KATHOLIEKE UNIVERSITEIT
LEUVEN

Metaforum visietekst 4

Personenmobiliteit in Vlaanderen

Visietekst werkgroep Metaforum Leuven, voorgesteld op het symposium van 25 maart 2011

Samenstelling werkgroep:

Coördinator: prof. dr. Stef Proost, Economie

Prof. dr. ir. Johan Driesen, Elektrotechniek
Prof. dr. ir. André Loeckx, Architectuur, Stedenbouw en Ruimtelijke Ordening
Prof. dr. Benoit Nemery, Maatschappelijke Gezondheidszorg
Prof. dr. Thérèse Steenberghen, Ruimtelijke Informatieverwerking
Prof. dr. ir. Chris Tampère, Industrieel Beleid, Verkeer en Infrastructuur
Prof. dr. ir. Eric Van den Bulck, Thermotechniek
Dr. Tom Truyts, Economie

Metaforum Leuven
www.kuleuven.be/metaforum



METAFORUM LEUVEN

De interdisciplinaire denktank Metaforum Leuven wil de deelname van de K.U.Leuven aan het maatschappelijk debat versterken. Daartoe ondersteunt Metaforum Leuven denkgroepen die wetenschappelijke expertise samenbrengen en onderzoekers vanuit verschillende disciplines in gesprek brengen rond relevante maatschappelijke problemen.

Eerdere visieteksten van Metaforum Leuven:

1. Het toenemend gebruik van psychofarmaca (2010)
2. Biodiversiteit: basisproduct of luxegoed? (2010)
3. Socio-economische verschillen in overgewicht (2010)

Metaforum Leuven
Interdisciplinaire denktank K.U.Leuven
Zwartzustersstraat 2 bus 5009
3000 Leuven

metaforum@rec.kuleuven.be

www.kuleuven.be/metaforum

INHOUDSOPGAVE

Metaforum Leuven 2

1. Personenmobiliteit 4

A. Inleiding: inperking, probleemstelling, aanpak 4

Multidisciplinaire verruiming en thematische inperking 4

Een complexe problematiek verdraagt geen manifest 4

Een kwestie van kosten en baten? 5

Een denkschema als *road map* 7

B. Hoe belangrijk is de keuze van het juiste voertuig? 10

De relatie tussen voertuigemissies en gezondheid 10

De effecten van de voertuigkeuze 12

C. Fijnregelen, bijwerken, bijsturen: (veel) meer halen uit onze bestaande weginfrastructuur 19

Het aanpakken van zwakke punten en precaire situaties: van capaciteitsverlies naar capaciteitsmaximalisatie 19

Capaciteitswinst door de fijnregeling van kruispunten 20

Capaciteitswinst door de aanpassing van structurele knelpunten 21

Capaciteitswinst door proactief filebeheer 21

De keuzes van weggebruikers bijsturen: beprijzen en sturen op welbevinden 22

D. Hoe onze ruimte goed structureren? Zonder goede ruimtelijke planning gaat het niet 29

Ruimtelijke planning voor betere mobiliteit: problematieken, doelstellingen en actieterreinen 29

De Vlaamse ruimte anders bekijken 38

E. De structuur van het wegennet: een pleidooi voor een robuust en hiërarchisch stelsel met daarin een opgewaardeerd samenhangend regionaal netwerk 43

De ontmanteling van een samenhangend secundair (regionaal) wegennet: een begrijpelijke maar ongelukkige keuze 43

Van een kwetsbare boomstructuur naar een robuust, samenhangend, drieledig en multimodaal stelsel 44

F. Kritische bedenkingen bij enkele beleidskwesties 48

2. Beleidsaanbevelingen 51

3. Referenties 53

1. PERSONENMOBILITEIT

A. INLEIDING: INPERKING, PROBLEEMSTELLING, AANPAK

MULTIDISCIPLINAIRE VERRUIMING EN THEMATISCHE INPERKING

Deze tekst bevat een synthese van de ideeën die een multidisciplinaire denkgroep van de K.U.Leuven rond de problematiek van personenmobiliteit in Vlaanderen verzamelde binnen een veertigtal uren open discussies.

Er wordt niet gezocht naar één waarheid, wel naar de rijkdom en complementariteit die verschillende disciplines kunnen brengen en nieuwe onderzoeksimpulsen die daaruit kunnen voortkomen.

We hebben ons beperkt tot personenmobiliteit in Vlaanderen op korte tot lange termijn. Vanzelfsprekend is er interactie met het vrachtvervoer en wordt ook het internationaal vervoer (lucht- en zeevaart) steeds belangrijker. Voor het personenvervoer blijft de lokale en regionale overheid echter het belangrijkste beleidsniveau, terwijl het vrachtverkeer meer een Europese bevoegdheid is. Ook kwantitatief is personenvervoer nog steeds dominant.

EEN COMPLEXE PROBLEMATIEK VERDRAAGT GEEN MANIFEST

Problemen en klachten genoeg: permanente congestie, monsterfiles tot 900 km, files die files aanmaken, elk jaar het equivalent van ‘een kleine gemeente’ aan verkeersslachtoffers (in 2008 waren er 48.827 ongevallen met 944 doden en 6.782 zwaargewonden), onvoldoende onderhouden wegen, grote subsidies voor Openbaar Vervoer (OV), beperkte dienstverlening buiten de werkdagen en werkuren, lege of overvolle treinen en bussen, gebrek aan stiptheid van het treinverkeer, ontoereikende investeringen in de veiligheid van het spoor, onheus gebruik van de wegeninfrastructuur (snelwegen slibben dicht door lokaal verkeer, lintbebouwing langs regionale wegen verhindert doorstroming, lokale wegen bedienen snelwegen, sluikverkeer alom), congestiegevoelige op- en afritten, te ruw afgestelde verkeerslichten, te weinig goede fietspaden, volgeparkeerde straten, 20% van het verkeer in de steden op zoek naar parking, fijn stof, CO_2-uitstoot, geluidshinder, verlies aan woonkwaliteit, afbreuk van leefbaarheid, …

Is efficiënte personenmobiliteit organiseren zoals proberen rendement te halen uit een niet goed gekende, verkeerd benutte, ontregelde, slecht onderhouden en verouderde machine? Als dit beeld klopt, lijken de remedies voor de hand te liggen: kennis en kunde over verkeer en mobiliteit vermeerderen; systemen, vervoersmiddelen en verkeersinfrastructuren gepast leren gebruiken; al wat beschikbaar is zo goed mogelijk afstellen en onderhouden; overal waar nodig en mogelijk verbeteringen op punt stellen en doorvoeren. Zo eenvoudig is het jammer genoeg niet. Mobiliteit is niet zomaar te vergelijken met een machine, eerder met complexe processen, met een soort ecosysteem, een ingewikkeld samenspel van talrijke, heel verschillende, vaak tegenstrijdige factoren.

Het gaat om het instellen en bijstellen van niet evidente evenwichten tussen kosten en baten, lasten en lusten, en dit voor een groot aantal betrokkenen met erg verschillende belangen (automobilisten, zwakke weggebruikers, omwonenden, bedrijven, lobbygroepen, politici, belastingbetalers, …). Het gaat om problemen die lijden onder *displacement*: lokale ingrepen met een onverwacht effect elders. Het gaat om activiteiten die zich op meerdere schalen en binnen meerdere tijdsframes tegelijk afspelen: zowel de dagelijkse weg naar school als de jaarlijkse

vakantie-uittocht. Het gaat om het aanpakken van urgenties versus het investeren in effect op langere termijn. Het gaat om conflicten tussen bevoegdheden en sectoren. Het gaat om tegenspraken tussen systeemlogica en individuele keuze, om moeilijke evenwichten tussen verplichten en aanmoedigen, …

Wat volgt is niet onze *deus ex machina* voor het mobiliteitsvraagstuk en evenmin de oorkonde of het manifest van de betere, duurzame mobiliteit, maar wel een gedachteoefening die:

1) vertrekt van de (vermoedelijk nog toenemende) behoefte aan mobiliteit,
2) probeert kritisch onderzoek te stellen tegenover apriorisme, dogma en retoriek,
3) vertrekt van wat bestaat: maatschappelijke conditie, ruimtelijke context, mobiliteitverloop, problemen en klachten, beschikbare kennis, mogelijke oplossingen,
4) zoekt naar een goede samenhang en evenwicht tussen situaties, problemen, belangen, oplossingen, individuele keuzes, kortom naar een beter ecosysteem van (personen)mobiliteit.

EEN KWESTIE VAN KOSTEN EN BATEN?

Bij al deze vragen komen steeds twee dimensies aan bod. Ten eerste, wat is ‘goed’ en wat is ‘slecht’, en ten tweede, hoe zorgen we ervoor dat de juiste keuzes worden gemaakt? De vraag wat goed en wat slecht is, vormt op zich al een uitdaging. Vraag en antwoord zijn functies van de bevraagde doelstelling: gaat het om het maatschappelijk voordeel? Om individuele moeite en tijd? Om efficiëntie? Om leefkwaliteit? Om duurzaamheid? De vraag beantwoorden lijkt eenvoudiger in termen van kosten en baten. Men kan beginnen met het bij elkaar zetten van baten en kosten voor de betrokkenen. Dit zijn de niet alleen de gebruikers die nut hebben bij een bepaalde verplaatsing en daarvoor ook directe kosten willen dragen (eigen tijd, ticketkost openbaar vervoer, kosten van eigen vervoermiddelen), maar ook de aanbieders van vervoer (openbaar vervoer en weginfrastructuur). Bovendien zijn er ook de indirecte betrokkenen: de slachtoffers die de zogenaamde externe kosten dragen (gezondheid, geluid, ongevallen) en ten slotte de belastingbetalers die via autobelastingen en algemene belastingen meebetalen voor subsidies aan het openbaar vervoer, infrastructuur enz. Zelfs indien we al deze kosten en baten kennen, blijft de vraag bestaan hoe we daarmee omgaan, hoe we deze billijk verdelen. Wegen de kosten voor de armen zwaarder door dan de kosten voor de rijken, en zo ja, hoeveel? Willen we absoluut een minimum garanderen van bepaalde toegang tot mobiliteit en dit laten betalen door iedereen, en zo ja, hoever willen we daarin gaan? Wat doen we wanneer de kosten en baten van een beleidsmaatregel heel ongelijk verdeeld zijn? Welke plaatsen moeten absoluut verkeersleefbaar zijn, in de zin dat voetgangers en fietsers er zonder gevaar kunnen bewegen?

Hoe bepalen we best wat wordt gesubsidieerd en wat zwaarder moet worden belast? In de studie van de economie bestaat daar een vrij algemeen aanvaarde theorie over. De econoom gaat uit van het feit dat de consument het best weet wat goed is voor hem (mits voldoende informatieverschaffing). Wanneer er voldoende concurrentie is, zijn de marktprijzen in principe een goede indicator van de schaarste. Soms zijn er verborgen kosten of kosten die vooral door de anderen worden gedragen (‘externe kosten’) en dan is het best die aan te rekenen door een extra belasting, zodat de consument in die activiteit rekening houdt met de volledige kosten. Als men zeker is wat een goede oplossing is, kan men ook een norm stellen (bijvoorbeeld een auto met minder gevaarlijke uitstoot verplichten). Soms zijn er verborgen baten of baten die vooral naar de anderen gaan, en dan is een subsidie verantwoord of kan men een norm opleggen, indien men zeker is wat er het best zou gebeuren. Men kan bijvoorbeeld historische gebouwen of mooi landschap beschermen (norm) of wederopbouw fiscaal stimuleren (subsidie), omdat dit ook voor de niet-eigenaars een grote waarde heeft. Subsidies voor onderzoek en ontwikkeling

bij bedrijven en universiteiten zijn verantwoord, omdat deze laatste via patenten vaak maar een gedeelte van de meerwaarde van hun onderzoek kunnen recupereren. Zonder subsidie zou er te weinig onderzoek gebeuren.

Een andere vorm van subsidie is bijvoorbeeld voor openbaar vervoer wanneer er grote schaalrendementen zijn: dit geldt vooral voor metro en trein, veel minder voor busvervoer. De reden is dat de extra kost voor een reiziger klein is eens het spoornet er ligt en wordt onderhouden, maar de spoormaatschappij kan nooit uit de kosten komen door enkel de meerkost van een verplaatsing te vragen aan de reiziger. Het aanrekenen van de gemiddelde kost aan de reiziger zou dan weer tot inefficiënt weinig verplaatsingen leiden en, indien de grote vaste kosten op een gering aantal reizigers moeten worden verhaald, de organisatie van verplaatsingen per trein of metro onmogelijk maken. Dit betekent dat een bepaalde subsidie verantwoord kan zijn.

Een derde vorm van subsidie is een 'tweede best' subsidie. Men subsidieert dan bijvoorbeeld het openbaar vervoer via lagere prijzen voor de bus en de trein, omdat het onmogelijk is de volle sociale kost aan het autoverkeer aan te rekenen zolang er geen tijd- en plaatsafhankelijke heffing bestaat. Men weet dat er idealiter minder autoverkeer zou moeten zijn in de spits. Veronderstel dat x minder verplaatsingen in de spits wenselijk zijn, en dat een gedeelte van deze x reizigers best niet zou reizen (bijvoorbeeld x_1) en een ander gedeelte (x_2) best zou overstappen op de bus. Door de bus voldoende te subsidiëren, verkrijgt men dat x_2 inderdaad overstapt op de bus, maar ook dat er veel andere gebruikers bijkomen op de bus die meeprofiteren van de subsidie die niet echt voor hen bedoeld was. Ook x_1 blijft met de auto rijden, zodat het duidelijk een 'tweede best' maatregel is.

Er bestaan heel veel soorten subsidies. Politiek worden subsidies echter ook vaak misbruikt om de eigen kiezersgroep voordelen toe te kennen. Dit betekent niet dat alle subsidies verkeerd zijn, wel dat goed moet worden nagedacht over hun rechtvaardiging.

Ten slotte is het belangrijk te vermelden dat we allemaal belang hechten aan een goede inkomensverdeling. In de studie van de economie wordt aangetoond dat dit meestal het best gebeurt via een progressieve inkomensbelasting en niet door de marktprijzen aan te passen.

Op basis van kosten en baten de juiste keuzes maken qua ruimtelijke ordening, infrastructuur of voertuigtechnologie zou misschien mogelijk zijn als we op voorhand al de kosten en baten voor iedereen, voor alle sectoren, voor alle doelstellingen kenden, als we een supercomputer hadden die het resultaat van ontelbare individuele keuzes kon voorspellen en als we allemaal aanvaardden om gestuurd te worden door een dergelijke *Big Brother*. Geen van deze veronderstellingen geldt: we hebben slechts gedeeltelijke en vage informatie over de huidige behoeften en nog minder over hoe die in de toekomst zullen evolueren. We kennen mogelijk de kosten van onze eigen verplaatsingen, omdat we er zelf over beslissen, maar de overlast die we aan anderen berokkenen qua gezondheid, tijdsverlies of vermindering van leefkwaliteit kennen we slechts bij zeer grove benadering. Hetzelfde geldt voor de kosten van infrastructuur: zal de brug of tunnel 1, 2 of 5 miljard € kosten? Ten slotte willen we ook zelf kiezen en staan we op onze privacy. Dit impliceert dat het beleid een evenwichtsoefening zal moeten zijn tussen het scheppen van een dwingend kader enerzijds (ruimtelijke planning, voertuigregulering, snelheidsbeperking) en incentieven voor de mobiliteitsgebruikers anderzijds (opvoeding, aansporing, aanbieden van gebruiksgemak, beprijzing, …). Het vastleggen van een dwingend kader is interessant als de beleidsmaker vrij zeker is van de beste oplossing (bijvoorbeeld geen woningen naast de startbaan) of wanneer er nood is aan collectieve coördinatie (iedereen moet rechts rijden). Incentieven zijn de enige mogelijkheid als alleen de gebruiker zijn baten en kosten goed kent, als een dwingend kader tot onverantwoord grote kosten leidt of wanneer een dergelijk kader simpelweg niet aanvaard wordt door de bevolking. Kortom, de vraag stellen in termen van kosten en baten is ingewikkelder dan het lijkt, maar biedt een goed uitgangspunt voor het in kaart brengen van de complexiteit van personenmobiliteit.

EEN DENKSCHEMA ALS *ROAD MAP*

Een bruikbaar denkschema om het samenspel van kader, kosten en keuzen te situeren is volgend vraag-aanbodschema voor wegvervoer. Het betreft de relatie tussen de gebruikerskosten en het volume aan verplaatsingen (als som van individuele beslissingen) voor personenverkeer tussen twee steden (*in casu* Leuven en Brussel) tijdens de spits. De concrete invulling van het schema is dus contextafhankelijk, de denkwijze die het illustreert niet.

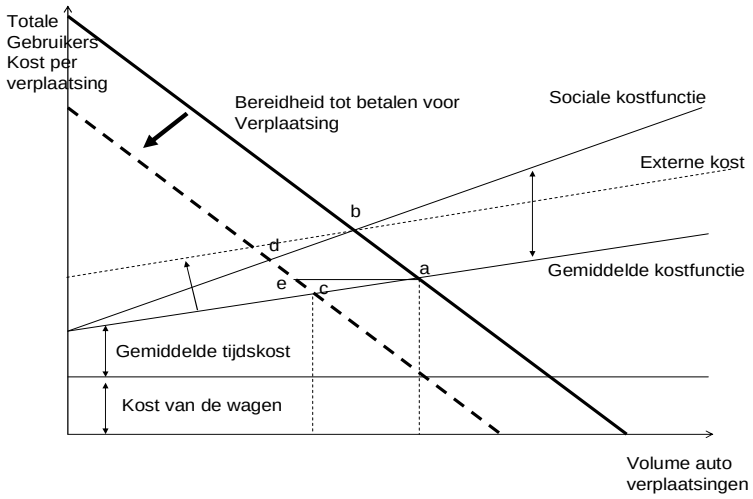
In figuur 1 zien we, voor een gegeven lokalisatie van woningen, werkplaatsen, scholen en crèches en een gegeven organisatie van het openbaar vervoer, een bereidheid tot betalen voor autoverplaatsingen in de spits tussen de twee steden: dit is de vetgedrukte lijn die door punten **a** en **b** loopt. Sommige autoritten zijn moeilijker substitueerbaar door ritten op andere tijdstippen of met andere vervoersmodi, zodat weggebruikers dan bereid zijn een hogere gebruikerskost te betalen om deze verplaatsing toch met de auto te kunnen maken in de spits. We ordenen alle weggebruikers van hogere naar lagere bereidheid tot betalen en zetten ze uit op een assenstelsel met de gebruikers op de horizontale (X-) as en de gebruikerskost die men wil betalen op de verticale (Y-) as. Mensen willen een verplaatsing maken zolang hun bereidheid tot betalen de te betalen gebruikerskost voor een verplaatsing overtreft. Dezelfde lijn geeft daarom ook het totale aantal verplaatsingen (X-as) weer dat individuen willen maken voor een gegeven totale gebruikerskost (Y-as). De gebruikerskost is hier de totale gebruikersprijs of ‘gegeneraliseerde prijs’ die bestaat uit twee componenten: een monetaire kost van wagengebruik en de gemiddelde tijdskost. Hoe lager dit totaal, hoe meer verplaatsingen we mogen verwachten (we bewegen ons nog steeds enkel op en neer op de vetgedrukte curve van figuur 1).

Om nu het aantal gerealiseerde verplaatsingen te kennen in de realiteit moeten we de totale gebruikerskost kennen. Die zal echter afhangen van het aantal gerealiseerde verplaatsingen, omdat meer verplaatsingen meer congestie meebrengen en dus een hogere tijdskost. Op de figuur lossen we dit op door, naast de bereidheid tot betalen voor een verplaatsing (de vetgedrukte curve die we net hebben besproken), ook de totale gebruikerskost uit te zetten als functie van het aantal verplaatsingen. De totale gebruikerskost is de som van een monetaire kost en een tijdskost. De (monetaire) kost van de wagen is op de figuur constant genomen voor elk volume verkeer en ook werd de afwezigheid van belastingen verondersteld. De gemiddelde tijdskost hangt echter af van de verhouding tussen het volume verkeer en de capaciteit van de infrastructuur. Wanneer we meer volume autoverkeer hebben, stijgt de tijdskost. De som van de twee kosten is de (stijgende) gemiddelde kostfunctie die getekend is en ook door punt **a** loopt. Het volume autoverkeer dat we observeren, komt overeen met punt **a**. In dit punt is de gemiddelde totale gebruikerskost (de kost van de wagen plus de gemiddelde tijdskost) gelijk aan de bereidheid tot betalen van de laatste autogebruiker (de gebruiker ter hoogte van **a**, dus de effectieve weggebruiker met de laagste bereidheid tot betalen). Alle autogebruikers die zich links van punt **a** bevinden, willen de verplaatsing zeker nog maken. De individuen rechts van **a** zien af van de verplaatsing in de spits en verkiezen eventueel een andere modus of een ander tijdstip. Punt **a** wordt in de rest van deze tekst een ‘gebruikersevenwicht’ genoemd, omdat het de resultante is van het individueel gedrag, ook al is het dikwijls suboptimaal.

In dit evenwicht worden niet alle kosten betaald door de gebruiker van de weg. Wanneer we bij de gemiddelde gebruikerskost de externe kost bijtellen, krijgen we de sociale kost. Dit is de volledige kost van het weggebruik. Vanuit maatschappelijk oogpunt is een verplaatsing slechts wenselijk zolang de bereidheid tot betalen voor een verplaatsing de sociale kost overtreft. De externe kost bevat de milieukost, de externe ongevallenkost en de externe congestiekost, dit is het tijdverlies dat we berokkenen aan de andere weggebruikers. Het individu houdt in zijn beslissing immers rekening met de tijdskost van zijn eigen verplaatsing (een stijgende functie van het totale aantal verplaatsingen), maar niet met het feit dat zijn keuze om zich te verplaatsen deze tijdskost voor alle

weggebruikers doet toenemen. Op figuur 1 zou dit betekenen dat we beter een lager volume autoverkeer hebben waarbij de bereidheid tot betalen van de laatste gebruiker ten minste de sociale kost dekt: dus punt **b** in plaats van **a**. Dit kunnen we bereiken door elke autogebruiker een belasting op te leggen, zodat zijn gebruikerskost opschuift naar boven, bijvoorbeeld de stippellijn. Elke autogebruiker betaalt inderdaad ook accijnzen en andere belastingen, alleen is het probleem dat die accijnzen dezelfde zijn waar en wanneer men ook rondrijdt en ook niet aansluiten bij de milieukosten. Het is dus perfect mogelijk dat we in totaal heel veel autobelastingen betalen maar dat we toch in een inefficiënt gebruikersevenwicht zitten, bijvoorbeeld teveel verkeer in de spits en te weinig in de dalperiode.

We hebben deze redenering van gebruikersevenwicht voorgesteld voor het weggebruik in de spits op een bepaalde route. Deze redenering geldt voor alle modi, dus ook voor het openbaar vervoer, waar de prijs ook te laag (teveel subsidies) of te hoog kan zijn.



Figuur 1: De markt van verplaatsingen

Figuur 1 kan dienst doen als *road map*. Zij laat ons toe een aantal problematieken en mogelijke beleidsingrepen te situeren. Deze worden geschetst in de volgende secties van onze visietekst.

Een gedeelte van de externe kost bestaat uit milieukosten. Die kunnen we terugdringen door individuen door middel van normen en aangepaste belastingen aan te zetten om schonere voertuigen en de juiste brandstof te gebruiken. In figuur 1 betekent dit het laten stijgen van de productiekosten van auto's om ze schoner te maken, indien de externe milieukosten hiermee voldoende dalen. Dit komt aan bod in sectie B.

De externe congestiekosten (files) los je niet op door schonere voertuigen. Hiervoor zijn andere ingrepen nodig die de bestaande weginfrastructuur zo goed mogelijk benutten. Deze bestaande weginfrastructuur is een complex netwerk waarvan op vele plaatsen zowel het systeemevenwicht als het gebruikersevenwicht suboptimaal kan worden genoemd. Diverse maatregelen, zoals kruispuntregeling, toeritdosering en tolheffing, kunnen hieraan verhelpen. Zij spelen in op de capaciteit, de tijdskost en de externe congestiekosten. Men kan dit beschouwen als het fijnregelen van de bestaande infrastructuur; dit komt aan bod in sectie C. We bekijken ondermeer hoe we door het aanrekenen van de externe congestiekost de gemiddelde tijdskost reduceren door het volume van wegverkeer te verplaatsen van **a** naar evenwicht **b**.

Twee andere, meer ingrijpende, manieren om de kost van verplaatsingen te drukken zijn enerzijds het reduceren van de nood aan verplaatsingen en anderzijds het herdenken van het wegennet met het oog op robuustheid

(begrepen als flexibiliteit, leefbaarheid, multimodaliteit en verhoogde capaciteit). Dit wordt bekeken in de secties D en E.

In sectie D beschouwen we beknopt diverse mogelijkheden van bijsturing door een andere ruimtelijke organisatie. We kunnen de nood aan verplaatsingen terugdringen door radicaler te kiezen voor een ruimtelijke ordening van het verdichten en verweven van activiteiten. Dit doet de vraagcurve naar links verschuiven (de vetgedrukte stippellijn), zodat het wegverkeer weer vlotter loopt en we in een nieuw evenwicht **c** terecht komen. Merk op dat we niet in punt **e** terecht komen, omdat door het verminderd volume de snelheid opnieuw stijgt, wat nieuw verkeer aantrekt. Eenzelfde verschuiving van de vraagcurve voor wegverkeer kan bereikt worden door het openbaar vervoer te verbeteren of de prijs ervan te laten dalen. Ruimtelijke ordening toetst de verplaatsingsbehoefte steeds aan het rationeel gebruik van de schaarse ruimte enerzijds, en aan de leefbaarheid en kwaliteit van de gebouwde omgeving anderzijds. Daarin speelt het ruimtebeslag van personenmobiliteit – met onder meer het vraagstuk van het parkeren – een belangrijke rol.

De vraag naar een robuuster netwerk (in de ruime betekenis van de term, met onder meer een selectieve uitbreiding van de wegcapaciteit), rekening houdend met de eigenheid van de bestaande, historisch gelaagde netwerkstructuur en de mogelijkheden van de ruimtelijke ordening in Vlaanderen, is het onderwerp van sectie E. Ook hier staat het onderzoeken van nieuwe mogelijkheden voor rendabel en efficiënt openbaar vervoer mee op het menu.

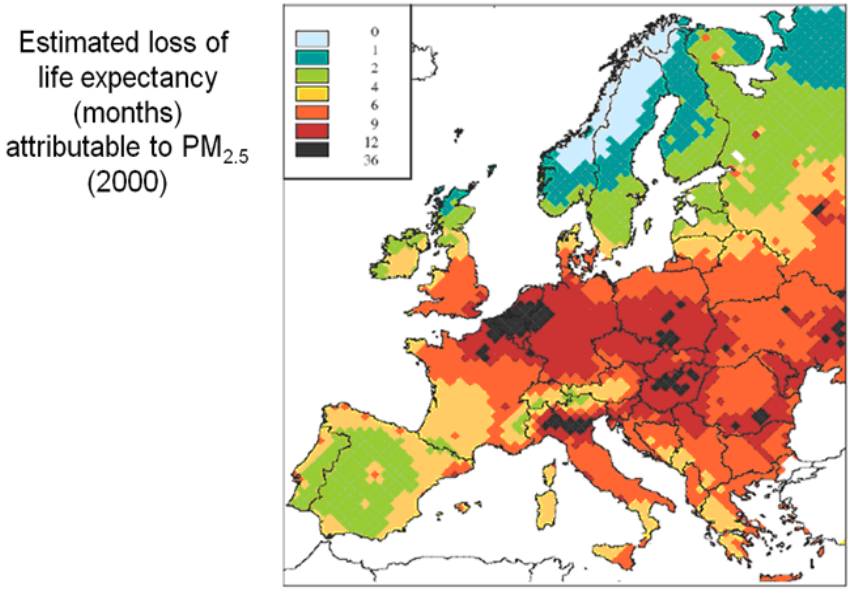
Uiteindelijk moeten al deze beleidsingrepen zo goed mogelijk tegen elkaar afgewogen worden. Daarom besteden we de laatste sectie aan beleidsaanbevelingen voor Vlaanderen en België.

B. HOE BELANGRIJK IS DE KEUZE VAN HET JUISTE VOERTUIG?

De keuze van een voertuig heeft vooral belang voor de luchtverontreiniging en voor het type van energie die het voertuig aandrijft. Daarnaast is de keuze van het voertuig ook van belang voor de veiligheid van de inzittenden en van de andere weggebruikers, maar daar gaan we in deze tekst niet op in.

DE RELATIE TUSSEN VOERTUIGEMISSIES EN GEZONDHEID

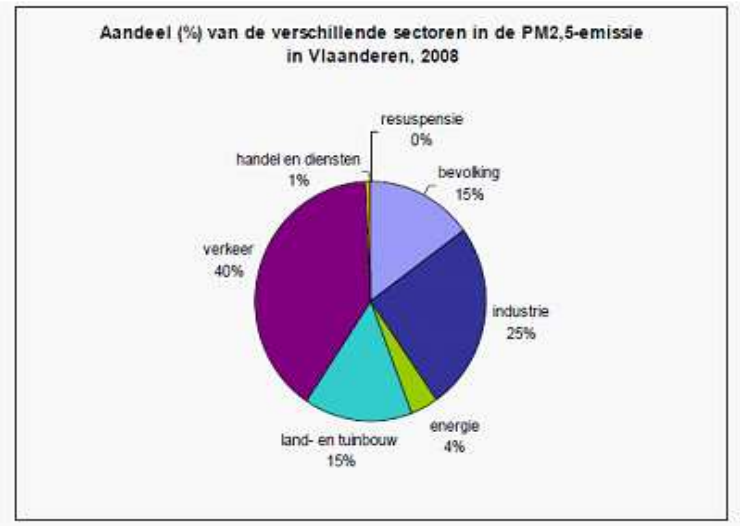
Luchtvervuiling bestaat uit een mengsel van zowel gassen (stikstofoxiden (NOx), ozon (O_3) en zwaveldioxide (SO_2)), als deeltjesvormige substanties (fijn stof). De deeltjes worden onder de gemeenschappelijke noemer *particulate matter* (PM) ondergebracht en ingedeeld in fracties volgens hun grootte. Omdat vooral de stofdeeltjes met een aerodynamische diameter van minder dan 10 µm door de mens ingeademd kunnen worden, is het voornamelijk die fractie van het zwevend stof, genaamd PM10, die wordt bemonsterd. Men houdt nu echter ook rekening met PM2.5 (deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 µm) en, in mindere mate, ook met het ultrafijn stof (deeltjes < 100 nm). De gemiddelde jaarlijkse PM2.5 concentraties in Europa zijn het hoogst in België, Nederland, Noord-Frankrijk, het Duitse Ruhrgebied en de streek rond Milaan.[1]



Figuur 2: Verontreiniging in Europa (http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/activities/pdf/cafe_scenario_report_2.pdf)

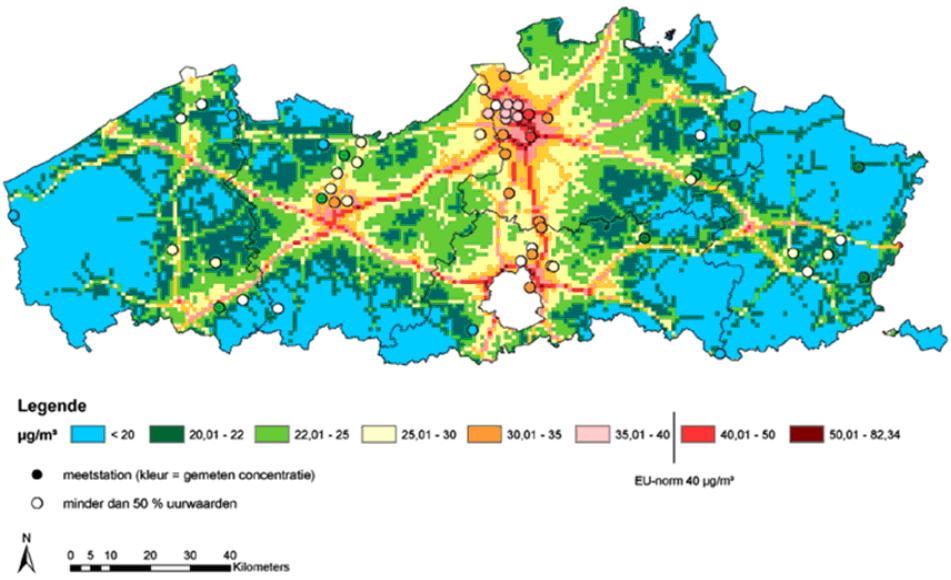
In Vlaanderen is 40% van het fijn stof (PM2.5) afkomstig van het verkeer (figuur 3), vooral van dieselvoertuigen – zowel personenwagens, autobussen als vrachtwagens.

1 Zie www.iiasa.ac.at/rains/CAFE_files/CAFEMFR3.pdf. Gegevens over de actuele luchtverontreiniging in België zijn te vinden op www.irceline.be. Voor Vlaanderen zijn recente gegevens beschikbaar in de rapporten van de Vlaamse Milieumaatschappij (zie www.vmm.be/pub/rapport-zwevend-stof-in-vlaanderen-metingen-2007-2008/view en www.milieurapport.be/Upload/main/3.5%20mira2010.pdf voor het MIRA-indicatorrapport 2010).



Figuur 3: Oorsprong van de luchtverontreiniging door deeltjes in Vlaanderen (www.vmm.be/pub/rapport)

Voor wegvoertuigen is de uitstoot van vervuilende stoffen de laatste tien jaar sterk afgenomen door de Europese uitstootnormen. Op dit ogenblik richt de Europese regelgeving zich ook op die bronnen die tot hiertoe grotendeels aan de regelgeving ontsnapten, zoals dieseltreinen en scheepvaart. Hoewel stikstofdioxide (NO_2) op zich niet de meest schadelijke component is van luchtverontreiniging (vergeleken met het fijn stof), zijn de luchtconcentraties van NO_2 wel een goede reflectie van verkeersgerelateerde emissies (zie figuur 4). De lokale invloed van verkeersemissies daalt vrij snel (enkele honderden meters) naarmate men zich van de weg verwijdert.



Figuur 4: NO_2 jaargemiddelde concentratie in Vlaanderen in 2009 (www.vmm.be/pub/jaarverslag-luchtkwaliteit-in-het-vlaamse-gewest-2009/luchtkwaliteit_rapport_2009_TW.pdf/view)

Ondanks de afgenomen luchtverontreiniging wordt sinds het begin van de jaren negentig op een systematische en consistente manier aangetoond dat er een verband bestaat tussen de concentraties van inhaleerbare deeltjes in de lucht en de effecten op de gezondheid (Brunekreef et al. (2002); Pope & Dockery (2006); Brook et al. (2010)).

Onderzoek wijst uit dat luchtverontreiniging – gemeten aan de hand van fijn stof (PM10 en PM2.5) – verbonden is met verhoogde ziekte en sterfte. Dit is niet alleen het geval tijdens (en na) pieken in luchtverontreiniging, die het gevolg zijn van bepaalde weersomstandigheden, maar ook op lange termijn heeft blootstelling aan PM een beperkt maar meetbaar effect op respiratoire en cardiovasculaire morbiditeit en mortaliteit.

De meest onderzochte effecten van de moderne luchtverontreiniging hebben betrekking op acute gevolgen van tijdelijke pieken in stedelijke vervuiling. Zo kwam aan het licht dat relatief kleine pieken in de fijnstofconcentratie ten gevolge van weersomstandigheden verbonden zijn met statistisch significante stijgingen in mortaliteit en morbiditeit (Nawrot et al. (2007)). Het verminderen van de maximale snelheid op autowegen bij wintersmog heeft een beperkt maar beduidend gunstig effect op de blootstelling van wie dicht bij drukke wegen woont (Dijkema et al. (2008)).

Er zijn veel minder gegevens over de gevolgen van langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging. Toch zijn er een aantal epidemiologische studies, vooral uit de Verenigde Staten, die erop wijzen dat mensen die leven in steden met een hogere PM10 of PM2.5, significant meer sterfte ondervinden tengevolge van respiratoire en cardiovasculaire oorzaken (Brook et al. (2010); Pope et al. (2002); Miller et al. (2007)). Op grond van dergelijke studies heeft men geschat dat de gemiddelde levensduurverkorting die te wijten is aan antropogene PM2.5 in België iets meer dan 1 jaar bedraagt.[2]

Recente studies wijzen uit dat het wonen in de nabijheid van druk verkeer schadelijk is voor de gezondheid van zowel volwassenen als kinderen. Zo zijn er meer tekenen van arteriosclerose (slagaderverkalking) bij volwassenen die dicht bij drukke wegen wonen (Kunzli et al. (2005); Hoffmann et al. (2007)); het risico op astma (en allergie) stijgt naarmate kinderen dichter bij drukke wegen wonen (Morgenstern et al. (2008); Gehring et al. (2010)); de overleving na longtransplantatie is korter voor wie dicht bij drukke wegen woont (Nawrot et al (2011)). De negatieve gezondheidseffecten van het verkeer worden vooral toegeschreven aan luchtverontreiniging, maar ook het lawaai speelt een rol bij cardiovasculaire complicaties (Sorensen et al. (2011)).

Hoewel de bijdrage van luchtverontreiniging aan de totale sterfte en ziekte in de bevolking beperkt lijkt in vergelijking met de klassieke risicofactoren zoals roken of voeding, is het aantal doden en zieken ten gevolge van die factor toch aanzienlijk (Kunzli (2002)). Een belangrijk argument voor de causaliteit van de gerapporteerde epidemiologische verbanden is dat er bij dalingen in luchtverontreiniging ook gunstige effecten op gezondheidsindicatoren worden gevonden (Pope et al. (2009)).

Er zijn dus duidelijk negatieve gezondheidseffecten van blootstelling aan de immissies (d.w.z. concentraties aan polluenten) van wegverkeer op korte en lange termijn. Vooral de uitstoot van kleine deeltjes zorgt voor grote gezondheidschade.

DE EFFECTEN VAN DE VOERTUIGKEUZE

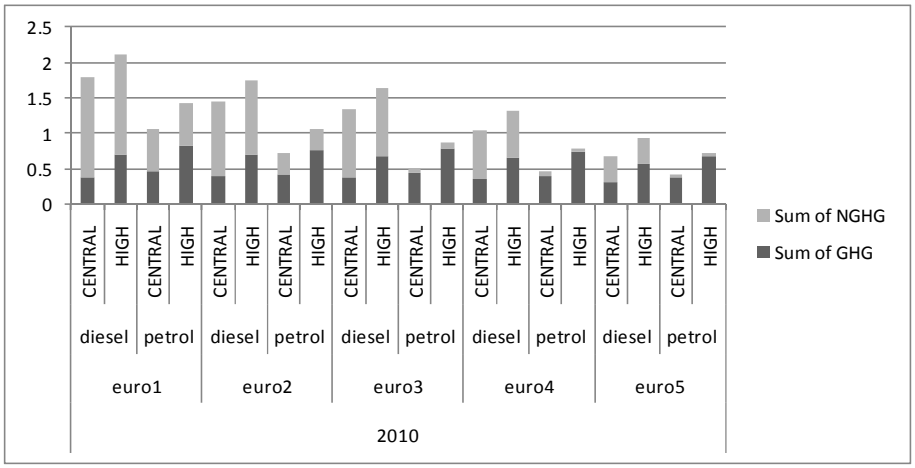
De klassieke voertuigtechnologie (verbrandingsmotor) is zeer sterk vooruitgegaan de laatste veertig jaar. Deze vooruitgang situeert zich zowel op het vlak van comfort, rijtechnologie, veiligheid als op het vlak van de emissies. Ondanks de groei in het volume van het wegverkeer zijn de totale emissies van de meeste polluenten (met uitzondering van CO_2) sterk gedaald. We richten onze aandacht op twee aspecten die van groot belang zijn voor de

[2] Zie www.iiasa.ac.at/rains/CAFE_files/CAFE-MFR3.pdf.

luchtverontreiniging en het klimaatbeleid: de keuze tussen benzine- en dieselauto's en het al dan niet stimuleren van elektrische auto's.

BENZINE VERSUS DIESEL

De vooruitgang in emissietechnologie wordt samengevat in de volgende tabel waarin voor verschillende generaties van diesel- en benzinewagens, tussen 1990 en nu, de totale milieuschade wordt geschat per voertuigkilometer. Deze totale milieuschade per voertuigkilometer wordt berekend door voor elke polluent de emissie te nemen in gram per km en die te vermenigvuldigen met de milieuschade in € per gram en dit voor elk van de polluenten. Voor CO_2 is rekening gehouden met een 'centrale' waarde voor schade van 25 € per ton en een 'hoge' waarde van 45 € per ton.[3] We zien dat dieselauto's minder milieuvriendelijk blijven dan benzinewagens (het totaal van de kolom voor nieuwste wagens met norm EURO 5).[4] Hun betere energie-efficiëntie en dus kleinere CO_2-uitstoot weegt niet op tegen de grotere milieukost van de andere polluenten zoals kleine deeltjes (de NGHG of *Non Greenhouse Gasses*). Dit betekent dat we ons vragen moeten stellen over ons fiscaal beleid voor benzine- en dieselwagens. De steeds strenger wordende emissie-eisen voor dieselvoertuigen leiden weliswaar tot lagere emissies per voertuig, maar op locaties met een hoge concentratie aan voertuigen worden de normen voor luchtkwaliteit nog steeds overschreden (cfr. figuur 4). Deze locaties zijn vaak ook net die waar veel personen worden blootgesteld aan deze emissies (bijvoorbeeld stadscentra).



Figuur 5: Milieuschade (luchtverontreiniging) van benzine en dieselauto's die op de markt kwamen tussen 1993 (EURO 1) en 2010 (EURO 5) (Mayeres & Proost (2011))

In de volgende tabel wordt voor één referentiewagen (namelijk de Golf 77kW) het belang van de huidige belastingen en subsidies voor de voertuigkeuze bekeken. Dit gebeurt door de variante met de normale dieselmotor en de meest energiezuinige dieselvariante telkens te vergelijken met de benzineversie en dit voor eenzelfde aantal kilometer per jaar. De energiezuinige dieselvariante is van belang omdat er specifieke subsidies voorzien worden voor wagens die minder dan 115 g CO_2 per voertuigkilometer uitstoten en minder dan 103 g CO_2 per kilometer.

[3] De milieukost van de andere polluenten is overgenomen uit het *EU handboek externe kosten voor auto's* (Maibach et al. (2008)).

[4] De 'EURO 1,2...5' zijn emissienormen voor de niet-broeikasgassen, opgelegd voor alle nieuwe personenwagens in de EU. De eerste normen dateren van 1993 en de normen gelden voor een gestandaardiseerde testcyclus. Er bestaan ook normen voor bestelwagens en vrachtwagens. Daarnaast zijn er ook recente normen voor de uitstoot van CO_2.

Verschil met benzineversie op jaarbasis aan 15000 km/jaar (benzine-diesel)	Kost voor belastingen (aankoop, onderhoud en brandstof)	Belastingen - subsidies	Verschil in luchtverontreinigingskosten	Kost per ton CO_2 bespaard
Diesel	65	-278	+19	Ongeveer 1000 [5]
Fuel efficient diesel	141	-753	-4	Ongeveer 1000

Tabel 1: Kostverschillen tussen dieselvarianten en de benzineversie voor VW Golf (Mayeres & Proost (2010)) (assumpties: levensduur 9 jaar, interestvoet 4%, schadekost CO_2 aan 26 € per ton)

In de eerste lijn leren we dat in vergelijking met de benzineversie de normale dieselversie van de VW Golf op jaarbasis 65 € meer kost exclusief belastingen, maar 278 € minder belastingen (accijnzen + BTW-subsidies) kost en voor 19 € meer milieukosten veroorzaakt. De dieselversie wordt dus sterk aangemoedigd.

Er zijn twee lessen te trekken uit deze tabel. Ten eerste kost, exclusief belastingen op auto en brandstof, een dieselwagen niet echt minder dan een benzinewagen, maar betaalt de eigenaar van een dieselwagen vooral veel minder belastingen, zeker sinds de afschaffing van de accijnscompenserende belasting op dieselwagens. Dieselwagens stoten minder CO_2 uit per kilometer, maar de klimaatschade hiervan (berekend aan 25 € per ton of ongeveer wat het de industrie kost om CO_2 te besparen) weegt niet altijd op tegen de hogere conventionele luchtverontreiniging. Op jaarbasis zorgt de vervanging van een benzinewagen door een dieselwagen slechts voor kleine CO_2-besparingen (0,2 tot 0,5 ton per voertuig per jaar bij 15.000 km). Het bevoordelen van dieselwagens tegenover benzinewagens zorgt voor een besparing van CO_2 aan een impliciete kost van 1000 € per ton voor de economie. Dit terwijl in de industrie de kost van CO_2-besparingen rond de 25 € bedraagt per ton. Een tweede vaststelling is dat, in vergelijking met de benzinewagen, de impliciete subsidie (of belastingverlies) voor de energiezuinige dieselvariante toch wel erg hoog is, met een orde van grootte van 700 tot 900 € per jaar. Dit is het resultaat van een subsidie bij aankoop en de veel lagere accijnsopbrengst bij energiezuinige dieselwagens. Dit staat dus niet in verhouding tot de reductie in uitstoot. Autovarianten die vooral minder accijnzen betalen zwaar subsidiëren is moeilijk te begrijpen.

Wanneer we aannemen dat autoverkeer over het algemeen nog te weinig wordt belast en dat elke extra kilometer netto andere externe kosten zoals congestie genereert, worden energiezuinigere voertuigen nog minder aantrekkelijk. Door hun energiezuinigheid daalt hun kostprijs per kilometer en zullen ze meer gebruikt worden, met meer congestie tot gevolg.

Wat kan hieraan gedaan worden? Op termijn stappen we wellicht beter over van een belasting op hoofdzakelijk brandstof naar een belasting per kilometer op basis van waar en wanneer er wordt gereden. Dit zou de te sterke focus op brandstofbesparingen wegnemen. Ondertussen zitten we nog minstens vijf tot tien jaar met een belastingsysteem dat hoofdzakelijk gebaseerd is op hoge brandstofaccijnzen. De dieselaccijns optrekken is moeilijk omdat die brandstof vooral door vrachtwagens wordt gebruikt. De enige oplossing is een hoge accijnsvervangende belasting op dieselauto's, maar die is sinds 2004 afgebouwd.

[5] De kost per ton CO_2 bespaard is gelijk aan (de hogere resourcekosten (65 €) plus de hogere milieukosten (24 € exclusief CO_2) plus het extra economisch verlies aan het netto verlies van belastinginkomsten (139 €)) gedeeld door de bespaarde hoeveelheid CO_2 (0,225 ton)).

BELEIDSAANBEVELING: Er is nood aan een jaarlijkse extra voertuigbelasting voor dieselwagens die zorgt dat deze wagens ongeveer evenveel belasting opleveren per jaar als benzinewagens. Deze belasting zou ook best hoger zijn voor oudere dieselwagens, omdat die ook beduidend meer vervuilen. De hoge subsidie voor energiezuinige wagens is absoluut niet evident, omdat er veel goedkopere manieren zijn om CO_2-emissies te verminderen. Het invoeren van een belasting per kilometer die kan variëren met het traject en het tijdstip van verplaatsing verdient aanbeveling. Het aspect leefmilieu wordt op termijn steeds minder belangrijk in de opbouw van deze belasting, omdat de vervuiling die wagens teweegbrengen door strengere normen en betere technologie steeds kleiner wordt, terwijl de congestiekost constant blijft of zelfs toeneemt.

ELEKTRISCHE AUTO'S EN NIEUWE BRANDSTOFFEN

De klimaatuitdaging en de soms hoge olieprijzen hebben gezorgd dat er auto's op de markt verschijnen met nieuwe brandstoffen en sterk aangepaste aandrijftechnologie. De belangrijkste drijfveer achter deze nieuwe technologieën is wellicht de uitstoot van broeikasgassen. Tabel 2 geeft ordes van grootte voor de verwachte uitstoot van een aantal nieuwe technologieën en hoeveel ze zouden kosten bij inzet op grote schaal. Alle gegevens zijn relatief ten opzichte van een standaard benzinewagen. Het betreft inschattingen voor de wagens die in de OESO zouden verkocht worden.

Technologie	Broeikasgasuitstoot van nieuwe wagens	De extra kost voor voertuig en andere nadelen	Andere luchtverontreiniging
OESO 2010			
OESO 2010	100		
Benzine (US)	115		
Benzine (EU)	90		
Diesel (EU)	80		Hoger dan bij benzine
OESO 2020-2040			
Benzine	80 – 45	Extra kost tot 2.000 $	
Diesel	80 – 45	Extra kost tot 2.000 $	
Hybride benzine	60 – 34	Extra kost van 2.000 tot 4.000 $	Minder in de stad
Hybride diesel	50 – 34	Extra kost van 2.000 tot 4.000 $	Minder in de stad

Plug-in hybride	30 – 19; De ondergrens vereist CCS (Carbon Capture and Storage) of hernieuwbare energie	Extra kost van 7.500 $	Minder in de stad
Puur Elektrisch	45 – 14; De ondergrens vereist CCS (Carbon Capture and Storage) of hernieuwbaar	Extra kost van 10.000 $ Kleinere actieradius Traag opladen	Geen in de stad – verplaatst naar elektriciteitscentrale
Aardgas, waterstof, biobrandstoffen	Onduidelijk of met huidige technologieën de emissies effectief lager zijn	Vereist nieuw distributienetwerk	

Tabel 2: Uitstoot van nieuwe voertuigtechnologieën en hun meerkost (IEA (2009); Proost & Van Dender (2011))

Het onderscheid tussen 'puur' elektrische voertuigen en hybride voertuigen is belangrijk. Bij elektrische voertuigen wordt de energie geproduceerd in elektriciteitscentrales (bij plug-in hybrides geldt dat voor het gedeelte van de energie dat uit het elektriciteitsnet komt). Deze productie kan komen van CO_2-arme energiebronnen zoals wind- en zonne-energie, waarbij er dus geen CO_2 wordt uitgestoten. Anderzijds kan deze energie komen uit klassieke thermische centrales die wel CO_2 uitstoten.

We zien dat nieuwe technologieën, in vergelijking met de klassieke aandrijftechnologieën, niet zoveel beter scoren op het gebied van CO_2-uitstoot. De reden is dat de klassieke aandrijftechnologieën ook mee evolueren. De nieuwe technologieën die echt veel beter scoren, zoals het volledig elektrische voertuig, brengen veel extra kosten mee op het vlak van het voertuig en vergen een CO_2-vrije elektriciteitsproductie om echt beter te scoren.[6]

Deze appreciatie van technologieën doet ons opnieuw vragen stellen bij het huidige subsidieregime voor zeer energie-efficiënte auto's en auto's die een hybride elektrische aandrijving hebben. Zo krijgt men een subsidie van meer dan 3.000 € bij aankoop van een hybride Toyota Prius en van een Toyata Lexus. Beide technologieën zorgen voor een vermindering van de CO_2-uitstoot met ongeveer 0,6 ton CO_2 per jaar (bij 15.000 km per jaar). De vraag is of dit efficiënt is wanneer men weet dat de kostprijs om CO_2-uitstoot te verminderen in de industrie schommelt tussen 10 en 30 € per ton.

Er moeten ook vragen gesteld worden bij de sterke promotie van zuiver elektrische voertuigen, die een subsidie krijgen van 30%, met een maximum van 9.000 € per voertuig. Deze voertuigen zijn duidelijk efficiënter in de energieomzetting op het niveau van het voertuig. Voor een Chevrolet VOLT (volledig elektrisch voertuig) zijn er slechts 22,3 Kwh nodig per 100 km en dit kost aan nachttarief (0,12 € per Kwh) voor 15.000 km per jaar 401 € per jaar aan brandstof. Wanneer een elektrische auto volledig zou worden gevoed door windenergie, zou men per jaar ongeveer 2 ton CO_2 besparen. Wellicht zal de consument die nieuwe technologie slechts aanvaarden mits massale subsidies en is het stimuleren van deze vorm van broeikasbeleid maatschappelijk gezien onverantwoord duur. Laten we eerst het standpunt van de consument bekijken. Een equivalente benzinewagen zou, aan 6,34 liter per 100 km en 1,50 € per liter, aan brandstofkosten ongeveer 1.427 € per jaar kosten voor dezelfde afstand. Voor de elektrische auto moeten echter geen accijnzen betaald worden. Wanneer een elektrische auto dezelfde accijns zou kosten per kilometer als een benzineauto, dan zou de elektrische auto een belasting van 580 € extra per jaar

[6] Op dit moment valt de elektriciteit nodig voor de plug-in hybrides en de elektrische auto's nog onder het Europese *cap and trade* systeem voor broeikasgassen, zodat elke auto die overschakelt van fossiele brandstoffen naar elektriciteit voor een netto CO_2-vermindering zorgt. Deze netto CO_2-vermindering komt echter nog steeds aan een zeer hoge kost.

meebrengen. De totale gebruikskost (inclusief de corrigerende accijnsvervangende belasting) zou dan 981 € per jaar bedragen, versus 1.427 € per jaar voor de benzineversie. Dit voordeel aan gebruikskosten van 446 € per jaar is te laag om de ongemakken van het laden, de beperkte actieradius en de meerkost van 10.000 tot 15.000 € bij aankoop te kunnen compenseren. Het stimuleren van de aankoop van elektrische voertuigen vergt met andere woorden niet enkel een vrijstelling van accijnzen, maar ook massale subsidies bij aankoop.

Laten we dan de maatschappelijke kosten en baten bekijken. De belangrijkste baat is in eerste instantie de besparing van 2 ton CO_2-uitstoot per jaar, in het gunstigste geval (namelijk wanneer de elektriciteit uit windenergie komt). De kostprijs van CO_2-rechten voor de industrie bedraagt echter ongeveer 10 tot 30 € per ton. Dezelfde vermindering van broeikasgassen kan dus bereikt worden door per jaar en per benzine- of dieselvoertuig 60 € te besteden aan de aankoop van CO_2-rechten.[7] Elektrische voertuigen vrijstellen van accijnzen en hun aankoop massaal subsidiëren is een peperdure vorm van CO_2-reductie en het nut van deze beleidsmaatregel moet nog bewezen worden.

Wellicht is aan de subsidie voor hybride en elektrische auto's ook een sterk Mattheuseffect verbonden. Dit zijn namelijk eerder dure auto's (bijvoorbeeld Lexus) die daarom vooral door de hogere inkomensklassen worden aangeschaft. Wanneer het milieuvoordeel beperkt is, lijkt dit een maatschappelijk moeilijk te verantwoorden maatregel.

Het blijft natuurlijk zo dat een elektrische auto de emissies verlegt naar de elektriciteitscentrales, waar de niet-broeikasemissies in principe beter gecontroleerd kunnen worden dan bij auto's. De Europese normering voor auto's voorziet wel dat de ingebouwde emissiereductietechnologie goed moet functioneren voor de hele levensduur, zodat de auto's zelfs zonder regelmatige technische controle de norm respecteren. De gezondheidschade van een klassieke benzineauto is van de orde van grootte van 0,005 € per voertuigkilometer of een 100 € per jaar. Dit is niet onbelangrijk en moet gereduceerd worden wanneer het weinig kost, maar bij een elektrische auto spreken we al gauw van een meerkost van 5.000 tot 10.000 € per voertuig, zodat zelfs het volledig elimineren van alle luchtverontreiniging (een milieubaat per jaar van ongeveer 100 € vermeden schade door klassieke luchtverontreiniging en maximaal 60 € aan vermeden schade door broeikasgassen) daar niet tegenop weegt. Ook het gebruik van zware metalen in batterijen is een ander milieueffect dat relevant kan zijn in de appreciatie van elektrische voertuigen.

Twee andere argumenten die gebruikt worden voor de grote subsidie aan de elektrische auto's zijn, ten eerste, dat dit een *niche* is voor de Vlaamse of Belgische industrie, en ten tweede, het leereffect. Er zal wellicht in een aantal landen een markt komen voor elektrische auto's waar de Vlaamse industrie aan kan deelnemen. Om succesvol deel te nemen aan een nieuwe markt zijn onderzoek- en ontwikkelingsubsidies voor de eigen productontwikkeling zinvol, omdat ze toelaten het marktaandeel van de eigen industrie te verhogen. De Vlaamse industrie zal niet als enige actief zijn op die markt, dus is de vraag dan waarom er extra inspanningen moeten komen voor dit product en niet voor nieuwe varianten van chocolade of bier. Het tweede argument is dat er door de subsidie leereffecten optreden aan de verkoop van elektrische auto's die toelaten om de kosten van elektrische auto's sterk te drukken. Auto's zijn echter een massaproduct en de leereffecten die nodig zijn situeren zich op Europese of wereldschaal eerder dan Belgische schaal. De leereffecten zijn ook moeilijk te patenteren voor de Vlaamse industrie, zodat het weinig zinvol lijkt dat Vlaanderen of België massaal subsidies geeft om deze leereffecten te bereiken.

Ook voor de autobussen is er nood aan bijsturing. Voor de schadelijke emissies in steden lijkt het probleem in belangrijke mate terug te voeren op de dieselmotoren van stadsbussen. Zelfs met filters lijkt het gebruik van

[7] Voor CO_2 is slechts de globale uitstoot van belang. Wanneer de overheid een CO_2-uitstootrecht van 1 ton opkoopt en het niet gebruikt, kan er door de andere vervuilers 1 ton CO_2 minder uitgestoten worden en daalt de totale uitstoot dus met 1 ton.

dieselmotoren onverantwoord, omdat de meest schadelijke fractie wellicht door de filters gaat. Vele steden in de wereld laten hun bussen op aardgas rijden. Dit lost het probleem van de klassieke vervuiling nagenoeg volledig op (Ryan & Caulfield (2010)). Het probleem van de beperkte energiestockage bij CNG (*Compressed Natural Gas*) kan door een gepaste logistiek eenvoudig ondervangen worden. Het veiligheidsprobleem is enkel een gepercipieerd probleem. In vele delen van de wereld, waaronder Zuid-Amerika, rijden allerlei voertuigen op aardgas, zonder veiligheidsproblemen. Voorbeelden van steden waar stadsbussen op aardgas rijden, zijn Den Haag, Nijmegen, Kopenhagen, Frankfurt, ... Trolleybussen[8] of trams zijn andere oplossingen, maar die vergen zeer zware investeringen die pas verantwoord zijn bij een heel grote densiteit.

BELEIDSAANBEVELING: De klassieke benzine- en dieselwagens zullen nog sterk verbeteren. Ze blijven een goede technologische keuze vanuit het oogpunt van CO_2-reductie aan betaalbare prijzen. Bij de hoge subsidies voor de massale aankoop van hybride en elektrische voertuigen moeten vragen gesteld worden: het is een zeer dure manier om de uitstoot van CO_2 te beperken en de subsidies zullen vooral opgepikt worden door de hoogste inkomensklassen. Dit geld kan beter besteed worden aan onderzoek en ontwikkeling op het vlak van energiebesparing en schone technologie. In steden lijkt de overschakeling van stadsbussen op aardgas een efficiënte en veilige manier om luchtvervuiling aan te pakken.

[8] Bussen die ook buiten de steden rijden, kunnen dan een hybride configuratie hebben, waarbij de verbrandingsmotor de energie levert als het voertuig niet verbonden is met het netwerk van bovenleidingen.

C. FIJNREGELEN, BIJWERKEN, BIJSTUREN: (VEEL) MEER HALEN UIT ONZE BESTAANDE WEGINFRASTRUCTUUR

De wegcapaciteit uitbreiden is wellicht onvermijdelijk, maar neemt veel tijd in beslag en is duur. Het is dan ook belangrijk om in eerste instantie de capaciteit van de bestaande wegeninfrastructuur zo goed mogelijk te gebruiken, zeker tijdens de spitsperiodes. Precies dat is in een verkeersnetwerk niet evident: door het optreden van alle vormen van congestie (bij files, bij invoegen, kruisen, accelereren uit stilstand, ...) blijkt immers de capaciteit van het netwerk om het verkeer te verwerken te dalen (het zogenaamde capaciteitsverlies). Bovendien hebben we allemaal de vrijheid om te kiezen wanneer we rijden en volgens welke route. Deze absolute keuzevrijheid – en dus per definitie het ontbreken van elke vorm van actieve coördinatie van ons gezamenlijk gebruik van een verkeersnetwerk – heeft haar prijs: de capaciteit van ons wegennet wordt onderbenut doordat we elkaar als het ware meer in de weg rijden dan strikt nodig. Capaciteitsverlies of het degradatiemechanisme van verkeersinfrastructuren kunnen we dus vanuit twee invalshoeken benaderen: de ene heeft te maken met zwakheden in het systeem die congestie in de hand werken, de andere met mobiliteitskeuzen van gebruikers die uitmonden in congestie.

In beide gevallen doet een wegbeheerder er goed aan om actief verkeersstromen aan te sturen in plaats van het verkeer zich spontaan te laten vastrijden. In de hierna volgende paragrafen leggen we eerst de zonet genoemde degradatiemechanismen van verkeersnetwerken beter uit en geven we vervolgens voor beide invalshoeken aan welke oplossingen bestaan. In beide gevallen gaan het om slim ‘bijwerken en fijnregelen’ van wat bestaat.

HET AANPAKKEN VAN ZWAKKE PUNTEN EN PRECAIRE SITUATIES: VAN CAPACITEITSVERLIES NAAR CAPACITEITSMAXIMALISATIE

De capaciteit van een wegennetwerk heeft een zeer vervelende eigenschap: ze degradeert net wanneer we haar het meest nodig hebben. Dit staat in contrast met de capaciteit van andere systemen. De capaciteit van een server is meestal niet afhankelijk van de lengte van de wachtrij. De server blijft gewoon zijn constante maximale aantal verzoeken afwerken. Bij verkeer geldt dit niet: congestie doet de uitstroomcapaciteit dalen (capaciteitsverlies, Chung et al. (2007)). Om onze infrastructuur optimaal te benutten is de uitdaging dus om 1) stromen efficiënt te organiseren, zeker in knelpunten, 2) capaciteitsverlies door congestie te vermijden, en 3) ervoor te zorgen dat files door overbelaste knelpunten niet zelf een knelpunt worden voor andere stromen.

Om de verdere uiteenzetting te begrijpen, is het nuttig om stil te staan bij het begrip ‘capaciteit’. Waarom kunnen delen van het netwerk maar een beperkte hoeveelheid verkeer verwerken en hoe kan die maximale hoeveelheid (positief) beïnvloed worden? Meestal bepaalt een relatief klein aantal knelpunten de doorstroming in een netwerk: samenvoegingen van snelwegen, opritten waar teveel verkeer invoegt, weefvakken of kruispunten waar te grote stromen moeten kruisen, … De maximale hoeveelheid verkeer door een knelpunt (de maximale intensiteit of capaciteit) wordt bepaald door het onderliggende gedrag van de weggebruikers op die plek, niet bij onhandigheden of fouten, maar bij normaal veilig gedrag. Een hoge snelheid vraagt om een grotere veilige afstand tussen de voertuigen en dus een lagere dichtheid en *vice versa*. Tegelijk de snelheid en dichtheid maximaliseren gaat dus niet, waardoor er ergens tussenin een optimaal compromis ligt: de capaciteit die wordt bereikt bij een matige (zogenaamd ‘kritische’) snelheid en tussenafstand.

Capaciteit blijkt dus een gevoelige eigenschap: degradatie, capaciteitsverlies en noodzakelijk compromis zijn nooit ver weg. Niettemin is op verschillende manieren en in verschillende precaire situaties aanzienlijke capaciteitswinst mogelijk. We behandelen achtereenvolgens drie situaties: kruispunten, structurele knelpunten, files.

CAPACITEITSWINST DOOR DE FIJNREGELING VAN KRUISPUNTEN

Aan kruispunten vindt een gelijkaardig compromiszoekend rijgedrag plaats. Bovenop de veilige afstand en snelheid tussen voertuigen uit dezelfde richting komt hier ook nog de zogenaamde hiaatacceptatietijd, dit is de tijd die je voor en na een kruisend voertuig laat om botsingen te vermijden. Bij voorrangskruispunten wordt die door elke bestuurder apart bepaald; bij drukkere kruispunten bepalen verkeerslichten in onze plaats de veilige 'ontruimingstijd' (alle richtingen rood licht) tussen groen licht voor twee conflicterende stromen. Als een groenfase enkele seconden te lang duurt (wel groen licht maar geen verkeer meer) of de alles-roodtijd langer is dan nodig voor de veiligheid, wordt er tijdens die seconden geen verkeer afgewikkeld. Dit secondenspel lijkt misschien niet zo relevant, maar als er bijvoorbeeld per groenfase 5 seconden verloren gaan, scheelt dat op een verkeersregeling met twee fasen samen 10 seconden op een cyclustijd van typisch 60 à 90 seconden, dus 11-17% van de capaciteit. Dit kan het verschil maken tussen een goed functionerend kruispunt en kilometers file.

Momenteel zijn de meeste drukke kruispunten in Vlaanderen uitgerust met detectietechnologie die toelaat om groentijden enigszins aan te passen aan de verkeersdrukte. Daardoor werken deze regelingen al veel beter dan starre regelingen die altijd eenzelfde cyclus draaien en dus meestal inefficiënt werken. De modernste, in Vlaanderen nog nauwelijks toegepaste detectietechnologie laat echter toe om nog veel nauwkeuriger te bepalen wanneer groen licht afgebroken moet worden, zodat op de meeste Vlaamse kruispunten nog tien tot enkele tientallen percenten capaciteitswinst haalbaar zijn (Wolput & Tampère (2011)). In een haalbaarheidsstudie voor een Vlaams 'groene golfteam' becijferde de K.U.Leuven in opdracht van de Vlaamse Overheid dat modernere detectie met betere regelalgoritmes op kruispunten zich veelal binnen twee jaar (en soms veel minder) zou terugverdienen, alleen al door het reduceren van verliestijd tijdens de spitsperiodes (dus nog los van milieuwinst, betere veiligheid en verliestijd buiten de spitsen).

Maar het veralgemeend toepassen van modernere verkeersregelingen zou niet alleen veel in verliestijd schelen, het kan ook belangrijke investeringsbeslissingen beïnvloeden. Nu worden zwarte punten (kruispunten waar recent veel ongevallen met zwaargewonden of doden te betreuren waren) soms weggewerkt door dure infrastructurele ingrepen. Zo zijn gevallen bekend waar men een viaduct bouwt over een kruispunt omdat het onhaalbaar wordt geacht om gevaarlijke conflicten in de bestaande verkeersregeling (bijvoorbeeld fietsers krijgen tegelijk groen licht met het afslaand verkeer dat de fietser zou kunnen grijpen) op te lossen door betere verkeerslichten. Voor de veiligheid is immers vaak een extra fase nodig waarin een kwetsbare stroom apart (conflictvrij) groen licht krijgt, wat ten koste gaat van de capaciteit en enorme files zou veroorzaken. Uiteraard lost een ongelijkvloerse kruising tegelijk het capaciteit- en veiligheidsprobleem op, maar deze oplossing kost miljoenen. De modernste verkeersregelingen kunnen echter met een fractie van die investering (in de orde van 2 to 5% ervan) zoveel capaciteit winnen dat een extra fase en dus een conflictvrije afwikkeling toch haalbaar wordt. Men kan argumenteren dat botsingen bij het negeren van rood dan nooit volledig uitgesloten kunnen worden en deze oplossing dus allicht nooit zo veilig zou zijn als een viaduct. Daar staat dan tegenover dat met eenzelfde budget als voor het viaduct 20 tot 50 andere gelijkaardige kruispunten efficiënter en veiliger gemaakt zouden kunnen worden.

CAPACITEITSWINST DOOR DE AANPASSING VAN STRUCTURELE KNELPUNTEN

De structurele files op ons wegennet worden bepaald door een relatief klein aantal knelpunten.[9] Ruwweg zijn daarin twee types te onderscheiden: samenvoegingen en splitsingen van snelwegen. Deze laatste categorie is in feite verrassend: men zou verwachten dat wanneer een weg van bijvoorbeeld 3 rijstroken splitst in twee snelwegen van 2+1 of 2+2 rijstroken, de capaciteit gelijk blijft of zelfs toeneemt en files dus uitgesloten zouden moeten zijn. Dat is niet steeds zo, omwille van twee redenen. Ten eerste splitst een stroom zich niet noodzakelijk in dezelfde verhouding als het aantal rijstroken in de splitsing. Een van de talrijke voorbeelden is de E313 bij Ranst, waar 3 stroken splitsen in 2 voor de E313 en 1 voor de E34. Maar de fractie verkeer richting E34 is groter dan een derde, zodat die ene rijstrook niet volstaat. Een tweede reden is dat splitsingen in ons wegennet vaak zijn vormgegeven als uitvoegstroken en niet als doorgaande rijstroken. Grote hoeveelheden verkeer moeten dus een of twee rijstroken opschuiven, wat grote turbulentie in de stroom veroorzaakt en vaak de bron is van files (de turbulentie verlaagt de capaciteit en leidt vaak tot ongevallen). In beide gevallen zouden kleine ingrepen (enkele meters asfalt, nieuwe belijning en bebording) deze knelpunten sterk kunnen reduceren en door het vermijden van ongevallen zou de grilligheid van de files beperkt worden. Deze *quick wins* kunnen de structurele congestie weliswaar niet doen verdwijnen, maar de dagelijkse filelengte en -duur zou tegen minimale kost significant verkleinen (honderden verliesuren per spits, Immers et al. (2009)).

Beleidsaanbeveling: Aanpassen en fijnregelen of kleine optimalisaties van kruispunten of structurele snelwegknelpunten kunnen tegen geringe kost files significant verminderen. Omwille van hun bijzonder gunstige baten-kostenverhouding is het cruciaal deze* quick wins *niet uit het oog te verliezen in tijden van grote discussies over infrastructurele werken en verkeersmanagement. Het gaat om een veelheid van relatief kleine ingrepen. Niettemin is een permanente alertheid en voldoende bestaffing nodig om van deze kleine maar belangrijke verbeteringen een structurele capaciteitsmaximalisatie te maken. In sommige gevallen vergt dit kleine werk bovendien het aanspreken van (beschikbare) geavanceerde technologie.

CAPACITEITSWINST DOOR PROACTIEF FILEBEHEER

In een wegennet spontaan files laten ontstaan leidt tot suboptimaal gebruik van de infrastructuur. Zoals aangegeven is de capaciteit van een weg of kruispunt onvermijdelijk beperkt als gevolg van normaal en veilig rijgedrag. Dit collectieve rijgedrag blijkt echter efficiënter zolang het verkeer stroomt; zodra er file ontstaat bij de ingang van een knelpunt en verkeer uit (bijna) stilstand moet accelereren, verwerkt dat knelpunt gewoonlijk 5 tot 15% minder verkeer (capaciteitsverlies, Chung et al. (2007); Tampère et al. (2005)).[10] Spontaan files laten ontstaan bij de ingang van knelpunten gaat de optimale benutting van die punten dus tegen.

Naast capaciteitsverlies kennen verkeersnetwerken nog een tweede degradatiemechanisme als gevolg van files. Files nemen veel ruimte in en slaan zo al snel over naar 'stroomopwaarts' gelegen kruispunten of aansluitingen (files groeien gewoonlijk met maximaal 18 km per uur aan). Zodra dat gebeurt, komen er voertuigen in de file te staan die de weg wilden verlaten via een afrit of kruispunt vóór het eigenlijke knelpunt en dus onnodig verliestijd oplopen. Bovendien verhogen zij op hun beurt de aangroeisnelheid van de file en versterken ze dus dit degradatiemechanisme. Voor snelwegen wordt de omvang van dit terugslageffect geschat op 12 à 40% van alle verliestijd (Varaiya (2005); Immers et al. (2009); Van Pee (2007)); voor (voor)stedelijke netwerken zijn geen schattingen bekend, maar er zijn geen redenen om uit te gaan van een lagere bijdrage.

[9] Zie www.verkeerscentrum.be/verkeersinfo/structurele_files_2009.
[10] Voor een online simulatie, zie www.ce.berkeley.edu/~daganzo/Simulations/lane_drops.htm.

Beide degradatiemechanismen (capaciteitsverlies en fileterugslag) leiden tot sterk suboptimaal gebruik van de weginfrastructuur en zijn onvermijdelijk indien men files spontaan laat ontstaan en groeien. Het is daarom beter als wegbeheerders van zwaar belaste verkeersnetwerken de files (pro)actief beheren. Bij deze vorm van dynamisch verkeersmanagement grijpt de verkeersmanager in zodra de verkeersvraag de vrije capaciteit van een (primair) knelpunt dreigt te overschrijden. Hij veroorzaakt zelf een file, maar doet dit op een zorgvuldig gekozen plaats waar de degradatiemechanismes minimale impact hebben. Bovendien controleert hij de uitstroom van dit zelf veroorzaakte artificiële knelpunt naar het eigenlijke primaire knelpunt, zodat dit laatste optimaal benut wordt maar net niet verzadigd (en dus blijft afwikkelen aan vrije capaciteit, d.i. zonder capaciteitsverlies). De verkeersmanager creëert de file bijvoorbeeld op een (aantal) oprit(ten) in plaats van op de snelweg, op een zijstraat in plaats van op de hoofdweg, op een inkomende (snel)weg in plaats van op de ringweg, … Verkeerslichten, (toerit- of rijbaan)doseerlichten, dynamische snelheidslimieten, dynamisch inzetbare rijstroken enz. zijn mogelijke middelen om de dosering naar het primaire knelpunt te controleren. Om degradatie door fileterugslag te beperken moeten wegvakken als bufferruimte worden ingericht en ingezet, zodat de (door de verkeersmanager gecreëerde en gecontroleerde) file zo compact mogelijk opgesteld staat en bij voorkeur op wegvakken waar niet onmiddellijk stroomopwaarts grote schade door terugslag dreigt. De recent voorgestelde plannen om het wegvak van de E40 tussen St.-Stevens-Woluwe en het Reyerscomplex in te snoeren tot een minimaal aantal rijstroken (*De Standaard* (2010)) druisen bijvoorbeeld recht tegen dit principe in: de bestaande bufferruimte zou zo verdwijnen, wat ons wegennet nog kwetsbaarder dreigt te maken dan het al is.

Actief verkeersmanagement wordt al jarenlang onderzocht en vindt in een aantal landen nu zijn weg naar de praktijk. Een pionier hierin is prof. Papageorgiou van de T.U. Kreta. Hij voorspelde in diverse gevalsstudies tot 50% potentiële reducties van de voertuigverliesuren door het slim bufferen en doseren van verkeer (Kotsialis & Papageorgiou (2004)). Deze voorspellingen worden nu bevestigd door recente praktijkproeven in Melbourne (Vong & Gaffney (2009)).

In Vlaanderen wordt een dergelijk actief en gecoördineerd verkeersmanagement nog niet toegepast. De ervaring beperkt zich tot een bescheiden proef op de E314 in Wilsele met een geïsoleerde reactieve regeling. De proeven in Melbourne illustreren echter dat een substantiële impact pas verwacht kan worden indien hele corridors slim gecoördineerd worden aangestuurd. Dit soort toepassingen staat in Vlaanderen nog in een prille studiefase en vooralsnog wordt er niet substantieel in geïnvesteerd.

Beleidsaanbeveling: het proactief beheren van files (onder meer door slim bufferen en toeritdosering) voorkomt suboptimaal gebruik van dure weginfrastructuur en kan verliestijden reduceren met tientallen percenten. Voor het toepassen van* state-of-the-art *technieken zijn bijkomende kennisopbouw en investeringen nodig, die zich zeer snel zouden terugverdienen. Slim verkeersmanagement kan echter nooit structurele gebreken van het wegennet compenseren. Sterker, het vereist voorzieningen zoals buffers om beter en efficiënter te kunnen sturen.

DE KEUZES VAN WEGGEBRUIKERS BIJSTUREN: BEPRIJZEN EN STUREN OP WELBEVINDEN

De vorige paragrafen behandelden de essentie van de knelpuntcapaciteit, hoe ze te maximaliseren en hoe ervoor te zorgen dat ze niet spontaan degradeert door filevorming. De instrumenten (verkeerslichten, doseerlichten, …) die hier beslissen waar en wanneer verkeer wel of niet mag stromen, hebben dus een dwingend karakter: elke verkeersdeelnemer moet zich eraan houden. Maar er is een hele reeks beslissingen die verkeersdeelnemers zelf nemen en waarop een wegbeheerder geen dwingende invloed kan uitoefenen: of een rit überhaupt gemaakt wordt, wat de bestemming is, de vervoerwijze, het vertrektijdstip en de route. Al deze beslissingen kunnen echter

min of meer succesvol worden gemodelleerd. Typisch houdt een verkeersdeelnemer louter rekening met zijn eigen totale kost in geld en in tijd, maar zijn keuzes beïnvloeden wel de totale drukte in het verkeersnetwerk en dus de kost voor anderen. Deze eenzijdige optimalisatie en wederzijdse beïnvloeding leiden tot een zogenaamd *gebruikersevenwicht*[11] waarbij niemand nog andere alternatieven zal kiezen omdat die voor hem minder aantrekkelijk zijn.

Het is uitvoerig aangetoond dat een spontaan gebruikersevenwicht gewoonlijk niet overeenkomt met de *systeemoptimale* benutting van de transportinfrastructuur (zie hiervoor de voorbeelden verderop). Mocht één gebruiker bereid zijn een iets minder aantrekkelijk alternatief te kiezen, dan zou hij daardoor een wat hogere kost ervaren, maar dit zou voor andere gebruikers een veelvoud aan winst kunnen betekenen. Mocht hij hiertoe gedwongen kunnen worden ofwel beloond worden, dan zou de totale systeemkost dus kunnen dalen. Eenzijdig heeft echter geen enkele individuele gebruiker hier belang bij en dus blijft het minder gunstige gebruikersevenwicht bestaan. Hier bestaan veel voorbeelden van: men wordt aangespoord om te carpoolen, maar de carpoolers hebben daar niet veel voordeel bij – het voordeel van de vermindering in congestie gaat naar de andere weggebruikers. Een ander voorbeeld zijn de bedrijfsvervoerplannen waarvan het voordeel niet naar de deelnemende bedrijven gaat maar naar de andere weggebruikers. Het spontane gebruikersevenwicht moet dus wel bijgestuurd worden om een systeemoptimum te bereiken.

Zonder bijsturing leidt het spontaan gebruikersevenwicht dus tot een te grote concentratie van de spits en teveel verkeer op een aantal knelpunten, wat dan weer een vraag naar meer infrastructuur oproept. Het voorzien van meer infrastructuur is in veel gevallen niet de meest economische oplossing, zolang de bestaande infrastructuur sterk suboptimaal wordt gebruikt. Een betere benutting kan men omwille van de keuzevrijheid van de gebruiker dus niet afdwingen, maar de netwerkbeheerder kan de gebruiker wel aansporen of verleiden tot het maken van meer systeemoptimale keuzes door te sturen op welbevinden. De beheerder heeft immers diverse sleutels in handen waarmee alternatieven voor de gebruiker meer of minder aantrekkelijk kunnen worden gemaakt. Ruwweg zijn de belangrijkste instrumenten geld en tijd.

Hieronder wordt dit in twee voorbeelden geïllustreerd. In het eerste voorbeeld wordt tol gebruikt om een ongewenst alternatief (in dit geval: kiezen voor de auto) minder aantrekkelijk te maken. In het tweede voorbeeld wordt de inrichting en doorstroming van wegen zo gekozen dat de routekeuzepatronen van gebruikers spontaan richting systeemoptimaal gedrag gaan.

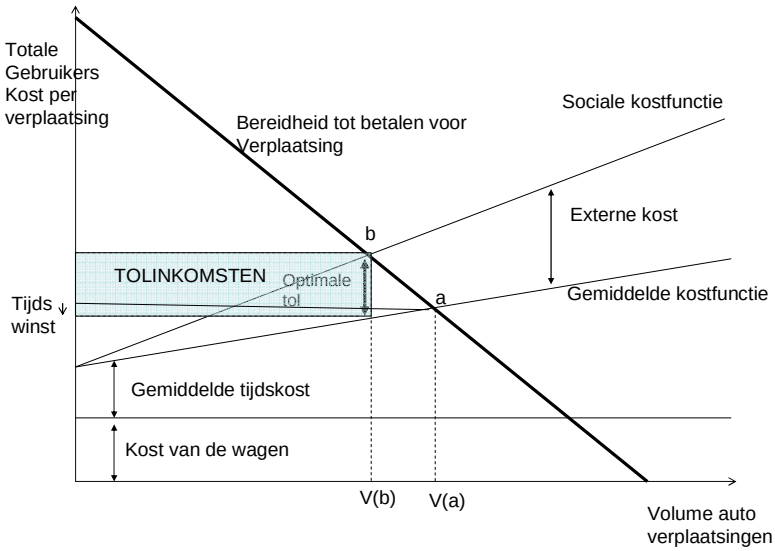
STUREN OP WELBEVINDEN: MONETAIRE PRIKKELS

Neem als eerste voorbeeld een eenvoudige simulatie gebaseerd op de Kennedytunnel in Antwerpen (De Borger & Proost (2009); Proost & Van der Loo (2010)). De Kennedytunnel wordt voorgesteld als knelpunt zonder tol en men beschouwt drie alternatieven: een eenvoudige spitstol in de Kennedytunnel, een fijngeregelde tol op de Kennedytunnel en tenslotte ook een extra brug of tunnel met en zonder eenvoudige tol. Zelfs met deze eenvoudige voorstelling kan aangetoond worden dat 1) een verstandige tolheffing de mobiliteitsproblemen rond Antwerpen al in ruime mate zou verbeteren zonder een extra brug of tunnel te moeten bouwen; 2) wanneer slechts een gedeelte

[11] In speltheorie spreekt men niet van gebruikersevenwicht maar van Nash-evenwicht (Nash (1951)); in verkeerskunde wordt ook de term Wardrop-evenwicht gebruikt (Wardrop (1952)). Deze terminologieën zijn allen nagenoeg equivalent: ze duiden op het individueel optimaliseren van het verkeersgedrag waarbij het gedrag van de anderen als gegeven beschouwd wordt. In tegenstelling tot wat de positieve bijklank van de term *evenwicht* zou kunnen suggereren, houdt dit niet noodzakelijk (soms zelfs allerminst) in dat gebruikersevenwicht ook in *harmonie* zou zijn met de draagkracht van de infrastructuur of omgeving. Wanneer er slechts één link is in het netwerk, kan dit gebruikersevenwicht voorgesteld worden door een vraag- en kostendiagram zoals gebruikt in figuur 1 van deze tekst.

van de tunnels wordt beprijsd dit zorgt dat de totale capaciteit suboptimaal wordt gebruikt en het beter kan zijn helemaal niets te doen. Men zou op jaarbasis 50 à 100 miljoen € kunnen besparen aan tijd en *schedule delay*-kosten door de afwikkeling rond Antwerpen beter te beprijzen.

Antwerpen is slechts één voorbeeld, er zijn andere knelpunten zoals de Ring rond Brussel waar ook wordt gedacht aan zware investeringen die veel minder nodig zijn met correcte beprijzing. Beprijzen van verkeer is een technologie die er binnen 5 à 10 jaar aankomt voor alle vrachtwagens en auto's, zodat er geen tolpoorten meer nodig zullen zijn. Het is cruciaal om op korte termijn de wegcapaciteit goed te gebruiken, omdat nieuwe grote infrastructuurwerken dikwijls maar operationeel worden na een termijn van 10 à 15 jaar. In het verleden was het belangrijkste tegenargument dat van de inkomensverdeling. Dit is een terechte zorg, maar het is niet het beprijzen op zich, wel het gebruik van de opbrengsten dat in grote mate de uiteindelijke inkomensverdeling gaat bepalen (Mayeres & Proost (2005)). De echte reden is gebrek aan politieke moed om in een situatie waarin de individuele gevolgen nog niet zichtbaar zijn maar de totale kosten en baten wel al duidelijk, de alternatieven uit te leggen en de knoop door te hakken (De Borger & Proost (2010)).



Figuur 6: Effecten van tolheffing

Het beleidsvraagstuk wordt geïllustreerd in figuur 6. Het invoeren van een optimale tol zorgt dat al het wegverkeer de sociale kost van de verplaatsing betaalt (evenwicht **b** in plaats van **a**). Dit geeft zeker in de spits een kleiner volume (V(b)<V(a)). Deze vorm van rekeningrijden wordt moeilijk aanvaard door de bevolking. In figuur 6 zien we waarom: alle weggebruikers die blijven rijden (V(b)) boeken wel een tijdswinst, maar deze weegt niet direct op tegen de hogere tol die moet worden betaald. De tol wordt aanzien als een kost door diegenen die hem moeten betalen, maar is in feite een belastinginkomst die kan worden gebruikt om de bestaande belastingen te verminderen of om andere nuttige dingen te financieren. Een van de opties die dikwijls naar voor wordt geschoven is het verplicht gebruik van de opbrengsten voor de uitbouw van openbaar vervoer. Het is duidelijk dat een succesvolle invoering van rekeningrijden de vraag naar openbaar vervoer zal verhogen en dat die vraag ook moet worden vervuld. Als alle andere potentiële autogebruikers (op de horizontale as: alle individuen rechts van V(b)) het openbaar vervoer gebruiken, dan kan het recycleren van de opbrengsten via het openbaar vervoer een manier zijn om een meerderheid te krijgen voor de invoering van rekeningrijden voor auto's (De Borger & Proost (2010)). De ervaring leert echter dat een belangrijk deel van de ex-autogebruikers uit de spits (V(a) - V(b)) eerder

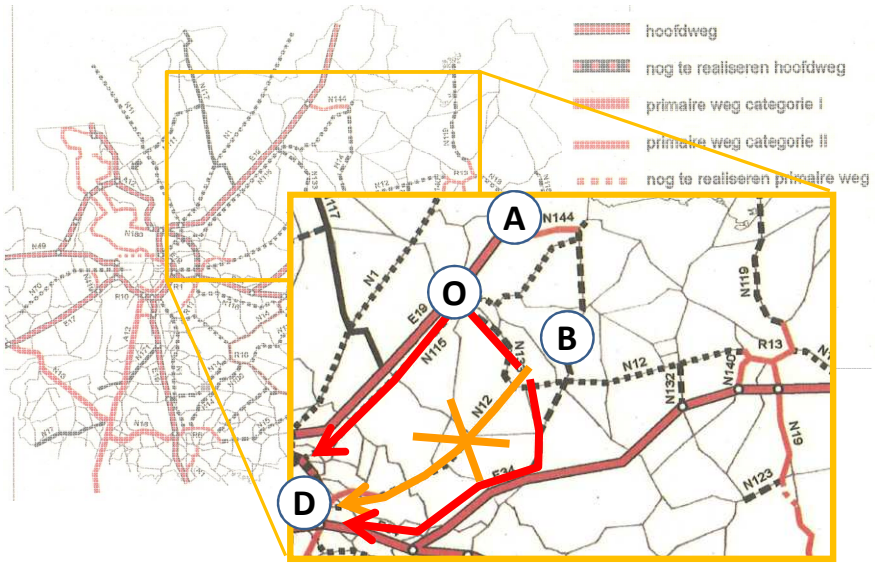
overschakelt naar andere vertrektijden (dalmomenten), carpoolen of telewerken. Dit gedeelte van de ex-autogebruikers kan men dan gemakkelijker overtuigen door de opbrengst terug te storten onder de vorm van lagere belastingen, dan door ze te investeren in openbaar vervoer.

Een andere beleidsmaatregel die soms wordt gebruikt om de congestie te verlichten is het betalend maken van een gedeelte van de rijstroken. Deze HOV (*High Occupancy Vehicle*) -stroken worden ook opengesteld voor carpoolers die minstens drie personen aan boord hebben. Wanneer een gedeelte van de bevolking veel meer waarde hecht aan tijd kan dit een tweede best maatregel zijn, omdat diegenen met een hoge tijdswaarde dan minder tijd verliezen. De maatregel kan echter ook een toestand genereren die minder efficiënt is dan zonder HOV-strook. De reden is dat de HOV-strook weinig verkeer verwerkt en dat dit veel meer vertraging meebrengt voor de andere rijstroken.

Voorlopig wordt in België vooral gedacht aan het invoeren van rekeningrijden voor alleen vrachtwagens. Dit is een effectieve manier om buitenlandse vrachtwagens te laten meebetalen voor onze infrastructuur. Omdat de tolheffing niet plaats- en tijdsafhankelijk is en niet wordt ingevoerd voor auto's, zal deze maatregel niet veel effect hebben op de files (Calthrop, De Borger & Proost (2008)).

STUREN OP WELBEVINDEN: TIJDPRIKKELS (VERBETERDE DOORSTROMING, WEGCATEGORISERING)

Dit voorbeeld illustreert het eenzijdig optimaal gedrag van weggebruikers (spontaan gebruikersevenwicht), het verschil met systeemoptimale benutting van een verkeersnetwerk en de manier waarop de wegbeheerder door te variëren met de inrichting van een verkeersnetwerk (wegcategorisering en bijhorende vlottere of moeilijkere doorstroming) deze evenwichten kan beïnvloeden. Beschouw een regionaal netwerk rond stad D. In de spits willen 1.000 voortuigen vanuit B (bijvoorbeeld de residentiële gemeenten in de groene gordel rond D) naar D. Zij kunnen de stad bereiken via een regionale weg (de oude steenweg), of zij kunnen enkele kilometers omrijden naar oprit O en dan via de snelweg naar D gaan. Op die snelweg rijden al 5.000 voertuigen van verder weg (A) naar D. We bekijken nu twee scenario's om deze verkeersvraag te verwerken.



Figuur 7: Voorbeeld van een inefficiënt regionaal netwerk

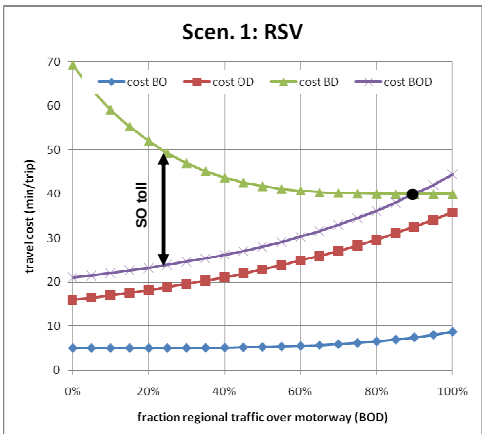
SCENARIO 1: WERKEN BINNEN DE KRIJTLIJNEN VAN HET STRUCTUURPLAN

De wegen zijn ingericht volgens het vigerende beleid in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV). Omwille van lintbebouwing op de regionale weg heeft men de verzamelende en stroomfunctie ondergeschikt gemaakt, wat betekent dat de doorstroming via route BD langzaam is en niet bedoeld voor grote verkeersstromen. In de grafiek komt dit tot uiting doordat de reiskost voor BD hoog is en bovendien sterk gevoelig voor verkeersdrukte. Wel is de tangentiële verbinding BO geoptimaliseerd om verkeer zo snel mogelijk naar de snelweg te leiden. Dit uit zich in een lage reistijd voor BO en daardoor ook een relatief lage reiskost voor het traject BOD.

Het gebruikersevenwicht over de routes BD (regionale weg) en BOD (snelweg) lezen we nu gemakkelijk af uit de grafiek als het punt waar de tijdskost voor beide alternatieven gelijk is, dus het snijpunt waarbij 90% van het regionale verkeer de snelweg gebruikt en een kost van 40 minuten ondervindt. Merk op dat bij dit evenwicht de druk van het regionale verkeer op de snelweg groot is: de reistijd OD wordt opgedreven tot 33 minuten, waardoor niet alleen het regionale verkeer, maar ook het van verder komend snelwegverkeer (5.000 voertuigen) significante vertraging oploop. De totale kost voor alle 6.000 verkeersdeelnemers samen is hierdoor 203.000 voertuigminuten.

Niet getoond in de grafiek is het systeemoptimum in deze netwerkvariant. Men kan aantonen dat dit ligt bij een totale verliestijd van 137.000 voertuigminuten, waarbij het meeste regionale verkeer de reistijdwinst via de snelweg links laat liggen om het verkeer daar niet te storen (namelijk slechts 25% reist via de snelweg). De regionale rit duurt in het systeemoptimum 49 minuten, maar dit verlies (ervaren door 75% van het regionale verkeer) wordt ruim gecompenseerd doordat het veel talrijkere snelwegverkeer niet 33 minuten maar 19 minuten verliest. Om het systeemoptimum te realiseren zou het regionale verkeer er dus toe bewogen moeten worden om een rit via de snelweg van 23 minuten te verruilen voor het regionale alternatief van 49 minuten. Dit zou bijvoorbeeld kunnen met een hoge tol op verbinding BO die regionale gebruikers afraadt de snelheidswinst van 23 versus 49 minuten te benutten. De hoge tol zal allicht als onlogisch worden ervaren, aangezien het ontwerp, als logisch gevolg van de categorisering van de wegen, aanmoedigt om niet via BD maar via BOD te rijden. Het systeemoptimum zou in dit geval gepaard gaan met een grote regionale stroom over BD, terwijl deze regionale weg juist gedowngraded was tot lokale weg. Het is op deze weg dus een bij voorbaat verloren gevecht tegen files, onleefbaarheid en onveiligheid.

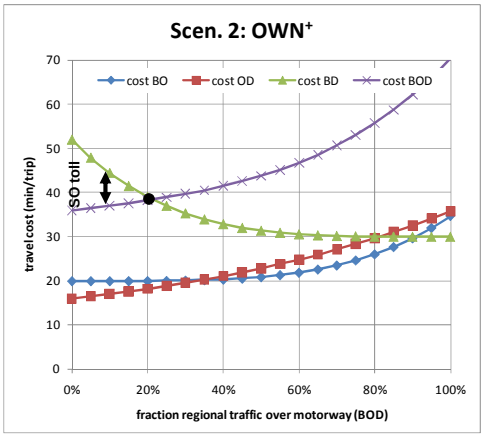
In deze variant leidt het systeemoptimaal benutten van het netwerk via rekeningrijden of andere vormen van tol dus tot een conflict met het gebruik dat was bedoeld door de wegcategorisering. Kortom: dit netwerk valt redelijkerwijs niet systeemoptimaal te benutten.



Figuur 8: Gebruikersoptimum en systeemoptimum voor het regionale netwerkvoorbeeld

SCENARIO 2: HERCATEGORISERING, HERINRICHTING EN BEPRIJZING

Om te vermijden dat regionale stromen files veroorzaken op de snelweg is in dit scenario de stroomfunctie van de regionale weg geoptimaliseerd (met een hogere wegcategorisering, wat een hogere snelheidslimiet en betere doorstroming op knooppunten betekent). Men stelt bij vergelijking van de grafieken inderdaad vast dat de kost voor BD een stuk lager ligt. Bij de oprit van de snelweg wordt regionaal verkeer gedoseerd, waardoor het traject BO beduidend trager wordt: de curve BO, en daardoor ook het hele traject BOD, is omhoog geschoven. De capaciteit en snelheid op de snelweg zijn ongewijzigd; de kost voor OD als functie van de drukte blijft dus ook onveranderd.



Figuur 9: Effecten van een andere wegcategorisering op het gebruikersevenwicht

Het gebruikersevenwicht (het snijpunt voor BOD en BD) stelt zich nu in bij 20% regionaal verkeer via de snelweg. De gebruikersoptimale kost voor het regionale verkeer is nagenoeg dezelfde als in het vorige scenario: 39 minuten. Bij dit evenwicht is de snelweg echter veel minder belast, waardoor de 5.000+200 voertuigen daar in 18 minuten van O naar D rijden (tegenover 33 minuten bij de RSV-variant). De totale verliestijd in dit netwerk is dan ook veel lager, met 130.000 voertuigminuten (dit is lager dan een systeemoptimale RSV-variant). Het verschil tussen gebruikersevenwicht en systeemoptimum blijkt in dit netwerk niet groot. Het systeemoptimum zou zich instellen bij 10% regionale stromen op de snelweg, met een totale kost van 129.000 voertuigminuten.[12] Dit systeemoptimum zou met een geringe tol op schakel BO gerealiseerd kunnen worden om te compenseren voor de iets snellere rit via de snelweg (route BOD kost 37 minuten, BD 44 minuten). De vraag is echter of de inningskost van de tol opweegt tegen de kleine winst in de totale verliestijd: het verkeer in dit netwerk gedraagt zich haast spontaan naar het systeemoptimum en de (hoge) benutting van de regionale weg is in overeenstemming met zijn categorisering en snelheidsregime.

Beleidsaanbeveling: Door de keuze van prijs of doorstromingssnelheid heeft een goed anticiperende wegbeheerder dus wel degelijk grip op de vrije beslissingen van de weggebruikers. Weliswaar zullen zij zich eenzijdig optimaliseren, zodat de overheid als leider in dit niet-coöperatieve spel de verantwoordelijkheid heeft om via het ontwerp van het spelbord en de spelregels het gedrag van de spelers te sturen.

[12] Let wel: in dit rekenvoorbeeld is voor de eenvoud slechts rekening gehouden met reistijdkosten en bijvoorbeeld niet met de kost van onleefbaarheid of onveiligheid op de regionale wegen. In Vlaanderen, met zijn doortochtenproblematiek en lintbebouwing, zijn deze kosten nochtans zeker niet te verwaarlozen.

Hoe professioneler de spelers zich informeren en optimaliseren, hoe voorspelbaarder in feite hun gedrag wordt. De opkomst van *fleet management* en routenavigatie zou in die zin eerder een kans dan een bedreiging moeten zijn. Zo beschouwd is het in feite vreemd dat de Vlaamse overheid nu de navigatiesector ter verantwoording roept voor wat zij de problematiek van *sluipverkeer* noemt (Arckus (2007)): in een goed georganiseerd verkeersnetwerk zou een gebruiker geen baat mogen hebben bij 'sluipen'.

De volgende vraag is dan die van het ontwerp van het 'spelbord': de structuur van ons wegennet en hoe die beter af te stemmen op de reële verkeersvraag en de behoeften van de gebruikers. Die vraag kunnen we enkel beantwoorden in het kader van de ruimtelijke ordening.

D. HOE ONZE RUIMTE GOED STRUCTUREREN? ZONDER GOEDE RUIMTELIJKE PLANNING GAAT HET NIET

RUIMTELIJKE PLANNING VOOR BETERE MOBILITEIT: PROBLEMATIEKEN, DOELSTELLINGEN EN ACTIETERREINEN

Eerst schetsen we enkele facetten van de relatie tussen ruimtelijke ordening en mobiliteit. Vervolgens schetsen we enkele eigenschappen van een goede ruimtelijke ordening en formuleren we enkele concrete voorstellen.

PROBLEMATIEKEN

RUIMTE, INFRASTRUCTUUR EN VERKEER: GROTE VERSCHILLEN IN DYNAMIEK EN AANPASBAARHEID

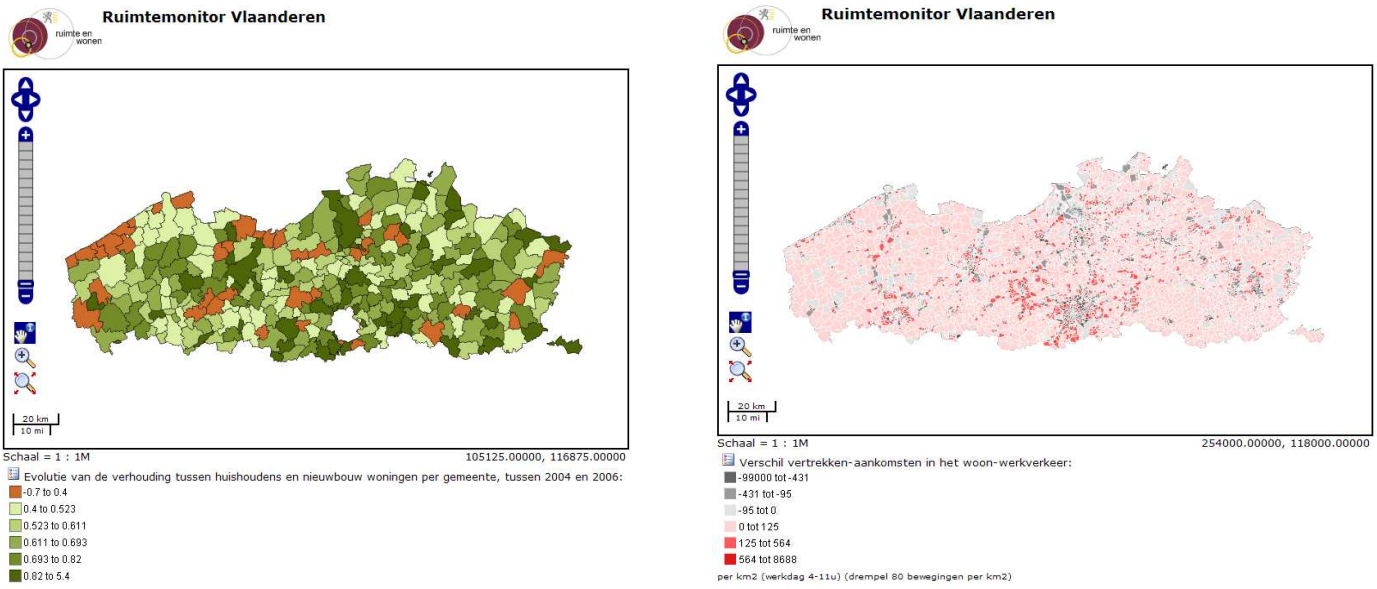
Verplaatsingen zijn (behalve recreatieve verplaatsingen zoals wandelen, een uitstap met de wagen of de fiets) meestal geen doel op zich, maar een middel om aan een activiteit deel te nemen (werk, cultuur, school). Het is de lokalisatie van de activiteiten ten opzichte van de woonplaats die de behoefte aan personenverplaatsingen grotendeels bepaalt. De ruimtelijke ordening, die bepaalt waar de verschillende functies kunnen worden ingepland, heeft dus in principe een belangrijke impact op de behoefte aan verplaatsingen. Anderzijds worden de locatiekeuze (van gezinnen, bedrijven en organisaties) en het verplaatsingsgedrag binnen een gegeven ruimtelijke ordening door tal van factoren bepaald. Het is op korte termijn eenvoudiger om het verplaatsingspatroon aan te passen aan veranderende omstandigheden, dan de lokalisatie van woningen, werkplaatsen, scholen en crèches. Het is ook eenvoudiger om de transportinfrastructuur aan te passen dan de ruimtelijke ordening, waar het gaat om evenwichten tussen tal van sectoren met eigen ruimtebehoeften. Door de grotere inertie van ruimtelijke structuur zijn invloeden van de ruimtelijke ordening op de mobiliteit moeilijk omkeerbaar. Kortom, ruimtelijke ordening en verkeer beïnvloeden elkaar, maar ze hebben een andere dynamiek: de verplaatsingsmarkt is korte termijn of hoog dynamisch, de aanpassing van ruimtelijke ordening is zeer lange termijn of laag dynamisch, en de aanpassing van verkeersinfrastructuur ligt daar ergens tussen.

EEN LASTIG VRAAGSTUK DAT AL LANG MEEGAAT: CONCENTREREN OF SPREIDEN

Het lijkt eenvoudig om alle functies op dezelfde plaats te concentreren, zodat we nog enkel het lokaal transport moeten organiseren. Dit is echter een utopie en heeft ook een belangrijke economische kost (Fujita & Thisse (2002)). In sommige regio's zien we een sterk onevenwicht tussen de lokale arbeidsvraag en het lokaal arbeidsaanbod. De verklaring is dat er belangrijke agglomeratievoordelen en specialisatievoordelen bestaan. Deze worden meestal toegeschreven aan een viertal factoren: schaalrendement in productie, de nabijheid van toelevering, de betere beschikbaarheid van gespecialiseerde arbeidskrachten en kennis-*spillovers*. Het centraliseren van bepaalde economische activiteiten in een aantal agglomeraties brengt dus een grotere productiviteit mee. De hogere lonen die deze hogere productiviteit meebrengt, trekken ook nieuwe inwoners aan. Grotere steden hebben ook andere voordelen, zoals een grotere variëteit aan diensten. Anderzijds brengt de grotere densiteit dan weer leefbaarheidproblemen mee (hoge grondprijzen, congestie, lawaai, criminaliteit, ...) die ervoor zorgen dat bepaalde groepen de stad weer verlaten (Glaeser (2008)) of dat andere zich noodgedwongen moeten tevreden stellen met een plaats buiten de stad. Spreiden versus concentreren is absoluut niet tot een duidelijke tweedeling te herleiden. In de meeste stedelijke ontwikkelingen gaan vormen van stedelijke concentratie samen met vormen van suburbane spreiding. Spreiden versus concentreren hangt ook samen met nederzettingstradities en met de historische

nederzettingsgeografie. Indien er bij ons al sprake is van een traditie, dan is het die van de *gedeconcentreerde bundeling*, bijvoorbeeld corridorvorming langs rivieren, of de *dichte spreiding* van stedelijke kernen. Het Vlaamse spreidingsmodel komt verder opnieuw ter sprake.

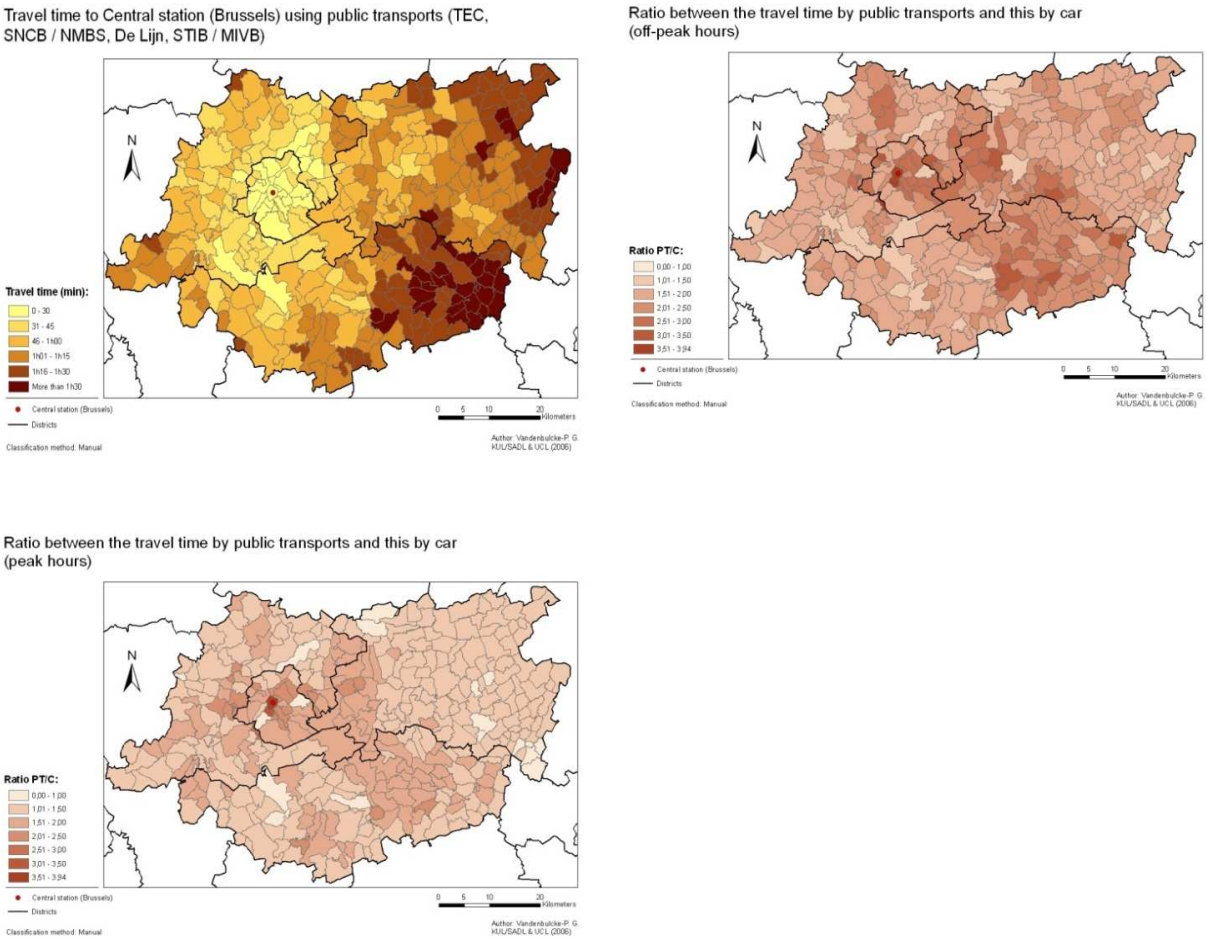
Spreiding en concentratie zijn complexe ruimtelijke fenomenen die niet zomaar worden bepaald door geplande lokalisatie. Zij zijn de moeilijk te voorspellen of beheersen resultanten van factoren zoals de locaties van activiteiten en diensten, wooncondities en verplaatsingsmogelijkheden. In dit spel zijn tegenspraken en vicieuze cirkels niet veraf. Zo is de woonkeuze zelf een individuele of gezinsbeslissing. Die wordt grotendeels bepaald door de beschikbaarheid van woningen en de verplaatsingskost naar de plaats van tewerkstelling. Dus hoe efficiënter het transportsysteem, hoe meer ruimtelijke spreiding door suburbanisatie in de hand wordt gewerkt. Deze ruimtelijke spreiding komt eventueel tegemoet aan een individuele behoefte van de bevolking naar meer ruimte en stilte. De evolutie van de verhouding tussen huishoudens en nieuwbouwwoningen per gemeente tussen 2004 en 2006 geeft deze ontwikkeling duidelijk weer (Ryckewaert in Ruimtemonitor Vlaanderen.be). Indien die vergeleken wordt met het verschil tussen vertrekken en aankomsten tussen 4 en 11 uur, blijkt dat de sterkste groei zich situeert in vertrekzones, met andere woorden in gemeenten van waaruit massaal wordt gependeld (Boussauw op basis van het Multimodaal Model Vlaanderen, in Ruimtemonitor Vlaanderen.be). Er is immers, voor elke agglomeratie waar men wil werken, een keuze te maken tussen wonen in de agglomeratie of in de periferie. Deze afruil gebeurt op basis van iemands preferenties voor de omgeving (geboorteplaats, taal, school...), maar ook vooral op basis van het netto loon na aftrek van verplaatsingskosten en woonkosten.



Figuur 10: De sterkste groei van de nieuwbouw situeert zich in suburbane pendelgebieden

Deze ruimtelijke spreiding verhoogt het aantal verplaatsingen, waardoor het transportsysteem eventueel overbelast wordt. Zowel het wegtransport als het openbaar vervoer zijn in de piekperiode te goedkoop, zodat dit aanleiding geeft tot te grote spreiding van de pendel. Dit leidt tot teveel congestie en foutieve investeringen in infrastructuur, zoals overdimensionering om de piekbelasting te kunnen opvangen. Bij hoge densiteiten is massatransport (trein, tram, bus) efficiënter in termen van ruimtegebruik dan individueel transport. De afweging die dan wordt gemaakt is in belangrijke mate in termen van reistijdverhouding. De onderstaande figuren tonen het

effect aan voor de reistijd vanuit Vlaams- en Waals-Brabant naar het centrum van Brussel. De hele provincie is namelijk pendelgebied naar Brussel. De problematiek wordt aangepakt door de uitbreiding van de capaciteit van de weginfrastructuur (o.a. een bijkomend rijvak op de E40 en de Brusselse Ring) en van het openbaar vervoer (o.a. het Gewestelijk Express Net).



Figuur 11 (a,b,c): Pendeltijd naar Brussel (Vandenbulcke et al. (2008))

Hier bestaat het risico op een vicieuze cirkel: hoe efficiënter het transportsysteem, hoe meer spreiding van functies, hoe meer verplaatsingen, hoe meer vraag naar transportinfrastructuur. Deze vicieuze cirkel kan worden doorbroken door ofwel de behoefte aan verplaatsingen te beïnvloeden (o.a. door zeer strikte planning) ofwel door het verplaatsingsgedrag te beïnvloeden (tijds- en plaatsafhankelijk beprijzen van het gebruik van transportinfrastructuur, verkeersplannen, aanpassingen verkeersregels, …). Bij een correcte beprijzing worden de extra kosten aan weginfrastructuur en milieu- en ongevalkosten mee doorgerekend. Indien dit niet gebeurt, riskeert men dat transportinvesteringen niet leiden tot betere bereikbaarheid. Dit is onder meer aangetoond door Duranton & Turner (2009) voor steden in de Verenigde Staten.

FACILITEREN OF VERVALSEN: HET NIET-EVIDENTE SPEL VAN DE SUBSIDIËRING

Een belangrijke vraag is of we de verplaatsingskosten naar het werk moeten subsidiëren of niet. Veel woon-werkverplaatsingen gebeuren onder de kostprijs, zowel bij de auto als bij het openbaar vervoer. Deze subsidiëring neemt verschillende vormen aan, zoals bedrijfsauto's, gratis openbaar vervoer, sociale tarieven voor studenten en ouderen. Deze algemene subsidiëring werkt zeer lange pendelverplaatsingen in de hand (Oostende-Brussel, Genk-Brussel, enz.). Een mogelijke verantwoording van de subsidiëring is dat we de tewerkstelling moeten aanmoedigen, omdat elke extra tewerkstelling een baat meebrengt voor de gemeenschap onder de vorm van extra sociale zekerheidsbijdragen en inkomensbelastingen. Dit is correct, maar een andere mogelijke denkpiste is de subsidies afschaffen en het op die manier uitgespaarde bedrag tot onderwerp van politieke keuze maken. Er zullen dan stemmen opgaan om dit bedrag door te rekenen in de vorm van vermindering van de personenbelasting, waardoor het gezinsbudget zou toenemen en de gezinskeuze voor (duurder) stedelijk wonen haalbaarder zou worden. Andere stemmen zullen pleiten voor een strategische herbestemming van het uitgespaarde bedrag, bijvoorbeeld voor het ondersteunen van haalbaar stedelijk wonen via stadsvernieuwingsprojecten (zie verder). In elk geval, wanneer de echte kosten voor de individuele gebruiker duidelijk zijn, kan elk individu een meer correcte keuze maken tussen de modi, hetzij de auto, het openbaar vervoer, de fiets of te voet.

Een mobiliteitsbeleid maakt al te vaak gebruik van eenzijdige subsidiëring van de ene of andere verplaatsingsmodus. Maatregelen om bepaalde modi te stimuleren (fietsvergoedingen, het derde-betalersysteem voor het openbaar vervoer, belastingverminderingen voor woon-werkverplaatsingen met de wagen, …) zijn vaak veel te complex en in het nadeel van de meest milieuvriendelijke, zuinige en ruimte-efficiënte verplaatsingen. In feite gaat het om concurrentievervalsing binnen een geheel van modi dat vanzelfsprekend en zelfregulerend zou moeten zijn. Zo kan men bijvoorbeeld veel beter in de steden waar ruimte schaars is zorgen voor een infrastructuur waarmee veel mensen zich op weinig ruimte kunnen verplaatsen.

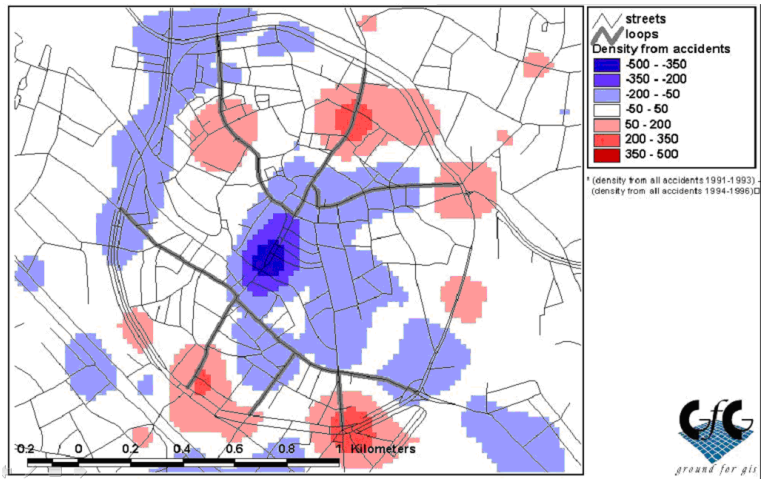
Wanneer het gebruik van de auto niet direct ontmoedigd kan worden, is het een tweede best beleid om het openbaar vervoer sterk te subsidiëren. De efficiëntie van dit beleid moet niet aan de groei van het openbaar vervoer op zich worden afgewogen, maar aan de congestieproblemen en de parkeerproblemen die het oplost. Welk deel van het toegenomen openbaar vervoer gebruik zijn ex-automobilisten? Neem Leuven als voorbeeld. Men heeft gratis busvervoer ingevoerd voor de 40.000 studenten die vroeger vooral met de fiets kwamen, slechts een klein deel kwam met de auto. Het resultaat was vooral een substitutie van de fiets door de bus. Een verschuiving van de modale keuze mag geen doel op zich zijn en er moet vermeden worden dat het openbaar vervoer de fiets en de voetganger verdringt.

HET PROBLEEM VAN *DISPLACEMENT* EN AFWENTELING

De dynamiek van het verkeer op een bepaalde locatie wordt veroorzaakt door ontwikkelingen elders. Zo wordt bijvoorbeeld het verkeer op de Brusselse ring sterk beïnvloed door ontwikkelingen van nieuwe bedrijventerreinen en woongebieden 30 à 40 km verder, in Vlaams- en Waals-Brabant (Vandenbulcke et al. (2008)). Mobiliteitseffecten moeten in theorie in de planfase systematisch worden berekend, maar de ontwikkelingen op langere termijn zijn moeilijk te voorzien. Daarom is naast planning op langere termijn ook de optimalisering op kortere termijn van het bestaande weggebruik belangrijk, o.a. door correcte beprijzing en sturing (cfr. sectie C supra).

Een curatieve *ad hoc* aanpak van een probleem tengevolge van een onaangepaste verweving van het verkeer in de omgeving heeft mogelijk neveneffecten. Veel maatregelen verplaatsen problemen in de ruimte. Symptomen die worden opgelost, steken elders de kop op, eventueel erger omdat de verkeersstromen worden geconcentreerd. Een voorbeeld is de invoering van winkelwandelstraten, waardoor de verkeer- en parkeerdruk in de omliggende

straten toeneemt, of het verkeersluw maken van een historisch stadscentrum, waardoor het verkeer zich concentreert in de woonwijken. Op de onderstaande kaart voor Mechelen is een verplaatsing van de ongevallenconcentraties te zien van de stadskern naar de begin -en eindpunten van de lussen op de ring, na invoering van het lussensysteem (Steenberghen et al. (2004)).



Figuur 12: Verschil in ongevallendensiteit (ongevallen/km^2) vóór (1991-1993) en na (1994-1996) de invoering van verkeerslussen in Mechelen

Preventie is beter dan genezen: verkeersgenererende functies en infrastructuren mogen niet worden gebouwd zonder een aangepast verkeersplan (bijvoorbeeld het Sportpaleis). Dit is tot op vandaag nog te vaak gebeurd: verkeer- en parkeeroverlast is een 'kost' die al te vaak wordt afgewenteld op de omgeving. Het gevolg is dat de leefbaarheid in woonwijken nabij winkelcentra, sportfaciliteiten en zo meer wordt aangetast.

DOELSTELLINGEN

VIER UITGANGSPUNTEN VOOR EEN RUIMTELIJKE PLANNING VAN BETERE MOBILITEIT

Wat volgt is geen exhaustieve lijst van alle mogelijke en zinvolle uitgangspunten. De beste ruimtelijke ordening is een complexe afweging van kosten en baten van woonkwaliteit, bereikbaarheid, productiviteit en transportkosten, inclusief infrastructuur voor weg- en openbaar vervoer. Daarbij wordt vaak gezocht naar middelen om 1) de behoefte aan verplaatsingen te verminderen, ondermeer door 2) het verdichten en verweven van activiteiten, 3) de leefbaarheid en veiligheid van voetgangers en fietsers te verhogen, en 4) de basismobiliteit en toegang tot basisvoorzieningen te garanderen.

De eerste doelstelling, het verminderen van de behoefte aan verplaatsingen, verduidelijkt de positie van de ruimtelijke ordening ten opzichte van mobiliteit. Huisvesting en vervoer zijn de twee belangrijkste uitgaven in het gezinsbudget. Vergelijkbare woonkwaliteit is in de stad veel duurder. De prijs van de woning wordt afgewogen tegenover de dagelijkse verplaatsingskosten, uitgedrukt in reiskost (tijd en monetair). Het is niet de taak van de ruimtelijke ordening om zoveel mogelijk verplaatsingen te vermijden, maar om ervoor te zorgen dat we kunnen deelnemen aan activiteiten aan een niet-gesubsidieerde kostprijs die wel best zo laag mogelijk is. Dat kan door de afstanden kort genoeg te houden om gemakkelijk per fiets of te voet afgelegd te kunnen worden, of door ontwikkelingen zo te bundelen dat openbaar vervoer of wegvervoer gemakkelijk kunnen worden georganiseerd.

Verdichten en verweven is een van de belangrijke technieken om de verplaatsingskosten te beperken. De optimale vorm van verweving is zeer gebonden aan de context en hangt af van de mogelijkheid om het ruimtegebruik in de tijd permanent (afwisselend ruimtegebruik) of tijdelijk (geen afwisselend ruimtegebruik) te combineren. Daarbij zijn verschillende strategieën mogelijk, afhankelijk van de relatie tussen de verkeersfunctie en de omliggende functies.

Bij de *scheiding*verhouding tussen functies en activiteiten is er in essentie geen sprake van ruimtelijke verweving. De betrokken functies en activiteiten hebben, omwille van het ontbreken van een onderlinge relatie, geen behoefte aan onderlinge nabijheid. Vaak worden ze bewust op een afstand van elkaar gesitueerd en in sommige gevallen wordt er zelfs een bufferend element ingebracht om de scheiding compleet te maken. Een bekend voorbeeld is de buffering van autosnelwegen en HST-spoorlijnen ten opzichte van woonkernen.

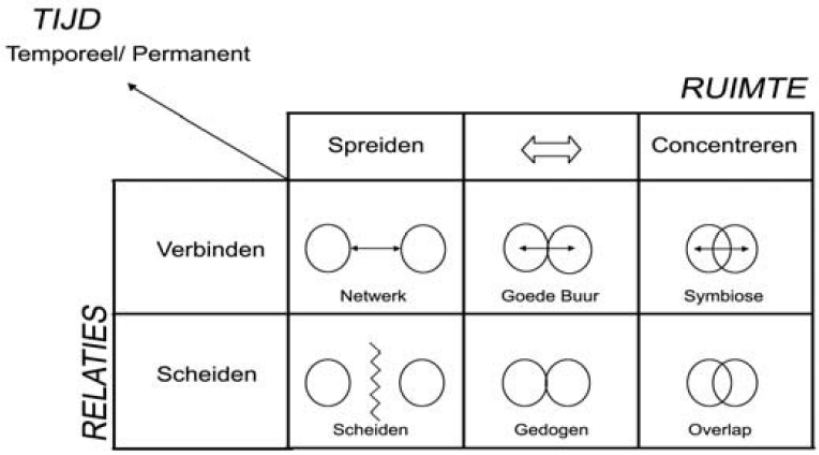
Wanneer de functies en activiteiten, bijvoorbeeld omwille van het ontbreken van onderlinge hinder of omwille van een gelijkaardig grootschalig ruimtegebruik, onmiddellijk aan elkaar kunnen grenzen maar wat betreft hun functioneren niet met elkaar gerelateerd zijn, is er sprake van *gedogen*. Verschillende Vlaamse stadsranden met een amalgaam van grootschalige, onderling onafhankelijke functies langsheen een ringweg zijn een voorbeeld van een dergelijk verwevingstype.

Dit elkaar gedogen van functies en activiteiten kan gepaard gaan met een intensiever gebruik van de ruimte – bijvoorbeeld door het gemeenschappelijk gebruik van een bepaalde infrastructuur – zonder dat er daarom sprake moet zijn van onderlinge functionele relaties. In dezelfde stadsranden of langsheen steenwegen kunnen clusters van functies en activiteiten – baanwinkels, sportcentra, kantoren, … – met een gemeenschappelijke parkingfaciliteit als voorbeeld van een dergelijk *overlap*verwevingstype worden beschouwd. Wanneer de verschillende functies overlappen, maar ongelijkwaardig zijn, spreekt men van medegebruik. Een voorbeeld hiervan is een plein dat als parking wordt gebruikt, maar een halve dag per week wordt vrijgemaakt voor een markt. Meestal domineert één functie.

Bij de drie andere verwevingstypes is er sprake van een onderlinge functionele relatie tussen functies en activiteiten. In het *netwerk*type onderhouden functies en activiteiten diverse relaties in verschillende netwerken, maar hoeven daarvoor niet in elkaars nabijheid gesitueerd te zijn. Via de informatie- en communicatietechnologie kan nagenoeg iedere functie of activiteit in Vlaanderen van op eender welke locatie verbinding maken met een andere functie of activiteit.

Wanneer de nabijheid belangrijker wordt, is er sprake van het *goede-buur*verwevingstype. Met elkaar gerelateerde functies en activiteiten zoeken elkaars nabijheid ook op. Vaak zijn dit functies en activiteiten binnen eenzelfde segment van de samenleving, zoals een groot auto-assemblagebedrijf met kleinere toeleveranciers in de onmiddellijke nabijheid die werken volgens het *just-in-time*principe. Maar ook andere functiecombinaties zijn perfect mogelijk binnen dit verwevingstype, zoals de situering van horeca nabij transportinfrastructuur.

Er is sprake van *symbiose* wanneer functies en activiteiten niet alleen sterk gerelateerd zijn aan elkaar, maar tevens een intensief ruimtegebruik kennen door het gemeenschappelijk gebruik van infrastructuur. Om over symbiose te kunnen spreken, is het bovendien belangrijk dat de betrokken functies en activiteiten elkaar niet negatief beïnvloeden. Een voorbeeld is de ontwikkeling van bedrijventerreinen nabij op- en afritten van autosnelwegen en van lokale bedrijventerreinen nabij woonkernen, liefst niet te dicht bij infrastructuur voor verplaatsingen op macroniveau, om de grondprijzen betaalbaar te houden voor lokale kleinere bedrijven.



Figuur 13: Verschillende mogelijkheden van verweving

Het valoriseren van efficiënte en comfortabele actieradii is een eenvoudige doelstelling waarvan men nog heel wat resultaat mag verwachten. Naar ruimte-efficiëntie voor verplaatsingen gaat niets boven voetgangers: geen afwenteling, geen ruimtegebruik voor gestalde voertuigen, en minimaal ruimtegebruik tijdens de verplaatsing. Steden zijn zich in toenemende mate bewust dat *walkability* een belangrijk kwaliteitscriterium is.[13] Men is zich ook meer en meer bewust dat beweging op zich een baat is voor fietsers en voetgangers. Ook niet-gemotoriseerd verkeer (vooral de fiets) maakt verplaatsingen mogelijk met beperkt ruimtegebruik. Ongeveer twintig procent van onze verplaatsingen zijn erg kort: minder dan 1 km.[14] Ook blijft 40% binnen een comfortabele fietsafstand van 3 km. Bijna 55% is korter dan 5 km, een haalbare fietsafstand, rekening houdend met het verplaatsingsmotief. Slechts een kleine 12% is verder dan 25 km. Fietsverhuurprojecten in steden zonder fietstraditie als Parijs kennen een enorm succes. In Vlaanderen blijft het gebruik van de fiets de laatste jaren ongeveer gelijk: 17% van de personen fietst dagelijks, 30% één tot enkele keren per week. De elektrische fiets kan de actieradius van de fiets sterk vergroten.

Als mogelijk andere doelstelling vermelden we de locatie van basisvoorzieningen. In het decreet basismobiliteit werd het principe van basismobiliteit gereduceerd tot toegang tot het openbaar vervoer. Basismobiliteit betekent echter ook toegang tot basisvoorzieningen. In het Steunpunt Ruimte en Wonen werden instrumenten ontwikkeld om de bereikbaarheid van kleinhandel voor basisbehoeften (bakker, slager, kruidenier) vanuit woonkernen in kaart te brengen. Hetzelfde kan gebeuren voor diensten. Uit de eerste resultaten blijken ruimtelijke ongelijkheden: er zijn woonkernen in Vlaanderen zonder basisvoorzieningen op wandel- of fietsafstand. Door ondermeer de vergrijzing creëert onze sterk autogerichte ruimtelijke ordening een mobiliteitsprobleem voor een toenemend deel van de bevolking. Dit is niet alleen een probleem van ruimtelijke ordening, ook bij kostenbesparingen door concentratie (bijvoorbeeld van ziekenhuizen, kinderdagverblijven, scholen, …) mag de meerkost voor de maatschappij (aan extra verplaatsingen) niet uit het oog worden verloren. Ruimtelijke planning gaat al lang niet meer over het beheersen van de gehele ruimte door strikte zonering en dirigistische lokalisatie. Des te meer gaat het om het faciliteren en garanderen van strategische basiscondities. Basismobiliteit gekoppeld aan de bereikbaarheid van basisvoorzieningen kan daarbij horen. Basismobiliteit (en andere basisvoorzieningen) garanderen betekent echter meestal ook mobiliteit subsidiëren, wat ingaat tegen het principe van het aanrekenen van de echte kostprijs en dus aanleiding zal geven tot te grote densiteit en teveel verplaatsingen.

[13] Zie o.a. www.walklondon.org.uk.

[14] Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen, 2010, meting september 2008–september 2009. Afstanden korder dan 100 m werden niet meegerekend.

WERKTERREINEN

Drie concrete werkterreinen worden nu kort onder de loep genomen: 1) stadsvernieuwingsprojecten als gangmakers van verdichting, verweving en multimodaliteit, 2) de (wat ondergesneeuwde) problematiek van parkeerterreinen, 3) werk maken van categorisering en een bijpassend ontwerp van wegen. Deze drie belangrijke rubrieken bieden uiteraard geen overzicht van alle zinvolle actieterreinen. Andere werkterreinen komen in diverse paragrafen van deze en andere secties aan bod.

STADSVERNIEUWINGSPROJECTEN: VERDICHTEN, VERWEVEN, MULTIMODALITEIT

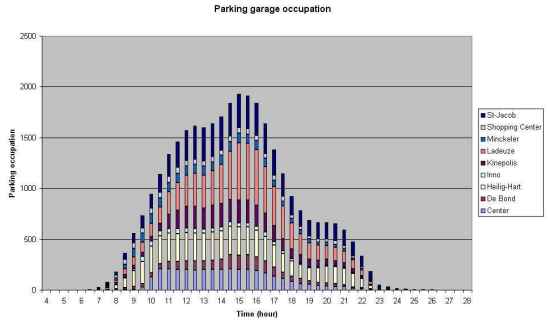
In Vlaanderen staat het verdichten en verweven van functies op de agenda van de talrijke stadsvernieuwingsprojecten die in de loop van het voorbije decennium werden opgestart. Dergelijke projecten maken deel uit van wat men 'de projectmodus van stedelijke transformatie' kan noemen. Aan het eind van de jaren tachtig merkt men zowat overal in Europa de opkomst van grote, complexe en ingrijpende stadsprojecten. Dit speelt in op de noden van de stad – die er aan het eind van de jaren tachtig behoorlijk verloederd bijlag – maar evengoed op de sterk groeiende markt van vastgoed en projectontwikkeling ondersteund door krachtige financiële groepen. Stadsprojecten kunnen – meer dan een realisatie kavel per kavel of gebouw per gebouw – het verschil maken, in goede en kwade zin. Het omgaan met deze projectmodus creëert een nieuw elan binnen de stedenbouw. 'Het stadsontwerp', de stedenbouw die het stadsproject concipieert en begeleidt, betekent een ware doorbraak ten opzichte van de starre regulerende vergunningsstedenbouw. Stadsontwerpen zijn veel meer proactief, creëren mogelijkheden en faciliteren ontwikkeling. De Vlaamse overheid en heel wat stedelijke overheden omarmen de projectmodus als kans voor stedelijke vernieuwing. Zij zetten stadsvernieuwingsprojecten op of ondersteunen deze, vaak binnen de een of andere vorm van publiek-private samenwerking. Stadsvernieuwingsprojecten zijn uitermate geschikt voor het verdichten en verweven van functies: wonen, kantoren, winkels, een school, een academie, een bioscoop, een plein, en telkens met de erbij horende ontsluiting en parkeerfaciliteiten. De meeste stadsvernieuwingsprojecten betreffen het vernieuwen of hergebruiken van het vervallen postindustriële patrimonium van onze steden. Men kan dit beschouwen als een unieke kans en een cruciale opdracht in onze stedelijke ontwikkelingsgeschiedenis. Een belangrijke categorie vormt de herontwikkeling van stationsomgevingen. Met Leuven als boegbeeld (Smets (2002)) wordt in Vlaanderen de ene na de ander stationsomgeving aangepakt. Telkens staat daarbij de mutatie van een verouderde stationsomgeving tot performant multimodaal knooppunt op de agenda. Het voorzien van uitgebreide ondergrondse parkeergelegenheid maakt daar steevast deel van uit. De operatie verloopt met vallen en opstaan, maar er kan zeker niet meer naast gekeken worden. Tientallen stadsvernieuwingsprojecten zijn momenteel in uitvoering of in voorbereiding in Vlaanderen. Hun welslagen – onder meer met het oog op verdichting, verweving en multimodale bereikbaarheid – vergt sturing en ondersteuning vanwege de stedelijke en de Vlaamse overheid (Loeckx (2009)).

PARKEERTERREINEN: NIEUWE OPLOSSINGEN ZOEKEN IN FLEXIBILITEIT EN MEERVOUDIG GEBRUIK

Een belangrijk, dringend te activeren werkterrein betreft het parkeren. Ruimtebeslag door stilstaande wagens wordt te weinig naar voor geschoven als een belangrijk onderdeel van de mobiliteitsproblematiek. Het is een problematiek die nooit echt goed werd opgelost en nu meer dan ooit behoefte heeft aan nieuwe werkwijzen. Parkeerterreinen van veel bedrijventerreinen worden minder dan een kwart van de tijd gebruikt (5 dagen per week, 8 tot 9 uur per dag). Op een typisch bedrijventerrein als Haasrode heeft elke bedrijf aparte parkeerterreinen, net zoals de collectieve voorzieningen zoals de Brabanthal en de schaatsbaan. Nochtans hebben die laatste activiteiten daar op een ander ogenblik parkeerruimte nodig dan de omliggende bedrijven en liggen de parkeerterreinen op een boogscheut van elkaar. Kortom, de parkeeroppervlakte wordt overgedimensioneerd op bedrijventerreinen, wat neerkomt op extensief gebruik van kostbare ruimte voor verkeer in stilstand. Recreatieve

functies (bioscopen, enz.), bedrijven en kantoren plannen rond gemeenschappelijke parkeerfaciliteiten kan toelaten dat de oppervlakte voor bedrijventerreinen veel intensiever gebruikt wordt. Bovendien worden de meeste parkeerplaatsen volledig ontworpen voor één doel: auto's parkeren. Mits enige creativiteit in ontwerp- en materiaalkeuze is polyvalenter gebruik van parkeerterreinen mogelijk: voor recreatie van werknemers (jogging, picknicktafels, …) of voor (o.a. luidruchtige) recreatie tijdens weekends. Tegelijk ontstaat op het vroegere monofunctionele bedrijventerrein een eigen soort stedelijkheid.

Straatparkeren in binnensteden komt neer op het opofferen van 1 of 2 rijvakken voor relatief weinig auto's. Ter vergelijking: de 744 parkeerplaatsen van parking Ladeuze (Leuven) komen overeen met ongeveer 4,5 km op straat, in de veronderstelling dat er geen in -en uitritten moeten worden vrijgelaten. In onze binnensteden wordt waardevolle publieke ruimte zo nog steeds inefficiënt gebruikt. In de binnensteden staan auto's van bewoners op straat, terwijl 's nachts grote overdekte parkings leeg zijn. Onderstaande figuren tonen dat de 744 plaatsen van de parking Ladeuze 's nachts ongebruikt blijven. De bezettingsgraad van de parkeerplaatsen op straat geeft een beeld van het tijdstip waarop bewoners een parkeerplaats nodig hebben. Flexibilisering van gebruik van parkings in de binnensteden kan honderden geparkeerde auto's uit het straatbeeld weghalen en de vrijgekomen ruimte een nuttigere en aangenamere functie geven. Sommige parkeerterreinen zijn gemengd, bijvoorbeeld met een aantal plaatsen voor bewoners, een aantal gemengde plaatsen en een aantal plaatsen voor kort parkeren. Maar veelal wordt nog steeds zeer eenzijdig omgegaan met de parkeermogelijkheden. Een goed voorbeeld is het openstellen van parkeerterreinen van bedrijven, universiteiten, enz. na de kantooruren of tijdens het weekend. Een andere optie is om parkeerterreinen tijdens daluren voor andere functies te gebruiken (markten enz.). Belangrijk daarbij is om zich bij het ontwerp niet 'vast te rijden' in een monofunctioneel gebruik.



Figuur 14: Bezettingsgraad over 24 uur van parkeergarages in Leuven tijdens een weekdag, volgens het SUSTAPARK model. De 24-uursimulatie begint om 4 uur 's ochtends. De maximumcapaciteit is 2.162 plaatsen.



Figuur 15: Bezettingsgraad over 24 uur van private parkeerplaatsen in Leuven, volgens het SUSTAPARK model. De 24-uursimulatie begint om 4 uur 's ochtends.

WEGEN: CATEGORISERING EN ONTWERP

Wegcategorisering is een heikele opdracht. De categorisering geconcipieerd en ingevoerd door het Structuurplan Vlaanderen heeft ongetwijfeld wat orde gebracht in een van de meest verwarde aspecten van de Vlaamse verkeersruimte, maar sommige nadelen ervan treden meer en meer op het voorplan en vragen ingrijpende bijsturing (zie sectie E). In andere gevallen wacht de verantwoorde categorisering nog steeds op bijpassend ontwerp en inrichting.

Bij het ontwerp van een weg moeten zowel de verkeersfunctie als de verweving met de omgeving in rekening worden gebracht. Sinds de invoering van de wegcategorisering is aanzienlijke vooruitgang geboekt in de analyse van functieverwerving. Het verweefbaarheidsprofiel van een gebied is het geheel van kenmerken van dat gebied met betrekking tot de verweving van functies en activiteiten: de bestaande verweving van functies en activiteiten en de potentiële ontwikkelingsrichtingen wat betreft verweving. De verwevingprincipes kunnen ook op het wegennetwerk worden toegepast: voor elk wegsegment in Vlaanderen moet de vraag gesteld worden wat de relatie is tussen het verkeer en de aangrenzende functies. Is er sprake van symbiose (bijvoorbeeld tussen logistiek park en snelweg), van een goede-buurrelatie (bijvoorbeeld tussen baanwinkels en doorgaand verkeer), van gedogen (bijvoorbeeld tussen bewoning en lokaal verkeer), enz.? Zowel vanuit het verkeer als vanuit ruimtelijke ordening moeten de ontwikkelingen gestuurd worden in de richting van goede relaties tussen het verkeer en de omgeving. Indien alle mogelijke andere maatregelen (zie sectie C) niet helpen en er toch hoge snelheden en grote volumes door of rakelings langs woonkernen moeten, moet men nieuwe infrastructuur durven aanleggen (tunnels, sluiting van ringwegen, …). Maar eenmaal een dergelijke infrastructuur voor hoge snelheden en grote verkeersvolumes is aangelegd, moet men er de consequenties van dragen en er bijvoorbeeld over waken dat geen enkel ruimtelijk plan nieuwe onverenigbaarheden uitlokt nabij de gerealiseerde infrastructuren.

DE VLAAMSE RUIMTE ANDERS BEKIJKEN

Uit de vorige paragraaf blijkt dat ruimtelijke planning voor betere mobiliteit geen evidente aangelegenheid is. En toch, alle dilemma's, vicieuze cirkels en *displacements* ten spijt, blijft het oordeelkundig lokaliseren, optimaliseren en toegankelijk maken van activiteiten in de ruimte een sleutel voor het oplossen van het complexe mobiliteitsvraagstuk.

Wie kijkt naar onze Vlaamse 'nevelstad' – zeg maar de gespreide ruimte tussen de steden – concludeert al snel dat een dergelijke ordening van de ruimte nooit een echte beleidsprioriteit was. De lokalisatie of aanleg van gepaste infrastructuren lijken eerder te resulteren uit een spel van belangen, opportuniteiten en toevalligheden dan uit een betrachting van optimale verplaatsing en bereikbaarheid. De mobiliteitsproblematiek kan dan ook worden gezien als het resultaat van een veralgemeende *mismatch* tussen waar de voorzieningen worden ingeplant, waar de gebruikers ervan zich bevinden, en hoe ze er naartoe moeten. Deze *mismatch* wordt toegeschreven aan het gebrek aan of het falen van ruimtelijke planning (Braem (1968); Strauven (1980); Houthaeve (2005)), met de alom gekende ruimtelijke wanorde en de erbij horende verkeerschaos tot gevolg.

Uitspraken over de ruimtelijke wanorde van de Vlaamse nevelstad en het schuldig verzuim dat ertoe leidde (o.a. door falende ruimtelijke planning of verkeerde beleidsprioriteiten), zijn te kort door de bocht. Eerder dan onze gebouwde ruimte te brandmerken in termen van mislukking en gemis, kan zij in kaart worden gebracht als het resultaat van een veelzijdige ontwikkeling die uitmondde in een eigensoortige omgeving met specifieke voor- en nadelen (cfr. De Geyter (2002); Ryckewaert (2002), Loeckx & De Meulder (2003)). Het is deze complexe ruimte die

optreedt als kader en drager van onze hedendaagse mobiliteit. De volgende historische schets poogt het courante beeld van de Vlaamse ruimte scherper te stellen.

KLEINE HISTORIEK VAN RUIMTELIJKE SPREIDING EN 'IMPLICIETE PLANNING'

Het nederzettingspatroon in Vlaanderen kan men in de eerste plaats beschrijven als een dichte constellatie van kleine en iets grotere stedelijke centra. Waar volgens het geografisch ideaalmodel van Christaller plaats zou zijn voor 21 kleine steden, telt Vlaanderen er niet minder dan 45 (Kesteloot (2003)). Aan de basis ligt een historisch verhaal van versterkte plaatsen, markten, kasteeldomeinen en kloosters, verspreid over het land. De compacte middeleeuwse stad positioneerde zichzelf als krachtige ambivalente figuur: zij was tegelijk een besloten en ommuurde versterking en een netwerkpool, actief verbonden met talrijke nabijgelegen centra. Plaats was even belangrijk als verplaatsing. Bovendien werkte de *intra muros* stad intens samen met talrijke voorzieningen buiten de muren (gasthuizen, molens, werkplaatsen, hoeves, gehuchten, heerlijkheden, ...). Tekenend daarvoor was het statuut van 'buitenpoorter' (Stabel & Van Herck (2010)).

De steenwegen, aangelegd door het Oostenrijks bewind, vormden tegelijk de apotheose van deze netwerkvorming en een schaalsprong in termen van infrastructurele performantie. Het Vlaamse stedennetwerk bood de ideale basis voor het ambitieuze programma. Op een totaal van 2.841 km steenwegen in de Zuidelijke Nederlanden werden in het Graafschap Vlaanderen en het Hertogdom Brabant 1.643 km aangelegd, vaak op initiatief van lokale notabelen (cfr. Genicot (1938, 1946, 1947); Cattoor & De Meulder (2010b)). De steenweg*tracés* spelen nog steeds een belangrijke rol in onze hedendaagse mobiliteit.

Recent stedenbouwkundig onderzoek, geïnitieerd door Smets & De Meulder, belicht de impact van lijninfrastructuren op de ontwikkeling van de gespreide ruimte in de negentiende en twintigste eeuw (kanalen en wegen, spoorwegen en buurtspoorwegen). Waar overal in Europa industrialisatie gepaard gaat met plattelandvlucht en grootstedelijke explosie, is dit in België veel minder het geval. Een sterk vertakt netwerk van spoorwegen (4.722 km in 1914) laat niet enkel een spreiding van industriële vestigingen toe, maar zet ook de arbeiders ertoe aan te blijven wonen in dorpen en gehuchten. In 1870 al trekt een veralgemeend systeem van goedkope abonnementen de woon-werkpendel op gang. Lokale stations genereren een nieuwe centraliteit: in kleine steden groeit de stationsstraat uit tot heuse *route affluente*. Van en naar de stations begint zich vanaf 1885 een indrukwekkend netwerk van buurtspoorwegen te vertakken. In 1925 doorkruisen 4.465 km tramsporen – waarvan 1.525 km geëlektrificeerd – het Belgische platteland. Ze doen nagenoeg alle dorpen en gehuchten van enige omvang aan. Aan onooglijke stopplaatsen *in the middle of nowhere* injecteert een café samen met een paar 'rekes' van arbeidershuisjes een minidosis stedelijkheid op het platteland (De Block (2010), De Block & Polasky (2011)). Opmerkelijk is dat, in tegenstelling tot de centralistische NMBS, de NMVB al gauw opereert via lokale initiatieven en intercommunales. De buurtspoorwegen realiseren een veralgemeende praktijk van *grass root* personenmobiliteit.

Tegen het dominante vertoog van afwezige of falende ruimtelijke planning in, toont het hierboven vermelde stedenbouwkundig onderzoek aan dat het Belgische model van naoorlogse economische modernisering kan worden bestempeld als een vorm van 'impliciete stedenbouw en ruimtelijke ordening' (Ryckewaert (2011a)). Men kan inderdaad moeilijk ontkennen dat de programmawetten over de uitbouw van wegen, havens en kanalen – uitgedokterd en geïmplementeerd in de jaren vijftig en zestig door kabinetsleden en hogere ambtenaren van de ministeries van Economische Zaken, Openbare Werken, Financiën en Transport – vormgeven aan ruimtelijke modellen en op systematische wijze de productie van de gebouwde ruimte sturen. Opmerkelijk daarbij is de afwezigheid van planners en stedenbouwkundigen.

Nieuwe en bestaande dokken, kanalen of snelwegen vormden infrastructuurbundels. Op hun beurt stellen deze bundels, met Antwerpen, Luik, Charleroi, Brussel en Gent als scharnierpunten, een raamwerk samen van corridors voor industriële ontwikkeling, mobiliteit en wonen dat heel België overspant. De bundels en corridors zijn impliciet verwant aan modernistische lijnstadmodellen. Dat het wonen, oorspronkelijk bedacht als een snoer van satellietsteden, zich liever *ad hoc* verknoopt met dorpen en gehuchten langs het traject, doet geen afbreuk aan de onderliggende lijnstadmorfologie, maar verweeft deze in tegendeel met de bestaande nederzettingsstructuur (Ryckewaert (2011a))

In dit onderzoek wordt verder duidelijk dat het Wegenfonds met de bouw van de nieuwe snelweginfrastructuur tussen 1955 en 1975 een drievoudige doelstelling nastreeft. Naast het realiseren van een aantal Belgische secties van het trans-Europese netwerk, wordt tegelijk werk gemaakt van verschillende snelwegen met een industrieel corridorkarakter en van de stedelijke snelwegring rond Brussel. Het Belgisch snelwegennetwerk kiest dus bewust voor hybriditeit. Het wil niet enkel ten dienste staan van automobiliteit, maar naast infrastructuur voor massamobiliteit ook ontsluiting van de stad en drager van regionale welvaartsontwikkeling zijn. Dit belet de overheid niet om, in de beste Fordistische traditie, stevig de schouders te zetten onder investeringen in de automobielsector. Geleidelijk aan begint het Wegenfonds bevoegdheden te delen met de intercommunales. Het uitbouwen van het nationale raamwerk van snelwegen, infrastructuurbundels en industriële corridors krijgt daarbij concurrentie van interventies die lokale belangen dienen, zoals stedelijke ringwegen, regionale secties van snelwegen, een opeenvolging van op- en afritten, of een territoriumdekkende spreiding van bedrijventerreinen (Ryckewaert (2011b)). Dit alles zal een weerslag hebben op de structuur en robuustheid van ons wegennet (zie sectie E).

Bij het register van infrastructurele ruimtelijke ontwikkeling voegt zich dat van het naoorlogse woonbeleid. Dit laatste sluit naadloos aan bij het uitbouwen en subsidiëren van het net van spoor- en buurtspoorwegen, onder meer met het oog op het tegengaan van de plattelandsvlucht. De wet De Taeye (1948) initieert bouw- of aankooppremies met leningswaarborg voor individuele woningbouw of voor de aankoop van een sociale woning. Het programma wordt een eclatant succes en een motor van het gespreide wonen. Tussen 1948 en 1973 worden 411.000 premiewoningen opgeleverd, bijna 40% van alle nieuwbouwwoningen, waarvan 70% in kleine of middelgrote gemeenten. Eerst verlinten bestaande wegen, daarna nemen de verkavelingen het voortouw. In grote steden kan het premiesysteem moeilijk op tegen dure en schaarser wordende bouwgronden. Vanaf 1967 mag er een garage in de De Taeye woning. Het woonbeleid omarmt het suburbane woonideaal (Theunis (2008)).

Met steenwegen, spoorwegen en buurtspoorwegen, snelwegen en industrieterreinen, woonlinten en verkavelingen kan men stilaan spreken van een consequent beleid van stapsgewijze uitrusting en subsidiëring van de gespreide ruimte. In het plaatje mogen ten slotte de publieke voorzieningen niet ontbreken. Ook dit aspect bouwt verder op een historische continuïteit. Kasteeltjes en kloosters verspreid over het land werden geleidelijk getransformeerd tot scholen, hospitalen of zorginstellingen. In Vlaanderen vormde het katholieke patrimonium lange tijd de voornaamste publieke voorziening van de kleinstedelijke en dorpse ruimte. In de jaren zestig en zeventig krijgt dit patrimonium het gezelschap van sport- en recreatievoorzieningen of culturele centra, in naam van een sport- en cultuurbeleid dat de bakens uitzet voor de Vlaamse gewestvorming (Gosseye et al. (2011)).

LAISSEZ-FAIRE OF PALIMPSEST?

Het mag stilaan duidelijk zijn: de Vlaamse gebouwde ruimte is meer dan 'nevelstad' (Smets (1994, 1995)), *citta diffusa* (Indovina (1990, 1999)) of *rizoom* (De Meulder & Plissart (2010)). Eerder dan de chaotische uitkomst van *laissez-faire* is de Vlaamse gespreide ruimte een bedoelde ruimte, een ruimtelijke 'palimpsest' die, bij aandachtige lectuur, een historische gelaagdheid van ingrepen en toepassingen van beleidsprogramma's te zien geeft

waartussen een onderhuidse maar niettemin merkwaardige samenhang bestaat. Het *leitmotiv* van deze samenhang is mobiliteit en gespreide ontwikkeling. Laag na laag entte zich op de vorige zonder deze volledig uit te wissen. Dit belet niet dat ongerijmdheid en fragmentatie er lustig huishouden. De talrijke wisselingen van bestuur en van beleidsprioriteiten, de competitie tussen regio's en overheidssectoren, de wisselvalligheden van de economie, het haperen van de welvaartstaat, de moeilijke cohabitatie van publiek belang en privaat gewin, en de grillen van de regionalisering maakten dat heel wat beleidsprogramma's niet verder geraakten dan onaffe, soms oneigenlijke toepassingen met een grote dosis *ad hoc*isme en pragmatisme. Bovendien maakt een diepgewortelde autonomie van steden en gemeenten hen *incontournable* voor van alles en nog wat. Het lokaliseren van beslissingen verschaft lokale belangen volop toegang tot het grote spel. Dan is er ook de even diep gewortelde zin van ontelbare individuen om in de marge van welk beleid dan ook hun eigen gang te gaan. Bij dit alles dient de gespreide ruimte zich aan als een ontvankelijk kader dat vrijheid en inconsistentie absorbeert en, zo goed en zo kwaad het gaat, samenhang distilleert uit de gefragmenteerde en gelokaliseerde toepassingen van nationale programma's.

SO WHAT? VAN PALIMPSEST TOT MEERVOUDIGE, ROBUUSTE RUIMTE

Een aanzienlijk deel van de personenmobiliteit speelt zich af in de gespreide ruimte. Net zoals deze ruimte zelf vertonen ook de mobiliteitspraktijken in de gespreide ruimte een samenspel van logica en ongerijmdheid. Zo vormen bijvoorbeeld snelwegen, regionale wegen en lokale wegen op het eerste gezicht een begrijpbaar en hiërarchisch geheel waarvan alle onderdelen volgens een goed omschreven regelgeving zijn vormgegeven en moeten gebruikt worden. Naar inconsistenties hoeft men echter niet lang te zoeken. Snelwegen doen dienst als verbinding tussen nabijgelegen bestemmingen (cfr. het voorbeeld in sectie C), lokale wegen dienen als oprit voor snelwegen, stedelijke ringwegen worden gebruikt voor internationaal transport, bestemmingsverkeer hindert doorgaand verkeer en *vice versa*, zoek- en sluipverkeer vervolledigt het plaatje. Een stevige poging tot (her)structurering werd ondernomen door het Structuurplan Vlaanderen in de vorm van een (her)categorisering van het globale wegennet (Loeckx (1996)). Dit werk is echter niet af en is op sommige vlakken aan herziening toe (cfr. sectie C voor een voorbeeld). Sectie E presenteert hiervoor concrete voorstellen.

Sommige ongerijmdheden zijn toe te schrijven aan historische keuzen (zoals bijvoorbeeld de aanleg van ringsnelwegen en regionale snelwegen met een groot aantal op- en afritten). Andere vloeien voort uit een eerder ongelukkig gebruik van niet goed ingeschatte wegenpatronen. De gespreide ruimte is immers nog steeds een niet goed gekende en vaak misbegrepen ruimte. Onze visietekst formuleert dan ook als werkhypothese dat de palimpsest van de gespreide ruimte in Vlaanderen geen onverbeterbare chaos is, maar een onvoldoend gekend en onontgonnen veld van halfpatronen, halfstructuren, halfrasters en navenante gebruiksmodaliteiten, dat zich leent tot een arbeid van herinterpreteren, herprofileren, herschalen, selectief uitwissen of strategisch aanvullen, verknopen of ontwarren, bundelen of spreiden, waar nodig en mogelijk.

Een eerste werk dat zich aandient is ruimtelijke analyse en taxonomie. Dit kan een atlas van halfpatronen en halfstructuren en hun functioneren in kaart brengen, benoemen en duiden (De Meulder & Dehaene (2002); Cattoor (2009); Cattoor & De Meulder (2010a)). Een volgende stap is in essentie interdisciplinair. Problematische halfstructuren en halfrasters moeten worden onderzocht op mogelijkheden van strategische correctie: het vervolledigen of aanzuiveren tot een samenhangend netwerkonderdeel, zo nodig hercategoriseren, modaal herprogrammeren, herinrichten. Uiteraard kan dit niet ineens in heel Vlaanderen. De correctie moet uitgewerkt en getoetst worden via exemplarische en strategisch gekozen gevalsstudies. Dergelijke studies kunnen tegelijk een uitgelezen proefveld vormen voor 'dynamisch verkeersmanagement' (onder meer de optimalisering van knelpunten met het oog op filebeheer door toeritdosering en buffering, cfr. sectie C). Het werk reikt mogelijk interessante testcases aan voor het wegwerken van problematische conflicten tussen systeemoptima en

gebruikersoptima (onder meer door een strategische herinrichting van gevoelige trajecten gekoppeld aan financiële incentieven (cfr. sectie C). Een ander toepassingsveld betreft het ophelderen van storende ambiguïteiten – zoals het gebruik van snelwegen voor lokale ontsluiting – en het wegwerken van structurele lacunes in het wegenraster – zoals het ontbrekend rasterniveau van regionale doorstroomwegen. Goed gekozen en beter begrepen halfrasters kunnen de basis vormen van een robuust wegennet met heldere hiërarchische niveaus en voldoende redundantie (cfr. sectie E). Het hergebruik van onderbenutte en de tracering van ontbrekende rasterlijnen kunnen ook het uitgangspunt zijn van strategische projecten voor *light rail* die een nieuwe soort openbaar vervoer met economische draagkracht en ruimtelijk ordenend vermogen introduceren (cfr. sectie E).

E. DE STRUCTUUR VAN HET WEGENNET: EEN PLEIDOOI VOOR EEN ROBUUST EN HIËRARCHISCH STELSEL MET DAARIN EEN OPGEWAARDEERD SAMENHANGEND REGIONAAL NETWERK

De voorgaande secties maken duidelijk dat de structuur van onze ruimte en ons wegennet ('het spelbord' van het verkeersspel) in belangrijke mate bepalen hoe wij met ons allen onze transportinfrastructuur gebruiken. Met een onaangepaste structuur van het wegennet zijn problemen als congestie, sluipverkeer en kwetsbaarheid voor incidenten (wegenwerken, ongevallen, sneeuw) nauwelijks te vermijden. In deze sectie maken we duidelijk dat deze problemen als het ware in ons Vlaamse wegennet zijn ingebakken en door het huidige beleid eerder worden versterkt dan verholpen. Ook dit maakt deel uit van de palimpsest van de gespreide ruimte, het vormt er als het ware de meest recente laag van.

DE ONTMANTELING VAN EEN SAMENHANGEND SECUNDAIR (REGIONAAL) WEGENNET: EEN BEGRIJPELIJKE MAAR ONGELUKKIGE KEUZE

Naast bereikbaarheid, capaciteit, reistijd en filepreventie zijn tal van andere factoren van belang bij de uitbouw of aanpassing van ons wegennet, zoals duurzaamheid, omgaan met ruimtelijke spreiding, leefbaarheid van woonkernen, integriteit van het landschap en verkeersveiligheid. In de late jaren negentig heeft de Vlaamse Overheid al deze aspecten nauwgezet tegen elkaar afgewogen, wat resulteerde in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV), dat later is omgezet in diverse provinciale en gemeentelijke structuurplannen. Het RSV bevat onder meer een wegcategorisering die voor elke weg aangeeft welke functie hij in het netwerk vervult: verbinden, verzamelen of toegang geven. Op provinciale en lokale schaal is een vergelijkbare categorisering doorgevoerd voor de kleinere wegen. Deze categorisering is richtinggevend: niet elke weg kan onmiddellijk worden opgebroken en aangepast, maar als dat toch gebeurt – bijvoorbeeld naar aanleiding van een groot onderhoud of structurele rioleringswerken – wordt hij heringericht volgens een streefbeeld dat past bij zijn functie in het netwerk.

Bij de opmaak van de wegcategorisering in het RSV zijn een drietal hiërarchische niveaus onderscheiden, waarbij per niveau een verschillende samenhang werd nagestreefd. De snelwegen en belangrijkste primaire wegen vormen een gesloten, min of meer driehoekig rasternet (het primaire net). Ook de tertiaire wegen (de kleinere lokale verbindings- en verzamelwegen) vormen een eigenstandig net op lokaal en interlokaal niveau. Voor de tussenliggende laag van secundaire wegen heeft men echter, omwille van de historische erfenis van lintbebouwing en doortochten met bijhorende problematiek van onleefbaarheid en onveiligheid, gekozen voor een ander netwerkconcept. Deze wegen takken aan op het hoofdwegennet om verkeer zo snel mogelijk naar de vele op- en afritten van de veel verkeersveiligere snelwegen te voeren. Tegelijk werden vlotte doorgaande verbindingen tussen de hoofdwegen stelselmatig vermeden: mazen in het secundaire net zijn doelbewust doorgesneden. Deze drastische hercategorisering heeft een enorme impact op de totale weginfrastructuur. Vooreerst doet de 'ontaarding' van het secundaire net afbreuk aan de logische drieledigheid van het gehele netwerk, waarbij de eigen schaal en het eigen mobiliteitsprofiel van het secundaire net wordt miskend. Aansluitend maakt de historische raster- of halfrastermorfologie plaats voor een radicaal andere figuur, met name een boomstructuur. Bovenlokale ritten dienen niet dwars door een regio over secundaire wegen te worden afgewikkeld, maar gaan via een secundaire weg, over de snelweg (de stam van de boom), om nabij de bestemming weer via de secundaire weg naar de bestemming te voeren. Dit wordt duidelijk geïllustreerd in het voorbeeld en de twee scenario's op het einde van sectie C.

De beweegredenen voor deze keuze zijn reëel en begrijpelijk. Bovendien speelt de hercategorisering in zekere mate in op de bedoelde hybriditeit van het snelwegenconcept (cfr. de historische schets van de gespreide ruimte in sectie D). Echter, zoals het voorbeeld van de twee scenario's aantoonde, legt dit ontbreken van een eigenstandig regionaal netwerk een grote druk op de snelwegen, wat leidt tot grote congestieproblemen rond onze stedelijke gebieden. Dit is op zichzelf al problematisch, maar het ondermijnt op zijn beurt ook het hele netwerkconcept uit het RSV, omdat regionaal verkeer dat congestie op de snelweg wil vermijden geen goed alternatief heeft via secundaire wegen omwille van het ontbreken van een eigenstandig net. Daardoor wijkt het noodgedwongen uit naar het wel samenhangende net van lokale wegen, die niet op deze stroomfunctie zijn voorzien. Zo loopt uiteindelijk een hele regio vast, zeker bij ongevallen of wegenwerken die extra congestie op de snelweg veroorzaken. En ook de leefbaarheids- en onveiligheidsproblemen zijn op deze manier uitgewaaierd over het hele lokale netwerk. Gewoonlijk gebruikt men voor dit fenomeen de term 'sluipverkeer', maar in feite was deze gebruikersreactie voorspelbaar: ze is uitgelokt door een te kwetsbare, structureel ongelukkige herziening van het spelbord.

VAN EEN KWETSBARE BOOMSTRUCTUUR NAAR EEN ROBUUST, SAMENHANGEND, DRIELEDIG EN MULTIMODAAL STELSEL

Een kleine vijftien jaar na de invoering van het RSV wordt de inherente kwetsbaarheid van het gebruikte netwerkconcept anno 2011 meer en meer voelbaar. Immers, het transformeren van wegen is een langetermijnproces, maar stilaan zijn meer en meer voormalige stroomwegen effectief *gedowngraded.* Een illustratief voorbeeld is de doortocht van de N1/N10 door Mortsel (figuur 16), waar de stroomfunctie van deze voormalige hoofdassen, volledig conform hun nieuwe streefbeeld en functie in het structuurplan, sterk is afgebouwd ten voordele van ruime openbaar vervoer-, fiets- en voetgangersvoorzieningen. Sindsdien is de verkeersafwikkeling niet alleen in Mortsel zelf maar in de hele regio ten zuidoosten van Antwerpen sterker verstoord dan ooit tevoren, met zowel in Mortsel als in alle omliggende gemeenten klachten over sluipverkeer, ook buiten de spitsen en in het weekend (Arckus (2007)).



Figuur 16: Herinrichting N1/N10 Mortsel: voetgangers, fietsers en openbaar vervoer krijgen de ruimte; voor auto's blijft alleen ruimte voor de lokale functie

Het ontbreken of actief afbouwen van voldoende capaciteit en samenhangende alternatieven voor regionaal verkeer (over 15 à 30 km) levert dus onbeheersbare problemen die uitwaaieren van de secundaire wegen naar

snelwegen en lokale wegen, en legt een alsmaar toenemende hypotheek op de bereikbaarheid en leefbaarheid in Vlaanderen. Het antwoord op deze structurele problematiek moet worden gezocht in structurele langetermijnoplossingen: een fundamentele wijziging in het nagestreefde netwerkconcept en dus de aanpassing van de wegcategorisering ten opzichte van het huidige beleid zoals vastgelegd in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen.

Aan de basis van ons pleidooi voor een dergelijke aanpassing liggen drie inzichten of nader te onderzoeken werkhypothesen. 1) Het ruimtelijk spreidingsmodel van de Vlaamse nevelstad (zie historische schets sectie D) is mogelijk corrigeerbaar, maar niet radicaal omkeerbaar. Een aanzienlijk deel van de personenmobiliteit speelt zich af in deze gespreide ruimte. Zij vormt zowel de logische transitruimte tussen de stedelijke kernen als de toegangsruimte naar elke kern afzonderlijk. Bovendien blijkt uit de snelle historische schets van sectie D dat lijninfrastructuren in belangrijke mate de morfologie van de gespreide ruimte bepalen. De gespreide ruimte genereert ook haar eigen mobiliteit. Het is immers geen leeg *terrain vague* maar een uitgerust veld vol functies die elkaar voortdurend nodig hebben: wonen, werken, distributie, ontspanning, onderwijs, zorg, verkeer, ... Naar alle verwachtingen zal de automobiliteit in deze gespreide ruimte nog toenemen. Het gaat daarbij niet enkel om lokale (tertiaire) mobiliteit, een belangrijk deel betreft regionaal (secundair) verkeer. 2) Het afwentelen van dit omvangrijke regionale verkeer op het primaire en tertiaire net is geen duurzame optie. De boomstructuur, met de snelweg als stam, doet afbreuk aan de voordelen van een rastermorfologie. De omvang van het regionale verkeer vraagt om een eigenstandig samenhangend wegennet met robuuste rasterkenmerken en voldoende kwaliteit en capaciteit. Dit regionale net maakt deel uit van een hiërarchisch wegennet voor lokale, bovenlokale en (inter)nationale verplaatsingen. 3) De gevraagde hercategorisering blijft niet beperkt tot privaat wegverkeer. Ook het openbaar vervoer dient onderzocht te worden op mogelijke gebreken in samenhang tussen de drie schaalniveaus (onderbezette, overbelaste en ontbrekende openbaar vervoer*tracés* en -aansluitingen). Het beoogd hiërarchisch wegennet maakt deel uit van een multimodaal stelsel, waarbij binnen elk schaalniveau de rolverdeling tussen privaat en openbaar vervoer wordt bepaald: (individueel) privaat vervoer voor de weinig (in ruimte of tijd) gebundelde verplaatsingen, (collectief) openbaar vervoer voor gebundelde verplaatsingen, met mogelijk privaat collectief vervoer (*carpooling*, bedrijfsvervoer, ...) ergens tussenin. Uiteindelijk heeft hier het prijsbeleid weer een grote rol te spelen: het is slechts wanneer de beperkte capaciteit en de kostprijs van verplaatsingen met het openbaar vervoer en over de weg worden doorgerekend dat men een correcte verdeling over modi kan bereiken. Door middel van een gepaste prijszetting en verkeersmanagement dient het gebruik van de gewenste vervoeralternatieven en schaalniveaus voor elke verplaatsingsbehoefte te worden gestuurd.

De kracht van deze concepten moet voor de Vlaamse context nog grotendeels worden verkend, maar uit studies in het buitenland kunnen wel voorlopige conclusies worden getrokken. Nederland, bijvoorbeeld, kampt ondanks een sterk verschillende cultuur en historie in ruimtelijk beleid met vergelijkbare problemen doordat een samenhangend regionaal wegennet ontbreekt.[15] Voor diverse Nederlandse regio's zijn ontwerpen gemaakt waarbij het wegennet niet wordt versterkt door snelwegen verder uit te bouwen, maar wel het 'onderliggend wegennet' (Immers et al. (2001, 2002)). Door het voorzien van een zekere redundantie, flexibiliteit en sturingsmogelijkheden op de overgang tussen hiërarchische lagen kan bovendien beter worden ingespeeld op voorziene of onverwachte verstoringen zoals werkzaamheden, manifestaties, ongevallen of slechte weersomstandigheden. Simulaties tonen aan dat zo een robuust wegennet ontstaat dat zijn functies ook onder niet-ideale omstandigheden behoorlijk blijft vervullen, zodat regio's niet geblokkeerd raken. Kosten-batenstudies die naast reistijden ook veiligheid en ecologische

[15] De oorzaken liggen echter wel anders. Waar Vlaanderen beschikt over een veelheid aan regionale wegen (bijvoorbeeld oude 'steenwegen') waarvan de stroomfunctie vaak geleidelijk wordt afgebouwd, heeft men er in Nederland destijds vaak voor gekozen om snelwegen aan te leggen op de *tracés* van bestaande regionale wegen (vaak om wegenbouwkundige redenen). Nederland beschikt daardoor wel over een dicht en relatief fijnmazig snelwegennet, maar regionale wegen ontbreken er vaak volledig.

factoren meenemen, tonen aan dat de nieuwe netwerken economisch haalbaar en verantwoord zijn en veruit superieur zijn tegenover alternatieve netwerkconcepten (Schrijver et al. (2008); Snelder (2010)). Ten slotte kunnen zij ook probleemloos worden ingepast in multimodale netwerkontwerpen waar hoogwaardig openbaar vervoer en hoogwaardige verkeersnetwerken elk apart hun functies vervullen en elkaar bovendien versterken dankzij efficiënte overstappunten (Snelder et al. (2010)).

De vraag is of een eigenstandig regionaal wegennet inderdaad vergelijkbare baten oplevert en hoe het in het dichtbevolkte, gespreide en sterk verlinte Vlaanderen kan worden gerealiseerd. Is het haalbaar om de stroomfunctie van bestaande regionale wegen te herstellen of te versterken? Moeten nieuwe *tracés* worden uitgedacht? Of kan worden aangesloten bij bestaande lijninfrastructuren (spoorwegen, snelwegen) door er parallel een regionale stroomweg tegenaan te bouwen? Nader interdisciplinair onderzoek (van verkeerskundigen, ruimtelijke planners, stedenbouwkundigen, voertuigdeskundigen, economen, ...) is nodig om op deze vragen een antwoord te bieden, zodat een goed wetenschappelijk onderbouwd, robuust, hiërarchisch, samenhangend netwerkconcept de basis kan vormen van toekomstige structuurplannen en langetermijnontwikkeling van onze multimodale transportnetwerken.

Aan argumenten tegen een robuust drieledig netwerk is er geen gebrek. Maar zowel argumenten als tegenargumenten vragen kritisch onderzoek. Zo is lintbebouwing niet overal en voor altijd een absolute hinderpaal. Linten veranderen. In sommige gevallen vervangen appartementsgebouwen individuele woningen, in andere gevallen specialiseren linten zich in grootschalige baanwinkels. Dit verandert de spanning tussen doorstroom- en erffunctie. Een veel gehoord tegenargument is de overdreven dichtheid van het wegennet (‘overal beton en asfalt’). Vlaanderen zou met een wegennet van 500 km per 100 km² tot vier maal het Europese gemiddelde overtroeven. Deze dichtheid betreft echter vooral het tertiaire en het tertiair geworden secundaire net. Vlaanderen telt bijvoorbeeld minder hoofdwegen (autosnelwegen en genummerde N- en R-wegen) dan de Nederlandse Randstad: 446 km per 1.000 km² versus 490 km per 1.000 km².

Zoals hierboven reeds gesteld, heeft interdisciplinair onderzoek naar een robuust netwerk voor personenmobiliteit, vertrekkend van de bestaande halfrasters en halfstructuren van de gespreide ruimte, niet enkel autoverkeer op het oog. Hercategorisering en herprofileren van rasterlijnen of opvullen van opvallende lacunes kan betrekking hebben op comfortabele fietsroutes of op het herdenken van nieuwe modaliteiten van openbaar vervoer zoals *Light Rail Transit* (LRT). Wat dit laatste betreft, is de diagnose gelijklopend met de voorgaande analyse over het ontbreken van aangepaste netwerken voor middellange (regionale, secundaire) verplaatsingen met de wagen. Enerzijds zijn de bestaande busroutes zeer sterk centripetaal gericht vanuit en naar elk van de stedelijke centra die samen onze dichte stedenconstellatie uitmaken. Tegelijk zijn juist deze centripetale routes meestal sterk onderhevig aan verlinting, waardoor doorstroming en erffunctie elkaar belemmeren. Anderzijds is de gespreide ruimte tussen de stedelijke centra sterk ‘uitgerust’ met talrijke activiteiten – woongebieden, scholen, zorgcentra, vrije tijd, winkelcentra, bedrijven allerhande – die talloze behoeften aan kriskras dwarsverplaatsingen genereren langs *tracés* die daarvoor niet geschikt zijn. Hier kan een intelligent LRT-*tracé* de aangewezen oplossing bieden. Een dergelijk *tracé* mikt niet enkel op een grotere redundantie (alternatieve verplaatsingsmogelijkheden) van het verkeersnetwerk, maar creëert ook interessante mogelijkheden voor oordeelkundige verdichting, landschappelijke profilering en uitrusting van de gespreide ruimte. De geschiedenis van de buurtspoorwegen *revisited*, waar de lokale trams en treinen destijds grotendeels werden vervangen door autobussen omwille van te lage densiteit en te hoge kosten. Uiteraard zijn er niet alleen ruimtelijke condities in het spel, de economische haalbaarheid zonder vervalsende subsidiëring is even cruciaal. Het onderzoek naar eventuele LRT-mogelijkheden – eventueel gekoppeld aan het opzetten van strategische experimentele projecten – kan enkel vanuit een interdisciplinair perspectief gebeuren, waarbij verkeerskunde, landschapsstedenbouw, ruimtelijke planning en verkeerseconomie zonder apriorisme hun beste kennis inzetten (Blondia, De Deyn & Smets (2010); Shannon & Smets (2010)).

Tegen de courante scepsis in (‘de verknoeide Vlaamse ruimte’, ‘de Vlaamse plantrekkersmentaliteit’, ‘het Vlaamse bestuurskluwen’, ...) stellen wij dat het bovenstaande pleidooi voor een robuust, geïntegreerd en multimodaal stelsel – met inbegrip van de nodige hercategorisering en investering in ontbrekende onderdelen van dit stelsel – zeker niet op voorhand verloren is. Enerzijds lijken versnippering en verlinting de hele opzet ruimtelijk te hypothekeren. Anderzijds is de Vlaamse ruimte een palimpsest van lijninfrastucturen, half*tracés* en halfrasters die zich mogelijk lenen tot herdefinitie. Bovendien is Vlaanderen tegelijk gespreid en dicht bevolkt. De ‘dichte spreiding’ laat niet enkel toe voor elk nieuw *tracé* of heringerichte *missing link* een groot aantal proteststemmen in stelling te brengen, maar zorgt evengoed voor een potentieel cliënteel en economisch draagvlak voor nieuwe initiatieven.

Beleidsaanbeveling: De ruimtelijke structuur van Vlaanderen vraagt om een samenhangend regionaal wegennet binnen een robuust, hiërarchisch, samenhangend multimodaal netwerkconcept. Hiervoor is een koerswijziging van het langetermijnbeleid noodzakelijk. Ongebonden interdisciplinair onderzoek moet dit ondersteunen.

F. KRITISCHE BEDENKINGEN BIJ ENKELE BELEIDSKWESTIES

Vier kwesties worden kort aan de orde gesteld: 1) het gebrekkig in rekening brengen van kosten en baten, 2) het te weinig rekening houden met de samenhang van mogelijke maatregelen, 3) het niet schuwen van dogma of inconsistentie, 4) het te weinig denken in termen van netwerken.

IN REKENING BRENGEN VAN (ALLE) KOSTEN EN (ALLE) BATEN

Niet zelden denken politici voor het oplossen van vervoersproblemen in eerste instantie aan dure bijkomende infrastructuur. Dit geldt zowel voor de weg als voor het spoor, de tram en de binnenvaart. Dikwijls ontbreekt het aan diepgaand onderzoek en een gefundeerd debat om na te gaan of deze uitbreidingen echt nodig zijn. Zolang de centrale overheid alle infrastructuurwerken betaalt, ontstaan er sterke lobbies voor investeringen van regionaal of lokaal belang. De juiste beleidskeuze maken is niet eenvoudig, maar in Vlaanderen ontbreekt het momenteel bovendien aan een betrouwbaar en inzichtelijk proces om dit goed te doen. Onontbeerlijk daartoe is een goed inzicht in alle kosten en alle baten en in de spreiding van zowel kosten als baten: wie draagt de kosten, wie kan genieten van de baten? Een complicatie daarbij is dat doorgaans niet alle kosten in rekening worden gebracht en dat, bij gebrek aan een beprijzing van verkeer, de baat van dure capaciteitsuitbreidingen soms snel wordt weggegomd door extra verkeer. Een andere moeilijkheid die men niet uit het oog mag verliezen is *displacement* tussen kosten en baten: gelokaliseerde baten die kosten genereren voor anderen, elders, op andere niveaus. Dit is geen zeldzaam en evenmin een Vlaams probleem. Het is eigen aan landen of regio's waar de centrale overheid investeringen doet met baten geconcentreerd in één regio. Zo blijken ook veel Europese prioriteitsprojecten niet echt verantwoord (Proost et al. (2010)). In Vlaanderen ontbreekt het wel aan duidelijke richtlijnen of regels bij het opstellen van kosten-batenanalyses. Dit laat te veel ruimte voor de opsteller van de analyse om de resultaten wat 'bij te sturen' in de richting van de wensen van de opdrachtgever en maakt dat er geen standaardpraktijk is waartegen een kosten-batenanalyse kan worden afgetoetst. Bovendien is zo'n kosten-batenanalyse vaak in beperkte mate publiek toegankelijk en is het uitvoerende bureau niet verplicht een belangenvermenging te rapporteren, bijvoorbeeld in verband met de latere uitvoering van het project. Dit alles bevordert de kwaliteit van kosten-batenanalyses als instrument om juiste keuzes te maken in Vlaanderen allerminst. In aansluiting daarbij missen we een open debatcultuur en onafhankelijke evaluatie van de infrastructuurvoorstellen. Een dergelijke evaluatie kan een gekleurd of 'geamputeerd' kosten-batenplaatje corrigeren. Nederland heeft een traditie van tweede opinie die wij niet hebben, een traditie die geleid heeft tot de verantwoorde bijsturing van heel wat projecten (Annema et al. (2007)).

BELEIDSAANBEVELING: Er is nood aan een grondige kosten-batenanalyse met een tweede opinie om te komen tot meer verantwoorde investeringsplanning. Dit geldt voor alle modi.

EEN SAMENSPEL VAN MAATREGELEN BEKIJKEN, GERICHT OP SYSTEEM ÉN GEBRUIKERS

Een courant probleempunt bij heel wat beleidskeuzes is dat men vertrekt vanuit een vaste vraag naar verplaatsingen en te weinig in rekening brengt dat mensen hun gedrag aanpassen aan veranderingen in beleid en infrastructuur. Nieuwe infrastructuur trekt doorgaans nieuwe verplaatsingen aan, wat kan resulteren in eenzelfde congestieniveau als tevoren. Het nastreven van systeemoptima moet gepaard gaan met maatregelen die op consistente wijze de gebruikersoptima bijsturen. Ook moet men voor elk probleem de diverse mogelijke maatregelen in rekening brengen. Om ergens verplaatsingen te reduceren kan men denken aan heel uiteenlopende oplossingen, zoals infrastructurele aanpassingen, openbaar vervoer, infrastructuur voor carpoolen, enz. Diverse genres van maatregelen moeten echter samen worden bekeken, afgewogen en eventueel op intelligente wijze

gecombineerd. Dit is vaak niet het geval. Zo werd in de voorbije jaren bijvoorbeeld veel geïnvesteerd in openbaar vervoer en bedrijfsvervoerplannen, maar heeft dit vaak aanleiding gegeven tot vooral meer verplaatsingen met het openbaar vervoer die slechts in beperkte mate autoverplaatsingen vervingen. Ook dacht men dat voldoende maatregelen inzake openbaar vervoer weginfrastructuurprojecten overbodig maakten. De efficiëntie van de diverse maatregelen en hun samenspel moet echter kritisch bevraagd worden. Zijn bijvoorbeeld initiatieven als *carpooling* en bedrijfsvervoersplannen wel efficiënt? Een probleem lijkt te zijn dat de baten hiervan typisch voor alle weggebruikers zijn en dat de carpooler of het bedrijf zelf hieraan weinig verdienen. Dus lijken aanvullende maatregelen nodig om het individu te overtuigen hieraan mee te doen, in eerste instantie door rekeningrijden, eventueel aangevuld door subsidies voor *carpooling* of bedrijfsvervoerplannen. Deze subsidies kunnen veel lager zijn, omdat de belangrijkste stimulus het duurdere autogebruik is. Opnieuw is de boodschap om niet enkel te ontwerpen vanuit een systeemvisie, maar om ook de gedragsreacties van gebruikers in rekening te brengen. De mogelijkheid moet interessant genoeg zijn voor gebruikers om ook effectief te worden aangewend.

ELIMINEREN VAN DOGMA'S, WEGWERKEN VAN INCONSISTENTIES

Het beleid van de voorbije jaren was op diverse bestuursniveaus zeker niet vrij van dogma's en apriorismen. Een bescheiden maar duidelijk voorbeeld hiervan is de Celestijnenlaan in Heverlee, die al jaren is dichtgeslibd omdat de verkeerslichten niet werden aangepast aan de nieuwe verkeersituatie. De verantwoordelijke schepen meldde hierover dat het 'niet het beleid van stad is om autogebruik aan te moedigen.' Het lijkt er sterk op dat men weigert files op te lossen teneinde de *modal shift* ten voordele van het openbaar vervoer aan te moedigen. Maar te oordelen aan de steeds langer wordende files, blijkt deze ontradingsstrategie niet erg succesvol. Het gaat hier om een anekdotisch voorbeeld van een veel algemener verspreid dogma. Al jarenlang wordt zeer eenzijdig gecommuniceerd over de fileproblematiek: het openbaar vervoer wordt algemeen als dé oplossing voor files aangeprezen, zelfs bij mensen die in file staan omdat het openbaar vervoer voor hen geen oplossing biedt. In meer algemene termen is een dergelijke negatieve strategie – het niet wegnemen van evidente oorzaken van filevorming – duidelijk inferieur vergeleken met een goede beprijzing van vervoer. Als men autoritten duurder maakt door ze te belasten, recupereert de maatschappij deze toegenomen kosten in de vorm van belastinginkomsten die nuttig kunnen worden gespendeerd. Als men files organiseert, gaat deze tijdskost voor iedereen verloren, en veroorzaakt men bovendien overlast aan derden. Openbaar vervoer is niet in alle gevallen zaligmakend. Zo zijn bijvoorbeeld de Europese pogingen om goederenvervoer op het spoor te krijgen niet erg succesvol gebleken. Niet-dogmatisch beleidvoeren impliceert echter ook dat men niet a priori kiest voor de auto. In heel wat gevallen is openbaar vervoer immers de aangewezen oplossing. Parkeergebruik is een belangrijke kost van de auto in de stad. Ongebruikte auto's parkeren is een zeer inefficiënt gebruik van de schaarse stedelijke ruimte. Bovendien hebben diverse niet-autogerichte maatregelen duidelijk wel gewerkt. De publieke fietsen in Parijs zijn bijvoorbeeld zeer efficiënt. Mits oordeelkundige uitwerking is het STOP-principe (stappers, trappers, openbaar vervoer, privaat autogebruik – in die volgorde) een goed uitgangspunt, maar zeker geen algemeen toepaspaar principe. Waar dogma's heersen, gedijt merkwaardig genoeg ook de inconsistentie. Capaciteit en flux verhogen klinkt als een inbreuk op duurzaamheid. Als de nood te hoog wordt, blijkt die 'duurzaamheid' dan evenwel geen bezwaar voor het plannen van grote en superdure infrastructuurwerken, terwijl goedkope, eenvoudige en doeltreffende maatregelen onbenut blijven.

HET NETWERKDENKEN ERNSTIG NEMEN

Het beleid lijkt niet geïnteresseerd in een netwerkontwerp voor Vlaanderen. Voor Oosterweel is een dergelijke globale inpassing in een geoptimaliseerd netwerk niet gemaakt. Men heeft het debat onmiddellijk gefixeerd op verschillende concrete oplossingen, met diverse 'modellen' ter ondersteuning. Modellen worden wel gebruikt per project, maar enkel project per project, en politieke a priori's worden vanaf het begin ingebouwd. Projectgerichte modellen hebben zelden oog voor netwerkdenken, terwijl een fractie van het communicatiebudget van Oosterweel had kunnen volstaan voor een degelijke netwerkanalyse en -ontwerp. Daarbij moeten dan wel alle vervoersmodi worden betrokken: netwerkanalyse gaat over de samenhang en het evenwicht van diverse verkeersmodi en netwerkniveaus.

Nederland lijkt resoluut te kiezen voor het netwerkdenken, bijvoorbeeld in het streven naar een robuust netwerkniveau voor regionaal verkeer. De Nederlandse ruimte is echter totaal anders dan de Vlaamse. Voor regionale wegen in Vlaanderen vormen verlinting, functievermenging en wonen een niet te ontkennen realiteit. Anderzijds is de geschiedenis van de Vlaamse ruimte er een van gelaagde netwerken van mobiliteit en lenen de aanwezige hafrasters zich mogelijk tot herdefinitie. Dit is alleszins het onderzoeken waard. Het onderzoek kan gericht zijn op strategisch gekozen gebieden en worden gekoppeld aan initiatieven van toekomstgericht verkeersmanagement. Van een overheid die echt geïnteresseerd is in netwerkdenken wordt daadwerkelijke ondersteuning van dergelijk onderzoek en de erbij horende initiatieven verwacht.

2. BELEIDSAANBEVELINGEN

Vier registers die verschillende aspecten van het mobiliteitsgebeuren belichten, werden geopend: de voertuigkeuze, de optimalisatie van het gebruik van de bestaande infrastructuur, een betere ruimtelijke ordening en een intelligente uitbouw van nieuwe infrastructuur. Binnen elk register werden problemen, argumenten, concepten en voorstellen aangebracht. Samen vormen zij een veelzijdig en tegelijk open en samenhangend kader voor onderzoek, ontwikkeling en beleid. Tot slot vatten we nog kort een aantal beleidsaanbevelingen samen. Zij bestrijken een breed spectrum dat gaat van het direct verbeteren van wat bestaat – het optimaliseren van de bestaande verkeersinfrastructuren en verkeerspraktijken, benutten van beschikbare kennis, werk maken van haalbare voorstellen – tot het investeren in een echt duurzame mobiliteit voor morgen.

1. Op het vlak van leefmilieu is de eerste prioriteit nog steeds het ontmoedigen van dieselwagens: ze krijgen een groot belastingvoordeel en zijn nog steeds schadelijker voor de gezondheid dan benzinewagens. Er is nood aan een jaarlijkse extra voertuigbelasting voor dieselwagens die zorgt dat deze wagens ongeveer evenveel belasting betalen per jaar als benzinewagens. Deze belasting zou ook best hoger zijn voor oudere dieselwagens omdat deze ook beduidend meer vervuilen. De hoge subsidie voor energiezuinige wagens is absoluut niet evident omdat er veel goedkopere manieren zijn om CO_2-emissies te verminderen. Het invoeren van een belasting per kilometer die kan variëren met het traject en het tijdstip van de verplaatsing verdient aanbeveling. Het aspect leefmilieu wordt op termijn steeds minder belangrijk in de opbouw van deze belasting.

2. Het sterk subsidiëren van energiezuinige wagens gaat wellicht een kleine vermindering van de uitstoot van CO_2 meebrengen, maar deze wordt bereikt aan een zeer hoge kost voor de maatschappij: 1.000 € per ton CO_2 te vergelijken met een kostprijs van 10 tot 30 € per ton CO_2 voor uitstootreducties in de industrie. De klassieke benzine- en dieselwagens zullen nog sterk verbeteren. Ze blijven dus een goede technologische keuze vanuit het oogpunt van CO_2-reductie aan betaalbare prijzen. In steden lijkt de overschakeling van stadsbussen op aardgas een efficiënte en veilige manier om luchtvervuiling aan te pakken.

Het is nog te vroeg om volop en exclusief de aanschaf van elektrische voertuigen te promoten. Bij de hoge subsidies voor massale aankoop van hybride en elektrische voertuigen moeten vragen worden gesteld: het is niet alleen een zeer dure manier om de uitstoot van CO_2 te beperken, maar de subsidies zullen ook vooral worden opgepikt door de hoogste inkomensklassen. Dit geld kan beter besteed worden aan onderzoek en ontwikkeling op het vlak van energiebesparing en schone technologie.

3. Het aanpassen en fijnregelen van of kleine optimalisaties aan kruispunten of structurele snelwegknelpunten kunnen tegen geringe kost files significant verminderen. Dit lijkt een bescheiden opzet maar vormt in feite een ambitieus programma. Omwille van hun bijzonder gunstige baten-kostenverhouding is het cruciaal deze *quick-wins* niet uit het oog te verliezen in tijden van grote discussies over infrastructurele werken en verkeersmanagement. Het gaat om een veelheid van relatief kleine ingrepen. Niettemin is een permanente alertheid en voldoende bestaffing nodig om van deze kleine maar belangrijke verbeteringen een structurele capaciteitsmaximalisatie te maken. In sommige gevallen vergt dit kleine werk bovendien het aanspreken van (beschikbare) geavanceerde technologie.

4. Een goed gebruik van het wegennetwerk vergt het bijsturen van de gebruikers, zoniet krijgt men een zeer suboptimaal gebruik. Dit bijsturen kan door de juiste incentieven: in reiskosten (selectieve beprijzing, rekeningrijden, fijngeregelde tolheffing) of in reistijd (gepaste categorisering en dito inrichting). Door de keuze van

prijs of doorstromingssnelheid heeft een goed anticiperende wegbeheerder dus wel degelijk grip op de vrije beslissingen van de weggebruikers.

5. Ook het openbaar vervoer kan door betere beprijzing en gerichte trajecten veel aan efficiëntie winnen. Substitutie met andere vormen van zacht verkeer moet worden tegengegaan.

6. Het ondersteunen door de Vlaamse overheid van stadsvernieuwingsprojecten – onder meer gericht op het verdichten en verweven van functies en het verbeteren van hun multimodale bereikbaarheid – begint vruchten af te werpen. Het verdient aanbeveling dit beleid verder te zetten en zo mogelijk te versterken.

7. Veel parkeercapaciteit in de stad en op bedrijventerreinen wordt slecht ingezet. Er kan worden gewerkt aan nieuwe formules van meervoudig gebruik en flexibele bezetting.

8. Eerder dan als de chaotische uitkomst van een *laissez-faire* aanpak, kan de Vlaamse gespreide ruimte worden bekeken als een ruimtelijke 'palimpsest' die een historische gelaagdheid van beleidsingrepen te zien geeft waartussen een onderhuidse samenhang bestaat. Het *leitmotiv* van deze samenhang is mobiliteit en gespreide ontwikkeling. In aanvulling op het stedenbeleid biedt dit een interessant uitgangspunt voor een beleid dat de Vlaamse ruimte herbedenkt in termen van samenhangende netwerken.

9. De ruimtelijke structuur van Vlaanderen vraagt om een samenhangend regionaal wegennet binnen een robuust, hiërarchisch, samenhangend multimodaal netwerkconcept. Binnen een dergelijk concept kunnen ook nieuwe trajecten van openbaar vervoer worden onderzocht met economische draagkracht en ruimtelijk ordenend vermogen. Hiervoor is een koerswijziging van het langetermijnbeleid noodzakelijk. Ongebonden interdisciplinair onderzoek moet dit ondersteunen.

10. Er is nood aan een grondige en deugdelijke kosten-batenanalyse met een tweede opinie om te komen tot een meer verantwoorde investeringsplanning. Dit geldt voor alle modi.

3. REFERENTIES

Annema, J.A., Koopmans, C., & Van Wee, B. (2007) 'Evaluating transport infrastructure investments: The Dutch experience with a standardized approach', *Transport Review* 27(2): 125-150.

Arckus (2007) 'Sluipverkeer in de zuidoostrand van Antwerpen: Eindrapport versie' 4.0a, Rapport Arckus, augustus 2007.

Blondia M., De Deyn E., & Smets M. (2010) 'Regional LRT as a backbone for the peri-urban landscape in 2050 (Belgium)', *OSA*, K.U.Leuven.

Braem, R. (1968) *Het lelijkste land ter wereld*, originele uitgave: Davidsfonds, Leuven, 1968, heruitgave: Centrum Vlaamse Architectuurarchieven, Academic & Scientific Publishers, Brussel, 2010.

Brook, R.D., Rajagopalan, S., Pope, C.A. III, Brook, J.R., Bhatnagar, A., Diez-Roux, A.V., Holguin, F., Hong, Y., Luepker, R.V., Mittleman, M.A., Peters, A., Siscovick, D., Smith, S.C. Jr., Whitsel, L., & Kaufman, J. D. (2010) 'Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association', *Circulation* 121:2331-2378.

Brunekreef, B., & Holgate, S.T. (2002) 'Air pollution and health', *Lancet* 360:1233-1242.

Cattoor, B. (2009) 'Exploring and expanding the urbanist potential of Atlas' format', in: De Meulder Bruno, Ryckewaert Michael, Shannon Kelly (eds.), *Transcending the discipline, Urbanism & Urbanisation*, International PhD Seminar, *OSA*-K.U.Leuven, 1-3 October 2009, pp. 193-199.

Cattoor, B., & De Meulder, B. (2010a) 'An Iteration between Collaborative Urbanism and Formal Cartographies', in: Meijsmans Nancy, De Meulder Bruno, Shannon Kelly (eds.), *Designing for a Region*, Sun Academia, Amsterdam, pp. 202-213.

Cattoor, B., & De Meulder, B. (2010b) 'De steenwegen en het axioma van de quaede gatten', in: De Meulder Bruno, Hoornaert Steven, Van Herck Karina (reds.), *Metamorfosen. Een ruimtelijke biografie van de regio Kortrijk*, Dexia Bank / Intercommunale Leiedal, Brussel, Kortrijk, 2010, pp. 108-117.

Chung, K., Rudjanakanoknad, J., & Cassidy, M.J. (2007) 'Relation between traffic density and capacity drop at three freeway bottlenecks', *Transportation Research B*, 41(1): 82-95.

De Block, G. (2010) 'Het spoor en de ontsluiting van stad en platteland', in: De Meulder Bruno, Hoornaert Steven, Van Herck Karina (reds.), *Metamorfosen. Een ruimtelijke biografie van de regio Kortrijk*, Dexia Bank / Intercommunale Leiedal, Brussel / Kortrijk, 2010, pp. 132-147.

De Block, G., & Polasky, J. (2011) 'Light Railways and the rural-urban continuum: technology, space and society in the late nineteenth-century Belgium', *Journal of Historical Geography* (forthcoming).

De Borger, B., & Proost S. (2009) 'De Oosterweelverbinding en het ontbrekende alternatief', *Leuvens Economisch Standpunt*, 2009/127.

De Borger, B., & Proost, S. (2010) 'A political economy model of road pricing', CES - discussion paper series DPS10.20, pp. 1-37, K.U.Leuven CES.

De Geyter, X. (2002) *After-Sprawl. Onderzoek naar de hedendaagse stad*, NAi Uitgevers, Rotterdam, 2002.

De Meulder, B., & Dehaene, M., red. (2002a) *Atlas Zuidelijk West-Vlaanderen*. Fascikel 1, Anno '02, Kortrijk 2002.

De Meulder, B., & Plissart, M.-F. (2010) 'Verbeelding', in: De Meulder Bruno, Hoornaert Steven, Van Herck Karina (reds.), *Metamorfosen. Een ruimtelijke biografie van de regio Kortrijk*, Dexia Bank / Intercommunale Leiedal, Brussel, Kortrijk, 2010, pp. 213-247.

De Standaard (2010), 'Brussel wil E40 vanaf Kraainem halveren', *DS* Online 7 september 2010.

Dijkema, M., van der Zee, S.C., Brunekreef, B. & van Strien R.T. et al. (2008) 'Air quality effects of an urban highway speed limit reduction', *Atmospheric Environment* 42(40): 9098-9105.

Duranton, G., & Turner, M.A. (2009) 'The fundamental law of road congestion: evidence from US cities', *AER* (forthcoming).

Fujita, T. J., (2002) *Economics of agglomeration*, Cambridge University Press.

Gehring, U., Wijga, A.H., Brauer, M., Fischer, P., De Jongste, J.C., Kerkhof, M., Oldenwening, M., Smit, H.A., & Brunekreef, B. (2010): 'Traffic-related air pollution and the development of asthma and allergies during the first 8 years of life,' *Am J Respir Crit Care Med* 181:596-603.

Genicot, L. (1938, 1946, 1947) 'Etudes sur la construction des routes en Belgique', *Bulletin de L'Institut de Recherches Economiques et Sociales*, t.X 1938, t.XII 1946, t.XIII 1947.

Glaeser, E.L. (2008) *Cities, Agglomeration and Spatial Equilibrium*, Oxford University Press.

Gosseye, J., Heynen, H., Loeckx, A., & Van Molle, L., red. (2011): *Architectuur voor vrijetijdscultuur. Culturele centra, zwembaden en recreatiedomeinen*, Lannoo Campus, Leuven, 2011.

Hoffmann, B., Moebus, S., Mohlenkamp, S., Stang, A., Lehmann, N., Dragano, N., Schmermund, A., Memmesheimer, M., Mann, K., Erbel, R., & Jockel, K.H. (2007) 'Residential exposure to traffic is associated with coronary atherosclerosis', *Circulation* 116:489-496.

Houthaeve, R. (2005) 'De moeizame adoptie van de 'ruimtelijke planning' in Vlaanderen,' *Stedenbouw en ruimtelijke ordening*, 86, 4, pp. 10-21.

Immers, L.H., Wilmink, I.R., & Stada, J.E. (2001) 'Bypasses voor bereikbaarheid', Rapport Inro-VV/2001-28. TNO Inro, Delft.

Immers, B., & Egeter, B. (2002) 'Stelselmatig naar een betere netwerkstructuur; OWN als redmiddel tegen verkeersinfarct. *Verkeerskunde'*, Nr, 2, pp. 18-25.

Immers, L.H., Tampère, C.M.J., & Logghe, S. (2009) 'Tien verbeteropties voor een performant en duurzaam transportnetwerk voor België', rapport K.U.Leuven, CIB/Verkeer & Infrastructuur, September 2009.

Indovina, F., ed. (1990) *La città diffusa*, Dipartimento di Analisi Economica Sociale del Territorio, IUAV, Venezia, 1990.

Indovina, F. (2009) *Dalla città diffusa all'arcipelago metropolitano*, Edizioni Franco Angeli, 2009.

Kesteloot, C. (2003) 'Verstedelijking in Vlaanderen: problemen, kansen en uitdagingen voor het beleid in de 21e eeuw', in: *De eeuw van de stad. Over stadsrepublieken en stadsrasters*, Voorstudies Witboek Stedenbeleid, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, 2003, pp. 15-39.

Knockaert, J., & Proost, S. (2005) 'Transport sector', In: Willems B., Eyckmans J., Proost S. (Eds.), *Economic aspects of climate change policy, a European and Belgian perspective* (pp. 99-110) Acco.

Kotsialis, A., & Papageorgiou, M. (2004) *Hierarchical Nonlinear Model-Predictive Ramp Metering Control for Freeway Networks*, Tristan V, Fifth Triennal Symposium on Transportation Analysis, Guadeloupe.

Kunzli, N. (2002) 'The public health relevance of air pollution abatement', *Eur Respir J* 20:198-209.

Kunzli, N., Jerrett, M., Mack, W.J., Beckerman, B., LaBree, L., Gilliland, F., Thomas, D., Peters, J., & Hodis, H.N. (2005) 'Ambient air pollution and atherosclerosis in Los Angeles', *Environ Health Perspect* 113:201-206.

Loeckx, A. (1996) 'Het ruimtelijk structuurplan Vlaanderen als kader en inzet voor architectuur', in: *Jaarboek architectuur Vlaanderen 1994-1995*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, pp. 26-37.

Loeckx, A., & De Meulder, B. (2003) 'Wonen op zoek naar stedelijkheid, dichtheid, duurzaamheid', in: *De eeuw van de stad. Over stadsrepublieken en rastersteden.* Voorstudies Witboek Stedenbeleid, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, 2003, pp. 273-304.

Loeckx, A., red. (2009) *Stadsvernieuwingsprojecten in Vlaanderen. Ontwerpend onderzoek en capacity building*, uitgeverij SUN, Amsterdam, 2009 (also in separate English edition: *Framing urban renewal in Flanders*).

Maerivoet, S., Spitaels, K., De Ceuster, G., Dieussaert, K., Aerts, K., Steenberghen, T., Nijs, G., Clette, V., & Lannoy, P. (2009) 'SUSTAPARK; Optimising price and location of parking in cities under a sustainability constraint.' Final report. Belgian Science Policy. 108 pp.

Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schroten, A., Doll, C., Pawlowska, B., & Bak, M. (2008) *Handbook on Estimation of External Costs in the Transport Sector Produced within the Study Internalisation Measures and Policies for all External Cost of Transport (IMPACT)* Version 1.1. Delft, CE.

Mayeres, I., & Proost, S., (2004) 'Een beter prijsbeleid voor de Belgische transportsector in 15 stellingen', *Leuvens Economisch Standpunt*, 2004/106, http://www.econ.K.U.Leuven.be/eng/ew/les/Les106.pdf.

Mayeres, I., & Proost, S. (2011) The taxation of dieselcars in Belgium – revisited, mimeo.

Miller, K.A., Siscovick, D.S., Sheppard, L., Shepherd, K., Sullivan, J.H., Anderson, G.L., & Kaufman, J.D. (2007) 'Long-term exposure to air pollution and incidence of cardiovascular events in women', *N Engl J Med* 356:447-458.

Morgenstern, V., Zutavern, A., Cyrys, J., Brockow, I., Koletzko, S., Kramer, U., Behrendt, H., Herbarth, O., von Berg, A., Bauer, C.P., Wichmann, H.E., & Heinrich, J. (2008) 'Atopic diseases, allergic sensitization, and exposure to traffic-related air pollution in children', *Am J Respir Crit Care Med* 177:1331-1337.

Nash, J. (1951) 'Non-cooperative games', *Annals of Mathematics* 54:286-95.

Nawrot, T.S., Torfs, R., Fierens, F., De Henauw, S., Hoet, P.H., Van Kersschaever, G., De Backer, G., & Nemery, B. (2007) 'Stronger associations between daily mortality and fine particulate air pollution in summer than in winter: evidence from a heavily polluted region in western Europe', *J Epidemiol Community Health* 61:146-149.

Nawrot, T.S., Vos, R., Jacobs, L., Verleden, S., Faes, C., Wauters, S., Mertens, V., Dooms, C., Hoet, P., Van Raemdonck, D., Dupont, L., Nemery, B., Verleden, G., & Vanaudenaerde, B. (2011) 'The impact of air pollution on chronic rejection and mortality after lung transplantation', *Thorax*, 2011 (in press).

Pope, C.A. III, Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K. &, Thurston, G.D. (2002) 'Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution', *JAMA* 287:1132-1141.

Pope, C.A., & Dockery, D.W. (2006) 'Health effects of fine particulate air pollution: Lines that connect', *Journal of the Air & Waste Management Association* 56:709-742.

Pope, C.A. III, Ezzati, M., & Dockery, D.W. (2009) 'Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States', *N Engl J Med* 360:376-386.

Proost, S., & Van der Loo, S. (2010) 'Waarom de Oosterweelverbinding een economisch onverantwoord project is', CES - *Leuvense Economische Standpunten* 2010/128, 1-23 pp: K.U.Leuven CES.

Proost, S., Dunkerley, F., Van der Loo, S., Adler, N., Bröcker, J., & Korzhenevych, A. (2010) 'Do the selected Trans European transport investments pass the Cost Benefit test?', Discussion Paper CES, DPS10.02 http://www.econ.K.U.Leuven.be/eng/ew/discussionpapers/Dps10/DPS1002.pdf.

Proost, S., & Van Dender, K. (2011) 'What long term road transport future? Trends and policy options', *Review of Environmental Economics and Policy* (forthcoming).

RWO, *Diversiteit in vormen en voorkomen van verweving in Vlaanderen*, oktober 2007.

Ryan, F., & Caulfield, B. (2010) 'Examining the benefits of using bio-CNG in urban bus operations', Transportation Research Part D, pp. 363-365.

Ryckewaert, M. (2002) 'The minimal rationality of dwelling patterns in Flanders' Nevelstad,' in: *Oase* 60: 49-60.

Ryckewaert, M., & Theunis, K. (2006) 'Het lelijkste land, de mythe voorbij. Stedenbouw en verstedelijking in België sinds 1945', in: *Stadsgeschiedenis*, 1, 2, pp. 148-168.

Ryckewaert, M. (2011a) *Building the economic backbone of the Welfare State in Belgium. Infrastructure, Planning and Architecture 1945-1973*, 010 Publishers, Rotterdam, 2011.

Ryckewaert, M. (2011b) 'Planning & mass motorization in Belgium since 1945. Building an 'urban' highway system', *Transfers*. *Interdisciplinary Journal of Mobility Studies* (forthcoming).

Schrijver, J.M., Egeter, B., Immers L.H., & Snelder, M. (2008) 'Visie robuust wegennet ANWB, TNO-2008-D-R0661/C', Delft, The Netherlands.

Shannon, K., & Smets, M. (2010) *The landscape of contemporary infrastructure*, NAi Publishers, Rotterdam, 2010.

Smets, M. (1994) '1990-1993: een keerpunt voor de stedebouw', in: *Jaarboek architectuur Vlaanderen 1990-1993*, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Brussel, 1994, pp. 20-31.

Smets, M. (1995) 'La ville nébuleuse', in: *Europan 4: Construire la ville sur la ville*, Règlement/Thème, Paris, 1995, pp. 40-43 (also in separate English and German edition: 'The nebulous town' and 'Die Nebelstadt').

Smets, M. (2002) *Tussen stad en spoor. Project 'Stationsomgeving Leuven'*, Ludion, Gent-Amsterdam, 2002 (also in separate English edition: *Melding Town and Track. The railway area project at Leuven*).

Snelder, M., Egeter, B., van Rooijen, T., & Immers, L.H. (2010) '*P+R, ANWB-visie op een nieuw type P+R, uitgewerkt voor de regio Rotterdam-Den Haag', TNO-034-DTM-2010-03924, Delft, The Netherlands.

Snelder, M. (2010) *Designing robust road networks*, PhD dissertation, TU Delft.

Sorensen, M., Hvidberg, M., Andersen, Z.J., Nordsborg, R.B., Lillelund, K.G., Jakobsen, J., Tjonneland, A., Overvad, K., & Raaschou-Nielsen, O. (2011): 'Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study', *Eur Heart J.*

Stabel, P., & Van Herck, K. (2010) 'Het netwerk van steden en de buitenpoorterij', in: De Meulder Bruno, Hoornaert Steven, Van Herck Karina (reds.), *Metamorfosen. Een ruimtelijke biografie van de regio Kortrijk*, Dexia Bank / Intercommunale Leiedal, Brussel, Kortrijk, 2010, pp. 93-107.

Steenberghen T., Thomas, I., Dufays, T., & Flahaut, B. (2004) 'Intra-urban location and clustering of road accidents using GIS: a Belgian example', *Int. J. Geographical Information Science* 18: 169-181.

Steunpunt Ruimte en Wonen (2009) Visienota – Visie ruimtegebruik en ruimtebeslag 2020-2050.

Strauven, F. (1988) 'Het lelijkste land?', in: *De fifties in België*, Hatier, Brussel, 1988, pp. 268-281.

Tampère, C.M.J., Hoogendoorn, S.P., & van Arem, B. (2005) 'A Behavioural Approach To Instability, Stop & Go Waves, Wide Jams And Capacity Drop', In: Hani S Mahmassani (Ed.), *Flow, Dynamics and Human Interaction* (Proceedings of the 16th International Symposium on Transportation and Traffic Theory), Elsevier press, 2005.

Theunis, K. (2008) 'De wet De Taeye. De individuele woning als bouwsteen van de welvaartsstaat', in: Karina Van Herck, Tom Avermaete (reds.) *Wonen in Welvaart. Woningbouw en wooncultuur in Vlaanderen, 1948-1973*. Rotterdam & Antwerpen: 010 Uitgeverij & VAi/CVAa, pp. 66-77.

Thisse, J.-F., & Thomas, I. (2010) 'Bruxelles au sein de l'économie belge: un bilan', *Regards économiques*, n°80.

Van Pee, S. (2007) *Gecoördineerde toeritdosering op congestiegevoelige netwerkonderdelen*, master thesis Ingenieurswetenschappen, Bouwkunde, K.U.Leuven.

Vandenbulcke, G., Thomas, I., Steenberghen, T. (2008) 'Access and accessibility indicators in transport,' Final report for Federal Science Policy and Federal Ministry of Transport, Support action of the strategic priorities of the federal policy. 351 pp.

Varaiya, P., (2005) 'What we have learnt about highway congestion', *Access*, nr. 27 herfst 2005 (http://paleale.eecs.berkeley.edu/~varaiya/papers_ps.dir/accessF05v2.pdf)

Vong, V., & Gaffney, J. (2009) 'Monash-Citylink-West Gate Upgrade Project: Implementing Traffic Management Tools To Mitigate Freeway Congestion', 2nd International Symposium On Freeway and Tollway Operations.

Wardrop, J.G. (1952) 'Some theoretical aspects of road traffic research', *Proceedings of the institute of civil engineers*, 1: 325-78.

Wolput, B., & Tampère, C.M.J. (2011) 'Eindrapport haalbaarheidsstudie groene golf team Vlaanderen', rapport K.U.Leuven in opdracht van Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen & Verkeer (in voorbereiding).