

Duurzame Routenavigatie

Is er harmonie tussen routeplanners en de beleidsprincipes voor duurzame mobiliteit?

RA-MOW-2011-013

K. De Baets, S. Vlassenroot, D. Lauwers, J. De Mol, G. Allaert

Onderzoekslijn Duurzame mobiliteit



DIEPENBEEK, 2013.
STEUNPUNT MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN
SPOOR VERKEERSVEILIGHEID

Documentbeschrijving

Rapportnummer: RA-MOW-2011-013

Titel: Duurzame Routenavigatie

Ondertitel: Is er harmonie tussen routeplanners en de beleidsprincipes voor duurzame mobiliteit?

Auteur(s): K. De Baets, S. Vlassenroot, D. Lauwers, J. De Mol, G. Allaert

Promotor: Prof. dr. Frank Witlox, Prof. Dirk Lauwers en Prof. dr. Georges Allaert

Onderzoekslijn: Duurzame Mobiliteit

Partner: Universiteit Gent

Aantal pagina's: 43

Projectnummer Steunpunt: 8.2

Projectinhoud: Onderzoek naar de relevantie en haalbaarheid van een routeringsalgoritme die het mogelijk maakt om duurzaam rijgedrag te stimuleren via navigatiesystemen.

Uitgave: Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken – Spoor Verkeersveiligheid, december 2011.

Steunpunt Mobiliteit & Openbare Werken
Spoor Verkeersveiligheid
Wetenschapspark 5
B 3590 Diepenbeek

T 011 26 91 12
F 011 26 91 99
E info@steunpuntmowverkeersveiligheid.be
I www.steunpuntmowverkeersveiligheid.be

Samenvatting

Routeplanners worden gebruikt om de routekeuze van een bestuurder te ondersteunen naar zijn of haar bestemming. Deze routes zijn berekend aan de hand van webgebaseerde routeplanners of autonavigatiesystemen. De voorgestelde routes houden echter weinig rekening met omgevingsfactoren, wat kan leiden tot sluiptverkeer en overlast. Toch kunnen systemen voor routegeleiding mogelijkheden bieden om duurzaam gebruik van het wegennet te stimuleren. Hiervoor is een integratie van enerzijds routeplanning en anderzijds maatregelen voor verhoogde verkeersleefbaarheid en -veiligheid van essentieel belang.

Beleidsmaatregelen kunnen een eerste stap zijn naar een duurzamere routeplanning. Het Ruimtelijk Structuurplan van Vlaanderen (RSV) beschrijft wegencategorieën voor de optimalisatie van het wegennetwerk, steunend op het selectief prioriteit geven aan bereikbaarheid of leefbaarheid. Deze categorisering vormt bovendien ook de basis voor de bewegwijzering langs de gewestwegen en autosnelwegen in Vlaanderen.

Dit rapport beschrijft de basisideeën van routeplanners (web-gebaseerd of navigatiesysteem) en de beleidsprincipes met betrekking tot routeplanning. De wegencategorisering en routekeuzeprincipes die gehanteerd worden in het ruimtelijk beleid en het mobiliteitsbeleid wijken af van de gangbare routenavigatiesystemen. De problematiek hieromtrent wordt aangegeven aan de hand van twee casestudies, door te onderzoeken in welke mate routeplanners de beleidsprincipes van wegencategorisering toepassen bij het berekenen van routes. De resultaten van het onderzoek wijzen enerzijds op een verschil tussen routeplanners onderling, en anderzijds op een verschil van routeplanners ten opzichte van de gewenste routing op basis van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. De gewenste routes wijken niet zozeer af qua afstand of tijdsduur, maar verschillen vooral in het gebruik van wegen van de laagste en hoogste categorieën. Vooral wegen van de laagste categorie - lokaal type III - die enkel toegang dienen te verlenen, worden frequenter benut door routeplanners voor het samenstellen van een route, zonder rekening te houden met de functie van deze wegen. Sommige van deze routes maken gebruik van lokale wegen voor doorstromend verkeer, terwijl volgens het RSV haalbare alternatieven mogelijk zijn.

Gebaseerd op dit onderzoek werd een workshop georganiseerd om –de relevante belanghebbenden te betrekken in deze problematiek. Dit waren zowel vertegenwoordigers van het beleid, van administraties als van privébedrijven en onderzoeksinstellingen. Er wordt geconcludeerd dat de implementatie van de Vlaamse wegencategorisering en/of de bewegwijzering in routeringsalgoritmes het potentieel heeft om duurzamer rijgedrag te stimuleren met duurzamere routekeuzes. Binnen deze context mag een navigatietoestel niet als boeman worden gezien, maar veeleer als een opportuniteit om die problematiek aan te pakken.

English summary

In-Vehicle route planning is used to support a driver's route choice and to guide a driver to his/her destination. These routes are calculated by web route planners and navigation systems. However, the suggested route takes less account of environmental aspects, which could lead to cut-through traffic. Nonetheless, route-guiding systems may provide opportunities to stimulate a sustainable usage of the road network wherefore an integration of route planning and measures to improve traffic liveability and safety is essential.

Policy principles may provide a first step towards a more sustainable route planning. The Flanders Spatial Structure (RSV) plan describes certain categories of roads for the optimization of the road network based on selectively prioritizing either accessibility or liveability. Additionally, these categorizations are the basic principles of the Flemish signposting along regional roads and highways.

This report describes the basic ideas of routeplanners (web-based or navigation system) and the policy principles involved in route planning. The policy-made road categorization and route choices deviate from the popular route navigation systems. This issue is indicated by two case studies, by examining to what extent route planners apply the principles of this (policy-made) road categorization while calculating a proposed route. Results of the research show that different route planners may suggest different routes. These routes can also differ from the desired route based on the Flanders Spatial Structure plan or the Flemish signposting. By comparing planned routes with the corresponding desired routes, differences in road usage are apparent. These deviations are mostly found in the use of low and/or high categorized roads. Route planners to guide through-traffic without considering the lower function of these roads frequently use especially roads of the lowest category -which should only be used to give access to adjacent parcels. For some of these suggested routes, the desired route is a feasible alternative.

Based on this research, a workshop was organised to involve all relevant stakeholders. These were policy representatives, administrations, research facilities and private companies. It is concluded that the implementation of the Flemish road categorization in routing algorithms has the potential to stimulate more sustainable driving behaviour with more sustainable route choices. In this context, route planners should be viewed as an opportunity to enhance sustainable routing.

Inhoudsopgave

1.	INLEIDING PROBLEMATIEK	7
1.1	Doelstelling van het onderzoek	7
1.2	Methodologie	8
2.	ROUTEPLANNING.....	9
2.1	Data	9
	2.1.1 Databank	9
	2.1.2 Verzamelen van data voor de digitale kaartdatabank	11
2.2	Inpasbaarheid van informatie in routenavigatie	12
	2.2.1 Voorziening van data	12
	2.2.2 Verkeersbordendatabank.....	14
2.3	Navigatiesystemen - routeplanners	15
	2.3.1 Algoritmen	15
	2.3.2 Opties voor routeplanning	16
	2.3.3 Navigatie voor vrachtverkeer	18
3.	BELEIDSPRINCIPES	20
3.1	Wegencategorisering in Vlaanderen	20
	3.1.1 Functies	20
	3.1.2 Categorieën.....	20
3.2	Kritische reflectie van de wegcategorisering	22
	3.2.1 Boomstructuur als te dogmatisch netwerkconcept	22
	3.2.2 Grenzen aan de functionele categorisering: nieuwe netwerkconcepten voor dynamisch verkeersmanagement.....	24
	3.2.3 Verkeerskundige en ruimtelijke conceptelementen als basis voor de opbouw van het net	25
	3.2.4 Onderschatting van de verzamelende functie van de hoofdwegen in (groot-) stedelijke gebieden	26
3.3	Bewegwijzering	26
4.	DOORWERKING BELEIDSPRINCIPES IN ROUTEPLANNERS	27
4.1	Doorwerking RSV in routeplanners	27
	4.1.1 Routes opstellen	27
	4.1.2 Vergelijking van routes op basis van tijd en afstand	28
	4.1.3 Gebruik van wegcategorieën	29
	4.1.4 Voorbeeldroute	31
4.2	Doorwerking Bewegwijzering in routeplanners	32
	4.2.1 Vergelijking voor routes	32
	4.2.2 Bepalen van routes.....	33
	4.2.3 Overeenkomsten tussen routes.....	33
	4.2.4 Gebruik van wegcategorieën	34

4.3	Categorisering bij kaartproducenten	34
5.	DISCUSSIE UIT WORKSHOP.....	37
	5.1.1 <i>Navigatie voor vrachtverkeer</i>	37
	5.1.2 <i>Navigatietoestellen vs het beleid</i>	37
	5.1.3 <i>Multimodale navigatie</i>	38
6.	CONCLUSIES	39
7.	VERDER ONDERZOEK	41
8.	REFERENTIES.....	42

1. INLEIDING PROBLEMATIEK

In het dagelijks verkeer streven de meeste weggebruikers er naar om hun reiskost te minimaliseren, voornamelijk door optimalisatie van de reistijd. De invloed die 'snelle' routes uitoefenen op de omgeving (verkeersonveiligheid, geluidshinder,...) lijkt voor hen van ondergeschikt belang. Duurzame routes trachten, conform met de principes van duurzame mobiliteit, zowel milieu en sociale aspecten ten opzichte van economische aspecten in overweging te brengen, om zo de negatieve effecten voor mens en milieu terug te dringen. Dit vereist een vervoersysteem dat minder geluidshinder teweeg brengt, milieuvriendelijker, veiliger en slimmer is [1]. Een slimmer vervoersysteem kan bereikt worden door het verkeer te geleiden langs de meeste geschikte wegen (met minimale belasting van de omgeving) en te informeren over verkeersomstandigheden, waarbij de weggebruiker met een aanvaardbare zekerheid weet hoeveel tijd de trip in beslag zal nemen [2]. Routenavigatiesystemen spelen hierin een belangrijke rol. Het doel van dergelijke duurzame routenavigatie is niet langer het streven naar minimalisatie van de reistijd, maar naar het verkrijgen van een 'redelijke' reistijd, met een redelijke graad van zekerheid over de aankomsttijd, langs geschikte wegen.

1.1 Doelstelling van het onderzoek

Binnen dit werkpakket wordt ingegaan op de problematiek van routing (via navigatiesysteem of web-routeplanner) die de verkeersleefbaarheid aantast (sluipverkeer). Het via GPS aangeven van routes door dorpskernen en woonbuurten – die geen rekening houden met de wegencategorisering geïntroduceerd op basis van de principes van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV) en die bovendien vaak gebaseerd zijn op niet correcte gegevens van rijksnelheden – draagt immers bij tot de toenemende problematiek van 'sluipverkeer' (zie hierover onder andere de Arckus, 2008 [3]). Diezelfde studie toont aan dat de wegencategorisering die geïmplementeerd werd op basis van het RSV een onvoldoend robuuste basis biedt voor het kanaliseren van het verkeer in netwerken die congestie vertonen.

Duurzame routenavigatie: Dit is het aanbieden van een routekeuze via navigatiesystemen of routeplanners dat kadert binnen een visie op duurzame mobiliteit (zie mobiliteitsplan vlaanderen), door rekening te houden met de **bereikbaarheid, verkeersleefbaarheid en veiligheid**. Hierbij primeert het breed maatschappelijk belang boven het individueel belang. Duurzame routes zijn in deze studie gebaseerd op de wegencategorisering -gesteund op de implementatie van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen- en omgevingsparameters (aanwezigheid scholen, ...), waarbij enkel het begin en einde van een rit over lokale erftoegangswegen verloopt.

Sluipverkeer: In deze studie wordt een top-down benadering van sluipverkeer toegepast, waarbij het feitelijk gebruik van het wegennet getoetst wordt aan de wenselijke functies van het wegennet. In deze context kan sluipverkeer gedefinieerd worden als **"verkeer dat wegen met een verbindende of een verzamelende functie vermijdt om een route te volgen op wegen met een lager functieniveau"**.

1.2 Methodologie

Er wordt gekeken naar de relevantie en haalbaarheid van een routeringsalgoritme die het mogelijk maakt om duurzaam rijgedrag te stimuleren via navigatiesystemen ('slimme routeringsalgoritmen'). Daarbij wordt zowel onderzocht in hoeverre de bestaande wegencategorisering - gesteund op de implementatie van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen - als omgevingsparameters (aanwezigheid scholen, ...) en leefbaarheidsindices hanteerbaar zijn in dit perspectief. De focus ligt hierbij op de rol van de Vlaamse overheid in het kader van het ter beschikking stellen van de verkeersbordendata aan kaartenmakers, en de herziening van het RSV als aanknopingspunt.

In een literatuuroverzicht wordt eerst ingegaan op de aspecten die een rol spelen bij routeplanning. Dit is het verzamelen en onderhouden van data, en het berekenen van de route. Aanvullend worden de beleidsprincipes die invloed hebben op de routekeuze toegelicht.

De wegencategorisering en routekeuzeprincipes die gehanteerd worden in het ruimtelijk beleid en het mobiliteitsbeleid wijken af van de gangbare routenavigatiesystemen. De problematiek hieromtrent wordt aangegeven aan de hand van twee casestudies (zie 4.1 en 4.2), één in de verstedelijkte randzone van Antwerpen en één in West-Vlaanderen.

Op basis van de eerstgenoemde casestudie (4.1) werd op 21 december 2010 een workshop georganiseerd voor het bespreken van de huidige "state of the art"-routenavigatie en wegencategorisering en het onderzoeken van pistes die tot een verbetering van navigatie kunnen leiden op vlak van duurzaamheid (verkeersleefbaarheid, overlast, veiligheid, milieu-impact, ...). Hierbij werd gestreefd naar een vertegenwoordiging van de relevante stakeholders. Dit waren zowel vertegenwoordigers van het beleid (kabinet minister Crevits, verschillende gemeenten) van administraties (MOW, ARP, provincies, gemeenten), als van privébedrijven (NAVTEQ, TomTom) en onderzoeksinstituten (UGent, KULeuven, VUB, ...).

2. ROUTEPLANNING

Routeplanning is een fundamenteel onderdeel in het domein van autonavigatie. Het laat toe om, afhankelijk van de beschikbare gegevens, een optimale route te berekenen tussen twee locaties. De routes kunnen voorafgaand of tijdens de trip worden berekend. Om een route te genereren van een herkomst naar een bestemming zijn twee aspecten onontbeerlijk: enerzijds de *data* met o.a. het wegennetwerk en aanvullend informatie nodig om voertuigen efficiënt door het wegennet te geleiden, en anderzijds een berekeningsproces of *algoritme* om aan de hand van de data een gepaste route te berekenen.

2.1 Data

2.1.1 Databank

Om een route te berekenen is informatie nodig die het wegennetwerk beschrijft. Alle gegevens die relevant zijn voor het bepalen van een route en voor het navigeren zullen worden bewaard in een databank, die een digitale kaart vormt. De databank stelt een wegennetwerk voor samen met andere nuttige informatie. Kaartenleveranciers kiezen een model om het wegennetwerk op te slaan en te beheren als basis voor de databank. Een voorbeeld van een gestandaardiseerd model is GDF (Geographic Data Files).

a. Opbouw

De digitale kaart is typisch vectoriëel opgebouwd, waarbij de entiteiten bestaan uit punten, lijnen en vlakken. Elk knooppunt (*node*) wordt voorgesteld door een punt en beschrijft doorgaands een locatie op het aardoppervlak aan de hand van geografische coördinaten (lengtegraad en breedtegraad). Een *node* stelt het begin of einde van een weg voor, of een kruispunt. Een lijn tussen twee *nodes* is een *link*. Elke link verbindt twee knooppunten en stelt zo een deel van de weg voor. Punten die tussen een link liggen om de kromming en van een weg weer te geven, worden *shape points* genoemd, maar dienen niet om *links* te connecteren.

Het is mogelijk om aan elk van deze entiteiten kenmerken toe te kennen, de attributen genoemd. De attributen kunnen zijn: type van de weg, straatnaam, snelheidslimiet, eenrichtingsstraat, etc. Door de lijnen onderling met elkaar te verbinden ontstaat er een wegennetwerk.

b. Formaten

Een belangrijk formaat is Geographic Data Files (GDF). Het is een internationale standaard die het conceptueel en logisch data model specificeert en tevens het uitwisselingsformaat is voor geografische databanken voor gebruik bij ITS (Intelligent Transport Systems). De CEN standaard (Europees) van het formaat is GDF 3.0, de ISO standaard (Internationaal) is GDF 4.[4]

GDF bestaat uit een Feature Catalogue en een Attribute Catalogue. De Feature Catalogue (de entiteiten catalogus) voorziet een definitie voor échte objecten zoals wegen, gebouwen, administratieve regio's en andere objecten die van belang kunnen zijn voor het wegennetwerk. De Attribute Catalogue definieert de karakteristieken van elke entiteit uit de Feature Catalogue. De Relationship Catalogue beschrijft de relaties tussen de entiteiten die gebruikt kunnen worden om informatie op een realistische wijze over te brengen. De *Feature Representation Scheme* specificeert hoe objecten uit de echte wereld voorgesteld moeten worden in de logische structuren van GDF. De *Data Content Specification* verduidelijkt welke data vereist is voor verschillende toepassingen. De *Global Data Catalogue* classificeert de geodetische vereisten en andere informatie gerelateerd aan de geometrische en geografische eigenschappen van de gegevens. De informatie die nodig is om het GDF formaat gegevens te verschaffen in fysische opslagvorm is voorzien in de *Media Record Specification*. GDF geeft dus regels over het

vastleggen van gegevens, en over hoe entiteiten, attributen en relaties gedefinieerd moeten worden.

Het GDF formaat wordt vaak als databank beschouwd, en heeft nooit tot doel gehad om rechtstreeks door applicaties gebruikt te worden. Dit geldt ook voor de eigen formaten van de kaartproducenten. Deze zijn efficiënt georganiseerd voor het opslaan en beheren van digitale kaartgegevens, maar zijn in deze vorm niet compact genoeg voor een navigatietoestel en niet geschikt om snel routes te berekenen. Daarom zullen leveranciers van navigatietoestellen de databanken compileren zodat een bestandensysteem ontstaat dat voldoet aan de noden van een navigatietoestel. Deze aangepaste kaartdatabanken worden omschreven als een *physical storage format* (PSF), en kan anders zijn bij elke leverancier van navigatietoestellen.

c. Gegevens in een kaart

Zowel Tele Atlas als NAVTEQ beschikken over datasets die gebruikt worden voor routenavigatie. De gegevens die behoren tot de datasets kunnen alles zijn dat rechtstreeks of onrechtstreeks te maken heeft met een locatie. Een deel van de gegevens wordt voornamelijk aangewend voor de routebepaling, terwijl een ander deel louter gebruikt wordt voor routegeleiding en visuele weergave van de omgeving. Onderstaande tabel geeft ter illustratie een niet-limiterend overzicht van de beschikbare data in de datasets (gebaseerd op vrij beschikbare gegevens). Deze lijst is een weergave van statische informatie die relevant is voor routenavigatie.

TABEL 1: ATTRIBUUTGEGEVENS KAARTDATABANKEN

Teleatlas multinet	Navteq
Wegennetwerk	
• Lijnen • Straatnamen • Wegnummers • Wegclassificatie • Administratieve grenzen • Snelheidsbeperkingen • ...	• Meer dan 50 wegclassificatie attributen • Snelheidscategorieën • Administratieve grenzen • Voorwaardelijke snelheidslimieten • ...
Routing	
• Eenrichtingsstraten/ verkeersstroom • Afslagverbod • Oversteek en onderdoorgang • Tolwegen • ...	• Eenrichtingsstraten • Afslagverbod • Andere condities zoals beperkingen en kwalificaties om wegen te gebruiken. • ...
Adressen	
• Huisnummers • Postcodes	• Postcodes
Points of interest (poi)	
• Herkenningpunten • ...	• Banken • Tankstations • Restaurants • ...

Navigatie	
• Verkeersborden • Rds/tmc locaties • Complexe entiteiten • Rijstrookinformatie • ...	• Verkeersborden • Rds/tmc locaties • Rijstrookinformatie • ...
Visualisatie	
• Landgebruik • Bouwpatronen • Bebouwde stedelijke gebieden • Luchthavens • Spoorwegen • Waterwegen • ...	• Landgebruik • Shopping centers • Scholen • Luchthavens • Meren/oceaan • Parken • Golfterreinen • ...

2.1.2 Verzamelen van data voor de digitale kaartdatabank

De kaartdatabanken van de kaartproducenten bevatten de geometrie van het wegennet, de wegeclassificaties, karakteristieken van wegen zoals richting, afslagverbod, enz... Kaartproducenten bouwen deze databank op door het verzamelen van eigen data of ontvangen van data via derden. Na verwerking wordt de informatie opgenomen in de kaartdatabank die commercieel beschikbaar gesteld wordt voor producenten van routeplanners en navigatietoestellen.

De opbouw en het onderhoud van de gegevens verloopt op basis van beschikbare bronnen. Deze gegevens komen voort uit topografische kaarten, luchtfoto's of satellietbeelden. De data worden aangevuld met veldwerk op het terrein. Dit is nodig om allerlei parameters te verifiëren, zoals een smalle doorgang, 1-richtingsstraten, hoogtes/breedtes, straatnamen, Park&Ride-zones, bebording, afritten, verkeerslichten, aantal rijbanen, geometrie van wegen, matrix borden, fysieke barrières, obscure locaties, wegen waar men fysiek niet kan komen met een wagen,... Het veldwerk verloopt doorgaands aan de hand van *mobile mapping*-bus. Dit voertuig is voorzien van GPS, laserscanners en 360° camera's die het mogelijk maken om de omgeving in beeld te brengen en de locatie vast te leggen. De camera's nemen foto's terwijl het voertuig voortbeweegt. De laserscanners registreren hoogtes, breedtes en contouren van oppervlaktes die achteraf gecombineerd kunnen worden met het beeldmateriaal.

Andere data zijn afkomstig van diverse instellingen, meestal overheden zoals de Vlaamse overheid of gemeentes. Een gemeente die bijvoorbeeld een (fysieke) wijziging aanbrengt kan dit laten weten aan de kaartproducent. Een belangrijke stap naar automatisering van dit proces is de ROSATTE update-keten (zie 2.2.1 b), die het mogelijk maakt om informatie uit de verkeersbordendatabank efficiënt over te dragen aan de kaartleveranciers.

In een laatste stap worden alle gegevens en wijzigingen ingevoerd in de database.

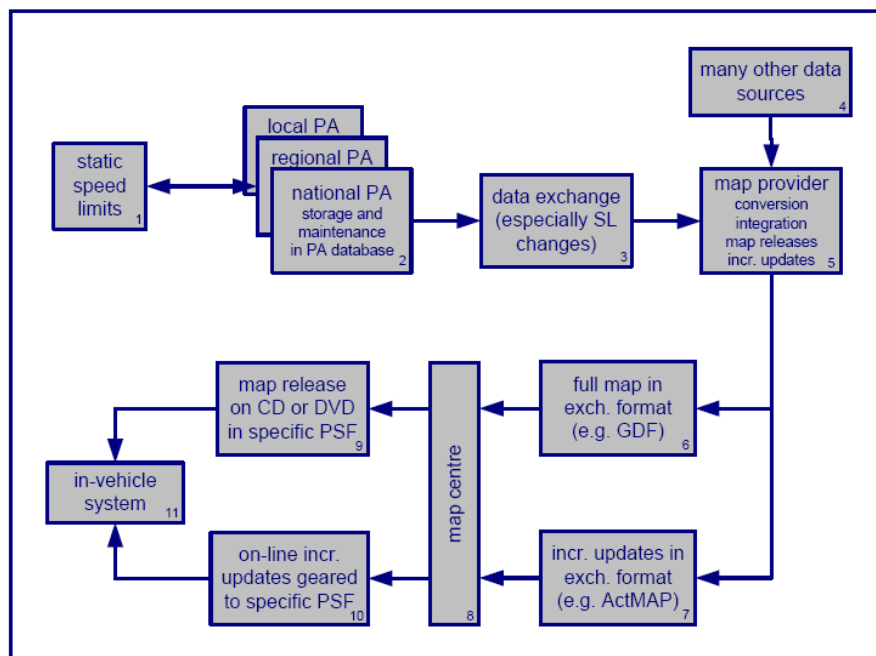
2.2 Inpasbaarheid van informatie in routenavigatie

2.2.1 Voorziening van data

Om digitale kaartendatabanken in een navigatiesysteem up to date houden, moeten ze voorzien worden van de meest recente informatie. Verschillende Europese projecten, zoals ActMAP, Maps&Adas en ROSATTE, handelen over dit thema. In deze projecten wordt beschreven hoe verzamelde gegevens tot bij een kaartproducent kunnen komen, en/of hoe de kaartproducenten hun producten in het navigatiesysteem van een voertuig kunnen krijgen. Niet alle data zullen echter direct geïntegreerd worden in de digitale kaart. Veel informatie is enkel gerelateerd aan een locatie op de kaart via specifieke locatiecodes. Voornamelijk dynamische informatie zoals verkeersinformatie hoeft niet geïntegreerd te worden in de kaart. Het updaten van kaarten gebeurt in verschillende stappen en worden hieronder beschreven.

a. Data update delivery chain

Het proces dat instaat voor het toevoegen van nieuwe informatie van op het terrein tot in een routenavigatiesystemen heet de *data update delivery chain*.



FIGUUR 1: UPDATE DELIVERY CHAIN

Figuur 1 toont de data keten voor het integreren van statische gegevens in een kaart databank (Zie ook steunpuntrapport "Snelheidsbordendatabank voor snelheidsbeheer" [5]). Statische gegevens worden aangepast in lokale, regionale en nationale databanken van overheden. Vervolgens wordt deze data geleverd aan de kaartproducent. De kaartproducent voegt allerlei gegevens toe van andere bronnen alvorens de kaart aangeboden wordt aan een *map centre*, dat instaat voor de vertaling van generieke updates naar formaten voor de eindgebruikers (bijvoorbeeld een specifiek opslagformaat voor een navigatietoestel). Deze update kan een volledige kaart zijn, maar kan ook een incrementele update zijn waarbij enkel de nieuwe informatie toegevoegd wordt aan de kaart.

Statische gegevens worden permanent aan de kaart in het voertuig toegevoegd na het doorlopen van deze keten. Dynamische updates hoeven niet noodzakelijk dezelfde keten te volgen als statische updates omwille van hun tijdelijk aard en de nood om deze updates tot de gebruiker te brengen met een minimale vertraging. Daarom wordt

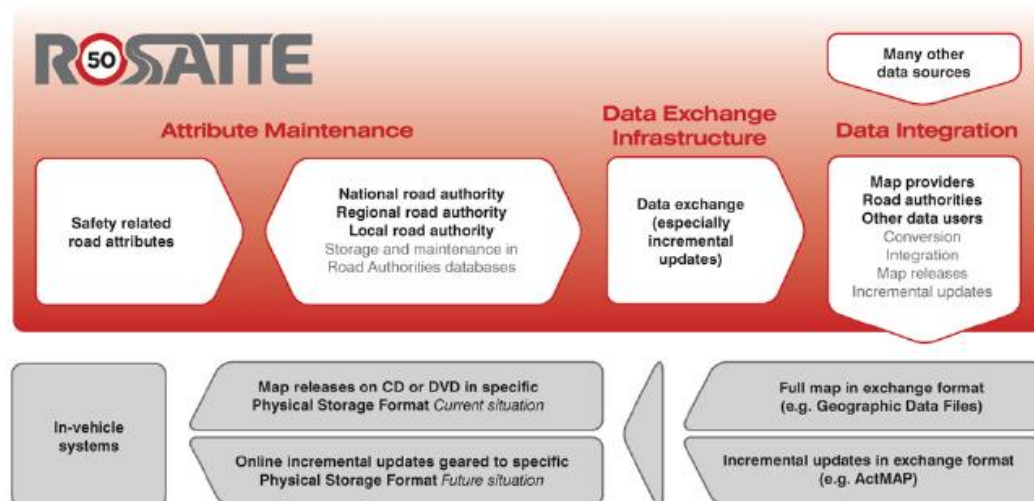
tijdelijke en dynamische informatie aangeboden aan de hand van een service zoals het huidige TMC over RDS of een specifiek updateformaat over DAB/DVB.

b. ROSATTE: up to date houden van kaarten

Uit verschillende Europese initiatieven (eSafety, MAPS&ADAS, SpeedAlert, EuroRoads,...) blijkt dat digitale wegendatabanken en digitale kaarten in belangrijke mate bijdragen tot het verbeteren van verkeersveiligheid en mobiliteit. Voor veiligheidsapplicaties in voertuigen is het van prioritair belang om te kunnen beschikken over up-to-date gegevens. ROSATTE [6] [7, 8] gaat in op deze problematiek.

Het ROSATTE project biedt o.a. *tools* aan die het mogelijk maken om gegevens van overheden met betrekking tot het wegennetwerk snel en efficiënt over te dragen aan kaartleveranciers. Het doel van het project is het ontwikkelen en implementeren van de ondersteunende infrastructuur en tools om op Europees niveau toegang te verzekeren tot gegevens over het wegennetwerk met betrekking tot veiligheid, en het continu up to date te houden van deze gegevens. Deze infrastructuur zal instaan voor het vereenvoudigen van administratieve functies en het leveren van gegevens aan derden. Bovendien zal dit de interoperabiliteit tussen Europese digitale wegendatabanken verzekeren. Het belangrijkste aspect hierbij is het verzekeren van een vereenvoudigde toegang tot en de uitwisseling en onderhoud van Europese ruimtelijke gegevens met betrekking tot veiligheid langs nationale, regionale en lokale wegen. Het project focust op een gelimiteerd aantal attributen waarvan de prioriteit het hoogst is, zoals verkeerslimieten en snelheidsborden.

Om dit te verwezenlijken richt het project een efficiënte en kwaliteitvolle doorstromingsketen op, waarbij gegevens verzameld door de overheid tot bij de kaartenmakers worden gebracht. Ook worden mechanismen voorzien voor het verbeteren van data kwaliteit op het vlak van accuraatheid, correctheid en up-to-dateheid. De uitwisseling van deze gegevens verloopt steeds aan de hand van gestandaardiseerde procedures.



FIGUUR 2: UPDATE KETEN VAN ROSATTE

Het toepassingsgebied van ROSATTE beperkt zich van data leveranciers tot kaartenmakers. Hoe deze informatie tot in een voertuig komt valt buiten het project. Figuur 2 is analoog aan Figuur 1 en stelt voor hoe het wegennetwerk, veiligheidsattributen, snelheidslimieten en andere relevante data geïmporteerd worden in een database onder het beheer van een overheid.

De initiële voorziening van data is vaak afkomstig uit veldwerk, verspreide locale databanken of andere beschikbare bronnen (bv. analoge kaarten). Dergelijke data dienen getransformeerd te worden tot bruikbare ruimtelijk gerelateerde informatie. De gegevens

worden opgeslagen in de database en krijgen een (indirecte) referentie naar een digitaal wegennetwerk om zo de locatie van een element, bijvoorbeeld een verkeersbord, op het wegennet vast te leggen. Wanneer een data-element gekoppeld is aan zo'n netwerk, kan een referentiecode aangemaakt worden. Binnen ROSATTE wordt geopteerd om hiervoor AGORA-C encoder te gebruiken. Nu is het mogelijk voor alle partijen om ondubbelzinnig en onafhankelijk van het gebruikte wegennet te achterhalen waar het element precies gelokaliseerd is.

De gegevens en in het bijzonder de incrementele updates moeten aan de kaartproducent worden geleverd. Verschillende overheden kunnen verschillende types van databanken gebruiken, en deze databanken kunnen op zich ook verschillen van de databases die kaartproducenten gebruiken [9]. Dit heeft als gevolg dat voor elke overdracht van gegevens een uitwisselingsformaat vereist is. Binnen ROSATTE wordt geopteerd voor het gebruik van het formaat GML (Geography Markup Language), wat gebaseerd is op het XML formaat maar dan specifiek voor geografische informatie. GML wordt ook door INSPIRE gepromoot.

c. INSPIRE

De INSPIRE richtlijn [10] specificeert een infrastructuur bestaande uit metadata, collecties van gepubliceerde ruimtelijke gegevens (*data theme*) en ruimtelijke services. Het vormt een wettelijk kader voor de oprichting en werking van een geografische informatie-infrastructuur in Europa. Het doel is tweevoudig:

- Geografische data van hoge kwaliteit beschikbaar op alle niveaus binnen de Europese Unie, ter ondersteuning van een beter maatschappelijk beleid
- Publieke toegang verlenen tot de informatie.

Om dit te verwezenlijken geeft de richtlijn instructies over hoe publieke ruimtelijke informatie voor (onder andere) de transportsector beschikbaar zal worden gesteld. Relevante implementatieregels zijn standaarden zoals ISO19115 (metadata elements), ISO 19119 (geographic information services) en ISO/TS 19139 (implementation of metadata in XML).

Het standaardiseren van processen voor de uitwisseling van ruimtelijke gegevens draagt in belangrijke mate toe aan het ter beschikking stellen en implementeren van up-to-date digitale kaartgegevens. Het ROSATTE project tracht de INSPIRE richtlijn te volgen.

2.2.2 *Verkeersbordendatabank*

Deze databank is een inventaris van alle verkeersborden langs de Vlaamse wegen. De vaste borden in Vlaanderen zijn momenteel geïnventariseerd en worden toegevoegd aan de Verkeersbordendatabank. De verkeersbordendatabank speelt een belangrijke rol voor nieuwe toepassingsmogelijkheden van navigatiesystemen, door meer het juiste verkeer op de juiste weg te krijgen. Het is de bedoeling om met behulp van de databank sluisverkeer te bannen, de snelheid van het verkeer te beheersen en de verkeersveiligheid verder te verbeteren. De kaartproducenten zullen kunnen gebruik maken van deze gegevens.

Twee toepassingen worden aangeboden aan de gebruikers: een Kijkmodule, die toelaat de databank te raadplegen, en een Verandermodule, die aan de geregistreeerde gebruikers toelaat de databank te onderhouden. Het is de taak van de wegbeheerders om deze databank actueel te houden [11].

a. Link met ROSATTE

De Vlaamse Overheid speelt een rol binnen het ROSATTE project door het opstellen van een verkeersbordendatabank die dienst zal doen als gegevensbron. Alvorens deze informatie bruikbaar is binnen een navigatiesysteem, zullen kaartleveranciers over de

data moeten kunnen beschikken. Het ROSATTE-project ontwerpt een methodologie voor het leveren van de data, die relevant is voor verkeersveiligheid, aan kaartleveranciers (zie 2.2.1 b). De infrastructuur van ROSATTE zal aan de Vlaamse Overheid de mogelijkheid bieden om de tijd in te korten tussen het updaten van een verkeersbord in de database van de overheid en het moment waarop deze update in het voertuig beschikbaar is. De gegevensuitwisseling tussen overheid en kaartenmakers of verschillende overheden onderling, zal hierdoor vereenvoudigen.

In praktijk zijn de data uit de Verkeersbordendatabank gelinkt aan een wegennetwerk van NAVTEQ. Om gegevens uit de databank ook bruikbaar te maken voor TeleAtlas kaarten - waarvan de wegen niet exact op dezelfde plaats gepositioneerd zijn - is er nood aan referentietechniek die in staat is om eenzelfde locatie terug te vinden op een andere kaart. Als referentietechniek werd binnen ROSATTE geopteerd voor AGORA-C. Aan de hand van een NAVTEQ-encoder en AGORA-C worden de gegevens getransformeerd tot het ROSATTE XML- formaat. In deze vorm kunnen zowel de kaartleveranciers NAVTEQ als TeleAtlas gebruik maken van de gegevens. Het systeem hoeft zich bovendien niet te beperken tot deze 'veiligheids'-borden. Een uitbreiding tot alle geïnventariseerde borden is mogelijk.

2.3 Navigatiesystemen - routeplanners

Het plannen van de routes is de taak van de software in navigatiesystemen en routeplanners. Voor het plannen van routes zijn twee onderdelen onontbeerlijk. Enerzijds is er de noodzaak aan goede en recente brongegevens over het wegennetwerk, aangeleverd door de kaartproducent. Anderzijds is er een proces nodig dat op efficiënte wijze aan de hand van de brongegevens een route kan berekenen. Dit is het routeringsalgoritme. Afhankelijk van de brongegevens is er een al dan niet grote variëteit aan criteria om een route tijdens het plannen te optimaliseren. De kwaliteit van de route hangt af van meerdere factoren zoals afstand, reistijd, aantal afslagen, verkeerslichten, verkeersinformatie (incidenten, files, ...) en mogelijk zelf factoren die de verkeersleefbaarheid waarborgen. Al deze factoren samen vormen een *reiskost*. Het routeringsalgoritme zal trachten die reiskost te minimaliseren.

2.3.1 Algoritmen

Een van de belangrijkste algoritmes voor het berekenen van routes is het *kortste pad* algoritme van Dijkstra [12]. Het algoritme zoekt een pad met de laagste kost tussen een knooppunt en elk ander knooppunt. Vanaf het startpunt naar elk ander knooppunt zal dus een kortste pad berekend worden. Op een groot wegennetwerk zal de rekentijd sterk toenemen, waardoor dit algoritme niet geschikt is om snel een route te plannen. Voor het plannen van routes voor een voertuig is het echter niet nodig om een optimale route te vinden naar elk knooppunt in het netwerk. Dijkstra's algoritme kan aangepast worden om de berekening te stoppen wanneer het een optimale route gevonden heeft tot de bestemming.

In feite is geweten in welke richting de route ongeveer zal lopen. Deze voorkennis om in een beperkt gebied het resultaat te zoeken (**heuristiek**) kan gebruikt worden om het zoekproces te versnellen. A* is een algoritme die dit principe toepast, en is een veelgebruikt algoritme bij navigatietoestellen en routeplanning. Het algoritme brengt het potentieel van een knooppunt in rekening, waardoor het zoeken naar een volgende geschikt knooppunt georiënteerd wordt in de richting van de bestemming. Deze techniek verhoogt de efficiëntie van het zoekproces en zal snel een goede route opleveren, met een kans dat hierdoor de perfecte route opgeofferd wordt.

Het zoekproces kan nog versneld worden door niet enkel een route te zoeken van begin- naar eindpunt (voorwaarts zoeken), maar tegelijkertijd ook van eindpunt naar beginpunt (achterwaarts zoeken). Dit resulteert in een **bidirectioneel** zoekalgoritme.

In het wegennetwerk is er een hiërarchie van wegen, met snelwegen bovenaan en lokale wegen onderaan. Dit heeft geleid tot het idee van een efficiënter, **hiërarchisch** zoekalgoritme voor een wegennetwerk. De basisgedachte is om eerst te zoeken in abstracte ruimte in plaats van het totale gebied. Daarbij is deze abstracte ruimte een vereenvoudigde representatie van het volledige gebied waarin onbelangrijke details genegeerd worden. Verschillende abstracte ruimtes (in de vorm van lagen) kunnen gecreëerd worden voor verschillende hiërarchische niveaus. Dit laat toe om eerst een incomplete route te zoeken op een hoog hiërarchisch niveau, en vervolgens de details toe te voegen door wegen uit een lager niveau toe te voegen. In een groot wegennetwerk is het daarom aan te raden om voor routenavigatie een bidirectioneel, heuristisch en hiërarchisch zoekalgoritme toe te passen.

De bovenvermelde methodes maken gebruik van statische inputgegevens. Als de gegevens veranderend van aard zijn, kunnen dynamische algoritmes worden gebruikt voor het berekenen van een kortste pad. Het hoofddoel van deze algoritmes is het ontwerpen van efficiënte datastructuren die snel een route aanbieden en kunnen functioneren in een dynamische omgeving waar de inputdata veranderen. Deze algoritmes vinden toepassing bij dynamische navigatiesystemen waar de kost van bepaalde wegsegmenten (langere reistijd door file) dynamisch aangepast kan worden door bijvoorbeeld een verkeersinformatiecentrum.

Tot slot wordt ook het Hyperstar [13] algoritme vermeld. Dit algoritme berekent niet één route maar meerdere mogelijke optimale routes onder het voornemen dat de reistijd van een route niet met zekerheid gekend is. Bij gebeurtenissen gedurende een trip, zoals incidenten of congestie, kan de route dan aangepast worden.

2.3.2 Opties voor routeplanning

Navigatietoestellen en routeplanner bieden diverse routeringsmogelijkheden aan al naar gelang de voorkeuren van de gebruiker om een route te selecteren. Het wijzigen van de voorkeursoptie houdt in dat parameters anders in rekening gebracht bij het berekenen van een route. Dit geeft tot gevolg dat de routeplanner de mogelijkheid heeft om meerdere routes tussen twee punten te suggereren. De meest gebruikte optie is de snelste route, maar er zijn alternatieven zoals de mooiste route, de brandstofefficiëntste route, veiligste route, ... al dan niet afhankelijk van het tijdstip van de dag (bv. schooltijden). Het is de eindgebruiker die de keuze maakt. Een onderscheid wordt ook gemaakt tussen vrachtwagen navigatie en navigatie voor personenvervoer.

a. **Snelste route**

De belangrijkste routeringsoptie is de "snelste" route. Dit houdt in dat de gebruiker via deze route het snelst op zijn bestemming kan komen, en de reistijd wordt geminimaliseerd (met de beschikbare informatie).

b. **Kortste route**

De kortste route houdt enkel rekening met afstanden, en niet met tijd. Deze route zal het kortst zijn in afstand, maar kan een langere reistijd hebben. Kortste routes zullen vaker langs lagere wegencategorieën lopen.

c. **Beperkte snelheid**

Met deze optie stelt de gebruiker een maximale snelheid in die het voertuig zal rijden. Hoofdwegen kunnen hierdoor hun voordeel verliezen wanneer de maximale snelheid niet wordt benut.

d. **Ecologische route**

Een ecologische route streeft naar het optimaliseren van de routekeuze gebaseerd op een minimale totale brandstofverbruik, en dus vermindering van het CO₂-gehalte in de

lucht. Om dergelijke routes te berekenen, wordt een aparte classificatie van wegen opgesteld gebaseerd op parameters die een invloed hebben op brandstofverbruik, zoals de functie van de weg, de omgeving, de snelheidslimiet, dichtheid van verkeerslichten, verkeersremmende maatregelen, verkeersstromen, enz. Uit een studie in Zweden [14] blijkt dat de optimale-brandstof-route in 80% van de gevallen overeenkomt met de kortste route. Hoewel deze routes dus ecologisch te verantwoorden zijn, zullen ze in praktijk zelden geschikt zijn voor doorgaand verkeer die op deze wijze onnodig gebruikt maakt van het lagere verkeersnetwerk. Het systeem kan ook aangevuld worden met real-time verkeersinformatie en biedt dan mogelijk potentieel voor het vermijden van gecongesteerde gebieden.

e. Routing met verkeersinformatie

Tot voor kort was het berekenen van een route enkel afhankelijk van de brongegevens van de routeringsapplicatie. Deze vorm van gegevens is statisch en verandert zelden of nooit. Moderne applicaties maken tegenwoordig ook gebruik van verkeersinformatie die een invloed heeft op de routekeuze. De toevoegde verkeersinformatie kan gebaseerd zijn op historische verkeersomstandigheden om zo een voorspelling te maken over de huidige toestand, of de informatie kan de huidige verkeerssituatie weergeven en in real-time doorgestuurd worden naar het voertuig.

Voorspellen met historische data

Op basis van verzamelde verkeersinformatie is het mogelijk een model op te stellen dat vaak terugkerende patronen in het verkeersnetwerk kan detecteren. Door deze informatie te integreren in een voorspellend model, is het mogelijk om te anticiperen op toekomstige knelpunten in het netwerk en alternatieve routes te bepalen.

De grondslag voor het bepalen van verkeersafwikkeling en congestie in een voorspellend model zijn doorgaands gebaseerd op FCD (Floating Car Data), en worden mogelijk aangevuld met incidentenrapporten. FCD is data over locaties en snelheden van voertuigen die zich op het wegennet bevinden, en wordt verzameld aan de hand van mobiele telefoons of GPS-toestellen. De informatie maakt het mogelijk om doorrijnsnelheden vast te leggen langs bepaalde wegsegmenten afhankelijk van het moment. Naast verkeersinformatie biedt contextuele data potentieel om het voorspellend model aan te scherpen. Zo kan men ook rekening houden met het tijdstip van de dag, de dag van de week, vakantieperiodes, schooldagen, evenementen, etc. Ook weersomstandigheden zoals neerslag, zichtbaarheid en temperatuur kunnen samengevoegd worden in het model. Met deze informatie zal de snelste route die een routeplanner suggereert, variëren afhankelijk van de dag, het uur en al dan niet de weersomstandigheden.

Real-time verkeersinformatie

In België zijn verschillende bronnen van mobiliteitsinformatie beschikbaar voor snelwegen en gewestwegen. Voor real-time verkeersinformatie kan beroep gedaan worden op tellussen en camera's, meldingen van de federale en de lokale politie, meldingen van Agentschap Wegen en Verkeer, etc... Ook op basis van FCD kan in real-time het wegennet gemonitord worden, waardoor het mogelijk wordt omrijroutes te berekenen. Overige bronnen reiken verder dan zuivere verkeersinformatie over congestie en incidenten op snelwegen. Ook reistijden, informatie over onderliggend wegennetwerk, reisschema's van het openbaar vervoer, parkeerinformatie, informatie over wegenwerken en evenementen, etc. zijn beschikbaar. Alvorens deze informatie ook bruikbaar is voor automatische routeplanning, zal deze niet enkel beschikbaar, maar ook automatisch verwerkt moeten worden.

Navigatiesystemen bieden de mogelijkheid om verkeersinformatie te verwerken en te integreren met andere informatie die relevant is voor routebepaling. Deze informatie blijft doorgaands echter beperkt tot TMC *events* zoals ongevallen en verkeersopstoppen. De beperking is voornamelijk te wijten aan de gelimiteerde bandwijdte die het RDS-TMC systeem voorziet.

f. Vermijden van specifieke wegenkarakteristieken

Verder kan vaak ook geopteerd worden voor het vermijden van snelwegen, tolwegen, verboden, carpoolstroken, onverharde wegen,...

g. Scenic routes

Tot slot bieden websites van navigatieleveranciers "scenic routes" aan. Deze routes zijn vooraf vastgelegd en begeleiden de gebruiker langs mooie landschappen en uitzichten.

2.3.3 Navigatie voor vrachtverkeer

a. HeavyRoute

De principes om verkeer langs geschikte wegen te geleiden en uit woonwijken te houden werd al eerder onderzocht specifiek voor vrachtverkeer. Het Europese project HeavyRoute [15] is opgebouwd rond deze problematiek. Het project is gestart in september 2006 en duurde 30 maanden. Het consortium bestond uit acht verschillende partners uit o.a. onderzoeksorganisaties, truckfabrikanten, kaartenmakers en vertegenwoordigers van de wegeninfrastructuur.

Het project tracht een geavanceerd management- en routegeleidingssysteem te ontwikkelen voor zware bedrijfswagens. Men beoogt hiermee het bereiken van een verbeterde verkeersveiligheid, een verhoogde capaciteit van de betrokken wegen, een vermindering van de negatieve impact op de omgeving en een besparen op onderhoud aan wegen en bruggen. Het project combineert *on-board* en *off-board* applicaties bij de sturing van het goederenvervoer. Een centraal controlesysteem zal toezien op het goederenverkeer op het wegennetwerk, dat op basis van een ingebouwd navigatiesysteem gelokaliseerd kan worden. Het systeem zal gebruik maken van sensoren, digitale kaarten en communicatie tussen infrastructuur en voertuig.

Voor een HeavyRoute-applicatie zijn in het bijzonder twee datatypes relevant: gegevens over de toestand van de weg (bijgehouden door de wegbeheerder) en dynamische gegevens over het verkeer en weersomstandigheden. Een onderscheid wordt gemaakt tussen statische, periodieke en dynamische data afhankelijk van de frequentie waarmee ze vernieuwd worden.

Traditioneel wordt enkel statische data (o.a. wegennetwerk) geraadpleegd voor navigatie en routeplanning. Het innovatieve idee achter HeavyRoute was het aanvullen van statische gegevens met dynamische gegevens om een kosteneffectieve (vanuit het standpunt van de hele gemeenschap) en veilige route voor zwaar goederenverkeer te plannen. Om routes te creëren is een routeplanningssysteem nodig dat voorzien is van relevante data. De basis is een wegennetwerk waarlangs een kortste route kan berekend worden. Algemeen gezien beschikken de data van wegennetwerken over meer attributen en eigenschappen, zoals een wegencategorie en snelheidslimieten langs de wegen. Deze informatie laat toe de kortste route te optimaliseren tot een snelste route. Deze set van gegevens kan echter aangevuld worden.

Binnen HeavyRoute ligt de nadruk op attributen en zaken die specifiek belang hebben voor zwaar goederenverkeer en bijdragen tot het selecteren van een optimale route die de totaalkost voor de maatschappij minimaliseert. Binnen het project werd een inventaris gemaakt van beschikbare gegevens die hiervoor van toepassing zijn:

- Karakteristieken van zwaar goederenverkeer zoals hoogte, breedte, lengte, gewicht,...
- Wegenkarakteristieken zoals breedte, tunnelbreedte en -hoogte, draagkracht, hellingsgraad, dwarshelling, grote van rotondes en dimensies van kruispunten.
- Real-time data zoals weersomstandigheden, verkeersstromen, congestie,...

Door deze informatie toe te voegen kan een afweging gemaakt worden tussen totaalkosten voor de gemeenschap en de transportfirma's, rekening houdend met economisch, milieu- en sociale aspecten waarmee overheden te maken krijgen.

b. Aanknopingspunten met personenvervoer

De principes van de navigatie voor vrachtverkeer uit HeavyRoute zijn vergelijkbaar met wat verwacht mag worden van een duurzaam routenavigatiesysteem voor personenvervoer: een afweging van snelste routes ten opzichte van veiligheid en verkeersleefbaarheid van de omgeving. Specifiek voor vrachtverkeer ligt de nadruk bij de gegevensverzameling op die wegkarakteristieken die het mogelijk maken om fysiek onberijdbare trajecten voor vrachtwagens te mijden (zoals afmetingen van de weg). Naast het voorkomen van ongewenst sluipverkeer dragen deze wegkarakteristieken ook bij aan het rijcomfort van de chauffeur.

c. Beschikbare Vrachtnavigatie

Commercieel zijn navigatietoestellen specifiek voor vrachtverkeer beschikbaar. Ze vertonen overeenkomsten met de principes van HeavyRoute, in die zin dat ze voor het berekenen van routes ook rekening houden met wegkarakteristieken die specifiek relevant zijn voor vrachtverkeer. Enkele voorbeelden van dergelijk navigatiesystemen zijn *Garmin Nuvi pro truck*, *Navigon Premium Truck*, *Snooper Truckmate*, *TomTom Work* die specifieke route-informatie meeleveren voor trucks, zoals relevante gegevens over de doorrijhoogte, het maximale laadvermogen en het mijden van kleine landwegen en smalle dorpskernen. Een vergelijking tussen gelijkaardige toestellen voor personenvervoer en trucknavigatie wijst er op dat trucknavigatie duurder is. De gemiddelde prijs voor trucknavigatie is ongeveer €415, voor personenvervoer is deze €275 (zie Tabel 2). Dit wijst op een meerprijs van ongeveer 1/3 voor trucknavigatie.

TABEL 2: VERGELIJKING VAN TOESTELLEN MET EVENWAARDIGE FUNCTIES (DIVERSE WEBBRONNEN OP 27/07/2011)

NAVIGATIE VOOR	TRUCK	PRIJS €	PERSONENVERVOER	PRIJS €
	Garmin dezl 560lmt	529.99	Garmin nuvi 3790lmt	399.99
	Garmin 465t	349.99	Garmin 1350t	169.99
	Navigon 70 premium caravan & truck	349.00	Navigon 70 premium	229.00
	Tomtom go 7000 truck	430.00	Tomtom go live 1000	299.00
GEMIDDELD		414.74		274.50

3. BELEIDSPRINCIPES

3.1 Wegencategorisering in Vlaanderen

Hoewel Vlaanderen beschikt over een fijnmazig wegennet is bereikbaarheid, voornamelijk in en rondom de stedelijke gebieden, geen vanzelfsprekendheid. Ook problemen met verkeersleefbaarheid doen zich voor, vooral daar waar het (auto)verkeer en zijn neveneffecten (zoals ruimtebeslag, milieuhinder, geluidshinder, onveiligheid,...) de ruimtelijk condities en kwaliteiten van het overige ruimtegebruik aantasten [16]. Deze problematiek is een aanleiding geweest om binnen het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV) het wegennet te optimaliseren door over te gaan tot het categoriseren van wegen naar hun functie [17], rekening houdend met hiërarchie binnen het wegennet. De categorisering is gebaseerd op het selectief prioriteit geven aan ofwel de bereikbaarheid ofwel aan de leefbaarheid [16].

3.1.1 Functies

Voor de categorisering wordt uitgegaan van een opdeling naar gewenste (hoofd)functie ten aanzien van de bereikbaarheid enerzijds en de leefbaarheid anderzijds. Daarbij worden drie mogelijke functies onderscheiden [18]: *Verbinden*, *Verzamelen* en *Toegang geven*.

Onder de verbindingsfunctie valt het verbinden van herkomst- en bestemmingsgebieden. Typisch vormt een weg met deze functie een rechte lijn zonder vertakkingen en dit over langere afstand van meerdere kilometers. De uitwisseling tussen de weg en de nabijgelegen gebieden is beperkt.

Verzamelfunctie of ontsluitingsfunctie omvat zowel het verzamelen als het verdelen van het verkeer via een netwerk van wegen. Het netwerk vertoont vertakkingen waardoor er uitwisseling tussen de weg en de gebieden in de omgeving van de weg mogelijk is.

De toegangsfunctie staat voor het rechtstreeks toegang geven tot de aanpalende percelen. De erven langs de weg worden rechtstreeks ontsloten vanaf de weg.

Het definiëren van de verschillende wegcategorieën hangt samen met de functie(s) die de wegen uit een categorie zullen vervullen.

3.1.2 Categorieën

Bij de indeling in wegcategorieën houdt men, naast de gewenste functie van de weg, rekening met de hiërarchie in de relaties. De categorieën respecteren aldus de hiërarchie binnen het wegennetwerk. Die hiërarchie komt voort uit de relaties die bestaan tussen verschillende ruimtelijke gebieden. De gebieden hebben een bepaalde verkeersgenererende of aantrekkende werking, zoals stedelijke gebieden, economische zwaartepunten, recreatiegebieden, multimodale transferpunten en evenementenpolen. Hierbij wordt een onderscheid gemaakt tussen relaties op internationaal niveau, op Vlaams niveau en op (boven)lokaal niveau, met elk een eigen invloed op het belang van de wegeninfrastructuur.

Men onderscheidt vier (hoofd)categorieën: *hoofdwegen*, *primaire wegen*, *secundaire wegen* en *lokale wegen*. Voor elk van de categorieën wordt een hoofdfunctie en een aanvullend functie aangeduid.

- De hoofdwegen hebben een louter verbindende functie (hoofdfunctie op internationaal niveau, aanvullende functie op Vlaams niveau). Deze wegen vormen als geheel de drager voor het wegvervoer over langere afstand. Zij vormen een netwerk van doorgaande verbindingen met een maaswijdte van 15 tot 40 km afhankelijk van de bebouwingsdichtheid van het gebied.

- Bij de primaire wegen wordt een onderscheid gemaakt tussen type I (hoofdfunctie verbinden, aanvullende functie verzamelen, telkens op Vlaams niveau) en type II (hoofdfunctie verzamelen, aanvullende functie verbinden, telkens op Vlaams niveau). Dit betekent dus dat er geen hiërarchisch verschil, maar enkel een functioneel verschil is tussen Primair I en Primair II wegen.
- De secundaire wegen hebben een verbindende of verzamelende functie op (boven)lokaal niveau, aanvullend kunnen ze ook toegang geven tot de aanliggende percelen. Daar waar de hoofdwegen en primaire wegen geselecteerd werden op gewestelijk niveau, worden de secundaire behandeld in de provinciale ruimtelijke structuurplannen. [19]
- De hoofdfunctie van de lokale wegen is toegang geven. Wegen die niet ingedeeld werden in een van voorgaande categorieën, worden ingedeeld in drie types lokale wegen in de gemeentelijke ruimtelijke structuurplannen en mobiliteitsplannen [18]. De hoofdfunctie van een lokale weg Type I is het verbinden op lokaal niveau. De aanvullende functies zijn ontsluiten en toegang geven. De kwaliteit van doorstroming is er ondergeschikt aan de verkeersleefbaarheid. De lokale wegen Type II hebben verzamelen als hoofdfunctie, en verbinden en toegang geven als aanvullende functie. Als laatste zijn er de lokale wegen Type III. Dit zijn alle overige wegen waar de hoofdfunctie van de weg 'verblijven' is en 'toegang verlenen tot de aanpalende percelen'. Deze wegen kennen enkel bestemmingsverkeer, het overige verkeer wordt geweerd.

Elke categorie wordt gekenmerkt door een hoofdfunctie en aanvullende functie. In onderstaande Tabel 3 wordt een overzicht gegeven van de categorieën met de gewenste functie van de wegen [18, 20] .

TABEL 3: FUNCTIONELE INDELING WEGENCATEGORISERING

CATEGORY	MAIN FUNCTION	ADDITIONAL FUNCTION
HIGHWAY	CONNECTING on Internatinal level	Connecting on Flemish level
PRIMARY ROAD type I	CONNECTING on Flemish level	Collecting on Flemish level
PRIMARY ROAD type II	COLLECTING on Flemish level	Connecting on Flemish level
SECONDARY ROAD type I	Connecting on supra-local level	Collecting and limited giving access on supra-local level
SECONDARY ROAD type II	Collecting on supra-local level	Connecting and giving access on supra-local level
SECONDARY ROAD type III	residential and traffic function for other transportation modes (bus, cycle,...)	Collecting
LOCAL ROAD type I	Connecting on local level	Giving access
LOCAL ROAD type II	Collecting/Giving access on local level	Connecting
LOCAL ROAD type III	Giving access	-

Het wegennetwerk van het hoogste niveau moet samenhangend zijn. Wegen van Vlaams niveau en van bovenlokaal en lokaal niveau hoeven geen samenhangend netwerk te vormen op hun niveau. Ze moeten wel een samenhangend netwerk vormen in combinatie met wegen van een hoger niveau waarop ze zijn aangesloten via schakelpunten. Op deze manier ontstaat een **boomstructuur** met vertakkingen naar wegen van lager niveau [21]. De achterliggende gedachte van de boomstructuur is het vermijden van doorverbindingen binnen een maas, die zouden gaan functioneren op Vlaams niveau. De verkeersafwikkeling op de diverse niveaus moet zich dusdanig verhouden dat het onderliggend wegennet niet belast wordt door doorgaand verkeer ('sluipverkeer') en dat het wegennet van hoger niveau niet belast wordt met verkeer op een ondergeschikte relatie ('oneigenlijk gebruik').

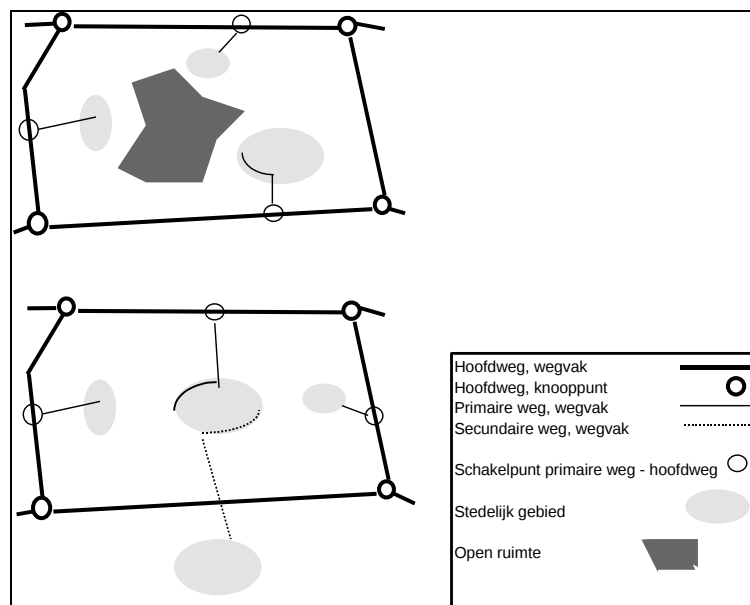
3.2 Kritische reflectie van de wegencategorisering

De wegencategorisering uit het beleid werd opgesteld in 1997. De categorisering in Vlaanderen is op vele vlakken doorgevoerd of in uitvoering, onder andere bij de selectie van secundaire netten en lokale wegen. Naar de wegencategorisering wordt ook verwezen binnen ruimtelijke planprocessen, bij convenantgebonden wegenprojecten en bij het uiteindelijke wegontwerp. Hoewel men er kan van uitgaan dat de doorwerking van de categorisering geleid heeft tot een meer functioneel gebruik van het wegennet, is er nood aan kritische toetsing van de huidige wegencategorisering. Er zijn enkele spanningsvelden die tot een herinterpretatie en bijstelling van de categoriseringsprincipes zouden kunnen leiden. Lauwers formuleerde na 10 jaar wegencategorisering [21] structurele en conceptuele bemerkingen. Het concept van een netwerk als boomstructuur in Vlaanderen en de functionele categorisering binnen een dynamisch verkeersmanagement kennen hun beperkingen. Ook de inrichting van wegen op basis van verkeerskundige in plaats van ruimtelijk concepten, en de onderschatting van de verzamelende functie van de hoofdwegen in grootstedelijke gebieden, worden bekritiseerd. Problemen met betrekking tot een gebrekkige multimodaliteit, en de te administratief-hiërarchisch geïnspireerde categorie-indeling worden aangekaart, maar zijn minder relevant voor een duurzamere auto/truck-routenavigatie en worden niet in deze studie besproken.

3.2.1 *Boomstructuur als te dogmatisch netwerkconcept*

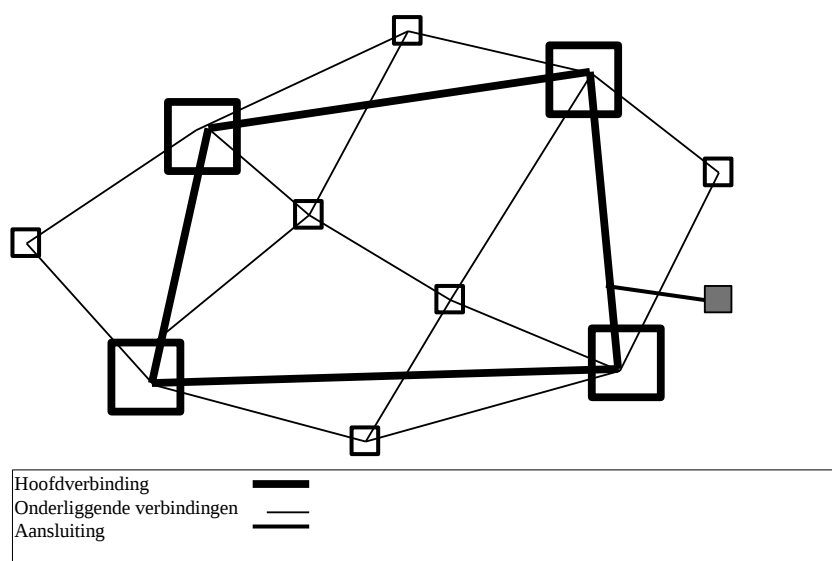
De achterliggende gedachte bij de vertakte boomstructuren die gericht zijn naar de hoofdinfrastructuur) is het vermijden van doorverbindingen binnen een maas, die zouden gaan functioneren op het Vlaams niveau (zie Figuur 3). Hoewel de maaswijdte binnen het hoofdwegennet vaak vrij groot is in verhouding tot de grote dichtheid aan functies in de gebieden, wordt een verkleinen van de maaswijdte in (de geest van) het RSV niet gezien als een goede oplossing. Door de maaswijdte te verkleinen komt immers een ruimtelijke dynamiek tot stand die ruimtelijke spreiding ondersteunt. Meer verkeer, minder kansen voor collectief vervoer en meer verkeersoverlast zijn het gevolg.

Het ontwerp van wegen die verbinding geven binnen een maas, moet zo zijn dat de verbinding langs het hoofdwegennet een gunstiger tijdspad oplevert voor de gebruiker. Dit stelt bijzondere eisen waar de mazen driehoekig zijn van vorm, een vorm die in Vlaanderen veelvuldig voorkomt. Bovenstaand concept staat in contrast met de bestaande structuur van het onderliggende net, dat een historisch gegroeid 'eigenstandig' net vormt (zie Figuur 4).



FIGUUR 3: VERMIJDEN VAN MAASDOORSNIJDINGEN OP PROVINCIAAL NIVEAU

Ondanks dat werden de aanbevolen boomstructuren het laatste decennium bijna als standaard in de wegenplannen opgenomen en werden op secundaire en lokale wegen veelvuldig lokale capaciteits- en snelheidsreducties ingevoerd om de functionele continuïteit ervan af te bouwen.



FIGUUR 4: EIGENSTANDIGE NETWERKEN

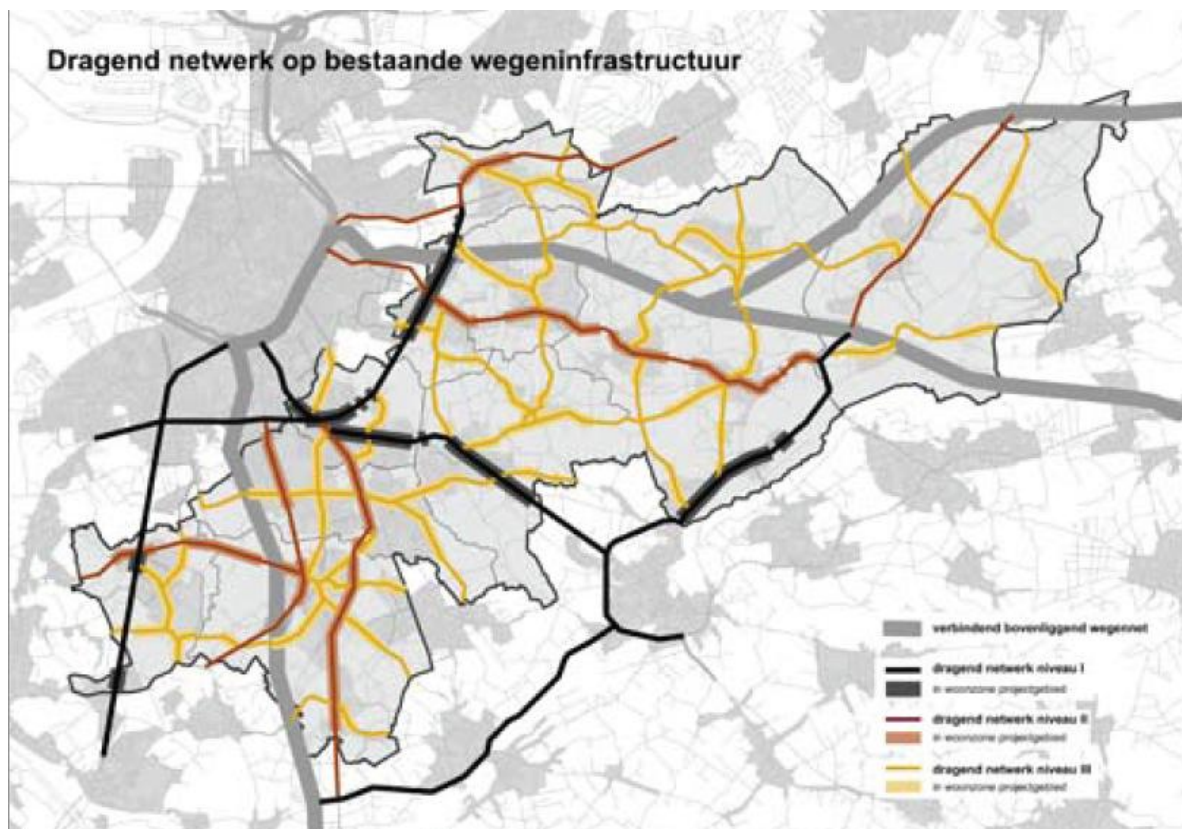
In het Strategisch Ruimtelijk Structuurplan Antwerpen wordt echter een gans andere benadering toegepast. Het 'lager netwerk' wordt er beschouwd als een 'strategische ruimte' bestaande uit een selectie van wegen, het openbaar vervoersysteem (spoorassen) en voet- en fietswegen. Voor het autoverkeer vormt het een grid bestaande uit boulevards, parklanen en historische steenwegen en winkelstraten, en vormt samen met de stedelijke snelwegen, waarmee het verknoopt wordt, het verzamelende en verdelende netwerk op niveau van de stad. Het bestaande snelwegennet dient hiertoe te worden ont dubbeld in twee parallelle snelwegen, respectievelijk voor het internationale en stedelijke verkeer. Deze benadering omschrijft niet alleen een scenario dat multimodaal

is opgevat maar biedt bovendien veel meer dan het concept van de boomstructuren een systeem om hoge autoverkeersdruk flexibel te verwerken. Bovendien biedt het ook een concept dat omwille van de continuïteit en herkenbaarheid ruimtelijk structurerend kan werken en de leesbaarheid van de stad als ruimtelijk geheel kan verhogen. Het vormt een belangrijke drager van de stedelijke structuur.

3.2.2 *Grenzen aan de functionele categorisering: nieuwe netwerkconcepten voor dynamisch verkeersmanagement.*

Sluipverkeer is een probleem dat in een aantal regio's van Vlaanderen optreedt. Het sluipverkeer veroorzaakt hinder op meerdere vlakken, zoals verhogen van de verkeersonveiligheid, geluidshinder, luchtvervuiling, enzovoort. Hoewel de effecten van sluipverkeer voor een stuk op lokaal niveau aangepakt kunnen worden, is het belangrijk om de problematiek op een hoger schaalniveau te bestuderen en oplossingen ook op dat hogere schaalniveau af te wegen. Lokale oplossingen kunnen immers van die aard zijn dat ze bijvoorbeeld de hinder verplaatsen naar een buurgemeente, wat ook niet de bedoeling kan zijn. In een recente studie over het sluipverkeer in de zuidoosttrand van Antwerpen wordt het concept 'dragend verkeers- en vervoersnetwerk' geïntroduceerd. Deze term is nieuw en is in deze studie vastgelegd voor de modi auto, openbaar vervoer en fiets. Het dragende netwerk vormt samen met het onder- en bovenliggende wegennet het hele wegennet van het projectgebied.

Het onderliggende wegennet heeft enkel een erfontsluitende functie, terwijl het bovenliggende wegennet voorzien wordt voor het doorgaand verkeer en het ontsluiten van de belangrijkste attractiepolen in het projectgebied. Het dragend netwerk verzamelt intern verkeer en herkomst- bestemmingsverkeer binnen het projectgebied. Om de overdruk op het dragende netwerk onder controle te krijgen, worden specifieke (verkeersmanagement)maatregelen voorgesteld om het verkeer op dit dragende netwerk binnen aanvaardbare leefbaarheids grenzen zo vlot en veilig mogelijk te maken (bijvoorbeeld doseerlichtenregelingen).



FIGUUR 5: DRAGEND NETWERK OP BESTAANDE WEGENINFRASTRUCTUUR

Het dragende netwerk voor de auto heeft drie niveaus (zie Figuur 5). Naarmate het niveau van de dragende weg daalt, zal de weg anders worden ingericht, zal de vooropgestelde trajectsnelheid en de aanvaardbare intensiteit dalen. Naast de belangrijkste gewestwegen worden ook sommige gemeentewegen - die minimaal lokale weg type II werden gecategoriseerd - opgenomen in het dragend netwerk voor het autoverkeer.

Doelstelling van dit dragend netwerk voor verkeersmanagement is om in dit gebied met overdruk aan (sluip)verkeer te komen tot zowel een betere benutting van de aanwezige infrastructuur als tot de beheersing van de verkeersdruk binnen leefbaarheidsgrenzen.

3.2.3 *Verkeerskundige en ruimtelijke conceptelementen als basis voor de opbouw van het net*

Herkenbaarheid en voorspelbaarheid van het gewenste en te verwachten verkeersgedrag wordt in de hand gewerkt door het hanteren van een beperkt aantal verkeerskundige conceptelementen voor zowel de wegvakken (bijvoorbeeld met betrekking tot parkeervoorzieningen, rijbaanscheiding ...) als de kruisingen (bijvoorbeeld rotondes, ongelijkvloerse kruisingen ...). De voorgestelde aanbevelingen in Vlaanderen stellen per categorie een reeks specifieke verkeerskundige conceptelementen voor.

In het Strategisch Ruimtelijk Structuurplan Antwerpen wordt niet uitgegaan van verkeerstechnische conceptelementen maar van stedenbouwkundige concepten voor de inrichting van stedelijke straten. Het gaat daarbij om concepten die centraal staan niet alleen voor de mobiliteit maar voor tal van andere aspecten die belangrijk zijn voor het leven in de stad, met inbegrip van de leefbaarheid, veiligheid economische ontwikkeling en open ruimte. In het geval van Antwerpen: steenwegen, winkelstraten, boulevards en parkwegen. Sommige ervan, zoals de 'Groene Singel' en 'de leien', worden als strategische elementen van de stedelijke structuur van Antwerpen gezien (zie Figuur 6)



FIGUUR 6: STRATEGISCHE ELEMENTEN VAN DE STEDELIJKE STRUCTUUR

3.2.4 *Onderschatting van de verzamelende functie van de hoofdwegen in (groot-) stedelijke gebieden*

Op ringwegen (bijv. ring van Brussel en Antwerpen) die geselecteerd werden als hoofdwegen, blijkt niet de (geplande) verbinden functie maar de verzamelende functie te primeren. Dit leidt tot structurele en incidentele files met onder meer sluipverkeer op het daarvoor niet voorziene onderliggende wegennet tot gevolg. Dit leidt langs deze wegen dan weer tot een verhoogde onveiligheid en hinder voor de omwonenden.

3.3 Bewegwijzering

Naast de beleidsprincipes in verband met wegencategorisering, speelt ook de bewegwijzering een belangrijke rol bij het geleiden van verkeer. De bewegwijzering in Vlaanderen [22] tracht tussen bestemmingen de 'meest aangewezen' route aan te duiden. Twee basisprincipes zijn hierbij van kracht: de functionele wegencategorisering en de categorisering van bestemmingen op basis van belangrijkheid. Door combinatie van deze principes zullen bepaalde relaties tussen bestemmingen via bepaalde routes dienen te lopen. De structuur- en mobiliteitsplannen zijn een belangrijke leidraad om zo'n 'meest aangewezen' route te selecteren, en om de bewegwijzering op af te stemmen. De bepalingen in de ruimtelijke structuurplannen (RSV, provinciaal, gemeentelijk) worden vertaald naar bewegwijzeringsprincipes.

Door het toekennen van categorieën aan bestemmingen ontstaat een hiërarchie voor de trajecten tussen bestemmingen. Indien een relatie tussen bestemmingen reeds bewegwijzerd is over een traject van hogere categorie, komt deze in principe niet meer in aanmerking voor bewegwijzering over een 'lager' traject. Zo zullen ook alle intragemeentelijke bestemmingen pas bewegwijzerd worden vanop het grondgebied van de gemeente waarin ze gelegen zijn.

Het doel van bewegwijzering is om bestuurders naar een bestemming brengen. Aangezien de bewegwijzering afgestemd is op de structuurplannen zal hierbij rekening gehouden worden met drie factoren: leefbaarheid, doorstroming en veiligheid.

Hieruit volgen een aantal basisprincipes waar een bewegwijzeringsysteem moet aan voldoen:

- eenvormigheid: streven naar uniformiteit en gelijkvormigheid;
- continuïteit: de bestemming moet worden aangeduid tot ze wordt bereikt;
- functionaliteit: het systeem moet efficiënt zijn (dit hangt onder meer samen met flexibiliteit, leesbaarheid en herkenbaarheid);
- flexibiliteit: het systeem moet kunnen worden aangepast indien een verkeerssituatie wordt gewijzigd;
- herkenbaarheid: door middel van kleur wordt bewegwijzering herkend (hieruit volgt een betere en snellere leesbaarheid);
- overkoepelend: alle betrokken partijen maken deel uit van het overleg (bijvoorbeeld overheid, betrokken bedrijven, ... in het geval van een bedrijventerrein);
- gestructureerd: de bestaande wegenhiërarchie wordt gevolgd.

4.1 Doorwerking RSV in routeplanners

In de vorige delen werd ingegaan op de karakteristieken van routeplanners en de beleidsprincipes die invloed zouden moeten hebben op de geleiding van het verkeer. Om tot een meer duurzame routenavigatie te komen is het belangrijk te achterhalen in welke mate beide actoren (routeplanners en beleid) op elkaar afgestemd zijn. In een eerste onderzoek wordt deze problematiek nader bekeken door een vergelijking te maken tussen de gewenste (RSV) routes en de (snelste) routes van routeplanners.

In deze studie wordt onderzocht in welke mate routeplanners de principes van RSV-wegencategorisering hanteren voor het bepalen van een route. Dit gebeurt door te achterhalen welke categorieën van wegen gebruikt worden om van oorsprong naar bestemming te reizen aan de hand van de verschillende routeplanners en aan de hand van een gewenste RSV-route. Een bijzondere aandacht gaat hierbij uit naar het gebruik van de laagste wegcategorieën, namelijk de lokale wegen Type III. Het studiegebied bevindt zich in de Zuidooststrand van Antwerpen. Dit is een erg verstedelijkt gebied, gekenmerkt door sluipverkeer en een zwaar belast onderliggend wegennet [3]. In dit gebied werden herkomst en bestemmingzones geselecteerd om relevante routes te berekenen. De gekozen routeplanners zijn GoogleMaps, Mappy en TomTom Routeplanner.

De wijze waarop een routeplanner een route berekent is afhankelijk van twee factoren: de beschikbare kaartgegevens en het gebruikte routeringsalgoritme. De kaartgegevens die routeplanners hanteren zijn afhankelijk van de gegevens die kaartleveranciers ter beschikking stellen, en de wegcategorisering die daarbij gehanteerd wordt. Om verkeersleefbaarheid en verkeersveiligheid in Vlaanderen te verbeteren, wordt in het RSV geopteerd voor de optimalisering van het bestaande wegennet. Het resultaat is de bestaande wegcategorisering. Kaartproducenten kunnen echter een eigen categoriseringssysteem implementeren. Daarom wordt nagegaan in welke mate wegcategorisering volgens het RSV door kaartproducenten geïmplementeerd wordt en hoe dit doorwerkt (afhankelijk van het gebruikte algoritme) in de routeberekening.

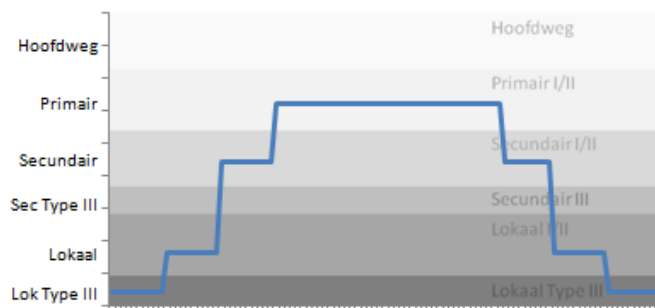
In dit gedeelte wordt onderzocht in welke mate routeplanners de principes van de wegcategorisering hanteren in hun voorgestelde routes [23]. Hierbij wordt nagegaan welke wegen de routeplanners gebruiken en tot welke categorieën deze wegen behoren. Voor elk van deze routes tussen twee punten bestaat een - al dan niet andere - 'gewenste' route die de principes van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen toepast. Door routes van routeplanners te vergelijken met de overeenkomstige gewenste routes ontstaat een beeld van de mate waarin routeplanners het gewenste gebruik van het wegennet ondersteunen.

4.1.1 Routes opstellen

Aan de hand van drie routeplanners werden routes berekend tussen de herkomst- en bestemmingspunten. Deze routeplanners zijn *Google Maps*, *Mappy* en *TomTom Routeplanner*. De routes berekend door de routeplanners worden vergeleken met een 'gewenste' route die rekening houdt met de wegcategorisering volgens de principes van het RSV. Deze categorisering respecteert een hiërarchie binnen het wegennet, waardoor een boomstructuur ontstaat met knooppunten tussen wegen van eenzelfde niveau en schakelpunten tussen wegen van opeenvolgende niveaus. Het principe hierachter is dat een route begint op een laag niveau (bv een lokale weg) en trapsgewijs gebruik maakt van hogere niveaus (secundaire weg, primaire weg, hoofdweg) om tot slot terug te vallen op de lagere niveaus wanneer de eindbestemming wordt benaderd. Hierbij wordt zo min mogelijk gebruik gemaakt van de wegen van lagere categorie. Het

profiel van een standaard RSV-route zal bijgevolg het patroon uit Figuur 7 vertonen, met links de herkomst en rechts de bestemming.

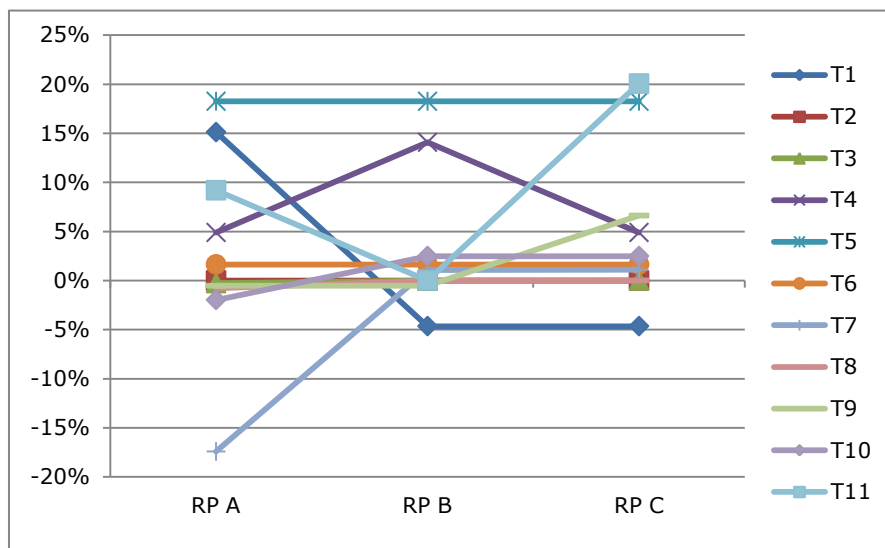
FIGUUR 7: PROFIEL VAN RSV-ROUTE



4.1.2 Vergelijking van routes op basis van tijd en afstand

De bevindingen van deze studie zijn dat de routes berekend volgens RSV-principes gemiddeld 3.4% langer zijn dan routes van de routeplanners, wat overeenkomt met ongeveer 460 m voor een afstand van 13.5 km. Bij de opbouw van de wegcategorisering werd gesteld dat de gewenste route tussen elke herkomst/bestemmingsrelatie maximaal 1.7 maal de kortste afstand tussen deze locaties mag bedragen [24]. In deze studie overschrijden de RSV-routes deze maximale omrijafstand niet¹.

FIGUUR 8: AFWIJKING AFSTAND 'ROUTES VAN ROUTEPLANNERS' T.O.V. 'RSV-ROUTE'.

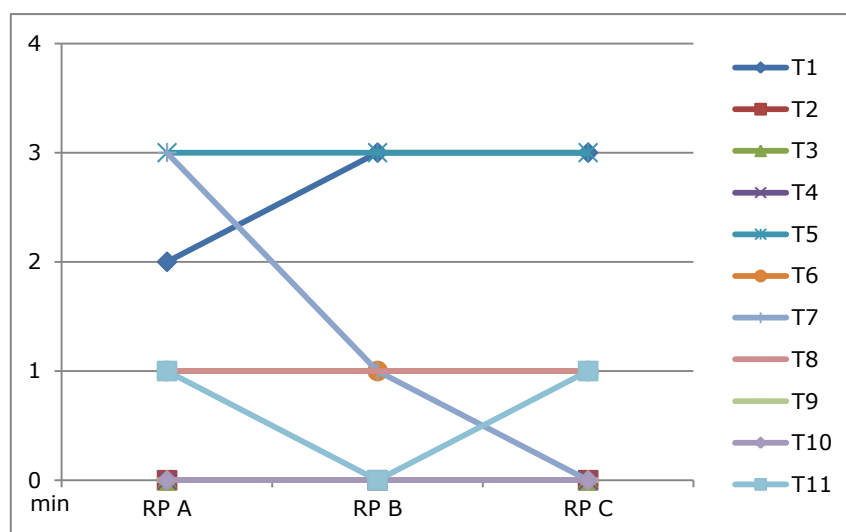


Figuur 8 toont de procentuele afwijking van de routes (T1 t.e.m. T11) berekend door de Routeplanners (RP A, B en C) ten opzichte van de corresponderende RSV-route. De waarden worden als volgt berekend: $\frac{\text{Afstand RSV} - \text{Afstand RP}}{\text{Afstand RSV}} \times 100$

¹ Voorbeeld: $[\text{afstand T11}] < [\text{korste afstand T11}] \times 1.7$, of $21446\text{km} < 15400 \times 1.7 = 26180\text{km}$

Uit de waarden kan afgeleid worden dat de afwijking van 5 op 11 routes niet groter is dan 4% ten opzichte van de RSV-route. Dit houdt ook in dat voor 6 op 11 routes wel minstens één routeplanner een route berekent die meer dan 4% afwijkt. Een positieve waarde betekent dat de RSV-route langer is dan de route van de routeplanner, een negatieve waarde betekent een kortere RSV-route. Doorgaands zijn de routes van de routeplanners korter dan de RSV-routes (vb. T11 van RoutePlanner C), maar in sommige gevallen is de RSV-route korter (vb. T7 van RP A).

FIGUUR 9: TIJDSVERSCHIL 'ROUTES VAN ROUTEPLANNERS' T.O.V. 'RSV-ROUTE'

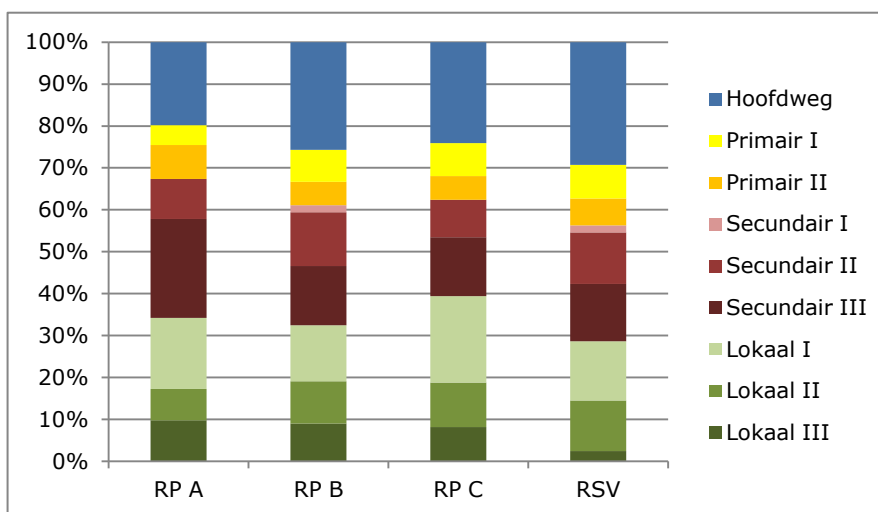


Het tijdsverlies voor het afleggen van trajecten door routing op basis van het RSV toe te passen blijft beperkt tot maximaal 3 minuten. Dit betekent dat mits beperkt omrijden en een minimaal tijdsverlies gebruik zou gemaakt kunnen worden van routingsalgoritmes die rekening houden met de RSV-wegencategorisering bij het berekenen van een route.

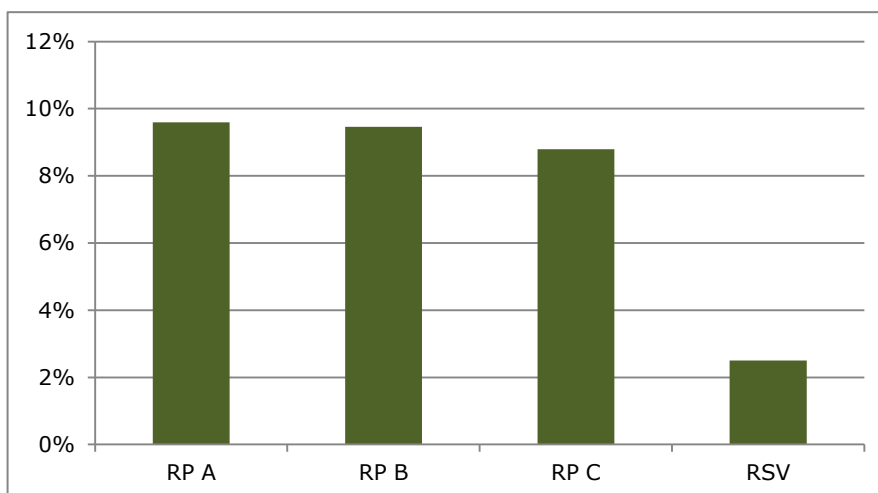
4.1.3 Gebruik van wegencategorieën

Routes op basis van het RSV maken minder gebruik van Lokale wegen (gemiddeld 29%) dan routes voorgesteld door routeplanners (gemiddeld 35%), en maken meer gebruik van de Hoofdwegen (29%) dan de routeplanners (23%) (zie Figuur 10). De benutting van Lokale wegen type III kan door het gebruik van RSV-routes gereduceerd worden van 9.3% tot 2.5%, waarbij enkel in het begin en einde van de route gebruik gemaakt wordt van lokale routes (zie Figuur 11). Dit illustreert dat routeplanners meer gebruik maken van lokale wegen. Een verminderd gebruik van lokale wegen zou de verkeersdruk in woonomgevingen kunnen doen afnemen en bijdragen tot de leefbaarheid van de omgeving.

FIGUUR 10: PROCENTUEEL GEBRUIK VAN ALLE WEGENCATEGORIEËN

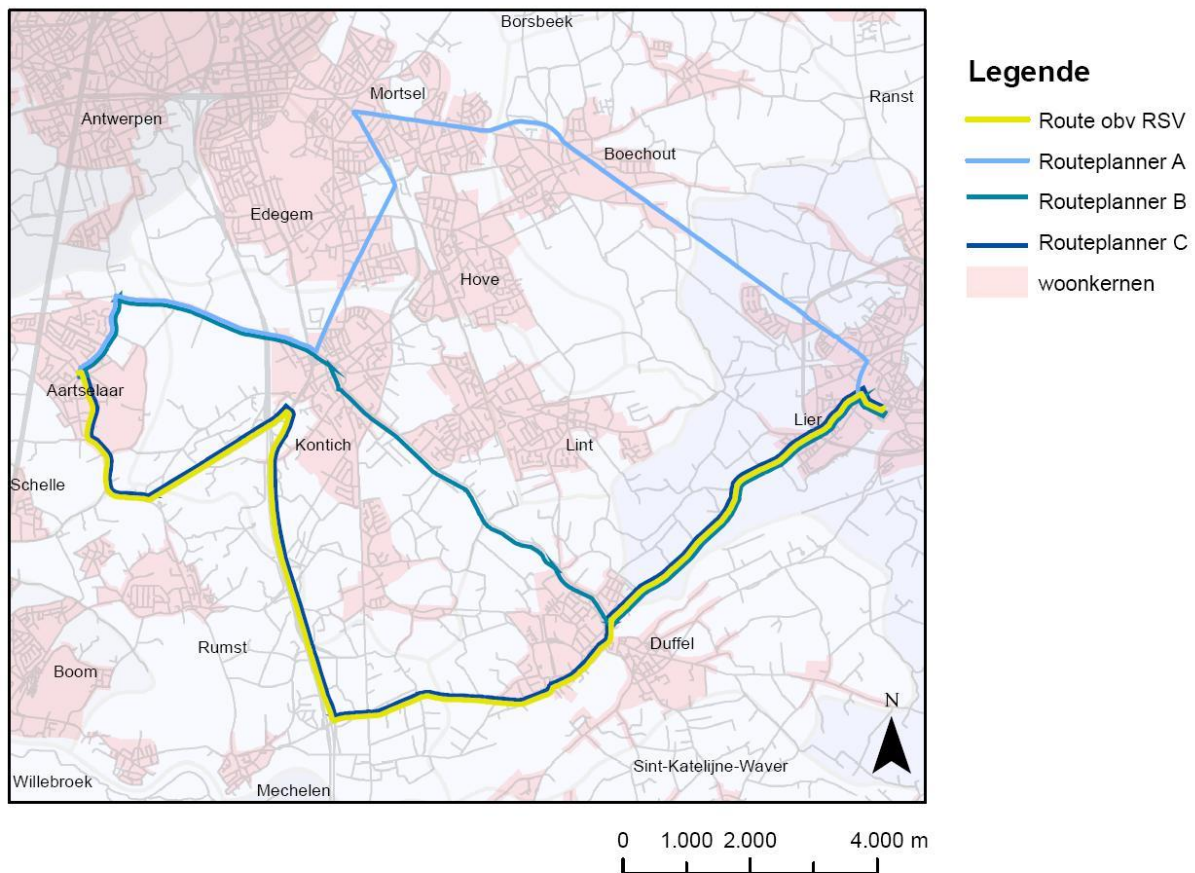


FIGUUR 11: PROCENTUEEL GEBRUIK CATEGORIE 'LOKALE WEG TYPE III'



4.1.4 Voorbeeldroute

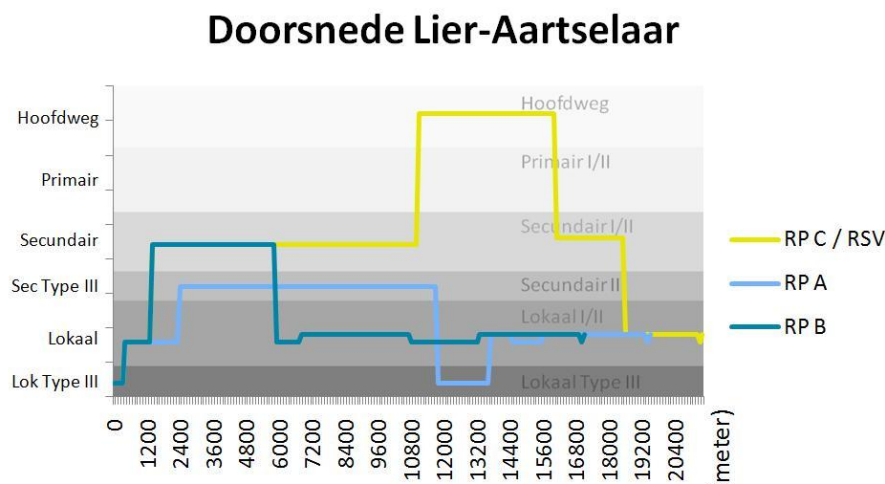
FIGUUR 12: TRAJECT LIER-AARTSELAAR VOLGENS VERSCHILLENDE ROUTEPLANNERS



De gewenste weg volgens het RSV, gebruik makend van de wegcategorisering, begint en eindigt meestal op een lokale weg via wegen van een hogere categorie en volgt een profiel zoals voorgesteld in Figuur 7. Om hier dieper op in te gaan wordt één route van naderbij bekeken, met herkomst in Lier en bestemming in Aartselaar. De routeplanners stellen elke een andere route voor. Een van de routes komt overeen met de RSV-route. De routes zijn afgebeeld in Figuur 12. Op de kaart zijn ook woonkernen aangeduid. De RSV-route probeert deze zoveel mogelijk te mijden door het gebruik van lokale wegen te beperken.

Het routeprofiel van elk van de routes is voorgesteld in Figuur 13. De RSV-route en Route C volgen een profiel waarbij het gebruik van lokale wegen enkel bij de start- en eindlocatie voorkomt (19.5% Lokale wegen). Route B maakt beperkt gebruik van de Secundaire wegen (26.2%), en stelt een route voor die voornamelijk gebruik maakt van Lokale wegen Type I en Type II (70.1%). In het profiel van route A is te zien dat gedurende het traject teruggevallen wordt op een Lokale weg Type III om nadien terug gebruik te maken van Lokale wegen Type I en Type II. Deze route wijkt sterk af van de principes van het RSV. Deze route gaat dan ook door woonkernen in Morsel en Edegem.

FIGUUR 13: PROFIEL VAN TRAJECT LIER-AARTSELAAR VOLGENS VERSCHILLENDE ROUTEPLANNERS



Route B heeft de kortste totale afstand (17.1 km), gevolgd door route A (19.5 km). De RSV-route en route C zijn 21.4 km lang. Het verschil in tijd voor het afleggen van de trajecten is minimaal, met 28 minuten voor route A en B en 29 minuten voor route C en de RSV-route.

4.2 Doorwerking Bewegwijzering in routeplanners

In een tweede onderzoek wordt nagegaan in welke mate routes uit routeplanners overeenkomsten vertonen met routes die de bewegwijzering langs de Vlaamse wegen volgen. Aangezien de bewegwijzering afgestemd is op structuur- en mobiliteitsplannen, zou de weggebruiker bij het volgen van de bewegwijzering in de meest gewenste route nemen. Dit principe is vergelijkbaar met de RSV-routes uit bovenstaande studie [25] (die op een mathematische wijze gegenereerd werden) en zouden bijgevolg tot gelijkaardige trajecten komen.

De routes in deze studie worden bepaald aan de hand van drie methodes:

- Bewegwijzering
- Navigatietoestellen:
 - Garmin (Navteq-kaart)
 - TomTom (Teleatlas-kaart)
 - Saab (eigen kaart)
- RSV-route (GIS-berekening)

Verschillen in weggebruik tussen de drie methodes kunnen duiden op minder gewenste routes met overmatig gebruik van lokale wegen voor doorgaand verkeer.

4.2.1 Vergelijking voor routes

Bewegwijzerde route

Een route die de bewegwijzering volgt wordt niet vooraf berekend. De bestuurder zal vooraf een idee hebben van de richting die hij uit wil. Bij lage bestemmingspolen is het noodzakelijk om tussenliggende steden of dorpen te kiezen aangezien de bestemming niet onmiddellijk zal aangegeven worden.

Route met navigatietoestel

Navigatietoestellen hebben verschillende opties om een route te berekenen. Voor deze studie werden te toestellen ingesteld om de snelste route te volgen.

RSV-route

Er wordt telkens vergeleken met de route volgens RSV. De bewegwijzering is immers gevolgd zoals een autobestuurder zou rijden. De berekening van de route volgens RSV is analoog aan deze uit bovenstaande studie (zie 4.1), met een minimalisatie van het gebruik van wegen van lage categorie.

4.2.2 Bepalen van routes

Het studiegebied is gelokaliseerd in de provincie West-Vlaanderen. De routes verlopen steeds tussen twee dorps- of stadskernen, met een afstand rond 18.8 km (gemiddelde afstand woon-werkverkeer [26]). Er wordt getracht om te vertrekken van een kern met een lage bestemmingscategorie naar een kern met een lage bestemmingscategorie met tussenin een kern met een hoge(re) bestemmingscategorie.

De geselecteerde routes zijn:

- route 1: Beernem en Ramskapelle (Brugge als hogere bestemmingscategorie tussenin)
- route 2: Rollegem-Kapelle en Harelbeke (Kortrijk als hogere bestemmingscategorie tussenin)
- route 3: tussen Wingene en Koekelare (Torhout als hogere bestemmingscategorie tussenin)
- route 4: tussen Houthulst en Alveringem (Diksmuide als hogere bestemmingscategorie tussenin)
- route 5: tussen Kortemark en Dadizele (Roeselare als hogere bestemmingscategorie tussenin)

4.2.3 Overeenkomsten tussen routes

a. Bewegwijzering - Navigatietoestel

Slechts één van de navigatietoestellen geeft voor een route hetzelfde traject weer als de bewegwijzerde route. De andere routes wijken af van de bewegwijzering. In totaal komen de routes van navigatietoestellen voor 45% (benadering) overeen met de bewegwijzering. Soms komt het voor dat een navigatietoestel en de bewegwijzering tegenstrijdige richtingen aanduiden. Als voorbeeld kan de situatie langs de route Houthulst – Alveringem aangehaald worden. Een van de navigatietoestellen geeft een compleet andere route dan RSV, de bewegwijzering, en de andere navigatietoestellen, en dit langs wegen met een lage categorie. Een ander vaak voorkomend verschijnsel is dat navigatietoestellen een kortere route aangeven over wegen met een lagere categorie.

b. RSV - bewegwijzering

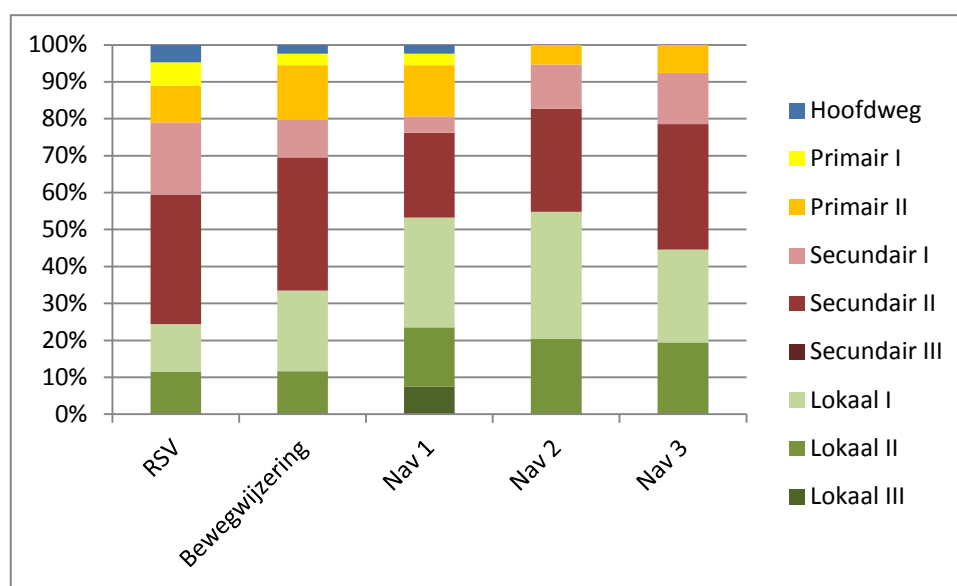
De helft van de bewegwijzerde routes komen exact (van begin tot einde) overeen met de RSV-routes. De overige routes tonen sterke afwijkingen. In totaal (inclusief de afwijkende routes) is er tussen bewegwijzering en RSV-routes 60% (benadering) overeenkomst.

c. RSV - Navigatietoestel

23% van de routes met navigatietoestellen komen exact (van begin tot einde) overeen met de RSV-routes. In totaal verloopt het afleggen van alle trajecten met navigatietoestellen voor 50% (benadering) langs dezelfde wegen gebruikt.

4.2.4 Gebruik van wegencategorieën

De RSV-routes, die een minimalisatie van het gebruik van lage categorieën nastreeft, maken het meest gebruik van hoofdwegen, en het minst van lokale wegen. Dit geldt in mindere mate ook voor de bewegwijzerde routes. Beide 'gewenste' routes lijken dus de lokale wegen te ontlasten. De navigatietoestellen gebruiken vaker lokale wegen om de bestemming te bereiken (zie Figuur 14). Opvallend in vergelijking met vorige studie is het lage gebruik van lokale wegen type 3.



FIGUUR 14: GEBRUIK VAN WEGENCATEGORIËN

4.3 Categorisering bij kaartproducenten

Digitale wegenkaarten hanteren een eigen wegenclassificatie op basis van functioneel belang en karakteristieken van de wegen [27]. De indeling van wegen in verschillende categorieën verschilt tussen de kaartenmakers, en wijkt af van de wegencategorisering op basis van het RSV. Tevens is het niet noodzakelijk zo dat de routeplanners effectief gebruik maken van alle beschikbare categorieën. Bovendien is de wegenclassificatie slechts één van de vele attributen (tot 260 voor NAVTEQ-kaarten) die het wegennet beschrijven, en zullen de navigatietoestellen deze parameter ook enkel gebruiken in combinatie met andere attributen. Wanneer routeplanners echter te weinig rekening houden met de wegencategorisering wordt de gewenste routegeleiding ondergraven en draagt dit mogelijk bij tot een toenemende problematiek van sluipverkeer.

De twee belangrijkste kaartleveranciers voor routenavigatie zijn Tele Atlas en NAVTEQ. Zo zullen TomTom navigatietoestellen gebruik maken van Tele Atlas data, terwijl Garmin NAVTEQ-kaarten aanwendt voor de routenavigatie. Het Tele Atlas Multinet wegennetwerk classificeert de wegen volgens het wegtype op basis van het functioneel belang en de verkeerskarakteristieken van de weg. Daarin worden acht onderverdelingen gemaakt: *Autosnelweg*, *Belangrijk hoofdweg*, *Andere hoofdweg*, *Secundaire weg*, *Verbindingsweg*, *Belangrijke lokale weg*, *Bestemmingsweg* en *Andere weg*. De NAVTEQ Navstreets kaart

hanteert een functionele wegcategorisering die zich beperkt tot vijf verschillende hiërarchische niveaus, namelijk *Motorways*, *Main roads*, *Connectors*, *Local roads* en *Residential*. De toekenning van wegen aan klassen wordt door kaartproducenten omschreven als 'complex'.

Aan een weggedeelte zal door de kaartleveranciers een bepaalde categorie toegekend worden. Ook volgens het RSV zal de weg tot een bepaalde categorie behoren. In onderstaande tabellen (Tabel 4 en Tabel 5) wordt voorgesteld in welke mate de wegcategorieën volgens de beleidsplannen overeenstemmen met de categorieën volgens de kaartproducenten (studiegebied beperkt tot Zuid-Oostrand Antwerpen, met data uit 2007).

Uit de tabellen (Tabel 4 en Tabel 5) kan geconcludeerd worden dat de algemene hiërarchie grotendeels gerespecteerd wordt, maar niet eenduidig. Zo behoren de secundaire II - wegen in de Tele Atlas -gegevens tot vier verschillende categorieën. Bij NAVTEQ-gegevens is het opmerkelijk dat de Lokale wegen I gespreid worden over de vijf verschillende klassen.

TABEL 4: VERHOUDING VAN DE INDELING IN WEGCATEGORIEËN TUSSEN DE BELEIDSPANNEN EN DEZE IN DE TELE ATLAS GEGEVENS. (IN %, OP BASIS VAN DE LENGTE VAN DE WEGASSEN)

Tele Atlas	Autosnelweg	Belangrijke hoofdweg	Hoofdweg	Secundaire weg	Verbindingsweg	Belangrijke lokale weg	Lokale weg	totaal
RSV								
Hoofdwegen	100	-	-	-	-	-	-	100
Primaire I	71	29	-	-	-	-	-	100
Primaire II	-	-	92	8	-	-	-	100
Secundaire I	-	-	-	-	-	-	-	-
Secundaire II	-	-	31	69	-	-	-	100
Secundaire III	-	31	32	34	3	-	-	100
Lokaal I	-	-	12	10	75	-	3	100
Lokaal II	-	-	-	-	78	13	9	100

TABEL 5: VERHOUDING VAN DE INDELING IN WEGCATEGORIEËN TUSSEN DE BELEIDSPANNEN EN DEZE IN DE NAVTEQ GEGEVENS. (IN %, OP BASIS VAN DE LENGTE VAN DE WEGASSEN)

NAVTEQ	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	totaal
RSV						
Hoofdwegen	100	-	-	-	-	100
Primaire I	-	100	-	-	-	100
Primaire II	-	92	8	-	-	100
Secundaire I	-	-	-	-	-	-
Secundaire II	-	51	49	-	-	100
Secundaire III	-	31	69	-	-	100
Lokaal I	9	4	19	66	2	100
Lokaal II	-	-	5	80	15	100

5. DISCUSSIE UIT WORKSHOP

Op basis van de casestudie (4.1) werd op 21 december 2010 een workshop georganiseerd voor het bespreken van de huidige "state of the art"-routenavigatie en wegcategorisering en het onderzoeken van pistes die tot een verbetering van navigatie kunnen leiden op vlak van duurzaamheid (verkeersleefbaarheid, overlast, veiligheid, milieu-impact, ...). Hierbij werd gestreefd naar een vertegenwoordiging van de relevante stakeholders. Dit waren zowel vertegenwoordigers van het beleid (kabinet minister Crevits, verschillende gemeenten) van administraties (MOW, ARP, provincies, gemeenten), als van privébedrijven (NAVTEQ, TomTom) en onderzoeksinstituten (UGent, KULeuven, VUB, ...).

Moderator Frank Witlox brengt drie discussiepunten naar voor op basis van presentaties:

- Afstemming tussen publieke en private doelstellingen
- Attributen gelinkt naar ruimtelijke componenten
- Gebruik van navigatietoestellen in een andere context, bijvoorbeeld vrachtverkeer, openbaar vervoer, link naar het multimodale.

5.1.1 Navigatie voor vrachtverkeer

Een eerste vraag verwijst naar de commerciële doelstellingen versus de doelstellingen van de overheid, met specifiek de vraag waarom er geen navigatie voor vrachtverkeer is (of wordt gebruikt)? Navigatietoestellen zouden misschien moeten voldoen aan specifieke productnormen die bij wet vastgelegd kunnen worden, bijvoorbeeld een verplichte optie voor vrachtnavigatie. De wil lijkt echter te ontbreken bij de producenten van navigatietoestellen.

De producent haalt hierbij de problematiek van verkeersveiligheid aan, bijvoorbeeld de vele gps-applicaties in telefoon die als navigatietoestel kunnen fungeren. Het is mogelijk om te voorkomen dat 'foute' toestellen gebruik maken door een interface te voorzien in het voertuig, waar het navigatietoestel moet 'ingeklikt' worden. Het toestel identificeert het voertuig en beslist of het zal navigeren of niet. Met betrekking tot vrachtwagens is het dus mogelijk om enkel navigatietoestellen voor vrachtverkeer te accepteren, en gewone toestellen voor personenvervoer te weigeren. Navigatiesoftware voor vrachtvervoer houdt namelijk rekening met allerlei andere parameters, zoals hoogtes en breedtes van wegen/bruggen, rotondes etc. Navigatietoestellen specifiek voor vrachtverkeer bestaan wel, maar worden niet gekocht. In de wetgeving zou dus een systeem van een verplichte interface met *vehicle identification* (tegen foutief gebruik) opgenomen kunnen worden. Er wordt gesteld dat de rollen hier worden omgedraaid. In plaats van gebruikers te verplichten een correct toestel te gebruiken, zou het beter kunnen zijn om alle opties (inclusief routeren van vrachtverkeer) in alle navigatietoestellen op te nemen, en dit op te nemen in de wetgeving. Er wordt hierbij ook gewezen op de hoge prijs van toestellen speciaal voor vrachtwagens. De ideeën die worden gesuggereerd gaan niet in op een mogelijke meerkost en praktische functionaliteit, draagvlak en haalbaarheid van zo'n systeem. De keuze om speciale navigatie voor vrachtverkeer te gebruiken is in het eigen belang van de vrachtwagenbestuurder (smalle straatjes, scherpe bochten, ...worden vermeden). Het probleem is eerder dat vrachtwagenbestuurders momenteel niet steeds specifiek vrachtnavigatie ter beschikking hebben, vermoedelijk door de meerkost van de toestellen of onwetendheid over hun bestaan.

5.1.2 Navigatietoestellen vs het beleid

Er wordt gewezen op de verantwoordelijkheden van zowel navigatieproducenten als beleidsmakers. Het beleid heeft keuzes gemaakt in de opbouw van het wegennet, en dit is niet altijd naar de behoeftes van alle gebruikers. De overheid bepaalt het spel en de

spelregels. Navigatieleveranciers tasten de grenzen van het spel af en leggen de hiaten bloot, waardoor neveneffecten naar boven komen. De moderator wijst wel op het onderscheid tussen 'ongewenst' en 'verboden'. Wat navigatietoestellen soms veroorzaken is eerder ongewenst doch zelden verboden.

ROW herhaalt dat publieke en private instellingen meer op elkaar moeten inspelen, en dat er nood is aan kennisuitwisseling. Er is bijvoorbeeld niet eens een volledige digitale kaart van de wegencategorisering - volgens het Ruimtelijk Structuurplan en opgesteld door overheden - voorhanden. De moderator merkt op dat deze wegencategorisering iets regionaal is, dat enkel geldt voor Vlaanderen. De navigatieproducent deelt mee dat de afspraken over 'levels' (categorieën) van wegen dateren van 20 jaar geleden. Moeten de digitale kaarten dan nu veranderd worden? Is het niet de overheid de spelregels bepaalt, en dan ook het nodige kaartmateriaal zal moeten aanleveren. Volgens de navigatieproducent is met betrekking tot categorisering een Europese en/of globale afstemming nodig, een algemeen geaccepteerd kader.

5.1.3 Multimodale navigatie

Moderator: Wat met multimodale navigatie?

NAVTEQ deelt mee dat ook reistijdentabellen van treinverkeer opgenomen zijn in de databank. Multimodale navigatie, waarbij alternatieven met het openbaar vervoer aangeboden worden, is dus mogelijk en bestaat al. Ook andere parameters voor voetgangers, bijvoorbeeld veilige looproute 's avonds waar voldoende verlichting is, behoort tot de mogelijkheden. Bijna alles wat je langs de weg kan zien, wordt opgenomen in de database. Op vraag van de VVSG wordt meegedeeld dat ook grotere entiteiten zoals scholen, bedrijventerreinen, concertgebouwen, etc... opgenomen worden. De vraag is echter of er ook een navigatietoestel is dat gebruik maakt van al deze attributen (+/- 260 volgens NAVTEQ). NAVTEQ antwoordt dat al die attributen worden verzameld omdat er verschillende klanten zijn (bijvoorbeeld ook specifiek voor vrachtvervoer).

Het beschikken over een up-to-date digitale kaart is belangrijk, waarbij gevraagd wordt hoe vaak de kaarten geüpdate worden. NAVTEQ zegt dat er dagelijks 1.7 miljoen wijzigingen worden doorgevoerd, maar dat de kaart (inclusief updates) in het navigatietoestel wordt gedistribueerd via de leveranciers van navigatietoestellen. De kaart in de wagen kan dus verouderd zijn. Het is de eindgebruiker die kiest of hij een update uitvoert. Voor TomTom geldt een kaartupdate per 48 uur. Dit zal nodig zijn voor toekomstige ADAS systemen.

Er blijkt nood te zijn aan een minder beschuldigende discussie. De huidige toestand is dat zowel lokale wegen als hoofdwegen zeer zwaar belast worden. Verloopt de verkeersafwikkeling niet vlot, dan doen bestuurders toch hun eigen zin en gaan op zoek naar alternatieven. Een navigatietoestel mag in deze context niet als boeman worden gezien, maar eerder als een opportuniteit om die problematiek aan te pakken.

De moderator beëindigt de discussie.

6. CONCLUSIES

De resultaten van de case-studies (zie 4.1 en 4.2) wijzen enerzijds op een verschil tussen routeplanners onderling, en anderzijds op een verschil van routeplanners ten opzichte van de gewenste routing op basis van het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. De gewenste routes wijken niet zozeer af qua afstand of tijdsduur, maar verschillen vooral in het gebruik van wegen van de laagste en hoogste categorieën. Vooral wegen van de laagste categorie - lokaal type III - die enkel toegang dienen te verlenen en niet bedoeld zijn voor doorgaand verkeer, worden frequenter benut door routeplanners voor het samenstellen van een route, zonder daarbij rekening te houden met de functie van deze wegen. Sommige van deze routes maken voor doorstromend verkeer gebruik van lokale wegen, terwijl volgens het RSV haalbare alternatieven mogelijk zijn. Net als de RSV-routes, bieden routes op basis van de bewegwijzering een duurzaam alternatief. De bewegwijzerde routes ontlasten net als RSV-routes de lokale wegen. Vanuit dit oogpunt zou de implementatie van het RSV en/of bewegwijzering bij routeringsalgoritmen een bijdrage kunnen leveren aan het stimuleren van duurzaam rijgedrag met duurzame routekeuzes.

De beleidsmatige wegencategorisering uit de structuurplannen is echter niet digitaal beschikbaar en bijgevolg (nog) niet praktisch voor gebruik in navigatietoestellen. Bovendien is deze wegencategorisering echter vooral een planmatig opgesteld wensbeeld. De doorwerking van de RSV-principes in het straatbeeld en snelheidsregime is niet steeds optimaal, waardoor de wegencategorisering vaak niet overeenstemt met de realiteit, wat blijkt uit het beperkte tijdsverschil tussen routeplanners en RSV-routes. Verder zijn ook nieuwe interpretaties van de wegencategorisering in Vlaanderen mogelijk, met meer aandacht voor verkeersveiligheid, multimodaal gebruik, meervoudige functies van snelwegen in stedelijk gebied, enz. De 'gewenste' route kan hierdoor een andere invulling krijgen door het toevoegen van andere karakteristieken aan het routeringsalgoritme. De wegencategorisering biedt wegens zijn statische karakter overigens geen oplossing voor verkeerssituaties waar congestie optreedt. Met slechts één 'gewenste' route kan het verkeer onvoldoende afvloeien. Hoewel de RSV-wegencategorisering een deeloplossing kan betekenen voor duurzamere routeplanners, is het niet voor de hand liggend om dergelijke informatie in digitale kaarten te verwerken. Kaartproducenten ijveren immers voor een algemeen kader (op Europees niveau) in plaats van het invoeren van specifieke categorisering per land of regio. De RSV-categorisering zal dus ten behoeve van de kaartenmakers moeten ingepast worden in een algemener geldende categorie-indeling. Aangezien kaartenmakers uitgaan van het werkelijke wegbeeld, is het consequent doorvoeren van de wegencategorisering op het terrein (weginrichting, verkeerssignalisatie, toegelaten snelheden,...) is vanuit dit oogpunt prioritair.

Zowel publieke als private instellingen hebben elk hun verantwoordelijkheden. De uitgangspunten van beiden zijn echter verschillend: overheden streven naar het collectief welzijn, terwijl navigatieproducenten zich eerder richten op de individuele belangen van de gebruiker/klant. De overheden bepalen wel de regels waarbinnen de navigatietoestellen kunnen fungeren. Voor een verbeterde duurzame routenavigatie lijkt samenwerking en overleg tussen beiden (publiek en privé) noodzakelijk. Dit kan door het aanleveren van correcte data door de overheid aan de kaartproducenten. Momenteel is dit reeds mogelijk voor wat betreft de informatie uit de verkeersbordendatabank, gebruik makende van de ROSATTE-tools.

De kaartproducenten verzamelen een brede waaier aan attributen die relevant zijn voor navigatie. Het is echter aan de producenten van de navigatietoestellen om te bepalen welke attributen en algoritmes geselecteerd worden voor de routeplanning. Minder geavanceerde navigatiesystemen/routeplanners zullen minder attributen in rekening brengen, wat mogelijks kan leiden tot minder gewenste routes. Dit komt tot uiting in een onderzoek van Stichting Onderzoek Navigatiesystemen [28], waarin de

verkeersonveiligheid veroorzaakt door navigatiesoftware van smartphones aangetoond wordt. Het is echter de eindgebruiker die kan beslissen welke toestellen hij gebruikt, en hoe hij deze gebruikt. Vele navigatietoestellen bieden de gebruiker meerdere keuzes aan om een route te genereren, denk maar aan de kortste of snelste route.

Een groot aandeel van overlast in woonkernen is te wijten aan vrachtverkeer die zich baseert op een navigatietoestel voor personenvervoer. Er is een nood aan navigatie specifiek voor vrachtverkeer, die woonkernen vermijdt en rekening houdt met de specifieke vereisten van vrachtverkeer. Hoewel dergelijke systemen voorhanden zijn, blijken deze onvoldoende gekend bij het publiek.

7. VERDER ONDERZOEK

♦ **Wegennetwerk en categorisering**

- Er wordt een vergelijkende studie gemaakt van bestaande systemen uit Vlaanderen, Nederland, Duitsland en het Waals & Brussels gewest.

♦ **Routing**

- Onderzoek naar routing in congestie- en incidentsituaties, en de routeringsmogelijkheden die de RSV-categorisering bieden.
- Er zal verder ingegaan worden op de link met vrachtwagenrouting. Hiervoor zal naar samenwerking gezocht worden met het steunpuntsonderzoek 5.2 uitgevoerd door de VUB m.b.t. de evaluatie van de maatregelen i.v.m. vrachtwagenrouting.

♦ **Beleidsaanbevelingen**

- Hieruit volgt een het opstellen van een requirementsnota. Deze nota beschrijft welke elementen allemaal nodig zijn om een zo'n optimaal mogelijke duurzame routeringsprincipe mogelijk te maken.
- Op basis van de requirementsnota wordt bepaald hoe elke stap mogelijk kan gemaakt worden (welke termijn?, welke kost?, met welke partners?,...).
- In de laatste fase worden aanbevelingen gegeven in welke mate en welke ondersteuning de Vlaamse Overheid moet voorzien om bijv. kaartenmakers en navigatieaanbieders aan te moedigen om een routenavigatie te berekenen volgens duurzame principes. Teven worden aanbevelingen geformuleerd inzake (bijkomende) principes voor wegencategorisering (zie herziening RSV).

8. REFERENTIES

1. Debauche, W., H. Van Geelen, and O. Van Damme, *De weg: actor van duurzame mobiliteit*, in *Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW). Synthesen N46/09*. 2009.
2. Noland, R. and J. Polak, *Travel time variability: a review of theoretical and empirical issues*. Transport Reviews, 2002. **22**(1): p. 39-54.
3. Keppens, M., et al., *Sluipverkeer in de Zuidooststrand van Antwerpen: Eindrapport versie 4.0a*. 2007, THV Arcus: Antwerpen.
4. Zhao, Y., *Vehicle Location and Navigation Systems*. ITS, Artech House Inc., 1997.
5. Vlassenroot, S., et al., *Snelheidsbordendatabank voor snelheidsbeheer: Technische en beleidsvoorbereidende aspecten*. 2010.
6. Svensk, P.-O., M. Landwehr, and L. Wikström, *ROSATTE: Deliverable D2.1 - Conceptual specification of how to establish a data store*. March 2009.
7. Vennesland, A. and O. Rennemo, *ROSATTE: Deliverable D1.2 - Requirements and Overall Architecture*. . August 2008.
8. Wikström, L. and e. al., *ROSATTE: deliverable D3.1 - Specification of data exchange methods*. August 2009.
9. Kaiser-Dieckhoff, U. and e. al., *SpeedAlert: deliverable D4 - Evolution of SpeedAlert concepts, deployment recommendations and requirements for standardisation*. July 2005.
10. European Union, *DIRECTIVE 2007/2/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 March 2007: establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*, in *Official Journal of the European Union*. . 2007: Strasbourg.
11. Vlaamse Overheid, *Website Verkeersbordendatabank*.
12. Dijkstra, E.W., *A note on two problems in connexion with graphs*. Numerische Mathematik, 1959. **1**(1): p. 269-271.
13. Bell, M.G.H., *Hyperstar: A multi-path Astar algorithm for risk averse vehicle navigation*. Transportation Research Part B: Methodological, 2009. **43**(1): p. 97-107.
14. Ericsson, E., H. Larsson, and K. Brundell-Freij, *Optimizing route choice for lowest fuel consumption - Potential effects of a new driver support tool*. Transportation Research Part C-Emerging Technologies, 2006. **14**(6): p. 369-383.
15. Aleksa, M., et al., *Heavy Route: Intelligent Route Guidance for Heavy Vehicles*. 2006.
16. Afdeling Ruimtelijke Planning, *Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen*. april 2004, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. p. 469-497.
17. Immers, L.H. and J.E. Stada, *Verkeers- en Vervoersystemen: Verplaastingsgedrag, Verkeersnetwerken en Openbaar Vervoer*. 2010, KULeuven.
18. Donné, V., *Categorisering van lokale wegen: richtlijnen, toelichting en aanbevelingen*, in *Het Mobiliteitshandboek 2000*. p. 167-205.
19. TRITEL mmv IRIS CONSULTING, *Implementatie van de wegencategorisering: Handboek secundaire wegen*. 2003, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap; Administratie Wegen en Verkeer.
20. *Provinciaal Ruimtelijk Structuurplan Oost-Vlaanderen (PRS)*. 2004.
21. Lauwers, D., *Bedenkingen na 10 jaar wegencategorisering*, in *Verkeersspecialist*. Juni 2008. p. 20-24.

22. Deknudt, P. *Afstemming bewegwijzering op RSV: Aanduidingenbeleid*. 2008; Available from: www.mobielvlaanderen.be/convenants/artikel.php?nav=0&id=702.
23. De Baets, K., D. Lauwers, and G. Allaert. *Op weg naar/met een duurzame navigatie : is er een harmonie tussen routeplanners en de beleidsprincipes van wegencategorisering?* in *Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, Papers*: Stichting Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk (CVS).
24. Engels, D., J. Korsmit, and D. Lauwers, *Voorstel selectiemethodiek secundaire wegen*. 1998, Tritel en iris consulting.
25. De Baets, K. and D. Lauwers, *Op weg naar een meer duurzame routenavigatie*. VERKEERSSPECIALIST, Februari 2011. **174**: p. 24-27.
26. Janssens, D., et al., *Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen 3*. 2007-2008, IMOB: Hasselt.
27. Bradt, F., *Synthese van de wegencategorisering in Vlaanderen, afgestemd op verschillende planningniveaus*, in *Civiele Techniek*. 2008, UGent.
28. Stichting Onderzoek Navigatiesystemen, *Navigatiesystemen levensgevaarlijk: Softwarefouten worden genegeerd*. 2007.