

# Het potentieel van lichte elektrische voertuigen in Vlaanderen

November 2017



ing. Guylian Stevens, KU Leuven  
ing. Bram Rotthier, KU Leuven  
Annick Roetynck, ASBE  
prof. Thierry Coosemans, Vrije Universiteit Brussel  
prof. Jan Cappelle, KU Leuven

# Inhoudsopgave

<b>I</b>	<b>Introductie</b>	<b>4</b>
1	Opdrachtsomschrijving	4
2	Aanpak	5
<b>II</b>	<b>Marktstudie en regelgeving</b>	<b>6</b>
1	Scope van de marktstudie	6
2	Regelgeving lichte elektrische voertuigen	7
2.1	Categorisatie . . . . .	7
2.2	Wetgevend kader . . . . .	12
3	Marktstudie	13
3.1	Rijwielen . . . . .	13
3.2	Gemotoriseerde rijwielen . . . . .	14
3.3	Bromfiets klasse A en Bromfiets klasse B . . . . .	15
3.4	Speed pedelecs . . . . .	18
3.5	Motorfietsen . . . . .	23
3.6	Driewielers met motor . . . . .	24
3.7	Vierwielaers met motor . . . . .	24
3.8	Voortbewegingstoestellen . . . . .	26
3.9	Overzicht marktstudie . . . . .	32
4	Steunmaatregelen	33
4.1	Aankooppremie . . . . .	33
4.2	Fiscale voordelen . . . . .	33
5	Innovaties	33
6	Standaard voor het opladen van LEV	36
6.1	Huidige situatie . . . . .	36
6.2	EnergyBus . . . . .	36
<b>III</b>	<b>Potentieel van lichte elektrische voertuigen</b>	<b>38</b>
1	Scope	38
2	Energie-efficiëntie	38
2.1	Minimale benodigde energie voor het afleggen van een traject . . . . .	38
2.2	Rendement van lichte elektrische voertuigen . . . . .	41
2.3	Besluit energie-efficiëntie LEV . . . . .	41
3	Milieu-impact	42
3.1	Aanpak van de milieu-impact studie . . . . .	42
3.2	Klimaatwijziging . . . . .	44
3.3	Ecoscore . . . . .	46

<b>4</b>	<b>Total cost of ownership</b>	<b>49</b>
4.1	Methodologie . . . . .	49
4.2	Algemene aannames . . . . .	50
4.3	Aanname voor de voertuigkosten . . . . .	50
4.3.1	Aankoopkosten . . . . .	50
4.3.2	Operationele kosten . . . . .	51
4.3.3	Niet-operationele kosten . . . . .	51
4.4	Resultaten . . . . .	54
<b>5</b>	<b>Troeven</b>	<b>56</b>
5.1	Inleiding . . . . .	56
5.2	Persoonlijke troeven . . . . .	56
5.2.1	Grote pendelafstanden . . . . .	56
5.2.2	Snelle verplaatsingen . . . . .	58
5.2.3	Klokvastheid . . . . .	62
5.2.4	Kostenbesparend . . . . .	63
5.2.5	Beter voor de gezondheid en verlengd behoud van mobiliteit bij senioren en mensen met lichamelijke beperking . . . . .	64
5.2.6	Weinig laadproblemen . . . . .	65
5.2.7	Fun . . . . .	65
5.3	Maatschappelijke troeven . . . . .	66
5.3.1	Minder emissies . . . . .	66
5.3.2	Beter gebruik openbare ruimte en goedkopere infrastructuur . . . . .	67
5.3.3	Vermindering verkeerscongestie . . . . .	69
5.3.4	Verbeterde volksgezondheid . . . . .	70
5.3.5	Sociale gezondheidsvoordelen . . . . .	71
5.3.6	Jobcreatie en bijdrage tot groene economie . . . . .	71
5.3.7	Attractief voor toerisme . . . . .	72
5.4	Conclusie troeven . . . . .	73
<b>IV</b>	<b>Hindernissen en marktwerking</b>	<b>75</b>
<b>1</b>	<b>Scope van de studie</b>	<b>75</b>
<b>2</b>	<b>Hindernissen</b>	<b>75</b>
2.1	Hindernissen voorgelegd aan bestuurders van licht elektrische voertuigen . . . . .	75
2.2	Gebrekkige weginfrastructuur . . . . .	76
2.2.1	Vademecum Fietsvoorzieningen . . . . .	77
2.2.2	Praktijkvoorbeelden van slechte fietsinfrastructuur . . . . .	78
2.3	Ingewikkelde en moeilijke regelgeving . . . . .	82
2.3.1	Onduidelijkheden voor de fabrikanten . . . . .	82
2.3.2	Onduidelijkheden voor de gebruiker . . . . .	85
2.3.3	Onduidelijkheden voor de andere weggebruikers . . . . .	86
2.4	Parkeerinfrastructuur . . . . .	86
2.5	Diefstalrisico . . . . .	89
2.6	Aanbod laadinfrastructuur . . . . .	90
2.7	Kwaliteit voertuig . . . . .	93
2.8	Weersomstandigheden . . . . .	94
2.9	Negatief imago . . . . .	95
2.10	Kostprijs . . . . .	96

2.11	Andere hindernissen . . . . .	97
<b>3</b>	<b>Marktwerking</b>	<b>99</b>
3.1	Marktwerking voor personenvervoer . . . . .	99
3.1.1	Interesse versus gebruik . . . . .	99
3.1.2	Grootste LEV-succes: elektrische fiets . . . . .	100
3.1.3	Elektrische bromfietsen, scooters en motorfietsen . . . . .	105
3.1.4	Personal Light Electric Vehicles (PLEV) . . . . .	106
3.2	Marktwerking voor Cargo-toepassingen . . . . .	107
3.2.1	Inleiding . . . . .	107
3.2.2	Huidige vloten: voorbeelden . . . . .	107
3.2.3	Marktwerking . . . . .	108
<b>V</b>	<b>Stappenplan</b>	<b>110</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>110</b>
<b>2</b>	<b>Aanbevelingen met betrekking tot de regelgeving</b>	<b>110</b>
2.1	Adviezen met betrekking tot de EU-regelgeving . . . . .	110
2.2	Adviezen met betrekking tot de Belgische regelgeving . . . . .	110
2.3	Adviezen met betrekking tot de Vlaamse regelgeving . . . . .	111
<b>3</b>	<b>Aanbevelingen met betrekking tot de infrastructuur</b>	<b>111</b>
<b>4</b>	<b>Aanbevelingen met betrekking tot de marktwerking</b>	<b>112</b>
<b>5</b>	<b>Steunmaatregelen voor LEV</b>	<b>112</b>
<b>6</b>	<b>Communicatie</b>	<b>112</b>
<b>VI</b>	<b>Projecten</b>	<b>114</b>

## Deel I

# Introductie

## 1 Opdrachtsomschrijving

In oktober 2016 schreef het departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid een bestek (LNE/AMNE/BVE/JC/CPT1-2016) voor een studie over het potentieel van licht elektrische voertuigen. De KU Leuven, Vrije Universiteit Brussel en ASBE stelden in dat kader verschillende rapporten op die zijn gebundeld in dit document. De opdracht werd door het departement als volgt omschreven:

*“Inleidend wordt in grote lijnen in kaart gebracht wat er op het vlak van elektrische tweewielers op de markt is, hoe ze gereguleerd zijn en welke projecten er ter stimulering van het gebruik lopen of gelopen hebben. Vanuit de literatuur wordt vervolgens aangegeven wat het potentieel is van dit marktaanbod voor functionele verplaatsingen. Daarbij wordt bekeken in welke mate elektrische tweewielers mensen over de streep kunnen trekken om hun wagen of hun traditionele motor aan de kant te laten staan, voor welk soort verplaatsingen dit het geval is en hoe*

*bij elektrische fietsen de actieradius vergroot t.a.v. traditionele fietsen. Daarbij worden ook de drempels in kaart gebracht om het potentieel te benutten en/of te verhogen. Vanuit de drempels, die o.m. zullen te maken hebben met kostprijs, aangepaste weginfrastructuur, mogelijke diefstallen en actieradius, wordt bekeken welke concrete maatregelen hieraan tegemoet kunnen komen; waarbij ook de zin en onzin van specifieke publieke laadinfrastructuur wordt bekeken. Tot slot worden pistes geopend om concrete projecten op te schalen of op te starten m.b.t. lichte elektrische voertuigen. Mogelijke projecttoepassingen kunnen dan in een latere call verder worden uitgewerkt. Naast aanbevelingen worden er dus ook voorstellen verwacht om één en ander projectgewijs uit te testen.”*

## **2 Aanpak**

De studie werd opgesplitst in 5 delen. In deel II wordt de huidige markt van licht elektrische voertuigen uitvoerig geanalyseerd. Hierbij komen zowel de producten zelf als de regelgeving waaraan ze onderworpen zijn aan bod. In deel III wordt het potentieel van de lichte elektrische voertuigen gekwantificeerd. Daarbij worden vier aspecten belicht: de energie-efficiëntie (zie deel III hoofdstuk 2), de milieu-impact (zie deel III hoofdstuk 3), de total cost of ownership (zie deel III hoofdstuk 4) en de troeven (zie deel III hoofdstuk 5) van deze voertuigen voor zowel de gebruiker als de maatschappij. In deel IV wordt gerapporteerd over de belemmeringen die lichte elektrische voertuigen ondervinden. In dit deel wordt ook de huidige marktwerking uitvoerig besproken (zie deel IV hoofdstuk 3). Het laatste deel (deel V) is een stappenplan waarin aanbevelingen en adviezen geformuleerd worden naar de verschillende overheden. De studie wordt afgesloten met een lijst van uitgevoerde projecten die over het thema lichte elektrische voertuigen werden teruggevonden (zie deel VI).

## Deel II

# Marktstudie en regelgeving

## 1 Scope van de marktstudie

De marktstudie in dit document brengt enerzijds een overzicht van de verschillende types lichte elektrische voertuigen verkrijgbaar op de Vlaamse markt en anderzijds een overzicht van de belangrijkste Belgische en Europese regels waaraan deze voertuigen onderworpen zijn. Er wordt tevens aandacht besteed aan de bestaande steunmaatregelen van de overheid, technische innovaties en standaardisatie van de laadsystemen.

De term lichte elektrische voertuigen (LEV) is een verzamelnaam voor een grote diversiteit aan voertuigen met elektrische aandrijving. De term LEV komt noch in de Belgische, noch in de Europese classificatie voor de technische regelgeving voor. Naargelang de geraadpleegde bron worden hiervoor dan ook andere definities gehanteerd. De Amerikaan Ed Benjamin van de *Light Electric Vehicle Association (LEVA)* definieerde ooit LEV als “*battery, fuel cell, or hybrid-powered 2-or-3-wheel vehicles generally weighing less than 200 pounds (100 kg)*”, andere bronnen noemen voertuigen “licht” zolang ze minder dan de 3,5 ton wegen. Soms worden ook lichte elektrische vierwielers tot de categorie gerekend.

Binnen de Europese classificatie kunnen volgende voertuigen als LEV beschouwd worden:

- alle twee-, drie- en vierwielige elektrische voertuigen in de L-categorie
- elektrische fietsen met pedaalassistentie tot 25 km/u en een maximaal continu vermogen van 250W
- zelf-balancerende voertuigen
- voertuigen zonder zitpositie

Bij deze studie werd geopteerd om de lichte elektrische voertuigen te bespreken aan de hand van de voertuigdefinities gehanteerd in de Belgische wegcode. Zo vinden we lichte elektrische voertuigen terug onder de volgende categorieën:

- rijwielen
- gemotoriseerde rijwielen
- bromfietsen klasse A
- bromfietsen klasse B
- speed pedelecs
- motorfietsen
- driewielers met motor
- vierwielers met motor
- voortbewegingstoestellen

Eventuele voertuigen die buiten deze categorieën vallen worden voor de wegcode (artikel 2.21) als auto beschouwd.

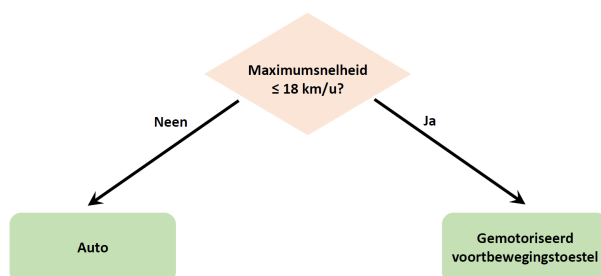
Gezien zowel de LEV-markt als de LEV-regelgeving in voortdurende evolutie zijn, werd geopteerd om een deel van deze studie aan te leveren in de vorm van een dynamische website [www.lichtelektrischevoertuigen.be](http://www.lichtelektrischevoertuigen.be). De website beschrijft voor alle bovenvermelde voertuigcategorieën de belangrijkste bepalingen uit de vigerende Europese, nationale en regionale regelgeving. De website bevat hyperlinks naar de volledige wetteksten. De tekst in hoofdstuk 2 van

deel II werd geschreven als een handleiding bij het regelgevend luik van de website. De website geeft, binnen elke besproken categorie, typische producten weer die beschikbaar zijn op de Vlaamse markt. Zowel hun technische specificaties als links naar fabrikantwebsites zijn voorhanden. Hoofdstuk 3 van deel II biedt aanvullend een samenvattend marktoverzicht met marktpositie, beschikbare verkoopcijfers en de belangrijkste technische kenmerken per voertuigtype. Hierbij kan eenvoudig doorgelinkt worden naar de overeenkomstige pagina op de website. In hoofdstuk 4 worden de steunmaatregelen besproken die de overheid neemt om de verschillende lichte elektrische voertuigen te promoten. De marktstudie sluit af met een overzicht van enkele nieuwe ontwikkelingen in hoofdstuk 5 en de inspanningen omtrent standaardisatie in hoofdstuk 6.

## 2 Regelgeving lichte elektrische voertuigen

### 2.1 Categoriëatie

Een eerste moeilijkheid bij lichte elektrische voertuigen is te weten komen onder welke categorie de voertuigen worden ondergebracht door de wetgever. Zonder deze info weten fabrikanten niet aan welke technische vereisten ze moeten voldoen en weten gebruikers niet wat de wegcode hen voorschrijft. Ook de regels voor rijbewijzen, verzekeringen en juridische kwesties kunnen verschillen per categorie. Om de organisch gegroeide classificaties bevattelijk weer te geven werd gekozen om via een flowchart tot de correcte voertuigcategorie te komen. Om de flowchart niet onnodig ingewikkeld te maken werd gekozen om een eerste opsplitsing te maken op basis van het aantal wielen. Figuren 1 tot en met 5 geven de categorisatieflowcharts weer voor elektrische voertuigen met respectievelijk 1, 2, 3, 4 of meer wielen.



*Fig. 1: Categoriëatie voor éénwielers binnen de wegcode*

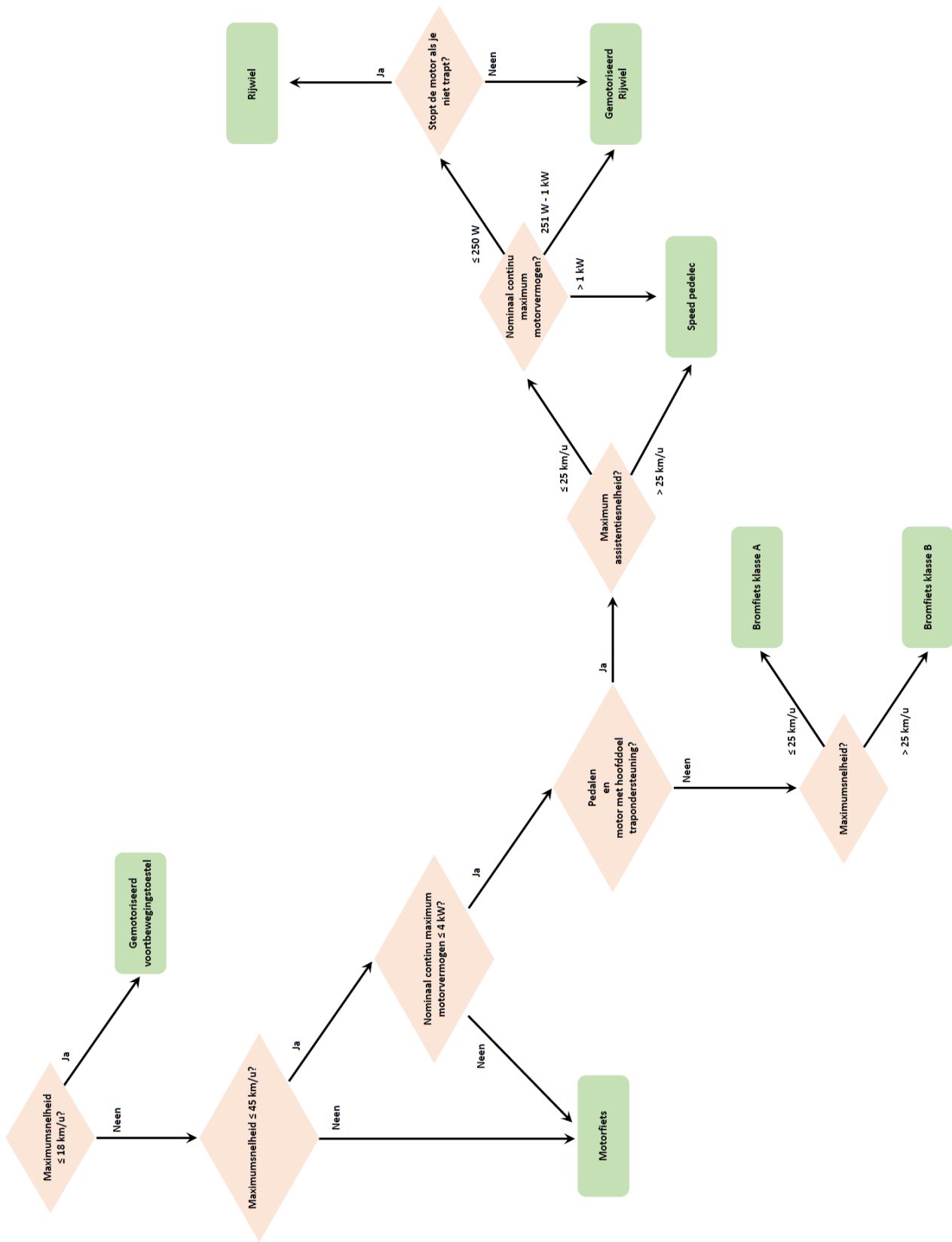
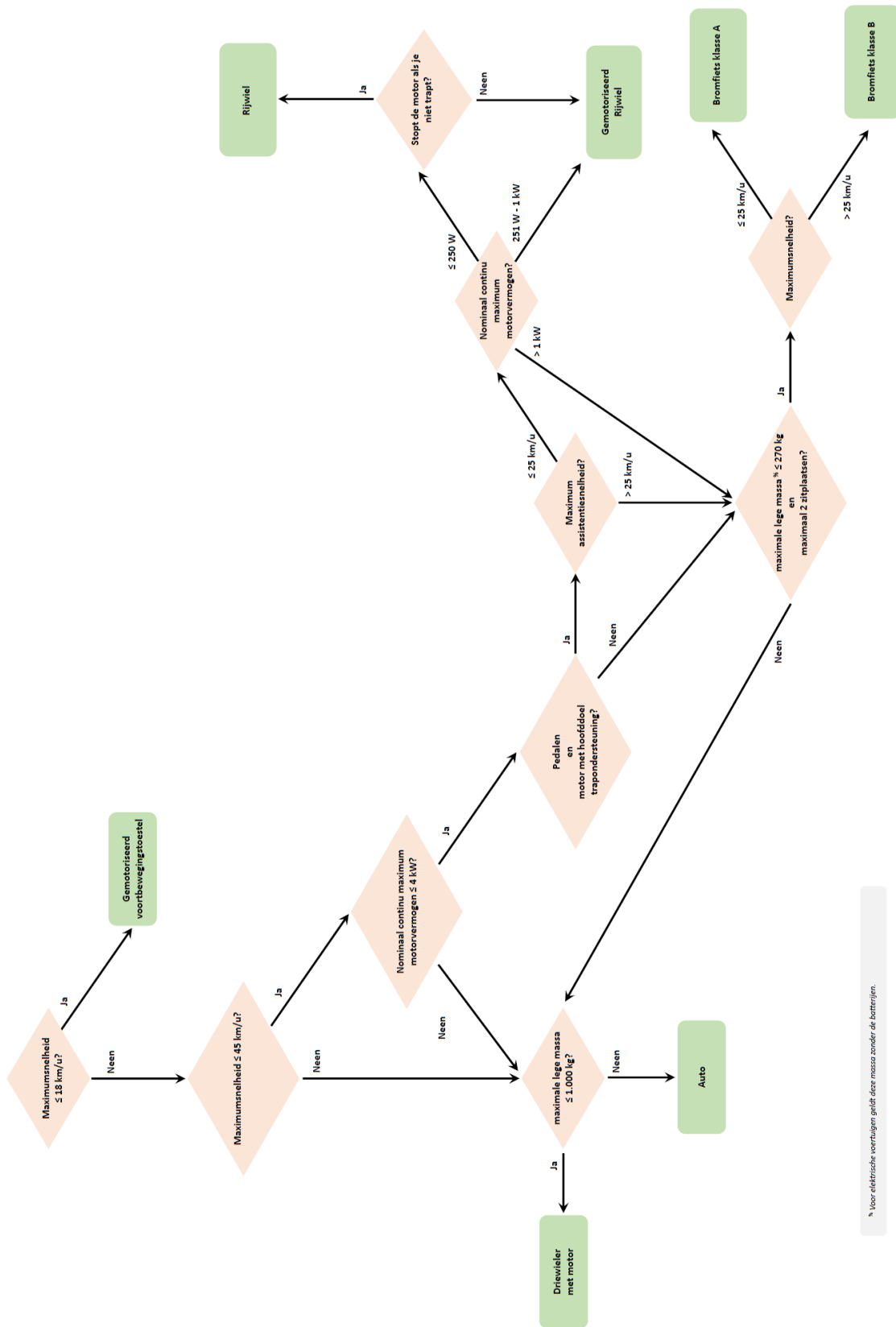
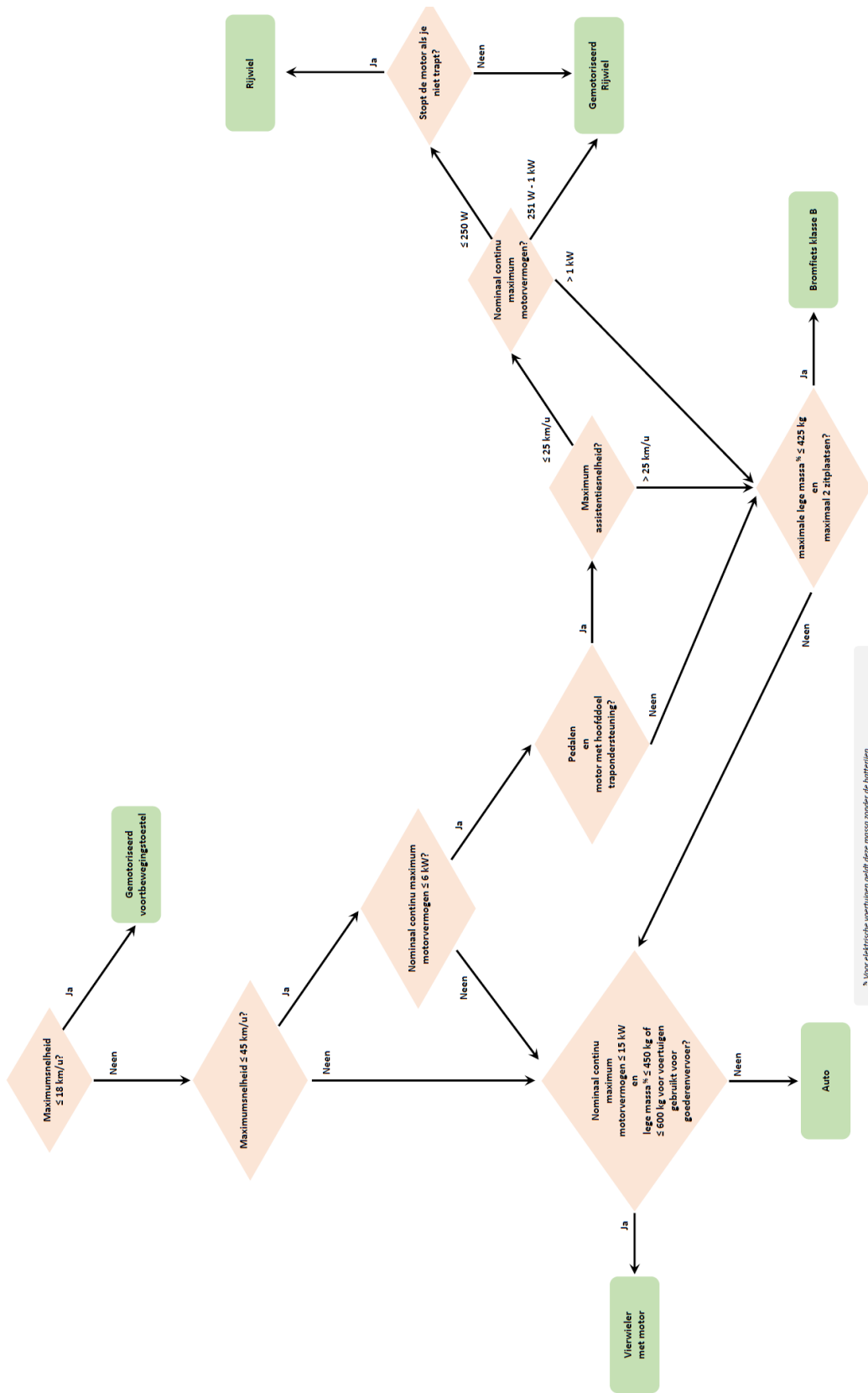


Fig. 2: Categorië for tweewielers binnen de wegcode



\* Voor elektrische voertuigen geldt deze massa zonder de batterijen.

Fig. 3: Categorijsatie voor drievelers binnen de wegcode



\* Voor elektrische voertuigen geldt deze massa zonder de batterijen.

Fig. 4: Categorië voor vierwielers binnen de wegcode



Fig. 5: Categoriisatie van elektrische voertuigen met meer dan 4 wielen binnen de wegcode

## 2.2 Wetgevend kader

Voor elke categorie wordt op de website [www.lichtelektrischevoertuigen.be](http://www.lichtelektrischevoertuigen.be) het wetgevend kader uitgeklaard gaande van het formele wetgevend kader naar meer toepassingsgerichte gebruiksregels. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van 4 subrubrieken:

### 1. *Definitie en Belgische classificatie:*

Hier worden de voorwaarden opgesomd waaraan een voertuig moet voldoen om volgens de Belgische wegcode in de gekozen categorie te worden ondergebracht: bvb type aandrijving, maximum motorvermogen, maximum snelheid, gewicht, ... Om onjuistheden in de formulering te vermijden wordt meestal letterlijk uit de wegcode geciteerd, met hyperlinks naar de desbetreffende artikels. Ook enkele typische uitzonderingen worden onder deze rubriek behandeld.

### 2. *Technische regelgeving*

De technische regelgeving voor de voertuigen is Europees vastgelegd in verschillende verordeningen. Deze rubriek vermeldt per categorie welke verordeningen er van toepassing zijn. De vermelde nummers bevatten een link naar de oorspronkelijke wetteksten. De rubriek vermeldt ook de naam van de Europese classificatie van het beschouwde voertuigtype. Let wel: de categorieën gedefinieerd in de Belgische wegcode lopen niet volledig gelijk met de categorieën gedefinieerd in de Europese, technische regelgeving!

### 3. *Administratie*

- ***Inschrijving:***

Vermelding of het voertuig al of niet dient te worden ingeschreven met verwijzing naar het KB en/of MB.

- ***Rijbewijs:***

Bevat vereisten voor eventuele rijbewijzen en minimumleeftijd.

- ***Verzekering:***

Vermelding van en verwijzing naar de belangrijkste regels uit de WAM-wetgeving (Wet Aansprakelijkheidsverzekering Motorrijtuigen).

### 4. *Praktisch gebruik van het voertuig*

- ***Plaats op de weg:***

Een praktische gids met een beknopt overzicht van de belangrijkste paragrafen uit de wegcode die de gebruiker duidelijk maken op welk deel van de openbare weg er in welke omstandigheden mag/moet gereden worden. Ook weergave van typische verkeersborden met betrekking tot de voertuigcategorie.

- ***Helmplicht:***

Regels en toelichtingen van de overheid in verband met het al of niet dragen van beschermingsmiddelen.

- ***Verlichting:***

De verplichtingen over aanwezigheid en bestendig gebruik van verlichting.

- ***Varia:***

Bij sommige categorieën worden hier wetenswaardigheden weergegeven die onder de vorige rubrieken niet werden behandeld.

## 3 Marktstudie

Dit hoofdstuk beschrijft voor de lichte elektrische voertuigen binnen elke voertuigcategorie uit de Belgische wegcode de kenmerken van de producten op de Belgische markt met o.a. de door de fabrikant vermelde motorvermogens, batterijcapaciteiten, gewichten, wieldiameters, prijsindicaties, ... Bij de meest courante lichte elektrische voertuigen worden deze productkenmerken voorafgegaan door het oplijsten van een aantal kernpunten (verkoops cijfers, typisch gebruik, ...) en een beschrijving van de huidige positie die het voertuig inneemt in het invullen van de Belgische mobiliteitsbehoefte. Aangezien de elektrische tweewielers veruit de grootste groep vormen op de Belgische markt, kregen zij ook binnen deze studie de meeste aandacht.

### 3.1 Rijwielen

#### Kernpunten

- De verkoop van elektrische fietsen stijgt sinds jaren '90
- In 2016 was 2 op de 5 nieuw verkochte fietsen elektrisch (+25%)
- De omzet van de elektrische fietsenverkoop is 3 maal meer dan die voor elektrische wagens
- Oorspronkelijk werden elektrische fietsen vooral aangekocht door ouderen en mensen met fysieke beperking, nu is er duidelijk een verjonging op til
- Toenemend gebruik voor pendelen en winkelen
- Voor afstanden tot 15km (enkele reis)
- Uitgebreid aanbod
- Gemiddelde verkoopprijs 2016: €2.260
- Toenemend succes elektrische cargofietsen

#### Marktpositie



*Fig. 6: Typische klassieke elektrische fiets [1]*

De meest succesvolle LEV-categorie op dit ogenblik is ongetwijfeld deze van de klassieke elektrische fietsen met pedaassistentie tot 25 km/u en een maximaal continue vermogen van 250W. Deze fietsen kwamen voor het eerst op de markt in de tweede helft van de jaren '90. Sindsdien stijgt de verkoop elk jaar. België is, proportioneel gezien, na Duitsland en Nederland één van de koplopers in Europa [2].

Volgens de jaarlijkse enquête van Vélofollies zijn er vorig jaar 186.000 elektrische fietsen verkocht, dat is 25% meer dan in 2015. Daarmee hebben ze een aandeel in de verkoop van 39% bereikt, tegenover 33% in 2015. Overigens is de totale, Belgische fietsverkoop met 5,6% gegroeid tot meer dan 475.000. Volgens Egear.be bedraagt de omzet van de elektrische fietsmarkt

in België 420 miljoen, dat is drie maal meer dan de omzet in de markt van volledig elektrische auto's.

Oorspronkelijk werden elektrische fietsen vooral omarmd door oudere mensen en mensen met fysieke problemen. Ook vandaag mag het belang van de elektrische fietsen voor deze twee bevolkingsgroepen niet worden onderschat. Het verzekert hun mobiliteit wat op zijn beurt bijdraagt tot hun sociale inclusie.

Er zijn echter duidelijke aanwijzingen dat de gemiddelde leeftijd van elektrische fietsers gestaag daalt. Dat wordt voor Nederland bevestigd door “Mobiliteitsbeeld 2016” van het KIM [3]. Die daling gaat gepaard met een stijgend gebruik van de elektrische fiets voor het woon-werkverkeer en het winkelen. Deze trend wordt wellicht mede aangemoedigd door het groeiend aantal steden dat maatregelen neemt om het autoverkeer te vertragen en/of te weren. Dergelijke maatregelen zullen verder toenemen in het licht van ondermeer het Europees Witboek Transport dat het volgende voorschrijft: “*het gebruik van voertuigen op klassieke brandstoffen in de stad halveren tegen 2030 en volledig verbieden tegen 2050 en de stadsdistributie tegen 2030 grotendeels CO<sub>2</sub>-vrij maken*” [4].

Het succes van de elektrische fiets in België wordt mede mogelijk gemaakt door een uitgebreid aanbod en een degelijke dienst-na-verkoop. De verkoop van elektrische fietsen is grotendeels in handen van de gespecialiseerde vakhandel die de vakbekwaamheid heeft om de consument degelijk te informeren en om de fietsen na verkoop te onderhouden en te herstellen.

In België zijn er veel bedrijven, oorspronkelijk gespecialiseerd in de assemblage van conventionele fietsen, die nu ook elektrische fietsen aanbieden. Enkele bekende namen zijn Granville, Thompson en Oxford. E-move is een Belgisch bedrijf dat uitsluitend elektrische fietsen in huis heeft. Daarnaast zijn ook de meeste belangrijke internationale merken hier beschikbaar: Accell, Pon, Giant, Flyer, ... om er maar enkele te noemen. Een uitgebreid overzicht met merken en linken naar de fabrikanten is te vinden op de website van deze studie.

Belgen schijnen resoluut voor kwaliteit te kiezen want vorig jaar kwam de gemiddelde waarde van de nieuw verkochte elektrische fietsen uit op €2.260, dat is 4% meer dan in 2015.

Ook op het vlak van elektrische cargofietsen is er een ruim en kwalitatief aanbod met merken als Urban Arrow, Babboe, Christiana, Nihola, Johnny Loco, ... Ze worden steeds talrijker in het stadsbeeld: de Belgen gebruiken cargofietsen om te winkelen en hun kinderen te vervoeren. De prijzen hier liggen ietwat hoger: vanaf €2.000 tot €5.000.

### 3.2 Gemotoriseerde rijwielen



*Fig. 7: Voorbeeld van een tweewielig gemotoriseerd rijwiel*

Gemotoriseerde rijwielen leveren, net als de klassieke elektrische fiets pedaalassistentie tot 25 km/u, maar ze hebben een hoger maximaal continu vermogen (tot 1kW) en mogen gebruik

maken van een gashendel. Vandaag worden nauwelijks dergelijke modellen op de markt gevonden. De Europese vereiste voor typegoedkeuring van deze producten en de verzekeringskwestie weerhoudt allicht vele fabrikanten om deze voertuigen op de markt te brengen. Blijkbaar wordt geopteerd om het motorvermogen ofwel toch te beperken zodat het voertuig onder de rijwielen valt ofwel meteen een snellere versie op de markt te brengen in de speed-pedeleccategorie.



Fig. 8: Voorbeelden van driewielige gemotoriseerde rijwielen: de EVOLO RS1 [5] en de Radkutsche Musketier [6]

Nochtans lijkt deze categorie uitermate geschikt voor elektrische cargofietsen. In principe horen hier dus ook de driewielige versies thuis met een motorvermogen lager dan 1kW en pedaalassistentie tot 25km/u. Hoewel ook deze nog niet volledig zijn doorgedrongen zien we, in het raam van de opkomende lage emissiezones en het groeiend milieubewustzijn van firma's en verbruikers, een groeiend aantal bedrijven (al dan niet in Vlaanderen) dat gebruik maakt van dit soort toestellen voor stadsdistributie [7], [8], [9]. Er zijn reeds een aantal innovatieve bedrijven die zich op deze markt toespitsen voor cargo of zelfs personenvervoer zoals Radkutsche en Evolo met hun driewielers voorgesteld op figuur 8. Het maximale laadvermogen voor dit soort type voertuigen gaat typisch tot een gewicht van 250kg, de aankoopprijs begint aan €6.000-7.000. Beide merken gebruiken lithium batterijen en brushless gelijkstroommotoren. Maar ook bij deze driewielers hebben we geen weet van versies die de typegoedkeuringsprocedure voor de Le1-A ('powered cycles' of gemotoriseerd rijwiel) effectief hebben doorlopen. Het maximum continu motorvermogen wordt meestal op 250W gehouden en ze worden als elektrische fiets in de markt gezet.

### 3.3 Bromfiets klasse A en Bromfiets klasse B

#### Marktpositie

De opsplitsing tussen klasse A en klasse B bromfietsen is een Belgische constructie. Beide voertuigen horen thuis in de Europese L1e-B categorie (of L2e/L6e voor drie- en vierwielige versies) en dienen dus aan dezelfde technische regelgeving te doen. Het beperken van de maximumsnelheid (25km/u voor klasse A, 45km/u voor klasse B) is dan ook soms het enige verschil tussen de klasse A en B versies van een model. Bij de technische specificaties wordt daarom verder enkel over de bromfiets klasse B gesproken. Er zijn reeds heel wat elektrische scooters en brommers op de markt. Enerzijds brengen een aantal gevestigde merken, zoals bijvoorbeeld Peugeot, elektrische modellen op de markt, vaak geënt op de ICE modellen. Anderzijds zijn er merken die intussen enige naam hebben gemaakt op het vlak van elektrische scooters zoals Govecs, Sym of Matra.

Scooterbestuurders blijken echter niet zo gemakkelijk te overtuigen om elektrisch te gaan. Bij



Fig. 9: Elektrische bromfiets klasse A en klasse B [10]

deze groep is *range-anxiety* een factor die nog steeds een grote rol speelt. Een van de scenario's om op korte termijn range anxiety te verminderen zou de mogelijkheid zijn om batterijen snel te kunnen wisselen. Dit wordt reeds aangeboden door Govecs[11]. De voertuigen zijn ook qua prijsstelling nog niet aantrekkelijk genoeg. Ze komen vaak nog duurder uit dan hun tegenhangers met verbrandingsmotoren.

Ook bij de bromfietsen vinden we driewielers terug. Deze driewielers zijn uitermate geschikt



Fig. 10: Voorbeelden van driewielige bromfietsen: de Ligier Pulse 3 [12] en de Kyburz DXS [13]

voor stedelijke distributie van bijvoorbeeld postbedeling. Getuige daarvan is de aankoop van Bpost van een 300 tal Ligier Pulse 3 en de aankoop van Kyburz voertuigen door de Oostenrijkse post (zie figuur 10). In Denemarken is IEV actief in deze sector [14]. Kyburz en Clean Motion brengen ook driewielers op de markt voor personenvervoer.

Toyota heeft zijn kantelende iROAD ontwikkeld en hoewel hij nog niet op de markt is zijn er reeds testvloten aan het rijden in Japan en Frankrijk (figuur 11). In Europa zijn de driewielige voertuigen nog vrij duur in aankoop omdat door het beperkte aanbod de marktwerking nog niet op volle gang is gekomen. Een Kyburz DXP voor postbedeling kost bijvoorbeeld rond de €12.000 en een Ligier Pulse 3 rond de €10.000 minimaal. Laadvermogens zijn typisch 75 tot 120kg en range varieert tussen de 50 en 120km. Beide merken gebruiken LFP batterijen en asynchrone wisselstroommotoren. De elektrische driewielers voor personen vervoer zijn tenminste €13.000 en lopen op tot €18.500 (45km/h–100km range). Een Zbee kost €9.000.

Sommige vierwielers, zoals de lichtere versie van de Renault Twizy (zie figuur 25 die beperkt is tot 45km/u, horen ook in deze categorie (bromfiets klasse B) thuis.



Fig. 11: Voorbeelden van driewielige bromfietsen: de Clean Motion Zbee [15] en de Toyota iROAD [16].

## Technische specificaties

Er werden binnen deze categorie 25 tweewielige modellen geanalyseerd, waarvan slechts 2 met klasse A specificaties. Om eerder vermelde redenen worden dan ook enkel de technische specificaties van de verschillende componenten van de elektrische bromfietsen klasse B verder besproken.

### 1. *Motorvermogen*

Volgens de technische kenmerken is de door de constructie bepaalde maximumsnelheid van de bromfiets klasse B 45km/h. Deze snelheid kan onder windstille en vlakke condities al gehaald worden met een motorvermogen van 1kW, maar bij hellingen en tegenwind is een hoger motorvermogen gewenst om die snelheid te blijven halen. Bij de geanalyseerde modellen was de 4kW-motor (het maximum toegestaan voor de Europese L1e-B categorie) de meest voorkomende (zie figuur 12). In tegenstelling tot bvb de speed pedelecs, zien we bij de bromfietsen een grotere spreiding in het beschikbare motorvermogen.

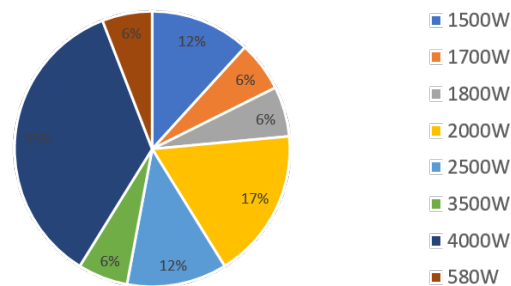


Fig. 12: Motorvermogens van de geanalyseerde bromfietsen klasse B

### 2. *Batterijcapaciteit*

De capaciteit van een batterij is een maat voor de energie-inhoud, en dus onrechtstreeks ook voor de actieradius van het voertuig. Batterijcapaciteiten worden in dit document steeds uitgedrukt in watt-uur [Wh]<sup>1</sup>. Uit figuur 13 blijkt dat de gebruikte energie-inhoud van de batterijen erg varieert. Het model met de kleinste batterijcapaciteit had een batterijcapaciteit van 515Wh, terwijl de zwaardere en vaak duurdere modellen over meer dan

<sup>1</sup>Ter illustratie, een recreatieve fietser die in windstille en vlakke omstandigheden een uur aan 16km/u fietst, zal doorgaans rond de 100Wh of 0.1kWh energie verbruiken

4kWh beschikken. De loodzuurbatterij blijkt helemaal verdwenen: alle gevonden exemplaren gebruiken lithiumtechnologie. De oplaadtijd is voor elektrische bromfietsen een

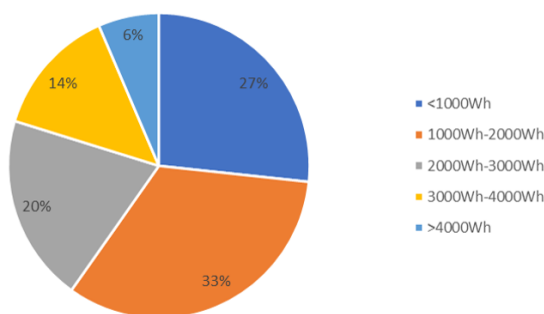


Fig. 13: Batterijcapaciteit van de geanalyseerde bromfietsen klasse B

niet-onbelangrijk criterium, gezien de grotere batterijcapaciteiten. De door de verkoper opgegeven oplaadtijden variëren van 2 à 3 uur bij de lichte bromfietsen tot 6 à 9 uur bij de zwaardere modellen.

### 3. *Gewicht*

Het gewicht wordt niet standaard door de fabrikanten vermeld. Van de 23 gevonden elektrische bromfietsen klasse B werd slechts bij 4 een gewichtsindicatie gegeven: 80kg voor de lichtste versie en 87kg voor de zwaarste.

### 4. *Prijsindicatie*

Bij de onderzochte modellen had het goedkoopste model een aankoop prijs van €1.099 en het duurste model een aankoop prijs van €4.840. Op figuur 14 wordt voor de onderzochte voertuigen de prijsindicatie voorgesteld.

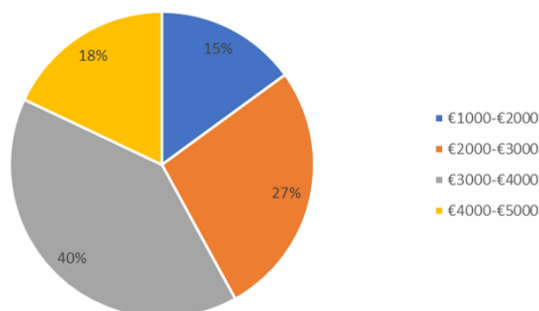


Fig. 14: Prijzen van de onderzochte elektrische bromfietsen klasse B

## 3.4 Speed pedelecs

### Kernpunten

- Worden hoofdzakelijk gebruikt voor woon-werkverkeer
- Verkoop stijgt
- Prijzen hoger dan die voor 25km/u fietsen, mede door dure typegoedkeuring
- Voor afstanden tot 30-35km (enkele reis)

## Marktpositie



*Fig. 15: Voorbeeld van een speed pedelec [17]*

De zogenaamde snelle elektrische fietsen of speed pedelecs zijn aan een sterke opmars bezig [18]. Ze hebben het potentieel om een belangrijke bijdrage te leveren aan het verduurzamen van de mobiliteit. Het aanbod aan speed pedelecs is voorlopig nog veel beperkter dan dat van de klassieke elektrische fietsen. Een volledig overzicht van de merken die typegoedgekeurde voertuigen op de markt hebben is beschikbaar gesteld op de website van deze studie. Deze lijst is interactief en kan door de fabrikanten zelf worden geüpdate.

Er zijn momenteel geen verkoopcijfers voor deze categorie beschikbaar, maar ze zijn ongetwijfeld meegeteld in de 186.000 verkochte elektrische fietsen die de Vélofollies-enquête voor 2016 liet optekenen. In de toekomst zouden er, via de dienst inschrijvingen, duidelijke statistieken beschikbaar moeten worden aangezien de federale overheid vorig jaar een aparte voertuigcaterie “speed pedelec” creëerde. De inschrijving van speed pedelecs in deze specifieke categorie is van toepassing sinds 1 oktober 2016. Sindsdien zijn, volgens de FOD mobiliteit al meer dan 2.000 snelle elektrische fietsen ingeschreven, tegenover 2.235 volledig elektrische auto’s voor het hele jaar 2016.

### **Technische specificaties**

Uit het marktonderzoek blijkt dat de huidige generatie speed pedelecs naargelang de fabrikant grote verschillen vertonen inzake motorvermogen, batterijcapaciteit, remsysteem, schakelsysteem, gewicht, prijs, ...

Hieronder volgt een overzicht van typische specificaties van de verschillende componenten, gebaseerd op een populatie van 50 onderzochte modellen.

#### **1. Motorvermogen**

Volgens de door de fabrikant opgegeven technische kenmerken is de maximale assistentiesnelheid van de meeste speed pedelecs 45km/h. Het marktoverzicht wijst uit dat er op de huidige markt 2 motorvermogens dominant aanwezig zijn: de 350W en 500W motoren. Dit is opmerkelijk aangezien deze lage vermogens ver onder het maximaal toegelaten vermogen van 4kW blijven, terwijl ze niet garanderen dat men op hellingen en tegenwind nog de maximumsnelheid zal kunnen bereiken. Hieruit blijkt dat deze voertuigen door de fabrikanten in de markt gezet worden met de typische eigenschappen van de fiets: de snelheid blijft afhankelijk van de externe omstandigheden. Zoals blijkt uit figuur 16 wordt de 350W motor het meeste toegepast. Motoren met andere vermogens dan de 350W of de 500W zijn eerder zeldzaam.

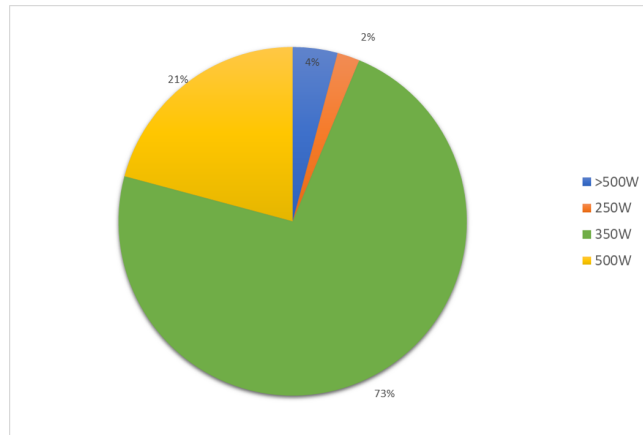


Fig. 16: Motorvermogens van de onderzochte speed pedelecs

## 2. Verschillende merken van motoren

Vrijwel geen enkele speed-pedelec fabrikant ontwikkelt eigen motorisatie: de meeste gaan in zee met een motorfabrikant. Er zijn heel wat motorfabrikanten op deze markt actief. In figuur 17 wordt het aandeel van de verschillende motormerken bij de onderzochte modellen weergegeven. Hieruit blijkt duidelijk de dominantie van de Bosch Performance Line.

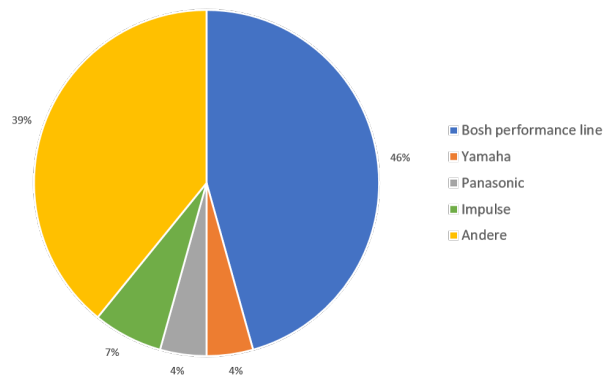


Fig. 17: Motortypes van de onderzochte speed pedelecs

## 3. Batterijcapaciteit

Uit figuur 18 blijkt dat de typische batterijcapaciteit voor de huidige generatie speed pedelecs rond de 400 à 500Wh bedraagt. Daarin is opnieuw het Bosh Performance Line systeem bepalend. Met deze beperkte capaciteit stijgt de reële actieradius in barre omstandigheden nauwelijks boven de 30km uit, waardoor het spook van de *range-anxiety* ook bij speed-pedelecgebruikers blijft bestaan. De meeste fabrikanten bieden daarom bij hun speed-pedelecmodel de mogelijkheid om voor een meerprijs een grotere batterijcapaciteit te voorzien.

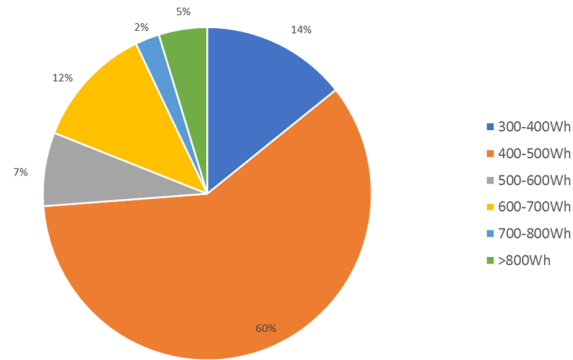


Fig. 18: Batterijcapaciteiten bij de onderzochte speed pedelecs

#### 4. *Motorpositie*

Zoals blijkt uit figuur 19 geniet het gebruik van de middenmotor de voorkeur bij de fabrikanten. Nochtans geven de grotere vermogens van de speed pedelecs aanleiding tot hogere belasting op het achterliggend klassieke mechanische aandrijfsysteem, wat tot snellere slijtage kan leiden. Bij de speed pedelecs met de hogere vermogens wordt dan ook eerder de naafmotor in het achterwiel gebruikt.

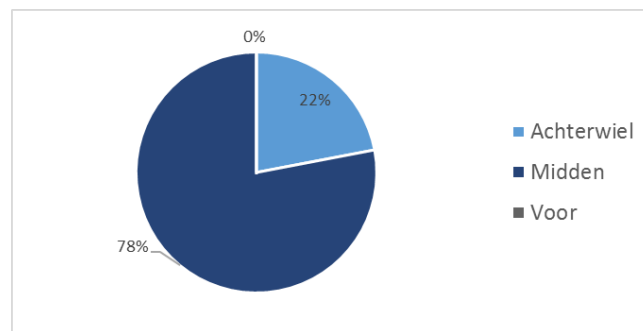


Fig. 19: De plaats van de motor bij de onderzochte speed pedelecs

#### 5. *Remsysteem*

Onder producenten blijkt een consensus te bestaan over het gebruik van hydraulische schijfremmen. In het marktoverzicht werd slechts één speed pedelec gevonden met een ander remsysteem. Nochtans toonde onderzoek binnen het kader van het IWT-TETRA TGVeloproject van KU Leuven aan dat niet zozeer het type (v-brakes, schijfremmen, velgremmen, roller brakes, ...), maar eerder de degelijkheid van de uitvoering het remvermogen en de duurzaamheid ervan bepaalt.

#### 6. *Versnellingsystemen*

Uit het marktoverzicht blijkt dat er voornamelijk nog steeds gekozen wordt voor een klassieke derailleur (zie figuur 20). De reden ligt bij de kostprijs van de alternatieven. Deze alternatieven komen dan ook eerder voor bij de duurdere fietsen. Sommige fabrikanten bieden alternatieven aan als optie bij het standaardmodel met derailleur.

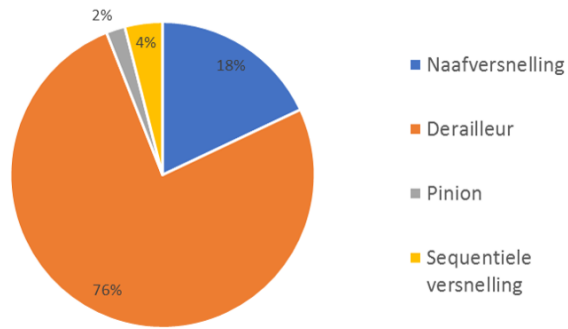


Fig. 20: Gebruikte versnellingsystemen bij de onderzochte speed pedelecs

## 7. Gewicht

Van de onderzochte speed pedelecs bedroeg het minimale gewicht van de lichtste speed pedelec 18.9kg, het zwaarste type daarentegen woog 33 kg (figuur21). Alle onderzochte modellen blijven onder de gewichtslimiet van 35kg.

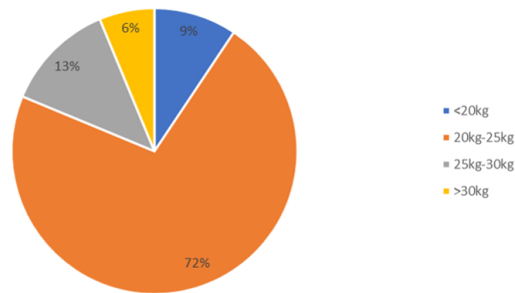


Fig. 21: Gewicht van de onderzochte speed pedelecs

## 8. Prijsindicatie

Prijzen van speed pedelecs zijn erg uiteenlopend: Het goedkoopste gevonden model had een aankoopprijs van €2.799, het duurste een aankoopprijs van €7.899.

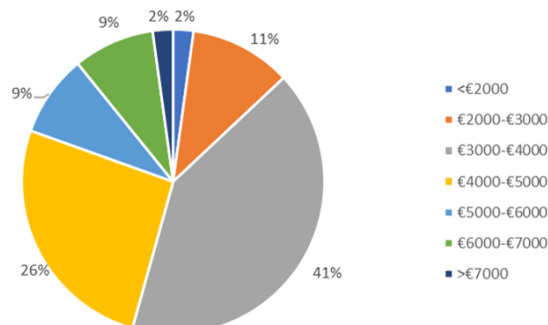


Fig. 22: Prijzen van de onderzochte speed pedelecs

## 3.5 Motorfietsen

### Marktpositie

Uit een case-study van Transport & Mobility Leuven [19] blijkt dat motorfietsen kunnen bijdragen tot vermindering van de files en van de emissies. Het gebruik van een elektrische aandrijving bij deze voertuigen zou de impact op de emissies uiteraard nog versterken. Maar volgens Verkeersdiagnostiek woon-werkverkeer 2014 is het gebruik van de motorfiets voor woon-werkverkeer zeer sterk gedaald, in Vlaanderen zelfs met 41% als men 2014 vergelijkt met 2005 [20].

De geringe interesse blijkt te worden bevestigd door deze marktstudie. Het aanbod aan elektrische motorfietsen in België is erg beperkt, al zeker als het gaat om modellen voor woon-werkverkeer. Op een enkele uitzondering na, wagen de grote namen zich nog niet aan elektrische modellen. Bijgevolg ziet men ze ook niet staan in de showrooms van de dealers. Het bestaande aanbod wordt meestal verkocht via nieuwe dealers die zich specialiseren in de verkoop van elektrische scooters en motorfietsen. Dit marktonderzoek leverde slechts 4 verschillende elektrische motorfietsen op.



*Fig. 23: Voorbeeld van een elektrische motorfiets [21]*

### Technische specificaties

#### 1. *Motorvermogen*

Ook binnen deze categorie zit er een serieuze spreiding op de aangewende motorvermogens: van 4kW tot 20kW. Bij de 4kW motor vermeldt de fabrikant een maximumsnelheid van 75km/u, bij de 20kW motor wordt 120km/u vermeld.

#### 2. *Batterijcapaciteit*

De gebruikte batterijcapaciteit is logischerwijs afhankelijk van de maximale snelheid en het gekozen motorvermogen van het voertuig. We vonden een 4.5kWh batterijpakket bij de 4kW-75km/u, en een 8kWh batterij voor de 20kW-120km/u variant. Ook hier lijkt het loodzuurtijdperk definitief achter de rug. De vermelde laadtijden variëren van 4-5uur bij lichte motorfietsen tot 6-9uur bij de zwaardere modellen.

#### 3. *Gewicht*

Het gewicht varieert van 90kg tot 265kg.

#### 4. *Prijsindicatie*

Marktprijzen variëren tussen de €4.800 voor het 75km/u model tot €15.500 voor bijvoorbeeld de BMW C evolution.

## 3.6 Driewielers met motor

### Marktpositie



Fig. 24: Voorbeelden van elektrische driewieler met motor: de ECAR 333 [22] en de Twike [23].

Het aanbod binnen de categorie elektrische driewielers is op dit moment nog zeer beperkt in Europa. Volgens de Europese categorisatie worden deze voertuigen verder onderverdeeld in L5e-A voor personenvervoer (max 5 personen) en de L5e-B voor goederenvervoer. Vermeldenswaardig zijn de ECAR 333 van Belgische makelij (1-3 zitplaatsen) die sinds kort verkrijgbaar is, alsook het 20 jaar oude ontwerp van de Twike uit figuur 24 die een elektrische motor combineert met mankracht om tot een snelheid van 85 km/h te gaan. In zuid-Europa zijn L5e categorie voertuigen met verbrandingsmotoren reeds langer in gebruik (bvb Piaggio APE), en daar bevindt zich dus een potentieel voor elektrische versies die wellicht in de toekomst zullen gelanceerd worden.

In Azië wordt dit type vervoersmiddelen nu reeds uitgebreid gebruikt, en men kan dus verwachten dat in de toekomst deze Aziatische producenten ook de Europese markt zullen betreden waardoor prijzen zullen zakken.

### Technische specificaties

Fabrikanten van zo een voertuigen spreken van 350km-500km autonomie en snelheden tot 85km/h. Sommige voertuigen bieden plaats aan 2 personen. De gevonden voertuigen hebben motorvermogens tussen 1,5 en 3kW en een batterijcapaciteit tot 2,5kWh. Het gewicht varieert van 90kg tot 270kg. De prijzen gaan van €5.000 tot bvb €26.500 voor de Trike 3.

## 3.7 Vierwielers met motor

### Marktpositie

Er is reeds een interessant aanbod van vierwielige lichte elektrische voertuigen, maar ze behoren niet allen tot de (door de Belgische wegcode gedefinieerde) vierwielers met motor. Sommige vierwielers voldoen immers aan de Belgische definitie van bromfiets (zie paragraaf 3.3). De in de Belgische wegcode vermelde vierwielers met motor behoren tot de Europese L7e categorie. In Europa wordt deze markt gedomineerd door Renault Twizy van figuur 25 met een 80-90% marktaandeel, maar nog een zeer beperkt totaal volume (2892 voertuigen in 2016, zie 26). In België zien we een gelijkaardig fenomeen. Daar waar in 2016 het marktaandeel nog grotendeels verdeeld werd tussen Garia (golfwagentjes) en Renault met elk ongeveer 40%, is voor het eerste kwartaal van 2017 het marktaandeel van Renault naar 64% gestegen. Met een verkocht aantal van 43 blijft dit echter een beperkte markt. In opmars zijn de LEV die worden ingezet om diverse openbare diensten te verzekeren zoals vuilnisophaling, straatreiniging, plantsoendiensten, brandweerdiensten, . . . Bekende merken zijn Goupil, Garia Utility, Melex, Gespa, Addax, Club Car, Cushman, Comarth, Grau-Maquinaria, . . .



Fig. 25: Voorbeeld van een elektrische vierwieler met motor [24]

Een volledig overzicht van de gevonden voertuigen, alsook de complete technische regelen-  
tering wordt opnieuw via de website ter beschikking gesteld.

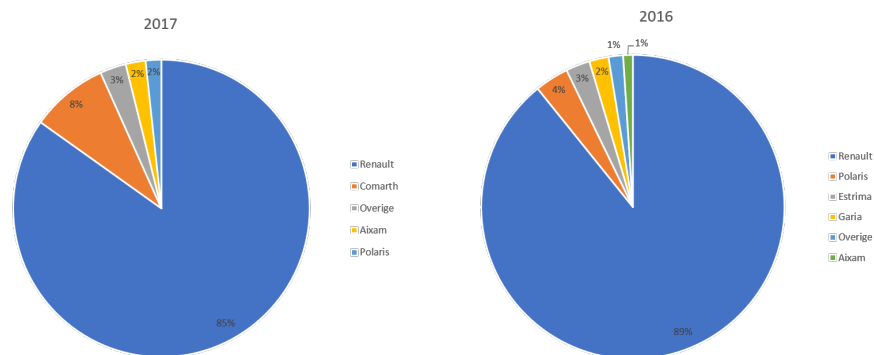


Fig. 26: Verkoopcijfers van 2017 en 2016 voor elektrische vierwielers uit de L6e en L7e categorie

Hoewel er een aantal Europese niche bedrijven zijn die zich specifiek tot deze markt wenden, blijven de grote Europese OEMs, buiten Renault, niet geïnteresseerd in dit marktsegment. Dit in tegenstelling tot bvb. Japan waar de soortgelijke Kei Cars een groot deel van de markt uitmaken (50% in 2011) met voertuigen zoals de Suzuki Alto Turbo RS. In Europa was reeds sinds 2001 de REVAi aanwezig, maar deze had een kwalijke reputatie betreffende veiligheid. Beide voertuigen worden voorgesteld op figuur 27.

Renault speelde hier op in en produceerde de Twizy met hogere veiligheidsnormen. Het is



Fig. 27: De Suzuki Alto Turbo RS en de REVAi

echter een kwestie van tijd eer de Aziatische producenten L6e en L7e compatibele voertuigen gaan aanbieden op de Europese markt aan zeer concurrentiële prijzen.

### Technische specificaties

#### 1. *Motorvermogen*

De gebruikte elektrische motoren zijn asynchrone wisselstroommotoren, brushless DC types of nog brushed DC. De onderzochte modellen vallen met hun motorvermogens binnen een range van 4kW tot 13kW.

#### 2. *Batterijcapaciteit*

Er werden batterijpakketten gevonden van 4,5kWh tot 6,1 kWh, op een enkele uitzondering met loodzuur na, ook bijna allemaal lithiumtechnologie.

#### 3. *Gewicht*

Het gewicht varieert van 300kg tot 440kg, waardoor sommige classificatiesystemen deze voertuigen niet meer als 'lichte' elektrische voertuigen zullen bestempelen.

#### 4. *Prijsindicatie*

Marktprijzen variëren tussen de €7.300 tot €19.000 voor bijvoorbeeld de Aixam e-coupe.

## 3.8 Voortbewegingstoestellen

### Marktpositie

Tot de categorie van de voortbewegingstoestellen behoort een grote verscheidenheid van lichte elektrische voertuigen. Alle e-steps, monowielen, segway-achtigen, hoverboards, e-skateboards, Trikke, ... worden als voortbewegingstoestellen beschouwd voor zover hun snelheid beperkt is tot 18km/u. Vooral e-steps en monowielen komen ook voor in versies boven de 18km/u en horen volgens de wegcode niet meer thuis in deze categorie. Voor monowielen betekent dit dat ze in de categorie van de auto's terechtkomen. Voor e-steps dient de flowchart doorlopen te worden.

De technische specificaties worden voor de belangrijkste type voertuigen uit deze categorie opgesplitst.

### Technische specificaties segway-achtigen



*Fig. 28: Voorbeeld van een segway-achtige [25]*

De *Segway* is een elektrisch aangedreven, zelfbalancerend eenpersoons vervoermiddel dat in 2001 werd geïntroduceerd door Dean Kamen. Het concept werd sindsdien vele malen gekopieerd. Onder deze rubriek worden de technische specificaties van 12 gevonden segway-achtigen weergegeven van 5 verschillende fabrikanten. Deze zijn opnieuw allen terug te vinden op de website.

### 1. *Batterijcapaciteit*

Bij de onderzochte segway-achtigen is de laagst gevonden batterijcapaciteit 310Wh, De segway-achtige met de hoogste batterijcapaciteit had een capaciteit van 680Wh (zie figuur 29). Vele fabrikanten laten toe hun segway-achtigen in twee versies te bestellen waarbij een versie beschikbaar is met een grotere batterijcapaciteit voor een bepaalde meerprijs. De rijbereiken (opgegeven door de fabrikant) variëren van 25km voor de lichtere batterijen tot 45km voor de zwaardere types. Vermelde laadtijden gaan van 3 uur tot 12 uur bij de zwaardere modellen.

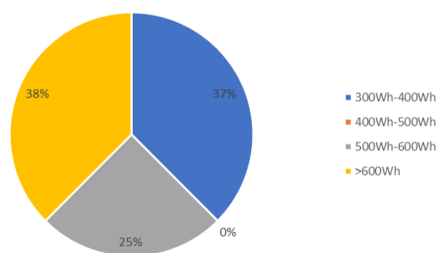


Fig. 29: batterijcapaciteiten van de segway-achtigen

### 2. *Wieldiameter*

De spreiding op de afmetingen van de wielen wordt voor de onderzochte types voorgesteld op figuur 30. De grotere wielen worden typisch aangewend voor off-road modellen.

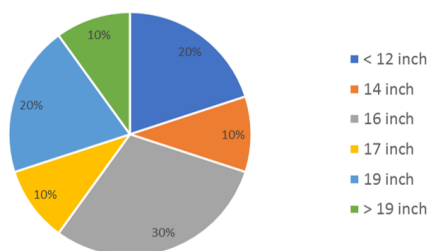


Fig. 30: Gebruikte wieldiameters bij de onderzochte segway-achtigen

### 3. *Gewicht*

Het lichtste model weegt 13kg, het zwaarste model 54.7kg.

### 4. *Prijsindicatie*

De gevonden prijsindicaties voor segway-achtigen worden voorgesteld in figuur 31. De prijzen zijn zeer uiteenlopend: van €700 voor het goedkoopst gevonden model tot €8.400 voor het duurste model van het merk Segway.

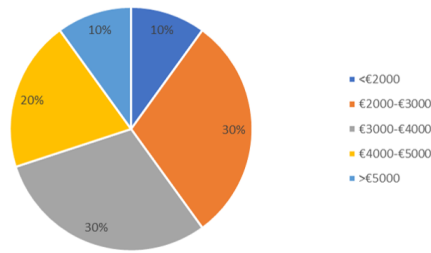


Fig. 31: Prijzen van de onderzochte segway-achtigen

## Technische specificaties monowielen

Onder de categorie monowielen hebben wij ons beperkt tot de zogenaamde zelfbalancerende éénwieliers. Deze voertuigen vervoeren de bestuurder terwijl hij rechtop staat en maken gebruik van gyroscopen, accelerometers en andere sensoren om het motorvermogen te controleren. De gebruiker bestuurt het apparaat door het verplaatsen van het lichaamsgewicht.



Fig. 32: Voorbeeld van een monowiel [26]

### 1. *Batterijcapaciteit*

Uit het marktoverzicht, van 10 verschillende modellen van 6 fabrikanten, blijkt dat fabrikanten duidelijk verschillende keuzes maken wat betreft de gebruikte batterijcapaciteit voor hun monowielen. Bij de goedkopere modellen schommelt deze batterijcapaciteit tussen de 100Wh en de 150Wh. Voor de duurere modellen tussen de 350Wh en de 400Wh. Bij vele fabrikanten kan het monowiel in verschillende versies besteld worden. Er is vaak een versie beschikbaar met een grotere batterijcapaciteit voor een bepaalde meerprijs. Het (door de fabrikant vermelde) rijbereik varieert van 20km voor de lichtere batterijen tot 30km voor de zwaardere types. Opladtijden variëren van 1 uur bij de lichte monowielen tot 3-4 uur bij de zwaardere modellen.

### 2. *Wieldiameter*

Uit het marktonderzoek blijkt dat er voor de wielgrootte van monowielen een keuze gemaakt wordt tussen 2 verschillende groottes: 14 inch (67%) en 16 inch.

### 3. *Gewicht*

De lichtste monowielen wegen rond de 10kg, de zwaardere modellen wegen tot 15 kg.

### 4. *Prijsindicatie*

De gevonden marktprijzen worden weergegeven in figuur 33. De variatie in prijs is beperkt en gaat van €490 tot €1.000.

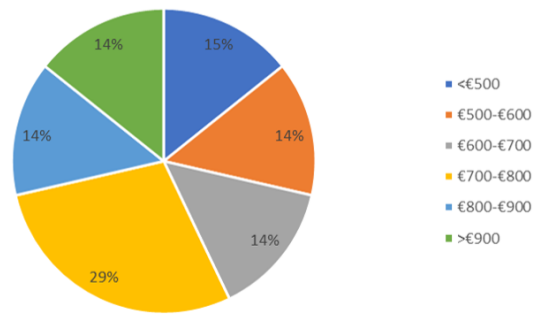


Fig. 33: Prijsindicatie van de onderzochte monowielen

## Technische specificaties hoverboards

Een hoverboard of *smart balance board* is een zelfbalancerende eenpersoons transportmiddel zonder stuur. Het sturen gebeurt door middel van het verplaatsen van het gewicht of het manipuleren van de plank met de voeten. Hoverboards komen voor in veel verschillende variaties, maar op de website worden geen modellen opgenomen in het marktoverzicht. Ze hebben voorlopig meer amusementswaarde dan dat ze een reële bijdrage leveren aan het oplossen van het mobiliteitsvraagstuk. Hieronder worden de belangrijkste technische specificaties weergegeven op basis van een beperkt marktonderzoek.



Fig. 34: Voorbeeld van een hoverboard [27]

### 1. *Motorvermogen*

Meestal wordt het motorvermogen van hoverboards opgegeven als een combinatie van 2 keer een 250W motor, één in elk wiel. Hierdoor beschikken de meeste hoverboards over een gecombineerd vermogen van 500W. Uitschieters tot 1000W (2x500W motoren) werden gevonden.

### 2. *Batterijcapaciteit*

De typische hoverboard batterijcapaciteit ligt tussen de 150Wh en de 300Wh. De opgegeven laadtijden variëren van 2 tot 4 uren.

### 3. *Maximumsnelheid*

Hoverboards hebben hun maximumsnelheid doorgaans bij 12km/u, 15km/u of 18km/u.

### 4. *Wielgrootte*

De meest courante hoverboards hebben wielen van 6.5 inch. Een aantal varianten met wielen van 8 inch en 10 inch werden eveneens aangetroffen in het marktaanbod.

## 5. *Gewicht*

Gezien de dubbele motorisatie komen de hoverboards ook bij een gewicht van 10kg-14kg uit.

## 6. *Prijsindicatie*

Hun prijs schommelt tussen de €150 en de €300 euro voor de vrije tijdsversies, de professionelere modellen lopen gauw op tot €450 à €500.

## Technische specificaties e-steps

Er werden 10 e-steps gevonden van 7 verschillende fabrikanten, waarvan 8 zich niet binnen de categorie van de voortbewegingstoestellen bevinden wegens te hoge maximumsnelheid!



Fig. 35: Voorbeeld van een e-step [28]

## 1. *Motorvermogen*

Het marktoverzicht omtrent motorvermogen wijst uit dat er op de huidige markt voornamelijk 2 types beschikbaar zijn: 250W en 350W motoren. Zoals blijkt uit figuur 36 bezitten de 350W motoren het grootste marktaandeel. E-steps met andere motorvermogens werden nog niet gevonden

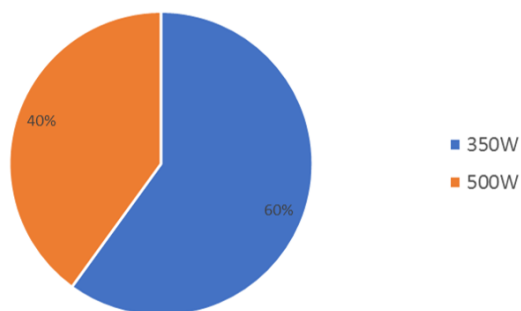


Fig. 36: Motorvermogens bij de onderzochte e-steps

## 2. *Batterijcapaciteit*

Bij de goedkopere e-steps schommelt de batterijcapaciteit tussen de 150Wh en de 200Wh, voor de duurdere modellen tussen de 450Wh en de 500Wh. Opgegeven rijbereiken variëren van 20km voor de lichtere batterijen tot 40km voor de zwaardere types.

## 3. *Maximumsnelheid*

E-steps hebben hun maximumsnelheid doorgaans tussen de 22 km/u en de 30km/u (voor de professionelere modellen).

## 4. *Gewicht*

De lichtste modellen wegen rond de 10kg, maar dit loopt op tot 16 kg voor de zwaardere modellen. Een uitschieter werd gevonden bij een model van 28kg, uitgerust met een zwaardere loodzuur accu.

## 5. *Prijsindicatie*

De spreiding van prijsindicaties voor e-steps wordt voorgesteld in figuur 37. De variatie in prijs heeft meestal te maken met de batterijcapaciteit van het voertuig en loopt van €800 voor het goedkoopste gevonden model tot €1.600 voor het duurste model.

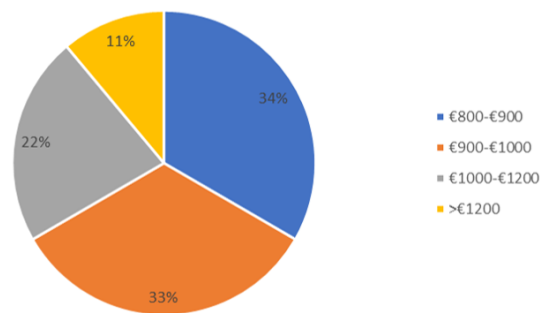


Fig. 37: Prijsverdeling bij de onderzochte e-steps

## Technische specificaties e-skateboards

De elektrische skateboards zijn wat vergelijkbaar met de e-steps aangezien de meeste modellen niet meer kunnen geclassificeerd worden binnen de categorie van de voortbewegingstoestellen. De maximale snelheid van de meeste elektrische skateboards ligt dan ook ruim boven de 18km/u. Deze voertuigen werden dus ook niet opgenomen in het online marktoverzicht.

Voorbeelden van merken van elektrische skateboards zijn Voltboards, Skatey en Zboard. Wat



Fig. 38: Voorbeeld van een elektrisch skateboard [29]

duidelijk blijkt uit het imago van deze merken is dat deze elektrische skateboards vooral aangeboden worden als vrijetijdsvoertuig en in de scope van deze studie dus als minder interessant geacht worden. Enkele parameters die de elektrische skateboards karakteriseren worden hieronder vermeld.

#### 1. *Motorvermogen*

Uit de modellen van bovenvermelde merken blijkt dat de lichtere elektrische skateboards worden uitgerust met een 150W of 250W motor. Deze worden aangegeven als instapmodellen. Daarnaast vinden we ook zwaardere modellen terug die specifiek ontworpen zijn voor off-road toepassingen en die een motorvermogen hebben tot wel 1600W.

#### 2. *Batterijcapaciteit*

Bij de goedkopere elektrische skateboards schommelt de batterijcapaciteit tussen de 50Wh en de 100Wh, voor de duurere modellen tussen de 300Wh en de 350Wh. Opgegeven rijbereiken variëren van 10km voor de lichtere batterijen tot 40km voor de zwaardere types.

#### 3. *Maximumsnelheid*

Elektrische skateboards hebben hun maximumsnelheid doorgaans tussen de 20 km/u en de 40km/u (voor de professioneler modellen).

#### 4. *Gewicht*

De lichtste modellen wegen rond de 7kg, maar dit loopt op tot 34 kg voor de zwaardere off-road modellen.

#### 5. *Prijsindicatie*

De variatie in prijs heeft meestal te maken met de batterijcapaciteit van het voertuig en loopt van €275 voor het goedkoopste model tot €1.475 voor het duurste model.

### 3.9 Overzicht marktstudie

Figuur 39 geeft voor de lichte elektrische voertuigen op de Belgische markt de spreiding weer van enkele typische eigenschappen vermeld door de verschillende fabrikanten.

	Rijwielen	Speed pedelec	Bromfiets klasse A	Bromfiets klasse B	Motorfiets	Driewieler met motor	Vierwieler met motor	E-steps	Segways	Monowheels	Hoverboards	Elektrische skateboards
Typische nominaal continu maximum motorvermogen [W]	250	250 - 1300	1500 - 2500	580 - 4000	4000 - 20000	1500 - 3000	4000 - 13000	250 - 350	800 - 2000	132 - 350	500 - 1000	150-1600
Typische batterijcapaciteit [Wh]	200 - 500	300 - 983	500 - 1000	515 - 4994	4500 - 8000	500 - 2500	4500 - 6100	180 - 500	310 - 680	130 - 340	150 - 300	50 - 350
Typisch gewicht [kg]	15 - 25	20 - 33	±70	±80	90 - 265	90 - 270	300 - 440	10 - 28	13 - 55	10 - 15	10 - 14	7 - 34
Typische prijs [€]	1000 - 4000	1899 - 7899	1099 - 2499	1099 - 4840	7925 - 15500	5000 - 26500	7300 - 19000	800 - 1600	700 - 8500	490 - 1000	150 - 500	275 - 1475

Fig. 39: Overzichtstabel van de marktstudie

## 4 Steunmaatregelen

De overheid voorziet verschillende steunmaatregelen voor het aanmoedigen van het gebruik en de aankoop van elektrische voertuigen.

### 4.1 Aankooppremie

Enkel voor de aankoop van elektrische wagens (uit categorie M1) en lichte elektrische bestelwagens (uit categorie N1) wordt een zero-emissiepremie uitgedeeld. Deze premie is afhankelijk van de cataloguswaarde van het voertuig: van €4.000 voor voertuigen met een catalogusprijs onder de €31.000 naar €2.000 voor voertuigen met een catalogusprijs boven de €61.000 [31]. Tweewielers en *quadricycles* zoals de Renault Twizy worden expliciet uitgesloten. De federale overheidsdienst financiën vermeldt letterlijk “*De belastingvermindering geldt **niet** voor elektrische fietsen. U kunt uw uitgaven voor de aankoop van een elektrische fiets dus niet opnemen in uw aangifte.*”[32].

De lijst met voertuigen die wel in aanmerking komen is terug te vinden op de site [energiesparen.be](http://energiesparen.be).

### 4.2 Fiscale voordelen

Voor sommige andere lichte elektrische voertuigen gelden wel financiële tegemoetkomingen:

- *Elektrische motorfietsen en driewielers met elektrische motor* genieten van een belastingvermindering tot 15% van de aankoopwaarde van het voertuig, met een maximumbedrag van €3.010 (aanslagjaar 2015). Voor elektrische vierwielers tot 400kg geldt dezelfde belastingvermindering, maar hier is het maximumbedrag €4.940 (aanslagjaar 2015). Bovendien kan zowel het voertuig als alle andere kosten aan het voertuig gerelateerd, worden afgeschreven [32].
- Voor bestuurders van *elektrische rijwielen* (de klassieke elektrische fiets) is de fietsvergoeding -voor zover door hun werkgever als “gunst” toegekend voor woon-werkverkeer en eventueel dienstverplaatsingen (openbare sector)- vrijgesteld van inkomstenbelasting tot €0.23 per kilometer (aanslagjaar 2018) [33].
- De ministerraad besliste recent om (retro-actief) vanaf januari 2017 snelle elektrische fietsen fiscaal gelijk te stellen met gewone fietsen. Daardoor breidt de fietsvergoeding van 0.23 euro per kilometer voor woon-werkverkeer vanaf dit jaar uit naar gebruikers van de zogenoemde speed pedelecs [34].
- Elektrische bromfietsen klasse A en B en voortbewegingstoestellen genieten geen enkele fiscale steun.

## 5 Innovaties

Zonder volledig te willen zijn, bieden we in dit hoofdstuk enkele interessante ontwikkelingen aan in de wereld van de lichte elektrische voertuigen. Het valt op dat innovatie vanuit de grote merken eerder beperkt is. Vele kleine start-ups proberen ideeën te lanceren bvb via crowdfunding platforms, maar vinden hier blijkbaar moeilijk financiering voor. Voorbeelden van innovaties zijn ook te vinden via de website van deze marktstudie.

## Innovatie frames

Voor elektrische tweewielers overheersen aluminium en stalen frames de markt, maar recent werden ook enkele elektrische fietsen met carbon frame aangekondigd. Slechts weinig fabrikanten experimenteren met andere materialen, op een enkeling met hout en kunststof na. Er werden wel heel wat innovaties gevonden in de zoektocht naar nieuwe vormen zoals bij de Picycle of multifunctionele add-ons. Voorbeelden van bouwpakketten, flexibe frames, *glow-in-the-dark* frames, ... worden weergegeven op zie figuur 40.

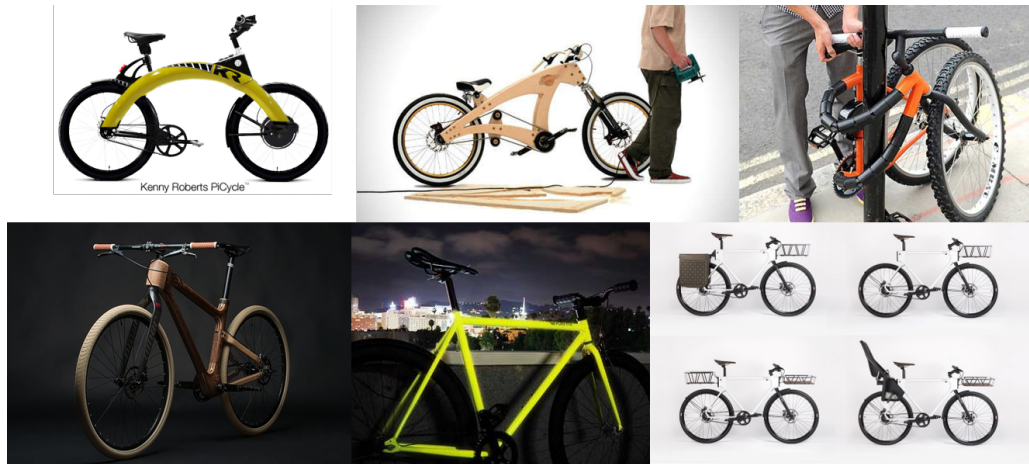


Fig. 40: Voorbeelden van innovaties aan het frame

## Innovatie aandrijving

Zowat alle lichte elektrische voertuigen maken gebruik van de brushless DC motoren. Enkel in de versnellingsapparaten en de overbrenging zien we vernieuwingen: De naafversnellingen, al of niet traploos en de riemoverbrenging doen stilaan hun intrede. Bij de serie hybride voertuigen zoals de Mando Footloose wordt helemaal geen mechanische koppeling meer voorzien tussen pedalen en wielen. De trappers zijn aangesloten op een generator. De wielen worden aangedreven door een motor. Een elektrische overbrenging vervangt de mechanische. Lexus pakt dan weer uit met een tweewieler met “tweewielaandrijving”. Ook de elektrische fietskar van *The Opportunity Factory* is bij innovatieve aandrijvingen het vermelden waard.

## Innovatie wielen

Ook op het gebied van de wielen worden nieuwe concepten bedacht. Er zijn heel wat prototypes met spaakloze wielen, zowel éénwielers als meerwielige exemplaren. Het concept van het Copenhagen wheel en de Rool'in waar de volledige aandrijving (batterij, motor, controller) in het wiel is ingebouwd, verschijnt bij verschillende fabrikanten. Vermeldenswaardig is ook het ventiel dat de schokken op de band gebruikt om de band met lucht te hervullen, zodat periodisch oppompen overbodig wordt. Enkele van deze innovaties worden voorgesteld op figuur 41

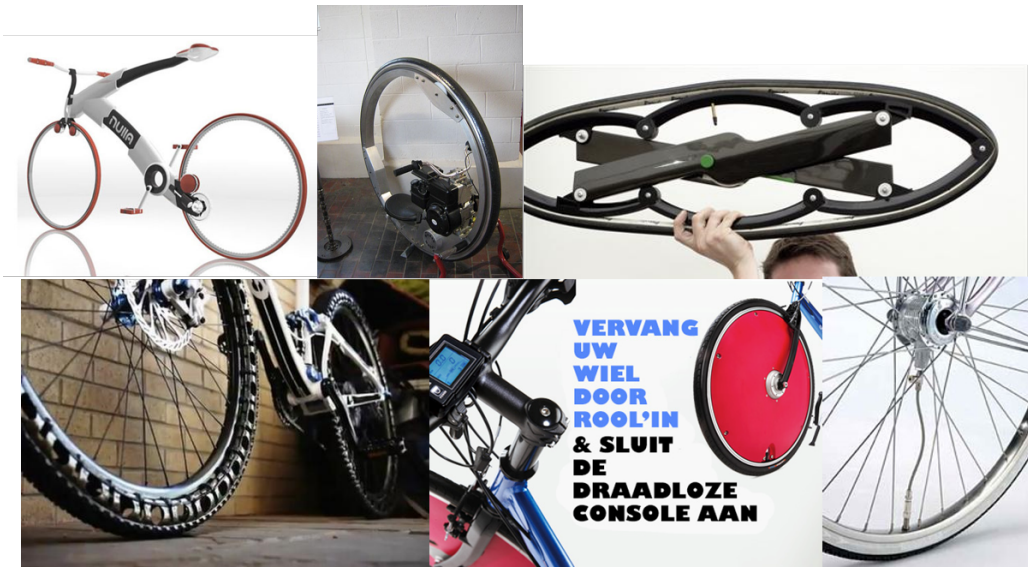


Fig. 41: Voorbeelden van innovaties aan de wielen

## Innovatie accessoires

Ook in de randapparatuur van de lichte elektrische voertuigen worden (vaak onder de noemer *smart bike*) heel wat nieuwigheden op de markt gebracht. De smartphone wordt bvb al langer gebruikt om assistentieniveaus aan te passen bij voertuigen met trapondersteuning en voor routebegeleiding. Maar ook elektronische diefstalbeveiliging en communicatie met andere weggebruikers via allerhande sensoren zitten in de pijplijn. Figuur 42 toont enkele innovaties in de verlichting: het projecteren van een raster om oneffenheden beter waar te nemen of ingebouwde signalisatie in helm of andere fietsonderdelen.

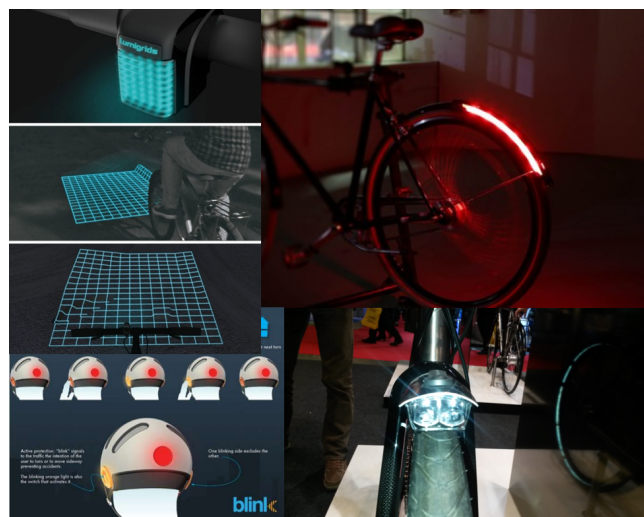


Fig. 42: Voorbeelden van innovaties aan de verlichting

## 6 Standaard voor het opladen van LEV

### 6.1 Huidige situatie

De meeste lichte elektrische voertuigen hebben, in tegenstelling tot elektrische wagens, geen batterijlader aan boord, maar gebruiken uitwendige laders. Vaak volstaat immers een laadvermogen van enkele honderden watts. Dit betekent dat de laders vrij compact zijn. Ze worden meestal los bij de voertuigen geleverd. De voertuigen zelf hebben dan geen AC net-aansluiting, maar een speciale DC connector die vandaag helaas niet gestandaardiseerd is. Enkele courante connectortypes zijn te zien op figuur 43.

Bij de meer geavanceerde laadsystemen is er, naast de positieve en de negatieve klem voor het



Fig. 43: Verschillende typisch DC connectoren voor LEV [36]

laden van de batterij ook een (primitieve) vorm van communicatie tussen lader en voertuig. Bij fietsvloten of vloten van andere licht elektrische voertuigen worden laadsystemen soms verwerkt in de parkeerstructuur. Bij deze installaties wordt soms via een speciaal daarvoor ontworpen mechanisme de laadstroom overgebracht naar de batterij [35].

Heel soms wordt reeds de mogelijkheid voorzien om te laden aan een openbare laadpaal met een type2 connector zoals bij de BMW C-evolution. Ook bestaan er adaptoren die toelaten om een connectie te vormen tussen sommige voertuigen met bvb. een type EF stekker om deze aan een laadpaal met type 2 te laden (bvb Renault Twizy)

### 6.2 EnergyBus

Energybus is een eerste poging om het laden van lichte elektrische voertuigen te standaardiseren. EnergyBus is een open standaard voor alle elektrische componenten van licht elektrische voertuigen. Energybus wil uitwisselbaarheid en verhoogde veiligheid bewerkstelligen door middel van gestandaardiseerde connectoren (zie figuur 44) en een dito communicatieprotocol [30].



Fig. 44: Energybus connectoren voor LEV [36]

De datacommunicatie is gebaseerd op het CAN bus principe, meer specifiek CANopen. Energybus publiceert via de EnergyBus Association. Leden hiervan zijn verschillende bedrijven

die marktleiders zijn in componenten van elektrische fietsen (Bosh, Panasonic , ...). De bus standaard is opgebouwd uit verschillende lagen. De fysieke laag bestaat uit stekkers en contacten die gebruikt worden om de verschillende componenten te connecteren. De pinnen van de connectoren kunnen max 48V en 50A aan. De pinnummering wordt voorgesteld op figuur 109. De informatie buslaag zorgt ervoor dat het elektrisch-, drive- en beveiligingssysteem correct samenwerken.

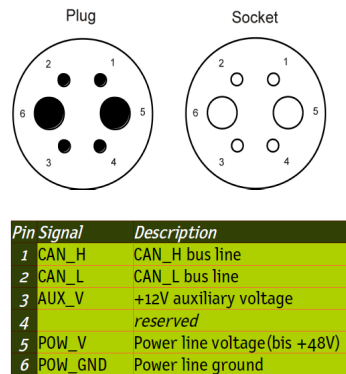


Fig. 45: Functies van de verschillende pinnen van een EnergyBus connector [36]

Het grote voordeel van de uitrol van dit systeem is het feit dat een oplader zou gebruikt kunnen worden voor batterijen van verschillende producenten die eventueel bestaan uit verschillende chemieën.

## Deel III

# Potentieel van lichte elektrische voertuigen

## 1 Scope

In dit deel wordt het potentieel van lichte elektrische voertuigen gekwantificeerd vanuit verschillende perspectieven. In hoofdstuk 2 worden de verschillende LEV vergeleken op het gebied van *energie-efficiëntie* en -besparing ten opzichte van andere vervoersmodi. De *milieu-impact* van de lichte elektrische voertuigen wordt besproken en met andere voertuigen vergeleken in hoofdstuk 3 aan de hand van een volledige *levenscyclusanalyse*. De kost van de lichte elektrische voertuigen wordt berekend in hoofdstuk 4 via de methode van de *total cost of ownership*. De studie van het potentieel wordt afgesloten met de beschrijving van de *maatschappelijke en de persoonlijke troeven* van deze voertuigen in hoofdstuk 5. Dit rapport is, naast bestaand nationaal en internationaal onderzoek, gebaseerd op eigen onderzoek, ondermeer aan de hand van een enquête bij 259 gebruikers van lichte elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer en de ervaring met een uitleendienst van speed pedelecs in het kader van lopend doctoraatsonderzoek.

## 2 Energie-efficiëntie

De zoektocht van de mens naar lichte elektrische voertuigen op een moment dat we reeds over erg performante en comfortabele wagens beschikken, is ondermeer ingegeven door een ontevredenheid over het hoge energieverbruik van ons huidig voertuigenpark.

In de LEV-categorie zijn er duidelijke winsten te boeken:

- De marktstudie leert dat het gewicht van een elektrische tweewieler varieert van 15kg (voor lichte EPACs) tot 265kg (voor de zwaardere motorfietsen). In vergelijking met de gemiddelde 1187kg van een personenwagen [39], is een serieuze energiebesparing te realiseren bij het versnellen van deze massa.
- Mits een goed ontwerp is een aandrijving gebaseerd op elektrische tractie een pak zuiniger te maken dan deze gebaseerd op een verbrandingsmotor (zie hoofdstuk 3)

De impact van de reductie in massa en de performantere aandrijving op de energie-efficiëntie worden in dit eerste hoofdstuk becijferd. Eerst wordt gekeken naar de minimale benodigde energie om een bepaald traject af te leggen met een bepaald type voertuig. Vervolgens gaan we kort in op de verliezen aan boord van een licht elektrisch voertuig.

### 2.1 Minimale benodigde energie voor het afleggen van een traject

Een voertuig dat zich voortbeweegt met constante snelheid verbruikt energie om de luchtweerstand, de rolweerstand en eventuele hoogteverschillen te overwinnen. Het overwinnen van de traagheid bij het versnellen van het voertuig vraagt eveneens energie. Deze weerstanden worden typisch gekarakteriseerd aan de hand van verschillende kengetallen van het voertuig en eigenschappen van de omgeving. In bijlage 1 worden deze parameters en de berekening van de verschillende weerstanden besproken.

Met behulp van de kengetallen, weergegeven in tabel 1, wordt het theoretische energieverbruik van een ideaal (=verliesloos) voertuig berekend.

Voertuigen	massa [kg]	Crol	[kg/m <sup>3</sup> ]	Cd	A [m <sup>2</sup> ]
Rijwiel	95	0.006	1.28	1.1	0.51
Gemotoriseerd rijwiel	110	0.006	1.28	0.57	1
Bromfiets klasse A	115	0.008	1.28	1.2	0.5
Bromfiets klasse B	160	0.008	1.28	1.2	0.5
Speed pedelec	97	0.006	1.28	1	0.45
Motorfiets	275	0.008	1.28	0.88	0.4
E-skateboard	90	0.008	1.28	1	0.45
Segway	105	0.008	1.28	1	0.45
Hoverboard	86	0.008	1.28	1	0.45
E-step	88	0.008	1.28	1	0.45
Monowheel	88	0.008	1.28	1	0.45
Wagen	915	0.013	1.28	0.77	1

Tabel 1: Parameters energie-efficiëntie [40], [41], [42], [43], [44], [45]

Voor elk besproken voertuigtype wordt de benodigde energie berekend voor het afleggen van een voorgedefinieerd traject. Als traject wordt geopteerd om de WLTC (Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle) testcyclus te gebruiken voor laagvermogen voertuigen van klasse 1. Deze cyclus wordt voorgesteld op figuur 46.

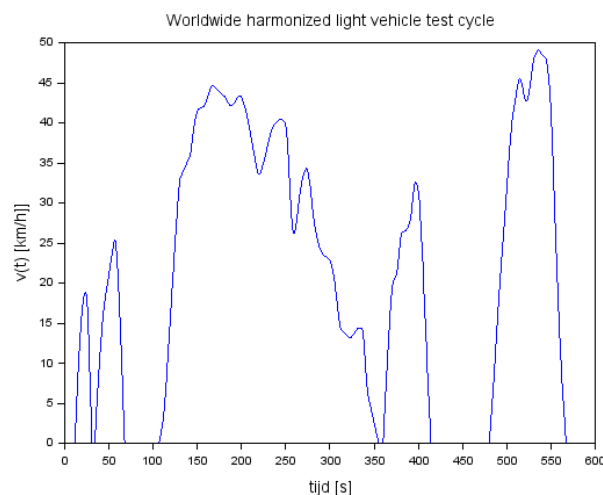


Fig. 46: WLTC-cyclus [46]

Het traject is 3,3km lang en wordt afgelegd in iets minder dan 10 minuten. De topsnelheid is 49km/h. Er wordt verondersteld dat elk van de voertuigen de benodigde snelheden en koppels aankan, wat in de praktijk niet altijd zal lukken.

De resultaten van de simulatie met de parameters uit bijlage 1 en volgens het traject voorgesteld in 46 worden voorgesteld in figuur 47. Hierop wordt de benodigde energie (in wattuur) weergegeven die nodig is om het vooropgestelde traject af te leggen in windstille omstandigheden en met een verliesloos voertuig.

Uit de simulatie blijkt dat alle lichte elektrische voertuigen door hun constructie alleen al een factor 3 tot 5 energiezuiniger zijn dan een wagen die hetzelfde traject moet afleggen. Binnen de LEV zijn de hoverboards, e-steps en monowheels de meest energie-efficiënte voertuigen, al

zullen deze in de praktijk de hoge snelheden en koppels allicht niet aankunnen.

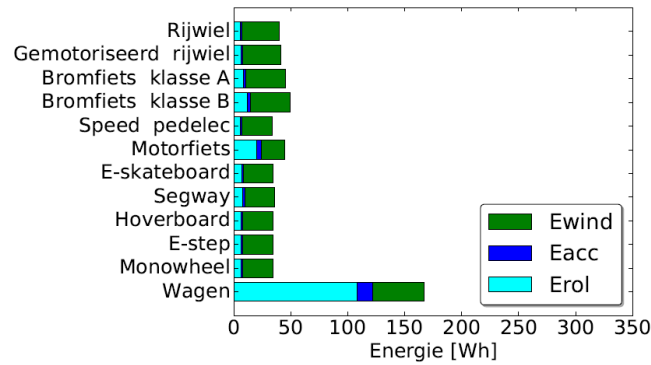


Fig. 47: Benodigde energie voor de verschillende voertuigen voor de WLTC-cyclus zonder helling en zonder tegenwind met relatieve aandelen voor luchtweerstand (Ewind), rolweerstand (Erol) en traagheid (Eacc)

In de bovenstaande resultaten is geen rekening gehouden met een eventuele helling op het traject. Indien we een helling van 2% veronderstellen over het volledige traject van de WLTC-cyclus, zien we dat de zwaardere voertuigen het relatief slechter doen (zie figuur 48).

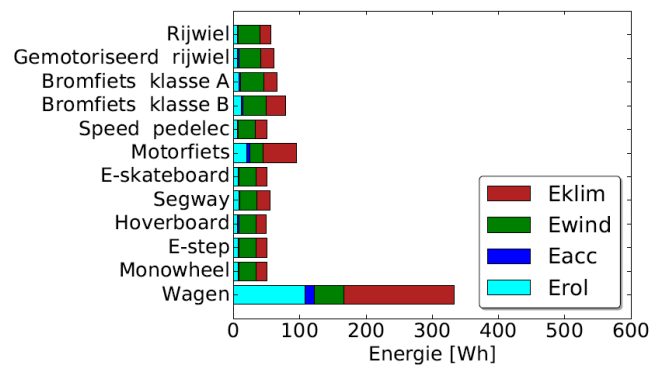


Fig. 48: Benodigde energie voor de verschillende voertuigen voor de WLTC-cyclus met helling van 2% en zonder tegenwind met relatieve aandelen voor luchtweerstand (Ewind), rolweerstand (Erol), traagheid (Eacc) en klimenergie (Eklim)

## 2.2 Rendement van lichte elektrische voertuigen

De energie die de voertuigen in werkelijkheid nodig zullen hebben voor het afleggen van een bepaald traject, is steeds meer dan de hoeveelheid berekend op basis van de beschrijving hierboven. De omzetting van de brandstof aan boord in kinetische energie van de wielen gebeurt vaak aan een bedroevend laag rendement. Uit rapporten van de Europese commissie [47] wordt voor klassieke wagens gerekend met reële energieverbruiken tussen 55 en 66kWh aan brandstof per 100km (tank-to-wheel) voor het afleggen van de NEDC [48], een vaak gebruikt standaardtraject voor het vergelijken van voertuigprestaties. De berekening in [49] op basis van de berekening van de verschillende weerstanden zoals hierboven leert dat met een ideale (= verliesloze) wagen van 915kg ( $C_dA = 0.77$ ,  $C_r = 0.013$ ) de NEDC kan worden afgelegd met 7kWh aan energie. De verhouding van de minimaal benodigde energie op de reële energiebehoefte is een maat voor de energie-efficiëntie aan boord van het voertuig. Deze verhouding bedraagt voor een wagen dus nauwelijks 15%.

Uit metingen van verschillende speed pedelecs blijkt het verbruik van elektrische energie tussen de 1 en 2kWh per 100km te liggen in Vlaanderen. Met de berekende minimale energie (0.902kWh/100km) die de verliesloze speed pedelec nodig heeft voor het afleggen van het WLTC-traject van hierboven, ligt de verhouding van de minimaal benodigde energie op de reële energiebehoefte voor speed pedelecs tussen de 50 en 90 procent.

## 2.3 Besluit energie-efficiëntie LEV

Het spreekt voor zich dat wagens en lichte elektrische voertuigen qua haalbare snelheden, koppels en comfort zich in andere categorieën bevinden. Maar als trajecten worden bekeken waar de snelheden voor beide voertuigen haalbaar zijn, zijn de lichte elektrische voertuigen zowel conceptueel (vooral door hun lagere massa) als in de praktijk (door hun performantere aandrijflijn) veel energie-efficiënter dan de wagen. Ze hebben voor deze trajecten een groot potentieel om de energie-efficiëntie van onze mobiliteit te vergroten. Dit voordeel wordt ook weerspiegeld bij het berekenen van de milieu-impact in hoofdstuk 3.

## 3 Milieu-impact

### 3.1 Aanpak van de milieu-impact studie

In dit hoofdstuk wordt de mogelijke impact bekeken van het gebruik van lichte elektrische voertuigen op het milieu. Ons huidig voertuigenpark draagt immers een grote verantwoordelijkheid in de opwarming van de aarde, de hoeveelheid roetdeeltjes in de lucht die we inademen en de zure regen die onze gebouwen aantast. Mobiliteit en milieu zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

Er worden twee methodes gebruikt om na te gaan hoe groot de milieu-impact van lichte elektrische voertuigen is ten opzichte van de klassieke vervoersmodi: een levenscyclusanalyse voor een analyse van de geassocieerde broeikasgassen die leiden tot een *klimaatwijziging* enerzijds, en een beknopte berekening aan de hand van de *de Ecoscore methodologie* voor de berekening van de milieu-impact tijdens het gebruik van de voertuigen.

De milieu-impact studie gebeurt op basis van de gegevens van een aantal representatieve voertuigen geselecteerd uit de meest courante voertuigcategorieën. De selectie ervan gebeurde op basis van de gegevens uit de marktstudie en via contact met producenten en verdelers.

In tabel 2 op de volgende pagina worden de gekozen voertuigen opgelijst met hun voornaamste kenmerken. De nadruk ligt op lichte voertuigen voor personenvervoer maar ook een cargo-bike en een lichte vrachtwagen worden in acht genomen. Ook worden een aantal conventionele en elektrische M1 voertuigen, zoals kleine gezinswagens (VW Golf, Nissan Leaf), conventionele bromfietsen en motorfietsen (Piaggio en Honda), en lichte bestelwagens (Renault Kangoo) in beschouwing genomen als vergelijkingspunten.

Voertuig	Voertuigcategorie [Belgisch]	Nominaal continu maximum vermogen [kW]	Brand- stof	Opgege- ven rijbereik	Verbruik [kWh/km] of [l/100km]	Aankoop- prijs [€]
Batavus Razer	Rijwiel	0.25	Elektrisch	<100	0.01	2699
Radkutsche Musketeer	Rijwiel	0.25	Elektrisch	30	0.028	9000
NIU N1s	Bromfiets klasse A	2.4	Elektrisch	80	0.021	2699
Gazelle citizen	Speed pedelec	0.35	Elektrisch	80-100	0.018	3549
Stromer ST2	Speed pedelec	0.5	Elektrisch	80	0.019	6490
Askoll eS2	Bromfiets klasse B	3	Elektrisch	80	0.026	3390
Renault Twizy life 45	Bromfiets klasse B	7	Elektrisch	100	0.058	6900
Vectrix VX1	Motorfiets	35	Elektrisch	130	0.06	9680
Renault Twizy life 80	Vierwieler met motor	13	Elektrisch	90	0.063	7790
Goupil G4 Lithium	Vierwieler met motor	12.5	Elektrisch	135	0.15	33500
Nissan Leaf Visia	Auto	80	Elektrisch	250	0.17	32640
Renault Kangoo ZE	Lichte vrachtwagen	44	Elektrisch	140	0.230	21900
Piaggio FLY 50 4T-2V	Bromfiets klasse B	2.7	Benzine	300	2.3	2000
Honda Forza 125	Motorfiets	11	Benzine	500	2.4	5000
VW Golf trendline 1.0 TSI	Auto	63	Benzine	1000	5.9	21460
Renault kangoo express	Lichte vrachtwagen	55	Diesel	1100	6.5	13350

Tabel 2: LCA-parameters

## 3.2 Klimaatwijziging

Een Well-to-Wheel analyse brengt de belangrijkste uitlaatgassen (Tank-To-Wheel, TTW) en de emissies afkomstig van de energieproductie (Well-to-Tank, WTT) in kaart. Echter, een compleet beeld van de milieu-impact krijgt men pas als ook rekening wordt gehouden met de productie van de wagen en de componenten. Hiervoor werd een levenscyclusanalyse ontwikkeld. Een levenscyclusanalyse (LCA) bestudeert de invloed van een product of een dienst op het milieu over zijn gehele levenscyclus, van wieg tot graf (cradle-to-grave). Bij het vergelijken van producten is het belangrijk om alle levensfasen (delven van de grondstoffen, productie, distributie, gebruik, afvalverwerking) in acht te nemen. Zo kan men nagaan of bv. veranderingen in het productontwerp of de technologie leiden tot een verschuiving van de milieu-impact van de ene levensfase naar de andere.

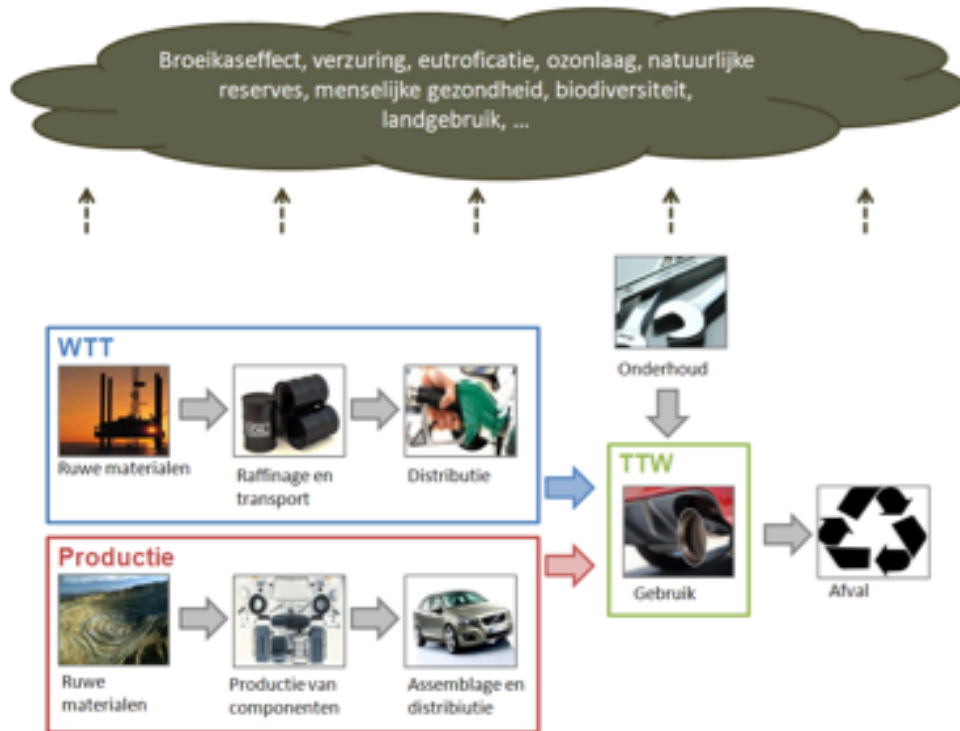


Fig. 49: Levenscyclusanalyse van voertuig

De uitlaatgassen zijn dus niet de enige emissies die in rekening moeten worden gebracht. Tijdens de productie van de brandstof en de elektriciteit zijn er eveneens emissies. In een Well-to-Tank analyse worden ook deze opgenomen. Tot slot worden ook de emissies geassocieerd met de productie en recyclage in acht genomen. Een volledig overzicht van de literatuur omtrent LCA van BEVs staat beschreven in Nördelof 2014 [50]. Merk op dat de milieu-impact van een elektrisch voertuig sterk afhankelijk is van de manier waarop de elektrische energie wordt geproduceerd. Hier ligt een opportuniteit om in de toekomst de impact van elektrische voertuigen op het klimaat verder te reduceren via hernieuwbare energieopwekking zoals windturbines en zonnepanelen. Voor de berekeningen in dit rapport werden de gemiddelde emissie-waarden voor de Belgische elektriciteitsproductie gebruikt.

In deze studie wordt de LCA methodologie gebruikt zoals beschreven in [51], [52] en [53] om de uitgestoten broeikasgassen ( $CO_2$ ,  $N_2O$ ,  $CH_4$ ) te berekenen van lichte elektrische voertuigen. De methodologie wordt geïllustreerd door het schema op figuur 49. Voor de klassieke voertuigen is de TTW fase voor klimaatwijziging de belangrijkste, de impact van de productie van de wagen

en alle componenten weegt niet op tegenover de grote hoeveelheid  $CO_2$  in de uitlaatgassen. Elektrische voertuigen hebben een veel kleinere impact op klimaatwijziging en LEVs in het bijzonder, zoals men kan zien in figuur 50 waar de resultaten worden weergegeven in  $gCO_2$ -equivalent/km.

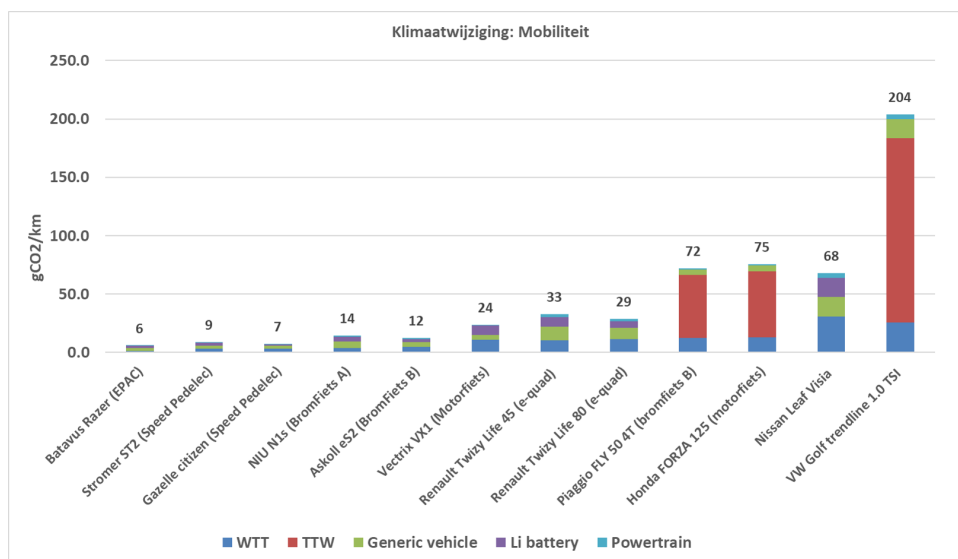


Fig. 50: Invloed van de verschillende voertuigtechnologieën op de emissies van broeikasgassen, gebaseerd op [52] voor voertuigen voor mobiliteit

Op basis van de gegevens in tabel 3 werden de resultaten voor de klimaatsinvloed berekend. Voor vrachtvoertuigen wordt het verbruik berekend met een halve payload.

De resultaten omvatten alle stadia tijdens de levenscyclus van een wagen (delven van primaire grondstoffen, productie van componenten, assemblage, distributie, gebruik, onderhoud, recyclage en afvalverwerking). De weginfrastructuur (Road) wordt in acht genomen alsook de productie van het voertuig. Om duidelijk het effect van de productie van de batterij en de motor (powertrain cycle) aan te tonen wordt dit aangeduid in een apart kleur (paars in de grafiek). Hierdoor stijgt het relatieve belang van de productie van het elektrisch voertuig en de componenten zoals duidelijk te zien is in figuur 51, waar de LEVs zijn uitvergroet.

De resultaten in figuren 50 en 51 tonen ook hier duidelijk aan hoe de impact van het voertuig sterk afhangt van het gewicht van het voertuig. Zo hebben LEVs minimaal de helft van de impact van een M1 elektrische wagen (Leaf), en heeft bvb een speed pedelec een (tot) 10 keer kleinere impact. Noteer trouwens dat een klassieke bromfiets evenveel impact heeft als een elektrische personenwagen. Lichte elektrische voertuigen halen dus hun voordeel uit 2 aspecten, hun milieuvriendelijke aandrijflijn en hun gewicht. Noteer wel dat als een elektrische wagen 4 personen vervoert ze vergelijkbaar worden met elektrische scooters en motorfietsen. Elektrische fietsen blijven echter de meest milieuvriendelijke oplossing. ook blijkt dat elektrische brom- en motorfietsen een milieuvriendelijk alternatief bieden voor hun klassieke evenknie.

Voor voertuigen waarbij de batterij vervangen moet worden in de beschouwde periodes, wordt de impact hiervan meegerekend. In artikel [53] wordt de milieu-impact van verschillende lithium batterijen meer in detail geanalyseerd. De onderzoeksconclusie is dat de impact van de productie van batterijen voornamelijk tijdens de mijnbouw wordt veroorzaakt. Tijdens het delven van de verschillende nodige ertsen (bv koper, mangaan ...) worden tevens toxische en verzurende reststoffen naar het oppervlak gebracht. Wanneer deze reststoffen niet op een correcte wijze worden behandeld kunnen ze schade aan het leefmilieu toe brengen. De nood aan mijnbouw kan worden verminderd door een goed werkende recyclage.

Voertuig	Afstand voor levensduur [km]	Verbruik [kWh of l/km]	Batterij Capaciteit [Wh]	Massa zonder batterij [kg]
Batavus Razer (EPAC)	39600	0.01	0.40	20
Stromer ST2 (Speed Pedelec)	66000	0.019	0.81	23
Gazelle citizen (Speed Pedelec)	66000	0.018	0.50	23
NIU N1s (Bromfiets A)	39600	0.021	1.70	85
Askoll eS2 (Bromfiets B)	66000	0.026	2.10	84
Vectrix VX1 (Motorfiets)	90000	0.060	8.00	120
Renault Twizy Life 45 (e-quad)	66000	0.058	6.10	347
Renault Twizy Life 80 (e-quad)	90000	0.063	6.10	375
Piaggio FLY 50 4T (bromfiets B)	66000	2.3	0.00	100
Honda FORZA 125 (motorfiets)	90000	2.4	0.00	158
Nissan Leaf Visia	160000	0.170	30.00	1287
VW Golf trendline 1.0 TSI	160000	5.9	0.00	1236
Radkutsche Musketeer (e-cargobike)	26400	0.028	2.00	46
Goupil G4 Lithium (e-quad)	244000	0.150	12.00	769
Renault Kangoo ZE	244000	0.230	22.00	1426
Renault Kangoo Expres Energy dCi 75	244400	6.5	0.00	1280

Tabel 3: LCA parameters

De resultaten voor vrachtvervoer in g  $CO_2$ -equivalent per ton.km worden weergegeven in figuur 52.

We zien dat elektrische voertuigen beduidend beter zijn dan klassieke equivalenten. De beschouwde cargo bike scoort ongeveer hetzelfde per ton.km als de zwaardere Renault Kangoo Z.E. Het relatief klein laadvermogen (140 kg) en het beperkt aantal km spelen hier een rol. Het milieuvriendelijkst is de Goupil G4, vanwege het hoge laadvermogen en het relatief laag verbruik. Het is natuurlijk zo dat in realiteit elk van deze voertuigen hun eigen toepassingsgebied hebben en dat men de ene niet altijd door andere kan vervangen.

### 3.3 Ecoscore

De Ecoscore is een milieuscore voor voertuigen. Deze score geeft met andere woorden een indicatie van de globale milieuvriendelijkheid van een voertuig. De ecoscore houdt o.a. rekening met de emissies koolstofdioxide, distikstofoxide en methaan (klimaatwijziging), koolwaterstoffen, koolstofmonoxide, fijnstof, stikstofoxide en zwaveldioxide (luchtkwaliteit) en geluidshinder. De gewogen deelimpacten die op deze manier worden berekend, worden uiteindelijk omgezet in de Ecoscore. Deze wordt uitgedrukt in een waarde tussen 0 en 100. Hoe hoger de score,

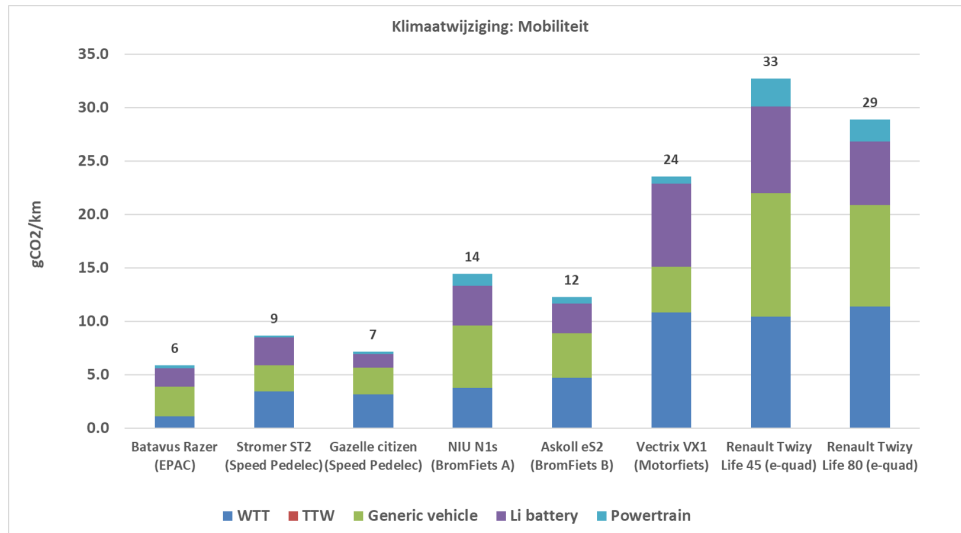


Fig. 51: Invloed van de verschillende voertuigtechnologieën op de emissies van broeikasgassen, gebaseerd op [52] voor voertuigen voor mobiliteit

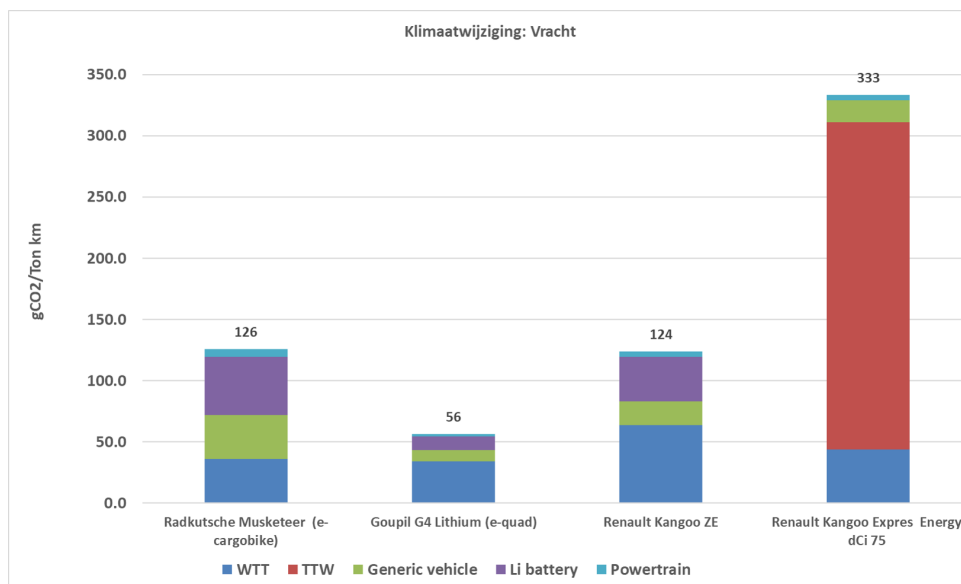


Fig. 52: Invloed van de verschillende voertuigtechnologieën op de emissies van broeikasgassen, gebaseerd op [52], voor vrachtoertuigen

hoe milieuvriendelijker het voertuig. Bij de Ecoscore-methodologie telt het broeikaseffect mee voor 50% in de eindscore, gezondheidseffecten voor 20%, effecten op ecosystemen voor 20% en geluidshinder voor 10% (zie figuur 53).

De werkwijze die hiervoor gehanteerd wordt, is de Well-to-Wheel benadering. Hierbij worden zowel Tank-to-Wheel (uitlaatemissies door rijden met voertuig) als Well-to-Tank emissies (uitstoot door productie en distributie van de brandstof (benzine, diesel, LPG, elektriciteit, etc.) in rekening gebracht. De bijdragen van de verschillende pollutanten tot de schade-effecten worden respectievelijk berekend op basis van GWP (Global Warming Potential), externe kosten en decibels.

Ecoscores werden berekend voor lichte elektrische voertuigen voor mobiliteitsdoeleinden en worden in figuur 54 vergeleken met een elektrisch M1 voertuig (Nissan Leaf). De lichte

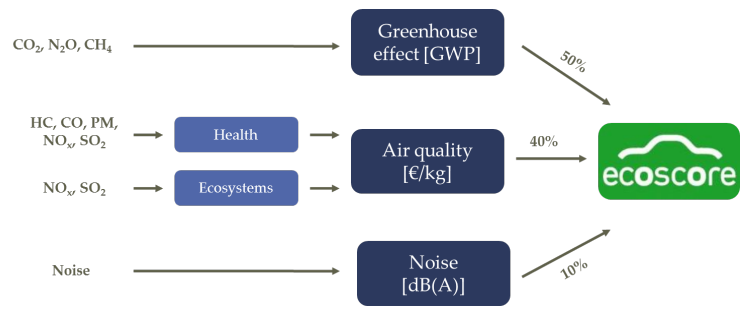


Fig. 53: Schematische voorstelling van de Ecoscore methode

elektrische voertuigen stoten uiteraard, net zoals de Nissan Leaf, geen directe uitlaatgassen uit tijdens het gebruik. Echter door hun laag verbruik te wijten aan hun laag gewicht halen ze een betere waarde dan de Nissan Leaf, met een minimum van 92 (voor de Twizy en de Vectrix) .

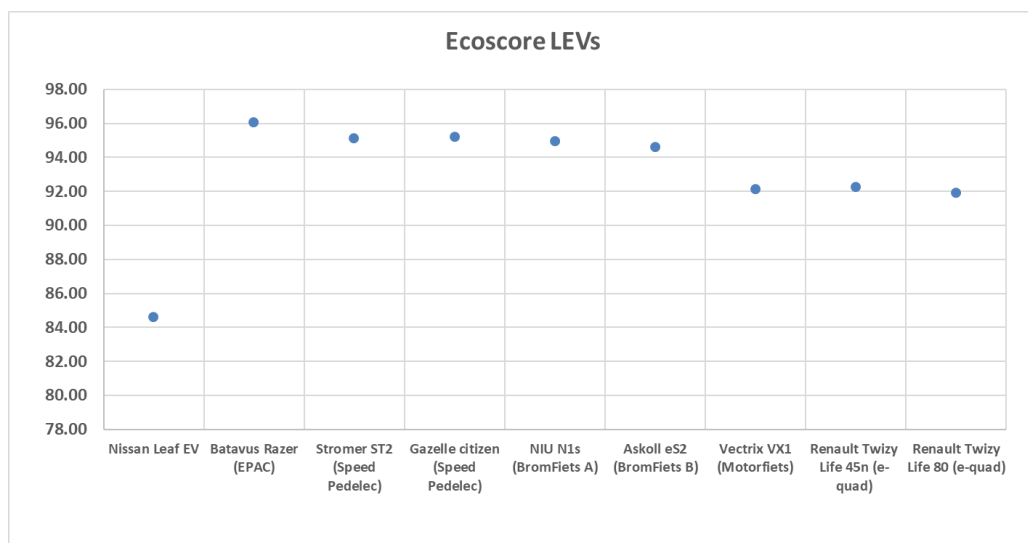


Fig. 54: Berekende ecoscores voor lichte elektrische voertuigen

## 4 Total cost of ownership

### 4.1 Methodologie

Om lichte elektrische voertuigen een groter marktaandeel te laten verkrijgen en aldus het maximale te halen uit de milieu- en mobiliteitsvoordelen van LEVs is een kostenplaatje dat vergelijkbaar is met of lager is dan dat van reeds bestaande conventionele vervoersmiddelen een vereiste.

De aankoopprijs is één van de belangrijkste beslissingscriteria die de keuze van een nieuw voertuig beïnvloedt [57]. Aangezien deze kost maar één van de vele kosten is die gepaard gaat met het bezit en gebruik van een nieuw voertuig is dit eigenlijk een onbetrouwbare indicator voor de werkelijke kost van het voertuig. Om een volledig beeld te hebben van de kost van een voertuig kan er gebruik gemaakt worden van een Total Cost of Ownership (TCO) analyse [56]. Een TCO-analyse neemt alle kosten in rekening die gepaard gaan met het bezit en gebruik van een voertuig, vanaf de aankoop van het voertuig tot en met de verkoop hiervan. Deze methodologie laat dus toe om verschillende voertuigen op een eerlijk manier te vergelijken en voorkomt vertekende conclusies die enkel gebaseerd zijn op de aankoopprijs. Volgens een overzichtsstudie van Roosen, Marneffe en Vereeck [58] wordt de TCO-methodologie vaak gebruikt om verschillende voertuigtechnologieën te vergelijken.

In de studie van Lebeau, Van Mierlo en Macharis [60] worden twee verschillende benaderingen geïdentificeerd voor het opstellen van een TCO-analyse, namelijk, een eindgebruiker- en een maatschappelijk-georiënteerde aanpak. Het verschil tussen deze benaderingen ligt bij het uitgangspunt van de auteurs. Eindgebruiker-georiënteerde TCO-analyses leggen de focus op het vergelijken van verschillende technologieën op basis van de verschillende kosten die de eigenaar moet betalen. (Voor enkele voorbeelden van eindgebruiker-georiënteerde TCO-analyses verwijzen we graag naar Lebeau et al. [60] en naar Al-Alawi en Bradley [50]. Maatschappelijkgeoriënteerde TCO-analyses gaan een stap verder en brengen de financiële kosten van de eigenaar in relatie met de externe kosten voor de maatschappij (en hiervoor verwijzen we de geïnteresseerde lezer graag verder naar Messagie, Lebeau, Coosemans, Macharis en Van Mierlo (2013) [61] en Thiel, Perujo en Mercier [62]).

De kosten die in de toekomst voorkomen worden geschat aan de hand van de huidige waarde (Net Present Value, NPV) methodologie. De huidige waarde simuleert de huidige prijs van een aankoop die men in de toekomst maakt. Een reële disconteringsvoet van -0.41% wordt gebruikt. Deze disconteringsvoet komt overeenkomt met de 4 jaar nominale interestvoet in de Eurozone voor staatsobligaties van landen met een AAA-rating. Deze waarde dateert van 9 maart 2016.

Voor een TCO-analyse van een wagen komen er verschillende categorieën van kosten in aanmerking, namelijk de kosten bij aankoop, de operationele kosten en de niet-operationele kosten (Lebeau, Lebeau, Van Mierlo en Macharis, 2013). De TCO is dus een functie van onderstaande parameters:

- Aankoopkosten (Initiële waarde van de wagen (inclusief BTW), belasting op inverkeersstelling (BIV), kosten infrastructuur en aankooppremies)
- Operationele kosten (brandstof- en elektriciteitsprijzen)
- Niet-operationele kosten (jaarlijkse verkeersbelasting (VB), verzekering, vervanging batterij en onderhoudskosten)
- Aftrekbaarheid voertuig

De informatie voor deze studie werd bekomen via publiek beschikbare bronnen en werd aangevuld met specifieke gegevens door de sector, door middels van desktop research en interviews met verdelers en fabrikanten. [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78]

## 4.2 Algemene aannames

In tabel 4 staan de verschillende aannames opgesomd waarop de TCO-analyse gebaseerd is. Aangezien de verschillende voertuigen in een ander marktsegment ingedeeld zijn en dus een verschillend gebruik aanbieden, kunnen deze assumpties nogal verschillen naargelang het type voertuig. Om toch een basis voor vergelijking te hebben werd uitgegaan van 220 woon-werk verplaatsingen per jaar voor elk vervoermiddel, met zijn eigen typische pendelafstand. Bijvoorbeeld een EPAC zal 30 km/dag afleggen gedurende 220 dagen per jaar. Dit maakt op jaarbasis 6600 km. Op deze wijze worden TCO per km van een verschillende voertuigen afgewogen in een vergelijkbare users case. Voor cargo toestellen wordt van eenzelfde type vergelijking uitgegaan waarbij aangenomen wordt dat de elektrische voertuigen één volledige batterij leegrijden met halve cargo per dag gedurende een 220 tal dagen per jaar. Voor een Goupil G4 komt dit bijvoorbeeld neer op 20000 km/jaar. Voor de periode van gebruik worden een typische 6 jaar voor LEVs met mobiliteitsdoeleinden genomen, voor vrachttoestellen een typische afschrijftermijn van 4 jaar. Voor de restwaarde werden gangbare percentages voor de sector aangenomen.

Voertuig	Voertuigcategorie [Belgisch]	km/- jaar	Ge- bruiks- duur	To- tale af- stand	Rest- waarde in %
Batavus Razer	Rijwiel	6600	6	39600	12
Radkutsche Musketeer	Rijwiel	6600	4	26400	24
NIU N1s	Bromfiets klasse A	6600	6	39600	18
Gazelle citizen	Speed pedelec	11000	6	66000	12
Stromer ST2	Speed pedelec	11000	6	66000	12
Askoll eS2	Bromfiets klasse B	11000	6	66000	18
Renault Twizy life 45	Bromfiets klasse B	11000	6	66000	26
Vectrix VX1	Motorfiets	15000	6	90000	26
Renault Twizy life 80	Vierwieler met motor	15000	6	90000	26
Goupil G4 Lithium	Vierwieler met motor	20000	4	80000	31
Nissan Leaf Visia	Auto	15000	6	90000	26
Renault Kangoo ZE	Lichte vrachtwagen	20000	4	80000	35
Piaggio FLY 50 4T-2V	Bromfiets klasse B	11000	6	66000	26
Honda Forza 125	Motorfiets	15000	6	90000	26
VW Golf trendline 1.0TSI	Auto	15000	6	90000	30
Renault Kangoo Express	Lichte vrachtwagen	20000	4	80000	35

Tabel 4: TCO parameters

## 4.3 Aanname voor de voertuigkosten

### 4.3.1 Aankoopkosten

De initiële waarde van de voertuigen bevat naast de aankoopprijs ook de belasting op toegevoegde waarde (BTW), kortingen en gelijkaardige opties per geanalyseerd segment. De prijzen van de voertuigen en opties werden geraadpleegd op de websites of werden meegedeeld door verdelers of fabrikanten. Kortingen die op het moment van het onderzoek geldig waren zijn meegerekend. De belasting op inverkeerstelling (BIV) is een eenmalige kost die men bij de aankoop van een nieuw voertuig moet betalen. Deze belasting wordt in Vlaanderen bepaald op basis van vier verschillende parameters, namelijk de hoeveelheid  $CO_2$ -emissies, de euronorm, de leeftijd

van het voertuig en de aanwezigheid van een roetfilter. Sinds 1 Januari 2016 zijn de tarieven van de belasting op inverkeerstelling veranderd (Vlaanderen, 2016). In deze analyse worden de nieuwe tarieven gehanteerd. De belastingen werden o.a. bepaald aan de hand van het Vlaamse belastingportaal en websites van de Vlaamse overheid. Voor de lichte elektrische voertuigen is de BIV in de overgrote meerderheid gelijk aan nul. Er werd uitgegaan van privé-bezit van de voertuigen (behalve voor de vrachttuistellen). Ook werd rekening gehouden met subsidies bij de aankoop van elektrische voertuigen zoals bepaald voor 2017, alsook de aftrekbaarheid (15%) van een aantal elektrische motorfietsen (2,3 of 4 wielen).

### 4.3.2 Operationele kosten

Onder operationele kosten begrijpen we de brandstof- of elektriciteitskosten. De prijzen voor benzine en diesel zijn gebaseerd op de gemiddelde prijzen van 2016 in de databank Maximumprijzen (Belgische Petroleum Federatie, 2016). De gemiddelde maximumprijs voor diesel bedraagt 1,30 /l die voor benzine 1,40 /l. Ook worden hier eventueel de kosten van batterij leasing meegenomen (zoals bvb. voor de Renault Twizy en de Renault Kangoo ZE).

### 4.3.3 Niet-operationele kosten

De niet-operationele kosten omvatten jaarlijkse kosten zoals belasting en verzekering, alsook de kosten voor het onderhoud van het voertuig. De verkeersbelasting is een jaarlijkse te betalen kost die voor voertuigen met een verbrandingsmotor in België bepaald wordt volgens de fiscale PK en de cilinderinhoud van het voertuig (FOD Financien, 2014). In België is het verplicht om de beschouwde voertuigen te verzekeren voor burgerlijke aansprakelijkheid, ook de lichte elektrische voertuigen met uitzondering van de EPACs. De minimumverzekering behelst de burgerlijke aansprakelijkheid die alle schade van de andere voertuigen bij een ongeval verzekert. Meer uitgebreide verzekeringen zoals mini-omniums en omniums zijn tegenwoordig beschikbaar voor een breder gamma aan voertuigen. Zo kan men een speed pedelec buiten BA ook verzekeren voor diefstal en brand. Aangezien de brede variatie aan specificaties en waarde van de voertuigen varieert de prijs van de verzekeringspremies aanzienlijk naargelang het voertuig. Een verzekering BA voor een speed-pedelec (Gazelle citizen) is te verkrijgen aan €118, een diefstal en brandverzekering voor €209. Voor de veel duurdere Vectrix VX1 bedraagt dit respectievelijk €230 en €595. Websites en offertes van verscheidene verzekeraars werden hiervoor geraadpleegd. Ook het onderhoud verschilt aanzienlijk naargelang het type voertuig. Aangezien de elektromotor en de batterij de voornaamste componenten zijn van een elektrisch voertuig en er geen andere losse deeltjes zijn zoals het geval is voor brandstofmotoren, zijn de onderhoudskosten fors lager voor deze technologie. Volgens Werber, Fischer en Schwartz (2009)[63] moeten enkel de remcomponenten onderhouden worden bij elektrische voertuigen, tenminste voor wat betreft de aandrijving. Ook stellen ze dat de remcomponenten (remmen en remschijven) twee keer langer meegaan wegens het regeneratief remgedrag van de elektromotor. Uiteraard moeten de banden nog steeds vervangen worden en is het voertuig steeds onderhevig aan een keuring. Ook moet bvb de airco regelmatig onderhouden worden. Tegenover een lagere onderhoudskost staat voor een elektrisch voertuig wel de kost voor de batterij. Hoewel voor LEVs de garantie lager ligt dan voor M1 wagens, wordt aangenomen dat deze in het algemeen meegaan voor de verwachte levensduur van het voertuig in het gebruiksscenario zoals hierboven beschreven (er zijn op dit moment nog niet heel veel statistische gegevens hieromtrent voorradig). Voor de Vectrix bijvoorbeeld geeft men 2 jaar garantie, wat ongeveer overeenkomt met een 800-tal ladingen. Rekening houdend met het rijbereik van het voertuig komt dit neer op 104.000 km, wat boven de berekende levensduur van het voertuig ligt in het gehanteerde model. Uitzondering hiervoor zijn de elektrische fietsen waarbij de batterij wel vervangen wordt. De kosten voor het vervangen van de batterijpacks bij deze voertuigen worden in tabel 5 weergegeven. Noteer dat

de prijzen per kWh (rond de €600) redelijk hoog liggen in vergelijking met ander voertuigen, bvb. de Nissan Leaf (rond de €200/kWh) . Voor de voertuigen van het merk Renault werd de leasing formule beschouwd zodat vervanging van batterij niet van toepassing is. Nissan betaald tegenwoordig een inruilwaarde terug van €4000 voor het gebruik in second life. Een overzicht van alle financiële aannames wordt wordt gegeven in tabel 5.

<b>Voertuig</b>	<b>Energy content [kWh]</b>	<b>Prijs per kWh [€/kWh]</b>	<b>Vervanging oude batterij [€]</b>
Batavus Razer	0.4	1337	535
Stromer ST2	0.98	2024	1990
Gazelle citizen speed	0.5	1358	679
Goupil	12	955	11460

Tabel 5: TCO parameters

Voertuig	MOBILEIT												Vracht		
	Batavus Razer (EPAC)	Stromer ST2 (Speed Pedelec)	Gazelle citizen (Speed Pedelec)	NIJ N1s (Bromfiets A)	Aksoil s52 (Bromfiets B)	Vectrix VX1 (Motorfiets)	Renault Twirly Life 45 (e-quad)	Renault Twirly Life 80 (e-quad)	Renault Twirly Life 125 (motorfiets)	Nissan Leaf Visa (M1)	VW Golf Trendline 1.0 TSI (M1)	Radkutsche Musketeer (e-cargobike)	Goopli G4 Lithium (e-quad)	Renault Kangoo ZE	Renault Kangoo Expres
Europese Classificatie	na	L1e-B	L1e-B	L1-A	L1e-B	L3e	L6e	L7e	L3e	M1	M1	NA	L7e	N1	N1
Belgische Classificatie	Rijwiel	Bromfiets B	Bromfiets B	Bromfiets A	Bromfiets B	Motorfiets	Bromfiets B	Vienwieler met motor	Bromfiets B	Motorfiets	Auto	Gemotoriseerd voortbeweigend	Vienwieler met motor	Lichte vrachtwagen	Lichte vrachtwagen
Fuel type	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Elektr	Benzine	Elektr	Elektr	Elektr	Diesel
Levensduur (jr)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4
Jaarlijkse afgelegde afstand (km)	6600	11000	11000	11000	15000	15000	11000	15000	15000	15000	15000	20000	20000	20000	20000
Totale Afstand (km)	395000	66000	66000	395000	66000	66000	66000	90000	90000	90000	90000	80000	80000	80000	80000
Aankoop Prijs (euro) BTW incl. excl. VAT	2699	6490	3549	2700	3300	9680	7900	2000	32640	21460	21460	33500	21900	13350	11033
BIV	2231	5364	2933	2231	2802	8000	6438	0	26975	17736	7625	27686	18099	0	592
Jaarlijkse verkeersbelasting (yearly)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117	0	60	0	0	238
Jaarlijkse Verzekering: Burgerlijke Aanspr	118	118	118	240	240	240	240	257	294	286	0	230	330	317	317
Jaarlijkse Verzekering: Omnium	0	137	137	101	127	365	314	355	647	458	85	1260	655	545	545
Omnium+ BA	0	368	255	331	357	595	544	585	941	724	85	1490	985	862	862
Technisch Controle	0	0	0	0	0	0	0	0	41	41	0	0	41	41	41
Kost Vervangen Banden	80	80	80	90	90	90	268	90	303	268	120	392	280	280	280
Levensduur Banden (km)	10000	10000	10000	6000	6000	6000	40000	40000	40000	40000	10000	30000	40000	40000	40000
Onderhoudskosten	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	290	99	152	152
Klein onderhoud	0	0	0	0	0	0	0	0	3000	3000	0	10000	20000	20000	20000
Afstand Voor Klein Onderhoud (km)	0	0	0	0	0	0	0	0	200	200	0	10000	169	260	260
Groot onderhoud	27	150	150	100	100	100	100	100	169	169	150	0	0	0	0
Afstand Voor Groot Onderhoud (km)	4000	10000	10000	6600	11000	15000	15000	15000	40000	40000	40000	0	0	0	0
Benzine verbruik (l/100km)	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	2.4	0	0	0	0	6.5
Elektricitetsverbruik (kWh/km)	0.006	0.019	0.0175	0.021	0.026	0.06	0.058	0.063	0	0	0.028	0.15	0.23	0	0
Jaarlijks Waardeverlies	0.70	0.70	0.70	0.75	0.75	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.70	0.75	0.77	0.80
Restwaarde	12%	12%	12%	18%	18%	26%	26%	26%	26%	26%	26%	32%	35%	35%	41%
Gewicht Voertuig Zonder Batterij (kg)	20	23	23	85	84	120	347	375	158	1287	1236	46.4	769	1166	1280
Energieinhoud Batterij (kWh)	0.4	0.983	0.5	1.7	2.1	8	6.1	6.1	30	30	0.85	12	22	22	22
Prijs per kWh Li-ion	1337	2024	1358	616	616	616	200	200	0	200	1176	955	295	0	0
Kost Vervanging Batterij (incl btw)	535	1990	679	1047	1294	4928	4500	4500	0	6000	11460	6490	0	0	0
Batterij Tweedehands Verkoopprijs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Levensduur Batterij (jaar)	30000	30000	40000	64000	64000	104000	na	na	na	160000	na	150000	na	na	na
Batterij leasing (euro/maand)	4	4	4	9	5	6	54	54	0	0	0	5	73	0	0
Laadvermogen (kg) voor vracht	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	140	757	650	650	650
Totale kost per km	0.08	0.09	0.13	0.10	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.33	0.29	0.54	0.49	0.37	0.37
TCO	3 068	6 067	4 983	6 494	11 915	11 691	10 958	11 691	7 748	11 987	8 457	32 842	25 688	25 688	19 175

Fig. 55: overzicht van de aannames die gehanteerd worden bij de berekening van de TCO van de voertuigen

## 4.4 Resultaten

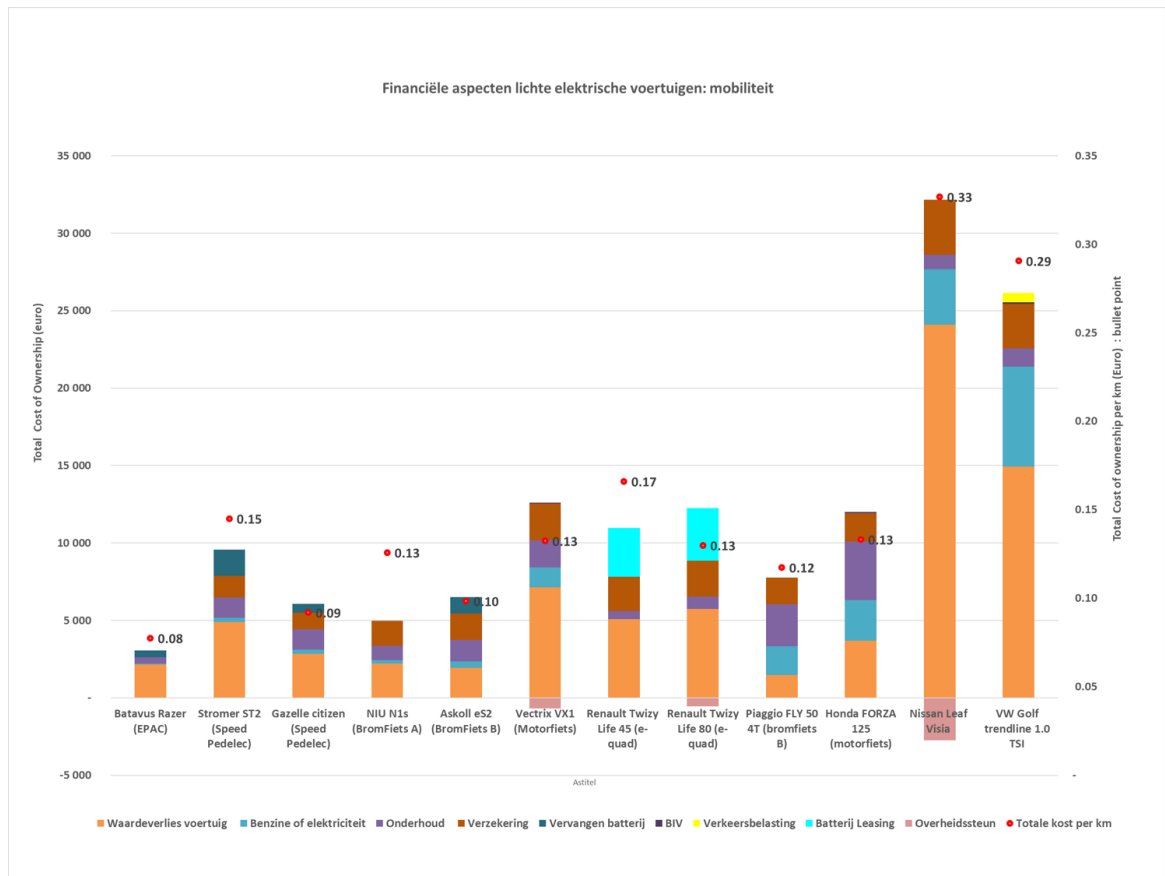


Fig. 56: TCO lichte elektrische voertuigen voor mobiliteit in vergelijking met conventionele voertuigen, mobiliteit

In deze paragraaf worden de resultaten van de analyse besproken voor beide voertuigsegmenten. De kosten en baten zoals beschreven in de bovenstaande secties worden verdisconteerd en samengevoegd tot een totale kostprijs voor het bezit en gebruik van het voertuig tijdens de veronderstelde levensduur (zie tabel 4).

Om vervolgens tot een onderling makkelijker vergelijkbare totale kost te komen, wordt de totale kost per kilometer berekend. Voor elk type voertuig wordt de totale kost voor bezit en gebruik voorgesteld aan de hand van een staafje in figuur 56 (linker y-as). Noteer dat wegens de fiscale aftrekbaarheid er ook een (belastings)voordeel, i.e. een negatieve kost, wordt aangerekend. Elk van de kostencategorieën, zoals in de secties hierboven beschreven, wordt in een andere kleur aangeduid zodat men duidelijk de bijdrage van de verschillende kostencomponenten aan de totale kost kan onderscheiden. Bijkomend staat de totale kost per kilometer berekend (i.e. de TCO-waarde te delen door de totale kilometerafstand). Dit is gemarkeerd met een rode stip in figuur 56 (rechter y-as). In eerste instantie is het duidelijk dat lichte elektrische voertuigen een stuk goedkoper zijn dan voertuigen uit het M1 segment, zowel qua totale kost als de kost per kilometer. Daar waar M1 voertuigen tussen de 29 en 33 cent per km zitten, komen we voor LEVs niet boven de 17 cent per km. Noteer wel dat waardeverlies van het voertuig meestal een primordiale rol speelt, bij brom- en motorfietsen met een verbrandingsmotor is dat iets minder. Echter, voor klassieke voertuigen met verbrandingsmotoren is dit proces vrij goed gekend, maar voor elektrische voertuigen is dit veelal onzeker. Dit speelt zeker een belangrijke rol voor elektrische fietsen. Deze zijn de goedkoopste voertuigen in gebruik, op voorwaarde dat

de aankoopprijs laag ligt. Zo komt de Stromer duurder uit dan een elektrische bromfiet. Dure elektrische fietsen zijn dus pas rendabel als er meer kilometers mee gereden worden. Elektrische bromfietsen kunnen goedkoper zijn dan hun klassiek equivalent door het mindere onderhoud en lagere verbruik. Als er voldoende kilometers gereden worden met elektrische motorfietsen, kunnen ze door lagere onderhouds- en verbruikskosten en de huidige incentives, vergelijkbaar zijn met hun klassiek equivalent.

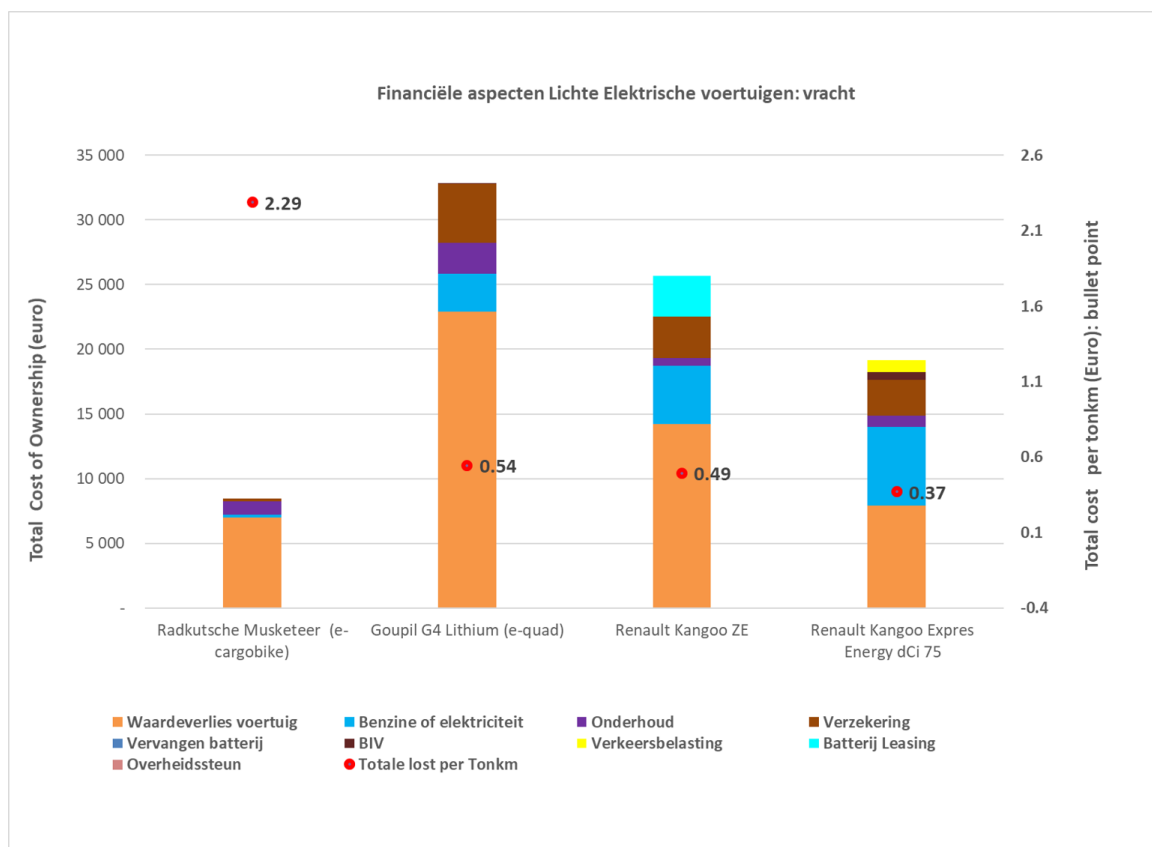


Fig. 57: TCO lichte elektrische voertuigen voor vrachtvervoer in vergelijking met conventionele voertuigen

Voor voertuigen voor vrachtvervoer werd de TCO gedeeld door laadvermogen en kilometerafstand zoals te zien in figuur 57. De laadvermogens zijn als volgt:

- Renault Kangoo, beide versies: 650kg
- Radkutsche: 140kg
- Goupil G4: 757kg

In figuur 57 valt de relatief hoge kost van de Radkutsche cargo bike op. Dit komt door de hoge aankoopprijs in verhouding tot het aantal afgelegde km, men kan echter voorzien dat als deze voertuigen mainstream worden de aankoopprijs aanzienlijk zal dalen. Voor de andere voertuigen ligt deze een stuk beter. De Goupil is de dag van vandaag nog net iets duurder dan de Renault Kangoo voertuigen, te wijten aan de relatief hogere aankoopprijs. Echter, in het onderhoud van Goupil wordt aan huis onderhoud geleverd. Bovendien wordt in de berekening een full omnium aangerekend gedurende de 3 eerste 3 jaar van het voertuig, wat bij een Goupil zelden de realiteit is. Deze elementen in acht genomen wordt de TCO zeker vergelijkbaar. De Kangoo Diesel blijft echter de goedkoopste optie op dit moment.

## 5 Troeven

### 5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de specifieke troeven van de LEV ten opzichte van andere voertuigen (hoofdzakelijk fiets en wagen) in kaart gebracht. Waar mogelijk worden die ook gekwantificeerd. Daarvoor werd een beroep gedaan op verschillende bronnen:

- de beschikbare wetenschappelijke literatuur en databanken van de overheid (vooral het gebruik van de elektrische fiets blijkt goed gedocumenteerd)
- ervaringen van KU Leuven bij het organiseren van een speed pedelec uitleendienst
- en een vragenlijst met 22 specifieke vragen aan 253 LEV-gebruikers in het kader van dit onderzoek (De vragenlijst is ter illustratie weergegeven in bijlage 3)

De troeven worden opgesplitst in *persoonlijke troeven* - de voordelen die de gebruiker van het lichte elektrische voertuig rechtstreeks ondervindt- en de *maatschappelijke troeven* - de voordelen die een substantiële overstap van klassieke voertuigen naar LEV kan teweegbrengen voor de maatschappij.

### 5.2 Persoonlijke troeven

#### 5.2.1 Grote pendelafstanden

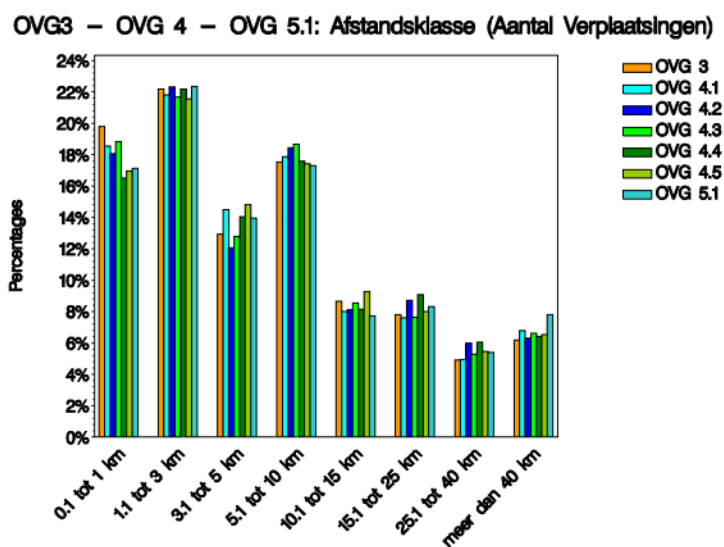


Fig. 58: Aantal verplaatsing binnen de verschillende afstandsklassen [79]

In de wetenschap dat meer dan de helft van onze verplaatsingen maximaal 5km bedragen (zie figuur 58), lijkt het potentieel om autoritten te ruilen voor lichtere vervoersmiddelen nog zeer groot. De klassieke fiets lijkt voor die afstanden erg geschikt, maar ondanks zijn 200 levensjaren kon, zoals blijkt uit figuur 59 voor het woon-werkverkeer deze tweewieler maar een beperkt aantal mensen overtuigen.

Het toevoegen van een elektrische aandrijving laat toe om langere afstanden af te leggen. Daar waar topografie, afstand, het weer, fysieke conditie, . . . een negatieve invloed kunnen hebben op het gebruik van de klassieke fiets, is dat minder het geval voor bvb elektrische fietsen. De

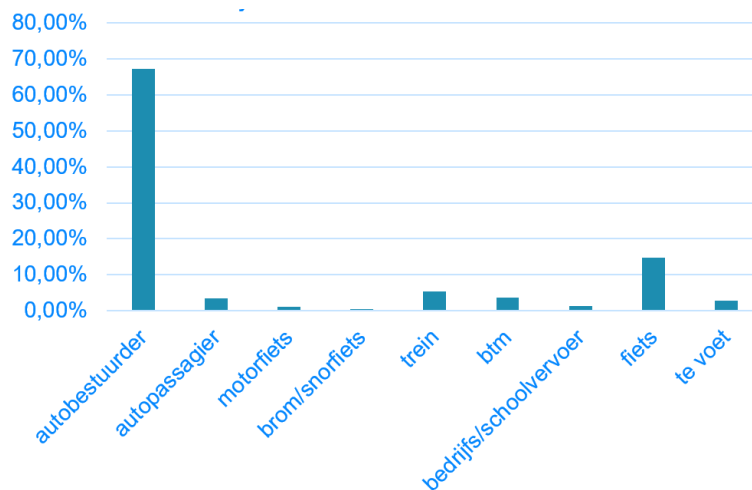


Fig. 59: Vervoerswijze van Vlaamse pendelaars [79]

motor stelt de fietser in staat om met minder inspanning een constante snelheid aan te houden ondanks conditie, hellingen, afstanden, wind, regen en andere nefaste weerstomstandigheden [80]. Bovendien blijkt uit onderzoek van Jones-Harms & Heinen dat elektrische fietsen nieuwe opportuniteiten creëren voor mensen die anders niet zouden overwegen om met een conventionele fiets te rijden.

Volgens gegevens van de Federale Diagnostiek Woon-Verkverkeer 2014 [81] woont de Vlaming gemiddeld op 12,6km van zijn werk als dat in Vlaanderen is en 30,3km als dat in Brussel is (zie figuur 60).

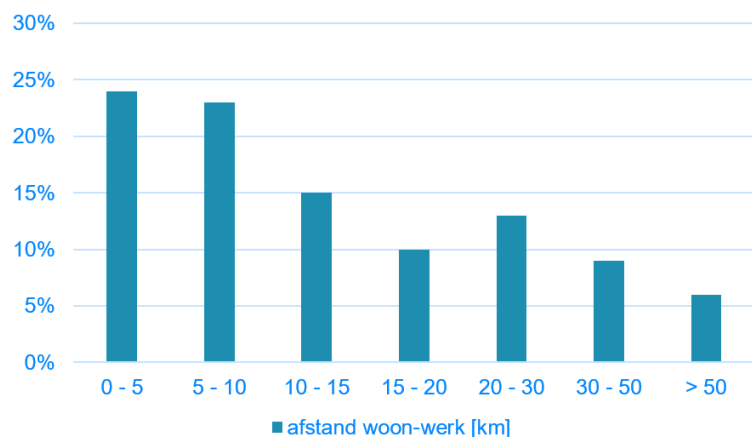


Fig. 60: Afstanden afgelegd door Vlaamse pendelaars [79]

Die 12,6km is een haalbare afstand om met de elektrische fiets af te leggen. In 2014 heeft Mobiel 21 [82] een bevraging gedaan bij 369 pendelaars die pendelden met een elektrische fiets. Zij legden gemiddeld 13,9km af, maar de gefietste afstanden varieerden van 1 tot 60km. Bijna de helft van de ondervraagden was voor hun woon-werkverplaatsing overgestapt van de wagen op de elektrische fiets.

Uit de resultaten van de eigen bevraging (zie figuur 61) blijkt dat de gemiddelde pendelafstand van de respondenten met de elektrische fiets 15,5km bedraagt. Voor de speed pedelecgebruikers is dit zelfs 28,8km. Dit komt in de buurt van de gemiddelde pendelafstand van 30.3km van de

naar Brussel pendelende Vlaming.

Ook de andere elektrische tweewielers (bromfietsen, motorfietsen, drie- en vierwielers met motoren) kunnen perfect aangewend worden om de Vlaamse pendelafstanden te overbruggen.

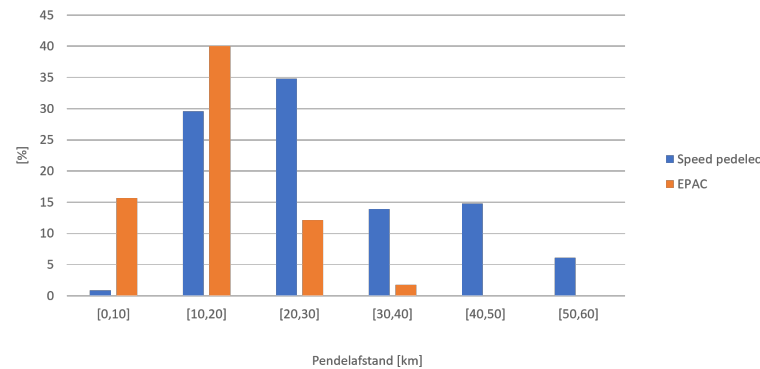


Fig. 61: Pendelafstand van de ondervraagden met klassieke elektrische fiets (EPAC) en met speed pedelecs

Uit een Noors onderzoek [83] blijkt dat elektrische fietsers niet alleen grotere afstanden afleggen maar bovendien vaker fietsen. De 66 willekeurig geselecteerde personen kregen een elektrische fiets ter beschikking. Hun gebruik van de fietsen werd vergeleken met een controlegroep van 160 personen. De onderzoekers kwamen tot de bevinding dat het aantal fietsverplaatsingen toenam van 0,9 tot 1,4 per dag en dat afstanden vergrootten van 4,8km naar 10,5km. Bij de controlegroep was er geen toename. Ook Langford, Cherry, ... bevestigen dat elektrische fietsen langere verplaatsingen mogelijk maken voor een grotere verscheidenheid aan doeleinden.[84]

## 5.2.2 Snelle verplaatsingen

Wat de reistijd van pendelaars betreft, toont een onderzoek van Securex aan dat autobestuurders gemiddeld bijna een uur per dag achter het stuur doorbrengen. Voor fietsers is dat ongeveer de helft van de tijd. Uit de eigen bevraging blijkt de gemiddelde rit voor de pendelaar met klassieke elektrische fiets 41 minuten duurt, en voor de speed pedelec 51 minuten.(zie figuur 62)

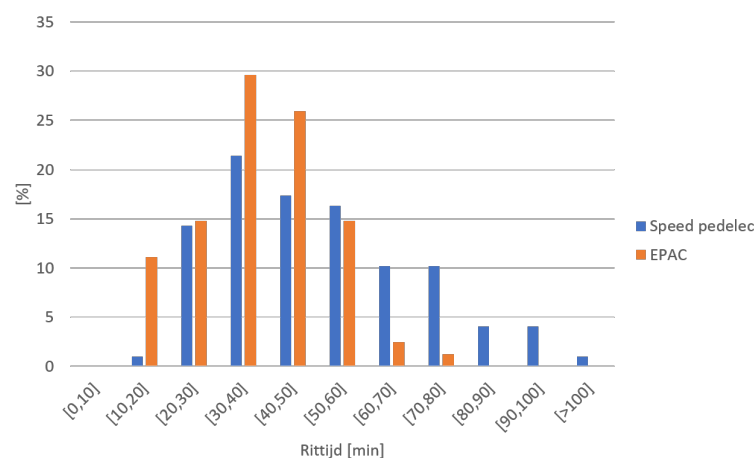


Fig. 62: pendeltijd van de Vlaamse pendelaars

Daaruit kan niet worden afgeleid hoeveel tijd pendelaars eventueel zouden uitsparen door een elektrische fiets in plaats van een auto te gebruiken. Hieromtrent is vooralsnog niet veel onderzoek gevoerd maar enkele studies tonen aan dat zowel fietsen als elektrische fietsen in stedelijke gebieden tijdsinst opleveren. Cherry and Cervero [85] vonden dat het gebruik van elektrische fietsen in twee grote Chinese steden, Kunming en Shanghai, 10 tot 15% tijdsinst opleverden. Jensen [86] kwamen in Lyon tot de bevinding dat de gemiddelde snelheid van klassieke fietsen in Lyon op 13,5 km/u uitkwam. De gemiddelde snelheid van de auto in diverse Europese steden ligt tussen de 10 en 15 km/u [87]. Op basis van deze gegevens, lijken we te mogen concluderen dat elektrische fietsen in de stad zeker sneller kunnen zijn dan de auto.

Vanuit data van proefpersonen is voor verschillende Vlaamse centrumsteden de pendeltijd van speed-pedelecgebruikers gekend. Deze pendeltijd werd vergeleken met de pendeltijd voor andere vervoersmodi zoals de auto, het openbaar vervoer en de klassieke fiets. De data voor deze andere vervoersmodi werden verkregen uit de routeplanning via *Google maps*, die waarden weergeeft in functie van de drukte van het verkeer. De gebruikte waardes zijn gemiddelde waardes van tijdens de spitsuren. Op de kaart van figuur 133 worden de trajecten en de relatieve tijdsinst ten opzichte van de wagen van enkele bemeten Brusselse speed pedelec pendelaars weergegeven. Daaruit blijkt dat 5 van de 6 pendelaars serieuze tijdsinst boeken tov de wagen (9 tot 67%). Voor één van de proefpersonen is er een licht tijdsverlies van 15% tov de wagen.

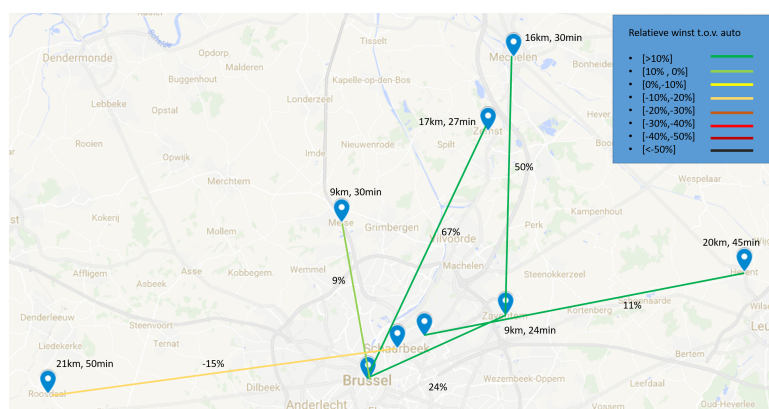


Fig. 63: De relatieve winst van de speed pedelec ten opzichte de auto voor de stad Brussel

Voor de andere steden is de tijdsinst tov de wagen veel beperkter. Voor Gent (zie figuur 130 bijvoorbeeld) blijkt geen van de bemeten speed pedelecs sneller te kunnen pendelen dan de wagen, ondanks de goede fietsinfrastructuur. De tijdsverliezen blijven wel beperkt tot 55%, zelfs voor afstanden boven de 30km. Vooral de aanwezigheid van snelle verbindingswegen voor wagens, maken dat de speed pedelec het moet afleggen ten opzichte van de auto.

In vergelijking met de fiets zijn de Gentse speed pedelec pendelaars dan weer gemiddeld tussen de 30% en de 91% sneller.

Ook voor andere steden werden gelijkaardige kaarten gegenereerd (zie bijlage 1).

De relatieve winst van de speed pedelec tov het openbaar vervoer is veel groter dan tov de auto (zie figuur 131). Enkel bij trajecten voor woon-werkverkeer tussen 2 steden die een rechtstreekse treinverbinding hebben (bijvoorbeeld van Gent naar Waregem, Oostkamp en Sint-Niklaas) was het openbaar vervoer sneller dan de speed pedelecs. Ook in steden met een uitgebreid metronetwerk zoals Brussel zijn de tijdsinsten toch opmerkelijk en boekt de speed pedelec heel wat relatieve winst (zie figuur 134).

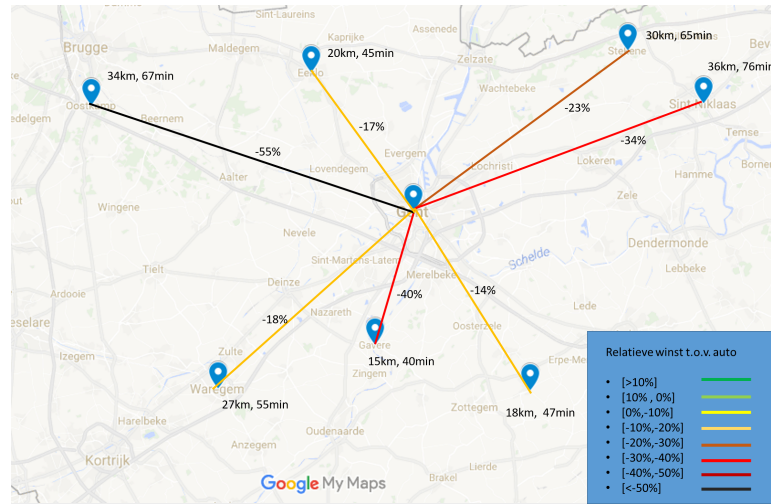


Fig. 64: De relatieve winst van de speed pedelec ten opzichte de auto voor de stad Gent

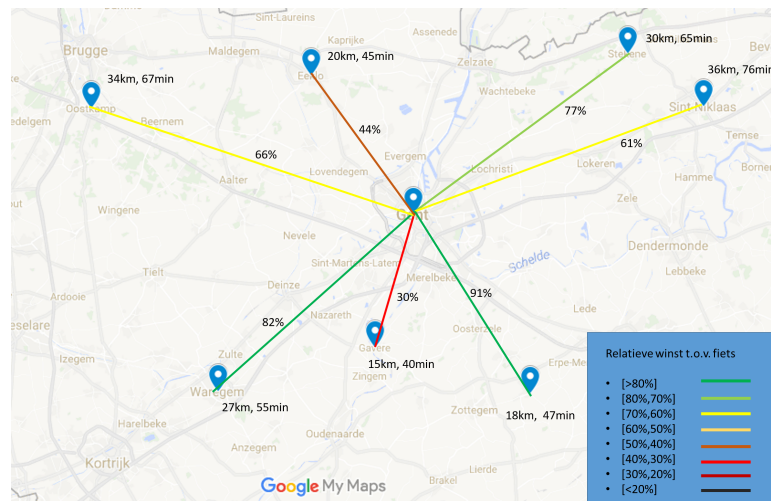
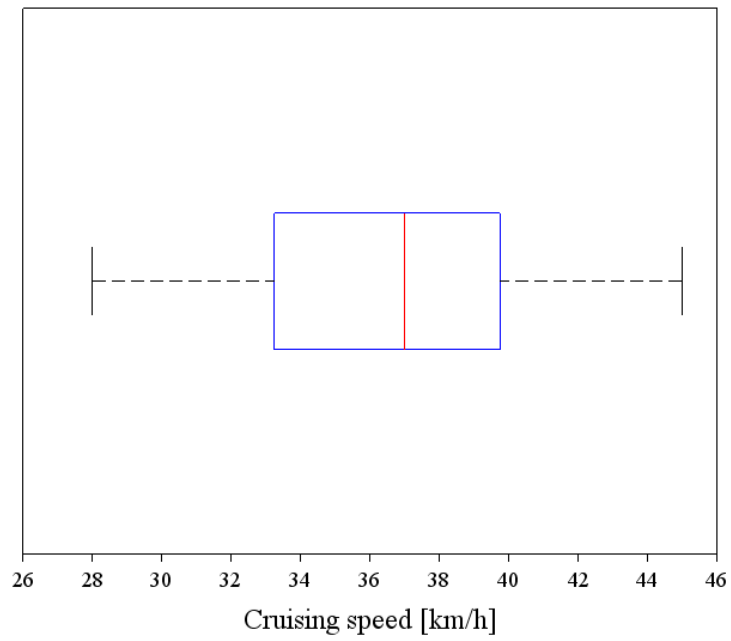


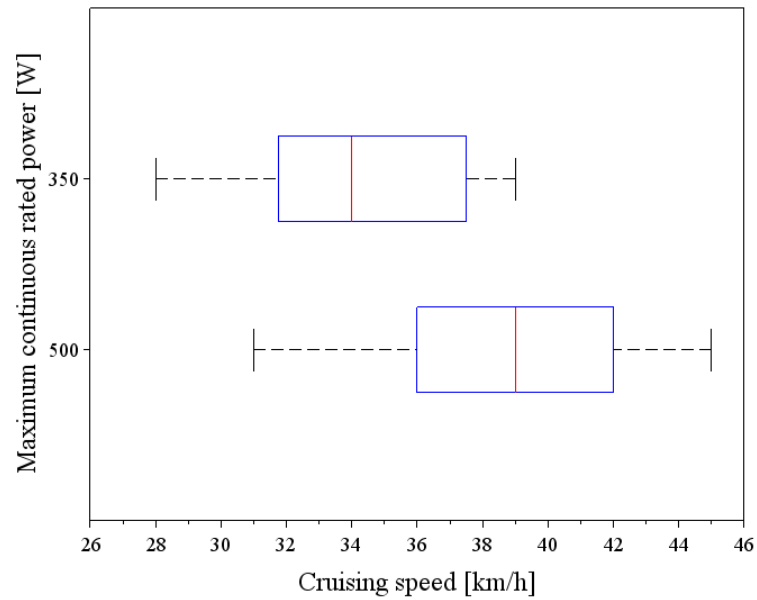
Fig. 65: De relatieve winst van de speed pedelec ten opzichte een gewone fiets voor de stad Gent

Indien de speed pedelec vergeleken wordt met de fiets is de relatieve winst uiteraard groot. Dit bevestigt nogmaals dat de speed pedelec kan ingezet worden voor het overbruggen van langere trajecten binnen een aanvaardbare pendeltijd (zie figuur 132). Voor de stad Brussel kan op figuur 135 worden afgeleid dat de relatieve winst van de speed pedelec tov de fiets zeer groot is.

Er dient hier wel te worden opgemerkt dat de spreiding op de kruissnelheid van speed pedelecs erg groot is. In figuur 66 wordt de spreiding van de kruissnelheid van 31 proefpersonen voorgesteld. De kruissnelheid varieert tussen de 28 en 45km/h, en is afhankelijk van het gekozen traject en het gekozen voertuig. Een verdere analyse in figuur 67 leert dat de kruissnelheid zoals verwacht vooral afhangt van het nominaal continu motorvermogen.



*Fig. 66: Spreiding op de kruissnelheden*



*Fig. 67: Spreiding op de kruissnelheden voor speed pedelecs met een verschillend maximaal continu motorvermogen*

### 5.2.3 Klokvastheid

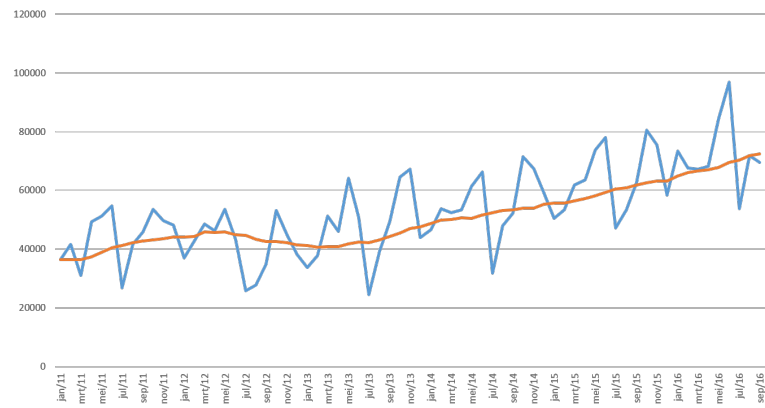


Fig. 68: *Evolutie van de voertuig verliezen in Vlaanderen*

Gezien de toenemende problematiek van de files en de daarbijhorende voertuigverliezen (zie figuur 68) in Vlaanderen is de pendelaar stilaan vertrouwd met de onvoorspelbaarheid van het aankomstuur.

Als (snelle) elektrische fietsers aangepaste infrastructuur ter beschikking hebben, kan het aantal voertuigverliezen door file en volledige stilstand voor deze voertuigen erg worden beperkt. Voor 34 gelogde speed pedelec pendelaars wordt het relatieve aandeel van de stilstand tijd ten opzichte van de totale rittijd gegeven in figuur 69.

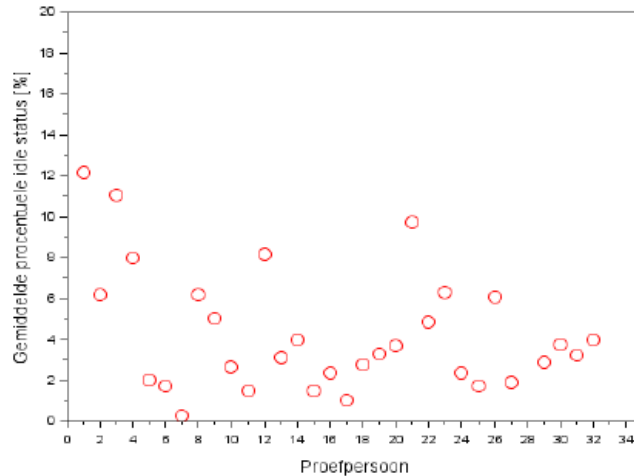


Fig. 69: *Het opgemeten relatieve aandeel van de stilstand tijd ten opzichte van de totale rittijd voor verschillende speed pedelec pendelaars*

Hieruit blijkt dat de meeste speed pedelec pendelaars gemiddeld minder dan 5% van hun tijd stilstaan. Daardoor neemt de voorspelbaarheid van de reistijd toe. Deze voorspelbaarheid van het aankomstuur blijkt voor vele speed pedelec pendelaars een van de voornaamste argumenten om naar dit voertuig over te stappen. Niet alleen de afwezigheid van files, maar ook de grotere onafhankelijkheid van eventuele tegenwind door de krachtige elektromotor zorgt voor een kleine spreiding op de reistijd. Van de 34 proefpersonen waarvan verschillende ritten werden gemonitord, wordt in figuur 70 de spreiding op de ritten per afgelegde km uitgedrukt.

De meeste proefpersonen hebben een gemiddelde spreiding die lager is dan 6 seconden op een gereden kilometer.

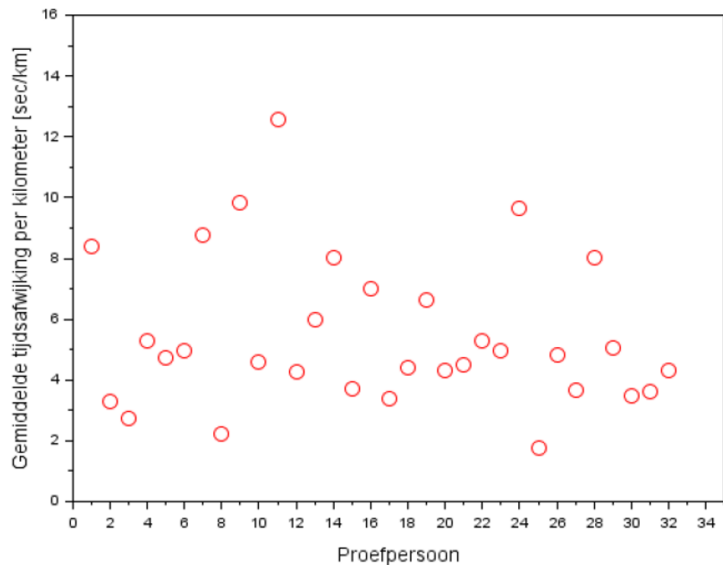


Fig. 70: Gemiddelde tijdsafwijking per kilometer

#### 5.2.4 Kostenbesparend

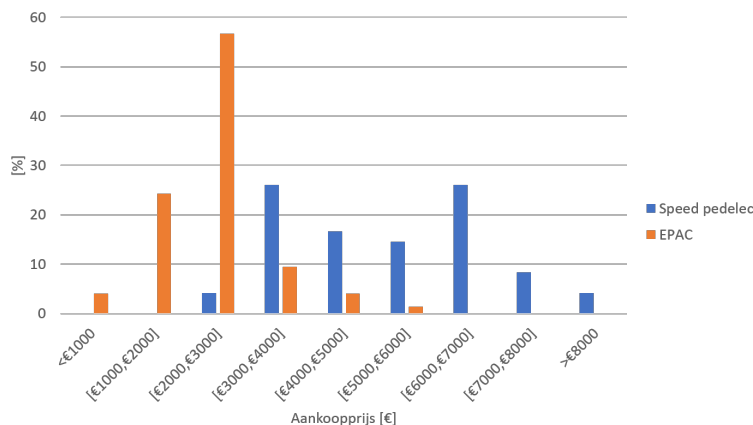


Fig. 71: Aankooprijzen van speed pedelecs en EPACs

De gemiddelde aankooprijzen van (snelle) elektrische fietsen ligt een stuk lager dan bij wagens. Uit de verspreide enquête blijkt dat er gemiddeld €5143 voor een speed pedelec werd betaald, en €2461 voor een klassieke elektrische fiets. De RAI vereniging vermeldde voor het jaar 2015 een gemiddelde aankooprijzen van €28.816 voor een personenwagen. De aankooprijzen is natuurlijk maar een deel van de werkelijke kosten voor het gebruik van voertuigen. In de vragenlijst die in het kader van deze studie werd opgesteld, wordt o.a. gepeild naar de inschatting de jaarlijkse kosten van een LEV. Hieruit werd voor de speed pedelec een gemiddelde jaarlijkse kosten van €375 gevonden en voor de klassieke elektrische fiets een jaarlijkse kosten van €194 (zie figuur 72). Dit zijn lage prijzen in vergelijking met de auto. Volgens een onderzoek van VAB is de gemiddelde jaarlijkse kosten van de auto afhankelijk van de aankooprijzen van het voertuig. Uit hun onderzoek blijkt dat voor bijvoorbeeld een auto met een aankooprijzen van €15000 tot

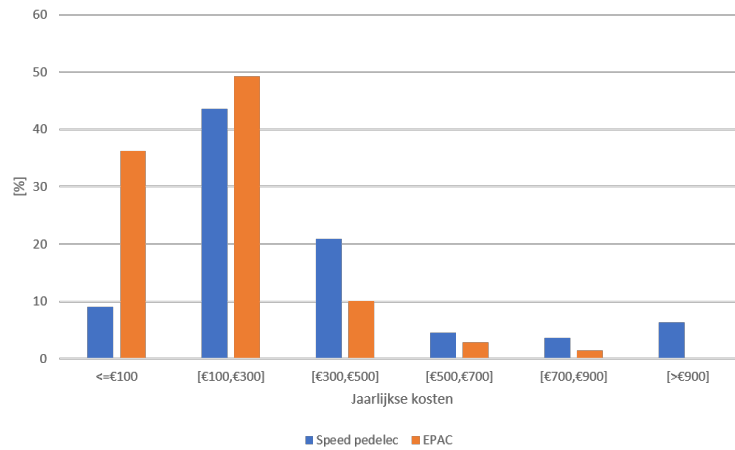


Fig. 72: Jaarlijkse kosten van speed pedelecs en EPACs

€20000 de jaarlijkse kost €4698 is voor een dieselwagen en €4232 voor een benzinewagen [89]. Een betere manier om de kosten van het voertuig te berekenen is de methode van de *total cost of ownership* die voor LEV reeds uitvoerig werd behandeld in hoofdstuk 4.

Mobiel21 heeft op haar website [www.nooitmeerfile.be](http://www.nooitmeerfile.be) een calculator geïntroduceerd waarmee een vergelijking kan worden gemaakt tussen de kost van woon-werkverkeer met de auto en woon-werkverkeer met de fiets. In de standaardsetting komt deze calculator uit op een kost voor elektrisch fietsgebruik dat 13% bedraagt in vergelijking met het autogebruik. Het Europees gefinancierde project PRO-E-BIKE heeft eveneens een online simulator [88] waarmee kan worden berekend hoeveel kan worden bespaard door een elektrische fiets of elektrische scooter in te zetten als bedrijfsvoertuig in plaats van auto's of bestelwagens met verbrandingsmotoren. Ook deze simulator komt uit op grote kostenbesparingen.

### 5.2.5 Beter voor de gezondheid en verlengd behoud van mobiliteit bij senioren en mensen met lichamelijke beperking

Een belangrijk voordeel van de (snelle) elektrische fiets is dat hij toelaat om met minder inspanning een bepaalde snelheid aan te houden. Dit kenmerk wekt de indruk dat elektrisch fietsen als het ware vanzelf gaat en niet in aanmerking kan worden genomen als fysieke inspanning. Bovendien zijn nog teveel consumenten niet correct geïnformeerd over de precieze werking van een elektrische fiets. In een grootschalig onderzoek in Noorwegen [90] bleek 18% van de respondenten niet te weten dat de motor enkel werkt als de fietser pedaleert.

Nochtans groeit het bewijs uit onderzoek dat elektrisch fietsen wel degelijk een fysieke inspanning inhoudt en dat regelmatig gebruik van de elektrische fiets een positief effect heeft op de gezondheid. Berntsen [91] concludeert dat elektrisch fietsen sneller is en minder intens, waardoor je vaker en/of over langere afstanden moet fietsen om dezelfde gezondheidsvoordelen te halen als met een conventionele fiets. Niettemin wordt op een elektrische fiets in hoofdzaak in MPVA (moderate and vigorous physical activity) gereden. Daaruit concluderen de onderzoekers dat de grootste gezondheidswinst kan worden geboekt door autochauffeurs die voor het pendelen hun sedentair gedrag inruilen voor elektrisch fietsen.

De conclusie van Simons, Van Es en Hendriksen [92] is gelijklopend. Het elektrisch fietsen in hun onderzoek was intens genoeg om de huidige aanbevolen norm voor gezondheidsbevorderende fysieke activiteit te halen.

Uit het onderzoek van Peterman [93] blijkt dat elektrisch fietsen een effectieve vorm van actief

transport is dat sommige cardiometabolische risicofactoren binnen de vier weken kan verbeteren. In dit onderzoek wordt een significante verbetering vastgesteld van 2-h post-OGTT (oral glucose tolerance test),  $VO_2$ -max en vermogen.

Actief transport is een eenvoudige manier om fysieke activiteit te integreren in onze dagelijkse activiteiten, zonder daarvoor extra tijd te moeten voorzien in onze dagelijkse agenda. Zoals eerder al gesteld, is de gezondheidswinst het grootst als de elektrische fiets wordt gebruikt ter vervanging van autoverplaatsingen.

Langford [94] concludeert dat het bijkomend genot door het gebruik van een elektrische fiets, gecombineerd met de fysieke gezondheidsvoordelen die men puurt uit het gebruik van dit actief transportmiddel, aangeeft dat elektrische fietsen een middel kunnen zijn om actief transport te promoten bij hen die normaal gezien sedentaire weggebruikers zijn.

Mc Arthur, Dill en Person [95] bevestigen dat elektrische fietsen mensen die anders door fysieke beperkingen of door afstanden niet in staat zouden zijn om te fietsen, toch in staat stellen om zich op twee wielen te verplaatsen. Bovendien stelt de assistentie fietsers in staat om vaker te fietsen, over langere afstanden en om meer vracht te vervoeren.

Uit een onderzoek onder oudere, Australische elektrische fietsers [96] blijkt dat bijna 90% wekelijks fietst en meer dan 34% dagelijks. De onderzoeker concludeert dat het aanmoedigen van elektrisch fietsen oudere mensen zal helpen om gedurende langere tijd actieve transportkeuzes te maken. Ook het onderzoek van Bas de Geus et al. [97] toont aan dat de elektrische fiets een veelbelovend middel is om fysieke activiteit te verbeteren voor diegenen die het meest voordeel kunnen halen van gezondheidsgerelateerde fitheid, met name zij die fysiek inactief zijn, zij die niet fit zijn en oudere mensen.

### 5.2.6 Weinig laadproblemen

Rond dit punt is er nauwelijks wetenschappelijk onderzoek gevoerd.

Lichte, elektrische voertuigen, in het bijzonder elektrische fietsen worden geladen met een conventionele stekker aan een huishoudstopcontact. De autonomie is afhankelijk van heel veel verschillende factoren maar tegenwoordig moet een kwalitatieve, elektrische fiets toch de mogelijkheid bieden om 50km te rijden. Dit volstaat ruimschoots om van thuis naar het werk te rijden en vaak ook om zonder bij te tanken naar huis terug te keren.

Omdat de fiets kan worden opgeladen aan een gewoon stopcontact is er voor de meeste pendelaars wellicht mogelijkheid om de batterij tijdens het werk op te laden. Volgens Dill en Rose [98] is zogenaamde “range anxiety” geen echt probleem bij mensen die een elektrische fiets uitproberen omdat ze een beter begrip krijgen van wat hun voertuig aankan. Bovendien passen ze hun rijtechniek aan en plannen ze hun verplaatsing. Uit het onderzoek van Hyvönen et al. [99] blijkt wel dat wie overweegt om een licht, elektrisch voertuig te gebruiken zich zorgen maakt over het tekort aan laadpunten. Het is bijgevolg belangrijk om de consument op dit punt zo goed mogelijk te informeren.

Voor speed pedelecs kan de mogelijkheid om op het werk te laden belangrijker zijn omdat er met deze fietsen grotere afstanden worden afgelegd. Batterijen van de huidige generatie speed pedelecs kunnen bij felle tegenwind en hoge snelheden toch op 30km leeggereden worden. Elektrische fietsen kunnen, als hun batterij leeg is, door de fietser in nood als conventionele fiets worden gebruikt. Maar gezien het hogere gewicht fietst dat wel iets minder vlot, zeker een speed pedelec.

### 5.2.7 Fun

Tot slot, een positief aspect van elektrische fietsen dat zeker niet mag worden onderschat is het feit dat de trapondersteuning die elektrische fietsen bieden, van fietsen een aangename activiteit maakt waar mensen plezier aan beleven [80]. Dit wordt bevestigd door het eerdervermelde

onderzoek van Mobiel 21: 85 % van de respondenten verklaarden zeer graag met de elektrische fiets te rijden en 12% graag. Voor de conventionele fiets liggen deze percentage respectievelijk op 49% en 26%.

## 5.3 Maatschappelijke troeven

### 5.3.1 Minder emissies

Dit aspect van het gebruik van lichte elektrische voertuigen wordt bepaald door drie kernpunten:

- Lichte, elektrische voertuigen stoten in hun gebruik geen tot nauwelijks emissies uit. Echter, voor een correct begrip van de emissies die ze veroorzaken, dient hun volledige levenscyclus in rekening te worden gebracht
- Tweede essentieel aspect is de oorsprong van de electriciteit waarop ze rijden.
- Ten derde dient te worden nagegaan in welke mate LEVs transportmiddelen vervangen die wel emissies uitstoten.

De eerste twee kernpunten worden uitvoerig behandeld in hoofdstuk 3. Als aanvulling op de eigen cijfers staven we de lage uitstoot van LEV met cijfers van het Duitse federale milieuagentschap uit de tabellen op figuren 73 en 74

	Energy carrier	Energy source	Energy consumption per 100 km	CO <sub>2</sub> emission per 100 km in kg			Energy costs per 100 km
				Upstream (indirect emissions)	Direct emissions	Total emissions	
Car (petrol engine)	petrol	crude oil	7.9 litres	3.24	18.84	22.08	€ 12.008
Car (diesel engine)	diesel	crude oil	6.7 litres	1.72	17.43	19.14	€ 9.447
Pedelec	electric energy	2011 German electricity mix	1 kWh	0.564	0.000	0.564	€ 0.253

Fig. 73: Vergelijking van het gemiddelde energieverbruik en CO<sub>2</sub>-emissies tussen auto's en pedelecs (2011) [100]

	NO <sub>x</sub> emission per 100 km in g			PM <sub>10</sub>		
	Upstream (indirect emissions)	Direct emissions	Total emissions	Upstream (indirect emissions)	Direct emissions	Total emissions
Car (petrol engine)	8.60	22.04	30.64	0.0	0.36	0.36
Car (diesel engine)	6.68	62.72	69.40	0.0	2.69	2.69
Pedelec	0.52	0.0	0.52	0.02	0.0	0.02

Fig. 74: Vergelijking van NO<sub>x</sub>-emissies en fijn stof tussen auto's en pedelecs (2010) [100]

Ook het onderzoek van Kämper, Helms en Jöhrens [101] onderschrijft de zeer lage uitstoot van lichte, elektrische tweewielers.

Voor wat betreft het tweede kernpunt, vullen we aan met Weis et al. [102] die meerdere studies aanhalen om de stelling te staven dat vervuilde emissies gerelateerd aan elektrische tweewielers zeer aanzienlijk kunnen worden verminderd indien steenkool wordt vervangen door aardgas of door hernieuwbare energie voor de productie van elektriciteit en indien de behandeling van de uitlaatgassen van energiecentrales aanzienlijk verbetert.

Wat substitutie betreft, komen Weiss et al. tot de belangrijke conclusie dat de mate waarin elektrische tweewielers de energiebehoefte en de milieu-impact van wegtransport verminderen, afhangt van de omschakeling in transportmiddelen door de consument. Bovendien zullen elektrische tweewielers slechts een significante impact hebben op energieverbruik en milieu-impact voor transport voor zover ze op grote schaal de markt penetreren. Nog volgens deze studie zijn elektrische fietsen op weg naar zo'n grootschalige marktpenetratie omdat zij een duidelijke toegevoegde waarde bieden in vergelijking met een conventionele fiets. Grotere, elektrische tweewielers bieden geen dergelijke toegevoegde waarde en het is mogelijk dat zij de markt enkel op grote schaal zullen penetreren als de voorwaarden veranderen (bv. brandstofprijzen, taxatie en infrastructuur).

Waar bestaand onderzoek aangeeft dat het gebruik van elektrische fietsen gedeeltelijk auto-verplaatsingen vervangt, is er nog geen onomstotelijk bewijs van de mate waarin dit gebeurt. Jones, Harms en Heinen [92] stellen dat er bijkomend onderzoek nodig is om de werkelijke graad te berekenen van het vervangen van auto-gebruik door elektrisch fietsgebruik en ook om na te gaan in welke mate elektrische fietsen bijkomende verplaatsingen genereren. Fyhri en Fearnly [104] komen in dit verband dan wel al tot een positieve conclusie. Hun onderzoeksresultaten tonen aan dat zij die het minst fietsen het meest geïnteresseerd zijn in de aankoop van een elektrische fiets. Ze concluderen daaruit dat het onwaarschijnlijk is dat de elektrische fiets zal leiden tot een grote vermindering in conventioneel fietsen, maar eerder tot het afzien van gemotoriseerd transport en algemeen tot een verhoging van de mobiliteit.

In het kader van het Duitse project "Pedelection" [105] is, door middel van praktijkonderzoek een analyse uitgevoerd van verschuiving van vervoerswijzen en klimaatimpact. Uit de resultaten blijkt dat vermindering van klimaat-relevante emissies door het gebruik van elektrische fietsen vooral hoog is waar frequente autoritten worden vervangen. Dat is het geval voor pendelverkeer, waar volgens de onderzoekers tot 80 miljoen pkm (passenger-kilometre) aan auto-verplaatsingen in Duitsland zouden kunnen worden vervangen door gebruik van elektrische fietsen over afstanden tot 15 km. Bovendien is gebleken dat speed pedelec gebruikers significant meer autoverplaatsingen vervangen dan conventionele elektrische fietsers. Eerder in hun onderzoek, berekenen Kämper, et al. dat het grootste voordeel komt van een overschakeling van de auto naar de elektrische fiets omdat GHG emissies van een elektrische fiets per pkm nauwelijks 10% bedragen van een auto op brandstof. In absolute cijfers wordt volgens hen met deze omschakeling bijna 150 gram GHG emissies per pkm uitgespaard.

### **5.3.2 Beter gebruik openbare ruimte en goedkopere infrastructuur**

We hebben geen echt wetenschappelijk onderzoek teruggevonden over plaatsbesparing door het gebruik van lichte, elektrische voertuigen. De bovenstaande, overbekende foto zegt natuurlijk heel veel. We menen echter dat het nuttig is om dit aspect in een breder perspectief te plaatsen. De kern van de ruimteproblematiek is het feit dat de beschikbare ruimte beperkt is en dat die ruimte niet efficiënt wordt benut. Dit probleem stelt zich uiteraard vooral in de steden en het is ook een groeiend probleem omdat steeds meer mensen in steden gaan wonen. Het inefficiënte gebruik van ruimte is heel vaak op rekening van de auto te schrijven.

Hoewel de meeste auto's ruimte bieden aan 5 personen, is hun gemiddelde bezetting slecht 1,4



*Fig. 75: Vergelijking van plaatsinname*

persoon. Ruimtebeslag hangt ook af van snelheid. Een auto die 30 km/u rijdt gebruikt  $65,2m^2$  per persoon, een fiets aan dezelfde snelheid  $41m^2$  terwijl een stilstaande fiets maar  $1,2m^2$  nodig heeft. Volgens Oostenrijkse berekeningen spaart een volle tram in Wenen 124 auto's uit. [106] Het ruimtebeslag wordt echter vooral verergerd door stilstand. Volgens een Engelse RAC studie [107] zijn auto's maar gedurende 4% van de tijd op de baan terwijl ze 96% van de tijd stilstaan en vaak publieke ruimte innemen.

Promotie van lichte elektrische voertuigen alleen zal op dit vlak allicht weinig ruimtebesparend effect hebben. Om ruimte te creëren is een beleid nodig dat de aanzienlijke inefficiëntie van massaal privaat autobezit aanpakt. Autodelen, delen van lichte, elektrische voertuigen maar ook een sturend parkeerbeleid in de steden kan een gedeeltelijke oplossing bieden. Dat wordt bevestigd door Bühler, et al. [108] die vaststellen dat parkeerbeleid in München, Berlijn, Hamburg, Zurich en Wenen, het belangrijkste beleidsinstrument is geweest om autogebruik te ontmoedigen vooral in de stadscentra.

Een groeiend aantal steden, ook in Vlaanderen, neemt maatregelen om de auto uit de stadskern te weren/bannen. Dat creëert letterlijk ruimte om de infrastructuur beter af te stemmen op duurzame mobiliteit. Steden weten nog niet altijd even goed hoe met die opportuniteit om te gaan. Sensibilisering, informatie over en uitwisseling van best practice zijn wat dat betreft nuttig en nodig. De brochure gepubliceerd in het kader van het Europese project Flow [109] is alvast een goed voorbeeld van dergelijke sensibilisering.

De voorziening van specifieke infrastructuur voor elektrische fietsen gaat doorgaans om uitbreiding en verbetering van bestaande fietsinfrastructuur. Bijgevolg komen infrastructuurwerken voor elektrische fietsen ook conventionele fietsen ten goede. Hoewel er nog geen specifiek onderzoek is gedaan naar het rendement van investeringen in infrastructuur voor elektrische fietsen, is er een overvloed aan onderzoek waaruit blijkt dat het rendement op investeringen in fietsinfrastructuur bijzonder hoog is.

Een Nieuw-Zeelands onderzoek [110] kwam uit op een rendement van €14.99 voor elke €0.62 die in fietsinfrastructuur zou worden geïnvesteerd. Het rendement komt voort uit verminderde gezondheidskosten als gevolg van betere luchtkwaliteit, een verbetering van algemene gezondheids- en fitnessniveaus door fysieke activiteit en minder verkeersdoden en -slachtoffers. Het Britse Verkeersministerie achtte een rendement van 2:1 uit infrastructuurinvesteringen zeer hoog, tot een nieuwe berekeningsmethode werd geïntroduceerd. Daarbij werden niet alleen besparingen in reistijd, congestie en ongevallen in aanmerking genomen, maar ook de gezondheidsvoordelen van investeringen. Sindsdien zijn de gezondheidsvoordelen die kunnen resulteren uit transportinvesteringen een volwaardig onderdeel van de evaluatie en het beslissingsproces. Uit een literatuuronderzoek uit zowel het Verenigd Koninkrijk als daarbuiten [111] blijkt dat

bijna alle studies concluderen dat economische voordelen van investeringen in wandel- en fietsinfrastructuur zeer significant zijn. Het mediaan resultaat voor alle geïdentificeerde data is 13:1 en voor data uit het Verenigd Koninkrijk alleen zelfs 19:1. De onderzoekers besluiten dat een significante verschuiving van de auto naar duurzame middelen en een beleid gericht op actieve verplaatsingen het potentieel bieden van significante voordelen en een zeer hoog rendement. Overigens ligt de effectieve investeringskost in infrastructuur voor actieve verplaatsingen een stuk onder de kost voor investeringen in infrastructuur in autoverkeer. In de eerder vermelde Flow brochure wordt aangegeven dat de aanleg van 1km fietssnelweg 1,8 miljoen kost tegenover 8,24 miljoen voor 1km weg voor autoverkeer.

In de meeste analyses worden enkel de directe voordelen in de berekeningen opgenomen. Saelsen [112] onderstreept echter dat in een volledige analyse ook rekening dient gehouden met de verminderde externe kosten door de reductie van het autoverkeer en de vermindering van de parkeerkosten. Bovendien moeten, om de kosten-batenanalyse volledig te houden, ook de voordelen worden becijferd die niet worden gerealiseerd doordat gemotoriseerd verkeer mensen ervan weerhoudt om zich zoveel actief te verplaatsen als ze effectief willen.

### 5.3.3 Vermindering verkeerscongestie

Volgens een Flow Project rapport [113] zijn er tot nog toe weinig studies inzake de rol van actieve verplaatsingen in het verminderen van congestie. Niettemin identificeert zowel Litman als een OECD/EMT-studie de verbetering van multimodaal transport met inbegrip van (elektrisch) fietsen als meest veelbelovend, omwille van de lage kost en de potentiële invloed van deze maatregelen op een omschakeling. Daar tegenover staat dat slechte omstandigheden voor actieve verplaatsingen leiden tot een lager aandeel van dergelijke verplaatsingen en mensen er toe aanzetten om zelfs voor korte verplaatsingen de auto te gebruiken.

Dit heeft ondermeer te maken met het feit dat maatregelen om actieve verplaatsingen te bevorderen niet tot doel hebben om congestie te verminderen. En aangezien congestie niet het hoofddoel is, is het ook geen belangrijk aspect in de evaluatie van de maatregelen. Bovendien is het moeilijk om verandering in congestie te meten omdat, modal shift vaak pas over een langere termijn duidelijk wordt.

Soms is vermindering van congestie een indirect effect van maatregelen om actieve verplaatsingen aan te moedigen. Een groter aantal wandelaars en (elektrische) fietsers heeft een positief effect op de verkeersveiligheid. Dit vermindert congestie verder op lange termijn. Doordat weggebruikers zich veiliger gaan voelen te voet of op de fiets schakelen ze gemakkelijker over.

Een van de essentiële factoren in dit proces is lage snelheid. Om actieve verplaatsingen zo veilig mogelijk te maken, moet het verschil in snelheid met andere vervoermiddelen zoveel mogelijk worden verkleind. Zo ontstaat een vlottere verkeersstroom en is de kans groter dat het verkeer zichzelf gaat regelen zonder daarvoor gescheiden fietsfaciliteiten te moeten voorzien.

Uit een Flow bevraging van experts blijkt dat zij een combinatie van maatregelen voorstellen, zowel om actieve verplaatsingen te ondersteunen als om autogebruik te beperken door verhoging van de kosten, het verminderen van beschikbare ruimte voor auto's en het herverdelen van de tijd die aan de diverse transportmodi wordt toebedeeld (bv. d.m.v. beheer verkeerslichten).

Niettemin waarschuwen de experts voor het feit dat beleids mensen vaak vrezen dat promotie van actieve verplaatsingen een negatief effect zal hebben op congestie of zich helemaal niet bewust zijn van het feit dat actieve verplaatsingen congestie gunstig kunnen beïnvloeden. Vaak halen zij ook aan dat de inperking van het autoverkeer politiek moeilijk te verkopen valt.

De invloed van een groter gebruik van elektrische fietsen op congestie zou parallel moeten lopen met de invloed van een groter fietsgebruik. De enige uitdrukkelijke verwijzing daarnaar is in het Flow rapport naar een studie van Goudappel en Coffeng (2011). Deze studie stelt dat een verhoging van elektrisch fietsgebruik in Nederland potentieel 9,4 miljoen uren autorijden kan uitsparen.

Bijzonder interessant in dit verband tenslotte is het fenomeen van verkeersevaporatie dat verklaard wordt door de paradox van Braess. Dit houdt in dat het volledig autovrij maken van filetrajecten het verkeersvolume kan reduceren omdat individuen hun trajecten, planning, verplaatsingsfrequentie of keuze van transportmiddel aanpassen.

Een voorbeeld van dergelijke verkeersevaporatie vond plaats in het Parc Rives de Seine, een 8ha autovrij gebied in het centrum van Parijs. Voordien was het gebied een expresweg langs de rivier met zeer zwaar verkeer. Zes maanden na de invoering van de maatregel registreerde Parijs elke dag 28,8% minder autos in het centrum van de stad (februari 2017 i.v.m. 2016) [114]

Voor wat congestie betreft, kunnen ook elektrische bromfietsen, scooters en motorfietsen zeker een rol spelen, vooral in langere, structurele files. Een case-study van Transport & Mobility Leuven [115] toont aan dat motorfietsen kunnen bijdragen tot vermindering van de files en van de emissies. Het gebruik van elektrische voertuigen zou de impact op de emissies uiteraard nog versterken.

#### 5.3.4 Verbeterde volksgezondheid

We hebben in hoofdstuk 5.2 de positieve effecten op de individuele gezondheid al besproken. De literatuur geeft aan dat er ook een positief saldo is voor de algemene volksgezondheid niet alleen door het feit dat mensen meer bewegen om zich te verplaatsen, maar ook door betere luchtkwaliteit, grotere verkeersveiligheid en een vaak onderschat fenomeen: vermindering van het lawaai.

Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is lawaai na vervuiling, de tweede belangrijkste milieu-oorzaak van hartproblemen. Een studie in opdracht van DG Milieu [115] heeft gevonden dat lawaai veroorzaakt door transport in Europa bijdraagt tot:

- 910.000 bijkomende gevallen van hypertensie
- 43.000 ziekenhuisopnames per jaar
- Minstens 10.000 vroegtijdige overlijdens per jaar als gevolg van coronaire hartziekten en beroertes

Over het effect van een verhoogd gebruik van elektrische fietsen op lawaai, stelt het eerder vermelde rapport, *Electric bikes, get things rolling*, [116] het volgende. Algemeen zijn de lawaai-emissies van fietsen laag, dat geldt ook voor elektrische fietsen. Verkeerslawaai kan worden verminderd door over te schakelen op stillere vervoerswijzen. Fietsen en bakfietsen, met of zonder elektrische assistentie, hebben wat dit betreft een onbenut potentieel. Een stillere omgeving is nog een reden waarom mensen en het milieu voordelen halen uit een toenemend aantal fietsers. De grootste vermindering in lawaai kan worden gerealiseerd door wegen om te vormen tot fietswegen en voetgangerszones en door een 30km/u snelheidslimiet in te voeren.

Een nuttig instrument om de precieze voordelen op het vlak van volksgezondheid te becijferen is HEAT for Cycling, ontwikkeld door de WHO [117]. Dit is een eerste stap in de richting van het harmoniseren van de methodologie om voor een bevolkingsgroep de gezondheidsvoordelen van fietsen te becijferen. Met HEAT kan een schatting worden gemaakt van maximale en gemiddelde jaarlijkse voordelen in termen van verminderde mortaliteit als gevolg van fietsen. Het instrument is echter (nog) niet specifiek aangepast in functie van elektrisch fietsen.

De European Cyclists' Federation heeft in een uitgebreide becijfering [118] van de gezondheidsvoordelen van fietsen van HEAT gebruik gemaakt. Volgens ECF zijn de gezondheidsvoordelen van (elektrisch) fietsen echter niet alleen verminderde mortaliteit maar ook verminderde morbiditeit, mentale gezondheidsvoordelen, specifieke gezondheidsvoordelen voor kinderen, verminderd absentisme en verbeterde verkeersveiligheid. Volgens de recentste ECF-berekeningen (2016) komt de totale gezondheidswinst voor de EU-28 uit op €191,27 miljard.

Daarbij erkent ECF dat elektrisch fietsen een nieuw aspect toevoegt aan de discussie over de gezondheidsvoordelen van fietsen. Het is in groeiende mate een psychologische kwestie met betrekking tot motivatie, technologische aantrekkelijkheid en trendsetting, die nieuwe groepen kunnen aantrekken die anders niet zouden fietsen. Volgens ECF zijn ook de gezondheidsvoordelen van elektrisch fietsen substantieel.

In België is voor een economische evaluatie van het fietsgebruik in Brussel in opdracht van het Brussels ministerie voor de regio Brussel-hoofdstad [119] gedeeltelijk gebruik gemaakt van HEAT. Uit deze analyse komt naar voor dat, van alle baten die kunnen resulteren uit verhoogd fietsgebruik, de gezondheidswinst het grootste voordeel biedt. Het onderzoek komt uit op 100 (2012) en 500 (2020) minder chronisch zieken en hospitalisaties. Voor wat betreft de morbiditeit komt de evaluatie uit op een winst van €30 miljoen in 2012 en €100 miljoen in 2020.

### 5.3.5 Sociale gezondheidsvoordelen

In hun onderzoek naar gezondheidsvoordelen van fietsen geven Garrard, Rissel, et al. (2012) [120] een overzicht van de sociale gezondheidsvoordelen die actief transport kunnen bieden. Daarbij verwijzen ze uitgebreid naar bestaande literatuur die ondermeer het volgende aangeeft. Een stedelijke omgeving op mensenmaat die actieve verplaatsingen aanmoedigt en autogebruik ontmoedigt, kan sociale interactie, betrokkenheid bij de gemeenschap, leefbaarheid en faciliteiten verbeteren. Anderzijds impliceert het aanbieden van wegruimte voor hoge volumes van autoverkeer tegen hoge snelheden, een kost voor andere weggebruikers en plaatselijke bewoners in termen van ontwrichting van de gemeenschap, lawaai, sociale isolatie, uitdeining van de steden, beperking van de mobiliteit van kinderen en van hun mogelijkheden tot sociale interactie en om buiten te spelen. Garrard, Rissel, et al. bevestigen ook dat er bewijs is dat compactere, toegankelijke stadsconcepten die actieve verplaatsingen ondersteunen, leiden tot minder criminaliteit door verhoogde straatactiviteiten en dito sociale controle. (Elektrisch) fietsen draagt bij tot sociale inclusie omdat het een relatief goedkoop vervoermiddel is, toegankelijk voor mensen die geen eigen auto hebben.

ECF bevestigt [121] dat elektrisch fietsen de toegankelijkheid tot werkgelegenheid vergroot maar ook tot plaatsen voor sociale en culturele uitwisseling. Het kan mensen van verschillende achtergronden en sociale lagen samenbrengen en zo de sociale cohesie verbeteren.

### 5.3.6 Jobcreatie en bijdrage tot groene economie

Het meest uitgebreide document met betrekking tot jobcreatie en bijdrage tot de groene economie door actieve verplaatsingen [122] is van het Transport, Health and Environment Pan-European Programme (THE PEP) partnership, onderdeel van WHO. Daarin staan heel wat veelbelovende feiten. Ook is de potentiële jobcreatie berekend voor 56 Europese steden, mochten die het fietsniveau van Kopenhagen bereiken. THE PEP komt uit op 76.600 nieuwe jobs, maar we menen dat, door inaccurate basisgegevens, deze uitkomst niet betrouwbaar is en wellicht in werkelijkheid veel hoger ligt. Voor Brussel is bijvoorbeeld verkeerdelijk uitgegaan van een bevolking van 163.000 met 37 bestaande jobs en een potentiële jobcreatie van 157. Het

spreek voor zich dat deze gegevens niet correct zijn.

Niettemin schuift THE PEP een aantal interessante feiten en vaststellingen naar voor. Hun definitie van jobs in groene en gezonde mobiliteit biedt ongetwijfeld een interessante basis voor toekomstig onderzoek. Het begrip jobs in groene en gezonde mobiliteit mag niet worden beperkt tot jobs die direct gelinkt zijn aan actieve verplaatsingen, maar moet ook worden uitgebreid tot jobs die onrechtstreeks gelinkt zijn, bijvoorbeeld op het vlak van vermindering van de vraag naar verplaatsingen, vermindering van autogebruik, etc. Bovendien moet het gaan om jobs die deel uitmaken van een bredere oplossing voor klimaatverandering door te helpen om de nodige reducties in emissies en verbetering in energie-efficiëntie te bewerkstelligen. Deze jobs dragen tegelijkertijd bij tot het gebruik van veiliger, schoner en meer actieve transportmiddelen die direct kunnen leiden tot vermindering van gezondheidsrisicos.

Het spreekt voor zich dat alle jobs direct of indirect gelinkt aan het gebruik van lichte, elektrische voertuigen in deze definitie passen, hoewel de klassieke terminologie vaak enkel wandelen en fietsen vermeldt. De verkoopsresultaten van de elektrische fiets tonen aan dat het steeds belangrijker wordt om dit vervoersmiddel een duidelijke plaats te geven onder de noemer fietsen of het expliciet aan het begrip wandelen en fietsen toe te voegen. In 2015 hadden elektrische fietsen in Nederland een aandeel in de verkoopsaantallen van 28%, maar een aandeel in de verkoopsinkomsten van 57%, goed voor een totaal van €514 miljoen. In België werden vorig jaar 186.200 elektrische fietsen verkocht met een gemiddelde prijs van € 2.260 [123]. Dat is goed voor een omzet van meer dan € 420 miljoen.

Nog volgens THE PEP genereren investeringen in groen en gezond transport meer jobs dan investering in wegen. Per € 1 miljoen omzet in de Franse fietsindustrie zijn er ongeveer 10 jobs, tegenover slechts 2,5 jobs voor dezelfde omzet in de automobieliindustrie. Als we diezelfde ratio toepassen voor Nederland en België betekent dit dat alleen al de verkoop van elektrische fietsen goed is voor meer dan 500 jobs in Nederland en 420 banen bij ons.

Een ander belangrijk aspect is dat het in veel gevallen gaat om lokale jobs die het gemiddelde inkomen van de lokale bevolking verhogen en zo de plaatselijke economie versterken, omdat een deel van het verhoogde inkomen wordt gespendeerd aan lokale diensten. Het gaat daarbij om een grote variatie aan werk waarbij mensen met uiteenlopende graden van scholing kunnen worden ingezet. Door de creatie van nieuwe soorten diensten, zoals bijvoorbeeld sharing systemen of fietslogistiek, ontstaan er ook nieuwe soorten jobs.

Deze jobcreatie gaat gepaard met grote gezondheidswinst omdat de bevordering van actief transport kan resulteren in het vermijden van grote aantallen vroegtijdige overlijdens. Volgens THE PEP is er inmiddels voldoende bewijs voor de stelling dat de groene en gezonde transportsector een significante werkgever kan zijn die een aanzienlijke bijdrage levert tot de groene economie. Wij menen dat deze stelling van toepassing is op niet alleen het klassieke wandelen en fietsen maar ook op de promotie en het gebruik van diverse soorten lichte, elektrische voertuigen.

THE PEP concludeert dat toenemende investeringen in openbaar vervoer en actieve transportmiddelen een vitale stap is op weg naar een groene economie.

### **5.3.7 Attractief voor toerisme**

Beperking van het autogebruik en bevordering van actief transport dragen ongetwijfeld bij tot het leefbaarder maken van steden. Minder emissies, meer verkeersveiligheid, minder lawaai, een groenere, lokaal verankerde economie, betere sociale cohesie, een gezondere bevolking, ... zijn

evenzovele aspecten die de stad attractiever maken, niet alleen voor de lokale bevolking maar evengoed voor toeristen. Sommige steden maken gebruik van die verbeterde leefbaarheid om zich ten aanzien van potentiële bezoekers te promoten. Het beste voorbeeld hiervan is ongetwijfeld Kopenhagen.

Kopenhagen verkoopt zich als stad van de fietsers [124] en stelt dat de uitstekende fietsomstandigheden de aandacht hebben getrokken in het buitenland en bijgevolg een effectief marketinginstrument zijn om Kopenhagen aan te prijzen als een moderne, gezonde en aantrekkelijke metropool. Time Magazine, bijvoorbeeld, zette Kopenhagen op de vijfde plaats in de rangschikking van s werelds meest aantrekkelijke toeristische bestemmingen in 2010, gedeeltelijk omwille van de fietsomstandigheden. In 2009 en 2010 kwam Kopenhagen tweede in de rangschikking van meest leefbare stad van het Amerikaanse lifestyle magazine Monocle, waarbij de fietscultuur als één van de redenen werd aangehaald. Hoewel Kopenhagen toegeeft dat het moeilijk is om een precieze economische waarde op die leiderspositie in het fietsen te kleven, heeft het aanprijzen van de stad als fietsvriendelijk een positieve impact op het aantrekken van internationale conferenties, hoog-opgeleide nieuwe inwoners en hotelgasten.

## 5.4 Conclusie troeven

In de bovenstaande hoofdstukken zijn de aanzienlijke individuele en maatschappelijke troeven van LEVs, in het bijzonder elektrische fietsen toegelicht. Deze troeven blijken zo omvattend dat we met Weis, et al. [125] het volgende willen concluderen: als Europa van plan is om zijn transport-gerelateerde koolstofdioxide emissies, stedelijk lawaai en luchtvervuiling en verkeer binnen de stad te verminderen, dan moeten beleidsmakers overwegen om elektrische tweewielers te ondersteunen. De winst die kan geboekt worden met het bevorderen van het gebruik van LEVs is van die aard dat het significant kan bijdragen tot het realiseren van de doelstellingen vastgelegd in een aantal regionale/nationale en internationale beleidsdocumenten. Hieronder een niet-exhaustieve opsomming:

- Het CPT Actieplan [126] is in de eerste plaats gericht op een doorbraak van elektrische voertuigen om enkele gestelde opportuniteiten te realiseren. LEVs kunnen zonder enige twijfel bijdragen tot de realisatie van volgende opportuniteiten:
  - Vermindering energieafhankelijkheid van aardolieproducten
  - Verbetering van de lucht- en geluidskwaliteit
  - Tegengaan klimaatverandering
  - Integreren van hernieuwbare energiebronnen in de transportsector
  - Versterken van onze economie, het stimuleren van innovatie en de creatie tewerkstelling
  - Katalyseren van nieuwe mobiliteitsconcepten.
- LEVs bieden een adequaat antwoord op volgend voorschrift in het Europees Witboek Transport [127]: *het gebruik van voertuigen op klassieke brandstoffen in de stad halveren tegen 2030; en volledig verbieden tegen 2050; de stadsdistributie tegen 2030 grotendeels CO<sub>2</sub>-vrij maken.*
- LEVs kunnen een aanzienlijke bijdrage leveren tot het behalen van de Europese 20-20-20 doelstellingen vooral het verminderen met 20% van GHG emissies en het verminderen met 20% van de energieconsumptie tegen 2020. [128]
- LEVs kunnen helpen om de doelstellingen te realiseren van Richtlijn 2008/20EG betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa. [128]

- Tot slot zijn LEVs een middel om een belangrijke bijdrage te leveren tot het realiseren van het Klimaatakkoord van Parijs (2015). [129]

## Deel IV

# Hindernissen en marktwerking

## 1 Scope van de studie

Uit deel III blijkt dat het potentieel van licht elektrische voertuigen op gebied van energiebesparing, reductie van de milieu-impact en kostenbesparing in de mobiliteitssector erg veelbelovend is. Ten opzichte van andere vervoersmodi beschikken, zoals blijkt uit deel III hoofdstuk 5 de LEV over heel wat troeven zowel voor de bestuurder zelf als voor de brede maatschappij.

Toch zijn er heel wat belemmeringen die een massale doorbraak van dergelijke voertuigen in de weg staan. In hoofdstuk 2 van deel IV worden de voornaamste hindernissen in kaart gebracht. Het rapport is gebaseerd op ervaringen van KU Leuven met een uitleendienst voor speed pedelecs, een enquête beantwoord door 259 gebruikers van lichte elektrische voertuigen, en beschikbare resultaten van nationale en internationale studies.

Om de voertuigen toegankelijk te maken is een goede marktwerking noodzakelijk. In hoofdstuk 3 van deel IV wordt dieper ingegaan op hoe de markt voor LEV er vandaag uitziet.

## 2 Hindernissen

De oplijsting van de belangrijkste belemmeringen voor een grote doorbraak van LEV is gebaseerd op projectresultaten van binnen- en buitenlandse onderzoeksgroepen, gesprekken gevoerd met (snelle) elektrische fietsers in het kader van doctoraatsonderzoek binnen KU Leuven, een vragenlijst beantwoord door 259 LEV gebruikers, en ervaringen met uitleendiensten van speed pedelecs (KU Leuven) en elektrische fietsen (Vrije Universiteit Brussel).

### 2.1 Hindernissen voorgelegd aan bestuurders van licht elektrische voertuigen

In een vragenlijst (zie bijlage VI) die via verschillende kanalen werd uitgestuurd naar gebruikers van lichte elektrische voertuigen werd gepolst naar het relatieve belang van bepaalde hindernissen waarmee de LEV-bestuurder geconfronteerd wordt. Er werd een lijst met hindernissen voorgesteld op basis van commentaren van proefpersonen in eerder onderzoek van KU Leuven. Aan de invullers van de enquête werd gevraagd met welke van volgende hindernissen ze het meeste werden geconfronteerd.

- Afwezigheid van fietsinfrastructuur: geen fietspaden, gevaarlijke punten, geparkeerde voertuigen, ... (zie punt 2.2)
- Invloed van het wegdek: grind, boomwortel, niveauverschillen, putten, ... (zie punt 2.2)
- Ingewikkelde en moeilijke regelgeving: onduidelijkheid rond bepaalde verplichtingen (zie punt 2.3)
- Parkeerinfrastructuur: fietsenstalling, geen aangepaste stallingen, ... (zie punt 2.4)
- Diefstalrisico: moeilijke beveiliging, ... (zie punt 2.5)
- Aanbod laadinfrastructuur: geen aanwezig, ingewikkeld, niet veilig, ... (zie punt 2.6)
- Kwaliteit voertuig: vaak problemen, lekke banden, ... (zie punt 2.7)
- Andere hindernissen (zie punt 2.11)

De enquête werd hoofdzakelijk beantwoord door klassieke elektrische fietsgebruikers (EPAC) en speed-pedelecgebruikers. Een totale gewogen score werd opgemaakt voor elk van de voorlegde hindernissen. Hoe hoger de score, hoe groter het relatieve belang dat aan de hindernis wordt gehecht. De score werd berekend door waarden tussen 1 en 8 toe te kennen aan de ranking van de verschillende hindernissen, volgens de gebruikers. Vervolgens werd het percentage van het aantal gebruikers die een bepaalde plaats toe kende aan een hindernis vermenigvuldigd met deze toegekende waarden. Concreet maakt dit dat, indien 49% van de gebruikers “afwezigheid van fietsinfrastructuur” op 1 plaatsen en 29% op 2 enzo verder, de totaal gewogen score resulteert in  $49 * 8 + 29 * 7 + \dots$

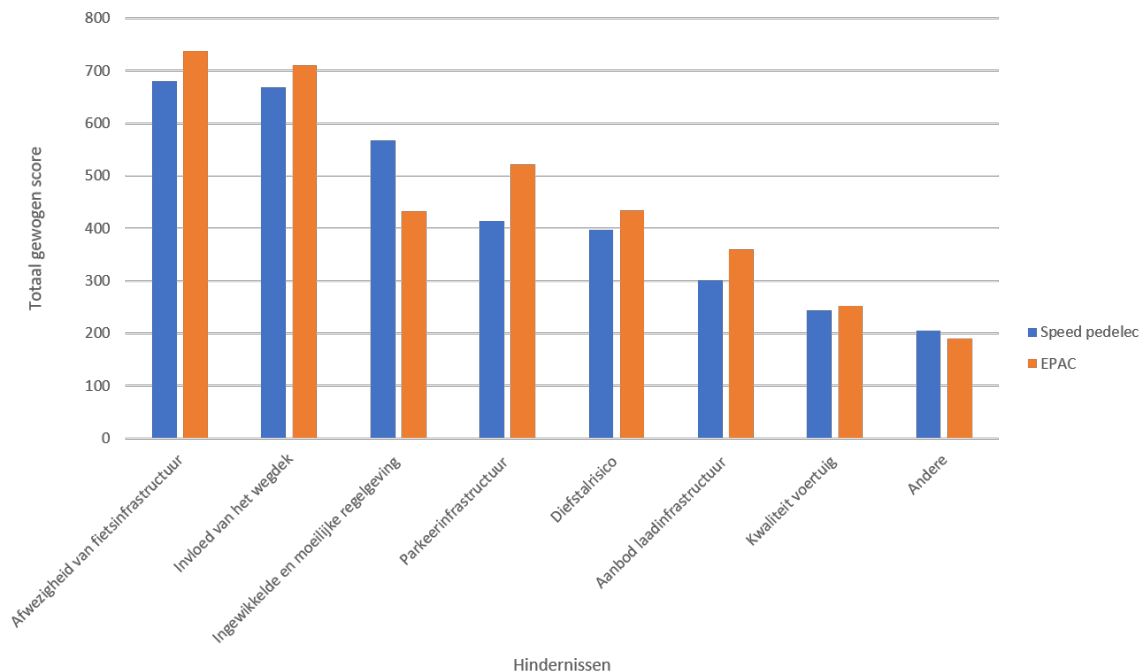


Fig. 76: Hindernissen in volgorde van belangrijkheid door de bevraagde gebruikers

Op figuur 76 is duidelijk dat EPAC en speed-pedelecgebruikers de hindernissen op gelijkaardige wijze inschatten, op de regelgeving na. Uit het rapport van de studie over de regelgeving van lichte elektrische voertuigen blijkt duidelijk de huidige moeilijkheid om als gebruiker volledig in orde te zijn met de vigerende wetgeving. Het is duidelijk dat de gebruiker ook hiermee worstelt. Hieronder worden de belangrijkste hindernissen verder besproken en gedocumenteerd met praktijkvoorbeelden

## 2.2 Gebrekkige weginfrastuctuur

De twee belangrijkste belemmeringen door de LEV gebruikers aangeduid betreffen de gebrekkige weginfrastuctuur: de afwezigheid van fietsinfrastructuur en de gebrekkige staat van het wegdek. Uit een onderzoek van het Nationaal Verkeerskundig Congres blijkt dat goede infrastructuur niet alleen het (elektrisch) fietsgebruik kan verhogen maar dat deze ook cruciaal is voor het reduceren van het aantal ongevallen [130].

De relatieve toewijzing van verkeersongevallen aan bepaalde infrastructurele gebreken wordt weergegeven op figuur 77.

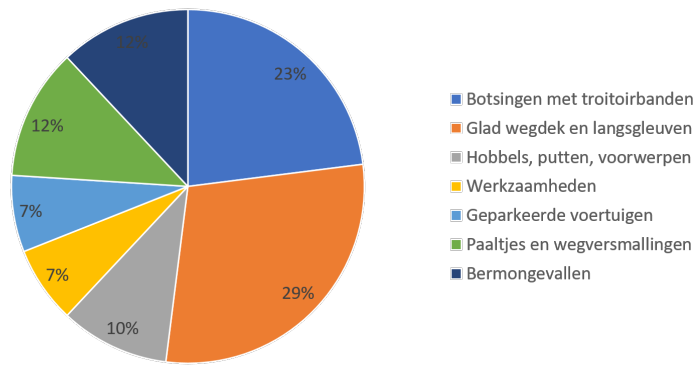


Fig. 77: Aanleidingen van verkeersongevallen met betrekking tot verkeersinfrastructuur

Dat (elektrische) fietsers zich zorgen maken over de veiligheid is niet verwonderlijk als de volgende statistieken worden geïnterpreteerd. Volgens Rik Gheysens [131] die de officiële verkeersstatistieken analyseert, blijkt dat in ons land de zwakke weggebruikers (incl. motorrijders) ongeveer 40% van het aantal verkeersdoden en ernstig gekwetsten uitmaken. In vergelijking met andere landen is dit een hoog percentage. Op figuur 78, gepubliceerd door de European Cyclist's Federation, is te lezen dat er in België 41 dodelijke ongelukken per miljard gefietste kilometers vallen. Als men het aantal zwaargewonden 10 keer zo groot inschat als het aantal overlijdens, dan komt dit op 2.5 miljoen af te leggen kilometers alvorens er een dode of zwaargewonde valt. Deze statistiek betekent voor een werknemer die op 25km afstand van het werk woont en zijn hele carrière pendelt met een (elektrische) fiets (ongeveer 440.000 pendelkilometers) 17.6% kans om te overlijden of zwaar gewond te raken in het verkeer!

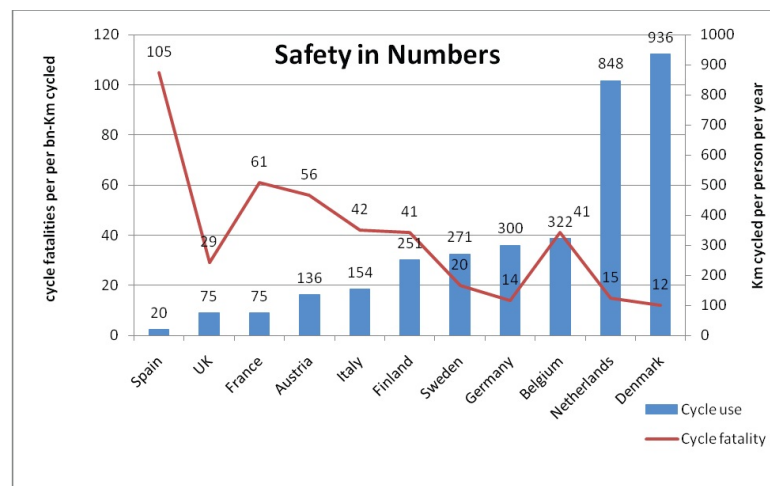


Fig. 78: Aantal verkeersdoden per km

### 2.2.1 Vademecum Fietsvoorzieningen

De Vlaamse overheid is zich bewust van het feit dat vooral goede infrastructuur deze ongevallen-cijfers kunnen doen dalen. Daarom publiceert ze sinds 2002 het Vademecum Fietsvoorzieningen met richtlijnen voor het de inrichting van aangepaste infrastructuur voor fietsers. De laatste versie (2017) is beschikbaar via [132]. Het vademecum spreekt van een ontwerpsnelheid van 30km/u voor de infrastructuur, wat een stuk onder de kruissnelheid ligt van speed pedelecs. Het

vademecum maakt voorts nergens melding van nieuwe lichte elektrische voertuigen. In hoofdstuk 4.12 van het vademecum wordt wel aandacht besteed aan de plaats van de bromfietsen op de weg. De nieuwe regel verplicht bestuurders van tweewielige bromfietsen klasse B en speed pedelecs op het fietspad (gemarkeerd of gesignaleerd door D7) te rijden als er een snelheidsbeperking hoger dan 50 km/u geldt en laat de keuze tussen fietspad en rijbaan aan de bestuurder over wanneer de snelheid beperkt is tot 50 km/u of minder. In dienstorder LIN/AWV 2003/3 worden de ingrepen beschreven die nodig zijn om de overgang van gescheiden naar gemengd verkeer op een veilige wijze te laten verlopen.

De feedback van LEV gebruikers in de verschillende uitleendiensten maakt duidelijk dat er nog een lange weg te gaan is.

Al wordt door vele LEV gebruikers de investeringen van Vlaanderen in nieuwe fietsinfrastructuur wel toegejuicht. De zogenaamde fietssnelwegen die worden uitgerold betekenen een serieuze tijdswinst voor de meeste LEV gebruikers. Onder meer het CHIPS-project [133], het Oost-West-as tracé en de fietsostrades in Antwerpen zijn voorbeelden die door gebruikers werden aangehaald. Een compleet overzicht van alle fietssnelwegen kan teruggevonden worden op [www.fietssnelwegen.be](http://www.fietssnelwegen.be).

### **2.2.2 Praktijkvoorbeelden van slechte fietsinfrastructuur**

Betreffende de infrastructuur onderscheiden we drie soorten problemen: een niet-optimale inplanting op de openbare weg, een gebrekkige uitvoering van de fietsinfrastructuur en de staat van de fietsinfrastructuur. De drie punten worden met fotomateriaal, aangereikt door LEV-gebruikers, geïllustreerd.

#### **Inplanting van de fietsinfrastructuur**

Ondanks het bestaan van het vademecum voor fietsvoorzieningen wordt nog vaak op een weinig doordachte manier fietsinfrastructuur ingeplant op de openbare weg. Hierdoor ontstaan conflicten met andere weggebruikers of worden gevaarlijke situaties gecreëerd voor de fietser zelf. Deze situaties zijn genoegzaam bekend bij fietsgebruikers, maar worden versterkt door de vaak hogere snelheden van (snelle) elektrische fietsen.

Figuur 79 toont bijvoorbeeld de inplanting van een bushok nabij het fietspad. Hierdoor zijn conflicten tussen wachtende of in- en uitstappende busreizigers en fietspadgebruikers onvermijdelijk. Deze conflicten worden ernstiger naarmate de fietspadgebruikers zwaarder zijn en hogere snelheden halen zoals bij de meeste lichte elektrische voertuigen het geval is.

Vergelijkbaar hiermee is het probleem van op- en afritten die fietspaden moeten overkruisen (zie figuur 80). De auto's op de opritten van de huizen moeten eerst op het fietspad rijden alvorens ze op de weg kunnen betreden. De achteruitbollende chauffeurs zijn vaak niet voorbereid op snel aankomende voertuigen.

In Vlaanderen wordt op vele plaatsen infrastructuur gedeeld tussen voetgangers en fietsers zoals te zien is in figuur 81. Het grotere verschil in snelheid tussen bijvoorbeeld een speed pedelec en een voetganger levert potentieel gevaar op. Het probleem van de snelheidsverschillen op de gedeelde fietspaden krijgt veel aandacht, maar het snelheidsverschil is er in absolute cijfers vaak een stuk lager dan het snelheidsverschil tussen een tweewieler en een auto op een gewestweg als deze op figuur 82.

#### **Uitvoering van de fietsinfrastructuur**

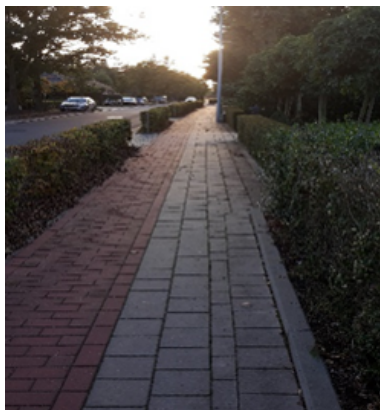
Soms wordt voldoende aandacht besteed aan een veilige inplanting, maar zorgt de praktische uitvoering toch weer voor gevaarlijke situaties door plotse onderbrekingen, gevaarlijke kruis-



*Fig. 79: Bushok nabij fietspad*



*Fig. 80: Geparkeerde wagens en opritten*



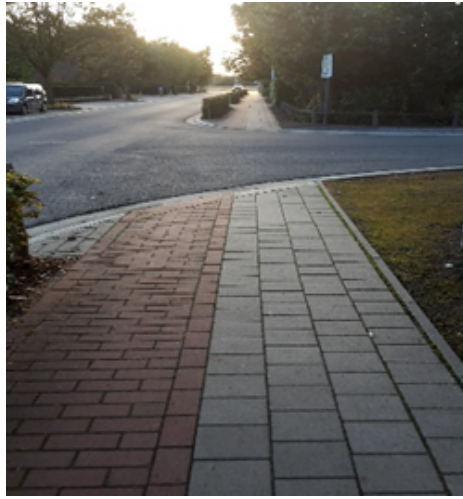
*Fig. 81: Fietspad naast voetpad*



*Fig. 82: Fietspad naast drukke snelweg*

punten, overkruisingen van de straat, obstakels, ... Op figuur 83 wordt het gevaar geïllustreerd dat zich vaak voordoet aan zijwegen die uitmonden op een hoofdweg. De autobestuurders zullen omwille van de zichtbaarheid ter hoogte van het fietspad wachten om af te slaan, met mogelijke conflicten met (snellere) tweewielers. Veel beter is de situatie zoals voorgesteld op figuur 84 waarbij het fietspad duidelijk gemarkeerd doorloopt, en alle onduidelijkheid wegneemt.

Op sommige landelijke wegen, zoals die op figuur 85 wordt aan de zijkant wegverharding geplaatst om het kruisen van wagens gemakkelijker te laten verlopen. Sommige van deze wegverhardingen zijn ronduit gevaarlijk voor voertuigen met dunne wielen. Maar de strook geeft ook verkeerdelijk de indruk aan wegbestuurders als zou het een fietspad zijn. Bij tegenliggend verkeer wordt de zwakke weggebruiker dus op deze strook gedwongen wat een gevaarlijke en zeer oncomfortabele situatie met zich meebrengt. Ook deze situaties worden gevaarlijker naarmate de snelheid toeneemt. Een fietser die 2 seconden onoplettend is, legt een afstand van 10m af. Een speed pedelec gebruiker kan in die tijd een afstand van 25m overbruggen. De kleinste stuurfout kan bij dit soort randen grote gevolgen hebben. Op andere plaatsen zijn de bochten die door fietsers moeten genomen worden nauwelijks te nemen bij hogere snelheden. Een voorbeeld van dergelijke situatie is te zien op figuur 86. De inplanting van fietsoversteekstroken is hier bovendien zo gebeurd dat de fietser wordt gedwongen de straat over te steken. Dit gebeurt zonder enige aanduiding van voorrang. Het stilstaan van de auto op de fietsstrook zorgt uiteraard ook voor hinder in vlot fietsverkeer.



*Fig. 83: Onderbroken fietspad aan zijstraat*



*Fig. 84: Doorlopend fietspad aan zijstraat*



*Fig. 85: Gevaarlijke afscheiding tussen weg en berm*



*Fig. 86: Overkruising van de straat*

## Staat van het wegdek

Ook uit onderzoek van de Fietsersbond, uitgevoerd in 2016, bleek duidelijk dat er nog heel wat werk is aan de uitbouw van de fietsinfrastructuur in Vlaanderen. Twee belangrijke aandachtspunten worden duidelijk weergegeven: de beschikbare ruimte voor de fietser en de kwaliteit van de fietspaden en fietssnelwegen. Het onderzoek wijst uit dat 70% van de ondervraagde fietsers geen positieve beoordeling gaf voor beide aandachtspunten. Hiernaast werd door de Fietsersbond ook het trilcomfort van de fietspaden in Vlaanderen getest. Dit werd uitgevoerd op een objectieve manier door middel van een testfiets. Een globale score van 4,86/10 was het resultaat van de testen. Dit bevestigt nogmaals de subjectieve resultaten van de enquête van de ondervraagde fietsers. Er is dus een duidelijke vraag voor een verbetering van de fietsinfrastructuur [134].

Het grootste probleem van de staat van de fietsinfrastructuur in Vlaanderen is volgens de Fietsersbond het subsidiëringstelsel. Het is namelijk zo dat fietspaden beoordeeld worden op basis van afscheiding van de rijbaan en de breedte (150cm). Brede afgescheiden fietspaden met slechte wegbedekking (zoals het voorbeeld in figuur 87) komen dus niet meer in aanmerking voor een subsidiëring bij vernieuwing. Nochtans geven de trillingstesten uitgevoerd door de Fietsersbond dit fietspad een score van 1,3/10 [135].

Vele voorbeelden van gebreken werden door gebruikers aangehaald: structurele oneffen-



*Fig. 87: Breed afgescheiden fietspad, in slechte staat, dat niet meer in aanmerking komt voor renovatiesubsidie*

heden die aanleiding geven tot onaangename trillingen, losliggende bedekking, uitschietende boomwortels, aangelegde niveauverschillen, putten en bulten door schade aan het wegdek, ...

Enkele voorbeelden omtrent de invloed van het wegdek worden hieronder weergegeven:

- De aanwezigheid van grind of siersteentjes voor opritten of voortuinen wordt getoond in figuur 89. Dit zorgt vaak voor een enorme vervuiling van fietspaden. Als eerste vergroten deze het risico op lek rijden, vervolgens verhogen ze ook de kans op uitschuivers en slipgevaar, tot slot zal ook het trilcomfort enorm leiden onder de aanwezigheid van grind op het fietspad. Ook het uitvoeren van de berm van de weg in kiezelstenen (zie figuur 88) kan leiden tot identieke problemen.



*Fig. 88: Berm uitgevoerd in kiezels*



*Fig. 89: Grind naast de rijbaan*

- Ook het niveauverschil (door ondoordachte aanleg, verzakkingen of barsten zoals op figuur 89) tussen het wegdek en de berm blijkt vaak een probleem. Het leidt bijna altijd tot valpartijen wanneer men met een fiets of speed pedelec in deze berm terechtkomt door

druk kruisend verkeer of onoplettendheden.

- Putten en bulten, zoals voorgesteld op figuur 90 zijn veel voorkomende obstakels op fietspaden. Op een presentatie naar aanleiding van de kick-off van een doctoraatsonderzoek gaf BIVV een presentatie over de impact van een put in het wegdek in functie van de snelheid van de tweewieler [142]. Bij dergelijke putten kan de bestuurder de controle over het voertuig verliezen of zorgt de schok voor schade aan het voertuig. Ook het oplapwerk dat vaak door lokale besturen wordt gehanteerd creëert gevaarlijke niveauverschillen en oneffenheden (zie figuur 91).



*Fig. 90: putten in het wegdek*



*Fig. 91: "Opgelapte stroken in het wegdek*

## 2.3 Ingewikkelde en moeilijke regelgeving

Uit de verspreide enquête wordt de ingewikkelde en moeilijke regelgeving aangegeven als derde belangrijkste hindernis. De huidige Europese en Belgische regelgeving zorgt nog vaak voor verwarring en problemen bij licht elektrische voertuigen, zowel voor fabrikanten, gebruikers als andere weggebruikers. In het rapport over de regelgeving en de daarbijhorende website: [www.lichtelektrischevoertuigen.be](http://www.lichtelektrischevoertuigen.be) wordt per voertuigcategorie uit de Belgische wegcode de verschillende regelgevingen opgelijst:

- Wanneer vallen voertuigen voor de Belgische overheid in een bepaalde categorie?
- Aan welke technische regels moeten ze voor Europa voldoen?
- Welke administratieve verplichtingen gelden er (verzekering, inschrijving, rijbewijs)?
- Welke praktische regels zijn aan het voertuig gekoppeld (plaats op de weg, helmplicht, ...)?

De bespreking van de regelgeving wordt hier niet hernomen maar een aantal belangrijke hindernissen die eruit voortvloeien voor de fabrikanten, gebruikers, en andere weggebruikers worden hieronder aangehaald.

### 2.3.1 Onduidelijkheden voor de fabrikanten

De moeilijkste stap voor fabrikanten is ongetwijfeld de typegoedkeuring die nodig is voor bijna alle lichte, elektrische voertuigen die niet als voortbewegingstoestel of rijwiel beschouwd kunnen worden. Voor kleine spelers op de markt (waaronder zowat alle Belgische fietsfabrikanten) is de typegoedkeuring een erg dure aangelegenheid, waarvoor technische testen in gespecialiseerde

labo's dienen te worden uitgevoerd. Voor zover ons bekend, beschikt ons land niet over een dergelijk testlabo. Wel werden keuringsorganismen erkend als categorie B labo. Dat wil zeggen dat ze testen kunnen bijwonen bij de andere testlabo's of bij de fabrikant zelf. De meeste fabrikanten beschikken echter niet over de infrastructuur om dergelijke specifieke voertuigtesten uit te voeren, waardoor het probleem om in België een typegoedkeuring te verkrijgen niet opgelost is.

Individuele typegoedkeuring of goedkeuring van een kleine serie is in België niet beschikbaar. Er kan bovendien geen gebruik worden gemaakt van diensten buiten België hiervoor omdat dergelijke goedkeuringen slechts nationaal geldig zijn

Het departement Mobiliteit en Openbare Werken staat weigerachtig tegenover individuele goedkeuring bij gebrek aan onderzoek over de (on)veiligheid van bijvoorbeeld zelfbouwkits. Er zijn op dit ogenblik nogal wat speed pedelecs op de weg die helemaal niet zijn typegoedgekeurd. De enige oplossing om deze voertuigen te legaliseren is ze te onderwerpen aan een individuele goedkeuring, iets wat in Nederland bijvoorbeeld al gebeurt.

Het gevolg van dit lastig traject is dat fabrikanten voertuigen op de markt brengen met een beperkt motorvermogen (250W) en beperkte assistentiesnelheid (25km/u) om niet aan de typegoedkeuring te worden onderworpen. Voor elektrische fietsen met trapassistentie tot 25 km/u en een vermogen tot 250W gelden technische regels waaraan fabrikanten kunnen voldoen door autocertificering. Bovendien gelden de regels voor het volledige voertuig en niet voor zijn onderdelen afzonderlijk. Dit leidt tot het ontwerp van vooral heel wat cargo-bikes die eigenlijk een te zwakke motor hebben om de vracht op een vlotte manier te vervoeren, met ontevreden klanten tot gevolg. Omdat de definitie van de term "maximum continu vermogen" een zekere interpretatievrijheid bij fabrikanten laat, bestaat de mogelijkheid om motoren te installeren van 250W die gedurende een vrij lange periode toch een hoger vermogen/koppel kunnen leveren. Een aantal voertuigen worden expliciet uitgesloten van typegoedkeuring zoals beschreven in de typegoedkeuringsverordening 168/2013. Bvb "voertuigen die voornamelijk bestemd zijn voor gebruik in het terrein en ontworpen zijn om op onverharde oppervlakken te rijden" of "voertuigen uitgerust met een bestuurderszitplaats waarvan de hoogte van een R-punt 540mm". Deze uitsluiting zorgt voor onduidelijkheid bij fabrikanten van dergelijke voertuigen over de regels waaraan wel moet worden voldaan. Het probleem hierbij is dat de gebruikte bewoording zeer vaag is en dat er geen objectieve criteria zijn om te bepalen of een voertuig vooral is bestemd voor "onverharde oppervlakken". Door deze uitsluiting zijn de betrokken voertuigen weliswaar onderworpen aan enkele Richtlijnen zoals deze op de algemene productveiligheid en de machinerichtlijn. Maar verder ontbreekt het aan welke specificaties dan ook bijvoorbeeld op het vlak van snelheid, vermogen, enz.

Bijna alle fabrikanten hebben gebruik gemaakt van de mogelijkheid in de vorige typegoedkeuringsrichtlijn (2002/24/EC) om speed pedelecs op de markt te brengen als "low-performance moped". Dit zijn voertuigen met pedalen, een motor tot 1kW en met een "maximum design speed" van 25km/u. Deze voertuigen moesten ook typegoedgekeurd worden, maar waren vrijgesteld van sommige typegoedkeuringsvereisten. (Meer info hierover kan o.a. gevonden worden in de resultaten van het Presto project [144]). Fabrikanten die een voertuig op de markt brachten dat zowel autonoom als trapondersteund kon werken, konden dit laten goedkeuren als voertuig met pedaalassistentie, maar ook als autonoom voertuig (men kan een voertuig maar laten typegoedkeuren in één categorie). Voertuigen die pedaalassistentie leveren tot 45km/u, maar maximum 25km/u halen als autonome snelheid konden zo een COC verkrijgen waarop een maximumsnelheid van 25km/u of minder vermeld werd, ofschoon de maximumsnelheid trapondersteund een pak hoger ligt. Deze situatie heeft gevolgen in België op vlak van verzekeringplicht en hierdoor werden speed pedelecs vaak -onterecht- ingeschreven als bromfiets klasse A.

Een andere onduidelijkheid heeft betrekking op de Le1-A categorie. De Europese Commis-

sie heeft uitdrukkelijk bevestigd dat zowel elektrische fietsen met trapbekerachtiging als fietsen die op de motor alleen kunnen rijden in deze categorie mogen worden ondergebracht voor zover hun maximale snelheid niet meer dan 25 km/u bedraagt en hun vermogen tussen de 250 en de 1.000 Watt ligt. Niettemin blijkt hierover nog steeds verwarring te bestaan. Zo vermeldt de webpagina van de FOD Mobiliteit over elektrische fietsen dat een gemotoriseerde fiets (< 1000W en < 25 km/u) altijd over trapondersteuning beschikt. Dit is niet correct, een elektrische fiets waarvan de motor werkt zonder trapondersteuning mag evengoed worden goedgekeurd in Le1-A. Anderzijds zijn er voor zover wij weten en kunnen nagaan in deze categorie nog geen voertuigen typegoedgekeurd. Fabrikanten verkiezen de 250W grens toe te passen om zo van eenvoudiger technische regels te kunnen genieten. Het is precies categorie Le1-A die het best illustreert wat er schort aan de typegoedkeuring. Bij de beslissing om alle elektrische fietsen aan de typegoedkeuring te onderwerpen behalve deze met pedaalassistentie tot 25 km/u en 250 W vermogen is geen enkele effectenbeoordeling uitgevoerd. De vraag is nooit gesteld of typegoedkeuring voor deze voertuigen echt nodig is of dat eventueel met een ander technisch kader, bijvoorbeeld via CE-normering, eenzelfde niveau van productveiligheid en - kwaliteit zou kunnen worden bereikt. Een fiets met pedaalassistentie tot 25 km/u en bijvoorbeeld 300 W moet omwille van die luttele 50W meer een veel duurdere en zeer complexe technische procedure doorlopen. Vervolgens wordt hij in België toch met de conventionele fiets gelijkgesteld. Dit is een anomalie die in de weg zal blijven staan van elke elektrische fiets met een snelheid van meer dan 25 km/u en/of meer dan 250W.

Omwille van de typegoedkeuringsverordening, dienen fabrikanten voor sommige onderdelen (bvb spiegel, bel, ...) te werken met typegoedgekeurde producten. Omdat de meeste voertuigen op de markt worden gebracht door spelers uit de fietswereld, is dit mogelijk ook een drempel voor de fabrikanten om eigen voertuigen op de markt te brengen. Los van het feit dat er weinig onderdelen met keurmerk op de markt zijn, maakt dat de voertuigen ook een heel pak duurder.

In de laatste fase van het ontwerp van de huidige typegoedkeuringsverordening (168/2013) heeft men geprobeerd om aangepaste eisen te voorzien voor “fiets-achtige” voertuigen zoals de speed pedelec en het gemotoriseerde rijwiel. We moeten echter vaststellen dat er nog steeds testen opgenomen zijn in de testprocedure die niet aangepast zijn aan deze voertuigen. Ook heeft de afbakening van “cycles designed to pedal”, door middel van een maximumgewicht en een maximale assistentiefactor gezorgd voor onduidelijkheid bij de Europese fabrikanten en lokale lidstaten. Belangrijk om mee te nemen is dat deze “cycles designed to pedal” geen aparte categorie is binnen de Europese regelgeving, maar dat er voor voertuigen die voldoen aan de definitie ervan enkele andere technische eisen gelden.

Bovenstaande hindernissen dragen ertoe bij dat Belgische fabrikanten momenteel geen eigen speed pedelecs op de markt brengen en te exporteren. Het zou jammer zijn dat de Belgische industrie de boot van deze, potentieel zeer grote markt, zou missen. Vandaag wordt de markt beheerst door Zwitserse, Duitse en Nederlandse fabrikanten. Die doorgaans deel uitmaken van een zeer grote groep.

Naast de fabrikanten, is het ook voor veel fietsdealers ingewikkeld om deze nieuwe licht elektrische voertuigen op te nemen in hun gamma. Het is voor hen een hele aanpassing om om te gaan met typegoedgekeurde voertuigen, waarbij niet elk element ‘zomaar’ vervangen mag worden, of met voertuigen waarvoor een nummerplaat aangevraagd moet worden. Het is voor hen ook niet eenvoudig om hun weg te vinden in de snel veranderende regelgeving. We hebben uit deze sector ook regelmatig geluiden gehoord dat ze nergens terecht konden met hun vragen en problemen hierrond. De vraag dient ook te worden gesteld in welke mate fietsdealers en consumenten zich bij herstellingen zullen houden aan typegoedkeuringsvereisten. Voor de fietsen die onder de typegoedkeuring vallen, worden er immers nauwelijks speciale onderdelen gemaakt. Wel worden onderdelen gebruikt die evengoed op conventionele fietsen of conventionele elektrische fietsen terug te vinden zijn. Het valt te verwachten dat zowel

de handelaar als de consument zal opteren voor een identiek niet-typegoedgekeurd onderdeel dat sowieso goedkoper zal zijn, maar waardoor de fiets niet langer aan de wettelijke vereisten voldoet. Hierbij speelt tevens dat er zowel in de sector als bij de consumenten een groot gebrek aan kennis van de regelgeving is.

### 2.3.2 Onduidelijkheden voor de gebruiker

Niet alleen de fabrikanten worstelen met de regelgeving op de verschillende niveaus. Ook bij gebruikers van lichte elektrische voertuigen heerst er onduidelijkheid, getuige de respons op onze enquête. De laatste jaren werden reeds heel wat wettelijke onduidelijkheden weggewerkt, maar het probleem is vaak dat weggebruikers, politie en lokale politici de nieuwe regels onvoldoende kennen.

Het is niet onlogisch dat omwille van voertuigintegriteit snelheidsbeperkingen en motorvermogenbeperkingen worden gekoppeld aan bepaalde technische eisen. Maar het idee om motorvermogen ook te koppelen aan de plaats op de weg is minder evident. Sommige tweewielers met pedalen zijn nu eenmaal hybride voertuigen die zich het ene moment als fiets gedragen, en het andere moment meer op een bromfiets lijken. Het visuele en auditieve verschil tussen een 500W-motor en een 250W-motor is miniem. Het sturen van gedrag op basis van verkeersregels in plaats van op voertuigtype lijkt bij dergelijke hybride voertuigen de aangewezen methode. Ook bij het sturen van autoverkeer wordt immers gepoogd de regels logisch te koppelen aan de aanwezige weginfrastructuur en eventueel zelfs aan het tijdstip van de dag (via dynamische verkeersborden). Bij voertuigen zonder nummerplaat is het moeilijk verschillend gedrag af te dwingen op verschillende plaatsen, maar bij voertuigen die geïdentificeerd kunnen worden via een kenteken, kan men via gerichte controles, het gedrag van de weggebruiker sturen.

Speed pedelecs kunnen, hoewel geclassificeerd als bromfiets in de wegcode, vandaag toch toegelaten worden op vele wegen die vroeger typisch exclusief voor fietsers waren. Dit dient echter te gebeuren door een expliciete vermelding van die toelating op aangepaste verkeersborden. Een concreet gevolg hiervan is dat het gebruik van veel van deze wegen nog verboden is voor speed pedelecs, ook al wil de wegbeheerder hen graag toelaten. De aanpassing van al deze verkeersborden kost de wegbeheerder helaas veel tijd en geld. De omgekeerde logica (speed pedelecs zijn toegelaten in fietszones tenzij ze expliciet verboden worden) zou allicht als rechtvaardiger worden aangevoeld, minder kosten en lokale overheden heel wat werk besparen. Zo melden verschillende speed-pedelecgebruikers ons dat hun pendeltrip nauwelijks op volledig legale wijze af te leggen valt zonder serieuze (vaak onlogische, en dus vaak als onrechtvaardig ervaren en meestal minder veilige) omwegen.

Het bekomen van een conformiteitsattest (COC) is voor bestaande speed pedelecs niet altijd evident. Er is ook veel onwetendheid bij de dealers van LEV en overheidsinstanties waardoor gebruikers vaak niet de juiste info doorkrijgen. Ook de naamsverwarring tussen de Belgische categorie bromfiets Klasse A, en de Europese L1e-A zorgt voor extra onduidelijkheid.

Het meenemen van de “boorddocumenten” is in de praktijk ook een probleem omdat de huidige Belgische boorddocumenten niet aangepast zijn aan “fiets-achtige” voertuigen. Een klein geplastificeerd kaartje lijkt ons handiger voor de gebruiker.

(Elektrische) bromfietsen klasse B en speed pedelecs hebben dezelfde maximumsnelheid maar de bestuurders moeten verschillende beschermkledij dragen, en hebben niet altijd dezelfde plaats op de rijweg: ook dit valt niet altijd te verdedigen vanuit wetenschappelijk standpunt. Ook de verplichting voor het dragen van een motorhelm op bromfiets klasse A, daar waar dit niet verplicht is voor elektrische fietsen met dezelfde assistentiesnelheid, is opmerkelijk.

Een netelige kwestie blijkt de verzekering. De huidige definitie van motorrijtuigen in de WAM-wetgeving wordt door de overheid zo geïnterpreteerd dat een autoverzekering BA verplicht is als het voertuig autonoom kan rijden, dus als de motor kan aandrijven zonder dat er getrapt wordt. Maar veel speed-pedelecgebruikers melden ons verschillende aanpakken naar-

gelang de verzekeraar. Bijkomend zijn vele gebruikers er zich niet eens van bewust dat hun voertuig autonoom kan rijden. De prijs van dergelijke verzekeringen en de administratieve last blijken vele kopers toch weer richting klassieke elektrische fietsen, of de wagen te duwen.

Vele van de E-steps, monowheels, segways, ... hebben een hogere snelheid dan 18km/u. Ze vallen bijgevolg niet meer binnen de categorie van de voortbewegingstoestellen. Bijvoorbeeld een monowheel dat sneller dan 18km/u rijdt, wordt voor de wegcode als "auto" beschouwd, en een e-step die sneller rijdt dan 18km/u, wordt ingedeeld als bromfiets klasse A of B, wat bovendien een nummerplaat en helm als extra verplichting met zich meebrengt. Voor bovenstaande verzekeringskwestie is een nieuw KB in de maak.

### 2.3.3 Onduidelijkheden voor de andere weggebruikers

Proefpersonen wijzen ons op de gevaren die gepaard gaan met het feit dat de andere weggebruikers de snelheid van vele LEV's verkeerd inschatten. Speed pedelecs zien er bijvoorbeeld uit als klassieke fietsen maar bewegen zich veel sneller in het verkeer.

Ook de plaats op de weg blijkt onvoldoend gekend. Zo worden proefpersonen in bebouwde kom vaak (op dwingende wijze) naar het fietspad verwezen, terwijl de wegcode hen (net als bromfietsen klasse B) de keuze laat tussen het fietspad en de rijbaan. Een keuze waar sommige gebruikers (op snellere speed pedelecs) graag gebruik van maken [147].

## 2.4 Parkeerinfrastructuur

Het gebrek aan goede parkeerinfrastructuur wordt als vierde belangrijkste hindernis vermeld bij de gebruikers van LEVs die de enquête hebben ingevuld. De kostprijs van de voertuigen ten opzichte van bijvoorbeeld fietsen ligt een stuk hoger, waardoor de bezorgdheid over goede stallingsmogelijkheden (met laadmogelijkheden) bij de gebruikers groter is. De kans is klein dat gebruikers hun dure voertuig met plezier zullen achterlaten in de stalling van figuur 92.



*Fig. 92: Voorbeeld drukke fietsenstalling*

Bovendien zorgt het gewicht en/of de afmeting van de voertuigen (bvb de dikte van de banden) ervoor dat de voertuigen vaak niet (goed) gestald kunnen worden in klassieke fietsenstallingen. Hoewel er op de markt enkele spelers zijn die parkeerinfrastructuur ontwerpen speciaal voor (snelle) elektrische fietsen, zien we ze nog niet vaak in het straatbeeld.

### Mogelijke oplossingen van parkeerinfrastructuur

De Fietsersbond maakt op haar webpagina duidelijk welke verschillende categorieën van stalling er dienen voorzien te worden. Daarnaast heeft de Fietsersbond reeds een brochure gepubliceerd met daarin goede praktijkvoorbeelden voor fietsinfrastructuur. Deze brochure

is te vinden via volgende link: [http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/Fietsenstallingen\\_brochure\\_240613\\_lowres.pdf](http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/Fietsenstallingen_brochure_240613_lowres.pdf)

- Voor kort parkeren: onder kortparkeerinfrastructuur worden de oplossingen verstaan die men vaak terugvindt aan openbare faciliteiten. Het omgekeerd dubbel nietje is hiervan het beste voorbeeld (zie figuur 93)



*Fig. 93: voorbeeld van een omgekeerd dubbel nietje*

- Middellang parkeren: waar mensen een (halve) dag hun fiets achterlaten, zijn gegroepeerde en bewaakte stallingen nodig. Die zijn groter en centraal gelegen zoals bij een groot trein-, bus- of metrostation, in het centrum van een winkelgebied. Grotere stallingen kunnen best beveiligd worden, met een automatische toegangscontrole of met menselijke aanwezigheid. Voor middellang parkeren passen een hoog-laag systeem (bijv. ‘type Gent’) of een etageriek (fietsen in twee verdiepingen boven elkaar zie figuur 94)



*Fig. 94: voorbeeld van een etageriek*

- Lang parkeren: voor langdurig parkeren van bewoners of werknemers is een volledig afgesloten parkeersysteem het beste. Bedrijven kunnen een fietslokaal inrichten met stallingen en lockers. Voor bewoners kan men fietsboxen op straat plaatsen. In nieuwbouwwoningen of appartementsgebouwen wordt best meteen een stallingsruimte voorzien, dicht bij de voordeur.

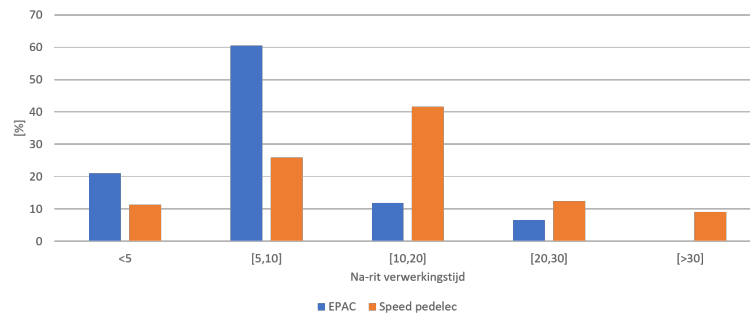
### **Tijdverlies bij start- en vertrek**

Bereikbare en handige stockage van lichte elektrische voertuigen moet nog verder gestimuleerd worden omwille van een andere reden. Vanuit de verspreide enquête blijkt dat de gemiddelde tijd



*Fig. 95: voorbeeld van locker oplossing*

die bestuurders nodig hebben om hun fiets na hun woon-werkverkeer te stockeren en zich klaar te maken voor werk of andere activiteiten, 12 minuten bedraagt voor speed-pedelecbestuurders en 9 minuten voor bestuurders van een klassieke elektrische fiets (zie figuur 96). In vergelijking met het typische tijdsverlies van een autobestuurder is hier marge voor verbetering door aangepaste en meer parkeerinfrastructuur.



*Fig. 96: Na-rit verwerkingstijd voor speed pedelec en EPAC gebruikers*

## 2.5 Diefstalrisico

Aangezien de lichte elektrische voertuigen vaak een hoge aankoop prijs hebben, is een goede diefstalbeveiliging zeer belangrijk. De mogelijkheid om in gesloten positie de motor te blokkeren geeft een extra troef voor diefstalbeveiliging van LEVs. Hoewel er op de markt stilaan performante en gebruiksvriendelijke oplossingen worden aangeboden, vinden die nog maar zelden de weg naar de gebruikers.

Enkele voorbeelden van oplossingen voor diefstalbeveiliging worden dan ook meegegeven.

- Stromer: beveiligingssysteem met bediening van op afstand, GPS-tracking en bewegingsmelder. (zie figuur 97)



Fig. 97: Diefstalbeveiliging via smartphone

- Sherlock (zie figuur 98): flexibele buis die eender waar in de fiets kan worden ingebracht. Bestaande uit 3 modi waaronder een parkeermodus die registreert als de fiets beweegt, een anti-diefstalmodus met GPS-positie, tracking en onmiddellijk contact naar de politie en een derde modus die een Steekkaart bevat met de belangrijkste gegevens van de fiets.

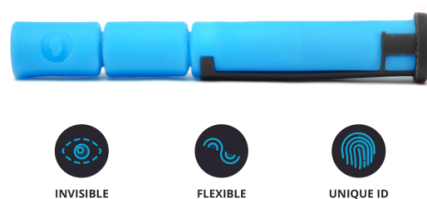


Fig. 98: Sherlock beveiliging systeem

- Bitlock (zie figuur 99): slot zonder sleutel dat geopend kan worden door gebruik van de smartphone of het intypen van een unieke toetsencombinatie. Mogelijkheid tot tracking van de activiteiten van een rit zoals duur, snelheid, ... Ook bike sharing wordt mogelijk gemaakt met personen die men zelf kiest zonder de sleutel te moeten door te geven.



Fig. 99: Bitlock beveiliging systeem

- Spybike (zie figuur 100): standaard fietsonderdelen die vanbinnen uitgerust zijn met een GPS-tracking systeem. Werkt door middel van beweging sensoren die onmiddellijk reageren via een GPS-tracking systeem.



Fig. 100: Spybike beveiliging systeem

- Boomerang: systeem dat gemonteerd wordt tussen de drinkbushouders en het kader. Is zeker wat opvallender dan bovenstaande systemen. Wordt uitgerust met een tracking van de activiteiten van de rit zoals duur, snelheid, werkt door middel van GPS/Verizon Cellular radio en TI CPU sensoren die hun data doorgeven aan een cloud en vervolgens beschikbaar maken via een app.

## 2.6 Aanbod laadinfrastructuur



Fig. 101: Openbare laadpunten voor LEV [137]



Fig. 102: Openbare laadpunten voor elektrische wagens [138]

Het beperkte aanbod van specifieke laadinfrastructuur is niet de grootste bekommernis bij het gebruik van lichte elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer. De meeste voertuigen kunnen worden opgeladen met een conventionele stekker. Intrinsiek is het dus simpel om het voertuig op te laden thuis of op het werk aan een stopcontact. Toch kan de uitrol van openbare

laadinfrastructuur belangrijk zijn om een doorbraak van de LEV te stimuleren. Een aantal speed pedelec gebruikers leggen vandaag afstanden af die flirten met de actieradius van de huidige batterijtypes. Openbare laadinfrastructuur kan hier de zgn. range anxiety wegnemen.

## Openbare laadoplossingen

Figuur 101 geeft de plaatsen weer waar laadpunten voor elektrische fietsen beschikbaar zijn. Indien men dit vergelijkt met de openbare laadpunten voor elektrische wagens en dat relateert aan het aantal voertuigen dat van beide categorieën op onze wegen rondrijdt 102 kan men concluderen dat er nog een lange weg te gaan is. Ter illustratie worden hieronder een aantal voorbeelden van specifieke laadinfrastructuur voor lichte elektrische voertuigen voorgesteld:

- Eenvoudig oplaadpunten zoals voorgesteld op figuren 103 worden vandaag geïnstalleerd op openbare plaatsen, horecazaken, vakantieparken, ...



*Fig. 103: Vast oplaadpunt*

- Connex (zie figuur 104): de duurzame mobiliteit van elektrische voertuigen kan extra in de verf worden gezet door middel van energievoorziening via zonne-energie. Vermeldenswaard is het pilotproject in gemeente Tilburg dat niet financieel gestimuleerd wordt door de gemeente maar door het bedrijfsleven omdat de paal geëxploiteerd wordt als reclameobject.



*Fig. 104: Connex laadpunt*

- Wattlock (figuur 105): voor het laden van uw elektrische fiets op publieke plaatsen of privé domein bestaan verschillende commerciële producten, soms met geïntegreerde lader.
- King-meter (zie figuur 106): vandaag wordt ook geëxperimenteerd met de mogelijkheid tot draadloos opladen. Via inductieve koppeling laadt het oplaadsysteem de batterij van de fiets op.
- Velo-boxx (zie figuur 107): velo-boxx biedt een breed gamma van veilige fietstrommels. Het is een totaaloplossing voor het veilig stallen en opladen van fietsen. Speciaal met geïntegreerde laadbalken.



*Fig. 105: Wattlock oplaadpunt*



*Fig. 106: Kingmeter oplaadpunt*



*Fig. 107: Velo-boxx oplaadpunt*

## Gebrek aan universele laadsystemen



Fig. 108: *Verscheidenheid aan stekkers*

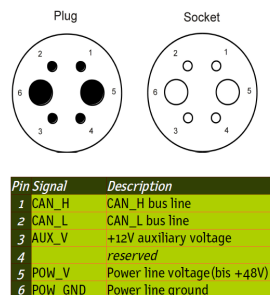


Fig. 109: *energybus systeem*

Een tweede belangrijke hindernis bij het laden van licht elektrische voertuigen is de verscheidenheid in oplaadsystemen. Daar de lader niet aan boord van de voertuigen zit, heeft elk merk zijn eigen specifieke lader. Door de grote verscheidenheid van laders (zie figuur 108) is de pendelaar genoodzaakt zijn eigen lader steeds mee te nemen op de fiets. Bij aankomst dienen dan ook vaak lader en batterij meegenomen te worden naar de werkplaats. De schokken in de fietstassen zijn erg belastend voor de elektronica van de lader. Projecten zoals Energybus (zie figuur 109) die een uniformisering van de verschillende connectoren en laadprotocollen nastreven, zouden hier soelaas kunnen bieden.

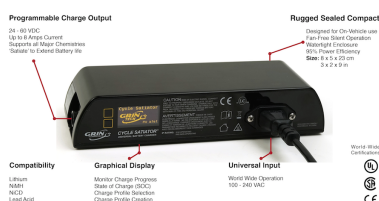


Fig. 110: *Grintech laadmodule*



Fig. 111: *Universeel laadpunt Cycleport*

Daarnaast zijn er ook verschillende start-ups die reeds ver staan met universele laadpunten voor licht elektrische voertuigen. Enkele voorbeelden hiervan zijn Grintech [139] (zie figuur 110), Cycleport [140] en Bike-energy [140].

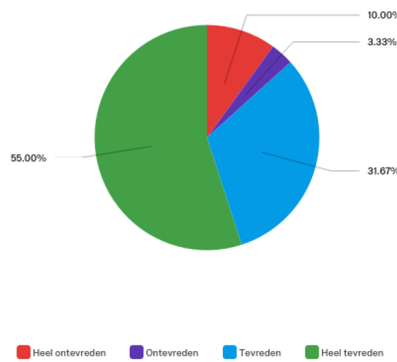
In oktober 2017 is ook het VLAIO-TETRA project ULIVE gestart waarin KU Leuven en verschillende Vlaamse KMO's universele laadstations voor LEV in een Vlaamse context zullen ontwikkelen.

## 2.7 Kwaliteit voertuig

De kwaliteit van het voertuig bij LEV-gebruikers wordt algemeen als goed ervaren. Uit de enquête blijkt dat steeds meer dan 50% van de bevroegden heel tevreden zijn over de kwaliteit van hun voertuig (zie figuur 112).

Toch dient te worden opgemerkt dat onder deze relatieve tevredenheid bij gebruikers en fabrikanten een serieus kwaliteitsprobleem schuilgaat. De eersten zijn vooral tevreden omdat ze hun voertuig vergelijken met een fiets. De technische problemen (lekke banden, smeren, rammelende onderdelen, piepende remmen, problemen met lichten, bellen, staanders, bagagedragers, ...) die voorkomen zijn gekend en worden eigenaardig genoeg getolereerd. Vergelijkt

Tevredenheid over kwaliteit van het voertuig bij SP gebruikers



Tevredenheid over kwaliteit van het voertuig bij EPAC gebruikers

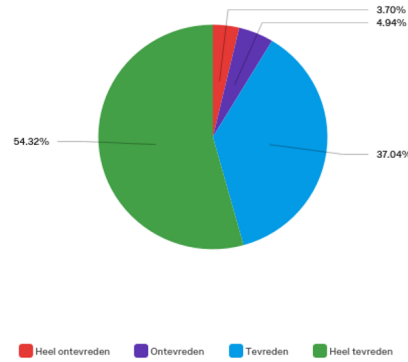


Fig. 112: Kwaliteit tevredenheid bij LEV-gebruikers

men het voertuig met de kwaliteitseisen die in de auto-industrie gangbaar zijn, dan blijkt de kwaliteit van elektrische tweewielers ondermaats. Dit kwam duidelijk aan het licht tijdens het IWT-TETRA project TGVeloo dat werd opgestart op vraag van een aantal aankopers van vlo-ten elektrische fietsen die op zoek waren naar afdwingbare kwaliteitscriteria voor de opmaak van hun bestekken. Tijdens het project werd een kwaliteitssysteem uitgewerkt, gebaseerd op kwaliteitsparameters opgedeeld in 4 categorieën:

1. **Energieprestatie:** ontwerpsnelheid, typische weerstand, tractiecapaciteit, maat en hou-ding, hellingsgraad, trapfrequentie, ...
2. **Bruikbaarheid:** bediening, motorregeling, batterij, pikkel, shimmy, vuilbestendigheid, slot, schokdemping, ...
3. **Veiligheid:** zichtbaarheid, verlichting, remmen, banden, bel, crashbescherming, ...
4. **Betrouwbaarheid**

Op basis van deze parameters bleek tijdens het project geen enkele elektrische cargofiets aan de kwaliteitseisen vooropgesteld door één van de grootaankopers te kunnen voldoen. Bij een andere groepsaankoop dienden in bepaalde categorieën voertuigen te worden geselecteerd met kwaliteitsscores die onder de helft lagen. De ervaringen met uitleendienst van (speed) pedelecs bevestigen deze kwaliteitsproblemen. Zo dient om de 4 tot 5 uitleenbeurten de speed pedelec een ondehouds- of herstelbeurt te krijgen.

In de praktijk kopen gebruikers een voertuig van meerdere duizenden euros om er na enkele ritten nieuwe banden, zadels, handvaten, spiegels, lichten, ... te installeren omdat de meegele-verde exemplaren niet altijd voldoen. Dit zijn praktijken die in de automobielsector ondenkbaar zijn. Dit brengt echter problemen voor typegoedgekeurde voertuigen omdat bepaalde onderde-len niet zomaar mogen vervangen worden!

## 2.8 Weersomstandigheden

Uit de enquête blijkt dat de bevroegde personen zich amper laten weerhouden door de weers-omstandigheden. Uit figuur 113) blijkt 70% van de ondervraagden inschat minder dan 10% van de geplande tochten af te gelasten omwille van weersomstandigheden. Fervent fietser en weerman Frank Deboosere houdt het relatieve aantal pendeltochten met regen bij op zijn web-site [143]. Voor het jaar 2016 betekent dit 6,2%, voorlopige cijfers voor 2017 komen uit op

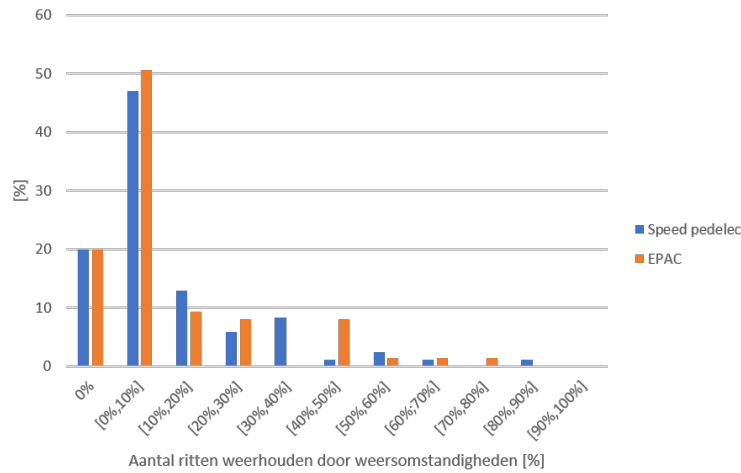


Fig. 113: Weerhouden ritten door de weersomstandigheden

5,8%. Anders dan zou kunnen verwacht worden, vormen weersomstandigheden, mits aangepaste regenbescherming, eerder een beperkte hindernis voor de doorbraak van lichte elektrische voertuigen.

## 2.9 Negatief imago

Fig. 114: Enkele voorbeelden van negatieve persberichten

Onder de licht elektrische voertuigen komt vooral de speed pedelec de laatste tijd veel in het nieuws. Vaak is het berichtgeving die de voertuigen eerder negatief in het daglicht stelt, dan berichten over het potentieel van de voertuigen om onze mobiliteit te verbeteren. Een

bloemlezing van titels met bijhorende links naar de artikels die tijdens de loop van dit project werden verzameld:

- “Regelgeving rond elektrische fietsen blijft verwarrend”
- “Snelle elektrische fiets verboden tijdens autoloze zondag”
- “Snelle elektrische fiets verboden tijdens autoloze zondag”
- “Met een speed pedelec de rijbaan op is veel te gevaarlijk”
- “Speedbikes verboden in autoluwe zone”
- “Fietser overleden na ongeval met speed-pedelec”
- “Ongevallen met elektrische fietsen in stijgende lijn”

## 2.10 Kostprijs

### Hoge aankooprij

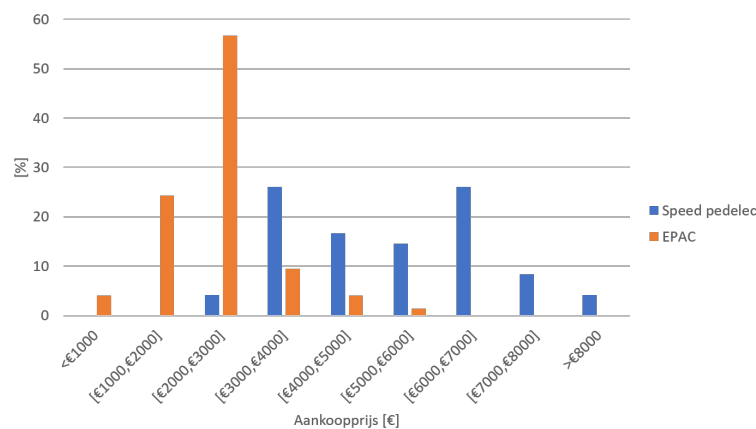


Fig. 115: Aankooprij elektrische fietsen en speed pedelecs

De kostprijs van lichte elektrische voertuigen blijkt een duidelijke drempel. Nog vaak wordt de LEV vergeleken met een fiets. Fietsen zijn beschikbaar vanaf een paar 100 euro en voor elektrische fietsen (25km/u) is de gemiddelde waarde in 2016 2260 euro. De prijzen van speed pedelecs en elektrische fietsen door de respondenten vermeldt, worden voorgesteld op figuur 115.

Zoals duidelijk te zien is op figuren 116 en 117 zijn speed pedelecs qua constructie en aantal onderdelen vele malen eenvoudiger dan een auto. Toch hebben de high end modellen prijzen die in de buurt komen van de eenvoudigste wagens.



Fig. 116: Exploded view van een wagen



Fig. 117: Exploded view van een e-bike concept

## Fiscale vrijstelling

De overheid komt vanaf 2017 een stuk tegemoet aan de klacht van vele gebruikers omtrent de ongelijke behandeling van speed pedelecs in vergelijking met de gewone fietsen. Zo wordt retroactief vanaf 1 januari 2017 aan snelle elektrische fietsen dezelfde fiscale voordelen toegekend als aan een gewone fiets [136]. Bij het schrijven van dit document wacht deze regelgeving enkel nog op goedkeuring door het parlement. Concreet betekent dit:

- De fiscale vrijstelling voor een forfaitaire fietsvergoeding van €0,23/km (inkomstenjaar 2017) wordt uitgebreid naar de gebruikers van een speed pedelec. De oorspronkelijke beperkte vrijstelling voor het woon-werkverkeer van €390 per jaar (inkomstenjaar 2017) voor deze snelle elektrische fiets wordt vervangen door deze fietsvergoeding.
- De werkgever kan een speed pedelec ter beschikking stellen aan de werknemer als bedrijfsfiets. De werkgever zal de kosten gemaakt ter aanmoediging van het gebruik van de bedrijfsfiets voor 120% kunnen aftrekken in de vennootschapsbelasting.
- De werknemer die een door de werkgever ter beschikking gestelde fiets gebruikt voor zijn woon-werkverplaatsingen, betaalt geen belastingen op dit voordeel. Het zuivere privé-gebruik van deze fiets is bovendien ook vrijgesteld van belastingen indien de werknemer de fiets voor de woon-werkverplaatsingen gebruikt.

## Leasen van bedrijfsfietsen

De fiscale voordelen voor het leasen van bedrijfsfietsen zijn uiteindelijk niet groter dan voor de bedrijfswagen aangezien er ook 100% BTW dient te worden betaald. Ook een patronale bijdrage op het privé gebruik van het VAA te worden betaald. Hoe de bepaling van wat privé gebruik nu juist is, lijkt niet uniform te gebeuren. De grote onduidelijkheid zit hem in het feit dat leasemaatschappijen de waarden van diensten (onderhoud, herstelservice, omnium, ...) niet mee in rekening brengen bij de bepaling van het VAA. Dit gebeurt bij de auto namelijk ook niet. Volgens de letter van de wet is dit echter wel verplicht. Dit alles leidt vaak tot oneerlijke concurrentie. Ook het leasen van bedrijfsfietsen aan arbeiders is soms onmogelijk. Arbeiders mogen namelijk niet onder de barema lonen gaan. Daar veel arbeiders volgens barema's verdienen, kunnen zij zelf geen bijdrage doen ook al zouden zij dit wel willen. Ook de flexibilisering van het vakantiegeld of de 13de maand is niet meer mogelijk. Verder is ook de administratie bij arbeiders een zeer complex gegeven. De eventuele bijdrage aan de lonen bij arbeiders dient te gebeuren op uurbasis en kan niet worden uitgevoerd op maandbasis. Daardoor is hun bijdrage in functie van het aantal uur dat zij werken in die maand. Voor de bedrijven geldt ook immers dat als het voor hun arbeiders niet lukt ze dit ook niet doortrekken voor andere werknemers. Arbeiders zijn nochtans een zeer interessante doelgroep, daar deze veelal alle dagen op dezelfde plaats dienen te zijn. Dit in tegenstelling met bedienden (vertegenwoordigers, consultants, ...)

### 2.11 Andere hindernissen

Hieronder wordt een bloemlezing gegeven van een aantal andere hindernissen die door de respondenten werden vermeld.

- “Verplicht op de rijbaan i.p.v. op het fietspad (*input Nederlandse speed-pedelecgebruiker*).”
- “Verkeer houdt geen rekening met fietsers (gemiddeld zou ik 2x per enkele rit een ongeval riskeren, indien ik zelf niet tijdig rem). Dit komt hoofdzakelijk door het andere verkeer dat niet in de spiegels kijkt wanneer er fietsers aankomen en vervolgens zomaar rechts afslaan.”

- “Slecht groenonderhoud langs de pendelweg.”
- “Onoplettendheid van andere weggebruikers.”
- “Gebrek aan aandacht van andere weggebruikers: auto’s, maar ook andere fietsers en zeker voetgangers.”
- “Kruispunten waar auto’s fietsers de pas afsnijden of verder rijden tot op het fietspad om te wachten om de baan op te gaan, opritten van bedrijven en woningen die onmiddellijk uitmonden op het fietspad.”
- “Speed pedelecs zijn te langzaam voor de weg en te snel voor het fietspad.”
- “Inhaal mogelijkheden in bebouwde kom.”
- “Incoherente fietspadaanduiding D7, D9, D10.”
- “Harde overgangen bij zijstraten van uitritten.”
- “Aanwezigheid van glas en ander afval op het wegdek.”
- “Gevaarlijke verkeerssituaties door huidige regelgeving. Verplicht op de rijbaan op drukke plaatsen door verkeersborden D9/D10 en op heel wat plaatsen gebrek aan onderborden M11, M12 tot en met M20.”
- “Gevaarlijke oversteekpunten.”
- “Gebrek aan aandacht bij andere weggebruikers.”
- “Fout geparkeerde voertuigen op het fietspad.”
- “Door infrastructuur (eerder het gebrek eraan) moet ik ferme omweg doen om veilig te kunnen rijden, i.p.v. de kortste weg te kunnen nemen (36km komt dit op 43km, dit maakt een tijdsverschil van 15 minuten enkele richting).”
- “De fiets is perfect, de leuke banden komen door rondslingerend vuil en slechte wegen.”
- “Beperking is nodig in het toelaten op fietspaden.”
- “Autoverkeer is niet vertrouwd met de snelheid van pedelec en speed pedelec.”

## 3 Marktwerking

In de marktstudie werd gefocust op de verschillende types lichte voertuigen die op de markt zijn, hun voornaamste eigenschappen en de regels waaraan ze onderworpen zijn. In dit hoofdstuk over marktwerking worden verkoopcijfers en de sterke en zwakke punten van de huidige markt voor lichte elektrische voertuigen opgelijst. Hierbij wordt voertuigen voor personenvervoer (hoofdstuk 3.1) en cargo (hoofdstuk 3.2) apart behandeld.

### 3.1 Marktwerking voor personenvervoer

#### Kernpunten

- Levendige belangstelling bij het grote publiek voor LEV, dat deze echter beschouwt als voertuigen voor de toekomst.
- Slechts een minderheid heeft LEV al uitgeprobeerd terwijl in Vlaanderen op dat vlak de demonstratie-initiatieven nog zeer beperkt zijn.
- Elektrische fiets met pedaalassistentie tot 25km/u en 250W heeft absoluut meerderheidsaandeel in verkoop.
- Elektrische fietsen in de typegoedkeuring worden fel gehinderd door onaangepaste technische en gebruiksregelgeving. Als dit niet verandert, zal aanbod minimaal blijven of zelfs verdwijnen.
- Er is geen vernieuwing van het concept (elektrische) fiets en te weinig aandacht voor niches.
- Elektrische fietser verjongt.
- Lenen en delen blijft zeer beperkt hoewel het een interessante manier is om LEV bij het publiek te introduceren en ze ermee vertrouwd te maken, vooral ook jongeren.
- Verkoop elektrische bromfietsen en motorfietsen blijft zeer beperkt. Fiscale/financiële aanmoediging elektrische bromfietsen/scooters is absoluut noodzakelijk, ook om vervanging verbrandingsmotoren in vloten (thuislevering) aan te moedigen.
- PLEV verdienen meer aandacht, vooral omdat ze belangstelling bij jongeren voor duurzaam transport kunnen aanmoedigen.

#### 3.1.1 Interesse versus gebruik

Uit verschillende onderzoeken blijkt er algemeen een levendige belangstelling te bestaan voor lichte, elektrische voertuigen (LEVs). Het meest uitgebreide onderzoek hieromtrent is van Hyvönen, Repo en Lammi [148] bij een representatieve groep Finnen. Bij hen is gepeild naar hun kennis van en interesse in elektrische fietsen, elektrische bromfietsen, elektrische microcars, elektrische drie- en vierwielers, elektrische skateboards en Segways.

De helft van de respondenten vindt het concept van LEVs interessant, maar slechts 14% heeft het ook echt uitgeprobeerd. De elektrische fiets is het meest bekend (95%) en meer gebruikt dan andere voertuigen (18%). Bij de Segway liggen die cijfers op 92% en 3%, daar waar 75% van de ondervraagden niet bekend is met de elektrische skateboard en de microcar. Mannen hebben dubbel zoveel ervaring met het gebruik van LEVs dan vrouwen (18% t.o.v. 9%). De ondervraagden beschouwen de voertuigen veeleer als potentiële transportmiddelen voor de toekomst dan als hedendaags middel. De helft van de respondenten verklaart zich bereid om LEVs in de toekomst te gebruiken met elektrische fietsen en Segways op kop. 62% verklaren van plan te zijn om een elektrische fiets verder te gebruiken, er één te proberen of één te kopen, voor de Segway is dat 43%. De belangrijkste motieven om te kopen en te gebruiken zijn toenemende mogelijkheden voor individuele mobiliteit (86%), gebruiksgemak

(84%), betaalbaarheid (78%), plezier (71%) en milieuvriendelijkheid (71%). Als voornaamste barrières worden de volgende aspecten vermeld: hoge aankoopprijs (95%), gebruiksproblemen in de winter (94%), beperkte laadinfrastructuur (87%), beperkte weginfrastructuur (79%). Dit onderzoek bevestigt hoe belangrijk het is om het publiek de mogelijkheid te bieden om LEVs uit te proberen. Niettemin zijn er momenteel in Vlaanderen zeer weinig initiatieven terzake. De Testkaravaan [149] is één van die weinige, waarbij verschillende duurzame vervoermiddelen, waaronder de elektrische fiets, kunnen worden uitgeprobeerd.

### 3.1.2 Grootste LEV-succes: elektrische fiets

#### De elektrische fietsmarkt wereldwijd en in Europa

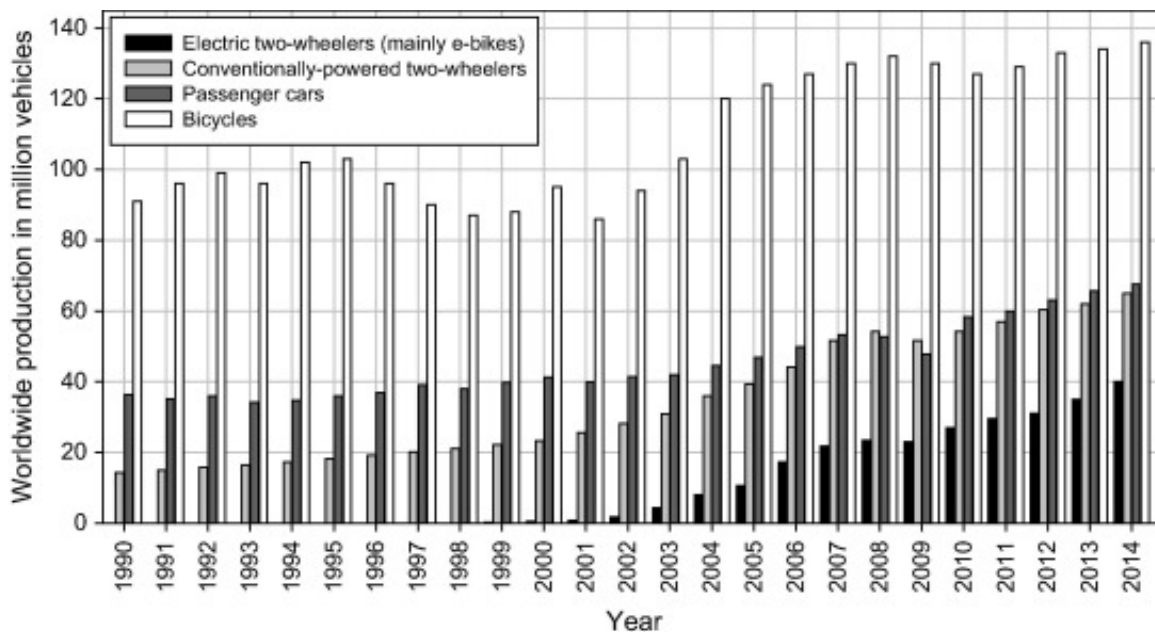


Fig. 118: Geschatte wereldwijde productie van voertuigen voor individueel personenvervoer [150]

Volgens Jamerson en Benjamin [151] zijn er in 2016 wereldwijd naar schatting meer dan 35 miljoen elektrische fietsen verkocht (zie figuur 118). Zij verwachten dat dit jaar het totaal op 37 miljoen zal uitkomen, om naar 40 miljoen te evolueren in 2020 en naar meer dan 60 miljoen in 2030. Zij schuiven daarbij Europa als belangrijkste groeipool naar voor, terwijl de Chinese markt minder snel vooruit zal gaan.

Om één en ander in perspectief te zetten: volgens het International Energy Agency [152] werden er vorig jaar wereldwijd 750.000 elektrische autos verkocht. Weis et al. [150] schatten dat de batterijcapaciteit van de wereldwijde elektrische tweewielervloot deze van de wereldwijde BEVs overschrijdt met factor 30. Of nog, vorig jaar werden in Duitsland zonder enige aanmoedingsmaatregelen 15.000 cargofietsen verkocht, terwijl er voor de 11.410 elektrische autos een subsidiepot van 1,2 miljard beschikbaar is. Deze feiten illustreren dat de politieke, media en publieke aandacht voor elektrische autos in vergelijking met LEVs niet bepaald in balans is. Bij de eerder vermelde verkoopcijfers voor elektrische fietsen dient rekening gehouden te worden met het feit dat het concept elektrische fiets in China en Europa sterk van elkaar verschilt. In Europa wordt meestal betracht om een elektrische fiets zoveel mogelijk op een conventionele fiets te doen lijken (Zie figuur 120). Bovendien functioneert de absolute meerderheid van de modellen met pedaalassistentie, waarbij de fietser moet trappen om hulp van de motor te krij-

gen. In China lijken elektrische fietsen veeleer op lichte bromfietsen (Zie figuur 119). Hoewel ze altijd zijn voorzien van pedalen, functioneren ze op de motor alleen.



Fig. 119: Elektrische fiets China



Fig. 120: Elektrische fiets Europa

In China is de verkoop van elektrische fietsen exponentieel beginnen groeien in de tweede helft van de jaren 90, met jaarlijkse groeipercentages van bijna 90%. Tegen 2005, omvatte de Chinese elektrische fietsenvloot 120 miljoen voertuigen wat ver boven de vloot van 80 miljoen benzinescooters lag [150]. In 2016 tekende China voor meer dan 90% van de wereldwijde verkoop van elektrische fietsen [150]. De marktpenetratie van elektrische fietsen in China wordt door verschillende factoren bevorderd. Zo'n 150 Chinese steden hebben een verbod op scooters met verbrandingsmotoren ingevoerd om de luchtkwaliteit te verbeteren. De kwaliteit van elektrische fietsen in China is aanzienlijk verbeterd. Daar waar er oorspronkelijk enkel voertuigen met loodzuur batterijen op de weg waren, verschijnen nu geleidelijk exemplaren met Lithium-Ion batterijen. De prijs van elektrische fietsen is in China door de jaren heen sterk gedaald. De elektrische fiets is een valabel alternatief voor tekorschietend openbaar vervoer en voor autos die in de file staan, terwijl er tegelijkertijd fietsinfrastructuur voorhanden is en er in China al langer een fietscultuur leeft. Dalende electriciteitsprijzen, stijgende olieprijsen gepaard met groeiende inkomens en dito mobiliteitsbehoeften wakkeren de verkoop verder aan [150].

Volgens CONEBI [153] zijn er in 2016 in Europa ongeveer 1,7 miljoen elektrische fietsen verkocht op een totale fietsverkoop van 19,6 miljoen. Daarmee heeft de elektrische fiets voor heel Europa een marktaandeel van 8,5%. De totale fietsverkoop blijft al sinds 2003 rond de 20 miljoen haperen, de verkoop van elektrische fietsen gaat elk jaar aanzienlijk vooruit. Van de 19,6 miljoen verkochte fietsen in 2016 was 6,6 miljoen, dat is 33,7%, geïmporteerd van buiten Europa. Bij de elektrische fietsen lag dat percentage vorig jaar op 36%.

De grootste markt in Europa is Duitsland met ongeveer 600.000 elektrische fietsen verkocht in 2016. België komt na Nederland op de derde plaats met een goeie 186.000 stuks. In ons land heeft de elektrische fiets het grootste aandeel in de fietsverkoop, 39%, terwijl dit voor Nederland maar 29% bedraagt en voor Duitsland 15%.

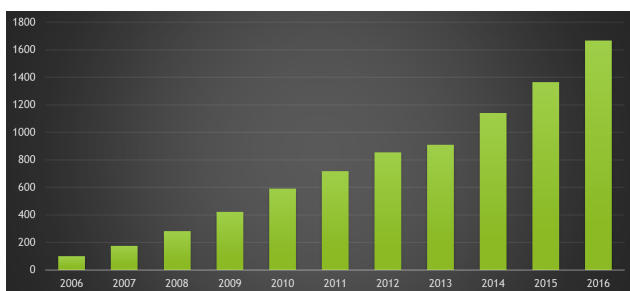


Fig. 121: Elektrische fietsverkoop in Europa volgens Conebi

Country	E-Bikes sold in 2016	Change compared to 2015	Market share (volume)
Germany	605,000	+13%	15%
The Netherlands	270,000	-3.6%	29%
Belgium	186,200	+48.4%	39%
France	134,000	+31.5%	4.4%
Italy	124,400	+88.5%	7.4%
Austria	86,500	+12%	21.8%
Switzerland	75,665	+14%	23.3%
United Kingdom	est. 50,000	n.a.	n.a.
Sweden	est. 45,000	+34%	7.8%
Denmark	41,000	+3%	9%
Norway	est. 40,000	+100%	11%

Fig. 122: Elektrische fietsverkoop in een aantal Europese landen, cijfers hoofdzakelijk van Bike Europe [154]

## Technische regelgeving belemmert marktontwikkeling

De verkoop van elektrische fietsen in Europa wordt nog altijd compleet gedomineerd door fietsen met pedaalassistentie tot 25km/u en 250W. Dit kan geheel en al op rekening geschreven worden van de categorisatie van dit voertuig als fiets. Die categorisatie biedt de fabrikant een eenvoudiger en veel goedkoper kader op het vlak van technische reglementering. De consument geniet van eenvoudiger gebruiksvoorwaarden, identiek aan die van de fiets, zoals geen helm, geen nummerplaat, geen rijbewijs terwijl de plaats van het voertuig op de weg absoluut duidelijk is.

Het feit dat alle andere elektrische fietsen onderworpen zijn aan de typegoedkeuring volgens Verordening 168/2013 [155] vormt een zeer ernstige hindernis voor de ontwikkeling en marktpenetratie van deze voertuigen. De speed pedelec was, weliswaar in zeer geringe mate, reeds op de weg bij de inwerkingtreding van Verordening 168/2013. Echter tot oktober 2016 moesten deze voertuigen niet worden geregistreerd met het oog op een nummerplaat. Bovendien was de typegoedkeuring volgens Richtlijn 2002/24 [156] veel eenvoudiger en categoriseerde het dit voertuig als bromfiets klasse A. Sinds 1 januari 2017 mogen elektrische fietsen in de typegoedkeuring enkel nog worden goedgekeurd volgens Verordening 168/2013 en de gevolgen hiervan zullen op termijn duidelijk voelbaar zijn.

Gezien de complexiteit en de prijs van de procedure is typegoedkeuring iets waaraan kleinere ondernemingen zich niet zullen, zelfs niet kunnen wagen. Daardoor valt het te verwachten dat het aanbod beperkt en de prijzen hoog zullen blijven omdat de concurrentie beperkt zal zijn tot enkele grotere merken die deel uitmaken van een internationale groep. Dit betekent meteen ook dat deze markt ontoegankelijk zal blijven voor Belgische fabrikanten die doorgaans niet de middelen hebben om zich aan typegoedkeuring te wagen.

De invloed van (in)accurate technische reglementering blijkt ondermeer ook uit de verkoopcijfers in Zwitserland. Daar zijn elektrische fietsen tot 45km/u en maximaal 1000W aan een eenvoudiger en beter aangepaste typegoedkeuring onderworpen. Vorig jaar haalde de speed pedelec in Zwitserland een aandeel in de verkoop van elektrische fietsen van 22%.

Aangezien de inschrijving van speed pedelecs in België pas sinds 1 oktober 2016 van toepassing is, zijn er voorlopig zeer weinig cijfergegevens bekend. In februari meldde Volksvertegenwoordiger Jef Van den Bergh [157] dat er intussen 2.041 speed pedelecs waren ingeschreven tegenover 2.235 volledig elektrische auto's over gans 2016 met subsidie. We menen dat de speed pedelec verkoop hiermee in de fase van de "innovators" [158] zit, misschien zelfs al de "early adaptors". Deze groep is zo overtuigd van het concept speed pedelec dat ze bereid zijn om alle reglementaire belemmeringen erbij te nemen. Het is echter nog maar de vraag of ook de meerderheid hiertoe bereid zal zijn.

De marktbelemmering die door typegoedkeuring wordt gecreëerd, blijkt het duidelijkst in de L1e-A categorie, een nieuwe categorie die door Verordening 168/2013 tot stand is gekomen voor elektrische fietsen met een maximale snelheid van 25 km/u en een vermogen van 251 tot 1000W. België heeft de voertuigen in deze categorie, voor wat de gebruiksvoorwaarden betreft, gelijkgeschakeld met conventionele fietsen. Niettemin moet de fabrikant L1e-A voertuigen aan typegoedkeuring onderwerpen. Dit is een absurde maatregel omdat een elektrische fiets van bijvoorbeeld 300W niet noodzakelijk aan sterkere krachten onderworpen wordt dan een fiets met 250W. En toch moet de 300W fiets een procedure doorlopen die zoveel keren complexer en duurder is dan de 250W en die bovendien niet ontworpen is in functie van elektrische fietsen maar wel voor klassieke bromfietsen. Voor zover wij weten, is er in deze categorie nog geen

enkel voertuig goedgekeurd.

Nochtans is er bij de consument duidelijke interesse in een grotere diversiteit aan elektrische fietsen: met of zonder pedaalassistentie, met een aangepast vermogen om grotere lasten (kinderen, boodschappen, . . .) te vervoeren, met verschillende snelheidslimieten. Wat dit laatste betreft, is er ongetwijfeld een sterk argument om elektrische fietsen te produceren met een motor die assisteert tot maximaal 30 km/u. Niet alle elektrische fietsers zijn geïnteresseerd in het halen van 45 km/u terwijl ze toch graag iets sportiever fietsen. Bovendien laat die limiet toe om zich vlot in te passen in het stedelijk verkeer dat in toenemende mate wordt beperkt tot 30 km/u. Echter, een motor die werkt tot 30 km/u impliceert typegoedkeuring. Voorlopig vinden fabrikanten het commercieel niet interessant om een motor tot 30 km/u te beperken als de betrokken categorie in de typegoedkeuring een maximum van 45 km/u toelaat.

### Gebrek aan innovatie en ontwikkeling

Algemeen gesteld blijft de elektrische fiets nog te beperkt tot een fiets met iets. De meeste modellen zijn ontworpen om zoveel mogelijk op een conventionele fiets te lijken. Nochtans blijkt het peloton elektrische fietsers stilaan zeer divers te worden en niet noodzakelijk altijd gediend met die fiets met iets. Sinds kort groeit ook het succes en daarmee het aanbod van ondermeer elektrische bakfietsen, elektrische mountain bikes, elektrische racefietsen en heel onlangs werd zelfs een eerste elektrische fiets voor kinderen voorgesteld. Daarmee worden weliswaar bepaalde niches aangeboord maar de elektrische fietsindustrie blijft daarbij heel sterk vasthouden aan bestaande voertuigconcepten. Zelfs de autoproducenten die een stap wagen in de wereld van elektrische fietsen komen niet met radicale vernieuwingen van het fietsconcept. De toekomst zal moeten uitwijzen hoe de consument op dat tekort aan vernieuwing reageert.



*Fig. 123: elektrische fiets volgens Opel*



*Fig. 124: elektrische fiets volgens Ford*

Anderzijds bewijst dit wel de effectiviteit en de efficiëntie van het concept fiets, dat dit jaar precies 200 jaar oud is. Het is een relatief goedkoop vervoermiddel, zeer eenvoudig in gebruik, dat mensen toelaat om zich gemakkelijk van deur tot deur te verplaatsen. Volgens Weiss, et al.[150], kan het relatief kleine prijsverschil tussen conventionele en elektrische fietsen de snelle marktpenetratie van elektrische fietsen verklaren. Bovendien bieden zij een duidelijk toegevoegde gebruikswaarde vergeleken met conventionele fietsen, namelijk de assistentie door de motor. De toegevoegde gebruikswaarde van elektrische scooters en motorfietsen, met name de beschikbaarheid van hoog koppel bij traag toerental voor sterke acceleratie, is wellicht minder duidelijk voor consumenten en bijgevolg geen verantwoording voor het prijsverschil.

### Belgische markt

Oorspronkelijk werden elektrische fietsen vooral omarmd door oudere mensen en mensen met fysieke problemen. Ook vandaag mag het belang van de elektrische fietsen voor deze twee

bevolkingsgroepen niet worden onderschat. Het verzekert hun mobiliteit wat op zijn beurt bijdraagt tot hun sociale inclusie. Er zijn echter duidelijke aanwijzingen dat de gemiddelde leeftijd van elektrische fietsers gestaag daalt. Die daling gaat gepaard met een stijgend gebruik van de elektrische fiets voor het woon-werkverkeer en het winkelen. Deze trend wordt ongetijfeld mede aangemoedigd door het groeiend aantal steden dat maatregelen neemt om het autoverkeer te vertragen en/of te weren.

Het succes van de elektrische fiets in België wordt mede mogelijk gemaakt door een uitgebreid en kwalitatief aanbod en een degelijke dienst-na-verkoop. De verkoop van elektrische fietsen is grotendeels in handen van de gespecialiseerde vakhandel die de vakbekwaamheid heeft om de consument degelijk te informeren en om de fietsen na verkoop te onderhouden en te herstellen.

In België zijn er veel bedrijven, oorspronkelijk gespecialiseerd in de assemblage van conventionele fietsen, die nu ook elektrische fietsen aanbieden (zie deel II). De elektrische fietsen worden steeds talrijker in het stadsbeeld, de Belgen gebruiken cargofietsen om te winkelen en hun kinderen te vervoeren. Volgens [www.Egear.be](http://www.Egear.be) [159] bedraagt de omzet van de elektrische fietsmarkt in België €420 miljoen, dat is drie maal meer dan de omzet in de markt van volledig elektrische autos.

Zoals reeds aangegeven, is het aanbod aan speed pedelecs momenteel veel beperkter dan dat van conventionele, elektrische fietsen. De ingewikkelde reglementering werkt ook ontrafend bij dealers. Een aantal is precies daarom intussen met de verkoop van speed pedelecs gestopt, terwijl anderen er niet eens aan willen beginnen. De prijzen van speed pedelecs liggen bovendien aanzienlijk hoger dan van 25km/u fietsen wat een grotere investering in stock met zich meebrengt. Stromer is een Zwitsers merk dat uitsluitend speed pedelecs produceert vanaf ongeveer €4.000. Bij de Accell merken starten de prijzen vanaf ongeveer €2.600, bij Pon vanaf €3.000, bij Riese & Müller vanaf €3.250 en bij Flyer eveneens vanaf €4.000.

Wellicht verklaren de hogere prijzen ook waarom speed pedelecs vooral populair zijn bij oudere fietsers. Uit statistieken van het Nederlandse CBS [160] blijkt dat de overgrote meerderheid van de Nederlandse speed pedelec fietsers tussen de 45 en de 65 jaar zijn. Slechts 7% is jonger dan 35 jaar. Ander interessant feit dat uit deze cijfers naar voren komt, is dat de speed pedelec populairder is onder inwoners van plattelandsgemeenten dan bij stadsbewoners. Dit heeft wellicht te maken met het feit dat de speed pedelec vooral wordt gebruikt voor woon-werkverkeer over grotere afstanden. Daarbij kan worden aangenomen dat inwoners van plattelandsgemeenten verder van het werk wonen dan stadsbewoners.

### **Individueel bezit versus lenen en delen**

Precies omdat de elektrische fiets een ideaal deur-tot-deur transportmiddel is, ligt de nadruk nog heel sterk op individueel bezit terwijl er, ondanks het groeiende aantal initiatieven inzake fietsdelen en openbare fietsverhuursystemen, voorlopig weinig beweegt op het vlak van delen en verhuren van elektrische fietsen. Dit heeft ondermeer te maken met de complexere techniciteit van het voertuig en zijn gebruik. Nochtans menen wij dat het delen en of verhuren van elektrische fietsen zou kunnen bijdragen tot een grotere marktpenetratie bij jongere bevolkingsgroepen. Als jongeren op een financieel aantrekkelijke manier betere toegang krijgen tot elektrische fietsen is de kans groot dat zij die kans zullen benutten en ook op latere leeftijd zullen blijven gebruik maken van een elektrische fiets.

Uit onderzoek blijkt dat de interesse bij het publiek in elektrische fietsen groot is. De eerder vermelde resultaten uit het Finse onderzoek worden bevestigd door een representatief onder-

zoek in Duitsland [161] waar 90% van de ondervraagden bekend is met de elektrische fiets. 12% heeft ooit al eens een testrit gedaan en 47% is in de elektrische genteresseerd. 27% van de Duitsers zouden eerder een elektrische dan een conventionele fiets kopen.

Tegelijkertijd tonen andere studies [162] dan weer aan dat interesse in de auto aan het tanen is, vooral bij jongere mensen. Daar waar 20 jaar geleden, teenagers en jongeren nog altijd verlangden naar een eigen auto, verkiezen jonge mensen nu een auto te delen in plaats van er één te bezitten. Bijna 40% van jonge Duitsers (18 tot 39 jaar) die wonen in steden met meer dan 100.000 inwoners geven aan dat ze in de komende tien jaar meer gebruik zullen maken van autodelen. Allicht kan ook hun interesse voor elektrisch fietsdelen worden gewekt door het aanbod uit te breiden.

Op dit ogenblik is het nog zoeken naar het juiste bedrijfsmodel voor het uitlenen van elektrische fietsen. Daarbij moet goed worden overwogen wat de uiteindelijke doelstelling van het delen is. Barcelona met Electric Bicing [163] en Madrid met Bicimad [164] zijn voorlopers op het vlak van openbare elektrische fietsverhuursystemen. De betrachting is hier zoveel mogelijk fietsen te verhuren door zoveel mogelijk fietsen in zoveel mogelijk stations aan te bieden. Andere elektrische fietsdeelsystemen hebben echter andere doelstellingen bijvoorbeeld bestrijding van transportarmoede, toerisme en stadsbewoners de kans geven om zich duurzaam en actief te verplaatsen. Vanuit dit perspectief kan het bijvoorbeeld interessant zijn om elektrische fietsdeelsystemen in te planten in scholen en universiteiten om zo jongeren gemakkelijker toegang te geven tot dit transportmiddel en hen ervoor te motiveren.

In het Verenigd Koninkrijk vond het Shared Electric Bike Programme [165] plaats waarbij voor 11 verschillende projecten elektrische fietsen zijn ingezet. Daarbij werd onderzocht voor welke bestemmingen, mensen en verplaatsingen, elektrische fietsvloten het best zijn geschikt. Achteraf bleek dat het programma wel degelijk mensen aansprak die voordien niet fietsten. Eén op drie deelnemers fietste voordien zelden of nooit. Vrouwen zijn doorgaans ondervertegenwoordigd in het gebruik van elektrische fietsen maar in dit programma vertegenwoordigden ze bijna de helft van de deelnemers. Bovendien werden de fietsen gebruikt door een zeer brede leeftijdsgroep van 25 tot 65 jaar.

### **3.1.3 Elektrische bromfietsen, scooters en motorfietsen**

Deze categorie is voorlopig geen groot succes. Navigant Research [166] schat dat er in 2015 wereldwijd zo'n 1,2 miljoen elektrische motorfietsen zijn verkocht, een totaal dat tot 1,5 miljoen zou stijgen tegen 2024. Het verkoopstotaal voor elektrische scooters kwam daarbij op 4,1 miljoen en zou naar 4,4 miljoen gaan in 2024.

Volgens Verkeersdiagnostiek woon-werkverkeer 2014 [167] is het gebruik van de motorfiets voor woon-werkverkeer zeer sterk gedaald, in Vlaanderen zelfs 41% als men 2014 vergelijkt met 2005. Nochtans blijkt uit een case-study van Transport & Mobility Leuven [168] dat motorfietsen kunnen bijdragen tot vermindering van de files en van de emissies. Het gebruik van elektrische voertuigen zou de impact op de emissies uiteraard nog versterken.

Het aanbod aan elektrische motorfietsen in België is vooralsnog erg beperkt, al zeker als het gaat om modellen voor woon-werkverkeer. De grote namen wagen zich nog niet aan elektrische uitvoeringen en bijgevolg zie je ze ook niet staan in de showrooms van de dealers. Het bestaande aanbod wordt meestal verkocht via nieuwe dealers die zich specialiseren in de verkoop van elektrische scooters en motorfietsen.

Voor wat betreft scooters en bromfietsen is er iets meer keuze. Enerzijds heeft een aantal gevestigde merken elektrische modellen op de markt zoals bijvoorbeeld Peugeot. Anderzijds zijn er merken die intussen enige naam hebben gemaakt op het vlak van elektrische scooters zoals

Govecs, Sym of Matra. Scooterbestuurders blijken echter niet zo gemakkelijk te overtuigen om elektrisch te gaan. Bij deze groep is range-anxiety een factor die nog steeds een grote rol speelt. Bovendien zijn de voertuigen qua prijsstelling nog niet aantrekkelijk genoeg. Ze komen vaak nog aanzienlijk duurder uit dan hun tegenhangers met verbrandingsmotoren.

De elektrische motorfiets geniet van een gunstig fiscaal regime. Er is een belastingvermindering van 15%. Bovendien kan zowel het voertuig als alle andere kosten aan het voertuig gerelateerd, worden afgeschreven. De belastingvermindering geldt om onduidelijke reden niet voor voertuigen met een maximale snelheid van 45 km/u, dus bijvoorbeeld voor elektrische bromfietsen en scooters. Om de elektrificatie van het scooter/bromfietsenpark te versnellen, zouden deze voertuigen minstens moeten kunnen genieten van hetzelfde fiscale regime als elektrische motorfietsen. Daarnaast zou kunnen worden overwogen om de aankoop van een elektrische scooter/bromfiets te subsidiëren. Dat zou kandidaten, die nu nog worden ontraden door hogere prijzen, over de streep kunnen halen. Een financieel stimulerend beleid zou allicht ook de vervanging van luidruchtige, vervuilende bromfietsen en scooters voor thuislevering aanzienlijk kunnen versnellen.

De initiatieven om elektrische bromfietsen en scooters te huren of te delen zijn nog uiterst beperkt. Yugo [169] is beschikbaar in Barcelona en stelt scooters ter beschikking die per minuut kunnen worden gehuurd. Daarnaast is er Gogoro [170] met 1.000 scooters in Berlijn en 600 in Parijs. Dit is een systeem dat de mogelijkheid biedt om in het dockingstation de batterij te wisselen.

In het licht van de bovenvermelde range-anxiety is het verder van belang om over laadinfrastructuur na te denken. Elektrische tweewielers worden geladen met een standaardstekker en dito stopcontact. Dit zou gemakkelijk kunnen worden toegevoegd aan de laadpalen voor elektrische autos zodat met de creatie van een laadpunt voor autos er tegelijkertijd een laadpunt en bovenal ook parkeerruimte wordt gecreëerd voor elektrische tweewielers (met inbegrip van fietsen). Werkgevers die werknemers willen stimuleren om met een elektrische scooter, brom- of motorfiets naar het werk te komen zullen evengoed moeten voorzien in laadmogelijkheden.

### 3.1.4 Personal Light Electric Vehicles (PLEV)

Uit het eerder vermelde onderzoek van Hyvönen et al. [148] blijkt er bij de consument duidelijk interesse te bestaan in relatief nieuwe concepten zoals zelf-balancerende voertuigen (bv. Segway). Intussen verschijnen ook andere, nieuwe soorten voertuigen in het straatbeeld zoals elektrische skateboards, monowheels, elektrische stepjes, hoverboards, ...

Al deze voertuigen zijn uitgesloten van typegoedkeuring volgens Verordening 168/2013. Daarbij aansluitend heeft CEN voor deze groep voertuigen een Europese norm ontwikkeld die eerder dit jaar is gepubliceerd: *EN 17128:2017 - Non-type approved light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities - Personal light electric vehicles (PLEV)* [171]. Deze norm moet ervoor zorgen dat de lidstaten meer uniforme reglementering gaan toepassen. In België vallen deze voertuigen momenteel onder de noemer "voortbewegingstoestellen" met een maximale snelheid van 18km/u. Ze mogen worden gebruikt zonder helm en zonder verzekering.

Over de marktontwikkeling van deze categorie is voorlopig zeer weinig geweten, statistieken ontbreken helemaal. Nochtans verdienen deze voertuigen aandacht in functie van hun mogelijke bijdrage tot het verduurzamen van de mobiliteit. Daarbij kan bijvoorbeeld de vraag worden gesteld naar de opportuniteiten die ze bieden voor last mile verplaatsingen. Monowheels, elektrische stepjes of hoverboards kunnen zeer gemakkelijk met het openbaar vervoer worden meegenomen. Voertuigen zoals de Segway of de Trikke zouden bijvoorbeeld aan stations via een huursysteem ter beschikking kunnen worden gesteld. PLEV zijn transportmiddelen die zeker bij jongeren de belangstelling voor duurzame mobiliteit kunnen stimuleren. Tot slot bieden

sommige van deze vervoermiddelen ook mogelijkheden voor mensen met fysieke problemen.

## 3.2 Marktwerking voor Cargo-toepassingen

### 3.2.1 Inleiding



*Fig. 125: Ligier Pulse 3 at bpost*



*Fig. 126: Flevobike Cubicycle at DHL*

De groeiende vraag naar milieuvriendelijke levering van goederen en het toenemend aantal Low Emission Zones in steden maakt dat de interesse voor elektrisch stedelijk vrachtvervoer gestaag toeneemt en er tijdens de laatste jaren een aantal projecten zijn opgestart, zowel op experimentele basis als voor commercieel uitgebate vloten. Echter op dit moment zijn er nog sterke verschillen met de klassieke vervoersmiddelen op basis van verbrandingsmotoren, meer bepaald voor wat de financiële kant betreft: de Total Cost of Ownership ligt nog altijd hoger dan voor klassieke voertuigen. Een incentiverend beleid is dus noodzakelijk op dit vlak.

### 3.2.2 Huidige vloten: voorbeelden

Er zijn een aantal bedrijven in België die reeds lichte elektrische voertuigen gebruiken voor logistieke doeleinden [172]. Bekend voorbeeld is Bubble Post, dat recentelijk werd overgenomen door Bpost en dat samen zal werken met CiteDepot voor stedelijke distributie. Ook Bpost zelf is ten volle bezig met de elektrificatie van haar vloot. Het bedrijf heeft reeds jaren ervaring met geëlektrificeerde cargo fietsen, maar plant om de elektrificatie verder ten gronde uit te voeren.



*Fig. 127: Goupil in Hasselts distributiecentrum*

In die optiek werden recentelijk 300 Ligier PULSE3 (figuur 125) voertuigen gekocht en deze worden sinds dit jaar ingezet. Zo is bij andere bedrijven ook al de Stint (zie figuur 128 in gebruik, een zelfbalancerend voertuig dat verder is ontwikkeld tot cargo-voertuig.

Ook postbedrijven en last-mile distributiebedrijven in het buitenland maken reeds gebruik van licht elektrische voertuigen. Zo zijn er de voorbeelden van commerciële uitbating door de



*Fig. 128: Stint, een zelfbalancerend voertuig voor leveringen, is in België in gebruik bij Bubble-post*

Oostenrijkse post [172], Velocarrier in Duitsland [178], Foodlogica in Nederland [179] en pilotprojecten zoals in het Pro e-Bike project waaraan vloten voor stedelijke distributiedeelnemers uit Spanje, Italië, Nederland, Portugal, Slovenië, Zweden en Kroatië [173]. Het Green Post project focuste specifiek op postbedrijven met testsites in Italië, België, Hongarije en Bulgarije [174]. Het Spaanse SEUR maakt nu ook commercieel gebruik van elektrische scooters [175] en ook grote distributiebedrijven zoals TNT en DHL testen lichte elektrische voertuigen voor stedelijk distributie [176], [177]. Utilitaire voertuigen uit de L7 categorie zijn reeds op kleine schaal op meerdere plaatsen in gebruik, in Vlaanderen bvb worden ze reeds gebruikt door een aantal gemeente-, stads- en provinciebesturen, distributiecentra en bedrijven (figuur 127) [180], [181], [182], [183]

### 3.2.3 Marktwerking

Het potentieel voor milieuvriendelijk vrachtvervoer in een stedelijke omgeving begint door te dringen tot verschillende stakeholders inclusief gebruikers, overheden en bedrijven [188] meestal gedreven door milieubewustzijn en het streven naar innovatie [189]. Dit potentieel is vrij groot, zo heeft het Europese Project Cycle Logistics project berekend dat 38 percent van de gemotoriseerde leveringen in een stedelijke omgeving uitgevoerd kan worden door cargo bikes [190]. Een studie uit Nederland [185] beschrijft de toepasbaarheid voor lichte elektrische voertuigen naargelang het type vervoer en concludeert dat ze een operationeel en dus commercieel voordeel kunnen bieden bij distributie in een dicht netwerk, omdat ze meestal sneller door drukke straten bewegen [186], en door hun omvang gemakkelijker, en dus dichter bij de bestemming, kunnen parkeren wat eveneens resulteert in tijdwinst en klokvastheid. Toepassingen waarbij klokvastheid belangrijk is en een hoog laadvermogen niet noodzakelijk is, zijn optimaal voor LEVs. Voorbeelden zijn distributie van pakketjes voor e-commerce en distributie van maaltijden.

Hoewel men bvb in Nederland verwacht dat het gebruik van cargobikes met 300% zal stijgen tegen 2020, zijn er op dit moment toch nog een aantal hindernissen voor diepgaandere marktpenetratie. Een aantal zijn puur technologisch zoals de beperkte laadcapaciteit en range (afhankelijk van het weer), de lange laadtijd en zelfs de beperking voor koeling van voedsel [192]. Het beperktere laadvermogen slaat vooral op de lagere L-categorieën zoals cargo bikes, waar fabrikanten het probleem zouden kunnen verhelpen door bvb het vermogen van de motor te vergroten, maar dat botst dan weer op complexe en vaak onduidelijke regelgeving (zie deel II). Ook de gebrekkige wegeninfrastructuur vertraagt de invoering van LEVs voor vracht ernstig.

De hoge aankoopkost is heden ten dage nog steeds een probleem en zoals uit rapport 2 van dit project [191] is de impact van deze kost op de total-cost-of-ownership groot, zodat de kost per vervoerde ton.km hoger ligt dan bij klassieke voertuigen. In tegenstelling tot Azië vertegenwoordigen L-categorie voertuigen geen groot marktaandeel in Europa. Dat heeft tot gevolg dat dit type voertuigen niet in het interesseveld liggen van grote automotive OEMs zodat economy-of-scale geen rol kan spelen om de prijzen te doen dalen, en er een schraal aanbod is van dure toestellen in alle L-categorieën, meestal aangebracht door kleinere of zeer gespecialiseerde bedrijven met kleine productieseries.

Vanuit de fietsindustrie worden er wel pogingen ondernomen om bvb cargo-bikes op de markt te brengen, maar men constateert nog te dikwijls dat men vanuit een te klassieke manier van denken in de fietswereld vertrekt, wat de kwaliteit niet altijd ten goede komt. Het gebrek aan bedrijven dat LEVs voor vrachtvervoer aanbiedt is enerzijds een beperkende factor voor een goede marktontwikkeling, maar biedt anderzijds mogelijkheden voor Vlaamse bedrijven om zich in deze markt te begeven, daar klassieke speed pedelecs de weg naar deze markt nog niet echt gevonden hebben. Bovendien kan subsidiëring of een incentiverend beleid (om de TCO vergelijkbaar te maken met andere voertuigen) er voor zorgen dat deze voertuigen meer aangekocht worden wat uiteindelijk kan leiden tot een structurele prijsreductie door de stijging van de productie. Het beperkte aanbod heeft niet alleen een impact op de prijs maar veroorzaakt een beperkte dienst-na-verkoop. Het gebrek aan interesse van de grote OEMs maak dat deze toestellen niet verkocht -en dus onderhouden- worden via de dealernetwerken, en voor onafhankelijke verdelers is de markt te klein en te divers. Dit leidt niet alleen tot een beperkte en dure service, maar zorgt er ook voor dat er simpelweg geen kennis in Vlaanderen ter zake wordt opgebouwd en er geen gekwalificeerd personeel beschikbaar is. Het gebrek aan kennis is ook de reden waarom bvb ook het netwerk van de fiets- en motor handelaars ondermaats kan gebruikt worden. Tenslotte vraagt de specificiteit van de lichte elektrische voertuigen een aanpassing van de logistieke processen waarbij de samenwerking tussen verschillende spelers in de sector centraal staat [187].

# Stappenplan

## 1 Inleiding

In het laatste deel van dit rapport worden aanbevelingen en adviezen geformuleerd naar de verschillende overheden. Deze aanbevelingen en adviezen vloeien hoofdzakelijk voort uit de studie van de regelgeving (zie deel II), de hindernissen en de marktwerking (zie deel IV). Het stappenplan is een samenvatting van de resultaten van de studie, maar bevat eveneens elementen die aan bod kwamen in de verschillende overlegmomenten die ASBE, VUB en KU Leuven hadden met verschillende stakeholders in de (elektrische) mobiliteitssector. Er werden tijdens het project o.a. 3 stuurgroepvergaderingen georganiseerd met de Fietsersbond, MOW, Colruyt, prof. Stephane Vereecken, FOD Mobiliteit en VSV om de verschillende rapporten te bespreken.

## 2 Aanbevelingen met betrekking tot de regelgeving

De regelgeving zit verdeeld over verschillende niveaus: de technische reglementering is Europees; de wegcode, rijbewijzen, inschrijving en verzekering zijn Belgische bevoegdheden, en ondermeer de rijopleiding, het rijexamen en de homologatie zijn Vlaamse bevoegdheden.

### 2.1 Adviezen met betrekking tot de EU-regelgeving

- Er moet een duidelijk en betaalbaar (typegoedkeurings)traject worden uitgetekend voor (Belgische) fabrikanten die nieuwe LEV op de markt willen brengen, door bvb te investeren in testinfrastructuur.
- Er is (inter)nationaal meer onderzoek nodig naar de wijzen waarop elektrische voertuigen technisch gereguleerd zouden moeten worden om als veilig voertuig op de markt te kunnen gebracht worden.
- De Belgische vertegenwoordiging in de Europese commissie zou alvast duidelijk kunnen maken dat de typegoedkeuringsprocedure geen accurate manier is om elektrische tweewielers technisch te reglementeren.
- De markt vraagt om L1e-A voertuigen, maar door de typegoedkeuringsvereiste brengt niemand deze op de markt. Het herzien van de koppeling tussen typegoedkeuring en deze categorie voertuigen lijkt aangewezen.
- Fabrikanten zijn te weinig op de hoogte van de EU reglementering. Hier zou het beschikbaar stellen en updaten van de verzamelde informatie op de website [www.lichtelektrischevoertuigen.be](http://www.lichtelektrischevoertuigen.be) via informatiekanaal van de overheid een aanzet kunnen zijn. Specifieke informatiesessies zouden hier ook soelaas kunnen bieden.

### 2.2 Adviezen met betrekking tot de Belgische regelgeving

- België deed reeds een verdienstelijke poging om de populairste LEVs een duidelijke plaats toe te kennen in het verkeer. Nochtans zou het introduceren van verkeersregels gebaseerd op ogenblikkelijke snelheid en eventueel op gewicht i.p.v. op voertuigcategorie een wetenschappelijk correctere wijze zijn. Het is vreemd vast te stellen dat wagenbestuurders

door verkeersborden worden gedwongen tot verantwoord rijgedrag, maar dat voor LEV het type voertuig de regels bepaalt.

- Bromfietsen klasse A, elektrische fietsen en L1e-A voertuigen hebben dezelfde snelheidslimieten maar verschillende regels ivm helmplicht. Deze ongelijke behandeling is niet wetenschappelijk onderbouwd.
- Speed pedelecs moeten vandaag eerst expliciete toelating krijgen om zich op bepaalde fietsinfrastructuur te mogen begeven. De trage besluitvorming en onwetendheid bij de lokale overheden zorgt ervoor dat dit op vele plaatsen (nog) niet gebeurt. Een algemene gelijkstelling met de fiets aangevuld met de mogelijkheid van expliciete uitsluiting op onaangepaste infrastructuur zou veel ergernis bij gebruikers kunnen wegnemen.
- Er moet werk gemaakt worden van duidelijk geïnformeerde en bereikbare overheidsdiensten (i.c. DIV) voor de gebruikers van LEV, zodat het inschrijven van deze voertuigen minstens even gemakkelijk gaat als bij de auto's.
- Een nieuw KB omtrent de verzekering van LEV is in de maak. Hopelijk kan hiermee de onduidelijkheid bij gebruikers, fabrikanten en overheid omtrent verzekering worden weggewerkt.
- Gezien hun grote maatschappelijke en individuele troeven, moeten LEV een duidelijke rol krijgen in het mobiliteitsbudget en bedrijfsvloten.
- Er moet nagedacht worden over een aanpassing van de bouwcode met verplichte infrastructuur voor het laden en stallen van LEV.

### **2.3 Adviezen met betrekking tot de Vlaamse regelgeving**

- De recente hernieuwing van het fietsvademeccum maakt nauwelijks melding van LEV. Bij een volgende herziening moeten LEV meegenomen worden zodat de infrastructuur klaar is voor gemengd gebruik (nieuwe breedtes, andere snelheden, snelheidsverschillen ...)
- Een aanpassing van de boorddocumenten (bvb in vorm van elektronische kaart) zodat ook LEV bestuurders deze steeds kunnen bijhebben, is nodig.
- Er is nood aan positieve campagnes om nieuwe regels en informatie te laten doorstromen.

## **3 Aanbevelingen met betrekking tot de infrastructuur**

### **Weginfrastructuur**

Het is duidelijk dat er nog een lange weg is af te leggen wat infrastructuur betreft voor LEV. Aanpassing van de infrastructuur (en subsidiëring voor de aanleg ervan) dient te worden herbekeken op basis van wetenschappelijk onderbouwde argumenten (scheiding, ATGF ...).

Een aanpassing van het subsidiëringsstelsel (dat nu enkel breedte en afscheiding als maatstaf neemt) voor de aanleg van fietsinfrastructuur lijkt aangewezen.

### **Parkeerinfrastructuur**

Onderzoek is nodig naar goede parkeerinfrastructuur. Er is nood aan parkeeroplossingen die mensen kan overtuigen hun dure LEV in de openbare ruimte te stallen. Hier dient eerder te worden verdergewerkt op bestaande oplossingen voor bromfietsen dan te vertrekken van

fietsenstallingen.

Betere opvolging door politiediensten bij diefstal is nodig. Een licht elektrisch voertuig is meer vergelijkbaar met een wagen dan met een fiets. Verlies ervan kan zware financiële gevolgen hebben.

### **Laadinfrastructuur**

- L-categorievoertuigen dienen te worden meegenomen bij de uitrol van openbare laadinfrastructuur op basis van bestaande modellen en wetenschappelijk onderzoek.
- Investeren in de uitrol van nieuwe (collectieve) onderzoeksprojecten rond universeel laden, draadloos opladen, . . .
- De mogelijkheden voor integratie van LEVs in het Vlaamse smartgrid zijn onontgonnen terrein, maar gezien het grote aantal voertuigen is de aangesloten batterijcapaciteit niet onbeduidend.

## **4 Aanbevelingen met betrekking tot de marktwerking**

- Ondersteuning/onderzoek is nodig naar zowel (de implementatie van) technologische ontwikkelingen als naar marktmodellen voor bvb voertuigdelen, cargotoepassingen . . .
- Er is nood aan een kwaliteitslabel en/of het definiëren van kwaliteitsparameters voor LEV die door grootaankopers kunnen worden aangewend in lastenboeken. Op die manier kunnen ergernissen van aankopers van bedrijfsvloten bij intensief gebruik (en een eventueel vroegtijdig afschrijven van het potentieel) worden voorkomen.
- Redesign is nodig, maar is niet evident wegens te veel kleine KMO's met beperkte onderzoekscapaciteit:  
Ondersteuning van start-ups in verschillende niches, maar ook zorgen voor overleg via een LEV platform zou professionalisering en de onderzoekscapaciteit van de sector kunnen bevorderen.
- Blijvende inzetten op demonstratieprojecten met innovatieve LEV concepten om het potentieel van de voertuigen in kaart te brengen en naar de buitenwereld kenbaar te maken.

## **5 Steunmaatregelen voor LEV**

- Openbare aanbestedingen zo uitschrijven dat ook LEV in aanmerking kunnen komen (Ook minimale environmental impact, impact op gezondheid, mobiliteit in rekening brengen, vermijden van auto terminologie)
- Fiscaliteit: uitbreiden van de fiscale maatregelen voor elektrische bromfietsen (klasse A, B en speed pedelec) naar analogie met auto, motorfiets en fietsen, zodat de TCO naar beneden gaat.

## **6 Communicatie**

### **Vanuit de overheid**

- Overheid moet rol vervullen van “leading customer” bvb door inzetten van LEV in utilitaire diensten

- Bij invoeren van lage-emissiezones/circulatieplannen het potentieel van LEV duidelijk in de roadmaps vermelden.
- Opstellen van een roadmap met duidelijke doelstellingen voor de toekomst van LEV
- bijhouden van statistieken over LEV (ongevallen, verkoopcijfers ...)

### **Naar fabrikanten**

- Het opleiden van fabrikanten en dealers in wetgeving, potentieel, hindernissen, marktwerking, zodat klanten duidelijk gebriefd worden en onrealistische verwachtingen of ontgoochelingen worden vermeden.
- Fabrikanten informeren over de potentiële markt, in binnen- en buitenland en hen actief stimuleren te innoveren in design, aandrijving en voertuigtypes.
- Fabrikanten een duidelijk traject aanbieden om veilige en typegoedgekeurde voertuigen op de markt te brengen.

### **Naar gebruikers**

- Gebruikers wegwijs maken via duidelijke informatiekanalen waar alle nuttige info is gebundeld voor zowel aankoop, regels, technische vereisten, verzekering, ...
- Het opzetten van bewustmakingscampagnes om nieuwe regels en informatie te laten doorstromen
- Het negatieve imago van LEV oppoetsen door de uitrol van promotiecampagnes en demonstratieprojecten rond hoffelijkheid, het potentieel van LEV, milieu-impact, TCO, ...

## Deel VI

# Projecten

Als uitsmijter wordt een oplisting gemaakt van enkele nationale en internationale (onderzoeks)projecten die de afgelopen jaren rond het thema van de lichte elektrische voertuigen werden uitgevoerd. Voor elk project wordt een korte beschrijving toegevoegd met de belangrijkste objectieven, de uitvoerders en een link naar de projectwebsite.

### **Vision Zero project (Zweden)**

Het Vision Zero project is een Zweeds multi-nationaal verkeersveiligheid project. Het project is makkelijk samen te vatten in één zin: “No loss of life is acceptable”. De meeste transportsystemen leggen de verantwoordelijkheid voor veilig verkeer bij de weggebruikers, Vision zero geeft aan dat dit een gedeelde verantwoordelijkheid wordt tussen gebruikers en de ontwerpers van het systeem. De Vision Zero aanpak bleek reeds zeer succesvol. Het is gebaseerd op het feit dat wij mensen zijn en altijd fouten zullen maken. Het systeem focust op een verkeer in beweging dat ons beschermt na elke bocht. Het is een platform voor vergaarde kennis en technologie met betrekking tot verkeersveiligheid in Zweden, opgericht door de Zweedse overheid en de Zweedse industrie. Het is een mooie samenvatting van de Zweedse aanpak rond verkeersveiligheid. De vision zero methode wordt nu reeds geïmplementeerd in 5 landen.

**Uitvoerder:** *Bussiness Sweden - The Swedish Trade and Invest Council, Stockholm Zweden*

**Projectwebsite:** <http://www.visionzeroinitiative.com/>

### **Bike citizen (Duitsland)**

Bike citizen is een project opgericht met als doel om meer mensen de fiets te laten gebruiken voor alledaagse verplaatsingen in de stad. De bike citizen app maakt gebruik van de know-how van fietskoeriers en is speciaal ontwikkeld voor de noden van fietsers in grote steden. De app raadt fietspaden en zijstraten aan en vermijdt drukke straten, houdt rekening met het type fiets waar men mee rijdt, kiest voor vlakke of heuvelachtige ritten afhankelijk van het persoonlijk fietsprofiel van de gebruiker, houdt rekening met de ondergrond en biedt ook offline kaarten aan. Vaak genomen routes worden geanalyseerd, zo kan de app zichzelf ontwikkelen door gebruik te maken van heat maps en ogenblikkelijke data. De app is reeds beschikbaar in Bremen, Graz, Berlijn, Wenen, Steiermark, Coventry, Voralberg en Kingston.

**Uitvoerder:** *Bike Citizen - Daniel Kofler en Andreas Stückl, Graz, Berlijn*

**Projectwebsite:** <http://www.bikecitizens.net/about/>

### **CHIPS project (Europa - INTERREG)**

Dit project heeft als doel het ontwikkelen en promoten van fietssnelwegen als zijnde een efficiënte en low-cost oplossing voor woon-werkverkeer. CHIPS wil aantonen dat, zeker in combinatie met het toenemend aantal elektrische fietsen, fietssnelwegen innovaties effectief pendelaars uit de auto kunnen halen. 9 project partners uit België, Nederland, verenigd Koninkrijk en Duitsland werken samen aan de ontwikkeling van transnationale standaarden, tests, demonstraties en

uitrol oplossingen om het volledige potentieel van de fiets voor woon-werkverkeer te benutten. De fietssnelwegen zijn reeds terug te vinden tussen Leuven-Brussel (België), Arnhem-Nijmegen (Nederland), Frankfurt luchthaven (Duitsland), Brabant (Nederland), Greenway (Ierland).

**Uitvoerder:** *ECF - European Cyclists Federation*

**Projectwebsite:** <http://www.nweurope.eu/projects/project-search/>

## **Cycling projects (UK, Warrington)**

Cycling projects is een nationaal charity project dat fietsen promoot bij verschillende gemeenschappen. Hun evenementen geven mensen de opportuniteit om op regelmatige basis te fietsen, door middel van hulp, ondersteuning en sturing. De twee meest bekende evenementen zijn Wheels for all en Pedal away. De uitrol van de project is specifiek gericht op het Verenigd Koninkrijk.

**Uitvoerder:** *Wheels for all - Warrington Verenigd Koninkrijk*

**Projectwebsite:** <http://cycling.org.uk/contact-us-2/>

## **Resolve (EU-funded project Horizon 2020)**

Dit Europees project ontwikkelt technologieën voor elektrisch, aangedreven, lichte vierwielers met een uitgebreidere actieradius en een verminderde kostprijs. De bedoeling is het ontwikkelen en promoten van elektrische L-categorie voertuigen om zo meer autobestuurders de overstap te laten maken naar deze kleinere, minder vervuilende alternatieven voor dagelijks woon-werkverkeer. Dit wordt verwezenlijkt in 4 grote doelstellingen: reduceren van de kost voor de aandrijving, de totale voertuig energie-efficiëntie verbeteren, het gebruiksgemak opkrikken en de LEV promoten door campagnes. Het project gebeurt in samenwerking met grote wereldspelers als Piaggio, Bosch, KTM ...

**Uitvoerder:** *Piaggio, C. S.P.A. & RE:Lab Srl*

**Projectwebsite:** [http://ec.europa.eu/research/infocentre/article\\_en.cfm?artid=41476](http://ec.europa.eu/research/infocentre/article_en.cfm?artid=41476)

## **Solutions project (Europa)**

Het Solutions project bracht mobiliteitsoplossingen samen in een netwerk. Om vruchtbare samenwerkingsverbanden voor duurzame en urbane mobiliteit te blijven promoten, ontwikkelde het solutions project de duurzame ontwikkelingsdoelen voor de VN, het Parijs akkoord en de *New Urban Agenda*. Het Solutions Network zal de grenzen uitbreiden en organisaties van over de hele wereld die werken aan duurzame stadsmobiliteit samenbrengen.

**Uitvoerder:** *AVERE, funded by the Seventh Framework programme*

**Projectwebsite:** <http://www.urban-mobility-solutions.eu/>

## **PRO-E-BIKE project (Nederland)**

Het PRO-E-BIKE project promoot schone en energie-efficiënte voertuigen, elektrische fietsen en scooters, voor het vervoer van goederen en personen door private en publieke organisaties,

zoals koeriersbedrijven, overheden en burgers in stedelijk gebied, als een alternatief voor conventionele voertuigen die fossiele brandstof gebruiken. Het project is gericht op het stimuleren van de vraag naar E-bikes en promotie van beleid dat het gebruik van E-bikes in steden stimuleert. Het doel van PRO-E-BIKE is daarom om een gedragswijziging te bewerkstelligen bij de doelgroepen, waardoor zij hun conventionele voertuigen vervangen door E-bikes. Pilots binnen de doelgroepen zullen niet alleen helpen om de doelstelling van het project te halen, maar zal ook bijdragen aan de meetbare effecten zoals bijvoorbeeld  $CO_2$ -reductie en brandstofbesparing. Door de acties binnen het PRO-E-BIKE project wordt getracht binnen de stedelijke distributie een verschuiving te bewerkstelligen van conventionele voertuigen naar E-bikes, en daarmee niet alleen geluidsoverlast en milieuvervuiling tegen te gaan, maar ook congestie te verminderen, energie te besparen en marktkansen te creëren voor de lokale economie. De pilootsteden van dit project zijn Heerhugowaard (Nederland), Valencia (Spanje), Genova (Italië), Lissabon (Portugal), Moravske Toplice (Slovenië), Motala (Zweden), Torres Vedras (Portugal), Zadar (Kroatië)

**Projectwebsite:** <http://www.pro-e-bike.org/project/?lang=nl>

### **Urban-EV project (Duitsland)**

Het Urban-EV project wil de haalbaarheid van lichte voertuigtechnologiën voor lichte stedelijke voertuigen (met nieuwe standaarden van mechanische performantie en veiligheid voor de inzittende) in kaart brengen. Er worden verschillende innovaties verzoend met betaalbare productietechnieken via tests en simulatie. Dit moet leiden tot nieuwe voertuigdesigns. Binnen het project wordt o.a. een prototype ontwikkeld van een licht elektrische voertuig met twee zitplaatsen.

**Uitvoerder:** *Fraunhofer-instituut - Klaus Lipp, Darmstadt Duitsland*

**Projectwebsite:** <http://www.urban-ev.eu/?Home>

### **The green Lane project (VS, Boulder)**

The green lane project was een vijfjarig Peopleforbikes programma dat steden hielp met de aanleg van betere fietspaden om zo minder drukke stadscentra te creëren. De focus lag op afgescheiden fietspaden. Het project liep van 2011 tot 2016, sindsdien is het aantal afgescheiden fietspaden vervierdubbeld in de Verenigde Staten en ze zijn nu zelfs de standaard in Amerikaans straat ontwerp. Het project is afgerond en gaat vanaf januari 2018 over in een nieuw programma *PlacesForBikes*. Een lijst van steden die partners waren in het project kan worden teruggevonden op de projectwebsite.

**Uitvoerder:** *Peopleforbikes, Boulder United States*

**Projectwebsite:** <http://www.peopleforbikes.org/green-lane-project/pages/about-the-project>

### **De toekomst is LEVV: Licht Elektrische Vrachtvoertuigen (Nederland - Rotterdam)**

In dit project wordt het potentieel van lichte vrachtvoertuigen bekeken. In oktober 2014 hebben de gemeente Rotterdam, TNO en zes transportbedrijven uit de regio Rotterdam een convenant ondertekend. In het convenant, dat de naam Green Deal 010 Zero Emission Stadslogistiek draagt, werd afgesproken dat de logistiek in de binnenstad van Rotterdam in 2020 voor 100%

emissievrij moet zijn. Op die manier wordt de luchtkwaliteit en tegelijkertijd de leefbaarheid van Rotterdam verbeterd. Het nationale doel is bijna hetzelfde als dat van Rotterdam. Het enige verschil is dat het landelijke programma uitgaat van zero emission in 2025.

**Uitvoerder:** *Green deal 010 ZES, Ecostars*

**Projectwebsite:** <http://www.logistiek010.nl/nl/blogs/>

## **AMBER-ULV**

Onderzoek naar de ontwikkeling van een Ultra-Licht-voertuig. ULVs hebben een betere energie efficiëntie, verhouding capaciteit en gewicht en betere rijdynamiek. Het ontwerp van deze ultra-lichte-voertuigen is een hele uitdaging, zeker omdat ze hun plaats op de weg delen met de zwaardere wagens.

**Uitvoerder:** *Centro Studi Industriali, Cologno Monzese Italië*

**Projectwebsite:** <http://amberulv.eu/about-us.aspx>

## **AMELIE**

De focus van het project is onderzoek naar fluorescerende elektrolieten en scheidingsmembranen in combinatie met actieve elektroden voor hoge vermogens om zo nieuwe, veilige en duurzame Li-ion batterijen te ontwikkelen.

**Uitvoerder:** *Solvay Specialty Polymers Italy, Bollate Italië*

**Projectwebsite:** [http://cordis.europa.eu/project/rcn/97646\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/97646_en.html)

## **APPLES**

Het ontwikkelen van vergevorderde Li-Ion batterijen voor applicaties in de markt van elektrische voertuigen. Van de nieuw ontwikkelde batterijen wordt verwacht dat zij de innovatie kunnen brengen die nodig is om de energiedensiteit, levensduur, kost, duurzaamheid en veiligheid te verbeteren.

**Uitvoerder:** *Consorzio Spienza Innovazione, Rome Italië*

**Projectwebsite:** [http://cordis.europa.eu/project/rcn/999206\\_en.html](http://cordis.europa.eu/project/rcn/999206_en.html)

## **ASTERICS**

Om aan de verwachtingen van de consument te voldoen moet de prestatie van volledig elektrische voertuigen (FEVs) worden verbeterd. Tevens moet het ontwikkelproces drastisch verkort worden, zodat innovaties sneller op de markt gebracht kunnen worden. Het ASTERICS project zal bijdragen aan een enorme sprong voorwaarts op het gebied van het modelleren en testen van tools die nodig zijn voor de ontwikkeling van toekomstige FEVs in Europa. ASTERICS zal het concurrentievermogen van de automobielsector in al zijn aspecten versterken: basiscomponenten, geïntegreerde componenten, sub-systemen en complete systemen, algoritmen, en OEM toepassingen.

**Uitvoerder:** *Uniresearch BV, Delft Nederland*

**Projectwebsite:** [http://www.uniresearch.nl/artikelen/asterics\\_.html](http://www.uniresearch.nl/artikelen/asterics_.html)

## **FABRIC**

De visie van Fabric is de op grote schaal integratie van volledige elektrische voertuigen in toekomstige transportsystemen. Deze brede implementatie vereist vooruitstrevende EV technologie en laadoplossingen. Als grootste challenge ziet FABRIC de *range-anxiety*, als oplossing hiervoor ziet FABRIC de mogelijkheid om energie te collecteren van de infrastructuur door conductie.

**Uitvoerder:** *Institute of Communication and Computer Systems , Athene Griekenland*

**Projectwebsite:** <http://www.fabric-project.eu/>

## **YUGO - Barcelona**

Stelt scooters ter beschikking die per minuut kunnen worden gehuurd. Dit systeem wordt reeds toegepast in Barcelona, Madrid, Sevilla, Valencia en Zaragoza

**Uitvoerder:** *YUGO, Barcelona Spain*

**Projectwebsite:** <https://www.getyugo.com/barcelona>

## **GOGORO - Berlijn, Parijs**

1.000 scooters in Berlijn en 600 in Parijs. Dit is een systeem dat de mogelijkheid biedt om in het dockingstation de batterij te wisselen. De batterijen worden in het dockingstation vervolgens opgeladen op zonne-energie.

**Uitvoerder:** *GOGORO, Parijs, Berlijn*

**Projectwebsite:** <https://www.gogoro.com/>

# Bijlage 1

Een voertuig dat zich voortbeweegt met constante snelheid verbruikt energie om de luchtweerstand, de rolweerstand en eventuele hoogteverschillen te overwinnen. Het overwinnen van de traagheid bij het versnellen van het voertuig vraagt eveneens energie. De berekening van deze verschillende weerstanden wordt hieronder beschreven met behulp van verschillende parameters.

- rolweerstand:  $m \cdot C_{rol} \cdot g \cdot v$  (met  $m$  de massa [kg],  $C_{rol}$  de rolweerstandcoëfficiënt,  $g$  de valversnelling [ $m/s^2$ ] en  $v$  de snelheid [m/s])
- klimweerstand:  $m \cdot i/100 \cdot g \cdot v$  (met  $m$  de massa [kg],  $i$  de hellingsgraad [%],  $g$  de valversnelling [ $m/s^2$ ] en  $v$  de snelheid [m/s])
- luchtweerstand:  $0,5 \cdot \rho \cdot C_d \cdot A \cdot (v + v_{wind})^2 \cdot v$  (met  $\rho$  de luchtdichtheid [ $kg/m^3$ ],  $C_d A$  de weerstandsfactor,  $v_{wind}$  de windsnelheid [m/s] en  $v$  de snelheid [m/s])
- traagheid:  $m \cdot \frac{dv}{dt}$ , met  $m$  de massa en  $\frac{dv}{dt}$  de versnelling in [ $m/s^2$ ]

De toegepaste numerieke waarden voor de parameters werden uit de literatuur gehaald en worden opgelijst in figuur 129.

Voertuigen	massa [kg]	Crol	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Cd	A [m <sup>2</sup> ]
Rijwiel	95	0.006	1.28	1.1	0.51
Gemotoriseerd rijwiel	110	0.006	1.28	0.57	1
Bromfiets klasse A	115	0.008	1.28	1.2	0.5
Bromfiets klasse B	160	0.008	1.28	1.2	0.5
Speed pedelec	97	0.006	1.28	1	0.45
Motorfiets	275	0.008	1.28	0.88	0.4
E-skateboard	90	0.008	1.28	1	0.45
Segway	105	0.008	1.28	1	0.45
Hoverboard	86	0.008	1.28	1	0.45
E-step	88	0.008	1.28	1	0.45
Monowheel	88	0.008	1.28	1	0.45

Fig. 129: tabel van gekozen parameters [40], [41], [42], [43], [44], [45]

## Bijlage 2

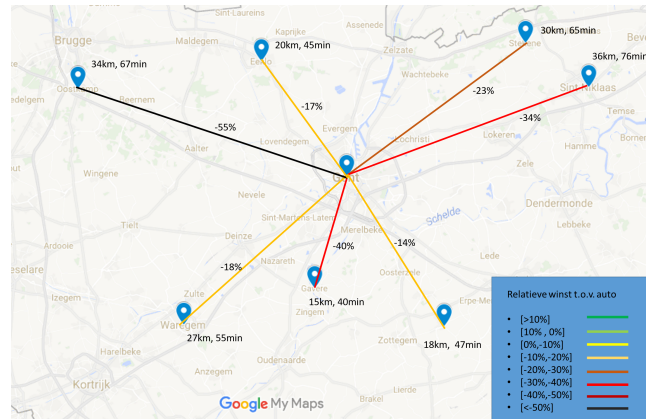


Fig. 130: Relatieve winst naar Gent t.o.v. de auto

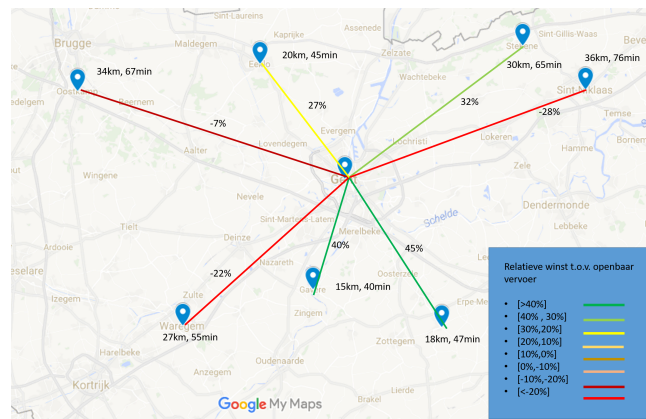


Fig. 131: Relatieve winst naar Gent t.o.v. het openbaar vervoer

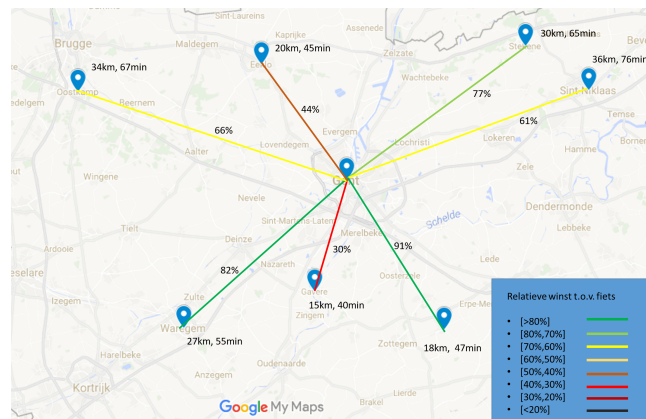


Fig. 132: Relatieve winst naar Gent t.o.v. de fiets

## Project LEV

### Personalia

Q1.1 Potentieel van licht elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer.

Deze enquête peilt in het kader van een onderzoek, uitgevoerd door KU Leuven, Vrije Universiteit Brussel en ASBE in opdracht van het Departement Omgeving van de Vlaamse overheid, naar de ongemakken van pendelaars met licht elektrische voertuigen. Deze studie wil het potentieel van licht elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer in kaart brengen.

Deze vragenlijst omvat 22 vragen.

---

Q1.2 E-mailadres?

---

---

Q1.3 Leeftijd?

---

---

Q1.4 Geslacht?

V (1)

M (2)

X (3)

## Voertuig

Q2.1 Voor welk voertuig vult u deze enquête in?

De classificatie van u voertuig kan u bepalen met volgende link: <http://iiw.kuleuven.be/apps/lev/flowchart.html>

- Elektrische fiets (1)
  - Speed Pedelec (2)
  - Bromfiets klasse A (3)
  - Bromfiets klasse B (4)
  - Motorfiets (5)
  - Voortbewegingstoestellen (6)
  - Driewieler met motor (7) \_\_\_\_\_
  - Vierwieler met motor (8)
  - Andere (9)
- 

Q2.2 Wat is het merk en type van dit voertuig?

\_\_\_\_\_

Q2.3 Pendelafstand?

\_\_\_\_\_

Q2.4 Rijtijd?

---

Q2.5 Hoeveel dagen pendelt u gemiddeld per week met dit voertuig ?

---

Q2.6 Sinds wanneer pendelt u met dit huidig voertuig?

---

Q2.7 Bent u tevreden over de kwaliteit en duurzaamheid van dit voertuig?

- Heel ontevreden (1)
- Ontevreden (2)
- Tevreden (3)
- Heel tevreden (4)

Q2.8 Bij hoeveel procent van uw ritten was er minstens 1 stilstand om wille van technische mankementen?

---

Q2.9 Hoeveel keer per jaar gaat dit voertuig op onderhoud (fietsenmaker of zelf)?

---

Q2.10 Wat is de jaarlijkse kostenplaatje van dit voertuig? (onderhoud, aangepaste kledij, verzekeringen ...)

---

Q2.11 Wat was de aankoopprijs van dit voertuig?

---

Q2.12 Indien van toepassing, wat is de kost van de verzekering voor dit voertuig?

---

End of Block

---

## Hindernissen

Q3.1 Met welke hindernissen wordt u het meeste geconfronteerd? Rangschik in volgorde van meest geconfronteerd naar minst geconfronteerd.

Voor specifieke situaties mag u ons steeds beeldmateriaal met korte omschrijving bezorgen via [cycles@kuleuven.be](mailto:cycles@kuleuven.be)!

- Afwezigheid van fietsinfrastructuur (geen fietspaden, gevaarlijke punten, geparkeerde voertuigen ...) (1)
  - Invloed van het wegdek (grind, boomwortel, niveauverschillen, putten ...) (2)
  - Ingewikkelde en moeilijke regelgeving (onduidelijkheid rond bepaalde verplichtingen ...) (3)
  - Parkeerinfrastructuur (fietsenstalling, geen aangepaste stallingen ...) (4)
  - Diefstalrisico (moeilijke beveiliging ...) (5)
  - Aanbod laadinfrastructuur (geen aanwezig, ingewikkelde, niet veilig ...) (6)
  - Kwaliteit voertuig (vaak problemen, lekke banden ...) (7)
  - Andere (8)
-

## Project LEV

### Personalia

Q1.1 Potentieel van licht elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer.

Deze enquête peilt in het kader van een onderzoek, uitgevoerd door KU Leuven, Vrije Universiteit Brussel en ASBE in opdracht van het Departement Omgeving van de Vlaamse overheid, naar de ongemakken van pendelaars met licht elektrische voertuigen. Deze studie wil het potentieel van licht elektrische voertuigen voor woon-werkverkeer in kaart brengen.

Deze vragenlijst omvat vragen.

---

Q1.2 E-mailadres?

---

---

Q1.3 Leeftijd?

---

---

Q1.4 Geslacht?

V (1)

M (2)

X (3)

# Hindernissen

Q3.1 Met welke hindernissen wordt u het meeste geconfronteerd? Rangschik in volgorde van meest geconfronteerd naar minst geconfronteerd.

Voor specifieke situaties mag u ons steeds beeldmateriaal met korte omschrijving bezorgen via [cycles@kuleuven.be](mailto:cycles@kuleuven.be)!

- Afwezigheid van fietsinfrastructuur (geen fietspaden, gevaarlijke punten, geparkeerde voertuigen ...) (1)
- Invloed van het wegdek (grind, boomwortel, niveauverschillen, putten ...) (2)
- Ingewikkelde en moeilijke regelgeving (onduidelijkheid rond bepaalde verplichtingen ...) (3)
- Parkeerinfrastructuur (fietsenstalling, geen aangepaste stallingen ...) (4)
- Diefstalrisico (moeilijke beveiliging ...) (5)
- Aanbod laadinfrastructuur (geen aanwezig, ingewikkelde, niet veilig ...) (6)
- Kwaliteit voertuig (vaak problemen, lekke banden ...) (7)
- Andere (8)

---

Q3.2 Specificeer type van afwezigheid fietsinfrastructuur

- Geen fietspaden (1)
- Gevaarlijke verkeerssituaties (2)
- Gevaarlijke kruispunten (3)
- Geparkeerde wagens (4)
- Gevaarlijke infrastructuur nabij fietspad (bushokjes, garages, dode hoeken ...) (5)
- Andere (6) \_\_\_\_\_

### Q3.3 Specificeer type van invloed van het wegdek

- Grind aanwezig op rijweg (1)
  - Niveauverschillen (2)
  - Boomwortels (3)
  - Scheuren in wegdek (4)
  - Putten (5)
  - Oncomfortabel wegdek (klinkers, kassei ...) (6)
  - Andere (7) \_\_\_\_\_
- 

### Q3.4 Specificeer problemen met wetgeving

- Onduidelijkheid rond helmplicht (1)
  - Onduidelijkheid rond plaats op de rijbaan (2)
  - Onduidelijkheid rond verzekering (3)
  - Onduidelijkheid rond inschrijving en nummerplaat (4)
  - Onduidelijkheid rond verzekeringsplicht (5)
  - Onduidelijkheid rond verlichting (6)
  - Onduidelijkheid rond minimumleeftijd (7)
  - Andere (8) \_\_\_\_\_
-

Q3.5 Specificeer hindernissen omtrent parkeerinfrastructuur

Geen aangepaste stalling (1)

Geen beveiligde stalling (2)

Andere (3) \_\_\_\_\_

---

Q3.6 Specificeer hindernissen rond diefstalrisico

Moeilijke beveiliging (1)

Andere (2) \_\_\_\_\_

---

Q3.7 Specificeer problemen omtrent aangeboden laadinfrastructuur

Geen laadinfrastructuur aanwezig (1)

Ingewikkelde laadinfrastructuur (2)

Onveilige laadinfrastructuur (3)

Andere (4) \_\_\_\_\_

---

Q3.8 Specificeer hindernissen omtrent de kwaliteit van dit voertuig

Mechanische problemen (1)

Onderhoudsproblemen (2)

Technische problemen (3)

Andere (4) \_\_\_\_\_

---

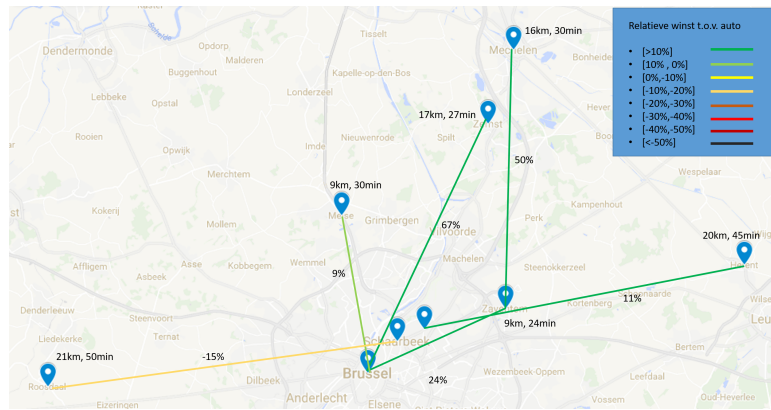


Fig. 133: Relatieve winst naar Brussel t.o.v. de auto

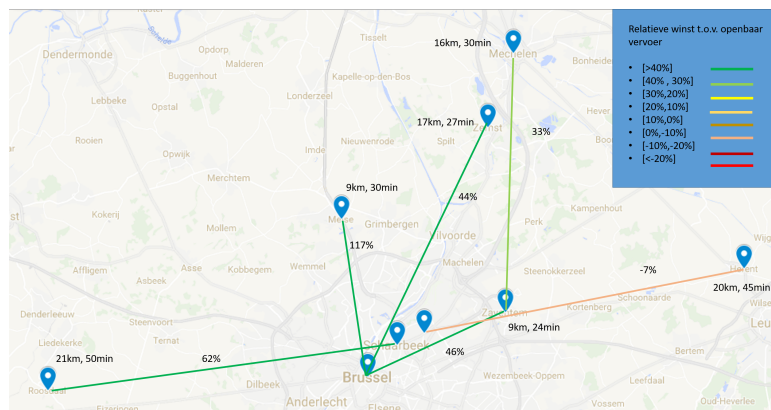


Fig. 134: Relatieve winst naar Brussel t.o.v. het openbaar vervoer



Fig. 135: Relatieve winst naar Brussel t.o.v. de fiets

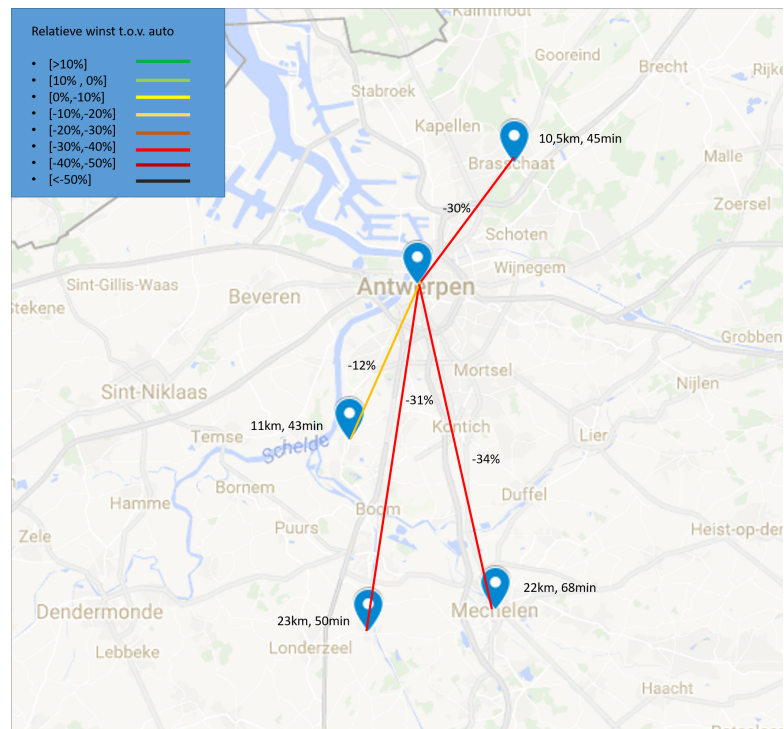


Fig. 136: Relatieve winst naar Antwerpen t.o.v. de auto

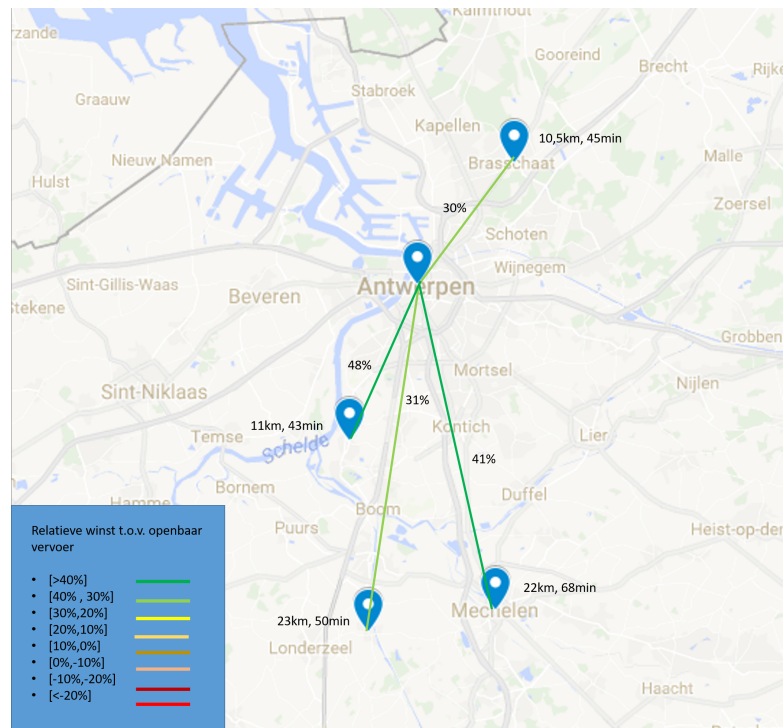


Fig. 137: Relatieve winst naar Antwerpen t.o.v. het openbaar vervoer

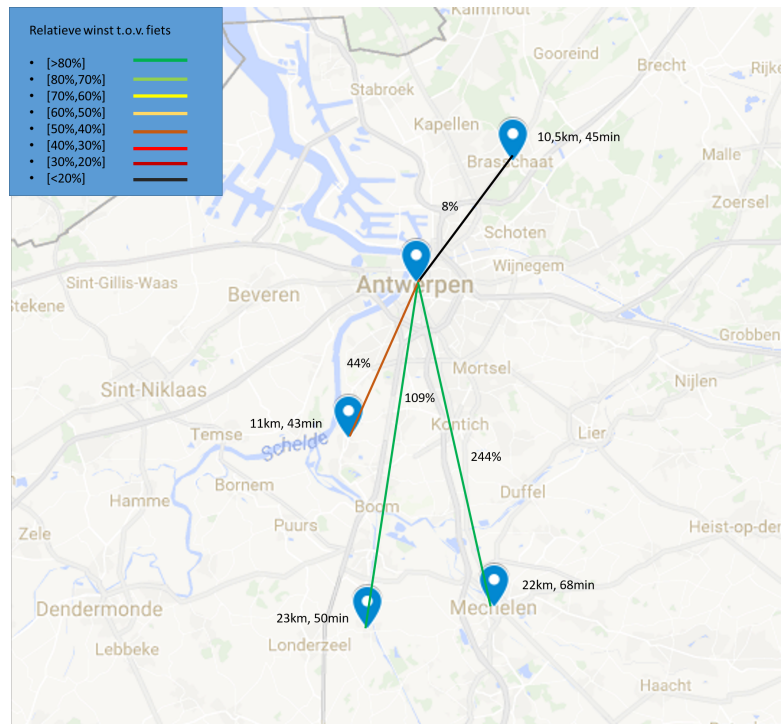


Fig. 138: Relatieve winst naar Antwerpen t.o.v. de fiets

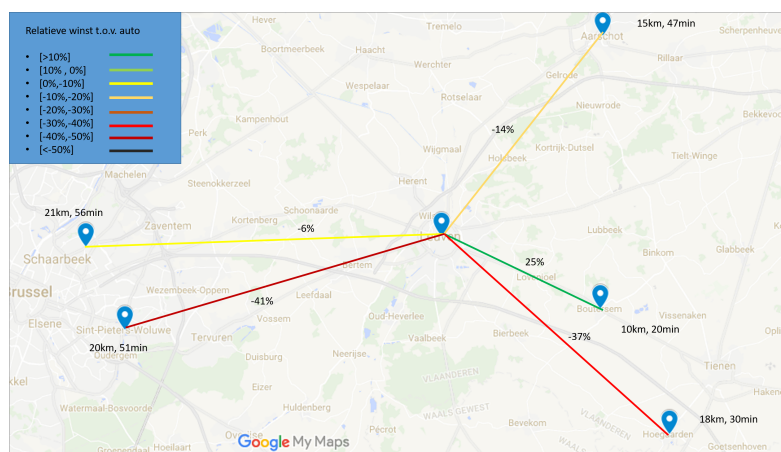


Fig. 139: Relatieve winst naar Leuven t.o.v. de auto

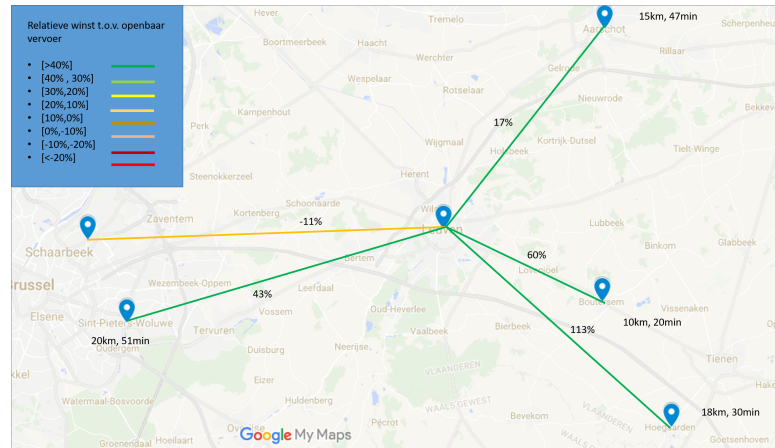


Fig. 140: Relatieve winst naar Leuven t.o.v. het openbaar vervoer

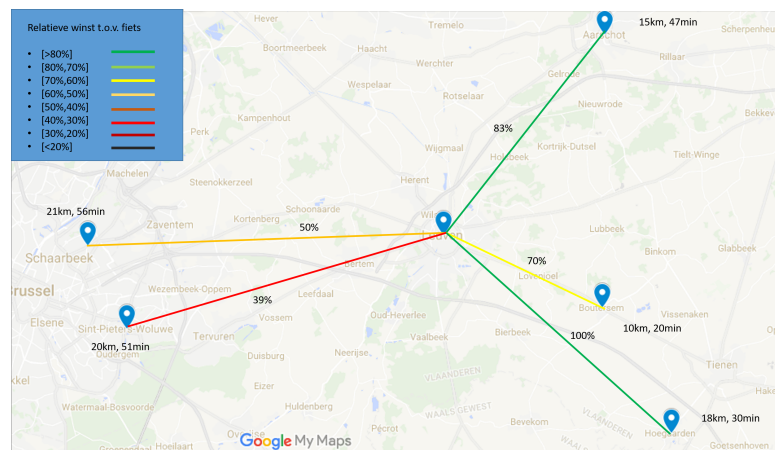


Fig. 141: Relatieve winst naar Leuven t.o.v. de fiets

## Referenties

- [1] *voorbeeld rijwiel*, beschikbaar via <https://www.elektrischefietsen.com/2015/bikkel-bikes-een-van-10-best-verkopende-e-bike-merken/>
- [2] *België, het land der e-bikers*, *De Morgen*, 9/06/2017, beschikbaar via <https://gopressmobility.be/2017/06/09/belgie-het-land-der-e-bikers/>
- [3] *Mobiliteitsbeeld 2016*, KIM, beschikbaar via <https://www.kimnet.nl/mobiliteitsbeeld>
- [4] *European Commission, White Paper Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system - COM/2011/0144 final, p. 9*, beschikbaar via [https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011\\_white\\_paper\\_en](https://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/2011_white_paper_en)
- [5] *Evolo*, beschikbaar via <http://www.evolo.es/es/evolo>
- [6] *Radkutsche*, beschikbaar via <http://www.radkutsche.de/start.html>
- [7] *Bubblepost*, beschikbaar via <http://bubblepost.eu/>
- [8] *Foodlogica*, beschikbaar via <http://foodlogica.com/>
- [9] *Redrobot*, beschikbaar via <https://www.redrobot.org/travel/the-future-of-urban-delivery-is-electric-cargo-bikes/>
- [10] *voorbeeld bromfietsklasse A en B*, beschikbaar via [www.bestriders.com.br](http://www.bestriders.com.br) and <http://www.tomos-moped.be/nl-modellen-12.html>
- [11] *Govecs*, beschikbaar via <http://b2b.govecs.com/faq.php>
- [12] *Ligier Professional*, beschikbaar via <http://www.ligier-professional.fr/en/brochures>
- [13] *Kyburz*, beschikbaar via <https://kyburz-switzerland.ch/de/personenfahrzeuge/dx2>
- [14] *Postmaster*, beschikbaar via <https://www.ieve.dk/postmaster>
- [15] *Postmaster*, beschikbaar via <http://cleanmotion.se/zbee/>
- [16] *Toyota*, beschikbaar via <https://cleantechnica.com/2016/05/31/toyota-road-carsharing-program-france-updates/>
- [17] *voorbeeld speed pedelec*, beschikbaar via <https://www.stromerbike.com/nl/be>
- [18] *Mobiliteit in cijfers tweewielers 2016-2017*, RDC, CBMI, RAI vereniging, *Sales report*, beschikbaar via <http://bovagrai.info/tweewieler/2016/fietsen-nederland/1-13-verkopen-speed-pedeles/>
- [19] *Yperman, I. (2011), Pendelen per motorfiets: een impactanalyse, Transport & Mobility Leuven.*
- [20] *Christophe Pauwels, Peter Andries, Diagnostiek woon-werkverkeer 2014, Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer*, beschikbaar via [https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/final\\_report\\_nl\\_5.0.pdf](https://mobilit.belgium.be/sites/default/files/final_report_nl_5.0.pdf)
- [21] *voorbeeld motorfiets*, beschikbaar via <http://www.egear.be/brammo-motorfietsen/>
- [22] *e-Car*, beschikbaar via <http://www.ecar333.be/>
- [23] *voorbeeld driewieler met motor*, beschikbaar via <http://www.amt.nl/techniek/nieuws/2011/3/twike-elektrofiets-of-trapauto-1018104>

- [24] *voorbeeld vierwieler*, beschikbaar via <https://nl.renault.be/voertuigen/elektrische-wagens>
- [25] *voorbeeld segway*, beschikbaar via <http://be-nl.segway.com/home>
- [26] *voorbeeld monowheel*, beschikbaar via <https://monowheels.be/>
- [27] *voorbeeld hoverboard*, beschikbaar via <https://www.oxboard.nl/>
- [28] *voorbeeld e-step*, beschikbaar via <https://www.citybug.com/>
- [29] *voorbeeld elektrisch skateboard*, beschikbaar via <https://www.voltboards.nl>
- [30] *EnergyBus, Standard for Connecting Electric Components of Light Electric Vehicles*, beschikbaar via <http://www.energybus.org>
- [31] *Premie voor nieuwe elektrische wagens en wagens op waterstof*, beschikbaar via <https://www.vlaanderen.be/nl/mobiliteit-en-openbare-werken/voertuigen/premie-voor-nieuwe-elektrische-wagen-wagen-op-waterstof>
- [32] *Belastingvermindering bij de aankoop van een elektrisch voertuig*, beschikbaar via [https://financien.belgium.be/nl/particulieren/vervoer/elektrische\\_voertuigen/](https://financien.belgium.be/nl/particulieren/vervoer/elektrische_voertuigen/)
- [33] *fietsvergoeding*, beschikbaar via [https://financien.belgium.be/nl/particulieren/vervoer/af trek\\_vervoersonkosten/woon-werkverkeer/fiets](https://financien.belgium.be/nl/particulieren/vervoer/af trek_vervoersonkosten/woon-werkverkeer/fiets)
- [34] *Snelle elektrische fiets fiscaal gelijkgesteld met gewone fiets*, beschikbaar via <http://deredactie.be/cm/vrtnieuws/binnenland/1.2982142>
- [35] *Universeel laadsysteem voor elektrische fietsen*, beschikbaar via [cycleport.com.au](http://cycleport.com.au)
- [36] *Standard for connecting electric components of light electric vehicles*, beschikbaar via <http://www.energybus.org/Further-Info/Downloads/Technical-introduction-to-EnergyBus-Standard>
- [37] *Austrian Post*, beschikbaar via <http://postandparcel.info/56163/news/it/austrian-post-to-triple-size-of-electric-vehicle-fleet/>
- [38] *Segway SE3*, beschikbaar via <http://be-nl.segway.com/products/segway-se-3>
- [39] *Voertuigstatistieken, “Gemiddeld gewicht nieuw geregistreerde personenauto per merk”, 2017*, beschikbaar via <http://www.voertuig-statistieken.nl/rapport/grafiek/gewicht-personenauto-merk>
- [40] *Christin Hölzel, Franz Höchtl, Veit Senner, “Cycling comfort on different road surfaces”, 2012*, beschikbaar via <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812016955>
- [41] *Leo Rogier Verbene, “LIGFIETS versus RACEFIETS”,* beschikbaar via <http://www.racefiets-ligfiets.nl/luchtweerstand.php>
- [42] *KMI, “Karakteristieken van enkele klimatologische parameters”, 2017*, beschikbaar via <https://www.meteo.be/meteo/view/nl/360361-Parameters.html>
- [43] *Siddique A.Khateeba, Mohammed M.Faridb, RobertSelmana, SaidAl-Hallaj, “Mechanicaelectro-chemical modeling of Li-ion battery designed for an electric scooter”, 2016, p673-678*, beschikbaar via <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378775305013753>
- [44] *Bart Lindner, “Rensporten algemeen”,* beschikbaar via <http://www.natuurkunde.nl/artikelen/1850/rensporten-algemeen>

- [45] André Heck, AMSTEL Instituut, UvA, “Wis- en natuurkunde van hardlopen”, beschikbaar via <http://www.fisme.science.uu.nl/woudschotennatuurkunde/verslagen/Vrsl2008/wg12.pdf>
- [46] United Nations, “Global technical regulation on Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure”, beschikbaar via <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29r-1998agr-rules/ECE-TRANS-180a15e.pdf>
- [47] Arno huss (AVL), Heiko Maas (FORD), Heinz Hass (EUCAR/Ford) , concauwe, EUCAR “Well-to-wheels analysis of future automotive feuls and powertrains in European context”, beschikbaar via [http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/sites/iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/files/documents/report\\_2013/ttw\\_report\\_v4\\_july\\_2013\\_final.pdf](http://iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/sites/iet.jrc.ec.europa.eu/about-jec/files/documents/report_2013/ttw_report_v4_july_2013_final.pdf)
- [48] [https://nl.wikipedia.org/wiki/New\\_European\\_Driving\\_Cycle](https://nl.wikipedia.org/wiki/New_European_Driving_Cycle)
- [49] “Estimated energy consumption in NEDC”, beschikbaar via [http://ecarsnow-italy.wdfiles.com/local--files/ecars:smart-fortwo-elettrica/Range\\_Calculation\\_NEDC\\_City\\_and\\_freeway\\_Smart.pdf](http://ecarsnow-italy.wdfiles.com/local--files/ecars:smart-fortwo-elettrica/Range_Calculation_NEDC_City_and_freeway_Smart.pdf)
- [50] Nordelöf, A., Messagie, M., Tillman, A., Söderman, M., Van Mierlo, J., 2014, “Environmental impacts of hybrid, plug-in hybrid, and battery electric vehicleswhat can we learn from life cycle assessment?”, Int J Life Cycle Assess, DOI 10.1007/s11367-014-0788-0
- [51] Messagie, M., Lebeau, K., Coosemans, T., Macharis, C., & Van Mierlo, J. (2013). “Environmental and financial evaluation of passenger vehicle technologies in Belgium. Sustainability, 5(12), 5020-5033.
- [52] Messagie, M., Boureima, F., Coosemans, T., Macharis, C., Van Mierlo, J. (2014) “A Range-Based Vehicle Life Cycle Assessment Incorporating Variability in the Environmental Assessment of Different Vehicle Technologies and Fuels. ENERGIES Volume: 7 Issue: 3 Pages: 1467-1482
- [53] Oliveira, L.; Messagie, M.; Rangaraju, S.; Sanfelix, J.; Hernandez, M.; Van Mierlo, J. (2015) “Key Issues of Lithium-Ion Batteries From Resource Depletion to Environmental Performance Indicators. Journal of Cleaner Production, Vol. 108A, JCLP5668, 12.2015, p. 354-362.
- [54] Al-Alawi, B., & Bradley, T. (2013). “Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. Applied Energy, 103(6), 488-506.
- [55] Brown, R. J. (1979). “A new marketing tool: Lifecycle costing. Industrial Marketing Management, 8(2), 109-113.
- [56] Ecoscore. (2015). Voertuig zoeken, beschikbaar via <http://www.ecoscore.be/nl/search>
- [57] Werber, M., Fischer, M., & Schwartz, P. (2009). “Batteries: Lower Cost than Gasoline?, Energy Policy, 37(7), 2465-2468.
- [58] Belasting op inverkeerstelling en verkeersbelasting gewijzigd. Opgehaald van Vlaanderen.be, beschikbaar via <http://www.vlaanderen.be/nl/mobiliteit-en-openbare-werken/voertuigen/belasting-op-inverkeerstelling-en-verkeersbelasting-gewijzigd>
- [59] Roosen, J., Marneffe, W., & Vereeck, L. (2015). “A Review of Comparative Vehicle Cost Analysis. Transport Reviews, 35(6), 720-748.
- [60] Thiel, C., Perujo, A., & Mercier, A. (2010). “Cost and CO<sub>2</sub> aspects of future vehicle options in Europe under new energy policy scenarios. Energy Policy, 38(11), 7142-7151.
- [61] Belgische Petroleum Federatie. (2016). Databank Maximumprijzen. Opgehaald van Belgische Petroleum Federatie, beschikbaar via <http://www.petrolfed.be/nl/maximumprijzen/databank>

- [62] beschikbaar via <http://www.fietsberaad.be/Kennisbank/Bijlagen/Cahier-Ebike%20DEF.pdf>
- [63] Werber, M., Fischer, M., & Schwartz, P. (2009). Batteries: Lower Cost than Gasoline? *Energy Policy*, 37(7), 2465-2468
- [64] <https://belastingen.fenb.be>
- [65] <https://www.batavus.nl/elektrische-fietsen/razer.htm>
- [66] <https://www.ethias.be>
- [67] <http://www.rebatt.nl/accu-s/elektrische-scooter-accu>
- [68] <http://www.egear.be/elektrische-scooters/>
- [69] <https://www.rekening.be/verkeersbelasting-berekenen-voor-een-motorfiets-brommer/>
- [70] <https://www.bandenleader.be/>
- [71] <http://www.verzekeringen.be/>
- [72] <http://cleanrider.com/vectrix-is-back/>
- [73] <http://scootershopremunj.nl/product/piaggio-new-fly-4t-2v-scooter/>
- [74] <https://www.touring-verzekeringen.be>
- [75] <https://nl.renault.be/>
- [76] <http://www.radkutsche.de/>
- [77] <http://www.ecomobielshop.be/>
- [78] <http://www.goupil-industrie.eu/>
- [79] *Rapport Onderzoek Verplaatsingsgedrag Vlaanderen*, beschikbaar via <http://www.mobielvlaanderen.be/ovg/>
- [80] Popovich, “Experiences of electric bicycle users in the Sacramento”, *California area, Travel Behaviour and Society*, 2/2014, p37-44, beschikbaar via <https://www.kimnet.nl/mobiliteitsbeeld>
- [81] Pauwels, C., Andries, P., (2016). *Federale Diagnostiek Woon-Werkverkeer 2014*, beschikbaar via [https://mobilier.belgium.be/sites/default/files/final\\_report\\_nl\\_5.0.pdf](https://mobilier.belgium.be/sites/default/files/final_report_nl_5.0.pdf)
- [82] *Mobiel21*, beschikbaar via <http://www.mobiel21.be/sites/default/files/Het%20e-fietspotentieel%20-%20aanbevelingen%20voor%20beleid%20en%20bedrijven.pdf>
- [83] Fyhri, Heinen, Fearnley, Sundfor, “A push to cyclingexploring the e-bike’s role in overcoming barriers to bicycle use with a survey and an intervention study”, 6/2014, p681-695, beschikbaar via <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15568318.2017.1302526>
- [84] Langford, B.C., C. Cherry, T. Yoon, S. Worley, D. Smith “North Americas first electric bicycle share: A year of experience.”, 2013, p120-128, beschikbaar via <http://trrjournalonline.trb.org/doi/abs/10.3141/2387-14>
- [85] LCherry, C., R. Cervero “Use Characteristics and Mode Choice Behavior of Electric Bike Users in China”, 2017, p247-257, beschikbaar via <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967070X07000169>

- [86] Pablo Jensena, Jean-Baptiste Rouquierc, Nicolas Oustrachtd, Céline Robardete “Characterizing the speed and paths of shared bicycle use in Lyon”, *Institut des Systèmes Complexes Rhne-Alpes (IXXI)*, 69007 Lyon, France, 12/2010, p522-524, beschikbaar via <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15568318.2017.1302526>
- [87] Prudhomme, Rémy and Juan Pablo Bocarejo ‘The London congestion charge: a tentative economic appraisal’, 2005, p279-287, beschikbaar via <http://econpapers.repec.org/article/eeetrapol>
- [88] Pro-E-Bike, *E-bike Simulation Tool available for download!*, beschikbaar via <http://www.pro-e-bike.org/2015/06/01/e-bike-simulation-tool-available-for-download/>
- [89] VAB, beschikbaar via <https://www.vab.be/nl/nieuws/2015/8/18/autokost>
- [90] Fyhri, A., Heinen, E., Fearnly, N., Sundfor, (2017), *A push to cycling exploring the e-bikes role in overcoming barriers to bicycle use with a survey and an intervention study*, *International journal of Sustainable Transportation*, Vol. 11(9), DOI 10.1080/15568318.2017.1302526
- [91] Berntsen, S., Malnes, L., Langaker, A., Bere, E., (2017). *Physical activity when riding an electric assisted bicycle*, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1), 10.1186/s12966-017-0513-z.
- [92] Simons, M., Van Es, E., Hendriksen, I., (2009). *Electrically Assisted Cycling: A New Mode for Meeting Physical Activity Guidelines?*, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Vol.41(11), DOI 10.1249/MSS.0b013e3181a6aaa4
- [93] Peterman, JE., Morris, KL., Kram, R., Byrnes, WC, (2016). *Pedelecs as a physically active transportation mode*, *European Journal of Applied Physiology*. 116(8), p1565-1573.
- [94] Langford, B.C., (2013). *A comparative health and safety analysis of electric assist and regular bicycles in an on-campus bicycle sharing system (unpublished)*. The University of Tennessee, Knoxville.
- [95] MacArthur, J., Dill, J, Person, M., (2014). *Electric bikes in North America: results of an online survey*, *Transp. Res. Rec. J. Transp. Res. Board*, 2468 (2014), p123-130, DOI 10.3141/2468-14
- [96] Johnson, M., Rose, G., (2015). *Extending life on the bike: Electric bike use by older Australians*, *Journal of Transport & Health*, Volume 2(2), p276-283, DOI 10.1016/j.jth.2015.03.001
- [97] de Geus, B., Kempenaers, F, Lataire, P., Meeusen, R., (2013). *Influence of electrically assisted cycling on physiological parameters in untrained subjects*, *Eur. J. Sport Sci. EJSS Off. J. Eur. Coll. Sport Sci.*, 13 (2013), p290-294, DOI 10.1080/17461391.2011.606845
- [98] Dill, J., Rose, G., (2012). *Electric Bikes and Transportation Policy - Insights from Early Adopters*, *Transport Research Board: Journal of the Transport Board* Vol. 2314, 10.3141/2314-01
- [99] Hyvönen, K., Repo, P., Lammi, M., (2016), *Light electric vehicles: substitution and future use*, *Transport Research Procediam* Vol.19, p.258-268, 0.1016/j.trpro.2016.12.085
- [100] Wachotsch, u., Koldziej, A, Specht, B., (2014). *Electric bikes get things rolling. The environmental impact of pedelecs and their potential*, *Publisher Federal Environment Agency (UBA)*, beschikbaar via [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp\\_electric\\_bikes\\_get\\_things\\_rolling.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_electric_bikes_get_things_rolling.pdf)
- [101] Kämper, C., Helms, H., Jöhrens, J., (2016). *Modal shifting effects and climate impacts through electric bike use in Germany*, *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, Vol.6, no.4, p331-345

- [102] Weiss, M., Dekker, P., Moro, A., Scholz, H., Patel, M., (2015). *On the electrification of road transportation A review of the environmental, economic and social performance of electric two-wheelers*, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol.41, p348-366, DOI 10.1016/j.trd.2015.09.007
- [103] Jones, T., Harms, L., Heinen, E., (2016). *Motives, perceptions and experiences of electric bicycle owners and implications for health, wellbeing and mobility*, *Journal of Transport Geography*, Vol.53, p41-49, DOI 10.1016/j.jtrangeo.2016.04.006
- [104] Fyhri, A., Heinen, E., Fearnly, N., Sundfor, (2017), *A push to cycling exploring the e-bikes role in overcoming barriers to bicycle use with a survey and an intervention study*, *International journal of Sustainable Transportation*, Vol. 11(9), DOI 10.1080/15568318.2017.1302526
- [105] Kämper, C., Helms, H., Jöhrens, J., (2016). *Modal shifting effects and climate impacts through electric bike use in Germany*, *Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering*, Vol.6, no.4, p331-345
- [106] Bike Citizens, (2015). *Efficiency Master a Comparison of Different Modes of Transport*, beschikbaar via <https://www.bikecitizens.net/efficiency-master-for-modes-of-transportation/>
- [107] Bates, J., Leibling, D., (2012). *Spaced out. Perspectives on parking policy*, beschikbaar via [http://www.racfoundation.org/assets/rac\\_foundation/content/downloadables/spaced\\_out-bates\\_leibling-jul12.pdf](http://www.racfoundation.org/assets/rac_foundation/content/downloadables/spaced_out-bates_leibling-jul12.pdf)
- [108] Bühler, R., Pucher, J., Gerike, R., Götschi, T., (2016). *Reducing car dependence in the heart of Europe: lessons from Germany, Austria, and Switzerland*, *Transport Reviews*, Vol.37(1), p4-28, DOI 10.1080/01441647.2016.1177799
- [109] *Flow brochure*, (2016). *Walking, cycling and congestion. 15 facts for cities*, beschikbaar via [http://h2020-flow.eu/fileadmin/user\\_upload/Deliverables/15\\_quick\\_facts\\_eng\\_FINAL.pdf](http://h2020-flow.eu/fileadmin/user_upload/Deliverables/15_quick_facts_eng_FINAL.pdf)
- [110] Macmillan, A., Connor, J., Witten, K., et al. (2014). *The Societal Costs and Benefits of Com-muter Bicycling: Simulating the Effects of Specific Policies Using System Dynamics Modelling*. *Environmental Health Perspectives*. 22(4):335-344, DOI: 10.1289/ehp.1307250
- [111] Davis, A., (2010). *Value for Money: an Economic Assessment of Investment in Wal-king and Cycling*, beschikbaar via [http://www.injuryresearch.bc.ca/docs/3\\_20110302\\_130729ValueforMoneyAnEconomicAssessmentofInvestmentinW.pdf](http://www.injuryresearch.bc.ca/docs/3_20110302_130729ValueforMoneyAnEconomicAssessmentofInvestmentinW.pdf)
- [112] Saelensminde, K., (2004). *Costbenefit analyses of walking and cycling track networks taking into account insecurity, health effects and external costs of motorized traffic*, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 38(8), p593-606, DOI 10.1016/j.tra.2004.04.003
- [113] *Flow Project Report*, (2016). *The role of walking and cycling in reducing congestion*, beschikbaar via [http://h2020-flow.eu/uploads/tx\\_news/FLOW\\_REPORT\\_-\\_Portfolio\\_of\\_Measures\\_v\\_06\\_web.pdf](http://h2020-flow.eu/uploads/tx_news/FLOW_REPORT_-_Portfolio_of_Measures_v_06_web.pdf)
- [114] *City of Paris*, (2017). *Moins de véhicules et moins de pollution depuis la piétonnisation de la rive droite*, beschikbaar via <https://www.paris.fr/actualites/pollution-de-l-air-en-baisse-de-25-depuis-la-pietonnisation-de-la-rive-droite-4690>
- [115] Yperman, I., (2011). *Pendelen per motorfiets: een impactanalyse*, beschikbaar via [http://www.tmlouven.be/project/motorcyclesandcommuting/20110921\\_Motorfietsen\\_eindrapport.pdf](http://www.tmlouven.be/project/motorcyclesandcommuting/20110921_Motorfietsen_eindrapport.pdf)

- [116] Houthuijs, D., van Beek, A., Swart, W., van Kempem, E., (2014). *Health implication of road, railway and aircraft noise in the European Union: Provisional results based on the 2nd round of noise mapping*, beschikbaar via <http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=a4029a59-c241-46c8-b8d1-8f2f537e9ac1&type=org&disposition=inline>
- [117] *Health Economic Assessment Tool (HEAT)*, beschikbaar via <http://www.heatwalkingcycling.org/index.php?pg=cycling&act=introduction>
- [118] *European Cyclists Federation, (2016). The EU Cycling Economy. Arguments for an integrated EU cycling policy*, beschikbaar via [https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY\\_low%20res.pdf](https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY_low%20res.pdf)
- [119] *Rapport pour le Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, (2014). Impact et potentiel de l'usage du vélo sur l'économie et l'emploi en Région de Bruxelles-Capitale*, beschikbaar via [http://www.provelo.org/sites/default/files/etudes/evaluation\\_economique\\_velo\\_fr\\_20140530.pdf](http://www.provelo.org/sites/default/files/etudes/evaluation_economique_velo_fr_20140530.pdf)
- [120] Garrard, J., Rissel, C., Bauman, A., (2012). *Health benefits of cycling*. In J. Pucher & R. Buehler (Eds.), *City cycling* (pp. 3156). Cambridge: MIT Press.
- [121] *European Cyclists Federation, (2016). The EU Cycling Economy. Arguments for an integrated EU cycling policy*, beschikbaar via [https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY\\_low%20res.pdf](https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY_low%20res.pdf)
- [122] *THE PEP, (2014). Unlocking new opportunities. Jobs in green and healthy transport*, beschikbaar via [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0003/247188/Unlocking-new-opportunities-jobs-in-green-and-health-transport-Eng.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/247188/Unlocking-new-opportunities-jobs-in-green-and-health-transport-Eng.pdf)
- [123] *Be Cycled Magazine, (2017). Belgische fietsmarkt 2016 in cijfers: e-bikes en damesfietsen op kop*, beschikbaar via <https://www.becycled.be/magazine/belgische-fietsverkoop-2016-elektrische-fiets-damesfietsen/>
- [124] *City of Copenhagen, (2010), Copenhagen city of cyclists. Bicycle account 2010*, beschikbaar via <http://www.cycling-embassy.dk/wp-content/uploads/2011/05/Bicycle-account-2010-Copenhagen.pdf>
- [125] Weiss, M., Dekker, P., Moro, A., Scholz, H., Patel, M., (2015). *On the electrification of road transportation A review of the environmental, economic and social performance of electric two-wheelers, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol.41, p348-366, DOI 10.1016/j.trd.2015.09.007*
- [126] *LNE, (2016). Actieplan Clean Power for Transport*, beschikbaar via <http://milieuvriendelijkevoertuigen.be/sites/default/files/atoms/files/Actieplan%20CPT.pdf>
- [127] *European Commission, White Paper Roadmap to a Single European Transport Area Towards a competitive and resource efficient transport system - COM/2011/0144 final, p. 9*
- [128] *Richtlijn 2008/50/EG van het Europees parlement en de raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa, OJ L 152, 11.6.2008, p. 144*
- [129] *United Nations Framework Convention on Climate Change, (2015). Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change*, beschikbaar via <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- [130] *Paul Schepers, Berry den Brinker, Wieke Ormel. "Enkelvoudige fietsongevallen. Consument en Veiligheid , Rijkswaterstaat Dienst Verkeer en Scheepvaart, Vrije Universiteit Amsterdam* beschikbaar via <http://www.verkeerskunde.nl/enkelvoudigefietsongevallen>

- [131] beschikbaar via <http://www.astronomie.be/rik.gheysens/fietshoorn/statistieken.htm>
- [132] *Vademecum fietsvoorzieningen, Departement Mobiliteit en Openbare Werken*, beschikbaar via <http://www.mobielvlaanderen.be/vademecums/vademecumfiets01.php>
- [133] *Beschikbaar via <https://ecf.com/projects/chips>*
- [134] "Persdossier: onderzoek investeringsbeleid in fietsinfrastructuur", 1 juli 2016, *Beschikbaar via [http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/22062016\\_Persdossier%20fietsinfrastructuur\\_finaal.pdf](http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/22062016_Persdossier%20fietsinfrastructuur_finaal.pdf)*
- [135] "Persdossier: onderzoek investeringsbeleid in fietsinfrastructuur", 1 juli 2016, *Beschikbaar via [http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/Oncomfortabele%20gemeentelijke%20fietspaden\\_Dendermonde.pdf](http://www.fietsersbond.be/sites/default/files/pdf/Oncomfortabele%20gemeentelijke%20fietspaden_Dendermonde.pdf)*
- [136] "Fiscale vrijstelling fietsvergoeding uitgebreid naar speed pedelecs", 1 juli 2016, *Beschikbaar via <https://www.sd.be/ellawebsite/nl/legalnews/3976ee0f-7eb2-4449-8cf7-68315165f946>*
- [137] <http://www.oplaadpunten.org/fietsen/kaart-vlaanderen>
- [138] <http://www.oplaadpunten.org/auto/kaart-vlaanderen>
- [139] <http://www.ebikes.ca/product-info/cycle-satiator.html>
- [140] <http://cycleport.com.au/>
- [141] <http://www.bike-energy.com/>
- [142] Presentatie Speed Pedelecs, Staf Willems, 16 mei 2016, *beschikbaar via [https://iiv.kuleuven.be/onderzoek/eena/evenementen/presentatieskickoff/Presentie\\_BIVV](https://iiv.kuleuven.be/onderzoek/eena/evenementen/presentatieskickoff/Presentie_BIVV)*
- [143] Procentuele pendeltijd in de regen, *beschikbaar via <http://www.frankdeboosere.be/mobiliteit/mob2017/mob2017.php>*
- [144] Give Cycling a Push, Implementation Fact Sheet, *beschikbaar via [https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto\\_fact\\_sheet\\_legislation\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/presto_fact_sheet_legislation_en.pdf)*
- [145] <http://www.ericshewan.com/>
- [146] <http://etn-demeter.eu/how-many-electric-motors-are-in-a-car/>
- [147] Rotthier B., Stevens G., Dikomitis L., Huyck B., Motoasca E., Cappelle J. (2017). Typical cruising speed of speed pedelecs and the link with motor power as a result of a Belgian naturalistic cycling study, International Cycling Safety Conference. Davis, USA, 20-23 September 2017 (art.nr. 12).
- [148] Hyvönen, K., Repo, P., Lammi, M., (2016). Light electric vehicles: substitution and future use, *Transport Research Procediam Vol.19, p.258-268, 0.1016/j.trpro.2016.12.085*
- [149] De Testkaravaan, *beschikbaar via <http://www.testkaravaan.be/>*
- [150] Weiss, M., Dekker, P., Moro, A., Scholz, H., Patel, M., (2015). On the electrification of road transportation A review of the environmental, economic and social performance of electric two-wheelers, *Transportation Research Part D: Transport and Environment, Vol.41, p348-366, DOI 10.1016/j.trd.2015.09.007*
- [151] Jamerson, F., Benjamin, E., (2016). Electric Bikes Worldwide Report, 2016 Update to 2015 Edition, *beschikbaar via <http://www.ebur.com/>*

- [152] International Energy Agency, (2017). Global EV Outlook 2017, Tow million and counting, p.5, *beschikbaar via <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/GlobalEVOutlook2017.pdf>*
- [153] Conebi, (2017). European Bicycle Industry and Market Profile 2017 with data 2016, *beschikbaar via <http://www.conebi.eu/facts-and-figures/>*
- [154] <http://www.bike-eu.com/>
- [155] Verordening (EU) nr. 168/2013 van het Europees Parlement en de Raad van 15 januari 2013 betreffende de goedkeuring van en het markttoezicht op twee- of driewielige voertuigen en vierwielers, OJ L 60, 2.3.2013, p. 52128
- [156] Richtlijn 2002/24/EG van het Europees Parlement en de Raad van 18 maart 2002 betreffende de goedkeuring van twee- of driewielige motorvoertuigen, OJ L 124, 9.5.2002, p. 144
- [157] Jef Van den Bergh, (2017). Al meer dan 2000 speed pedelecs ingeschreven, *beschikbaar via <http://www.jefvandenbergh.be/nl/al-meer-dan-2000-speed-pedelecs-ingeschreven>*
- [158] Rogers, E. (1983). Diffusion of innovations (3rd ed.), New York: Free Press of Glencoe. ISBN 9780029266502
- [159] In 2016 zijn 25% meer elektrische fietsen verkocht in België, *beschikbaar via <https://www.egear.be/elektrische-fiets-verkoop-2016/>*
- [160] Centraal Bureau voor de Statistiek, (2017). Maatwerk Speed-Pedelecs, *beschikbaar via <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2017/33/maatwerk-speed-pedelecs>*
- [161] Wachotsch, u., Koldziej, A, Specht, B., (2014). Electric bikes get things rolling. The environmental impact of pedelecs and their potential, Publisher Federal Environment Agency (UBA), *beschikbaar via [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp\\_electric\\_bikes\\_get\\_things\\_rolling.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/hgp_electric_bikes_get_things_rolling.pdf)*
- [162] 21st Century Car Distribution in Europe, IESE 2012 MBA Project, *beschikbaar via [file:///C:/Users/Gebruik/Downloads/roland\\_berger\\_iese\\_car\\_distribution\\_1.pdf](file:///C:/Users/Gebruik/Downloads/roland_berger_iese_car_distribution_1.pdf)*
- [163] Què és el Bicing Elèctric?, *beschikbaar via <https://www.bicing.cat/ca/informacio/que-es-bicing-i-bicing-electric>*
- [164] Bicimad, *beschikbaar via <https://www.bicimad.com/>*
- [165] Department for Transport, (2016). Shared Electric Bike Programme Report 2016, *beschikbaar via <https://www.carplusbikeplus.org.uk/wp-content/uploads/2017/05/Shared-Electric-Bike-Programme-Final-Report.pdf>*
- [166] Navigant Research, (2017). Low Speed/Neighborhood EVs, Electric Motorcycles and Electric Scooters: Global Market Analysis and Forecasts, *beschikbaar via <https://www.navigantresearch.com/research/light-electric-vehicles>*
- [167] Pauwels, C. & Andries, P. (2016). Diagnostiek woon-werkverkeer 2014
- [168] Yperman, I. (2011), Pendelen per motorfiets: een impactanalyse, Transport & Mobility Leuven
- [169] Yugo, *beschikbaar via <https://www.getyugo.com/barcelona>*
- [170] Ryan Citron, (2015). New Business Models and OEM Products Grow the Electric Power Two-Wheeler Market, Navigant Research Blog, *beschikbaar via <https://www.navigantresearch.com/tag/electric-two-wheel-vehicles>*

- [171] European Committee for Standardization, (2017). EN 17128 - Non-approved light motorized vehicles for the transportation of persons and goods and related facilities - Personal light electric vehicles (PLEV) - Safety requirements and test methods, *beschikbaar via [https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP\\_PROJECT,FSP\\_ORG\\_ID:40453,616722&cs=1D97B7CC838E1F0EB2E7E30288710FOAE](https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:40453,616722&cs=1D97B7CC838E1F0EB2E7E30288710FOAE)*
- [172] <http://postandparcel.info/56163/news/it/>
- [173] <http://www.pro-e-bike.org/pilot-cities/>
- [174] [file:///Users/Thierry/Downloads/intelligent\\_energy\\_europe\\_-\\_green\\_alternative\\_postal\\_vehicle\\_project\\_-\\_2014-07-17%20\(5\).pdf](file:///Users/Thierry/Downloads/intelligent_energy_europe_-_green_alternative_postal_vehicle_project_-_2014-07-17%20(5).pdf)
- [175] <http://silence.eco/en/seur-expands-it-fleet-with-silence-100-electric-scooters/>
- [176] <https://frevue.eu/demonstrators/electric-vehicles-logistics-consolidation-2/>
- [177] <http://www.citylogistics.info/uncategorized/>
- [178] <https://www.velocarrier.de/>
- [179] <http://foodlogica.com/>
- [180] [http://www.blankenberge-online.be/pers/blankenberge\\_online\\_persbericht\\_02959.html#.Wc-yzIppGu4](http://www.blankenberge-online.be/pers/blankenberge_online_persbericht_02959.html#.Wc-yzIppGu4)
- [181] <http://www.heynsdaelee.be/test/berichten-1/goupildegroenepupilvanheynsdaelee>
- [182] <http://www.transportmedia.be/goederenstroom-naar-steden-wordt-gebundeld-in-hasselt/>
- [183] <http://www.link2fleet.com/>
- [184] <http://www.lesoir.be/archive/recup%3A%252F833689%252Farticle%252Fdomain-terre%252Fdeveloppement-durable%252F2015-03-26%252Fbruxelles-des-vehicules-electriques-pour-entretenir-espaces-verts>
- [185] The potential of light electric vehicles for specific freight flows: insights from the Netherlands  
Susanne Balm, Ewoud Moolenburgh, Nilesh Anand, Walther Ploos van Amstel
- [186] CITYLOG. (2012). Deliverable D5.2: Test site final report Berlin. Accessed on 8 Feb 2016, *beschikbaar via [www.city-log.eu/de/deliverables](http://www.city-log.eu/de/deliverables)*
- [187] 'Estimating the current, expected and potential market for cargo bike', Susanne Balm, Walther Ploos van Amstel, Bas Hendriksen, Jos Sluijsmans. European Cycle Logistics Conference, 20-21 March 2017, Vienna, Austria
- [188] ECF (2016). Recommendations on cyclelogistics for cities. Brussels: European Cyclists' Federation
- [189] Survey on the development, sale and usage of light electric freight vehicles, Loendersloot Groep, 2017
- [190] Cyclelogistics moving Europe forwards: Potential to shift goods transport from cars to bicycles in European cities., *beschikbaar via [Cyclelogistics.eu](http://www.citylogistics.eu)*.
- [191] Rapport D2: Potentieel van LEV in Vlaanderen, Juni 2017
- [192] beschikbaar via [http://www.pro-e-bike.org/wp-content/uploads/2016/04/D6.4.-Summary\\_English.pdf](http://www.pro-e-bike.org/wp-content/uploads/2016/04/D6.4.-Summary_English.pdf)
- [193] beschikbaar via <file:///Users/Thierry/Downloads/Heavy%20on-road%20quad%20study%20Final%20report.pdf>