 1,44 | 3,96 | 0,68 | 3,51 | 3,39 | 0,16 | 0,58 | 3,27 |
| 2013 | 0,34 | 1,37 | 3,89 | 0,63 | 3,42 | 3,15 | 0,15 | 0,57 | 3,24 |
| 2014 | 0,31 | 1,34 | 3,80 | 0,57 | 3,33 | 2,84 | 0,14 | 0,55 | 3,2 |
| 2015 | 0,31 | 1,34 | 3,68 | 0,53 | 3,25 | 2,46 | 0,13 | 0,54 | 3,16 |
| 2016 | 0,31 | 1,34 | 3,68 | 0,52 | 3,25 | 2,40 | 0,13 | 0,54 | 3,16 |
| 2017 | 0,30 | 1,34 | 3,68 | 0,51 | 3,25 | 2,32 | 0,13 | 0,54 | 3,17 |
| 2018 | 0,30 | 1,34 | 3,67 | 0,50 | 3,25 | 2,21 | 0,13 | 0,54 | 3,18 |
| 2019 | 0,29 | 1,34 | 3,66 | 0,50 | 3,25 | 2,07 | 0,12 | 0,54 | 3,19 |
| 2020 | 0,29 | 1,34 | 3,65 | 0,49 | 3,25 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2021 | 0,29 | 1,34 | 3,65 | 0,49 | 3,25 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2022 | 0,29 | 1,34 | 3,65 | 0,49 | 3,25 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2023 | 0,29 | 1,34 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2024 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2025 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2026 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2027 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,21 |
| 2028 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2029 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2030 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2031 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2032 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2033 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2034 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2035 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2036 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2037 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |
| 2038 | 0,29 | 1,33 | 3,65 | 0,49 | 3,24 | 1,84 | 0,12 | 0,54 | 3,2 |

Bron: De Brabander, 2005

Tabel 34: Index om verandering in externe milieukosten te berekenen.

| Snelheid (in km/u) | Vrachtwagens | | | Bussen | | | Personenwagens | | | | | |
|-----------------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------------|------------|----------------|------------|-----------------|------------|------------|------------|
| | Milieu- kost | Index S | Index L | Index A | Milieu- kost | Index S | Index L | Index A | Milieu- kost | Index S | Index L | Index A |
| 1 | 129,29 | 1057 | 1593 | 2419 | 129,29 | 1057 | 1593 | 2419 | 0,018 | 177 | 311 | 169 |
| 5 | 40,77 | 333 | 502 | 763 | 40,77 | 333 | 502 | 763 | 0,015 | 149 | 262 | 142 |
| 10 | 24,84 | 203 | 306 | 465 | 24,84 | 203 | 306 | 465 | 0,014 | 132 | 231 | 125 |
| 15 | 18,60 | 152 | 229 | 348 | 18,60 | 152 | 229 | 348 | 0,012 | 117 | 206 | 112 |
| 20 | 15,15 | 124 | 187 | 284 | 15,15 | 124 | 187 | 284 | 0,011 | 105 | 184 | 99 |
| 25 | 12,93 | 106 | 159 | 242 | 12,93 | 106 | 159 | 242 | 0,010 | 93 | 164 | 89 |
| 30 | 11,35 | 93 | 140 | 212 | 11,35 | 93 | 140 | 212 | 0,009 | 8 | 147 | 79 |
| 35 | 10,17 | 82 | 125 | 190 | 10,17 | 82 | 125 | 190 | 0,008 | 75 | 132 | 71 |
| 40 | 9,25 | 76 | 114 | 173 | 9,25 | 76 | 114 | 173 | 0,007 | 68 | 119 | 65 |
| 45 | 8,51 | 70 | 105 | 159 | 8,51 | 70 | 105 | 159 | 0,006 | 62 | 109 | 59 |
| 50 | 7,88 | 64 | 97 | 147 | 7,88 | 64 | 97 | 147 | 0,006 | 58 | 101 | 55 |
| 55 | 7,37 | 60 | 91 | 138 | 7,37 | 60 | 91 | 138 | 0,006 | 55 | 96 | 52 |
| 60 | 6,92 | 57 | 85 | 130 | 6,92 | 57 | 85 | 130 | 0,005 | 53 | 92 | 50 |
| 65 | 6,57 | 54 | 81 | 123 | 6,57 | 54 | 81 | 123 | 0,005 | 52 | 91 | 49 |
| 70 | 6,26 | 51 | 77 | 117 | 6,26 | 51 | 77 | 117 | 0,005 | 53 | 93 | 50 |
| 75 | 6,00 | 49 | 74 | 112 | 6,00 | 49 | 74 | 112 | 0,006 | 55 | 96 | 52 |
| 80 | 5,78 | 46 | 71 | 108 | 5,78 | 46 | 71 | 108 | 0,006 | 58 | 102 | 55 |
| 85 | 5,59 | 44 | 69 | 105 | 5,59 | 44 | 69 | 105 | 0,006 | 63 | 110 | 59 |
| 90 | 5,43 | 43 | 67 | 102 | 5,43 | 43 | 67 | 102 | 0,007 | 69 | 120 | 65 |
| 95 | 5,30 | 42 | 65 | 99 | 5,30 | 42 | 65 | 99 | 0,008 | 76 | 133 | 72 |
| 100 | 5,19 | 42 | 64 | 97 | 5,19 | 42 | 64 | 97 | 0,009 | 84 | 148 | 80 |
| 105 | 5,10 | 41 | 63 | 95 | 5,10 | 41 | 63 | 95 | 0,010 | 94 | 165 | 89 |
| 110 | 5,04 | 41 | 62 | 94 | 5,04 | 41 | 62 | 94 | 0,011 | 105 | 185 | 100 |
| 115 | 5,00 | 41 | 62 | 93 | 5,00 | 41 | 62 | 93 | 0,012 | 118 | 206 | 112 |
| 120 | 4,97 | 41 | 61 | 93 | 4,97 | 41 | 61 | 93 | 0,014 | 131 | 230 | 125 |
| 125 | 4,96 | 41 | 61 | 93 | 4,96 | 41 | 61 | 93 | 0,015 | 146 | 257 | 139 |
| 130 | 4,97 | 41 | 61 | 93 | 4,97 | 41 | 61 | 93 | 0,017 | 163 | 286 | 155 |
| 135 | 4,99 | 41 | 62 | 93 | 4,99 | 41 | 62 | 93 | 0,019 | 180 | 316 | 171 |
| 140 | 5,03 | 41 | 62 | 94 | 5,03 | 41 | 62 | 94 | 0,021 | 199 | 350 | 189 |

S= stedelijk
L = landelijk
A = autosnelweg

Bron: De Brabander, 2005

7.7 Bijlage 7: Belastingen

Tabel 35: Verandering in overheidsontvangsten per 100 km afstand en per liter brandstof, voor personenwagens, niet verdisconteerd, in euro.

| Jaar | Per liter brandstof | Per 100 kvm | Jaar | Per liter brandstof | Per 100 kvm |
|------|---------------------|-------------|------|---------------------|-------------|
| 2005 | 0,617 | 3,982 | 2022 | 0,602 | 3,667 |
| 2006 | 0,616 | 3,960 | 2023 | 0,602 | 3,653 |
| 2007 | 0,614 | 3,938 | 2024 | 0,602 | 3,638 |
| 2008 | 0,613 | 3,917 | 2025 | 0,601 | 3,624 |
| 2009 | 0,612 | 3,897 | 2026 | 0,601 | 3,611 |
| 2010 | 0,611 | 3,876 | 2027 | 0,601 | 3,597 |
| 2011 | 0,610 | 3,857 | 2028 | 0,601 | 3,584 |
| 2012 | 0,609 | 3,837 | 2029 | 0,601 | 3,572 |
| 2013 | 0,608 | 3,818 | 2030 | 0,601 | 3,560 |
| 2014 | 0,607 | 3,800 | 2031 | 0,601 | 3,548 |
| 2015 | 0,606 | 3,782 | 2032 | 0,602 | 3,537 |
| 2016 | 0,605 | 3,764 | 2033 | 0,602 | 3,525 |
| 2017 | 0,605 | 3,747 | 2034 | 0,618 | 3,610 |
| 2018 | 0,604 | 3,730 | 2035 | 0,620 | 3,603 |
| 2019 | 0,603 | 3,714 | 2036 | 0,621 | 3,597 |
| 2020 | 0,603 | 3,698 | 2037 | 0,622 | 3,591 |
| 2021 | 0,603 | 3,683 | 2038 | 0,623 | 3,586 |