

# Memo

## Detailuitkomsten en -aannames LEVV's in het ZE-scenario

---

**Aan**

Marlinde Knoope (KiM)

**C.c.**

Lizet Krabbenborg (KiM)

**Van**

Sebastiaan Thoen, Michiel de Bok (Significance)

**Datum**

26 oktober 2022

**Referentie**

22020-M01

---

Het doel van deze memo is het verschaffen van aanvullende informatie m.b.t. Lichte Elektrische Vracht Voertuigen (LEVV's) in de doorrekening van zero-emissiezones met de Tactical Freight Simulator (TFS).

De gevraagde informatie over de aannames en detailresultaten van deze doorrekening zijn:

- Wat is de definitie van een LEVV en moped in het scenario?
- Welke laadvermogens zijn aangenomen voor bestelauto's en LEVV's?
- Regionale uitsneden van de voertuigkilometers (op wegen in de steden en in de zero-emissiezones).
- Wat is de grootte van de verschillende logistieke segmenten?
- Welke actieradius hebben de LEVV's in het scenario?
- Hoe vol zitten de LEVV's gemiddeld?

# 1. Aannames ZE-scenario

## Beschrijving van het scenario

Het ZE-scenario grijpt op een aantal punten in het referentiescenario van de TFS in om de gedragsreacties op ZE-zones in een aantal steden in Zuid-Holland te modelleren. Om deze punten te snappen is eerst een begrip op hoofdlijnen nodig van de rekenstappen van de TFS.

In een referentierun met de TFS worden allereerst de tonnages uit het nationale goederenvervoermodel BasGoed “opgeknipt” in individuele zendingen tussen individuele bedrijven. Vervolgens worden rondritten gevormd om deze zendingen af te leveren. Naast dit reguliere goederenvervoer, worden ook ritten gemaakt voor de bestelautosegmenten pakket, bouw en service. Tot slot wordt voor elke rit de route op het wegennet gezocht en de emissies berekend op basis van het voertuigtype, wegtype en beladingsgraad.

In het ZE-scenario vinden de volgende aanpassingen plaats t.o.v. het referentiescenario:

- Vraagbepaling regulier goederenvervoer:
  - Voor de zendingen die van of naar een van de ZE-zones gaan, wordt middels een consolidatiekans (zie Tabel 1) en een Monte Carlo-trekking bepaald of deze via een consolidatiecentrum aan de rand van de ZE-zone gaan of rechtstreeks.
    - Als de zending via een consolidatiecentrum gaat:
      - Dan wordt eerst bepaald via welk consolidatiecentrum dit gaat zijn; dit is degene die het dichtst bij de bestemming in de ZE-zone ligt.
      - Vervolgens wordt bepaald met welk voertuigtype en welke aandrijving de zending vervoerd wordt vanaf het consolidatiecentrum. Ook dit gebeurt middels een Monte Carlo-trekking en een kansverdeling die afhankelijk is van het logistieke segment (Tabel 2). Merk op dat de LEVV en moped extra voertuigtypen zijn die niet in het referentiescenario voorkomen, maar alleen in het ZE-scenario.
      - De oorspronkelijke zending wordt dan vervangen door (1) een zending vanaf de herkomst naar het consolidatiecentrum met het oorspronkelijke voertuigtype en (2) een zending vanaf het consolidatiecentrum naar de bestemming in de ZE-zone met het nieuw aangewezen voertuigtype.
      - Als de zending vanaf het consolidatiecentrum te groot is voor het laadvermogen van het nieuwe voertuigtype, dan wordt deze “opgeknipt” in een dusdanig aantal zendingen dat elke zending in een voertuig zou passen. Voor LEVV’s en mopeds is dit altijd het geval, aangezien hun laadvermogen kleiner is dan de kleinste zendingsgroottecategorie uit de TFS (1500 kg).
      - Vervolgens worden rondritten gevormd voor de zendingen vanaf het consolidatiecentrum met hetzelfde touralgoritme dat ook voor de andere rondritten wordt gebruikt. Hier kunnen dus meerdere zendingen in een rondrit worden gecombineerd. Voor LEVV’s en mopeds leidt dit altijd tot een volledig beladen heenrit en een lege terugrit, omdat de vorige stap heeft geleid tot zendingen die precies voldoen aan het laadvermogen voor deze kleine voertuigen.
    - Als de zending niet via een consolidatiecentrum gaat, dan wordt een switch naar een hybride aandrijving (met behoud van het oorspronkelijke voertuigtype) aangenomen.
  - Voor zendingen die niet van of naar een ZE-zone gaan en voor zendingen in het segment “dangerous goods” wordt geen verandering aangenomen in deze stap.
- Vraagbepaling bestelautosegment pakketvervoer, bouw en service
  - Voor pakketvervoer worden de dezelfde stappen uitgevoerd als voor het reguliere goederenvervoer. Het verschil hier is dat de orders een stuk kleiner zijn dan bij het reguliere goederenvervoer en er dus meerdere pakketten in een LEVV passen.
  - Voor bouw en service wordt een hybride aandrijving aangenomen voor alle ritten van of naar een ZE-zone. Voor deze twee segmenten is er geen consolidatie via hubs, omdat het hier niet gaat om goederen die geconsolideerd kunnen worden maar om bouwvakkers en servicepersoneel.
- Route- en emissiebepaling

- Voor hybride voertuigen wordt aangenomen dat deze hun elektrische aandrijving gebruiken vanaf het punt dat zij de ZE-zone inrijden. Binnen de ZE-zones stoten zij dus geen emissies uit, daarbuiten wel.
- Schone voertuigen (elektrisch, waterstof) stoten gedurende de hele rit geen emissies uit, we kijken in deze berekening namelijk naar de tank-to-wheel-emissies.
- Voertuigen met een traditionele aandrijving (benzine, diesel) mogen de ZE-zones niet inrijden, voor hen geldt een zware "penalty" op alle wegen in de ZE-zones. Zij moeten dus omrijden als ze normaal gesproken door de ZE-zones reden.

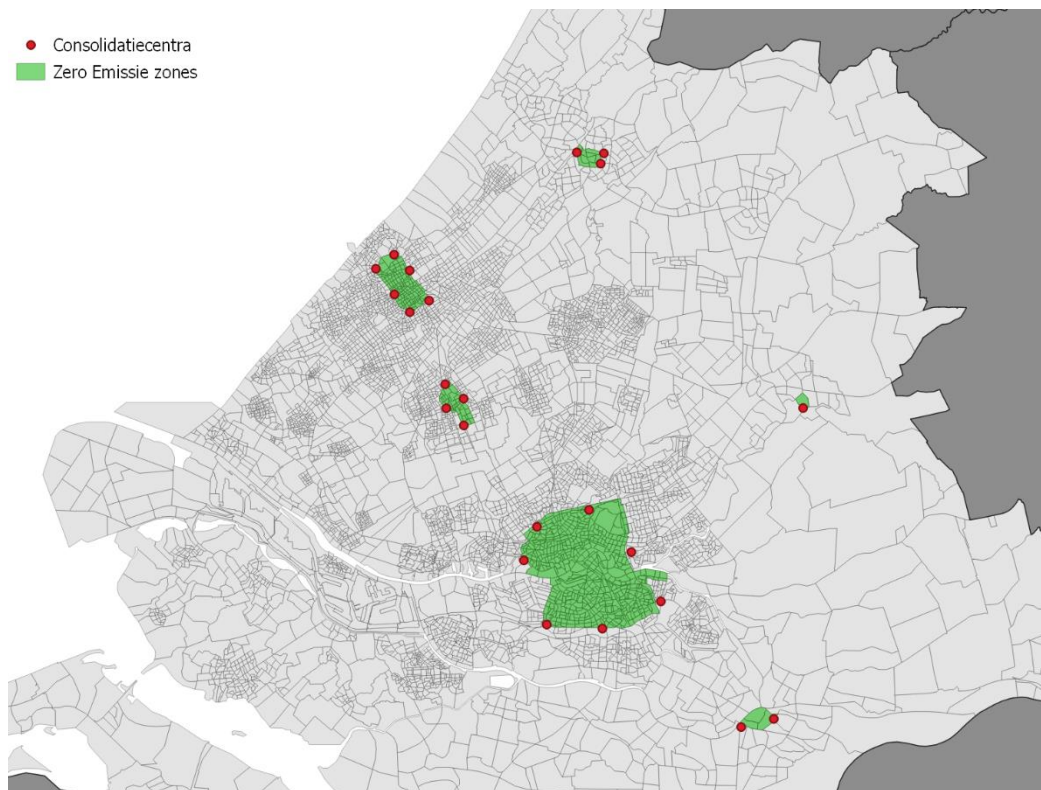
Voor verdere toelichting op het scenario en de TFS wordt verwezen naar de paper die gepresenteerd is op de TRB-conferentie (de Bok et al., 2021).

Tabel 1 - Consolidatiekansen per logistiek segment. Opgesteld o.b.v. de Roadmap ZECL (City of Rotterdam, 2019).

Logistiek segment	Consolidatiekansen
Food (general cargo)	20%
Miscellaneous (general cargo)	20%
Temperature controlled	15%
Waste	0%
Parcels	50%
Facility logistics	20%
Construction logistics	30%
Dangerous goods	0%

Tabel 2 - Overgangskansen naar voertuigtypen per logistiek segment. Opgesteld o.b.v. de Roadmap ZECL (City of Rotterdam, 2019).

Segment	Food (general cargo)	Miscellaneous (general cargo)	Temperature controlled	Facility logistics	Construction logistics	Waste	Parcels
LEVV (elektrisch)	6%	6%	27%	20%	0%	22%	50%
Moped (elektrisch)	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%
Bestelauto (elektrisch)	35%	35%	27%	60%	17%	0%	50%
Bestelauto (hybride)	0%	0%	0%	0%	4%	0%	0%
Vrachtwagen (elektrisch)	25%	25%	16%	12%	24%	13%	0%
Vrachtwagen (waterstof)	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%
Vrachtwagen (hybride)	16%	16%	11%	8%	15%	9%	0%
Trekker-oplegger (elektrisch)	4%	4%	1%	0%	6%	0%	0%
Trekker-oplegger (waterstof)	4%	4%	1%	0%	6%	0%	0%
Trekker-oplegger (hybride)	11%	11%	3%	0%	17%	0%	0%
Speciaal voertuig (elektrisch)	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0%
Speciaal voertuig (waterstof)	0%	0%	0%	0%	2%	11%	0%
Speciaal voertuig (hybride)	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%
Speciaal voertuig (biobrandstof)	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%



Figuur 1 - De ZE-zones en de consolidatiecentra.

## Definitie LEVV

In dit scenario omvat de term LEVV de volgende soorten kleine elektrische voertuigen:

- Electric bicycle (bijv. Urban Arrow XXL)
- Electric tricycle (bijv. Truck Trike)
- Electric Distribution Vehicle (bijv. Goupil G4, waar Picnic mee rondrijdt).

In de Roadmap ZECL, waarop we de consolidatiekansen en overgangskansen naar voertuigtypen baseren, staat geen uitwerking van de definitie van een LEVV, maar wordt als icoon een cargo bike gebruikt.

## Definitie moped

Mopeds zijn in dit scenario geëlektrificeerde bromfietsen. In de Roadmap ZECL wordt aangenomen dat ongeveer de helft hiervan geëlektrificeerd zal zijn, maar in de TFS-doorrekening zijn ze allemaal geëlektrificeerd.

## Laadvermogens

In Tabel 3 staan de laadvermogens zoals deze zijn toegepast in de doorrekening van het ZE-scenario. De voertuigtypen uit de overgangskansen van Tabel 2 zijn hieraan gekoppeld, waarbij het laadvermogen hetzelfde is voor de verschillende typen brandstof binnen een voertuigtype.

Als bron voor het laadvermogen van de LEVV en moped gebruiken we het stagerapport van Sofia Giasoumi (2021). Zij heeft in haar simulatiestudie met de TFS naar een breed scala aan lichte elektrische voertuigen gekeken voor toepassing in een scenario met pakketbezorging vanuit microhubs in het voetgangersgebied in het centrum van Rotterdam.

Uit haar literatuuronderzoek blijkt dat met een Urban Arrow XXL ongeveer 13 pakketten vervoerd kunnen worden ( $\approx 7\%$  van een reguliere bestelauto<sup>1</sup>) en met de Truck Trike en Goupil G4 ongeveer 50 pakketten ( $\approx 28\%$  van een reguliere bestelauto). Afhankelijk van de mix van deze drie soorten binnen

<sup>1</sup> Een reguliere bestelauto kan zo'n 180 pakketten vervoeren in een rondrit.

de LEVV-categorie, zou het laadvermogen dus ergens tussen de  $0.07 * 1500 = 105$  kg en  $0.28 * 1500 = 420$  kg moeten zitten. Uiteindelijk is deze geprikt op 250 kg.

Voor mopeds is een laadvermogen van 100 kg genomen, op basis van de TRIPL electric moped die zo'n 13 pakketten kan vervoeren (Giasoumi, 2021).

Tabel 3 - De laadvermogens die gebruikt worden in de TFS.

Voertuigtype	Laadvermogen [kg]
Vrachtwagen (klein)	5 000
Vrachtwagen (medium)	17 500
Vrachtwagen (groot)	40 000
Vrachtwagen met aanhangwagen (klein)	7 500
Vrachtwagen met aanhangwagen (groot)	27 500
Trekker-oplegger	40 000
Speciaal voertuig (bijv. kipper of kraanwagen)	25 000
Bestelauto	1 500
LEVV	250
Moped	100

### Overige aannames

- Het referentiescenario is het 2030H-scenario. De Roadmap ZECL beschrijft het jaar 2025, maar voor dat jaar is de benodigde invoerdata niet beschikbaar.

## 2. Ruimtelijke detaillering uitkomsten

In Tabel 4 en Tabel 6 zien we dat in het ZE-scenario het kilometrage op het wegennet in Zuid-Holland toeneemt met 1.52%, dit komt doordat er voor een aanzienlijk deel van de ritten om de ZE-zones heen gereden moet worden of een omweg moet worden gemaakt naar een consolidatiecentrum. De emissies nemen op deze schaal echter juist af met -0.71%, omdat er gebruik wordt gemaakt van elektrische voertuigen (en hybridevoertuigen) binnen de ZE-zones.

Binnen de ZE-zones neemt het kilometrage flink af (-25.82%). Dit komt doordat veel voertuigen om de ZE-zones heen moeten rijden. Voor een deel wordt deze afname gecompenseerd doordat er meer ritten worden gemaakt met kleine voertuigen vanuit de consolidatiecentra, deze voertuigen hebben immers een lager laadvermogen en moeten dus meer kilometers afleggen om hetzelfde gewicht aan goederen te vervoeren. In Tabel 5 zijn de voertuigkilometers apart voor de LEVV's en mopeds opgenomen, deze worden zo goed als volledig binnen de ZE-zones afgelegd. In het ZE-scenario worden respectievelijk 10.5% en 3.3% van de kilometers binnen de ZE-zones met LEVV's en mopeds afgelegd.

Tabel 4 - Voertuigkilometers in het referentie- en ZE-scenario.

Locatie	Referentie	ZE-scenario	Vershil
Provincie - Zuid-Holland	21,316,873	21,641,741	1.52% <sup>2</sup>
Alle zero-emissie zones	303,401	225,051	-25.82%

<sup>2</sup> Dit groeipercentage is groter dan in de TRB-paper (de Bok et al., 2021) omdat in de tussentijd een verbetering is doorgevoerd m.b.t. het omrijden om de ZE-zones voor doorgaand verkeer.

Locatie	Referentie	ZE-scenario	Vershil
Gemeente - Rotterdam	3,215,005	3,360,182	4.52%
Gemeente - Den Haag	810,135	813,433	0.41%
Gemeente - Delft	252,749	243,382	-3.71%
Gemeente - Leiden	549,432	549,643	0.04%
Gemeente - Dordrecht	1,389,093	1,390,741	0.12%
Gemeente - Gouda	48,822	50,095	2.61%

Tabel 5 - Aantal ritten en voertuigkilometers LEVV's en mopeds in het ZE-scenario. Tussen haakjes het aandeel van de voertuigkilometers binnen de ZE-zones.

	LEVV	Moped
Aantal ritten	8281	2330
Voertuigkilometers	23635.7 (10.5%)	7423.8 (3.3%)

Tabel 6 - CO<sub>2</sub>-uitstoot [kg] in het referentie- en ZE-scenario.

Locatie	Referentie	ZE-scenario	Vershil
Provincie - Zuid-Holland	7,818,957	7,763,729	-0.71%
Alle zero-emissie zones	146,978	14,595	-90.07%
Gemeente - Rotterdam	1,344,130	1,270,641	-5.47%
Gemeente - Den Haag	309,684	295,635	-4.54%
Gemeente - Delft	91,389	87,884	-3.84%
Gemeente - Leiden	192,069	189,802	-1.18%
Gemeente - Dordrecht	477,747	475,969	-0.37%
Gemeente - Gouda	21,368	21,453	0.40%

### 3. Grote logistieke segmenten

In Tabel 7 en Tabel 8 zijn de aandelen van de verschillende logistieke segmenten uit de TFS in het referentiescenario te zien, naar gewicht, aantal ritten, totale afstand en afstand binnen de ZE-zones.

Tabel 7 - Absolute grootte logistieke segmenten.

Logistiek segment	Vervoerd gewicht in provincie Zuid-Holland [ton]	Ritten in provincie Zuid-Holland	Afstand in provincie Zuid-Holland [km]	Afstand in ZEZ [km]
0: Food (general cargo)	27,879	21,001	3,344,289	6,238
1: Miscellaneous (general cargo)	117,881	78,343	11,903,894	24,551
2: Temperature controlled	60,879	43,928	6,811,906	12,607

Logistiek segment	Vervoerd gewicht in provincie Zuid-Holland [ton]	Ritten in provincie Zuid-Holland	Afstand in provincie Zuid-Holland [km]	Afstand in ZEZ [km]
<b>3: Facility logistics</b>	102,694	33,142	4,091,465	10,617
<b>4: Construction logistics</b>	20,476	14,984	2,097,905	5,023
<b>5: Waste</b>	37,635	26,887	3,753,262	8,908
<b>6: Parcel (consolidated flows)</b>	15,270	11,496	2,461,601	1,047
<b>7: Dangerous</b>	88,306	35,674	5,562,577	11,569
<b>8: Parcel (last-mile deliveries)</b>	n.a.	43,596	190,902	13,100
<b>Totaal</b>	471,021	309,051	40,217,802	93,660

Als we naar de percentages van de logistieke segmenten kijken, dan valt op dat het segment 'Parcel (last-mile deliveries)' op het niveau van Zuid-Holland een minimaal aandeel heeft in de voertuigkilometers in Zuid-Holland, maar binnen de ZE-zones veel duidelijker aanwezig is.

Tabel 8 - Procentuele grootte logistieke segmenten.

Logistiek segment	Vervoerd gewicht in provincie Zuid-Holland	Ritten in provincie Zuid-Holland	Afstand in provincie Zuid-Holland	Afstand in ZEZ
<b>0: Food (general cargo)</b>	5.9%	6.8%	8.3%	6.7%
<b>1: Miscellaneous (general cargo)</b>	25.0%	25.3%	29.6%	26.2%
<b>2: Temperature controlled</b>	12.9%	14.2%	16.9%	13.5%
<b>3: Facility logistics</b>	21.8%	10.7%	10.2%	11.3%
<b>4: Construction logistics</b>	4.3%	4.8%	5.2%	5.4%
<b>5: Waste</b>	8.0%	8.7%	9.3%	9.5%
<b>6: Parcel (consolidated flows)</b>	3.2%	3.7%	6.1%	1.1%
<b>7: Dangerous</b>	18.7%	11.5%	13.8%	12.4%
<b>8: Parcel (last-mile deliveries)</b>	n.a.	14.1%	0.5%	14.0%

## 4. Actieradius

In de TFS wordt niet expliciet een actieradius meegegeven aan LEVV's en mopeds, dit is eerder een uitkomst van het scenario. Bij grotere ZE-zones zullen de LEVV's en mopeds gemiddeld langere afstanden moeten afleggen vanaf de consolidatiecentra naar de eindontvangers in de ZE-zone. De ZE-zones zoals deze zijn doorgerekend, leiden tot de statistieken in Tabel 9 voor LEVV-ritten. Het gaat hier om ritafstanden, dus niet om retourafstanden.

Tabel 9 - Ritafstanden afgelegd door LEVV's en mopeds in het ZE-scenario.

	LEVV	Moped
<b>Afstand - maximum [km]</b>	13.6	8.9

	LEVV	Moped
Afstand - 90%-percentiel [km]	7.6	7.6
Afstand - gemiddeld	2.6	3.2

## 5. Beladingsgraad

In het reguliere goederenvervoer zijn de helft van de LEVV- en moped-ritten in de simulatie volledig beladen en de helft van de ritten zijn lege terugritten. Hier zijn de zendingen namelijk dusdanig groot (van/naar de ZE-zones gemiddeld 3.7 ton) dat de zendingen worden opgeknipt in groottes die precies in deze kleine voertuigen passen.

In de pakketbezorging zijn de zendingen een stuk kleiner, dus worden er meerdere zendingen in de LEVV-rondritten vervoerd. Daardoor is er een lager aandeel lege ritten, maar wordt in de beladen ritten gemiddeld minder van het laadvermogen gebruikt.

Tabel 10 - Logistieke efficiëntie LEVV- en moped-ritten in het ZE-scenario.

	LEVV	Moped
<b>Regulier goederenvervoer</b> (percentage lege ritten)	50.0%	50.0%
<b>Regulier goederenvervoer</b> (beladingsgraad beladen ritten)	100.0%	100.0%
<b>Pakketbezorging</b> (percentage lege ritten)	19.7%	n.v.t.
<b>Pakketbezorging</b> (beladingsgraad beladen ritten)	48.6%	n.v.t.

## Referenties

de Bok et al. (2021). Impacts of a low-emission zone on freight delivery patterns in Rotterdam: a case study with the HARMONY tactical freight simulator. TRB 2021.

City of Rotterdam (2019). Roadmap ZECL: Moving towards Zero Emission City Logistics (ZECL) in Rotterdam in 2025.

Giasoumi, Sofia (2021). Towards urban logistics efficiency: a case study for location-allocation of microhubs in the Rotterdam city.