



Report no. 2023-R-13-NL

# De rol van elektrische steps in de mobiliteitsmix

Opportunities en bedreigingen



FEDERALE OVERHEIDSDIENST  
MOBILITEIT EN VERVOER

# De rol van elektrische steps in de mobiliteitsmix

Opportunities and threats

Report no. 2023-R-13-NL

Auteurs: Vandael Schreurs K., Ben Messaoud Y., Dons E., Wrzesinska D., Deleuze J.

Verantwoordelijk uitgever: Karin Genoe

Uitgever: Vias institute

Datum van uitgifte: 21/04/2023

Wettelijk depot: D/2023/0779/27

Gelieve als volgt naar dit document te verwijzen: Vandael Schreurs et al. (2023). De rol van elektrische steps in de mobiliteitsmix – Opportunititeiten en bedreigingen, Brussel, België: Vias institute

Ce rapport est également disponible en français.

This report is also available in English.

## Dankwoord

De auteurs van dit rapport en Vias institute willen de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Transport bedanken voor het financieren van dit onderzoek.

De auteurs bedanken ook de verschillende gemeenten van Brussel en de politie, die hun toestemming hebben gegeven voor het verzamelen van gegevens op hun grondgebied, voor het onderdeel verkeersgedrag- en conflictobservatie van deze studie.

Voorts gaat onze dank naar de verschillende leveranciers van deelmobiliteit en winkels die bereid waren om zich te laten interviewen en hun kennis met ons te delen, met het oog op het invullen van lacunes in de literatuur.

Tot slot zouden de auteurs Philip Temmerman wensen te bedanken voor zijn praktische ondersteuning bij het gedrags- en conflictobservatie studieonderdeel, alsook Tim De Ceunynck voor zijn extern nazicht van dit rapport.

# Inhoud

Lijst van tabellen en figuren	6
Woordenlijst	9
Samenvatting	11
1 Inleiding	14
1.1 Categorisering	14
1.2 Mobiliteit	15
1.3 Milieu-impact	16
1.4 Rijgedrag	17
1.5 Ongevallen	17
2 PMD's en hun mobiliteit	19
2.1 Methodiek	19
2.2 Beschrijving van de steekproef	20
2.3 Modale verdeling	23
2.4 Kenmerken van de verplaatsing en modale verschuiving	27
2.5 Redenen voor het kiezen van de e-step of (elektrische) fiets	30
2.5.1 Behoeftevervulling	31
2.5.2 Randvoorwaarden van gedrag en gedragsverandering	34
2.5.3 Samenvatting van de redenen en onderliggende factoren voor een modale keuze	41
2.6 Tussentijdse samenvatting van de resultaten	43
3 De milieu-impact van elektrische steps	47
3.1 Methodiek	47
3.2 Levenscyclusinventaris	48
3.2.1 Het toestel	49
3.2.2 Transport	54
3.2.3 Gebruik	55
3.2.4 Operationele diensten	56
3.2.5 Infrastructuur	56
3.3 Milieueffectenbeoordeling	57
3.3.1 Het voertuig	57
3.3.2 Transport	58
3.3.3 Gebruik	58
3.3.4 Operationele diensten	59
3.3.5 Infrastructuur	60
3.4 Interpretatie	61
3.4.1 Totale koolstofvoetafdruk van elektrische steps	61
3.4.2 Vergelijking met andere vervoersmodi	68
4 Veiligheid en rijgedrag	70
4.1 Methodiek	70
4.1.1 Selectie van de locaties	70
4.1.2 Dataverzameling	71

4.2	Gedragsanalyses	74
4.2.1	Het aantal kwetsbare weggebruikers	74
4.2.2	Rijsnelheden en snelheidsovertredingen	77
4.2.3	Rijden met een passagier	81
4.3	Conflictanalyses	83
4.3.1	Overzicht van de interacties en conflicten	83
4.3.2	Aantal interacties	83
4.3.3	Aantal conflicten	84
4.3.4	Inzicht in conflicten	85
4.4	Ongevallen	88
4.4.1	Methodiek	88
4.4.2	Resultaten	88
5	Discussie	94
5.1	Categorisering en typegoedkeuring	94
5.2	Mobiliteit	94
5.3	De milieu-impact van elektrische steps	96
5.4	Gedrag	98
5.5	Ongevallen	99
6	Aanbevelingen	100
	Referenties	102
	Bijlagen	106
	Factoranalyse ERG theorie (Engelstalig)	106
	COM-B theory factor analysis	107

# Lijst van tabellen en figuren

Tabel 1: Selectievraag _____	19
Tabel 2: Redenen om een e-step, e-bike, of traditionele fiets te gebruiken, volgens de ERG-theorie _____	31
Tabel 3: Definities van interventies en beleid met voorbeelden toegepast op elektrische steps (Michie et al., 2011) _____	36
Tabel 4: Verbanden tussen de interventiefuncties (middelste ring van het BCW) en de gedragsoorzaken (as van de BCW) (Michie et al., 2011) _____	37
Tabel 5: Verbanden tussen de interventiefuncties (middelste ring van het BCW) en de beleidscategorieën (buitenste ring van het BCW) (Michie et al., 2011) _____	37
Tabel 6: Items uit de vragenlijst die toepasselijk waren voor het kader van het gedragsveranderingswiel _____	38
Tabel 7: Verschillende bandentypen die op elektrische steps gemonteerd worden _____	51
Tabel 8: Verschillende soorten remmen bij elektrische steps _____	51
Tabel 9: De wereldwijde en Belgische elektriciteitsmix in 2020. Bronnen: (World Energy Data, 2022) en (IEA, 2022) _____	55
Tabel 10: Schatting van levensduur en jaarlijks afgelegde kilometers van e-steps _____	56
Tabel 11: BKG-uitstoot over de totale levenscyclus van gedeelde en privésteps, in de wetenschappelijke literatuur _____	67
Tabel 12: Totale en jaarlijkse kilometrage en gemiddeld aantal passagiers van verschillende vervoersmodi. Cijfers gebaseerd op (Cazzola & Crist, 2020) en interviews met de aanbieders van gedeelde elektrische steps _____	68
Tabel 13: Vervoersmodi en hun vervanging door gedeelde en private elektrische steps. Bron: (Moreau et al., 2020) _____	69
Tabel 14: Overzicht van de aantallen kwetsbare weggebruikers, interacties en conflicten op de geobserveerde locaties _____	83
Figuur 1: Overzicht van persoonlijke mobiliteitstoestellen, uitgezonderd de transportvoertuigen (ACEM, 2021) _____	15
Figuur 2: Een vroege PMD _____	15
Figuur 3: De gebruiksfrequentie van elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen _____	20
Figuur 4: Leeftijdverdeling van de regelmatige en onregelmatige gebruikers van de onderzochte transportmodi _____	21
Figuur 5: Hoofdactiviteit van de respondenten _____	21
Figuur 6: Leefomgeving van de respondenten _____	22
Figuur 7: De frequentie waarmee de deelnemers een of andere vorm van fysieke activiteit beoefenen _____	23
Figuur 8: Het aandeel van de regelmatige en onregelmatige gebruikers van de onderzochte transportmodi die een rijbewijs bezitten _____	23
Figuur 9: Het aantal vervoersmiddelen in het gezin van de deelnemers _____	24
Figuur 10: De aandelen voor elk van de vervoersmiddelen voor deelsystemen en privébezit _____	24
Figuur 11: Verdeling van gebruik van een deelsysteem in relatie tot het bezit van een privé toestel _____	25
Figuur 12: De verschillende gebruiksopties van regelmatige e-stepgebruikers _____	25
Figuur 13: De beschikbaarheid van gedeelde toestellen voor elk specifiek vervoersmiddel _____	26
Figuur 14: De beschikbaarheid van een ruimte waar het vervoersmiddel veilig gestald kan worden _____	26
Figuur 15: De impact van COVID-19 en zijn beperkingen op de verplaatsingen met specifieke transportmodi _____	27
Figuur 16: Gebruiksdeel per vervoersmiddel voor verschillende verplaatsingsdoeleinden _____	28
Figuur 17: Verschillen tussen de regelmatige en onregelmatige gebruikersgroepen wat betreft hun gebruik van de verschillende vervoersmodi _____	28
Figuur 18: Afstanden die afgelegd worden met een specifiek vervoersmiddel _____	29
Figuur 19: Model dat de ERG-behoeftheorie, verplaatsingsproblemen, traditionele level-of-service-eigenschappen, en sociaaleconomische kenmerken van gebruikers integreert in de modale keuze (Bláfoss Ingvarðson et al., 2019) _____	30
Figuur 20: Visuele weergave van de ERG-theorie _____	31
Figuur 21: Redenen om voor een elektrische step of (elektrische) fiets te kiezen, volgens de ERG-behoeftheorie _____	33
Figuur 22: Het COM-B model dat de basis vormt voor het gedragsveranderingswiel (Michie et al., 2011) _____	35
Figuur 23: Het gedragsveranderingswiel (Behaviour Change Wheel) (Michie et al., 2011) _____	35

Figuur 24: Algemene scores voor de gedragsfactoren die de redenen aangeven waarom het vervoersmiddel niet gebruikt wordt _____	39
Figuur 25: Differentiatie tussen de verschillende regelmatige en onregelmatige gebruikers over gedragsfactoren die de redenen aangeven waarom het vervoersmiddel niet gebruikt wordt _____	40
Figuur 26: Eigen interpretatie van het verband tussen de ERG-theorie en de theorie van het gedragsveranderingswiel en de mogelijke impact op de modale keuze, toegepast op het door Bláfoss Ingvarðson et al. (2019) ontworpen model _____	43
Figuur 27: Systeemgrensdiagram. Bron: (Hollingsworth et al., 2019) _____	47
Figuur 28: De componenten die bijdragen tot de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een elektrische deelstep _____	48
Figuur 29: Aandeel van de materialen voor een elektrische step. Bron: (Severengiz et al., 2020) _____	49
Figuur 30: Energieverbruik voor productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het toestel _____	53
Figuur 31: Energieverbruik voor de batterijproductie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur _____	53
Figuur 32: Een specifieke parkeerzone in Antwerpen en een laadstation in Atlanta, Georgia. Bron: Google Images _____	57
Figuur 33: BKG-uitstoot van productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het voertuig en de batterij [g CO <sub>2</sub> eq/vkm] _____	58
Figuur 34: BKG-uitstoot door het gebruik van het toestel _____	59
Figuur 35: De BKG-uitstoot als gevolg van de operationele dienstverlening [g CO <sub>2</sub> eq/vkm] _____	60
Figuur 36: Het relatieve aandeel van de componenten in de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van gedeelde en private elektrische steps van de eerste generatie _____	61
Figuur 37: De BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een gedeelde elektrische step van de eerste generatie en een private elektrische step in g CO <sub>2</sub> per voertuigkilometer _____	61
Figuur 38: Het relatieve aandeel van de verschillende componenten in de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van de nieuwste generatie elektrische deelsteps _____	62
Figuur 39: De BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een deelstep van de eerste en van de nieuwste generatie en van een privé e-step in g CO <sub>2</sub> per voertuigkilometer _____	63
Figuur 40: Gevoeligheid van de BKG-uitstoot voor veranderingen in de parameters over de hele levenscyclus van de eerste en van de nieuwste generatie elektrische deelsteps. Bron: aangepaste cijfers van (Cazzola & Crist, 2020) _____	65
Figuur 41: BKG-uitstoot van verschillende vervoersmodi per passagier-km over hun hele levenscyclus. Cijfers gebaseerd op (Cazzola & Crist, 2020) en onze eigen berekeningen _____	68
Figuur 42: Locaties voor het gedrags- en conflictobservatieonderzoek (Bron: OpenStreetMap) _____	70
Figuur 43: Aantal en aandeel van de waargenomen kwetsbare weggebruikers op de vier testlocaties _____	74
Figuur 44: Verdeling van fietsers en elektrische stepgebruikers tijdens de dag, voor de vier testlocaties samen _____	75
Figuur 45: Verdeling van de fietsers en e-stepgebruikers over de hele dag, op de vier testlocaties _____	76
Figuur 46: Het aandeel van de elektrische steps, gedeeld en privé, op elke testlocatie _____	77
Figuur 47: Gereden snelheden van fietsers en e-stepgebruikers in de voetgangerszones Anspachlaan en Nieuwstraat _____	78
Figuur 48: Gereden snelheden van fietsers en e-stepgebruikers in de gedeelde ruimten Elsensesteenweg en Merode _____	79
Figuur 49: Snelheidsovertredingen per gedeelde ruimte voor alle gebruikers _____	79
Figuur 50: Verdeling van de snelheidsovertredingen per type weggebruiker en testlocatie _____	80
Figuur 51: Snelheidsovertredingen per tijdstip van de dag per weggebruiker _____	81
Figuur 52: Het aandeel aan stepgebruikers dat met een passagier reed per locatie en per type step voor alle locaties _____	81
Figuur 53: Gebruik van een elektrische deelstep met een passagier hand in hand met een voetganger _____	82
Figuur 54: Gebruik van een gedeelde elektrische step met 2 passagiers (drie gebruikers op één e-step) _____	82
Figuur 55: Aantal vastgestelde interacties per testlocatie waarbij een fietser of stepgebruiker betrokken was _____	83
Figuur 56: Aantal weggebruikers en interacties per testlocatie _____	84
Figuur 57: Conflictpercentage voor fietsers en e-stepgebruikers _____	84
Figuur 58: Conflictpercentage voor fietsers en e-stepgebruikers, per locatie _____	85
Figuur 59: Weggebruikers tussen wie zich conflicten voordeden _____	85
Figuur 60: Snelheidsovertredingen op het moment van het conflict _____	86
Figuur 61: De weggebruikers die betrokken waren bij de onderzochte conflicten _____	86

Figuur 62: De belangrijkste veroorzaker van het conflict	87
Figuur 63: Conflictoorzaken	87
Figuur 64: Richting waarin het conflict zich voordeed	87
Figuur 65: Betrokkenheid bij ongevallen en bijna-ongevallen per vervoersmiddel, gebaseerd op zelfrapportage	88
Figuur 66: De betrokkenheid bij meervoudige ongevallen en bijna-ongevallen per vervoersmiddel	89
Figuur 67: Het aandeel van de eenzijdige en meerzijdige ongevallen en hun oorzaken, per vervoersmiddel	90
Figuur 68: Het aandeel van de eenzijdige en meerzijdige bijna-ongevallen en hun oorzaken, per vervoersmiddel	91
Figuur 69: Gevolgen van het ongeval	92
Figuur 70: Door ziekenhuizen geregistreerde ongevallen met e-steps in Oslo 2019-2020 (Bjørnskau, 2022)	93



## Woordenlijst

[ACEM] Europese vereniging van motorfietsproducenten	Vertegenwoordigt de belangrijkste constructeurs van bromfietsen, motorfietsen, drie- en vierwielers (quads) met vestigingen in Europa en kan beschouwd worden als de sector van de motorfietsen in Europa.
[BCW] Behaviour Change Wheel	Theorie die rekening houdt met factoren binnen en buiten het individu, dat uitlegt waarom een bepaalde gedraging zich al dan niet voordoet en welke interventies het gedrag kunnen stimuleren of afremmen.
[EPAC] Electrically Assisted Pedal Cycle (elektrische fiets)	Fietsen met elektrische trapondersteuning met een maximumsnelheid van 25 km/u en een maximale vermogensoutput van 250W. Deze vallen niet onder Verordening 168/2013
[ISO] International Organization for Standardization	Een wereldwijde federatie van nationale normeringsinstanties
[PET] Post-Encroachment Time	De tijd tussen het moment waarop de eerste weggebruiker het pad van de tweede weggebruiker verlaat en dat waarop de tweede het pad van de eerste bereikt.
[PLEV] Personal Light Electric Vehicle (Gemotoriseerd voortbewegingstoestel)	Gemotoriseerd voortbewegingstoestel die onder de CEN-norm EN17128 vallen en niet onder de Typegoedkeuringsverordening (EU) 168/2013, en die noch fietsen noch EPAC's zijn.
[PMD] Persoonlijk mobiliteitstoestel	Een brede categorie van mobiliteitstoestellen met onder meer PLEV's, EPAC's en gehomologeerde gemotoriseerde tweewielers. De term wordt gebruikt in de context van het proces van beleidsontwikkeling dat in 2019 door de Europese Commissie is gestart
[G2W] Gemotoriseerde tweewieler	Onderdeel van de categorie Lichte voertuigen (Typegoedkeuringsverordening 168/2013 categorie L), met twee wielen in lijn, minimaal koetswerk en een hoge verhouding vermogen-gewicht, die de categorieën L1e, L3e en L4e omvat.
[TTC] Time to collision	De tijd die overblijft tot een ongeval tussen twee voertuigen zou plaatsvinden indien zij zich blijven voortbewegen op hun huidige koers en aan hun huidige snelheid
Surrogate safety indicator	Indicator die bedoeld is als een alternatief voor veiligheidsanalyses gebaseerd op ongevalgegevens (bv. TTC, PET ...) (surrogate safety indicator)
BEV / EV	Elektrisch voertuig met batterij / Elektrisch voertuig
Bijna-ongeval	Potentieel ongeval dat nog nipt kon worden vermeden.
Eenzijdig ongeval	Ongeval waarbij slechts één weggebruiker betrokken was (bv. aanrijden van een statisch object)
First of last-mile verplaatsing	Het eerste of laatste stuk van een verplaatsing dat niet met het hoofdvervoersmiddel wordt afgelegd. Het gaat niet noodzakelijk om een mijl of een kilometer (bv. de verplaatsing met de fiets van het station naar de werkplek, als de trein het hoofdvervoersmiddel was)
ERG-theorie	Theorie die keuzen benadert vanuit de behoeften die mensen proberen te bevredigen (bestaanmogelijkheden, relationele behoeften en persoonlijke groei), van 'Existence, Relatedness, Growth'
Gemotoriseerd rijwiel (L1eA)	Elektrisch aangedreven rijwiel met een maximumsnelheid van 25 km/u en een vermogensoutput tussen 250 en 1 000 W, die volgens EU-verordening 168/2013 gehomologeerd moeten zijn
ICE Internal Combustion Engine	Interne verbrandingsmotor

Interactie	Een situatie waarin twee weggebruikers zo dicht in plaats en tijd op een locatie aankomen dat de aanwezigheid van de ene weggebruiker een invloed kan hebben op het gedrag van de andere
L1eA	Categorie van gemotoriseerde rijwielen binnen de wetgeving voor de categorie van de lichte voertuigen (L-categorie)
L1eB	Categorie van de bromfietsen binnen de wetgeving voor de categorie van de lichte voertuigen (L-categorie)
Levenscyclusanalyse	Een methodiek voor het beoordelen van alle stadia in de levenscyclus van een commercieel product (Lifecycle Assessment/Inventory).
Levenscycluskoolstofvoetafdruk	Totale koolstofvoetafdruk van een product, bekeken over zijn hele levenscyclus
Micromobiliteitstoestel	Algemene term die alle producten omvat die bedoeld zijn voor het vervoer van mensen of goederen, al dan niet zelf-aangedreven en die momenteel niet onder de Typegoedkeuringsverordening (EU) 168/2013 vallen of noch een fiets of een EPAC zijn en relatief klein van formaat.
Milieueffectenrapportering	Een methodiek voor het beoordelen van de milieu-impact van een product (Engels: Environmental Impact Assessment)
MONITOR	Een breed onderzoek naar mobiliteits- en verkeersveiligheidspatronen in België, gebaseerd op gegevens van 30.000 volwassenen en kinderen.
Meerzijdig ongeval	Ongeval dat plaatsvond tussen twee of meer weggebruikers
Safety Performance Indicator	Prestatie-indicator verkeersveiligheid die gebruikt wordt om te bepalen of een interactie als veilig beschouwd kan worden (bv. TTC, PET ...)
Speed EPAC (L1eB)	Ook Speed Pedelec genoemd. Het gaat om een fiets met elektrische ondersteuning, een maximumsnelheid van 45 km/u en een maximale vermogensoutput van 4kW, die volgens EU-verordening 168/2013 gehomologeerd moet zijn
Tank-to-Wheel	Houdt rekening met alle grondstoffen, uitstoot en energie die gebruikt worden vanaf de opslagplaats van energie in het product tot het eigenlijke gebruik (bv. batterij, benzinetank ...).
Typegoedkeuringsverordening 168/2013	Verordening over de goedkeuring van voertuigen met twee of drie wielen en vierwielers en het markttoezicht erop
Well-to-Tank	Houdt rekening met alle grondstoffen, uitstoot en energie die gebruikt wordt vanaf de ontginning tot de opslag van de energie in het product (bv. batterij, benzinetank ...).
Well-to-Wheel	Houdt rekening met alle grondstoffen, uitstoot en energie die gebruikt wordt vanaf de ontginning tot het eigenlijk gebruik.

## Samenvatting

De toenemende verstedelijking gaat gepaard met grote uitdagingen, zoals de verkeerscongestie. Behalve de ingeburgerde alternatieven voor gemotoriseerd privétransport, zoals het openbaar vervoer, stappen en fietsen, of autodelen, bieden persoonlijke mobiliteitstoestellen (PMD's) een nieuwe oplossing. Hoewel ze oorspronkelijk bedoeld waren voor personen met een verminderde fysieke mobiliteit, kenden de PMD's verdere ontwikkelingen waardoor ze uitgroeiden tot een volwaardig vervoermiddel, dat een commercieel succes werd. De indeling van die PMD's en de wetgeving errond blijven echter vaak onduidelijk. Ondanks de sterke focus op de mobiliteitsvoordelen zijn er ook minpunten. Mobiliteitsinzichten raken snel achterhaald, de milieu-impact wordt in vraag gesteld en de verkeersveiligheid begint zorgen te baren door de toename van het aantal letselongevallen. Dit onderzoek werd opgezet om geleidelijk de bestaande lacunes in te vullen. De focus ligt daarbij op mobiliteit, milieuprestaties, rijgedrag en conflicten en zelfgerapporteerde (bijna-)ongevallen. We focussten daarbij specifiek op elektrische steps, traditionele fietsen en e-bikes.

Eerdere studies kwamen al tot de bevinding dat elektrische steps het stappen, fietsen en het gebruik van het openbaar vervoer vervangen. Deze studie toonde aan dat elektrische steps vooral een impact hebben op het aantal autoritten, een licht positieve impact hebben op het gebruik van het openbaar vervoer en niets veranderen aan het stappen en fietsen. Alleen e-bikes bleken een impact te hebben op de verplaatsingen met het openbaar vervoer. Hoewel auto's en openbaar vervoer gebruikt worden voor allerhande afstanden is hun populariteit toch het grootste bij de langere verplaatsingen. De fiets is het populairst bij afstanden tot 2 à 5 km, terwijl dat voor elektrische steps en e-bikes afstanden zijn tussen 5 en 10 km. Traditionele fietsen, maar ook elektrische steps worden niet alleen gezien als opties voor de 'laatste kilometer' (last mile) maar als autonome, volwaardige transportmodi. Wat het bezit van de PMD's betreft zijn private elektrische steps het populairste, hoewel gedeeld gebruik ook vrij gangbaar is. Hierin verschillen ze van de traditionele fietsen en e-bikes die vaker in eigen/privé bezit zijn. Als we naar de gebruikers kijken worden elektrische steps voornamelijk gebruikt door jonge, werkende mannen. Hoewel jongeren ook wel hun weg vinden naar de e-bike, zijn gebruikers van elektrische fietsen doorgaans iets ouder. De gebruikers van traditionele fietsen zijn gelijker verdeeld. Bovendien bleken elektrische steps behoorlijk populair te zijn bij mensen met een fysieke beperking. Hieromtrent is echter verder onderzoek nodig.

De keuze voor een transportmodus bleek sterk beïnvloed te zijn door diepere, onderliggende psychologische concepten. Dit bleek uit de psychologische modellen en het eenvoudige feit dat toegang hebben tot een bepaalde modus iemand nog niet tot een regelmatige gebruiker maakt. Bovendien zal iemand die momenteel een elektrische step gebruikt niet noodzakelijk voor de fiets kiezen, wanneer die elektrische step zou wegvallen. Overtuigingen van een hogere orde (bv. maatschappelijke bijdrage, positieve impact op het milieu, een goed gevoel, gezondheid ...) bleken een grote rol te spelen, sterker zelfs dan de utilitaire aspecten (bv. vrienden zien, gaan winkelen, naar het werk gaan, multimodale verplaatsingen maken ...). Voor elektrische steps zagen we ook een grotere belangstelling voor de sociale norm (bv. gebruik omdat het trendy is, voor het sociale prestige, om indruk te maken op anderen ...). Daarnaast konden we ook factoren vinden die het gebruik van die transportmodi belemmeren. Motivatie gerelateerde factoren bleken daarbij de belangrijkste (bv. negatieve gevoelens rond veiligheid, geen plannen maken om een vervoersmiddel te gebruiken, automatisch denken aan de auto ...). Vervolgens bleek ook de fysieke opportuniteit van belang (bv. tijd- of geldgebrek, het vervoersmiddel niet ter beschikking hebben, geen goed onderhouden vervoermiddelen beschikbaar ...). Dit kon ook bewezen worden aangezien veel onregelmatige gebruikers geen toegang hebben tot een fiets, e-bike of elektrische step, of niet de plaats hebben om ze veilig te stallen. Ook de fysieke en psychologische capaciteit van een persoon hadden een impact (bv. onvoldoende kracht, conditie, vaardigheden, focus ...). Sociale steun van anderen bleek minder belangrijk. Daarenboven, kan de rol van fysieke activiteit niet verwaarloosd worden, aangezien regelmatige gebruikers fysiek actiever waren dan onregelmatige gebruikers, hetgeen ook een positief effect had op de fysieke beperkingen die een belemmerende factor vormden voor het gebruik van het vervoersmiddel.

Naast de mobiliteitsoverwegingen werden ook bedenkingen aangehaald rond de milieuprestaties van elektrische steps. Hoewel elektrische steps geen rechtstreekse uitstoot hebben via een uitlaat werden in eerdere studies bedenkingen geuit bij de korte levensduur en het sterk vervuilende productieproces van de batterij. Dat gaf een uitstoot van 110-165 g CO<sub>2</sub> eq/vkm, vergelijkbaar met een standaard auto met verbrandingsmotor. De vermeende korte levensduur en het gebruik van vervuilende fossiele brandstoffen voor de bestelwagens die de gedeelde elektrische steps vervoeren en laden leidde tot dat slechte cijfer. Anderzijds stootten we bij ons onderzoek (gebaseerd op geactualiseerde cijfers) op een CO<sub>2</sub>-uitstoot van 36 g/vkm voor een recente elektrische privéstep en 49 g/km voor een gedeelde elektrische step van de nieuwste generatie.

Dat is beter dan voor de andere gemotoriseerde transportmodi (bv. auto met verbrandingsmotor, EV en bus), waarvoor ze als een alternatief beschouwd kunnen worden. Die verbetering kan verklaard worden door de toegenomen levensduur van elektrische steps, een beter onderhoud en een efficiëntere inzet. In feite is het grootste deel van de uitstoot afkomstig van het productieproces van het voertuig (d.w.z. 50-80% van de totale uitstoot over de hele levenscyclus) en de operationele dienstverlening rond de gedeelde varianten, terwijl het oorspronkelijke transport naar België, de efficiënte aandrijving van elektrische steps en de duurzame elektriciteitsmix in België (wat CO<sub>2</sub> betreft) verwaarloosbaar zijn.

De BKG-uitstoot (Broeikasgas uitstoot) van een elektrische step over zijn hele levensduur blijkt echter heel onderhevig aan veranderingen in de afgelegde kilometers over de hele levensduur en het aantal levensjaren. Een elektrische step die maar half zo lang meegaat en maar half zo veel rijdt heeft over zijn hele levensduur een broeikasgasuitstoot die bijna vier keer hoger ligt dan het oorspronkelijke cijfer, waardoor hij snel vervuilerder wordt dan een auto op fossiele brandstof. Ook kortere dienstafstanden helpen om de broeikasgasuitstoot te verkleinen, bijvoorbeeld door over te stappen van vrij circulerende toestellen naar een verdeling op basis van vaste laadstations. Dit geldt voor gedeelde toestellen, maar de grootste milieuwinst bij elektrische privésteps schuilt in het productieproces van het voertuig, waarbij de grote zichtbare kwaliteitsverschillen een behoorlijke impact kunnen hebben op de levensduur van het voertuig en zijn uitstoot over de hele levenscyclus.

Hoewel de levensduur van elektrische steps een cruciale parameter vormt is het inschatten ervan moeilijk, door de vele innovaties, de elkaar snel opvolgende nieuwe modellen, en de discretie rond de gegevens over de levensduur langs de zijde van de operatoren van deelsteps. Deze studie wijst op een noodzaak aan regelgeving en transparante communicatie over de prestaties van de micromobiliteitsdiensten.

Verkeersveiligheid wordt beschouwd als een andere bekommernis. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat voetgangers en fietsers zich het veiligste voelen wanneer gebruikers van elektrische steps hun maximumsnelheid beperkt zien tot slechts 15 km/u, of als ze met maximaal 10 km/u inhalen. Dit wordt door de e-stepgebruikers echter als traag ervaren en ligt beneden de snelheid waarmee ze gemiddeld rijden. We zien dit in dit onderzoek aan het hoge aantal snelheidsovertredingen (30 tot 60%) door e-stepgebruikers in voetgangerszones, waar een snelheidsbeperking van 8 km/u was ingesteld. Over het algemeen zien we te snel rijden en onaangepaste snelheden zowel bij e-stepgebruikers als bij fietsers, maar is het toch vaker uitgesproken bij de e-stepgebruikers. Daarenboven werd vastgesteld dat bij 1 op de 4 vastgestelde conflicten de geldende snelheidsbeperking niet werd nageleefd (noch door fietsers noch door e-stepgebruikers). Bovendien toont ons onderzoek aan dat bestuurders van een e-step een groter risico lopen op een conflict dan de gebruikers van de fiets, bekeken over het aantal gebruikers. Wanneer we echter kijken overheen het aantal interacties, valt dit verschil weg. Bij 10% van de gebruikers zagen we ook dat de elektrische step een passagier vervoerde, maar dat lijkt geen belangrijke factor te zijn in het ontstaan van conflicten.

Wat ongevallen betreft vormt onderrapportering een groot probleem. Slechts een fractie van de ongevallen met een (elektrische) fiets of elektrische step wordt door de politie geregistreerd: slechts 10% van de zelfgerapporteerde ongevallen bleek te leiden tot een ernstige verwonding waarvoor een dokter geraadpleegd moest worden. De ernst van de verwondingen neemt inderdaad vooral toe wanneer een andere weggebruiker bij het ongeval betrokken is. In de literatuur werd geen verschil gevonden in het risico op een dodelijk slachtoffer per verplaatsing tussen e-steps en fietsen, maar het risico op ziekenhuisopname lijkt significant hoger voor wie zich met een elektrische step verplaatst dan voor wie fietst. Hoewel de ernst van de ongevallen op basis van de zelfrapportage in dit onderzoek meeviel, moeten we voor ogen houden dat elektrische steps voornamelijk gebruikt worden door jongere, minder kwetsbare gebruikers, vergeleken — bijvoorbeeld — met de oudere gebruikers van een elektrische fiets. Anderzijds stelden we ook vast dat e-stepgebruikers minder vaak in het bezit zijn van een rijbewijs. Dat hier sprake kan zijn van een gebrek aan gepaste kennis is dus plausibel (d.w.z. kennis die vaak verworven wordt via het theoretisch examen om een rijbewijs te behalen), hetgeen een factor kan zijn in het grotere aantal ongevallen per afgelegde voertuigkilometer.

Anders dan bij de pv-analyses bleek uit de zelfgerapporteerde gegevens dat ongevallen met elektrische steps meestal eenzijdig zijn (nl. 4 ongevallen op 5). Tot de oorzaken behoren bij de elektrische steps technische problemen, eigen gedragingen en de weersomstandigheden, terwijl fietsers als oorzaken voor ongevallen vooral de weginfrastructuur en hun eigen gedragingen vermelden. Bij meerszijdige ongevallen wordt het gedrag van de andere weggebruikers vaak aangewezen als oorzaak, maar e-stepgebruikers vermelden ook hun eigen rijgedrag. Voor het grote aandeel aan technische problemen bij de oorzaken van ongevallen met elektrische steps hebben we geen verklaring. Nader onderzoek is hier aanbevolen. Volgens de literatuur komen bij de ongevallen met elektrische steps veel verwondingen aan het hoofd voor.

Op basis van al deze inzichten werden, op het einde van dit rapport, specifieke aanbevelingen geformuleerd voor PMD's die focussen op het juridische en technische kader voor PMD's, verplaatsingsgedrag en modale keuze, milieu-impact en veiligheid.

Hoewel dit onderzoek nieuwe inzichten in het onderwerp heeft opgeleverd, stootten we ook op sommige beperkingen. Zo was het door de brede aanpak niet mogelijk om dieper in te gaan op bepaalde aspecten of interessante bevindingen. Ook verschilde de methodiek van het mobiliteitsonderzoek van eerder werk rond dit onderwerp, waardoor geen rechtstreekse vergelijkingen mogelijk zijn. Bovendien werd gebruikgemaakt van een vragenlijst om de gegevens over mobiliteit en ongevallen te verzamelen, waardoor er mogelijks een bepaalde bias werd geïnduceerd (sociale wenselijkheid of gebrekkige herinnering). Tot slot hebben we bij de levenscyclusanalyse met veronderstellingen moeten werken, inclusief informatie van aanbieders van deelmobiliteit die mogelijk geleid hebben tot een optimistisch beeld van de milieuprestaties.

Zonder deze beperkingen te negeren kunnen we besluiten dat PMD's (en specifiek elektrische steps) een positief effect hebben op de mobiliteit, in het algemeen, en op het milieu. Voorzichtigheid is echter geboden wanneer het gaat over verkeersveiligheid, gezien het grotere risico op ongevallen en conflicten in vergelijking met fietsen en de bijbehorende zwaardere letsels. Het is belangrijk om rekening te houden met de verkeersveiligheid om de voordelen te plukken van deze specifieke vervoersmodus. In een samenleving waarin een verschuiving naar duurzamere transportmodi noodzakelijk is kunnen deze voertuigen bijdragen tot een beter milieu. Bovendien blijkt uit de resultaten van de studie dat de overtuigingen van een hogere orde belangrijker zijn bij de keuze van een transportmodus dan louter de afgeleide vraag van een verplaatsing en de behoefte om van punt A naar B te gaan. E-steps, elektrische en traditionele fietsen hebben hun eigen specifieke gebruiksdomein en kunnen elkaar niet zonder meer vervangen. Hoewel het mogelijk is dat elektrische steps, e-bikes en fietsen rivalen zijn voor specifieke verplaatsingen (een elektrische step wordt bijvoorbeeld even vaak gebruikt voor de eerste en de laatste kilometer als een fiets), lijkt het collectieve effect van het vervangen van autoritten een groter voordeel. Er dient dan ook meer aandacht te gaan naar de potentiële bijdrage van elektrische steps tot een betere leefomgeving.

# 1 Inleiding

Onmiskenbaar leidt de toenemende verstedelijking tot almaar meer verkeerscongestie. Naast de bekende alternatieven, zoals het openbaar vervoer, fietsen of zelfs autodelen, kunnen persoonlijke voortbewegingstoestellen (PMD's) een andere oplossing vormen. Ze zijn bovendien betaalbaar, toegankelijk en gemakkelijk in het gebruik. Toch hebben dit soort toestellen een eerder slechte reputatie, vooral op het vlak van gezondheid, verkeersveiligheid en ecologische duurzaamheid. Een gebrek aan kennis over deze toestellen, door de snelle ontwikkeling ervan, hindert de overheid ervan om effectieve maatregelen te nemen. Deze studie is opgezet om geleidelijk de lacunes in te vullen over de rol van PMD's in de dagelijkse mobiliteit, hun milieuprestaties, rijgedrag, veiligheid en de impact die ze kunnen hebben op de modale keuze van mensen (bv. fietsen, stappen of het openbaar vervoer nemen).

Het rapport is zo opgesteld dat de afzonderlijke hoofdstukken op zich staan. Voor een volledig overzicht raden we evenwel aan om het rapport in zijn geheel te lezen.

In hoofdstuk 2 van dit rapport ligt de focus op informatie over mobiliteit die verzameld werd via een onderzoek op basis van een vragenlijst bij regelmatige en onregelmatige gebruikers (soms ook niet-gebruikers genoemd in dit rapport) van elektrische steps, fietsen en elektrische fietsen aan de hand van een representatieve nationale steekproef in België van 1.088 respondenten. Dit hoofdstuk wil meer inzicht verschaffen in de aspecten van mobiliteit die tot nog toe onderbelicht bleven.

In hoofdstuk 3 komt de milieu-impact van elektrische steps aan bod. Dat gebeurt aan de hand van een levenscyclusanalyse en een milieu-impactanalyse, gebaseerd op de recente literatuur.

Hoofdstukken 4 en 5 behandelen verkeersveiligheid. In hoofdstuk 4 onderzoeken we het rijgedrag van e-stepgebruikers en fietsers aan de hand van een gedragsobservatie- en conflictobservatieonderzoek in gedeelde ruimten met voetgangers, fietsers en e-stepgebruikers in Brussel. In hoofdstuk 5 bespreken we vervolgens het aspect van de (zelfgerapporteerde) ongevallen en bijna-ongevallen, naast recente bevindingen uit de literatuur.

In hoofdstukken 6 en 7 tot slot bespreken we de resultaten en geven we aanbevelingen.

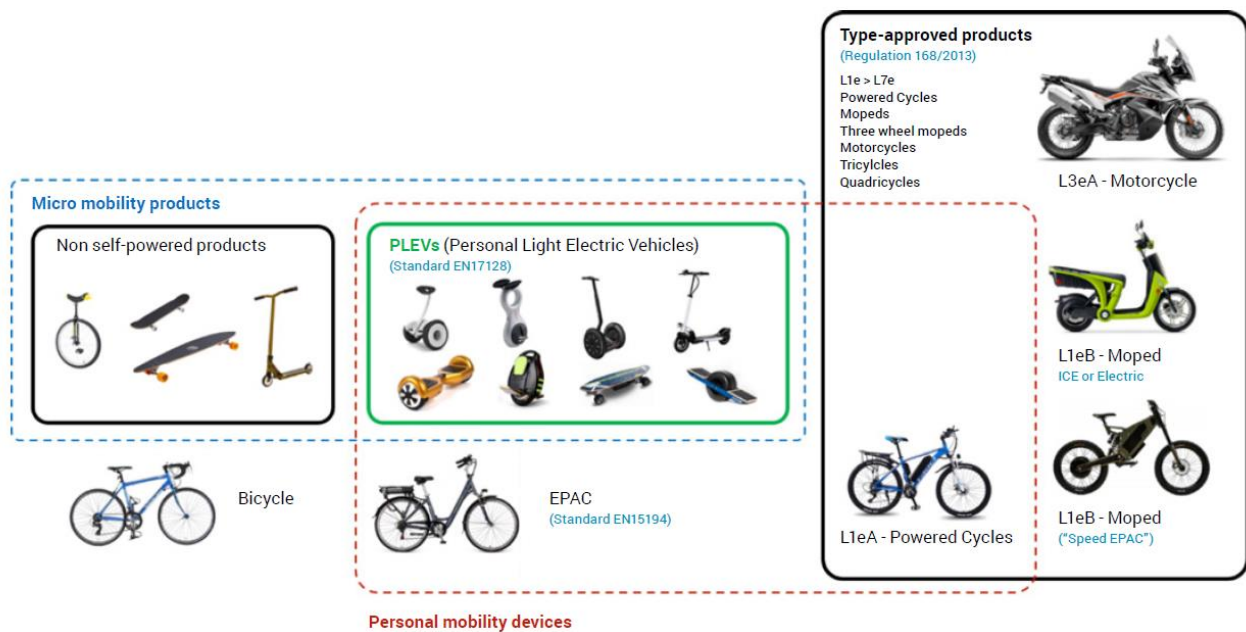
We beginnen met achtergrondinformatie over de verschillende mobiliteitstoestellen die we bij dit onderzoek betrokken hebben en over de onderwerpen die in dit rapport aan bod komen, namelijk: kenmerken van verplaatsingen en dagelijkse mobiliteit, milieu-impact, gedrag en ongevallen.

## 1.1 Categorisering

Bij de persoonlijke mobiliteitstoestellen (PMD's) worden uiteenlopende categorisering en termen gebruikt, wat tot verwarring kan leiden. Om wat duidelijkheid te brengen in de verschillende categorieën en in het onderwerp van dit onderzoek, geven we een aantal definities. ACEM, de motorfietsindustrie in Europa, stelde een overzicht op van persoonlijke mobiliteitstoestellen. Hoewel deze termen niet altijd consequent worden gebruikt binnen de literatuur, is deze categorisering door de motorfietsindustrie niet onlogisch, aangezien de meeste persoonlijke mobiliteitstoestellen gemotoriseerd zijn en bijgevolg ondergebracht kunnen worden bij de gemotoriseerde tweewielers (afgekort G2Ws). ACEM (2021) geeft daarbij de volgende definities:

- PMD (Persoonlijk mobiliteitstoestel): omvat de grootste categorie aan producten, met inbegrip van EPAC's (Elektrische fietsen) en de gehomologeerde gemotoriseerde tweewielers uit de klasse L1eA. De term wordt gebruikt in de context van het beleidsontwikkelingsproces waar de Europese Commissie in 2019 mee gestart is.
- Micromobility Devices (micromobiliteitstoestellen): algemene term die alle producten omvat die bedoeld zijn voor het vervoer van personen of goederen, al dan niet zelf-aangedreven, die momenteel niet onder de Typegoedkeuringsverordening (EU) 168/2013 vallen of die noch fietsen noch EPAC's zijn.
- PLEV (Personal Light Electric Vehicle): gemotoriseerd (elektrisch) voortbewegingstoestel, gedekt door de CEN-norm EN17128, die niet onder de Typegoedkeuringsverordening (EU) 168/2013 vallen en noch fietsen noch EPAC's zijn.





Figuur 1: Overzicht van persoonlijke mobiliteitstoestellen, uitgezonderd de transportvoertuigen (ACEM, 2021)

Oorspronkelijk wilden we ons met dit onderzoek richten op de persoonlijke mobiliteitstoestellen (PMD's) en traditionele fietsen (merk op dat de traditionele fietsen op basis van eerdere definities niet tot de PMD's behoren). Om ons doel te bereiken diende het brede spectrum van de PMD's echter ingeperkt te worden. Dit heeft geleid tot de **selectie voor dit onderzoek van elektrische steps, e-bikes (EPAC's en gemotoriseerde rijwielen van categorie L1eA), en traditionele fietsen**. Om het verzamelen van gegevens te vergemakkelijken hebben we bij de elektrische fietsen ook rekening gehouden met de speed pedelecs (d.w.z. de snelle EPAC-categorie L1eB), ook al behoren ze niet tot de categorie van de PMD's.

We kozen voor die specifieke selectie omdat PMD's een relatief nieuw vervoersmiddel vormen, met een beperktere focus door wetenschappelijk onderzoek. De meeste van die studies focussen op elektrische steps en dan vooral de elektrische deelsteps (European Commission, 2021). E-steps vormen momenteel een van de populairste en meest gebruikte micromobiliteitstoestellen, wat dit onderzoek alleen maar relevanter maakt en hielp om een voldoende grote steekproef van regelmatige gebruikers voor dit onderzoek te verzamelen.

## 1.2 Mobiliteit

PMD's werden oorspronkelijk ontwikkeld voor mensen die hinder ondervonden in het kader van fysieke mobiliteit. Nieuwe technologische ontwikkelingen en de chronische congestie van de stedelijke transportnetwerken hebben echter geleid tot het ontwerp en de verdere ontwikkeling van nieuwe PMD's (European Commission, 2021).

PMD's zijn op dit moment een groot commercieel succes, zoals af te lezen is in de European Shared Mobility Index<sup>1</sup> en willen een eenvoudige manier bieden om zich in de stad te verplaatsen. Ze promoten een duurzame vervoerswijze over korte afstanden door een alternatief te bieden voor de private auto en proberen bij te dragen tot een oplossing voor het probleem van de 'laatste kilometer' of last-mile (Brannigan et al., 2022; European Commission, 2021; Vias institute, 2021). Het probleem van de laatste kilometer beschrijft de moeilijkheden die mensen ervaren om de afstand te overbruggen tussen hun vertrekpunt of bestemming en de knooppunten van het openbaar vervoer. Een eigen of gedeelde elektrische step kan gezien worden als een van de manieren om die trajecten af te leggen. Er wordt echter aangenomen dat gedeelde elektrische steps vooral gebruikt worden voor activiteiten in de vrije tijd, tijdens het weekend en door jonge mannen terwijl eigen elektrische steps vaker gebruikt worden bij het pendelen (European Commission, 2021).



Figuur 2: Een vroege PMD

<sup>1</sup> De European Shared Mobility Index geeft elk kwartaal een momentopname van de markt in 20 steden, die geselecteerd zijn met het oog op diversiteit in omvang, geografie en marktkenmerken. De Index omvat gedeelde fietsen, steps, brommers en auto's (Polis, 2022)

PMD's hebben het potentieel om bij te dragen tot het realiseren van de lokale duurzaamheidsdoelstellingen door het verminderen van de afhankelijkheid van de auto (verkeer, congestie, lawaai, vertragingen, stress), een betere toegankelijkheid/mobiliteit in stedelijk gebied, en vervanging van private autoritten, waardoor ze dus zouden bijbrengen tot een modale verschuiving (Brannigan et al., 2022). Van elektrische steps wordt meer specifiek verwacht dat ze tot de helft van de autoritten in steden kunnen vervangen, wat de verwachting ondersteunt dat ze in stedelijke gebieden kunnen uitgroeien tot een belangrijk vervoersmiddel (Vias institute, 2021). De bevindingen van de verschillende onderzoeken lopen echter nogal uiteen wat betreft de mate waarin elektrische steps effectief autoritten vervangen (De Ceunynck et al., 2021).

Andere vaak genoemde voordelen zijn (Brannigan et al., 2022; Vias institute, 2021):

- Betaalbaarheid en kostenefficiëntie;
- Betere toegankelijkheid in stedelijk gebied;
- Minder fysieke inspanningen in vergelijking met fietsen (wat leidt tot minder zweten waardoor de elektrische step gemakkelijker te combineren is met een kantooroutfit);
- Milieuvriendelijker dan motorvoertuigen (grondigere bespreking in deel 1.3);
- Gebruiksgemak en flexibiliteit;
- Compatibiliteit met andere transportmodi (bv. openbaar vervoer).

Anderzijds worden ook de potentiële uitdagingen vermeld. Critici argumenteren dat elektrische steps ertoe aanzetten om minder te stappen (European Commission, 2021) en dat de 'modal shift' wel eens zou kunnen plaatsvinden van fietsen en openbaar vervoer naar elektrische steps, wat resulteert in minder fysieke activiteit en als gevolg daarvan een kleinere winst op het vlak van gezondheid (Brannigan et al., 2022).

Hoewel we telkens meer inzicht verwerven in de mobiliteit met betrekking tot deze PMD's, dient er nog meer werk te gebeuren. Enerzijds raken bepaalde inzichten op het vlak van mobiliteit snel achterhaald door de voortdurende veranderingen in gebruik, groei van de sector en maatschappelijke evoluties (bv. de COVID-19-pandemie). Anderzijds wordt binnen één en dezelfde studie zelden een rechtstreeks verband gelegd tussen het gebruik van bepaalde PMDs en het traditionele fietsen. Hoewel cijfers vaak vergeleken worden tussen studies onderling (elk met hun beperkingen), zien we zelden pogingen om tot een inschatting te komen van de 'modal shift', met een directe vergelijking tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers van die verschillende transportmodi. Met dit in het achterhoofd willen we in dit onderzoek op zoek gaan naar de mobiliteitskenmerken van elektrische steps, fietsen en e-bikes.

## 1.3 Milieu-impact

Wie het over micromobiliteitstoestellen heeft en meer in het bijzonder elektrische steps stelt vaak de vraag naar de milieu-impact ervan. Recent doken vragen op over de koolstofvoetafdruk over hun hele levensduur, zoals we die ook zagen bij de elektrische auto's. Daar komen nog de grote verschillen bij die we vinden in de recente literatuur over de (grotendeels onrechtstreekse) CO<sub>2</sub>-uitstoot van elektrische steps. We zien, bij wijze van illustratie, verschillen die gaan van 36 g en 60 g CO<sub>2</sub>/km tot 165 g CO<sub>2</sub>/km, wat al vergelijkbaar is met een personenwagen (de Bortoli, 2021; Hollingsworth et al., 2019; Kazmaier et al., 2020; Licata, 2021; Moreau et al., 2020; Severengiz et al., 2020).

De voordelen die aan elektrische steps worden toegeschreven omvatten een potentiële vermindering van de verkeerscongestie en uitstoot aan broeikasgassen (Brannigan et al., 2022), in vergelijking met andere vervoersmodi. Zonder een behoorlijk kader zijn die claims echter moeilijk te controleren. E-steps hebben bijvoorbeeld geen uitlaatpijp en stoten rechtstreeks dus geen broeikasgassen uit. Toch hebben ze door andere stadia in hun levenscyclus, zoals het productieproces, laden en onderhoud, een aanzienlijke secundaire koolstofvoetafdruk. Om de impact op het milieu van die verschillende stadia in de levenscyclus van een elektrische step goed te kunnen beoordelen is een levenscyclusanalyse nodig.

Terwijl gebruikers hun eigen elektrische step kunnen gebruiken wanneer ze maar willen, worden gedeelde elektrische steps beschikbaar gesteld voor het publiek door dienstverleners die daar een vergoeding voor aanrekenen, bestaande uit een activatiekost en een vast tarief per minuut dat het toestel gebruikt wordt. Bij aankomst op de bestemming laat de gebruiker de gedeelde elektrische step achter in het publieke domein, bij voorkeur zonder andere weggebruikers te hinderen (vrije vloot), of op een specifieke parkeerplaats, afhankelijk van de plaatselijke regelgeving en het beleid van de onderneming. Het zijn dus vooral de dienstverleners die toezien op het laden en onderhouden van deze elektrische steps, waardoor ook rekening moet worden gehouden met de milieu-impact van die dienstverlening.



Naarmate de markt groeit wordt het ook belangrijker om strak toe te zien op de potentiële voordelen en risico's voor het milieu. Experts schatten dat de globale markt voor elektrische deelsteps zal exploderen van wereldwijd 774 000 e-steps in omloop in 2019 naar meer dan 4 miljoen tegen 2024 (The Brussels Times, 2020).

Aangezien de markt van de elektrische steps (privé en gedeeld) zich snel aan het ontwikkelen is moeten de gevolgen voor het milieu vaak herbekeken worden. Er bestaan grote verschillen tussen de opeenvolgende generaties van elektrische steps (bv. wat hun levensduur betreft, het onderhoud en de strategieën op het vlak van recycling, enz.). Dat kan gemakkelijk leiden tot achterhaalde uitspraken over hun milieuprestaties. Het is daarom van essentieel belang om een inzicht te verwerven in de milieuprestaties van de huidige generatie van elektrische steps, bijvoorbeeld door een milieu-effectenanalyse. Anders dan men zou kunnen denken is het niet echt duidelijk of er voor een dergelijke analyse een juridisch bindend kader voorhanden is.

## 1.4 Rijgedrag

PMD's delen vaak dezelfde ruimte als voetgangers<sup>2</sup>, fietsers, en/of het gemotoriseerd verkeer, afhankelijk van de locatie. Ze hebben niet alleen een grotere massa dan voetgangers maar verplaatsen zich ook sneller, net als fietsers, wat tot conflicten kan leiden. Bovendien zijn ze geruisloos en voorzien van minder goed zichtbare vormen van verlichting, waardoor het voor andere weggebruikers moeilijker is om erop te anticiperen (European Commission, 2021). Dat lijkt bij uitstek zo te zijn in gedeelde zones, zoals voetgangersstraten, waar deze verschillende weggebruikers een gemengde verkeersstroom vormen, die potentieel veiligheidsproblemen stelt (Martensen et al., 2021). Daarenboven krijgen meer en meer steden klachten over onveilige situaties in die gedeelde zones, door de aanwezigheid van PMD-gebruikers en in het bijzonder elektrische steps (European Transport Safety Council, 2022).

Het rijgedrag van PMD-gebruikers en vooral e-stepgebruikers is cruciaal voor de verkeersveiligheid. De dienstverleners moeten op dat vlak hun verantwoordelijkheid nemen om een dienstverlening op te zetten die voor iedereen veilig blijft (European Transport Safety Council, 2022). Onverantwoord gedrag, zoals te snel rijden, op het voetpad rijden, willekeurig parkeren, vandalisme, enz., zijn de keerzijden die vaak de media halen (Vias institute, 2021). Het gevolg daarvan is dat beleidsmakers zich zorgen maken over het gedrag van de gebruikers van elektrische steps. Hoewel tegenwoordig meer onderzoek gevoerd wordt, blijft de kennis over het reële rijgedrag nog relatief beperkt. De meeste informatie is afkomstig van onderzoek in ziekenhuizen en een (beperkt) aantal observatiestudies (Vias institute, 2021). Dat leidt vaak tot een specifieke focus op drinken en rijden, het dragen van de helm, maximumsnelheid, de plaats op de weg en parkeren (European Commission, 2021). Helaas wordt zelden onderzoek verricht naar conflicten.

Toch is meer kennis vereist over gedragingen en conflicten in het verkeer bij e-stepgebruikers en fietsers in gedeelde ruimten. Daarom hebben we in het kader van dit onderzoek een gedragsstudie en conflictobservatie opgezet, om een beter inzicht te verwerven in de minder bekende aspecten van veiligheid met elektrische steps, inclusief de verschillen tussen fietsen en e-bikes in diezelfde situaties.

## 1.5 Ongevallen

Hoewel elektrische steps, e-bikes en fietsen onmiskenbaar voordelen hebben, rijzen toch vragen over de risico's van PMD's. Hoewel ze ingevoerd werden om het gemotoriseerd verkeer te verminderen zien we een toename van het aantal verwondingen (European Commission, 2021).

In 2021 werden op de Belgische wegen 34 640 officieel geregistreerde letselongevallen geteld, met een breed spectrum aan vervoersmiddelen. Vergeleken met het aantal letselongevallen die hadden plaatsgevonden in 2019 (nl. 37 719) is dat een afname met 8%. In dezelfde periode werden echter 1 034 letselongevallen met elektrische steps geregistreerd (2021), wat een stijging betekent met 153% tegenover 2020 (geen referentiejaar vanwege COVID-19) en zelfs met 491% in vergelijking met 2019. Dat betekent een sterke toename van de letselongevallen met elektrische steps, parallel met een afname van het totale aantal letselongevallen met de overige transportmodi. De substantiële toename van de blootstelling kan inderdaad een groot gedeelte van die toename verklaren. In 2021 zagen we tegenover 2020 namelijk een groei in gebruik van 124% (Fluctuo, 2022). In ieder geval moeten die ongevallenstatistieken de beleidsmakers en de deskundigen op het vlak van verkeersveiligheid zorgen baren, te meer omdat die ongevallen met elektrische

---

<sup>2</sup> Sinds 1 juli 2022 mogen PMD's in België niet meer over het voetpad rijden, behalve gebruikers met een verminderde mobiliteit. Ze blijven echter dezelfde ruimte delen in winkelwandelstraten, voetgangerszones ...

steps gepaard gaan met een tekort aan informatie en kennis over die ongevallen, al loopt de registratie ervan recent beter. Terwijl vrij veel informatie te vinden is over ongevallen met fietsen en e-bikes, blijft informatie over ongevallen met elektrische steps nog schaars. Pas recent werd in België door De Vos & Sloomans (2023) een eerste onderzoek<sup>3</sup> gevoerd naar de oorzaken van ongevallen, dat inzicht biedt in letselongevallen met elektrische steps, waarbij de aanwezigheid van de politie vereist was (PV-analyses).

Bovendien leveren ongevallen maar een gedeeltelijk beeld op van de problemen met de verkeersveiligheid, vanwege hun zeldzaamheid (De Ceunynck, 2017). Aangenomen wordt dat ze niet de hele werkelijkheid weergeven, vanwege onderrapportering van ongevallen die bij elektrische steps vermoedelijk sterk speelt. Bij wijze van oplossing worden vaak ziekenhuisgegevens gebruikt. Hoewel die in bepaalde gevallen meer informatie bevatten dan de officiële statistieken, blijft ook hier het probleem van de onderrapportering: niet ieder ongeval eindigt, gelukkig maar, in het ziekenhuis. Daarom kan geopteerd worden voor een aanpak die focust op bijna-ongevallen of zelfgerapporteerde ongevallen. Terwijl de studies rond bijna-ongevallen/conflicten gebaseerd zijn op een goed doordachte methodiek, kent het proces van het verzamelen van zelfgerapporteerde informatie over ongevallen een vrij eenvoudig verloop. Zelfrapportering rond ongevallen is een nuttig instrument dat gebruikt kan worden als een aanvullende methode om meer informatie te verkrijgen over ongevallen en om de lacune als gevolg van de onderrapportering in te vullen. Echter is het belangrijk om te erkennen dat het grootste probleem bij zelfrapportering te maken heeft met de kans op sociaal wenselijke antwoorden en verkeerde herinneringen rond kleinere ongevallen die al een hele tijd geleden hebben plaatsgevonden (Kamaluddin et al., 2018).

Aangezien voor dit onderzoek het gebruik van een vragenlijst gepland was om mobiliteitsinformatie te verzamelen, hebben we van de gelegenheid gebruikgemaakt om het element van de zelfgerapporteerde ongevallen en bijna-ongevallen eraan toe te voegen. Samen met het gedeelte over bijna-ongevallen dat gebaseerd is op conflictobservatie en de inzichten over ongevallen uit (De Vos & Sloomans, 2023), kunnen we dit gebruiken als een aanvulling, om tot een beter overzicht te komen van de ongevallen en ernstige conflicten met elektrische steps.

---

<sup>3</sup> Het onderzoek van De Vos & Sloomans (2023) naar de oorzaken van ongevallen heeft plaatsgevonden parallel aan dit onderzoek en vormt een goede aanvulling bij dit rapport. Bovendien kan het ook gebruikt worden als vergelijkingsbasis voor de op observatie en zelfrapportering gebaseerde informatie in dit onderzoek.

## 2 PMD's en hun mobiliteit




### 2.1 Methodiek

Om een beter inzicht te krijgen in het regelmatig en onregelmatig gebruik van elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen, werd een onderzoek opgezet op basis van een vragenlijst.

Op basis van de drie transportmodi van interesse werden doelgroepen opgesteld (d.w.z. elektrische steps, fietsen en elektrische fietsen, waaronder ook de speed pedelecs). Binnen elk van de doelgroepen werden 2 subgroepen afgebakend, namelijk de regelmatige en onregelmatige gebruikers. Op die manier kregen we in totaal zes groepen van respondenten: regelmatige gebruikers van elektrische steps, onregelmatige gebruikers van elektrische steps, regelmatige gebruikers van e-bikes, onregelmatige gebruikers van e-bikes, regelmatige gebruikers van traditionele fietsen en ten slotte onregelmatige gebruikers van traditionele fietsen.

Bij het categoriseren van de regelmatige en de onregelmatige gebruikers, werd een onderscheid gemaakt op basis van de gebruiksfrequentie. De vragenlijst begon met selectievragen, bestaande uit demografische informatie en een categorisering om de respondent in te delen in een van de zes categorieën (zie tabel 1). Dagelijks of wekelijks gebruik werd als regelmatig gebruik beschouwd. De onregelmatige gebruikers zijn diegenen die het vervoersmiddel minder vaak gebruiken dan op een wekelijkse basis of zelfs helemaal niet.

Tabel 1: Selectievraag

	Gebruik ik dagelijks	Gebruik ik wekelijks	Gebruik ik meerdere keren per maand	Gebruik ik 1 keer per maand of minder	Gebruikte ik vroeger, maar nu niet meer	Gebruik ik niet
 E-step	a)	b)	c)	d)	e)	f)
 E-bike	a)	b)	c)	d)	e)	f)
 Traditionele fiets	a)	b)	c)	d)	e)	f)

Op basis van de antwoorden van de respondent op de selectievragenlijst, kregen ze vervolgens de meest toepasselijke vragenlijst aangeboden. Als deelnemers verschillende vervoersmiddelen gebruikten werd de prioriteit gegeven aan de vragenlijst waarvoor gebruikers het moeilijkst te vinden waren (bv. als een persoon wekelijks zowel een e-step als een fiets gebruikte kreeg hij of zij de vragenlijst over e-steps en niet over de fiets, gezien e-step gebruikers moeilijker te capteren zijn dan fietsers). Voor onregelmatige gebruikers werd dezelfde aanpak gebruikt maar op omgekeerde wijze, focussend op het vervoersmiddel dat normaliter het vaakste gebruikt wordt (bv. als een respondent aangeeft geen van de transportmodi te gebruiken werd prioriteit gegeven aan de fietsvragenlijst, omdat onregelmatige gebruikers van fietsen moeilijker te vinden zijn dan onregelmatige gebruikers van e-steps of e-bikes).

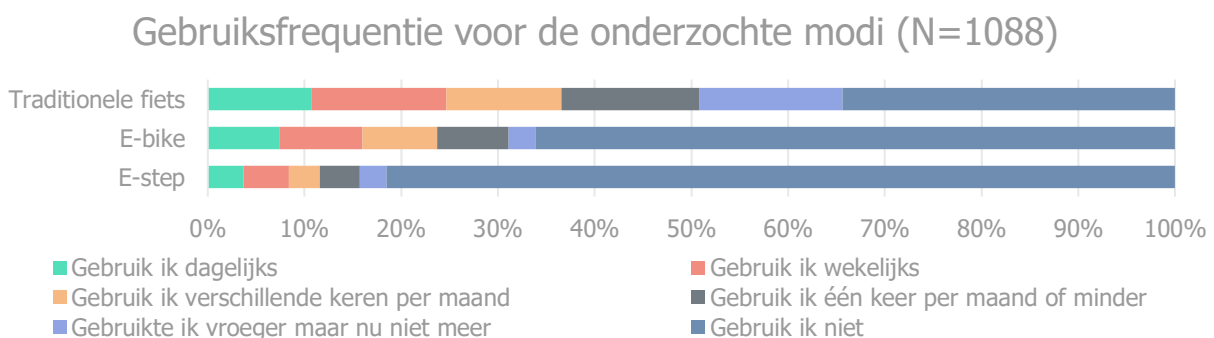
De vragenlijst werd nationaal representatief uitgestuurd door een enquêtebureau, met een streefcijfer voor elke groep. Ongeacht het vervoersmiddel werden er voor de onregelmatige gebruikers 250 respondenten nagestreefd. Voor de regelmatige gebruikers werden 120 respondenten verzameld, gezien deze moeilijker te bereiken waren. Identieke vragenlijsten, enkel verschillend op basis van het vervoersmiddel werden gebruikt.

De steekproeftrekking verliep nationaal representatief. De groepen werden automatisch gevuld op basis van de antwoorden van de respondenten. Wanneer één groep volledig verzameld was, ging de steekproeftrekking nationaal representatief verder om de andere groepen te vullen. Dat ging zo door tot alle vastgelegde groepen hun streefdoel bereikt hadden (d.w.z. 250 onregelmatige en 120 regelmatige gebruikers). Enkel bij de e-steps was een "boost" nodig om het gewenste streefdoel te verkrijgen.

In totaal bestond de steekproef uit 1 088 deelnemers. Om tot die omvang te komen moesten echter veel meer respondenten benaderd worden om nationaal representatief te blijven (d.w.z. om 500 respondenten te bekomen die pasten in de vooraf opgestelde doelgroepen, dienden veel meer respondenten de selectievragenlijst in te vullen). Voor elk vervoersmiddel uit ons onderzoek konden we ruwweg 250 onregelmatige gebruikers verzamelen, d.w.z. 22% van de totale steekproef voor elke modus. Voor de e-bikes en traditionele fietsen konden we 120 regelmatige gebruikers identificeren (11% van de totale steekproef voor elke modus), terwijl voor de elektrische steps 90 regelmatige gebruikers (8% van de totale steekproef) gerekruteerd werden (vanwege het opschonen van de data moest een gedeelte van de respondenten uitgefilterd worden).

Merk op dat een oververtegenwoordiging te zien was van regelmatige e-stepgebruikers in de provincie Henegouwen (mogelijk vanwege de boost bij de regelmatige e-stepgebruikers, of de recente toename van het aantal huursystemen voor elektrische steps die in Charleroi zeer populair gebleken zijn).

Figuur 3 toont dat de traditionele fiets het meeste gebruikt wordt en elektrische steps het minste.



Figuur 3: De gebruiksfrequentie van elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen

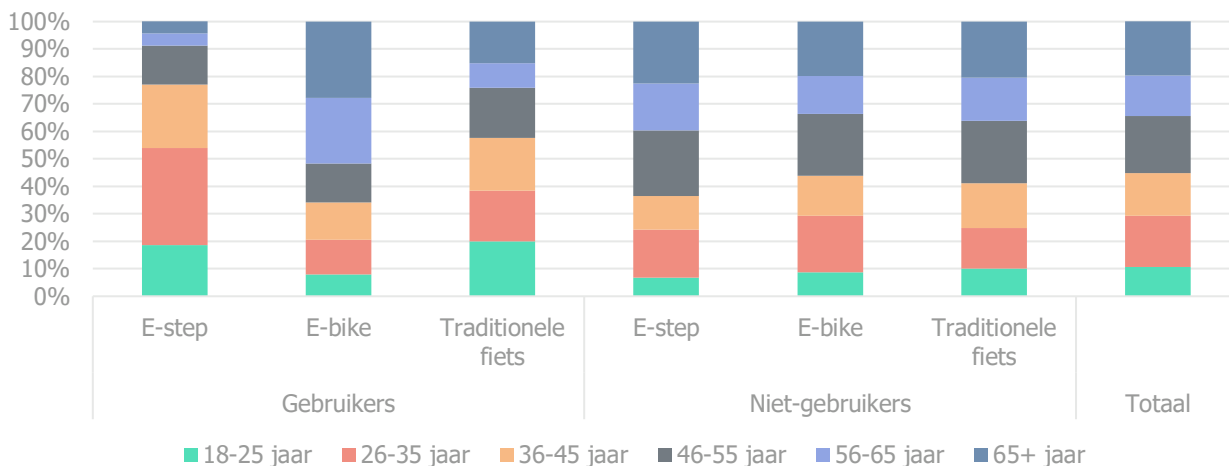
De vragen waren gericht op demografische informatie, informatie over de modale verdeling, beschikbaarheid van transportmodi, toegankelijkheid ervan, afgelegde afstanden en redenen voor het gebruik (al dan niet) van het geselecteerde vervoersmiddel.

## 2.2 Beschrijving van de steekproef

Uit de resultaten blijkt een statistisch significant verschil op basis van geslacht, waarbij de mannen in elk van de categorieën van regelmatige gebruikers iets beter vertegenwoordigd bleken dan de vrouwen (d.w.z. rond 2% meer mannelijke dan vrouwelijke gebruikers). Bij de onregelmatige gebruikers bleek het omgekeerde.

Verder werd voor de totale steekproef een gemiddelde leeftijd van 48 jaar teruggevonden. Regelmatige e-stepgebruikers en regelmatige gebruikers van traditionele fietsen vertonen duidelijk een lagere gemiddelde leeftijd (d.w.z. respectievelijk 37 en 44 jaar oud), terwijl de regelmatige gebruikers van een e-bike een hogere gemiddelde leeftijd hadden (nl. 52 jaar). Dat leeftijdsverschil is ook te zien in figuur 4, met de verschillende leeftijdscategorieën. Regelmatige e-stepgebruikers zijn doorgaans jonger, terwijl regelmatige gebruikers van de e-bike eerder al wat ouder zijn. Bij de traditionele fietsen lijkt de verdeling gelijkmatiger. Toch moeten we vermelden dat jongeren almaar gemakkelijker de weg vinden naar de e-bike (De Maeseneer, 2018; Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2022). Het aandeel van 20,6% van de gebruikers van e-bikes die jonger zijn dan 36 in dit onderzoek is evenwel in lijn met andere gegevens die recent werden verzameld over fietsen in België (Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2022).

## Leeftijdsverdeling van de respondenten



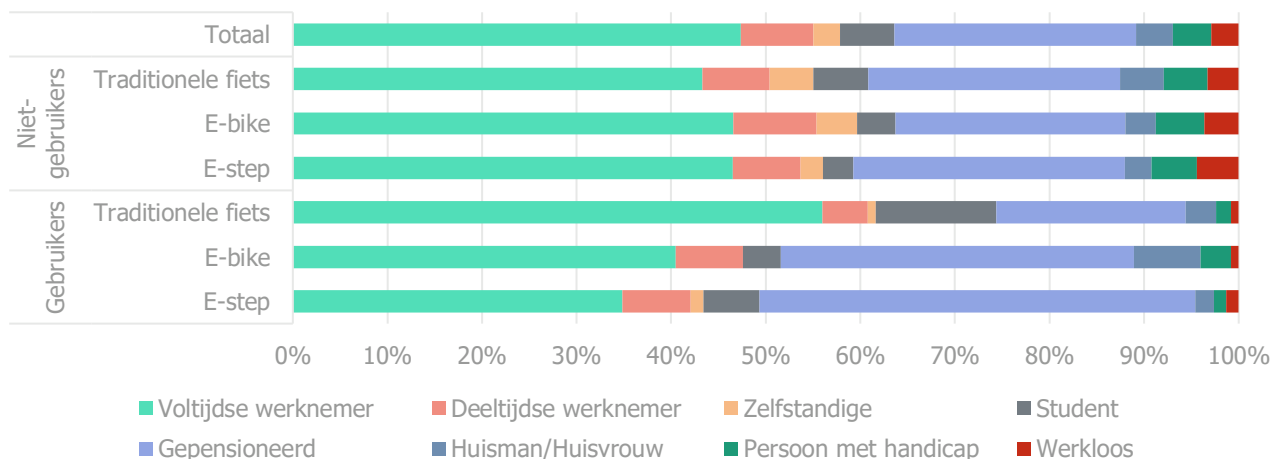
Figuur 4: Leeftijdsverdeling van de regelmatige en onregelmatige gebruikers van de onderzochte transportmodi

Wat hoofdactiviteit/beroep van de respondenten betreft, bestaat het grootste gedeelte uit voltijdse bedienden, gevolgd door gepensioneerden. Andere hoofdactiviteiten/beroepen komen minder vaak voor (zelfstandigen, studenten, huismannen en -vrouwen, mensen met een handicap en werklozen). We zien ook hier wel wat verschillen die in verband gebracht kunnen worden met de eerder vastgestelde leeftijdsverschillen.

Zoals in figuur 5 te zien is lijken bij de regelmatige gebruikers van traditionele fietsen meer studenten en bedienden te zitten, maar minder gepensioneerden, hetgeen de gelijkere spreiding kan verklaren over de leeftijdscategorieën en qua gemiddelde leeftijd. De lagere eigenaarskost zou de populariteit van de fiets kunnen verklaren bij studenten (en gedeeltelijk ook bedienden), terwijl bij oudere personen wellicht de grotere lichamelijke inspanning speelt die de fiets vergt, in vergelijking met de e-bike. Dat laatste kan een verklaring zijn voor het veel hogere aandeel gepensioneerden bij de regelmatige gebruikers van e-bikes.

Bij de elektrische steps is het aantal bedienden beduidend hoger en het aantal gepensioneerden daarentegen drastisch lager. Ook studenten gebruiken dit vervoersmiddel iets vaker. Bepaalde kenmerken van de elektrische step (eerder snel, onstabiel ...) maken hem wellicht iets minder populair voor oudere personen terwijl zijn flexibiliteit hem bij bedienden (bv. voor de laatste km) en studenten net wel populairder maakt.

## Hoofdactiviteit van de respondenten



Figuur 5: Hoofdactiviteit van de respondenten

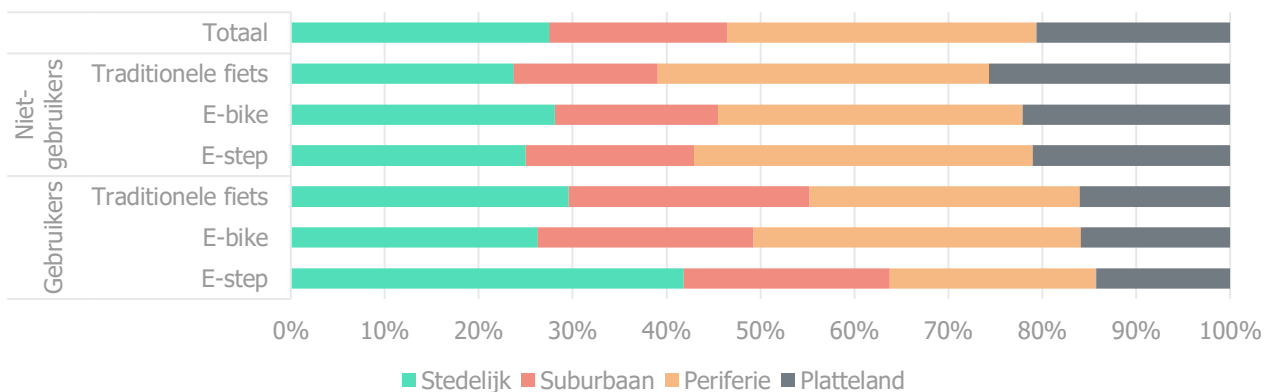
Uit het opleidingsniveau blijkt dat het grootste deel van de steekproef een diploma van het secundair onderwijs heeft (50%), een bachelor (28%), of een master (17%). Regelmatige gebruikers van elektrische steps blijken ook hoger opgeleid in vergelijking met de regelmatige en onregelmatige gebruikers van de andere modi. Bij die andere modi waren de verschillen minder uitgesproken.

We vonden in de steekproef ook verschillen in (netto) gezinsinkomen, met een groot aandeel van de respondenten in de klasse laag tot gemiddeld (d.w.z. < € 4 500 per maand). We zien statistisch significante verschillen tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers, maar die zijn vrij klein en verwaarloosbaar. Regelmatige gebruikers van een e-step hebben vaker een lager netto-inkomen dan die van andere modi (met een mogelijke impact van een groter aandeel respondenten dat verkiest niet te antwoorden).

Als we naar de geografische spreiding kijken, blijkt uit de resultaten dat fiets en e-bike populairder zijn in Vlaanderen, terwijl elektrische steps vrij gelijkmatig verspreid zijn, met een licht groter aandeel aan regelmatige gebruikers die in Brussel, Luik en Henegouwen wonen. Binnen de onregelmatige gebruikers vinden we een evenwichtige verdeling, vergelijkbaar met de inwonersaantallen in elke provincie.

Ook woonplaats en woonomgeving van de regelmatige gebruikers (d.w.z. stedelijk, suburbaan, rand en platteland) is netjes verdeeld. In figuur 6 zien we dat regelmatige gebruikers vaker in (de buurt van) een stad wonen dan onregelmatige. Bij de regelmatige gebruikers van elektrische steps is het aandeel van diegenen die in of dicht bij een stedelijke omgeving worden het hoogste. E-bikes zijn ook populair in de rand.

### Leefomgeving van de respondenten



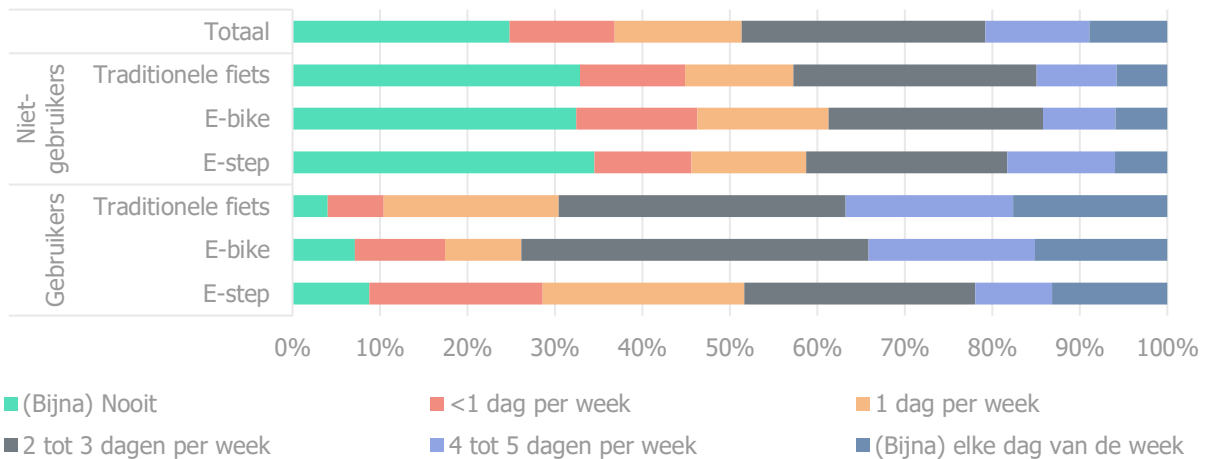
Figuur 6: Leefomgeving van de respondenten

Vervolgens kregen de respondenten de vraag of ze al dan niet te kampen hadden met enige vorm van chronische of langdurige beperking<sup>4</sup> (bv. chronisch vermoeidheidssyndroom, langdurige blessure, ontbrekende of niet-functionele arm of been ...). In het algemeen zei 9,7% van de respondenten met een beperking te leven. Interessanter is echter dat uit de gegevens blijkt dat mensen met een beperking minder vaak opduiken bij de regelmatige gebruikers van traditionele fietsen en e-bikes (respectievelijk 3,2% en 5,6%), maar sterker aanwezig zijn bij de regelmatige e-stepgebruikers (nl. 30,8%). Uit die vaststelling lijken we te moeten concluderen dat een elektrische step potentieel voordelen heeft voor mensen met een permanente of langdurige beperking. Omdat het om heel verschillende beperkingen kan gaan is verder onderzoek hier aanbevolen. Gesprekken met aanbieders hebben echter al een licht geworpen op dit aspect, in die zin dat rolstoelgebruikers bijvoorbeeld een elektrische step gebruiken als 'aandrijving' over langere afstanden.

Er werd ook gevraagd naar de frequentie van het uitvoeren van een vermoeiende fysieke activiteit (bv. lopen, fietsen, job in een arbeidsintensieve sector ...). Figuur 7 toont dat regelmatige gebruikers van elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen fysiek actiever zijn dan de onregelmatige gebruikers. De regelmatige e-bike gebruikers zijn fysiek het meest actief, mogelijk vanwege de actieve aard van de transportmodus.

<sup>4</sup> Gebaseerd op de vraag: "Heeft u een permanente of lange-termijn beperking/handicap waardoor u "normaal" actieve vervoersmiddelen niet kan gebruiken? (vb. Verloren arm, lange termijn blessure, chronisch vermoeid, waardoor u zich niet met een gewone step of fiets zou kunnen verplaatsen)"

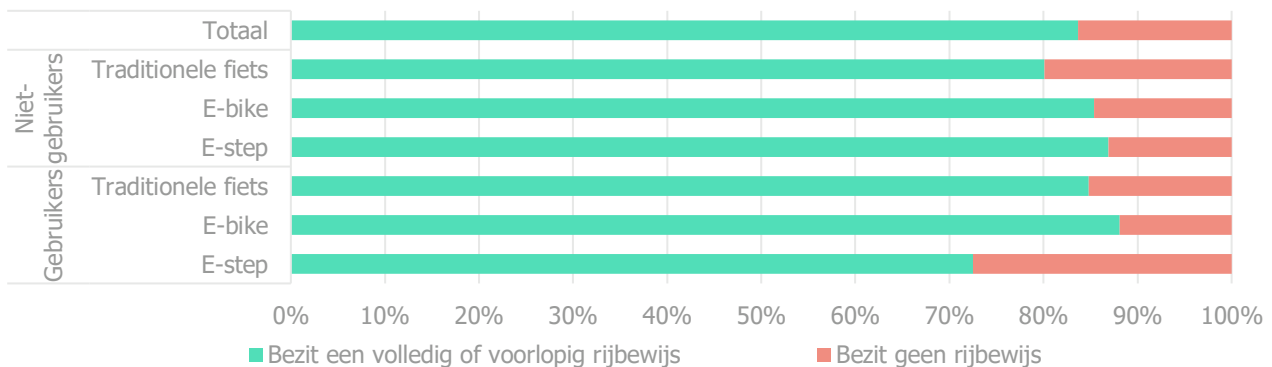
## Frequentie waarmee een fysieke activiteit beoefend wordt



Figuur 7: De frequentie waarmee de deelnemers een of andere vorm van fysieke activiteit beoefenen

Tot slot zijn er, zoals figuur 8 laat zien, nauwelijks verschillen in rijbewijsbezit tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers, behalve voor de regelmatige e-stepgebruikers. Die hebben minder vaak een of andere vorm van rijbewijs. 28% van de regelmatige e-stepgebruikers heeft er helemaal geen. Voor de andere regelmatige en onregelmatige gebruikers zien we een bereik tussen 12 en 20%.

## Rijbewijsbezit



Figuur 8: Het aandeel van de regelmatige en onregelmatige gebruikers van de onderzochte transportmodi die een rijbewijs bezitten

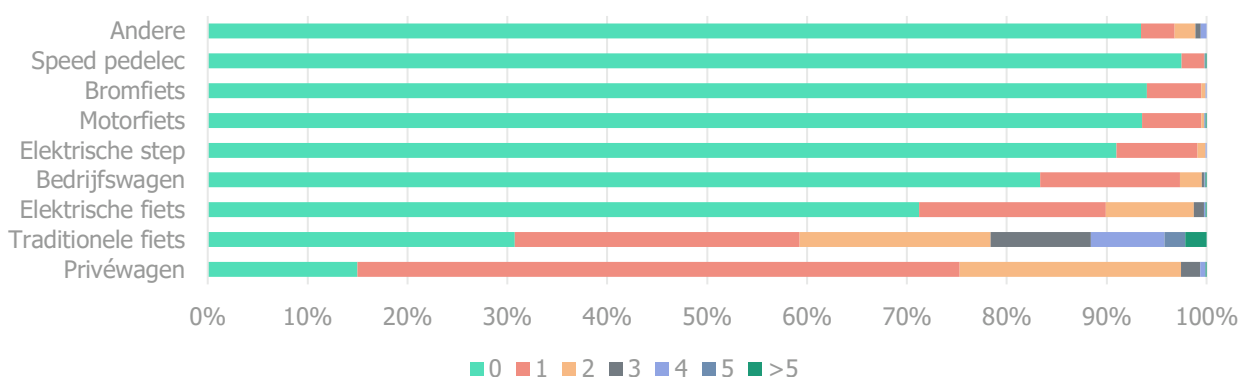
## 2.3 Modale verdeling

We hebben ook de informatie over de modi bekeken om een gedetailleerder beeld te krijgen van de gebruikte transportmodi.

Om te beginnen geeft figuur 9 een overzicht van het bezit aan transportmodi. Voor de totale steekproef, zonder onderscheid tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers, komt autobezit duidelijk het meeste voor. Het gezin heeft meestal één of twee auto's, wat consistent is met de MONITOR-gegevens (FOD Mobiliteit en Vervoer, 2022). Behalve een auto is ook het bezit van een traditionele fiets heel courant. Het is niet ongebruikelijk om meer dan één fiets te bezitten, zelfs bij diegenen die als onregelmatige gebruikers beschouwd kunnen worden. Bij de e-bikes ligt het bezit veel lager. Dit kan te verklaren zijn door de hogere kostprijs van een e-bike, aangezien respondenten met een lager inkomen vaker te kennen geven geen e-bike te bezitten. Privébezit van een elektrische step is eerder marginaal.



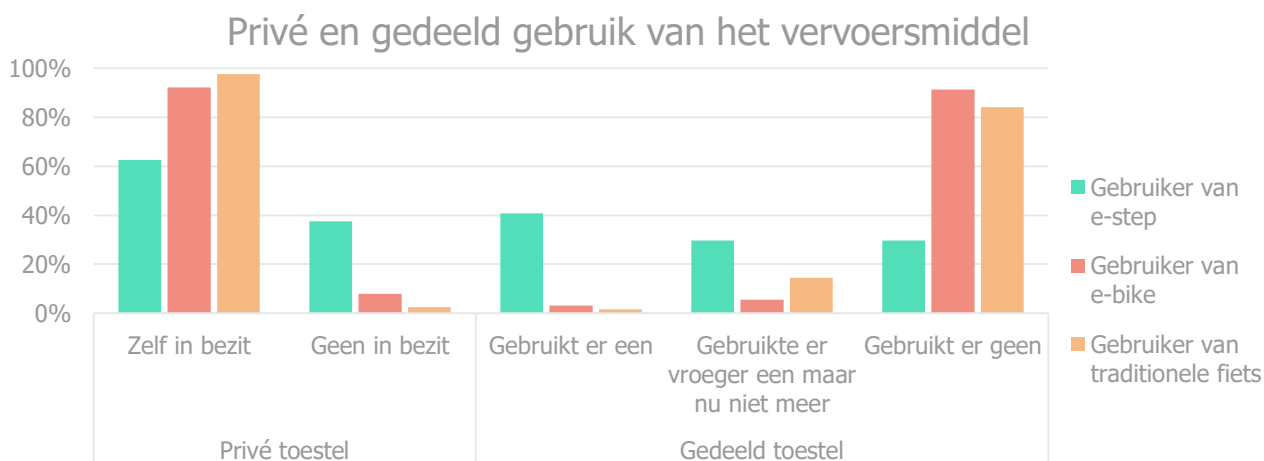
## Aantal vervoersmiddelen dat het gezin bezit (N=1088)



Figuur 9: Het aantal vervoersmiddelen in het gezin van de deelnemers

Vervolgens zijn we gaan differentiëren, met de focus op de regelmatige gebruikers van elektrische steps, e-bikes, en traditionele fietsen, ongeacht of ze die via een deelsysteem gebruiken of zelf in bezit hebben. Figuur 10 toont dat regelmatige gebruikers van e-bikes en traditionele fietsen die doorgaans zelf bezitten. Gedeeld gebruik is zeer marginaal (<3%) en ietsje hoger voor de traditionele fietsen.

Hoewel het bezit van elektrische steps marginaal was in de totale steekproef (van alle regelmatige gebruikers én onregelmatige gebruikers), reden ruwweg 2 op de 3 regelmatige e-stepgebruikers met een zelf aangekochte elektrische step. Bij 70% van de regelmatige e-stepgebruikers gaat het om gedeelde steps, d.w.z. 40% zegt die te gebruiken en nog eens 30% gaf aan er in het verleden een te hebben gebruikt maar nu niet meer, wat een gevolg zou kunnen zijn van de COVID-19-pandemie en de toename van het telewerken. 30% van de regelmatige e-stepgebruikers doet geen beroep op een deelsysteem. We moeten hier ook vermelden dat dezelfde persoon een eigen scooter kan gebruiken alsook deelsystemen.



Figuur 10: De aandelen voor elk van de vervoersmiddelen voor deelsystemen en privébezit

Om dit beter te begrijpen kijken we in figuur 11 specifiek naar die regelmatige gebruikers die zeiden geen eigen toestel te bezitten en hoe de verhouding zit met het gedeeld gebruik.

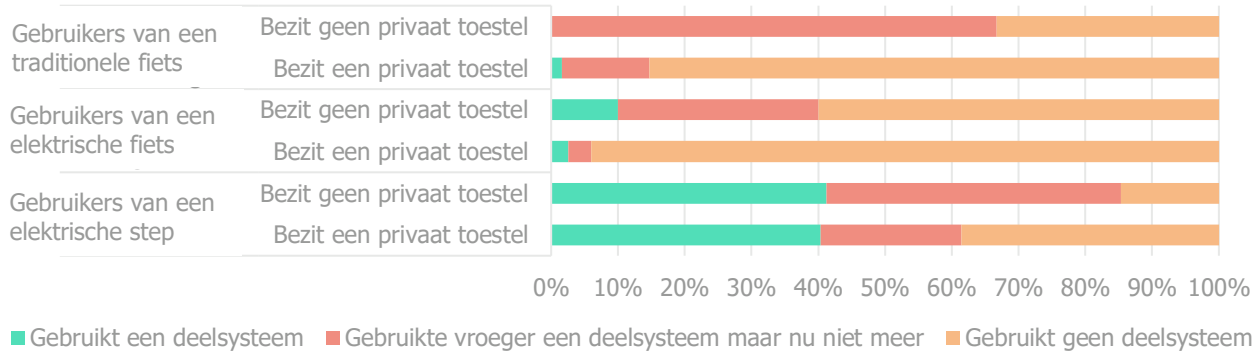
Voor traditionele fietsen en e-bikes was het aantal regelmatige gebruikers zonder eigen fiets eerder marginaal (nl. <8%). Sommigen onder hen gaven aan in het verleden wel eens een deelfiets te hebben gebruikt maar nu niet meer of zeiden nadrukkelijk geen beroep te doen op deelfietsen.

Van de regelmatige e-stepgebruikers zonder private e-step gebruikt 85% een deelstep. D.w.z. dat 41% onder hen een deelstep gebruikt en 44% dat in het verleden deed maar nu niet meer, hetgeen wellicht deels te verklaren valt als een gevolg van COVID en het bijbehorende thuiswerk. Van de regelmatige e-stepgebruikers zonder eigen e-step laat 15% weten ook geen deelsteps te gebruiken. Dit kan wijzen op een heel andere manier van het gebruik van elektrische steps, mogelijk gedeelde privésteps (bv. in een co-housing project



waar één e-step door de hele groep wordt gebruikt, of een buur die zijn step al eens uitleent, enz.). Het kan ook gaan om bedrijf e-steps die bijvoorbeeld gebruikt worden om een broodje te halen of naar een meeting te gaan. Verkeerde antwoorden kunnen evenmin niet helemaal worden uitgesloten.

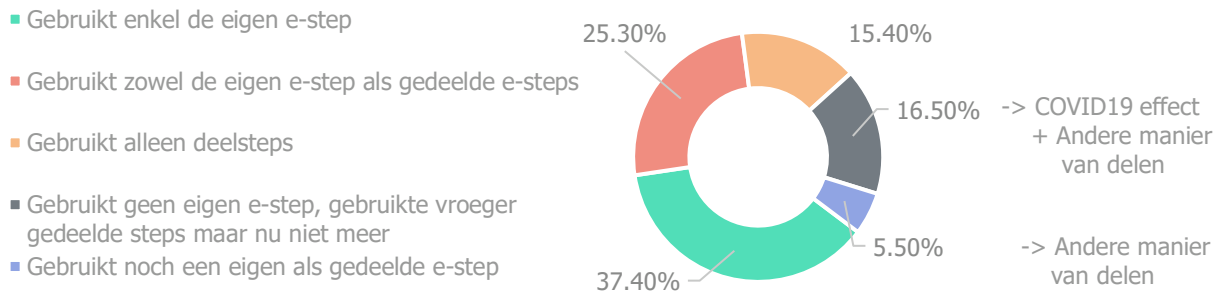
## Gebruik van een deelsysteem in relatie tot het bezit van een privaat toestel



Figuur 11: Verdeling van gebruik van een deelsysteem in relatie tot het bezit van een privé toestel

Een volledig overzicht van de mogelijke gebruiksvormen van een elektrische step zien we in figuur 12 voor de totale steekproef van regelmatige e-stepgebruikers.

## Verschillende gebruiksopties van elektrische steps

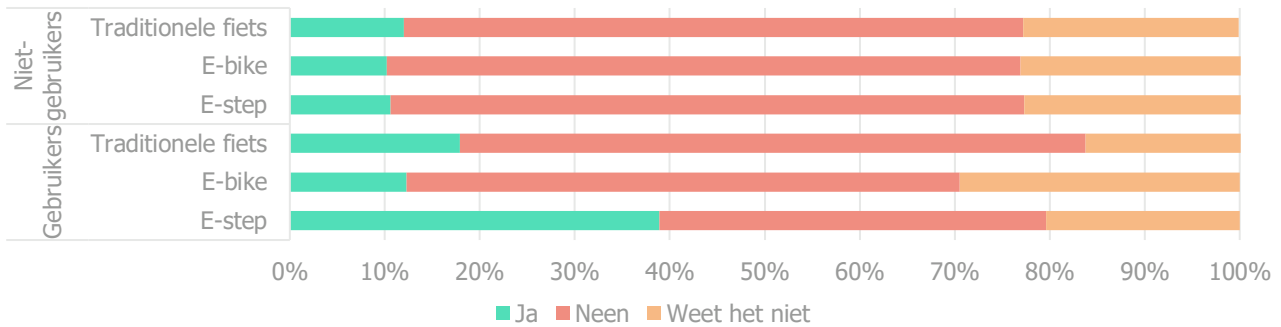


Figuur 12: De verschillende gebruiksopties van regelmatige e-stepgebruikers

Vervolgens onderzochten we de beschikbaarheid van deelsystemen. We zien in figuur 13, voor de regelmatige gebruikers, dat bij de deelsteps de beschikbaarheid het grootste is. Bijna 40% van de regelmatige e-stepgebruikers geeft aan in de buurt een deelstep ter beschikking te hebben, tegenover 18% voor de fietsen en 12% voor de e-bikes. Bij de traditionele fietsen zeggen de meeste regelmatige gebruikers dat een deelsysteem niet voorhanden is. Bij de regelmatige en onregelmatige gebruikers van e-bikes is het aandeel van zij die zeggen niet te weten of er een deelsysteem beschikbaar is, het grootste.

De meeste onregelmatige gebruikers geven doorgaans aan geen deelsysteem ter beschikking te hebben of niet te weten of er in de buurt één is, wat potentieel ook meteen hun niet-gebruik verklaart.

## De beschikbaarheid tot een deelsysteem per vervoersmiddel



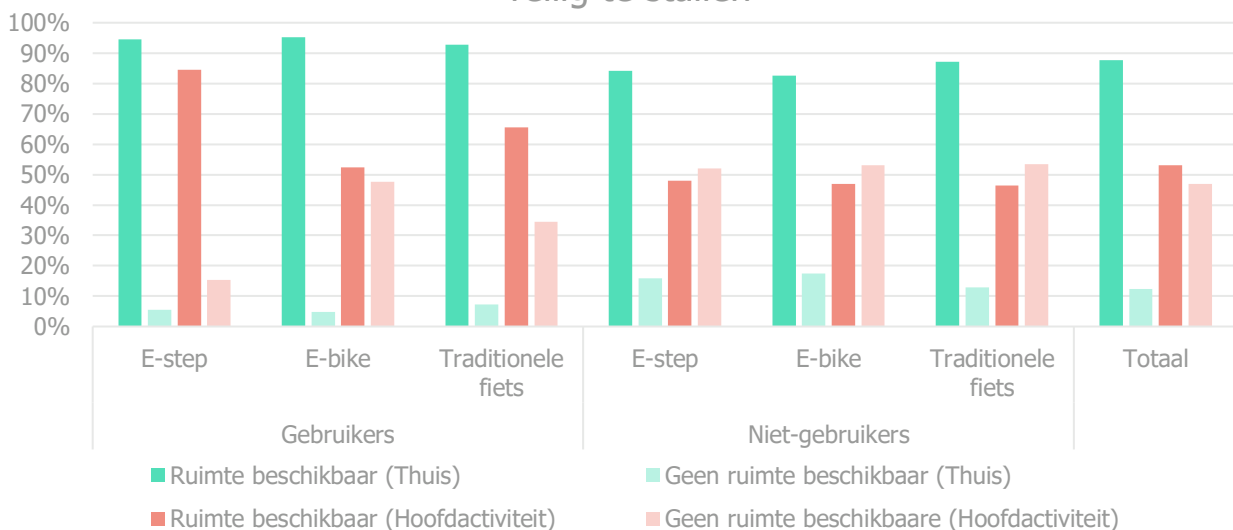
Figuur 13: De beschikbaarheid van gedeelde toestellen voor elk specifiek vervoersmiddel

Naast de focus op het gebruik van deelsteps werd ook gevraagd naar de beschikbaarheid van een plaats om veilig een eigen elektrische step, e-bike of traditionele fiets te stallen. Figuur 14 leert dat 88% van de gebruikers daar doorgaans thuis de plaats voor heeft. Het stallen van de vervoersmiddelen op de bestemming is echter minder vaak een optie (doorgaans slechts voor 53% van de gebruikers) en is voor fietsen en elektrische steps vaker mogelijk dan voor een e-bike.

Verder zeggen onregelmatige gebruikers vaker thuis of op hun bestemming de e-step of fiets niet te kunnen stallen. Dat vormt een mogelijke verklaring voor het niet-gebruik ervan. Het is echter ook mogelijk dat die onregelmatige gebruikers de vereiste plaats overschatten of geen toegang hebben tot laainfrastructuur.

Dat elektrische steps compacter zijn kan verklaren waarom dit vervoersmiddel gemakkelijker gestald kan worden, zowel thuis als op de bestemming. De hogere prijs van e-bikes en de perceptie van het diefstalrisico kan het gebrek aan de gerapporteerde beschikbaarheid van een stallingsoptie op de bestemming verklaren, dit aangezien vaak een afsluitbare opslagruimte gewenst is.

## Beschikbaarheid van een ruimte om het vervoersmiddel veilig te stallen



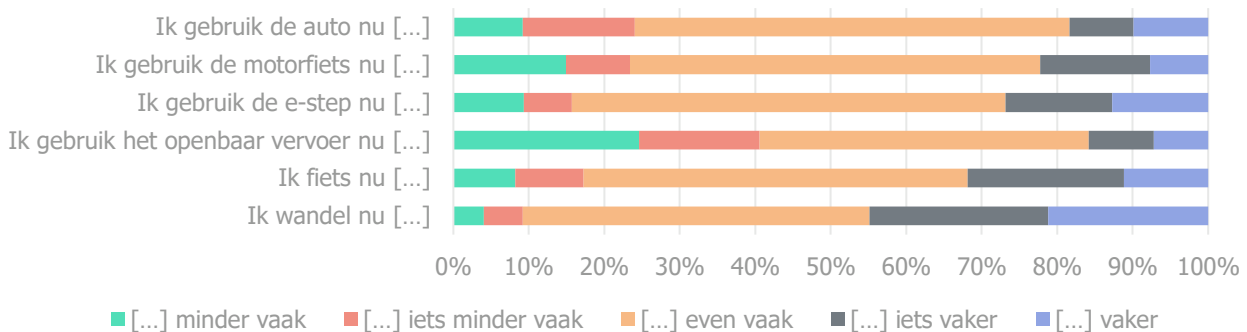
Figuur 14: De beschikbaarheid van een ruimte waar het vervoersmiddel veilig gestald kan worden

Die beschikbaarheid van plaats verschilt op een statistisch significante manier volgens inkomen en gewest van de respondent. We zien dat respondenten vaker aangeven onvoldoende veilige stalplaats te hebben, thuis of op de hoofdbestemming, naarmate hun inkomen lager is. Wat het gewest betreft laten Brusselaars vaker weten onvoldoende plaats te hebben dan personen uit de andere gewesten. Meer in het algemeen speelt de graad van verstedelijking hierin een grote rol, aangezien we vaststellen dat een persoon in een stedelijke omgeving minder vaak aangeeft plaats te hebben om het vervoersmiddel veilig op te bergen.

## 2.4 Kenmerken van de verplaatsing en modale verschuiving

Vóór we kijken naar de verplaatsingskenmerken en de modale verschuiving, onderzoeken we de mogelijke impact van COVID-19 (en de bijbehorende beperkingen) op de verplaatsingen. Hoewel een groot deel van de populatie niets veranderde aan zijn verplaatsingen met een specifiek vervoersmiddel, toont figuur 15 dat sommige transportmodi door de COVID-19-beperkingen aantrekkelijker geworden zijn. Vooral stappen, fietsen en het gebruik van een e-step kennen een toename, terwijl het openbaar vervoer minder populair werd. Dit ligt in de lijn met de nationale tendensen uit de mobiliteitsbarometers<sup>5</sup>. Voor de andere transportmodi zien we tegelijk een stijging en een daling, wat we kunnen classificeren als een nul-effect.

### Impact van COVID-19 op de verplaatsingen



Figuur 15: De impact van COVID-19 en zijn beperkingen op de verplaatsingen met specifieke transportmodi

Los van het effect van COVID, kan het gebruik van transportmodi verschillen naargelang van het verplaatsingsdoel, zoals figuur 16 aantoont. Over het algemeen is de auto het populairste vervoersmiddel, zeker in de vrije tijd en bij andere type verplaatsingen (bv. boodschappen, iemand ophalen, naar de dokter gaan, enz.), in vergelijking met pendelen. De auto wordt in gemiddeld 57% van de gevallen gebruikt voor woon-werkverkeer, terwijl dat in de vrije tijd 63% en voor andere verplaatsingen 69% is. Fietsen en stappen gebeurt gemiddeld in 10 en 15% van de gevallen, met kleine verschillen volgens het type verplaatsing. Daarna komt het openbaar vervoer, veelal gebruikt door pendelaars en in sommige gevallen in de vrije tijd. Het gebruik van de elektrische step en motorfiets is verwaarloosbaar in vergelijking met de andere transportmodi.

Verder stellen we bij mensen zonder auto een ruimere variatie vast in de gebruikte transportmodi dan bij diegenen die wel een wagen hebben. Dat is logisch aangezien ze hun verplaatsingen met verschillende andere modi moeten maken. Dat uit zich ook in meer wandelen en meer gebruik van het openbaar vervoer.

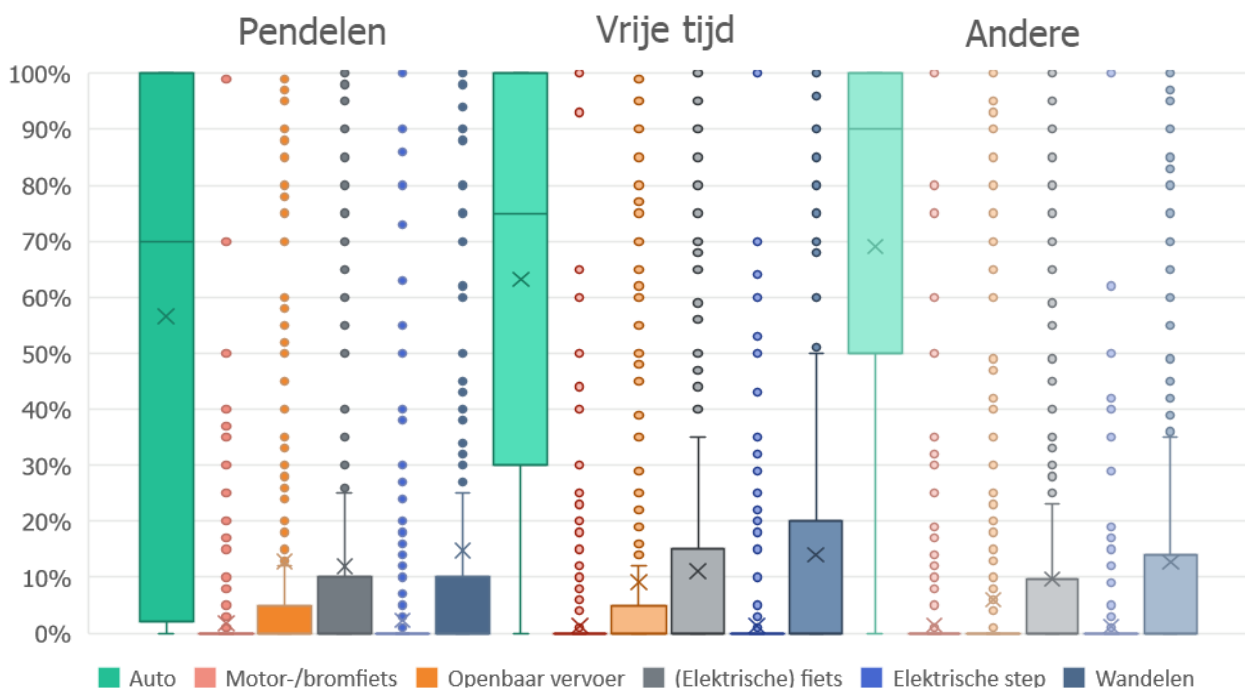
Ook als we de regelmatige en onregelmatige gebruikersgroepen vergelijken, zien we bepaalde verschillen, zoals blijkt uit figuur 17.

Over het algemeen, los van het verplaatsingsdoel, doen regelmatige gebruikers van fietsen, elektrische fietsen en steps minder vaak een beroep op de auto dan de onregelmatige gebruikers. Het openbaar vervoer wordt minder dikwijls gebruikt door regelmatige e-bikegebruikers, dan door de andere (on)regelmatige gebruikers. De e-bike lijkt ook een impact te hebben op het gebruik van de auto en het openbaar vervoer, zeker in het woon-werkverkeer. Bij de regelmatige gebruikers van elektrische steps en traditionele fietsen is er geen directe impact op het gebruik van het openbaar vervoer zichtbaar, mogelijk omdat deze transportmodi elkaar complementeren. Ze verlagen bij deze regelmatige gebruikersgroepen vooral het autogebruik.

Regelmatige e-stepgebruikers neigen minder snel de fiets of e-bike te nemen dan regelmatige gebruikers van (elektrische) fietsen. Toch is het fietsgebruik binnen de groep van regelmatige e-stepgebruikers nog even hoog, of zelfs iets hoger, dan bij alle groepen van onregelmatige gebruikers. Als gevolg daarvan kunnen we stellen dat het gebruik van een elektrische step niet noodzakelijk een impact heeft op het gebruik van de fiets.

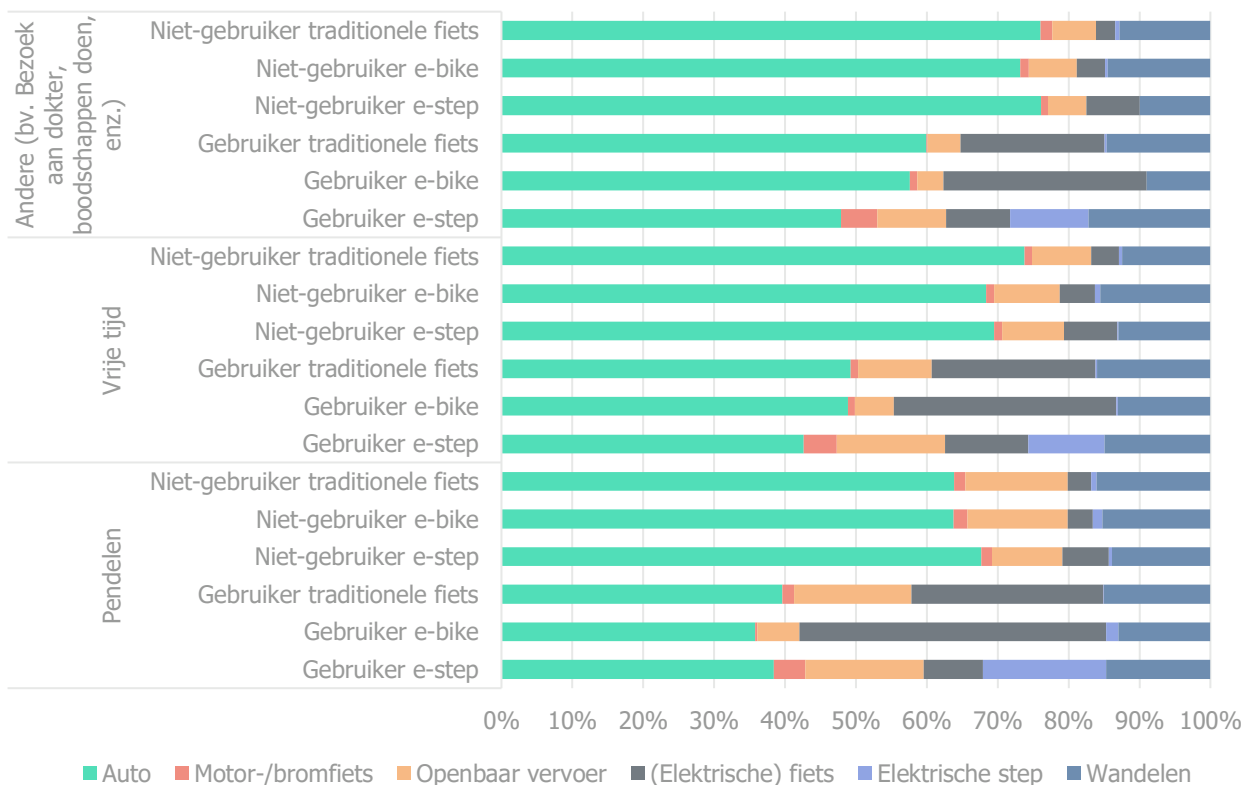
Bij het wandelen zijn er geen verschillen tussen de categorieën van regelmatige en onregelmatige gebruikers. De regelmatige én e onregelmatige gebruikers van de verschillende modi lijken even veel te wandelen. Dat geldt ook voor het pendelen. Het gebruik van deze modi dus heeft niet noodzakelijk een impact op wandelen.

<sup>5</sup> De mobiliteitsbarometer is een driemaandelijks update over mobiliteit in België: <https://www.mobiliteit.vias.be/en/barometer/>



Figuur 16: Gebruiksandaal per vervoersmiddel voor verschillende verplaatsingsdoeleinden

### Aandeel van een vervoersmiddel in de verplaatsingen



Figuur 17: Verschillen tussen de regelmatige en onregelmatige gebruikersgroepen wat betreft hun gebruik van de verschillende vervoersmodi

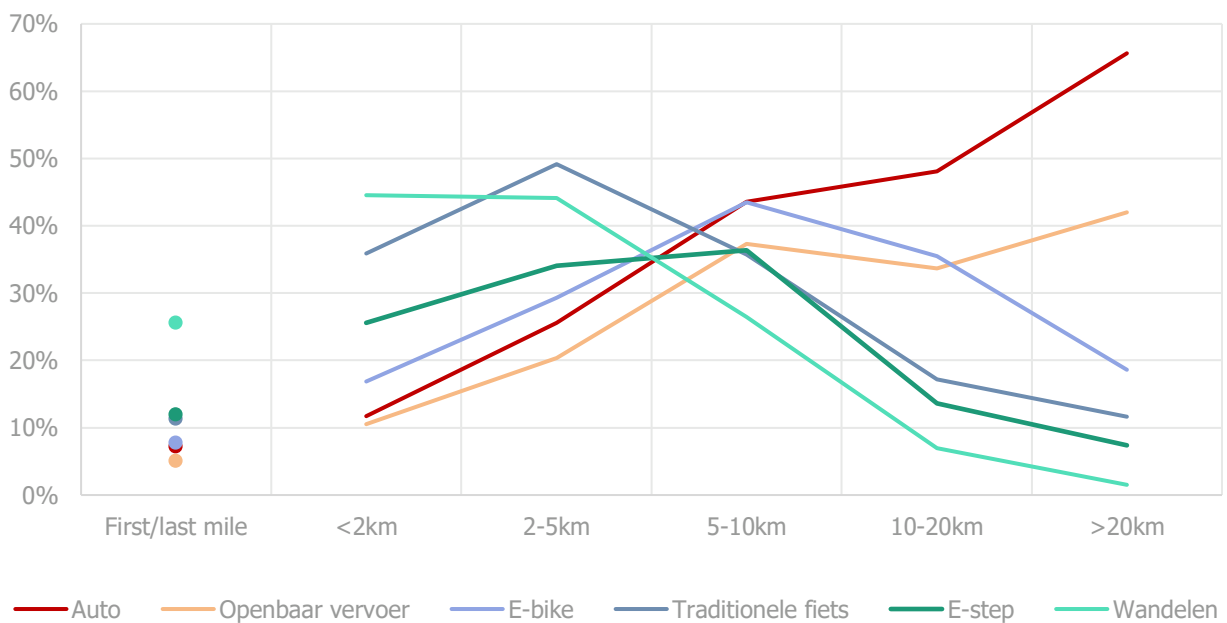
Om een beter begrip te krijgen in de verplaatsingen waar mogelijk concurrentie bestaat tussen vervoersmodi geven we in figuur 18 per modus informatie over de afgelegde afstanden. Voor deze percentages is geen sommatie mogelijk omdat een persoon kon aangeven om verschillende afstanden af te leggen voor hetzelfde specifieke vervoersmiddel.

Globaal worden de bekende tendensen bevestigd. Bij de auto zien we een toename in het gebruik naarmate de afstand groter wordt. Dat de wagen nog regelmatig gebruikt wordt voor verplaatsingen van minder dan 5 km wordt ook bevestigd. 8% van de mensen gebruikt de wagen namelijk voor de eerste/laatste km, 12% voor ritten van minder dan 2 km, en 26% voor trajecten tussen 2 en 5km. Bij het openbaar vervoer is het volledige potentieel aanwezig bij langere afstanden, net als bij de auto, maar met een lagere gebruiksgraad.

Wandelen is prominent aanwezig voor de eerste en de laatste kilometer, voor korte trips en ook voor afstanden tot 5 of zelfs 10 km, al zijn die langere wandelingen eerder in de vrijetijdssfeer te situeren. Het volle potentieel van fietsen ligt tussen 2 en 5 km maar het gebeurt ook vaak op kortere afstanden (nl. de eerste en laatste km en verplaatsingen van minder dan 2 km) tot zelfs afstanden van 10 km.

Het potentieel van zowel elektrische steps als e-bikes ligt op wat langere afstanden (tussen 5 en 10 km), waar ze rivaliseren met de auto en het openbaar vervoer. De elektrische step is voor kortere afstanden en voor de laatste kilometer populairder dan de e-bike.

### Afstanden die afgelegd worden met een vervoersmiddel



Figuur 18: Afstanden die afgelegd worden met een specifiek vervoersmiddel

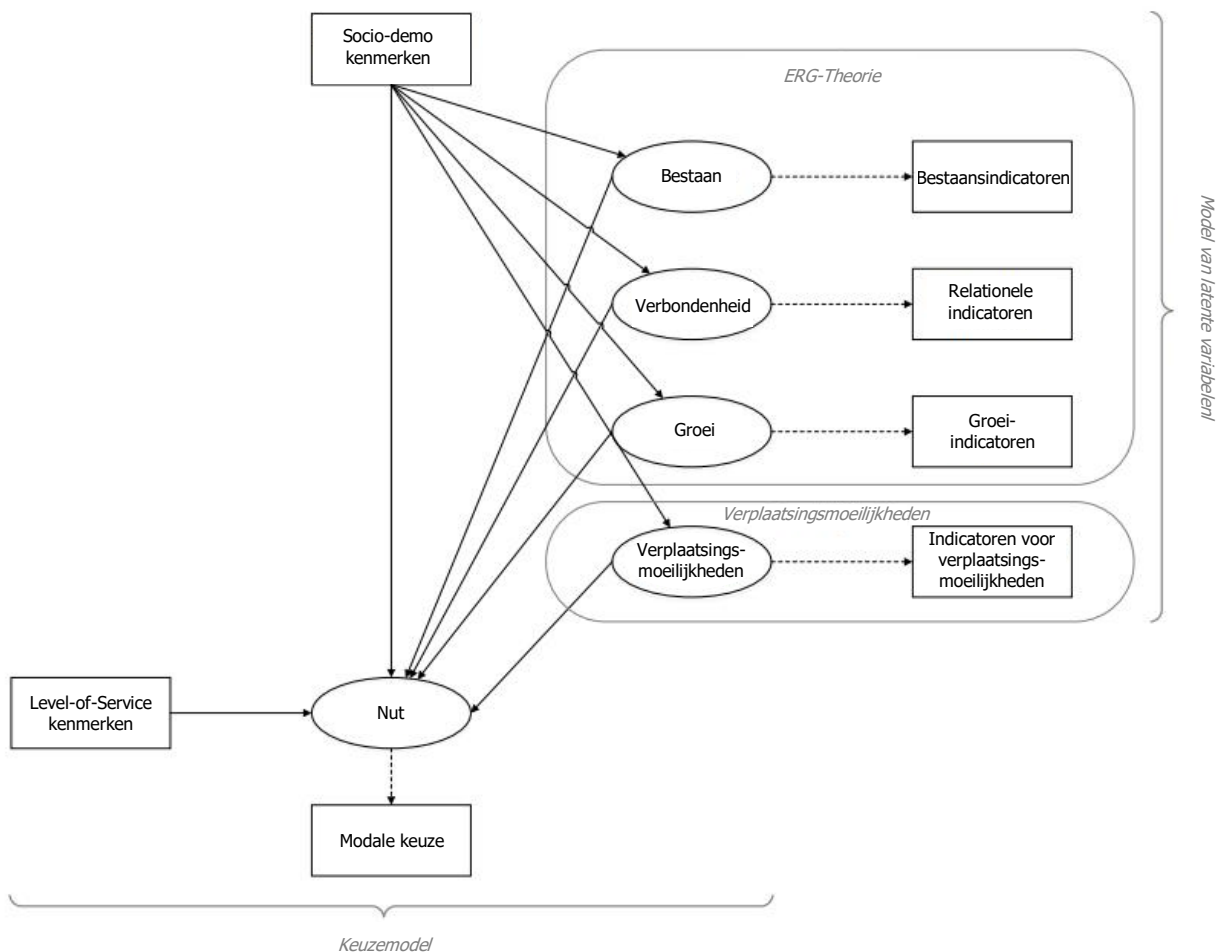
Op basis van deze informatie kunnen we besluiten dat elektrische steps gebruikt worden voor trips tot 10 km, waarna hun gebruik drastisch daalt. Hoewel de lengte van die verplaatsingen rechtstreeks vergelijkbaar is met die van de fiets, zorgen e-step verplaatsingen niet noodzakelijk voor een vervanging van het fietsgebruik (zoals eerder werd aangetoond in figuur 17).

Fietsen heeft ook een impact op de meeste autoritten, wat de fiets tot een directe concurrent maakt, zeker voor kortere afstanden. E-bikes rivaliseren daarnaast ook met het openbaar vervoer, wat niet zo is voor de traditionele fiets. Het feit dat e-bikes gebruikt worden voor langere afstanden heeft een directe impact op het gebruik van dat openbaar vervoer, zoals ook bleek uit figuur 17 (met uitzondering van de heel lange afstanden).

## 2.5 Redenen voor het kiezen van de e-step of (elektrische) fiets

Modale keuze is een breed en moeilijk te vatten concept met uiteenlopende motivatoren. Een beter begrip van het menselijk gedrag en de redenen om een specifiek vervoersmiddel te kiezen is belangrijk. Dat zorgt ervoor dat mogelijke aanmoedigingen of tegenmaatregelen het doel bereiken, wanneer een specifiek vervoersmiddel gepromoot of ontmoedigd moet worden. Om inzicht te verwerven in het menselijke gedrag, en meer in het bijzonder in gedragsveranderingen, werden in de loop der jaren heel wat conceptuele modellen ontwikkeld (bv. 'Theorie of Planned Behaviour', 'Health-belief model', 'protection motivation theory', enz.). Onze vragenlijst werd opgesteld gebruikmakend van twee verschillende gedragsmodellen, de ERG-theorie en het 'Behaviour Change Wheel' (BCW), om rekening te houden met de behoeften van de regelmatige gebruikers die leiden tot de keuze voor een vervoersmiddel en de factoren die onregelmatige gebruikers verhinderen om naar dat vervoersmiddel te grijpen.

De ERG-theorie (existence, relatedness, growth theorie) benadert de modale keuze vanuit de mens die op zoek is om zijn behoeften te bevredigen. Hoewel dit een belangrijke factor is in de modale keuze verklaart het slechts voor een deel de keuze voor een specifiek vervoersmiddel, omdat meer aspecten een rol spelen. Dit zien we in de onderstaande figuur 19, waar de factoren van de ERG-theorie een rol spelen in het ervaren van een zeker nut dat een impact heeft op de modale keuze. Sociaal-demografische kenmerken, level-of-service-eigenschappen en verplaatsingsmoeilijkheden spelen echter ook een rol in de conceptualisering en moeten hieraan toegevoegd worden (Figuur 19).

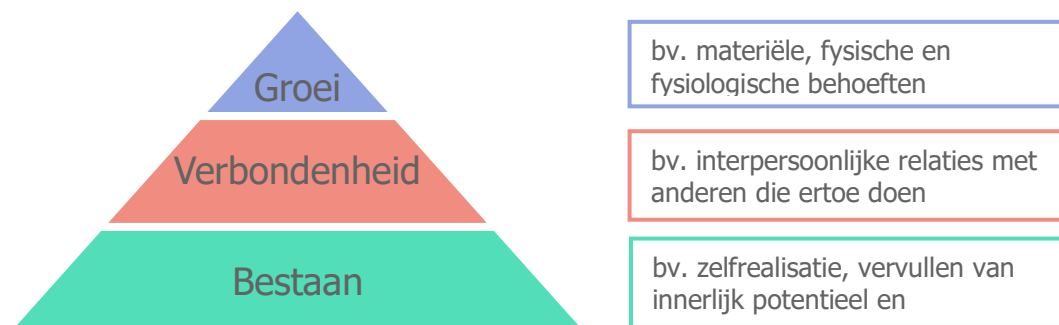


Figuur 19: Model dat de ERG-behoefthetheorie, verplaatsingsproblemen, traditionele level-of-service-eigenschappen, en sociaaleconomische kenmerken van gebruikers integreert in de modale keuze (Bláfoss Ingvarðson et al., 2019)

Om die lacune te verhelpen werd het 'Behaviour Change Wheel' gebruikt. Dat houdt rekening met onderliggende concepten binnen en buiten het individu, om te verklaren waarom een bepaalde handeling al dan niet plaatsvindt en welke interventies mogelijk zijn om een gedrag aan te moedigen of in te tomen. Door de beide modellen te gebruiken komen we tot een beter begrip van de modale keuze en het verplaatsingsgedrag.

## 2.5.1 Behoeftevervulling

We hebben de ERG-theorie gebruikt om de onderliggende factoren te bepalen voor het kiezen van een van de transportmodi. Het is een theorie waarmee we voorkeuren analyseren in relatie tot hoe goed ze de behoeften van de gebruikers vervullen. De ERG-theorie is gebaseerd op Maslows hiërarchische theorie van de motivatie en vormt een driedelige conceptualisering van menselijke behoeften op het vlak van bestaan, verbondenheid en groei (Bláfoss Ingvarðson et al., 2019). De theorie stelt dat chronologische opeenvolging ontbreekt en dat mensen hun behoeften onafhankelijk kunnen bevredigen. Dat houdt in dat behoeften van een lagere orde niet eerst ingevuld moeten raken voor de behoeften van een hogere orde aan bod komen. Dat levert een interessante dimensie op in termen van modale keuze, omdat het ons in staat stelt in mensen bepaalde drijfveren te vinden om een bepaalde modus te gebruiken eerder dan datgene wat hen daar zou van weerhouden.



Figuur 20: Visuele weergave van de ERG-theorie

Op basis van de ERG-theorie werden items geconstrueerd die de verschillende behoeften van het model — op het vlak van bestaan, verbondenheid en groei — trachtten te vatten. In totaal werden zo 33 items geconstrueerd, die te zien zijn in tabel 2, gebaseerd op de beschikbare literatuur. Elke respondent moest op elk van die items antwoorden met een score op een likertschaal van 5 punten. Achteraf werd op de items een factoranalyse<sup>6</sup> uitgevoerd om de onderliggende concepten of factoren te vatten. We vonden in totaal drie onderliggende concepten die verband houden met de ERG-theorie en de waarde van de theorie aantonen. De concepten bestonden uit: 'utilitaire mobiliteit' (voornamelijk behoeften van het bestaansniveau), 'subjectieve normen' (voornamelijk verbondenheid behoeften) en 'attitudes als secundaire motivatoren' (voornamelijk behoeften van het groeiniveau). De onderstaande tabel geeft een compleet overzicht van die verschillende factoren en gebruikte items.

Een volledig overzicht van de factoranalyse is te vinden in de bijlage.

Tabel 2: Redenen om een e-step, e-bike, of traditionele fiets te gebruiken, volgens de ERG-theorie

Utilitaire mobiliteit (voornamelijk bestaande uit behoeften van het bestaansniveau)
– Naar een museum of kunsttentoonstelling gaan
– Activiteiten bijwonen na de werkuren (bv. een taalcursus, muziekles ...)
– Vrienden ontmoeten
– Naar een professionele vergadering gaan
– Uitgaan 's avonds (bv. uit eten gaan, feestjes, op café gaan ...)
– Op uitstap of excursie gaan
– Naar het werk of naar school gaan
– Voor de dagelijkse 'boodschappen/klussen' (inclusief naar de dokter, de kapper, de apotheek gaan)
– Een afhaalmaaltijd ophalen
– Nieuwe mensen ontmoeten
– Kwaliteitsvolle momenten doorbrengen met het gezin
– Een multimodale verplaatsing maken (combineren van verschillende transportmodi, bv. de fiets meenemen op de trein)
– Voor de plaatselijke inkopen (bv. op de markt, lokale supermarkt)
– Naar een grotere winkel gaan (bv. hypermarkt, Ikea ...)

<sup>6</sup> Een factoranalyse is een statistische techniek die een set variabelen reduceert door al hun gemeenschappelijke kenmerken te vatten in een kleiner aantal zogeheten 'factoren'. Het fungeert als datareductiemethode voor een grotere set van individuele items (TIBCO, n.d.).

<b>Subjectieve normen</b> (voornamelijk bestaande uit behoeften van verbondenheid)
– Ik geloof dat familie en vrienden het fijn vinden dat ik die gebruik
– Ik denk dat het trendy wordt om ze te gebruiken
– Ik geloof dat dit indruk maakt op vrienden, collega's, familieleden
– Ik geloof dat het gebruik een soort van sociaal prestige of sociale winst oplevert
– Ik geloof dat dit iemands opvattingen/overtuigingen aantoont
– Ik geloof dat mensen door het gebruik ervan tot bepaalde (sociale) groep/beweging behoren
<b>Attitudes als secundaire motivatoren</b> (voornamelijk bestaande uit behoeften van het groeiniveau)
– Ik geloof dat het goed is voor het milieu
– Ik geloof dat het gebruik hiervan beter is voor mijn gezondheid dan een andere vervoersmodus
– Ik geloof dat het gebruik goed is voor mijn gezondheid
– Ik geloof dat het gebruik bijdraagt tot een betere situatie in steden (congestie, pollutie, lawaai ...)
– Ik denk dat het gebruik ervan door de samenleving als goed gepercipieerd wordt
– Ik geloof dat het gebruik bijdraagt tot een betere samenleving
– Ik vind dat het gebruik me een goed gevoel geeft (adrenaline, vrijheid ...)
– Ik geloof dat het goedkoper is dan andere transportmodi
– Ik gebruik het om mijn hoofd vrij te maken en mijn productiviteit te verbeteren
– Ik geloof dat parkeren gemakkelijker of overbodig wordt
– Ik geloof dat het meer flexibiliteit biedt dan andere transportmodi

De factor 'utilitaire mobiliteit' verwijst naar het aspect 'vervoersmiddel gebruiken voor een activiteit of voor praktische overwegingen' (bv. naar de winkel gaan, vrienden ontmoeten, klusjes en boodschappen, activiteiten in de vrije tijd ...). Het houdt verband met de behoeften van het bestaansniveau uit de ERG-theorie, aangezien de items die verband houden met utilitaire mobiliteit allemaal te maken hebben met het vervullen van basisbehoeften, om te overleven of om fysiologisch welbevinden te bereiken.

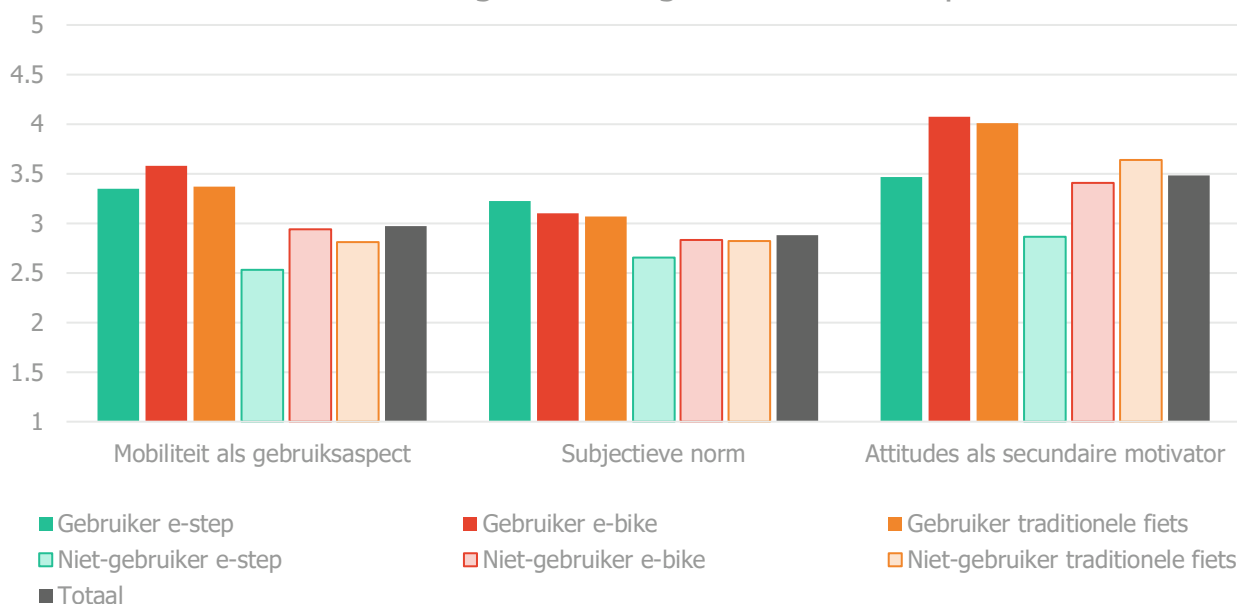
De factor 'subjectieve normen' houdt rekening met de overtuiging dat een persoon of groep het gebruik van een vervoersmiddel goed- of afkeurt, wat een impact heeft op het gebruik van die modus. Hij verwijst naar het nemen van een specifiek vervoersmiddel om te voldoen aan de subjectieve norm (bv. omdat men gelooft dat het indruk maakt op anderen, omdat het een zeker sociaal prestige verleent...). Deze factor sluit aan bij het verbondenheid niveau uit de ERG-theorie, omdat hij te maken heeft met interpersoonlijke en sociale relaties.

De factor 'attitudes als secundaire motivatoren' verwijst naar de hogere orde attitudes (bv. geloven dat het goed is voor milieu, geloven dat het bijdraagt aan een betere gezondheid, enz..). De factor sluit aan bij de groeibehoeften uit de ERG-theorie die een innerlijk verlangen naar persoonlijke ontwikkeling impliceren.

Om beter te begrijpen welke onderliggende redenen belangrijker kunnen zijn voor het nemen van een specifieke modus, gingen we op zoek naar de onderlinge verschillen. Figuur 21 geeft een overzicht van de verschillende gemiddelde scores die we verkregen door de factoranalyse voor elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen voor elk van de verschillende onderliggende redenen of vormen van behoeftebevrediging. In deze figuur ligt de nadruk eerder op de regelmatige dan op de onregelmatige gebruikers, aangezien de aandacht veeleer gaat naar de redenering waarom regelmatige gebruikers een van deze transportmodi kiezen.



## Behoeftenvervulling door het gebruik van transportmodi



Figuur 21: Redenen om voor een elektrische step of (elektrische) fiets te kiezen, volgens de ERG-behoefte-theorie

Als we rekening houden met de hogere scores voor attitudes als secundaire motivatoren (d.w.z. het hoogste behoefteniveau) blijkt dat behoeften van een hogere orde de belangrijkste rol spelen in de modale keuze. Dat geldt niet alleen voor de regelmatige maar ook voor de onregelmatige gebruikers. Dit toont aan dat bepaalde transportmodi iets met zich meedragen dat verder gaat dan gewoon een manier om van punt A naar punt B te komen. Dat komt doordat altruïstischere redenen een belangrijke rol spelen, net als katalysatoren om meer te doen in het leven. Op dit niveau scoren regelmatige gebruikers van (elektrische) fietsen het hoogste, hetgeen potentieel te verklaren is door het feit dat een e-bike het meest geschikte alternatief is voor de auto. Hij biedt een relatief gemakkelijke manier om zich te verplaatsen en geeft tegelijk een significant gevoel van zelfontwikkeling, bijdragen tot een hoger doel. Fietsen en e-bikes zijn coherenter wat hun impact betreft dan e-steps, wat te verklaren is door de beperkte kennis over elektrische steps en hun impact op het milieu. Dit kan de lagere score verklaren die we zien van voor regelmatige e-stepgebruikers in vergelijking met de regelmatige fietsers.

De op een na belangrijkste reden om een van deze verschillende transportmodi te gebruiken is het aspect van de utilitaire/gebruiks-mobiliteit (d.w.z. de basisbehoeften). De beslissing om een elektrische step, e-bike, of traditionele fiets te nemen wordt dus pas op de tweede plaats bepaald door de basisbehoeften, wat ons bij een afgeleide vraag brengt en op zijn beurt bij mobiliteit. De regelmatige e-bike-gebruikers scoren het hoogste van alle modi. Ze neigen ertoe de e-bike het vaakst te gebruiken om basis(mobiliteits)behoeften te bevredigen. Aangezien een e-bike gebruikmaakt van een traditioneel fietsplatform (meer bagagemogelijkheden dan een elektrische step, met dezelfde voordelen als een traditionele fiets), met daarbovenop de ondersteuning van een motor is hij mogelijk geschikter om aan de basisbehoeften te voldoen dan de traditionele fiets en de elektrische step. We zien dat elektrische steps en traditionele fietsen even hoog scoren in het vervullen van de basisbehoeften, terwijl bij e-steps de overtuiging heerst dat ze de minst geschikte modus zijn om basis(mobiliteits)behoeften te bevredigen, vanwege hun beperkte laadcapaciteit, het gebrek aan mogelijkheden om het eigen vervoersmiddel te stallen in het openbare domein (fietsrekken zijn bv. vaak ongeschikt om een elektrische step veilig te stallen). Ook zien we dat regelmatige gebruikers meer voordeel of nut ervaren van hun transportmodus dan de onregelmatige gebruikers. Dit zou kunnen betekenen dat iemand de modus hoger begint te waarderen (en de troeven begint te zien) terwijl de voordelen en de mogelijkheden om hun basisbehoeften te vervullen voor de onregelmatige gebruikers minder duidelijk zijn.

De subjectieve norm blijkt de minst belangrijke reden te zijn bij het bepalen van de keuze voor een of ander vervoersmiddel, hoewel hij nog altijd een relevante factor vormt bij de modale keuze. De sociale perceptie van een bepaald vervoersmiddel is ongeveer gelijk bij alle gebruikers van vervoersmiddelen, met enkel grote verschillen tussen de regelmatige en de onregelmatige gebruikers. Regelmatige gebruikers van de verschillende transportmodi lijken meer aandacht te besteden aan hoe mensen hen percipiëren, hetgeen het sterkste speelt bij de e-stepgebruikers (bv. een verlangen om indruk te maken, gezien worden als een

gadgetliefhebber, innovator, iets nieuws uitproberen dat cool overkomt, enz.). De globale score suggereert een wens om tot een gemeenschap te behoren (bv. 'wij' fietsers vs. 'jullie' autorijders, 'wij' die mee zijn met de nieuwe mobiliteit vs. 'jullie' die ouderwetse vervoersmiddelen blijven gebruiken) of om iets van zichzelf of bepaalde overtuigingen uit te dragen. Niet-regelmatige gebruikers lijken anderzijds vatbaarder voor sociale druk (d.w.z. nog niet geprobeerd, dus doen ze een beroep op de overtuigingen van anderen) hetgeen leidt tot een lagere score. Bovendien zien we dat onregelmatige e-stepgebruikers de elektrische step zien als het minst geschikt om hun sociale behoeften te bevredigen, wat erop wijst dat ze zich weinig gelegen laten aan wat anderen denken of hoe de elektrische step hun sociaal prestige zou kunnen verhogen. Toch moeten we hier uitkijken omdat we het hebben over normatieve overtuigingen (d.w.z. wat iemand denkt dat andere mensen denken of geloven) en niet over de eigenlijke sociale perceptie van mensen.

Over het algemeen lijken vooral e-bikes en traditionele fietsen de behoeften van de hoogste orde te bevredigen (d.w.z. de attitudes als secundaire motivatoren). Bovendien worden e-bikes ook gezien als geschikter om in de basisbehoeften (d.w.z. utilitaire mobiliteit) te voorzien dan elektrische steps en traditionele fietsen. Anderzijds hebben regelmatige e-stepgebruikers ook de neiging om ook met al die aspecten rekening te houden. Dit verschil met de traditionele fietsen en e-bikes kan mogelijk verklaard worden door het gebrek aan kennis en een onvoldoende mature elektrische stepmarkt die een impact hebben op de attitude of door een onvoldoende brede kijk op een modus die meer is dan het vervullen van een specifieke behoefte. Er is bovendien altijd een grotere variatie te vinden tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers van de verschillende transportmodi, waarbij de elektrische steps de grootste variatie vertonen. Globaal zijn de regelmatige gebruikers eerder vóór dan de onregelmatige gebruikers, wat potentieel inhoudt dat het uitproberen van een elektrische step mensen laat kennismaken met de positieve aspecten van het vervoersmiddel, terwijl onregelmatige gebruikers meer in het duister blijven tasten en een beroep moeten doen op de mening van anderen (hetgeen dus ook de lage score bij de subjectieve norm kan verklaren).

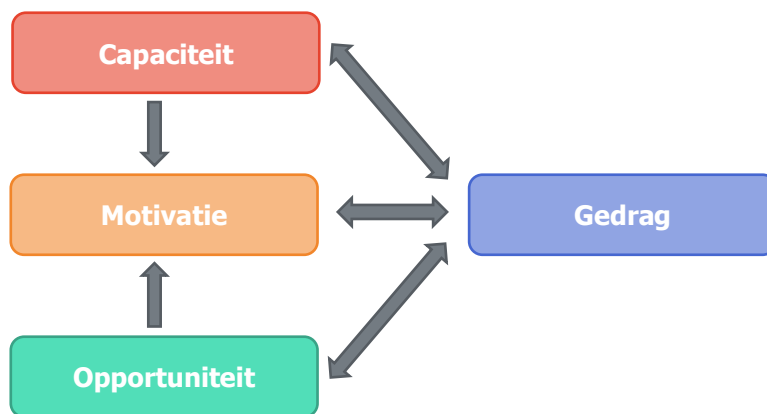
Als we tot slot kijken naar mensen met een beperking blijkt uit de gegevens dat het belang van attitudes als secundaire motivator lager beoordeeld wordt dan bij mensen zonder handicap. De subjectieve norm krijgt voorts een iets hogere score dan bij diegenen zonder een beperking. De utilitaire redenen blijven even belangrijk. Een mogelijke verklaring schuilt hier in de grotere moeilijkheden om de basisbehoeften te vervullen, wat dan leidt tot minder belangstelling en tijd voor behoeften van een hogere orde. Hieruit blijkt opnieuw de noodzaak van meer onderzoek rond deze specifieke doelgroep.

## 2.5.2 Randvoorwaarden van gedrag en gedragsverandering

Het BCW (Behaviour Change Wheels) focust op de onderliggende concepten van gedrag en probeert te verklaren waarom bepaalde mensen al dan niet een bepaald gedrag vertonen en welke op gedragsverandering gerichte interventie het gewenste gedrag kan uitlokken. Op gedragsverandering gerichte interventies zijn belangrijk. Ze kunnen gebruikt worden om een gezonde levensstijl en wenselijke gedragingen te promoten (bv. een actieve transportmodus verkiezen boven de auto). Om een efficiënt type interventie te identificeren moet evenwel sprake zijn van een volledig aanbod aan beschikbare opties én een rationeel systeem om daaruit de juiste opties te selecteren. Dit moet ondersteund zijn door een gedragsmodel, zonder bepaalde belangrijke invloeden te verwaarlozen (de 'theory of Planned Behaviour' en het 'Health-Belief model' zijn bijvoorbeeld goed in het verklaren van bepaalde gedragingen maar ze gaan voorbij aan andere belangrijke functies zoals impulsiviteit, gewoonte, zelfbeheersing ...) (Michie et al., 2011).

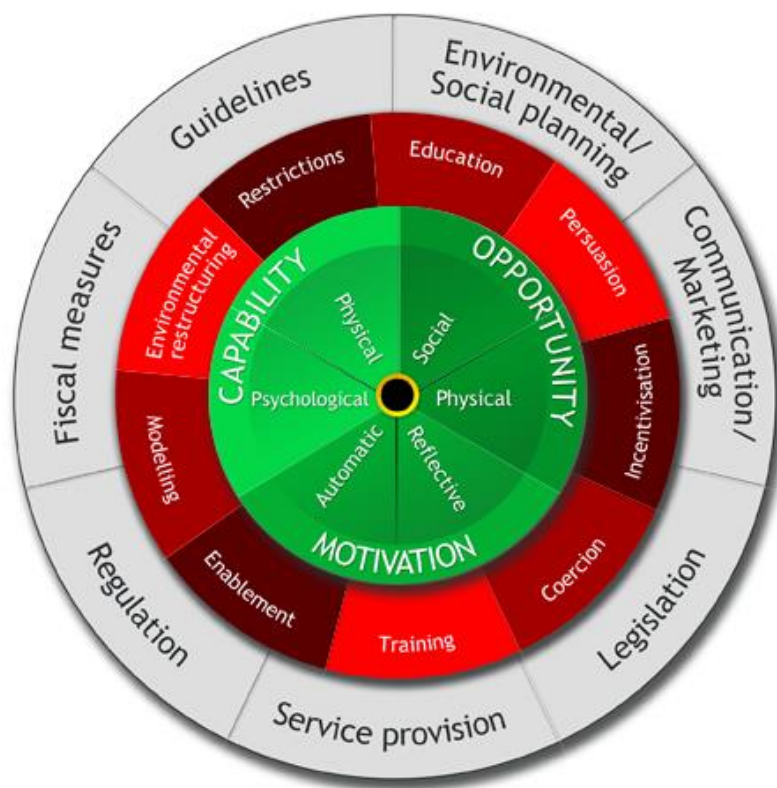
Om dat probleem aan te pakken en tot een integraal model voor gedragsinterventie te komen werd het COM-B-model ontwikkeld. Daarbij worden de belangrijkste componenten geïdentificeerd die noodzakelijke en voldoende randvoorwaarden vormen om tot een specifiek doelbewust gedrag te komen. Die componenten zijn 'capaciteit', 'opportuniteit' en 'motivatie'. De pijlen in het model staan voor een potentiële beïnvloeding tussen componenten in het systeem. De causale verbanden binnen het systeem kunnen het effect van bepaalde interventies op een of meer componenten in het gedragssysteem beperken of net versterken, wat leidt tot veranderingen elders (Michie et al., 2011).

- **Capaciteit:** de psychologische en fysieke capaciteit van een individu om de activiteit in kwestie te beoefenen, met inbegrip van de vereiste kennis en vaardigheden.
- **Opportuniteit:** de factoren buiten de wil van het individu die het gedrag uitlokken of ervoor zorgen dat het mogelijk wordt.
- **Motivatie:** alle hersenprocessen die gedrag sturen en stimuleren, dus niet alleen doelstellingen en bewuste beslissingen. Motivatie omvat alle vormen van gebruikelijke processen, emotionele respons en analytische besluitvorming.



Figuur 22: Het COM-B model dat de basis vormt voor het gedragsveranderingswiel (Michie et al., 2011)

Met het COM-B-model als achtergrond werd het **gedragsveranderingswiel** (BCW) ontwikkeld, dat de **oorzaken van gedrag, de interventies en de beleidsmaatregelen** integreert. Rond de as met de componenten van het COM-B-model zijn de negen interventiefuncties gerangschikt die gericht zijn op het aanpakken van tekorten bij een of meer van die voorwaarden. Daar nog eens rond komen zeven beleidscategorieën die ervoor kunnen zorgen dat die interventies plaatsvinden (Michie et al., 2011). Het model is te zien in figuur 23 en tabel 3 definieert de termen (toegepast op elektrische step-gebruik).



Figuur 23: Het gedragsveranderingswiel (Behaviour Change Wheel) (Michie et al., 2011)

Tabel 3: Definities van interventies en beleid met voorbeelden toegepast op elektrische steps (Michie et al., 2011)

Interventies	Definitie	Voorbeelden
Educatie	Kennis en inzicht verhogen.	Informatie veilig elektrisch stepgebruik.
Overtuiging	Door communicatie positieve of negatieve gevoelens of actie uitlokken.	Campagnes rond de voordelen van e-steps in samenhang met het openbaar vervoer, om autogebruik te beperken.
Incentivering	De verwachting wekken van een beloning.	De elektrische step opnemen in het systeem van fietsvergoedingen.
Dwang	De verwachting wekken van een straf of kostprijs.	De pakkans verhogen voor te snel rijden in voetgangerszones.
Training	Vaardigheden bijbrengen.	Investeren in basisopleidingsprogramma's in scholen en bedrijven over veilig gebruik van elektrische steps (zoals fietsexamen).
Beperking	Regels hanteren om het gewenste gedrag te stimuleren door de kans om ander gedrag aan de dag te leggen te beperken.	E-stepgebruikers verplichten om af te stappen en met de step in de hand door de voetgangerszone te stappen.
Herinrichten omgeving	De fysieke of sociale context wijzigen.	Prioriteit aan kwetsbare weggebruikers en niet fixeren op verkeersdoorstroming.
Voorbeeldfunctie	Een voorbeeld geven dat mensen kunnen nastreven of imiteren.	Scène met stepongeval in tv-reeks om ongewenst gedrag tegen te gaan.
Faciliteren	Meer middelen en minder hinderpalen om capaciteit of opportuniteit <sup>1</sup> te verbeteren	Standaardisering voor koppelen van elektrische step en rolstoel.
Beleid	Definitie	Voorbeelden
Communicatie en marketing	Media: gedrukt, elektronisch, telefonisch, radio en tv.	Campagnes opzetten in de massamedia.
Richtlijnen	Documenten aanmaken die praktijk aanmoedigen of opleggen. Omvat alle wijzigingen aan dienstverlening.	Document aanmaken dat bedrijven helpt om elektrisch stepgebruik aan te raden als het aansluit bij hun praktijk.
Fiscaal	Inzetten van het belastingstelsel om de financiële kostprijs te verhogen of te verlagen.	Fiscale voordelen aan bedrijven die autogebruik vervangen door e-steps of multimodale oplossingen met e-steps.
Regelgeving	Regels, gedragsregels en praktijkregels opstellen.	Vrijwillige overeenkomsten tussen e-stepgebruikers en ondernemingen om bij e-stepgebruik de helm te dragen.
Wetgeving	Wetten invoeren of wijzigen.	Nieuwe wetgeving rond de categorisering van micromobiliteitstoestellen in relatie tot de andere voertuigen.
Omgeving / sociale planning	Ontwerpen en sturen van de fysieke en sociale omgeving.	Andere bestrating in zones waar elektrische steps niet gewenst zijn.
Dienstverlening	Diensten aanbieden.	Reparatie van elektrische steps in treinstations.

<sup>1</sup>Capaciteit voorbij educatie en training, opportuniteit voorbij herstructureren van de omgeving.

Het gedragsveranderingswiel maakt het mogelijk om interventies en beleidscategorieën te bepalen op basis van het gewenste gedrag. Het is echter nodig om de juiste interventie- of beleidscategorie te bepalen om een nul-effect te vermijden: zo is het niet het zinvol om te focussen op een fiscale aanpak om het elektrische stepgebruik te stimuleren als de infrastructuur onveilig blijft. Om te zien welke interventies (d.w.z. de binnenste cirkel rond de as) en welke beleidscategorieën (de buitenste cirkel) met de oorzaken van gedrag samenhangen (d.w.z. de as van het wiel zelf), kunnen tabel 4 en tabel 5 gebruikt worden.

Tabel 4: Verbanden tussen de interventiefuncties (middelste ring van het BCW) en de gedragsoorzaken (as van de BCW) (Michie et al., 2011)

		Interventiefuncties								
		Educatie	Overtuiging-	Incentivering	Dwang	Training	Beperking	Omgeving herstructureren	Voorbeeld-functie	Faciliteren
Oorzaken van gedrag	Fysieke capaciteit					✓				✓
	Psychologische capaciteit	✓				✓				✓
	Fysieke opportuniteit	✓	✓	✓	✓					
	Sociale opportuniteit		✓	✓	✓			✓	✓	✓
	Bewuste motivatie						✓	✓		✓
	Automatische motivatie						✓	✓		✓

Tabel 5: Verbanden tussen de interventiefuncties (middelste ring van het BCW) en de beleidscategorieën (buitenste ring van het BCW) (Michie et al., 2011)

		Interventiefuncties								
		Educatie	Overtuiging-	Incentivering	Dwang	Training	Beperking	Omgeving herstructureren	Voorbeeld-functie	Faciliteren
Beleidscategorieën	Communicatie, marketing	✓	✓	✓	✓				✓	
	Richtlijnen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Fiscaal			✓	✓	✓		✓		✓
	Regelgeving	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Wetgeving	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Omgeving, sociale planning							✓		✓
	Dienstverlening	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓

Om het gedragsveranderingswiel in de vragenlijst op te nemen werden in totaal 31 items geconstrueerd, waarvan er 25 behouden werden na twee afzonderlijke factor- en betrouwbaarheidsanalyses. Tabel 6 hieronder geeft een overzicht van de 25 items en de bijbehorende COM-B-componenten. Een gedetailleerd overzicht van alle 31 items is te vinden in de bijlage.

Tabel 6: Items uit de vragenlijst die toepasselijk waren voor het kader van het gedragsveranderingswiel

<b>COM-B model items</b>
Opdat ik (vaker) de elektrische step zou nemen zou ik [...]
<b>Fysieke capaciteit</b>
[...] een groter fysiek uithoudingsvermogen moeten hebben om niet zo gauw moe te worden (bv. het uithoudingsvermogen ontwikkelen om na een rit niet uitgeput te zijn)
[...] fysiek sterker moeten zijn (bv. sterkere beenspieren aankweken om gemakkelijker steile hellingen op te kunnen, meer kracht om hem de trein op te dragen)
[...] een oplossing moeten vinden om fysieke beperkingen te boven te komen (bv. iets vinden op de problemen van zitten of rechtstaande positie op het vervoersmiddel)
[...] er beter overweg mee moeten kunnen (bv. een praktische opleiding volgen om het veilig te leren gebruiken)
<b>Psychologische capaciteit</b>
[...] mentaal sterker moeten staan om geconcentreerd te blijven terwijl ik het vervoersmiddel gebruik (bv. na een rit van 20 min. nog gefocust blijven in het drukke verkeer van het stadscentrum)
[...] meer vertrouwen in het toestel moeten krijgen (bv. de overtuiging dat ik gemakkelijk mijn bestemming bereik)
[...] meer moeten weten over de voordelen van dit vervoersmiddel (bv. weten hoe het bijdraagt tot een groenere mobiliteit of betere levenskwaliteit, of hoeveel tijd ik zou winnen als ik het zou gebruiken ...)
[...] meer achtergrondkennis moeten hebben van hoe een step werkt (bv. hoe laden, hoe snel rijdt hij ...)
<b>Fysieke opportuniteit</b>
[...] over beter onderhouden deelsteps moeten beschikken zodat ik hem vaker wil gebruiken (bv. beschadigde steps vervangen, beter schoonmaken ...)
[...] een betere toegang tot het vervoersmiddel moeten hebben. Het zou beschikbaararder moeten zijn (bv. noodzaak van een eigen step of in staat om een deelstep te gebruiken)
[...] meer geld moeten hebben om dit vervoersmiddel te gebruiken
[...] over een aangepast toestel moeten kunnen beschikken (bv. een anders gemonteerd zitje ...)
[...] meer tijd moeten hebben om dit vervoersmiddel te gebruiken
[...] op de plaats van mijn hoofdactiviteit bepaalde faciliteiten moeten hebben (bv. mogelijkheid om te douchen, laadinfrastructuur ...)
<b>Sociale opportuniteit</b>
[...] meer ondersteuning van anderen moeten krijgen (bv. vrienden die me steunen en niet uitlachen met het gebruik)
[...] moeten voelen dat ik deel uitmaak van een gemeenschap (bv. in een stad leven waar de meeste mensen het vervoersmiddel gebruiken als een normaal element in hun leven)
[...] meer mensen in mijn naaste omgeving moeten hebben die het vervoersmiddel gebruiken (bv. collega's, familie, vrienden)
[...] meer triggers moeten hebben om het vervoersmiddel te gebruiken (bv. iemand die me elke morgen voorbijsteekt en vroeger op het werk is dan ik, andere mensen die het gebruiken en zonder ogen ...)
<b>Bewuste motivatie</b>
[...] moeten voelen dat het veilig te gebruiken is (bv. ergens gelezen hebben dat het een veilig vervoersmiddel is)
[...] een plan moeten hebben voor het gebruik van het vervoersmiddel (bv. nadenken over alternatieve routes die ik kan nemen, mijn verplaatsing vooraf beter plannen)
[...] moeten voelen dat het natuurlijk aanvoelt voor mij om het te gebruiken (d.w.z. ik voel me slecht als ik een ander vervoersmiddel gebruik terwijl ik weet dat de elektrische step beter was geweest).
[...] moeten geloven dat ik bijdraag tot meer ecologische duurzaamheid (bv. ik zou ervan overtuigd moeten zijn dat het gebruik van dit vervoersmiddel goed is voor het milieu)
<b>Automatische motivatie</b>
[...] plezier moeten beleven aan het gebruik van dit transport (bv. blij zijn dat ik geen vervuilende auto gebruik of ontspannen in de ochtendlijke buitenlucht)
[...] automatisch moeten aanvoelen dat ik dit vervoersmiddel wil gebruiken (bv. automatisch denken aan het gebruik ervan omdat ik van de fysieke activiteit houd of van de frisse ochtendlucht ...)
[...] de gewoonte moeten ontwikkelen om het vervoersmiddel te gebruiken (bv. er een gewoonte van maken om er mee naar het station te gaan)
[...] negatieve gevoelens die automatisch opkomen moeten onderdrukken (bv. de automatische gedachte dat het onveilig is om dit vervoersmiddel te gebruiken, omdat ik een ongeval zag gebeuren of iemand zag vallen).



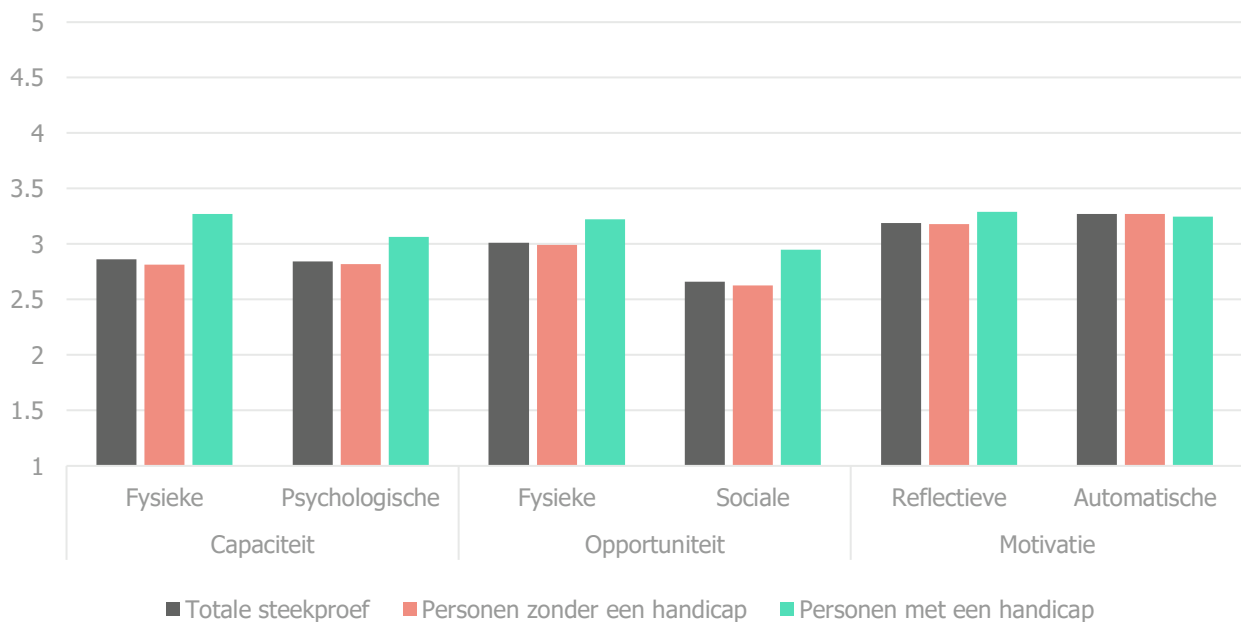
Wanneer we naar de algemene resultaten in figuur 24 kijken blijken motivatie gerelateerde aspecten, om te beginnen, de belangrijkste rol te spelen bij het niet-gebruik van een van deze transportmodi. Dat is het geval voor zowel de automatische en de bewuste motivatie. Vervolgens is ook de fysieke opportuniteit een belangrijke factor die mensen van het gebruik weerhoudt. Zeker de fysieke aspecten buiten het individu (bv. tijd, geld, toegankelijkheid, specifieke faciliteiten, enz.) vertonen een hogere score.

Zowel de fysieke en psychologische capaciteit staan beide ook het gedrag in de weg, al is het in mindere mate. Fysieke (bv. snel vermoeid, kracht, vaardigheden, enz.), maar ook psychologische tekortkomingen (bv. lage mentale weerbaarheid, laag vertrouwen, gebrek aan kennis, enz.) vormen niet de belangrijkste belemmering voor het gebruik van een van deze transportmodi, hoewel het belemmerende factoren blijven. Het is mogelijk dat de volledig of gedeeltelijk gemotoriseerde ondersteuning bij 2 van de 3 transportmodi daar een rol in speelt.

De sociale opportuniteit tot slot heeft de laagste impact op het gebruik van deze modi. Steun of gedrag van anderen is geen belangrijke factor voor het gebruik van deze transportmodi. Dit bevestigt de bevindingen van de ERG-theorie die we eerder bespraken en waarbij we vaststelden dat de behoefte om te voldoen aan de subjectieve norm de minst belangrijke behoeftevervuller bij de modale keuze was, zeker bij onregelmatige gebruikers.

Verder tonen de algemene resultaten ook dat mensen met een handicap (ongeacht welke) de factoren capaciteit en opportuniteit hoger inschatten dan diegenen zonder handicap. De motivatie verschilt niet. Dit toont aan de mensen met een beperking meer moeilijkheden ondervinden wat zowel de fysieke als de psychologische capaciteit betreft en ook bij de fysieke en sociale opportuniteit, wat hun gebruik beïnvloedt.

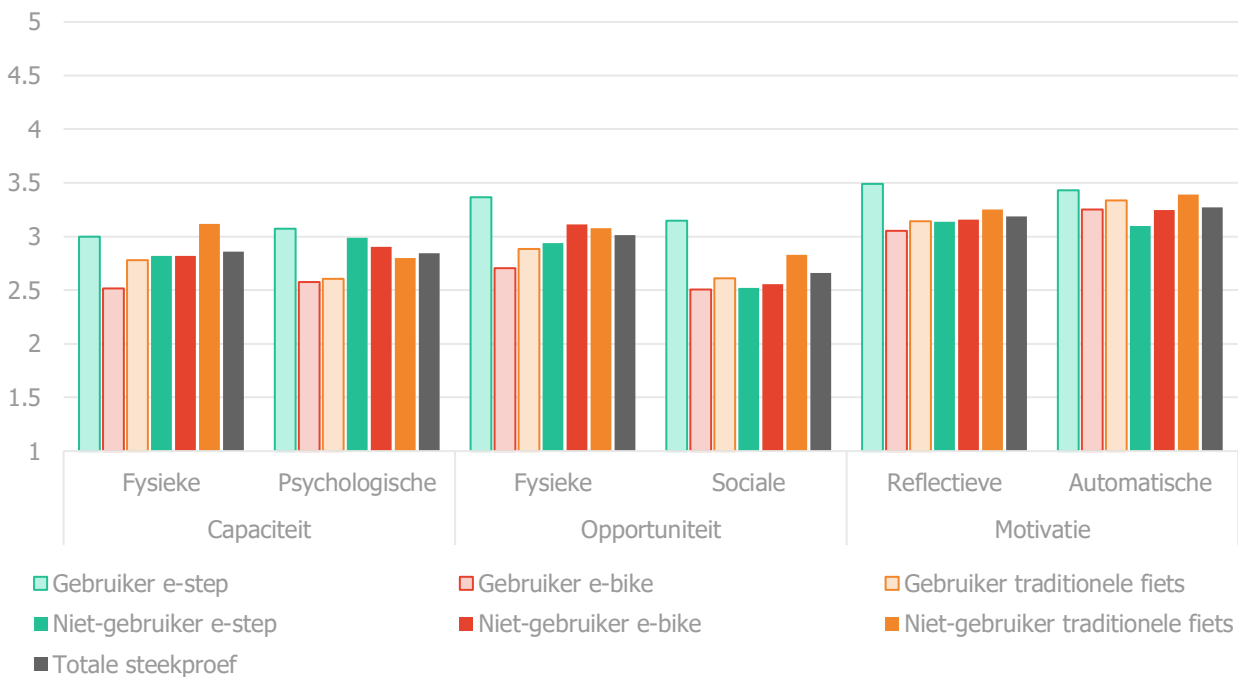
### Redenen om het vervoersmiddel niet (vaker) te gebruiken Algemene scores



Figuur 24: Algemene scores voor de gedragsfactoren die de redenen aangeven waarom het vervoersmiddel niet gebruikt wordt

Vervolgens zijn we gaan differentiëren tussen de verschillende transportmodi in figuur 25. In die figuur ligt de focus meer op de onregelmatige dan op de regelmatige gebruikers, omdat er een bijzondere belangstelling bestaat voor de factoren die onregelmatige gebruikers ervan weerhouden om het vervoersmiddel te gebruiken. De scores van de regelmatige gebruikers worden ook getoond zodat te zien is hoe zij vanuit een gebruikersperspectief die aspecten quoteren.

## Redenen om het vervoersmiddel niet (vaker) te gebruiken



Figuur 25: Differentiatie tussen de verschillende regelmatige en onregelmatige gebruikers over gedragsfactoren die de redenen aangeven waarom het vervoersmiddel niet gebruikt wordt

Over het algemeen geven de onregelmatige gebruikers van een specifiek vervoersmiddel hogere scores dan de regelmatige gebruikers van hetzelfde vervoersmiddel. Dat betekent dat onregelmatige gebruikers aangeven meer moeilijkheden te ondervinden om het specifieke vervoersmiddel te gebruiken, wat uiteraard leidt tot het niet-gebruik ervan. Dat was te verwachten aangezien mensen die een vervoersmiddel gebruiken al in ruime mate de nadelen ervan overwonnen hebben. Hun score is echter niet nul, aangezien elke regelmatige gebruiker wellicht problemen ondervindt om het vervoersmiddel nog vaker te gebruiken (bv. ongeacht hoe vaak men de fiets neemt, men moet er nog altijd tijd voor hebben, of men kan geen zin hebben om in de regen te fietsen).

We zien een uitzondering voor de regelmatige e-stepgebruikers die hogere scores vertonen voor alle oorzaken van gedrag. Dit zou kunnen betekenen dat de regelmatige e-stepgebruikers in deze dataset die aspecten doorgaans strenger beoordelen. Anderzijds zou het ook kunnen dat regelmatige e-stepgebruikers nog altijd behoorlijk wat problemen ondervinden, hoewel ze deze al gebruiken. Het hogere aantal regelmatige e-stepgebruikers met een handicap heeft hier geen invloed.

Als we naar de factor 'motivatie' kijken, wordt duidelijk dat de 'automatische motivatie' voor alle modi de belangrijkste drempel is die het gebruik ervan verhindert. Deze blijkt de onregelmatige gebruikers van fietsen meer te hinderen dan de onregelmatige gebruikers van elektrische steps. Met de onregelmatige gebruikers van e-bikes was geen verschil merkbaar. In de praktijk betekent dit dat onregelmatige gebruikers van traditionele fietsen minder vaak de gewoonte hebben om het gebruik van een fiets te overwegen, minder positieve gevoelens hebben tegen de fiets, of niet automatisch plezier beleven aan het gebruik ervan, wat ertoe leidt dat ze hem links laten liggen. Dit in contrast met de onregelmatige gebruikers van elektrische steps waar dit een kleinere rol speelt.

Er waren geen verschillen tussen de regelmatige en de onregelmatige gebruikers, en tussen de verschillende modi voor de 'bewuste motivatie'. Toch blijft het een van de belangrijkste factoren die het gebruik verhinderen, samen met de 'automatische motivatie'. In de praktijk betekent dit dat noch de regelmatige noch de onregelmatige gebruikers van de verschillende modi regelmatig specifiek nadenken over het gebruik van het vervoersmiddel, wat leidt tot minder of geen gebruik ervan (bv. vergeten dat de terugkerende verkeersdrukte een reden is om nu voor het alternatief van de fiets of de elektrische step te kiezen).



De 'fysieke opportuniteit' heeft een belangrijke invloed, maar er zijn (statistisch gesproken) geen verschillen tussen de transportmodi. We zien vooral verschillen tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers (ongeacht het vervoersmiddel). De 'fysieke opportuniteit' die het gebruik van die modi in de weg kan staan verschilt niet op basis van het vervoersmiddel zelf (in termen van beschikbaarheid, tijd, budget, parkeerfaciliteiten, enz.). In de praktijk betekent dit dat elektrische steps volgens de onregelmatige gebruikers niet gezien worden als meer of minder beschikbaar, duurder, tijdrovender, enz. dan fietsen of elektrische fietsen. Dit is consistent met de eerdere vaststelling dat de meeste onregelmatige gebruikers aangaven geen deelsysteem ter beschikking te hebben of niet te weten waar er in de buurt eentje zou zijn.

'Fysieke capaciteit' en 'psychologische capaciteit' lijken in het verhinderen van het gebruik van een van de transportmodi een gelijke rol te spelen. Het valt op dat onregelmatige gebruikers van traditionele fietsen de fysieke capaciteit drastisch hoger inschatten als reden om geen fiets te gebruiken dan de onregelmatige gebruikers van de andere modi. Aangezien fietsen met een traditionele fiets een grotere lichamelijke inspanning vergt dan het gebruik van een elektrische step, en in zekere mate ook de e-bike, als we abstractie maken van de lengte van de verplaatsing, is het vrij logisch dat dit gezien wordt als een belemmerende factor om de fiets te nemen. 'Fysieke capaciteit' is voor het nemen van de fiets inderdaad nog een grotere hindernis dan 'fysieke opportuniteit', die over het algemeen gezien wordt als een sterkere belemmerende factor bij alle transportmodi. E-steps en e-bikes hebben ook moeilijkheden met de 'fysieke capaciteit', maar in mindere mate. Dit kan verklaard worden aan de hand van de gemotoriseerde ondersteuning die de toestellen bieden.

Inzake 'psychologische capaciteit', zien we geen statistisch significante verschillen tussen de verschillende modi, maar weer vooral verschillen tussen regelmatige en onregelmatige gebruikers. Dit wijst erop dat de psychologische capaciteit die het gebruik van transportmodi kan beletten niet afhangt van het vervoersmiddel zelf (in termen van mentale kracht, mentale veerkracht, kennis, enz.). In de praktijk betekent dit dat elektrische steps volgens de onregelmatige gebruikers niet gezien worden als mentaal vermoeiender of ingewikkelder dan (elektrische) fietsen. Onregelmatige gebruikers vinden dat meer kennis, mentale veerkracht, mentale kracht, enz. gunstig kunnen zijn om te beginnen met het gebruik van een van de modi. Daarenboven wordt een correlatie gemaakt met de fysieke activiteit die de respondent op weekbasis aan de dag legt. Daaruit bleek dat mensen die fysiek actiever zijn niet alleen fysieke maar ook psychologische capaciteit een minder belangrijke belemmerende factor vinden om die transportmodi te gebruiken.

Tot slot verhindert 'sociale opportuniteit' het gebruik van de transportmodi het minste van allemaal. Hier duiden onregelmatige gebruikers van fietsen de 'sociale opportuniteit' vaker aan als een belangrijke hinderpaal voor het gebruik van een fiets dan de onregelmatige gebruikers van de andere modi. Tussen de andere transportmodi vonden we geen verschillen. In de praktijk wijst dit erop dat de onregelmatige gebruikers meer steun van anderen nodig hebben om te fietsen of vaker andere mensen de fiets willen zien gebruiken alvorens hem zelf te gebruiken. Dit is niet echt het geval bij de andere transportmodi. Toch kan steun van anderen ook aanzetten tot het gebruik van de andere modi, maar in mindere mate.

### **2.5.3 Samenvatting van de redenen en onderliggende factoren voor een modale keuze**

Als we de beide modellen en hun bevindingen samenvatten tonen de resultaten dat de attitudes als secundaire motivatoren vandaag bij de modale keuze de belangrijkste rol spelen (bv. geloven dat het goed is voor het milieu, voor de gezondheid, enz.). De traditionele fiets en de e-bike scoren hier beter dan de elektrische step. Dat wil zeggen dat de traditionele fiets en e-bike beter die hogere-orde behoeften invullen. E-steps lijken dat minder te doen, mogelijk door de negatieve connotatie die errond hangt.

Het utilitaire aspect van deze transportmodi komt op de tweede plaats als reden voor de modale keuze (bv. boodschappen, naar een vergadering gaan, vrienden ontmoeten, enz.). Zeker de traditionele fiets en e-bike scoren beter voor dit aspect. Dat wil zeggen dat de traditionele fiets en e-bike gezien worden als beter bijdragend tot het invullen van specifieke behoeften aan praktische verplaatsingen, mogelijk als alternatief voor de auto. Anderzijds lijken elektrische steps lager te scoren voor dit aspect, misschien door de beperktere mogelijkheden om als zelfstandig vervoersmiddel gebruikt te worden (d.w.z. niet altijd te stallen bij de fietsen, minder bagageopties, enz.).

De subjectieve norm, namelijk wat een persoon gelooft dat anderen denken, is het minst belangrijke aspect bij de keuze voor fiets, e-bike, of elektrische step. Regelmatige gebruikers van deze transportmodi, zeker die van de elektrische step, houden meer rekening met die subjectieve norm dan de onregelmatige gebruikers, maar het blijft de minst belangrijke reden. Bovendien weerhoudt dit sociale aspect ook amper het gebruik van

de transportmodi. De mening van anderen, anderen het vervoersmiddel zien gebruiken en steun van anderen, of net niet, weerhoudt mensen niet onmiddellijk van het gebruik ervan. De enige uitzondering hier zijn de fietsen die iets meer door dat sociale aspect beïnvloed lijken dan de elektrische steps en e-bikes.

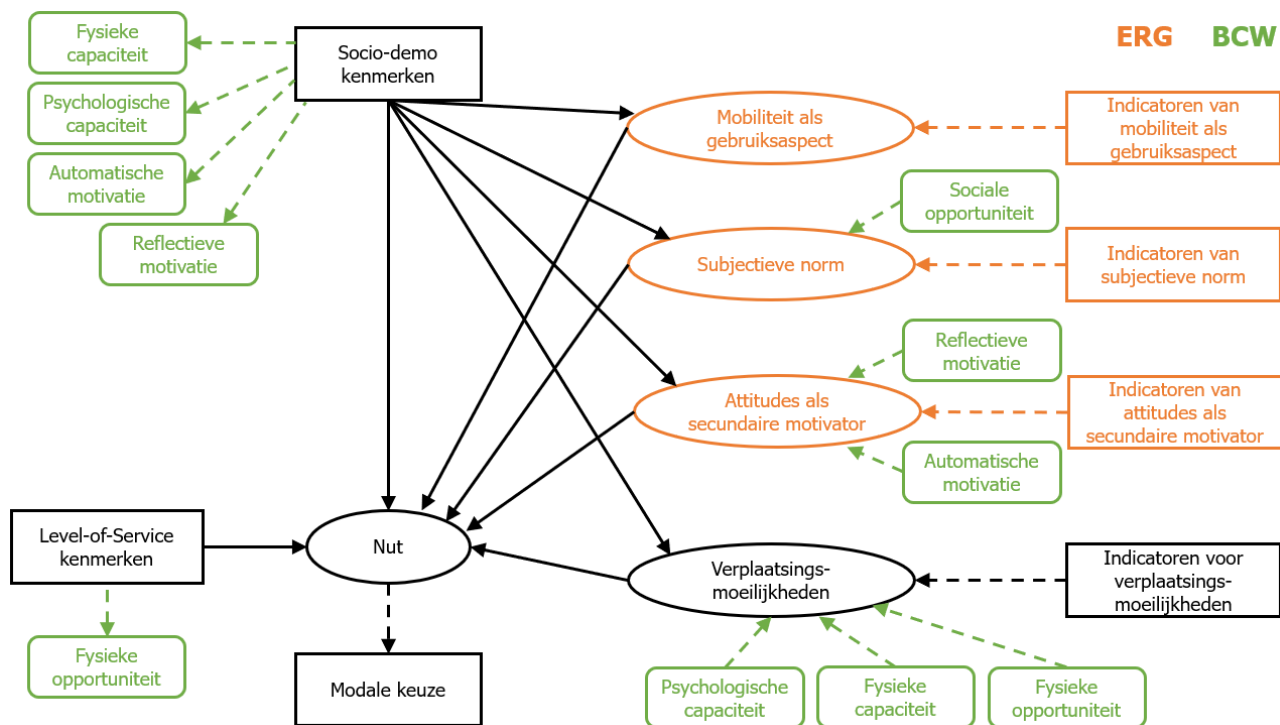
In klassieke verplaatsingstheorieën, is de vraag naar verplaatsingen louter een afgeleide om activiteiten te kunnen ontplooiën, wat suggereert dat utilitaire aspecten een sleutelrol spelen bij de keuze van een vervoersmiddel. Nu stellen we echter vast dat bepaalde transportmodi gemakkelijker te associëren zijn met gevoelens van een hogere orde (in dit geval vooral de traditionele fiets en de e-bike), die een belangrijke reden vormen voor de keuze van een specifiek vervoersmiddel. Dat doet ons inzien dat bepaalde transportmodi meer zijn dan louter een middel om zich van A naar B te kunnen verplaatsen.

Om deze transportmodi te gebruiken moet men ertoe in staat zijn. Dat omvat niet enkel een fysieke capaciteit (d.w.z. genoeg fysieke kracht, volharding, of vaardigheden) maar ook een psychologische capaciteit (bv. mentale veerkracht, mentale kracht, of kennis). Fysiek veeleisende transportmodi, zoals de traditionele fiets, lijken daadwerkelijk de impact te ondervinden van die fysieke capaciteit. Die vormt een belangrijke reden voor mensen om geen fiets te gebruiken. In tegenstelling tot een elektrische step of e-bike die niet diezelfde fysieke inspanning vergt (hoewel die voor een e-bike grotendeels afhangt van de lengte van de verplaatsing). Anderzijds is ook de psychologische capaciteit een belangrijke reden om een vervoersmiddel niet te nemen. Hier zijn amper verschillen tussen de transportmodi. Voldoende concentratie, focus en kennis spelen bij al die transportmodi een belangrijke rol. De rol van fysieke activiteit mag niet onderschat worden. We stellen immers vast dat mensen die regelmatig fysiek actief zijn minder moeite hebben met de fysieke en psychologische capaciteit.

De fysieke opportuniteit moet er ook zijn om een vervoersmiddel te gebruiken (bv. aanwezigheid van een gedeeld vervoersmiddel, douches op het werk, de vereiste tijd, enz.). Die fysieke opportuniteit blijkt inderdaad een belangrijke reden waarom transportmodi niet gebruikt worden. We zien geen verschil tussen de transportmodi. Dit betekent dat onregelmatige gebruikers vinden dat een grotere beschikbaarheid, tijd en geld vereist is om een van deze modi te gebruiken.

Motivatie is tot slot de belangrijkste factor die het gebruik van deze transportmodi beïnvloedt. De bewuste of reflectieve motivatie is een probleem dat onregelmatige gebruikers vaak aanhalen. Erover nadenken en een goede reden vinden om een vervoersmiddel te gebruiken lijkt soms moeilijk. We zien hier geen verschillen tussen de transportmodi. Anderzijds beperkt ook de automatische motivatie de keuze om deze transportmodi te gebruiken. Gewoontegedrag en automatische gedachten en gevoelens ontbreken soms of vallen moeilijk te ontwikkelen. Dit is bij de traditionele fietsen en e-bikes nog meer het geval dan bij de elektrische steps. Bij onregelmatige gebruikers van traditionele en in bepaalde mate ook elektrische fietsen komt de fiets niet spontaan bovendrijven als ze een verplaatsing overwegen. Ze hebben minder positieve gevoelens tegenover de fiets en halen niet automatisch plezier uit het gebruik ervan, hetgeen ertoe leidt dat ze hem links laten liggen. We zien dat ook bij de elektrische steps, maar in mindere mate.

Alleen als al deze aspecten in rekening gebracht worden kunnen we een goed beeld krijgen van wat het gebruik van deze transportmodi kan bevorderen. De ERG-theorie en het gedragsveranderingswiel (om greep krijgen op concepten als verplaatsingsmoeilijkheden, level-of-service-attributen en in zekere mate ook sociaal-demografische kenmerken) bleken in staat om die informatie bijeen te brengen. Dit toont dat de redenering achter het gebruik van een vervoersmiddel een moeilijk te vatten concept is. Om dat te illustreren wagen we ons in figuur 26 aan een eigen interpretatie van het door Bláfoss Ingvardson et al. (2019) ontworpen kader.



Figuur 26: Eigen interpretatie van het verband tussen de ERG-theorie en de theorie van het gedragsveranderingswiel en de mogelijke impact op de modale keuze, toegepast op het door Bláfoss Ingvarðson et al. (2019) ontworpen model

## 2.6 Tussentijdse samenvatting van de resultaten

E-steps worden in de populatie weinig gebruikt, in vergelijking met (elektrische) fietsen: 81,5% heeft tot nu nooit een elektrische step gebruikt, terwijl dat bij de e-bike maar 66,1% en voor de traditionele fiets maar 34,4% is. E-steps en traditionele fietsen worden ook vaker gebruikt door jongere mensen, terwijl e-bikes populairder zijn bij de ouderen: 50% van de regelmatige e-stepgebruikers en 38% van de regelmatige fietsers is jonger dan 35 jaar, terwijl 50% van de regelmatige e-bike-gebruikers ouder is dan 56. Dat zien we aan de hoofdactiviteit van de regelmatige gebruikers, waar gepensioneerden vaker e-bikes gebruiken, terwijl meer studenten en beroepsactieven de elektrische step en de traditionele fiets nemen.

Het gebruik van de elektrische step ligt hoger in Brussel en Luik en is populairder in stedelijke omgevingen. Traditionele fietsen en e-bikes worden vaker gebruikt in Vlaanderen, waar ze populair zijn in stedelijke, suburbane en perifere omgevingen. Over het algemeen worden e-bikes, elektrische steps en traditionele fietsen minder vaak gebruikt op het platteland waar we een groter autogebruik vaststellen.

E-steps worden vrij frequent gebruikt door mensen met een beperking, meer dan e-bikes en traditionele fietsen: 30,8% van de regelmatige e-stepgebruikers heeft een bepaalde beperking, terwijl dat bij de gebruikers van e-bikes en traditionele fietsen respectievelijk 3,2% en 5,6% is. Op basis van die informatie lijkt de elektrische step een inclusiever vervoersmiddel te zijn. Bovendien zijn de regelmatige gebruikers van de fiets fysiek het meest actief (zowel de elektrische als de traditionele fietsen). Toch moeten we erbij vermelden dat alle regelmatige gebruikers van deze transportmodi fysiek actiever zijn dan diegenen die ze niet gebruiken. Onduidelijk is of een toename in de fysieke activiteit leidt tot een frequenter gebruik van het vervoersmiddel dan wel of het gebruik van het vervoersmiddel tot meer fysieke activiteit leidt.

Van de verschillende transportopties zijn autobezit en bezit van een (of meer) traditionele fiets(en) het meest voorkomend. Regelmatige gebruikers van e-bikes en traditionele fietsen zijn meestal zelf in het bezit ervan gebruiken zelden deelsystemen. Het is mogelijk dat een kleinere beschikbaarheid van gedeelde (elektrische) fietsen hier een rol in speelt. Anderzijds hebben ook regelmatige gebruikers van elektrische steps in 63% van de gevallen een eigen e-step, maar ook gedeeld gebruik komt regelmatig voor. E-steps lijken, wat gedeeld gebruik betreft, dus een grotere populariteit te genieten dan fietsen en e-bikes. De beschikbaarheid ervan lijkt volgens regelmatige e-stepgebruikers ook groter dan bij fietsen en e-bikes. In ieder geval geven nogal wat mensen ook aan niet te weten of zo'n deelsysteem bij hen aanwezig is.

De beschikbaarheid van de ruimte om dat vervoersmiddel thuis te stallen is zelden een probleem. Op de bestemming is dat voor e-bikes en traditionele fietsen vaker het geval. De grotere ruimte die nodig is om een fiets voldoende veilig te stallen (risico op diefstal) is daar een mogelijke verklaring. Bovendien blijkt bij diegenen die het stallen van deze vervoersmiddelen moeilijker vinden een lager inkomen een rol te spelen. Het vervoersmiddel thuis stallen wordt ook als moeilijker ervaren voor wie in verstedelijkt gebied woont. Afsluitbare fietsstallingen kunnen dit probleem eventueel helpen oplossen, maar dit kan ook een signaal zijn om te zorgen voor veilige parkeeropties op straat voor andere vervoersmiddelen dan de auto. Mensen die deze transportmodi niet (frequent) gebruiken geven vaker aan over onvoldoende plaats te beschikken, thuis of op de plaats van hun hoofdactiviteit om het vervoersmiddel te stallen. Misschien schuilt hierin een reden om er geen gebruik van te maken, of om er geen te kopen, maar het kan ook gaan om een foute inschatting van de nodige ruimte.

Over het algemeen blijft de auto het populairste vervoersmiddel, vooral in de vrijetijdssfeer. Fietsen en wandelen nemen ook een belangrijk aandeel in, voor alle verplaatsingsdoeleinden. Het openbaar vervoer wordt vooral voor het woon-werkverkeer gebruikt en in sommige gevallen ook in de vrije tijd. Het gebruik van de elektrische step is vrij marginaal. Toch stelden we vast dat regelmatige e-stepgebruikers minder vaak een rijbewijs hebben (28% van de e-stepgebruikers, terwijl dat voor de e-bikes en traditionele fietsen tussen de 12 en de 15% ligt). Aangezien elektrische steps het meest gebruikt worden in stedelijk gebied, gemakkelijker te stallen zijn en gebruikt worden door jongere mensen kunnen ze deels het lagere rijbewijsbezit verklaren.

Regelmatige gebruikers van traditionele fietsen, e-bikes en elektrische steps nemen minder vaak de auto dan diegenen die deze transportmodi niet regelmatig gebruiken. Omgekeerd wordt dat lagere autogebruik grotendeels gecompenseerd door het gebruik van de fiets, e-bike, of elektrische step zelf. Bovendien gebruiken regelmatige gebruikers van elektrische steps en traditionele fietsen ook vaker het openbaar vervoer dan de onregelmatige gebruikers, terwijl e-bikes een rechtstreekse concurrent vormen van het openbaar vervoer. Voor stappen stelden we geen verschillen vast, wat betekent dat geen van deze transportmodi een grote impact heeft op wandelen. Bovendien heeft het gebruik van een e-step geen impact op dat van de fiets, aangezien regelmatige e-stepgebruikers nog even vaak de fiets nemen als de andere onregelmatige gebruikers van de verschillende modi. We kunnen stellen dat voor deze modi het toevoegen van een modus aan de mobiliteitsmix (bv. een elektrische step) de betrokkene niet in opties beperkt maar alleen de 'portfolio van modi' vergroot. Ook het effect op stappen lijkt in strijd met eerdere bevindingen. Voorzichtigheid is geboden met het kader voor deze vragenlijst. Wij vroegen naar algemene effecten en het algemene gebruik, terwijl andere studies eerder op zoek gingen naar de specifieke modus die een vervoersmiddel zou vervangen voor een bepaalde verplaatsing (bv. de vraag welk ander vervoersmiddel voor een specifieke verplaatsing genomen had kunnen worden). Directe vergelijkingen met die studies zijn daardoor niet mogelijk. Deze algemenere benadering verkleint echter wel het risico van een toevallige vervanging van een vervoersmiddel (bv. Een persoon nam toevallig die keer de auto om iets op te halen) en houdt meer rekening met bewuste keuzen.

De lengte van de verplaatsingen verschilt volgens transportmodus. Stappen is vrij populair voor de eerste en laatste kilometer en voor trips tot 5 km (eerder in de vrijetijdssfeer), terwijl de auto en het openbaar vervoer het grootste potentieel hebben voor afstanden groter dan 20 km. E-steps en traditionele fietsen zijn even belangrijk voor de eerste en de laatste kilometer maar elektrische steps zijn ook zeer populair voor afstanden tussen 5 en 10 km, terwijl traditionele fietsen vaker gebruikt worden voor trips tussen 2 en 5 km. E-bikes vertonen ook het frequentste gebruik bij afstanden tussen 5 en 10 km, en worden daarenboven zeer frequent ingezet voor langere verplaatsingen, wat ze tot een rechtstreekse concurrent maakt van het openbaar vervoer. Dat lijkt aan te tonen dat elk vervoersmiddel gebruikt wordt voor een andere afstand, maar een combinatie van verschillende transportmodi kan ook een impact hebben op de globale modale verdeling bij de gebruiker.

Deze enquête toonde ook de impact van COVID: stappen en fietsen stegen in populariteit, terwijl het gebruik van het openbaar vervoer drastisch afnam. Ook e-steps worden nu iets vaker gebruikt dan vóór COVID.

De keuze voor een elektrische step, e-bike en traditionele fiets hangt af van uiteenlopende factoren, waarvoor we de behoeftebevrediging hebben onderzocht. Voor regelmatige e-stepgebruikers zijn de utilitaire aspecten, de subjectieve norm en de hogere-orde attitudes bijna even belangrijk. Toch is het beeld van wat anderen geloven of denken voor hen belangrijker dan voor de fietsers. Het verlangen om deel uit te maken van een gemeenschap lijkt dus voor e-stepgebruikers een grotere rol te spelen dan voor fietsers. Praktische overwegingen en behoeften van een hogere orde zijn voor regelmatige e-stepgebruikers minder belangrijk dan voor regelmatige fietsgebruikers, wellicht omdat de elektrische step zelf niet naar die aspecten neigt (de elektrische step is bijvoorbeeld minder handig om goederen te vervoeren). Dit verschil met de traditionele fietsen en e-bikes kan mogelijk verklaard worden door het gebrek aan kennis en marktmaturiteit bij de

elektrische steps dat de attitudes beïnvloedt, of omdat het vervoersmiddel minder in een breder kader bekeken wordt dan alleen het vervullen van de specifieke soort van behoefte.

Bij de (elektrische) fiets leidt de mening van anderen niet tot specifiek gebruik van het vervoersmiddel. De utilitaire aspecten en de hogere-ordebehoeften zijn echter zeer belangrijk. Voor regelmatige e-bikegebruikers zijn de utilitaire aspecten nog belangrijker dan voor regelmatige gebruikers van traditionele fietsen. Op de praktische kant van e-bikes wordt sterk gefocust (bv. om naar het werk te gaan, voor boodschappen/klussen, om vrienden te ontmoeten, enz.), alsook op het algemeen belang (bv. omdat het goed is voor het milieu, omdat het de toestand in de steden verbetert, omdat het een goed gevoel geeft, enz.). Regelmatige gebruikers van traditionele fietsen focussen daar primair op en schatten het praktische aspect lager in. Dit verschil met de e-bike heeft wellicht te maken met de gemotoriseerde ondersteuning ervan, waardoor hij in praktische zin een beter alternatief vormt voor de auto.

Verschillende onderliggende factoren kunnen de reden zijn waarom mensen geen van deze transportmodi gebruiken. Ze worden er vooral van weerhouden door motivatie gerelateerde redenen, zowel automatisch als reflectief, maar ook door de fysieke opportuniteit en de fysieke en psychologische capaciteit. Dit houdt in dat de e-bike, elektrische step en traditionele fiets om allerlei redenen niet gebruikt worden:

- mensen vinden het niet leuk om ze te gebruiken;
- mensen zien deze opties niet automatisch als een alternatief;
- mensen nemen de tijd niet om na te gaan of dit aansluit bij hun behoeften;
- mensen hebben de middelen (tijd en geld) niet om ze te gebruiken;
- mensen kunnen er fysiek niet over beschikken (bv. geen eigen rijtuig en evenmin een deelsysteem);
- mensen kunnen niet over bijkomende faciliteiten beschikken (bv. douches, stalling ...);
- mensen hebben fysieke beperkingen op het vlak van kracht, uithoudingsvermogen;
- mensen hebben voor het gebruik de nodige vaardigheden niet;
- mensen hebben onvoldoende vertrouwen in het vervoersmiddel;
- mensen hebben onvoldoende kennis;
- mensen hebben mentale beperkingen waardoor ze zich moeilijk volledig kunnen concentreren.

De sociale opportuniteit speelt minder een rol (bv. meer steun van anderen, anderen die de modus ook gebruiken ...), wat we ook zien bij de behoeften (waar dat de subjectieve norm al minder belangrijk bleek).

We zien dat mensen met een beperking meer problemen hebben met de fysieke en psychologische capaciteit (dus als een rechtstreeks gevolg van hun beperking), alsook met de fysieke en sociale opportuniteit (d.w.z. beperkingen op het vlak van tijd, geld en toegankelijkheid), terwijl ze ook meer rekening houden met wat anderen over hen denken. Nader onderzoek is hier aangewezen.

Hoewel voor elk van de vervoersmiddelen bepaalde belemmerende factoren gelden, lijken in het bijzonder de traditionele fietsen er toch meer last van te hebben. En terwijl voor sommige factoren geen verschillen te vinden waren tussen de transportmodi, vormden automatische motivatie en fysieke capaciteit voor het gebruik van de traditionele fiets toch grotere hindernissen. Dat laatste zal niet verbazen, gezien het ontbreken van de gemotoriseerde ondersteuning die er bij de andere transportmodi wel is. Aangezien fietsen met een traditionele fiets een grotere fysieke inspanning vergt dan het gebruik van een elektrische step, en in zekere mate ook de e-bikes (als we abstractie maken van de lengte van de verplaatsing), is het vrij logisch dat dit gezien wordt als een belemmerende factor. De fysieke capaciteit vormt voor het gebruik van de fiets zelfs een nog grotere hindernis dan de fysieke opportuniteit, die oorspronkelijk voor alle transportmodi gezien werd als een sterk belemmerende factor. Daarbovenop werd een correlatie gelegd met de fysieke activiteit die de respondent op weekbasis aan de dag legt, waaruit blijkt dat meer fysieke activiteit resulteerde in een kleinere weerstand van die fysieke capaciteit. De maatregelen om het gebruik van de transportmodi te verhogen hoeven niet afgestemd te zijn op een specifiek vervoersmiddel, aangezien alle transportmodi kunnen winnen bij dezelfde acties. Globaal kan de focus gelegd worden op interventies die gericht zijn op motivatie, capaciteit en fysieke opportuniteit om mensen te stimuleren tot het gebruik van die transportmodi. Focussen op de sociale opportuniteit is niet echt nodig. Als we echter het fietsen sterker willen promoten zou een grotere focus gelegd kunnen worden op de fysieke capaciteit en de automatische motivatie.

Hoewel de behoeften van de laagste en van de hogere orde gezien worden als de belangrijkste factoren om een transportmodus te kiezen zijn het dus eigenlijk de capaciteit en de motivatie die onregelmatige gebruikers het sterkste weerhouden van het gebruik ervan. Dit lijkt te bevestigen dat globaal gezien de regelmatige gebruikers in het voordeel zijn tegenover de onregelmatige gebruikers, vooral omdat ze het vervoersmiddel al probeerden en derhalve de positieve aspecten ervan ervaren hebben. We kunnen echter de fysieke



opportunititeit niet negeren. Het kan best dat het individu op die fysieke opportuniteit geen invloed heeft (d.w.z. een persoon kan niet zomaar meer extra tijd of geld vinden of meer modi ter beschikking krijgen). Het kan ook om het resultaat van een foute perceptie gaan (d.w.z. denken dat het vervoersmiddel trager is, duurder is, niet ter beschikking is, enz.). De subjectieve norm en de sociale opportuniteit lijken de geringste invloed te hebben.

Als we al deze informatie rond gedrag correleren met de mobiliteitskenmerken en de eerder vermelde bevindingen (bv. stallingsmogelijkheden, gebruik door mensen met een handicap, het versterkend effect van de keuze voor het openbaar vervoer op fietsen en elektrische steps, de graad van verstedelijking, de leeftijd van de gebruikers, enz.) zien we dat elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen hun eigen specifieke gebruiksveld hebben en niet zonder meer een andere vervoersmodus vervangen. Bovendien moeten we erbij vermelden dat iemand die een elektrische step gebruikt niet voor een fiets zal kiezen als die elektrische step weggenomen zou worden (zichtbaar in de cijfers voor onregelmatige gebruik die hoofdzakelijk een hoger gebruik van de auto toonden). Hetzelfde geldt voor traditionele fietsen en e-bikes, waaruit specifieke redenen blijken voor het gebruik van een specifiek vervoersmiddel.

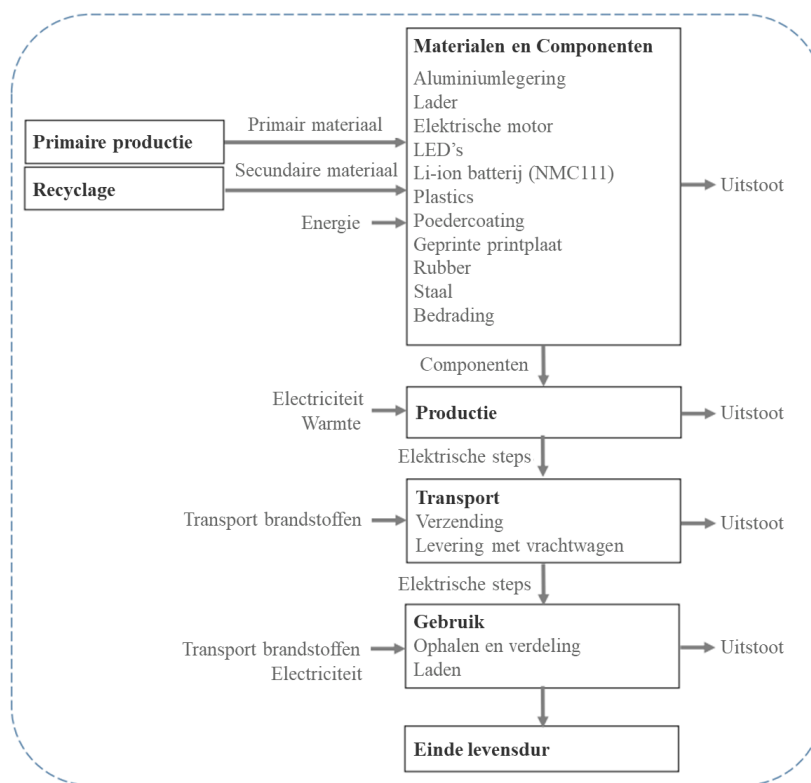
Toch kunnen elektrische steps, e-bikes en fietsen voor specifieke verplaatsingen ook rivalen zijn van elkaar (een elektrische step wordt bv. even vaak als een fiets gebruikt voor de eerste/laatste km), maar het collectieve effect op verminderen van autoverplaatsingen lijkt toch een groter voordeel. We zien voorts dat de modale keuze een moeilijk te vatten concept vormt dat niet langer alleen steunt op de afgeleide vraag maar met meer aspecten rekening houdt. Dit werd duidelijk gemaakt door de psychologische modellen en het simpele feit dat veel gezinnen een traditionele fiets bezitten, zelfs bij mensen die we als onregelmatige gebruikers moeten beschouwen (diegenen die minder dan wekelijks fietsen). Daaruit blijkt namelijk dat toegang hebben tot een modus (in dat geval een fiets) een persoon nog niet een regelmatige gebruiker maakt.

# 3 De milieu-impact van elektrische steps

## 3.1 Methodiek

In dit onderdeel worden de milieuprestaties onderzocht, met een focus op de CO<sub>2</sub>-uitstoot van elektrische steps. Daarvoor worden de stappen uit de ISO 14044-norm voor levenscyclusanalyse (LCA) gevolgd. De bedoeling van dit deel van de studie is meervoudig. Allereerst worden de milieueffecten van de verschillende stadia in de levenscyclus van elektrische steps beoordeeld, met een onderscheid tussen gedeelde en private elektrische steps. De tweede doelstelling bestaat eruit om na te gaan of elektrische steps een grotere impact hebben dan de transportmodi die ze vervangen, en zo ja in welke mate. Tot slot bespreken we de mogelijke verbeteringen en de verwachte evolutie.

De opzet van deze studie kan samengevat worden in het onderstaande systeemgrensdiagram (Figuur 27). Voor de berekeningen van de impact van de materialen en componenten op het milieu (CO<sub>2</sub>-equivalenten) wordt de hele lijst van materialen gebruikt. Die bespreken we later. In het gedeelte dat nu volgt komen alleen de hoofdcomponenten aan bod.



Figuur 27: Systeemgrensdiagram. Bron: (Hollingsworth et al., 2019)

De belangrijkste informatie voor dit onderzoek is gebaseerd op een rapport (Cazzola & Crist, 2020) van het International Transport Forum (ITF). Daarnaast hebben we nog een andere door het ITF ontwikkelde, en voor het grote publiek beschikbare, tool gebruikt om de milieu-impact van verschillende transportmodi te kwantificeren. De tool werd **aangepast aan de Belgische situatie**, waarbij sommige (Amerikaanse) cijfers aangepast werden, zoals bijvoorbeeld het transport naar België en de Belgische in plaats van de gemiddelde elektriciteitsmix. Op die manier is de analyse meer up-to-date en van toepassing op elektrische steps in België, aangezien de cijfers toch behoorlijk verschilden.

Ten tweede voerden we een grondig literatuuronderzoek uit, op zoek naar bestaande LCA's van elektrische steps. Uit de selectie van papers konden we een brede waaier aan schattingen halen over de broeikasgasuitstoot over de hele levenscyclus van eigen en gedeelde elektrische steps in verschillende scenario's.

Tot slot hebben we, om de informatie uit de wetenschappelijke en grijze literatuur aan te vullen met de recentste inzichten, ook interviews opgezet met aanbieders van deelsteps (Bird, Lime, Voi, Dott, en Tier) en een gesprek gehad met een private verdeler van e-steps. Op basis van de resultaten van het eerdere literatuuronderzoek hebben we in die interviews verschillende topics behandeld:

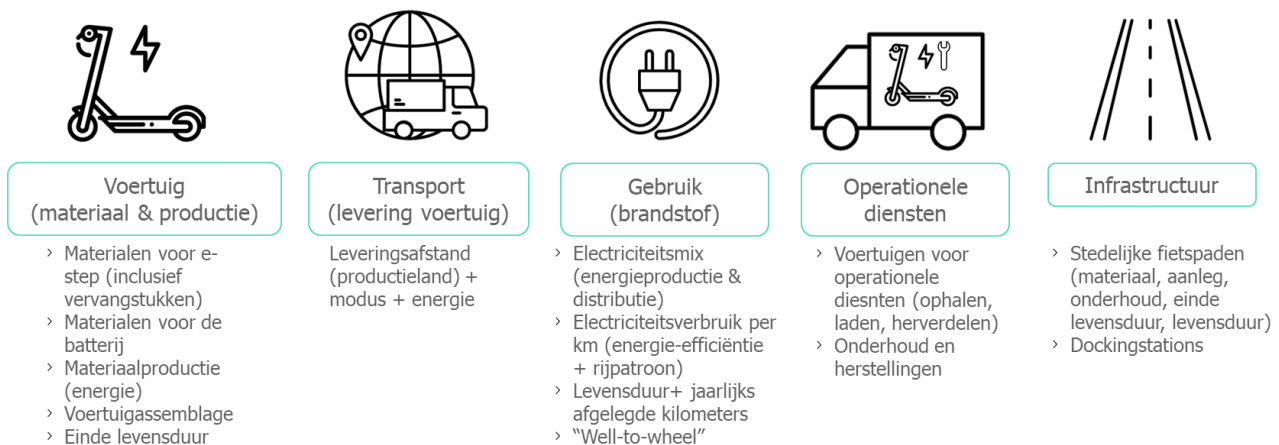
- De productie van het vereiste materiaal is de meest vervuilende fase van de levenscyclus
  - Welke stukken gaan het vaakste stuk en wat doen leveranciers om de levensduur te verlengen?
  - Hoe is de levensduur van een elektrische step geëvolueerd?
  - Wat bepaalt de levensduur van een e-step? En wat als er een onderhoudsbeleid aan te pas komt?
  - Meer informatie over het einde van de levensduur, zoals wat met de batterij en de e-step zelf als het respectieve einde van hun levenscyclus bereikt is.
- De operationele dienstverlening is op een na het vervuilendste aspect van de levenscyclus
  - Het distributie- en laadproces en de impact van inwisselbare verwisselbare batterijen
- Ambities omtrent de duurzaamheid en het verwachte tijds kader om ze te realiseren.

In wat volgt zullen verwijzingen naar de leveranciers anoniem verlopen, indien die informatie tijdens een interview verkregen werd. Waar dat relevant is belichten we elementen uit die interviews in de discussie over de LCA. Als de informatie vrij ter beschikking is van het grote publiek noemen we de aanbieders eventueel wel bij naam.

### 3.2 Levenscyclusinventaris

In dit gedeelte worden de factoren geïdentificeerd die mogelijk bijdragen tot de broeikasgasuitstoot over de hele levenscyclus van een elektrische step. We kunnen die factoren groeperen in vijf componenten, zoals figuur 28 laat zien. Voor elke factor binnen een component bespreken we een aantal scenario's. Om een beeld te krijgen van welke van die theoretische scenario's momenteel in België in de praktijk voorkomen, geven we ook informatie afkomstig van de interviews met de aanbieders van deelsteps.

Vervolgens worden, om te kunnen focussen op de huidige situatie in België, gegevens ingevuld voor de deelsystemen van elektrische step in Brussel, voor zover beschikbaar. Waar we niet over die gegevens beschikken gebruiken we waar dat kan cijfers van elders in de wereld. We kiezen voor Brussel, in de eerste plaats omdat daar de grootste concentratie aan operatoren te vinden is en het grootste aantal beschikbare toestellen, terwijl Brussel ook de enige referentiestad in België is die in internationale vergelijkingen voorkomt. We moeten dus voorzichtig zijn als we de discussie en de conclusies verplaatsen naar andere Belgische steden. Terwijl het initiële transport voor de levering, de operationele dienstverlening en infrastructuur van stad tot stad nogal uiteenlopen, blijven de overige componenten en algemene ideeën dezelfde.



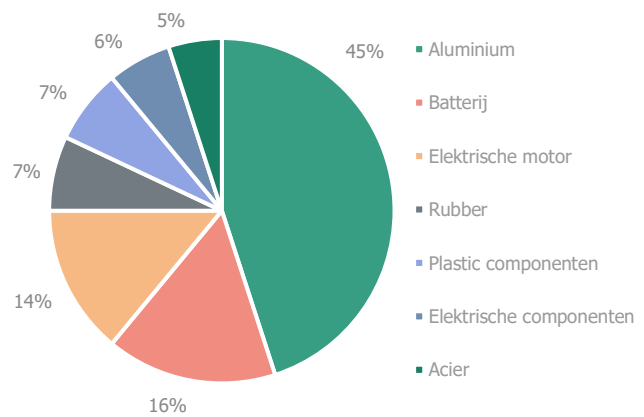
Figuur 28: De componenten die bijdragen tot de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een elektrische deelstep



### 3.2.1 Het toestel

Het component 'toestel' draagt bij tot de uitstoot van broeikasgas (BKG) via de productie en het assembleren van de vereiste materialen. Daarom is het nodig om de belangrijkste componenten van de micromobiliteitstoestellen en de factoren die de levensduur bepalen te identificeren. Op basis van figuur 29 kunnen we een lijst opstellen van de belangrijkste componenten:

- Frame;
- Batterij;
- Elektrische motor;
- Motorbesturing;
- Gebruiksonderdelen (banden, remmen, velgen, ophanging);
- Elektronische componenten.



Figuur 29: Aandeel van de materialen voor een elektrische step. Bron: (Severengiz et al., 2020)

In dit deel behandelen we ook aspecten zoals het ontwerp, de productie en het einde van de levensduur, omdat ze een impact kunnen hebben op de uitstoot over de hele levenscyclus van elektrische steps en dus beschouwd kunnen worden als een van de componenten.

Merk op dat de privésteps op de markt grote kwaliteitsverschillen kunnen vertonen. 'Speelgoedachtige' steps van 100 à 200 euro, verschillen nogal van de straatwaardige toestellen die gewoonlijk boven de 500 euro kosten. Het verschil kan een sterke impact hebben op de levenscyclus van het toestel en zijn totale uitstoot over de hele levenscyclus. In deze studie konden we met dat verschil geen rekening houden.

#### 3.2.1.1 Frame

Marktonderzoek leert dat de meeste frames van de huidige (gedeelde) e-steps uit vliegtuigaluminium bestaan of een aluminiumlegering van industriële kwaliteit. Dit vanwege hun lichte gewicht, stijfheid en corrosiebestendigheid, waardoor ze geschikt zijn voor veeleisende gebruiksomstandigheden. Zowat de helft van het totale gewicht van een e-step komt van het aluminium voor het frame, dat voor een stuk ook gerecycleerd is. Het frame van de recentste step van Bolt, de operator met het grootste marktaandeel in Europa, bestaat volledig uit gerecycleerd aluminium (Bolt Blog, 2020). Het gebruik van gerecycleerd aluminium was een belangrijke verandering, die de recente generaties van gedeelde steps en e-bikes een stuk duurzamer maakt. Delen van het chassis die versterkt moeten zijn kunnen uit staal bestaan maar dat verhoogt het gewicht van het toestel. De 'betere' toestellen, doorgaans in eigen bezit, kunnen onderdelen in carbonvezel hebben dat lichter en steviger is dan aluminium, maar wel duurder en moeilijker in te zetten is in de productie. Het aandeel van het gerecycleerd aluminium bij elektrische privésteps konden we niet vaststellen en wordt daarom laag ingeschat.

#### 3.2.1.2 Batterij

De batterij van een micromobiliteitstoestel slaat energie op en geeft ze weer af aan de elektrische motor die het toestel aandrijft. De batterijcapaciteit, uitgedrukt in Wh of Ah, bepaalt het bereik van het voertuig. Een kort onderzoek van het aanbod leert dat de meeste batterijen van elektrische steps een batterijcapaciteit vermelden tussen 4Ah en ongeveer 15,3Ah, wat zich vertaalt in een bereik tussen 12 en 64 km.

We kennen verschillende technologieën voor herlaadbare batterijen, zoals Li-ion, lood-zuur, Ni-Cd, enz. Op basis van ons onderzoek van de recentste elektrische steps (privé en gedeeld) is Li-ion het meest voorkomende batterijtype, vanwege zijn intrinsieke eigenschappen (Clean Energy Institute, 2020):

- Hoge energie-efficiëntie en vermogensdichtheid
- Zeer betrouwbaar en onderhoudsvriendelijk
- Beperkte zelfontlading
- Lange levensduur met een groot aantal laadcycli

Om tijdens het gebruik en het laden de veiligheid van de batterij te garanderen, moet deze goed gemaakt, geïsoleerd en uitgerust zijn met een batterij beheersysteem (Battery Management System, BMS) dat de gezondheidstoestand ervan volgt (Bird Cities Blog, 2022). Het BMS beschermt de levensduur van de batterij door temperatuur, voltage en stroom tijdens het gebruik van de batterij te monitoren. Het bepaalt ook het laadniveau van de batterij, regelt het opladen en voorkomt dat de batterij overladen of diep ontladen wordt (Vezzini, 2014). Bovendien helpt het BMS abnormale situaties opsporen die de levensduur van de batterij kunnen verkorten. Het kan gaan om kortsluiting of waterinsijpeling, wat de batterij onklaar maakt of de temperatuur doet stijgen, waarbij spanning en stroom aangepast worden om te vermijden dat de batterij haar bedrijfsomstandigheden overschrijdt (Jossen et al., 1999). Het BMS kan dus een grote rol spelen in het optimaliseren van de batterij, haar totale levensduur en de levenscyclus van het toestel.

In de praktijk worden in de micromobiliteit, wat de batterijmontage betreft, twee hoofdtypen onderscheiden: batterijen ingebouwd in het frame of verwisselbaar. Elk type heeft zijn voor- en nadelen. Terwijl de operatoren van deeltoestellen beide montagevormen hanteren hebben elektrische privésteps doorgaans een ingebouwde batterij. Die is beter bestand tegen diefstal en beschadiging, aangezien ze een versterkte behuizing kreeg en bij het laden moeilijker verkeerd aangepakt kan worden (Battery Solutions, 2022). Een nadeel is dat het laden zelf wat omslachtiger is omdat het hele voertuig daarvoor verplaatst moet worden. Vanuit financieel oogpunt drukt het gebruik van verwisselbare batterijen de kosten met 60-80%, waardoor ze essentieel zijn voor het rendement van een aanbieder van deelsteps (The Next Web, 2022).

Om die redenen hebben verwisselbare batterijen de operatoren weten te overtuigen. De jongste modellen van Bird, Lime, Voi, Bolt, Dott en TIER zijn er allemaal mee uitgerust. Verwisselbare batterijen worden gezien als een technologie om het probleem van de milieu-impact en de duurzaamheid van deelsteps aan te pakken. Volgens LCA's uitgevoerd door derden voor sommige operatoren, kunnen ze de operationele CO<sub>2</sub>-uitstoot met 56 tot 81% verlagen, met daarnaast nog andere troeven (Dott Blog, 2021). Een verwisselbare batterij kan de levensduur van het toestel verhogen door de slijtage te vermijden van vervoeren en laden in een bestelwagen. Dott vermeldt dat 83% van hun verplaatsingen gebeuren met verwisselbare batterijen en stelt ook al zijn toestellen tegen 2025 met verwisselbare batterijen te willen uitrusten (Dott, 2022).

Er zijn evenwel ook nadelen aan het verwisselen van batterijen, zowel voor private als voor gedeelde voertuigen. Om te beginnen zijn er meer bewegende delen in het spel, waardoor het risico op beschadiging toeneemt. De batterij kan vallen of ze kan slecht geplaatst worden. Dat kan de veiligheid van het personeel of van de gebruiker schaden of de batterijlevensduur in gedrang brengen (Gauquelin, 2020). Ten tweede is dit type batterij doorgaans zwaarder en omvangrijker, waardoor het frame om versteviging vraagt. Ook een slot en een connector maken het rijtuig zwaarder, maar bij gedeelde toestellen kunnen ze ook als een voordeel gezien worden (Lawrence, 2021). Tot slot is ook vandalisme een belangrijk aspect. Verwisselbare batterijen hebben een versterkte behuizing nodig en maatregelen om diefstal te voorkomen, maar anderzijds maken ze het voor de operator zelf ook moeilijker om de batterij te verwisselen.

### 3.2.1.3 Elektrische motor

De elektrische motor bepaalt in ruime mate de prestaties van een elektrische step. Een studie van het aanbod leert dat de motor zich op het voor- of achterwiel kan bevinden en dat borstelloze elektrische motoren het vaakste voorkomen. Voordelen van die borstelloze technologie zijn (Horizon Micromobiliteit, 2022):

- Hoge efficiëntie;
- Beperkte omvang;
- Lange levensduur;
- Stille werking;
- Minder onderhoud (geen slijtage van de borstels)

Een kleine maar robuuste motor die lang meegaat en weinig onderhoud vergt is natuurlijk ideaal vanuit het standpunt van een minimale uitstoot voor productie en onderhoud.

De elektrische motor wordt vooral bepaald door één kenmerk, zijn vermogen, uitgedrukt in watt. Vermogen bepaalt de acceleratie en de capaciteit om zware lasten te vervoeren en om bergop te rijden. In de fiches van de constructeurs vinden we twee soorten vermogen: het piekvermogen en het continu- of nominale vermogen. Het eerste verwijst naar het maximumvermogen dat de elektrische motor in een korte tijdspanne kan leveren, terwijl het tweede het vermogen aangeeft dat de elektrische motor continu kan blijven leveren. Bij het vergelijken van motortechnologieën is dat laatste type relevanter omdat het beter de reële

gebruiksomstandigheden weergeeft. Onze marktconsultatie leerde dat het nominale vermogen van elektrische motoren bij gehomologeerde elektrische steps zich doorgaans tussen 250 en 500 W bevindt.

### 3.2.1.4 Motorbesturing

De motorbesturing is de link tussen de batterij en de elektrische motor. Ze krijgt signalen van de chauffeur, via de 'gashendel' of de remmen. Uit een gesprek met een verkoper van micromobiliteitstoestellen bleek de gevoeligheid van dit onderdeel. Het is een terugkerende oorzaak van reparaties, zeker bij de goedkopere modellen. De herstelling is echter niet duur, zolang het juiste type besturing nog op de markt beschikbaar is.

### 3.2.1.5 Gebruiksonderdelen: banden, remmen en ophanging

Er bestaan drie soorten banden, elk met hun voor- en nadelen (Strobel, 2021):

Tabel 7: Verschillende bandentypen die op elektrische steps gemonteerd worden


Type	<u>Luchtband</u>	<u>Volle band</u>	<u>Honingraatband</u>
			
<b>Voordelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goede grip</li> <li>• Goede schokabsorptie</li> <li>• Gemakkelijk verkrijgbaar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lekbestendig</li> <li>• Weinig onderhoud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lekbestendig</li> <li>• Zachter dan een massieve band</li> </ul>
<b>Nadelen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderhoud (kan lek lopen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwaarder</li> <li>• Harder rijden</li> <li>• Tractieverlies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duur</li> </ul>

Op basis van ons onderzoek blijken luchtbanden en volle banden het meest gebruikte type, zowel voor private als voor gedeelde elektrische steps. Volle en honingraatbanden worden soms verkozen voor deelsteps omdat ze lekvrij zijn en minder onderhoud vergen, wat een pluspunt vormt bij intensief gebruik. De zwaardere volle banden dragen bij tot een hoger gewicht, in vergelijking met elektrische privésteps met luchtbanden.

Uit ons onderzoek blijkt dat micromobiliteitstoestellen soms een ophanging hebben die trillingen opvangt bij een wegdek in slechte staat. De meeste goedkope elektrische steps hebben geen ophanging terwijl we bij de duurere modellen een ophanging vinden van het hydraulische type of gebaseerd op rubber of veren. De jongste modellen van deelsteps zijn uitgerust met een ophanging in het geval van volle of honingraatbanden en niet bij luchtbanden.

Er bestaan verschillende soorten remmen maar we onderscheiden twee hoofdcategorieën: mechanische remmen met trommel of schijf en elektronische remmen. Tabel 8 vat hun eigenschappen samen (Electric Scooter Guide, 2022a).

Tabel 8: Verschillende soorten remmen bij elektrische steps

Type	Voordelen	Nadelen
<u>Schijf</u> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uitstekende remkracht en controle</li> <li>• Presteert goed in natte weersomstandigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderhoud</li> <li>• Kan schade aan de wielrotor veroorzaken</li> </ul>

<p><u>Trommel</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weinig onderhoud</li> <li>• Goede prestaties in natte weersomstandigheden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moeilijk te herstellen</li> <li>• Zwaarder</li> <li>• Minder krachtig dan schijfremmen</li> </ul>
<p><u>Regeneratief</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen bijkomend onderhoud</li> <li>• Energierecuperatie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperkte remkracht</li> </ul>
<p><u>Elektronisch</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen bijkomend onderhoud</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beperkte remkracht</li> </ul>
<p><u>Voetrem</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geen onderhoud</li> <li>• Eenvoudig ontwerp</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presteren zwak (vooral in natte weersomstandigheden)</li> </ul>

Marktonderzoek wijst uit dat gedeelde elektrische steps vaker uitgerust zijn met trommelremmen, wellicht vanwege hun lage onderhoudskost, terwijl privé steps eerder schijfremmen zullen hebben. De zwaardere trommelremmen dragen bij gedeelde elektrische steps dus meer bij tot de massa en de impact over de hele levenscyclus dan bij de steps in privébezit.

Vergeleken met elektrische auto's is regeneratief remmen bij elektrische steps, wat de gerecupereerde energie betreft, niet interessant te noemen. Er wordt immers maar kort geremd en het voertuig heeft een lage massa en snelheid, zodat maar weinig kinetische energie gerecupereerd kan worden. Men gaat ervan uit dat de energierecuperatie door regeneratief remmen, onder bepaalde voorwaarden, het bereik van de batterij met amper 2% kan verhogen, waardoor het voor de LCA weinig uitmaakt (Electric Scooter Guide, 2022b).

### 3.2.1.6 Elektronische componenten

Elektronische componenten zijn essentieel voor het veilig en correct gebruik van de micromobilitiestoestellen. De software en hardware die voor de jongste generaties werd ontwikkeld biedt geavanceerdere functies. High-tech sensoren, IoT-producten (Internet of Things) en realtime connectiviteit maken het mogelijk om veiligheidsaspecten te gaan aanpakken, de levensduur te verlengen en klanten te binden.

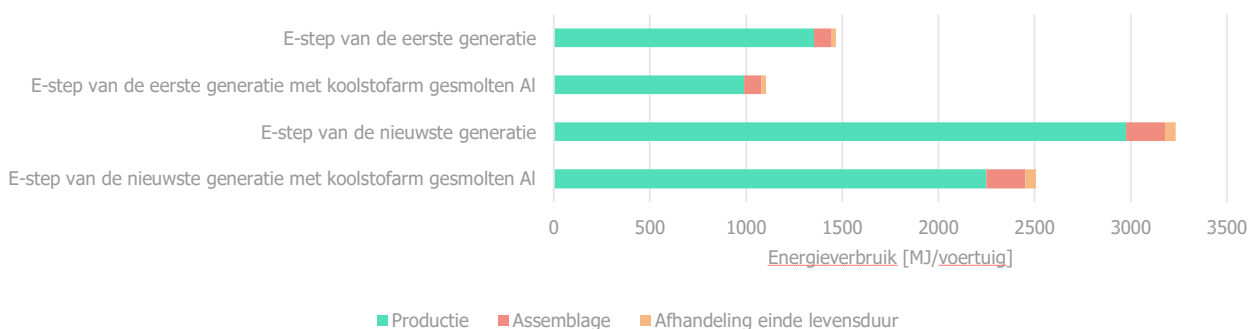
E-steps kunnen bijvoorbeeld uitgerust worden met IoT-sensoren die de aanbieder informeren over het batterijniveau, beschadiging of de algemene toestand van de step (Ericsson, 2021). Dat maakt voorspellend onderhoud mogelijk, waarbij de operator een component herstelt of vervangt nog vóór het stukgaat. Dergelijke innovaties maken de operationele dienstverlening efficiënter omdat geen tijd en middelen verloren gaan met het ophalen van elektrische steps die nog geen laadbeurt of onderhoud vergen. Andere voorbeelden van sensoren die de gebruikerservaring verbeteren zijn sensoren voor geografisch lokaliseren, die de exacte locatie van steps doorgeven en NFC (near field communication) voor online betalingen en contactloos ontgrendelen.

Het resultaat daarvan blijkt te zijn dat de initiële investering in de materialen voor de elektrische componenten de moeite waard zijn vanwege de langere levenscyclus en efficiënter onderhoud van het toestel.

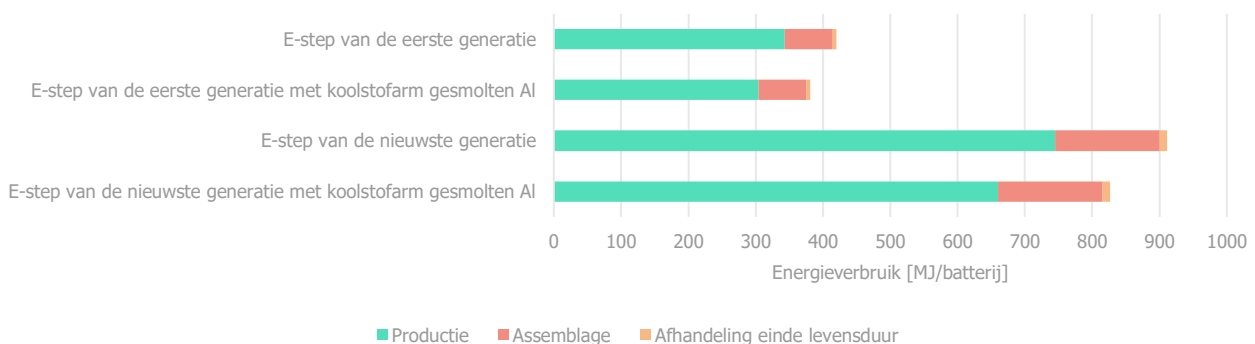
### 3.2.1.7 Productie, assemblage en afhandeling einde levensduur van toestel en batterij

Het energieverbruik voor de voertuig- en batterijproductie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van gedeelde elektrische steps wordt samengevat in de onderstaande figuren. De cijfers zijn afkomstig van de beoordelingstool die gebruikt werd voor de LCA in (Cazzola & Crist, 2020).

Figuur 30 toont dat het gros van het energieverbruik te maken heeft met de productie van de vereiste materialen. Dat benadrukt het belang van energiezuinigere processen. Een alternatieve koolstofarme methode om het aluminium te smelten drukt het energieverbruik voor de productie met respectievelijk 27 en 25% voor de eerste en nieuwste generatie van elektrische steps. De nieuwe generatie elektrische steps wordt met meer energie geproduceerd dan de eerste generatie, omdat deze meer weegt (25 vs. 11 kg) en een grotere batterij heeft (0,55 vs. 0,33 kWh). Gelijkaardige bedenkingen zijn mogelijk voor de productie, assemblage en verwerking van de batterij, zoals we zien in figuur 31. Bij de batterijproductie heeft het gebruik van de koolstofarme techniek voor het smelten van aluminium een kleinere impact omdat bij lithium-ionbatterijen alleen de behuizing uit aluminium bestaat, terwijl het bij de elektrische step zelf om hele onderdelen gaat.



Figuur 30: Energieverbruik voor productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het toestel



Figuur 31: Energieverbruik voor de batterijproductie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur

### 3.2.1.8 Voertuigontwerp

Het design van de micromobiliteitsvoertuigen is de laatste jaren nogal geëvolueerd. Zeker bij de deelsteps was dat sterk het geval, met de bedoeling om de levensduur te verlengen. De eerste generaties deelsteps waren bedoeld voor privégebruik en afkomstig van privéondernemingen zoals Xiaomi en Segway-Ninebot. Ze waren niet ontworpen voor frequent gebruik, misbruik en slecht weer (The Verge, 2019). Als gevolg daarvan hadden de eerste generaties gedeelde e-steps een beperkte levensduur van niet meer dan 3 à 4 maanden. De milieueffecten van de productie van de step konden dus niet goed worden afgeschreven (Schuller & Aboukrat, 2019). De recentste generaties elektrische steps op de deelmarkt zijn gunstig geëvolueerd in ontwerp, wat ze veel geschikter maakt voor intensief gebruik. We komen hierop terug in deel 3.3.

Een belangrijke verandering die operatoren en constructeurs benadrukken betreft het feit dat de jongste generatie elektrische steps circulaire ontworpen is, bijvoorbeeld uitgesprokener modulaair, waardoor de levensduur van de voertuigen verlengd kan worden (Lime, 2019). Een modulaair ontwerp houdt in dat het



voertuig zo ontworpen is dat componenten gemakkelijk verwisseld of vervangen worden, waardoor het langer inzetbaar is vóór het weggegooid of gerecycleerd moet worden. Uit feedback van gebruikservaringen afkomstig van interviews met de operatoren van deelmobiliteit, kwam naar voren welke onderdelen de grootste kans maakten om stuk te gaan. Het ontwerp kon dan vervolgens bijgesteld worden om het vervangen van die onderdelen te vergemakkelijken. De Voi-toestellen van de jongste generatie vertonen dat soort modulariteit. Ze kregen extra slots die bewust onbezet bleven, om later nieuwe functies te kunnen toevoegen zonder de noodzaak om een heel nieuw toestel te bouwen (Voi Blog, 2021). Dergelijke innovaties verzachten de initiële impact van de voertuigproductie.

### 3.2.1.9 Einde levensduur

Hier moeten we opmerken dat de markt nog niet matuur genoeg is om nu al het einde van de levensduur goed te kunnen beoordelen. Wel is zeker dat een van de belangrijkste determinanten bij het einde van de levensduur van een elektrische step de staat is van de batterij. Een elektrische step waarvan de batterij aan het einde van haar levensduur zit kan niet langer de energie opslaan voor een voldoende groot bereik, wat het toestel eigenlijk nogal onbruikbaar maakt. Wanneer de batterij dat punt bereikt heeft ontstaat de keuze om een nieuwe batterij te kopen of ineens een nieuwe elektrische step. Een verdeler van elektrische steps gaf aan dat die laatste optie de populairste is bij elektrische privésteps, vanwege de belangstelling van de klanten voor de nieuwe functies van nieuwere elektrische steps. De batterijlevensduur verlengen is daarom van cruciaal belang. Een afgedankte elektrische step wordt echter nog niet weggegooid. Functionele gebruiksonderdelen die stuk kunnen gaan, zoals banden, remmen en de motorbesturing kunnen hergebruikt worden. Zo wordt de BKG-uitstoot voor de productie van een nieuw stel componenten voorkomen, terwijl de bestaande componenten een langere levensduur krijgen.

Een alternatief is om de batterij te vervangen en de afgedankte batterij een tweede leven te geven in een ander voertuig, zoals een rolstoel. Zo blijkt althans uit de interviews met de aanbieders van deelsteps. Recenter werden uit bedrijf genomen elektrische stepbatterijen gebruikt als powerbank voor journalisten op het terrein in Oekraïne (Klimt, 2022). In België staat Bebat in voor het inzamelen en recycleren van batterijen.

In zijn eerste duurzaamheidsrapport (Dott, 2022) vermeldt deelstepaanbieder Dott dat maandelijks 1,4% van hun toestellen onherstelbaar stuk gaan. 95% van de schade wordt hersteld en 90% van de onderdelen van afgevoerde toestellen wordt gerecycleerd. Dezelfde onderneming exporteert elektrische steps die een frequenter onderhoud vergen naar Polen (Romain, 2022), waar de arbeidskosten lager liggen. Ook zo wordt de levensduur van die elektrische steps verlengd, omdat de toestellen in gebruik blijven in Poolse steden.

## 3.2.2 Transport

Met transport wordt de initiële levering bedoeld van het voertuig vanuit de plaats van productie tot bij de klant. Uit allerhande studies en uit de interviews met de micromobiliteit operatoren en -aanbieders blijkt dat de bekendste elektrische steps (bv. Xiaomi, Segway-Ninebot) uit Azië en met name het Chinese Shenzhen komen.

Schip en vrachtwagen brengen de elektrische steps doorgaans naar Europa. De eigenschappen van dat transport, verzameld uit een studie naar gedeelde elektrische steps in Brussel (Moreau et al., 2020), worden samengevat in de onderstaande tabel. Het gaat om een vrachtschip van Shenzhen in China naar Rotterdam, gevolgd door een reis met de vrachtwagen tot Brussel. Het grootste deel van de reis gebeurt met de meest energie-efficiënte vervoersmodus, wat goed is voor het minimaliseren van de bijbehorende BKG-uitstoot. Een alternatief voor het verschepen betreft door een treinrit van 11.000 km waarvoor per rijtuig een vergelijkbare hoeveelheid energie nodig is.

	Leveringsafstand [km]	Energieverbruik [MJ/voertuig]
Schip	20 642	29,7
Vrachtwagen	152	3,3

### 3.2.3 Gebruik

De gebruikskomponent betreft de BKG-uitstoot van het gedeelte van de energieketen dat doorgaans met 'well-to-wheel' wordt aangeduid. We kunnen dat verder onderverdelen in 'well-to-tank' en 'tank-to-wheel'. De BKG-uitstoot in de well-to-tank-fase hangt af van de elektriciteitsmix en de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de productie en distributie van elke elektriciteitsbron.

Er bestaan verschillende scenario's voor de elektriciteitsmix, gaande van alleen duurzame energiebronnen tot uitsluitend steenkool. Tabel 9 toont het aandeel van elke energiebron in de wereldwijde en Belgische elektriciteitsmix voor 2020. Deze cijfers zijn recenter dan de cijfers gebruikt gebruikt in (Cazzola & Crist, 2020).

Tabel 9: De wereldwijde en Belgische elektriciteitsmix in 2020. Bronnen: (World Energy Data, 2022) en (IEA, 2022)

	Globale elektriciteitsmix	Belgische elektriciteitsmix
Olie	2,8%	0,1%
Aardgas	23,4%	29,8%
Steenkool	35,1%	2,1%
Kernenergie	10,1%	38,7%
Biomassa en andere	3,5%	7,7%
Hernieuwbaar	25,1%	21,6%

Merk op dat elektrische steps geen uitlaat hebben. Het overbrengen van de energie van de tank of batterij naar de wielen geeft geen CO<sub>2</sub>-uitstoot. De tank-to-wheel-fase wordt dus alleen beïnvloed door de totaal afgelegde kilometers en de efficiëntie van de e-step, d.w.z. de hoeveelheid elektriciteit per afgelegde km.

Uit onze interviews met aanbieders en constructeurs van deelsteps kwam naar voren dat de markt nog niet matuur genoeg is om de exacte levensduur van elektrische steps te bepalen. De operatoren verkrijgen van generatie op generatie een langere levensduur. Schattingen lopen uiteen van 6 maanden voor de eerste generaties tot 5 jaar voor de recentste modellen van elektrische deelsteps. Eén aanbieder vermeldde dat ongeveer de helft van zijn eerste generatie elektrische steps na 36 maanden nog altijd operationeel is, hoewel de levensduur oorspronkelijk maar op 18 maanden geschat werd. De levensduur van een private elektrische step hangt sterk af van het concrete gebruik en daar weten we heel weinig over. Die grote onzekerheid zal een van de factoren zijn voor de grote variantie in de schattingen van de levenscyclusimpact van het toestel.

We moeten hierbij aanstippen dat de voornaamste determinant voor het einde van de levensduur van elektrische steps de batterij is die het einde van haar levensduur bereikt heeft, eerder dan secundaire invloeden als vandalisme. Aanbieders geven aan dat zwaar vandalisme weinig voorkomt. Het totale aantal afgelegde kilometers en het aantal batterijcycli weerspiegelen daarom nauwkeuriger de levensduur van het voertuig dan de jaren eigenaarschap. De afgelegde kilometers van het toestel zijn dus een andere belangrijke factor voor het bepalen van de impact over de hele levenscyclus.

Levensduur en afgelegde kilometers van private steps en deelsteps die we in dit rapport bespreken staan samengevat in tabel 10. De schattingen van de private en de eerste generatie deelsteps zijn gebaseerd op, maar niet exact dezelfde als, het ITF-rapport, dat op zijn beurt gebruik maakte van de wetenschappelijke literatuur en persoonlijke contacten met operatoren. De gekozen totale levensduur voor de eerste generatie e-steps van 18 maanden wijkt af van de 10 maanden uit het ITF-rapport. De eerste schattingen uit de wetenschappelijke literatuur bleken nogal pessimistisch. Gesprekken met e-stepaanbieders, de wetenschappelijke literatuur en het duurzaamheidsrapport (Dott, 2022) brachten ons tot een geschatte levensduur van 18 maanden voor de eerste generatie en de schatting van 36 maanden voor de nieuwste generatie e-steps, die we tonen in Tabel 10.

Ondanks inspanningen om tot nauwkeurige schattingen te komen van de levensduur en de totale afgelegde kilometers van -steps, door de aanbieders van deelsteps persoonlijk te benaderen, werden geen precieze schattingen verkregen. Verscheidene aanbieders claimen dat hun eerste generatie e-steps een verwachte levensduur van 18 maanden had. Echter waren deze na 36 maanden nog operationeel. Dit kan mogelijk geleid hebben tot een overmoedige schatting van 60 maanden voor de levensduur van de jongste generaties. Met de verbeterende technologie lijkt het ons derhalve redelijk om uit te gaan van een levensduur van 36 maanden. Aangezien het gebruik toeneemt, de vloot groter wordt – respectievelijk plus 76% en 15% in het tweede trimester van 2022, tegenover 2021 – en het aantal trips op een jaar met 177% toenam (POLIS Network, 2022), lijkt een dagelijkse kilometrage van 10 km ons een redelijke, eerder conservatieve schatting.



Tabel 10: Schatting van levensduur en jaarlijks afgelegde kilometers van e-steps

	Levensduur step [maanden]	Kilometrage [km/jaar]
Private elektrische step	36	2 200
Gedeelde e-step (eerste generatie)	18	2 900
Gedeelde e-step (jongste generatie)	36	3 650

### 3.2.4 Operationele diensten

De component van de operationele dienstverlening gaat over de BKG-uitstoot voor het ophalen, laden, onderhouden en herverdelen van elektrische deelsteps. Die component is er niet bij elektrische privésteps. De milieu-impact van het onderhouden van een operationele deelstepvloot wordt vooral beïnvloed door de gebruikte vervoersmodus voor het ophalen van de verwisselbare batterijen of de hele elektrische step en door de daarbij afgelegde afstanden. Voor elke factor die een rol speelt kunnen we een aantal scenario's bekijken.

Voor het ophalen van de elektrische steps of de batterijen ervan kan een elektrische bestelwagen gebruikt worden in plaats van eentje met een verbrandingsmotor. In het scenario met verwisselbare batterijen verkennen de aanbieders de optie van minder vervuilende dienstvoertuigen door specifieke elektrische bakfietsen te maken voor het vervoer van de batterijen. De recentste lancering van een vloot van 2 000 elektrische deelsteps door TIER Mobility in Brussel brengt die alternatieven in de praktijk (Intelligent Transport, 2022). Dott gebruikt zowel elektrische bestelwagens als bakfietsen voor ingrepen op het terrein in Brussel. Van hun operationele vloot bestaat 55% uit elektrische bestelwagens en bakfietsen, met de doelstelling om tegen 2025 aan 100% te komen, zoals te lezen in (Dott, 2022).

Sommige aanbieders besteden de interventies op het terrein uit. In een aantal gevallen bieden hun contracten een supplement voor het gebruik van groene energie of een gelijkaardige compensatie. Het bleek echter niet mogelijk om in te schatten in welke mate de contractanten de overeenkomst respecteren en hoe ze de interventies uitvoeren. Zeker in het verleden ging nogal wat bewijs van povere milieuprestaties rond (Carpenter, 2019; Conti, 2019; Hendrickx, 2019; Tire meets road, 2018). Die interventies zelf verzorgen vereist een voldoende groot park en een bedrijfsstructuur die het mogelijk maakt om de terreininterventies volledig uit te voeren volgens de normen die door de leveranciers worden voorgeschreven. Anderzijds kunnen externe contractanten ingeschakeld worden om batterijen/e-steps van verschillende merken op te halen. In theorie kan dat efficiënter zijn dan wanneer elke aanbieder de hele stad moet bestrijken, terwijl toch verschillende operatoren actief zijn. Nog een alternatief is om de klanten in te schakelen, door ze te belonen, bv. met een gratis rit, voor hun medewerking door een elektrische step weg te halen uit een overvolle straat.

Wijzigingen in het servicebeleid kunnen ook de efficiëntie van de dienstverlening verhogen, zeker als de steps verwisselbare batterijen hebben. Als bijvoorbeeld alleen de batterijen en niet de hele step opgehaald worden kunnen met eenzelfde dienstvoertuig meer elektrische steps afgehandeld worden. Lege batterijen ter plaatse ophalen en vervangen kan de verhouding tussen dienst-kms en afgelegde step-kms verbeteren.

Dienstverplaatsingen kunnen ook beperkt worden door de dichtheid van de specifieke stalplaatsen op te voeren of door het gebruik van dockingstations, wat vooral in stedelijk gebied en grote steden een optie is. Op die manier moeten de dienstvoertuigen minder ver rijden en kunnen ze efficiëntere routes nemen. Op dockingstations zullen we dieper ingaan in deel 3.2.5. Door een beleid op te leggen waarbij de gebruikers hun elektrische step in die specifieke stations stallen, moeten de operatoren minder vaak stoppen. Uit marktonderzoek blijkt dat de meeste aanbieders een dergelijk beleid hanteren. Soms willen ze daarbij dat de gebruikers een foto nemen van de gestalde elektrische step, om te bewijzen dat het toestel de voetgangers niet hindert, wagens van de hulpdiensten blokkeert, of andere weggebruikers stoort.

### 3.2.5 Infrastructuur

De infrastructuurcomponent behandelt de BKG-uitstoot die gepaard gaat met de bouw, het onderhoud en het beheer bij het einde van de levensduur van de specifieke infrastructuur voor de toestellen. Die component is zowel van toepassing voor de eigen als voor de gedeelde elektrische steps. De gedeelde elektrische steps hebben mogelijk een dockingstation nodig, hoewel ze doorgaans 'dockless' zijn. Er bestaan bovendien dockingstations die de elektrische steps ook laden, vaak draadloos (zie figuur 32) en die werden ook in België ingevoerd (bv. Corda Campus Hasselt, Terhills in Maasmechelen & Dilsen-Stokkem). Dergelijke laadstations kunnen een gedeelte van de operationele dienstverlening overbodig maken, aangezien de elektrische steps of

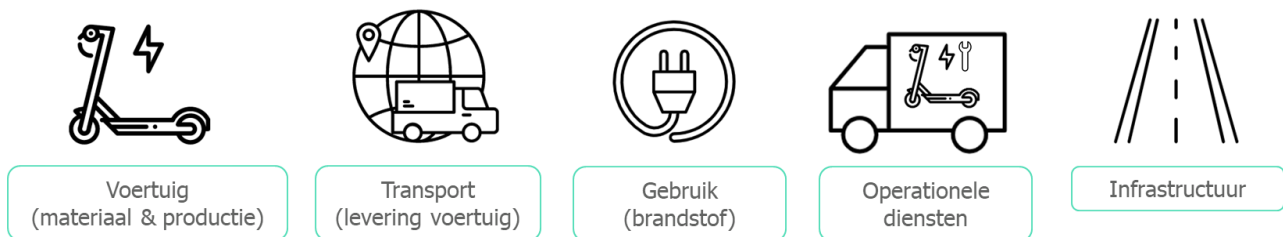
batterijen niet meer opgehaald moeten worden om ze te laden. De infrastructuur die voor beide categorieën geldt, zowel privé als gedeeld, omvat de straten en fietspaden. Er wordt aangenomen dat een dergelijke infrastructuur 30 jaar meegaat, veel langer dus dan de levensduur van elektrische steps, en dat ze niet beïnvloed wordt door de intensiteit van het gebruik. De infrastructuurcomponent levert dus een vaste bijdrage, zonder beïnvloedende factoren of verschillende scenario's om te overwegen en daarom wordt hij buiten de LCA gehouden. Bestaande wegeninfrastructuur kan bovendien door toekomstige elektrische steprijders gebruikt worden zonder verdere investeringen (elektrische steps kunnen bv. gebruikmaken van de bestaande fietspaden).



Figuur 32: Een specifieke parkeerzone in Antwerpen en een laadstation in Atlanta, Georgia. Bron: Google Images

### 3.3 Milieueffectenbeoordeling

Om de milieueffecten te beoordelen van elke component uit het voorgaande deel, kijken we naar het potentieel broeikaseffect via de uitstoot van broeikasgassen. In plaats van elk gas afzonderlijk te bespreken, beoordelen we de impact in gram aan CO<sub>2</sub>-equivalent per voertuig. Wanneer we die delen door de kilometrage over de hele levensduur krijgen we een weergave in gram CO<sub>2</sub>-equivalent per voertuigkilometer, afgekort CO<sub>2</sub> eq / vkm, de meeteenheid van onze studie.

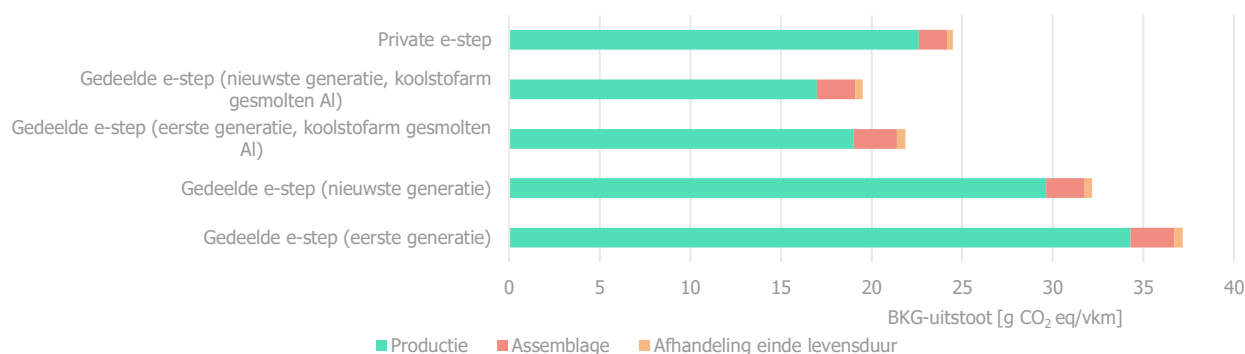


#### 3.3.1 Het voertuig

In dit deel geven we een samenvatting van de CO<sub>2</sub>-uitstoot van productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het toestel en de batterij bij gedeelde elektrische steps. Deze component rekent de CO<sub>2</sub>-uitstoot van het ontginnen en produceren van de materialen mee. De cijfers zijn afkomstig uit de ITF assessment tool (2020).

##### 3.3.1.1 Productie, assemblage en afvoer van rijtuig en batterij

We gaan uit van een totaal aantal afgelegde kilometers over de hele levensduur van 6 600 km en 2 417 km voor de eerste generatie private en gedeelde elektrische steps respectievelijk en 5 703 km voor de nieuwste generatie gedeelde elektrische steps. De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot van productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het toestel en de batterij in verschillende scenario's wordt samengevat in de onderstaande figuur 33.



Figuur 33: BKG-uitstoot van productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur van het voertuig en de batterij [g CO<sub>2</sub> eq/vkm]

Gedeelde elektrische steps van de nieuwste generatie hebben een lagere uitstoot per voertuigkilometer dan de eerste generatie, hoewel ze zwaarder zijn en voor de productie per voertuig meer energie vergen. De afname van de uitstoot per voertuigkilometer is te danken aan de langere levensduur en de hogere totale afgelegde kilometers.

### 3.3.2 Transport

De CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de levering van één voertuig is samengevat in de onderstaande tabel. Die toont hoe een duurzamere vervoersmodus, zoals een elektrische vrachtwagen in plaats van een vrachtwagen met een verbrandingsmotor de CO<sub>2</sub>-uitstoot voor dat gedeelte van de levering met 33% kan verminderen. Aangezien de vrachtwagen maar een heel klein deel uitmaakt van de totale verplaatsing is het verschil niet groot. Daar waar grotere stukken van de reis met de vrachtwagen gebeuren, bijvoorbeeld naar landen die ver van een haven liggen, is de milieuwinst van een elektrische vrachtwagen meer uitgesproken.

We moeten ook opmerken dat de totale CO<sub>2</sub>-uitstoot voor de levering relatief klein is in vergelijking met de CO<sub>2</sub>-uitstoot in de andere onderdelen.

	Leveringsafstand [km]	BKG-uitstoot voor levering [g CO <sub>2</sub> eq/voertuig]
Schip	20 642	2 763
Vrachtwagen	152	298
Elektrische Vrachtwagen	152	199

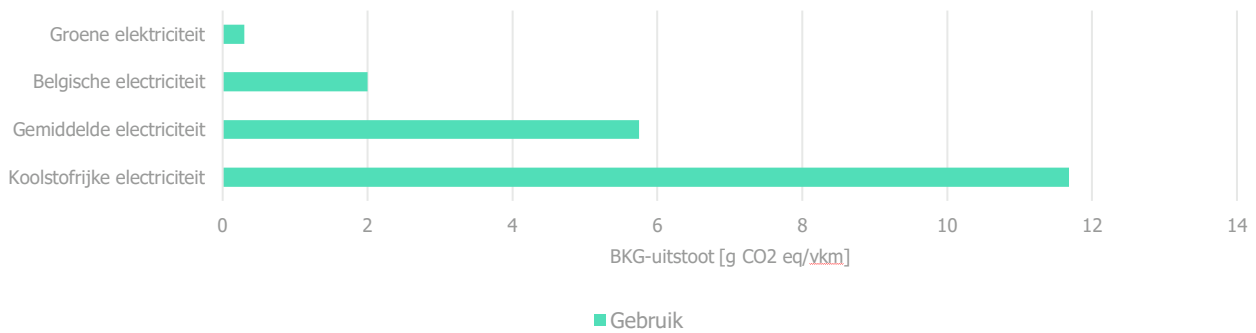
Delen door de veronderstelde levensduurkilometrages van 6 600 en 4 350 km respectievelijk voor private en gedeelde elektrische steps levert de volgende uitstoot per voertuigkilometer op.

	BKG-uitstoot voor de levering [g CO <sub>2</sub> eq/vkm]
Privéstep	0,464
Elektrische deelstep	0,704

### 3.3.3 Gebruik

De BKG-uitstoot van de gebruiksfase van de elektrische step voor een gegeven totale kilometrage is te zien in de onderstaande figuur 34. Aangezien uitstoot en totale kilometrage een lineaire schaal vormen worden alleen de elektriciteitsmixes vergeleken. De scenario's 'Belgische elektriciteit' en 'Gemiddelde elektriciteit' gebruiken respectievelijk de Belgische en de gemiddelde globale elektriciteitsmix. De samenstellende delen van elke mix zijn te zien in tabel 9. Het scenario 'Koolstofrijke elektriciteit' gaat uit van enkel elektriciteit op basis van steenkool. Omgekeerd komt bij 'Groene elektriciteit' de hele productie van hernieuwbare bronnen.

De productie van koolstofrijke elektriciteit heeft een dubbel zo grote BKG-uitstoot per km als die van de gemiddelde globale elektriciteitsmix. Als het aandeel van de hernieuwbare energie in de globale elektriciteitsmix toeneemt – momenteel tot 29% in vergelijking met de 20% van 2010 – zal de uitstoot verder afnemen. De BKG-uitstoot van de elektriciteitsproductie in België is veel lager, vooral door het hogere aandeel kernenergie en het lagere aandeel op basis van steenkool dan in de globale elektriciteitsmix. Uit de figuur blijkt nog ruimte voor verbetering door in de richting te werken van louter hernieuwbare energie.



Figuur 34: BKG-uitstoot door het gebruik van het toestel

### 3.3.4 Operationele diensten

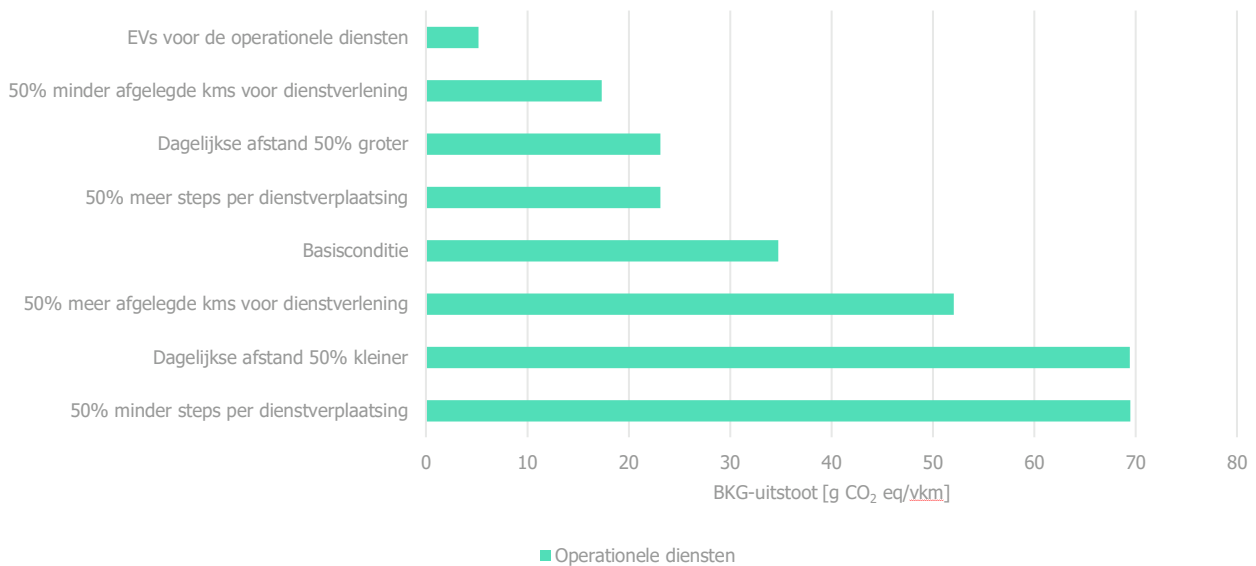
Voor het onderhoud en de herverdeling van de elektrische deelsteps gebruiken we de cijfers van het ITF-rapport. De auteurs verkregen hun schattingen door persoonlijke contacten met de aanbieders van deelsteps. We gaan uit van één keer om de vier dagen ophalen om te laden. Het dienstvoertuig maakt elke dag een rondrit van 45 km. Merk op dat die 45 km een schatting is voor steden in de VS en misschien wat te hoog is voor de Belgische situatie. We kozen er echter voor om op veilig te spelen en die schatting te behouden. De lengte van de verplaatsing delen door vier levert een dagelijkse dienstverplaatsing van 11,25 km per step op. We gaan ook uit van een capaciteit van 10 e-steps per dienstwagen. De BKG-uitstoot voor de operationele dienstverlening in uiteenlopende scenario's is te zien in de onderstaande figuur 35. In het best-case scenario worden elektrische voertuigen ingezet voor het ophalen en verdelen van de elektrische steps en wordt de BKG-uitstoot met 85% teruggeschoefd. Het scenario waarin de EVs op louter groene elektriciteit rijden hebben we niet opgenomen. In dat geval zou er geen BKG-uitstoot zijn van de rondrijdende EV. Hoewel het klopt dat overschakelen op EV voor de operationele dienstverlening de beste eenzijdige stap vormt is een combinatie van de verschillende verbeteringen ideaal om de uitstoot tot het absolute minimum te herleiden.

De figuur toont ook het belang aan van de twee meest voor de hand liggende verbeteringen: verkleinen van de verplaatsing voor de dienstverlening, door meer dockingstations te plaatsen, en per verplaatsing meer toestellen ophalen. Dat laatste kan door verwisselbare batterijen in te zetten, omdat die minder plaats in het dienstvoertuig innemen. Decentraliseren van de laadfaciliteiten is ook een mogelijke optie, maar misschien minder haalbaar vanwege de brandvoorschriften.

Een alternatief is ook dat elke elektrische step dagelijks een langere afstand aflegt. De BKG-uitstoot per voertuigkilometer voor de operationele dienstverlening verlaagt daardoor, omdat de afstand van het dienstvoertuig dezelfde blijft als in het basisgeval, maar gedeeld kan worden door een groter aantal door de elektrische step afgelegde kilometers. Anders gezegd, omdat we als functionele eenheid g CO<sub>2</sub> equivalent *per voertuigkilometer* gebruiken is een step die meer rijdt ook minder vervuilend.

Bovendien stellen Hollingsworth et al. (2019) een afname met 7% vast in de BKG-uitstoot, als het ophalen van de steps beperkt wordt tot diegene met een lage batterijlading. Kazmaier et al. (2020) vinden dat het gebruik van elektrische bakfietsen voor het verwisselen van de batterijen het potentieel broeikaseffect met 12% verlaagt. Die afname is veel beperkter dan de 56 tot 81% die Dott claimt (Dott Blog, 2021). Het verschil is mogelijk te verklaren door het feit dat Kazmaier et al. uitgaan van een scenario waarbij de elektrische bakfiets 15 batterijen vervoert over 20 km, in vergelijking met een thermisch aangedreven bestelwagen die 35 batterijen vervoert over 50 km. Daarnaast claimt Dott een manier te hebben gevonden om het aantal verplaatsingen van het magazijn naar de stad te halveren.

Tot slot, hoewel overschakelen op EVs voor de operationele dienstverlening inderdaad de beste eenzijdige stap vormt is een combinatie van alle verbeteringen ideaal om de uitstoot tot het absolute minimum te beperken.



Figuur 35: De BKG-uitstoot als gevolg van de operationele dienstverlening [g CO<sub>2</sub> eq/vkm]

In (EY, 2020) beschrijven Ernst & Young een onafhankelijke LCA voor Voi-deelsteps van de derde generatie. Ze stellen vast dat in het beste scenario de operationele dienstverlening maar voor 3,5% bijdraagt tot de totale uitstoot over de hele levenscyclus, tegenover 43% in de allereerste levenscyclusanalyse van gedeelde elektrische steps ooit (Hollingsworth et al., 2019). Die vermindering is toe te schrijven aan een combinatie van de bovenvermelde verbeteringen: alleen hernieuwbare energie om de elektrische steps en de volledig elektrische dienstwagens te laden, optimaliseren van de ophaalroute om de dagelijkse afstand voor de dienstverlening met 30% te verkleinen en het gebruik van verwisselbare batterijen, waardoor eenzelfde vloot door kortere tijd van stilstand meer verplaatsingen aankan.

### 3.3.5 Infrastructuur

De BKG-uitstoot van de infrastructuurcomponent hangt af van het wegtype waarover de elektrische steps rijden. Als we aannemen dat 20% van de tijd op een fietspad en de overige 80% over gewone wegen wordt gereden, zoals in het kader dat voorgesteld werd door Cazzola & Crist (2020), komen we tot een BKG-uitstoot van 9 g CO<sub>2</sub> eq/vkm. Die uitstoot is afkomstig van de aanleg en het onderhoud van wegen. Hoewel men kan argumenteren dat elektrische steps gewoon de bestaande infrastructuur gebruiken, diende deze in het verleden ook aangelegd te worden. Het is daarom niet meer dan correct om aan alle gebruikers van de infrastructuur een gedeelte van de uitstoot toe te wijzen. Daarnaast wordt het wegenonderhoud belangrijker omdat schade aan het wegdek voor elektrische steps, door de kleine wieltjes, een grotere impact heeft dan voor andere transportmodi.

De impact van de BKG-uitstoot voor de bouw van dockingstations wordt buiten de systeemgrenzen beschouwd. We kunnen ons voorstellen dat meer dockingstations kunnen leiden tot een BKG-uitstoot met een vergelijkbare impact aan die van de elektrische steps zelf, omdat ze een gelijkaardige hoeveelheid materiaal vergen en per elektrische step meer dan één dockingstation vereist is (Bron: stelling over e-bikes in het ITF-rapport). Het is ook aannemelijk dat de BKG-uitstoot van de bouw van laadstations uiteindelijk doorwerkt in de verminderde uitstoot van de operationele dienstverlening, maar die specifieke evaluatie valt buiten het bereik van dit onderzoek.

## 3.4 Interpretatie

Om de resultaten te interpreteren bespreken we in wat volgt de totale koolstofimpact van elektrische steps en het relatieve belang van de verschillende bijdragen. We voeren een gevoeligheidsanalyse uit om na te gaan hoe de bijdragen verschuiven bij veranderingen in bepaalde parameters. Na die gevoeligheidsanalyse bekijken we verschillende LCA's die we in de wetenschappelijke literatuur hebben aangetroffen. Tot slot, maar niet onbelangrijk bespreken we een scenario dat rekening houdt met de meest **recente ontwikkelingen**.

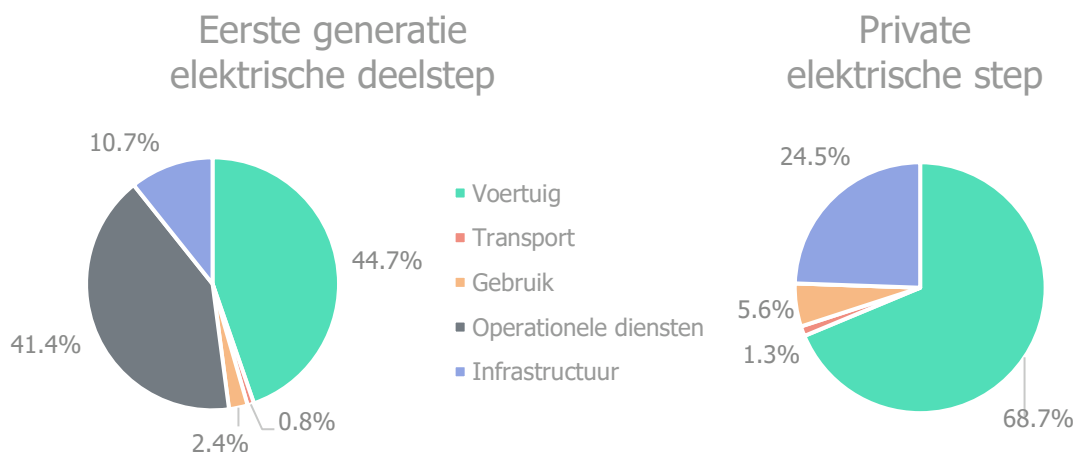
Ten tweede vergelijken we de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van elektrische steps en andere vervoersmodi. Op basis van een onderzoek dat we voor dit project hadden opgezet en een bestaande studie van Brussel Mobiliteit, kunnen we de milieu-impact van elektrische steps afzetten tegen die van het gemiddelde vervoermiddel dat ze vervangen.

### 3.4.1 Totale koolstofvoetafdruk van elektrische steps

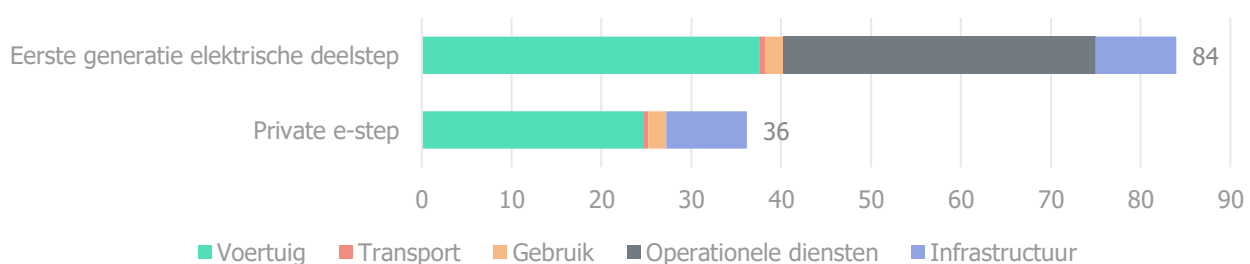
#### 3.4.1.1 Eerste generatie

De totale koolstofimpact kan gezien worden als de som van alle bijdragen uit het vorige deel. Het scenario 'Eerste generatie' gaat uit van alle basisveronderstellingen, zijnde een deelstep van de eerste generatie:

- met een levensduur van 18 maanden,
- die per jaar 2 900 km aflegt,
- die aangevoerd werd vanuit Shenzhen, China naar Brussel, per schip en vrachtwagen,
- die gebruikmaakt van de gemiddelde Belgische elektriciteitsmix,
- die om de vier dagen een onderhoudsbeurt krijgt, waarvoor gebruikgemaakt wordt van een bestelwagen met interne verbrandingsmotor die een ronde aflegt van 45 km (zie 3.3.4),
- waarvoor straten en fietspaden aangelegd moesten worden.



Figuur 36: Het relatieve aandeel van de componenten in de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van gedeelde en private elektrische steps van de eerste generatie



Figuur 37: De BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een gedeelde elektrische step van de eerste generatie en een private elektrische step in g CO<sub>2</sub> per voertuigkilometer



Dit scenario is een realistische benadering van een vroeg systeem van deelsteps, op basis van de wetenschappelijke literatuur en interviews met aanbieders van gedeelde elektrische steps. Verder in dit hoofdstuk worden de parameters aangepast aan de huidige situatie, met inzet van recentere elektrische steps. De som van de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van de 'eerste generatie' komt op een totaal van 84 g CO<sub>2</sub> eq/vkm. De voornaamste bijdragen komen van de productie, assemblage en afhandeling aan het einde van de levensduur enerzijds en de operationele dienstverlening en het onderhoud anderzijds, met een aandeel van respectievelijk 44 en 41% van de totale milieu-impact. Voor elektrische privésteps zijn de operationele kosten irrelevant, wat inhoudt dat de voertuigcomponent in de totale uitstoot over de hele levenscyclus nog overheersender wordt, zoals te zien is in figuur 36. Als gevolg daarvan is bij de private e-steps de meeste milieuwinst te halen door een minder koolstofintensief productieproces. Merk op dat de absolute waarden voor de uitstoot over de hele levenscyclus (36 g CO<sub>2</sub> eq/vkm) voor privésteps een stuk lager liggen dan bij de deelsteps, zoals blijkt uit figuur 37. Dat komt door de langer ingeschatte levensduur van 3 jaar, de grotere kilometrage over de totale levensduur van 6 600 km en het ontbreken van operationele dienstverlening.

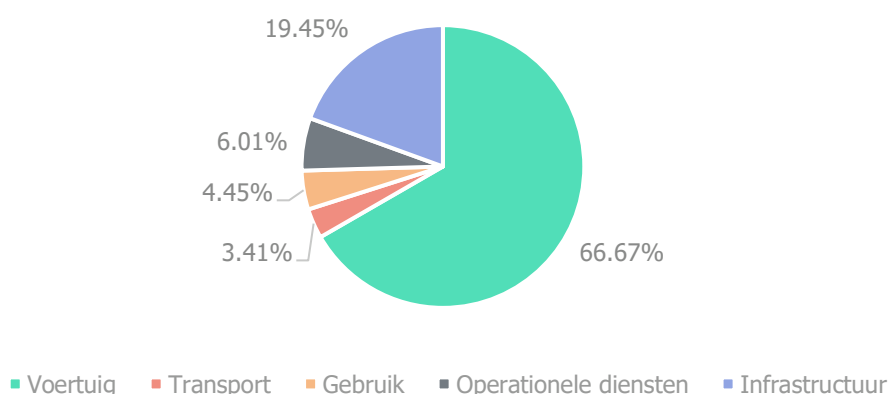
In de beide gevallen maken het initiële transport voor de levering van de elektrische step en het gebruik ervan maar minieme fracties uit van de uitstoot over de hele levenscyclus, zolang genoeg stuks verscheept kunnen worden op precies dezelfde tijd. Tot slot dragen de productie van de materialen en de bouw van de infrastructuur respectievelijk voor 11 en 24% bij aan de totale impact voor elektrische deel- en privésteps, maar dat aandeel kan verwaarloosd worden als de infrastructuur al bestaat. Dit zal sterk afhangen van de beschikbare infrastructuur en de beleidsaanbevelingen specifiek gericht op elektrische steps (de noodzaak van dockingstations vergroot bijvoorbeeld de component van de infrastructuur).

### 3.4.1.2 De nieuwste generatie

Om rekening te houden met de recente ontwikkelingen bekijken we nu het scenario 'Nieuwste generatie'. Samengevat gaan we voor de nieuwste generatie deelsteps uit van de volgende veronderstellingen:

- Ze hebben een levensduur van **36 maanden**;
- Ze rijden **3 650 km** per jaar;
- Ze komen van Shenzhen, China naar Brussel met de boot, gevolgd door de vrachtwagen;
- Ze gebruiken de gemiddelde Belgische elektriciteitsmix;
- Ze worden om de vier dagen onderhouden door een **elektrische bestelwagen die een rondrit maakt van 45 km** (besproken in 3.3.4);
- Ze veronderstellen de aanleg van wegen en fietspaden, voor de volledigheid.

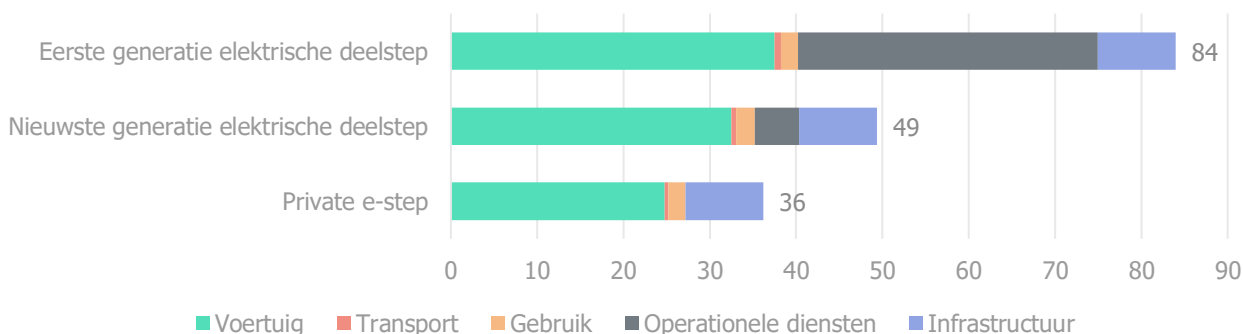
Deze veronderstellingen leiden tot een realistische benadering van een deelsysteem voor elektrische steps vandaag, gebaseerd op gesprekken met aanbieders en het duurzaamheidsrapport van Dott (2022). De gemiddelde verplaatsingsafstand is 2 km en met een 5-tal trips per dag komen we aan de geschatte 10 km voor de dagelijkse kilometrage. Het is zeker de ambitie van veel e-step aanbieders om elektrische bestelwagens in te zetten voor de dienstverlening. De impact van die wijziging zien we in dit scenario.



Figuur 38: Het relatieve aandeel van de verschillende componenten in de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van de nieuwste generatie elektrische deelsteps



In deze omstandigheden heeft de nieuwste generatie gedeelde elektrische steps een BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 49 g CO<sub>2</sub> eq/vkm, in vergelijking met 84 g CO<sub>2</sub> eq/vkm voor de eerste generatie, zoals de onderstaande figuur 39 laat zien. Die sterke afname is voornamelijk toe te schrijven aan een significant langere levensduur (36 vs. 18 maanden), een toegenomen dagelijkse kilometrage (10 vs. 8 km) en het gebruik van elektrische bestelwagens in plaats van bestelwagens met verbrandingsmotor voor de operationele dienstverlening. Op die manier gaat het relatieve aandeel van de voertuigcomponent weer overheersen, net als bij de elektrische privésteps. Het gevolg is dat de resterende opties ter verbetering in een minder koolstofintensief productieproces gezocht moeten worden, nadat de operationele dienstverlening vanuit milieustandpunt geoptimaliseerd werd.



Figuur 39: De BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een deelstep van de eerste en van de nieuwste generatie en van een privé e-step in g CO<sub>2</sub> per voertuigkilometer

### 3.4.1.3 Gevoeligheidsanalyse

De onderstaande figuur 40 toont verschillende scenario's waarin het relatieve belang van elke bijdrage en de gevoeligheid voor variaties tot uiting komt. Elk alternatief scenario bekijkt één verandering ten opzichte van de basisconditie, terwijl de andere parameters dezelfde blijven. We herinneren eraan dat de basisconditie bestaat uit een gedeelde elektrische step van de eerste generatie / **[nieuwste]** generatie:

- met een levensduur van 18 **[36]** maanden;
- die jaarlijks 2 900 **[3 650]** km aflegt;
- die uit Shenzhen, China naar Brussel kwam met het schip, gevolgd door de vrachtwagen;
- geladen op de gemiddelde Belgische elektriciteitsmix;
- die om de vier dagen onderhoud krijgt door een **elektrische bestelwagen die een rondrit maakt van 45 km** (besproken, in 3.3.4);
- die de aanleg van wegen en fietspaden veronderstelt.

We hebben geen afzonderlijke gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor de elektrische privésteps, aangezien de componenten grotendeels overeenkomen met die bij de gedeelde elektrische steps, met uitzondering van de operationele dienstverlening. De veranderingen bij de gedeelde elektrische steps, uitgezonderd de operationele dienstverlening, kunnen bijgevolg ook gebruikt worden als een indicatie voor elektrische privésteps.

Enkele van de belangrijkste inzichten die we uit deze scenario's kunnen afleiden:

- De BKG-uitstoot per voertuigkilometer over de hele levenscyclus is zeer gevoelig aan veranderingen in de gemiddelde afstand die elektrische steps dagelijks afleggen. Dat is omdat de componenten 'voertuig' en 'operationele dienstverlening' veel sterker doorwegen dan het gebruik en dus sterk variëren per vkm. De voordelen van de elektrische step meer te gebruiken wegen dus op tegen de rechtstreekse impact van het hogere energieverbruik.
- Veranderingen in de gemiddelde levensduur van de elektrische step hebben een gelijkaardige, significante impact op de BKG-uitstoot. Met een langere levensduur stemt doorgaans een hogere totale kilometrage overeen en een lagere uitstoot per vkm.
- De impact van de component 'operationele dienstverlening' kan beperkt worden door de afstand voor de dienstverlening te verkorten en het aantal elektrische steps per dienstronde te verhogen. De beide verbeteringen minimaliseren de verhouding tussen de kilometers die het dienstvoertuig en de step afleggen en maken de dienstverplaatsingen bijgevolg efficiënter.

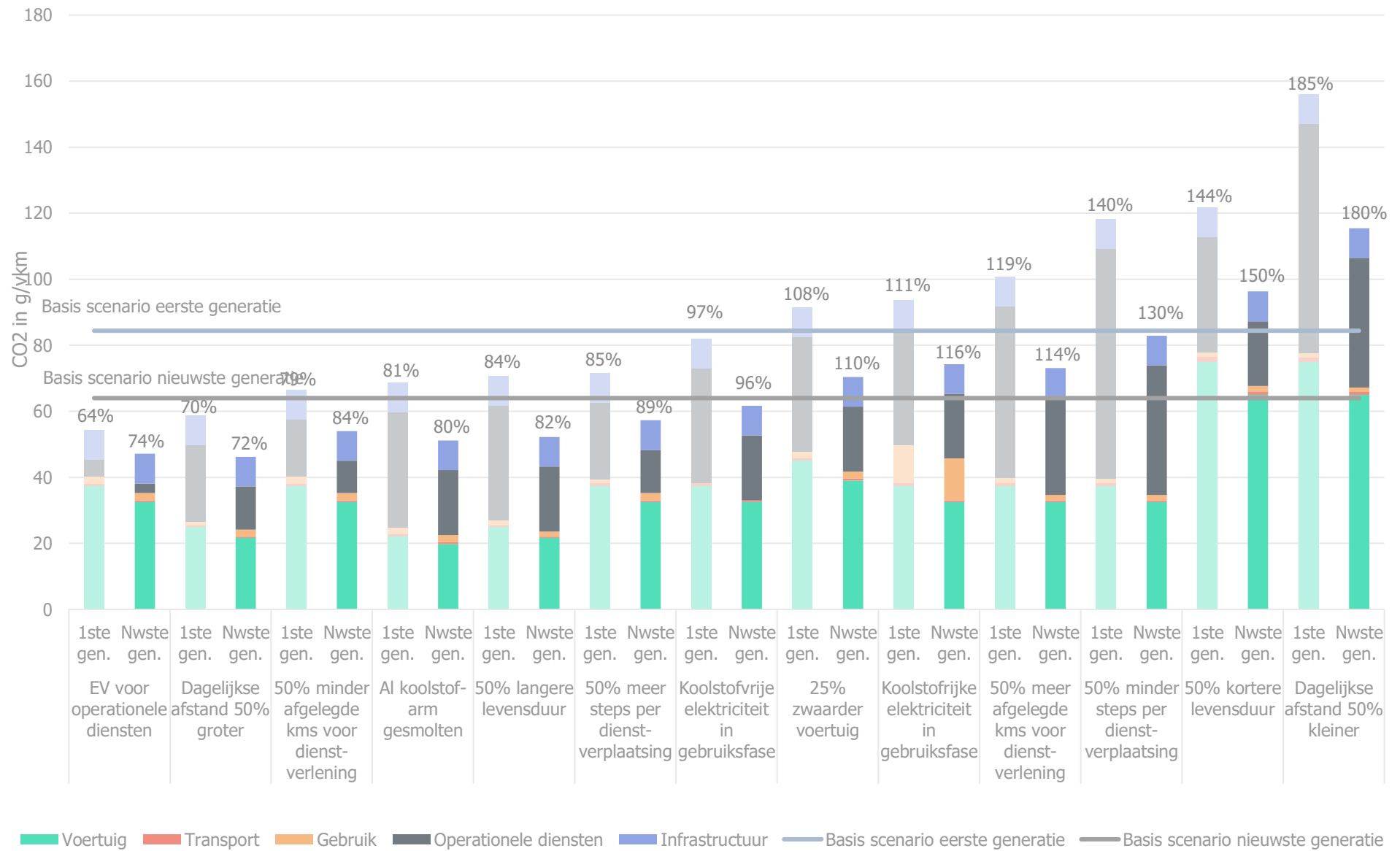
- Overschakelen naar elektrische dienstvoertuigen is nog een efficiënte manier om de BKG-uitstoot van de vereiste dienstverlening voor een operationele vloot van deelsteps te verlagen. Specifieke bakfietsen kunnen even efficiënt zijn op voorwaarde dat ze voldoende gebruikt worden om te compenseren voor de initiële uitstoot van hun productie en assemblage (Cazzola & Crist, 2020).
- Technologische vooruitgang, zoals koolstofarm smelten van aluminium kan een significante impact hebben op de BKG-uitstoot per vkm. Op die manier kan de overheersende bijdrage van de voertuigcomponent verminderd worden.
- Een toename van het gewicht van het voertuig heeft een negatieve impact vanwege het bijkomende materiaal dat vereist is. Omgekeerd kan een lichter voertuig tot een significante vermindering leiden van de uitstoot over de hele levenscyclus. Een lichter voertuig zou anderzijds ook minder duurzaam kunnen zijn dan een zwaarder, robuuster exemplaar, zeker bij de deelsteps. Gezien het belang van een lange levensduur, is het best denkbaar dat de hogere initiële uitstoot op de lange termijn loont.
- De infrastructuurcomponent is relatief klein en draagt maar beperkt bij tot de totale BKG-uitstoot, vooral omdat weinig bijkomende infrastructuur vereist is en bestaande infrastructuur lang meegaat.
- De bijdrage van de transportcomponent op de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus is verwaarloosbaar. De reden daarvoor is het efficiënte transport in grote hoeveelheden van China naar België over zee. Mocht een groter stuk van die reis met de vrachtwagen afgelegd worden, dan was de BKG-uitstoot per km groter. Toch blijft deze component, hoewel sterk afhankelijk van de verscheepte aantallen, alles bij elkaar relatief klein. Zeker de lage impact van het transport impliceert dat produceren van elektrische steps in Europa of zelfs in België niet meteen een grote impact zou hebben op de totale uitstoot door een lager transportuitstoot. We weten dat in Europa (batterij)productiecapaciteit voor elektrische voertuigen uitgebouwd wordt. Op termijn kunnen hier dus ook elektrische steps gebouwd worden. De strengere Europese regelgeving wat uitstoot betreft dan in China kan potentieel een significante reductie betekenen.
- Tot slot levert het gebruik van groene elektriciteit voor het opladen van de elektrische steps (in België) maar een klein voordeel op. De BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van het laden is tegenover de bijdrage van de andere componenten relatief klein, omdat de Belgische elektriciteitsmix in vergelijking met het wereldwijde gemiddelde al relatief koolstofarm is.

In een worstcasescenario, waarbij een elektrische step van de eerste generatie een 50% kortere levensduur heeft, 50% minder km per jaar rijdt en 25% zwaarder is, vinden we een uitstoot van 271 g CO<sub>2</sub>-equivalent per voertuig-km. Als we dat vergelijken met de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van een privéwagen met interne verbrandingsmotor van 162 g CO<sub>2</sub> eq per passagier-km zien we hoe vervuilend een minder gebruikte elektrische step eigenlijk is. Omgekeerd zakt, in het beste scenario van een elektrische step van de eerste generatie met koolstofarm gesmolten aluminium die een 50% langere levensduur kent en jaarlijks 50% meer kilometers rijdt, de BKG-uitstoot tot amper 14,8 g CO<sub>2</sub> eq/vkm. Die vaststellingen illustreren de gevoeligheid van de voertuigcomponent voor de levensduur en de kilometrage ervan.

Deze inzichten tonen welke hogere orde ontwerpverbeteringen constructeurs kunnen overwegen. Ze moeten ernaar streven om lichte en toch stevige, duurzame toestellen te maken, met minder koolstofintensieve productieprocessen. Tijdens onze gesprekken met aanbieders van deelsteps waren dat exact de ambities die ze vermeldden. Bovendien kunnen bijkomende gegevens over recurrent falende onderdelen de constructeurs helpen om actief die tekortkomingen weg te werken en toestellen robuuster te maken.

Aangezien een gevoeligheidsanalyse focust op de relatieve veranderingen zijn de resultaten van de nieuwste generatie zeer vergelijkbaar met die van de eerste generatie van gedeelde elektrische steps. Het grootste verschil schuilt in het feit dat het basisscenario nu een lagere BKG-uitstoot over de hele levenscyclus heeft van 64 g CO<sub>2</sub> eq/vkm, tegenover 84 g CO<sub>2</sub> eq/vkm. De aannames in het basisscenario zijn identiek, behalve voor de hogere levensduur van het voertuig (36 maanden) en het grotere aantal jaarlijks afgelegde kilometers (3 650 km), in vergelijking met respectievelijk 18 maanden en 2 900 km. Terwijl de relatieve veranderingen als gevolg van de wisselende parameters gelijkaardig zijn voor de beide generaties, zijn de absolute verschillen kleiner voor de nieuwste generatie. Die vaststelling bevestigt eens te meer dat levensduur en kilometrage de parameters zijn met de grootste impact.

Er zijn kleine verschillen met betrekking tot de impact van de scenario's. Koolstofvrije elektriciteit gebruiken reduceert voor de nieuwste generatie de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus met 4% terwijl het gebruik van koolstofrijke elektriciteit de uitstoot met 16% verhoogt, in vergelijking met respectievelijk 3% en 11% voor de eerste generatie. Het toegenomen belang van het gebruik van koolstofarme elektriciteit kan verklaard worden door het feit dat de voertuigcomponent veel kleiner is door de veronderstelling van een langere levensduur van het voertuig en een hoger kilometrage, waardoor de gebruikskomponent meer gewicht krijgt.



Figuur 40: Gevoeligheid van de BKG-uitstoot voor veranderingen in de parameters over de hele levenscyclus van de eerste en van de nieuwste generatie elektrische deelsteps.  
Bron: aangepaste cijfers van (Cazzola & Crist, 2020)

De tabel hieronder vat de cijfers samen over de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van deelsteps uit de wetenschappelijke artikels (peer-reviewed), samen met de belangrijkste bevindingen en aannames. Zoals we hieronder bespreken zien we daar de impact van de in tabel 40 onderzochte parameters in de praktijk.

Hollingsworth et al. (2019) kwamen tot een bijna identieke BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 125 g CO<sub>2</sub>/vkm als in het ITF rapport. In hun LCA draagt de operationele dienstverlening voor 43% bij tot het potentieel broeikas effect. Deze grotere bijdrage is te wijten aan een bovengemiddelde ophaalafstand en het gebruik van voertuigen met koolstofintensieve motorisatie voor de dienstverlening.

Kazmaier et al. (2020) vonden een BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 165 g CO<sub>2</sub>/vkm, 35% hoger dan het basisscenario van de eerste generatie in het ITF-rapport en dat door het zwaardere voertuig met een grotere batterij. Ze besloten dat elektrische steps momenteel niet bijdragen tot een milieuvriendelijke, schone mobiliteit, omdat ze meer CO<sub>2</sub>/vkm produceren dan de vervoersmodi die ze vervangen, een bevestiging van de eerdere bevindingen van (Hollingsworth et al., 2019), maar verschillend van de onze, zoals we in het volgende deel zullen zien. Vandaar de hypothese dat e-steps voordeliger kunnen worden als ze wijder verspreid zouden zijn en koolstofintensieve vervoersmodi vervangen. Kazmaier et al. stelden bovendien vast dat mensen die nog nooit een e-step gebruikt hebben ook niet geïnteresseerd zijn in e-steps als vervoermiddel. Er zal dus een vorm van aansporing nodig zijn om nieuwe gebruikers aan te trekken.

Severengiz et al. (2020) vonden een vergelijkbare BKG-uitstoot over de hele levenscyclus als die van Hollingsworth et al. (2019), alleen 17% lager, door kortere afstanden voor de dienstverlening. In hun best-case-scenario hebben elektrische steps een broeikas effect van 64 g CO<sub>2</sub> per passagier-km, in vergelijking met respectievelijk 8 g, 40 g en 58 g voor fietsen, e-bikes en de tram.

Moreau et al. (2020) kwamen uit op een BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 131 g CO<sub>2</sub>/vkm, wat meer is dan de gemiddelde BKG-uitstoot per passagier-km van 110 g CO<sub>2</sub>/pkm van de vervangen vervoersmodi. De auteurs concluderen dat gedeelde elektrische steps een groene mobiliteitsoplossing kunnen worden zodra ze een levensduur hebben van minstens 9,5 maand. Anderzijds hebben private elektrische steps een veel kleinere BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van slechts 67 g CO<sub>2</sub>/vkm, door het lichtere frame en het ontbreken van operationele dienstverlening voor het opladen.

De recentere papers van de Bortoli (2021) en Licata (2021) verkregen een veel lagere BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van respectievelijk 61 en 36 g CO<sub>2</sub>/vkm, vanwege de aanname en vaststelling van een langere levensduur en hogere totale kilometrage. Het is redelijk om ervan uit te gaan dat naarmate de technologie vordert, de levensduur van elektrische steps ook geleidelijk zal toenemen. Ook een dagelijkse kilometrage van 10-20 km is een redelijke aanname, zoals bevestigd wordt door een aanbieder van deelsteps (Licata, 2021). Toch werd over een tijdsspanne van 510 dagen in Brussel maar een dagelijks gemiddelde afstand genoteerd van 4,6 km, maar er zaten wel perioden in van lockdown. We moeten dus uitkijken met data die verkregen werden onder uitzonderlijke omstandigheden. Het optimistische scenario van Licata (2021), waarbij elke elektrische step dagelijks 50 km haalt resulteert in een veel kleiner broeikas effect maar gaat uit van een ietwat onrealistische veronderstelling. Toch kunnen deelsteps, naarmate ze populairder worden hogere kilometrages bereiken, waardoor hun BKG-uitstoot per voertuigkilometer verhoudingsgewijs zal dalen.

Globaal blijkt de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus in de wetenschappelijke literatuur significant hoger te liggen dan de uitstoot in het best-case-scenario die we bij de aanbieders van deelsteps noteren. De hogere schattingen voor de totale uitstoot over de hele levenscyclus in de wetenschappelijke literatuur zijn in de eerste plaats te wijten aan de kortere levensduur en kleinere kilometrage waar ze van uitgaan. In de levenscyclusanalyse uitgevoerd door EY (2020) werd de totale BKG-uitstoot van de derde generatie deelsteps van Voi geschat op 35 g CO<sub>2</sub>/vkm, uitgaande van een levensduur van 24 maanden, een intensiever gebruik, 100% hernieuwbare energie en het gebruik van bakfietsen voor het wisselen van de batterijen. Ook Dott vermeldt een best-case-scenario van 40 g CO<sub>2</sub>/vkm voor de in Lyon ingezette toestellen, gebaseerd op een levensduur van 36 maanden. Echter trekt Dott geen uitstoot af op basis van recycling, zoals EY deed. In de levenscyclusanalyse uitgevoerd door Dott (2022) wordt uitgegaan van een conservatiever gemiddelde van 100 g CO<sub>2</sub>/vkm dat ook meer in lijn is met de literatuur. Dat globale gemiddelde is ruim dubbel zo hoog als de uitstoot in het best-case-scenario, omdat de operationele vloot niet altijd volledig elektrisch is en de operationele dienstverlening en de vervoersafstanden in verschillende delen van de wereld uiteenlopen. Toch wil Dott de BKG-uitstoot voor het best-case-scenario nog laten dalen tot 20 g CO<sub>2</sub>/vkm tegen 2025 door de levensduur van de elektrische steps op te trekken tot 5 jaar, het verliespercentage te beperken tot 0,5% en de toestellen in Europa te assembleren om ook op de uitstoot van het transport te besparen. We konden deze cijfers echter niet vergelijken met de reële prestaties.

De belangrijkste resultaten van onze analyse – 84 g CO<sub>2</sub>/vkm en 64 g CO<sub>2</sub>/vkm respectievelijk voor de eerste en de nieuwste generatie deelsteps en 36 g CO<sub>2</sub>/vkm voor privésteps – liggen tussen de eerder conservatieve ramingen uit de literatuur en de optimistische best-case-scenario's van de aanbieders. Dat is een gevolg van onze veronderstellingen. De levensduur en de kilometrages die we hanteerden liggen ook tussen de conservatieve, vroege ramingen uit de literatuur en de optimistische, recentere inschattingen van de aanbieders.

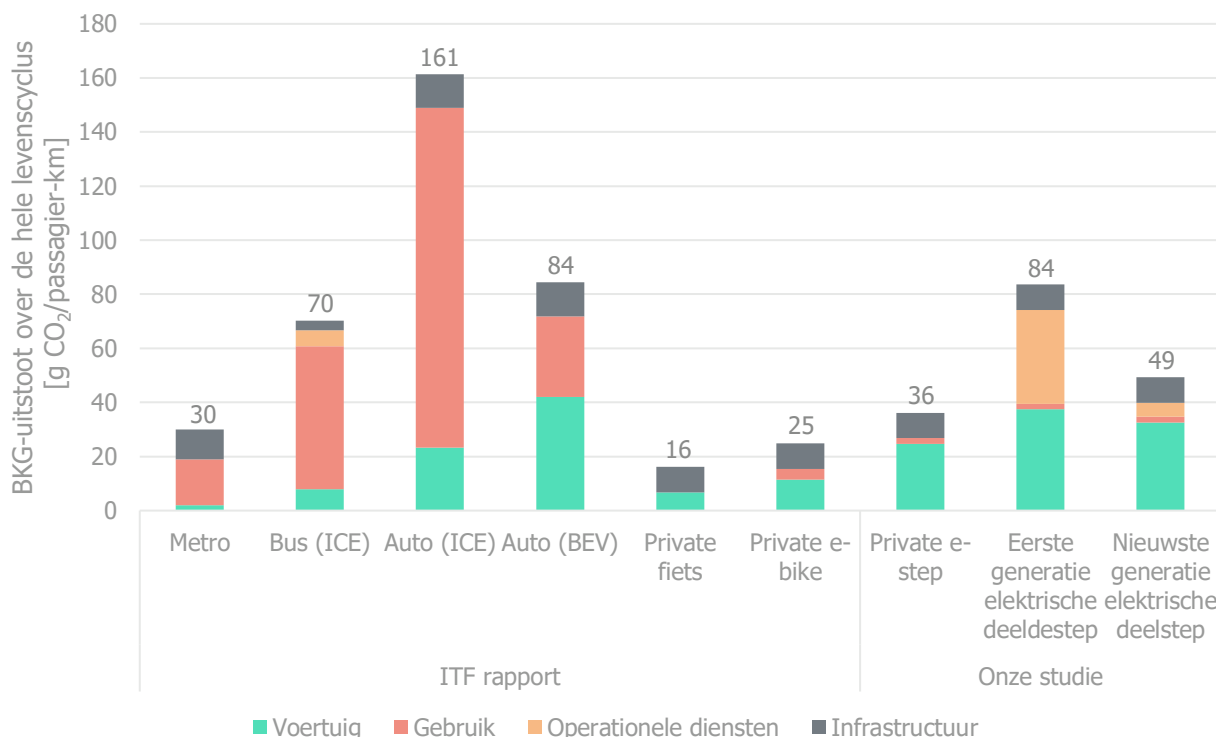
Tabel 11: BKG-uitstoot over de totale levenscyclus van gedeelde en privésteps, in de wetenschappelijke literatuur

Bron	Land	Privé / gedeeld	gCO <sub>2</sub> eq/vkm	Voertuig component	Opmerkingen / conclusies
(Hollingsworth et al., 2019)	VS	Gedeeld	125	50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dagelijks ophalen voor herladen en verdelen draagt bij voor 43%.</li> <li>Voornaamste verbeteringen: brandstofefficiëntie, alleen ophalen van lege e-steps en beperken van de ophaalafstanden.</li> </ul>
(Kazmaier et al., 2020)	Duitsland	Gedeeld	165	73%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uitgaande van een robuuste elektrische step met een grotere batterij; vooral impact van het aluminium frame en de productie van de batterij.</li> <li>Bestcasescenario = 46 g CO<sub>2</sub> eq/vkm uitgaande van een levensduur van 15 maanden.</li> <li>De voornaamste factoren in de LCA zijn levensduur, verwisselbare batterijen en elektriciteitsmix uit hernieuwbare bron.</li> </ul>
(Severengiz et al., 2020)	Duitsland (Berlijn)	Gedeeld	77	63%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levensduur van 2 jaar verondersteld.</li> <li>Levensduur van zes maanden levert 237 g CO<sub>2</sub>/vkm op.</li> <li>Bestcasescenario blijft erger dan fietsen, e-bikes en tram.</li> </ul>
(Moreau et al., 2020)	België (Brussel)	Gedeeld, privé	131 (gedeeld) 67 (privé)	73%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levensduur van 7,5 maand verondersteld.</li> <li>Levensduur van 9,5 maand nodig om 'groen' te worden</li> <li>Vanaf een levensduur van 3,4 jaar wordt de operationele dienstverlening dominant.</li> </ul>
(de Bortoli, 2021)	Frankrijk (Parijs)	Gedeeld, privé	61 (gedeeld) 42 (privé)	79%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levensduur van 24 maanden verondersteld.</li> <li>Dagelijkse kilometrage van 10 km.</li> </ul>
(Licata, 2021)	België	Gedeeld	36	47%	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levensduur van 24 maanden verondersteld.</li> <li>Dagelijkse kilometrage van 20 en 50 km leidt resp. tot 80 en 36 g CO<sub>2</sub>/vkm.</li> </ul>

### 3.4.2 Vergelijking met andere vervoersmodi

Om een beeld te krijgen van de milieu-impact van private e-steps en deel e-steps binnen het grotere geheel van de mobiliteit, vergelijken we in figuur 41 de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van andere vervoersmodi. Zoals in het vorige deel opgemerkt werd, is het transport voor de initiële levering verwaarloosbaar, waardoor we het niet bespreken. Merk op dat de uitstoot berekend wordt per passagier-km (pkm) aangezien een aantal vervoersmodi meer passagiers tegelijk kunnen vervoeren. De afkorting ICE staat voor 'interne verbrandingsmotor'. De onderstaande tabel toont de levensduur, de kilometrages en het gemiddelde aantal passagiers van elk van de vervoersmiddelen.

We moeten hierbij opmerken dat de berekeningen voor een EV gemaakt werden op basis van de data van Cazzola & Crist (2020) en aangepast aan het elektrische voertuigpark en aan de Belgische elektriciteitsmix, die in het algemeen minder koolstofintensief is dan die van landen als de VS.



Figuur 41: BKG-uitstoot van verschillende vervoersmodi per passagier-km over hun hele levenscyclus. Cijfers gebaseerd op (Cazzola & Crist, 2020) en onze eigen berekeningen

Tabel 12: Totale en jaarlijkse kilometrage en gemiddeld aantal passagiers van verschillende vervoersmodi. Cijfers gebaseerd op (Cazzola & Crist, 2020) en interviews met de aanbieders van gedeelde elektrische steps

	levensduur voertuig [jaar]	Jaarlijkse kilometrage [km/jaar]	Gemiddeld aantal passagiers
<b>Metro</b>	40	66 000	190
<b>Bus</b>	9	44 000	17
<b>Auto (elektrisch en fossiel)</b>	15	12 100	1,5
<b>Privéfiets</b>	6	2 400	1
<b>Elektrische privéfiets</b>	6	2 400	1
<b>Privé-elektrische step</b>	3	2 200	1
<b>Gedeelde scooter eerste generatie</b>	0,8	2 900	1
<b>Gedeelde scooter nieuwste generatie</b>	3	3 650	1

In (Moreau et al., 2020), analyseerden de auteurs een onderzoek van Brussel Mobiliteit over het gebruik van elektrische steps, om uit te maken welke verschuivingen in vervoersmodi hadden plaatsgevonden. Ze stelden daartoe de vraag "Welk vervoermiddel zou u vóór de intrede van de elektrische step gebruikt hebben voor hetzelfde type verplaatsing?" Gebruikers konden echter hun elektrische step gebruiken voor uiteenlopende verplaatsingen die mogelijk voorheen door verschillende andere vervoersmodi uitgevoerd zouden worden. Bij het analyseren van de resultaten moeten we dus voor ogen houden dat één enkele vraag niet de hele situatie kan captureren. De modale verdeling kan ook sterk afwijken van de ene locatie tot de andere, wat ons tot voorzichtigheid moet aanzetten bij het veralgemenen van de resultaten.

Ons mobiliteitsonderzoek leerde echter dat elektrische steps vooral een impact hebben op de autoritten, en niet op de verplaatsingen met fiets en openbaar vervoer. Die bevinding was niet specifiek voor één verplaatsing maar gebaseerd op de globale modale keuze, wat ze robuuster maakt in termen van bewuste modale keuze over langere tijd (d.w.z. indien ze verplaatsing specifiek bepaald wordt rijst de mogelijkheid op vertekening van de modale verdeling, aangezien een specifieke persoon nu mogelijk per uitzondering een verplaatsing met de auto maakt, wat niet wil zeggen dat die persoon voor dezelfde verplaatsing altijd de auto zou kiezen). Dat is belangrijk, aangezien e-steps globaal een hogere BKG-uitstoot hebben dan fietsen en wandelen, maar grotere voordelen hebben, in vergelijking met de schattingen van andere studies, wanneer vooral autoritten vermeden worden.

De resultaten uit de studie van Moreau et al. (2020) staan samengevat in Tabel 13, zowel voor de gedeelde als de private elektrische steps. 'Bijkomende verplaatsingen' verwijst naar de gebruikers die anders de verplaatsing niet hadden gemaakt. Uit de analyse blijkt dat mensen die een private elektrische step gebruiken dat vaker doen ter vervanging van een rit met de auto, terwijl de gebruikers van deelsteps anders vaker gestapt zouden hebben. Zoals de auteurs stellen kunnen die verschillen verklaard worden door het feit dat private gebruikers de neiging hebben om hun elektrische step te gebruiken in het woon-werkverkeer, terwijl de deelsteps soms gebruikt worden in de vrije tijd. Vanuit ecologisch oogpunt zou het ideaal zijn mochten elektrische steps vooral koolstofintensieve vervoersmodi vervangen zoals auto's en niet de milieuvriendelijke modi als het openbaar vervoer, fietsen en stappen. Zo'n trend is te zien in de VS, waar de modale verdeling heel anders oogt.

Tabel 13: Vervoersmodi en hun vervanging door gedeelde en private elektrische steps. Bron: (Moreau et al., 2020)

Vervangen transportmodus	Deelsteps	Private steps
Openbaar vervoer	29,2%	30,2%
Auto	26,7%	28,4%
Stappen	26,1%	21,1%
Fiets	14,2%	15,5%
Elektrische fiets	1,5%	1,6%
Bijkomende verplaatsingen	1,8%	1,5%
Andere	0,1%	1,1%
Motorfiets	0,4%	0,6%

Het gemiddeld modale aandeel dat vervangen wordt door het gebruik van gedeelde e-steps heeft een BKG-uitstoot van 60g CO<sub>2</sub>/pkm, wat 29% lager is dan de eerste generatie gedeelde elektrische steps en 22% hoger dan de nieuwste generatie (waar het effect potentieel nog groter kan zijn als rekening wordt gehouden met meer vermeden autoritten). De uitstoot van de gemiddelde modale verdeling is veel lager dan dat van de eerste generatie gedeelde elektrische steps, door het grote aandeel van stappen en fietsen die respectievelijk geen en een zeer lage uitstoot hebben. De nieuwste generatie deelsteps presteert beter dan de gemiddelde modale verdeling, als we uitgaan van een levensduur van minstens 36 maanden, een minimum van 10 km per dag en dienstverlening door elektrische bestelwagens of fietsen. Het is belangrijk om op te merken dat elektrische steps vervuilender blijven dan stappen en fietsen, maar een ecologisch alternatief vormen voor de auto.



## 4 Veiligheid en rijgedrag

Zoals we in de inleiding al aanhaalden is meer onderzoek nodig naar het rijgedrag van elektrische steps, fietsen en e-bikes en het ontstaan van conflicten in de gedeelde ruimte. Daartoe hebben we een gedrags- en conflictobservatieonderzoek opgezet.

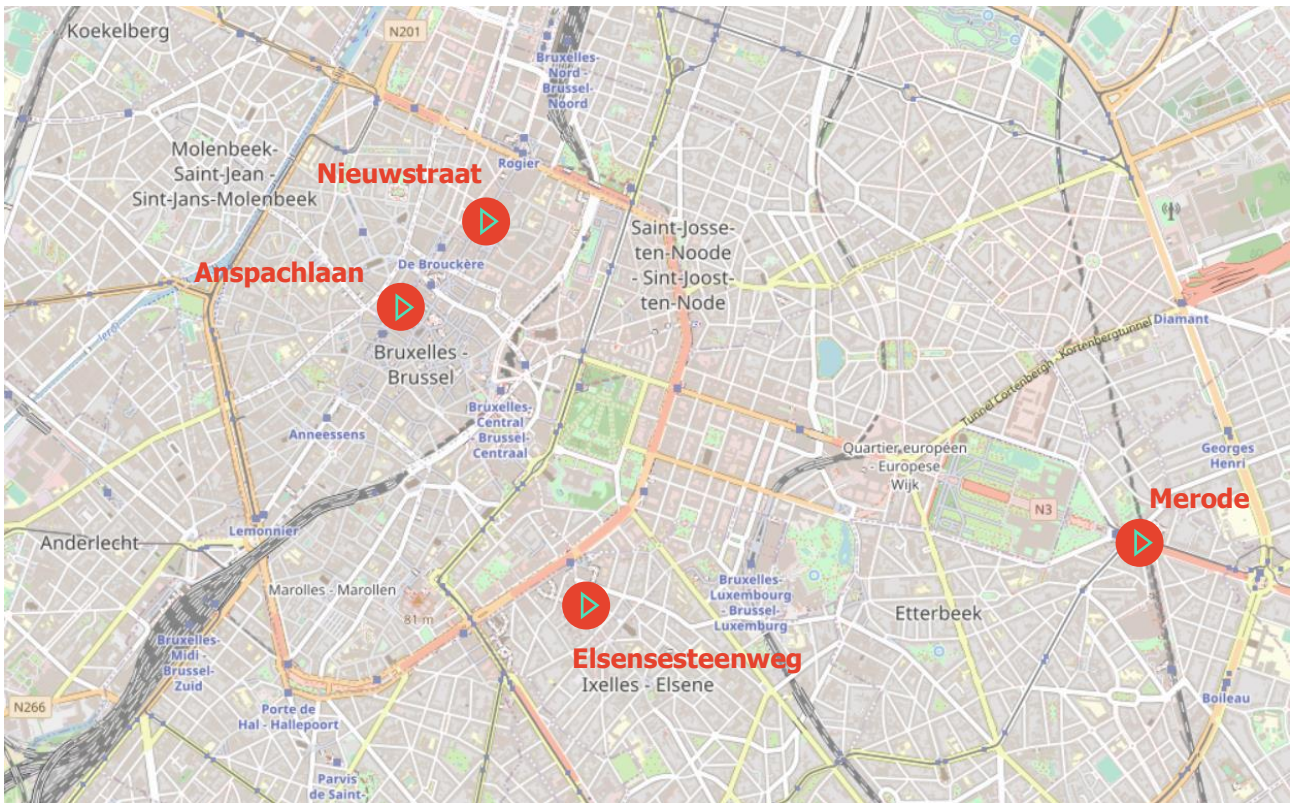
De bedoeling daarvan is niet louter om uit te maken wie schuldig is aan het conflict. De idee achter gedrags- en conflictobservatieonderzoek is om meer inzicht te verwerven in gedragingen en conflicten, om de veiligheidssituatie in de gedeelde ruimte actief te kunnen verbeteren. De resultaten zullen ook gebruikt worden om nauwkeurig na te gaan of de vooroordelen al dan niet gefundeerd zijn. Op basis van die observaties zullen aanbevelingen geformuleerd worden om de veiligheid van de weggebruikers in de gedeelde ruimten actief te verbeteren.

### 4.1 Methodiek

#### 4.1.1 Selectie van de locaties

Voor dit onderzoek werden vier locaties in Brussel geselecteerd, op basis van een bezoek en eerdere meldingen van druk stepverkeer. Omdat Brussel beschouwd kan worden als een pionier in e-stepgebruik, hebben we daar de focus gelegd. Andere redenen zijn het grote aantal gebruikers in de hoofdstad (bevestigd door onze vragenlijst), de vele gedeelde ruimten waar elektrische steps aanwezig zijn en de mogelijkheid om *best practices* uit Brussel in andere Belgische steden toe te passen.

De voor dit onderzoek geselecteerde locaties zijn verdeeld over voetgangerszones en gedeelde openbare ruimten, die niet als voetgangerszone gecategoriseerd staan, zoals hieronder te zien is:



Figuur 42: Locaties voor het gedrags- en conflictobservatieonderzoek (Bron: OpenStreetMap)



## 4.1.2 Dataverzameling

Voor de gedrags- en conflictobservaties werden videobeelden gemaakt met een tijdelijk camerasysteem. Die camera is een mobiel en autonoom systeem op een telescopische paal met een maximumhoogte van 6 meter en een lage resolutie, waardoor geen gezichten of nummerplaten herkenbaar zijn. In totaal werden op elke locatie 67 uur aan beeldmateriaal verzameld, parallel op de vier locaties op vooraf bepaalde uren en verschillende dagen in de week:

– woensdag 22 juni 2022	– 7.00 tot 20.00 u (13 uur)
– donderdag 23 juni 2022	– 7.00 tot 20.00 u (13 uur)
– vrijdag 24 juni 2022	– 7.00 tot 23.59 u (17 uur)
– zaterdag 25 juni 2022	– 0.00 tot 3.00 u (3 uur) – 9.00 tot 20.00 u (11 uur)
– zondag 26 juni 2022	– 10.00 tot 20.00 u (10 uur)





Voor het grote aantal ingezamelde videobeelden werden twee verschillende verwerkingsstrategieën gehanteerd. Enerzijds manueel coderen van 10 uur aan beeldmateriaal van elke locatie, verdeeld over verschillende tijdstippen en dagen, om het aantal elektrische steprijders te bepalen. Anderzijds werd geautomatiseerde software gebruikt (de gedrags- en conflictobservatiesoftware TrafXSAFE Plus van Transoft Solutions) om aan snelheden, aantal gebruikers en conflictinformatie te komen.

Om nauwkeurig de conflicten en gedragingen te bepalen werd een 3D-laserscan van elke locatie gemaakt en afgestemd op het camerabeeld (= kalibratie). De 3D-laserscan capteert alle werkelijke afmetingen op de locatie om vervormingen op de videobeelden tegen te gaan. Daartoe werden kalibratiepunten in het geel op de grond aangebracht (en achteraf weer verwijderd), om elke impact op gedragingen te vermijden. Zo werden verschillende punten op de beelden gematcht met dezelfde punten op de 3D-laserscan, waardoor afstanden, snelheid, versnelling, vertraging, enz. gemeten kunnen worden om conflictindicatoren te bepalen.



Terwijl gedragsobservatie meer inzicht geeft in hoe gebruikers van steps, fietsen en e-bikes de correcte gebruiksregels volgen in gedeelde ruimten in Brussel, focust conflictobservatie specifiek op conflicten tussen de verschillende weggebruikers in de gedeelde ruimte. Hieronder geven we een overzicht van de informatie die verkregen werd en ingevoerd in 'codeboeken, op basis van verschillende gegevensverwerking methoden.

- Gedragsobservatie (manueel invoeren van het aantal weggebruikers op een elektrische step):
  - Datum en tijdstip;
  - Onderzoekslocatie;
  - Type elektrische step (elektrische deelstep, privéscooter, niet-gemotoriseerd, onbekend);
  - Aantal mensen op dezelfde elektrische step (1 persoon, 2 personen, meer dan 2, onbekend).
- Gedragsobservatie (met TrafXSAFE software):
  - Datum en tijdstip;
  - Onderzoekslocatie;
  - Type weggebruiker (voetganger, fietser, elektrische step, andere gemotoriseerde voertuigen);
  - Mediane snelheid.
- Conflictbepaling (met TrafXSAFE software):
  - Type veiligheidsindicator (Time to collision 'TTC' of Post-Encroachment Time 'PET');
  - Waarde veiligheidsindicator (Tijd in seconden voor TTC of PET);
  - Totaal aantal gedetecteerde weggebruikers.
- Conflictobservatie (ernstige conflicten met TrafXSAFE software):
  - Datum en tijdstip;
  - Snelheidsbeperking (8 km/u in voetgangerszones en 25km/u erbuiten);
  - Type weggebruikers (voetganger, fietser, elektrische step);
  - Mediane snelheid en conflictsnelheid;
  - Type en waarde veiligheidsindicator (Time to collision 'TTC' of Post-Encroachment Time 'PET').



Uit die ruwe gecodeerde variabelen werd de volgende informatie gehaald over gedragingen en conflicten, om voor elk van de vier locaties een grondige analyse te maken:

Gedragsobservatie	Conflictobservatie
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Type weggebruikers en hun aandeel</li> <li>– Rijsnelheden</li> <li>– Naleven snelheidsbeperking, afhankelijk van de gedeelde ruimte (al dan niet voetgangerszone)</li> <li>– Aantal rijders op een elektrische step</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aantal geobserveerde interacties</li> <li>– Verhouding conflicten over het aantal weggebruikers en interacties</li> <li>– Type weggebruikers dat bij die conflicten betrokken raakt</li> <li>– Snelheidsovertredingen bij conflicten</li> </ul>

Zoals Martensen et al. (2021) stellen in een literatuuroverzicht, kennen conflictobservatiestudies een vrij lange traditie binnen verkeersveiligheidsonderzoek. Het toepassen daarvan op kwetsbare weggebruikers nam de voorbije jaren ook toe. Conflictobservatie is gebaseerd op interacties tussen weggebruikers. Een interactie kan beschreven worden als een situatie waarin twee weggebruikers in plaats en tijd dermate dicht bij elkaar aankomen dat ze met hun aanwezigheid elkaars gedrag beïnvloeden (De Ceunynck, 2017). Die interacties kunnen resulteren in een conflict, wanneer beide weggebruikers zeer dicht in contact komen. We gebruikten twee verschillende surrogate safety indicatoren voor de veiligheidsmeting, om de aanwezigheid en ernst van een conflict te bepalen. Die indicatoren, 'Time-to-Collision (TTC)' en 'Post-Encroachment Time (PET)', zijn afgeleid uit de snelheid van de weggebruikers en hun onderlinge afstand.

Time-to-Collision wordt gedefinieerd als de tijd die overblijft tot een ongeval tussen twee voertuigen zou plaatsvinden indien zij zich blijven voortbewegen op hun huidige koers en aan hun huidige snelheid (Hayward, 1972). De TTC wordt kleiner zolang twee weggebruikers op botskoers blijven en neemt toe wanneer ze hun koers bijstellen. De waarde stopt met bestaan als de weggebruikers, of een van hen, hun koers zo wijzigen dat ze niet langer tegen elkaar kunnen botsen. Het minimum voor deze waarde is omschreven als  $TTC_{min}$ .

Post-Encroachment Time wordt gedefinieerd als de tijd tussen het moment waarop de eerste weggebruiker het pad van de tweede weggebruiker verlaat, en waarop de tweede weggebruiker het pad van de eerste weggebruiker bereikt (Johnsson et al., 2018). Met deze PET zijn weggebruikers niet op botskoers, maar missen ze elkaar rakelings. De PET duidt in feite de mate aan waarin beide weggebruikers elkaar missen. Hoe kleiner de PET-waarde, hoe nipter beide weggebruikers elkaar missen. Voor deze indicator bestaat maar één waarde.

Gezien de vele uren beeldmateriaal en het grote aantal mogelijke interacties in de gedeelde publieke ruimten, was het niet haalbaar om het videomateriaal manueel te coderen om de indicatoren af te leiden. De oplossing kwam van de automatische beeldverwerkingssoftware 'Transoft Solutions TrafSAFE Plus', die claimt een goede en betrouwbare manier te bieden voor het analyseren van grote datasets. Bovendien kunnen, op basis van de software, gemakkelijk de verschillende typen weggebruikers op de locaties geïdentificeerd worden.

In feite organiseerden Martensen en collega's met deze software recent al een conflictobservatieonderzoek in voetgangerszones in België. Ze geven aan dat de nauwkeurigheid van de indeling van de weggebruikers door TrafSAFE en de gekozen conflictindicatoren weliswaar niet 100% correct is maar toch hoog genoeg om grote hoeveelheden beeldmateriaal te verwerken, wat anders een veeleisende en tijdrovende taak is. Ze besloten ook dat de TTC niet noodzakelijk de meest geschikte surrogate safety indicator is voor conflictobservatie bij kwetsbare weggebruikers.

Johnsson et al. (2018) ontdekten na een valideringsstudie dat de geldigheid van verschillende surrogate safety indicatoren moeilijk te vergelijken zijn en bespreken de validiteit voor kwetsbare weggebruikers. Ze benadrukken dat zorgvuldig overleg nodig is bij de keuze van een geschikte indicator. Aangezien geen specifieke surrogate safety indicatoren naar voren geschoven werden en elk indicator zijn beperkingen heeft zijn we voor dit onderzoek bij de conflictobservatie met de videoverwerkingssoftware bij de TTC en PET gebleven. Bovendien bestaat het risico op gemiste conflicten bij de manuele verwerking net zo goed.

Om het terecht over een interactie te hebben namen we een maximale TTC of PET van 4,5 seconden, conform de methodiek van (Martensen et al., 2021). Grotere waarden werden uitgesloten aangezien bij die hoge waarden weinig invloed op de koers van weggebruikers verwacht wordt. Om een conflict als 'ernstig' te categoriseren worden in conflictobservatieonderzoek vaak drempels van  $TTC_{min} < 1,5$  s en  $PET < 1,0$  s gebruikt (Brown, 1994; Pulvirenti et al., 2021; Van der Horst, 1990). Bijgevolg hebben we ook voor dit onderzoek die drempels geselecteerd.

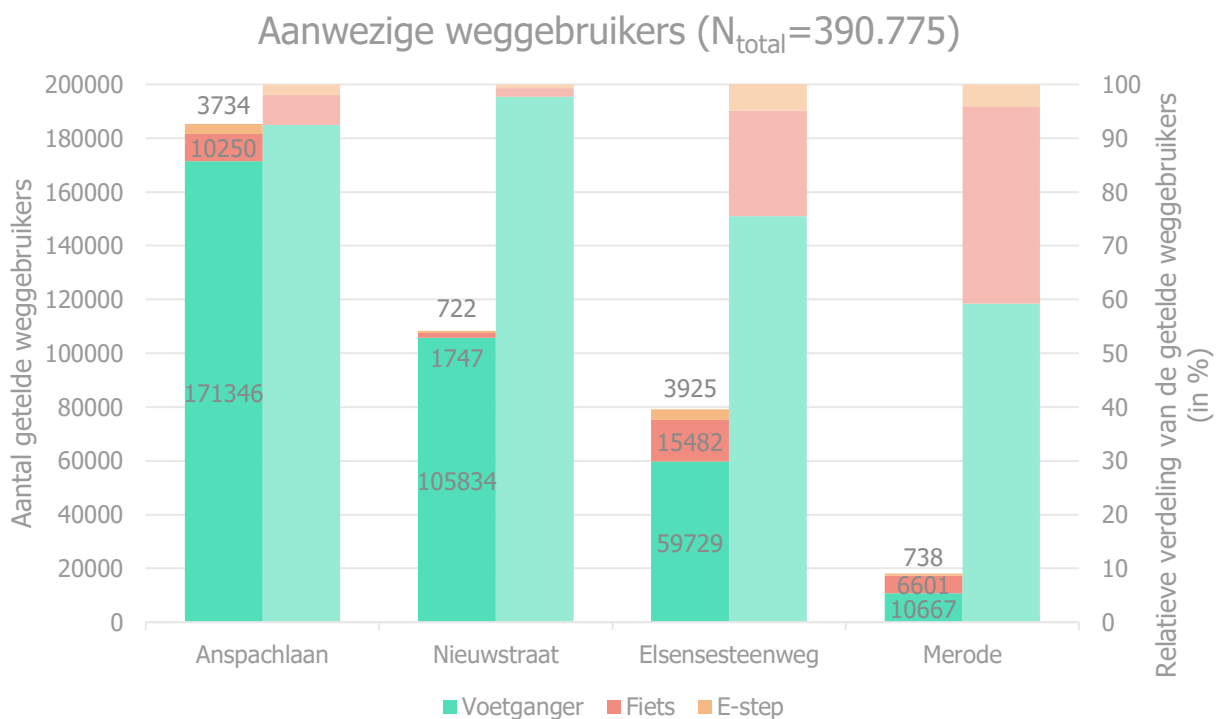
## 4.2 Gedragsanalyses

### 4.2.1 Het aantal kwetsbare weggebruikers

Tijdens de gedragsobservatie werd een groot aantal kwetsbare weggebruikers geteld in de gedeelde ruimten. Toch zagen we verschillen tussen de vier locaties, zoals blijkt uit figuur 43.

Op de vier locaties stelden we een groot aandeel voetgangers vast. De tellingen van voetgangers kunnen feitelijk gezien worden als de exacte determinant voor het categoriseren van de vier gedeelde ruimten. Aan de Anspachlaan en de Nieuwstraat was het aandeel van de voetgangers bij de kwetsbare weggebruikers het hoogste (tussen 92,5 en 97,7%). Anderzijds waren er nog steeds veel, maar minder voetgangers aanwezig aan Merode en de Elsensesteenweg (tussen 59,2 en 75,5%). Daardoor zien we over het algemeen een tweedeling tussen de twee voetgangerszones met een groot aandeel voetgangers (Anspachlaan en Nieuwstraat) en de overige twee gedeelde ruimten (Elsensesteenweg en Merode).

Het aandeel van de fietsgebruikers binnen de getelde weggebruikers is op een na het hoogste: van 19,6 en 36,7% in de gewone gedeelde ruimten en van 1,6 en 5,5% in de voetgangerszones. Het aandeel e-stepgebruikers is in de vier zones het laagste, gaande van 4,1 tot 5% in de gewone gedeelde ruimten en van 0,7 tot 2% in de voetgangerszones. In absolute cijfers zijn er op de Elsensesteenweg meer fietsers en e-stepgebruikers dan de andere locaties. Ook aan de Anspachlaan (voetgangerszone) telden we veel fietsers en e-stepgebruikers. Merode en de Nieuwstraat krijgen er minder. Een volledig overzicht van alle geobserveerde weggebruikers vindt men hieronder. We hielden alleen rekening met de kwetsbare weggebruikers. Gemotoriseerde voertuigen werden buiten beschouwing gelaten.

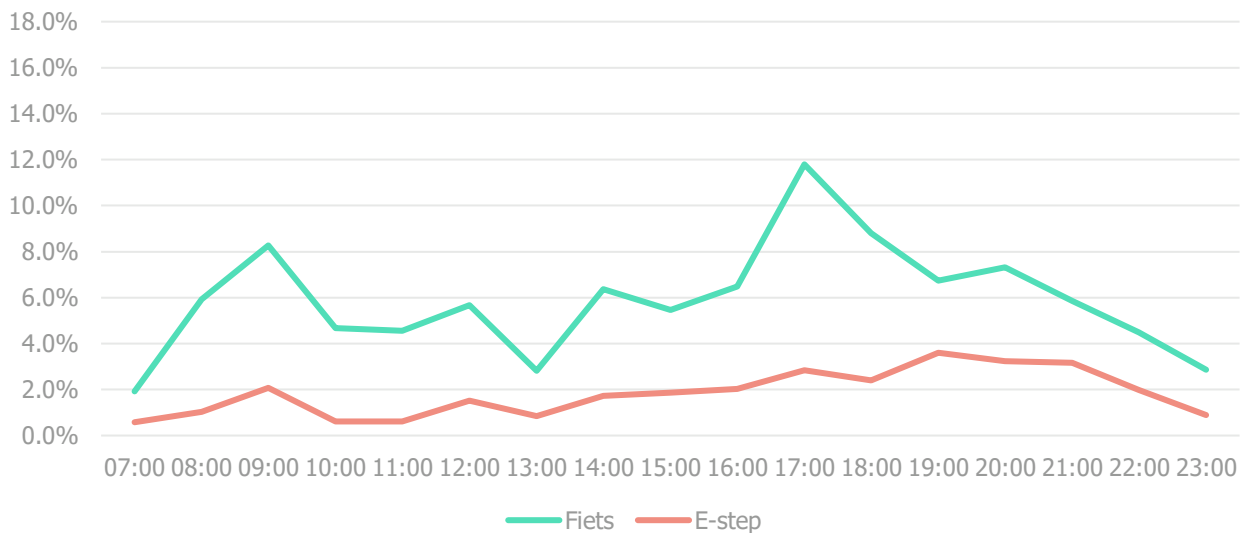


Figuur 43: Aantal en aandeel van de waargenomen kwetsbare weggebruikers op de vier testlocaties

De uurverdeling van de aanwezigheid van fietsers en e-stepgebruikers is te zien in figuren 44 en 45. Gezien de kortere observatieperiode op gewone weekdays, van 7.00 tot 20.00 uur, werd hier voor de vrijdag gekozen. Op vrijdag 24 juni filmde de camera van 7.00 uur tot middernacht.

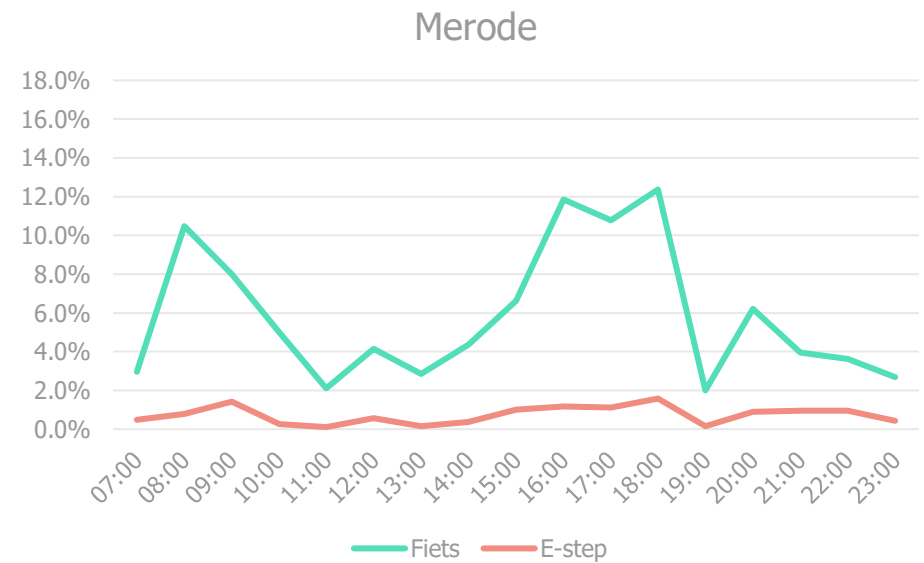
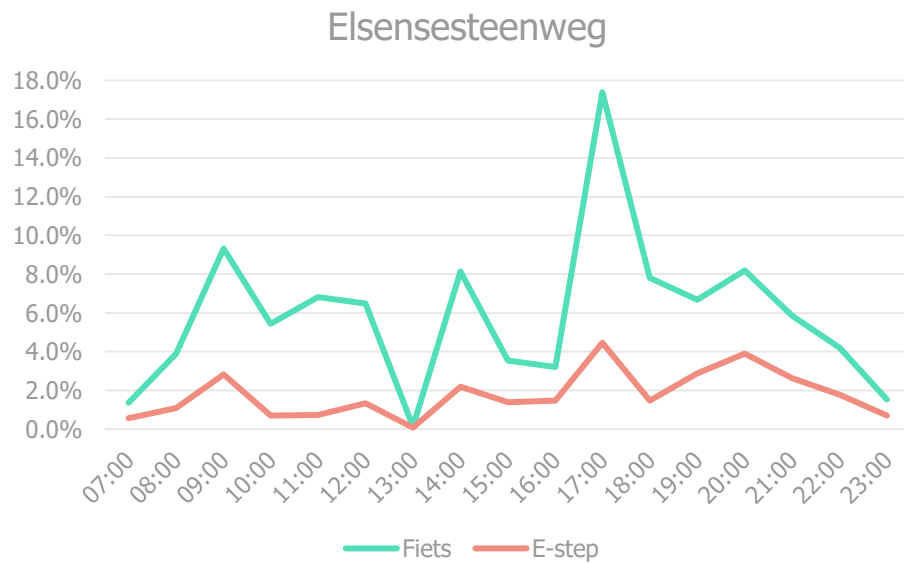
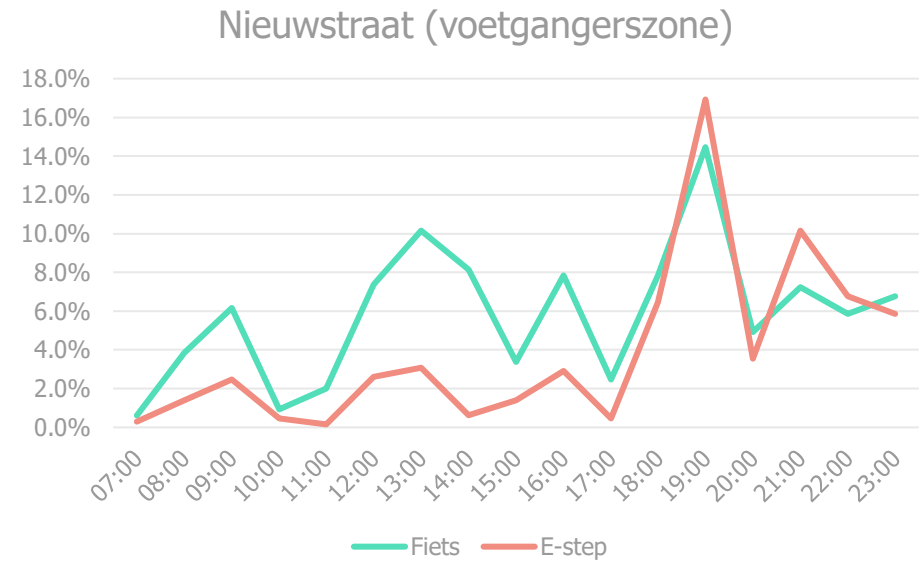
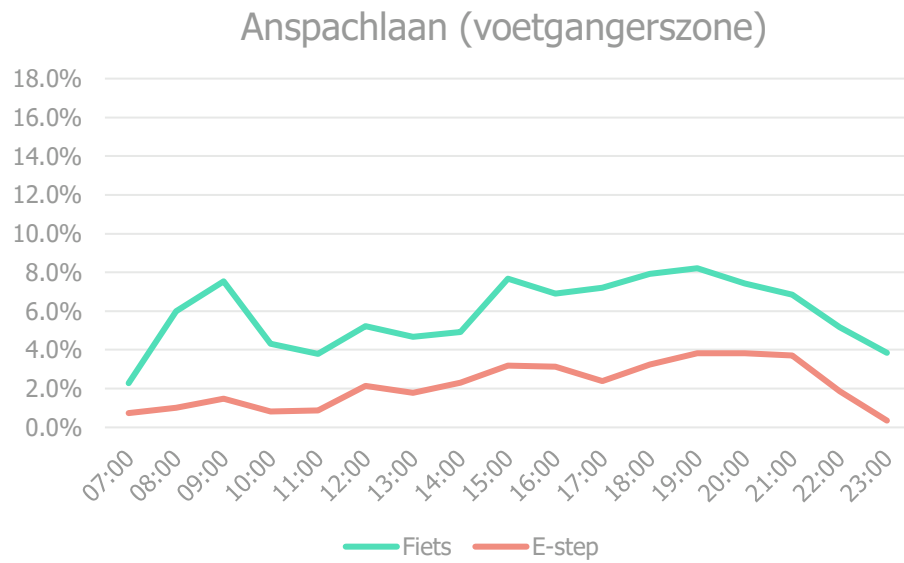
Doorgaans zagen we op de piekuren, 's morgens tussen 8.00 en 10.00 uur en 's avonds tussen 17.00 en 19.00, hogere aantallen fiets en e-stepgebruikers. Maar de gebruikersaantallen beginnen al om 2 uur 's middags te stijgen. We zien ook verschillen tussen de vier locaties, zoals blijkt uit de onderstaande figuren.

## Verdeling van fietsers en elektrische stepgebruikers doorheen de dag



Figuur 44: Verdeling van fietsers en elektrische stepgebruikers tijdens de dag, voor de vier testlocaties samen

Terwijl voor alle vier de locaties een piek in het aantal fiets- en e-stepgebruikers te zien is tussen 8.00 en 10.00 uur, wijken de patronen 's avonds af. In de gewone gedeelde ruimten is een piek van fietsers en elektrische stepgebruikers te zien tussen 17.00 en 19.00 uur. In de voetgangerszones vallen die pieken later op de avond, tussen 18.00 en 20.00 uur en zelfs nog wat later ook. Het is mogelijk dat die verschuiving verband houdt met de hoge aanwezigheid van voetgangers in die voetgangerszones tijdens de piekuren, die fietsers en e-stepgebruikers doet besluiten om die locaties te vermijden tijdens de drukste momenten wat aanwezigheid van voetgangers betreft (vooral in de Nieuwstraat). Het is echter ook mogelijk dat die verdeling niet helemaal representatief is voor normale weekdays, aangezien voor het berekenen van deze verdeling een vrijdag gebruikt werd.



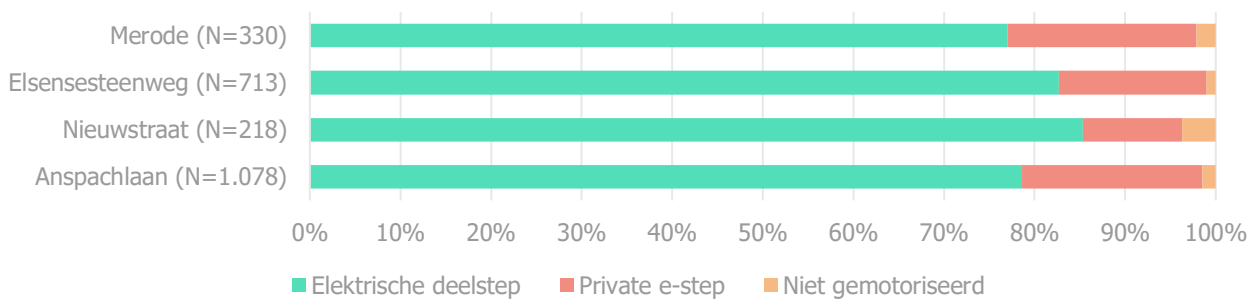
Figuur 45: Verdeling van de fietsers en e-stepgebruikers over de hele dag, op de vier testlocaties



Vervolgens keken we wat aandachtiger naar de e-stepgebruikers. Hier gingen we op zoek naar de verhouding tussen de gedeelde en de private gemotoriseerde steps en naar het aandeel van de niet-gemotoriseerde steps. Hiervoor namen we een steekproef van 10 uur videobeelden op elke locatie, verspreid over verschillende tijdstippen en dagen van de week om een representatieve verdeling te krijgen over de observatieperiode.

Ook moest het aandeel van de deelsteps op de vier testlocaties bepaald worden. Dat is gebeurd op basis van de manuele observaties van de camerabeelden, waarbij elektrische steps als deelstep beoordeeld werden op basis van de kleurrijke opties en de geometrie. Figuur 46 toont dat het merendeel van de 2 339 waargenomen e-stepgebruikers een gedeelde elektrische step gebruikten (d.w.z. tussen 77 en 85,3%), gevolgd door de privésteps (11 tot 20,9%). Het aantal gewone, ongemotoriseerde steps was marginaal. Dat lijkt in tegenspraak te zijn met de bevindingen van de vragenlijst, waarin we voor de elektrische privésteps een groter aandeel vaststelden. Gezien de specifieke aard van deze observatiesetting (d.w.z. drukke gedeelde ruimten in stedelijke omgevingen met beschikbare elektrische steps), en afwezigheid van suburbane en rurale context, was een hoger aandeel van de gedeelde toestellen echter verwacht, terwijl in minder dichte/stedelijke omgevingen een hoger aandeel aan elektrische privésteps verwacht kan worden.

### Type elektrische steps op de testlocaties



Figuur 46: Het aandeel van de elektrische steps, gedeeld en privé, op elke testlocatie

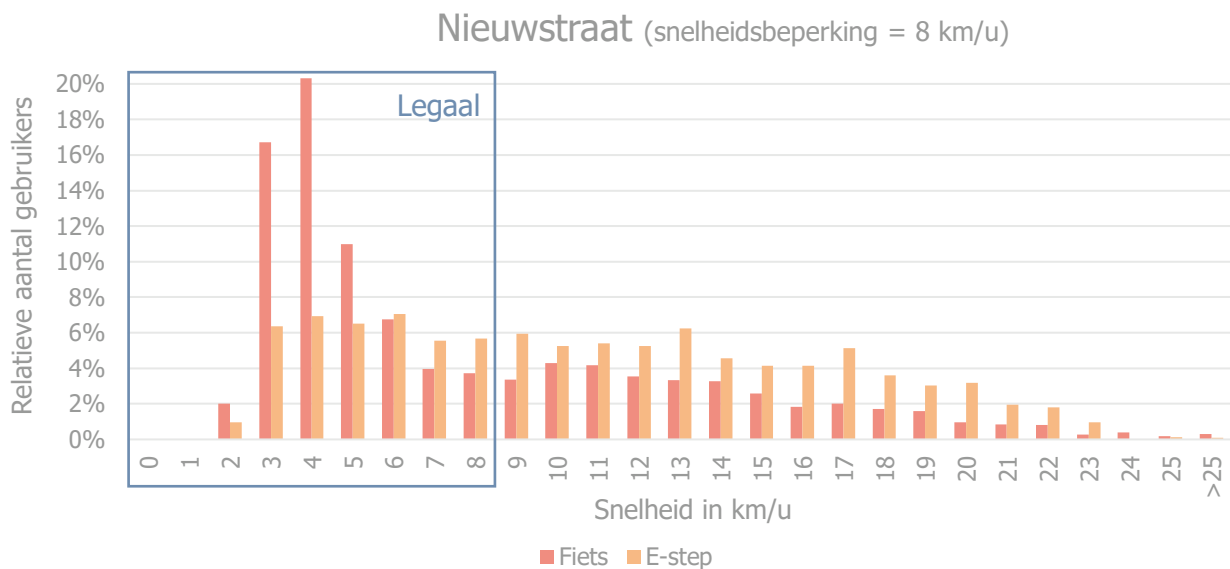
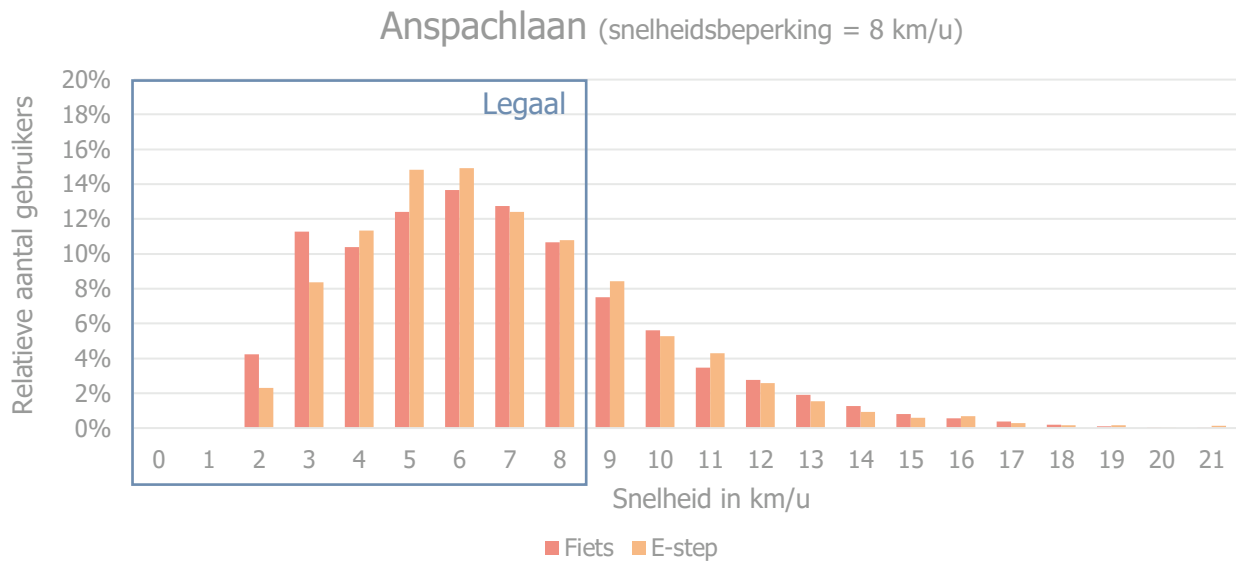
## 4.2.2 Rijnsnelheden en snelheidsovertredingen

Een groot deel van de gedragsobservatie is gefocust op (overdreven) snelheid. Dat is om een beter inzicht te krijgen, niet alleen in de rijnsnelheden en snelheidsovertredingen door de snelheidsbeperking tot 25 km/u, maar ook en belangrijker het naleven van de maximumsnelheid in voetgangerszones waar lage snelheden gelden (stapvoets) of wenselijk zijn, naargelang de omstandigheden (bv. op zeer drukke momenten de snelheid aanpassen). Om een nauwkeurig beeld te krijgen van die gereden snelheden en snelheidsovertredingen worden de verschillende locaties afzonderlijk bekeken.

In de voetgangerszones van de Anspachlaan en de Nieuwstraat namen we een snelheidsbeperking van 8 km/u, zowel voor fietsers als e-stepgebruikers, als gevolg van een grotere afwijkingen op de snelheidsbepaling bij zeer lage snelheden. Er werd dus een kleine marge genomen op de 'stapvoets' snelheid (d.w.z. rond 5-6 km/u) om rekening te houden met kleine onnauwkeurigheden in de snelheidsbepaling op basis van het beeldmateriaal van de camera en als gevolg van de moeilijkheid om te interpreteren welke snelheid te categoriseren valt als stapvoets. De resultaten zijn te zien in figuur 47.

We merken op dat voor de Anspachlaan de gereden snelheden van fietsers en e-stepgebruikers ruwweg dezelfde zijn en de meeste gebruikers zich houden aan de snelheidsbeperking. Nogal wat gebruikers legden die snelheidsbeperking echter naast zich neer en reden tot 21 km/u.

Voor de Nieuwstraat zien we echter een andere verdeling. Terwijl nogal wat fietsers zich hielden aan de wettelijke beperking tot stapvoets rijden leken de e-stepgebruikers minder vaak die snelheidsbeperking na te leven, waardoor we een gelijkmatigere spreiding krijgen over alle snelheden tot 20 km/u. Fietsers hebben ook wel eens de neiging om de snelheidsbeperking te negeren, maar in mindere mate. Hier zijn de verschillen tussen e-stepgebruikers en fietsers meer uitgesproken dan in de Anspachlaan, hoewel het in beide gevallen om voetgangerszones gaat.



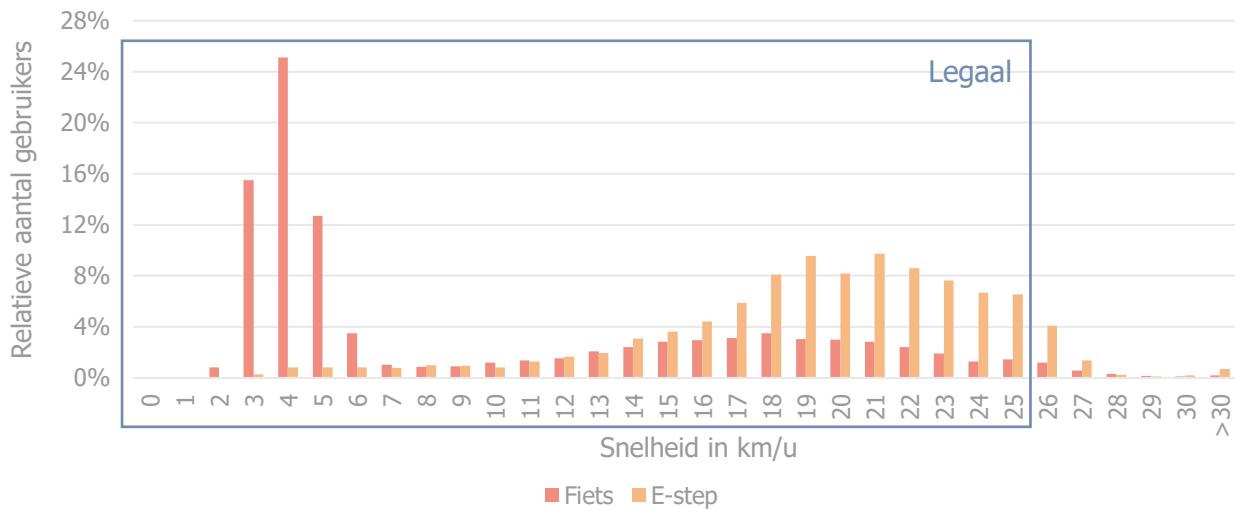
Figuur 47: Gereden snelheden van fietsers en e-stepgebruikers in de voetgangerszones Anspachlaan en Nieuwstraat

In de andere gedeelde ruimten geldt een maximumsnelheid van 25 km/u. Aangezien e-steps en e-bikes wettelijk begrensd moeten zijn op 25 km/u, en sneller dan 25 km/u rijden met een traditionele fiets fysiek nogal uitdagend is, verwachten we dat de snelheidsbeperking van 25 km/u minder overschreden zal worden dan in de voetgangerszones. Hier werd geen rekening gehouden met afwijkingen in de snelheidsbepaling omdat de software bij hogere snelheden correcter werkt. De resultaten zijn te zien in figuur 48.

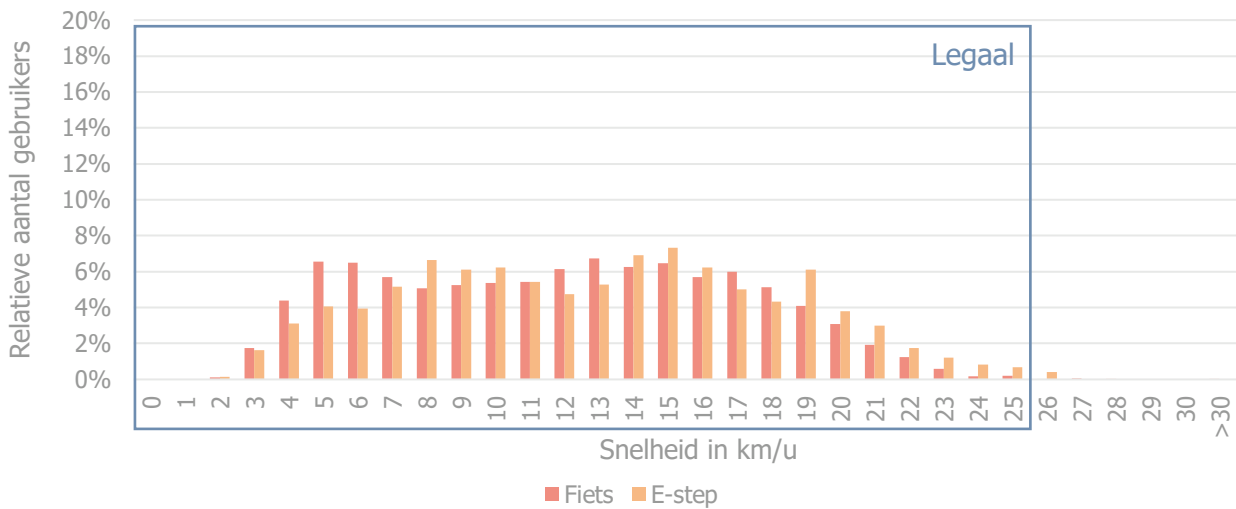
Die toont inderdaad dat de wettelijke snelheidsbeperking niet vaak overschreden wordt. Hoewel bij sommige gebruikers een hogere snelheid dan 25 km/u geregistreerd werd, geven we toe dat het om een minderheid gaat, die zelfs binnen de wettelijke marges van de mogelijke camera-afwijkingen valt. Slechts in enkele gevallen vonden we hogere snelheden dan 28 km/u, bij illegaal opgevoerde steps of sportieve fietsers.

Terwijl de rijnsnelheden van fietsers en e-stepgebruikers aan Merode min of meer gelijk zijn, zien we aan de Elsensesteenweg een opvallender verschil tussen fietsers en e-stepgebruikers. E-step-gebruikers lijken er vaker voor te kiezen om tegen de maximumsnelheid van hun toestel aan te rijden terwijl fietsers geneigd zijn trager te rijden en een gelijkmatigere verdeling vertonen over alle snelheden. E-step gebruikers lijken voor die hogere snelheden te kiezen, omdat het 'gemakkelijk' kan, d.w.z. met minder fysieke inspanning dan bij het fietsen. Dat een elektrische step een snelheid haalt van 25 km/u wil immers niet zeggen dat hij de hele tijd tegen die snelheid gebruikt moet worden. E-stepgebruikers hebben minder de neiging om hun snelheid aan te passen aan de omstandigheden.

### Elsensesteenweg (snelheidsbeperking = 25km/u)



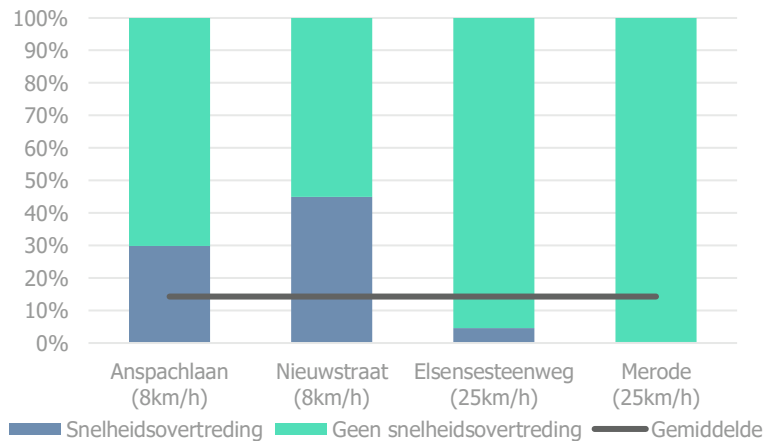
### Merode (snelheidsbeperking = 25km/h)



Figuur 48: Gereden snelheden van fietsers en e-stepgebruikers in de gedeelde ruimten Elsensesteenweg en Merode

Als we de snelheidsbeperkingen strikt toepassen zien we dat gemiddeld 14,3% van de weggebruikers op het moment van de cameraopnamen te snel rijdt. Er zijn evenwel grote verschillen tussen de voetgangerszones en de gewone gedeelde ruimten, zoals we zien in figuur 49. In de voetgangerszones van Anspach en Nieuwstraat reden respectievelijk 29,8 en 45% van de fietsers en de e-stepgebruikers te snel. In de gedeelde ruimten Merode en Elsensesteenweg waren dat er maar 0,3 en 4,6%. Dit toont dan ook het belang dat de interpretatie van het aspect te snel rijden, afhankelijk is van de locatie.

### Snelheidsovertredingen



Figuur 49: Snelheidsovertredingen per gedeelde ruimte voor alle gebruikers

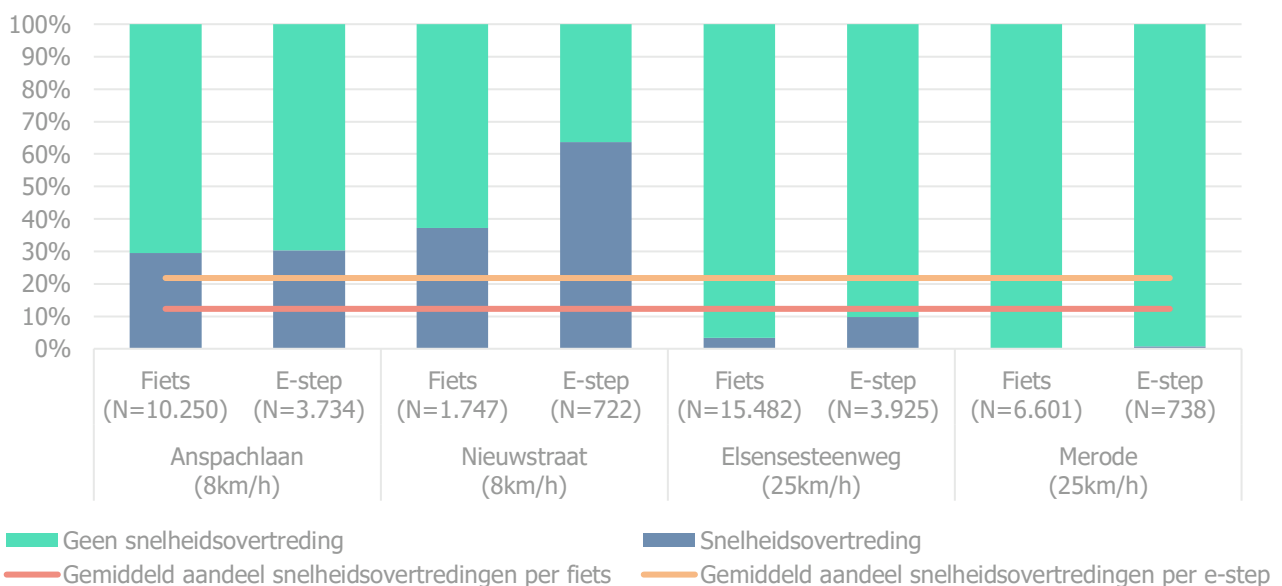
Om een verder onderscheid te maken in de mogelijke verschillen in snelheid geven we in figuur 50 de verdeling van de snelheidsovertredingen over de verschillende locaties en de weggebruikers.

De gegevens over snelheidsovertredingen bewijzen dat e-stepgebruikers vaker de snelheidsbeperking negeren dan fietsers. Dat is zeker zo in de voetgangerszone van de Nieuwstraat waar 63,6% van de e-stepgebruikers een snelheidsovertreding begaat, in vergelijking met 37,3% van de fietsers (significant op het betrouwbaarheidsinterval 5%). Aan de Anspachlaan zagen we geen significante verschillen tussen fietsers en e-stepgebruikers.

Ook aan de Elsensesteenweg konden we een statistisch significant verschil vaststellen in de snelheidsovertredingen, waarbij de e-stepgebruikers de snelheidsbeperking van 25 km/u vaker negeerden dan de fietsers (d.w.z. 9,8 tegenover 3,3%). Het is mogelijk dat het relatief hoge cijfer, gezien het feit dat e-steps wettelijk begrensd moeten zijn op 25 km/u, te wijten is aan inconsistentie van de camera. Het blijft echter opvallend dat we dit bij de fietsers niet zien. Bij Merode was geen verschil zichtbaar.

Omdat het verschil in snelheidsovertredingen tussen fietsers en e-stepgebruikers vooral op één locatie vastgesteld wordt, namelijk de Nieuwstraat, hebben we die resultaten omzichtig geïnterpreteerd en kunnen we ze niet veralgemenen. Aangezien de verdeling van de gereden snelheden echter al liet zien dat e-stepgebruikers vaker te snel rijden of hun snelheid niet afstemmen aan de omstandigheden, beweren we toch dat e-stepgebruikers zich moeilijker aan de toegelaten snelheid kunnen houden dan fietsers.

### Verdeling snelheidsovertredingen over fietsen en e-steps

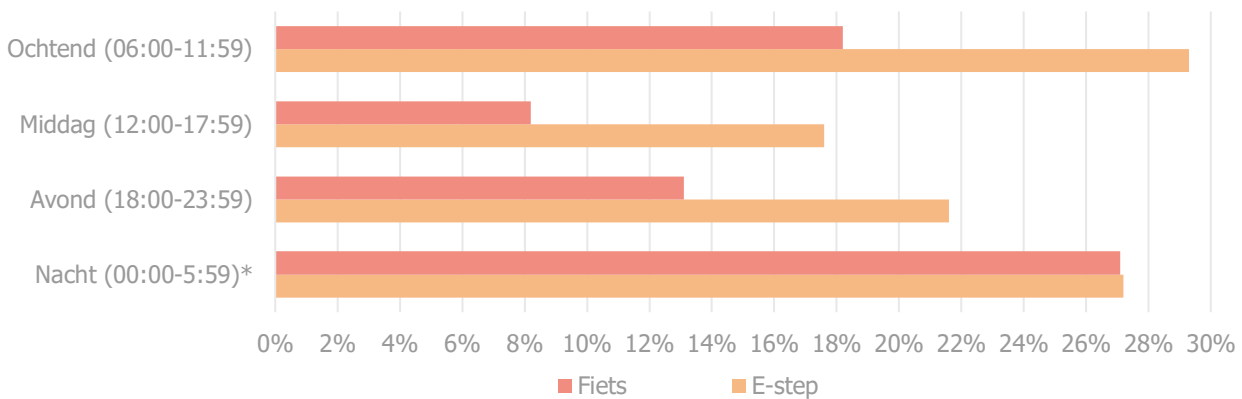


Figuur 50: Verdeling van de snelheidsovertredingen per type weggebruiker en testlocatie

De verdeling van de snelheidsovertredingen in de tijd laat geen enkel weekdag effect zien. Wat we wel zien is een effect van het tijdstip op de dag. Uit de gegevens uit figuur 51 blijkt dat de meeste snelheidsovertredingen 's nachts en 's ochtends plaatsvinden. Over de middag en 's avonds stellen we minder overtredingen vast. Dat kan verklaard worden door de rustigere momenten 's nachts en in de vroege ochtend (het aantal inbreuken lag hoger in de vroege ochtend, tussen 6.00 en 7.59 uur dan later tussen 8.00 en 11.59 uur.). Op die momenten is er doorgaans minder verkeer, en lijkt het absurd om je te houden aan de beperking tot stapvoets rijden als er verder amper voetgangers aanwezig zijn. Verhoudingsgewijs verschilde het aantal elektrische steps op die momenten niet van het aantal fietsers.

Verder namen we 's nachts geen verschil waar tussen e-stepgebruikers en fietsers, terwijl op de andere momenten sprake was van een statistisch significant verschil, hetgeen de hogere aantallen inbreuken illustreert bij de e-stepgebruikers.

## Snelheidsovertredingen naargelang tijdstip van de dag



\* Slechts 1 in nachtconditie gemeten, van vrijdag op zaterdag

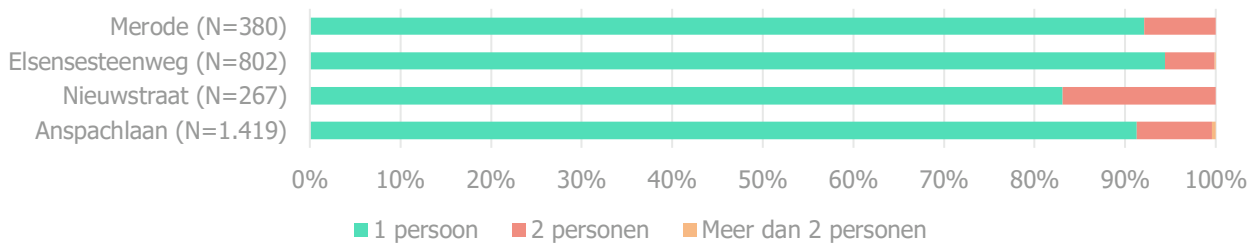
Figuur 51: Snelheidsovertredingen per tijdstip van de dag per weggebruiker

### 4.2.3 Rijden met een passagier

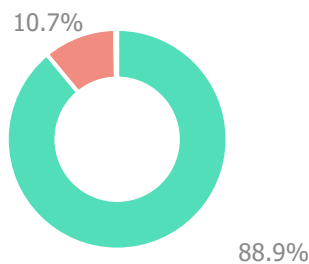
Bij de gedragsobservatie werd tot slot ook een specifieke focus gelegd op het rijden met een passagier<sup>7</sup>. Dat gedrag werd alleen bij de e-stepgebruikers beoordeeld, door een steekproef van 10 uur videobeelden per locatie manueel te coderen. We kozen voor beeldmateriaal van verschillende tijdstippen en dagen, om een representatieve spreiding te krijgen over de observatieperiode. De resultaten zijn te zien in figuur 52.

In gemiddeld 8,5% van de gevallen reed een passagier mee, met zekere verschillen tussen de locaties. Heel af en toe vervoerde eenzelfde step meer dan 2 mensen. Rijden met een passagier op de elektrische step verschilde statistisch significant naargelang het om pivé of deelsteps ging. Een passagier meenemen gebeurt bijna uitsluitend met elektrische deelsteps en is min of meer afwezig bij de bezitters van een eigen elektrische step.

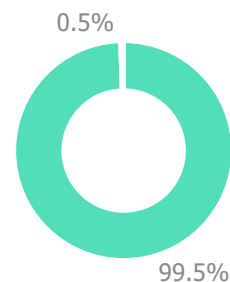
## Aantal personen op een e-step per testlocatie



### Elektrische deelstep (N=1871)



### Private e-step (N=424)



Figuur 52: Het aandeel aan stepgebruikers dat met een passagier reed per locatie en per type step voor alle locaties

<sup>7</sup> Op het moment van de meting was rijden met een passagier nog wettelijk toegestaan. Sinds 1 juli 2022 laat de Belgische regering dit niet meer toe.





Figuur 53: Gebruik van een elektrische deelstep met een passagier hand in hand met een voetganger



Figuur 54: Gebruik van een gedeelde elektrische step met 2 passagiers (drie gebruikers op één e-step)

## 4.3 Conflictanalyses

### 4.3.1 Overzicht van de interacties en conflicten

Voor de conflictobservatie keken we opnieuw naar de vier verschillende sites. We geven om te beginnen in tabel 14 een overzicht van het totale aantal waargenomen weggebruikers, interacties en conflicten met de volgende kenmerken:

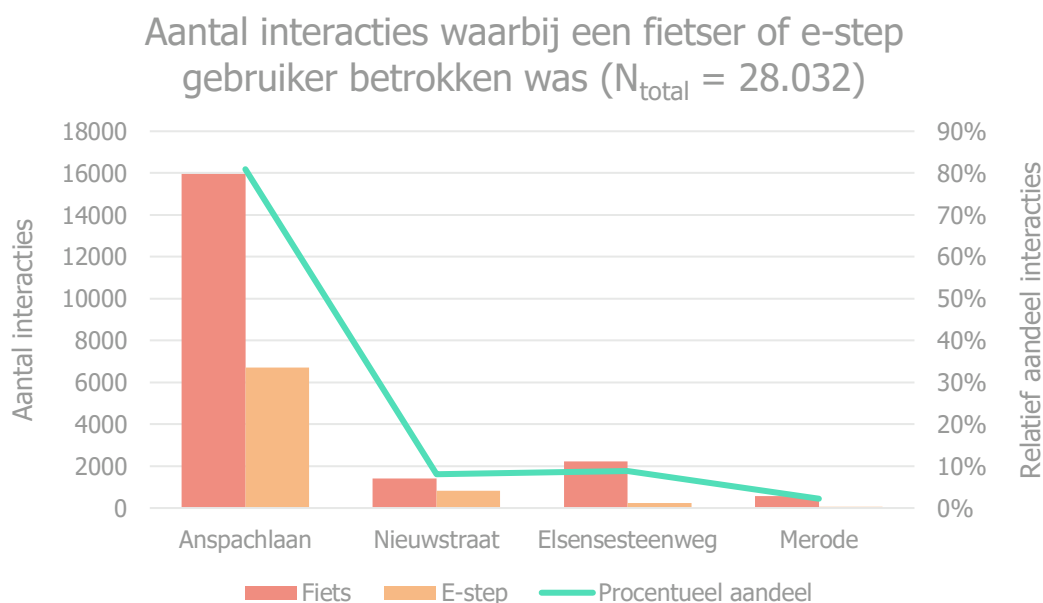
- Weggebruikers (incl. voetgangers): alle getelde kwetsbare weggebruikers (d.w.z. voetgangers, fietsers, en e-stepgebruikers)
- Interacties met fietsers of e-stepgebruikers: het aantal interacties waarbij minstens één fietser of e-step betrokken was. Deze zijn gebaseerd op een Safety Performance Indicator (SPI) van minder dan 4,5 seconden, bepaald door de automatische conflictsoftware (verwacht wordt dat weggebruikers elkaar niet beïnvloeden als er sprake is van een waarde boven 4,5 seconden)
- Conflicten: conflicten bepaald door de software, gebaseerd op TTC < 1,5 s en PET < 1 seconde

Tabel 14: Overzicht van het aantal kwetsbare weggebruikers, interacties en conflicten op de geobserveerde locaties

Locatie	Weggebruikers (incl. voetgangers)	Interacties met fiets of elektrische step	Conflicten
Anspach (8 km/u)	185.330	22.685	2.173
Nieuwstraat (8 km/u)	108.303	2.252	180
Elsensesteenweg (25 km/u)	79.136	2.470	233
Merode (25 km/u)	18.006	625	52
Totaal	390.775	28.032	2.638

### 4.3.2 Aantal interacties

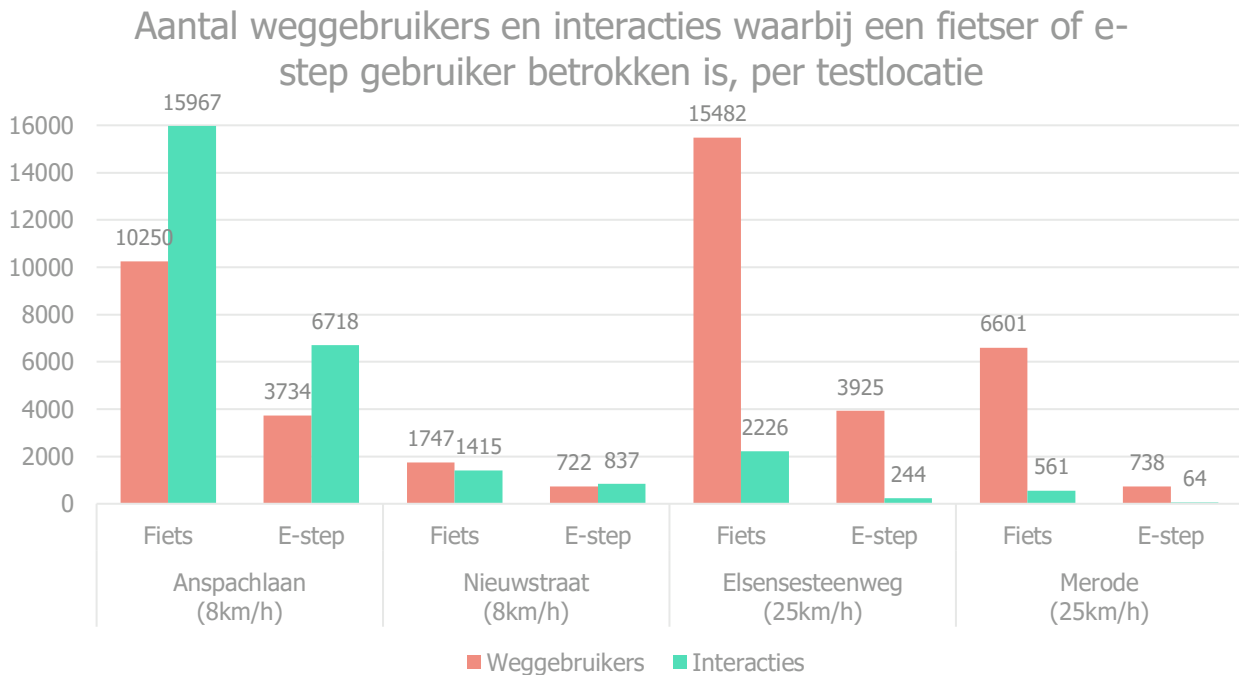
Als we het aantal interacties bekijken (uitsluitend bepaald op basis van de SPI-waarde van 4,5 seconden), zien we in figuur 55 de verdeling van die interacties over de verschillende locaties. Uit de gegevens blijken de meeste interacties zich voor te doen aan Anspach: 81% van alle waargenomen interacties, gevolgd door de Elsensesteenweg (9%), Nieuwstraat (8%) en Merode (2%). Dat betekent dat 88,5% van de interacties waargenomen werd in voetgangerszones, en slechts 11,5% in de normale gedeelde ruimten. Dat is geen verrassing, gezien het hogere aantal voetgangers dat we in die voetgangerszones aantreffen. De meeste interacties vonden plaats met fietsers, wat ook logisch is gezien hun grotere aanwezigheid op elke locatie.



Figuur 55: Aantal vastgestelde interacties per testlocatie waarbij een fietser of stepgebruiker betrokken was



Als we het aantal interacties met een fiets of e-stepgebruiker afzetten tegen het aantal fietsers en e-stepgebruikers (dus voetgangers uitgezonderd), zien we een verschil tussen de voetgangerszones en de gewone gedeelde ruimten (figuur 56). Anders dan in de andere gedeelde ruimten vinden in voetgangerszones evenveel of zelfs meer interacties plaats dan er fietsers of elektrische steps geteld worden. Dat kan verklaard worden door het hoge aantal aanwezige voetgangers en het feit dat één fietser of elektrische step-gebruiker meerdere interacties kan hebben. Aan Merode en de Elsensesteenweg waren meer 'free flow' situaties te zien, waarbij de weggebruikers elkaar niet beïnvloedden.



Figuur 56: Aantal weggebruikers en interacties per testlocatie

### 4.3.3 Aantal conflicten

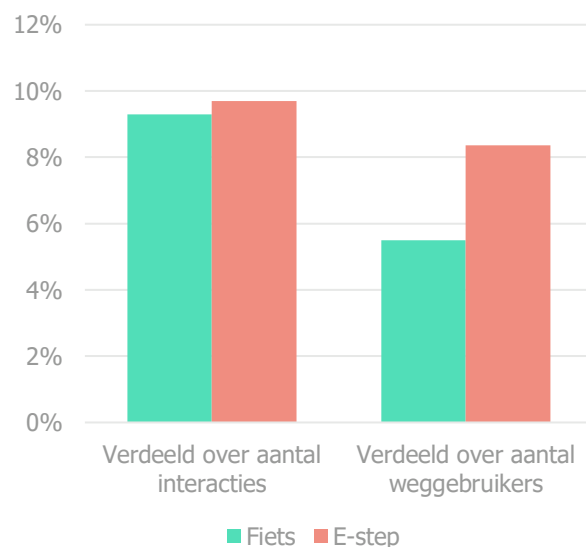
Vervolgens bekeken en telden we de conflicten. Op basis van onze conflictgegevens kwamen we aan 93,0 conflicten per 1 000 interacties bij de fietsers en 96,9 conflicten per 1 000 interacties bij de e-steps. Het conflictrisico bleek op basis van het aantal interacties niet significant te verschillen ( $p = 0,315607$ ). Fiets- en e-stepgebruikers raken dus even vaak betrokken in een conflict als we kijken naar het aantal interacties.

Als het conflictrisico bepaald werd aan de hand van het aantal fietsers en elektrische steps, zien we 55,0 conflicten per 1 000 fietsers en 83,6 conflicten per 1 000 e-stepgebruikers. Dat verschil bleek wel statistisch significant ( $p < 0,00001$ ). Dit toont aan dat e-stepgebruikers vaker betrokken raken bij een conflict dan fietsers, berekend vanuit de tellingen van gebruikers. Dat effect is te zien in figuur 57.

Figuur 58 geeft ook een overzicht per testlocatie.

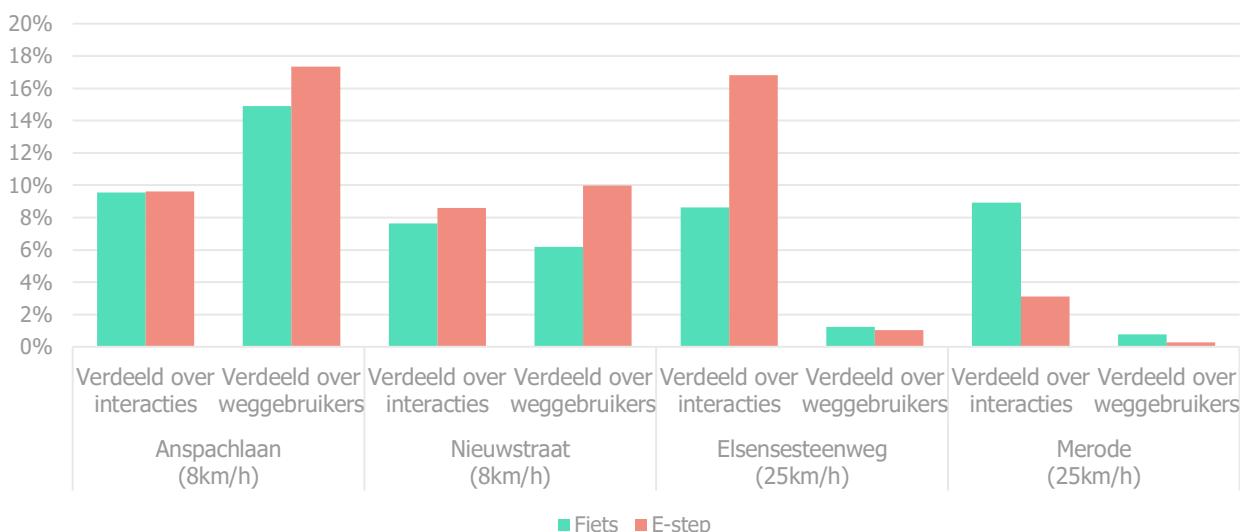
Dus, wanneer een fietser of e-scooter gebruiker een andere kwetsbare weggebruiker treft, resulteert dit even vaak op een conflict, gebaseerd op het aantal interacties. Maar, over het algemeen gaat een e-step gebruiker meer interacties aan, waardoor hij meer conflicten heeft dan een fietser.

Percentage conflicten verdeeld over weggebruikers en interacties



Figuur 57: Conflictpercentage voor fietsers en e-stepgebruikers

## Aandeel aan conflicten verdeeld over weggebruikers en interacties per testlocatie



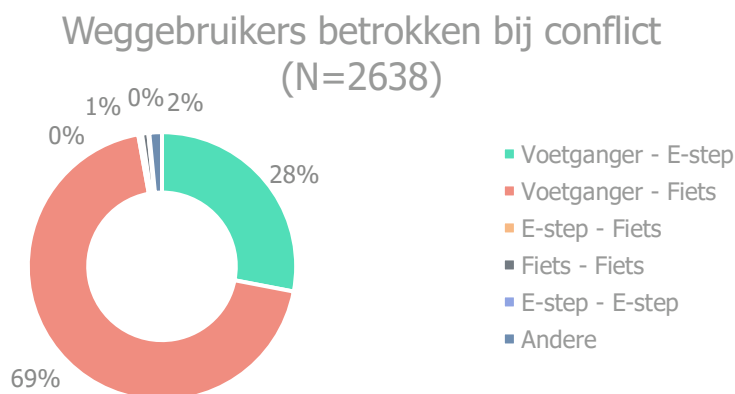
Figuur 58: Conflictpercentage voor fietsers en e-stepgebruikers, per locatie

Hieruit blijkt dat e-stepgebruikers een groter conflictrisico lopen dan fietsers, bekeken over het aantal gebruikers, maar niet over het aantal interacties. We zien wel grote verschillen tussen de testlocaties.

### 4.3.4 Inzicht in conflicten

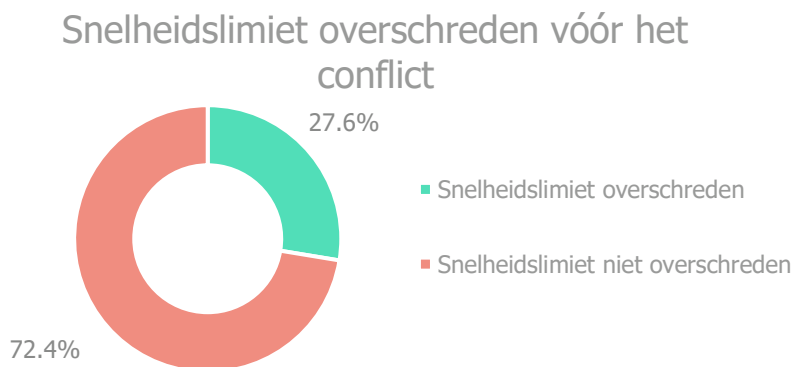
#### 4.3.4.1 Inzichten gebaseerd op het totale aantal conflicten

Conflicten doen zich voor tussen verschillende weggebruikers. In de gedeelde ruimten die we onderzochten lag de focus vooral op de kwetsbare weggebruikers. Figuur 59 geeft een overzicht van de weggebruikers die in conflicten verzeild raakten. Daaruit blijkt duidelijk dat conflicten, waarbij een fiets of elektrische step betrokken was, zich hoofdzakelijk voordoen met voetgangers. Conflicten met andere fietsen of elektrische steps zijn behoorlijk zeldzaam. Aangezien er sprake was van een groot verschil in het aantal conflicten tussen fietsen en elektrische steps, hebben we een statistische test uitgevoerd, waaruit bleek dat er geen significant verschil is tussen e-steps en fietsen. Ze raken even vaak betrokken bij een conflict met een voetganger. Het hogere aandeel van de conflicten tussen voetgangers en fietsers kan dus grotendeels verklaard worden door het blootstellingseffect: er zijn gewoon meer fietsers aanwezig.



Figuur 59: Weggebruikers tussen wie zich conflicten voordeden

We bekeken ook het naleven van de maximumsnelheid op het tijdstip van het conflict. Figuur 60 toont dat in 1 op de 4 gevallen een conflict voorafgegaan werd door een snelheidsovertreding (d.w.z. snelheid >8 km/u in voetgangerszones en > 25km/u in de gewone gedeelde ruimten). Hoewel daarmee niet de oorzaak van het conflict aangetoond wordt, kunnen we stellen dat snelheid mogelijk een rol heeft gespeeld in het ontstaan van de conflicten. Zoals we eerder al zagen stelt het probleem van de snelheid zich vooral in voetgangerszones. Daar komt bij dat we geen statistisch verschil zien tussen fietsers en e-stepgebruikers ( $p=0,583$ ). Het was niet mogelijk om hier uit te maken of er sprake was van onaangepaste snelheid (bv. 20 km/u rijden in een zone waar 25 km/u geldt, terwijl een snelheid van 15 km/u gezien de drukte beter zou zijn).



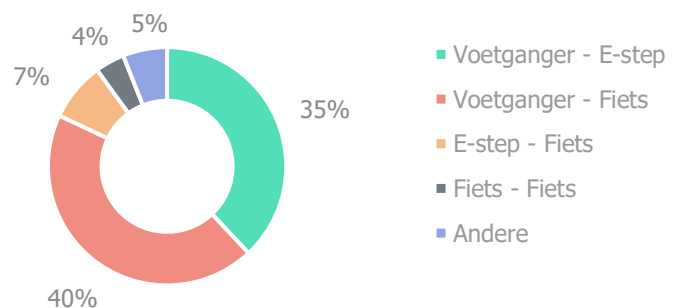
Figuur 60: Snelheidsovertredingen op het moment van het conflict

#### 4.3.4.2 Inzichten gebaseerd op een kleine manuele selectie van conflicten

Bijkomende informatie werd gegenereerd op basis van een kleine manueel geselecteerde steekproef van conflicten, waarvoor de beelden opnieuw bekeken werden. Uiteenlopende variabelen werden ingevoerd en geanalyseerd. De volgende factoren werden gecodeerd: het type weggebruiker dat bij het conflict betrokken was, de weggebruiker van wie aangenomen wordt dat hij of zij het conflict veroorzaakte, de algemene oorzaak van het conflict (gebaseerd op persoonlijke interpretatie), het type conflict (rijrichting van de weggebruikers), en bepaalde demografische variabelen. Er werd geen onderscheid gemaakt tussen de locaties, vanwege het lage aantal conflicten dat we op sommige locaties geteld hadden. Bovendien werd evenmin een onderscheid gemaakt tussen het aandeel van de deelsteps of de eigen privésteps, gezien het relatief lage aantal conflicten en het hoge aandeel van de deelstepgebruikers dat we op de locaties konden observeren (mogelijk oververtegenwoordigd in termen van blootstelling).

Om te beginnen zien we in figuur 61 dat de grote meerderheid van de manueel geselecteerde conflicten met een voetganger gebeuren. Bij 84% van de conflicten was een voetganger betrokken (d.w.z. 40% van de conflicten vond plaats tussen een stepgebruiker en een voetganger, en 44% tussen een fietser en een voetganger), terwijl het in 16% van de conflicten om een interactie ging tussen twee fietsers, een fietser en een stepgebruiker of een andere niet-kwetsbare weggebruiker. Dat is niet verrassend te noemen gezien het grote aandeel voetgangers dat zich in die gedeelde ruimten bevindt. Dit resultaat bevestigt ook de eerdere vaststelling uit 4.3.4.1. waar in de meeste gevallen conflicten met voetgangers vastgesteld werden.

### Weggebruikers betrokken bij manueel geselecteerde conflicten (N=55)

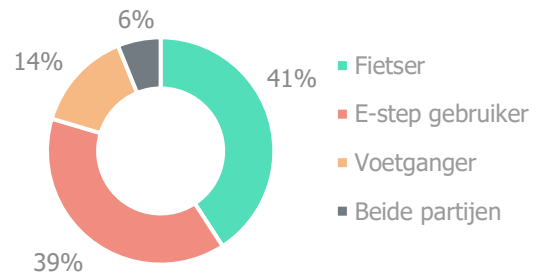


Figuur 61: De weggebruikers die betrokken waren bij de onderzochte conflicten

Ten tweede bekeken we, op basis van een eigen interpretatie van de conflictvideo's, wie als de veroorzaker kan gezien worden (figuur 62). In 40% van de gevallen was dat de step en even vaak ging het om de fietser. 15% van de conflicten werd veroorzaakt door een voetganger. In slechts 6% van de conflicten lagen beide partijen samen aan de basis van het conflict.

Belangrijke oorzaken voor conflicten, zoals blijkt uit figuur 63, waren onaangepaste snelheid, niet-naleven van de voorrangsregels of een bepaalde vorm van misverstand, verstrooidheid of andere oorzaken. De verschillen tussen fietsen en elektrische steps waren statistisch niet significant.

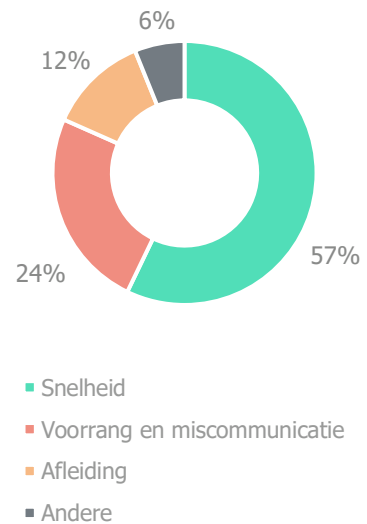
### Conflict "veroorzaker"



Figuur 62: De belangrijkste veroorzaker van het conflict



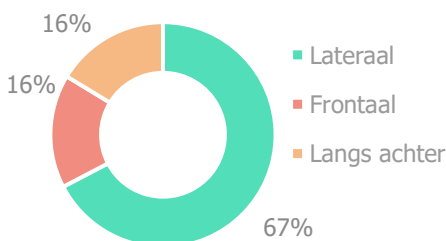
### Conflictoorzaak



Figuur 63: Conflictoorzaken

Bij 6 van de 26 conflicten waarbij een elektrische step betrokken was reden er 2 mensen op (hoewel het conflict niet om die reden ontstond). Bij 4 van die 6 conflicten met een passagier op de elektrische step was snelheid de voornaamste oorzaak van het conflict.

### Conflictrichting



Figuur 64: Richting waarin het conflict zich voordeed

Bovendien zagen we ook dat de meeste conflicten lateraal plaatsvonden. Slechts bij 1 op de 3 ging het om een frontaal conflict of kop-staart. Daarbij zagen we geen significante verschillen tussen de weggebruikers.

We vonden ook geen verschillen in conflictsnelheid tussen fietsers en e-stepgebruikers, als zij het conflict veroorzaakten, zelfs al vertoonden de stepgebruikers de neiging om vaker sneller te rijden. Wanneer de voetgangers echter het conflict veroorzaakten konden we vaststellen dat de conflictsnelheid van de elektrische step en de fiets lager was dan in de gevallen waar de voetganger het conflict niet veroorzaakt had.

Tot slot konden we vaststellen dat meer mannen een conflict hadden dan vrouwen, zowel bij de fietsers als bij de gebruikers van elektrische steps. We moeten daar wel bij opmerken dat bij de e-stepgebruikers de mannelijke populatie wellicht overheerst en dat mogelijk ook meer mannelijke fietsers op de verschillende testlocaties voorbijkwamen. Aangezien we niet van alle voorbijgangers het geslacht konden bepalen (d.w.z. blootstelling), moeten we voorzichtig zijn met beweringen op dat vlak. Hier is meer onderzoek vereist.

## 4.4 Ongevallen

### 4.4.1 Methodiek

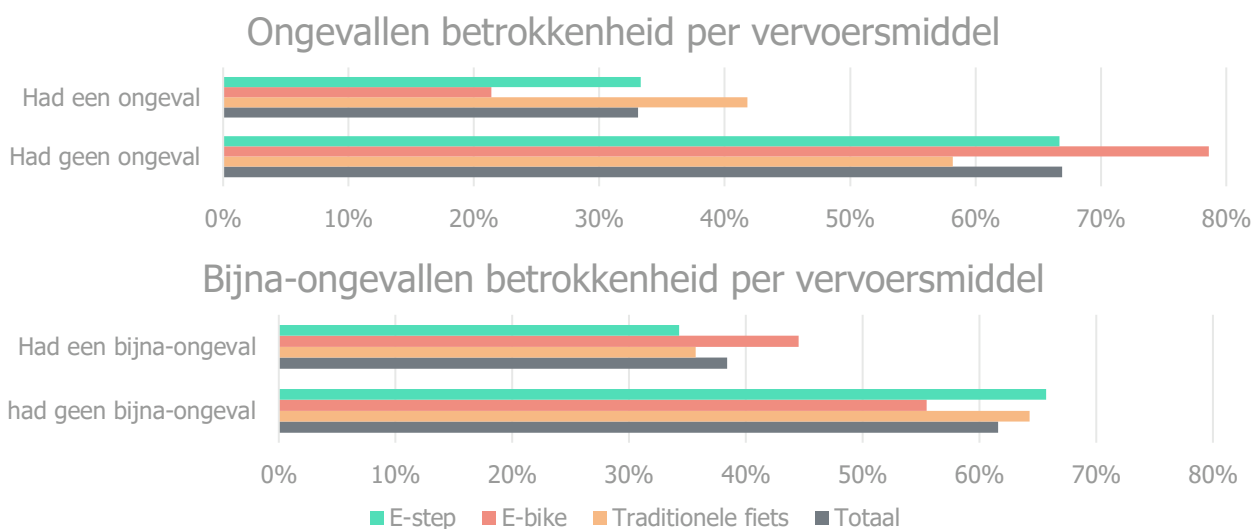
De ongevallenbetrokkenheid bestudeerden we via zelf-gerapporteerde ongevallen en bijna-ongevallen, die we verzamelden via het onderzoek bij de gebruikers van de verschillende transportmodi (elektrische step, fiets, e-bike). In dit geval hielden we rekening met alle gebruikers, ook als het vervoersmiddel maar één keer of alleen in het verleden gebruikt werd (d.w.z. alleen respondenten die zeiden nooit een van de modi gebruikt te hebben konden het ongevallengedeelte van de vragenlijst niet invullen). Op die manier verkregen we een grotere dataset. De ongevallen en bijna-ongevallen werden bestudeerd in termen van aantal gebruikers, maar niet beperkt tot een bepaalde tijdsperiode (er werd bijvoorbeeld niet gevraagd naar de (bijna-)ongevallen over de voorbije 2 jaar). Idealiter leggen we de ongevallen naast de blootstelling (hoe lang iemand al het vervoersmiddel gebruikt, of het aantal kilometers dat jaarlijks met de transportmodi wordt afgelegd). Met die blootstelling hebben we in de vragenlijst geen rekening kunnen houden.

### 4.4.2 Resultaten

In totaal bleek 1 gebruiker op 3 van de verschillende transportmodi, op basis van deze zelf-gerapporteerde ongevalgegevens, ooit betrokken bij een ongeval. We zagen ook dat gebruikers van traditionele fietsen verhoudingsgewijs vaker betrokken waren bij een ongeval (d.w.z. 2 op 5 fietsers). E-bikers anderzijds raakten het minst betrokken bij ongevallen (1 op 5 e-bike gebruikers had al eens een ongeval). De e-stepgebruikers lagen dicht bij het gemiddelde. We zien dus dat fietsers vaker bij een ongeval betrokken zijn dan e-stepgebruikers, terwijl de elektrische fietsers op basis van deze zelf-gerapporteerde informatie minder bij ongevallen betrokken raken. Dit zegt echter weinig over het ongevallenrisico, aangezien we daarvoor rekening zouden moeten houden met de blootstelling, wat we in deze vragenlijst niet hebben gedaan.

Voor bijna-ongevallen krijgen we een ander beeld. Bijna 2 op de 5 van de gebruikers van de verschillende modi waren wel eens betrokken bij een bijna-ongeval. Hier lijken de gebruikers van e-bikes hoger te scoren (45% was ooit betrokken bij een bijna-ongeval) dan de e-stepgebruikers en de gewone fietsers. Het verschil was echter niet significant.

Het zal niet verbazen dat de cijfers voor ongevallenbetrokkenheid hoger liggen voor fietsen, aangezien ze al langer gebruikt worden als vervoersmiddel, waardoor het waarschijnlijker is dat ze wel eens een ongeval hebben (d.w.z. door een grotere blootstelling). Toch moeten we speciale aandacht besteden aan de ongevallen met e-steps. Hoewel ze minder lang op de markt zijn dan e-bikes en traditionele fietsen vertonen ze al een grote betrokkenheid bij ongevallen.



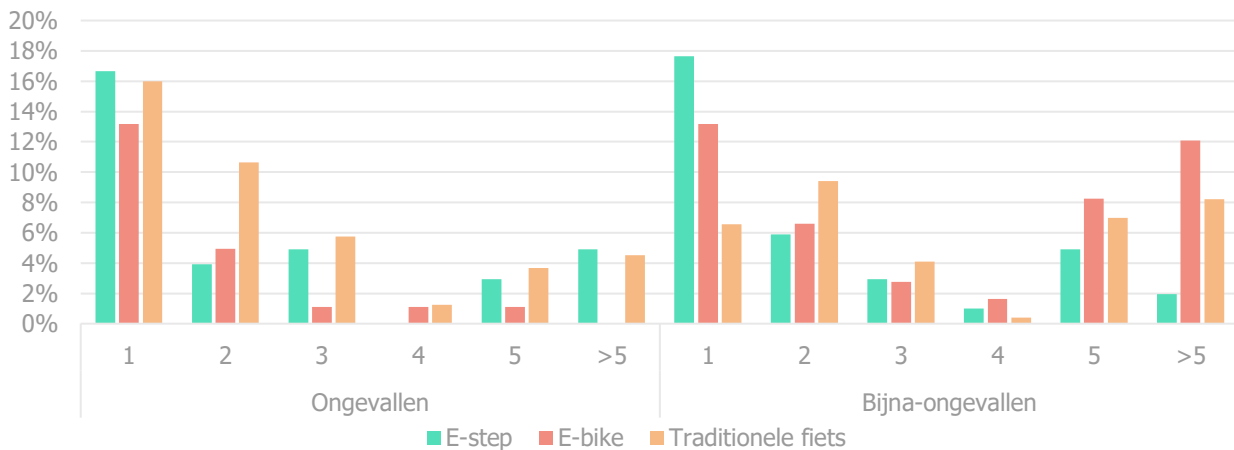
Figuur 65: Betrokkenheid bij ongevallen en bijna-ongevallen per vervoersmiddel, gebaseerd op zelfrapportage

Vervolgens onderzochten we het aantal ongevallen en bijna-ongevallen waarbij eenzelfde gebruiker betrokken was. Uit die gegevens blijkt dat een groot deel alleen betrokken was bij één (bijna-)ongeval. Anderzijds is de betrokkenheid van dezelfde persoon bij meer (bijna-)ongevallen niet ongewoon.

Gemiddeld ging het bij 45,7% van alle gebruikers die bij een ongeval betrokken waren om één voorval. Voor 54,3% waren het er meer. Gebruikers van traditionele fietsen hadden vaker meer ongevallen, terwijl e-bikegebruikers er vaker slechts één hadden. Bij de e-stepgebruikers kregen we een 50-50 verdeling: de ene helft had één ongeval, de andere helft meer dan één.

Bij de bijna-ongevallen is het beeld opvallender. Van diegenen die ooit een bijna-ongeval meemaakten ging het bij 71,4% over verschillende keren, terwijl 28,6% er maar eentje had. Dat toont aan dat bijna-ongevallen voor deze weggebruikers vrij gebruikelijk zijn, maar niet altijd eindigen in een ongeval. De fietsers, zowel elektrisch als traditioneel, hebben een groot aandeel in de betrokkenheid bij bijna-ongevallen. Bij stepgebruikers zien we opnieuw de 50-50 verdeling; 50% met één bijna-ongeval en nog eens 50% met meer dan één bijna-ongeval. Dit valt potentieel te verklaren doordat fietsen en e-bikes al veel langer aanwezig zijn dan elektrische steps, wat resulteert in een hogere blootstelling en een grotere kans op bijna-ongevallen.

### Aantal ongevallen en bijna-ongevallen per vervoersmiddel



Figuur 66: De betrokkenheid bij meervoudige ongevallen en bijna-ongevallen per vervoersmiddel

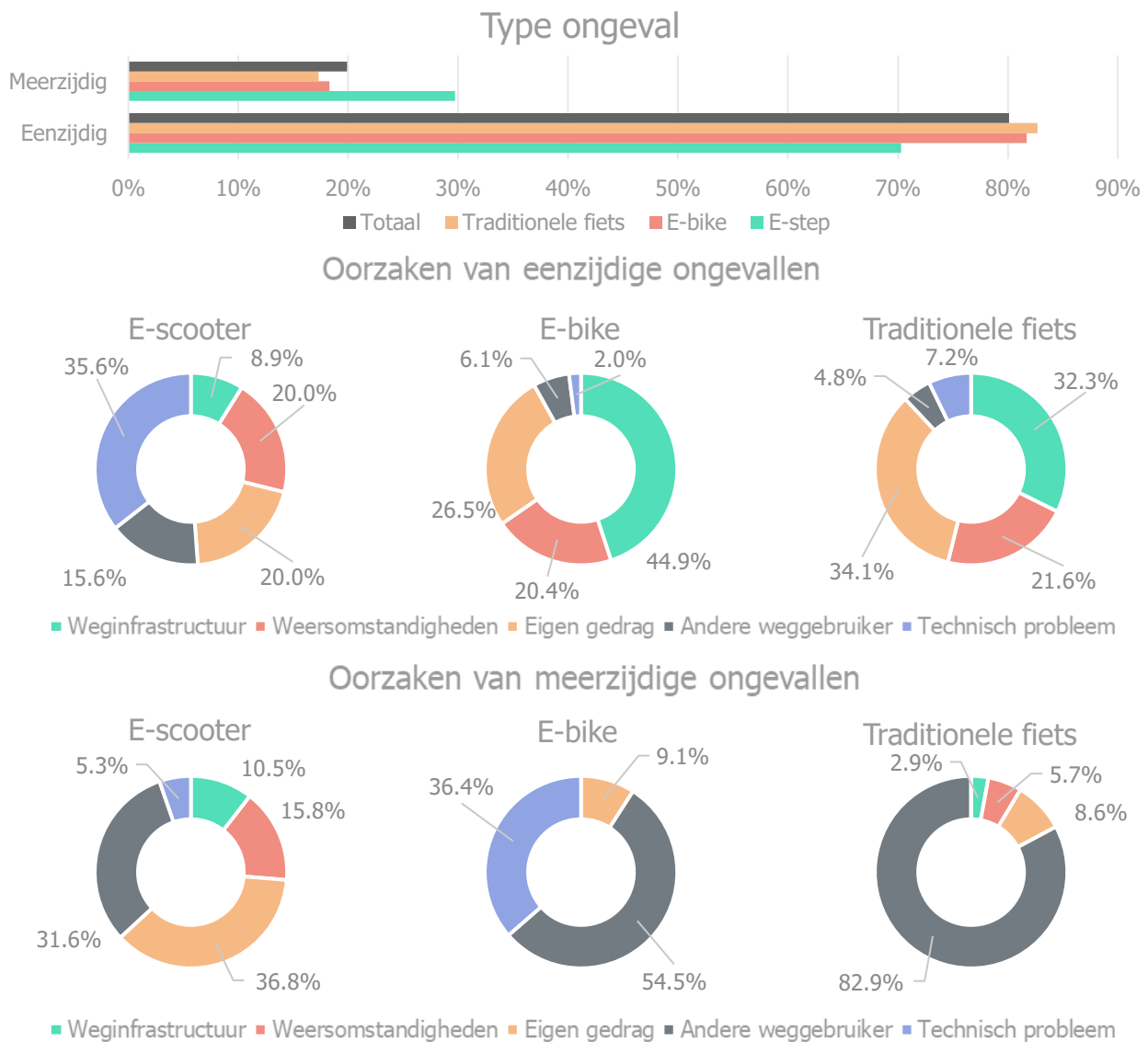
Vervolgens krijgen we inzicht in het type ongeval waarin deze weggebruikers betrokken raakten en meer specifiek of het een eenzijdig (d.w.z. vaak te wijten aan controleverlies en zonder andere betrokken weggebruikers) of meezijdig ongeval betrof (d.w.z. waar één of meer bijkomende weggebruikers bij betrokken zijn). In totaal werden 326 ongevallen gerapporteerd (nl. 64 met elektrische steps, 60 met e-bikes en 202 met traditionele fietsen) en 452 bijna-ongevallen (nl. 63 met elektrische steps, 183 met e-bikes en 206 met traditionele fietsen).

Eenzijdige ongevallen komen vaker voor dan meezijdige (d.w.z. 4 op 5 ongevallen zijn eenzijdig, terwijl maar 1 op 5 meezijdig) en dat geldt voor de verschillende transportmodi. Hier valt wel een marginaal significant verschil op: e-stepgebruikers blijken vaker betrokken bij meezijdige ongevallen dan (elektrische) fietsers. Vreemd genoeg staat die vaststelling haaks op de pv-analyses bij (De Vos & Slootmans, 2023) waar we vaststellen dat meezijdige ongevallen drie kwart uitmaken van alle geanalyseerde ongevallen. Dit lijkt te wijzen op een grote onderrapportering van veel eenzijdige ongevallen in de statistieken, iets wat we ook al vaststelden in het rapport van (Delhay & Vandael Schreurs, 2022).

De oorzaken van die eenzijdige ongevallen zijn nogal uiteenlopend en verschillen naargelang de transportmodus. E-stepgebruikers geven aan dat in de meeste gevallen een technisch probleem aan de basis lag van het eenzijdig ongeval. Ze geven ook toe dat hun eigen gedrag een rol kan gespeeld hebben en wijzen op de weersomstandigheden als een andere factor in het optreden van een eenzijdig ongeval. Vreemd genoeg wijzen ze ook op andere weggebruikers als een deel van de oorzaak voor het eenzijdig ongeval. Een mogelijke verklaring is een ontwijkingsmanoeuvre door de stepgebruiker dat leidt tot een val zonder de andere weggebruiker te raken. Oorzaken van ongevallen met e-steps neigen hier af te wijken van de pv-analyses bij De Vos & Slootmans (2023), waar we lezen dat infrastructurele problemen vaak een rol spelen bij eenzijdige ongevallen. Het is mogelijk dat die oorzaak van eenzijdige ongevallen oververtegenwoordigd is in de pv-analyses vanwege het feit dat gebruikers de gemeente aansprakelijk willen stellen voor de slechte infrastructuur, terwijl die ongevallen anders wellicht niet in de data opduiken. Bovendien kan ook de manier waarop iemand de rol van de infrastructuur bij een ongeval interpreteert een rol spelen. Fiets- en e-bikegebruikers uit ons onderzoek leggen de schuld voor eenzijdige ongevallen dan weer wel vaak bij de wegeninfrastructuur, hun eigen gedrag en de weersomstandigheden.



Bij de meerzijdige ongevallen geven e-stepgebruikers toe dat ze vrij vaak veroorzaakt worden hun eigen gedrag (in 37% van de gevallen) en met dat van de andere weggebruiker (in 32% van de gevallen). Het weer, de wegeninfrastructuur en technische problemen kunnen een rol spelen maar in mindere mate. Opvallend is dat 83% van de fietsers en 55% van de e-bikegebruikers stellen dat het de schuld is van de andere weggebruiker. Anderzijds is het ongeval volgens e-bikegebruikers in 36% van de gevallen veroorzaakt door een technisch probleem.



Figuur 67: Het aandeel van de eenzijdige en meerzijdige ongevallen en hun oorzaken, per vervoersmiddel

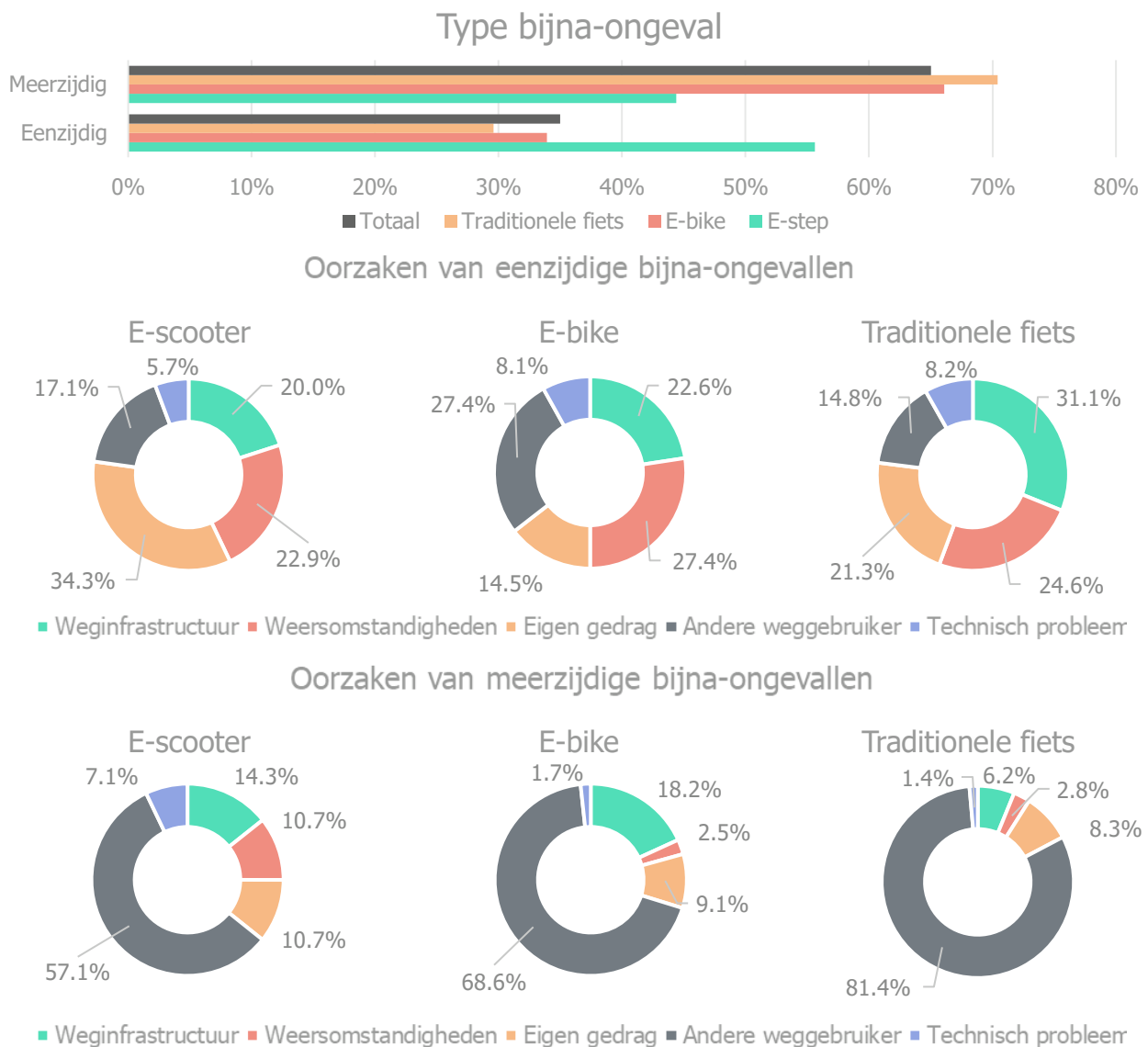
De bijna-ongevallen vertonen een andere verdeling tussen eenzijdig en meerzijdig. Hier stellen 2 fietsers en e-bikegebruikers op 3 dat het bijna-ongeval meerzijdig was, waar dat bij de ongevallen slechts 20% was. De verdeling lijkt omgekeerd aan die bij de eigenlijke ongevallen. Gebruikers van e-steps zeggen dan weer dat 55% van de bijna-ongevallen meerzijdig was en 45% eenzijdig. Fietsers, al dan niet elektrisch zijn dus vaker betrokken bij meerzijdige bijna-ongevallen dan e-stepgebruikers.

De oorzaken van deze eenzijdige bijna-ongevallen zijn opnieuw vrij divers. Vergelijken met de eigenlijke ongevallen geven e-stepgebruikers nu aan dat technische problemen de minst belangrijke oorzaak zijn van bijna-ongevallen. Hun eigen gedrag wordt nu het vaakste vermeld als oorzaak van een bijna-ongeval bij e-stepgebruikers, maar ook de weersomstandigheden en de wegeninfrastructuur spelen hier weer een rol. Bij de gebruikers van traditionele en elektrische fietsen zijn de oorzaken consistent met de analyse van de ongevallen, waaruit zou blijken dat een bijna-ongeval met een fiets of e-bike vaak veroorzaakt is door de wegeninfrastructuur, de weersomstandigheden en het eigen gedrag. Gebruikers van een elektrische fiets geven hier vreemd genoeg ook aan dat andere weggebruikers ook een oorzaak vormden in het ontstaan van het eenzijdig bijna-ongeval.

Wanneer de meerzijdige ongevallen en bijna-ongevallen met elkaar vergeleken worden, zien we de grootste verschillen. Hier geven alle gebruikers aan dat de andere weggebruiker de belangrijkste oorzaak was van het bijna-ongeval. Dat was ook al zo bij de ongevallen met fietsen en e-bikes, maar e-stepgebruikers beweren nu hetzelfde en zien niet langer hun eigen gedrag als belangrijkste oorzaak van meerzijdige bijna-ongevallen.

Samenvattend blijken de weginfrastructuur en de weersomstandigheden vaak genoemd te worden als een factor in eenzijdige ongevallen en bijna-ongevallen, terwijl ze bij de meerzijdige ongevallen een bescheidenere rol toebedeeld krijgen. Aangezien die aspecten hand in hand gaan lijkt de verkeersomgeving in haar geheel voor deze weggebruikers een belangrijke rol te spelen. Hetzelfde kan gezegd worden over het eigen gedrag van de gebruiker, aangezien dat ook kan leiden tot eenzijdige ongevallen, bij elektrische steps, fietsen en e-bikes. Er zou meer informatie nodig zijn over deze aspecten om een beter inzicht te krijgen in de specifieke infrastructurele problemen en problematische weersomstandigheden, maar ook in de problemen met het eigen rijgedrag die tot ongevallen leiden. Meer onderzoek is hier aangewezen.

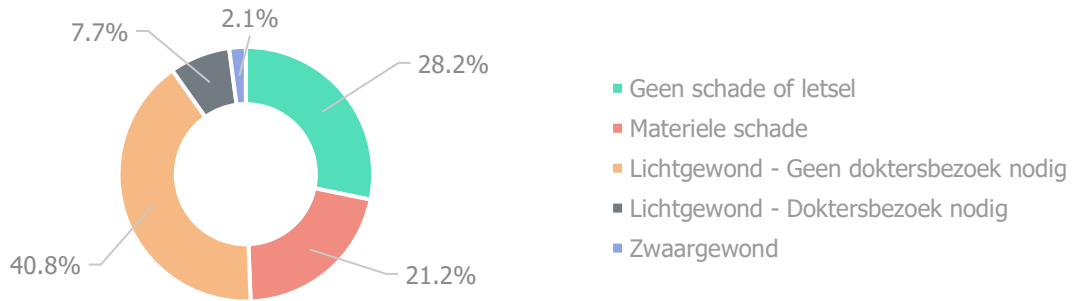
Het lijkt erop dat technische problemen met elektrische steps vaak resulteren in een ongeval, terwijl ze bij bijna-ongevallen een kleinere impact hebben. Dat lijkt erop te wijzen dat een technisch probleem heel waarschijnlijk tot een ongeval leidt en geen ruimte laat om wat dan ook te ondernemen om het ongeval nog te voorkomen. Meer inzicht in die technische problemen is aanbevolen, omdat ze rechtstreeks tot ongevallen blijken te leiden. Verder horen we vaak bij fietsers (elektrisch en traditioneel) en e-stepgebruikers dat de andere weggebruiker een belangrijke factor was in het ontstaan van het meerzijdige ongeval, terwijl dat bij de eenzijdige ongevallen minder het geval was. Voor een beter begrip van de risicosituaties voor die weggebruikers is meer kennis nodig van de specifieke ongevallenconfiguraties.



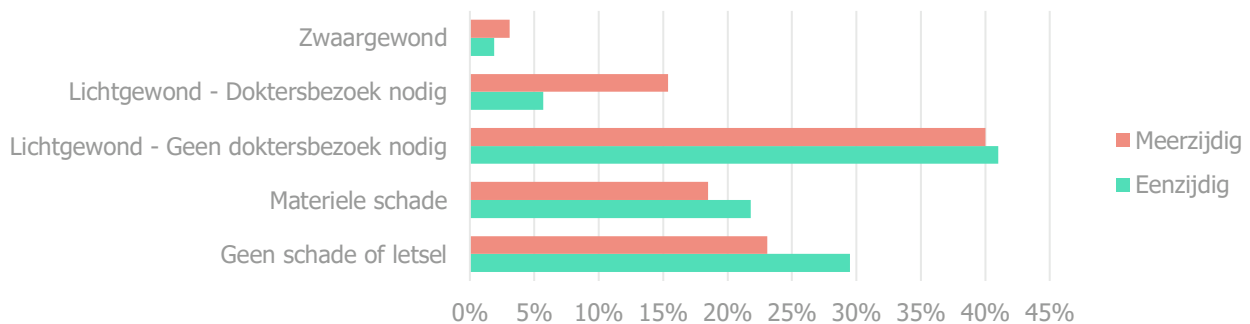
Figuur 68: Het aandeel van de eenzijdige en meerzijdige bijna-ongevallen en hun oorzaken, per vervoersmiddel

Een groot deel van de ongevallen (d.w.z. 49,4%) heeft enkel materiële schade als gevolg, zonder verwondingen, of zelfs helemaal geen schade. Dat lijkt iets meer op te gaan voor de eenzijdige dan voor de meerzijdige ongevallen, hoewel het vastgestelde statistische verschil marginaal is. Nog een flink deel van de ongevallen (40,8%) leidt slechts tot lichte verwondingen, die geen bezoek aan dokter of ziekenhuis vereisen. Voorbeelden van dergelijke verwondingen zijn schaafwonden, kleine blauwe plekken, een licht verstuite enkel, enzoverder. 9,8% van de ongevallen resulteert in een verwonding die medische verzorging vereist (en die ongevallen maken wellicht een grotere kans om op te duiken in het rapport op basis van pv-analyses van De Vos & Slotmans (2023). Die verwondingen lijken frequenter bij de meerzijdige ongevallen, hoewel het verschil slechts marginaal significant was. Tussen de transportmodi onderling stelden we geen statistisch significante verschillen vast.

### Gevolgen na het ongeval



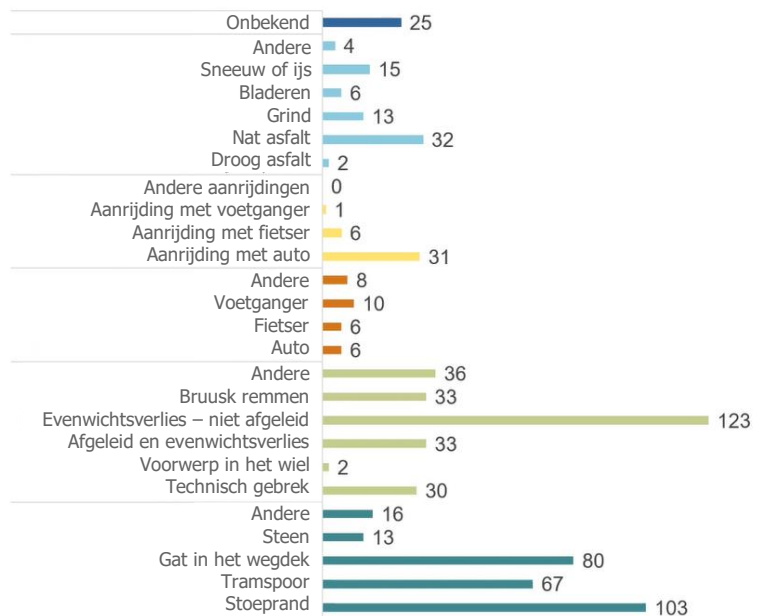
### Gevolgen van het ongeval naargelang het type ongeval



Figuur 69: Gevolgen van het ongeval

We ontdekten al dat zelf-gerapporteerde ongevallen vaker eenzijdig zijn dan meerzijdig. Bovendien tonen de gegevens over verwondingen dat slechts een klein deel van alle zelf-gerapporteerde ongevallen (nl. 10%) gepaard ging met ernstige verwondingen die een dokters- of ziekenhuisbezoek vereisten. Ernstige ongevallen waren iets vaker meerzijdige ongevallen, terwijl eenzijdige ongevallen vaker minder ernstige gevolgen hadden. Daarom besluiten we dat een zeer groot deel van de een- en meerzijdige ongevallen wellicht niet gemeld wordt en dus niet in de ongevallenstatistieken belandt, aangezien ongevallen vaak alleen gerapporteerd worden als er ernstige verwondingen mee gepaard gaan, of bij de meerzijdige ongevallen alleen als de gevolgen zwaarder zijn. Verschillen tussen de transportmodi zagen we niet bij de gevolgen van ongevallen, wel bij de zelf-gerapporteerde ongevallen en de aangehaalde oorzaken van ongevallen.

Sommige van deze resultaten voor ongevallen met elektrische steps worden bevestigd door recent onderzoek van ziekenhuisgegevens door Bjørnskau (2022) en door ervaringen in andere grote steden (European Transport Safety Council, 2022). We stelden inderdaad ook vast dat het grootste deel van de ongevallen met steps eenzijdig waren, al zijn meerzijdige ongevallen evenmin ongewoon. De oorzaken voor die ongevallen blijken te verschillen en kunnen ook te maken hebben met eigen gedrag, wegeninfrastructuur en technische gebreken. Vervolgens stelde Bjørnskau (2022) vast dat slechts 8% van de ongevallen tot ernstige verwondingen leidt, hetgeen zeer vergelijkbaar is met de resultaten van ons enquêteonderzoek. Verder bevestigde Bjørnskau (2022) dat veel ongevallen niet aan de politie gemeld worden. Dat versterkt de hypothese van een hoge onderrapportering van dit soort ongevallen.



Figuur 70: Door ziekenhuizen geregistreerde ongevallen met e-steps in Oslo 2019-2020 (Bjørnskau, 2022)

Bjørnskau (2022) stelde verder ook vast dat heel wat ongevallen met elektrische steps in weekendnachten plaatsvonden, naast ongevallen waarin alcoholintoxicatie een rol speelt. Die kenmerken lijken een terugkerende factor te vormen (Vias institute, 2021). Uit ongevallenonderzoek in Duitsland is bijvoorbeeld gebleken dat dronken rijden, omdat vlak bij de bars immers steps gehuurd kunnen worden, een terugkerende oorzaak van ongevallen is (European Transport Safety Council, 2022). Andere oorzaken die we in verschillende steden zien zijn niet-aangepaste snelheid, verkeerd weggebruik en controleverlies. Vaak is dat een rechtstreeks gevolg van een gebrek aan opleiding. Die kan essentieel zijn gezien de specifieke kenmerken van het voertuig: kleine wieltjes, smal stuur, rechtopstaande positie, moeilijk te besturen en in evenwicht te houden, de lichten bevinden zich laag tegen het wegdek, speelgoedachtig karakter, enz.) (European Transport Safety Council, 2022)

Ook deze resultaten worden bevestigd door recent Belgisch onderzoek van Dr. Pierre Youatou Towo dat geciteerd wordt in (Dardenne, 2022). Van de 170 patiënten die in het ziekenhuis en in het onderzoek werden opgenomen werd de ongevalinformatie verzameld. Daaruit bleek dat 58% van de ongevallen zich voordeed tussen 18.00 en 7.00 uur, en daarvan vond 30% plaats tussen middernacht en 7.00 uur. In 85% van de gevallen kon het ongeval gecategoriseerd worden als eenzijdig. Bovendien rapporteerde 30% van de patiënten zelf gedronken te hebben, wat ons kan doen vermoeden dat er op het tijdstip van het ongeval nog wel meer onder invloed zullen geweest zijn. Elf van de 170 patiënten droeg een helm (waarvan er tien met een eigen step onderweg waren) en de meest voorkomende verwondingen waren aan het hoofd en ontwrichtingen van de onderste en bovenste ledematen. De zwaardere ongevallen werden geregistreerd na 18.00 uur. Tot slot bleek, op basis van onderzoek bij die patiënten, dat bij 75% van de ongevallen de elektrische step gehuurd was van een deelstetaanbieder.

## 5 Discussie

### 5.1 Categorisering en typegoedkeuring

Zoals in de inleiding van dit onderzoek al aangehaald werd is het domein van de PMD's behoorlijk divers. Vanwege de verschillende categorisering en gelden ook verschillende regels.

Micromobiliteitstoestellen en sommige e-bikes (EPAC's) kennen geen type-goedkeuring zoals geldt voor de producten uit verordening 168/2013. Toch zijn ze in de EU in zekere mate gereguleerd, via de Europese normen (EN17128 voor PLEV's en EN15195 voor EPAC's), en internationaal door IEC TC 125. Verschillende landen passen echter een verschillende regelgeving toe op het vlak van homologatie en wettelijke beperkingen (European Transport Safety Council, 2022).

Duitsland was bijvoorbeeld een van de eerste landen om zich zorgen te maken over de typegoedkeuring en de gebruiksregels voor elektrische steps. Het heeft halverwege juni 2019 een typegoedkeuring in light-versie ingevoerd (de PLEV-verordening), waardoor er voor elektrische steps sommige regels gelden die overstemmen met regels voor gemotoriseerde voertuigen, met inbegrip van een jaarlijks hernieuwbare verzekering gelinkt aan een kleine nummerplaat (regels onder evaluatie tot september 2023). De typegoedkeuring gaat over de snelheid (max. 20 km/u + 10%, max. vermogen van 500W), twee onafhankelijke remmen, een bel en het gewicht van de step. Andere regelgeving heeft betrekking op het verbieden van het vervoeren van een passagier, naast elkaar rijden, rijden over het voetpad, rijden in voetgangerszones, en het hangen van zakken aan het stuur (European Transport Safety Council, 2022).

In België is een typegoedkeuring niet vereist voor elektrische steps en e-bikes die niet sneller gaan dan 25 km/u. E-steps moeten hoofdzakelijk voldoen aan de EN17128-regelgeving en aan de nationale wetgeving in de wegcode. Die schrijft reflectoren voor, de aanwezigheid van adequate remmen en van een geluidstoestel (toeter of bel). Nieuwe wetgeving voor PMD's ging in op 1 juli 2022. Die verbiedt om met meer dan twee personen eenzelfde e-step te gebruiken, verbiedt rijden op de stoep en verbiedt gebruik voor personen jonger dan 16 jaar. Verder werd ook het parkeren tot een bepaald niveau gereguleerd. Globaal gesproken worden e-stepgebruikers in België als fietsers beschouwd wanneer ze in beweging zijn (ongeacht hun snelheid) en dienen ze zich ook aan de regels voor fietsers te houden.

Die verschillende regels kunnen onduidelijkheid creëren voor gebruikers van PMD's. Het kan de moeite lonen om de categorisering en/of de normen voor PMD's opnieuw te bekijken om deze materie voor de verschillende gebruikers in Europa te vereenvoudigen.

Een beperking van dit onderzoek houdt ook relatie met deze categorisering, aangezien speed pedelecs niet uit de categorie van de PMD's gefilterd werden voor dit vragenlijstonderzoek. Vanwege hun beperkte aandeel onder de voertuigregistraties wordt de impact op de resultaten laag ingeschat.

### 5.2 Mobiliteit

Deze studie brengt een noodzakelijke update over mobiliteit met PMD's, en meer specifiek elektrische steps, e-bikes en traditionele fietsen. Door de recente explosie op de markt raakt informatie snel achterhaald, maar relatief weinig onderzoek werd tot op heden uitgevoerd in vergelijking met andere vervoersmodi, zeker wat elektrische steps betreft. Deze studie zet hierin een stap verder.

Een van de grootste verschillen werd teruggevonden met andere studies waarin elektrische steps gezien worden als vervangers voor stappen en het veroorzaken van een modale verschuiving van fietsen en openbaar vervoer naar de elektrische step (Brannigan et al., 2022; European Commission, 2021; Moreau et al., 2020). Dit onderzoek toonde immers aan dat elektrische steps een impact kunnen hebben op het aantal autoritten, een licht positieve invloed hebben op het gebruik van het openbaar vervoer en geen invloed uitoefent op wandelen en fietsen. Alleen e-bikes bleken een impact te hebben op de verplaatsingen met het openbaar vervoer. Dit verschil met andere studies kan voor een groot deel verklaard worden door de opzet van dit onderzoek, waarin algemene effecten en het algemeen gebruik bevestigd werden, in tegenstelling tot een focus op de vervanging van een specifiek vervoersmiddel op het niveau van één verplaatsing (bv. vragen naar een specifieke verplaatsing en het vervoersmiddel dat ze als alternatief genomen zouden hebben). Directe vergelijkingen met andere studies zijn daarom niet mogelijk. Echter verlaagt deze algemene benadering het risico van een toevallige vervanging van een vervoersmiddel (bv. iemand nam toevallig voor deze verplaatsing

de auto om iets/iemand onderweg nog op te halen), waardoor er meer rekening gehouden werd met bewuste keuzes.

Het ging immers om diepere, onderliggende psychologische concepten die een beter inzicht verschaffen in deze modale keuze. Overtuigingen van een hogere orde (bv. maatschappelijke bijdrage, positieve impact op het milieu, een goed gevoel, gezondheid, enz.) bleken de grootste impact te hebben op de keuze voor deze transportmodi, meer nog dan het nutsaspect (bv. vrienden ontmoeten, naar de winkel gaan, multimodale verplaatsingen maken, enz.). E-bikes en fietsen scoorden zelfs hoger dan elektrische steps, waar er bij die laatste een grotere belangstelling bleek voor het gebruik om een impact te hebben op de sociale norm (bv. gebruiken omdat het trendy is, om het sociale prestige, om indruk te maken op anderen, enz.), wat we in bepaalde mate ook al zagen in Vias institute (2021).

Daar kwam bij dat obstakels geïdentificeerd werden die het gebruik van deze transportmodi verhinderden. Zo bleek dat motivatie gerelateerde factoren de belangrijkste rol speelden bij het niet-selecteren van een van deze modi (bv. gevoelens over veiligheid, geen plannen maken om de modus te gebruiken, niet geloven bij te dragen tot ecologische duurzaamheid, automatisch aan de auto denken in plaats van aan deze transportmodi, enz.). Vervolgens speelde ook de fysieke opportuniteit een grote rol in het niet-selecteren van het vervoersmiddel (bv. tijds- en geldgebrek, het vervoersmiddel niet beschikbaar hebben, enkel beschikken over slecht onderhouden toestellen, enz.). Dat blijkt ook uit de gegevens van de vragenlijst: een groot deel van de onregelmatige gebruikers heeft geen toegang tot een fiets, e-bike of elektrische step, maar ook plaatsgebrek om ze veilig te stallen lijkt een probleem (zeker op de bestemming en in meer stedelijke omgevingen). Tot slot hadden de fysieke en psychologische vaardigheden van een persoon een impact op de modale keuze (bv. onvoldoende kracht, conditie, focus, enz.). Sociale ondersteuning van anderen was minder belangrijk. Voor fietsers kon zelfs aangetoond worden dat sommige van deze factoren relevanter waren dan voor andere transportmodi. Het fysieke vermogen en de automatische motivatie verhinderde het gebruik van een traditionele fiets zelfs nog meer dan bij de andere transportmodi.

Uit deze informatie blijkt dat de keuze voor een vervoersmiddel van verschillende factoren afhangt. E-steps, e-bikes, en traditionele fietsen hebben hun eigen specifieke gebruiksdomeinen en vervangen elkaar niet zomaar. Hoewel het mogelijk is dat elektrische steps, e-bikes en fietsen elkaars rivalen zijn voor sommige specifieke trips (een step wordt voor de eerste/laatste km bijvoorbeeld even vaak gebruikt als een fiets), blijkt het collectieve effect op de vervanging van autoritten toch een groter voordeel. We zien verder dat modale keuze een moeilijk te vatten concept is, dat niet alleen meer op afgeleide vraag berust maar met meer aspecten rekening houdt. We zagen dit aan de psychologische modellen, en het simpele feit dat gezinnen heel vaak een traditionele fiets bezitten (of zelfs meer dan één), zelfs mensen die als onregelmatige gebruikers beschouwd kunnen worden (d.w.z. zij die minder vaak dan wekelijks fietsen). Dit toont aan dat louter toegang tot een modus iemand nog niet meteen een regelmatige gebruiker maakt. Iemand die een elektrische step gebruikt zal bovendien niet noodzakelijk voor de fiets kiezen, mocht die als optie wegvallen (te zien aan de cijfers voor niet-frequente gebruikers van e-steps die vooral een hoger autogebruik lieten optekenen). Hetzelfde kan gesteld worden over traditionele fietsen en e-bikes, wat wijst op specifieke redenen voor het nemen van een van deze vervoersmiddelen.

Hierin mogen we de rol van het uitvoeren van een fysieke activiteit niet onderschatten, aangezien gebleken is dat alle regelmatige gebruikers van deze PMD's fysiek actiever waren dan de niet-regelmatige gebruikers. Het kan dat dit een rechtstreeks gevolg is van de fysieke inspanning die nodig is om deze vervoersmodi voort te bewegen. De fysieke inspanning kan uitgedrukt worden in MET's (metabolic equivalents of tasks). Eerdere studies vonden een hogere MET-waarde van 6.8 voor traditionele fietsen en 5 voor e-bikes (Castro et al., 2019) in vergelijking met een waarde 4 voor stappen en 2.15 voor het gebruik van een elektrische step (Wen et al., 2019). Toch is het van belang om te vermelden dat ook e-stepgebruikers fysiek actiever blijken te zijn, vergeleken met de onregelmatige gebruikers van alle andere actieve transportmodi, ook al is dit vervoersmiddel fysiek minder inspannend. Omgekeerde causaliteit is hier mogelijk in die zin dat het gebruik van een elektrische step niet noodzakelijk leidt tot (veel) meer fysieke activiteit, maar dat fysiek actievere mensen mogelijks ook rapper de neiging kunnen hebben om de elektrische step te nemen. Het was inderdaad ook die fysieke activiteit die een positief effect had op de hinderende factor van de fysieke capaciteit, waar bleek dat fysiek actievere mensen minder aangaven dat een fysieke tekortkoming een hinderende factor vormde voor hun gebruik van die transportmodi.

Ook de verplaatsingsafstanden verschilden tussen de transportmodi. Hoewel auto's gebruikt worden over het hele spectrum van mogelijke afstanden, is hun populariteit het grootste bij de langere verplaatsingen, net als voor het openbaar vervoer. Traditionele fietsen zijn het populairst op afstanden van 2-5 km, terwijl dat bij de



elektrische steps afstanden van 5-10 km zijn, net zoals bij e-bikes. Dit toont aan dat traditionele fietsen en elektrische steps niet alleen gezien worden als opties voor de eerste/laatste kilometer, maar ook als zelfstandige en volwaardige transportmodi, wat we ook al zagen bij Degele et al. (2018), geciteerd in (European Commission, 2021).

Onderzoek bij e-stepgebruikers en analyses van gebruikersgegevens tonen aan dat elektrische steps vooral gebruikt worden door jonge, werkende mannen. We zien ook een significant aandeel gebruikers tussen 45 en 50 jaar (European Commission, 2021; Vias institute, 2021). Ons onderzoek bevestigt die bevindingen. Hoewel jongeren meer en meer de weg naar de e-bike vinden (De Maeseneer, 2018; Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2022), bleek uit dit onderzoek dat e-biker gebruikers doorgaans iets ouder zijn. Fietsers die een traditionele fiets gebruiken vertonen een eerder verspreid beeld. Ons onderzoek vond hierbij een aandeel van 20,6% e-bike gebruikers jonger dan 36, wat in lijn ligt met andere recente gegevens over fietsen in België (Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer, 2022). Wat de keuze van een e-step betreft blijken privé steps populair bij e-stepgebruikers (Vias institute, 2021), wat ons onderzoek ook bevestigt. Toch is ook het gebruik van een deelstep gangbaar. Daarin verschillen steps van (elektrische) fietsen, waarbij fietsen vaker in eigen bezit zijn.

Tot slot konden we vaststellen dat elektrische steps vrij populair zijn bij mensen met een fysieke beperking. We verkregen echter geen duidelijker beeld van het type beperking. Wel konden we verder aantonen dat ze uiteenlopende redenen hebben voor het gebruik van deze transportmodi, gebaseerd op hun behoeften, en daarbij meer problemen ondervinden in relatie tot de onderzochte hinderende factoren. Hierrond bestaat echter weinig onderzoek (Dill & McNeil, 2020). Uit interviews met aanbieders bleek dat rolstoelgebruikers elektrische deelsteps nemen om hun rolstoel over langere afstanden voort te bewegen. We pleiten daarom voor verder onderzoek dat een beter beeld moet brengen over de mogelijkheden van dit vervoersmiddel in het kader van inclusie.

### 5.3 De milieu-impact van elektrische steps

Hoewel elektrische steps geen rechtstreekse uitstoot hebben via een uitlaat, heerst toch ongerustheid over hun vermeende korte levensduur en het sterk vervuilende productieproces van de batterij. Levenscyclusanalyses voor de vroegere generaties van elektrische deelsteps kwamen tot een uitstoot van 110-165 g CO<sub>2</sub> eq/vkm over de hele levenscyclus, evenveel of net iets minder dan een standaard auto met interne verbrandingsmotor (Hollingsworth et al., 2019; Kazmaier et al., 2020; Moreau et al., 2020). Die hoge uitstoot heeft vooral te maken met de veronderstelde korte levensduur van ongeveer 10 maanden of minder en het gebruik van vervuilende bestelwagens met fossiele brandstof voor het vervoeren en opladen van de steps.

Uiteraard wordt het grootste deel van die uitstoot veroorzaakt door het productieproces van het toestel en, voor de gedeelde steps, door de operationele dienstverlening. Een gevoeligheidsanalyse wees uit dat het initiële transport van de elektrische steps (naar België) een verwaarloosbaar aandeel heeft in de totale uitstoot over de hele levenscyclus. Door de zeer efficiënte aandrijving van elektrische steps maakt ook de BKG-uitstoot die gepaard gaat met de productie van de elektriciteit voor het laden maar zo'n 2 à 5% uit van de totale uitstoot over de hele levenscyclus.

Levensduur en het aantal gereden kilometers over de hele levensduur hebben bij e-steps wel een grote invloed. Een step die langer meegaat en vaker gebruikt wordt compenseert over zijn hele levensduur de relatief hoge uitstoot van de productie die zo'n 50-80% bedraagt. Operatoren streven er daarom naar hun stepvloot zo lang mogelijk operationeel te houden, door het ontwerp te verstevigen en door regelmatig onderhoud.

Onze resultaten toonden dat de BKG-uitstoot over de hele levenscyclus per voertuigkilometer zeer gevoelig is voor veranderingen in de dagelijks afgelegde afstand van elektrische steps. Dat komt doordat de voertuigcomponent en operationele dienstverlening veel groter zijn dan de gebruikscomponent en dus sterk variëren per vkm. De voordelen die gepaard gaan met het gebruik van de elektrische step wegen met andere woorden sterker door dan impact van het hogere energieverbruik bij productie en dienstverlening. Op dezelfde manier hebben veranderingen in de gemiddelde levensduur van de step een significante impact op de BKG-uitstoot. Een langere levensduur stemt doorgaans overeen met een hogere totale kilometrage en een lagere uitstoot per vkm. Daar komt bij dat kortere dienstverlening afstanden ook een impact bleken te hebben op de broeikasgasuitstoot. De shift van vrij rondzwervende steps (free-floating) naar een aanbod via dockingstations kan helpen om de dienstafstanden te beperken.

Een vragenlijststudie van Moreau et al. (2020) uitgevoerd in Brussel toonde aan dat autoritten vaak vervangen worden door elektrische steps. Toch bleken elektrische steps ook het openbaar vervoer, de fiets en verplaatsingen te voet te vervangen. Dat lijkt af te wijken van de bevindingen van onze vragenlijst, maar is te verklaren door de manier waarop de modale shift onderzocht werd. Moreau et al. (2020) stelden de vraag: "Welke modus zou u voor hetzelfde type verplaatsing gebruikt hebben vóór de komst van de elektrische step?" en focussten daarmee op één specifieke verplaatsing, terwijl in ons onderzoek over een langere tijdsspanne gekeken werd, nl. naar het algemene aandeel van het vervoersmiddel in de verplaatsingen. De modale verschuivingen enkel afleiden uit één verplaatsing geeft geen volledig beeld van alle verplaatsingen die iemand maakt. Dat iemand één verplaatsing maakt met een step in plaats van het openbaar vervoer wil immers niet zeggen dat die persoon geneigd is om het openbaar vervoer in het algemeen te vervangen door de step. Moreau et al. (2020) stelden de vraag ook aan iedereen, zelfs als ze het vervoersmiddel slechts eenmalig gebruikten, terwijl onze vragenlijst focuste op de regelmatigere gebruikers. Toch blijft de mogelijkheid dat voor specifieke trips een vervanging van het gekozen vervoersmiddel denkbaar is. We schatten dat effect echter nogal klein is als we naar het gebruik van transportmodi in het algemeen kijken.

De resultaten van dit onderzoek zijn in lijn met de internationale discussies, gecoördineerd door het International Transport Forum (OESO), over de milieuprestaties van de nieuwe modi. Privé fietsen, elektrische steps en bromfietsen behoren tot de efficiëntste stedelijke transportmodi, die het een pak beter doen dan de auto. Energieverbruik en BKG-uitstoot van de gedeelde micromobiliteit (tevens met inbegrip van elektrische steps en fietsen, gewone en bromfietsen) zijn tot op zekere hoogte vergelijkbaar met die van metro en bus (Delhaye & Vandael Schreurs, 2022).

Hoewel de levensduur van elektrische steps een cruciale parameter vormt, is het inschatten ervan moeilijk omdat voortdurend nieuwe modellen opduiken. De eerste generaties hadden een geschatte levensduur van 18 maanden of minder, maar sommige waren na 36 maanden nog steeds operationeel. Als we de operatoren mogen geloven, hebben de recentste modellen wellicht een levensduur tot 60 maanden. Op basis van een eerder conservatievere schatting van 36 maanden en een dagelijkse kilometrage van 10 km, berekenden we een BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 49 g CO<sub>2</sub> eq/vkm, wat significant lager is dan de geschatte 84 g CO<sub>2</sub> eq/vkm van de eerste generatie. Onder die omstandigheden presteren elektrische deelsteps lichtjes beter dan de uitstoot van de gemiddelde modale verdeling in Brussel, met een BKG-uitstoot over de hele levenscyclus van 60 g CO<sub>2</sub> eq/vkm. Op deze manier bekeken vormen ze een groene mobiliteitsoplossing. We benadrukken het belang van een lange levensduur en een voldoende hoge kilometerstand. Een elektrische step die maar half zo lang meegaat en maar half zo veel rijdt heeft een BKG-uitstoot die bijna vier keer zo hoog is over de hele levenscyclus en wordt al snel vervuilender dan een auto op fossiele brandstof.

Die extreme gevoeligheid is een van de redenen waarom we voor dit onderzoek nauwkeurige inschattingen vroegen van de levensduur en de totale kilometrages van de aanbieders van elektrische deelsteps. Ondanks onze inspanningen bleek het echter onmogelijk om die informatie te bemachtigen. De mysterieusheid over de levensduur van de toestellen zet ons er toe aan om de schattingen met een korrel zout te nemen.

Bij elektrische privésteps zit de grootste milieuwinst nog altijd in het productieproces van het voertuig, omdat de operationele dienstverlening hier irrelevant is. Snel samengevat blijven er twee opties: enerzijds het productieproces milieuvriendelijker maken en anderzijds de levensduur verlengen door de toestellen robuuster en/of minder technologieafhankelijk te maken.

Merk op dat er op de markt voor elektrische privésteps grote kwaliteitsverschillen bestaan. Dit gaat van 'speelgoedachtige' steps, met een prijskaartje tussen 100 en 200 euro, tot straatwaardige exemplaren die doorgaans boven de 500 euro kosten. Dat verschil kan een grote impact hebben op de levensduur van het toestel en zijn totale uitstoot over de hele levenscyclus.

Uit deze analyse blijkt de noodzaak van regulering en het opleggen van een verplichting, om transparant te communiceren over de prestaties van de micromobiliteitstoestellen, willen we de impact op het milieu duurzaam verbeteren. Daartoe moet een constructieve oplossing gevonden worden zonder de businessmodellen van de constructeurs en aanbieders te onthullen, wat mogelijk het potentieel van dit vervoersmiddel zou kunnen tenietdoen.

Tot slot focust onze milieu-impact analyse sterk op de BKG-uitstoot in termen van CO<sub>2</sub>. Het is belangrijk om te erkennen dat de CO<sub>2</sub>-uitstoot maar een deel uitmaakt van emissies en de milieu-impact (bv. vrijgekomen deeltjes door slijtage van banden/remmen, andere broeikasgassen door elektriciteitsproductie, andere uitstoot van transport en operationele dienstverlening, milieu-impact van het ontginnen van grondstoffen, enz.). Als dusdanig is onze analyse een vereenvoudiging die niet de totale 'milieu-impact' van elektrische steps omvat.

## 5.4 Gedrag

In de inleiding werd reeds gesteld dat het rijgedrag met PMD's, vooral met de e-step, cruciaal is voor de verkeersveiligheid. (European Transport Safety Council, 2022). Om die reden werd een conflict- en gedragsobservatiestudie opgezet in voetgangerszones en gedeelde ruimten met een hoog aandeel voetgangers.

Daaruit bleek dat gebruikers van een elektrische step een hoger risico hebben op een conflict dan fietsers, op gebruikersniveau, maar niet op interactieniveau. We stelden vast, op basis van een manuele selectie van conflicten, dat een aanzienlijke oorzaak voor die conflicten snelheid was: te snel rijden of een snelheid niet aangepast aan de situatie (zowel voor fietsen als voor elektrische steps). Op basis van geaggregeerde conflictgegevens werd bij 1 op de 4 conflicten de snelheidslimiet niet gerespecteerd. Aangezien e-stepgebruikers vaker te snel reden dan fietsers, kan een logisch verband worden gelegd tussen de hogere snelheid en het grotere risico op conflicten. Met betrekking tot het tijdstip van een conflict zien we echter geen verschil in het naleven van de snelheidslimiet tussen e-stepgebruikers en fietsers. Verder werd vastgesteld dat onaangepaste snelheid een belangrijke oorzaak is van ongevallen (European Transport Safety Council, 2022), wat het nut aantoont van surrogate safety indicatoren in verkeersveiligheidsonderzoek.

Che et al (2020), geciteerd in (European Commission, 2021), stelden vast dat voetgangers en fietsers zich het veiligste voelen wanneer e-stepgebruikers zich houden aan een maximumsnelheid van 15 km/u. Che, Lum, & Wong (2020), geciteerd in (European Commission, 2021) concludeerden bovendien ook dat voetgangers zich veiliger voelen wanneer elektrische steps inhalen aan een snelheid van maximaal 10 km/u. Dit werd door de gebruikers van een elektrische step als te traag ervaren, wat ook blijkt uit de praktijk. E-stepgebruikers in Oostenrijk reden namelijk gemiddeld 15,1 km/u (European Commission, 2021). Ons onderzoek, waarin we vaststellen dat 30 tot 60% van de e-stepgebruikers in voetgangerszones (snelheid beperkt tot stapvoets rijden) te snel reden, bevestigt dat. Door de mogelijkheid van 'geofencing' en de op 1 juli 2022 gewijzigde wetgeving wordt het echter mogelijk voor de aanbieders om de snelheid van elektrische deelsteps in die gedeelde ruimten te beperken. Een evaluatie is wellicht aangewezen om na te gaan of de deelstepeaanbieders dit ook naleven.

Op basis van een manuele selectie van conflicten bleek risicogedrag vaker voor te komen bij mannelijke gebruikers. Dat vertaalt zich in een hoger aandeel mannelijke chauffeurs die gewond raken (Vias institute, 2021). We kunnen hier echter geen definitieve besluiten trekken omdat het mogelijk is dat de hogere blootstelling van de mannelijke gebruikers een rol speelt, alsook hun vermoedelijk risicovollere gedrag, wat in dit onderzoek niet nagegaan kon worden.

Bij dit conflictobservatieonderzoek moeten we nog vermelden dat we mogelijk conflicten gemist hebben door een geautomatiseerde software te gebruiken. Anderzijds hadden we bij een manuele codering minder uren aan beeldmateriaal kunnen verwerken en zo ook potentieel conflicten kunnen missen.

Als antwoord op de groeiende belangstelling voor elektrische steps en de bezorgdheid over hoe het nieuwe vervoersmiddel gebruikt wordt, werd in België op 1 juli 2022 een nieuwe wetgeving voor micromobiliteitstoestellen van kracht die e-stepgebruikers gedeeltelijk gelijkstelt met fietsers. Bij de elektrische steps geldt de wetgeving alleen voor goedgekeurde versies, met een maximumsnelheid van 25 km/u en zonder zitje. Andere modellen zijn verboden of vallen onder de specifieke bromfietswetgeving waarvoor een rijbewijs AM geldt. De wijziging kwam er als reactie op bepaalde problemen met elektrische steps en andere voortbewegingstoestellen (bv. monowheel, hoverboards, Segway ...). Ze omvat:

- een verbod op het gebruik van elektrische steps door min-16-jarigen (behalve in specifieke zones)
- een verbod op het gebruik van elektrische steps op het voetpad
- een verbod op rijden met een passagier
- de verplichting om gebruik te maken van specifieke stationeerplaatsen voor deelsteps
- de verplichting om stapvoets te rijden in voetgangerszones waar de elektrische step toegelaten is

Echter dient de naleving van de wetswijziging onderzocht te worden.

Daarnaast wordt aangenomen dat een universeel geluid voor e-steps de verkeersveiligheid kan verbeteren (TIER, n.d.). Gelet op de resultaten van de conflictobservatie, kan geconcludeerd worden dat het geluid van een e-step niet noodzakelijk een oplossing zal bieden, aangezien snelheid een belangrijke conflictoorzaak is, en in mindere mate de onverwachte aanwezigheid van een e-step. Het gedrag van de gebruiker speelt namelijk een grotere rol in het vermijden van onveiligheid. In feite, is ook een grotere alertheid van voetgangers noodzakelijk, hoewel afgevraagd kan worden of voetgangers constant alert dienen te zijn in voetgangerszones.

De gedrags- en conflictobservatie van dit onderzoek hield rekening met nogal wat gebruikers van elektrische steps en fietsers. Echter werd de positie van de gebruiker op zijn of haar e-step bijvoorbeeld niet onderzocht (bv. of de voeten al dan niet stabiel naast of achter elkaar staan). Evenmin keken we naar conflicten tussen voetgangers en gestalde of omgevallen e-steps. In realiteit kunnen die conflicten niet met de klassieke conflictobservatietechnieken onderzocht worden. Ze zouden, net als voor de houding op de step, een specifieke gedragsobservatie vergen.

Tot slot moeten we ook uitkijken met de interpretatie van het conflict risico. Deze studie hield alleen rekening met gedeelde ruimten met een focus op kwetsbare weggebruikers en hield amper rekening met interacties met het gemotoriseerde verkeer (enkel aan de Elsensesteenweg). We pleiten voor vervolgonderzoek dat focust op interacties met PMD's en gemotoriseerd verkeer, om meer inzicht te verkrijgen in deze potentieel gevaarlijke situaties. Uit (De Vos & Sloomans, 2023; Shah et al., 2021) blijken nogal wat ongevallen zich immers voor te doen met afslaan gemotoriseerde voertuigen.

## 5.5 Ongevallen

Uit de zelf-gerapporteerde ongevallen, waar we in dit onderzoek mee werkten, bleek dat traditionele fietsen het vaakst bij ongevallen betrokken zijn, gevolgd door elektrische steps en als laatste de e-bike. Bij de bijna-ongevallen doet min of meer dezelfde situatie zich voor. Op het eerste zicht kunnen we daaruit besluiten dat elektrische steps veiliger zijn dan fietsen, maar die conclusie gaat niet op. We houden hier immers geen rekening met de blootstelling en kunnen dus niets besluiten over het ongevalsrisico. In feit zegt de literatuur zelfs, gebaseerd op beperkte ongevalsstatistieken, dat het ongevallenrisico van elektrische steps 4 tot 10 keer hoger ligt dan dat van een traditionele fiets (European Transport Safety Council, 2022; SWOV, 2021).

We vermoeden dat maar een gedeelte van de ongevallen door de politie geregistreerd wordt, aangezien we vaststellen dat slechts 10% van de ongevallen resulteerde in een ernstige verwonding waarvoor een doktersbezoek nodig was. Dat wordt bevestigd door een recente studie die focust op ziekenhuisgegevens over ongevallen met elektrische steps en lagere ondersteuning voor pv-analyses, vanwege onderrapportage (Bjørnskau, 2022; European Transport Safety Council, 2022). We stellen bovendien vast dat er geen verschil is in overlijdensrisico per verplaatsing tussen e-steps en fietsen, maar dat het risico op hospitalisatie bij de step wel significant hoger ligt dan bij de fiets (European Commission, 2021). Terwijl de ernst van de ongevallen niet meteen zeer groot lijkt, moeten we voor ogen houden dat e-steps vooral gebruikt worden door jongere mensen, die minder kwetsbaar zijn dan oudere gebruikers van andere transportmodi.

Zelfrapportering toont aan dat ongevallen met PMD's vooral eenzijdig zijn (4 op de 5). Dat is anders dan bij de pv-analyses (De Vos & Sloomans, 2023) maar conform (European Commission, 2021; Vias institute, 2021). Oorzaken van eenzijdige ongevallen zijn vaak technische problemen, het eigen gedrag en voor de e-step gebruikers specifiek ook de weersomstandigheden, terwijl fietsers vooral de infrastructuur en hun eigen gedrag aanhalen. Bij meezijdige ongevallen wordt vaak op het gedrag van de andere weggebruikers gewezen, e-stepgebruikers vermelden ook het eigen gedrag. Die vermeldingen lijken enigszins in lijn met de informatie uit de pv's (De Vos & Sloomans, 2023), behalve voor de eenzijdige ongevallen, waar onderrapportage vrij waarschijnlijk is, aangezien de meeste van die ongevallen weinig of geen fysieke gevolgen hadden. De ernst van de verwondingen neemt toe wanneer een andere weggebruiker bij het ongeval betrokken is. Het hoge aandeel van de technische problemen als ongevallenoorzaak bij elektrische steps valt niet te verklaren. Nader onderzoek is hier aangewezen.

De vragenlijst vroeg niet naar specifieke verwondingen, maar de literatuur benadrukt het hoge aantal verwondingen aan het hoofd bij ongevallen met elektrische steps (Bjørnskau, 2022; European Transport Safety Council, 2022). Niettemin werd een helmplicht niet geïntroduceerd, uit vrees dat het vervoersmiddel zijn aantrekkelijkheid zal verliezen, wat resulteerde in kritiek op de wetgever (Vias institute, 2021).

Tot slot bleek uit het mobiliteitshoofdstuk al dat e-stepgebruikers minder vaak in het bezit zijn van een rijbewijs dan regelmatige en onregelmatige gebruikers van de andere transportmodi. Hierdoor is het mogelijk dat er een gebrek is aan adequate kennis (i.e. kennis die normaal verzameld via het theoretisch rijexamen om een rijbewijs te behalen). Dat zou een mogelijke verklaring kunnen zijn voor het hogere aandeel ongevallen per afgelegde voertuigkilometer (ook te lezen in (Vias institute, 2021)).

## 6 Aanbevelingen

Om de mogelijke negatieve effecten beter het hoofd te bieden, een correct gebruik te stimuleren en in te spelen op de aanwezige vastgestelde kansen, kunnen we de volgende aanbevelingen naar voren schuiven.

### Omkadering

- Een duidelijker afgelijnde categorisering bij de PMD's, op nationaal en internationaal niveau, met veelgebruikte definities is noodzakelijk. Idealiter komt er cohesie op Europees niveau.
- Type-goedkeuring op Europees niveau om ervoor te zorgen dat legale en illegale PMD's eenvoudiger van elkaar onderscheiden kunnen worden. Dit kan bovendien ook duidelijkheid brengen in de grijze zone van elektrische steps met een 'zadel' en de 'snelle' elektrische steps (sneller dan 25 km/u).
- Verdere harmonisering van de wet- en regelgeving tussen de lidstaten, waarbij er ingestaan moet worden voor een goede communicatie en handhaving.
- Duidelijkere doelstellingen op het beleidsniveau voor het gebruik van PMD's, daar waar er kansen liggen op mobiliteitsniveau.

### Mobiliteit

- Stimuleren van het PMD-gebruik, gebaseerd op de ERG-theorie en behoeftebevrediging.
  - Communiceren over hogere orde motivaties en de rol die PMD's kunnen hebben om die behoeften te bevredigen.
  - De praktische aspecten van PMD's aantonen in dagelijkse omstandigheden.
- Wegwerken van hindernissen voor het gebruik van PMD's waar een duurzame modale shift denkbaar is, gebaseerd op het gedragsveranderingswiel (BCW) en de bijbehorende interventies en beleid.
- Stimuleren van verder onderzoek rond PMD's, en dan vooral hun rol voor weggebruikers met een beperking.
- Elektrische steps behandelen als een volwaardig vervoersmiddel en niet als een stuk speelgoed.
- PMD's beschouwen als een plaatsvervanger voor autoritten en als dusdanig stimuleren.

### Milieu-impact

- Transparantie creëren rond PMD's, door een regelgevend kader op te zetten rond de levenscyclus van elektrische steps en hun impact op het milieu (verplichten voor aanbieders van deelsteps).
- Productie en grootschalige assemblage van PMD's naar Europa verhuizen, waar striktere regels gelden voor de uitstoot.
- Overwegen van et gebruik van labels voor de milieu-impactscore van PMD's in de productiefase.
- Acties opleggen om de impact van de productie van PMD's, inclusief materiaalgebruik, te verkleinen.
- Promoten en/of subsidiëren van onderhoud en reparatie van PMD's om hun levensduur te verlengen.
- Promoten en/of subsidiëren van milieuvriendelijker geproduceerde PMD's en ontraden van inferieure PMD's gebouwd met milieu-onvriendelijke materialen.
- Deelsysteemoperatoren belonen voor het uitvoeren van duurzame acties in hun dienstverlening en het gebruik van milieuvriendelijke toestellen, in plaats van louter ongewenst gedrag te beboeten.
- Vastleggen van doelstellingen met betrekking tot de levensduur van gedeelde e-steps die gehaald moeten worden door de operatoren (bv. een gegarandeerde levensduur opleggen van 36 maanden), met sancties indien dit niet bereikt wordt.

### Veiligheid

- Ongevalleninformatie over PMD's blijven verzamelen en de registratie verbeteren (beter onderscheid tussen types van steps).
- Onaangepaste snelheid en alcoholgebruik bij e-steprijders handhaven, samen met de nieuwe wetgeving geïmplementeerd in juli 2022. Meer toezicht is vooral nodig in ongeval-gevoelige zones, zoals zones waar veel fietsers en voetgangers komen.
- Via campagnes het dragen van de helm aanmoedigen.
- Veiligere normen en regels voor het voertuigontwerp overwegen.
- De infrastructuur voor PMD's verbeteren (interventies op het vlak van verkeerstechniek, bv. verbeteren van het wegdek, afgescheiden ruimte voor e-steps om conflicten met voetgangers te verlagen).
- Alternatieven bedenken om gedragsverandering te bevorderen (bv. opleiding in plaats van boete)
- Een zelftraining aanbieden via de smartphone om de kans te vergroten dat gebruikers een basisopleiding voertuigcontrole achter de rug hebben. Dit om te vermijden dat professionele

opleidingen worden uitgewerkt die mogelijks niet worden gevolgd. Opleidingen kunnen daarnaast ook de kennis over de wetgeving vergroten en risicogedag tegengaan.

- Verder onderzoek is nodig om een beter beeld te krijgen van hoe e-stepgebruikers interageren met mensen die stappen, fietsen en autorijden, om ongevallen te voorkomen.
- We pleiten ook voor verder onderzoek naar het hoge aandeel van de technische problemen in de ongevallencijfers met elektrische steps.

We formuleren geen aanbevelingen over het gebruik van richtingaanwijzers, een geluidssignaal, achteruitkijkspiegels en reflecterend materiaal, omdat die niet gezien worden als een belangrijke oorzaak van ongevallen of conflicten. In de realiteit vertaalt die bijkomende uitrusting zich in een extra kost voor de gebruiker, problemen voor deelstepaanbieders om hun materieel wettelijk in orde te houden (gezien fenomenen als vandalisme, omvallen, enz.) en kan er een impact zijn op de draagbaarheid van het toestel die een sleutelfactor speelt in multimodaliteit.



## Referenties

- ACEM. (2021). *Micromobility: The case of the Personal Light Electric Vehicle*. <https://acem.eu/policy-areas/mobility/acem-position-paper-micromobility-the-case-of-the-personal-light-electric-vehicle>
- Battery Solutions. (2022). *The Unwritten risks of E-mobility batteries | Battery Solutions*. <https://batterysolutions.com/news/the-unwritten-risks-of-e-mobility-batteries/>
- Bird Cities Blog. (2022). *Bird BMS: The Secret to Safe, Sustainable Scooter Batteries*. <https://www.bird.co/blog/bird-bms-safe-sustainable-scooter-batteries/>
- Bjørnskau, T. (2022). *E-scooter accidents and risks - comparing data from Norway (Oslo) with other countries*.
- Bláfóss Ingvarðson, J., Thorhauge, M., Kaplan, S., Nielsen, O. A., & Raveau, S. (2019). *Incorporating Existence, Relatedness & Growth needs in transport mode choice: A hybrid choice framework*. [https://transp-or.epfl.ch/heart/2019/abstracts/hEART\\_2019\\_paper\\_162.pdf](https://transp-or.epfl.ch/heart/2019/abstracts/hEART_2019_paper_162.pdf)
- Bolt Blog. (2020). *Bolt launches new, fourth-generation scooter model | Bolt Blog*. <https://blog.bolt.eu/en/bolt-launches-new-fourth-generation-scooter-model/>
- Brannigan, C., Waymel, L., Giff, H., & Kilsten, A. (2022). *Expert study: 'Safety and environmental aspects of the use of Personal Mobility Devices*. <https://www.fiaregion1.com/expert-study-on-safety-and-environmental-aspects-of-the-use-of-personal-mobility-devices/>
- Brown, G. R. (1994). Traffic conflicts for road user safety studies. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 21(1), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1139/194-001>
- Carpenter, S. (2019, October 25). In the Van With the 'Juicers' Who Round Up and Recharge Lime Scooters. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2019/10/25/business/lime-bird-scooters-rechargers.html>
- Castro, A., Gaupp-Berghausen, M., Dons, E., Standaert, A., Laeremans, M., Clark, A., Anaya-Boig, E., Cole-Hunter, T., Avila-Palencia, I., Rojas-Rueda, D., Nieuwenhuijsen, M., Gerike, R., Panis, L. I., de Nazelle, A., Brand, C., Raser, E., Kahlmeier, S., & Götschi, T. (2019). Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists: Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 1, 100017. <https://doi.org/10.1016/J.TRIP.2019.100017>
- Cazzola, P., & Crist, P. (2020). *Good to Go? Assessing the Environmental Performance of New Mobility*. <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/environmental-performance-new-mobility.pdf>
- Clean Energy Institute. (2020). *Lithium-Ion Battery - Clean Energy Institute*. <https://www.cei.washington.edu/education/science-of-solar/battery-technology/>
- Conti, A. (2019). *Someone's Going to Get Killed Charging Those E-Scooters*. Vice. <https://www.vice.com/en/article/wjmx8y/someones-going-to-get-killed-charging-those-e-scooters-juicing-limes>
- Dardenne, L. (2022, April 28). La trottinette électrique n'est pas un jeu, un accident peut laisser des séquelles physiques, fonctionnelles, esthétiques et psychiques. *La Libre Belgique*. <https://www.lalibre.be/planete/sante/2022/04/28/la-trottinette-electrique-nest-pas-un-jeu-elle-peut-laisser-des-sequelles-physiques-fonctionnelles-esthetiques-et-psychiques-2LM2NGKNDZGXTISO7CGSEOVPO4/>
- de Bortoli, A. (2021). Environmental performance of shared micromobility and personal alternatives using integrated modal LCA. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102743>
- De Ceunynck, T. (2017). *Defining and applying surrogate safety measures and behavioural indicators through site-based observations* [Lund University]. <https://documentsserver.uhasselt.be/handle/1942/24288>
- De Ceunynck, T., Wijnhuizen, G. J., Fyhri, A., Gerike, R., Köhler, D., Ciccone, A., Dijkstra, A., Dupont, E., & Cools, M. (2021). Assessing the Willingness to Use Personal e-Transporters (PeTs): Results from a Cross-National Survey in Nine European Cities. *Sustainability* 2021, Vol. 13, Page 3844, 13(7), 3844.



<https://doi.org/10.3390/SU13073844>

- De Maeseneer, W. (2018). *Elektrische fiets steeds populairder, ook bij jongeren*. VRT Nieuws. <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2018/03/29/elektrische-fiets-steeds-populairder--ook-bij-jongeren/>
- De Vos, N., & Slootmans, F. (2023). *Analyse approfondie des caractéristiques et profils d'accidents impliquant une trottinette électrique*.
- Delhaye, A., & Vandael Schreurs, K. (2022). *Duurzame integratie van gemotoriseerde tweewielers (G2Ws) in het mobiliteitsbeleid - Een stand van zaken en prognoses*. <https://www.vias.be/nl/onderzoek/onze-publicaties/duurzame-integratie-van-gemotoriseered-tweewielers/>
- Dill, J., & McNeil, N. (2020). Are Shared Vehicles Shared by All? A review of Equity and Vehicle Sharing. *Journal of Planning Literature*. <https://doi.org/10.1177/0885412220966732>
- Dott. (2022). *Sustainability GRI Report*.
- Dott Blog. (2021). *Why swappable batteries are the way to go | Dott blog*. <https://ridedott.com/blog/global/why-swappable-batteries-are-the-way-to-go>
- Electric Scooter Guide. (2022a). *Electric Scooter Regenerative Brakes* » *Electric Scooter Guide*. <https://electric-scooter.guide/guides/electric-scooter-regenerative-brakes/>
- Electric Scooter Guide. (2022b). *Technical Guide: Electric Scooter Brakes* » *Electric Scooter Guide*. <https://electric-scooter.guide/guides/electric-scooter-brakes/>
- Ericsson. (2021). *Connected Micromobility*. <https://www.ericsson.com/4aadf6/assets/local/internet-of-things/docs/10272021-ericsson-connected-micromobility.pdf>
- European Commission. (2021). *Road safety thematic reports - Personal Mobility Devices*. [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/road\\_safety\\_thematic\\_report\\_personal\\_mobility\\_devices\\_tc\\_final.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2021-07/road_safety_thematic_report_personal_mobility_devices_tc_final.pdf)
- European Transport Safety Council. (2022). *e-Scooter Safety: From research to action*. <https://etsc.eu/etsc-online-event-e-scooter-safety/>
- EY. (2020). *Micromobility: Moving cities into a sustainable future*.
- Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer. (2022). *Enquête BEMOB: Fietsgebruik in België*. <https://mobilit.belgium.be/nl/duurzame-mobiliteit/fietsen/elektrische-fietsen>
- Fluctuo. (2022). *European Shared Mobility Index - Annual Review 2021*.
- FOD Mobiliteit en Vervoer. (2022). *Enquête monitor over de mobiliteit van de Belgen*. <https://mobilit.belgium.be/nl/publications/enquete-monitor-over-de-mobiliteit-van-de-belgen>
- Gauquelin, A. (2020). *Jump: the next battery-swap technology?* Shared-Micromobility. <https://shared-micromobility.com/jump-the-next-battery-swap-technology/>
- Hayward, J. C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. *Highway Research Record*, 384, 24–34.
- Hendrickx, K. (2019, January 23). Op nachtelijke stepjacht: veel stress, weinig euro's. *Bruzz*. <https://www.bruzz.be/economie/op-nachtelijke-stepjacht-veel-stress-weinig-euros-2019-01-23>
- Hollingsworth, J., Copeland, B., & Johnson, J. X. (2019). Are e-scooters polluters? the environmental impacts of shared dockless electric scooters. *Environmental Research Letters*, 14(8). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2da8>
- Horizon Micromobility. (2022). *Electric Scooter Motor Guide - information on e-scooter motors – Horizon Micromobility*. <https://horizonmicromobility.com/pages/scooter-motors>
- IEA. (2022). *Belgium - Countries & Regions - IEA*. <https://www.iea.org/countries/belgium>
- Intelligent Transport. (2022). *TIER Mobility arrives in Belgium with e-scooter launch in Brussels*. <https://www.intelligenttransport.com/transport-news/133134/tier-mobility-e-scooters-brussels/>

- ITF assessment tool. (2020). *life-cycle-assessment-calculations-2020*.
- Johnsson, C., Laureshyn, A., & De Ceunynck, T. (2018). In search of surrogate safety indicators for vulnerable road users: a review of surrogate safety indicators. *Transport Reviews*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1442888>
- Jossen, A., Späth, V., Döring, H., & Garcke, J. (1999). Reliable battery operation — a challenge for the battery management system. *Journal of Power Sources*, *84*(2), 283–286. [https://doi.org/10.1016/S0378-7753\(99\)00329-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7753(99)00329-8)
- Kamaluddin, N. A., Andersen, C. S., Larsen, M. K., Meltofte, K. R., & Várhelyi, A. (2018). Self-reporting traffic crashes – a systematic literature review. *European Transport Research Review 2018 10:2*, *10*(2), 1–18. <https://doi.org/10.1186/S12544-018-0301-0>
- Kazmaier, M., Taefi, T., & Hettesheimer, T. (2020). Techno-Economical and Ecological Potential of Electric Scooters: A Life Cycle Analysis. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, *20*(4), 233–251. <https://doi.org/10.18757/EJTIR.2020.20.4.4912>
- Klimt, A. (2022). *Alex Klimt on LinkedIn: #powerbanks #Ukraine #RideTogether*. [https://www.linkedin.com/posts/alexklimt\\_powerbanks-ukraine-ridetogether-activity-6942447992385802240-GMs5?utm\\_source=linkedin\\_share&utm\\_medium=member\\_desktop\\_web](https://www.linkedin.com/posts/alexklimt_powerbanks-ukraine-ridetogether-activity-6942447992385802240-GMs5?utm_source=linkedin_share&utm_medium=member_desktop_web)
- Lawrence, C. (2021). *Fixed vs. detachable ebike batteries: Which one is right for you?* The Next Web. <https://thenextweb.com/news/what-kind-of-ebike-battery-is-best-for-you>
- Licata, V. (2021). *Mobilité électrique et partagée : une solution durable ? Analyse du cycle de vie des scooters électriques en libre-partage à Bruxelles*. Université Libre de Bruxelles.
- Lime. (2019). *A study on Lime's environmental impact in Paris*.
- Martensen, H., Temmerman, P., & Pelssers, B. (2021). *Interacties in voetgangersgebieden - Onderzoek naar de interacties tussen bestuurders en voetgangers in voetgangersgebieden*. <https://www.vias.be/nl/onderzoek/onze-publicaties/interacties-in-voetgangersgebieden/>
- Michie, S., van Stralen, M. M., & West, R. (2011). The behaviour change wheel: A new method for characterising and designing behaviour change interventions. *Implementation Science*, *6*(1). <https://doi.org/10.1186/1748-5908-6-42>
- Moreau, H., de Jamblinne de Meux, L., Zeller, V., D'Ans, P., Ruwet, C., & Achten, W. M. J. (2020). Dockless E-Scooter: A Green Solution for Mobility? Comparative Case Study between Dockless E-Scooters, Displaced Transport, and Personal E-Scooters. *Sustainability*, *12*(5). <https://doi.org/10.3390/su12051803>
- Polis. (2022). *Latest European Shared Mobility Index published*. <https://www.polisnetwork.eu/news/latest-european-shared-mobility-index-published/#:~:text=The European Shared Mobility Index provides a quarterly snapshot of,%2C scooters%2C mopeds and cars.>
- POLIS Network. (2022). *A look at the European Shared Mobility Industry: Fluctuo's latest Index - POLIS Network*. <https://www.polisnetwork.eu/news/a-look-at-the-european-shared-mobility-industry-fluctuos-latest-index/>
- Pulvirenti, G., De Ceunynck, T., Daniels, S., Distefano, N., & Leonardi, S. (2021). Safety of bicyclists in roundabouts with mixed traffic: Video analyses of behavioural and surrogate safety indicators. *Transportation Research Part F*, *76*, 72–91. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.11.006>
- Romain, M. (2022). *"The oldest shared escooter in operations". 3.5 years later, our Generation - Maxim Romain on LinkedIn / 20 comments*. <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:6940607194199437312/>
- Schuller, A., & Aboukrat, M. (2019). *White paper: The Role of e-scooters and Light Electric Vehicles in Decarbonizing Cities*.
- Severengiz, S., Finke, S., Schelte, N., & Wendt, N. (2020, March 1). Life Cycle Assessment on the Mobility Service E-Scooter Sharing. *2020 IEEE European Technology and Engineering Management Summit, E-TEMS 2020*. <https://doi.org/10.1109/E-TEMS46250.2020.9111817>

- Shah, N. R., Aryal, S., Wen, Y., & Cherry, C. R. (2021). Comparison of motor vehicle-involved e-scooter and bicycle crashes using standardized crash typology. *Journal of Safety Research*, 77, 217–228. <https://doi.org/10.1016/J.JSR.2021.03.005>
- Strobel, P. (2021). *Electric Scooter Tires: A Technical Guide for Beginners*. <https://eridehero.com/electric-scooter-tires/>
- SWOV. (2021). *Light electric vehicles (LEVs)*. [https://swov.nl/sites/default/files/bestanden/downloads/FS LEVs UK.pdf](https://swov.nl/sites/default/files/bestanden/downloads/FS_LEVs_UK.pdf)
- The Brussels Times. (2020). *E-scooter popularity will boom in Brussels after lockdown*. <https://www.brusselstimes.com/109131/e-scooter-popularity-will-boom-in-brussels-after-lockdown>
- The Next Web. (2022). *Micromobility startups struggle to profit despite heavy funding -- here's why*. <https://thenextweb.com/news/micromobility-expansion-is-in-order-now-time-for-profits>
- The Verge. (2019). *Bird has a new electric scooter: it's durable, comes in three different colors, and you can buy it - The Verge*. <https://www.theverge.com/2019/5/8/18535698/bird-one-electric-scooter-ride-share-own-price>
- TIBCO. (n.d.). *What is Factor Analysis?* <https://www.tibco.com/reference-center/what-is-factor-analysis>
- TIER. (n.d.). *UCL and London e-scooter operators team up to research 'universal sound' for e-scooters in the capital*. <https://about.tier.app/ucl-and-london-e-scooter-operators-team-up-to-research-universal-sound-for-e-scooters-in-the-capital/>
- Tire meets road. (2018). *The insane way some electric scooters are being charged, gas generators on a truck - Alt Car news*. <https://tiremeetsroad.com/2018/10/07/the-insane-way-some-electric-scooters-are-being-charged-gas-generators-on-a-truck/>
- Van der Horst, H. (1990). *A time-based Analysis of road-User Behaviour at Intersections*. 91–107.
- Vezzini, A. (2014). Lithium-Ion Battery Management. *Lithium-Ion Batteries: Advances and Applications*, 345–360. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59513-3.00015-7>
- Vias institute. (2021). *Briefing 'Elektrische steps en verkeersveiligheid'*. <https://www.vias.be/nl/onderzoek/onze-publicaties/briefing-elektrische-steps-verkeersveiligheid-2021/>
- Voi Blog. (2021). *Voi unveils the Voyager 4, an e-scooter truly built for cities for living, featuring noise and optional air-quality sensors -* <https://www.voiscooters.com/blog/voi-unveils-the-voiyager-4/>
- Wen, Y., Bassett Jr, D. R., Zhang, S., Brakewood, C., Cherry, C. R., Thorsen, T., Weinhandl, J. T., & Morse, J. (2019). *Evaluating the Physical Activity Impacts of Riding Electric Kick Scooters*. <https://trb.secureplatform.com/a/solicitations/18/sessiongallery/325/application/1436>
- World Energy Data. (2022). *World Electricity Generation - World Energy Data*. <https://www.worldenergydata.org/world-electricity-generation/>

# Bijlagen

## Factoranalyse ERG theorie (Engelstalig)

A factor analysis was performed on all 33-items in order to subtract the different ERG-level needs. In order to determine the number of factors, an eigenvalue of >1 was used. Plotting the eigenvalues off all the factors on a screen plot showed that 3 factors could be derived, on which 31 items gave a high factor loading. For the individual factor loadings per item, a cut-off value larger than 0.3 was used. A variance of 53.72% was explained by the 3 factors. The table below gives an overview of the factor loadings, mean factor scores, standard deviation, and reliability scores. The following factor naming could be determined: 'Utilitarian mobility' (consisting of mostly existence-level needs), 'Subjective norm' (consisting of mostly relatedness-level needs), and 'Attitudes as secondary motivators' (consisting mostly of growth-level needs).

Items	Factors		
	Attit.	Utili.	Subj.
1. I believe it is good for the environment	<b>0.821</b>	0.137	0.059
2. I believe is better for my health to use this rather than other transport modes	<b>0.789</b>	0.208	0.121
3. I believe it is good for my health	<b>0.788</b>	0.213	0.102
4. I believe it helps to improve the situation in cities (congestion, pollution, noise etc.)	<b>0.782</b>	0.22	0.056
5. I think it is well perceived by the society to use it	<b>0.71</b>	0.264	0.112
6. I believe it allows to contribute to a better society	<b>0.709</b>	0.234	0.292
7. I find it gives a good feeling to use it (adrenaline, freedom etc.),	<b>0.67</b>	<u>0.342</u>	0.212
8. I believe it is cheaper than other transport modes	<b>0.645</b>	0.125	0.109
9. Using it to clear my head and stimulate productivity	<b>0.622</b>	<u>0.416</u>	0.066
10. I believe is easier to park / does not require parking	<b>0.615</b>	0.206	0.045
11. I believe it offers more flexibility than other transport modes	<b>0.583</b>	0.289	0.233
12. I believe my family/friends would think it is nice that I use it	<u>0.523</u>	0.284	<b>0.44</b>
13. I think it becomes trendy to use it	<u>0.411</u>	0.152	<b>0.361</b>
14. Going to a museum / art exhibition	0.17	<b>0.748</b>	0.171
15. Attending after-hours activities (e.g., a language course, music class etc.)	<u>0.355</u>	<b>0.725</b>	-0.035
16. Meeting your friends during a day	<u>0.415</u>	<b>0.712</b>	-0.021
17. Going for a professional meeting	0.111	<b>0.711</b>	0.293
18. Going out in the evening (e.g. going to dinner, go party, go to the bar, etc.)	0.119	<b>0.679</b>	0.233
19. Going for a trip /excursion	0.187	<b>0.655</b>	0.215
20. Going to work/school	<u>0.378</u>	<b>0.644</b>	0.044
21. Running daily errands (e.g., going to the doctor, going to the hairdresser, going to the pharmacy)	<u>0.375</u>	<b>0.643</b>	-0.024
22. Picking up take-away food	0.199	<b>0.638</b>	0.185
23. Meeting new people	0.245	<b>0.624</b>	0.289
24. Spending some quality time with your family	<u>0.455</u>	<b>0.538</b>	0.118
25. Making a multimodal journey (combining different transport modes, e.g., taking a bike on the train)	0.145	<b>0.529</b>	0.123
26. Doing local groceries (e.g., in the street market, local supermarket)	<u>0.382</u>	<b>0.519</b>	0.067
27. I believe it allows to impress friends, co-workers, family	0.062	0.124	<b>0.768</b>
28. I believe it gives a kind of social prestige/benefit to use it	0.264	0.217	<b>0.694</b>
29. I believe it allows to demonstrate your opinion/beliefs	<u>0.342</u>	0.224	<b>0.635</b>
30. I believe it is safer than other transport modes	0.272	<u>0.318</u>	<u>0.572</u>
31. I believe that people who use it belong to a certain (social) group/movement	-0.041	-0.133	<b>0.544</b>
32. Going to a bigger store (e.g., hypermarket, Ikea etc.)	-0.126	<b>0.434</b>	<u>0.525</u>
33. I believe it is quicker than other transport modes	0.279	0.298	<u>0.429</u>
Mean	3.485	2.975	2.879
Standard Deviation	0.821	0.832	0.711
Chronbach's Alpha	0.927	0.917	0.768

Items in italic and underlined loaded onto the factor but were left out due to a lower alpha value or cross loading that couldn't be explained on a factor. Bold items are part of the factor and were taken to calculate a mean score for the factor.

Some cross-loadings could be observed, possibly due to a an item that can be seen under multiple factors. However, an appropriate match with the factor was determined based on the cohesion with other items in a respective factor, and the reliability analysis.

## COM-B theory factor analysis

A factor analysis was performed on all 31-items that were constructed in terms of the COM-B framework. An eigenvalue of >1 was used in order to determine the number of factors. Plotting the eigenvalues of all the factors on a screen plot showed that 5 factors could be derived. However, after cross checking the items with the 5-factor structure, it was noticed that all items loaded on the first factor, with some cross loadings on the other factors. Because of this, a fixed 3-factor structure was proposed based on the 3 main factors of the COM-B model. For the individual factor loadings per item, a cut-off value larger than 0.3 was used. A variance of 54.86% was explained by the 3 factors. The table below gives an overview of the factor loadings, mean factor scores, standard deviation, and reliability scores. The following factor naming could be determined based on the loadings of the items: 'Capability', 'Opportunity', and 'Motivation'.

Items	Factors		
	Motiv.	Oppor.	Capab.
1. [...] would need to get fun out of using this mode (e.g. feel happy that I don't take the polluting car or get relaxed from the morning air)	<b>0.739</b>	0.117	0.231
2. [...] would need to have suitable road infrastructure available to use it safely (e.g. not too many pedestrians, the road should be even, wider bicycle lanes)	<b>0.727</b>	-0.008	0.133
3. [...] would need to be able to store my transport mode to make sure I can leave it safely behind (e.g. have a dedicated storage room or bicycle storage)	<b>0.712</b>	0.100	0.074
4. [...] would need to feel that it is safe to use (e.g. having read somewhere that it is a safe transport mode)	<b>0.691</b>	0.208	0.217
5. [...] would automatically need to feel that I want to use this mode (e.g. automatically think of using this mode since I like physical activity or like the fresh morning air, etc.)	<b>0.673</b>	0.233	0.253
6. [...] would have to develop a habit of using the transport mode (e.g. would need to make a habit of going with this mode to the station)	<b>0.655</b>	<u>0.315</u>	0.218
7. [...] would need to make a plan to use the transport mode (e.g. think about the alternative routes I can take, plan my trip better in advance)	<b>0.608</b>	<u>0.332</u>	<u>0.305</u>
8. [...] would need to have suitable additive user equipment (e.g. would need to have all-weather gear to be able to use it even when it rains, a reflective jacket or light helmet)	<b>0.600</b>	0.269	0.244
9. [...] would have to have some facilities at my main activity that make it able for me to use it (e.g. ability to shower, ability to charge it, etc.)	<u>0.564</u>	<b>0.367</b>	0.121
10. [...] would need to feel that it is natural for me to use it (i.e. I feel bad if I am using a different transport mode, while knowing the e-scooter would have been better).	<b>0.559</b>	<u>0.364</u>	0.198
11. [...] would have to belief that I contribute to environmental sustainability (e.g. I would need to be convinced that using this transport mode is good for the environment)	<b>0.487</b>	<u>0.452</u>	0.181
12. [...] would need to overcome negative feelings that automatically seep in (e.g. overcome the automatic thought that it is unsafe to use this transport mode, because I saw someone having an accident or falling).	<b>0.444</b>	<u>0.361</u>	<u>0.442</u>
13. [...] would need to live less remotely that makes it possible to use the transport mode (e.g. I would need to live somewhere, where the distance to an activity isn't that big)	<u>0.378</u>	0.249	0.262
14. [...] would have to have more support from others to use the transport mode (e.g. have friends that support me and don't laugh with me for using it)	0.162	<b>0.761</b>	0.265
15. [...] would need to feel that I'm part of a community (e.g. live in a city where most people use it as a transport mode as part of their life)	0.101	<b>0.743</b>	0.250
16. [...] would need to have more people in my close environment around me that use the transport mode (e.g. colleagues that use the transport mode, my family, my friends)	0.196	<b>0.723</b>	0.260
17. [...] would need to have more triggers to be prompted to use the transport mode (e.g. someone that passes me every morning and is faster at work than me, other people that use it look more healthy, etc.)	0.286	<b>0.632</b>	0.230
18. [...] would need to know more about the benefits of this transport mode (e.g. know how it contributes to greener mobility or improved living quality, or knowing how much time it would save me if I used it, etc.)	0.174	<u>0.583</u>	<b>0.401</b>
19. [...] would have to have better maintained shared devices so that I would want to use it more (e.g. replace damaged scooters, better cleaned, etc.)	<u>0.454</u>	<b>0.557</b>	0.104
20. [...] would need to have the transport mode more accessible/available (e.g. need to have a personal device or should be able to make use of a shared device)	<u>0.449</u>	<b>0.524</b>	0.210
21. [...] would need to have more money to use this transport mode	<u>0.314</u>	<b>0.522</b>	0.118



22. [...] would need to have an adapted device in order for me to be able to use it (e.g. a different seat mounted, etc.)	<i>0.330</i>	<b>0.521</b>	<i>0.372</i>
23. [...] would need to know more background info about how the device works. (e.g. how to charge it, how fast it goes, etc.)	0.135	<i>0.508</i>	<b>0.476</b>
24. [...] would need to have more time to use this transport mode.	<i>0.407</i>	<b>0.413</b>	0.163
25. [...] would need to have more physical endurance to not be fatigued immediately. (e.g. develop greater stamina to not be exhausted after a ride)	0.237	0.112	<b>0.813</b>
26. [...] would need to be physically stronger (e.g. build up stronger legs to be able to conquer a steep hill, or be stronger to carry it in the train)	0.230	0.148	<b>0.793</b>
27. [...] would need to find a solution to overcome physical limitations (e.g. get around problems about seating or standing position on the transport mode)	0.201	<i>0.308</i>	<b>0.729</b>
28. [...] would have to have more mental endurance to make sure that I keep focussed while using this transport mode. (e.g. stay focussed in a city centre with dense traffic after a 20min ride)	0.174	0.295	<b>0.729</b>
29. [...] would have to have more mental strength to not easily give up or pick another transport mode. (e.g. take the car because there is a strong wind outside or because it is raining)	<i>0.320</i>	0.186	<b>0.663</b>
30. [...] would need to develop more confidence in using the device (e.g. be convinced that I can easily reach my destination)	0.270	<i>0.326</i>	<b>0.629</b>
31. [...] would have to have better skills to operate the device (e.g. follow a practical training to safely use the device)	0.107	<i>0.464</i>	<b>0.620</b>
Mean	3.278	2.871	2.866
Standard Deviation	0.800	0.806	0.895
Chronbach's Alpha	0.904	0.892	0.911

Items in italic and underlined loaded onto the factor but were left out due to a lower alpha value or cross loading that couldn't be explained on a factor. Bold items are part of the factor and were taken to calculate a mean score for the factor.

This 3 factor-structure was highly consistent with the COM-B model framework, with appropriate item loadings on the respective factors. Cross-loadings could be observed, possibly due to an item that can be seen under multiple factors or the lower cut-off value of 0.3. However, an appropriate match with the factor was determined based on the cohesion with other items in a respective factor, and the reliability analysis. In order to investigate the 6-factor structure from the COM-B model (i.e. main 3 factor structure, with each factor having 2 sublevels) a factor analysis was ran on each individual factor. For the Opportunity and Motivation factors a 2-factor solution was found, when the number of factors were determined based on an eigenvalue >1. For the factor capability, a fixed 2-factor structure had to be proposed since the factor analyses based on an eigenvalue of >1 only showed a 1-factor solution. In this case, each COM-B factor had a 2-factor structure showing the different COM-B sub-items. A cut-off value of 0.3 was used. It was not possible to preserve all items in this 6-factor structure. 25 items out of a total of 31 items were kept. Further, were some cross loadings found. The outcome can be found in the table below.

Capability		
	Physical	Psychological
[...] would need to have more physical endurance to not be fatigued immediately. (e.g. develop greater stamina to not be exhausted after a ride)	<b>0.878</b>	0.191
[...] would need to be physically stronger (e.g. build up stronger legs to be able to conquer a steep hill, or be stronger to carry it in the train)	<b>0.849</b>	0.221
[...] would need to find a solution to overcome physical limitations (e.g. get around problems about seating or standing position on the transport mode)	<b>0.691</b>	<i>0.438</i>
[...] would have to have better skills to operate the device (e.g. follow a practical training to safely use the device)	<b>0.422</b>	<i>0.702</i>
[...] would have to have more mental endurance to make sure that I keep focussed while using this transport mode. (e.g. stay focussed in a city centre with dense traffic after a 20min ride)	<i>0.662</i>	<b>0.461</b>
[...] would have to have more mental strength to not easily give up or pick another transport mode. (e.g. take the car because there is a strong wind outside or because it is raining)	<i>0.740</i>	0.264
[...] would need to develop more confidence in using the device (e.g. be convinced that I can easily reach my destination)	<i>0.456</i>	<b>0.663</b>
[...] would need to know more about the benefits of this transport mode (e.g. know how it contributes to greener mobility or improved living quality, or knowing how much time it would save me if I used it, etc.)	0.201	<b>0.821</b>
[...] would need to know more background info about how the device works. (e.g. how to charge it, how fast it goes, etc.)	0.186	<b>0.868</b>
Mean	2.861	2.843
Standard Deviation	0.999	0.938
Chronbach's Alpha	0.859	0.831



Opportunity		
	Physical	Social
[...] would have to have better maintained shared devices so that I would want to use it more (e.g. replace damaged scooters, better cleaned, etc.)	<b>0.731</b>	0.292
[...] would need to have the transport mode more accessible/available (e.g. need to have a personal device or should be able to make use of a shared device)	<b>0.736</b>	0.290
[...] would need to have more money to use this transport mode	<b>0.712</b>	0.181
[...] would need to have an adapted device in order for me to be able to use it (e.g. a different seat mounted, etc.)	<b>0.608</b>	<i>0.436</i>
[...] would need to have more time to use this transport mode.	<b>0.535</b>	<i>0.348</i>
[...] would have to have some facilities at my main activity that make it able for me to use it (e.g. ability to shower, ability to charge it, etc.)	<b>0.747</b>	0.167
[...] would have to have more support from others to use the transport mode (e.g. have friends that support me and don't laugh with me for using it)	<i>0.315</i>	<b>0.801</b>
[...] would need to feel that I'm part of a community (e.g. live in a city where most people use it as a transport mode as part of their life)	0.242	<b>0.809</b>
[...] would need to have more people in my close environment around me that use the transport mode (e.g. colleagues that use the transport mode, my family, my friends)	0.263	<b>0.827</b>
[...] would need to have more triggers to be prompted to use the transport mode (e.g. someone that passes me every morning and is faster at work than me, other people that use it look more healthy, etc.)	0.285	<b>0.748</b>
Mean	3.013	2.658
Standard Deviation	0.838	0.953
Chronbach's Alpha	0.831	0.868
Motivation		
	Reflective	Automatic
[...] would need to feel that it is safe to use (e.g. having read somewhere that it is a safe transport mode)	<b>0.612</b>	<i>0.489</i>
[...] would need to make a plan to use the transport mode (e.g. think about the alternative routes I can take, plan my trip better in advance)	<b>0.547</b>	<i>0.579</i>
[...] would need to feel that it is natural for me to use it (i.e. I feel bad if I am using a different transport mode, while knowing the e-scooter would have been better).	<b>0.348</b>	<i>0.714</i>
[...] would have to belief that I contribute to environmental sustainability (e.g. I would need to be convinced that using this transport mode is good for the environment)	<b>0.470</b>	<i>0.574</i>
[...] would need to get fun out of using this mode (e.g. feel happy that I don't take the polluting car or get relaxed from the morning air)	0.254	<b>0.795</b>
[...] would automatically need to feel that I want to use this mode (e.g. automatically think of using this mode since I like physical activity or like the fresh morning air, etc.)	0.254	<b>0.823</b>
[...] would have to develop a habit of using the transport mode (e.g. would need to make a habit of going with this mode to the station)	<i>0.344</i>	<b>0.752</b>
[...] would need to overcome negative feelings that automatically seep in (e.g. overcome the automatic thought that it is unsafe to use this transport mode, because I saw someone having an accident or falling).	<i>0.905</i>	0.211
Mean	3.189	3.270
Standard Deviation	0.893	0.934
Chronbach's Alpha	0.819	0.837
Items in italic and underlined loaded onto the factor but were left out due to a lower alpha value or cross loading that couldn't be explained on a factor. Bold items are part of the factor and were taken to calculate a mean score for the factor.		



**Vias institute**

Chaussée de Haecht / Haachtsesteenweg 1405  
1130 Brussel

+32 2 244 15 11

[info@vias.be](mailto:info@vias.be)

[www.vias.be](http://www.vias.be)