



De inzet van BEV-/PHEV- vrachtwagens in retail distributie

Colofon

De inzet van BEV-/PHEV-vrachtwagens in retail distributie

Auteur

Districon

Simacan

Met dank aan

Hema Jeroen van Dorp

AS Watson Gert Tempelman

Cornelissen Mark van der Drift

Scania Hans Binnendijk

Anonieme supermarktketen

Uitgevoerd in opdracht van Topsector Logistiek

April 2022



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
	1.1 Achtergrond	4
	1.2 Logistieke uitgangspunten	4
	1.3 Expertgroep	5
	1.4 Verbruik	5
2	Scenario's	6
	2.1 Steekproef ritten	6
	2.2 Scenario's	6
	Scenario 1 Case 4 BEV	7
	Scenario 2 Case 2 PHEV	8
	Scenario 3 Case 3 BEV VIA HUB	9
	2.3 Aannames	10
	2.4 Resultaten	11
	Bijlage	12

Inleiding

In opdracht van Topsector Logistiek hebben Districon en Simacan een onderzoek uitgevoerd naar de inzet van volledig elektrische (BEV) en Plug-in Hybride (PHEV) vrachtwagens voor grote retailers.

1.1 Achtergrond

De meeste grote retailers beleveren winkels vanuit een beperkt aantal centrale distributiecentra (DC's), zowel voor de fysieke winkel als voor online bestellingen die in de winkel opgehaald worden (Click&Collect).

In de toekomst zullen steeds meer volledig elektrisch en/of hybride vrachtwagens ingezet worden om deze belevering uit te voeren. De PHEV-vrachtwagens kunnen bijvoorbeeld al in ZE-zones zonder uitstoot rijden, BEV-vrachtwagens kunnen mogelijk al delen van de transportopdrachten invullen.

De vraagstelling is of de huidige distributiepatronen voor grotere retailers, met landelijke of internationale dekking vanuit centrale DC's in de praktijk door PHEV- en BEV-vrachtwagens beleverd kunnen worden. Voor de PHEV-vrachtwagens is de vraag of ze in de ZE-zones emissievrij kunnen rijden, en voor de BEV-vrachtwagens is de vraag of ze voldoende range hebben om deze ritten te kunnen uitvoeren.

Gezien de winkeldichtheid in de grote steden (compactheid), is het interessant om niet alleen naar belevering van de grote steden te kijken. Bij de belevering van middelgrote steden en het achterland, waar winkels op een grotere afstand van elkaar liggen, is er een grotere planningsuitdaging: is er voldoende batterijcapaciteit of kan een slimme routing zorgen voor tussentijds opladen die past binnen de planning.

1.2 Logistieke uitgangspunten

De praktijk van het bevoorraden van retail kent verschillende aspecten en uitgangspunten, ongeacht of dit met een BEV- of PHEV-vrachtwagen wordt gedaan:

- Het landelijke netwerk van winkels wordt vanuit 1 of een beperkt aantal DC's beleverd.
- Er worden 1 of meerdere winkels per rit bevoorrad, waarbij de rit start met een vol voertuig.

De voertuigtypes zijn:

Bakwagen	
Bakwagen met aanhanger	
Trekker oplegger	

- Bij levensmiddelen is koeling (conditionering) vaak noodzakelijk.
- Soms haalt het voertuig op de terugweg lading op bij een leverancier, en vervoert die lading terug naar het DC om lege kilometers te vermijden.

De berekeningen in het onderzoek zijn gedaan voor de toen bekende 23 zones, het zijn er ondertussen 28 geworden. De verwachting is dat deze toename niet tot andere conclusies leidt.

Naast PHEV-vrachtwagens zijn er ook vrachtwagens met hybride (HEV) aandrijvingen op de markt. Deze hebben vaak een wat kleinere batterijcapaciteit dan PHEV-vrachtwagens, en hebben geen 'stekker'. HEV-vrachtwagens zijn geen onderdeel van het onderzoek.

Simacan heeft ritdata van een aantal logistieke dienstverleners c.q. eigen vervoerders gekregen die voor grote retailers de distributie verzorgen. De piekvraag en het gemiddelde weekvolume zijn meegenomen om de benodigde flexibiliteit van het wagenpark in kaart te brengen.

Deze steekproef op basis van realisatie data is als referentie gebruikt.

1.3 Expert groep

In samenwerking met een expertgroep van vervoerders, verladers en een onderdelen fabrikant (OEM) is de scope en de aanpak afgestemd.

De expertgroep heeft het bijladen van BEV-vrachtwagens bij winkels als niet-realistisch en onpraktisch bestempeld: de benodigde extra netcapaciteit is voor een winkelpand erg hoog en waarschijnlijk niet realiseerbaar. Bovendien zijn hoog-vermogen laadvoorzieningen bij een winkel kostbaar in aanschaf en hebben de laders bij de winkel een lage bezettingsgraad. Desondanks is deze optie wel meegenomen in de berekeningen.

Onderweg bijladen bij een openbare laadvoorziening wordt door de experts als problematisch beschouwd, iets waar je niet op wilt leunen in de praktijk:

- de laadtijd betekent verloren capaciteit en loonkosten;
- het is onzeker of op het gewenste moment de lader beschikbaar is, of dat de vrachtwagen moet wachten op zijn beurt.

Tezamen maakt dat het plannen van de dag te onvoorspelbaar.

1.4 Verbruik

Er is relatief weinig openbaar beschikbare informatie over het energieverbruik van elektrische vrachtwagens in diverse configuraties, omstandigheden en treingewichten:

- trekker oplegger;
- grote bakwagen;
- grote bakwagen met aanhanger.

In de bijlage is weergegeven wat de bronnen zijn en welke verbruikscijfers er opgegeven worden. Op basis van die gegevens is een conservatieve schatting van het gemiddeld verbruik per type gekozen.

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Trekker oplegger	1,1	1,79	2,8
Grote bakwagen	1,25	1,43	1,8
Grote bakwagen met aanhanger	1,13	1,85	2,85

Het gemiddelde is aangehouden in de berekeningen.

Als er koeling of conditionering nodig is, zal het koelaggregaat ook vermogen vragen. Voor de BEV- of PHEV-vrachtwagens geldt de aanname dat het koelaggregaat elektrisch aangedreven wordt, en vanuit de batterij van de vrachtwagen zijn voeding krijgt. Voor de berekeningen is aangenomen dat de koeling gemiddeld 6 kW vraagt. In de gevoeligheidsanalyse is een variant met 12 kW verbruik ook doorgerekend.

Scenario's

2.1 Steekproef ritten

In de steekproef van de huidige ritten voor retail beleving zijn 4 verschillende cases opgenomen.

Sector	Distributiemodel	Aantal locaties in Nederland	Aandeel locaties in toekomstige ZE-zones
1 Non-food retailer	Centraal	+/- 540	8%
2 Non-food retailer	Centraal	+/- 1.050	8%
3 Vervoerder food & non-food	Decentraal	+/- 3.000	8%
4 Supermarkt	Decentraal	+/- 690	6%

2.2 Scenario's

Voor bovenstaande 4 cases zijn 3 scenario's onderzocht:

- De ritten worden volledig elektrisch (BEV) uitgevoerd.
 - Met of zonder optie van tussendoor bijladen bij de winkel.
- Ritten naar een/diverse ZE-gebied(en) met PHEV (elektrisch binnen ZE-zone).
- Ritten naar een/diverse ZE-gebied(en) met het wisselen van het trekkend voertuig (overstappen op BEV) aan de rand van de stad vanaf waar elektrisch binnen de ZE-zone de rit uitgevoerd wordt.
 - Dit kan alleen bij trekker oplegger (trekker wissel) of wissellaadbak.
 - Op de hub wisselen van voertuig waarbij de lading overgezet wordt is geen optie.

SCENARIO 1 (CASE 4): BATTERY ELECTRIC VEHICLE (BEV)

VOLLEDIGE RIT ELEKTRISCH

Wie
Supermarkt

Hoe
Vanuit 5
verschillende DC's
naar 690 winkels/
supermarkten

Voertuig
Trekker oplegger

Distributiemodel
Regionaal/
decentraal

Max. afstand
Volledig elektrisch
gereden afstand op
1 dag is tussen de
150 en 300 km



STEDEN MET ZE-ZONE IN NEDERLAND *

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Alphen a/d Rijn | 13. Groningen |
| 2. Amersfoort | 14. Haarlem |
| 3. Amsterdam | 15. Hoorn |
| 4. Assen | 16. Leiden |
| 5. Delft | 17. Maastricht |
| 6. Den Bosch | 18. Nijmegen |
| 7. Den Haag | 19. Rotterdam |
| 8. Deventer | 20. Tilburg |
| 9. Ede | 21. Utrecht |
| 10. Eindhoven | 22. Zaanstad |
| 11. Enschede | 23. Zwolle |
| 12. Gouda | |

* Toegenomen na het onderzoek tot 28 zones.



Distributiecentrum



Winkel/
Supermarkt



Trekker oplegger



ZE-zone



Stad met
ZE-zone



Stad zonder
ZE-zone



Elektrisch



Niet elektrisch



Vertrekpunt

SCENARIO 2 (CASE 2): PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE* (PHEV)

Wie
Groothandel
goederen/
non-food

Hoe
Vanuit 1 DC naar
1.050 winkels in
Nederland

Voertuig
Hybride trekker
oplegger en grote
bakwagen

Distributiemodel
Regionaal/centraal

Max. afstand
Elektrisch gereden
afstand op 1 dag is tot
500 km, in ZE-zone
25 km elektrisch

ELEKTRISCH BINNEN ZE-ZONE - NIET ELEKTRISCH BUITEN ZE-ZONE



STEDEN MET ZE-ZONE IN NEDERLAND **

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Alphen a/d Rijn | 13. Groningen |
| 2. Amersfoort | 14. Haarlem |
| 3. Amsterdam | 15. Hoorn |
| 4. Assen | 16. Leiden |
| 5. Delft | 17. Maastricht |
| 6. Den Bosch | 18. Nijmegen |
| 7. Den Haag | 19. Rotterdam |
| 8. Deventer | 20. Tilburg |
| 9. Ede | 21. Utrecht |
| 10. Eindhoven | 22. Zaanstad |
| 11. Enschede | 23. Zwolle |
| 12. Gouda | |

* Plug-in Hybride:
herlaadbare batterijen (of een andere manier van energieopslag),
dat volledig herladen kan worden door aan te sluiten op een externe
energiebron (bijvoorbeeld een stopcontact).

Hybride:
de accu wordt alleen tijdens het rijden (of remmen) opgeladen.

** Toegenomen na het onderzoek tot 28 zones.

SCENARIO 3 (CASE 3): PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE* (PHEV)

Wie
Vervoerder
food-nonfood
(Logistiek dienst-
verlener)

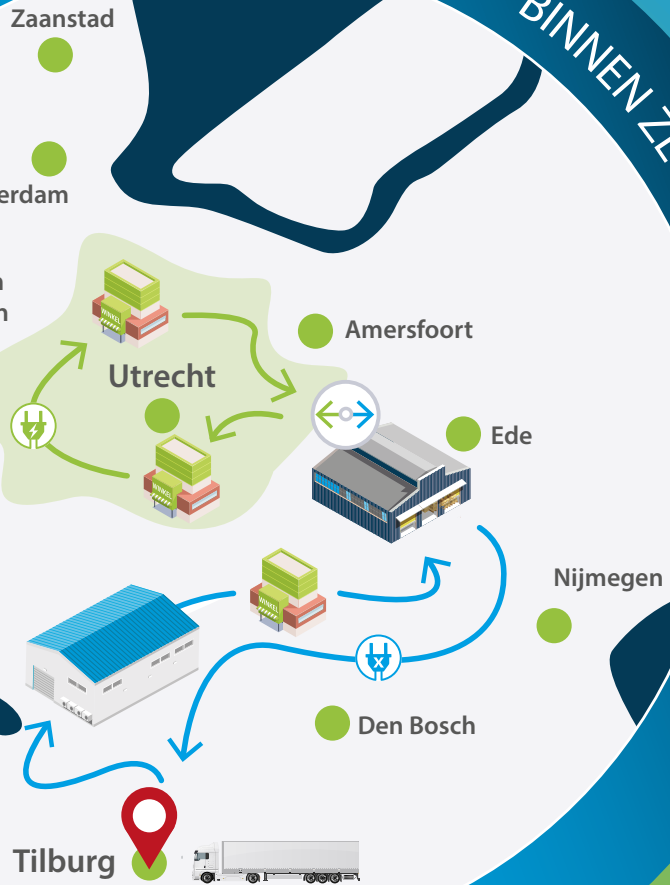
Hoe
Vanuit 3 locaties
in Nederland naar
3.000 DC's, hubs,
winkels

Voertuig
Trekker oplegger

Distributiemodel
Regionaal/
decentraal

Max. afstand
Elektrisch gereden
afstand op 1 dag is
200-500 km; van hub
met BEV de zone
in 50 km

NIET ELEKTRISCH NAAR HUB - WISSEL TREKKEND VOERTUIG - BINNEN ZE-ZONE ELEKTRISCH



STEDEN MET ZE-ZONE IN NEDERLAND*

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Alphen a/d Rijn | 13. Groningen |
| 2. Amersfoort | 14. Haarlem |
| 3. Amsterdam | 15. Hoorn |
| 4. Assen | 16. Leiden |
| 5. Delft | 17. Maastricht |
| 6. Den Bosch | 18. Nijmegen |
| 7. Den Haag | 19. Rotterdam |
| 8. Deventer | 20. Tilburg |
| 9. Ede | 21. Utrecht |
| 10. Eindhoven | 22. Zaanstad |
| 11. Enschede | 23. Zwolle |
| 12. Gouda | |

* Toegenomen na het onderzoek tot 28 zones.



Distributiecentrum



HUB



Winkel/
Supermarkt



Trekker oplegger



ZE-zone



Stad met
ZE-zone



Stad zonder
ZE-zone



Elektrisch



Niet elektrisch



Vertrekpunt



Wissel trekkend
voertuig

2.3 Aannames

Bij de berekeningen zijn de volgende aannames gedaan:

- Slechts 75% van de opgegeven maximale batterijcapaciteit kan gebruikt worden.
- Uitgaan van bestaande batterijgroottes voor PHEV (45/90 kWh).
- Uitgaan van batterijgroottes die nu leverbaar zijn voor trucks (320/500 kWh).
- Er wordt met truckdagen gerekend in plaats van ritten; het totaal aantal ritten en km's dat het vervoersmiddel op een dag aflegt.
- Een elektrische koeling vraagt 6kW.

2.4 Resultaten

Ritten en truckdagen:

- Er is zoals verwacht een groot verschil tussen meerdere korte ritten vanuit een decentraal DC en enkele lange ritten vanuit één centraal DC.
- De pieken in de vraag (truckdag is lang en ver) zijn zeer bepalend. Die vraag is zowel seizoensgebonden (piek in belevering) als locatiegebonden (afstand vanaf DC). Retail heeft door het jaar enkele piekweken, dat geeft een dubbel effect op de benodigde capaciteit:
 - deze weken zijn minder goed planbaar, daardoor ontstaat er verlies van capaciteit;
 - er is meer vraag naar vervoer, meer ritten, meer lading.

Op een HUB wisselen van trekkend voertuig, waarmee de lading vervolgens de ZE-zone ingereken kan worden, is relatief erg duur en operationeel onhandig voor volle retail beleveringen. Er is veel meer personeel en materieel nodig, en het maakt het plannen ook een stuk moeilijker. Volle ladingen meteen de stad in laten gaan is veel effectiever.

De huidige PHEV-vrachtwagens kunnen alle truckdagen in de steekproef inclusief de pieken aan, waarbij ze in de ZE-zones emissievrij rijden.

Het huidige aanbod van BEV-vrachtwagens kan een deel van de truckdagen uitvoeren. Dat hangt af van de structuur van de truckdagen en is per case verschillend. Het zijn vooral de pieken die veel batterij-capaciteit vragen. Een vloot met een mix van PHEV- en BEV-vrachtwagens, waarbij de BEV de PHEV verdringt door de verwachte toename van de batterijcapaciteit is operationeel goed inzetbaar.

Gemiddeld verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd			
	Case 1	Case 2	Case 3*	Case 4**
≤ 350 kWh	43%	9%	46%	81%
≤ 500 kWh	59%	34%	67%	89%

Min. verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd			
	Case 1	Case 2	Case 3*	Case 4**
≤ 350 kWh	67%	22%	75%	92%
≤ 500 kWh	86%	83%	94%	100%

* Deel truckdagen geconditioneerd

** Alle truckdagen geconditioneerd

Bijladen bij de winkel voor BEV, zelfs als dat zou kunnen, geeft minder extra mogelijkheden dan verwacht was. Het heeft alleen zin als de bijlaadtijd/vermogen voldoende hoog is én het moet passen in een rit/truckdag die anders niet haalbaar* zou zijn.

De invloed van het vermogen dat de koeling vraagt is veel lager dan verwacht. In de gevoeligheidsanalyse blijkt dat ook bij een vermogensvraag van 12 kW voor de koeling de invloed nog beperkt is.

Verbruik koeling 6kW
Gemiddeld verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd	
	Case 3	Case 4
≤ 350 kWh	46%	81%
≤ 500 kWh	67%	89%

Verbruik koeling 12kW
Gemiddeld verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd	
	Case 3	Case 4
≤ 350 kWh	45%	74%
≤ 500 kWh	66%	88%

* Consequenties voor planningen en daaraan gerelateerde vloot capaciteit (aantal trucks) zijn niet onderzocht.

Bijlage

Gehanteerde verbruikscijfers

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Trekker oplegger	1,1	1,79	2,8
Grote bakwagen	1,25	1,43	1,8
Grote bakwagen met aanhanger	1,13	1,85	2,85

Resultaat

Gemiddeld verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd			
	Case 1	Case 2	Case 3*	Case 4**
≤ 350 kWh	43%	9%	46%	81%
≤ 500 kWh	59%	34%	67%	89%

Min. verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd			
	Case 1	Case 2	Case 3*	Case 4**
≤ 350 kWh	67%	22%	75%	92%
≤ 500 kWh	86%	83%	94%	100%

Max. verbruik

Batterijgrootte	Aandeel truckdagen dat op dit moment met volledig elektrische vrachtauto's kan worden uitgevoerd			
	Case 1	Case 2	Case 3*	Case 4**
≤ 350 kWh	30%	3%	28%	30%
≤ 500 kWh	43%	8%	41%	72%

Algemene aannames

State of Charge (SoC)	75%
Additioneel verbruik koeling voor geconditioneerd	6kW

* Deel truckdagen geconditioneerd

** Alle truckdagen geconditioneerd

Bijlage

Achtergrond gebruikte verbruikscijfers

Verbruikscijfers van elektrische voertuigen o.b.v. de volgende bronnen:

- TNO, 2013: Performance of Battery Electric Buses in Practice: Energy Consumption and Range.
- TNO, AMS studie 2018: Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in Stadslogistiek.
- TNO, 2021: Naar 100% elektrisch distributievervoer: de impact op het energiesysteem.
- www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/press-releases/2022/jan/volvos-heavy-duty-electric-truck-is-put-to-the-test-excels-in-both-range-and-energy-efficiency.html.
- Panteia, 2022: TCO-ZET-Vracht-v2.0.
- Elaad, 2019: Marktverkenning Elektrische trucks Stadslogistiek.
- de Rooy Transport.
- T&E, 2018: Analysis of long haul battery electric trucks in EU.
- California, 2018: Battery Electric Truck and Bus Energy Efficiency Compared to Conventional Diesel Vehicles.

Verbruik trekker oplegger

Trekker oplegger	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per KM)			Energieconsumptie leeg (kWh per KM)	Bronnen
	GVW/GTW	Min.	Gem.	Max.	
30-40			1,4		Peter de Rooy
32		1,24	1,31	4,35**	California, 2018: Battery Electric Truck and Bus Energy Efficiency Compared to Conventional Diesel Vehicles
37			1,8		TNO, 2021: Naar 100% elektrisch distributievervoer: de impact op het energiesysteem
				1,75	TNO, AMS studie 2018: Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek
<40			1,39		Panteia, 2022: TCO-ZET-Vracht-v2.0
>40			2,09		Panteia, 2022: TCO-ZET-Vracht-v2.0
40	1,1		1,36	1,6	T&E, 2018: Analysis of long haul battery electric trucks in EU, Elaad, 2019: Marktverkenning Elektrische trucks Stadslogistiek, www.volvotrucks.com

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Trekker oplegger	1,1	1,79	2,8

* Indien meerdere bronnen, dan cijfers gebaseerd op min., gemiddelde en max. van een combinatie van die bronnen.

** = situatie bergop, niet representatief voor gemiddeld.

Verbruik grote bakwagen

Grote bakwagen	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per KM)			Energieconsumptie leeg (kWh per KM)	Bronnen
	GVW/GTW	Min.	Gem.	Max.	
>18			1,34		Panteia, 2022: TCO-ZET-Vracht-v2.0 TNO, AMS studie 2018: Laadinfrastructuur voor elektrische voertuigen in stadslogistiek.
19					
				0,91	

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Grote bakwagen	1,25	1,43	1,8

Verbruik medium bakwagen

Medium bakwagen	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per KM)			Bronnen
	GVW/GTW	Min.	Gem.	
12		0,7		Peter de Rooy
14-16		1,15		TNO, 2013: Performance of Battery Electric Buses in Practice: Energy Consumption and Range.
12-18		0,95		Panteia, 2022: TCO-ZET-Vracht-v2.0
16	0,8	1,03	1,2	Elaad, 2019: Marktverkenning Elektrische trucks Stadslogistiek.
18		0,9		Peter de Rooy

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Medium bakwagen	0,7	0,93	1,2

Verbruik grote bakwagen + aanhanger

- Er zijn geen bronnen gevonden waarin het elektrisch verbruik van een grote bakwagen met aanhanger wordt beschreven.
- Wel is er een onderzoek van Panteia (panteia.nl/index.cfm/_api/render/file/?method=inline&fileID=5B52D01F-D3BA-4170-9179D3CC1C0706B5) gevonden, waarin de brandstofkosten voor een bakwagen met aanhanger 3% hoger liggen dan voor een trekker oplegger.
- De veronderstelling is dat bij gelijk gewicht een trekker oplegger inderdaad efficiënter is omdat er minder afstand zit tussen de trekker en de oplegger en de totale lengte korter is.
- Naar aanleiding van het genoemde onderzoek van Panteia rekenen we met de aanname dat het verbruik van een elektrische bakwagen met aanhanger 3% hoger ligt dan het verbruik voor de trekker oplegger.

	Energieconsumptie met gemiddelde belading (kWh per km)		
	Min.	Gemiddeld	Max.
Grote bakwagen + aanhanger	1,13	1,85	2,85



Topsector Logistiek

Ezelsveldlaan 59

2611 RV Delft

+31 15 251 65 65

www.topsectorlogistiek.nl

