

## **eCoMove: coöperatieve systemen en services om efficiënter te rijden**

Isabel Wilmink  
*TNO, business unit Mobiliteit en Logistiek*

Jaap Vreeswijk  
*Peek Traffic*

Frans van Waes  
*Vialis*

### **Samenvatting**

In april 2010 is het driejarige EU-project eCoMove gestart, waarin automobielfabrikanten, wegbeheerders, de verkeersindustrie en de onderzoekswereld samenwerken om coöperatieve systemen te ontwikkelen die het brandstofverbruik met 20% kunnen verminderen. Er worden applicaties ontwikkeld die het verkeer op zo efficiënt mogelijk wijze door het netwerk geleiden en applicaties die bestuurders van personen- en vrachtauto's tijdens het rijden ondersteunen. Daarnaast worden ook applicaties ontwikkeld waarmee vervoerders milieuvriendelijker hun ritten kunnen plannen en applicaties waarmee bestuurders voor of na een verplaatsing kunnen bekijken hoe ze hun rijgedrag verder kunnen optimaliseren. Deze bijdrage gaat dieper in op de eCoMove applicaties die de Nederlandse partners zullen (helpen) ontwikkelen. De applicaties zijn bedoeld voor zowel het stedelijke- als het snelwegennet en maken gebruik van voertuig-voertuig en voertuig-infrastructuurcommunicatie. Aandachtspunten bij de ontwikkeling zijn trade-offs tussen brandstofverbruik en overige doelen, en trade-offs tussen systeem- en individuele doelen.

### **Trefwoorden**

coöperatieve systemen, verkeersmanagement, brandstofverbruik, CO<sub>2</sub>-emissies

## 1. Inleiding

### Achtergrond

In april 2010 is het driejarige EU-project eCoMove project gestart, waarin automobielfabrikanten, wegbeheerders, de verkeersindustrie en de onderzoekswereld samenwerken om coöperatieve systemen te ontwikkelen die het brandstofverbruik met 20% kunnen verminderen. Het totale budget van eCoMove bedraagt ruim 22 miljoen euro. Er worden diverse applicaties ontwikkeld:

- applicaties die het verkeer op zo efficiënt mogelijk wijze door het netwerk geleiden (bepalen meest efficiënte routes, “groene groene golven”, optimalisatie inhaalgedrag etc.);
- applicaties die bestuurders van personen- en vrachtauto’s tijdens het rijden ondersteunen (individueel routeadvies, advies m.b.t. snelheidskeuze, optrek-, afrem- en invoeggedrag, etc.);
- applicaties waarmee vervoerders milieuvriendelijker hun ritten kunnen plannen;
- applicaties waarmee bestuurders voor of na een verplaatsing kunnen bekijken hoe ze hun rijgedrag verder kunnen optimaliseren.

Zes Nederlandse partners doen mee aan dit project: DAF, Logica, Peek, Technolution TNO en Vialis. De kans is dus groot dat de eCoMove applicaties de komende jaren hun weg naar de Nederlandse weggebruiker zullen vinden. Temeer omdat Helmond als één van de test sites van het project zal fungeren. Andere test sites worden ingericht in München, Düsseldorf, Berlijn en op het Franse tolwegennet.

Deze bijdrage gaat in op de eCoMove applicaties die de Nederlandse partners zullen (helpen) ontwikkelen. Deze applicaties zijn bedoeld voor het managen van zowel het stedelijke- als het snelwegennet en maken gebruik van voertuig-voertuig en voertuig-infrastructuurcommunicatie. Aandachtspunten bij de ontwikkeling zijn trade-offs tussen brandstofverbruik en overige doelen, en trade-offs tussen systeem- en individuele doelen. eCoMove is een Research & Development project, ter voorbereiding van toekomstig coöperatief verkeersmanagement. Dat betekent dat er nieuwe applicaties ontwikkeld worden, en dat er in beperkte mate getest en geëvalueerd wordt. Een logisch vervolg op eCoMove zou een grootschalige praktijkproef (Field Operational Test) zijn. In dit project worden slechts enkele voertuigen uitgerust en worden ook maar op een paar plekken aanpassingen gedaan aan wegkantsystemen en in verkeerscentrales.

### Leeswijzer

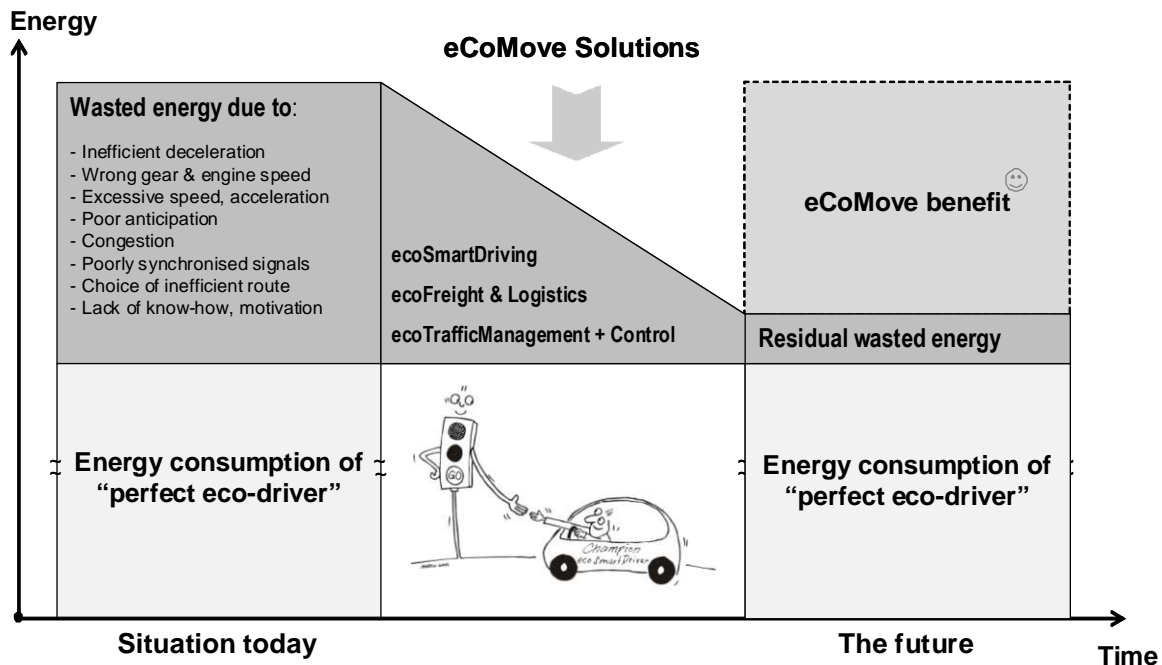
Deze paper behandelt de gedachte achter de eCoMove systemen en applicaties. Vervolgens worden de drie traffic management & controlsystemen die in eCoMove ontwikkeld worden toegelicht:

- eCoABC (Adaptive Balancing and Control)
- eCoMotorway Management
- eCoATS (Adaptive Traveller Support)

Vervolgens gaat de paper in op de te gebruiken verkeers- en emissiemodellen en rol van simulaties in het project. Tot slot wordt vooruitgeblikt naar de werkzaamheden in de komende jaren.

## 2. eCoMove filosofie

Het idee achter eCoMove is dat er voor iedere verplaatsingen een minimum brandstofverbruik is dat bereikt zou kunnen worden door “eco-drivers”, bestuurders die Het Nieuwe Rijden perfect toepassen, reizend over een perfect milieuvriendelijk gemanaged wegennet. In werkelijkheid komt dit niet voor. Er zijn altijd wel factoren die er aan bijdragen dat meer brandstof verbruikt wordt dan nodig is. Bijvoorbeeld door inefficiënt optrekken en afremmen, door gebrek aan anticiperen, door file, door te snel rijden, door inefficiënte afstelling van verkeersregelininstallaties en door slecht gemanagede wegwerkzaamheden. Een combinatie van technologieën zou kunnen helpen om de inefficiënties te verminderen. Het gaat dan om goede planning van verplaatsingen, ondersteuning tijdens de verplaatsing en feedback over het brandstofverbruik en rijgedrag na afloop van de verplaatsing. Het doel van het project eCoMove is om systemen te ontwikkelen die kunnen zorgen voor een vermindering van het brandstofverbruik van 20%. Figuur 1 illustreert het streven van eCoMove.



*Figuur 1: eCoMove streeft naar minimalisatie van inefficiënt rijgedrag*

Figuur 1 noemt drie “eCoMove Solutions”. Dat zijn groepen applicaties die planners en bestuurders helpen om het brandstofverbruik te minimaliseren. Grofweg gezegd richt eCoSmartDriving zich op het ondersteunen van bestuurders van personenauto’s, terwijl eCoFreight & Logistics zich richt op het efficiënter maken van goederenvervoer. eCoTraffic Management + Control richt zich op allerlei verkeersmanagementmaatregelen waaronder het anders instellen van regelininstallaties.

De systemen worden ontwikkeld, getest en geëvalueerd binnen drie subprojecten. De systemen zijn coöperatief: voertuigen communiceren met elkaar en met de infrastructuur. De verschillende systemen moeten dus samen kunnen werken. Daarom zijn er nog twee integrerende subproject: één voor de integratie van alle technische systemen en één voor de integrale evaluatie van de eCoMove systemen. eCoMove zal allerlei in eerdere Europese ontwikkelde technologie gebruiken (zoals communicatieplatforms en on-board technologie).

### **3. Systemen en applicaties voor verkeersmanagement**

#### **eCoAdaptive Balancing and Control systeem (eCoABC)**

eCoAdaptive Balancing and Control, afgekort eCoABC, is de verzamelnaam van alle componenten en applicaties voor stedelijke toepassing die als een totaaloplossing worden gecombineerd in 1 systeem. Dit leidt tot een gelaagde aanpak die bekend is binnen netwerkmanagement waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen toepassing op centraal (strategisch) niveau en lokaal (tactisch) niveau. Op centraal niveau streeft eCoABC ernaar om verkeer op de meest energie-efficiënte manier te verdelen over het verkeersnetwerk, om op deze manier zo goed mogelijk gebruik te maken van de beschikbare infrastructuur. Lokale toepassingen maken gebruik van de beschikbaar gekomen voertuiginformatie en volgen centraal gemaakte keuzes door te regelen en sturen op basis van centraal gestelde optimalisatiedoelen. Deze toepassingen hebben als doel wachttijden en het aantal stops te verminderen, verkeersstromen te homogeniseren en het effect van lokale verstoringen te minimaliseren. Van deze maatregelen is bekend dat ze zowel de algemene verkeerssituatie ten goede komen als het totale brandstofverbruik reduceren. Concreet gaat het bijvoorbeeld om toepassingen zoals dynamische groen golven, snelheidsadviezen en routekeuzeadviezen op basis van lokale verstoringen. Om beter begrip te krijgen van eCoABC zullen nu aantal componenten en applicaties worden besproken.

“eCoNetwork State” – van wezenlijk belang is kennis over de huidige verkeerssituatie en hoe deze zich, zonder en met ingrijpen, zal ontwikkelen. Hiervoor wordt een model ontwikkeld waarin verkeer- en emissiedata handig worden gecombineerd zodat probleempunten aan het licht komen. De vervolgstap is om de meest energiezuinige situatie te bepalen en om op basis daarvan op adequate wijze maatregelen in te zetten.

“eCoGreen Wave” – slechte afstelling van verkeerslichten kan tot zeer milieuonvriendelijke situaties leiden. Het is bekend dat groene golven en dynamische groen golven (groene golven door snelheidsadaptatie) tot een positief resultaat leiden. Het doel van eCoGreen Wave is om op deze kennis voort te borduren, door beter te anticiperen op het verkeersaanbod uit alle richtingen, de samenstelling van dat verkeer en kenmerken van individuele voertuigen. Omvangrijke verkeersstromen, omgeleid verkeer omwille van een milieudoel en pelotons voertuigen worden zo bevoordeeld, terwijl prioriteitsmechanieken zoals voor openbaar vervoer of zwaarbeladen voertuigen blijven gewaarborgd. Het dynamisch karakter van eCoGreen Wave zal in de praktijk betekenen dat groene golven op adaptieve wijze ontstaan en verdwijnen afhankelijk van de verkeerssituatie.

“eCoRouting” – de snelste of kortste route is niet altijd de meest zuinige route. Behalve constante variabelen van een route zoals maximum snelheid, hellingen en kruispunten speelt ook de verkeerssituatie hierin een grote rol. Op basis van eCoNetwork State is het mogelijk om voor iedere herkomst-bestemming relatie de optimale route te bepalen. Lokaal zullen deze routes worden bijgewerkt op basis van nieuw verkregen informatie van wegkantssystemen die bijvoorbeeld zijn gekoppeld met verkeerslichten. Echter, vanuit het oogpunt van verkeersmanagement gaat het niet om de routes die voor ieder individu tot een minimaal brandstofverbruik (of reistijd) zal leiden, maar om de routes die het meest bijdragen aan een minimaal brandstofverbruik voor het gehele verkeersnetwerk. Omdat dergelijke routeadviezen kunnen conflicteren met individuele belangen is het van belang deze te combineren met passende compenserende maatregelen. Figuur 2 geeft een impressie van eCoRouting.



*Figuur 2: Impressie van eCoRouting*

eCoABC kent nog andere componenten en applicaties. Deze richten zich op routekeuze naar parkeergelegenheden, snelheidsadviezen, rijstrookkeuze en proactieve verkeersregeltechnieken. Voor het doel van dit paper gaat het te ver om deze allemaal te bespreken.

### **eCoMotorway Managementsysteem (eCoMM)**

Het doel van het eCoMotorway Management System, afgekort eCoMM, is om het brandstofverbruik en de CO<sub>2</sub> emissie te verminderen met gepaste maatregelen op en rond de autosnelwegen. Het systeem neemt enerzijds verkeersmaatregelen voor de meest energiezuinige doorstroming en ondersteunt anderzijds de individuele weggebruiker bij het invoegen en ritsen dankzij de communicatie tussen infrastructuur en voertuigen. Van de maatregelen wordt verwacht dat zij zullen leiden tot een reductie van het “stop-and-go” verkeer, tot een lager energieverbruik en tot een vermindering van de bijbehorende emissies. De zo gecreëerde homogenere verkeerstromen zullen ook bijdragen aan de verkeersveiligheid.

Voor het nemen van de juiste maatregelen en het assisteren van de weggebruiker maakt eCoMotorway Management gebruik van drie componenten: “eCoNetwork State”, “eCoEmission Estimation and Prediction” en “eCoTraffic Strategies”.

De maatregelen zullen in vijf applicaties worden toegepast: “eCoMerging”, “eCoRamp metering”, “eCoSpeed en Headway Management”, “eCoTruckParking” and “eCoTolling”.

### *eCoMerging*

Als een weggebruiker van rijstrook moet wisselen (bijvoorbeeld voor een rijbaanversmalling of bij het invoegen op de autosnelweg) dient er op de doorgaande rijstrook ruimte te zijn. Deze ruimte wordt door medeweggebruikers op de doorgaande rijstrook niet altijd gecreëerd. Filevorming stroomopwaarts kan het gevolg zijn.

De applicatie eCoMerging heeft als taak om dit ritsproces met coöperatieve systemen te bevorderen. Voertuigen op de doorgaande rijstrook krijgen instructies om ruimte te creëren. Het voertuig dat wil invoegen, krijgt van EcoMerging advies omtrent het moment van invoegen.

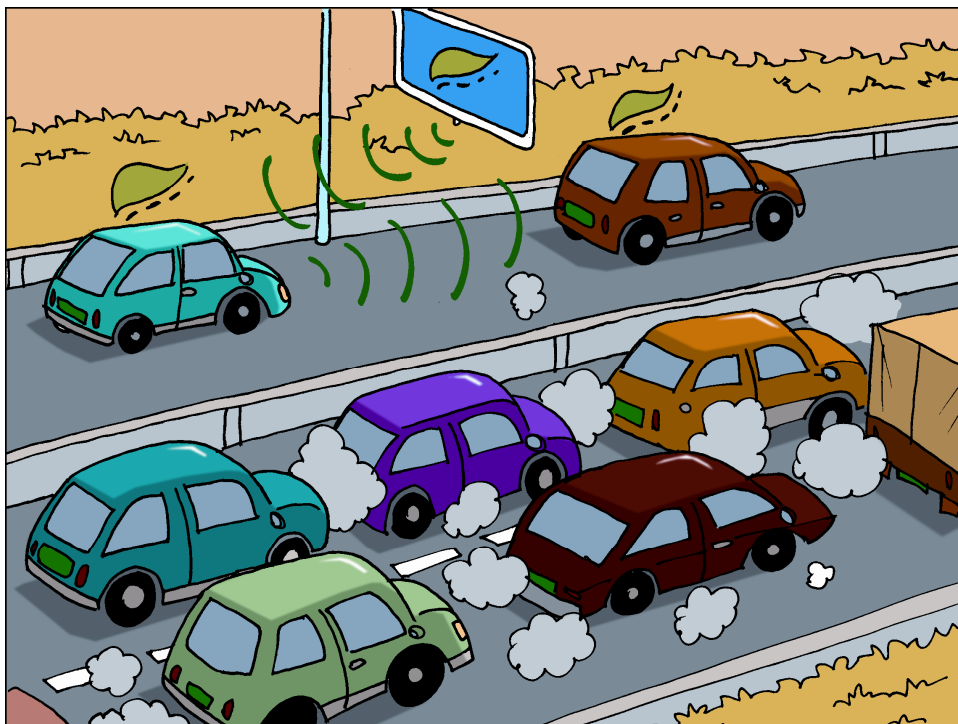
### *eCoRamp metering*

Toeritdosering is een bekende maatregel op de oprit om bij een grote drukte congestie op de autosnelweg te voorkomen. Voertuigen worden één voor één toegelaten. Dit leidt tot een aantal keren “stop-and-go” voor het doseerlicht. Met de applicatie eCoRamp metering wordt beoogd om dit herhaaldelijke “stop-and-go” te reduceren. Voertuigen met een grote impact, zoals vrachtwagens, krijgen daarbij voorrang. EcoRamp metering geeft de te rijden snelheid en eventueel de te kiezen strook aan. Bij het invoegen op de autosnelweg assisteert vervolgens de eCoMerging applicatie.

### *eCoSpeed en Headway Management*

Snelheidsverschillen tussen voertuigen op een rijstrook leiden tot afremmen en weer optrekken. Dit kan tot schokgolven en vervolgens filevorming leiden.

In Nederland geeft momenteel de autosnelwegsignalering bij filevorming de maximumsnelheid aan met vastgestelde beeldstanden (50 of 70 km/u) op de matrixsignaalgevers. De verkeersveiligheid staat hierbij centraal. Met andere factoren als energieverbruik of CO<sub>2</sub> emissie wordt geen rekening gehouden. De applicatie “eCoSpeed en Headway Management” doet dit wel door voertuigen te voorzien van informatie over welke snelheid optimaal is én op welke rijstrook men moet rijden om zo weinig mogelijk brandstof te verbruiken. Zie de linkerrijstrook in figuur 3.



Figuur 3: *ecoSpeed en Headway management op de linkerrijstrook*

De applicaties eCoTruck Parking en eCoTolling zijn gericht op de Franse toloperators. eCoTruck Parking betreft het begeleiden van een vrachtwagenchauffeur naar een vrije parkeerplaats met de door de chauffeur gewenste faciliteiten langs de autosnelweg. eCoTolling heeft als doel om weggebruikers te ondersteunen bij de passage van een tolplein door antwoord te geven op de volgende vragen: met welke snelheid dient het tolplein benaderd te worden, welke rij dient gekozen te worden en met welke snelheid kan het tolplein gepasseerd worden?

### **eCoAdaptive Traveller Supportsystem (eCoATS)**

Veel rijtaakondersteunende systemen in het voertuig maken voor hun toepassingen zo goed mogelijk gebruik van informatie over de omgeving van het voertuig. Naast informatie afkomstig van andere voertuigen komt deze informatie van de wegwant. Het gaat hier bijvoorbeeld om informatie die de actuele en verkeerssituatie beschrijven en hoe deze zich zal ontwikkelen, op een dusdanige manier dat zowel op reistijd als op brandstofverbruik geoptimaliseerd kan worden. Echter, deze informatie moet wel beschikbaar worden gemaakt. Daarom heeft eCoAdaptive Traveller Support (afgekort eCoATS) als doel eco-relevante informatie vanuit de wegwant toegankelijk te maken voor de bestuurder. Dit gebeurt op twee manieren. De eerste variant is enkel informatief, ontleent data uit de eCoABC en eCoMM systemen en schetst op onafhankelijke wijze de verkeerssituatie en geeft de locaties aan waar nu het brandstofverbruik hoog is. Op basis van deze data is het aan het voertuigstelsel of de bestuurder om vanuit het eigen perspectief de meest efficiënte keuze te maken. Merk op dat de uitkomst sterk afhangt van de eigen doelen, voorkeuren en gestelde randvoorwaarden.

De tweede variant is sturend van aard. Op basis van dezelfde beschikbare data wordt al aan de wegwant bepaald welke keuze het meest efficiënt is, maar ditmaal voornamelijk vanuit het oogpunt van het verkeersnetwerk. In een groot deel van de gevallen zal de uitkomst van beide varianten niet veel verschillen omdat de snelste route ook vaak schoonste is. In de overige gevallen is het aan de bestuurder van het voertuig om het wegwantadvies op te volgen of te negeren. Hierbij spelen de motieven van de bestuurder om een advies wel of niet te accepteren een grote rol, in het bijzonder de factoren die tot opvolging van een advies kunnen leiden. Denk bijvoorbeeld aan compensatiemiddelen zoals monetaire beloning, eigen kostenbesparing door brandstofbesparing of de mogelijkheid verloren tijd later tijdens de trip in te halen. De invloed van dergelijke middelen worden verder onderzocht in een ander deelproject van eCoMove (de evaluatie).

## **4. Ondersteunende modellen en simulaties**

eCoMove wil een reductie van het brandstofverbruik realiseren door communicatie tussen voertuigen onderling en tussen voertuigen en de infrastructuur. De continue uitwisseling van gegevens stelt bestuurders, voertuigen en verkeerssystemen in staat om routes te optimaliseren en efficiënt rijgedrag te ondersteunen.

Hoewel veel van de bouwstenen voor eCoMove al aanwezig zijn (een groot aantal coöperatieve applicaties werd in april 2010 in Amsterdam gedemonstreerd in de Cooperative Mobility Showcase), moet nog wel wat werk verricht worden om systemen te maken die specifiek gericht zijn op het verminderen van het brandstofverbruik. Zo moet het bijvoorbeeld mogelijk zijn een goede kortetermijnprognose te geven van de verkeersafwikkeling in een

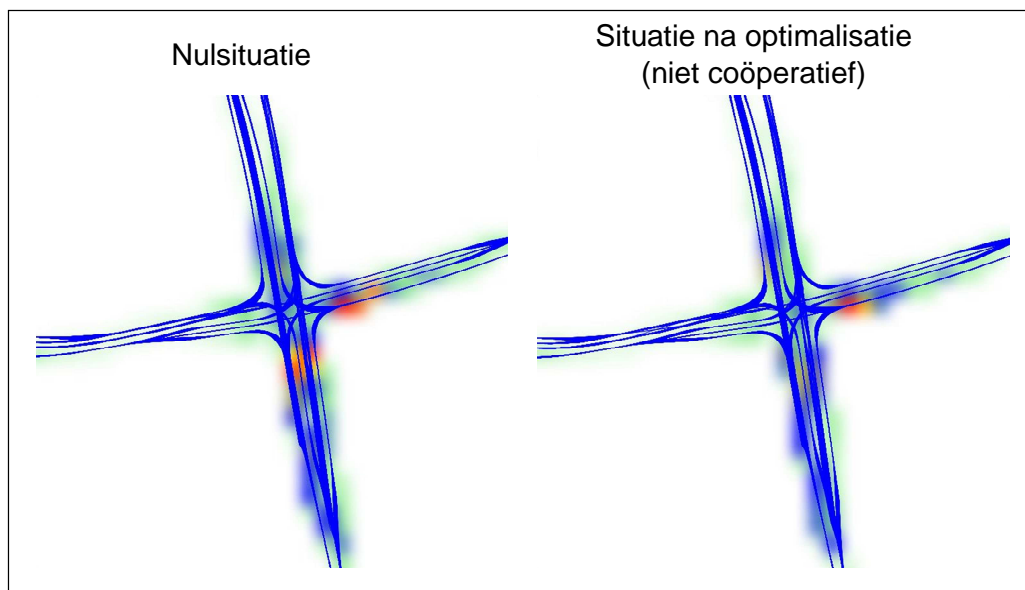
netwerk en van het bijbehorende brandstofverbruik (Waar treden inefficiënties op? Waarom? Wat kan er aan gedaan worden – routeadviezen? Aanpassing verkeerslichten? En wat goed is voor personenauto's, is dat ook goed voor vrachtauto's?). Om het hele eCoMove concept mogelijk te maken, moeten diverse modellen ontwikkeld worden, en simulatietools om de innovatieve applicaties uit te testen. Dit ter voorbereiding van tests op de weg, maar ook voor evaluatiedoeleinden. Het is namelijk de bedoeling de eCoMove systemen te installeren in voertuigen, langs de weg en in verkeerscentrales, zodat ze op de weg getest kunnen worden. Maar omdat dit een Research & Development project is (en geen Field Operational test) is het aantal voertuigen dat uitgerust gaat worden met eCoMove systemen beperkt. Ter aanvulling van wat op de weg getest wordt, worden simulaties uitgevoerd. Zo kan bekeken worden welk de eCoMove systemen kunnen hebben als een groot gedeelte van het wagenpark er mee uitgerust wordt.

De volgende aandachtspunten met betrekking tot de nu beschikbare modellen en simulatietools zijn al geconstateerd:

- Er zijn modellen nodig met verschillende detailniveaus: van modellen van hele netwerken (voor routeringsapplicaties) tot modellen van een enkel kruispunt of van een stukje weg van een paar honderd meter (voor gedetailleerd snelheids- en rijstrookkeuzeadvies).
- Er zijn modellen nodig die zich richten op een specifiek voertuig (voor de in-car applicaties, bijvoorbeeld) en modellen die zich richten op verkeersstromen (op een wegvak of in een netwerk).
- Sommige applicaties hebben modellen nodig die razendsnel moeten kunnen werken met real-time data uit verschillende bronnen.
- Naast het kunnen waarnemen van de staat van het verkeer op een route of in een netwerk zijn ook kortetermijnvoorspellingen (voor verkeer en brandstofverbruik!) nodig – waarmee bepaald kan worden welke maatregelen nodig zijn en welk effect ze naar verwachting zullen hebben.
- Alle inefficiënties die eCoMove aanpakt moeten op realistische wijze gemodelleerd kunnen worden. Dit vereist veel kennis van bestuurders- en voertuiggedrag.
- De modellen die in de systemen in de voertuigen, in apparatuur langs de weg en in de verkeerscentrales gebruikt worden moeten ook in een simulatieomgeving ingezet kunnen worden. Dit betekent bijvoorbeeld dat de reacties van bestuurders op adviezen en de communicatie die tussen voertuigen onderling en met de infrastructuur plaatsvindt op realistische wijze gemodelleerd moet kunnen worden. De hiervoor benodigde informatie kan maar deels uit de tests op de weg gehaald zal kunnen worden. Aanvullend kan informatie verkregen worden uit proeven in de rijnsimulator.

De projectpartners binnen eCoMove beschikken over diverse modellen die verder ontwikkeld kunnen worden om aan de eisen van de eCoMove systemen te voldoen. Gedacht wordt aan het gebruik van dynamische macroscopische verkeersmodellen (zoals Indy of Dynasmart), microscopische verkeersmodellen als VISSIM en een brandstofverbruik/emissiemodel als EnViVer (zie figuur 3), dat al beschikbaar is als add-on voor VISSIM maar ook (in een aangepaste vorm) ingezet kan worden voor meer macroscopische berekeningen, door emissiefactoren voor allerlei relevante verkeerssituaties af te leiden.





*Figuur 3: Visualisatie van de uitvoer van microscopisch emissiemodel EnViVer: (links) nulsituatie (rechts) situatie na optimalisatie: één knelpunt is verdwenen. Met eCoMove applicaties kan de situatie nog verder verbeterd worden.*

## 5. Vooruitblik

eCoMove heeft een looptijd van drie jaar en zal pas in 2013 afgerond worden. Dat lijkt ver weg, maar er moet nog veel gebeuren. De eerste stap in het project betrof het vaststellen van welke systemen gewenst zijn, welke inefficiënties ze gaan aanpakken, en wat voor applicaties en modellen ontwikkeld moeten worden. Stakeholders uit heel Europa (wegbeheerders, automobiel- en vrachtwagenfabrikanten, de verkeersindustrie, logistieke bedrijven, etc.) hebben hun wensen met betrekking tot de eCoMove systemen en de te adresseren inefficiënties aan kunnen geven.

De volgende stappen zijn de uitwerking van de eCoMove architectuur, de ontwikkeling van de meest veelbelovende applicaties en de selectie van situaties waarin ze effect kunnen hebben en uitgetest kunnen worden. Dat testen gebeurt op de weg en in simulaties. Bekeken wordt of de systemen werken zoals bedoeld, hoe bestuurders de systemen gebruiken en wat voor effect dit heeft op de verkeersafwikkeling en het brandstofverbruik.

De resultaten hiervan worden gebruikt om te bepalen of de eCoMove systemen inderdaad kunnen zorgen voor een 20% reductie van het brandstofverbruik (en de CO<sub>2</sub>-emissies). Ook zal worden gekeken wat er voor nodig is om de eCoMove systemen op brede schaal geïntroduceerd te krijgen. Daarbij zijn, omdat het coöperatieve systemen betreft, veel stakeholders betrokken. eCoMove zal hen zoveel mogelijk ondersteunen, zodat eCoMove binnen een paar jaar bij kan dragen aan een schoner en zuiniger (en hopelijk ook veiliger en robuuster) verkeer- en vervoersysteem.

## 6. Projectinformatie



eCoMove is een Large-scale integrating project in Thema 3 (ICT) van het 7e Kaderprogramma van de EC en wordt deels gefinancierd door de EC. Informatie over eCoMove is te vinden op <http://www.ecomove-project.eu>.