

Vertramming zonder visuele vervuiling

OPENBAAR VERVOER | Bovenleidingvrije trams in historische stadsdelen

MARC BROECKAERT (BIVV), DIRK CLAES, JOHAN DE MOL (IDM UGENT) EN LUC DESMEDT

Trams krijgen hun stroom normaal gezien via de bovenleiding. De laatste jaren beproefden de leveranciers echter ook diverse bovenleidingvrije voedingssystemen. Die komen tegemoet aan de vraag van steden om in esthetisch gevoelige historische gebieden bovenleidingen te vermijden. In Bordeaux en Nice was dat zelfs een *conditio sine qua non* voor de aanleg van een tramnet. Dit artikel schetst de technische, exploitatieve en financiële implicaties van een keuze voor bovenleidingvrije trams.

De wisselwerking tussen het esthetische aspect en de functionaliteit van de bovenleiding verdient meer aandacht. In steden zoals Bern (erkend als Unesco-werelderfgoed) wordt de integratie van de eenvoudige bovenleiding in de historische sites algemeen als geslaagd beschouwd en staat ze niet ter discussie. Ook in de meeste Franse tramsteden valt de discrete bovenleiding nauwelijks op in het straatbeeld, ook in historische zones. De jongste jaren gingen evenwel stemmen op om de trambovenleidingen in gevoelige omgevingen te vervangen door een

bovenleidingloos stroomvoorzieningsstelsel: Non Visible Contact Lines (NVC).

BINNEN- EN BUITENLAND

Eind negentiende eeuw experimenteerde men al met ondergrondse stroomtoevoer ('alimentation par caniveau') in onder meer Londen, Parijs, Düsseldorf, Bordeaux, Nice en Brussel¹. De bedrijfszekerheid was problematisch, er waren urenlange onderbrekingen. De jongste jaren werd de (her)aanleg van de tramlijnen in enkele steden afhankelijk gesteld van de afwezigheid van bovenleiding in gevoelige zones. Dit is het geval in onder meer München – wegens de bovenleiding werd de bouwaanvraag voor een tramlijn door een park geweigerd – en in enkele Franse steden. Ook de nieuwe tramlijn in de futuristische Braziliaanse hoofdstad Brasilia wordt over 1,2 km bovenleidingvrij aangelegd. Leiden overweegt dit voor een stadstraject van de nieuwe RijnGouwelijn, zodat de 3 Oktoberfeesten (met een optocht met hoge praalwagens) ongehinderd door kunnen gaan. In de meeste andere steden behoren bovenleidingen tot het vertrouwde stadsbeeld.

Mogelijk komt deze esthetische bekommernis tot uiting bij de

¹ In 1896 legde de "Union Elektrizitäts Gesellschaft" (het latere AEG) 21 km enkelsporige tramlijn aan in Brussel: Terkamerenbos - Schaarbeek (integraal caniveau) en Terkamerenbos - Impasse du Parc (gedeeltelijk). De trams waren voor zowel ondergrondse voeding als voor bovenleiding uitgerust en reden voor het Beursgebouw.



Foto: Alstom

Het bovenleidingvrije APS-systeem in Bordeaux kampte met ernstige problemen voordat het eind 2005 een 'aanvaardbare' betrouwbaarheid van 99,8 % bereikte. Esthetisch gevoelige baanvakken van tramlijnen in Angers, Orléans en Reims worden binnenkort ook met APS uitgerust.

realisatie van de in het Vlaamse regeerakkoord aangekondigde *vertramming*, in steden zoals Hasselt, Leuven, Brugge of Mechelen. Voor een goed begrip is het nuttig eerst elders na te lezen welke diverse types bovenleidingen beschikbaar zijn². Hierna een schets van de min of meer beproefde bovenleidingloze alternatieven. De voeding via derde rail, zoals toegepast in metro-systemen, laten we buiten beschouwing.

BORDEAUX: APS

In Bordeaux werd de terugkeer van de tram afhankelijk gemaakt van het bovenleidingvrij rijden in het monumentale stadscentrum. Weliswaar werd er bij de aanleg al voorzien in de ruimte voor het plaatsen van palen indien het zonder bovenleiding fout zou lopen. Innorail, in 2003 opgekocht door Alstom, ontwikkelde het systeem 'Alimentation par le Sol' (APS) en ontwierp een stroomtoevoer via een middenrail. Deze derde rail bevindt zich in het wegdek onder de tram en is verdeeld in onderling geïsoleerde segmenten van 8 m lengte. Schakelaars verbinden deze derde rail met het ondergrondse voedingssysteem. Een tram die een segment nadert, stuurt een radiosignaal naar een detectielus. De schakelaar zorgt er dan voor dat het segment onder spanning komt. Er is altijd minstens één van spanning voorzien segment onder de rijdende tram. Voordat het segment onder de tram uit komt en weer zichtbaar wordt, wordt de spanning afgesloten: zo is elektrocutie van voorbijgangers uitgesloten. Onder de tram bevinden zich ook twee 'klapschaatsen' (frotteurs), waarvan steeds één met een segment van de middenrail met spanning contact maakt: zo wordt de tram van elektriciteit voorzien.

In Bordeaux liep het bij de officiële openingsrit in december 2003 grondig fout. De pannes volgden elkaar op en de Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB) dreigde met stopzetting van het APS-systeem. Het duurde twee jaar en kostte Alstom 10 miljoen euro aan extra personeel en materieel voordat eind 2005 een 'aanvaardbare' – en contractueel bepaalde – betrouwbaarheid van 99,8 % werd bereikt. Nog altijd treden occasionele storingen op: de dienstonderbrekingen tot 10 minuten worden niet in rekening gebracht. Op een paar oorspronkelijk met APS uitgeruste baanvakken buiten het centrum werd naderhand toch bovenleiding geplaatst, ter verhoging van de bedrijfszekerheid.

De toegelaten maximumsnelheid met APS is 50 km/uur. Duidelijk is dat dit systeem stedenbouwkundig geen negatieve impact heeft maar gevoelig duurder uitvalt. Het onderhoud zou tot 50 keer duurder zijn. Alstom rekent voor dat de realisatie van een tramproject met

APS 5% duurder uitvalt dan met conventionele bovenleiding. De CUB rekent 1,6 miljoen euro meerkost per km, hetzij 2,5% van het kostenplaatje voor het gehele tramproject in 2003. Deskundige Hondius rekent met de factor zes voor de aanlegkosten van het voedingssysteem. Andere bronnen ramen de meerkost op 30 miljoen euro voor het systeem, namelijk de 11,6 km met APS uitgeruste secties en de trams, die zelf ook met batterijen moeten worden uitgerust om voorbij de APS-loze zones (wissels en kruisingen) te geraken.

Het voordeel tegenover de oplossing met batterijen (zoals in Nice, zie verderop) is dat APS niet gebonden is aan korte bovenleidingloze afstanden. Groot APS-nadeel is het niet kunnen recupereren van de remenergie: eigentijdse trams en trolleys zetten bij elke remming de kinetische energie om in elektriciteit en sturen deze terug voor bewegingsenergie ten behoeve van andere gebruikers op dezelfde bovenleidingssectie, met een besparing tot 30% op de energierekening. Door zwerfstromen ontstaat roest dat kabels en leidingen aantast.

Esthetisch gevoelige baanvakken van tramlijnen in aanleg in Angers, Orléans en Reims worden binnenkort ook met APS uitgerust. In Bordeaux werd in twee buiten het centrum gesitueerde APS-secties naderhand toch conventionele bovenleiding geplaatst, om tijdverlies en slijtage door de frequente omschakelingen te vermijden. In oktober 2009 werd de bouwvergunning voor de tram in Besançon geweigerd wegens de geplande verankering van bovenleiding aan beschermde gevels in het stadshart; het stadsbestuur overweegt nu voeding via APS of batterijen ofwel een minder gevoelig tracé buiten het stadshart.

NICE: BATTERIJEN

In Nice was de afwezigheid van bovenleiding de voorwaarde voor de terugkeer van de tram op de gevoelige historische pleinen Masséna en Garibaldi (zie *Verkeersspecialist nr. 162, p. 20-23*). Bij de besluitvorming in Nice waren de APS-perikelen in Bordeaux bekend. Bijgevolg besliste Nice om op het dak van de door Alstom gebouwde trams batterijen te monteren. De firma Saft³ levert



Net vóór de tram de Place Masséna in Nice oprijdt, wordt de stroomafnemer naar beneden gehaald en schakelt de tram over op tractie via batterijen.

² Stephan BESIER, *Fahrleitungen für Strassen- und Stadtbahnen. Zusammenstellung von Bauweisen und Erfahrungen aus den Stadträumen Europas*, in *Der Stadverkehr*, 3/2008.

³ Zie www.saftbatteries.com.

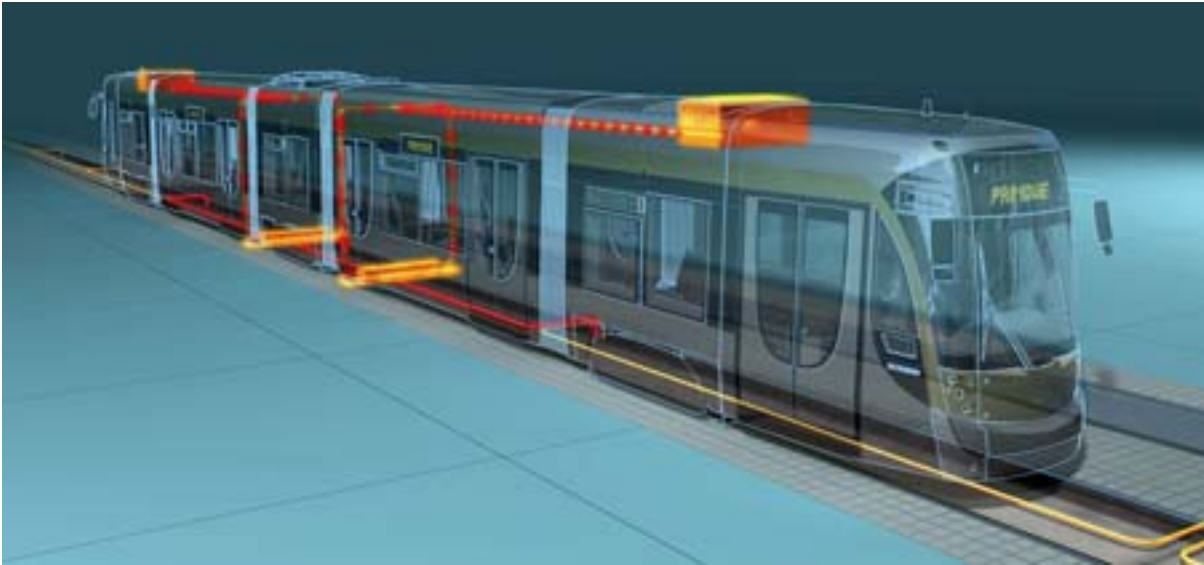


Foto: Bombardier

Bij het voedingssysteem PRIMOVE liggen er onder de sporen stroomspoelen die een magnetisch veld creëren. De tram zelf bevat spoelen die het magnetisch veld oppikken en omzetten in stroom voor het voeden van de elektromotoren. Het MITRAC-systeem zorgt ervoor dat de remenergie wordt opgeslagen voor hergebruik in grote condensatoren op het dak van de tram.

de NiMH-batterijen (nikkel metaalhydride): deze kunnen meer energie opnemen dan klassieke NiCd-batterijen, maar zijn gevoeliger voor temperatuurschommelingen. Deze oplossing blijkt in Nice bedrijfszeker. Verwacht wordt dat de batterijen, die anderhalve ton wegen, om de vijf jaar moeten worden vervangen (kost geraamd op 100.000 euro per tram). Bij de inmiddels besliste verlenging tot 44 m van de bestaande trams zal een tweede set batterijen worden gemonteerd. Beperkingen zijn de korte afstand die de tram op batterijen zelfstandig kan overbruggen (ca. 1 km) en de lage maximumsnelheid (30 km/uur). Bij incidenten (versperd spoor) moet de tram 30 minuten kunnen 'standhouden'. Wanneer de tram Masséna en Garibaldi nadert, waarschuwt een verklikkerlampje de chauffeur dat hij van tractiewijze moet veranderen. Indien de chauffeur niet reageert, weerklinken er visuele en akoestische signalen. De stroomafnemer wordt naar beneden gehaald aan de laatste halte voor het bovenleidingvrije gedeelte, en teruggeplaatst aan de eerstvolgende halte, voorbij deze sectie. De batterijen worden herladen tijdens de rit onder bovenleiding. Over de totale prijs zijn geen gegevens bekend; volgens sommigen zou het voordeliger zijn dan APS, volgens anderen twee keer zo duur.

ANDERE SYSTEMEN

Ook andere constructeurs doen proeven met 'Non Visible Contact Lines'.

PRIMOVE

Op een metersporige tram van Halle/Saale test Bombardier in Bautzen het contactloze voedingssysteem PRIMOVE⁴, gestoeld op het inductieprincipe, zonder 'derde' spoor. PRIMOVE is vergelijkbaar met de werking van een transformator: het doorgeven van elektrische energie middels een magnetische koppeling tussen twee spoelen. De elektrische onderdelen zitten verborgen onder het voertuig en onder het wegdek, tussen de spo-

ren. De aanwezigheid van water, ijzel of sneeuw op het wegdek zou geen gevolgen hebben voor de bedrijfszekerheid. Onder de sporen liggen de stroomspoelen die een magnetisch veld creëren. De tram zelf bevat spoelen die het magnetisch veld oppikken en omzetten in stroom voor het voeden van de elektromotoren. Het principe is vergelijkbaar met het opladen van een elektrische tandenborstel.

De techniek kan gevaarloos worden ingezet in voetgangersgebieden en zowel op nieuwe lijnen als op bestaande worden geïntroduceerd. De prijs zou anderhalve keer deze van een conventioneel bovenleidingssysteem bedragen. Net als bij APS is de infrastructuur onderverdeeld in segmenten. Bedoeling is tot 2 km ver tegen 50 km/uur bovenleidingvrij te kunnen rijden, tegen 40 km/uur op hellingen met 6%. Bombardier heeft de intentie om in de loop van 2010 een test te doen op een traject van 2 tot 4 km. Hierbij wordt de vestiging in Brugge genoemd, niet ver van de Kusttramlijn, alwaar Bombardiermaterieel rijdt.

MITRAC

Bombardier rustte in 2003 een tram van Mannheim uit met een energiebesparende techniek (MITRAC Energy Saver) waarbij de remenergie wordt opgeslagen voor hergebruik in grote condensatoren. Deze zijn vergelijkbaar met batterijen maar kunnen zeer snel vermogen opnemen en afgeven. Hierdoor kan 30% energie bespaard worden ten opzichte van een gewone tram. Hun opslagcapaciteit per kg is echter 30 keer lager dan bij NiMH-batterijen. De energie kan dan gebruikt worden als alternatieve energie waarmee de tram ofwel een honderdtal meter kan overbruggen ofwel sneller kan optrekken zonder extra energie uit de bovenleiding. Een praktijkproef gebeurt momenteel in Heidelberg, dat 8 *Variobahnen* met supercondensatoren bestelde, de nieuwste tram werd in januari 2010 geleverd. Volgens het vervoerbedrijf HSB bedraagt de meerprijs 270.000 euro per voertuig, de verhoopte besparing van 25% op de energierekening 295.000 euro op 15 jaar tijd. Hun inzetgebied wordt de nieuw aan te leggen ringvormige lijnuitbreiding door het Neuenheimer Feld, waar ze nabij het kankeronderzoekscentrum van de universiteitskliniek zonder bovenleidingsstroom zullen rijden.

⁴ Achim UHLENHUT, *Induktive Fahrstromübertragung PRIMOVE steht kurz vor der Einsatzreife, in Verkehr und Technik, 5/2009; zie ook www.bombardier.com/en/transportation/sustainability/technology/primove-catenary-free-operation.*

De universiteitsleiding vreesde immers *Elektrosmog* door zwerfstromen die gevoelige apparatuur in laboratoria zouden ontregelen. Een tweede proef gebeurt mogelijk in München, waar ook *Variobahnen* – waarvan één exemplaar met accu's – worden geleverd. Zo zou het haalbaar worden om op de geplande tramroute door het park *Englischer Garten* over 2 km bovenleidingvrij te rijden⁵.

Het combineren van PRIMOVE en MITRAC zou toelaten om, op eenzelfde lijn, enerzijds op bovenleidingvrije baanvakken te rijden zonder noemenswaardige prestatiebegrenzing en anderzijds energie te sparen op secties met conventionele bovenleiding.

STEEM

Sinds juli 2009 test Alstom in Parijs het systeem STEEM⁶ uit, vergelijkbaar met MITRAC. De proef verloopt in commerciële dienst op een tram van RATP-lijn 3, de *tramway des marchés*.

HES

Sinds eind 2008 testte Siemens het Hybrid Storage System (Sitas HES) maandenlang in gewone exploitatie in een tram *Combino Plus* op het nieuwe netwerk van Almada, bezuiden Lissabon. HES combineert dubbellaagscondensatoren en NiMH-batterijen. Tijdens de rit onder bovenleiding, bij het remmen en bij het stilstaan aan een halte (20 seconden) worden de accumulatoren opgeladen. Met de opgeslagen energie kunnen de trams een halte ver, ca. 500 meter, verder rijden, streefdoel is 2,5 km. De recuperatie van de remenergie zou 30% energiebesparing opleveren. Het systeem kan, volgens Siemens, probleemloos worden toegevoegd op bestaand rollend materieel, ook van andere leveranciers.

ACR

Het ACR-systeem van CAF gebruikt supercondensatoren om korte bovenleidingloze baanvakken te overbruggen. Energie wordt opgeslagen tijdens het rijden onder bovenleiding, bij het stilstaan aan een halte en door recuperatie van de remenergie. In 2010 wordt ACR toegepast op het recent aangelegde net van Sevilla, met name in de omgeving van de kathedraal, waar de CAF-tram type *Urbos-2* hooguit tegen 20 km/uur rijdt. De bestaande bovenleiding wordt er over een afstand van 450 m definitief verwijderd, zoals reeds elk jaar tijdelijk gebeurt, naar aanleiding van de processie op Goede Vrijdag.



Foto: Beliz Asamidou

De SWIMO-tram gebruikt grote batterijen waarmee met 40 km/uur tot 10 km ver kan worden gereden op niet-geëlektrificeerde lijnen. Nadien kunnen de batterijen op 5 minuten weer worden opgeladen onder de bovenleiding.

TRAMWAVE

Het systeem TRAMWAVE van Ansaldo STS dateert uit 1998, gelijk op APS maar gebruikt segmenten van slechts 1 meter. Een flexibele kabel vervult de rol van 'schakelaar'. De 'klapschaats' onder de tram trekt de kabel magnetisch aan. Zodra de klapschaats zich verder bevindt, wordt de flexibele kabel niet meer aangetrokken, en hij zakt ineen conform de zwaartekracht. De verplaatsing van de klapschaats veroorzaakt een optilgolf (*wave*) die zich voortplant met de snelheid van de tram. TRAMWAVE kan worden gecombineerd met recuperatie van remenergie. Het systeem werd in Napels beproefd, is geschikt voor de trams van het type *Sirio* van Milaan en Athene en zou op bestaande trams, ook van andere leveranciers, kunnen worden ingebouwd.

SWIMO

De 15 m lange SWIMO-tram⁷ van Kawasaki gebruikt Gigacell NiMH-batterijen. Dit laat toe om tegen 40 km/uur tot 10 km ver te rijden op niet-geëlektrificeerde lijnen, bij de in Japan courante exploitatievoorwaarden, en nadien op 5 minuten op te laden onder de bovenleiding (600 V). Remenergie wordt gerecupereerd. Bedrijfszekerheid bleek tijdens testritten in Harima in 2007 en, in 2008, bij vrieskou te Sapporo.

POTENTIEEL

De draadloze stroomvoorziening is vooral het overwegen waard voor nieuw aan te leggen tramlijnen en -netten alsook bij de geplande vernieuwing van bovenleiding in esthetisch gevoelige zones van bestaande netten. De trams moeten dan ook aangepast worden, indien dat technisch haalbaar is of het al zijn. Het prijskaartje loopt op, ook door het extra gewicht van onder meer batterijen en/of stroomspoelen. De ervaring in Nice en het systeem PRIMOVE zijn veelbelovend in het geval een Vlaam-

⁵ Stefan GOEBEL, *Zunehmendes Interesse für die Tram ohne Fahrleitung, in Der Stadtverkehr, 9/2006.*

⁶ Patrick LAVAL, *Expérimentation: Alstom et la RATP testent les supercondensateurs, in Ville, Rail & Transports, n° 476, 15 juillet 2009.*

⁷ Zie www.kawasakirailcar.com/SWIMO-Overview.pdf.

se regionale stad als voorwaarde "geen bovenleiding" zou stellen voor de aanleg van een route met nieuwe trams op korte secties door historisch waardevolle stadsdelen. Sitras HES biedt perspectieven voor bestaande lijnen en trams. De vertrouwde, bedrijfszekere bovenleiding heeft nog een mooie toekomst indien – zoals gebruikelijk in Frankrijk – discreet ingepast in het straatbeeld.

GENTSE KORENMARKT BOVENLEIDINGVRIJ?

Velen verwonderen er zich over dat in het historisch centrum van Gent, bij de heraanleg van de Korenmarkt en nabije pleinen, in geen enkele toekomstige optie voor voeding zonder bovenleiding werd voorzien. De Hermelijntrams zijn echter onmogelijk aan te passen aan bovenleidingvrije secties aangezien de maximale asbelasting nu al bij volle bezetting overschreden is. Stroomspoelen, hoe licht ook, zouden de Hermelijntram zwaarder maken, wat technisch onoplosbaar is. Indien de Korenmarkt bovenleidingvrij zou worden, dan zou-

den alleen nog nieuwe, nog te bouwen, trams erover kunnen rijden. Dit zou impliceren dat de bestaande 41 Hermelijntrams noodgedwongen alleen nog op lijn 21/22 zouden kunnen worden ingezet. Op schooldagen volstaan 19 voertuigen op deze lijn.

Bijgevolg is een onopvallende inpassing van de bovenleiding in Gent de boodschap. De nieuwe bovenleidingspalen missen evenwel elke esthetische voeling met de historische omgeving. Waarom werd er niet gekozen voor een onopvallende ophanging van de bovenleiding – bijv. in combinatie met verlichtingspaal – die het storende karakter tempert?

De auteurs zijn op vrijwillige basis actief in de vzw Reizigersbond (www.reizigersbond.be). De vzw behartigt de belangen van openbaarvervoerreizigers door studie en gefundeerde voorstellen aan de Vlaamse, Brusselse en federale overheid en aan De Lijn, de MIVB en de NMBS. Reacties op deze bijdrage zijn welkom bij reizigersbond@telenet.be. Met dank aan Patrick Debeuf en Etienne Van Daele voor het technisch advies en de vakliteratuur.

SAMENVATTING

Om esthetische of politieke haalbaarheidsredenen kiezen sommige steden die een nieuw tramnet aanleggen voor een stroomtoevoer gedeeltelijk zonder bovenleiding. Diverse systemen kwamen recent op de markt, het ene bedrijfszekerder dan het andere. Het esthetisch comfort van een bovenleidingvrij systeem heeft echter een prijskaartje en maakt de exploitatie complexer. Op bestaande lijnen en in Hermelijntrams, zoals in Gent, is omvorming naar bovenleidingvrij op dit moment vaak technisch niet haalbaar. De vertrouwde, bedrijfszekere bovenleiding heeft dus ook in historische stadsweefsels nog een toekomst, zeker indien ze discreter wordt aangebracht dan nu soms het geval is.

Trefwoorden: Bordeaux, binnenstad, Frankrijk, Nice, openbaar vervoer, tram

KORT

De Lijn lanceert routeplanner op maat

Om hun bezoekers beter te informeren over de bereikbaarheid met het openbaar vervoer, lanceren het Antwerps Sportpaleis, de Ethias Arena, UZ Leuven en de cultuur- en activiteitenagenda UiTinVlaanderen.be samen met De Lijn een routeplanner op maat. Voortaan kunnen mensen op de website van de verschillende partners een gepersonaliseerd reisadvies opvragen, en moeten ze daarvoor niet meer naar de website van De Lijn. Op www.sportpaleis.be, www.ethiasarena.be, www.uzleuven.be en www.uitinvlaanderen.be wordt het bestemmingsadres automatisch ingevuld. Nieuw is dat ook de laatste terugrit voor het opgegeven traject wordt vermeld. De routeplanner geeft ook de besparing qua CO₂-uitstoot in vergelijking met een gemiddelde wagen. Ook de dienstregelingen van de NMBS, MIVB en TEC zijn geïntegreerd in het reisadvies.

De test van de routeplanner op maat loopt tot en met 31 augustus. Na een evaluatie zal De Lijn de definitieve versie gratis ter beschikking stellen. Organisaties die interesse hebben voor de routeplanner op maat, kunnen voor meer informatie contact opnemen met De LijnInfo (070 220 200).

Pendelaar liever met auto naar Brussel dan met gratis bus en trein

Amper 9% van de pendelende automobilisten zou de wagen thuislaten als het openbaar vervoer gratis zou zijn. Dat blijkt uit een studie over pendelen naar Brussel van de Vrije Universiteit Brussel. Uit de studie blijkt ook dat een vlotte toegang tot het vervoersmiddel een grote invloed heeft op de keuze voor de trein of wagen. Zo daalt de kans dat men met de trein pendelt significant als men een wagen – en zeker een bedrijfswagen – heeft. De afstand tussen de woning en de werkplaats speelt ook een rol; wagens worden aanzienlijk meer gebruikt voor afstanden korter dan 30 kilometer. Hoe hoger het inkomen, hoe meer er voor de wagen gekozen wordt. Het autogebruik piekt zeker als de werkgever de kosten terugbetaalt. Werknemers met een hoog opleidingsniveau zijn meer geneigd om de wagen te nemen. (Bron: *Het Nieuwsblad*, 19 april 2010)