

De maatschappelijke efficiëntie van onbemande camera's

Kosten-batenanalyse voor gewestwegen met
snelheidsbeperking van 90 km/u

Bram De Brabander

PROMOTOR ► Lode Vereeck
ONDERZOEKSLIJN ► Handhaving en Beleid
ONDERZOEKSGROEP ► UNIVERSITEIT HASSELT
RAPPORTNUMMER ► RA-2007-112

**AGORALAAN
GEBOUW D
B 3590 DIEPENBEEK**

T ► 011 26 87 05
F ► 011 26 87 00
E ► info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I ► www.steunpuntverkeersveiligheid.be

De maatschappelijke efficiëntie van onbemande camera's

Kosten-batenanalyse voor gewestwegen met snelheidsbeperking van 90 km/u

RA-2007-112

Bram De Brabander

Onderzoekslijn Handhaving en Beleid



DIEPENBEEK, 2007.
STEUNPUNT VERKEERSVEILIGHEID.

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-2007-112
Titel: De maatschappelijke efficiëntie van onbemande camera's

Ondertitel: Kosten-batenanalyse voor gewestwegen met snelheidsbeperking van 90 km/u

Auteur(s): Bram De Brabander
Promotor: Lode Vereeck
Onderzoekslijn: Handhaving en Beleid
Partner: Universiteit Hasselt
Aantal pagina's: 69

Projectnummer Steunpunt: 2.1
Projectinhoud: projectinhoud steunpuntproject

Uitgave: Steunpunt Verkeersveiligheid, februari 2007.

Steunpunt Verkeersveiligheid
Agoralaan
Gebouw D
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 87 05
F 011 26 87 00
E info@steunpuntverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntverkeersveiligheid.be

Samenvatting

Onbemande camera's zijn een veelgebruikte maatregel om de verkeersveiligheid op Vlaamse gewestwegen te verbeteren. Internationale studies geven aan de onbemande camera's een effectief en meestal ook efficiënte maatregel zijn. Een eerder rapport van het Steunpunt Verkeersveiligheid (Nuyts, 2004) besloot dat onbemande camera's leidden tot een daling in het aantal letselongevallen.

In dit rapport wordt nagegaan of onbemande camera's ook in Vlaanderen een efficiënte ingreep zijn. Hiervoor werd een veelvoorkomende situatie onderzocht waar in het recente verleden onbemande camera's geplaatst werden, namelijk de uitrusting van gewestwegen waar een snelheidsbeperking van 90 km/u geldt.

In de analyse werd rekening gehouden met volgende kosten verbonden aan de onbemande camera's: de investeringskosten, kosten van jaarlijks onderhoud van palen en de camera, personeelskosten voor de politie om camera's te verplaatsen en de kosten voor politie en parket voor het opstellen en verwerken van onmiddellijke inningen, processen-verbaal en minnelijke schikkingen. Ook de kosten voor een gerechtelijke zaak werden opgenomen. Er werd ook een schadekost opgenomen in de veronderstelling dat jaarlijks 5% van de palen en 1% van de camera's dienen te worden vervangen naar aanleiding van schade.

De baten worden in de eerste plaats gerealiseerd door het vermijden van verkeersslachtoffers en ongevallen. Deze baten hebben betrekking op het vermijden van:

- Economisch productieverlies
- Humane kosten
- Vervroegde begrafenis kosten
- Medische kosten voor ambulancevervoer, verzorging, revalidatie en hulpmiddelen
- Bezoekkosten
- Interventies door brandweer en politie
- Administratieve kosten voor verzekeringsmaatschappijen en bepaling van materiële schade
- Schade aan privaat en openbaar bezit
- Gerechts- en gerechtelijke kosten

Behalve de baten door een verbeterde verkeersveiligheid werden ook effecten doorgerekend voor het tijdverlies naar aanleiding van een lagere algemene snelheid bij het overrijden van het kruispunt en milieu-effecten veroorzaakt door de verandering in de uitstoot bij de verlaging van de snelheid. Tijdskosten en milieu-effecten werden ook doorgerekend als baat wanneer verkeersongevallen vermeden worden en er dus ook congestie vermeden wordt. Alle baten werden berekend voor het jaar 2005 en indien nodig werd de grootte van de baten ook specifiek berekend voor de volgende jaren in de analyse.

De kosten-batenanalyse werd uitgevoerd voor een periode van 10 jaar (2005-2014) en initieel met een daling van 14% wat betreft het totaal aantal verkeersongevallen en 27% voor het aantal letselongevallen. Op basis van deze uitgangssituatie kan gesteld worden dat het rendement van onbemande camera's op dit soort locaties en met dit uitrustingsniveau (4 palen, 1 camera) 29,7 bedraagt. Met andere woorden, per euro die geïnvesteerd wordt, wordt er 29,7 euro terugverdiend.

Tenslotte werden een aantal alternatieve scenario's doorgerekend om het effect op het rendement te kennen:

- een lagere effectiviteit (8% daling in het aantal letselongevallen);
- een lagere verhouding tussen het aantal ongevallen met materiële schade en het aantal letselongevallen (0,98 in plaats van 1,23 ongevallen met materiële schade ten opzichte van het aantal letselongevallen);

- een lager aantal slachtoffers per letselongeval;
- een groter aantal vastgestelde overtredingen (2.760 in plaats van 468 op jaarbasis);
- een pessimistisch scenario dat de combinatie is van vorige vier assumpties.

Deze sensitiviteitsanalyse leidt tot de veiligheidseffecten en rendementen opgenomen in tabel S.1.

Tabel S.1: Veiligheidseffecten en hun rendement van onbemande camera's voor verschillende scenario's

Sectie	8	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6
Omschrijving	Basisscenario	Basisscenario + minimaal aantal slachtoffers per letselongeval	Basisscenario + kleinere verhouding ongevallen materiële schade	Basisscenario + lagere effectiviteit	Basisscenario + hoger aantal vaststellingen	Pessimistisch scenario
Veiligheidseffecten:						
Effectiviteit alle ongevallen	14%	14%	14%	14%	14%	14%
Effectiviteit letselongevallen	27%	27%	27%	8%	27%	8%
Verhouding ongevallen materiële schade/letselongevallen	1,23	1,23	0,98	1,23	1,23	0,98
Totaal aantal vermeden ongevallen per jaar	1,16	1,16	1,04	1,16	1,16	1,03
Vermeden letselongevallen per jaar	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,30
Aantal slachtoffers per letselongeval						
Dodelijke slachtoffers	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Zwaargewonde slachtoffers	0,28	0,15	0,28	0,28	0,28	0,15
Lichtgewonde slachtoffers	1,46	1,27	1,46	1,46	1,46	1,27
Vermeden slachtoffers per jaar						
Dodelijke slachtoffers	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00
Zwaargewonde slachtoffers	0,28	0,15	0,28	0,08	0,28	0,04
Lichtgewonde slachtoffers	1,47	1,28	1,47	0,43	1,47	0,38
Rendement (bedragen in euro, periode 2005-2014):						
Verdisconteerde Baten						
- Vermeden slachtoffers						
* Doden	1.184.037	0	1.184.037	350.826	1.184.037	0
* Zwaargewonden	3.582.815	1.919.364	3.582.815	1.061.574	3.582.815	568.700
* Lichtgewonden	1.338.713	1.161.497	1.338.713	396.656	1.338.713	345.036
- Kosten verbonden aan ongeval	110.668	110.668	104.055	105.044	110.668	98.056
Projectkosten						
- Verdisconteerde kosten	208.997	208.997	208.997	208.997	307.765	307.765
Rendement per € geïnvesteerd	29,7	15,3	29,7	9,2	20,2	3,3

Uit tabel S.1 blijkt dat in alle scenario's een positief maatschappelijk rendement gehaald wordt. In het uitgangsscenario wordt elke geïnvesteerde euro 29,7 keer teurgverdiend, bij een lagere effectiviteit is dit nog steeds 9,2 keer. Zelfs in meest pessimistische scenario wordt nog steeds 3,3 euro terugverdiend per euro die geïnvesteerd wordt.

De belangrijkste elementen die een impact op het rendement hebben, zijn, zoals te verwachten, de effectiviteit en het aantal slachtoffers per letselongeval dat vermeden wordt. De impact van een lagere verhouding tussen het aantal ongevallen met materiële schade en het aantal letselongevallen is minder groot.

Uit dit onderzoek kan besloten worden dat onbemande camera's een rendabel alternatief is om de verkeersveiligheid op gewestwegen met een snelheidsbeperking van 90 km/u te verbeteren. Niettegenstaande is het aanbevolen om ook alternatieve investeringen (bemande camera's, conflictvrije verkeerslichten e.d.) te analyseren om na te gaan wat hun rendement is. Er wordt geen uitspraak gedaan over onbemande camera's die op wegvakken buiten kruispunten geplaatst werden.

English summary

The social efficiency of speed and traffic light cameras. A cost-benefit analysis for major roads with a 90 km/h speed limit.

Speed cameras have become a common type of investment to improve road safety in Flanders. International studies indicated that speed cameras are indeed an effective and most often also an efficient road safety measure. An earlier report by the Policy Research Centre for Traffic Safety (Nuyts, 2004) argued that speed and traffic light cameras also in Flanders result in a decrease of the number of injury accidents.

This report examines whether speed and traffic light cameras are an efficient tool to improve road safety in Flanders. The analysis is based on a typical intersection where speed and traffic light cameras were implemented recently. The intersections examined in this report all have a speed limit of 90 km/h.

The following types of costs were included in the analysis: initial investments and recurrent maintenance costs relating to cameras, damage costs to the cameras, personnel costs for police departments to switch cameras between locations and enforcement costs relating to fines and possible litigation costs.

Benefits are primarily caused by the avoidance of casualties and road accidents. The different categories which are considered in this study are: production losses, human losses, accelerated funeral costs, medical costs, visiting costs for friends and relatives, interventions by police and fire departments, administrative costs for insurance companies, damages to public and private property and litigation costs. Next to the improvement in road safety, the increased time which is needed for road users to cross the intersection as well as the difference in emissions which are caused by the lower average speed. All costs and benefits were calculated for the year 2005 and adapted for future years when necessary.

The cost-benefit analysis is based on a time span of 10 years (2005-2014) and a decrease of 14% and 27% in, respectively, the number of road accidents and the number of injury accidents. Based on these conditions, which are considered to be average effects, speed and traffic light cameras lead to a return of 29,7 times the costs over a period of 10 years.

Alternative scenarios were examined, in which:

- the number of avoided casualties per injury accident is lower (0, 0,15 and 1,17 fatal, serious and slight injured casualties respectively);
- the number of property damage only accidents is lower (0,98 instead of 1,23 times the number of injury accidents);
- the effectiveness of speed and traffic light cameras is lower (8% decrease of injury accidents);
- the number of offences is higher (2.760 instead of 468 annually);
- the four conditions are combined, which is called the "pessimistic scenario".

The safety effects and the return for the average situation which is to be expected and five alternative scenarios are presented in table S.1.

Table S.1 Safety effects and return on investment of speed and traffic light cameras for different scenarios

Description	Baseline scenario	Baseline scenario + minimal number of casualties per injury accident	Baseline scenario + lower number of property damage only accidents	Baseline scenario + lower effectiveness	Baseline scenario + higher number of offences	Pessimistic scenario
Safety effects:						
Decrease of all road accidents	14%	14%	14%	9%	14%	14%
Decrease of injury accidents	27%	27%	27%	8%	27%	8%
Number of property damage only accidents per injury accident	1,23	1,23	0,98	1,23	1,23	0,98
Number of all road accidents avoided annually	1,16	1,16	1,04	1.16	1,16	1.03
Number of injury accidents avoided annually	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,30
Number of casualties per injury accident						
* Fatal casualties	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
* Seriously injured casualties	0,28	0,15	0,28	0,28	0,28	0,15
* Slightly injured casualties	1,46	1,27	1,46	1,46	1,46	1,27
Number of casualties avoided annually						
* Fatal casualties	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00
* Seriously injured casualties	0,28	0,15	0,28	0,08	0,28	0,04
* Slightly injured casualties	1,47	1,28	1,47	0,43	1,47	0,38
Return (amounts in euro, period 2005-2014):						
Benefits						
- Avoided casualties						
* Fatal casualties	1.184.037	0	1.184.037	350.826	1.184.037	0
* Seriously injured casualties	3.582.815	1.919.364	3.582.815	1.061.574	3.582.815	568.700
* Slightly injured casualties	1.338.713	1.161.497	1.338.713	396.656	1.338.713	345.036
- Avoided accident related costs	110.668	110.668	104.055	105.044	110.668	98.056
Project costs						
- Discounted costs	208.997	208.997	208.997	208.997	307.765	307.765
Return per € invested	29,7	15,3	29,7	9,2	20,2	3,3

It is concluded from table S.1 that for all scenarios a positive return is obtained. Even in the pessimistic scenario, in which all conditions are considered to be as worse as can be reasonably expected, benefits are valued 3,3 times higher than the costs.

It turns out that the return on investment is primarily influenced by the effectiveness of speed and traffic light cameras and the number of casualties per injury accident. A lower number of property damage accidents at a location has a lower impact on return on investment.

Based on these results, it is concluded that speed and traffic light cameras are a valuable type of investment to improve road safety on roads with a speed limit of 90 km/h. However, all types of investments (roundabouts or mobile speed enforcement) should be considered – obviously from a traffic engineering point of view and an efficiency point of view- in order to make a final decision about the appropriateness of any type of road safety investment.

Tabellen en figuren

Tabel S.1: Veiligheidseffecten en hun rendement van onbemande camera's voor verschillende scenario's	4
Tabel 1: Effectiviteit van onbemande camera's	11
Tabel 2: Rendement van onbemande camera's	12
Tabel 3: Effectmaximalisatie van drie projecten met een kost van 1 miljoen euro	13
Tabel 4: Aantal letselongevallen per locatie, 1991-2001	16
Tabel 5: Verhouding tussen het totaal aantal ongevallen en aantal letselongevallen	16
Tabel 6: Aantal ongevallen met materiële schade per locatie, 1991-2001	17
Tabel 7: Reductie in het aantal ongevallen door onbemande camera's	17
Tabel 8: Vermindering in het jaarlijks aantal (letsel)ongevallen	17
Tabel 9: Gemiddeld over hele tijdsperiode, minimaal en maximaal jaargemiddelde slachtoffers per letselongeval, op jaarbasis, per 90 km/u locatie, 1991-2001	18
Tabel 10: Index externe milieukost in functie van gereden snelheid	19
Tabel 11: Medische kosten per slachtoffer, in euro	20
Tabel 12: Kosten ambulance interventie per slachtoffer, in euro	21
Tabel 13: Gerechtigke kosten verkeersongevallen, per ongevalstype, in euro	23
Tabel 14: Kosten rechtsbijstand, in euro, prijspeil 2005	23
Tabel 15: Monetaire waarde van tijd, in euro, per uur	24
Tabel 16: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, uitgangsscenario	31
Tabel 17: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, uitgangsscenario	33
Tabel 18: Investeringskosten voor de uitrusting van het kruispunt met onbemande camera's	35
Tabel 19: Rendement van de investering in onbemande camera's in het basisscenario	35
Tabel 20: Gemiddeld en minimaal aantal slachtoffers per letselongeval, op jaarbasis, per 90 km/u locatie, 1991-2001	36
Tabel 21: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met minimum aantal slachtoffers per letselongeval	37
Tabel 22: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met minimum aantal slachtoffers per letselongeval	39
Tabel 23: Rendement van onbemande camera's bij een redelijk minimaal aantal vermeden slachtoffers per letselongeval	41
Tabel 24: Aantal (letsel)ongevallen bij andere verhouding ongevallen/letselongevallen	42
Tabel 25: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met andere ratio totale ongevallen/letselongevallen	43
Tabel 26: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met andere ratio totale ongevallen/letselongevallen	45
Tabel 27: Rendement van de investering in onbemande camera's bij andere verhouding ongevallen materiële schade/letselongevallen	47
Tabel 28: Vermindering in aantal (letsel)ongevallen bij lagere effectiviteit	47

Tabel 29: Aantal vermeden slachtoffers bij lagere effectiviteit	47
Tabel 30: Niet-verdisconteerde baten bij een lagere effectiviteit	48
Tabel 31: Verdisconteerde baten bij een lagere effectiviteit	50
Tabel 32: Rendement van onbemande camera's bij lagere effectiviteit	52
Tabel 33: Verdisconteerde projectkosten bij een hoger aantal vaststellingen	53
Tabel 34: Rendement van onbemande camera's bij een hoger aantal vaststellingen	53
Tabel 35: Reductie aantal (letsel)ongevallen en slachtoffers in pessimistisch scenario	54
Tabel 36: Reële baten van het pessimistisch scenario	55
Tabel 37: Verdisconteerde baten van het pessimistisch scenario	57
Tabel 38: Rendement van onbemande camera's bij een pessimistisch scenario	59
Tabel 39: Veiligheidseffecten en rendement van onbemande camera's voor verschillende scenario's	61

Grafieken:

Grafiek 1: Gemiddelde snelheid R27 met 90 km/u beperking na plaatsing van onbemande camera's op de R27	18
Grafiek 2: Procentuele verandering in de groei van het verkeersvolume op gewestwegen in Vlaanderen	25
Grafiek 3: Brandstofverbruik bij specifieke snelheid en versnelling	26
Grafiek 4: Projectie van het BBP per capita	27

Inhoudsopgave

1.	KOSTEN-BATENANALYSE VOOR INVESTERINGEN IN VERKEERSVEILIGHEID.....	12
2.	VERGELIJKING MET ANDERE EVALUATIEMETHODEN	14
2.1	Kosten-effectiviteitsanalyse	14
2.2	Multicriteria-analyse	14
3.	BEREKENING VAN DE EFFECTIVITEIT VAN ONBEMANDE CAMERA'S	16
3.1	Correctie voor het regressie naar het gemiddelde	16
3.2	Correctie voor de trendmatige ontwikkeling	17
3.3	Effectiviteitsresultaten van onbemande camera's	17
4.	OVERZICHT VAN EENHEIDSKOSTEN EN BATEN	21
4.1	Kosten op het niveau van het slachtoffer	21
	4.1.1 Vervroegde begrafenis­kosten	21
	4.1.2 Medische kosten.....	21
	4.1.3 Interventie door ambulance	21
	4.1.4 Bezoekkosten	22
	4.1.5 Immateriële schade.....	22
	4.1.6 Kosten door verloren economische productie.....	22
4.2	Kosten op het niveau van het ongeval	23
	4.2.1 Administratiekosten verzekerings­maatschappij	23
	4.2.2 Voertuig­schade en priva­at en openbaar domein.....	23
	4.2.3 Gerechtelijke kosten	24
	4.2.4 Interventies van brandweer en politie	24
4.3	Externe kosten	25
	4.3.1 Congestiekosten.....	25
	4.3.2 Externe milieukosten	26
4.4	Belastingopbrengsten	26
4.5	Kosten van alternatieve aanwending	27
5.	PROJECTIE VAN DE EENHEIDSKOSTEN	28
6.	KOSTEN VAN ONBEMANDE CAMERA'S.....	29
7.	BATEN VAN ONBEMANDE CAMERA'S	31
8.	HET RENDEMENT VAN DE INVESTERING	36
9.	SENSITIVITEITSANALYSE	37
9.1	Inleiding	37
9.2	Minimaal aantal slachtoffers per letselongeval	37
9.3	Ander aantal ongevallen met enkel materiële schade	43
9.4	Lagere effectiviteit	48
9.5	Hoger aantal vaststellingen van overtredingen	54

9.6	Pessimistisch scenario	55
10.	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	61
11.	APPENDIX 1	64
12.	LITERATUURLIJST.....	65

1. KOSTEN-BATENANALYSE VOOR INVESTERINGEN IN VERKEERSVEILIGHEID

De laatste jaren wordt veel geïnvesteerd in verkeersveiligheid. De initiatieven dienen de verkeersveiligheid te verbeteren en het aantal verkeersslachtoffers drastisch te verminderen tegen 2010.

Onbemande camera's zijn één van de mogelijkheden om de veiligheid op kruispunten te verbeteren. Verschillende studies hebben aangetoond dat zulke camera's leiden tot een belangrijke vermindering in het aantal (letsel)ongevallen.

Tabel 1: Effectiviteit van onbemande camera's

Land	Auteur	Jaar	Aard	Reductie
U.K.	Hess	2002	Letselongevallen	32%
Schotland	Fox	1996	Letselongevallen	31%
Schotland	Fox	1996	Alle ongevallen	22%
Meta-analyse*	Elvik en Vaa	2004	Alle ongevallen	19%
Meta-analyse*	Elvik en Vaa	2004	Letselongevallen	17%
Meta-analyse*	Elvik en Vaa	2004	Alle ongevallen - stedelijk gebied	28%
Meta-analyse*	Elvik en Vaa	2004	Alle ongevallen - landelijk gebied	4%
België	Nuyts	2004	Alle ongevallen	14%
België	Nuyts	2004	Letselongevallen	27%

* Meta-analyse op basis van 10 studies tussen 1984-1996.

Deze vermindering is echter niet het bewijs dat ze ook maatschappelijk rendabel is en geeft ook geen antwoord op de vraag of ze de meest rendabele investering is. Om op deze vragen een antwoord te kunnen formuleren is een economische analyse nodig. Kosten-batenanalyse is een bijzonder geschikte techniek omdat ze niet enkel toelaat om de mogelijke investeringen te ordenen (wat ook gebeurt in een kosten-effectiviteitsstudie), maar ze geeft ook weer wat het maatschappelijke rendement is van de investering. Ook is het niet nodig om gewichten te construeren die aan criteria worden gegeven en die impliciet toch een relatie hebben met niet gemonetariseerde effecten. Kosten-batenanalyse laat toe om de effecten op een expliciete manier te waarderen en te vergelijken met elkaar. In zulke analyse worden de positieve en negatieve effecten gekwantificeerd en geordend. Op basis van een beslissingscriterium (netto contante waarde) worden dan de verdisconteerde kosten en baten met elkaar vergeleken en is duidelijk of een investering maatschappelijk rendabel is. Kosten-batenanalyses in verkeersveiligheid zijn nog geen algemeen toegepaste instrumenten. Een overzicht van beperkingen uitdagingen zijn terug te vinden in de bijdrage van Frank (2000), Elvik en Veisten (2004) en Hakkert en Wesemann (2005).

Er zijn reeds een aantal kosten-batenanalyses uitgevoerd waarin het rendement berekend werd van onbemande camera's. Tabel 2 op volgende pagina geeft een overzicht van een aantal studies.

Tabel 2: Rendement van onbemande camera's

Land	Auteur	Jaar	Type	Rendement (€ verdiend per € geïnvesteerd)
U.K.	Hooke, Knox en Portas	1996	Snelheid	> 25
Nederland	Mäkinen en Oei	1992	Snelheid	2,6
Noorwegen	Brekke	1993	Snelheid	26,7
Noorwegen	Elvik	1997	Snelheid	8,9
Noorwegen	Elvik	2001	Snelheid	4 tot 6 ⁽¹⁾
Australië	Gelb et al. ¹	2000	Snelheid	6,3
U.K.	Hooke, Knox en Portas	1996	Roodlicht	12
Noorwegen	Elvik	1997	Roodlicht	0,84

⁽¹⁾ afhankelijk van het aantal camera's dat gebruikt wordt.

¹ Verwijzing in Cameron et al. (2003).

2. VERGELIJKING MET ANDERE EVALUATIEMETHODEN

In deze sectie worden nog twee andere mogelijke evaluatiemethoden besproken: de kosten-effectiviteitsanalyse en de multicriteria-analyse.

2.1 Kosten-effectiviteitsanalyse

Bij een kosten-effectiviteitsanalyse wordt onderzocht welk alternatief, gegeven de beoogde effecten, met zo weinig mogelijk middelen kan gerealiseerd worden (kostenminimalisatie). Een tweede variant van kosten-effectiviteitsanalyse gaat na hoe met gegeven middelen zoveel mogelijk beoogde effecten kunnen gerealiseerd worden (effectmaximalisatie). Een voorbeeld van effectmaximalisatie is opgenomen in tabel 3.

Tabel 3: Effectmaximalisatie van drie projecten met een kost van 1 miljoen euro

Project	Effecten
A	-10 doden ; -2 zwaargewonden ; -10 lichtgewonden
B	-1 dode ; -50 zwaargewonden ; -10 lichtgewonden
C	-1 dode ; -10 zwaargewonden ; -400 lichtgewonden

Gegeven de effecten van de drie projecten dient nu een keuze gemaakt te worden. Welke keuze er ook gemaakt wordt, een impliciete waardering van verkeersslachtoffers wordt gemaakt, in functie van andere slachtoffers. Het is logisch dat een project dat 10 dodelijke slachtoffers bespaart de voorkeur verdient boven een project dat 11 lichtgewonden vermijdt. Het is echter onduidelijk of zo'n extreme verschillen gekend zijn bij verschillende projecten. Bovendien worden in tabel 3 enkel veiligheidseffecten opgenomen. Quasi elke investering in verkeersveiligheid heeft echter ook nog andere effecten die dienen opgenomen te worden in de projecten, zoals tijdswaardering of de waardering van verschillen in de emissie van voertuigen. Een keuze voor een specifiek project zal ook dan weer leiden tot een impliciete waardering van tijdseffecten of emissies, hoewel aanbevolen wordt om de effecten slechts in één dimensie uit te drukken (Hellendoorn, 2001, p.35).

Tenslotte is het op basis van kosten-effectiviteitsanalyses niet mogelijk om te beoordelen wanneer investeringen in verkeersveiligheid niet meer zinvol zijn. Dit is een belangrijke vraag omdat middelen die in verkeersveiligheid geïnvesteerd worden niet meer voor iets anders kunnen gebruikt worden (bijvoorbeeld mobiliteit of andere projecten die op andere domeinen levens redden). Dit betekent concreet dat het vermijden van de waardering van verkeersslachtoffers, zoals in tabel 3, slechts een beperkt voordeel is van de kosten-effectiviteitsanalyse.

2.2 Multicriteria-analyse

Bij een multicriteria-analyse wordt een evaluatiematrix opgesteld waarbij een overzicht wordt gegeven van de verschillende mogelijke alternatieven. De verschillende alternatieven krijgen een score op elk van de criteria (gevolgen) die beoordeeld worden. Bij de beoordeling van de alternatieven wordt aan elk van de criteria een gewicht toegekend.

Deze gewichten kunnen op verschillende manieren bepaald worden. Bijvoorbeeld, bij de trade-off methode wordt de beleidsverantwoordelijke expliciet gevraagd hoeveel de score op een bepaald criterium moet toenemen zodat deze toename equivalent is met een specifieke toename op een ander criterium (De Brucker, Verbeke en Winkelmanns, 1998, p.358). Andere methoden om deze gewichten te bepalen zijn gebaseerd op een ranking of rating van de criteria of een paarsgewijze methode van twee criteria. Indirecte

methoden kunnen gebaseerd zijn op beslissingen in het verleden of een ranking van gekende alternatieven (De Brucker, Verbeke en Winkelmanns, 1998, p.358-359). Welke methode er ook gebruikt wordt, een directe of meer indirecte methode wordt gebruikt om gewichten te bekomen. Het lijkt zinvoller om dit meer expliciet te doen, zoals bij een kosten-batenanalyse het geval is.

3. BEREKENING VAN DE EFFECTIVITEIT VAN ONBEMANDE CAMERA'S

De effectiviteit van onbemande camera's wordt in dit rapport niet afzonderlijk berekend. De resultaten van een studie van Nuyts (2004) met betrekking tot de effectiviteit van onbemande camera's in Antwerpen wordt genomen als uitgangspunt. In de studie van Nuyts (2004) wordt de effectiviteit van onbemande camera's berekend op basis van een vergelijkingsgroep. Dit is een correctere analyse² dan wanneer het aantal ongevallen nadat de onbemande camera's werden geplaatst worden vergeleken met het aantal ongevallen dat gebeurde op de locatie voordat er onbemande camera's geplaatst werden.

De berekening houdt specifiek rekening met twee elementen die niet opgenomen worden bij een zogenaamd naïeve voor-na studie:

- *het regressie naar het gemiddelde*: onbemande camera's worden niet op eender welk kruispunt ingeplant. Dit gebeurt op locaties waarvan vermoed wordt dat ze onveilig zijn dan andere locaties. Op die manier hopen we de beschikbare middelen efficiënt te besteden. Daarenboven stellen we ook vast dat het al dan niet gebeuren van een verkeersongeval ten dele afhankelijk is van toeval. Dit toeval zorgt ervoor dat het aantal letselongevallen in de jaren na de implementatie van de onbemande camera voor een deel sowieso, dus ook zonder onbemande camera, al zouden dalen. Deze spontane verbetering mogen we dan ook niet toeschrijven als een effect van de onbemande camera.
- *de trendmatige evolutie*: de verkeersveiligheid op een locatie waar een onbemande camera geïmplementeerd werd, wordt niet enkel beïnvloed door de onbemande camera. Andere verkeersveiligheidsinspanningen, de evolutie in het wagenpark (meer veilige voertuigen), de evolutie in de ervaring van weggebruikers spelen ook een rol. Door gebruik te maken van een vergelijkingsgroep, kan de impact van de onbemande camera geïsoleerd worden en krijgen we een beter inzicht in het effect dat enkel door de onbemande camera wordt gerealiseerd.

3.1 Correctie voor het regressie naar het gemiddelde

Indien enkel kenmerken van de locatie van belang zijn, dan is het gemiddeld aantal ongevallen per jaar uit de voor-periode een goede voorspeller voor het aantal verwachte ongevallen in de na-periode indien er geen onbemande camera zou geplaatst zijn. Anderzijds, indien het verwachte aantal ongevallen volledig afhankelijk is van het toeval, dan is de informatie die afkomstig is vanuit de vergelijkingsgroep de beste schatting. De werkelijkheid ligt hier ergens tussenin.

In de berekening van het verwachte aantal ongevallen in de na-periode wordt dan ook een weging gemaakt tussen het gemiddeld aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep en het gemiddeld aantal ongevallen op de locatie waar een onbemande camera geplaatst werd. Deze weging is afhankelijk van de periode waarover ongevaldata beschikbaar is, het aantal ongevallen op de locatie waar een onbemande camera geïmplementeerd werd en de spreiding in de ongevalsgegevens in de vergelijkingsgroep. Hoe langer de periode, hoe groter het aantal ongevallen op de locatie en hoe groter de spreiding van de ongevalsgegevens in de vergelijkingsgroep, hoe groter het gewicht zal zijn voor de ongevalsgegevens op de locatie waar een onbemande camera geplaatst werd. De exacte berekening van het gewicht laten we in dit rapport buiten beschouwing.

² Een volledige beschrijving van de methode en de berekeningen is terug te vinden bij Nuyts en Cuyvers (2003).

3.2 Correctie voor de trendmatige ontwikkeling

Om de trendmatige ontwikkeling in rekening te brengen doen we opnieuw beroep op een vergelijkingsgroep. Indien het aantal ongevallen in de vergelijkingsgroep voldoende groot is dan gebruiken we volgende formule om de trendmatige ontwikkeling te kennen:

$$\text{Aantal verwachte ongevallen} = 1 - (\text{aantal ongevallen in na-periode} / \text{aantal ongevallen in voor-periode})$$

Het aantal ongevallen in de na-periode in bovenstaande formule is dan al reeds gecorrigeerd voor het regressie naar het gemiddelde.

3.3 Effectiviteitsresultaten van onbemande camera's

Om de baten te kunnen berekenen is het nodig om drie elementen te kennen:

- Het aantal letselongevallen en ongevallen met materiële schade per locatie.
- Het aantal slachtoffers per locatie.
- De reductie (effectiviteit) in het aantal (letsel) ongevallen.

Het aantal letselongevallen per locatie werd gebaseerd op een selectie van 20 locaties met een snelheidslimiet van 90 km/u. Deze locaties zijn allen momenteel uitgerust met onbemande camera's.

Tabel 4: Aantal letselongevallen per locatie, 1991-2001.

Jaar	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gemiddelde 1991-2001
Aantal letselongevallen	2,95	4,2	4,7	3,2	3,8	3,5	3,4	3,7	3,35	3,3	4,8	3,72

Bron: N.I.S.-B.I.V.V. ongevalsstatistieken

Behalve het aantal letselongevallen dient het aantal ongevallen met materiële schade gekend te zijn. Hier worden niet systematische gegevens over bijgehouden. Daarom werd het aantal verkeersongevallen met materiële schade geschat³ op basis van de verhouding tussen het aantal letselongevallen en het aantal ongevallen met materiële schade zoals die blijkt uit de gegevens van Nuyts (2004). Deze studie, waarin de effectiviteit werd berekend van onbemande camera's op drie locaties op basis van een vergelijkingsgroep, maakt wel gebruik van een systematische verzameling van ongevallen met enkel materiële schade. De ongevalsgegevens voor alle locaties zijn opgenomen in tabel 5. De verhouding tussen de letselongevallen en ongevallen met enkel materiële schade is onderaan tabel 5 berekend.

Tabel 5: Verhouding tussen het totaal aantal ongevallen en aantal letselongevallen

	Vergelijkingsgroep	Locatie 1	Locatie 2	Locatie 3	4 groepen samen	Locaties 1 tem 3
Letselongevallen						
2000	143	68	36	52	299	156
2001	123	80	25	55	283	160
2002	128	65	25	38	256	128

³ Enkel het aantal letselongevallen wordt systematisch bijgehouden. De gegevens over ongevallen die enkel leidden tot materiële schade worden niet systematisch verzameld door de overheid.

Ongevallen materiële schade						
2000	178	95	28	86	387	209
2001	166	88	22	47	323	157
2002	132	75	17	65	289	157
Verhouding						
2000	1,24	1,40	0,78	1,65	1,29	1,34
2001	1,35	1,10	0,88	0,85	1,14	0,98
2002	1,03	1,15	0,68	1,71	1,13	1,23

Bron: op basis van Nuyts (2004)

Het aantal ongevallen met materiële schade voor de analyse is weergegeven in tabel 6. Hierbij wordt in deze fase ondersteld dat de verhouding aantal ongevallen materiële schade t.o.v. het aantal letselongevallen 1,23 is.

Tabel 6: Aantal ongevallen met materiële schade per locatie, 1991-2001.

Jaar	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Gemiddelde 1991-2001
Aantal ongevallen materiële schade	3,63	5,17	5,78	3,94	4,67	4,31	4,18	4,55	4,12	4,06	5,97	4,58

Bron: N.I.S.-B.I.V.V. ongevalsstatistieken

De reductie in het aantal letselongevallen en ongevallen met materiële schade werd gebaseerd op Nuyts (2004)⁴. De reducties zijn weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Reductie in het aantal ongevallen door onbemande camera's

Type ongeval	Reductie in het aantal (letsel)ongevallen
Alle ongevallen	14%
Aantal letselongevallen	27%

Bron: Nuyts (2004)

Het aantal vermeden ongevallen op jaarbasis per locatie wordt dan tenslotte weergegeven in tabel 8.

Tabel 8: Vermindering in het jaarlijks aantal (letsel)ongevallen

Type ongeval	Werkelijke reductie	Formule
Vermindering totaal aantal ongevallen	1,1620	$0,14 * (3,72 + 4,58)$
Vermindering aantal letselongevallen	1,0044	$(0,27 * 3,72)$

Bron: Eigen berekeningen

⁴ Uit recent onderzoek van Nuyts (2006) blijkt dat het aantal ongevallen niet significant daalt (met 8%) wanneer ook ongevallen worden beschouwd tussen onbemande camera's is op de volledige wegassen. In deze investeringsanalyse worden echter enkel de ongevallen op de betrokken kruispunten en in de onmiddellijke omgeving beschouwd. Hess (2004) bevestigt dat de effectiviteit van de onbemande camera's afneemt indien de omgeving beschouwd wordt: het opnemen van ongevallen in een omgeving van 1000m (2000m) doet de effectiviteit met 31% (55%) afnemen.

Per letselongeval is het uiteraard mogelijk dat er meerdere slachtoffers vallen. Dit aantal heeft vanzelfsprekend een belangrijke impact op de baten van de onbemande camera's. Het aantal slachtoffers per letselongeval werd voor de 20 locaties met een snelheidslimiet van 90 km/u berekend. Deze locaties zijn momenteel uitgerust met onbemande camera's.

Op basis van een vergelijking van de aantallen slachtoffers per individueel jaar is het niet duidelijk of er een trendmatige ontwikkeling is (noch in stijgende of dalende zin). Daarom wordt verondersteld dat het aantal slachtoffers per letselongeval constant blijft doorheen de tijd. De minimale en maximale waarde wordt nadien gebruikt in de sensitiviteitsanalyse.

Tabel 9: Gemiddeld over hele tijdsperiode, minimaal en maximaal jaargemiddelde slachtoffers per letselongeval, op jaarbasis, per 90 km/u locatie, 1991-2001

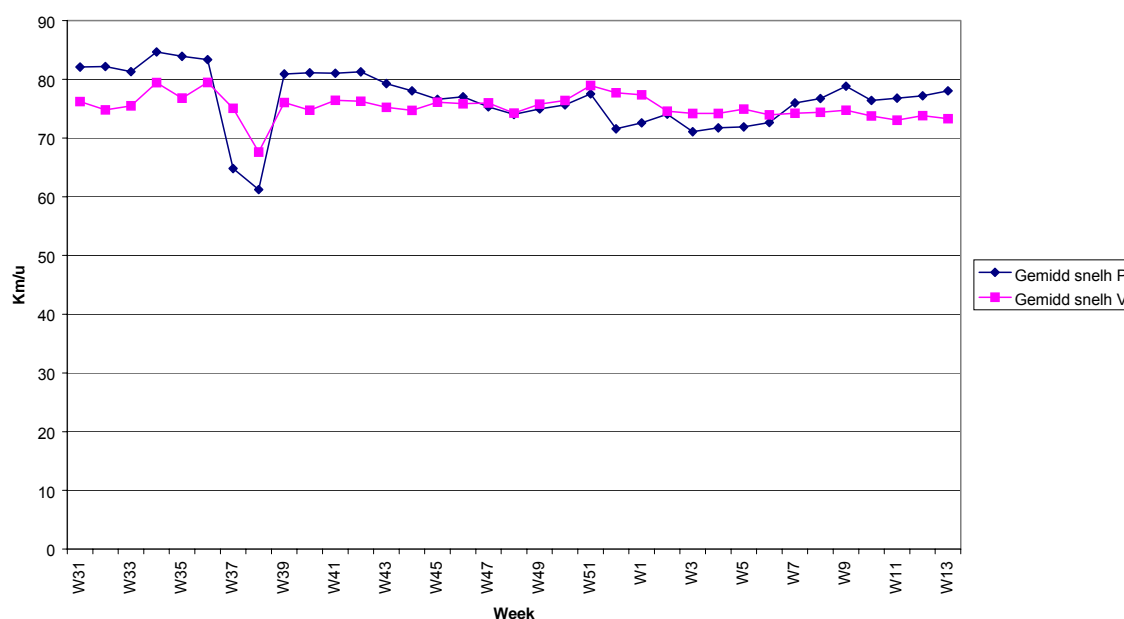
	Gemiddeld aantal	Minimum jaargemiddelde	Maximaal jaargemiddelde
Aantal doden per letselongeval	0,02	0,00	0,05
Aantal zwaargewonden per letselongeval	0,28	0,15	0,44
Aantal lichtgewonden per letselongeval	1,46	1,27	1,58

Bron: Ongevallendatabank NIS, eigen berekeningen

Behalve het veiligheidseffect van onbemande camera's is er ook een daling in de snelheid van voertuigen. De verandering in de snelheid wordt bepaald op basis van de snelheid op de R27 (kmp 2,7) in Tienen.

Grafiek 1: Gemiddelde snelheid R27 met 90 km/u beperking na plaatsing van onbemande camera's op de R27.

Grafiek 11: Gemiddelde snelheid voor P en V, Tienen, R27-kmp 2.7, augustus 2000 - maart 2001



Bron: Scheers en Adriaensen (2004, p. 29).
 Legende: P= personenwagen, V= vrachtwagen.

De snelheidsinformatie was niet beschikbaar vóór de periode onmiddellijk na de plaatsing van de onbemande camera's (april 2000). Dit is echter een pluspunt: de informatie in grafiek 1 laat toe om het effect op de snelheid te zien op een langere termijn.

Enkel de snelheden na de plaatsing van de camera's zijn beschikbaar. Uit Noors onderzoek blijkt dat de netto-daling van de snelheid op wegen met een snelheidslimiet van 90 km/u 5 km/u daalt (Ragnøy, 2002). Er wordt verondersteld dat dezelfde snelheidsverandering bestaat in België.

Op basis van grafiek 1 wordt ondersteld dat de vroegere gemiddelde snelheid 82 km/u bedroeg en dat ze verminderde tot 77 km/u. De verandering in de milieukosten wordt berekend in een aantal stappen:

- De initiële externe milieukost per voertuigkilometer per voertuig-, brandstof- en motortype is gebaseerd op VITO-onderzoek.
- Berekening van de externe milieukost per voertuigkilometer voor een "gemiddelde" personenauto, bus en vrachtwagen. Hierbij werd rekening gehouden met de aandelen van de verschillende brandstof- en motortypes en het aantal kilometers op jaarbasis dat elke combinatie per brandstof- en motortype aflegt.
- Bovenstaande externe milieukost is geldig bij een bepaalde gemiddelde snelheid. Deze gemiddelde snelheid heeft de indexwaarde 100 in onderstaande tabel. De verandering in de kosten naar aanleiding van een snelheidsverandering (van 82 naar 77 km/u in dit geval) werd berekend op basis van volgende index:

Tabel 10: Index externe milieukost in functie van gereden snelheid

Type voertuig	Snelheid: 82 km/u	Snelheid: 77 km/u
Personenwagen	105	98
Vrachtwagen	70	73
Bus	70	73

Bron: op basis van De Ceuster en De Schrijver (2002).

- Daarenboven dient opgemerkt dat de kost geëxtrapoleerd wordt op basis van de reële groei in het BBP per capita.
- Tenslotte dient ook opgemerkt dat de berekening voor de toekomstige jaren gebaseerd is op de veranderende samenstelling van het wagenpark wat betreft de brandstof- en motortypes.

4. OVERZICHT VAN EENHEIDSKOSTEN EN BATEN

De soorten kosten en baten van investeringen zijn algemeen bekend. Er wordt een onderscheid gemaakt naar de oorsprong van de kosten: ofwel zijn ze gekoppeld aan het (vermeden) slachtoffer, ofwel zijn ze eerder afhankelijk van (het vermijden van) het verkeersongeval onafgezien van het aantal betrokken slachtoffers. Tenzij anders vermeld, zijn alle kosten berekend voor het jaar 2005. Kosten die betrekking hebben op de toekomst worden verdisconteerd op basis van een discontovoet van 4%. In dit deel worden de kosten op het niveau van een slachtoffer en een ongeval voorgesteld. Hierbij wordt toegelicht hoe de berekeningen werden uitgevoerd. De vermeden kosten en baten worden opgehoogd in functie van de verwachte reële groei in het BBP per capita⁵. Meer details over de berekeningen zijn terug te vinden bij De Brabander (2005).

4.1 Kosten op het niveau van het slachtoffer

4.1.1 Vervroegde begrafeniskosten

Het overlijden van een verkeersslachtoffer veroorzaakt uitgaven voor een begrafenis die vroeger noodzakelijk zijn dan in normale omstandigheden. De kosten die in rekening dienen gebracht te worden, zijn de verloren interesten op de uitgaven voor de begrafenis voor de periode dat het slachtoffer te vroeg komt te overlijden. De gemiddelde leeftijd van een dodelijk slachtoffer bedraagt 40 jaar, de gemiddelde levensverwachting is 80 jaar (gewogen per aandeel mannelijke en vrouwelijke slachtoffers). De kosten met betrekking tot de verloren rente naar aanleiding van de vervroegde begrafenis worden geschat op 1.773 euro, op basis van een interestvoet van 2% en een discontovoet van 4%.

4.1.2 Medische kosten

De medische kosten zijn gebaseerd op gegevens van de Christelijke Mutualiteiten. De originele gegevens hebben betrekking op het jaar 2002 en werden herrekend naar 2005. De kosten hebben zowel betrekking op de medische verzorging, de nazorg en eventuele aanpassingen aan de woning of hulpmiddelen⁶. Het gaat hierbij telkens om mediaanwaarden. De gemiddelde waarden wijken sterk af omwille van een beperkt aantal slachtoffers die zeer hoge kosten hebben. In het kader van een kosten-batenanalyse is het beter om in dat geval met mediaanwaarden te werken omdat onwaarschijnlijk is dat juist die slachtoffers met zeer hoge kosten vermeden worden.

Tabel 11: Medische kosten per slachtoffer, in euro

Lichtgewonde	475
Zwaargewonde	9.572
Dodelijk slachtoffer	3.254

Bron: op basis van De Brabander (2005)

4.1.3 Interventie door ambulance

De kosten van de eerste ambulance-interventie zijn opgenomen in tabel 12. Ze zijn gebaseerd op een herberekening van een kosten-batenanalyse van de Unie van de Belgische Ambulancediensten⁷.

⁵ Deze aanpak wordt ook aanbevolen door het Department for Transport in het Verenigd Koninkrijk. Zie: http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/pdf/dft_rdsafety_pdf_026183.pdf

⁶ De kosten voor aanpassingen en hulpmiddelen zijn echter niet volledig opgenomen omwille van onvolledige gegevens.

⁷ Merk op dat deze kost een lagere kost heeft dan wat gangbaar wordt opgenomen in Nederlandse analyses door de SWOV.

Tabel 12: Kosten ambulance interventie per slachtoffer, in euro

Lichtgewonde	49
Zwaargewonde	379
Dodelijk slachtoffer	379

Bron: op basis van De Brabander (2005)

4.1.4 Bezoekkosten

Voor de bezoekkosten worden dezelfde assumpties gehanteerd als deze van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (SWOV) in Nederland. Muizelaar, Mathijssen en Wesemann (1995) rekenen (aangepast naar 2005) een kost van 10 euro per bezoek en tellen 2 bezoeken per dag per slachtoffer. Op basis van de gegevens van de Christelijke Mutualiteiten, betrekking op het jaar 2002, stellen we vast dat de mediaan van het verblijf in het ziekenhuis 0, 1 en 7 dagen is, respectievelijk voor een lichtgewond, zwaargewond en dodelijk slachtoffer. Voor elk zwaargewond slachtoffer rekenen we dus een bezoekkost van 7 dagen à 20 euro per dag, dus 146 euro per zwaargewonde. Voor een dodelijk slachtoffer rekenen we 21 euro.

4.1.5 Immateriële schade

De immateriële schade (*'human losses'*) heeft betrekking op de betalingsbereidheid van individuen om het risico op een verkeersongeval te verminderen. Deze benadering vond definitieve ingang sinds de bijdragen van Schelling (1968), Mishan (1971, 1975, 1982) en Jones-Lee (1974, 1976). In De Brabander (2006) wordt de waarde voor de humane verliezen geschat op 6.794.285 Euro voor het vermijden van één dodelijk slachtoffer. Hiervan wordt nog het productieverlies van afgetrokken (666.300 Euro voor het jaar 2005). De immateriële schade voor een zwaar- en lichtgewond slachtoffer werden door Persson (2003) bepaald op respectievelijk 15 % van de immateriële schade van een dodelijk slachtoffer. Dit komt neer op een kost van 1.019.143 Euro. In De Brabander (2006) wordt een waarde van 1,56% van een dodelijk slachtoffer geschat voor een lichtgewond slachtoffer, wat een waarde betekent van 105.991 euro per lichtgewond slachtoffer⁸.

4.1.6 Kosten door verloren economische productie

Voor het productieverlies dient een onderscheid gemaakt te worden tussen het tijdelijk en permanent productieverlies.

Het tijdelijk productieverlies voor lichtgewonden bedraagt, op basis van Australisch onderzoek, 2 dagen. Dit betekent dat we een productieverlies van 365 euro in rekening dienen te brengen. Voor zwaargewonden nemen we het productieverlies voor 7 dagen in beschouwing. Dit getal is afkomstig uit de gegevens van de Christelijke Mutualiteiten. Op basis van de totale loonkost van één dag komt dit neer op een productieverlies van 1.278 euro per zwaargewond slachtoffer.

Het permanent productieverlies heeft betrekking op dodelijke en zwaargewonde verkeersslachtoffers. Voor de dodelijke slachtoffers is de gemiddelde leeftijd 40 jaar. Omdat de gemiddelde werkelijke pensioenleeftijd in België momenteel 58 jaar bedraagt, komt dit neer op gemiddeld 18 jaar verloren economische productie. Omwille van productiviteitsverbeteringen blijft de economische productie van een individu niet constant. Deze neemt toe in de tijd. Daarom wordt de loonkost geëxtrapoleerd op basis

⁸ De waardering van de humane verliezen voor beide types van gewonde slachtoffers gebeurt op basis van de som van de humane verliezen en de verloren economische productie van een dodelijk slachtoffer.

van de verwachte groei van het BBP/capita. Na verdiscontering van de toekomstige economische productie naar het heden komt dit neer op een verloren economische productie van 666.300 euro voor een dodelijk slachtoffer in 2005. Het permanent productieverlies is echter ook van toepassing op een deel van de zwaargewonde slachtoffers. Voor zwaargewonde slachtoffers is de berekening complexer: er dient niet enkel rekening gehouden te worden met het feit dat slechts een deel van deze slachtoffers economisch minder actief worden (minder werken of stoppen met werken), maar bovendien moet in beschouwing genomen worden dat zwaargewonde verkeersslachtoffers een lagere dan gemiddelde scholing hebben, wat leidt tot een lager loon. Dit lagere loon betekent ook een lagere puur economische toegevoegde waarde van dit slachtoffer. Tenslotte moet het productieverlies van een voltijds werkende individu in beschouwing genomen worden voor die zwaargewonde slachtoffers die niet meer gaan werken.

De gemiddelde leeftijd van een zwaargewond verkeersslachtoffer was in 2001 36 jaar. Dit betekent dat we het productieverlies voor een periode van 22 jaar in rekening dienen te brengen. Een zwaargewond verkeersslachtoffer heeft, na een ongeval, een 11% lagere economische productie in vergelijking met een voltijds werkend persoon. Het brutoloon (en bij assumptie ook de totale loonkost) ligt 7% lager ten opzichte van het gemiddelde als gevolg van de lagere scholing. Er mag dan ook slechts een productieverlies van 10% in rekening gebracht worden. Wanneer hiervan het tijdelijk productieverlies wordt afgetrokken dan bekomen we voor 2005 een waarde van 76.267 euro per zwaargewond slachtoffer. Voor een zwaargewond verkeersslachtoffer dat niet meer actief is, bedraagt het economische productieverlies 774.176 euro. Wanneer het aantal werkende en niet-werkende zwaargewonde slachtoffers gewogen worden volgens hun aandeel, dan bedraagt het gemiddelde productieverlies 425.222 euro. Dit is het productieverlies voor een zwaargewond slachtoffer dat viel in 2005. Voor de andere jaren tot en met 2014 wordt het productieverlies aangepast aan de verwachte groei van de productiviteit van een individu. Hiervoor wordt de groei in het BBP/capita geëxtrapoleerd op basis van historische gegevens. De exacte berekeningen en referenties voor de verschillende onderdelen die nodig zijn om de berekeningen betreffende het productieverlies te maken, zijn ook opgenomen in De Brabander (2005).

4.2 Kosten op het niveau van het ongeval

4.2.1 Administratiekosten verzekeringsmaatschappij

De totale administratieve kosten van verzekeringsmaatschappijen, beschikbaar via de Commissie voor het bank-, financie- en assurantiewezen⁹, gedeeld worden door het totale aantal betrokkenen¹⁰, komt neer op een administratiekost van 169 euro per betrokkene. Uit gegevens van een verzekeringsmaatschappij blijkt dat er per verkeersongeval 1,7 betrokken partijen zijn. De kosten per vermeden verkeersongeval bedragen dan ook 288 euro.

4.2.2 Voertuigschade en privaat en openbaar domein

Ook de schade aan voertuigen en andere private eigendom werd berekend op basis van verzekeringsgegevens. Deze schade bedraagt gemiddeld per ongeval 3.206 euro. De schade aan openbaar domein werd afgeleid uit gegevens van Administratie Wegen en Verkeer (AWV) voor de gewestwegen en de verschillende Vlaamse provincies voor de provinciewegen. De kosten op gemeentewegen worden verondersteld dezelfde te zijn als de provinciewegen en gewestwegen type R en N. Gewogen naar het aantal ongevallen per type weg, bedraagt de kost per vermeden (ook niet-letsel) ongeval 6 euro.

⁹ Beschikbaar op www.cbfa.be.

¹⁰ Dit totale aantal ongevallen werd berekend op basis van een extrapolatie van de verzekeringsgegevens.

4.2.3 Gerechtelijke kosten

De gerechtskosten die van belang zijn hebben betrekking op de kosten voor politierechtbanken en rechtbanken van eerste aanleg. Daarnaast zijn er een aantal kosten die ontstaan door de legale bijstand. Deze kosteninformatie is beschikbaar op basis van de gegevens van de verzekeringsmaatschappij.

a. De politierechtbanken en Rechtbanken van Eerste Aanleg

Op basis van de statistieken van de politierechtbanken weten we hoeveel zaken voorkomen in verband met verkeersongevallen. Een onderscheid naar de ernst van de letsels is mogelijk. Vervolgens dient rekening gehouden te worden met de beroepen tegen deze uitspraken, die behandeld worden in Eerste Aanleg¹¹. Op basis van het personeelsbudget voor de verschillende types van rechtbanken, werden de kosten voor de politierechtbank en de rechtbank van Eerste Aanleg geschat. Op basis van de statistieken over het aantal en soort rechtszaken kon dan de gerechtskosten bepaald worden per ongeval. Voor een vermeden letselongeval betekent dit dat een vermeden kost van 34 euro kan toegekend worden. Voor een ongeval met enkel materiële schade worden 5 euro gerechtskosten vermeden.

Tabel 13: Gerechtelijke kosten verkeersongevallen, per ongevalstype, in euro

Letselernst	Kostprijs
Letselongeval	36
Ongeval materiële schade	5

Bron: op basis van De Brabander (2005)

b. Rechtsbijstand tov verzekeringsmaatschappijen

Ook deze kosten zijn berekend op basis van de verzekeringsgegevens. Er werd rekening gehouden met het feit dat niet alle verzekerden beschikken over een rechtsbijstandsverzekering. We nemen aan dat de kosten die gedaan werden in het kader van deze rechtsbijstandsverzekering ook gelden voor personen die niet beschikten over deze verzekering. In dit onderzoek was het niet mogelijk om een uitsplitsing te maken naar de ernst van het verkeersongeval. De kost die opgenomen is in tabel 14, is dan ook dezelfde voor letselongevallen en ongevallen met materiële schade.

Tabel 14: Kosten rechtsbijstand, in euro, prijspeil 2005.

Type ongeval	Kostprijs
Letselongeval	102
Ongeval materiële schade	102

Bron: op basis van De Brabander (2005)

4.2.4 Interventies van brandweer en politie

Voor de interventies van de brandweer werd het aantal interventies uitgezet tegenover het aantal letselongevallen voor 24 steden en gemeenten in Vlaanderen. Het aantal geregistreerde letselongevallen werd opgehoogd in functie van het geëxtrapoleerde aantal letselongevallen dat blijkt uit de verzekeringsgegevens. Op basis van de budgetten

¹¹ Het aantal beroepen in Eerste Aanleg afkomstig van politierechtbanken is gekend. Het type van rechtszaak echter niet, zodat aangenomen is dat de beroepen behandeld in Eerste Aanleg in verhouding staan tot alle zaken behandeld voor de politierechtbank.

van de brandweer werd de kost per interventie bepaald en wordt de kostprijs per vermeden letselongeval vastgelegd op 858 euro¹².

De kostprijs voor politie-interventies werd afgeleid uit twee databanken van de politie Antwerpen. Er werd een vergelijking gemaakt tussen de opgestelde PV's en het aantal interventies ter plaatse. Er is vast te stellen dat er per 100 geregistreerde ongevallen er 89 interventies gebeuren. Het tweede element betreft de tijd van de interventie: deze was gemiddeld 1u48min. Op basis van een loonkost van 26,39 euro per uur en twee agenten die bij de interventie betrokken zijn komt dit neer op 95 euro per interventie¹³. Op basis van de extrapolatie van de geregistreerde ongevallen¹⁴ bij de Antwerpse politie naar België en de extrapolatie van de verzekeringsdossiers stellen we vast dat er in 26% van de verkeersongevallen een politie-interventie gebeurt. Dit betekent dat we per ongeval een kost van 26 euro kunnen inbrengen voor politie-interventies. Er wordt geen rekening gehouden met de administratieve afhandeling bij aangifte van een verkeersongeval wegens gebrek aan gegevens.

4.3 Externe kosten

Er zijn tenslotte twee soorten van externe kosten zijn relevant bij investeringen in verkeersveiligheid: de congestiekosten en milieukosten die het gevolg zijn van verandering in uitstoot.

4.3.1 Congestiekosten

Een investering in verkeersveiligheid kan een effect hebben op de dagelijkse doorstroming van het verkeer. Er wordt in deze studie aangenomen dat de onbemande camera's gelokaliseerd zijn op kruispunten die momenteel uitgerust zijn met verkeerslichten. Op die manier zal er quasi geen effect zijn op de doorstroming van het verkeer. Wel dienen vermeden congestiekosten (congestiebatens in feite) in rekening gebracht te worden voor de congestie die vermeden wordt door de reductie in het aantal ongevallen. De kosten, per motief van de verplaatsing en per uur die gehanteerd worden in deze studie, zijn opgenomen in tabel 15.

Tabel 15: Monetaire waarde van tijd, in euro, per uur.

Personenwagen			Bus		Vrachtwervoer
Pendel	Zaken	Privaat	Pendel	Zaken	
7,2	23,5	5,7	5,9	23,5	43,2

Bron: De Brabander (2005).

Om een idee te hebben over de te verwachten evolutie in het verkeer over het kruispunt, kan de groei van het verkeer bekeken worden op gewestwegen. Deze is voor de periode 1985-2004 opgenomen in grafiek 2. Er wordt opgemerkt dat er een quasi stagnatie is van het verkeer op gewestwegen. Daarom wordt in de berekeningen er dan ook vanuit

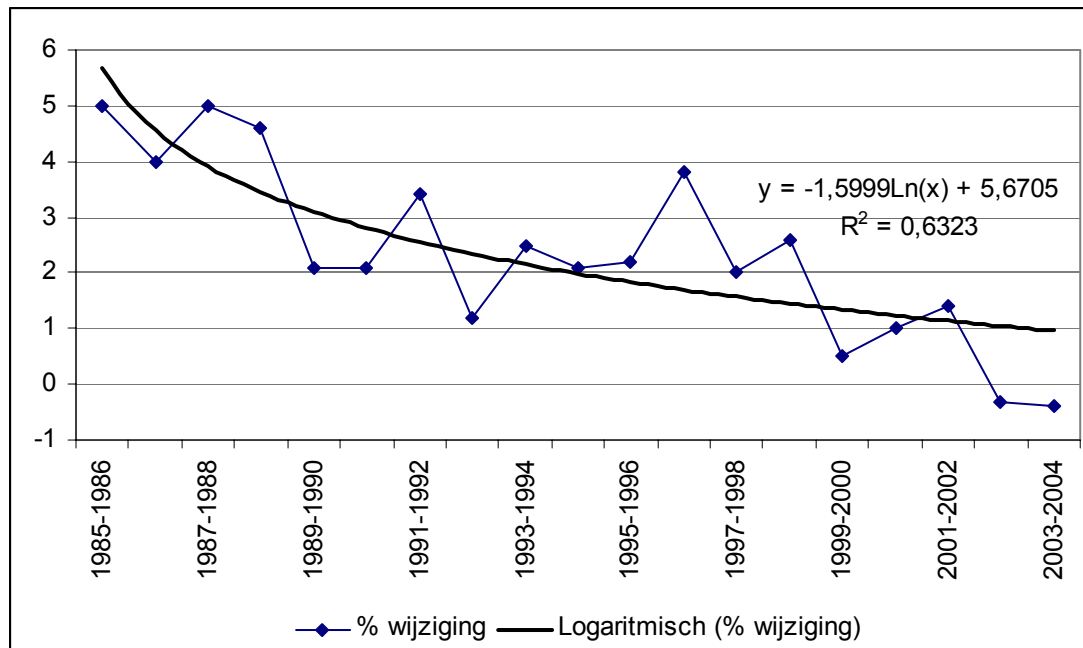
¹² Voor alle duidelijkheid: de kostprijs van een brandweerinterventie is *niet* 858 euro.

¹³ Het netto-maandloon bedraagt voor een inspecteur met 12 jaar dienst varieert tussen 1.719 en 1.959 euro (www.jobpol.be). Het brutoloon varieert tussen 2980 en 3013 euro voor deze referentiepersoon. Dit brutoloon vertegenwoordigt 68% van de totale loonkost (N.I.S., loonkost dienstensector, 2000), zodat de totale loonkost bij een brutoloon van 3.000 euro op maandbasis 4.412 euro bedraagt. Rekeninghoudend met 22 werkdagen per maand met 7,6 uur per werkdag betekent dit een loonkost van 26,39 euro per uur.

¹⁴ Dus zowel bij de politiegegevens als bij de verzekeringsgegevens worden alle verkeersongevallen opgenomen.

gegaan dat het jaarlijks aantal voertuigen dat gebruik maakt van het kruispunt constant blijft.

Grafiek 2: Procentuele verandering in de groei van het verkeersvolume op gewestwegen in Vlaanderen



Bron: op basis van Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 2005, p.15

4.3.2 Externe milieukosten

De externe milieukosten worden veroorzaakt door verandering in uitstoot. Deze verandering kan het gevolg zijn:

- van een wijziging in het aantal voertuigen dat gebruik maakt van het kruispunt nadat onbemande camera's geplaatst werden;
- van een verandering in de verkeersintensiteit¹⁵. Zoals reeds vermeld, wordt er verondersteld dat er geen wijziging is in de verkeersintensiteit.
- van een algemene snelheidsdaling op het kruispunt.

De exacte berekening van de externe milieukosten per kilometer of in functie van een algemene snelheidsverandering is opgenomen in De Brabander (2005).

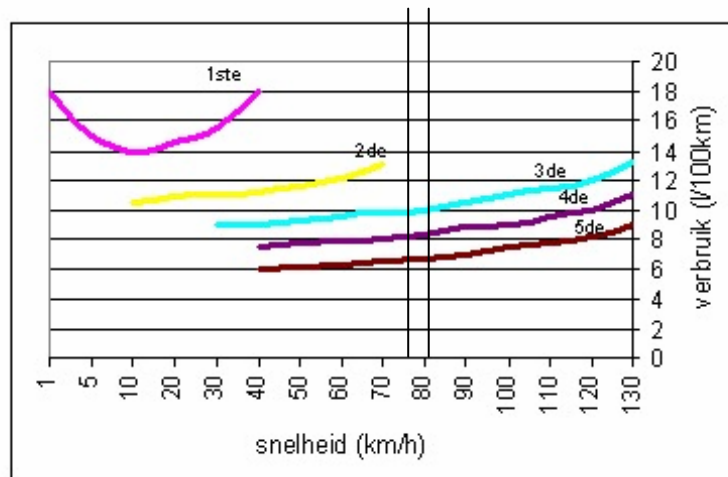
4.4 Belastingopbrengsten

Indien de snelheid van voertuigen wijzigt, is het aannemelijk dat het brandstofverbruik ook wijzigt. Figuur 3 geeft echter aan dat de wijziging in het brandstofverbruik verwaarloosbaar klein is. In dit rapport wordt er dan ook vanuit gegaan dat er geen verandering is in de belastingsontvangsten door de plaatsing van de camera's¹⁶.

¹⁵ Vanzelfsprekend moet er een oorzakelijk verband zijn tussen de plaatsing van de camera's en de verandering in de verkeersintensiteit.

¹⁶ Er kan bovendien overwogen worden (een deel van) de opbrengsten van de boetes en minnelijke schikkingen op te nemen in de analyse als een opbrengst. Dit wordt hier echter expliciet niet gedaan.

Grafiek 3: Brandstofverbruik bij specifieke snelheid en versnelling



Bron: www.emis.vito.be/autoverbruik

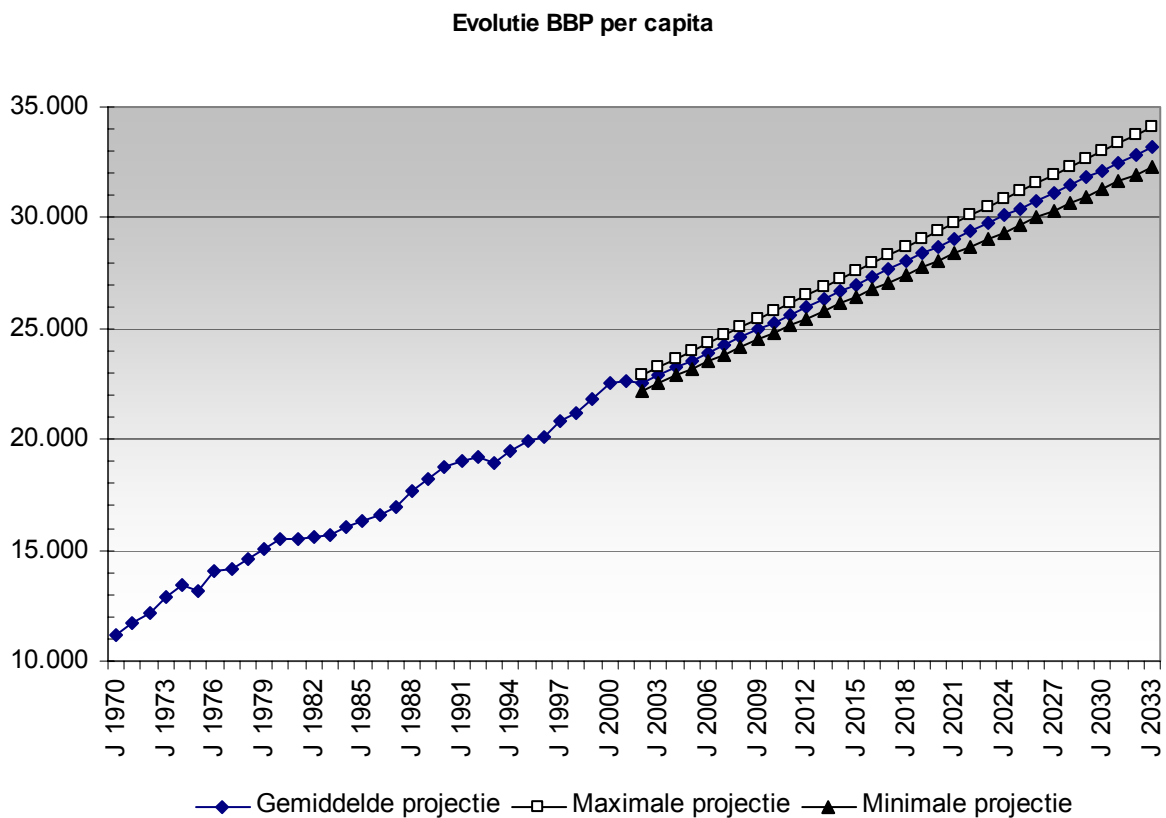
4.5 Kosten van alternatieve aanwending

Elke investering heeft als gevolg dat de voorziene middelen niet meer kunnen gebruikt worden voor een andere investering. Het rendement van het andere project gaat dan verloren. Het is uiteraard onmogelijk om elke alternatieve aanwending van de middelen door te rekenen en het hoogste alternatieve rendement van de investeringen als verloren opbrengst (voor ons project dus een kost) in te boeken. Als gemiddeld alternatief rendement wordt dikwijls gekozen om het rendement van een lange termijn OLO overheidsobligatie te nemen: 4%. Met andere woorden: voor ons project moeten we een verloren alternatieve opbrengst van 4% van de financiële middelen inboeken als kost.

5. PROJECTIE VAN DE EENHEIDSKOSTEN

De berekeningswijze van baten van investeringen worden gedetailleerd beschreven in De Brabander (2005). In de vorige sectie werden de eenheidskosten en de algemene berekeningswijze toegelicht. De vermeden kosten (baten) worden jaar per jaar aangepast omdat ze beïnvloed worden door de groei in het beschikbare inkomen. De waarden die geldig zijn voor het jaar 2005 worden opgehoogd in functie van het toekomstige BBP per capita. Uiteraard kennen we dit toekomstig BBP per capita niet. Daarom wordt deze groei geschat op basis van een regressie. De resultaten van de regressie zijn opgenomen in grafiek 4. Voor de berekeningen werd de gemiddelde projectie gehanteerd.

Grafiek 4: Projectie van het BBP per capita



Bron: De Brabander (2005)

6. KOSTEN VAN ONBEMANDE CAMERA'S

De volgende assumpties worden gemaakt voor de berekening van de kosten:

- De plaatsing van de onbemande camera's vraagt extra inspanningen voor de politie. Enerzijds zorgen de camera's voor extra onmiddellijke inningen en processen-verbaal die verwerkt dienen te worden. Anderzijds is het nodig de camera's periodiek te verplaatsen in een andere paal. De kost voor de verwerking van de onmiddellijke inningen en processen-verbaal werd geschat op 4 euro per vastgestelde verkeersovertreding¹⁷. Verder wordt verondersteld dat per uitgerust kruispunt 468 overtredingen per jaar leiden tot een onmiddellijke inning of proces-verbaal¹⁸. Het verplaatsen van de camera wordt geschat op 30 minuten per week per camera¹⁹. Voor deze tijd wordt de totale loonkost van een politie-ambtenaar in rekening gebracht.
- De camera kost 50.000 euro per stuk, de paal kost 10.000 euro, inclusief plaatsing. De camera's en palen worden aangekocht in 2005 en hebben een levensduur van 10 jaar²⁰ (exclusief effecten van schade of vandalisme).
- De reguliere onderhoudskost werd voor een paal geschat op 500 euro, voor een camera is dit 3.000 euro. Daarnaast is er nog schade door verkeersongevallen en vandalisme. De kosten door verkeersongevallen werd geschat op 398 euro per uitgerust kruispunt per jaar. De kosten naar aanleiding van vandalisme werd geschat op 274 euro per uitgerust kruispunt per jaar²¹.
- De weg waarop deze gevalstudie betrekking heeft, is een weg waar de snelheid beperkt is tot 90 km/u. De gemiddelde snelheid daalt met 5 km/u, wat neerkomt op een snelheid van 82 km/u naar 77 km/u²². We onderstellen dat dezelfde snelheidsbeperking geldt op de 2 kruisende wegen. Verder gaan we ervan uit dat dagelijks 20.000 voertuigen het kruispunt overrijden²³. De helft van hen dient te stoppen voor de verkeerslichten²⁴.

¹⁷ Gebaseerd op Deben (2006). De kosten hebben betrekking op de loon- en verzendingskosten van het aanmaken van de onmiddellijke inningen en de processen-verbaal en het opstellen van aanmaningen door de politiediensten en de minnelijke schikkingen, rappels, davaarding en de kosten voor de gerechtelijke zittingen. De kosten zijn herrekend naar een gewogen gemiddelde kost per overtreding. Uiteraard wordt de kost van de afhandeling van een overtreding groter naarmate er meer partijen betrokken worden. Zie ook appendix 1 voor de gedetailleerde berekening.

¹⁸ Dit is de mediaan van zes politiezones in Vlaanderen. Per politiezone werd één jaar gegevens gebruikt, tussen 2003 en 2005. Waar mogelijk werden enkel de vastgestelde overtredingen opgenomen voor die kruispunten waar een snelheidslimiet van 90 km/u geldt. In de sensitiviteitsanalyse worden ook de resultaten opgenomen voor het maximale aantal vastgestelde overtredingen dat bekend was per politiezone, met name 2.760 op jaarbasis voor één kruispunt.

¹⁹ Schatting op basis van informatie van twee lokale politiezones.

²⁰ Op basis van informatie van de Dienst Ondersteunende Studies blijkt dat de minimale periode van een onbemande camera 10 jaar is.

²¹ Kosten naar aanleiding van vandalisme: Gazet van Antwerpen, 24 november 2005, p.8, artikel "Vandalisme tegen flitspalen kost 136.000 euro". Dit bedrag, per kruispunt op jaarbasis, lijkt behoorlijk stabiel voor de periode 2003-2005. Kosten veroorzaakt door verkeersongevallen: schriftelijke vraag van de heer Carl Decaluwé aan Minister Bossuyt van 24 februari 2004, beschikbaar op http://www.carldecaluwe.be/030parlement/1999-2004/039owme/sv/20032004/20040224_264bos.pdf.

²² De uiteindelijke gemiddelde snelheid is gebaseerd op basis van het handhavingsproject in Tienen, opgenomen in Scheers en Adriaensen (2004).

²³ De veronderstelling van het aantal voertuigen is gebaseerd op een gemiddelde van de telgegevens op een aantal kruispunten op gewestwegen waar de snelheidslimiet 90 km/u bedraagt.

²⁴ Dit heeft tot gevolg dat het tijdverlies door de daling in de snelheid slechts op 50% van de voertuigen betrekking heeft.

- Door het plaatsen van de camera's zijn bestuurders niet geneigd om een andere route te kiezen. Ook komen er geen nieuwe chauffeurs bij door de plaatsing van de camera's. Bestuurders hebben een lagere snelheid 150m voor het kruispunt tot 250m na het kruispunt in vergelijking met de situatie zonder onbemande camera's op het kruispunt²⁵.
- Het gemiddeld aandeel vrachtwagens wordt verondersteld 15% te zijn van het totale aantal voertuigen dat dagelijks van het kruispunt gebruik maakt²⁶. Deze vrachtwagens passeren voor 70% tijdens de spitsuren. Gewone personenwagens passeren voor 40% tijdens de spitsuren, 60% van hen gebruikt het kruispunt tijdens de daluren. Er maken geen bussen gebruik van het kruispunt. Er wordt 1,2 persoon per voertuig ondersteld.
- Bij een ongeval wordt door 100 bestuurders 10 minuten tijd verloren. Er wordt ondersteld dat het ongeval zich buiten de spitsuren voordoet²⁷. Tijdens en na het ongeval bedraagt de gemiddelde snelheid nog 1 km/u. De congestie doet zich voor op alle armen van het kruispunt.

²⁵ Zie Ragnøy (2002).

²⁶ Dit is gebaseerd op de verhouding van het aantal afgelegde kilometers in 2003 in België door personenwagens en vrachtwagens en trekkers, respectievelijk 78,31 en 13,44 miljard voertuigkilometers.

²⁷ 100 voertuigen lijkt een redelijke benadering: indien er 20.000 voertuigen per dag passeren, dan is dit gemiddeld per periode van 10 minuten 138 voertuigen. Omdat het ongeval buiten de spitsuren gebeurt is een aantal lager dan 138 voertuigen logisch. De baten van vermeden congestie zijn een onderschatting omdat verondersteld wordt dat het ongeval buiten de spitsuren gebeurt. Voor de 20 locaties die dienen als uitgangspunt in dit onderzoek blijkt dat 30% van de ongevallen gebeurden tijdens de spitsuren. Indien er ook bussen zouden betrokken zijn in de files, dan dienen de baten nog verhoogd te worden.

7. BATEN VAN ONBEMANDE CAMERA'S

De baten hebben betrekking op de vermeden slachtoffers en (letsel)ongevallen. Daarnaast zijn er ook effecten in verband met de verandering in de uitstoot van voertuigen en verandering in tijdskosten (door verandering in de snelheid van de voertuigen). In onderstaande tabel worden de gemonetariseerde effecten²⁸ weergegeven die het gevolg zijn van de investering.

Het vermeden aantal slachtoffers en (letsel)ongevallen is afkomstig uit tabellen 8 en 9.

²⁸ Hier wordt gesproken over gemonetariseerde effecten, hoewel het overgrote deel wel degelijk baten betreft. Enkel voor de congestie-effecten en uitstoot kan het gaan om een negatief effect zodat het woord "baten" dan minder gepast zou zijn. Het woord "kosten" wordt gebruikt om de investeringskosten aan te duiden.

Tabel 16: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, uitgangsscenario

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zwaargewonden	2,81	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lichtgewonden	14,66	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	10,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Totaal 2005-2034	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	697	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Begrafeniskosten	380	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40
Interventie Ambulance	81	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	1.262.646	123.099	125.430	125.740	126.045	126.344	126.636	126.923	127.204	127.478	127.747
Bezoekkosten	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	28.681	2.692	2.731	2.770	2.809	2.848	2.888	2.927	2.966	3.005	3.044
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	1.134	106	108	110	111	113	114	116	117	119	120
Tijdelijk productieverlies	3.831	359	365	370	375	381	386	391	396	401	407
Blijvend productieverlies	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	2.901.648	286.616	290.783	290.724	290.665	290.609	290.554	290.501	290.449	290.398	290.349
Bezoekkosten	439	41	42	42	43	44	44	45	45	46	47
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	7.424	697	707	717	727	737	747	758	768	778	788
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	768	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Tijdelijk productieverlies	5.707	535	544	551	559	568	575	582	590	598	606
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.573.522	155.428	157.688	157.655	157.624	157.593	157.563	157.534	157.506	157.479	157.452

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	3.554	334	338	343	348	353	358	363	368	372	377
Materiële schade openbaar domein	78	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	39.621	3.719	3.773	3.827	3.881	3.935	3.989	4.043	4.097	4.151	4.205
Interventies Brandweer	9.186	862	875	887	900	912	925	937	950	963	975
Interventies Politie	323	30	31	31	32	32	33	33	33	34	34
Gerechtskosten	388	36	37	38	38	39	39	40	40	41	41
Rechtsbijstandskosten	1.266	119	121	122	124	126	128	129	131	133	134
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.271	-171	-160	-148	-136	-123	-111	-109	-107	-105	-102
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-136.517	-17.988	-17.009	-15.993	-14.938	-13.844	-12.713	-12.037	-11.356	-10.667	-9.972
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	187.385	17.609	17.851	18.115	18.365	18.607	18.857	19.121	19.370	19.613	19.877
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	31.334	2.945	2.985	3.029	3.071	3.112	3.153	3.197	3.239	3.280	3.324

Bron: eigen berekeningen

Tabel 17: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, uitgangsscenario

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zwaargewonden	2,81	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lichtgewonden	14,66	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	10,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	585	65	64	62	61	59	58	56	55	53	52
Begrafeniskosten	319	36	35	34	33	32	31	31	30	29	28
Interventie Ambulance	68	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	119.091	13.385	13.039	12.700	12.367	12.042	11.723	11.411	11.105	10.806	10.514
Immateriële schade	1.063.971	123.099	120.605	116.254	112.053	107.999	104.086	100.309	96.664	93.147	89.753
Bezoekkosten	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	24.086	2.692	2.626	2.561	2.497	2.435	2.373	2.313	2.254	2.196	2.139
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	952	106	104	101	99	96	94	91	89	87	85
Tijdelijk productieverlies	3.217	359	351	342	334	325	317	309	301	293	286
Blijvend productieverlies	1.107.063	119.586	116.466	157.522	110.414	107.482	104.613	101.805	99.058	96.372	93.746
Immateriële schade	2.447.125	286.616	279.599	268.790	258.401	248.414	238.814	229.587	220.717	212.191	203.995
Bezoekkosten	368	41	40	39	38	37	36	35	34	34	33
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	6.234	697	680	663	646	630	614	599	583	568	554
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	645	72	70	69	67	65	64	62	60	59	57
Tijdelijk productieverlies	4.793	535	523	510	497	485	472	460	448	437	426
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.327.041	155.428	151.623	145.761	140.127	134.711	129.506	124.502	119.692	115.068	110.624

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	2.985	334	325	317	309	302	294	287	279	272	265
Materiële schade openbaar domein	65	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	33.275	3.719	3.628	3.538	3.450	3.364	3.279	3.195	3.114	3.033	2.955
Interventies Brandweer	7.715	862	841	820	800	780	760	741	722	703	685
Interventies Politie	271	30	30	29	28	27	27	26	25	25	24
Gerechtskosten	326	36	36	35	34	33	32	31	30	30	29
Rechtsbijstandskosten	1.064	119	116	113	110	108	105	102	100	97	94
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.094	-171	-153	-137	-121	-106	-91	-86	-81	-76	-72
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-117.635	-17.988	-16.355	-14.786	-13.279	-11.834	-10.449	-9.513	-8.629	-7.794	-7.006
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	157.380	17.609	17.165	16.748	16.326	15.906	15.499	15.111	14.720	14.331	13.965
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	26.317	2.945	2.870	2.801	2.730	2.660	2.592	2.527	2.461	2.396	2.335

Bron: eigen berekeningen

8. HET RENDEMENT VAN DE INVESTERING

Op basis van de bovenstaande tabellen zijn de baten van de investering gekend. De noodzakelijke investeringskosten voor het project zijn hieronder weergegeven in tabel 18. De kosten werden reeds verdisconteerd.

Tabel 18: Investeringskosten voor de uitrusting van het kruispunt met onbemande camera's

Projectkosten per type	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Investeringskost	90.000	90.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verplaatsing camera's	6.139	686	669	653	637	621	605	590	574	560	545
Schadekost	6.013	672	656	639	623	608	592	577	563	548	534
Onderhoudskost	44.739	5.000	4.878	4.757	4.639	4.523	4.408	4.296	4.186	4.078	3.973
Verwerking onmiddellijke inningen en processen-verbaal	16.759	1.873	1.827	1.782	1.738	1.694	1.651	1.609	1.568	1.528	1.488
Kosten alternatieve opbrengst	45.348	3.929	4.099	4.255	4.397	4.525	4.642	4.746	4.839	4.922	4.994

Bron: eigen berekeningen

Het rendement van de uitrusting van het kruispunt met onbemande camera's voor de periode 2005-2014 is dan tenslotte opgenomen in tabel 19. Uiteraard gaat het hierbij om de verdisconteerde resultaten.

Tabel 19: Rendement van de investering in onbemande camera's in het basisscenario

Baten	Totaal 2005-2014
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	1.184.037
* Zwaargewonden	3.582.815
* Lichtgewonden	1.338.713
- Kosten verbonden aan ongeval	110.668
Kosten	
- Verdisconteerde kosten	208.997
Rendement per € geïnvesteerd	29,7

Bron: eigen berekeningen

9. SENSITIVITEITSANALYSE

9.1 Inleiding

Uit de vorige sectie wordt afgeleid dat het rendement van de investering in onbemande camera's positief is. Voor elke euro die geïnvesteerd wordt, wordt er 24,5 euro terugverdiend. Dit rendement is groot in vergelijking met eerdere kosten-batenanalyse. Uit tabel 1 blijkt dat het rendement uit andere studies zich situeert tussen 0,89 en 26,7 per geïnvesteerde euro.

Om het rendement van de investering in onbemande camera's te bepalen, is er informatie nodig die tot ver in de toekomst reikt. Hoewel de bovenstaande analyse uitgaat van de best beschikbare inzichten, is het nuttig om te analyseren wat de impact is indien bepaalde kosten anders zijn, of indien de baten wijzigen.

In deze sectie gaan we na wat de impact is op het rendement indien volgende parameters wijzigen:

- Een kleiner aantal slachtoffers per letselongeval (zie 9.2)
- Kleinere verhouding van het aantal ongevallen met enkel materiële schade ten opzichte van het aantal letselongevallen (zie 9.3)
- Een lagere effectiviteit van onbemande camera's (zie 9.4)
- Een hoger aantal vaststellingen die dienen verwerkt te worden door de politie (zie 9.5)
- De combinatie van de vier voorgaande gecorrigeerde parameters. Dit wordt omschreven als het "pessimistische" scenario (9.6)

9.2 Minimaal aantal slachtoffers per letselongeval

Tot nu toe werd verondersteld dat het gemiddeld aantal slachtoffers per letselongeval perfect overeenkomt met het gemiddelde dat gebaseerd wordt op 25 locaties met een snelheidsbeperking van 90 km/u waar intussen onbemande camera's geplaatst werden. Omdat er geen volledige zekerheid bestaat of dit "gemiddelde" geldig is op elke locatie, is het zinvol om na te gaan wat het effect is op het rendement indien er minder slachtoffers per letselongeval betrokken zijn. Dit minimale aantal is het minimale aantal dat op jaarbasis geobserveerd werd in de periode 1991-2001 voor de groep van 20 locaties.

Tabel 20: Gemiddeld en minimaal aantal slachtoffers per letselongeval, op jaarbasis, per 90 km/u locatie, 1991-2001

	Gemiddeld aantal	Minimum aantal
Aantal doden per letselongeval	0,02	0,00
Aantal zwaargewonden per letselongeval	0,28	0,15
Aantal lichtgewonden per letselongeval	1,46	1,27

Bron: Ongevallendatabank NIS, eigen berekeningen

De baten die met dit aantal slachtoffers per letselongeval bereikt wordt, zijn opgenomen in tabel 21 (in reële termen) en tabel 22 (verdisconteerde effecten).

Tabel 21: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met minimum aantal slachtoffers per letselongeval

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwaargewonden	1,51	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lichtgewonden	12,76	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	10,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezoekkosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	15.365	1.442	1.463	1.484	1.505	1.526	1.547	1.568	1.589	1.610	1.631
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	608	57	58	59	60	60	61	62	63	64	64
Tijdelijk productieverlies	2.052	193	195	198	201	204	207	209	212	215	218
Blijvend productieverlies	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	1.554.454	153.544	155.777	155.745	155.714	155.683	155.654	155.625	155.598	155.570	155.544
Bezoekkosten	235	22	22	23	23	23	24	24	24	25	25
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	6.457	606	615	624	633	641	650	659	668	677	685
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	668	63	64	65	65	66	67	68	69	70	71
Tijdelijk productieverlies	4.965	466	473	480	486	494	500	506	513	520	527
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.368.749	135.201	137.167	137.138	137.111	137.084	137.059	137.033	137.009	136.985	136.962

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	3.554	334	338	343	348	353	358	363	368	372	377
Materiële schade openbaar domein	78	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	39.621	3.719	3.773	3.827	3.881	3.935	3.989	4.043	4.097	4.151	4.205
Interventies Brandweer	9.186	862	875	887	900	912	925	937	950	963	975
Interventies Politie	323	30	31	31	32	32	33	33	33	34	34
Gerechtskosten	388	36	37	38	38	39	39	40	40	41	41
Rechtsbijstandskosten	1.266	119	121	122	124	126	128	129	131	133	134
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.271	-171	-160	-148	-136	-123	-111	-109	-107	-105	-102
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-136.517	-17.988	-17.009	-15.993	-14.938	-13.844	-12.713	-12.037	-11.356	-10.667	-9.972
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	187.385	17.609	17.851	18.115	18.365	18.607	18.857	19.121	19.370	19.613	19.877
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	31.334	2.945	2.985	3.029	3.071	3.112	3.153	3.197	3.239	3.280	3.324

Bron: eigen berekeningen

Tabel 22: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met minimum aantal slachtoffers per letselongeval

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwaargewonden	1,51	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Lichtgewonden	12,76	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	10,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezoekkosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	12.903	1.442	1.407	1.372	1.338	1.304	1.271	1.239	1.207	1.176	1.146
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	510	57	56	54	53	52	50	49	48	47	45
Tijdelijk productieverlies	1.723	193	188	183	179	174	170	166	161	157	153
Blijvend productieverlies	593.070	64.064	62.392	84.387	59.150	57.580	56.042	54.538	53.067	51.628	50.221
Immateriële schade	1.310.960	153.544	149.785	143.995	138.429	133.079	127.936	122.993	118.241	113.674	109.283
Bezoekkosten	197	22	22	21	20	20	19	19	18	18	18
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	5.423	606	591	577	562	548	534	521	507	494	482
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	561	63	61	60	58	57	55	54	52	51	50
Tijdelijk productieverlies	4.169	466	455	443	432	422	411	400	390	380	370
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.154.344	135.201	131.891	126.792	121.891	117.180	112.652	108.299	104.115	100.094	96.228

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	2.985	334	325	317	309	302	294	287	279	272	265
Materiële schade openbaar domein	65	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	33.275	3.719	3.628	3.538	3.450	3.364	3.279	3.195	3.114	3.033	2.955
Interventies Brandweer	7.715	862	841	820	800	780	760	741	722	703	685
Interventies Politie	271	30	30	29	28	27	27	26	25	25	24
Gerechtskosten	326	36	36	35	34	33	32	31	30	30	29
Rechtsbijstandskosten	1.064	119	116	113	110	108	105	102	100	97	94
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.094	-171	-153	-137	-121	-106	-91	-86	-81	-76	-72
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-117.635	-17.988	-16.355	-14.786	-13.279	-11.834	-10.449	-9.513	-8.629	-7.794	-7.006
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	157.380	17.609	17.165	16.748	16.326	15.906	15.499	15.111	14.720	14.331	13.965
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	26.317	2.945	2.870	2.801	2.730	2.660	2.592	2.527	2.461	2.396	2.335

Bron: eigen berekeningen

Het rendement is tenslotte opgenomen in tabel 23. Uit deze tabel blijkt dat een redelijke minimale verwachting in het aantal bespaarde slachtoffers een belangrijke invloed heeft op het rendement in vergelijking met de uitgangssituatie. De uitrusting van zo'n kruispunt met onbemande camera's is echter nog steeds zonder meer uitermate rendabel.

Tabel 23: Rendement van onbemande camera's bij een redelijk minimaal aantal vermeden slachtoffers per letselongeval

Baten	Totaal 2005-2014
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	0
* Zwaargewonden	1.919.364
* Lichtgewonden	1.161.497
- Kosten verbonden aan ongeval	110.668
Kosten	
- Verdisconteerde kosten	208.997
Rendement per € geïnvesteerd	15,3

Bron: eigen berekeningen

9.3 Ander aantal ongevallen met enkel materiële schade

Tot nu toe werd ervan uitgegaan dat het aantal ongevallen met enkel materiële schade 1,23 keer het aantal ongevallen met lichamelijk letsel is. Het is niet zeker dat deze verhouding algemeen geldig is. Daarom is het zinvol om na te gaan hoe het rendement van onbemande camera's wijzigt indien een lagere verhouding van toepassing is. De verhouding tussen het aantal ongevallen met materiële schade en ongevallen met materiële schade wordt verlaagd van 1,23 naar 0,98²⁹. het aantal vermeden ongevallen voor dit scenario is opgenomen in tabel 24.

Tabel 24: Aantal (letsel)ongevallen bij andere verhouding ongevallen/letselongevallen

Type ongeval	Reductie basisscenario	Reductie alternatief scenario
Vermindering totaal aantal ongevallen	1,1620	1,0318 [0,14*(3,72+3,65)]
Vermindering aantal letselongevallen	1,0044	1,0044

Bron: Eigen berekeningen op basis van Nuyts (2004)

Tabellen 25 en 26 bevatten de reële en verdisconteerde kosten en baten voor dit aangepaste scenario. Tabel 27 bevat het behaalde rendement.

²⁹ 0,98 is de laagste verhouding tussen het aantal ongevallen met materiële schade en het aantal letselongevallen zoals geobserveerd bij Nuyts (2004).

Tabel 25: Reële kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met andere ratio totale ongevallen/letselongevallen

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zwaargewonden	2,81	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lichtgewonden	14,66	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Aantal vermeden ongevallen	10,38	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Aantal vermeden letselongevallen	10,04	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	697	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
Begrafeniskosten	380	36	36	37	37	38	38	39	39	40	40
Interventie Ambulance	81	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	1.262.646	123.099	125.430	125.740	126.045	126.344	126.636	126.923	127.204	127.478	127.747
Bezoekkosten	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	28.681	2.692	2.731	2.770	2.809	2.848	2.888	2.927	2.966	3.005	3.044
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	1.134	106	108	110	111	113	114	116	117	119	120
Tijdelijk productieverlies	3.831	359	365	370	375	381	386	391	396	401	407
Blijvend productieverlies	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	2.901.648	286.616	290.783	290.724	290.665	290.609	290.554	290.501	290.449	290.398	290.349
Bezoekkosten	439	41	42	42	43	44	44	45	45	46	47
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	7.424	697	707	717	727	737	747	758	768	778	788
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	768	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
Tijdelijk productieverlies	5.707	535	544	551	559	568	575	582	590	598	606
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.573.522	155.428	157.688	157.655	157.624	157.593	157.563	157.534	157.506	157.479	157.452

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	3.180	298	303	307	312	316	320	325	329	333	338
Materiële schade openbaar domein	69	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	35.458	3.328	3.376	3.425	3.473	3.522	3.570	3.618	3.667	3.715	3.764
Interventies Brandweer	9.186	862	875	887	900	912	925	937	950	963	975
Interventies Politie	289	27	28	28	28	29	29	30	30	30	31
Gerechtskosten	382	36	36	37	37	38	38	39	40	40	41
Rechtsbijstandskosten	1.133	106	108	109	111	113	114	116	117	119	120
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.138	-153	-143	-132	-121	-110	-99	-97	-95	-94	-92
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-136.517	-17.988	-17.009	-15.993	-14.938	-13.844	-12.713	-12.037	-11.356	-10.667	-9.972
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	187.385	17.609	17.851	18.115	18.365	18.607	18.857	19.121	19.370	19.613	19.877
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	28.042	2.635	2.671	2.711	2.748	2.785	2.822	2.861	2.899	2.935	2.974

Bron: eigen berekeningen

Tabel 26: Verdisconteerde kosten en baten voor vermeden ongevallen en effecten periode 2005-2014, scenario met andere ratio totale ongevallen/letselongevallen

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Zwaargewonden	2,81	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Lichtgewonden	14,66	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Aantal vermeden ongevallen	10,38	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Aantal vermeden letselongevallen	10,0440	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	585	65	64	62	61	59	58	56	55	53	52
Begrafeniskosten	319	36	35	34	33	32	31	31	30	29	28
Interventie Ambulance	68	8	7	7	7	7	7	7	6	6	6
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	119.091	13.385	13.039	12.700	12.367	12.042	11.723	11.411	11.105	10.806	10.514
Immateriële schade	1.063.971	123.099	120.605	116.254	112.053	107.999	104.086	100.309	96.664	93.147	89.753
Bezoekkosten	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	24.086	2.692	2.626	2.561	2.497	2.435	2.373	2.313	2.254	2.196	2.139
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	952	106	104	101	99	96	94	91	89	87	85
Tijdelijk productieverlies	3.217	359	351	342	334	325	317	309	301	293	286
Blijvend productieverlies	1.107.063	119.586	116.466	157.522	110.414	107.482	104.613	101.805	99.058	96.372	93.746
Immateriële schade	2.447.125	286.616	279.599	268.790	258.401	248.414	238.814	229.587	220.717	212.191	203.995
Bezoekkosten	368	41	40	39	38	37	36	35	34	34	33
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	6.234	697	680	663	646	630	614	599	583	568	554
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	645	72	70	69	67	65	64	62	60	59	57
Tijdelijk productieverlies	4.793	535	523	510	497	485	472	460	448	437	426
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	1.327.041	155.428	151.623	145.761	140.127	134.711	129.506	124.502	119.692	115.068	110.624

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	2.671	298	291	284	277	270	263	256	250	243	237
Materiële schade openbaar domein	58	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	29.778	3.328	3.247	3.166	3.088	3.010	2.934	2.860	2.786	2.715	2.644
Interventies Brandweer	7.715	862	841	820	800	780	760	741	722	703	685
Interventies Politie	243	27	26	26	25	25	24	23	23	22	22
Gerechtskosten	321	36	35	34	33	32	32	31	30	29	28
Rechtsbijstandskosten	952	106	104	101	99	96	94	91	89	87	85
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-979	-153	-137	-122	-108	-94	-82	-77	-73	-68	-64
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-117.635	-17.988	-16.355	-14.786	-13.279	-11.834	-10.449	-9.513	-8.629	-7.794	-7.006
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	157.380	17.609	17.165	16.748	16.326	15.906	15.499	15.111	14.720	14.331	13.965
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	23.552	2.635	2.569	2.506	2.443	2.380	2.319	2.261	2.203	2.145	2.090

Bron: eigen berekeningen

Het rendement voor het scenario waarin er een lager aantal ongevallen is dat enkel tot materiële schade leidt, is weergegeven in tabel 27. Er is vast te stellen dat het rendement nauwelijks wijzigt.

Tabel 27: Rendement van de investering in onbemande camera's bij andere verhouding ongevallen materiële schade/letselongevallen

Baten	Totaal 2005-2014
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	1.184.037
* Zwaargewonden	3.582.812
* Lichtgewonden	1.338.713
- Kosten verbonden aan ongeval	104.055
Kosten	
- Verdisconteerde kosten	208.997
Rendement per € geïnvesteerd	29,7

Bron: eigen berekeningen

9.4 Lagere effectiviteit

In dit scenario wordt verondersteld dat het effect op de verkeersonveiligheid lager is dan de Ausgangssituatie: 8% reductie in het aantal letselongevallen in plaats van 27%³⁰. De daling in het aantal ongevallen met materiële schade wordt vastgelegd op 9% in plaats van 14%. Tabel 28 bevat dan de jaarlijkse reductie in het aantal ongevallen.

Tabel 28: Vermindering in aantal (letsel)ongevallen bij lagere effectiviteit

Type ongeval	Reductie op jaarbasis	Formule
Vermindering aantal letselongevallen	0,2976	$(0,08 * 3,72)$

Het aantal vermeden slachtoffers per letselongeval wordt beschouwd als hetzelfde als de Ausgangssituatie en is opgenomen in tabel 29.

Tabel 29: Aantal vermeden slachtoffers bij lagere effectiviteit

	Per letselongeval	Op jaarbasis
Aantal doden per letselongeval	0,02	0,0060
Aantal zwaargewonden per letselongeval	0,28	0,0833
Aantal lichtgewonden per letselongeval	1,46	0,4345

Bron: Ongevallendatabank NIS, eigen berekeningen

Ook in dit geval wijzigen de kosten van de onbemande camera's niet in vergelijking met de Ausgangssituatie. De baten uiteraard weer wel. De niet-verdisconteerde baten zijn weergegeven in tabel 30. De verdisconteerde resultaten zijn opgenomen in tabel 31.

³⁰ 8% is de daling die berekend werd door Nuyts (2006) op basis van 5 politiezones in Vlaanderen. Het moet echter ook voor ogen gehouden worden dat de schattingen in Nuyts (2006) voor aantal politiezones gebaseerd zijn op volledige trajecten van onbemande camera's en niet enkel de ongevallen op de kruispunten zelf.

Tabel 30: Niet-verdisconteerde baten bij een lagere effectiviteit

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zwaargewonden	0,83	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Lichtgewonden	4,34	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	2,98	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	206	19	20	20	20	20	21	21	21	22	22
Begrafeniskosten	112	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Interventie Ambulance	24	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	374.117	36.474	37.164	37.256	37.347	37.435	37.522	37.607	37.690	37.771	37.851
Bezoekkosten	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	8.498	798	809	821	832	844	856	867	879	890	902
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	336	32	32	32	33	33	34	34	35	35	36
Tijdelijk productieverlies	1.135	106	108	110	111	113	114	116	117	119	120
Blijvend productieverlies	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	859.748	84.923	86.158	86.140	86.123	86.106	86.090	86.074	86.059	86.044	86.029
Bezoekkosten	130	12	12	13	13	13	13	13	13	14	14
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	2.200	206	209	212	215	218	221	224	227	230	233
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	228	21	22	22	22	23	23	23	24	24	24
Tijdelijk productieverlies	1.691	159	161	163	166	168	170	172	175	177	179
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	466.229	46.053	46.722	46.713	46.703	46.694	46.685	46.677	46.669	46.660	46.652

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	3.554	334	338	343	348	353	358	363	368	372	377
Materiële schade openbaar domein	78	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	39.621	3.719	3.773	3.827	3.881	3.935	3.989	4.043	4.097	4.151	4.205
Interventies Brandweer	2.722	255	259	263	267	270	274	278	281	285	289
Interventies Politie	323	30	31	31	32	32	33	33	33	34	34
Gerechtskosten	156	15	15	15	15	16	16	16	16	16	16
Rechtsbijstandskosten	1.266	119	121	122	124	126	128	129	131	133	134
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.271	-171	-160	-148	-136	-123	-111	-109	-107	-105	-102
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-136.517	-17.988	-17.009	-15.993	-14.938	-13.844	-12.713	-12.037	-11.356	-10.667	-9.972
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	187.385	17.609	17.851	18.115	18.365	18.607	18.857	19.121	19.370	19.613	19.877
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	31.334	2.945	2.985	3.029	3.071	3.112	3.153	3.197	3.239	3.280	3.324

Bron: Eigen berekeningen

Tabel 31: Verdisconteerde baten bij een lagere effectiviteit

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,06	0,006	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zwaargewonden	0,83	0,083	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Lichtgewonden	4,34	0,434	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Aantal vermeden ongevallen	11,60	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Aantal vermeden letselongevallen	2,9760	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	173	19	19	18	18	18	17	17	16	16	15
Begrafeniskosten	94	11	10	10	10	10	9	9	9	9	8
Interventie Ambulance	20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	35.286	3.966	3.863	3.763	3.664	3.568	3.473	3.381	3.290	3.202	3.115
Immateriële schade	315.251	36.474	35.735	34.446	33.201	32.000	30.840	29.721	28.641	27.599	26.594
Bezoekkosten	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	7.137	798	778	759	740	721	703	685	668	651	634
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	282	32	31	30	29	29	28	27	26	26	25
Tijdelijk productieverlies	953	106	104	101	99	96	94	92	89	87	85
Blijvend productieverlies	328.019	35.433	34.508	46.673	32.715	31.847	30.996	30.164	29.351	28.555	27.777
Immateriële schade	725.074	84.923	82.844	79.642	76.563	73.604	70.760	68.026	65.398	62.871	60.443
Bezoekkosten	109	12	12	12	11	11	11	10	10	10	10
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	1.847	206	201	196	192	187	182	177	173	168	164
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	191	21	21	20	20	19	19	18	18	17	17
Tijdelijk productieverlies	1.420	159	155	151	147	144	140	136	133	130	126
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	393.197	46.053	44.925	43.188	41.519	39.914	38.372	36.889	35.464	34.094	32.777

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	2.985	334	325	317	309	302	294	287	279	272	265
Materiële schade openbaar domein	65	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	33.275	3.719	3.628	3.538	3.450	3.364	3.279	3.195	3.114	3.033	2.955
Interventies Brandweer	2.286	255	249	243	237	231	225	220	214	208	203
Interventies Politie	271	30	30	29	28	27	27	26	25	25	24
Gerechtskosten	131	15	14	14	14	13	13	12	12	12	11
Rechtsbijstandskosten	1.064	119	116	113	110	108	105	102	100	97	94
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.094	-171	-153	-137	-121	-106	-91	-86	-81	-76	-72
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-117.635	-17.988	-16.355	-14.786	-13.279	-11.834	-10.449	-9.513	-8.629	-7.794	-7.006
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	157.380	17.609	17.165	16.748	16.326	15.906	15.499	15.111	14.720	14.331	13.965
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	26.317	2.945	2.870	2.801	2.730	2.660	2.592	2.527	2.461	2.396	2.335

Bron: Eigen berekeningen

Het rendement voor deze situatie is tenslotte opgenomen in tabel 32.

Tabel 32: Rendement van onbemande camera's bij lagere effectiviteit

Baten	
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	350.826
* Zwaargewonden	1.061.574
* Lichtgewonden	396.656
- Kosten verbonden aan ongeval	105.044
Projectkosten	
- Verdisconteerde kosten	208.997
Rendement per € geïnvesteerd	9,2

Bron: eigen berekeningen

9.5 Hoger aantal vaststellingen van overtredingen

In het uitgangsscenario werd ondersteld dat er op het kruispunt 468 vaststellingen per jaar worden opgesteld. Omdat dit aantal gebaseerd is op gegevens van slechts zes politiezones is het zinvol om na te gaan wat het rendement is indien het aantal vaststellingen groter is. Daarom herrekenen we het rendement indien er 2.760 vaststellingen op jaarbasis worden vastgesteld. Uiteraard heeft dit een directe impact op de kosten die de onbemande camera met zich meebrengt. De verdisconteerde totale projectkosten zijn opgenomen in tabel 33. De andere kosten en de veiligheidseffecten worden ondersteld dezelfde te zijn als het uitgangsscenario. De baten in tabel 34 zijn dan ook dezelfde als in tabel 19. Er wordt vastgesteld dat dit hogere aantal vaststellingen een behoorlijke impact heeft op het rendement van de onbemande camera's op dit type kruispunt.

Tabel 33: Verdisconteerde projectkosten bij een hoger aantal vaststellingen

Projectkosten per type	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Investeringskost	90.000	90000									
Verplaatsing camera's	7.310	686	696	706	716	726	736	746	756	766	776
Schadekost	7.160	672	682	692	701	711	721	731	740	750	760
Onderhoudskost	53.272	5.000	5.073	5.145	5.218	5.291	5.364	5.436	5.509	5.582	5.654
Verwerking overtredingen	117.683	11.046	11.206	11.367	11.527	11.688	11.849	12.009	12.170	12.330	12.491
Kosten alternatieve opbrengst	75.958	4.296	5.002	5.719	6.445	7.182	7.929	8.686	9.453	10.230	11.017

Bron: eigen berekeningen

Tabel 34: Rendement van onbemande camera's bij een hoger aantal vaststellingen

Baten	Totaal 2005-2014
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	1.184.037
* Zwaargewonden	3.588.812
* Lichtgewonden	1.338.713
- Kosten verbonden aan ongeval	110.668
Kosten	
- Verdisconteerde kosten	307.765
Rendement per € geïnvesteerd	20,2

Bron: eigen berekeningen

9.6 Pessimistisch scenario

Tenslotte wordt het rendement berekend volgens het slechtst denkbare scenario, binnen redelijke veronderstellingen, met name:

- Een lagere effectiviteit van de onbemande camera's: 8% reductie in het aantal letselongevallen (in plaats van 27%). Het aantal ongevallen met materiële schade blijft ongewijzigd ten opzichte van het uitgangsscenario.
- Een kleine verhouding tussen het aantal letselongevallen en het totaal aantal ongevallen, namelijk per letselongeval doet zich 0,98 ongeval met materiële schade voor.
- Een minimaal aantal vermeden slachtoffers per letselongeval: 0 doden, 0,15 zwaargewonden en 1,27 lichtgewonden (zie tabel 20).
- Bovenstaande effecten leiden tot de reducties vermeld in tabel 35.

Tabel 35: Reductie aantal (letsel)ongevallen en slachtoffers in pessimistisch scenario

Soort effect	Reductie op jaarbasis	Formule
Vermindering ongevallen		
Vermindering totaal aantal ongevallen	1,0312	$[(3,72 \cdot 0,98) + 3,72] \cdot 0,14$
Vermindering aantal letselongevallen	0,2976	$(3,72 \cdot 0,08)$
Vermindering slachtoffers per letselongeval		
Vermindering aantal dodelijke slachtoffers	0	$0,2976 \cdot 0$
Vermindering aantal zwaargewonde slachtoffers	0,0446	$0,2976 \cdot 0,15$
Vermindering aantal lichtgewonde slachtoffers	0,3779	$0,2976 \cdot 1,27$

- Het aantal vaststellingen van overtredingen door de politie naar aanleiding van overtredingen bedraagt 2.760 op jaarbasis in plaats van 468.

Op volgende pagina worden de gemonetariseerde effecten weergegeven. Tabel 36 bevat de reële resultaten, tabel 37 de verdisconteerde resultaten.

Tabel 36: Reële baten van het pessimistisch scenario

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwaargewonden	0,45	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Lichtgewonden	3,78	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Aantal vermeden ongevallen	10,31	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Aantal vermeden letselongevallen	2,98	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezoekkosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	4.552	427	434	440	446	452	458	465	471	477	483
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	180	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19
Tijdelijk productieverlies	608	57	58	59	60	60	61	62	63	64	65
Blijvend productieverlies	niet vermeld omdat netto productieverlies voor slachtoffer in huidig jaar ook betrekking heeft op toekomstige jaren										
Immateriële schade	460.579	45.495	46.156	46.147	46.137	46.128	46.120	46.111	46.103	46.095	46.087
Bezoekkosten	70	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	1.913	180	182	185	187	190	193	195	198	200	203
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	198	19	19	19	19	20	20	20	20	21	21
Tijdelijk productieverlies	1.471	138	140	142	144	146	148	150	152	154	156
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	405.555	40.059	40.642	40.634	40.625	40.618	40.610	40.602	40.595	40.588	40.581

kosten hieronder voor alle ongevallen per jaar	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	3.159	297	301	305	309	314	318	322	327	331	335
Materiële schade openbaar domein	69	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	35.222	3.306	3.354	3.402	3.450	3.498	3.546	3.594	3.642	3.690	3.739
Interventies Brandweer	2.722	255	259	263	267	270	274	278	281	285	289
Interventies Politie	287	27	27	28	28	29	29	29	30	30	30
Gerechtskosten	149	14	14	15	15	15	15	15	15	15	16
Rechtsbijstandskosten	1.126	106	107	109	110	112	113	115	116	118	119
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-1.130	-152	-142	-131	-121	-110	-99	-97	-95	-93	-91
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-136.517	-17.988	-17.009	-15.993	-14.938	-13.844	-12.713	-12.037	-11.356	-10.667	-9.972
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	187.385	17.609	17.851	18.115	18.365	18.607	18.857	19.121	19.370	19.613	19.877
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	27.855	2.618	2.654	2.693	2.730	2.766	2.803	2.842	2.879	2.916	2.955

Tabel 37: Verdisconteerde baten van het pessimistisch scenario

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Aantal vermeden slachtoffers											
Doden	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zwaargewonden	0,45	0,045	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Lichtgewonden	3,78	0,378	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
Aantal vermeden ongevallen	10,31	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Aantal vermeden letselongevallen	2,9760	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Dodelijke slachtoffers											
Medische kosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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 netto productieverlies overleden slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezoekkosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zwaargewonde slachtoffers											
Medische kosten	3.823	427	417	407	396	386	377	367	358	349	339
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	151	17	16	16	16	15	15	15	14	14	13
Tijdelijk productieverlies	511	57	56	54	53	52	50	49	48	47	45
Blijvend productieverlies	175.724	18.982	18.487	25.003	17.526	17.061	16.605	16.159	15.724	15.297	14.880
Immateriële schade	388.432	45.495	44.381	42.665	41.016	39.431	37.907	36.442	35.034	33.681	32.380
Bezoekkosten	58	7	6	6	6	6	6	6	5	5	5
Lichtgewonde slachtoffers											
Medische kosten	1.607	180	175	171	167	162	158	154	150	146	143
Begrafeniskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interventie Ambulance	166	19	18	18	17	17	16	16	16	15	15
Tijdelijk productieverlies	1.235	138	135	131	128	125	122	119	115	113	110
Blijvend productieverlies gewond slachtoffer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Immateriële schade	342.028	40.059	39.079	37.568	36.116	34.720	33.378	32.089	30.849	29.657	28.512

	Totaal 2005-2014	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Vermeden kosten op ongevalniveau voor alle vermeden ongevallen											
Administratieve kosten verzekeringsmaatschappijen	2.653	297	289	282	275	268	261	255	248	242	236
Materiële schade openbaar domein	58	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5
Materiële schade voertuigen en andere private eigendommen	29.580	3.306	3.225	3.145	3.067	2.990	2.915	2.841	2.768	2.697	2.627
Interventies Brandweer	2.286	255	249	243	237	231	225	220	214	208	203
Interventies Politie	241	27	26	26	25	24	24	23	23	22	21
Gerechtskosten	126	14	14	13	13	13	12	12	12	11	11
Rechtsbijstandskosten	945	106	103	101	98	96	93	91	88	86	84
Externe milieukosten: uitstoot door congestie bij ongeval	-973	-152	-136	-121	-107	-94	-81	-76	-72	-68	-64
Externe milieukosten: uitstoot door verandering snelheid	-117.635	-17.988	-16.355	-14.786	-13.279	-11.834	-10.449	-9.513	-8.629	-7.794	-7.006
Externe congestiekosten door verlaging snelheid	157.380	17.609	17.165	16.748	16.326	15.906	15.499	15.111	14.720	14.331	13.965
Externe congestiekosten door vermijden van ongeval	23.395	2.618	2.552	2.490	2.427	2.364	2.304	2.246	2.188	2.130	2.076

Het rendement voor het pessimistisch scenario is tenslotte opgenomen in tabel 38.

Tabel 38: Rendement van onbemande camera's bij een pessimistisch scenario

Baten	
- Vermeden slachtoffers	
* Doden	0
* Zwaargewonden	568.700
* Lichtgewonden	345.036
- Kosten verbonden aan ongeval	98.056
Projectkosten	
- Verdisconteerde kosten	307.765
Rendement per € geïnvesteerd	3,3

Bron: eigen berekeningen

10. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Sinds enkele jaren worden onbemande camera's veelvuldig gebruikt op Vlaamse wegen om de verkeersveiligheid te verbeteren. In dit rapport worden de resultaten van een efficiëntie-analyse gepresenteerd die gebruik maakt van zoveel mogelijk gegevens die geldig zijn voor Vlaanderen wat betreft de effecten, de kosten en de baten.

In de analyse werden zoveel mogelijk effecten gekwantificeerd en gemonetariseerd. Via een kosten-batenanalyse kan het totale maatschappelijke rendement berekend worden. De kosten in de analyse hebben betrekking op de initiële investeringskost, de kosten voor het onderhoud en herstelling en de opportuniteitskosten voor het kapitaal dat nodig is om deze investeringskost te doen. De baten hebben in de eerste plaats betrekking op de verbetering wat betreft de verkeersveiligheid: enerzijds worden een aantal kosten vermeden op slachtofferniveau: medische kosten, vervroegde begrafenis-kosten, interventiekosten door ambulance, bezoekkosten, kosten als gevolg van verloren economische productie en humane kosten; anderzijds zijn er een aantal kosten op ongevalniveau die niet langer bestaan door de onbemande camera's: kosten voor de verzekeringsmaatschappijen, kosten wat betreft voertuig-schade (en ander privé bezit) en schade aan openbaar domein, kosten naar aanleiding van interventies door brandweer en politie en de legale kosten. Tenslotte zijn er nog externe kosten/baten wat betreft verandering in de congestiekosten (door verandering in de algemene snelheid en vermeden congestie door de afwezigheid van een aantal ongevallen) en de milieukosten (door afwezigheid van een aantal ongevallen verandert ook de uitstoot van voertuigen). De verandering in de milieukosten die ontstaan door een verandering in de algemene snelheid worden verondersteld nihil te zijn.

Het dient opgemerkt dat het zinvol zou zijn om de verschillende effecten nog gedetailleerder in kaart te brengen. Zo lijkt het opportuun om de snelheidsverandering van voertuigen te meten na de plaatsing van onbemande camera's. De effectiviteit van de onbemande camera's werd nu verondersteld in lijn te liggen met internationale studies en de studies van Nuyts (2004 en 2006). Het is echter zinvol om een grootschalige studie te ondernemen naar de effectiviteit van onbemande camera's in functie van hun locatie (bijvoorbeeld per snelheidslimiet op de kruisende wegen). Dit zou kunnen gebeuren op basis van de recente officiële ongevalsstatistieken.

Voor de kosten-batenanalyse werd een typische situatie onderzocht, met name de uitrusting van een kruispunt met een snelheidsbeperking van 90 km/u op alle armen. Er werd verondersteld dat er dagelijks 20.000 voertuigen het kruispunt overrijden. De analyseperiode werd vastgelegd op 10 jaar. Tabel 39 geeft de resultaten weer voor het basisscenario. Een sensitiviteitsanalyse werd uitgevoerd om het effect op het rendement te bepalen waarbij de grootte van een aantal effecten werd gevarieerd.

Tabel 39: Veiligheidseffecten en rendement van onbemande camera's voor verschillende scenario's

Sectie	8	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6
Omschrijving	Basisscenario	Basisscenario + minimaal aantal slachtoffers per letselongeval	Basisscenario + kleinere verhouding ongevallen materiële schade	Basisscenario + lagere effectiviteit	Basisscenario + hoger aantal vaststellingen	Pessimistisch scenario
Veiligheidseffecten:						
Effectiviteit alle ongevallen	14%	14%	14%	14%	14%	14%
Effectiviteit letselongevallen	27%	27%	27%	8%	27%	8%
Verhouding ongevallen materiële schade/letselongevallen	1,23	1,23	0,98	1,23	1,23	0,98
Totaal aantal vermeden ongevallen per jaar	1,16	1,16	1,03	1,16	1,16	1,03
Vermeden letselongevallen per jaar	1,00	1,00	1,00	0,30	1,00	0,30
Aantal slachtoffers per letselongeval						
Dodelijke slachtoffers	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,00
Zwaargewonde slachtoffers	0,28	0,15	0,28	0,28	0,28	0,15
Lichtgewonde slachtoffers	1,46	1,27	1,46	1,46	1,46	1,27
Vermeden slachtoffers per jaar						
Dodelijke slachtoffers	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00
Zwaargewonde slachtoffers	0,28	0,15	0,28	0,08	0,28	0,04
Lichtgewonde slachtoffers	1,47	1,28	1,47	0,43	1,47	0,38
Rendement (bedragen in euro, periode 2005-2014):						
Baten						
- Vermeden slachtoffers						
* Doden	1.184.037	0	1.184.037	350.826	1.184.037	0
* Zwaargewonden	3.582.815	1.919.364	3.582.815	1.061.574	3.582.815	568.700
* Lichtgewonden	1.338.713	1.161.497	1.338.713	396.656	1.338.713	345.036
- Kosten verbonden aan ongeval	110.668	110.668	104.055	105.044	110.668	98.056
Projectkosten						
- Verdisconteerde kosten	208.997	208.997	208.997	208.997	307.765	307.765
Rendement per € geïnvesteerd	29,7	15,3	29,7	9,2	20,2	3,3

Bron: eigen berekeningen

Uit bovenstaande tabel blijkt dat zowel het basisscenario als elke andere variant leiden tot rendabele investeringen. In het basisscenario wordt elke euro die wordt geïnvesteerd 29,7 keer terugverdiend. Dit rendement is hoog in vergelijking met buitenlandse kosten-batenanalyse van onbemande camera's. De impact van een andere verhouding tussen het aantal letselongevallen en ongevallen met materiële schade is zeer beperkt. Een lagere effectiviteit of een minimale realistische verdeling van het aantal slachtoffers per letselongeval leidt tot een lager rendement, maar is nog steeds zeer positief (respectievelijk 9,2 en 15,3 euro terugverdiend per euro geïnvesteerd). Een hoger dan gemiddeld aantal vaststellingen naar aanleiding van overtredingen doet het rendement afnemen van 29,7 tot 20,2 terugverdiende euro's per euro geïnvesteerd. Wanneer uitgegaan wordt van een pessimistisch scenario wordt nog steeds elke geïnvesteerde euro 3,3 keer terugverdiend. Uit dit alles kan besloten worden dat onbemande camera's

op wegen met een snelheidsbeperking met 90 km/u in het algemeen een goede investering zijn om de verkeersveiligheid te verbeteren.

Op basis van deze gunstige onderzoeksresultaten kan niet zondermeer besloten worden om (nog) veel meer kruispunten uit te rusten met onbemande camera's. De reden hiervoor is dat een volledige analyse uitsluitend dient te geven voor elke mogelijke investering die de verkeersveiligheid verbetert. Idealiter dient een vergelijkende kosten-batenanalyse gemaakt te worden van bijvoorbeeld een onbemande camera, een overbrugging of ondertunneling van de locatie of een conflictvrije verkeersregeling. In afwachting van die berekeningen kan wel gesteld worden dat de investering in onbemande camera's een positief rendement heeft.

De analyse is gebaseerd op een daling in het aantal (letsel)ongevallen. Daarbij werd uitgegaan van het "gemiddeld" profiel van een letselongeval. Het is echter mogelijk dat onbemande camera's leiden tot een belangrijkere reductie in meer ernstige letselongevallen met zwaargewonden en doden. Zo'n assumptie is niet gemaakt in dit onderzoek omdat hiervoor voorlopig nog geen onderzoeksresultaten voor bestaan die geldig zijn voor Vlaanderen. Indien toch zo'n berekening nu al gemaakt zou worden, dan zou ze ernstig beïnvloed worden door de keuze van effectiviteitsresultaten die gebaseerd zijn op buitenlands onderzoek. De keuze van de buitenlandse studie zou dan arbitrair zijn.

Daarnaast dient te worden opgemerkt dat deze resultaten geldig zijn voor de voorgestelde situatie. Er wordt dus geen uitspraak gedaan voor bijvoorbeeld de plaatsing van onbemande camera's die geplaatst worden in een stedelijke omgeving waar de snelheidsbeperking 50 km/u bedraagt of in een schoolomgeving. Te verwachten valt dat het veiligheidseffect wat betreft de absolute reductie in het aantal ongevallen en de verdeling naar letselernst van het aantal slachtoffers per letselongeval anders zullen zijn (waarbij het mogelijk is dat er meer of minder slachtoffers vermeden worden ten opzichte van de situatie in dit rapport) en een belangrijke impact hebben op het uiteindelijke rendement. De impact van een mogelijks andere verhouding tussen het aantal letselongevallen, het aantal ongevallen enkel met materiële schade op kruispunten met een snelheidsbeperking van 50 km/u en de verandering in externe milieu- en congestiekosten zullen waarschijnlijk ook in deze andere situaties slechts een beperkte impact hebben op het totale maatschappelijke rendement.

Tenslotte wordt verwezen naar Axup (1993): "to avoid undue criticism of the use of such [automated speed cameras] devices and to win community support, it is essential to carefully establish the criteria for selection of the sites in which they are to be deployed. Acceptance in Australia has largely been a result of very good police implementation and a focus on only those sites with a legitimate speed problem" (Ogden, 1996 p.334).

11. APPENDIX 1

De kosten van de boete wordt als volgt berekend:

Kosten bij geautomatiseerde onmiddellijke inning	% van het totaal aantal overtredingen	Eenheidskost ³¹	Kostprijs per overtreding
Gemiddelde kost per overtreding:			
Politie:			
Onmiddellijke inning:	80%	1,11	0,888
Onmiddellijke inning + Aanmaning ^a :	6%	2,56	0,154
Onmiddellijke inning + Aanmaning ^b :	14%	2,56	0,358
Parket^c:			
Minnelijke schikking:	12,60%	1,55	0,196
Minnelijke schikking + Rappel:	1,40%	3,83	0,054
Dagvaarding + Gerechtelijke procedure:	8,13%	28,9	2,353
Gemiddelde kost per overtreding (in euro):			4,002

^a: onmiddellijke inning voldaan na aanmaning

^b: wel gevolgd door een gerechtelijke procedure

^c: % van het totaal aantal overtredingen is groter dan 14% omdat sommige overtredingen rechtstreeks naar het parket doorgestuurd worden.

³¹ Eenheidskosten zijn overgenomen uit Deben (2006).

12. LITERATUURLIJST

- Brekke, G. (1993), Automatisch trafikkontroll: Har spart Bergen for 40 personskadeulykker, Bergen, Statens Vegvesen/Hordaland vegkontor, *Veg i vest*, 3, 6-7.
- Cameron, M., Delaney, A., Diamantopolou, K. and Lough, B. (2003), *Scientific basis for the strategic directions of the safety camera program in Victoria*, Accident Research Centre Report 202, Monash University.
- De Brabander, B. (2005), "Investeringsen in verkeersveiligheid. Een handleiding voor kosten-batenanalyse", Leuven: Lannoo.
- De Brabander, B. (2006), "Valuing the reduced risk of road accidents. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods.", Doctoraatsproefschrift, Diepenbeek: Universiteit Hasselt.
- De Brucker, K., Verbeke, A. en Winkelmans, W. (1998), *Sociaal-economische evaluatie van overheidsinvesteringen in transportinfrastructuur. Kritische analyse van het bestaande instrumentarium. Ontwikkeling van een eclectisch evaluatie-instrument*, Leuven: Garant.
- De Ceuster, M.J.G. en De Schrijver, M. (2002), *Verkeersindices: Congestie- en milieukosten*, Rapport in opdracht van Ministerie van Verkeer in Infrastructuur, Brussel: TMLLeuven.
- Deben, L. (2006), *De implementatie van de Wet Mulder in België: broodnodig of overbodig? Een administratieve kostenschattning van de Belgische en de Nederlandse verkeersboete*, Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Elvik, R. (1997), *Vegtrafikklovgivning, kontroll og sanksjoner. Potensialet for å bedre trafikksikkerheten og nytte-kostnadsvurdering av ulike tiltak*, TØI-notat 1073/97, Transportøkonomisk institutt, Oslo.
- Elvik, R. (2001), *Cost-Benefit Analysis of Police Enforcement*, Escape Working Paper 1, European Commission, Transport RTD Programme.
- Elvik, R. and Vaa, T. (2004), *The handbook of road safety measures*, Amsterdam: Elsevier.
- Elvik, R. and Veisten, K. (2004), *Barriers to the use of efficiency assessment tools in road safety policy. Workpackage 2 Report of the Thematic Network Rosebud, Road Safety and Environmental Cost-Benefit and Cost-Effectiveness Analysis for Use in Decision Making*, Brussels: European Commission.
- Fox, H. (1996), Accidents at Signal Controlled Junctions in Glasgow, Development Department Research Programme Research Findings N°23, Central Research Unit, The Scottish Office (beschikbaar op www.scotland.gov.uk/cru/resfinds/df23-00.htm)
- Frank, R.H. (2000), "Why is cost-benefit analysis so controversial?", in: Adler, M.D. en Posner, E.A. (eds.), *Cost-benefit analysis. Legal, Economic, and Philosophical Perspectives*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Hakkert, S. and Wesemann, P. (2005), *The use of efficiency assessment tools: solutions to barriers. Workpackage 3 of the European research project ROSEBUD*, R-2005-2, Leidschendam: SWOV.
- Hellendoorn, J.C. (1995), *Evaluatiemethoden ex ante*, Den Haag: Ministerie van Financiën, Sdu Uitgevers.
- Hess, S. (2004), *An analysis of the effects of speed limit enforcement cameras with differentiation by road type and catchment area*, Paper presented at the 83rd annual meeting of the Transportation Research Board, Washington DC, January 2004.

- Hooke, A., Knox, J. en Portas, D. (1996), *Cost benefit analysis of traffic light & speed cameras*, Police Research Series Paper 20, London: Police Research Group.
- Jones-Lee, M.W. (1974), "The Value of Changes in the Probability of Death or Injury", *Journal of Political Economy*, 82 (4), 835-849.
- Jones-Lee, M.W. (1976), *The Value of Life. An Economic Analysis*, Chicago: University of Chicago Press.
- Mäkinen, T. en Oei, H-L. (1992), Automatic enforcement of speed and red light violations. Applications, experience and developments, R-92-58, SWOV, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, Leidschendam.
- Mishan, E. (1971), "Evaluation of Life and Limb: A Theoretical Approach", *Journal of Political Economy*, 79 (4), 687-705.
- Mishan, E. (1975), *Cost-Benefit Analysis*, London: Allan and Unwin.
- Mishan, E. (1982), "Recent Contributions to the Literature of Life Valuation: A Critical Assessment", in: Jones-Lee, M.W. (ed.), *The Value of Life and Safety*, New York: North-Holland.
- Muizelaar, J., & Mathijssen, M.P.M., & Wesemann, P. (1995). *Kosten van de verkeersonveiligheid in Nederland, 1993. Rapport R-95-61*. Leidschendam, Nederland: SWOV.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2001), *Mobiliteitsplan Vlaanderen – Naar een duurzame mobiliteit in Vlaanderen*, Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Mobiliteitscel.
- Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap (2005), *Verkeerstellingen 2004 – in Vlaanderen, met automatische telapparaten*, Brussel: Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Wegen en Verkeer, Afdeling Verkeerskunde.
- Nellthorp, J., & Sansom, T., & Bickel, P., & Doll, C., & Lindberg, C. (2000), *Valuation conventions for UNITE, UNITE (UNification of accounts and marginal costs for transport efficiency)*. Working funded by 5th framework RTD programme. ITS, University of Leed, Leeds, April 2001.
- Nuyts, E. en Cuyvers, R. (2003), *Effectiviteitsmeting bij Voor-Na studies met een verkelijkingsgroep*, Rapport RA-2003-22 Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid.
- Nuyts, E. (2004), *Effectiviteit van onbemande camera's. Een case study uit het stadsgewest Antwerpen*, Rapport RA-2004-46, Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid
- Nuyts, E. (2006), *Effectiviteit van onbemande camera's. Data uit vijf politiezones*, Rapport RA-2006-90, Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid
- Ogden, K.W. (1996), *Safer Roads. A Guide to Road Safety Engineering*, Hants: Ashgate Publishing Limited.
- Persson, U. (2003), Economic valuation of traffic safety. The development of methods for costing accidents in Sweden. Paper prepared to the workshop on Economic Valuation of Health Effects due to transport, Stockholm: Zweden
- Ragnøy, A. (2002), *Speed Cameras (ATK). Effects on speed (Noors)*, TØI Report 573/2002, Oslo, Istitute of Transport Economics.
- Retting, R., Ferguson, S. and Hakkart, A. (2003), *Effects of Red Light Cameras on Violations and Crashes: a Review of the International Literature*, Traffic Injury Prevention, 4, 17-23.

- Scheers, M. en Adriaensen, M. (2004), *Snelheids- en roodlichthandhaving door middel van onbemande camera's in Vlaams-Brabant, "Veilig door Tienen", Eindrapport 1999-2003*, Brussel: Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid.
- Schelling, T.C. (1968), "The Life You Save May Be Your Own", in: Chase, S.B. (ed.), *Problems in Public Expenditure Analysis*, Washington: Brookings Institution.