

Van Verkeersbordendatabank naar ITS-toepassingen. Duurzame routing kan bijdragen tot het verhogen van verkeersveiligheid en -leefbaarheid

Johan De Mol – Universiteit Gent – Johan.DeMol@UGent.be

Ivana Semanjski – Universiteit Gent – Ivana.Semanjski@UGent.be

Sidharta Gautama – Universiteit Gent – Sidharta.Gautama@UGent.be

Samenvatting:

Vlaanderen en Nederland beschikken over een databank met alle verkeersborden. Deze databank biedt vele mogelijkheden om de verkeersveiligheid en – leefbaarheid te verhogen en is een belangrijke tool om de uitrol van ZRA (zelfrijdende auto's) te faciliteren. Het project VEBIMOBIE toont aan dat een quasi automatische omzetting van de verkeersbordendata naar ITS-data, mogelijk is; hiertoe werd een model ontwikkeld.

Deze paper toont hoe de verkeersbordendatabank kan gebruikt worden om duurzame routing mogelijk te maken.

De verkeersbordendatabank werd gebruikt om een algoritme te ontwikkelen waardoor voertuigen, schoolomgeving of woongebieden kunnen vermijden. Deze algoritme is zowel ruimtelijk als periodiek (tijdsvensters) instelbaar. Basisvoorwaarde is dat de wegbeheerders de gewenste route via reglementering (verkeersborden) aanduiden. Deze tool kan ook gebruikt worden om een gedifferentieerde kilometerheffing op lagere wegennet en/of tijdens bepaalde tijdsperiodes mogelijk te maken.

In de getoonde case werd een leveringsroute van Bpost gebruikt om de werking en het effect van de duurzame routing, te tonen; als tijdsfactor werd de levering tijdens en buiten schooluren onderzocht.

1. Kadering:

Op het CVS 2016 werd het project VEBIMOBIE ('**Intelligente mobiliteitsbegeleiding op basis van verkeersbordendatabank**) voorgesteld ¹. In deze bijdrage werd de wijze waarop de verkeersbordendata naar ITS-data kan worden omgezet en hoe deze ITS-data kan gebruikt worden voor het verhogen van verkeersveiligheid, beschreven. De data van de verkeersbordendatabank kan een belangrijk onderdeel vormen voor zelfrijdende voertuigen.

In VEBIMOBIE wordt onderzocht of met de in recente Volvo's aanwezige RSI (Road Sign Information ²) en met een voertuig uitgerust met twee complementaire systemen, de data van de verkeersbordendatabank verbeterd kan worden met alternatieve, innovatieve inwinning van deze data.

Bijkomend aan het Volvo RSI-systeem gebeurt dit met twee verschillende camera's:

- ✓ Een Geckomatics videocamera neemt geogerefererde beelden op tijdens het rijden. Deze beelden worden door UGent verder verwerkt voor de lokalisering van de verkeersborden.
- ✓ Een Lidar-systeem (LIght Detection And Ranging) meet de omgeving in 3D waarna positie en dimensies van voorwerpen kunnen gedetecteerd worden

Bij de verzameling van de data werd vastgesteld dat de huidige RSI een belangrijk aantal tekortkomingen vertoont. Dit heeft zowel te maken met de plaatsing van de borden, te late informatie ³ het opnemen van niet relevante borden (bv. Snelheidsborden op vrachtwagens), het niet herkennen (en "vertalen" van borden: zoneborden, fietsstraten, ...), onderborden, ...

De RSI is wel in staat om verschillende snelheden per rijvak aangeduid via Drip's, te herkennen.

De verwachting van EuroRAP en EuroNCAP dat tegen 2025 de meerderheid van de verplaatsingen gebeurt met voertuigen uitgerust met technologie die het voertuig in staat stelt de weg te "lezen", vereist een sterke verhoging van de kwaliteit van deze technologie. Het houdt wel in dat een verkeersbordendatabank nog lange tijd de basis zal vormen voor de ondersteuning van de bestuurder en het voertuig.

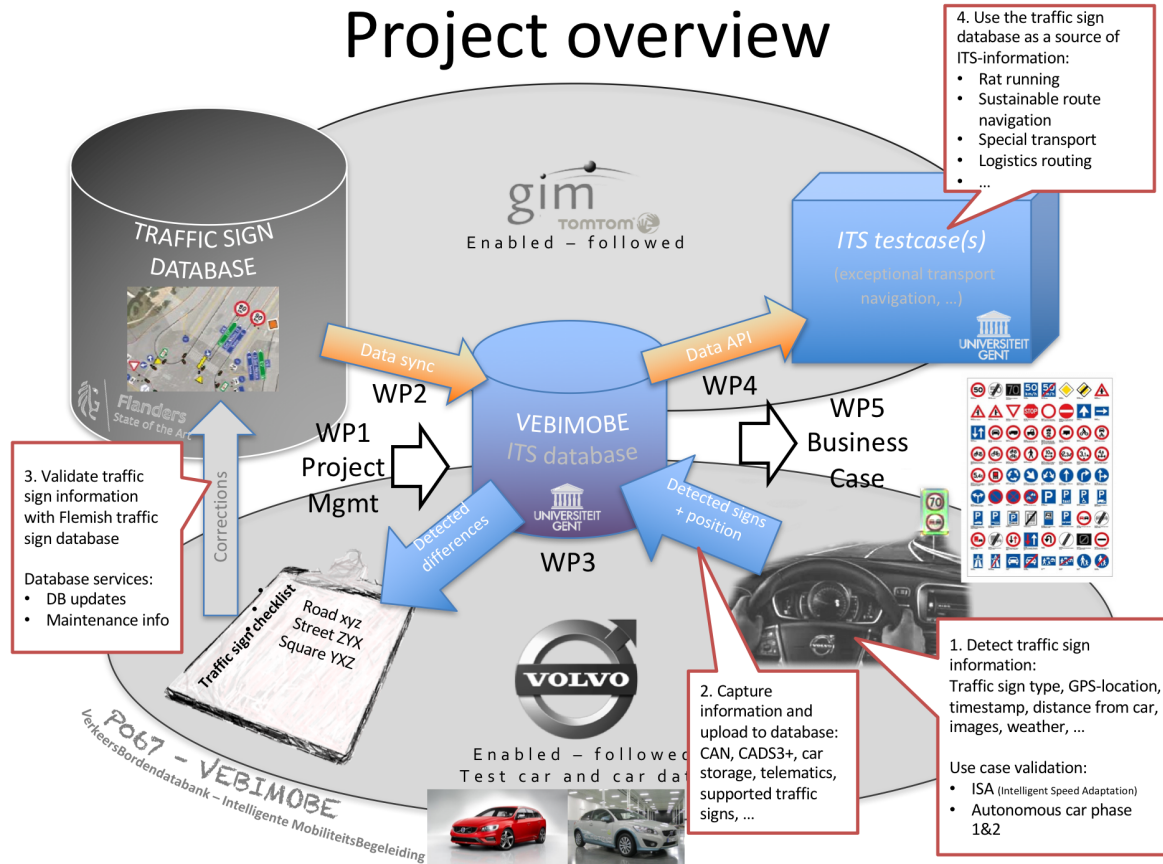
In het vervolgtraject van dit project werd de case "duurzame routing" ontwikkeld.

¹ DE MOL, J., DEFREYNE, P., GAUTAMA, S., *Van Verkeersbordendatabank naar ITS-toepassingen: of van ondersteuning van de bestuurder naar een basis voor autonoom rijdende voertuigen*, CVS (Colloquium Vervoersplanologisch speurwerk), Amsterdam, Zwolle, 24 & 25 november 2016, blz. 1-14

² Road Sign Information van Volvo (http://support.volvocars.com/uk/cars/Pages/owners-manual.aspx?mc=Y555&my=2015 & sw=14w20&article=619cbc403a02946ac0a801_e801e6988d) stemt overeen met de Traffic Sign detection van de Israëlisch firma Mobil-eye (<http://www.mobileye.com/technology/applications/traffic-sign-detection/>) en focust op snelheidsborden. Voor dit onderzoek is dit voldoende maar onderzoeken tonen aan dat ook andere verkeersborden (inhaalverbod, versmalling, helling, verplichte richting,) kunnen worden gedetecteerd (GREENHALGH, J. MIRMEHDI, M., *Real-Time Detection and Recognition of Road Traffic Signs*, IEEE TRANSACTIONS ON INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS, VOL. 13, NO. 4, DECEMBER 2012, 1498-1506). GUDIGAR, A., CHOKKADI, S. · RAGHAVENDRA U, *A review on automatic detection and recognition of traffic sign*, Multimed Tools Appl (2016) 75: 333. doi: 10.1007/s11042-014-2293-7

³ Dit probleem stelt zich ook bij alle huidige navigatiesystemen die snelheid aanduiden. Indien de aangeduide snelheid al juist is, wordt deze te laat aangeduid. Hierdoor komt de efficiëntie van de ondersteuning van de bestuurder in het gedrang: men rijdt te snel bij het passeren van het bord en men moet afremmen.

In afbeelding 1 wordt als achtergrond een projectoverzicht gegeven.



Afbeelding 1: Project overzicht

2. VERGELIJKEN VAN DE VERKEERSBORDENDATABANK MET DE RSI-DATA EN DE VIDEOBEELDEN:

In de studie worden verschillende datasets gebruikt om de datakwaliteit van alternatieve garing van verkeersdata (RSI-data voertuig en videobeelden/Geckomatics) te analyseren. Het doel van de analyse is om de bruikbaarheid van de verkeersbordendatabank te vergelijken met de systemen in het voertuig die verkeersbordherkenning mogelijk maken. Deze werkwijze is nodig om vast te stellen in welke mate deze systemen kunnen ingezet worden voor gebruik in autonoom rijdende voertuigen. Op de auto wordt een videocamera (Geckomatics) geplaatst waarmee de verkeersomgeving en de verkeersborden worden gedetecteerd.

141 videobestanden (duur 6h) werden vergeleken met 100.000 records die via de RSI van de Volvo auto en de CAN-bus werden bekomen. Deze twee datasets werden vergeleken met de 16.000 verkeersborden die voor het gebied in de Verkeersbordendatabank beschikbaar waren;

Om deze vergelijking van de gegevens van de RSI (CAN-bus) en de videobeelden te analyseren werd een tijdssynchronisatie toegepast. De synchronisatie tussen deze beeldinformatie en de verkeersbordendatabank gebeurde op basis van localisatiedata (GPS-locatie).

Vermits de RSI (CAN-bus) enkel snelheid gerelateerde borden weergaf, werden enkel deze vergeleken. Deze "beelddata" werd aangevuld met de verkeersborden uit de videoanalyse.

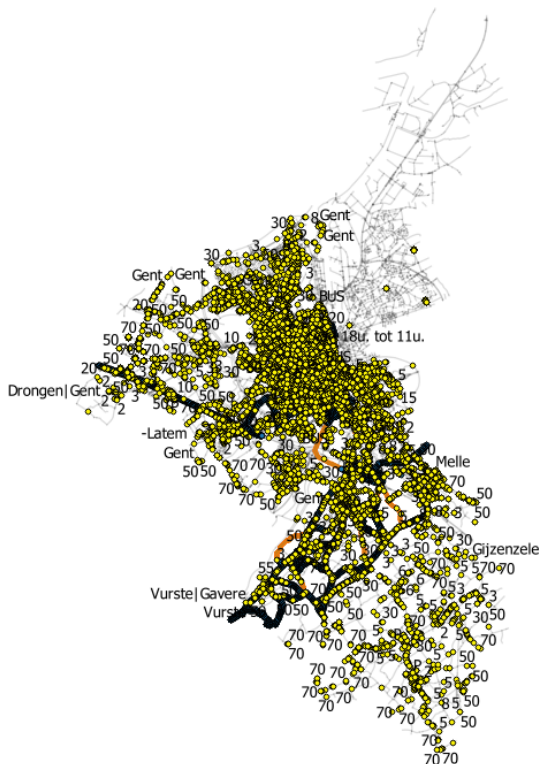
Ter illustratie: in de verkeersbordendatabank vertegenwoordigen de snelheidsborden (C43) 13 % van alle verkeersborden.

Afbeelding toont het testgebied (Merelbeke) waarin oranje de routes aangeeft die door de CAN bus werden geregistreerd terwijl groene kleur de routes aangeeft die via de camera werd opgenomen.



Afbeelding 2: het oranjetraject duidt de routes die door RSI werden opgenomen en groen geeft de routes met de videocamera weer.

Het verschil tussen de twee wordt veroorzaakt door enerzijds verschillende routes in het gebied, als gevolg van wegwerkzaamheden die plaatsvonden in het gebied tijdens de duur van het project en anderzijds ook als gevolg van dataverzameling voor verschillende werkpakketten. Voor de eerste werkpakketten was de videocamera niet beschikbaar.



Afbeelding 3: verkeersborden uit de verkeersbordendatabank

Figuur 2 toont de verkeerstekens uit de verkeerbordendatabank (in dit geval Gent/Merelbeke)

3. DUURZAME ROUTERING

Als business case is geopteerd voor duurzame routing omdat in Vlaanderen door de verspreide bewoning en een onvoldoende categorisering van wegen, een sturing van bepaalde verkeersstromen wenselijk is. Deze keuze sluit nauw aan bij de wens om het ontwijkingsgedrag voor de kilometerheffing van het vrachtverkeer te voorkomen en deze voertuigen meer verkeersveilig te geleiden. In verschillende gebieden werd vastgesteld dat "alternatieve routes" werden gezocht om –ondermeer- de kilometerheffing te vermijden. Nochtans werd het gevaar van de verhoging van sluipverkeer reeds in een beleidsdocument MOW van 2005⁴ geopperd. Het is evident dat vrachtverkeer dat het onderliggende wegennet als sluipweg gebruikt, de verkeersveiligheid en leefbaarheid van deze gebieden in het gedrang bent.

Alhoewel deze vaststelling reeds lang gekend was, zijn er weinig beleidsinitiatieven geweest om dit te voorkomen. Een aantal dodelijke ongevallen met vrachtwagens in de buurt van schoolpoorten heeft dit probleem op een schrijnende manier duidelijk gemaakt. In het rapport MOW werd reeds gewezen op mogelijke ontwijkingsmechanismen en werd in bedekte termen aangegeven dat kilometerheffing enkel op snelwegen, diende aangevuld met een "tolheffing op stedelijk niveau"⁵.

Op dat ogenblik wordt het gevolg van e-commerce en het inzetten van bestelwagens in plaats van vrachtwagens nog onderschat.⁶ Nochtans werd reeds aangetoond welk nefast gevolg bestelwagens voor de verkeersveiligheid hebben: geen tachograaf, geen maximale snelheidsbeperking, overlading, rijgedrag, ...

De keuze voor een duurzame routing is vanuit oogpunt verkeersveiligheid/leefbaarheid meer dan gerechtvaardigd. Om de twee schooldagen heeft er in België een aanrijding tussen een scholier en een vrachtwagen plaats. En om de drie dagen valt er in Vlaanderen een verkeersdode als gevolg van overdreven snelheid. Nochtans is het perfect mogelijk om voertuigen uit te rusten met software die de routeplanning voor goederenvervoer duurzamer en veiliger maakt en overdreven snelheid aan banden legt.

De belangrijkste bouwsteen voor die twee ingrepen is alvast voorhanden: een verkeersbordendatabank. Via aangepaste routeplanners (lees aangepaste algoritmes) samen met aan-

4 Mobiliteitscel (2005). *Quickscan – Wegenvignet, Finaal rapport*. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Brussel, 85 pp., beschikbaar via <http://www.mobiel-vlaanderen.be/pdf/mobiliteitsbeleid/quickscanwegenvignet.pdf>: *Vlaanderen wordt reeds geconfronteerd met een congestieproblematiek in een aantal stedelijke gebieden. Het gewest kent een zeer dicht wegennet, waarbij gewestwegen nu reeds als sluipwegen gebruikt worden, en het bijgevolg onmogelijk is om alleen op snelwegen tol te heffen waardoor het verkeer verder zou uitwijken naar de gewest- of gemeentewegen. Het dichte snelwegennet kent daarnaast zeer korte secties (veel op--en afritten), wat uitwijkend verkeer op eenvoudige wijze mogelijk maakt.*

⁵ Op basis van de nagestreefde objectieven in Vlaanderen dient men te analyseren of men dit als instrument in de sturing van de mobiliteit wenst te weerhouden. Daarna dient men, gezien de complexiteit van de Vlaamse (en Belgische) verkeerssituatie, deze piste verder te onderzoeken op mogelijke haalbaarheid. Indien haalbaar dient men dan ook te onderzoeken of men dit technologisch kan afstemmen op het systeem voor de vrachtwagens, of men een specifiek systeem dient te implementeren voor deze stedelijke tolheffing

⁶ In vergelijking met het jaar 2014 nam het aantal bestelwagens in België met 15 % (2015) en 28 % (2016) toe. Op 1 april 2016 werd de kilometerheffing ingevoerd.

gepaste verkeersreglementen (-borden) kan een meer duurzame geleiding van verkeer worden mogelijk gemaakt.

Hiermee kunnen zowel ruimtelijke als tijdsaspecten in rekening worden gebracht.

4. NAVIGATIESYSTEMEN EN ROUTEPLANNERS:

Navigatiesystemen en routeplanners kiezen klassiek voor de snelste en efficiëntste manier⁷ om het voertuig van A naar B te sturen. Ze slagen er niet altijd in om via een route te rijden die de verkeersleefbaarheid en -veiligheid van de omgeving niet in het gedrang brengt⁸. De voorgestelde routes houden weinig rekening met omgevingsfactoren, wat kan leiden tot sluipverkeer en overlast. Systemen voor routegeleiding bieden mogelijkheden 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.

De invloed die 'snelle/korte' routes uitoefenen op de omgeving (verkeersonveiligheid, geluidshinder, emissies,...) is voor de meeste⁹ routeringen van ondergeschikt belang.

Duurzame routes proberen, conform met de principes van duurzame mobiliteit, milieu en sociale aspecten in rekening te brengen en om op die manier de negatieve effecten terug te dringen¹⁰. Dit vereist een vervoersysteem dat minder geluidshinder/emissies teweegbrengt, milieuvriendelijker, veiliger en slimmer is.

Een slimmer vervoersysteem kan het verkeer geleiden langs de meeste geschikte wegen (met minimale belasting op de omgeving) en informeren over verkeersomstandigheden, waarbij de weggebruiker met een aanvaardbare zekerheid weet hoeveel tijd de trip in beslag neemt.

Routenavigatiesystemen spelen hierin een belangrijke rol. Het doel van duurzame routenavigatie is niet langer het streven naar **minimalisatie** van de reistijd, maar het verkrijgen van een '**redelijke**' reistijd, met een redelijke graad van zekerheid over de aankomsttijd, langs **geschikte** wegen. Hierbij worden sluipverkeer en routes door dorpskernen en woonbuurten vermeden.

Het sluipverkeer zou nog toenemen wanneer men de gevolgen van rekeningrijden (wordt nu enkel op het hoofdwegennet toegepast) probeert te vermijden. Hierdoor wordt het lagere wegennet nog meer belast en komt de verkeersveiligheid en -leefbaarheid in het gedrang.

⁷ Dit kan verlopen via:

1. modellering en schatting van de tijd-afhankelijke route kosten (TDSPP),
2. de tijd-afhankelijke routing, met inbegrip van de tijd-afhankelijke kortste route (TDSPP); (samen met the Time-Dependent Travelling Salesman Problem –TDTSP - and the Time - Dependent Vehicle Routing Problem –TDVRP).

Zie werkrapport: SEMANJSKI, I., GAUTAMA, S., DE MOL, J., *Vebimobe. WP 4 Report on Sustainable Routing*, Universiteit Gent, 3 november 2016, 31 p.

⁸ Hoewel moet opgemerkt worden dat naast de meest gebruikt optie de snelste route, er alternatieven mogelijk zijn, zoals de mooiste route, de brandstof efficiëntste route, veiligste route, ecologische route, enzovoort - al dan niet afhankelijk van het tijdstip van de dag (bijv. schooltijden).

⁹ Sommige navigatiesystemen bieden al op een of andere manier duurzame routeringen als een optie aan. Een typisch voorbeeld zijn de navigatiesystemen voor specifieke vervoersvormen (bijv. vrachtverkeer): daarbij spelen dikwijls andere factoren een belangrijke rol: breedte weg, vrije hoogte, bochtenstraat, inrijverbod boven een bepaald tonnage, ...

¹⁰ In de nabije toekomst zullen lage-emissiezones deze leefbaarheidscriteria verder aanvullen.

5. DUURZAME ROUTERING

In VEBIMOBIE wordt onderzocht of duurzame routing op basis van verkeersborden mogelijk is. Als testroute werd een bestaande leveringsroute (bestelwagen) van Bpost in Merelbeke gebruikt. De uitdaging daarbij was een duurzame leveringsroute op basis van vijf ¹¹ criteria op te bouwen: schoolomgeving, historisch centrum/gebouwen (cultureel park, recreatie- of pretpark), natuurparken/ sportterreinen, gezondheidsgebieden (ziekenhuizen, homes, ...) en gebieden waar werken worden uitgevoerd (bijkomend verkeer kan een nadelige versterkende invloed op fijn stof hebben).

In de testcase wordt die route specifiek voor de leveringsroutes van Bpost (lichte bestelwagens) ontwikkeld omdat bestelwagens enerzijds steeds meer in verblijfsgebieden leveren en anderzijds omdat het aantal sterk verhoogt als gevolg van ondermeer e-commerce ¹². Een bijkomend effect is dat door gebruik te maken van het onderliggende wegennet men de kilometerheffing ontwijkt. De 'gewenste' route kan een andere invulling krijgen door toevoeging van deze maar ook andere criteria, aan het routeringsalgoritme.

Met deze criteria wordt een eerste verkenning gemaakt van duurzame routing. Een optimale brandstofroute komt in 80% van de gevallen ¹³ overeen met de kortste route. Hoewel deze routes ecologisch een verklaring kunnen hebben, zijn ze in de praktijk zelden geschikt voor doorgaand verkeer dat onnodig gebruik maakt van het lagere verkeersnetwerk en door gebieden gaat die om milieu- en sociale redenen beter worden vermeden.

Een groot aandeel van overlast in woonkernen is te wijten aan vrachtverkeer (zware en lichte vrachtwagens) dat zich baseert op een navigatietoestel voor personenvervoer. Er is een nood aan navigatie (en reglementering) specifiek voor vrachtverkeer, dat woonkernen vermijdt en rekening houdt met de specifieke eisen van vrachtverkeer. Een duurzame routenavigatie draagt bij tot het ontwikkelen van deze specifieke navigatietool, ook voor licht vrachtvervoer (bestelwagens). Met de huidige ontwikkelingen in e-commerce en leveringen aan huis vormt dit voor bestelwagens een grote uitdaging.¹⁴

Hoewel systemen voorhanden zijn, blijken ze onvoldoende gekend en matchen ze slechts in beperkte mate met duurzaamheidsdoelstellingen.

¹¹ Het is evident dat voor een veralgemeende toepassing over het volledige wegennet, heel wat meer criteria zullen moeten in rekening worden gebracht.

¹² In 20016 steeg het aantal bestelwagens (= lichte vrachtwagens) met 9,6 % naar 710.000. Het aantal zware vrachtwagens verminderde naar 97.000, tegenover meer dan 100.000 drie jaar geleden.

¹³ ERICSSON, E., LARSSON, H., BRUNDELL-FREIJ, K., *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.

¹⁴ 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 mogelijk kan leiden tot minder gewenste routes.

6. SELECTIE VAN DE VERKEERSBORDEN

In VEBIMOBIE staat de herkenning en vertaling van verkeersborden centraal. De case duurzame routing maakt gebruik van de verkeersborden uit de verkeersbordendatabase maar kan –wanneer de RSI in voertuigen beter wordt- ook aanvullend via identificatie van de borden op de weg door het voertuig, gebeuren. Er worden vijf verkeersborden geselecteerd die van belang kunnen zijn voor het verbeteren van duurzame routes voor lichte bestelwagens van Bpost.

De case Merelbeke beperkt zich tot het aanduiden van bijkomende criteria op basis van de verkeersborden: S31 tot S35 (Cultureel park, recreatie- of pretpark, natuurpark, monument, sport), F53-F55 (verpleeginrichting), A31-F47 (werken), A23-F12a-A23 (plaats waar speciaal veel kinderen komen). Met deze geselecteerde verkeersborden wordt onderzocht hoe een route binnen een gebied (meestal binnen bebouwde kom of een route met plaatselijke wegen) kan verduurzaamd worden. Een aantal criteria (bijv. bebouwde kom, plaatselijk verkeer, fietsstraat, woonerf, ...) worden niet meegenomen omwille van de specificiteit van de case en omdat een groot aantal criteria niet op de testroute terug te vinden zijn.¹⁵

De meest duurzame routing is gekozen indien de klassieke navigatiekeuze (de kortste route) doorheen een zone 30 gaat.

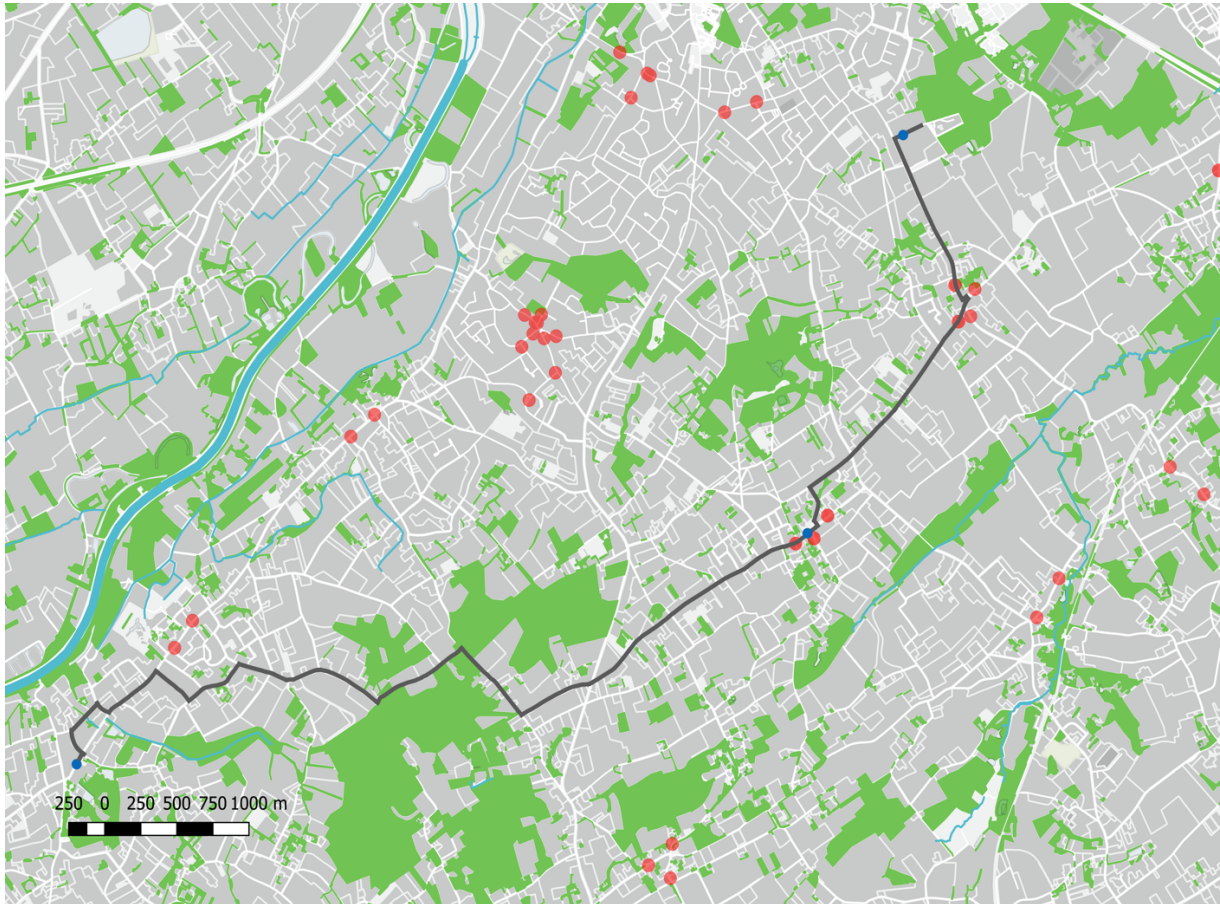
Daarom beantwoordt deze routing niet volledig aan een duurzame routing voor voertuigen die bruikbaar is voor gebieden waarbij het begin- en het leveringspunt op een grotere afstand van elkaar liggen. In dat geval zijn er meer te vermijden gebieden –woongebieden, schoolomgevingen, ... - aanwezig en is de duurzame route complexer en kan de omrijtijd en de mogelijk de kosten, verhogen.

Het vermijden van routes in woongebieden indien men er niet moet leveren of zijn, blijft de hoofddoelstelling.

Bij het opmaken van een duurzame routing is er nog veel marge. Hoe moet immers de kortste route afgewogen worden bij het rijden door een woongebied, lage-emissiezone of een zone 30-gebied? Deze problematiek stelt zich scherper naarmate e-commerce-leveringen blijven toenemen. Duurzame routing zal –niet alleen maar in belangrijke mate- via verkeersborden door de verschillende wegbeheerders, samen, worden opgebouwd.

In deze case wordt een route waarin de leveringspunten bereikt worden via de kortste route (Dijkstra's algoritme), vergeleken met een duurzame route. De duurzame route werd bepaald via verkeersborden die veiligheid en leefkwaliteit mee bepalen.

¹⁵ Het is evident dat bij het opstellen van een duurzame routenavigatie (op basis van verkeersborden) deze wel dienen opgenomen worden. Gebieden als zone 30, bebouwde kom, woonerfgebieden, fietsstraten, hospitalen, woonzorgcentra, tonnagebeperking, uitgezonderd plaatselijk verkeer,...., die via een verkeersbord worden aangeduid, moeten deel uitmaken van deze duurzame routing.



Afbeelding 4: De testroute vertrekt in het noordoosten via de afleveradressen naar het zuidwesten en toont de route **buiten de schooluren** met de leveringsadressen (blauwe punten) als de specifieke (duurzaamheid) verkeersborden (rode punten)

Daarbij wordt ook het tijdsaspect betrokken: route tijdens (ts) en buiten (tns) de schooluren.

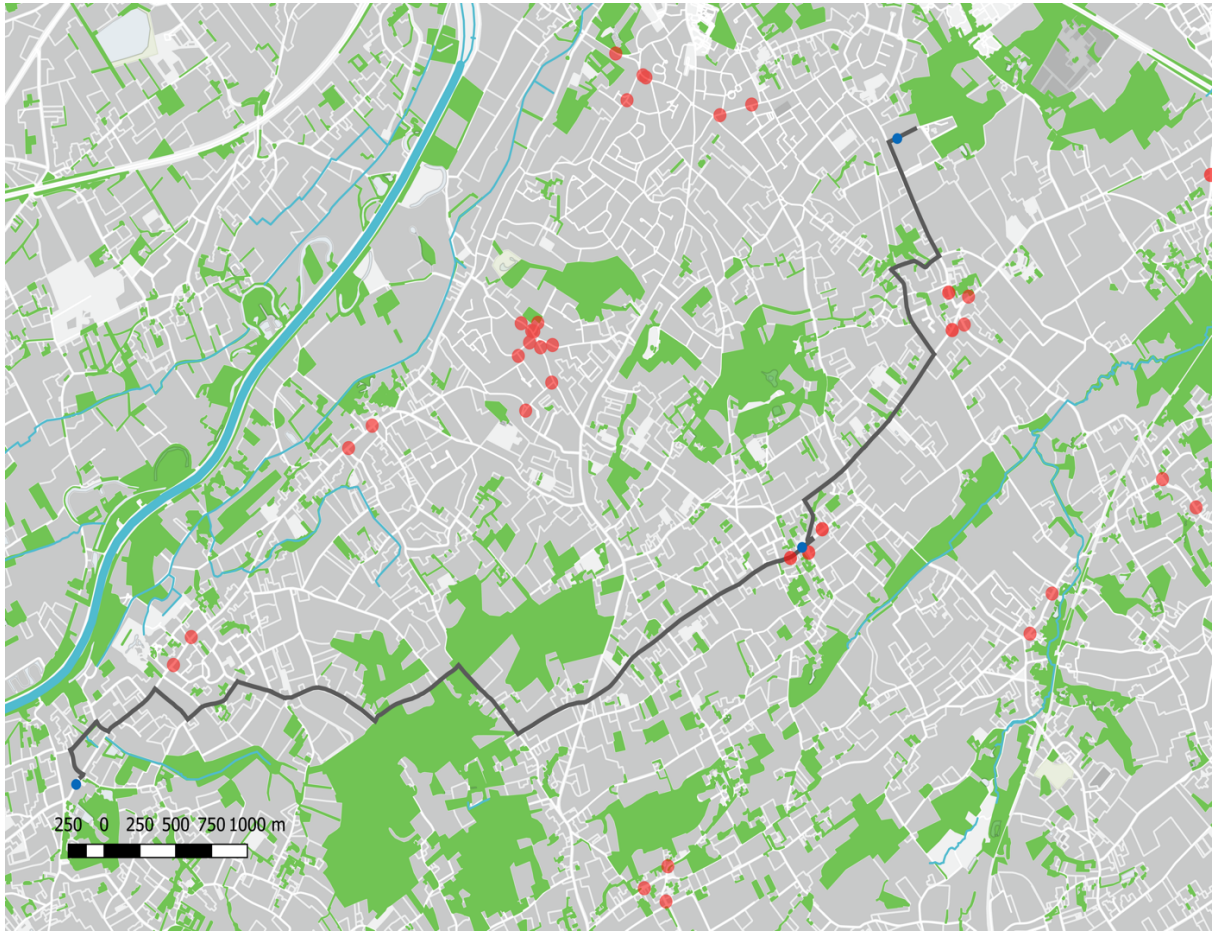
Op deze wijze kunnen **tijdsvensters** worden bepaald.

Hiermee wordt bedoeld dat men in bepaalde tijdsperiodes niet kan passeren zonder dat de veiligheid of leefbaarheid van het specifieke gebied in het geding is.

Een differentiële of progressieve kilometerheffing kan hieraan gekoppeld worden.

De gekozen route in Merelbeke vertrekt in het noordoosten en gaat via de afleveradressen naar het zuidwesten.

In *afbeelding 4* worden buiten de schooluren, zowel de leveringsadressen (blauwe punten) als de specifieke (duurzaamheid) verkeersborden (rode punten) aangeduid; in *afbeelding 5* is dit tijdens de schooluren.



Afbeelding 5: Deze afbeelding toont de route **tijdens de schooluren** met daarbij zowel de leveringsadressen (blauwe punten) als de specifieke (duurzaamheid) verkeersborden (rode punten).


6. KORTSTE PAD (Dijkstra) VERSUS DUURZAME ROUTERING

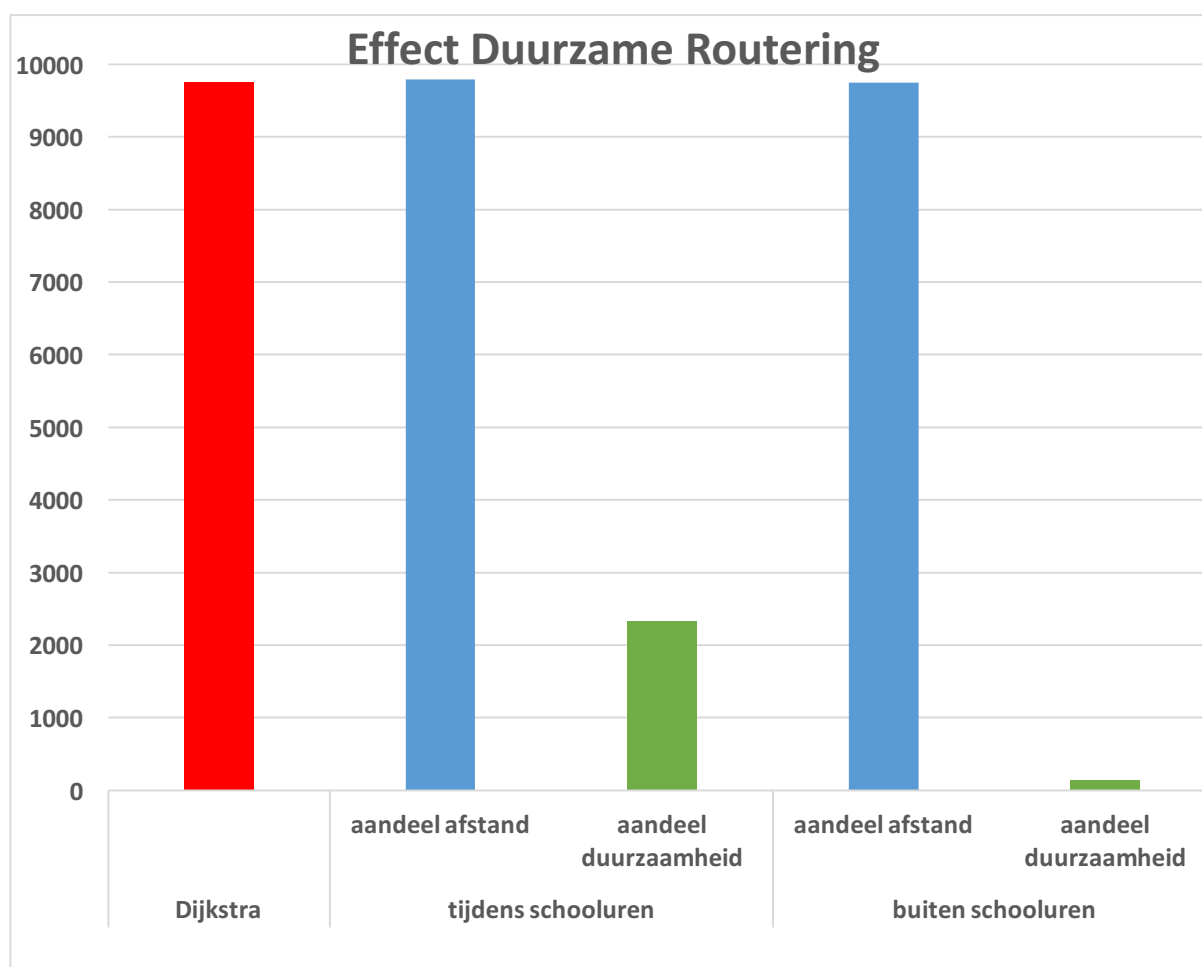
De kortste route (Dijkstra's algoritme) om de leveringspunten te bereiken, werd vergeleken met een route waar de verkeersborden die bij het ontwerpen van een duurzame route beter kunnen vermeden worden, in rekening worden gebracht.

	Tijdens schooluren			Buiten schooluren		
	Afstand	Duurzaamheid	Totaal	Afstand	Duurzaamheid	Totaal
Aandeel	9787,17	2317,82	12104,99	9747,98	139,83	9887,82
%	80,85	19,15	100	98,59	1,41	100

Tabel 1: Kosten tijdens en buiten schooluren

In afbeelding 4 - 5 en tabel 1 wordt het kortste pad ("Dijkstra algoritme") vergeleken met de duurzame routing, voor, tijdens en buiten schooltijd.


Zowel de elementen gerelateerd aan de afstand als aan de duurzaamheid worden aangeduid. De duurzame routing (duurzaamheid) houdt rekening met de zone met het A23-verkeersbord .



Afbeelding 6: Vergelijking duurzame routing met de kortste route: tijdens en buiten de schooluren

In de onderzochte route is de omrijafstand tijdens de schooluren slechts 40 m. Hierdoor is de operationele kost (afstand) quasi gelijk maar verhoogt de duurzaamheid (leefbaarheid, veiligheid, ...) wel sterk. Ook het aandeel duurzaamheid versus afstand, wijzigt tijdens en buiten de schooluren.

De verdeling voor duurzame routing is tijdens de schooluren 81% voor de afstand en 19%¹⁶ voor duurzaamheid. Buiten de schooluren is dit respectievelijk 99 en 1%. Dit betekent dat tijdens de schooluren het aandeel bij duurzame routing proportioneel daalt voor de lengte van het traject in verhouding tot de duurzaamheid. In dit voorbeeld zou er een toename met 22%¹⁷ zijn van het aandeel duurzaamheid bij een duurzaamheidsroute tijdens en buiten de schooluren. Wanneer men het aandeel duurzaamheid tijdens en buiten schooluren vergelijkt, is dit tijdens de schooluren veel belangrijker dan buiten de schooluren.

Bij een route die de A23  vermijdt, is tijdens de schooluren het duurzaamheidsaandeel hoger en blijft de operationele kost (afstand) vergelijkbaar met de operationele kost buiten de schooluren. Waar mogelijk wordt het voertuig naar een andere route geleid die de zone A23 – en de zone 30 – vermijdt. In de toepassing van de Bpost-route is het vermijden van de schoolzone pas op één plaats technisch mogelijk. In het andere geval was het afleverpunt (blauw punt) vlakbij/in de schoolzone gelegen, waardoor de schoolzone niet vermeden kan¹⁸ worden: vergelijk *afbeelding 2* (buiten de schooluren) met *afbeelding 3* (tijdens de schooluren) waarbij de bestelwagen een andere route neemt.

De kost "afstand" tussen de Dijkstra-route en de duurzaamheidsroute buiten de schooluren, is minimaal omdat er ook een levering is binnen deze route en geen andere valabele route beschikbaar is. In het geval dezelfde levering plaatsvindt met een vrachtwagen en niet met een kleine bestelwagen, is de veiligheid en leefbaarheid gewaarborgd via tijdsvensters.

Het is de taak van de wegbeheerder om – via aanvullende verkeersreglementen – de veiligheid en leefbaarheid te waarborgen. De duurzame routenavigatie – op basis van correcte informatie naar tijd en ruimte – ondersteunt de bestuurder bij de planning en tijdens de route.

¹⁶ Voor deze route is dit 19%. Dit wordt bepaald door het aantal verkeersborden die de duurzaamheid kunnen verhogen: hoe meer duurzaamheidsborden op de route staan, hoe hoger dit aandeel wordt.

¹⁷ Met 22% worden er geen kosten uitgedrukt. Buiten de schooluren wordt het passeren van het A23-bord minder gepenaliseerd dan tijdens de schooluren. Hierdoor kan via tijdsvensters worden bepaald of een omgeving (school, woongebied, ...) beter kan vermeden worden of wel verplicht uitgesloten wordt om langs te rijden.

¹⁸ Het is evident dat voor bepaalde voertuig categorieën het vermijden van deze routes wel wenselijk kan zijn. Dit kan zowel op permanente als op basis van tijdsvensters worden bepaald.

7. CONCLUSIE: EEN VERKEERSBORDENDATABANK BIEDT VELE TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN

VEBIMOBIE toont aan dat de verkeersbordendatabank op een alternatieve wijze (RSI, video-opnames) kan geüpdatet worden en dat de verkeersbordendatabank de basis vormt om diensten (Intelligente Snelheids-Aanpassing, duurzame routing, ondersteuning bestuurder, ...) aan te leveren die bijdragen tot het verhogen van de verkeersveiligheid.

Uit dit toegepast onderzoek blijkt dat de omzetting van de verkeersbordendatabank naar ITS-standaard quasi automatisch kan verlopen wanneer de kwaliteit van de verkeersbordendatabank wordt verhoogd. De kwaliteit slaat in belangrijke mate op het up-to-date zijn van de data.

De verkeersbordendatabank kan, indien de randvoorwaarden naar kwaliteit vervuld zijn, aangewend worden om algoritmen te ontwikkelen die routes aanduiden die de leefbaarheid van woongebieden respecteren. Een duurzame routing kan permanent of via tijdsvensters worden opgebouwd waarvoor woongebieden en schoolomgevingen maximaal kunnen gevrijwaard worden van vrachtverkeer, bestelwagens of auto's. Duurzame routes zullen dan aanbevolen worden of – indien hiervoor de nodige verkeersreglementen gelden - verplicht kunnen gelden. De routenavigatie geeft daarbij ondersteuning aan de bestuurder.

In de rand moet vermeld worden dat het beschikken over een databank voor verkeersborden de basis vormt om de uitrol van ZRA (zelfrijdende auto's) mogelijk te maken.

Duurzame routing kan via verkeersborden worden aangestuurd maar het betekent wel dat alle wegbeheerders samen, via gemeentelijke mobiliteitsplannen en/of logistieke routes, de gewenste routes voor vrachtverkeer, bestelwagen maar ook voor auto's ontwikkelen. Gelet op de verrommeling van de ruimte in Vlaanderen kunnen deze duurzame routes voor bepaalde wegen, de hele dag of voor bepaalde tijdsvensters gelden. Het is evident dat elk voertuig over de juiste routing moet beschikken en niet, zoals het nu nog vaak gebeurt, dat er geen of een niet geschikt navigatietoestel wordt gebruikt. Voor vrachtverkeer, bestelwagens en auto's moeten andere algoritmen/routeringen¹⁹ gelden. Voor Nederland kan in belangrijke mate gebruikt gemaakt worden van de wegategorisering.

Deze routing is pas afdwingbaar indien ook het verkeersreglement van de wegbeheerder dit voorziet. De rol van de wegbeheerders is zowel cruciaal in verkeersveiligheid en leefbaarheid als in het aanduiden van de gewenste routeringen. Dankzij de duurzame routing kan de bestuurder ondersteund worden om de gewenste, duurzame route te nemen.

De bijkomende kosten (in dit onderzoek zijn de kosten niet in valuta uitgedrukt) die ontstaan als gevolg van een langere route/tijd indien voor een duurzame routenavigatie wordt geopteerd, dienen vergeleken te worden met de vermeden kosten naar veiligheid en leefbaarheid.

¹⁹ 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 mogelijk kan leiden tot minder gewenste routes.

Het vele sluipverkeer dat gegenereerd wordt als gevolg van het toepassen van kilometerheffing op het hoofdwegennet (in casu autosnelwegen), noopt ertoe om duurzame routeringen te ontwikkelen. Het afdwingen van deze duurzame routeringen dient zowel te gebeuren door dwingende regelgeving (verkeersborden) als door een (verhoogde) kilometerheffing voor doorgaand verkeer op het lagere wegennet.

Deze beide maatregelen kunnen permanent of voor een bepaalde periode (via tijdsvensters) gelden. De effectieve controle kan gebeuren via de ANRP-camera's; het is evident dat –indien de controle op sluipverkeer en de heffing van kilometerheffing- wordt uitgebreid naar gewest- en gemeentewegen, dit de uitrol van meer camera's noodzakelijk maakt.