

## **Ervaringen met en onderzoeksoportunities van een on-board datalogger**

Tobias Denys  
VITO  
tobias.denys@vito.be

Bart Beusen  
VITO  
bart.beusen@vito.be

Steven Broekx  
VITO  
steven.broekx@vito.be

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk  
20 en 21 november 2008, Santpoort**

## **Samenvatting**

### *Ervaringen met en onderzoeksoportunities van een on-board datalogger*

Gedurende een jaar werd het rijgedrag en verplaatsingsgedrag van een 30-tal proefpersonen opgevolgd via een in hun auto aangebrachte datalogger. Deze datalogger bevat een GPS-element, een GPRS-modem en was aangesloten op het elektronisch netwerk (CAN) van de auto. Deze connectie met de CAN liet toe om voertuigparameters zoals toerental, stand van het gaspedaal, gekozen versnelling, brandstofverbruik, etc. op secondebasis te monitoren. De geregistreerde parameters (GPS-positie, snelheid en voertuigparameters, gelogd op secondebasis) werden via de GPRS-modem dagelijks doorgestuurd naar de VITO-server. Op onze server werden de gegevens vervolgens automatisch verwerkt en geanalyseerd.

Door de specifieke testopzet hebben we een zeer nauwkeurige analyse van het rijgedrag kunnen maken, die niet enkel op het acceleratiegedrag gebaseerd is maar eerder op reële voertuigparameters. Na 6 maanden kregen de deelnemers een praktijkgerichte opleiding ecodriving. Dit liet toe om een vergelijking te maken in het rijgedrag vóór en na een cursus ecodriving, en het lange termijn effect hiervan in te schatten.

Via een internetconnectie kunnen de bestuurders de verwerkte gegevens consulteren. Dit kan gebeuren op een website, maar deze kunnen ook in een mail doorgegeven worden. Dit laat toe om accurate en up to date feedback te geven aan de bestuurders, maar ook in de andere richting kan er relevante info van de bestuurders zelf doorgegeven worden. In dit onderzoek werd via een webapplicatie elke geregistreerde rit op een kaart aan de deelnemers getoond, gecombineerd met enkele ritkarakteristieken (duur, afstand, ...). Vervolgens werd gevraagd om het motief van de verschillende autoverplaatsingen via dezelfde webapplicatie in te geven. Dit liet ons toe het verplaatsingsgedrag op een voor de bestuurders weinig belastende manier te monitoren.

Deze paper beschrijft een aantal resultaten met betrekking tot de analyse van rijgedrag, meer bepaald hoe dit geëvolueerd is na de cursus ecodriving. Daarnaast worden een aantal opmerkelijke geaggregeerde resultaten getoond van de analyse van de 'verklaarde' verplaatsingen. Ook worden toepassingen en onderzoeksoportunities aangehaald.

## 1. Inleiding

Overheden laten gemodelleerde resultaten steeds meer en meer meespelen in beleidsbeslissingen, of dit nu gaat over ruimtelijke ordening, luchtkwaliteit, CO<sub>2</sub>-emissies, etc. Zo wordt bij de bouw- en milieuvergunning van bepaalde inrichtingen o.a. rekening gehouden met de te verwachten toename of afname van verkeersstromen. Hiervoor kan gebruikt gemaakt worden van verkeersmodellen. De bijkomende verkeersstromen hebben dan weer een effect op congestie, kwaliteit van de leefomgeving, etc. De emissies van voertuigen kunnen op hun beurt gemodelleerd worden aan de hand van voertuig emissie simulatie modellen, die een snelheidsprofiel als input nodig hebben.

De kwaliteit van de resultaten van deze modellen hangt voor een groot stuk af van de kwaliteit van de inputdata. Verkeersgerelateerde data zijn heden ten dage afkomstig van een verscheidenheid aan bronnen: van geactualiseerde doch periodieke tellingen, van soms verouderde aannames met betrekking tot gereden snelheden, data van snelheidscamera's die soms een vertekend beeld geven, emissiefactoren, etc.

Daarnaast wordt door verschillende overheden, maar ook milieugroeperingen, autoconstructeurs e.a. steeds meer belang gehecht aan ecodriving om de CO<sub>2</sub>-emissies van transport te verminderen. Ook verzekeringsmaatschappijen hechten hier belang aan, maar dan eerder vanuit het oogpunt dat wie zuinig rijdt, ook veilig rijdt. Consumenten worden dan ook overladen met tips hoe zuinig te rijden, maar vaak schort het aan de toepassing ervan in de praktijk.

In deze paper wordt een technologie besproken die, mits correct toegepast, de mogelijkheid biedt aan een aantal van deze problemen te verhelpen. Deze technologie werd toegepast in een project met het doel rijgedrag en verplaatsingsgedrag te analyseren, maar tijdens het verwerken van de data werd duidelijk dat de mogelijkheden veel breder zijn. Naast het bijstaan van chauffeurs om hun rijgedrag te verbeteren, kunnen grote hoeveelheden data op een correctere manier gegenereerd worden dan nu het geval is (bvb. effectief gereden snelheden), kunnen files gedetecteerd worden, etc. In deze paper zullen een aantal toepassingen aan bod komen.

## 2. Methodologie

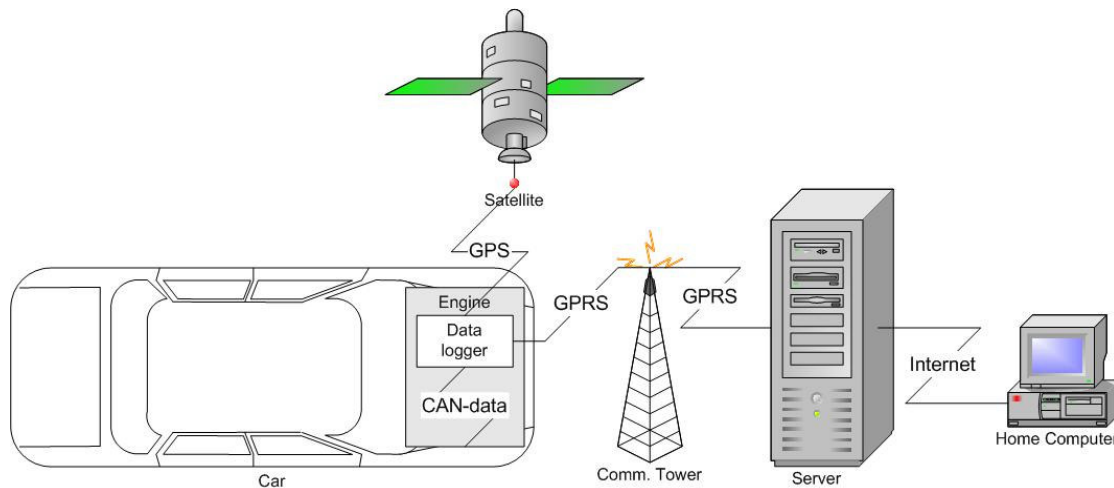
### 2.1 Algemene testopzet

In het onderzoeksproject 'An activity based approach for surveying and modelling travel behaviour' zijn een 30-tal personenwagens gedurende een jaar uitgerust met een on-board datalogger [1]. Deze datalogger bevat een GPS-ontvanger, een GPRS-modem en was aangesloten op het elektronisch netwerk (CAN<sup>1</sup>) van de auto. Deze connectie met de CAN liet toe om voertuigparameters zoals toerental, stand van het gaspedaal, gekozen versnelling, brandstofverbruik, etc. nauwkeurig op te volgen. De geregistreeerde parameters (GPS-positie, snelheid en voertuigparameters, allen gelogd op secondebasis)

---

<sup>1</sup> In moderne auto's, meer bepaald vanaf bouwjaar 2000, wordt de grote meerderheid van de gegenereerde elektronische signalen over de CAN (Contoller Area Network) verstuurd. Dit gaat dan over signalen die gegenereerd worden door bvb. het ABS-systeem, maar ook de elektrische ramen, etc.

werden via de GPRS-modem dagelijks doorgestuurd naar de VITO-server. Op onze server werden de gegevens vervolgens automatisch verwerkt en geanalyseerd. Via een webapplicatie werd elke geregistreerde rit op een kaart aan de deelnemers getoond, met enkele ritkarakteristieken (duur, afstand, ...). Vervolgens werd aan de deelnemers gevraagd om het motief van de verschillende autoverplaatsingen via dezelfde webapplicatie in te geven. Zie Figuur 1 voor de schematische weergave van de testopzet.



**Figuur 1. Schematische voorstelling van de toegepaste methodologie**

In deze testopzet werd dus gedurende een jaar het rijgedrag en verplaatsingsgedrag van de bestuurders van deze auto's opgevolgd.

## *2.2 Rijgedrag*

Door het monitoren en loggen van de verschillende voertuiggebonden parameters hebben we een zeer nauwkeurige analyse van het rijgedrag kunnen maken, die niet enkel op het acceleratiegedrag gebaseerd. Na 6 maanden kregen de deelnemers een praktijkgerichte opleiding ecodriving. Dit liet toe om een vergelijking te maken in het rijgedrag vóór en na een cursus ecodriving, en het lange termijn effect hiervan in te schatten.

## *2.3 Verplaatsingsgedrag*

Door het feit dat aan de bestuurders gevraagd werd aan elke rit een motief te koppelen, kunnen we nagaan of bepaalde ritkarakteristieken veranderen naargelang het motief van de verplaatsing. Daarnaast werden de gelogde GPS-gegevens gekoppeld aan een GIS-databank, die informatie bevatte omtrent de kenmerken van wegsegmenten, zoals bvb. de snelheidslimiet.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Rijgedrag

Om de mogelijkheden van de on-board logger met betrekking tot de analyse van rijgedrag te demonstreren, zijn hieronder de resultaten weergegeven van 2 deelnemers aan het proefproject. Na ongeveer 6 maanden loggen hebben de bestuurders een cursus ecodriving gevolgd. De belangrijkste tips die gegeven worden bij cursussen ecodriving, zijn hieronder opgelijst [2]. Er zijn nog andere kenmerken van een zuinige rijstijl, maar dit zijn de voornaamste en bovendien zijn dit degene die we via onze analyse kunnen nagaan:

- schakel zo vroeg mogelijk op naar een hogere versnelling;
- laat de auto in versnelling uitrollen;
- rijd bij constante snelheid in een zo hoog mogelijke versnelling;
- snelheden hoger dan 100 km/h doen het verbruik exponentieel stijgen.

De gelogde gegevens zijn onderverdeeld in 2 periodes, met name vóór en na de cursus ecodriving. Onderstaande figuren geven de invloed weer van de cursus op volgende parameters:

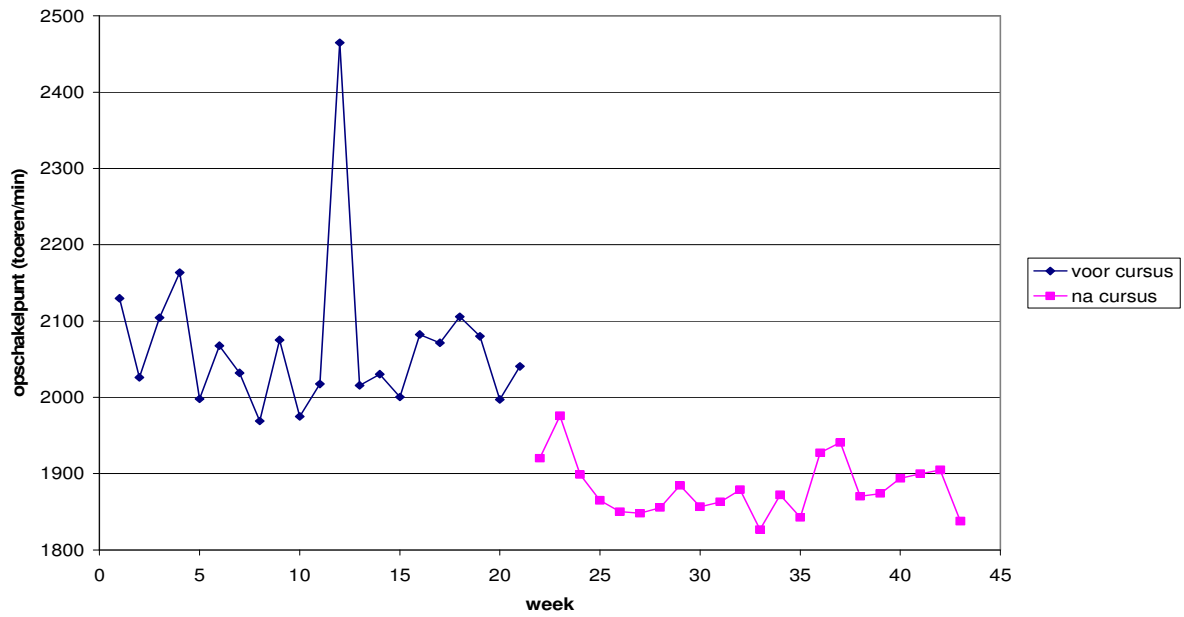
- opschakelpunt (toeren/min), of het gemiddeld toerental waarbij naar een hogere versnelling wordt geschakeld;
- het percentage van de afgelegde afstand waarbij in versnelling werd uitgerold;
- het percentage van de afgelegde afstand waarbij in een te lage versnelling werd gereden;
- de verdeling van gereden snelheden op de autosnelweg;
- het uiteindelijke effect op het brandstofverbruik van de wagens.

Uit onderstaande figuren wordt duidelijk dat de gevolgde cursus ecodriving een merkbaar effect heeft op de onderzochte parameters:

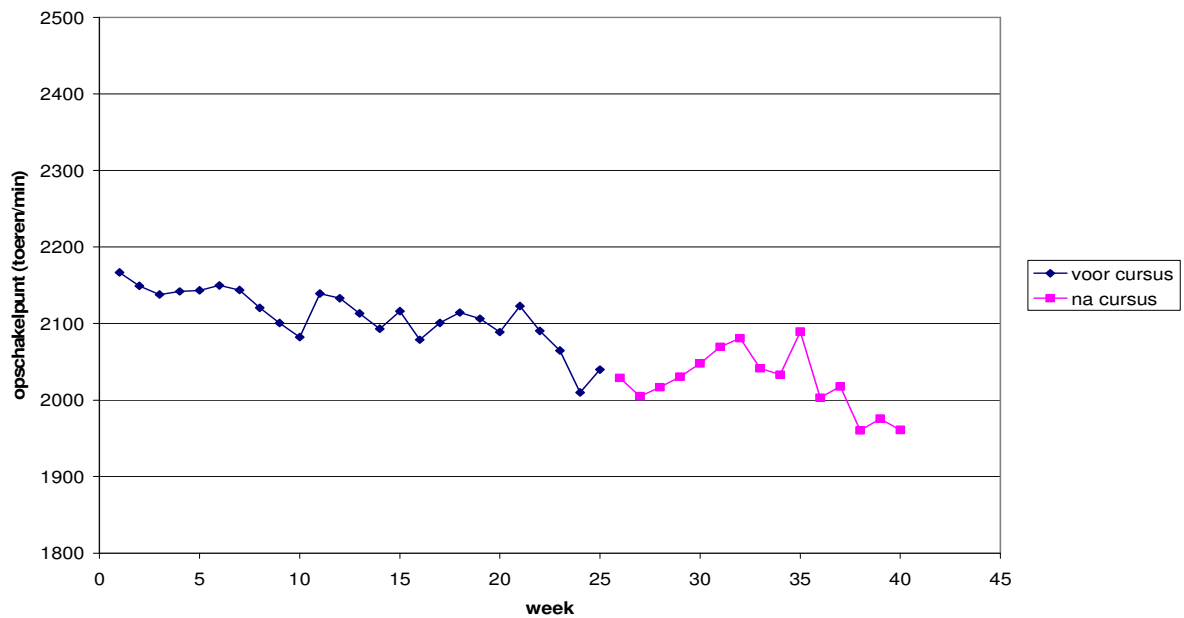
- opschakelpunt: uit Figuur 2 en Figuur 3 blijkt dat het toerental waarbij geschakeld wordt naar een hogere versnelling, bij beide deelnemers is afgenomen na de cursus ecodriving. Bij deelnemer 1 is dit gedaald van gemiddeld 2070 naar gemiddeld 1880 toeren/min. Bij deelnemer 2 is dit gedaald van gemiddeld 2110 naar gemiddeld 2020 toeren/min.
- in versnelling uitrollen: uit Figuur 4 en Figuur 5 blijkt dat de 2 deelnemers een groter percentage van de afgelegde weg in versnelling uitrollen. Deelnemer 1 legt t.o.v. de periode voor de cursus in verhouding 41% meer weg af waarbij uitgerold wordt in versnelling. Bij deelnemer 2 is deze stijging geringer, maar nog steeds 13%.
- de juiste versnelling: uit Figuur 6 en Figuur 7 blijkt dat na de cursus de 2 deelnemers een hogere versnelling kiezen bij constante snelheid. Bij deelnemer 1 is het percentage afgelegde weg in een te lage versnelling gedaald van gemiddeld 26% naar gemiddeld 3%, of een relatieve daling van 88%. Bij deelnemer 2 is dit percentage gedaald van 5% naar 3%.
- te hoge snelheid: uit Figuur 8 blijkt dat deelnemer 1 zijn snelheid waarmee hij op de autosnelweg rijdt, weinig heeft aangepast na de cursus. Deze bestuurder reed reeds voor de cursus aan een relatief lage snelheid, nl. tussen 105 en 110 km/h. Bij deelnemer 2 (Figuur 9) is het duidelijk dat hij na de cursus aan lagere snelheid reed

op autosnelweg. Waar het zwaartepunt voor de cursus tussen 110 en 120 km/h lag, is dit na de cursus verlaagd tot tussen 105 en 110 km/h.

*Toerental bij opschakelen*

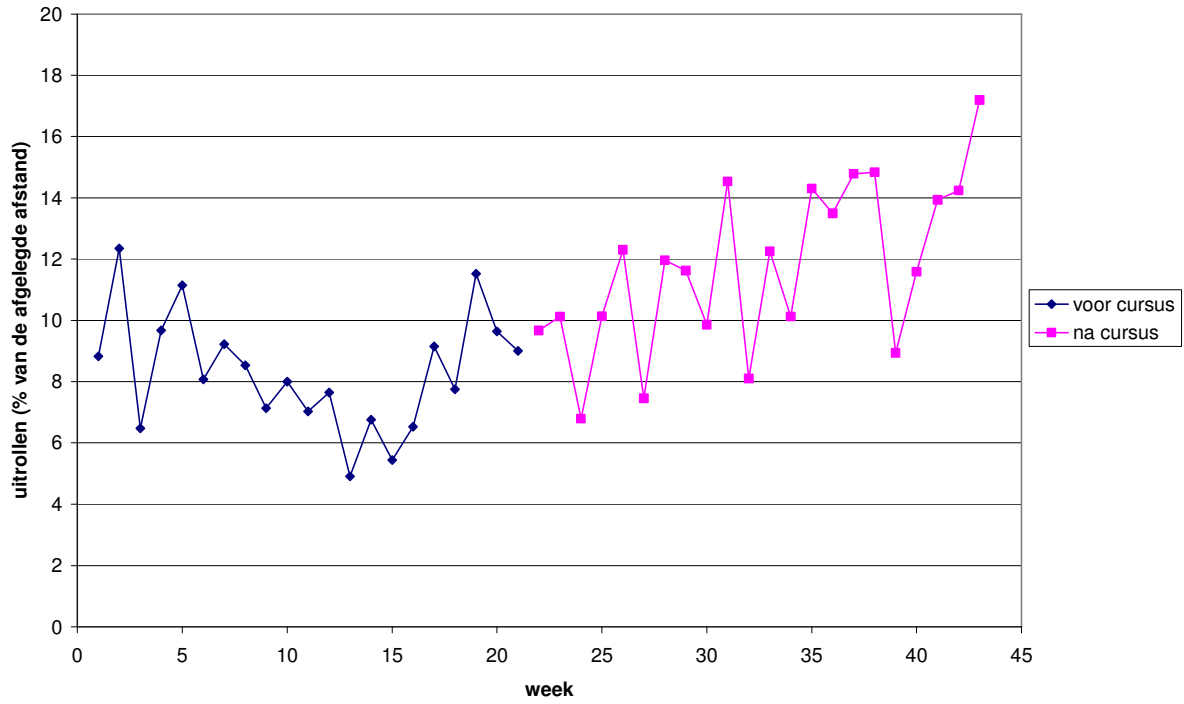


**Figuur 2. Evolutie van het gemiddeld opschakelpunt (toeren/min) van deelnemer 1, voor en na de cursus ecodriving**

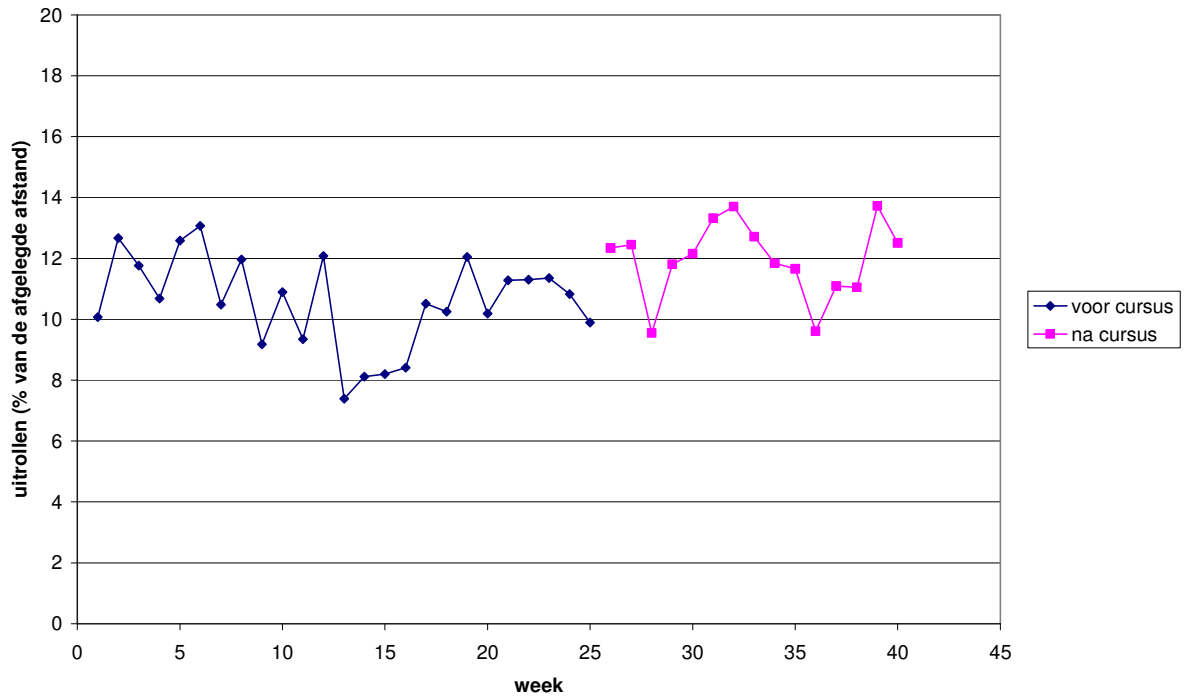


**Figuur 3. Evolutie van het gemiddeld opschakelpunt (toeren/min) van deelnemer 2, voor en na de cursus ecodriving**

*Uitrollen in versnelling*

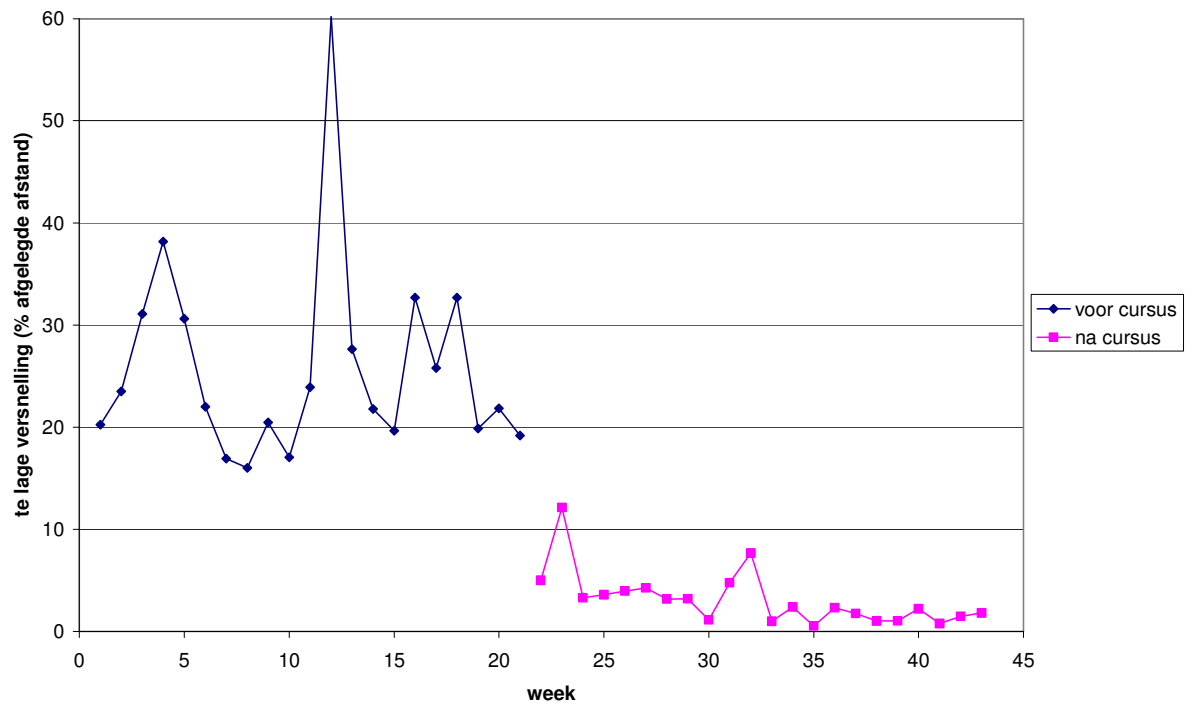


**Figuur 4.** Evolutie van de afgelegde afstand waarbij in versnelling uitgerold werd (deelnemer 1), voor en na de cursus ecodriving

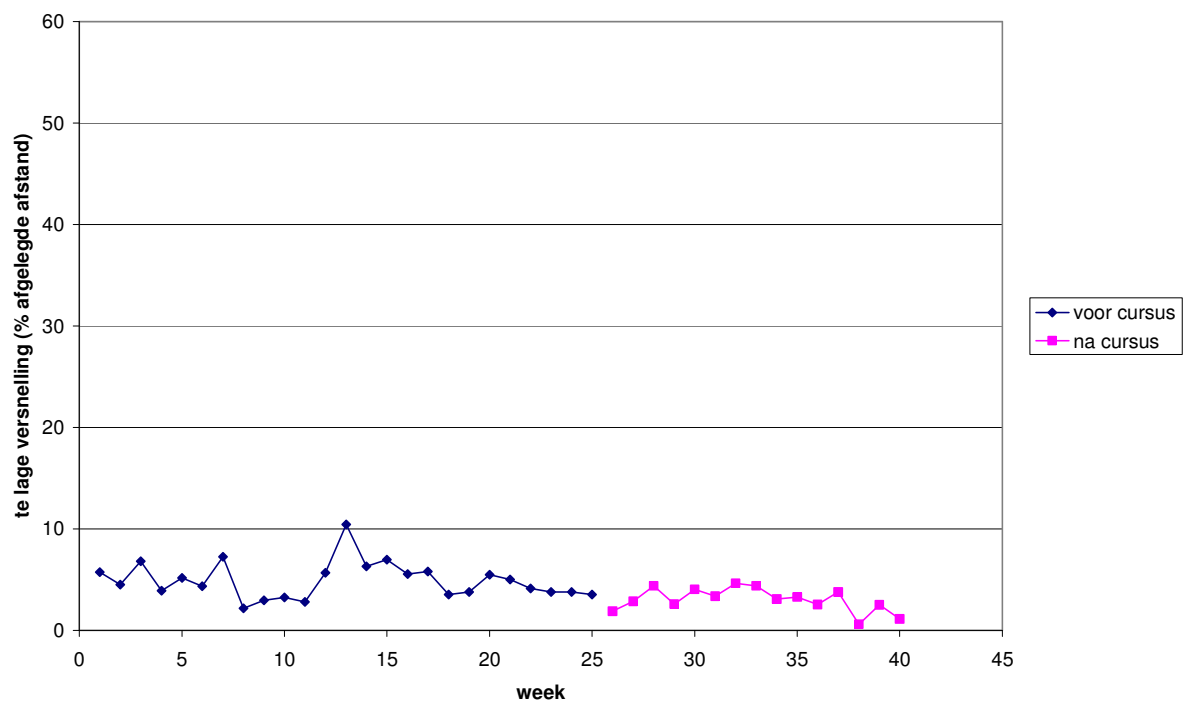


**Figuur 5.** Evolutie van de afgelegde afstand waarbij in versnelling uitgerold werd (deelnemer 2), voor en na de cursus ecodriving

### Rijden in de correcte versnelling



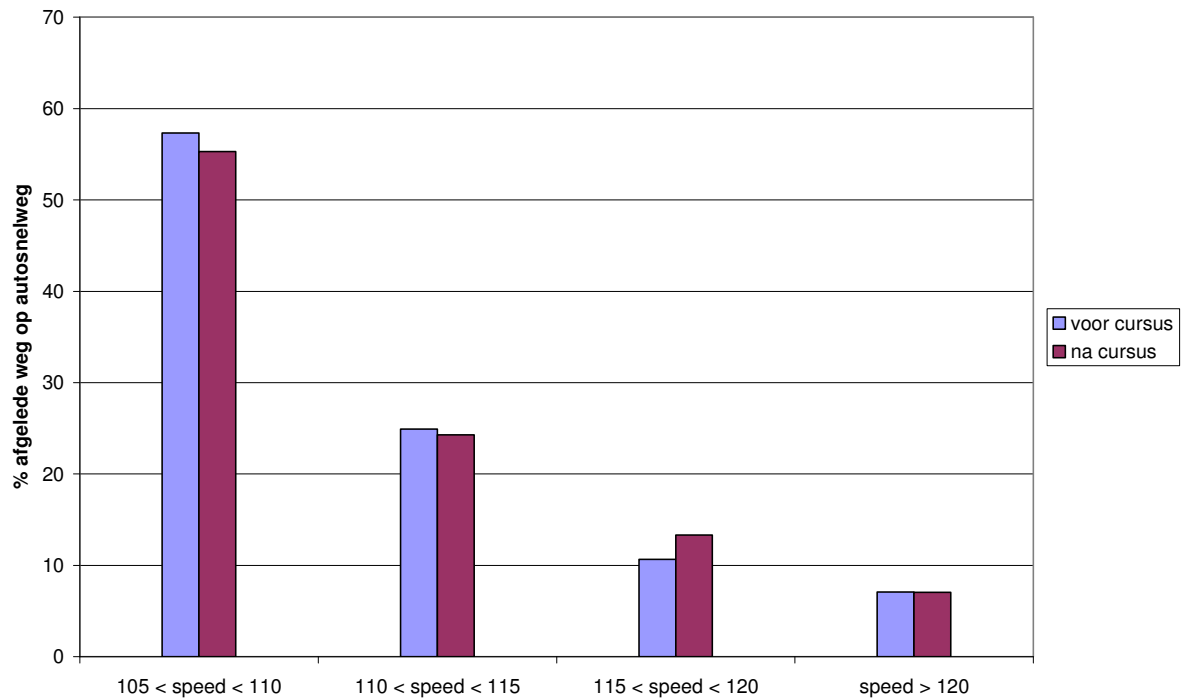
**Figuur 6.** Evolutie van de afgelegde afstand waarbij in een te lage versnelling gereden werd (deelnemer 1), voor en na de cursus ecodriving



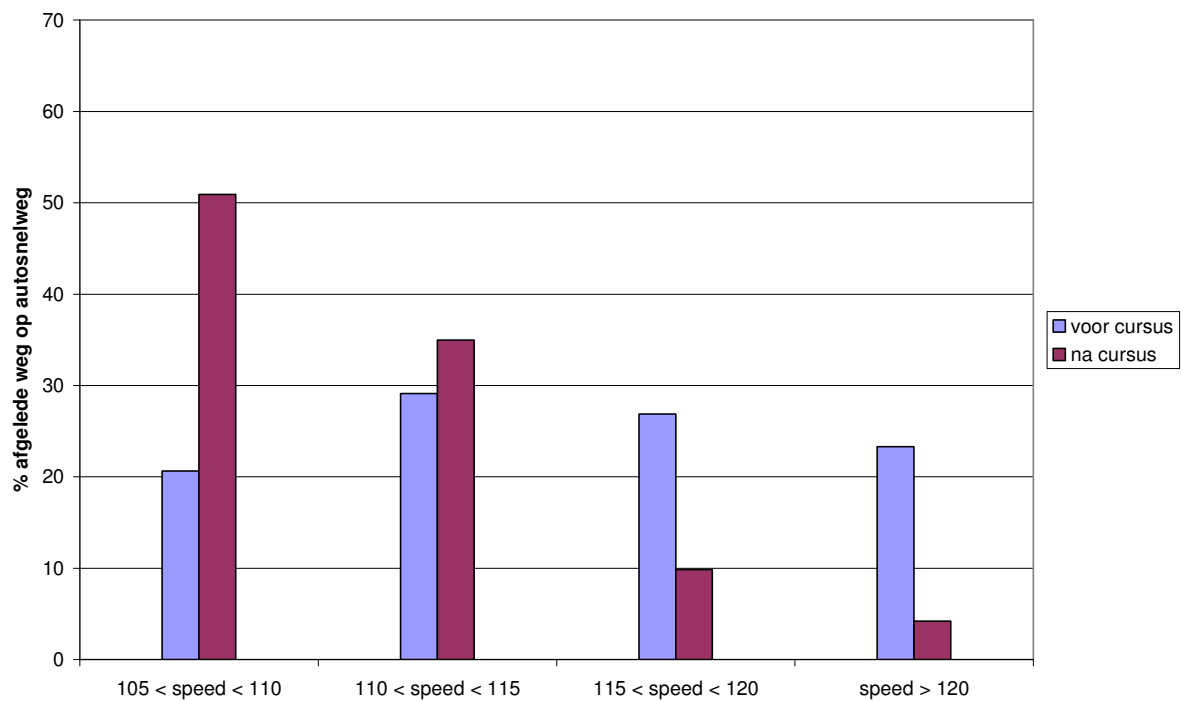
**Figuur 7.** Evolutie van de afgelegde afstand waarbij in een te lage versnelling gereden werd (deelnemer 2), voor en na de cursus ecodriving



### Snelheidsverdeling autosnelweg



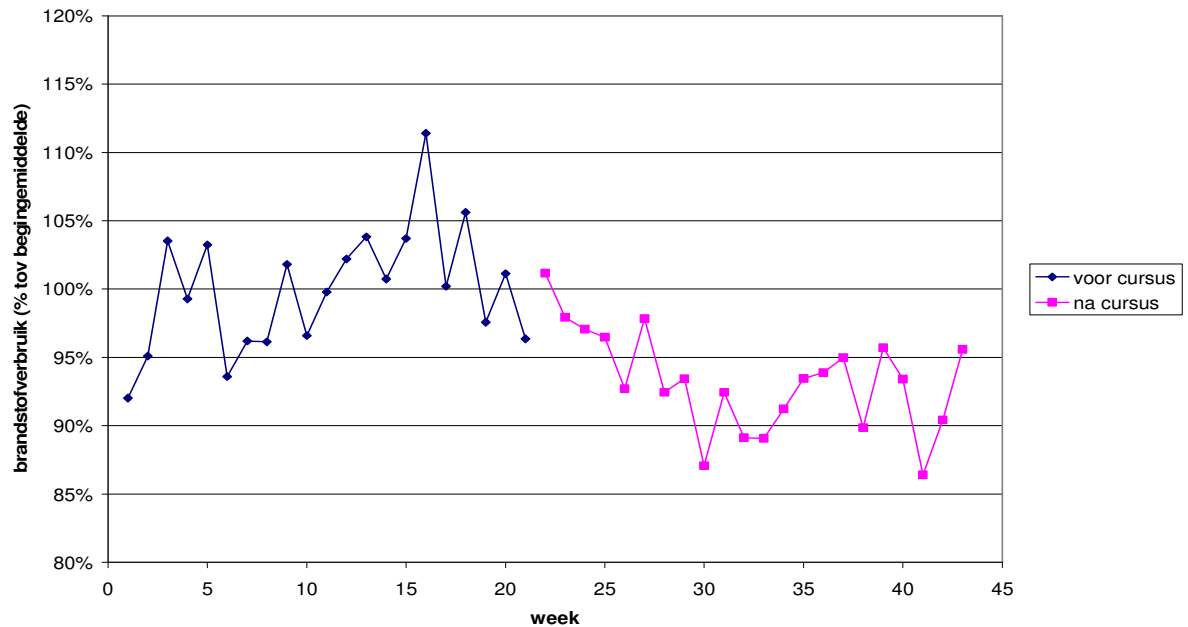
**Figuur 8.** Verdeling van de gereden snelheden op de autosnelweg (deelnemer 1), voor en na de cursus ecodriving



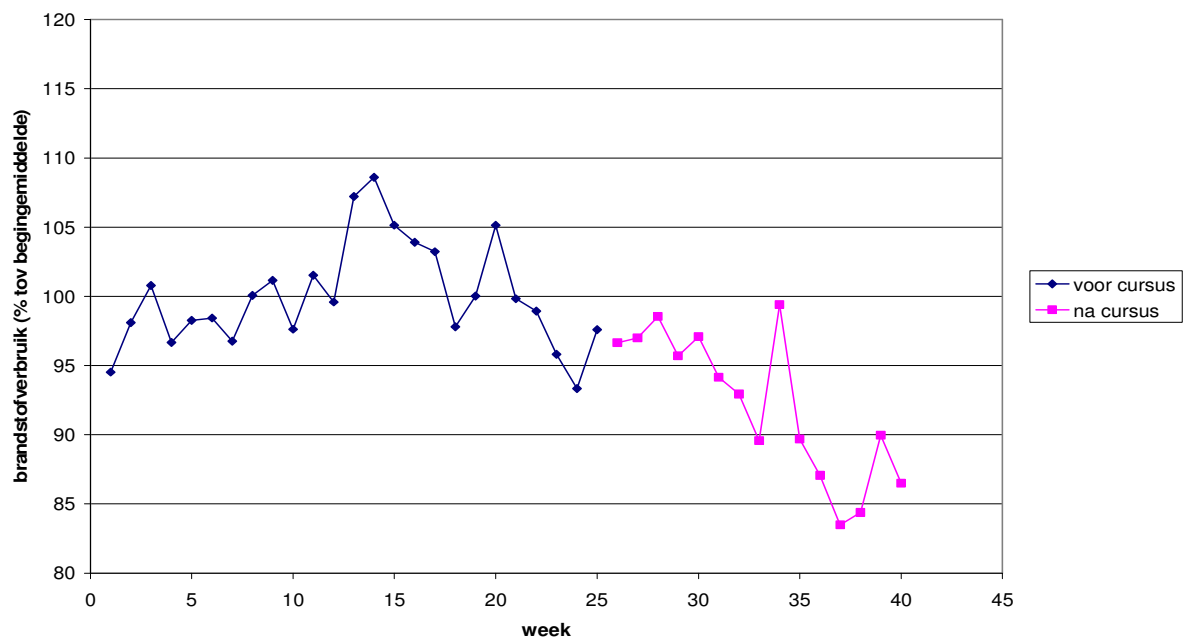
**Figuur 9.** Verdeling van de gereden snelheden op de autosnelweg (deelnemer 1), voor en na de cursus ecodriving

## Brandstofverbruik

Het toepassen van enkele van de ecodrivings tips resulteert in een brandstofverbruiksdaling bij beide deelnemers (zie Figuur 10 en Figuur 11). Bij deelnemer 1 is er een daling van 7% in het gemiddeld verbruik van de periode na de cursus tov de periode voor de cursus, of van 5,8 l/100km naar 5,4 l/100km. Bij deelnemer 2 bedraagt deze daling 8%, of van 6,2 naar 5,7 l/100km.



**Figuur 10. Evolutie van het gemiddeld brandstofverbruik in % tov gemiddelde vóór de cursus (deelnemer 1), voor en na de cursus ecodrivng**



**Figuur 11. Evolutie van het gemiddeld brandstofverbruik in % tov gemiddelde vóór de cursus (deelnemer 2), voor en na de cursus ecodrivng**

### 3.2 Verplaatsingsgedrag

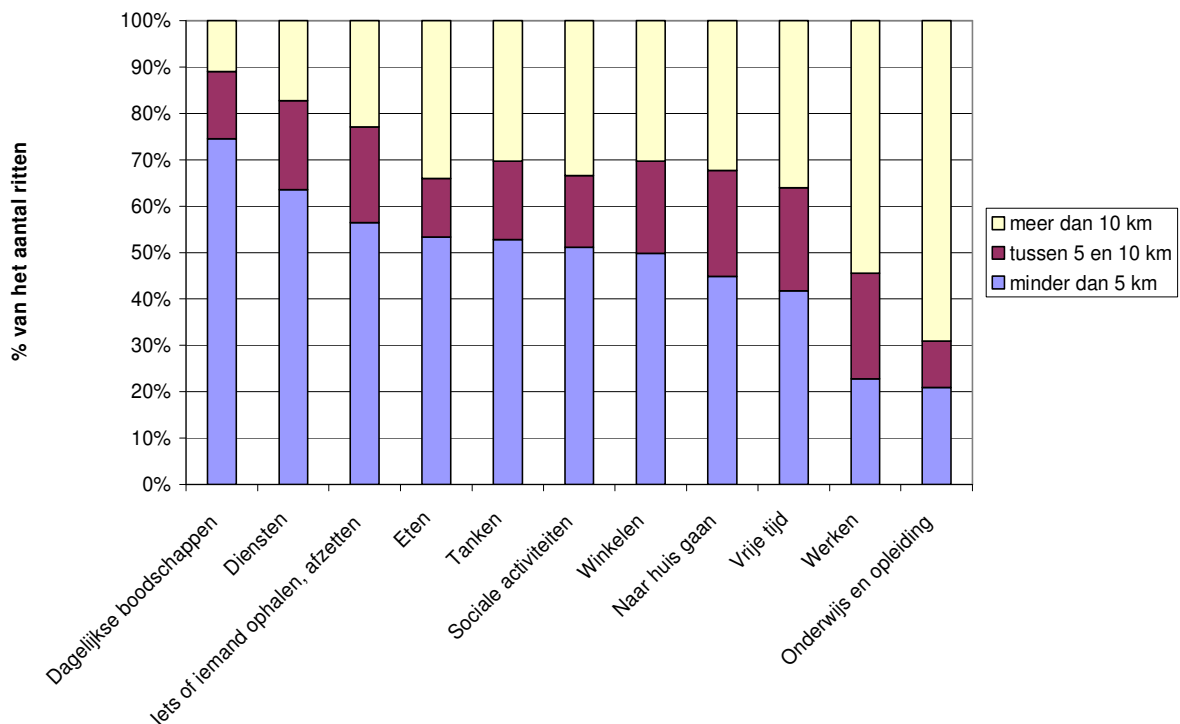
Van elke afgelegde rit beschikten we over volgende gegevens:

- ritkarakteristieken (snelheidsprofiel, afstand, duur, positie, ...)
- voertuigparameters (brandstofverbruik, schakelprofiel, uitrollen in versnelling, ...)
- motief van de rit

De eerste 2 soorten van gegevens werden automatisch door de datalogger verzameld, het laatste diende ingegeven te worden door de bestuurder op een daartoe ontwikkelde webapplicatie. Door deze verschillende gegevens te koppelen zijn enkele interessante resultaten naar voren gekomen. Hierbij moet wel de kanttekening gemaakt worden dat de testgroep bestond uit een 30-tal personen, en dat deze dus zeker niet representatief zijn voor de gehele populatie.

#### Verdeling van de afstand van de ritten

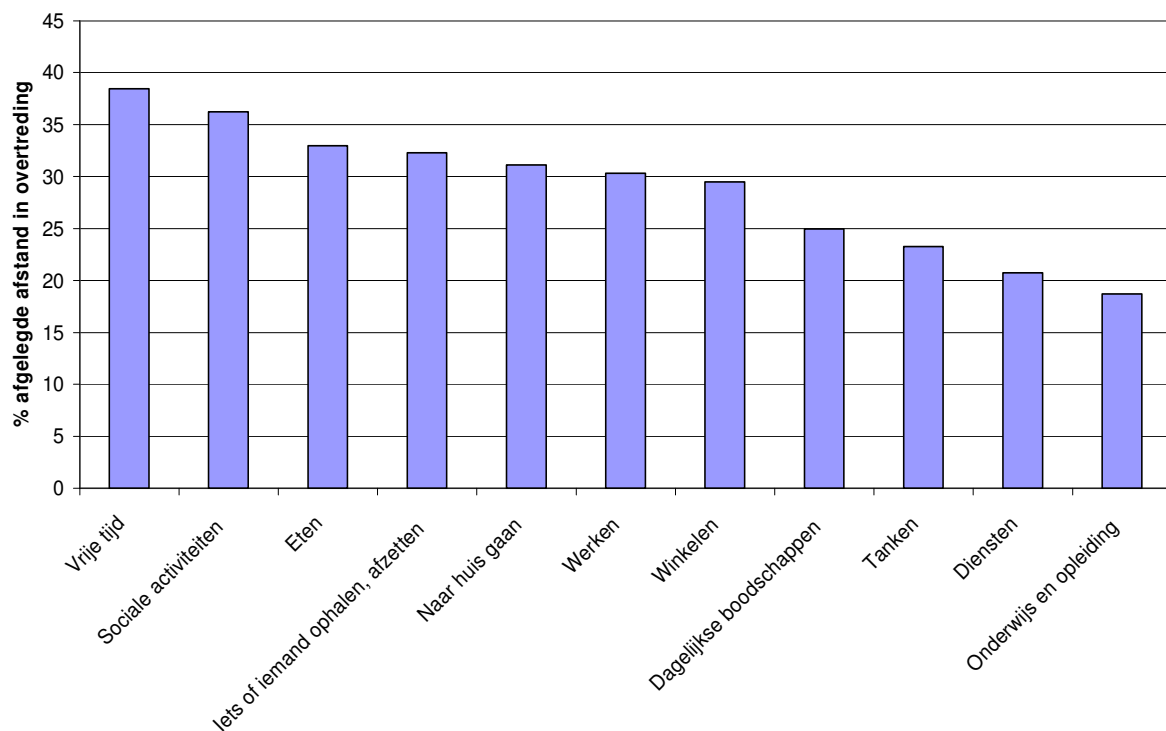
Uit Figuur 12 blijkt dat, met uitzondering van de ritten met als motief 'Naar huis gaan', 'Vrije tijd', 'Werken' en 'Onderwijs en opleiding', meer dan 50% van de ritten met de auto korter dan 5 km zijn. Verder onderzoek moet uitwijzen hoeveel hiervan onderdeel uitmaakten van een langere verplaatsing (keten-verplaatsing). Gemiddeld 1/3 van de ritten met de auto waren langer dan 10km. Bij de ritten met als motief 'Werken' en 'Onderwijs en opleiding' neemt dit aandeel toe tot respectievelijk meer dan 50% en bijna 70%.



**Figuur 12. Verdeling van het aantal ritten naar afstand (minder dan 5km, tussen 5 en 10 km, en meer dan 10 km), onderverdeeld naar motief**

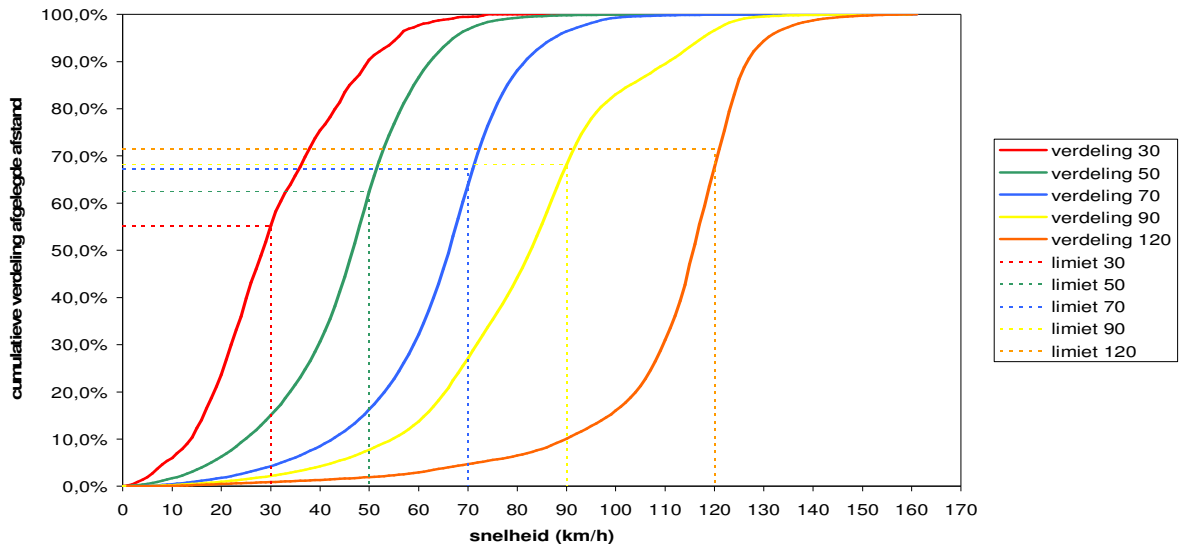
## Snelheidsovertreding

Doordat we van elke rit de exacte GPS-bepaalde positiegegevens hadden gelogd, waren we in staat om elk deel van een rit aan het juiste wegsegment te koppelen in onze GIS-databank. In deze databank was de snelheidslimiet als één van de eigenschappen van de wegsegmenten opgenomen. Aan de hand hiervan bepaalden we welk percentage van de afgelegde afstand, opgedeeld naar motief, in snelheidsovertreding gebeurde. Uit Figuur 13 blijkt dat, op 'Onderwijs en opleiding' na, steeds meer dan 20% van de afgelegde afstand in overtreding gebeurde. Dit loopt op tot bijna 40% bij ritten die als motief 'Vrije tijd' hadden.



**Figuur 13. Percentage van de afgelegde weg in overtreding, onderverdeeld naar motief**

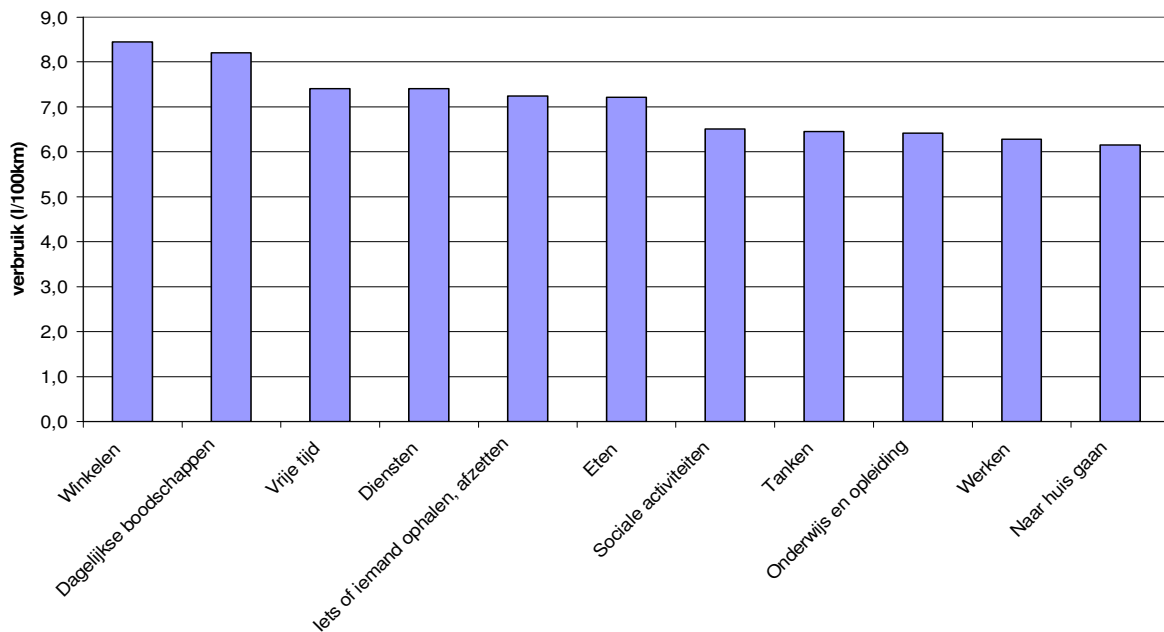
Bekijk je de verplaatsingen in hun totaliteit, dan zie je dat naarmate de snelheidslimiet lager ligt, er procentueel meer afstand in overtreding wordt afgelegd. Uit Figuur 14 blijkt dat bij een snelheidsbeperking van 120 km/h, net geen 30% van de afgelegde afstand in overtreding gebeurt. Dit percentage stijgt tot bijna 45% voor wegen met een snelheidslimiet van 30 km/h.



**Figuur 14. Cumulatieve verdeling van de afgelegde afstand van de gereden snelheid per snelheidslimiet**

### Brandstofverbruik

Door het koppelen van de voertuigparameters aan de ingevoerde motieven, waren we in staat om het gemiddeld brandstofverbruik behorend bij elk motief te berekenen. Uit Figuur 15 blijkt dat de ritten met het motief 'Winkelen' en 'Dagelijkse boodschappen' het hoogste gemiddelde brandstofverbruik kenden. Dit zou kunnen te wijten zijn aan het feit dat deze ritten vaker in een stedelijke omgeving gebeuren, maar dit dient nog onderzocht te worden. Het feit dat 'Werken' en 'Naar huis gaan' het laagste brandstofverbruik kennen, zou te verklaren zijn door het feit dat dit voor de bestuurder bekende trajecten zijn.



**Figuur 15. Gemiddeld brandstofverbruik, onderverdeeld naar motief**

## **4. Toepassingen en onderzoeksopportunities**

### *4.1 Analyse van rijgedrag met de focus op verkeersveiligheid*

De eerste ervaringen met de on-board datalogger met betrekking tot de analyse van rijgedrag van bestuurders zijn positief. De veranderingen in rijgedrag na een cursus ecodriving zijn duidelijk merkbaar. Deze technologie zal echter ook toegepast worden in een onderzoeksproject waarbij de focus ligt op verkeersveiligheid. In een piloottest zullen de parameters die in een voorafgaand onderzoek werden geïdentificeerd om rijgedrag met betrekking tot verkeersveiligheid te karakteriseren [3], effectief worden gemeten en geanalyseerd bij enkele auto's. Bij een aantal van deze auto's zal een nieuwe technologie worden ingebouwd die tot doel heeft de verkeersveiligheid te verhogen. Voorbeelden van dergelijke technologieën zijn bv. ISA (Intelligent Speed Adaptation), systemen die waarschuwen voor obstakels op de weg, zogenaamde 'lane keeping' systemen, etc. Door het monitoren van het rijgedrag voor en na de installatie, zal worden nagegaan wat het effect is van de inbouw van de nieuwe technologie op het rijgedrag en bijgevolg ook vlak van verkeersveiligheid.

Hiernaast zou deze technologie kunnen gebruikt worden om na te gaan wat het effect is van bepaalde infrastructurele ingrepen/eigenschappen. Zo kan in detail nagegaan worden hoe het rijgedrag verandert in de buurt van snelheidscamera's, bij trajectcontrole, ronde punten, etc. Dit is mogelijk indien de GPS-positiegegevens van deze laatste gekend zijn.

### *4.2 Analyse van verplaatsingsgedrag met de focus op milieu-impact*

De gelogde snelheidsprofielen van de verschillende bestuurders en voertuigen kunnen in een voertuig emissie simulatie model zoals VeTESS gebracht worden [4]. Dit model is in staat om op basis van de ogenblikkelijke snelheid het brandstofverbruik en de emissies te berekenen, en dit voor verschillende type voertuigen. VeTESS is ontwikkeld door VITO en MIRA op basis van onder meer zeer uitgebreide emissiemetingen op verschillende voertuigen. Door het invoeren van de bekomen snelheidsprofielen in VeTESS kunnen emissies niet enkel toegewezen worden aan type voertuig of weg, maar ook aan bestuurderskarakteristieken zoals geslacht, leeftijdsgroep, of zelfs het motief van de verplaatsing (werken, winkelen, ontspanning,...), etc [5].

### *4.3 Bron van reële verkeersgegevens*

Indien een statistisch significante groep van voertuigen met een dergelijke technologie zou uitgerust worden, kan dit een zeer waardevolle bron van informatie opleveren. Een aantal relevante toepassingen worden hieronder opgesomd:

- betrouwbare reistijd: aan de hand van de geregistreerde reistijden van de voertuigen over bepaalde wegsegmenten kan een indicatie gegeven worden welke de te verwachten reistijd is voor andere bestuurders (probe data).
- real time verkeersinformatie: wanneer voertuigen vertragen ten opzichte van de te verwachten snelheden kan dit een indicatie zijn waar zich een file begint te vormen. Voorwaarde is dan dat de gelogde data op zeer regelmatige tijdstippen doorgestuurd wordt naar een centrale server en verwerkt worden.

- correctere data rond effectief gereden snelheden: dit is een relevante parameter voor bv. de evaluatie van beleidsplannen rond verkeersveiligheid en het milieu. Nu wordt deze info gegenereerd aan de hand van snelheidscamera's.

## 5. Referenties

- [1] Broekx, S., Denys, T., Int Panis, L. (2006). Long-term travel surveys: how can the burden remain bearable? Proceedings Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 23-24/11/2006, Antwerpen.
- [2] <http://www.ecodriving.be>, 29/09/2008
- [3] Beusen, B., Denys, T. (2008). Verband tussen rijparameters en verkeersveiligheid. Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken. RA-MOW-2008-003.
- [4] Pelkmans L., Debal P., Hood T., Hauser G. and Delgado M. (2004). Development of a simulation tool to calculate fuel consumption and emissions of vehicles operating in dynamic conditions. SAE 2004-01-1873.
- [5] Beckx, C., Int Panis, L., Debal, P., Wets, G. (2006). Influence of gear changing behaviour on fuel-use and vehicular exhaust emissions. Proceedings of the 8th International conferences on Highways and the Urban Environment (HUES 2006), Nicosia, Cyprus.