
IMPACT VAN MAXIMUMSNELHEID OP AUTOSNELWEGEN

Rapport in opdracht van:
Bond Beter Leefmilieu
Tweakerkenstraat 47
1000 Brussel

21 januari 2009



 **TRANSPORT & MOBILITY
LEUVEN**

Your link to integrated analyses !

TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN
VITAL DECOSTERSTRAAT 67A BUS 0001
3000 LEUVEN
BELGIË
TEL +32 (16) 31.77.30
FAX +32 (16) 31.77.39
<http://www.tMLEUVEN.be>

rapportnummer:
08.59
auteur:
Filip Vanhove

Inhoud

INHOUD	2
1 INLEIDING.....	3
1.1 VRAAGSTELLING	3
1.2 CONCRETE INVULLING VAN DE STUDIE	4
2 BEREKENINGSWIJZE	5
2.1 OVERZICHT METHODIEK.....	5
2.2 STAP 1: EFFECT OP SNELHEID	6
2.2.1 <i>Enkele begrippen uit de verkeersstroomtheorie</i>	6
2.2.2 <i>Fundamenteel diagram voor reële wegvakken</i>	9
2.2.3 <i>Inschatten effect gewijzigde maximumsnelheid</i>	11
2.3 STAP 2: EFFECT OP EMISSIES EN VEILIGHEID.....	21
2.3.1 <i>Effect op emissies</i>	21
2.3.2 <i>Effect op veiligheid</i>	23
3 BEREKENINGSRESULTATEN	26
3.1 SNELHEDEN PER REGIO	26
3.2 REISTIJDEN PER REGIO	28
3.3 EMISSIES PER REGIO	30
3.4 VERKEERSVEILIGHEID VOOR BELGIË	33
3.5 OPMERKING OVER BESCHIKBAARHEID DATA	34
3.6 OVERZICHT VAN BESCHOUWDE ELEMENTEN VOOR BELGIË	36
4 VERDER ONDERZOEK.....	38
LITERATUUR.....	40

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling

Bond Beter Leefmilieu heeft aan Transport & Mobility Leuven (TML) gevraagd om de impact van de (maximum)snelheid op autosnelwegen op zowel milieu als verkeersveiligheid en doorstroming te onderzoeken.

Het onderzoek stelt volgende vragen:

- Kan het modelleren van de (maximum)snelheid op de autosnelwegen bijdragen tot CO₂-reducties? Wat is hiervan de economische kost?
- Kan het modelleren van de (maximum)snelheid op de autosnelwegen bijdragen tot reducties in fijnstofemissies? Wat is hiervan de economische kost?
- Kan het modelleren van de (maximum)snelheid op de autosnelwegen bijdragen tot het bereiken van de doelstelling om het aantal verkeersdoden te halveren? Wat is hiervan de economische kost?
- Kan het modelleren van de (maximum)snelheid op de autosnelwegen bijdragen tot reducties in emissies van NO_x? Wat is hiervan de economische kost?
- Welke zou de impact zijn van modelleren van de (maximum)snelheid op de autosnelwegen bijdragen tot de doorstroming van het verkeer?

Bond Beter Leefmilieu wenst het debat over de (maximum)snelheid op de autosnelwegen te objectiveren. De studie opdracht aan TML is daartoe een eerste stap.

1.2 Concrete invulling van de studie

De vraagstelling werd in volgende concrete elementen vertaald.

Er wordt onderzocht wat het effect is van een wijziging van de maximumsnelheid voor personenwagens naar 100km/u, 110km/u en 130km/u.

(Merk op dat verondersteld wordt dat de maximumsnelheid enkel gewijzigd wordt voor wegvakken waarvoor momenteel een maximumsnelheid van 120km/u geldt).

De berekeningsresultaten worden vergeleken met de huidige toestand.

Er wordt geen wijziging van de snelheidslimiet voor vrachtwagens in rekening gebracht. Merk op dat de gevolgde methodiek (zie verder) veronderstelt dat wijzigingen van de maximumsnelheid voor personenwagens, geen effect hebben voor het vrachtverkeer.

Er wordt onderzocht wat de effecten zijn op:

1. gemiddelde snelheid/reistijd, en kosten daarvan
2. emissies van CO₂, NO_x en PM10, en kosten daarvan
3. veiligheid, en kosten daarvan

Dit alles betreft het autosnelwegennet in België, en dit opgesplitst naar Vlaanderen en Wallonië (met uitzondering van de verkeersveiligheidsgegevens).

Merk tot slot nog op dat het hier een beperkte studie betreft, waarbij slechts een eerste inschatting wordt gemaakt van de te verwachten effecten. In het laatste hoofdstuk van dit rapport worden een aantal aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek.

2 Berekeningswijze

2.1 Overzicht methodiek

De gevolgde werkwijze bestaat uit twee grote stappen:

1. Inschatten van het effect van een wijziging van de snelheidslimieten op de effectief gereden snelheden
2. Berekenen van het effect van de gewijzigde snelheden op de gemiddelde reistijden, emissies en de verkeersveiligheid, waarbij telkens ook de economische kost wordt berekend.

De berekeningen steunen op meetgegevens van het verkeer op de Belgische autosnelwegen. Door de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, worden de metingen die door het Vlaamse en Waals Gewest worden uitgevoerd, verzameld in START/SITTER (“Systeem Trafiek op Autosnelwegen Reële Tijd/ Système Intelligent Trafic en Temps Réel”)¹.

Het grootste gedeelte van het Belgische autosnelwegennet is uitgerust met permanente meetinstallaties. Meestal liggen de meetplaatsen in de nabijheid van op- en afritten, en in de meeste gevallen bestaan de meetinstallaties uit magnetische inductielussen in het wegdek. Het verkeer wordt afzonderlijk per rijstrook opgemeten: per minuut zijn intensiteiten en snelheden beschikbaar, en dit afzonderlijk voor personenwagens en vrachtwagens.

De verzameling van de meetinstallaties op de verschillende rijstroken op één bepaalde lokatie, en voor één rijrichting, wordt in het vervolg een *meetpost* genoemd.

Merk op dat aan elke meetpost een bepaalde wegvak-lengte wordt toegekend. Op die manier is er een 1-op-1 relatie tussen meetposten en wegvakken.

Er wordt in deze studie gebruik gemaakt van gegevens voor het jaar 2007, en dit voor individuele meetposten en op uurniveau.

Zowel het inschatten van het effect van gewijzigde maximumsnelheden in stap 1, als de verdere berekening van de effecten in stap 2, gebeuren op niveau van individuele meetposten en per uur. Daarna worden deze gegevens geaggregeerd in de tijd tot jaargemiddelden, en geaggregeerd in de ruimte tot gemiddelden voor Vlaanderen, Wallonië en België.

¹ Zie ook <http://www.tmlleuven.be/project/verkeersindices/> en literatuurreferentie [1]

2.2 STAP 1: Effect op snelheid

In de eerste stap wordt getracht in te schatten hoe de in werkelijkheid opgemeten snelheden zouden veranderen, indien de maximumsnelheid gewijzigd zou worden. Zoals hiervoor aangegeven, wordt hierbij gewerkt op basis van meetgegevens voor individuele meetposten, en dit voor urengegevens voor het jaar 2007.

Concreet steunt de methodiek voor het inschatten van het effect op de snelheden op het snelheids-intensiteitsdiagram.

Hierna worden eerst enkele begrippen uit de verkeersstroomtheorie toegelicht. In sectie 2.2.2 wordt deze theorie geïllustreerd aan de hand van reële meetgegevens. Daarna wordt in sectie 2.2.3 besproken hoe deze theoretische achtergrond toegepast wordt om het effect in te schatten van gewijzigde maximumsnelheden op de effectief gereden snelheden.

2.2.1 Enkele begrippen uit de verkeersstroomtheorie

In de verkeersstroomtheorie worden volgende drie macroscopische grootheden beschouwd:

- **Intensiteit q**

Gedurende een tijdsinterval ΔT is de intensiteit op een plaats x_0 gedefinieerd als:

$$q = \frac{m}{\Delta T}$$

Hierbij is m het aantal wagens dat gedurende ΔT locatie x_0 passeert. De intensiteit wordt uitgedrukt in voertuigen per tijdseenheid (bijvoorbeeld vtg/uur). De maximale intensiteit q_c van een weg wordt de capaciteit genoemd.

- **Dichtheid k**

De dichtheid k geeft het aantal voertuigen per kilometer weg weer. Op een tijdstip t_0 kan k over een wegsectie met lengte ΔX berekend worden als:

$$k = \frac{n}{\Delta X}$$

met n aantal voertuigen op het wegvak. De dichtheid wordt uitgedrukt in aantal voertuigen per kilometer (vtg/km).

- **Snelheid u**

De snelheid kan op twee manieren berekend worden.

Space mean speed, of gemiddelde reissnelheid, kan berekend worden door voor een bepaald wegvak de lengte van dat wegvak te delen door de reissnelheid van voertuigen die erop rijden. Dit komt overeen met het harmonische gemiddelde van de snelheden van alle voertuigen op dat wegvak, gemeten op één tijdstip.

$$u_s = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{v_i}}$$

met: u_s space mean speed (km/h)
 v_i snelheid van voertuig i (km/h)
 n aantal voertuigen op het wegvak.

Een andere mogelijkheid is om het gemiddelde te nemen van alle snelheden die werden opgemeten gedurende een bepaalde periode op één punt. Dat is de *time mean speed*.

$$u_t = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

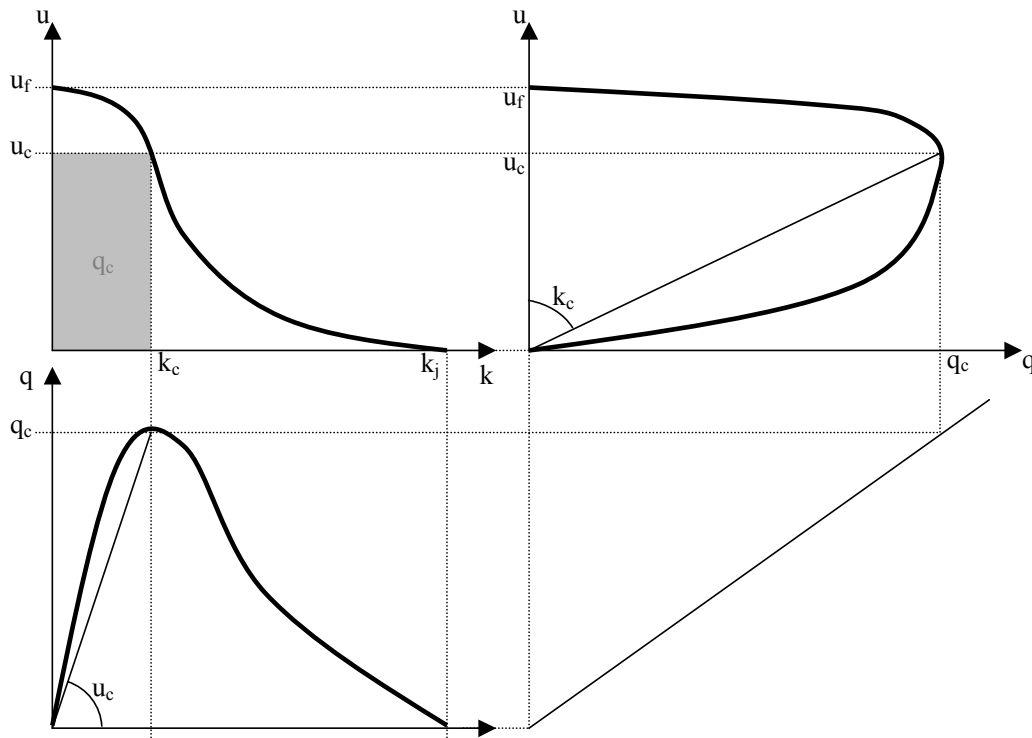
Voor een correcte verdere analyse van de verkeerssituatie moet de *space mean speed* gekend zijn. Over het algemeen wordt echter de *time mean speed* gemeten in detectoren.

De *space mean speed* is ook de snelheid die overeenkomt met de snelheid u die wordt gedefinieerd als het quotient van de intensiteit q met de dichtheid k .

$$u = \frac{q}{k} \text{ of } q = k \cdot u.$$

De relatie $q = k \cdot u$ wordt ook wel de **fundamentele relatie** van de verkeersstroomtheorie genoemd.

Voor de drie grootheden q , u en k kunnen drie diagrammen opgemaakt worden die telkens de relatie weergeven tussen twee van de drie grootheden (fundamenteel diagram, zie Figuur 1). Er wordt daarbij uitgegaan van een **homogeen samengestelde verkeersstroom die stationair is**. Door de relatie $q = k \cdot u$ kan op een diagram telkens de derde grootheid teruggevonden worden. De dikke zwarte lijn geeft een mogelijke relatie weer tussen twee grootheden uitgaande van waarnemingen. Een fundamenteel diagram is geldig voor een bepaalde weg. Het stationaire en homogene verkeer bevindt zich altijd in een toestand die zich op de zwarte lijn bevindt.



Figuur 1 Fundamenteel diagram

Uitgaande van dit diagram worden drie regimes gedefinieerd:

- Vrij verkeer (*free flow*)

Wanneer voertuigen niet gehinderd worden door ander verkeer rijden ze met een maximale snelheid u_f (*free speed*). Deze snelheid is afhankelijk van de ontwerpsnelheid van de weg en de geldende snelheidsbeperkingen.

Wanneer de dichtheid kleiner is dan de capaciteitsdichtheid k_c en bijgevolg de snelheid hoger is dan de capaciteitssnelheid u_c spreken we van vrij verkeer (*free flow*).

- Congestie (*congestion*)

Bij verkeer met een lagere snelheid dan de capaciteitssnelheid u_c en dus een dichtheid tussen de capaciteitsdichtheid k_c en de maximale dichtheid k_j (*jam density*) spreekt men van congestie. In de volksmond is dit regime beter bekend als 'file'.

- Capaciteitsverkeer

De capaciteit van een weg wordt gegeven door de maximale intensiteit q_c . Op dat moment is er een bijhorende capaciteitssnelheid u_c en een capaciteitsdichtheid k_c . De capaciteit van een weg wordt dus niet bereikt bij een maximale snelheid.

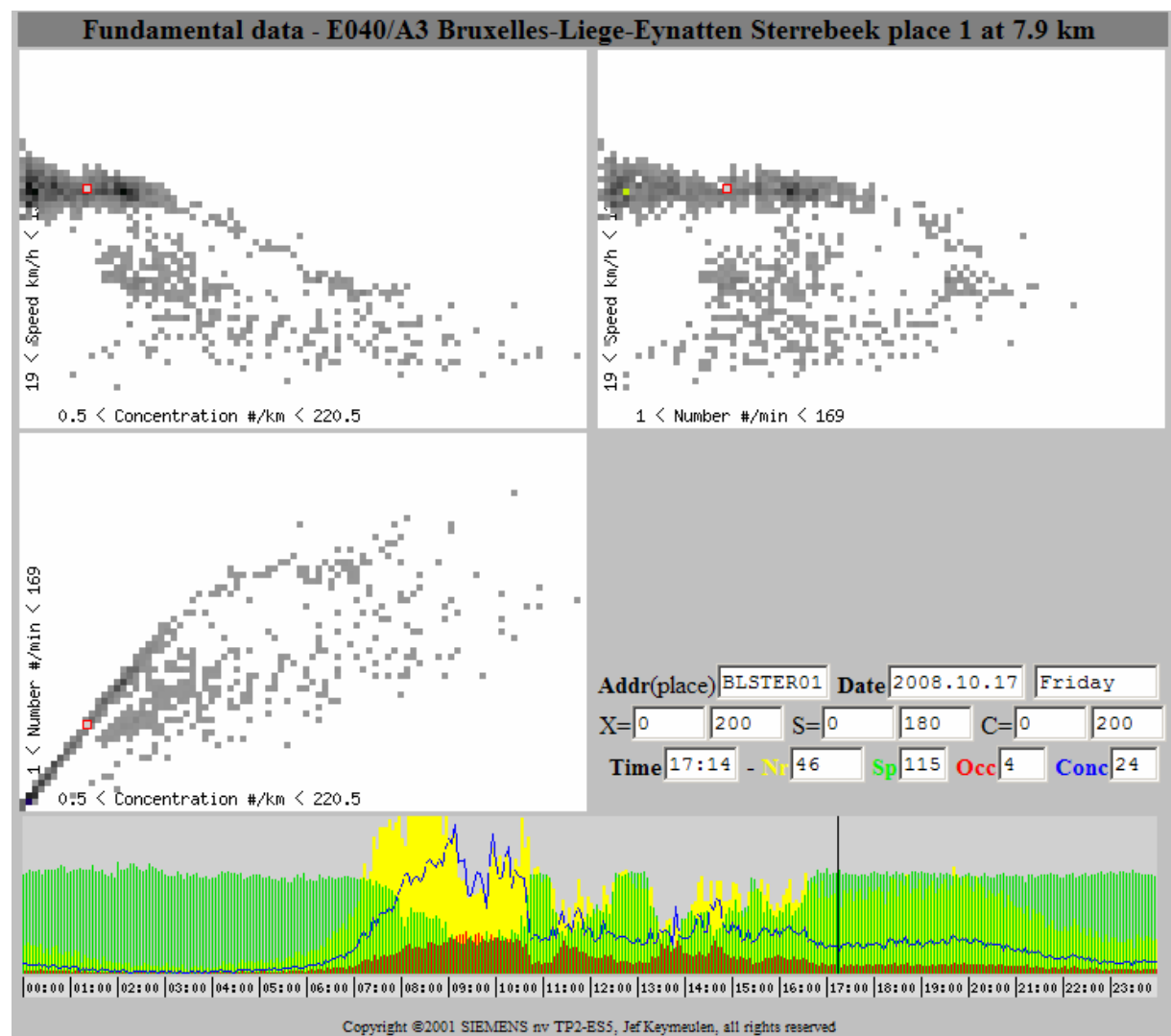
Capaciteitsverkeer wordt dus als een afzonderlijk regime beschouwd.

In de praktijk wordt vooral het snelheids-intensiteitsdiagram (u-q diagram) gehanteerd.

2.2.2 Fundamenteel diagram voor reële wegvakken

Zoals in het begin van dit hoofdstuk vermeld werd, wordt in deze studie gesteund op reële meetgegevens van het verkeer op de Belgische autosnelwegen. In deze sectie wordt aan de hand van enkele voorbeelden de theorie uit voorgaande sectie geïllustreerd.

In START/SITTER is in de gegevensinterface een pagina beschikbaar die op basis van de minuutgegevens van een bepaalde dag en een bepaalde meetpost, de fundamentele relaties grafisch voorstelt. Een voorbeeld is terug te vinden in Figuur 2.



Figuur 2 Fundamenteel diagram op basis van minuutgegevens voor meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel) op 17/10/2008
BRON: START/SITTER

In het vervolg zijn we vooral in de relatie snelheid-intensiteit geïnteresseerd.

Opmerking:

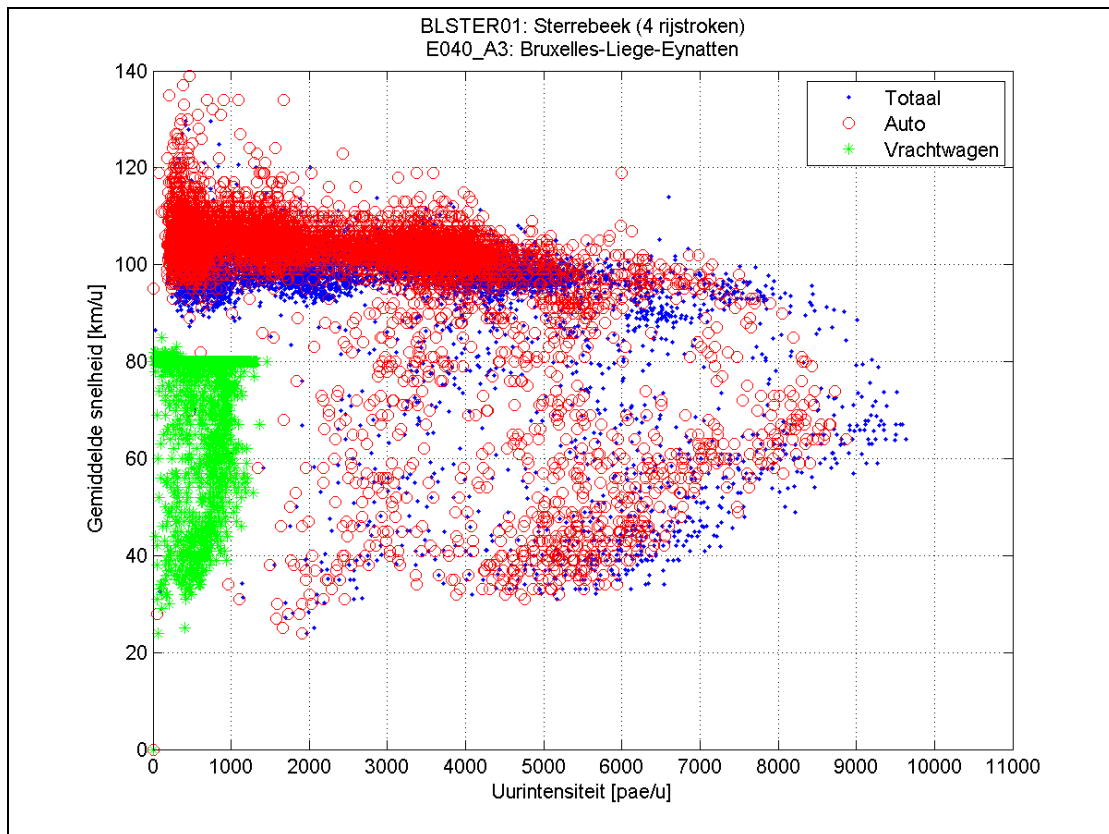
In START/SITTER worden belangrijke correctie- en validatiestappen² uitgevoerd, om ervoor te zorgen dat incorrecte en ontbrekende gegevens zo goed mogelijk worden gecorrigeerd en opgevuld.

In deze studie wordt gebruikt gemaakt van gegevens op uurniveau, die slechts gedeeltelijk gecorrigeerd en aangevuld zijn. Er moet dus rekening mee gehouden worden dat de gebruikte gegevens:

- onvolledig zijn:
zowel in de ruimte als in de tijd is de dataset niet compleet (bij de berekeningsresultaten in sectie 3 zal een indicatie gegeven worden van de mate waarin de dataset compleet is)
- niet volledig gevalideerd zijn:
De gebruikte gegevens zijn in START/SITTER onderworpen aan een aantal voorbereidingsstappen.
De gebruikte gegevens zijn echter **niet** volledig gevalideerd, aangezien dit een erg bewerkelijke en tijdrovende procedure is.

In Figuur 3 wordt het snelheids-intensiteitsdiagram getoond op basis van alle urregevens van 2007 voor de meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel). De gegevens worden apart aangegeven voor personenwagens en vrachtwagens. De intensiteiten worden uitgedrukt in personenauto-equivalenten (pae): dit betekent dat in rekening wordt gebracht dat vrachtwagens meer ruimte in de weg innemen dan personenwagens. In deze studie wordt een vrachtwagen als 2 personenwagens in rekening gebracht. In het vervolg zal enkel de snelheid van de personenwagens beschouwd worden.

² Zie literatuurreferentie [1]



Figuur 3 Snelheids-intensiteitsdiagram op basis van alle uurgegevens van 2007 voor meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel)

2.2.3 Inschatten effect gewijzigde maximumsnelheid

Het inschatten van het effect van een wijziging van de snelheidslimieten op de snelheden wordt in deze studie afzonderlijk voor elk wegvak uitgevoerd.

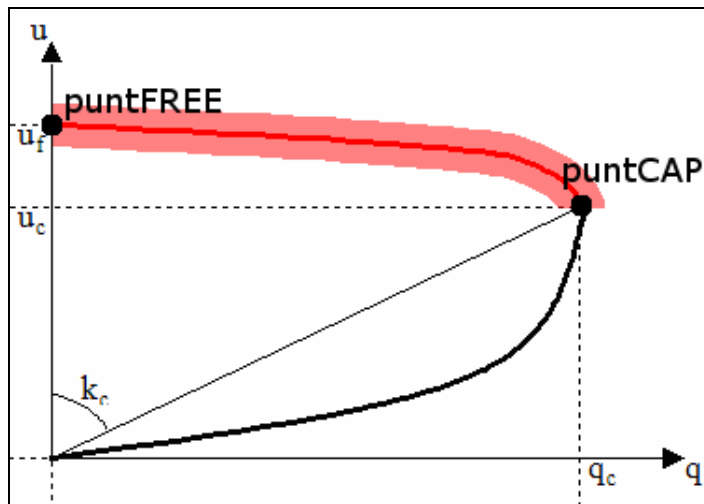
Er wordt daarbij gesteund op het snelheids-intensiteitsdiagram van dat wegvak, op basis van de uurgegevens van 2007.

Merk op dat in het vervolg enkel de snelheid van de personenwagens (ook aangeduid als “S1”) beschouwd zal worden. De invloed van de vrachtwagens wordt wel in rekening gebracht door de snelheid telkens uit te zetten in functie van de totale uurintensiteit ugedrukt in pae/uur (personenwagens + vrachtwagens, waarbij de vrachtwagens als 2 personenwagens worden in rekening gebracht), die ook aangeduid wordt als “XT”.

2.2.3.1 Theoretische beschouwingen

De basisveronderstelling die gemaakt wordt, is dat een wijziging van de maximumsnelheid uitsluitend effect heeft op het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram. Op Figuur 1 is het bedoelde free-flow gedeelte het stuk van het snelheids-intensiteitsdiagram tussen het punt bij intensiteit nul en snelheid u_f (puntFREE), en het capaciteitspunt bij snelheid u_c en intensiteit q_c (puntCAP). Dit free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram wordt samen met de twee punten puntFREE en puntCAP ook grafisch weergegeven in Figuur 4.

Er wordt dus verondersteld dat het verloop van het verkeer in congestietoestand (voorbij het capaciteitspunt “puntCAP”) niet wijzigt, aangezien dit verloop niet afhangt van de opgelegde maximumsnelheid³, maar bepaald wordt door het wegvak.



Figuur 4 Free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram

2.2.3.2 Praktische uitwerking

In de praktijk is het snelheids-intensiteitsdiagram geen scherp afgelijnde curve, maar een puntenwolk.

De wijziging van individuele uurwaarden wordt daarom als volgt benaderd:

1. alle punten bij snelheden lager dan of gelijk aan 80km/u blijven ongewijzigd
2. punten bij snelheden hoger dan 80km/u worden aangepast als volgt:

$$S1_{\text{nieuw}} = \text{schaalfactor} * S1 + \text{verschuiving},$$

waarbij

- $S1_{\text{nieuw}}$ = uurgemiddelde snelheid van de personenwagens bij gewijzigde maximumsnelheid
- $S1$ = uurgemiddelde snelheid van de personenwagens bij de originele maximumsnelheid (120km/u)⁴
- schaalfactor en verschuiving bepaald als hieronder toegelicht

³ Tenminste, indien de maximum toegelaten snelheid hoger is dan de snelheid bij capaciteit

⁴ Merk op dat enkel wijzigingen van de maximumsnelheid werden doorgevoerd, indien de originele maximumsnelheid 120km/u was; in alle andere gevallen werden de datapunten ongewijzigd overgenomen

Om de schaalfactor en verschuiving te bepalen, worden volgende stappen doorlopen:

- 1) Eerst wordt een praktische benadering voor het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram opgesteld. Er wordt verondersteld dat de curve door een rechte lijn benaderd kan worden, begrensd door de punten puntFREE en puntCAP.
- 2) Aan de hand van de punten puntFREE en puntCAP, worden vervolgens de schaalfactor en verschuiving bepaald, die gebruikt worden om de individuele uurgemiddelde snelheden aan te passen.

STAP 1: Benadering free-flow gedeelte snelheids-intensiteitsdiagram als rechte lijn tussen puntFREE en puntCAP

Zoals eerder aangegeven, steunt de methodiek voor het inschatten van het effect van een gewijzigde maximumsnelheid op de veronderstelling dat enkel het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram gewijzigd zal worden (zie Figuur 4).

Als eerste stap worden de punten “puntFREE” en “puntCAP” bepaald op basis van de uurgemiddelde meetgegevens van de beschouwde meetpost.

Er wordt daarbij ter benadering verondersteld dat het gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram tussen puntFREE en puntCAP benaderd kan worden door een rechte lijn.

Concreet worden de punten puntFREE en puntCAP bepaald als de snijpunten van een lineaire regressie met:

- de Y-as (snelheids-as) voor puntFREE
- een verticale as bij capaciteitsintensiteit;
deze intensiteit bij capaciteit wordt vast verondersteld, en gelijk aan $2200 * \text{aantal_rijstroken}$

De lineaire regressie wordt verder nader toegelicht.

Het bepalen van de snijpunten wordt geïllustreerd op Figuur 5 en Figuur 6: de lineaire regressie is aangegeven door de dikke blauwe lijn, terwijl ook de punten puntFREE en puntCAP zijn aangeduid.

Figuur 5 illustreert waarom een vaste intensiteit bij capaciteit ($2200 * \text{aantal_rijstroken}$) wordt verondersteld: op sommige wegvakken is de verkeersintensiteit eerder laag, zodanig dat nooit de capaciteit wordt bereikt. Om toch in alle gevallen en op een eenduidige wijze het capaciteitspunt te kunnen bepalen, wordt daarom het capaciteitspunt puntCAP bepaald als het snijpunt van de lineaire regressie met de vast veronderstelde intensiteit bij capaciteit.

Lineaire regressie

Aan de hand van een lineaire regressie wordt getracht om het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram (als theoretisch aangegeven in Figuur 4) in de praktijk zo goed mogelijk te benaderen aan de hand van een rechte lijn.

Daartoe wordt een lineaire regressie toegepast op volgende datapunten:

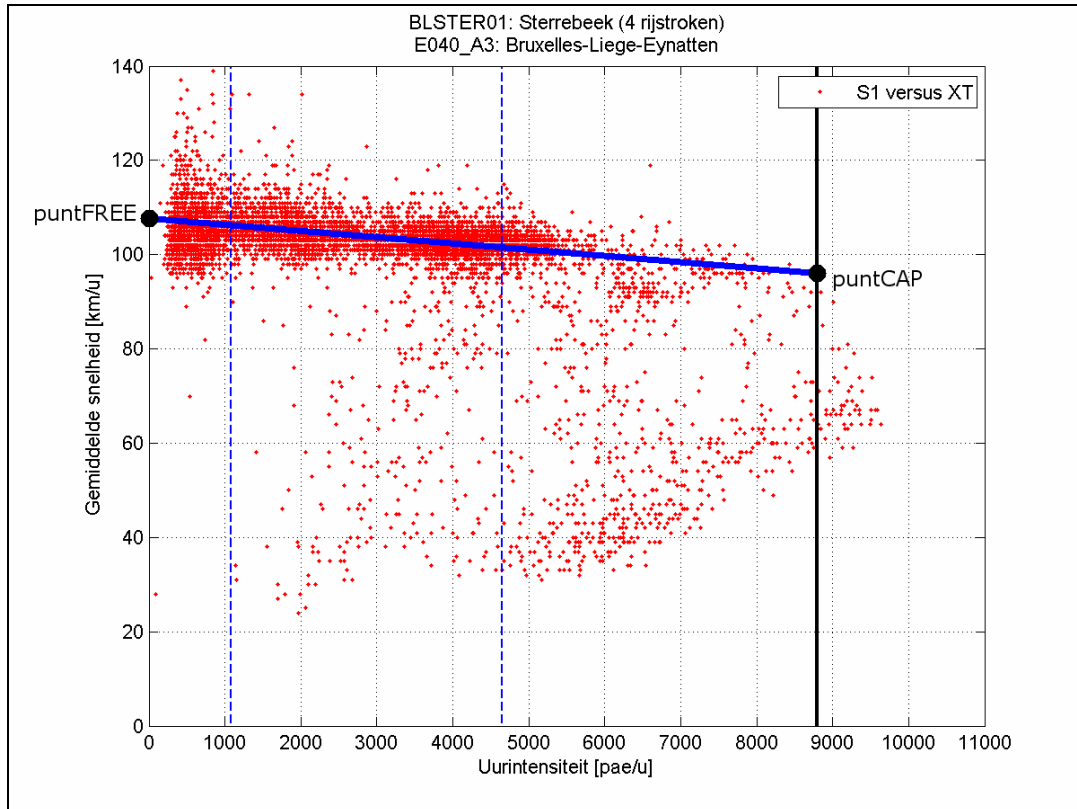
- datapunten waarbij de snelheid groter is dan 80km/u
- om het afwijkende verloop nabij puntFREE en puntCAP te omzeilen, worden enkel datapunten meegenomen die in het “centrale” gedeelte liggen van de curve tussen puntFREE en puntCAP

Concreet worden enkel die datapunten meegenomen, waarbij de intensiteit ligt tussen:

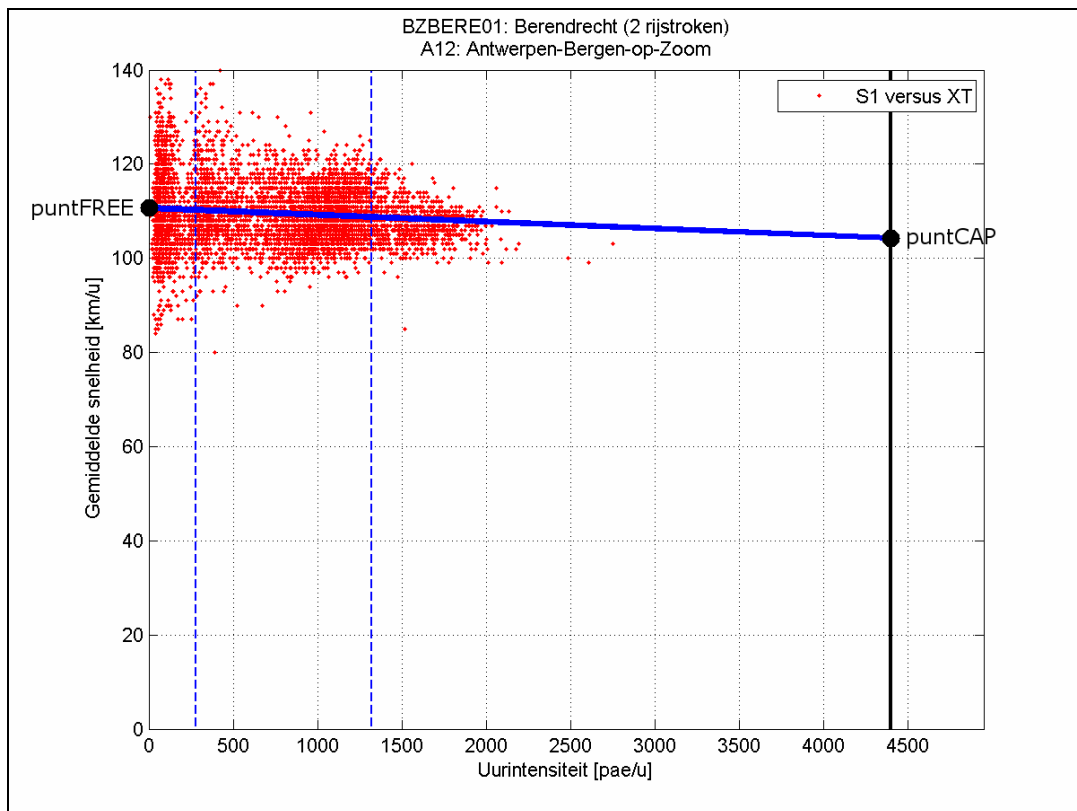
- ondergrens = gemiddelde(intensiteiten) – standaardafwijking(intensiteiten)
- bovengrens = gemiddelde(intensiteiten) + standaardafwijking(intensiteiten)

Deze ondergrens en bovengrens worden in Figuur 5 en Figuur 6 aangegeven door de dunne blauwe verticale stippellijnen.

Merk tot slot nog op dat een dalende rechte vereist wordt: indien de lineaire regressie een stijgende rechte zou opleveren, wordt verondersteld dat het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram het best met een horizontale rechte benaderd kan worden (waarbij alle snelheden boven de 80km/u met eenzelfde factor herschaald worden).



Figuur 5 Bepaling van punten puntFREE en puntCAP voor meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel)



Figuur 6 Bepaling van punten puntFREE en puntCAP voor meetpost A12 Berendrecht (richting Antwerpen)

STAP 2: Bepalen van schaalfactor en verschuiving aan de hand van puntFREE en puntCAP

Nadat in voorgaande stap een lineaire benadering van het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram werd opgesteld, worden in deze stap de schaalfactor en verschuiving bepaald, die gebruikt worden om de individuele uurgemiddelde snelheden aan te passen wanneer de toegelaten maximumsnelheid wordt gewijzigd.

De basisveronderstelling dat een wijziging van de maximumsnelheid enkel invloed heeft op het free-flow gedeelte van het snelheids-intensiteitsdiagram, wordt hier in volgende praktische veronderstellingen vertaald:

- a) de plaats van puntCAP blijft ongewijzigd ($schaalfactor_CAP=1$)⁵
- b) de snelheid bij intensiteit nul (bij het punt puntFREE) wordt herschaald volgens de verhouding: $schaalfactor_FREE = \frac{nieuwe_maximumsnelheid}{120}$
- c) de schaalfactor voor de datapunten tussen nulintensiteit (puntFREE) en capaciteitsintensiteit (puntCAP), waarbij de opgemeten snelheid hoger is dan 80km/u, varieert lineair tussen de waarde $schaalfactor_max$ bij nulintensiteit (puntFREE) tot 1 bij capaciteitsindex (puntCAP)

De schaalfactor wordt dus opgesteld als een functie van de totale intensiteit uitgedrukt in pae/uur (aangegeven door "XT"):

$$schaalfactor = \frac{1 - schaalfactor_FREE}{XT_CAP} \cdot XT + schaalfactor_FREE$$

waarbij XT_CAP = totale intensiteit bij capaciteit, namelijk $2200 * aantal_rijstroken$

Illustratie

Deze methodiek wordt geïllustreerd voor twee voorbeelden in Figuur 7 en Figuur 8, voor een wijziging van de maximumsnelheid van 120km/u naar 130km/u.

Op deze figuren worden de originele datapunten (voor 120km/u) in het rood aangegeven en de gewijzigde datapunten (voor 130km/u) in het groen.

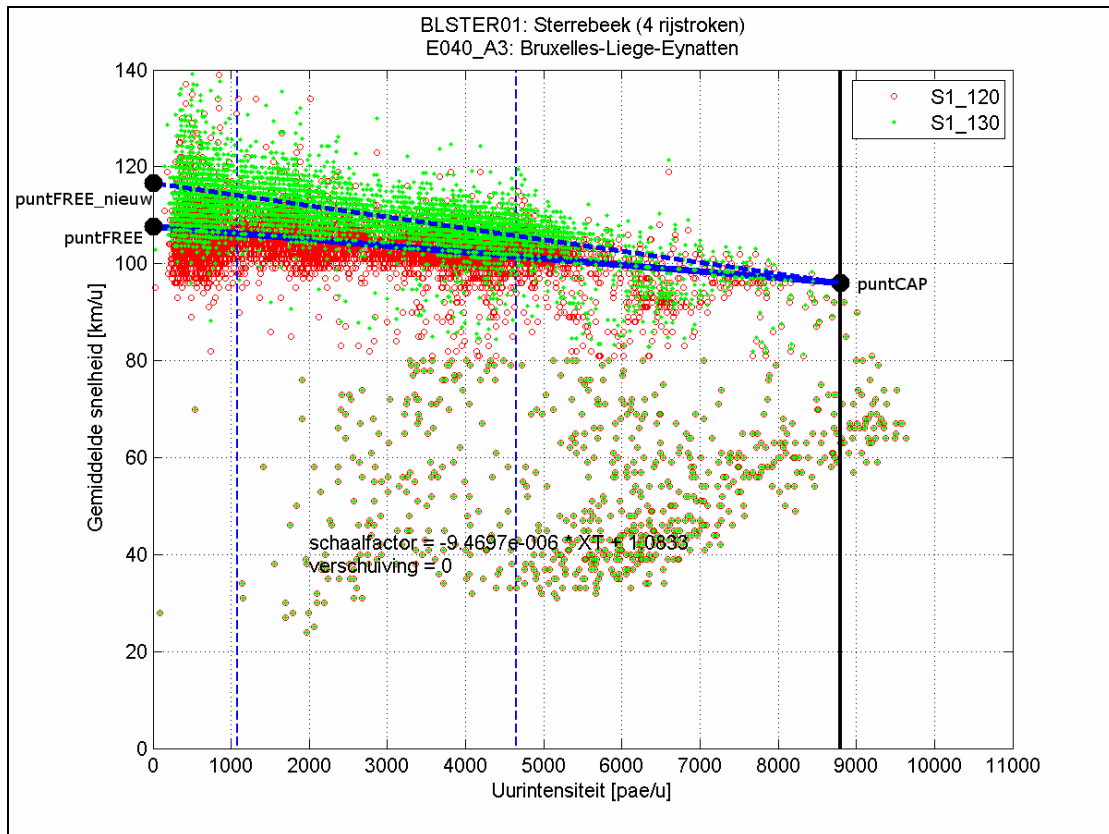
De dikke blauwe lijn tussen de punten puntFREE en puntCAP is de lineaire regressie op basis van de punten boven de 80km/u tussen de ondergrens-intensiteit en bovengrens-intensiteit (aangegeven door de verticale dunne blauwe stippellijnen).

Bij de wijziging van de maximumsnelheid, wordt het capaciteitspunt puntCAP niet gewijzigd, terwijl het gewijzigde puntFREE_nieuw bepaald wordt door de snelheid in puntFREE te vermenigvuldigen met de verhouding

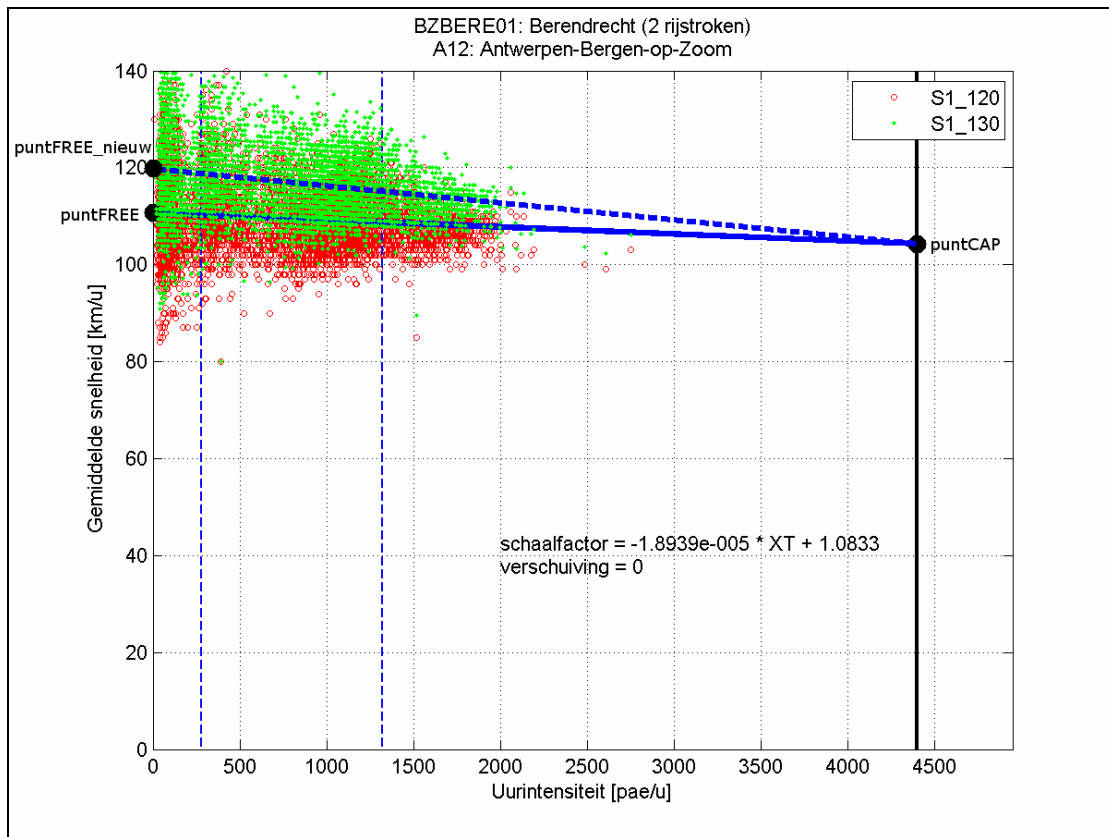
⁵ Op voorwaarde dat de snelheden niet dalen onder de snelheid bij capaciteit. Indien dit wel gebeurt, wordt bijkomend gebruik gemaakt van een verschuiving, als verder toegelicht

$sch\alpha\alpha factor_FREE = \frac{nieuwe_maximumsnelheid}{120}$. Voor de tussenliggende datapunten

neemt de schaalfactor lineair af van schaalfactor_FREE bij intensiteit nul tot schaalfactor=1 in het capaciteitspunt puntCAP.



Figuur 7 Bepaling van gewijzigde snelheden bij verandering van snelheidslimiet van 120km/u naar 130km/u, meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel)



Figuur 8 Bepaling van gewijzigde snelheden bij verandering van snelheidslimiet van 120km/u naar 130km/u, meetpost A12 Berendrecht (richting Antwerpen)

verschuiving

Tot nu toe werd verondersteld dat het capaciteitspunt puntCAP ongewijzigd werd overgenomen. Wanneer de maximumsnelheid wordt verlaagd, kan het echter voorkomen dat de gewijzigde uurgemiddelde snelheden onder de snelheid in puntCAP dalen. Daarom werd de methodiek uitgebreid, door het toevoegen van de verschuiving, als hieronder in formulevorm uitgeschreven:

Indien $S1_FREE * schaalfactor_FREE < S1_CAP$

dan:

$$verschuiving = -(S1_CAP - schaalfactor_FREE * S1_FREE)$$

$$schaalfactor_FREE = S1_CAP/S1_FREE$$

Hierbij is

- S1_FREE de snelheid van de personenwagens in het punt puntFREE
- S1_CAP snelheid van de personenwagens in het punt puntCAP

Wanneer de maximumsnelheid wordt verlaagd, wordt de herschaling van de individuele snelheden dus beperkt tot op het niveau van de capaciteitsnelheid S1_CAP. Voor het resterende gedeelte van de snelheidsverlaging, wordt verondersteld dat alle te wijzigen snelheden uniform verschoven worden over de afstand “verschuiving”.

Illustratie

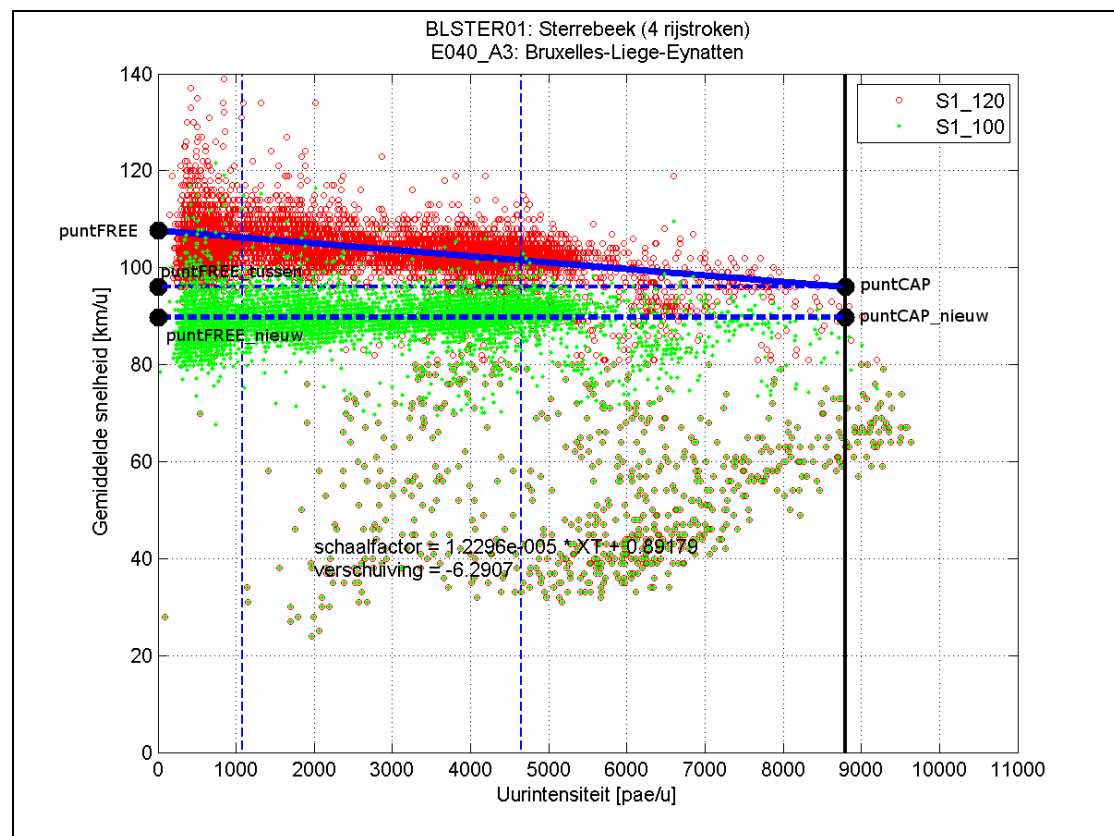
Deze methodiek wordt geïllustreerd voor twee voorbeelden in Figuur 9 en Figuur 10, voor een wijziging van de maximumsnelheid van 120km/u naar 130km/u.

Op deze figuren worden de originele datapunten (voor 120km/u) in het rood aangegeven en de gewijzigde datapunten (voor 100km/u) in het groen.

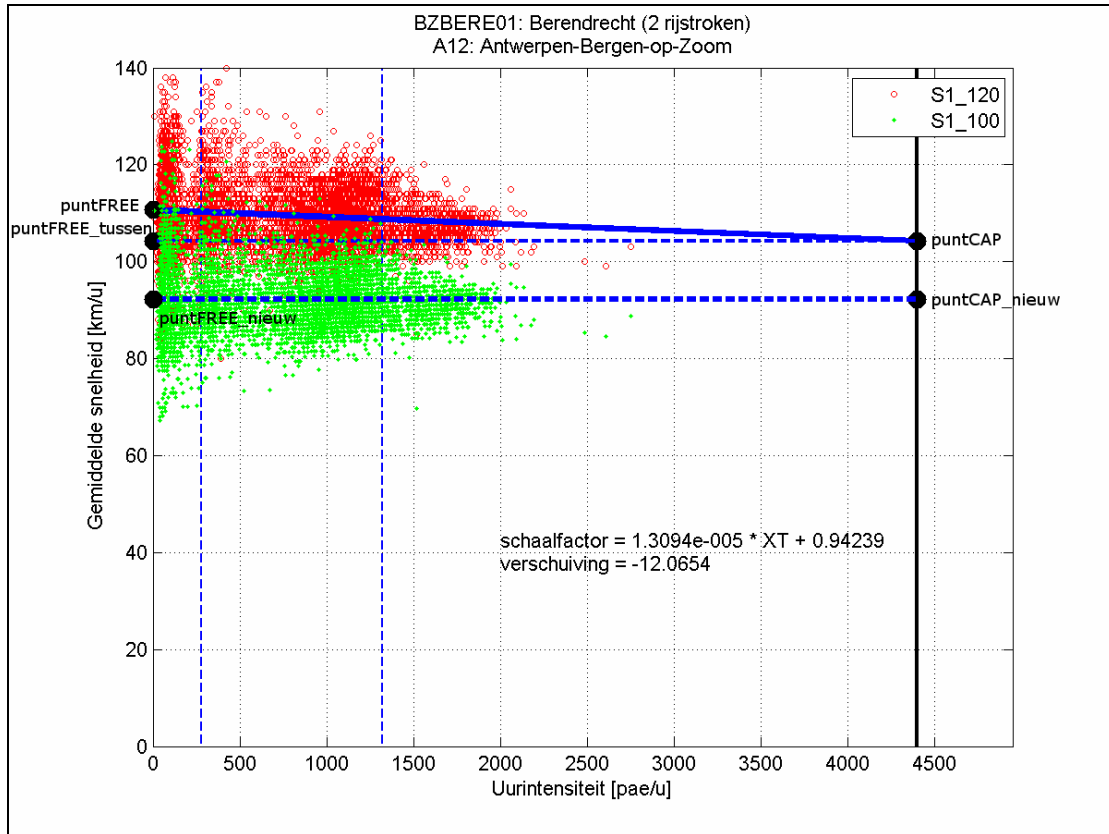
De dikke blauwe lijn tussen de punten puntFREE en puntCAP is de lineaire regressie op basis van de punten boven de 80km/u tussen de ondergrens-intensiteit en bovengrens-intensiteit (aangegeven door de verticale dunne blauwe stippellijnen).

De bepaling van de gewijzigde uurgemiddelde snelheden verloopt nu in twee stappen:

- herschaling tot op het snelheidsniveau van het capaciteitspunt, aangegeven door de dunne horizontale blauwe stippellijn tussen puntFREE_tussen en puntCAP
- verschuiving van alle aan te passen snelheden over de afstand “verschuiving”, als geïllustreerd door de dikke blauwe stippellijn tussen puntFREE_nieuw en puntCAP_nieuw



Figuur 9 Bepaling van gewijzigde snelheden bij verandering van snelheidslimiet van 120km/u naar 100km/u meetpost E40 Sterrebeek (richting Brussel)



Figuur 10 Bepaling van gewijzigde snelheden bij verandering van snelheidslimiet van 120km/u naar 100km/u, meetpost A12 Berendrecht (richting Antwerpen)

2.3 STAP 2: Effect op emissies en veiligheid

In STAP 1 werd voor de individuele meetposten en voor de individuele uurwaarden van 2007, het effect van een gewijzigde maximumsnelheid op de snelheid ingeschat. In deze sectie wordt beschreven hoe in de tweede stap het effect op emissies en veiligheid wordt berekend, op basis van de gewijzigde snelheden uit STAP 1.

2.3.1 Effect op emissies

2.3.1.1 Emissiefactoren

Voor het berekenen van de emissies van NO_x, PM₁₀ en CO₂, wordt gebruik gemaakt van de COPERT III-methodiek. COPERT III levert voor elke combinatie van voertuigtype (bijvoorbeeld “personenwagen” of “vrachtwagen van meer dan 32 ton”), brandstoftype (benzine of diesel) en voertuigtechnologie (bijvoorbeeld “Euro 1” of “Euro 5”) de emissies in functie van de snelheid (uitgedrukt in gram per voertuigkilometer).

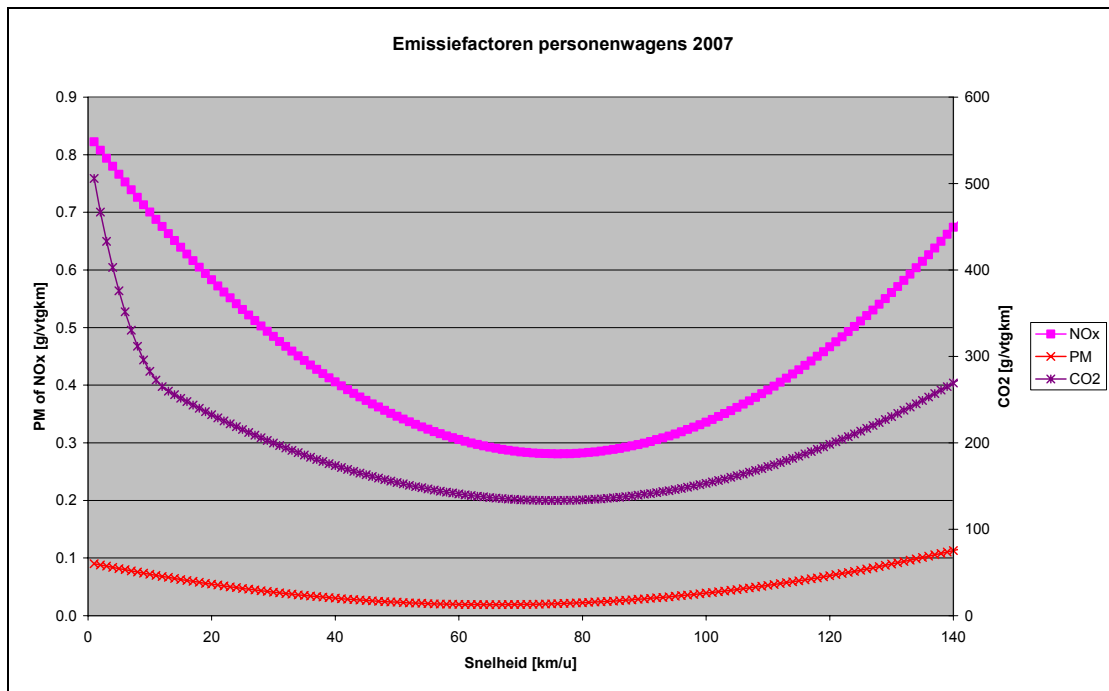
Deze emissiefuncties dienen nog omgevormd te worden tot gemiddelde emissiefactoren, op basis van de gemiddelde samenstelling van het verkeer op de Belgische autosnelwegen.

Hiervoor wordt gebruik gemaakt van TREMOVE v3.0 gegevens⁶. Voor elke combinatie die in COPERT III⁷ beschouwd wordt, bevat TREMOVE de afgelegde afstanden, en dit per wegtype (dus ook apart voor de autosnelwegen, die in deze studie bekeken worden).

De resulterende gemiddelde emissiefactoren voor personenwagens op autosnelwegen in het jaar 2007, worden geïllustreerd in Figuur 11.

⁶ Merk op dat de TREMOVE gegevens voor België op basis van verwerking van de best beschikbare gegevens werden opgesteld, zie ook <http://www.tmlleuven.be/project/tremovebelgie/>

⁷ Zie ook literatuurreferentie [2]



Figuur 11 Emissiefactoren in functie van de snelheid voor personenwagens op autosnelwegen in 2007, uitgedrukt in gram per voertuigkilometer

2.3.1.2 Berekening emissies

De emissiefactoren uit Figuur 11 worden toegepast voor de individuele meetposten en uurwaarden.

Vervolgens worden de emissies geaggregeerd in de tijd: afzonderlijk voor werkdagen en niet-werkdagen, wordt (voor elk uur van de dag) de jaargemiddelde emissie berekend. Door correct te wegen naar het aantal werkdagen en niet-werkdagen, wordt tenslotte de gemiddelde emissies voor 2007 verkregen.

Daarna worden voor de verschillende regio's (Vlaanderen, Wallonië en België) de emissies van de afzonderlijke meetposten opgeteld.

2.3.1.3 Valuatie emissies

Voor de bepaling van de emissiekosten, wordt gebruik gemaakt van dezelfde kosten per kilogram geëmitteerde stof als voor de “Verkeersindices 2002-2005”⁸.

Tabel 1 De gehanteerde kosten per kilogram geëmitteerde stof

	NOx	PM	CO ₂
valuatie (€/kg)	3.098	215.072	0.02

Bronnen

- De kosten voor NOx en PM steunen op:
Mayeres I., Ochelen S., Proost S., *The Marginal External Costs of Transport*, Transportation Research D, 1 (2), 1996
- De kosten voor CO₂ steunen op:
De Ceuster G., Internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen, Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2004/04, Transport & Mobility Leuven.

2.3.2 Effect op veiligheid

2.3.2.1 Effect Veiligheid⁹

Voor de berekening van de effecten van een wijziging in snelheidsregime baseren we ons op een aangepaste versie van het ‘power model’ zoals ontwikkeld door Nilsson. Dit model stelt dat het effect van de verandering in snelheid op het aantal ongevallen en de ernst van ongevallen geschat kan worden aan de hand van machtsfuncties. Een machtsfunctie is een wiskundige functie tussen twee variabelen waarbij er een macht wordt genomen van de verklarende variabele.

Het ‘Power model’ beschrijft de relatie tussen snelheid en veiligheid aan de hand van volgende vergelijkingen.

$$\frac{\text{aantal dodelijke ongevallen na}}{\text{aantal dodelijke ongevallen voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{3.6} \quad (0.1)$$

$$\frac{\text{aantal ongevallen met zwaargewonden na}}{\text{aantal ongevallen met zwaargewonden voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^2 \quad (0.2)$$

$$\frac{\text{aantal ongevallen met lichtgewonden na}}{\text{aantal ongevallen met lichtgewonden voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{1.1} \quad (0.3)$$

⁸ Zie literatuurreferentie [1]

⁹ Deze paragraaf is grotendeels gebaseerd op literatuurreferenties [5], [6] en [7]

$$\frac{\text{aantal ongevallen met slachtoffers (incl. doden) na}}{\text{aantal ongevallen met slachtoffers (incl. doden) voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{1.5} \quad (0.4)$$

$$\frac{\text{aantal ongevallen met enkel materiële schade na}}{\text{aantal ongevallen met enkel materiële schade voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^1 \quad (0.5)$$

$$\frac{\text{aantal doden na}}{\text{aantal doden voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{4.5} \quad (0.6)$$

$$\frac{\text{aantal zwaargewonden na}}{\text{aantal zwaargewonden voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{2.4} \quad (0.7)$$

$$\frac{\text{aantal lichtgewonden na}}{\text{aantal lichtgewonden voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{1.5} \quad (0.8)$$

$$\frac{\text{aantal slachtoffers na}}{\text{aantal slachtoffers voor}} = \left(\frac{\text{snelheid na}}{\text{snelheid voor}} \right)^{1.9} \quad (0.9)$$

Dit model is wijdverspreid om het verwachte effect op ongevallen te schatten en is het onderwerp geweest van een aantal meta-analyses. Het 'power model' is een eenvoudig model. Zo houdt het geen rekening met de verkeersdruk, de variatie in snelheid, het aandeel vrachtwagens, ... Ondanks haar eenvoud is er echter wel veel empirische steun voor dit model.

De wijzigingspercentages vermenigvuldigd met het huidig aantal ongevallen op autosnelwegen geeft een inzicht in het verwacht aantal ongevallen bij een snelheidswijziging op autosnelwegen. Tabel 2 geeft het totaal aantal ongevallen en de slachtoffers in 2007 op autosnelwegen in België.

Tabel 2 Verkeersongevallen en -slachtoffers op Belgische autosnelwegen in 2007

Totaal aantal ongevallen	3931
aantal doden 30 dagen	153
aantal ernstig gewonden	1053
aantal lichtgewonden	4637

Bron: FOD Mobiliteit en Vervoer. Verwerking : FOD Economie (Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie) <http://statbel.fgov.be>

2.3.2.2 *Kostprijs van een ongeval*¹⁰

De kost van ongevallen is gelijk aan

$$\sum_i (r_i * k_i * vkm) \quad (0.10)$$

met

i: het type ongeval: dodelijk, zwaar gewond, licht gewond, enkel materiële schade

r_i: het risico van een ongeval type i per vkm

k_i: de kost van een ongeval van type i

vkm: het aantal vkm

(merk op dat r_i*vkm gelijk is aan het totaal aantal ongevallen)

Om de kostprijs van ongevallen te kunnen berekenen – en dus om het effect van een snelheidsverlaging op de kostprijs van ongevallen te weten – moeten we de kost van een ongeval bepalen. De kost van een ongeval kan verdeeld worden in

- directe economische kosten: medische kosten, gerechtskosten, kosten eigendom,...
- indirecte economische kosten: verloren productiecapaciteit voor de economie omdat iemand sterft of niet meer/minder kan werken door het ongeval
- waarde van veiligheid op zich: waarde die mensen hechten aan hun leven – gemeten met behulp van ‘waarde van een statistisch leven’.

Voor meer detail over de berekening van deze elementen verwijzen we naar HEATCO – Deliverable 5. HEATCO –D5 raadt volgende waardes aan voor België (in prijzen 2008)

	waarde van veiligheid op zich			directe en indirecte economische kost			totaal		
	dodelijk	zwaar gewond	licht gewond	dodelijk	zwaar gewond	licht gewond	dodelijk	zwaar gewond	licht gewond
€ 2008.0									
België	1653830	215331	16538	165383	61047	1221	1819213	276378	17759

Bron: eigen berekeningen op basis van Bickel ea (2006)

We hebben nu alle elementen op de kost van ongevallen te berekenen. Als het risico – of het totaal aantal ongevallen verandert, kunnen we ook de verandering in ongevalsekost berekenen.

¹⁰ Tekst gebaseerd op Bickel ea (2006), zie literatuurreferentie [8]

3 Berekeningsresultaten

3.1 Snelheden per regio

In sectie 2.2 op blz.6 wordt besproken hoe het effect van een wijziging van de maximumsnelheid wordt berekend voor individuele meetposten en individuele urregevens.

Wanneer voor elk uur van 2007, de gemiddelde snelheid en de gemiddelde vervoersprestatie (uitgedrukt in voertuigkilometers per uur) wordt berekend voor een regio, worden de resultaten uit Figuur 12 verkregen.

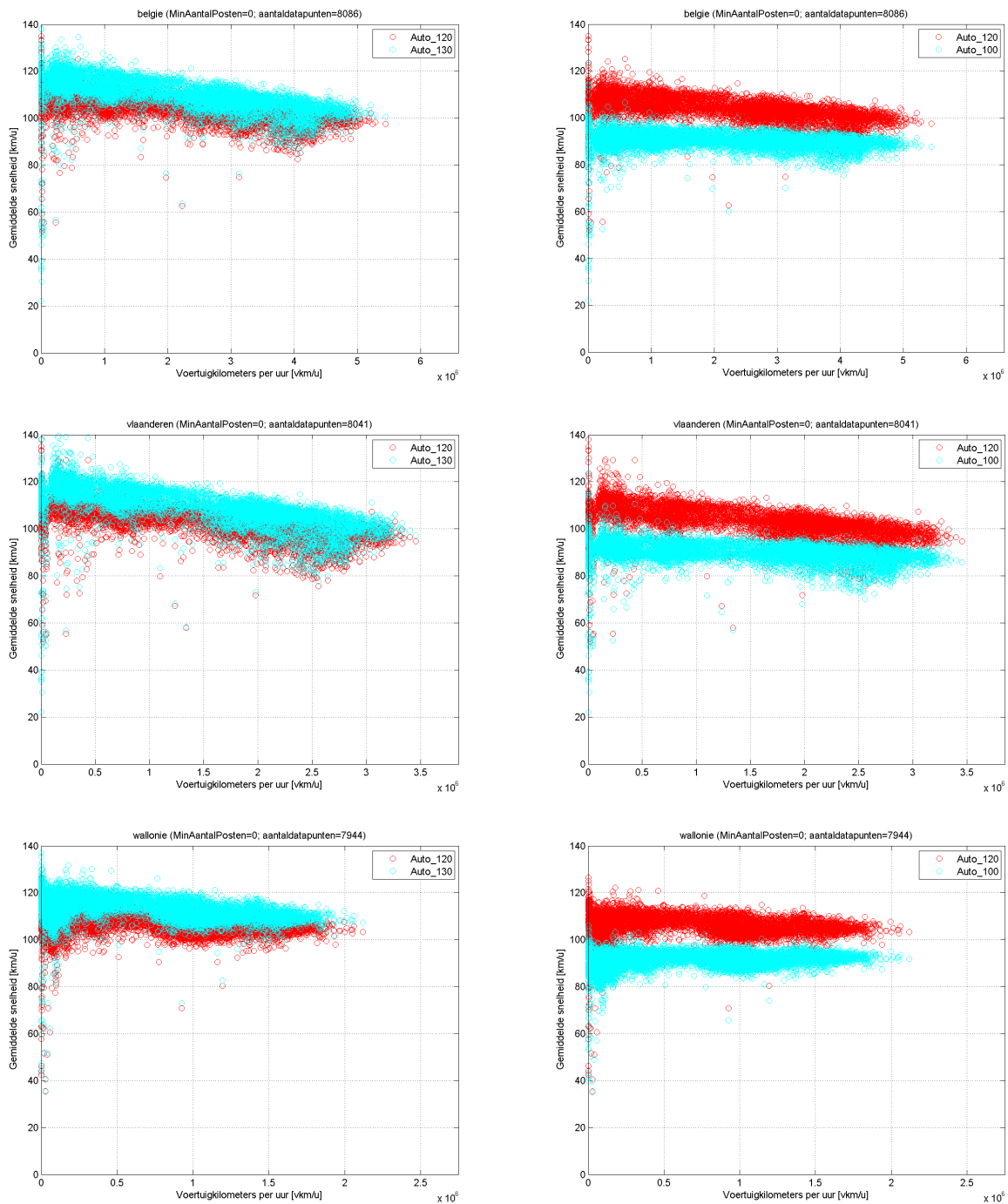
In die figuur zijn de snelheids-intensiteitsdiagramma weergegeven voor de regio's België, Vlaanderen en Wallonië, en dit voor een wijziging van de maximumsnelheid van 120km/u naar 130km/u (figuren aan de linkerkant) en naar 100km/u (figuren aan de rechterkant).

Het valt hierbij op dat bij een wijziging van de maximumsnelheid, de curve in Vlaanderen veel meer een rotatiebeweging volgt dan in Wallonië, waar de wijziging van de maximumsnelheid eerder in een verschuiving van de snelheids-intensiteitscurve resulteert.

Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de intensiteiten op de autosnelwegen in Wallonië over het algemeen lager zijn, zodanig dat de verkeertoestand op de Waalse wegen zich vaak eerder dicht bij het punt puntFREE bevindt. Wanneer het overgrote gedeelte van de meetpunten zich dicht bij puntFREE bevindt, en dus relatief ver verwijderd is van het rotatiepunt puntCAP, resulteert dit in een gewijzigde curve die eerder een verschuiving vormt dan een rotatie.

Merk nog op dat geen van de figuren een "congestietak" vertoont, zoals die wel soms terug te vinden is wanneer naar gegevens van een individuele meetpost wordt gekeken. Dit is te verklaren door het grote aggregatieniveau: zelfs indien er zware congestie optreedt op een gedeelte van het netwerk, zal dit op het niveau van een volledige regio uitgevlakt worden door alle wegvakken waar geen congestie optreedt.

In Tabel 3 worden de jaargemiddelde snelheden voor personenwagens (S1) aangegeven voor de verschillende regio's. S1 geeft daarbij de originele meting aan, terwijl S1_LIM100, S1_LIM110 en S1_LIM130 de gemiddelde snelheid aangeven bij wijziging van de maximumsnelheid tot respectievelijk 100, 110 en 130 km/u.



Figuur 12 Snelheids-intensiteitsdiagram voor de verschillende regio's en voor een wijziging van de maximumsnelheid van 120km/u naar 130km/u (linkerzijde) en naar 100km/u (rechterzijde); de originele punten (120km/u) zijn in het rood aangegeven, de punten bij gewijzigde maximumsnelheid zijn in het licht blauw aangeduid

Tabel 3 Jaargemiddelde snelheden voor de verschillende regio's, voor de verschillende maximumsnelheden

	Vlaanderen	Wallonië	België	
S1	100.6	106.1	102.3	km/u
S1_LIM100	88.8	91.9	89.7	km/u
S1_LIM110	95.5	99.6	96.7	km/u
S1_LIM130	105.1	112.1	107.2	km/u

3.2 Reistijden per regio

In sectie 2.2 op blz.6 wordt besproken hoe het effect van een wijziging van de maximumsnelheid wordt berekend voor individuele meetposten en individuele uurgegevens.

Op basis van de uurgemiddelde snelheid en de lengte van het wegvak dat geassocieerd wordt met de meetpost, kan eenvoudig de uurgemiddelde reistijd berekend worden voor een meetpost.

Wanneer de uurgemiddelde reistijden geaggregeerd worden in de tijd tot jaargemiddelde waarden per meetpost, en vervolgens in de ruimte geaggregeerd worden tot gemiddelde waarden voor een regio, worden de resultaten verkregen uit Tabel 4.

De bovenste vier datalijnen in Tabel 4 bevatten de absolute reistijden per regio, uitgedrukt in miljoen voertuiguren per jaar. De reistijden van de basissituatie (huidige snelheidslimiet) worden aangegeven met "R1". Merk op dat hier uitsluitend de reistijden van personenwagens worden beschouwd.

De resultaten van de gewijzigde snelheidslimieten naar 100, 110 en 130 km/u worden aangegeven door respectievelijk R1_LIM100, R1_LIM110 en R1_LIM130.

Onder de absolute waarden, toont Tabel 4 ook het verschil ten opzichte van de basissituatie uitgedrukt in miljoen voertuiguren per jaar, en het percentuele verschil ten opzichte van de basissituatie.

Tabel 4 Reistijden voor de verschillende regio's, voor de verschillende maximumsnelheden (voor 2007)

		Vlaanderen	Wallonië	België	
absoluut	R1	140.3	61.8	202.1	miljoen voertuiguren / jaar
absoluut	R1_LIM100	158.9	71.4	230.3	miljoen voertuiguren / jaar
absoluut	R1_LIM110	147.8	65.8	213.6	miljoen voertuiguren / jaar
absoluut	R1_LIM130	134.2	58.5	192.7	miljoen voertuiguren / jaar
verschil	R1_LIM100	18.7	9.5	28.2	miljoen voertuiguren / jaar
verschil	R1_LIM110	7.5	4.0	11.5	miljoen voertuiguren / jaar
verschil	R1_LIM130	-6.0	-3.3	-9.3	miljoen voertuiguren / jaar
%verschil	R1_LIM100	13%	15%	14%	
%verschil	R1_LIM110	5%	6%	6%	
%verschil	R1_LIM130	-4%	-5%	-5%	
valuatie		9			euro / voertuiguur
verschil_kosten	R1_LIM100	168	86	254	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	R1_LIM110	68	36	104	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	R1_LIM130	-54	-30	-84	miljoen euro / jaar

Onderaan Tabel 4 is een inschatting van de kosten van de reistijdverschillen (ten opzichte van de basissituatie) aangegeven. Er werd hierbij uitgegaan van een valuatie van 9 euro per voertuiguur.

Deze waarde is gebaseerd op twee verschillende bronnen, als aangegeven in Tabel 5. Enerzijds bevat TREMOVE value-of-time waarden, opgesplitst naar een groot aantal verschillende voertuigen en motieven. Wanneer een gemiddelde waarde berekend wordt voor personenwagens op Belgische autosnelwegen, gewogen naar de afgelegde afstanden, wordt 10.7euro/uur in de spitsperioden en 8.2euro/uur in de daluren gevonden. Een tweede bron vormen de waarden die toegepast werden voor de Verkeersindices 2002-2005 (zie literatuurreferentie [1]): afhankelijk van de periode van de dag, werden daar waarden tussen 8euro/uur en 10 euro/uur toegepast. Op basis van deze twee bronnen, werd in deze studie een gemiddelde waarde van 9 euro per uur geselecteerd.

Tabel 5 Waarde van een uur reistijd voor personenwagens op autosnelwegen in België uitgedrukt in euro/uur

TREMOVE v2.7	piek 8.2	dal 10.7	
Verkeersindices 2002-2005	ochtendspits 8	avondspits 9	rest van de dag 10
Deze studie	9		

3.3 Emissies per regio

In sectie 2.3.1 (vanaf blz.21) werd de methodiek voor de berekening van de emissies van NO_x, PM10 en CO₂ toegelicht.

De uiteindelijke berekeningsresultaten zijn terug te vinden in Tabel 6, Tabel 7 en Tabel 8 voor respectievelijk NO_x, PM10 en CO₂.

Net als bij de reistijden bevatten de tabellen hier de absolute emissiecijfers (kton/jaar), de verschillen ten opzichte van de basissituatie in kton/jaar en de percentuele verschillen ten opzichte van de basissituatie.

Er wordt daarbij telkens onderscheid gemaakt naar regio (Vlaanderen, Wallonië en België), en naar maximumsnelheid (basissituatie S1, maximumsnelheid van respectievelijk 100, 110 en 130 voor S1_LIM100, S1_LIM110 en S1_LIM130).

Alle cijfers hebben uitsluitend betrekking op personenwagens.

Onderaan de tabel wordt de inschatting van de kostenverschillen ten opzichte van de basissituatie gegeven.

Aangezien het verloop van de emissiefactoren in functie van de snelheid verschillend is voor NO_x, PM10 en CO₂ (zie Figuur 11 op blz.22), is ook het effect van snelheidsveranderingen verschillend voor de verschillende stoffen.

De percentuele verschillen zijn het grootst voor PM10, en het kleinst voor CO₂.

Alhoewel de uitstoot van PM10 uitgedrukt in kton/jaar relatief laag is, zijn de kosten verbonden aan PM10-uitstoot veruit het hoogst, door de erg grote kost per kilogram die eraan toegekend wordt (wegens de grote gezondheidsimpact van fijn stof).

Tabel 6 NOx-emissies voor de verschillende regio's, voor de verschillende maximumsnelheden (voor 2007)

		Vlaanderen	Wallonië	België	
absoluut	NOx_S1	3.61	3.14	6.75	kton / jaar
absoluut	NOx_S1_LIM100	3.05	2.64	5.69	kton / jaar
absoluut	NOx_S1_LIM110	3.31	2.87	6.18	kton / jaar
absoluut	NOx_S1_LIM130	3.96	3.45	7.40	kton / jaar
verschil	NOx_S1_LIM100	-0.56	-0.49	-1.05	kton / jaar
verschil	NOx_S1_LIM110	-0.30	-0.27	-0.56	kton / jaar
verschil	NOx_S1_LIM130	0.35	0.31	0.66	kton / jaar
%verschil	NOx_S1_LIM100	-15%	-16%	-16%	
%verschil	NOx_S1_LIM110	-8%	-8%	-8%	
%verschil	NOx_S1_LIM130	10%	10%	10%	
valuatie		3.098			euro / kg
verschil_kosten	NOx_S1_LIM100	-1.73	-1.53	-3.26	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	NOx_S1_LIM110	-0.92	-0.83	-1.75	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	NOx_S1_LIM130	1.08	0.96	2.04	miljoen euro / jaar

Tabel 7 PM10-emissies voor de verschillende regio's, voor de verschillende maximumsnelheden (voor 2007)

		Vlaanderen	Wallonië	België	
absoluut	PM_S1	0.45	0.39	0.84	kton / jaar
absoluut	PM_S1_LIM100	0.30	0.26	0.57	kton / jaar
absoluut	PM_S1_LIM110	0.37	0.33	0.70	kton / jaar
absoluut	PM_S1_LIM130	0.53	0.46	0.99	kton / jaar
verschil	PM_S1_LIM100	-0.15	-0.13	-0.27	kton / jaar
verschil	PM_S1_LIM110	-0.07	-0.07	-0.14	kton / jaar
verschil	PM_S1_LIM130	0.08	0.07	0.15	kton / jaar
%verschil	PM_S1_LIM100	-32%	-33%	-33%	
%verschil	PM_S1_LIM110	-16%	-17%	-17%	
%verschil	PM_S1_LIM130	18%	18%	18%	
valuatie		215.072			euro / kg
verschil_kosten	PM_S1_LIM100	-31.22	-27.51	-58.73	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	PM_S1_LIM110	-15.83	-14.11	-29.95	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	PM_S1_LIM130	17.36	15.45	32.81	miljoen euro / jaar

Tabel 8 CO₂-emissies voor de verschillende regio's, voor de verschillende maximumsnelheden (voor 2007)

		Vlaanderen	Wallonië	België	
absoluut	CO2_S1	1615	1402	3017	kton / jaar
absoluut	CO2_S1_LIM100	1420	1230	2650	kton / jaar
absoluut	CO2_S1_LIM110	1511	1310	2821	kton / jaar
absoluut	CO2_S1_LIM130	1735	1509	3244	kton / jaar
verschil	CO2_S1_LIM100	-195	-172	-367	kton / jaar
verschil	CO2_S1_LIM110	-104	-93	-196	kton / jaar
verschil	CO2_S1_LIM130	120	107	227	kton / jaar
%verschil	CO2_S1_LIM100	-12%	-12%	-12%	
%verschil	CO2_S1_LIM110	-6%	-7%	-7%	
%verschil	CO2_S1_LIM130	7%	8%	8%	
valuatie		0.020			euro / kg
verschil_kosten	CO2_S1_LIM100	-3.90	-3.45	-7.35	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	CO2_S1_LIM110	-2.07	-1.85	-3.93	miljoen euro / jaar
verschil_kosten	CO2_S1_LIM130	2.40	2.14	4.55	miljoen euro / jaar

3.4 Verkeersveiligheid voor België

Op basis van de jaargemiddelde snelheden voor de verschillende snelheidslimieten, als terug te vinden in Tabel 3 (op blz.28), en de berekeningsmethodiek uit sectie 2.3.2.1 (vanaf blz.23), kan het percentuele effect op verkeersongevallen en -slachtoffers berekend worden: zie Tabel 9.

Tabel 9 Percentuele effect van gewijzigde snelheidslimieten op verkeersongevallen en -slachtoffers

	macht	S1_LIM100	S1_LIM110	S1_LIM130
snelheid voor		102.3	102.3	102.3
snelheid na		89.7	96.7	107.2
effect dodelijke ongevallen	3.6	-38%	-18%	19%
effect ongevallen zwaar gewonden	2	-23%	-11%	10%
effect ongevallen licht gewonden	1.1	-13%	-6%	5%
effect ongevallen enkel materiële schade	1	-12%	-5%	5%
effect totaal aantal ongevallen met slachtoffers (incl doden)	1.5	-18%	-8%	7%
effect aantal doden	4.5	-44%	-22%	24%
effect aantal zwaargewonden	2.4	-27%	-12%	12%
effect aantal lichtgewonden	1.5	-18%	-8%	7%
effect aantal slachtoffers (incl. Doden)	1.9	-22%	-10%	9%

Wanneer de percentuele effecten toegepast worden op de verkeersslachtoffers op Belgische autosnelwegen (volgens statistische gegevens in Tabel 2 op blz.24), worden de resultaten uit Tabel 10 verkregen.

Tabel 10 Effect van gewijzigde snelheidslimieten op het aantal verkeersslachtoffers (voor 2007)

	Verkeersongevallen in 2007	S1_LIM100	S1_LIM110	S1_LIM130
aantal doden	153	-68	-34	36
aantal zwaargewonden	1053	-284	-131	127
aantal lichtgewonden	4637	-826	-371	341

Op basis van de valuatie (als besproken in sectie 2.3.2.2 vanaf blz.25), worden de kosten berekend uit Tabel 11.

Tabel 11 Kosten verbonden aan verhoging of verlaging van het aantal verkeersslachtoffers op autosnelwegen

	Totale valuatie euro	S1_LIM100 milj. euro /jaar	S1_LIM110 milj. euro /jaar	S1_LIM130 milj. euro /jaar
dodelijk	1,819,213	-124	-62	66
zwaar gewond	276,378	-78	-36	35
licht gewond	17,759	-15	-7	6
totaal		-217	-105	107

3.5 Opmerking over beschikbaarheid data

Zoals eerder in dit rapport vermeld, werd voor de berekeningen gebruikt gemaakt van meetgegevens voor het Belgische autosnelwegennet voor 2007, op basis van START/SITTER.

In sectie 2.2.2 (vanaf blz.9) werd reeds aangegeven dat de gegevens die voor deze studie gebruikt werden, enerzijds onvolledig waren en anderzijds slechts gedeeltelijk gevalideerd werden. Er moet met deze beperkingen rekening gehouden worden bij de interpretatie van de berekende cijfers.

Op basis van vergelijking met de studie Verkeersindices 2002-2005 (zie [1]) wordt in Tabel 12 en Tabel 13 een indicatie gegeven van de beschikbaarheid van gegevens (de mate waarin er gegevens ontbreken).

In Tabel 12 wordt de lengte van het netwerk aangegeven waarvoor resultaten berekend werden, in vergelijking met de totale lengte¹¹. In Tabel 13 wordt dezelfde vergelijking gemaakt voor de voertuigkilometers van personenwagens, waarbij de huidige berekening wel voor het jaar 2007 is, terwijl het totale cijfer uit de verkeersindices betrekking heeft op het jaar 2005. Het percentuele aandeel van de beschikbare voertuigkilometers ten opzichte van het totaal is hoger dan de beschikbare lengte, omdat de ontbrekende metingen vooral op de minder drukke wegvakken gelegen zijn.

Tabel 12 Beschikbare wegvaklengte versus totale wegvaklengte (som van lengten per rijrichting)

	Vlaanderen	Wallonië	België	
Beschikbare wegvaklengte	1230	865	2095	kilometer
Totale wegvaklengte	1701	1770	3493	kilometer
Verhouding beschikbaar/totaal	72%	49%	60%	%

Tabel 13 Vergelijking voertuigkilometers (personenwagens) met cijfer uit Verkeersindices 2002-2005 [1]

	Vlaanderen	Wallonië	België	
Beschikbare voertuigkilometers (2007)	14.1	6.6	20.7	miljard voertuigkilometers / jaar
Totale voertuigkilometers (2005)	17.0	10.2	27.6	miljard voertuigkilometers / jaar
Verhouding beschikbaar/totaal	83%	64%	75%	%

Het ontbreken van een aantal gegevens, samen met een wat afwijkende methodiek zorgt ervoor dat de emissie-cijfers afwijken van de waarden die in Verkeersindices 2002-2005 werden gerapporteerd: zie bijvoorbeeld voor NO_x in Tabel 14.

¹¹ Merk op dat de lengte voor beide rijrichtingen werd opgeteld.

Tabel 14 Vergelijking NOx-emissies (personenwagens) met cijfer uit Verkeersindices 2002-2005 [1]

NOx personenwagens	Huidige berekening voor 2007 [kton/jaar]	Verkeersindices jaar 2005 [kton/jaar]
Vlaanderen	3.61	10.47
Wallonië	3.14	6.31
België	6.75	17.01

Merk nogmaals op dat de resultaten in deze studie enkel betrekking hebben op de personenwagens. Wat betreft emissies heeft het vrachtverkeer een belangrijke bijdrage, als geïllustreerd voor NOx in Tabel 15.

Tabel 15 Aandeel van personenwagens versus vrachtwagens in NOx-emissies op Belgische autosnelwegen volgens Verkeersindices 2002-2005 [1]

Verkeersindices 2005	NOx personenwagens [kton/jaar]	NOx vrachtwagens [kton/jaar]	NOx totaal [kton/jaar]
Vlaanderen	10.47	21.95	32.41
Wallonië	6.31	12.16	18.48
België	17.01	34.28	51.29

Tot slot moet er nogmaals op gewezen worden dat in deze studie uitsluitend naar het autosnelwegennet wordt gekeken. Tabel 16 geeft voor het voorbeeld van NOx het aandeel van de emissies op het autosnelwegennet ten opzichte van de totale emissies van het wegverkeer in België.

Tabel 16 Aandeel van autosnelwegen versus alle wegen in NOx-emissies in België volgens TREMOVE v3.0

TREMOVE v3.0 – BELGIE jaar 2007	NOx personenwagens [kton/jaar]	NOx vrachtwagens [kton/jaar]	NOx totaal [kton/jaar]
Autosnelweg	14.4	28.5	43.0
Alle wegen	45.0	55.7	100.7

3.6 Overzicht van beschouwde elementen voor België

De kosten die berekend werden voor de verschillende beschouwde aspecten (reistijd, emissies van NO_x, PM₁₀ en CO₂, verkeersveiligheid) worden in Tabel 17 samengevat voor België.

In de tabel wordt het verschil in kosten aangegeven ten opzichte van de basistoestand (120km/u): negatieve getallen duiden op een daling van de kosten, positieve getallen op een stijging van de kosten.

Tabel 17 Kostenverschillen voor de beschouwde elementen (België) ten opzichte van basistoestand

	S1_LIM100 milj. euro /jaar	S1_LIM110 milj. euro /jaar	S1_LIM130 milj. euro /jaar
Reistijd	254	104	-84
NO _x	-3.26	-1.75	2.04
PM	-58.73	-29.95	32.81
CO ₂	-7.35	-3.93	4.55
Veiligheid	-217	-105	107
Totaal van deze elementen	-32	-36	62

Het valt op dat van de beschouwde elementen, vooral de effecten op de reistijd, op de verkeersveiligheid en op de emissies van PM₁₀ doorwegen.

Wanneer enkel deze elementen beschouwd worden, geeft de verlaging van de maximumsnelheid tot 110km/u de beste resultaten: een daling van de kosten met 36 miljoen euro per jaar.

Door de erg hoge kosten van de toegenomen reistijd, scoort een verlaging van de maximumsnelheid tot 100km/u iets minder goed (kleinere daling van de kosten dan in het geval van een verlaging van de maximumsnelheid tot 110km/u).

In het geval van een verhoging van de maximumsnelheid tot 130km/u, nemen de reistijdskosten af, maar stijgen de kosten van emissies en veiligheid, zodat (op basis van deze elementen) de snelheidsverhoging slecht scoort (toename van de kosten).

Belangrijke opmerking

In vorige paragraaf werd op basis van de beschouwde elementen een afweging gemaakt. In deze korte studie werden echter onvoldoende elementen beschouwd om een volledige afweging te kunnen maken.

Onder andere volgende elementen zouden ook in rekening gebracht moeten worden:

- brandstofkosten

- modal shift (inclusief alle effecten van modal shift: veiligheid, milieu,...)
- kosten voor implementatie (borden, reclame, handhaving)
- opbrengsten handhaving
- invloed op belastingen overheid: door trager te rijden, minder benzineverbruik en dus minder accijnzen, eventueel veranderingen als modal shift/meer vrachtwagens
- invloed op slijtage wegdek

4 Verder onderzoek

Zoals in de inleiding aangegeven, vormt dit rapport slechts een eerste aanzet in het onderzoek naar de effecten van gewijzigde maximumsnelheden op Belgische autosnelwegen.

Hieronder worden een aantal elementen voor verder onderzoek opgesomd.

- Nader onderzoek naar werkelijk effect wijziging maximumsnelheid op gereden snelheden

In sectie 2.2 (vanaf blz.6) werd toegelicht hoe in deze studie het effect van een wijziging van de maximumsnelheid op de uurgemiddelde snelheden wordt ingeschat.

De methodiek in deze studie veronderstelt in feite dat het gedrag van bestuurders ten opzichte van de maximumsnelheid vergelijkbaar is als bij de huidige maximumsnelheid van 120km/u: wanneer in de huidige toestand een uurgemiddelde snelheid wordt opgemeten die 10% boven de maximumsnelheid ligt, wordt die in deze studie ook op 10% boven de nieuwe maximumsnelheid verondersteld.

Nader psycho-sociaal onderzoek zou kunnen uitwijzen of deze veronderstelling eventueel bijgestuurd dient te worden.

In deze studie werd ook verondersteld dat de handhaving vergelijkbaar blijft aan de huidige toestand. Mogelijk gaat een wijziging van de maximumsnelheid gepaard met toegenomen inspanningen wat betreft handhaving, wat invloed zal hebben de effectief gereden snelheden.

- Effecten op verkeersvraag

In deze studie werden uitsluitend de uurgemiddelde snelheden van de personenwagens gewijzigd. Er werden dus geen effecten op de verkeersvraag in rekening gebracht: het aantal gereden voertuigkilometers door personenwagens werd constant verondersteld. Bovendien werden zowel de snelheden als de afgelegde kilometers door vrachtwagens constant verondersteld.

Door een verhoging of verlaging van de maximumsnelheid zou het kunnen dat het aantal gereden personenwagenkilometers verandert, wat op zijn beurt een wijziging van het aantal kilometers gereden door vrachtwagens zou kunnen hebben.

- Effecten op doorstroming

Enigszins gerelateerd aan het effect op de verkeersvraag, is het effect op de doorstroming. In deze studie werden geen wijzigingen in de verkeersintensiteiten verondersteld. Het is echter niet ondenkbaar dat een wijziging van de maximumsnelheid een verbetering of een verslechtering van de doorstroming tot gevolg heeft, zodanig dat het aantal voertuigen dat op een bepaalde plaats kan passeren (de verkeersintensiteit) verandert. Nader onderzoek is nodig om hier meer duidelijkheid in te brengen.

- Volledige kosten-baten berekening

Zoals in sectie 3.6 werd aangegeven, werden in deze studie onvoldoende elementen beschouwd om een volledige afweging van kosten en baten te kunnen maken. Om een beter inzicht te krijgen in de vraag of een verhoging of verlaging van de maximumsnelheid al dan niet wenselijk is, dient een volledige kosten-baten berekening uitgevoerd te worden.

Literatuur

- [1] Vanhove F., *Analyse van de mobiliteit op de Belgische autosnelwegen; Verkeersindices 2002 – 2005*, Rapport voor de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2008¹²
- [2] L. Ntziachristos, Z. Samaras, *COPERT III, Computer programme to calculate emissions from road transport*, European Environment Agency, November 2000
- [3] Mayeres I., Ochelen S., Proost S., *The Marginal External Costs of Transport*, Transportation Research D, 1 (2), 1996
- [4] De Ceuster G., *Internalisering van externe kosten van wegverkeer in Vlaanderen*, Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2004/04, Transport & Mobility Leuven
- [5] Elvik, R. (2004), *Speed, speed camera's and road safety evaluation research*
- [6] Elvik & Vaa (2005), *Handbook of Road Safety Measures*
- [7] Aarts, L.T. and I. Van Schagen (2006), *Driving speed and the risk of road crashes: a review*, Accident Analysis and Prevention **38**(2), 215-224
- [8] Bickel ea 2006 IER HEATCO 'Developing harmonised European Approaches for transport costing and project assessment D5 Proposal for harmonised guidelines

¹² Rapport beschikbaar op <http://www.tmlleuven.be/project/verkeersindices/>