Schalingsfactoren voor NO_x-emissies in de ZE-zone Rotterdam

Prognose aandeel ZE-kilometers in 2030 in ZE-zone Rotterdam

CE Delft

Inhoud

Schalingsfactoren voor NO_x-emissies in de ZE-zone Rotterdam

Prognose aandeel ZE-kilometers in 2030 in ZE-zone Rotterdam

Dit rapport is geschreven door:
Matthijs Otten en Merit Heijink

Delft, CE Delft, september 2026

Publicatienummer: 26.250389.135

Opdrachtgever: Gemeente Rotterdam

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Matthijs Otten (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft – Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al sinds 1978 werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.

In dit rapport is mogelijk generatieve AI gebruikt als hulpmiddel bij het genereren, analyseren of structureren van tekstuele inhoud. Alle inhoud is zorgvuldig gecontroleerd op juistheid en volledigheid. De inhoud voldoet aan de geldende wet- en regelgeving, zoals AVG en auteursrechten.

Inhoud

Samenvatting 4

1 Inleiding 6
1.1 Aanleiding 6
1.2 Aanpak 6
1.3 Leeswijzer 7

2 Huidige situatie ZE-zone 8
2.1 Aantal voertuigen en passages in ZE-zone 8
2.2 Ontwikkeling aandeel ZE-passages in de zone in 2024-2025 9
2.3 Passages per voertuig naar emissieklasse 11
2.4 Aandeel ZE-voertuigen naar bezoekfrequentie ZE-zone 12
2.5 Ontheffingen en vrijstellingen: wie mogen er in 2030 nog in de ZE-zone rijden? 15
2.6 Conclusie 17

3 Prognose voor 2030 18
3.1 Inleiding 18
3.2 Aanpak prognose aandeel ZE-kilometers in 2030 18
3.3 Voertuigen met vrijstellingen en ontheffingen in 2030 20
3.4 Voertuigen naar bezoekfrequentie laag, midden en hoog 21
3.5 Aandeel ZE-kilometers in 2030 27
3.6 Schalingsfactoren en NO_x-emissies in 2030 29

4 Conclusie, discussie en aanbevelingen 31
4.1 Conclusie 31
4.2 Aanbevelingen 32
4.3 Discussie 33

5 Literatuurlijst 35

A TNO-methodiek 36

B Kosten vervroegd overstappen 38

Samenvatting

De gemeente Rotterdam heeft sinds 1 januari 2025 een zero-emissiezone (ZE-zone) voor bestel- en vrachtauto's. De ZE-zone draagt bij aan minder broeikasgas- en luchtverontreinigende emissies van logistieke voertuigen in de stad.

Het behalen van die luchtkwaliteitsdoelen wordt jaarlijks gemonitord en geprognotiseerd. Deze prognoses zijn van belang om te bepalen of het huidige beleid voldoende is om de Europese luchtkwaliteitsdoelen voor 2030 te halen. Om het effect van de ZE-zone hierin mee te nemen, wordt voor het verkeer in de zone een NO_x-schalingsfactor toegepast. Deze factor geeft de verhouding tussen de NO_x-emissies mét ZE-zone en de zonder ZE-zone.

De huidige schalingsfactoren zijn gebaseerd op een generieke TNO-methodiek. In dit onderzoek is voor Rotterdam een specifiekere inschatting gemaakt van het aandeel ZE-kilometers en de bijbehorende schalingsfactoren, op basis van het daadwerkelijke bezoekgedrag in de ZE-zone.

De analyse is gebaseerd op geanonimiseerde cameradata, waaruit zowel de huidige samenstelling van het verkeer, als de bezoekfrequentie van voertuigen volgen. Daarnaast is rekening gehouden met vrijstellingen en ontheffingen, boetebedragen, de kosten van een vervroegde overstap naar een ZE-voertuig en de verwachte autonome groei van het aandeel ZE-voertuigen richting 2030.

De cameradata laten zien dat een relatief kleine groep voertuigen het grootste deel van het verkeer in de ZE-zone verzorgt: circa 20% van de voertuigen is verantwoordelijk voor 85-90% van de passages. Juist onder deze frequente bezoekers is het aandeel ZE-voertuigen relatief hoog. Daardoor ligt het aandeel ZE-passages duidelijk hoger dan het aandeel ZE-voertuigen. In 2025 was circa 4% van de bestelauto's en 1 tot 2% van de vrachtauto's ZE, terwijl ZE-voertuigen voor alle drie de voertuigcategorieën circa 8% van de passages verzorgden.

Voor de prognose voor 2030 zijn voertuigen op basis van hun bezoekfrequentie ingedeeld in een laag-, midden- en hoogfrequente groep, naast voertuigen met een vrijstelling of ontheffing. Laagfrequente bezoekers kunnen gebruikmaken van maximaal twaalf dag-ontheffingen en hebben daardoor in principe geen financiële prikkel om te elektrificeren. Voor hoogfrequente bezoekers zijn de verwachte boetekosten hoger dan de meerkosten van een ZE-voertuig en wordt volledige elektrificatie aangenomen. Voor de middengroep is de financiële prikkel minder eenduidig en wordt met een bandbreedte gerekend.

Op basis van deze aanpak verwachten we dat in 2030 ongeveer 91% (88-94%) van de bestelautokilometers in de Rotterdamse ZE-zone zonderemissie wordt gereden. Voor middelzware vrachtauto's gaat het om circa 74% (64-83%) en voor zware vrachtauto's om circa 72% (63-81%). Het aandeel ZE-kilometers ligt daarmee veel hoger dan het aandeel ZE-voertuigen, doordat juist frequente bezoekers relatief vaak elektrificeren.

Per saldo wordt met deze Rotterdam-specifieke aanpak iets meer NO_x-reductie berekend dan met de huidige generieke TNO-schalingsfactoren. De totale NO_x-emissies van het wegverkeer in de ZE-zone worden voor 2030 geraamd op circa 80,5 ton (76-85 ton), tegenover 84,5 ton bij toepassing van de huidige TNO-schalingsfactoren. Voor bestelauto's en middelzware vrachtauto's wordt meer emissiereductie verwacht. Bij zware vrachtauto's is de verwachte reductie juist iets kleiner, vooral doordat relatief veel bijzondere voertuigen, zoals kraanwagens en betonmixers, ook in 2030 nog een vrijstelling of ontheffing kunnen hebben.

De resultaten zijn geen exacte voorspelling, maar een onderbouwde raming. De elektrificatie kan sneller verlopen wanneer voertuigen meerdere ZE-zones bezoeken of boetebedragen worden verhoogd. Daar staat tegenover dat bijvoorbeeld netcongestie de elektrificatie kan vertragen en tot aanvullende ontheffingen kan leiden.

De analyse laat ook zien hoe het effect van de ZE-zone verder kan worden vergroot. Bij zware voertuigen is vooral verdere elektrificatie van bijzondere voertuigen van belang. Daarnaast kan worden overwogen het maximale aantal dagontheffingen te verlagen of het boetebedrag te verhogen. Aanbevolen wordt de Rotterdamse schalingsfactoren richting 2030 periodiek te herijken met nieuwe cameradata, met bijzondere aandacht voor zware en bijzondere voertuigen.

De resultaten kunnen niet één-op-één worden overgenomen door andere gemeenten, omdat bezoekfrequenties en handhavingsregimes kunnen verschillen. Zo gelden in onder andere Amsterdam, Den Haag en Utrecht recidiveregels die de financiële prikkel om te elektrificeren beïnvloeden. De methodiek is wel breder toepasbaar: met lokale gegevens over bezoekfrequenties, vrijstellingen, ontheffingen en handhaving kan ook voor andere ZE-zones een locatiespecifieke inschatting worden gemaakt van het aandeel ZE-kilometers en de bijbehorende NO_x-reductie.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De gemeente Rotterdam wil de uitstoot van stikstofoxiden van verkeer terugdringen om de luchtkwaliteitsdoelen voor 2030 te halen. In dit kader heeft de gemeente onder andere een zero-emissiezone (ZE-zone) ingesteld voor bestel- en vrachtauto's.

Het behalen van de luchtkwaliteitsdoelen wordt jaarlijks gemonitord en geprognotiseerd. De prognoses zijn van belang om te bepalen of het huidige beleid voldoende is om de Europese luchtkwaliteitsdoelen voor 2030 te halen. DCMR bepaalt op basis van verkeersgegevens en emissiefactoren voor verkeer, de bijdrage van verkeer aan de concentratie NO_2. Voor de toekomst worden inschattingen gemaakt op basis van emissiefactoren die rekening houden met de verschoning van het wagenpark. Om met maatregelen zoals een ZE-zone rekening te houden, wordt specifiek voor de ZE-zone een extra correctie toegepast op de hoeveelheid uitgestoten NO_x-emissies door verkeer, via de zogenaamde schalingsfactoren. De schalingsfactoren geven de verhouding tussen de NO_x-emissies met ZE-zone en de NO_x-emissies zonder ZE-zone.

TNO heeft een methodiek ontwikkeld om deze schalingsfactoren te bepalen. De methodiek houdt er rekening mee dat in de zone vrijstellingen en ontheffingen gelden en dat overtredingen worden gemaakt. De methodiek om de schalingsfactoren te bepalen gaat uit van het verwachte aandeel ZE-kilometers en een aantal algemene stelregels (TNO, 2024). De gemeente Rotterdam mist een goede onderbouwing en wil graag een specifiekere inschatting van de schalingsfactoren en het aandeel ZE-kilometers voor Rotterdam.

1.2 Aanpak

Om de vraag van de gemeente Rotterdam te beantwoorden en het aandeel ZE-voertuigen en de schalingsfactoren voor NO_x voor 2030 in te schatten, hebben we een analyse uitgevoerd op de huidige vervoerstromen in de ZE-zone van Rotterdam op basis van geanonimiseerde cameradata. Op basis van de bezoekfrequentie van voertuigen, de boetestructuur voor overtredingen en de prognoses van het aandeel ZE-voertuigen in 2030, hebben we een inschatting gemaakt van het aandeel ZE-kilometers in 2030 in de ZE-zone.

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 gaan we in op de huidige situatie van de ZE-zone. In Hoofdstuk 3 beschrijven we hoe we aan een prognose komen voor het aandeel ZE-kilometers in de ZE-zone voor 2030 en de schalingsfactoren die daaruit volgen. In Hoofdstuk 4 geven we de conclusies en aanbevelingen.

2 Huidige situatie ZE-zone

De ZE-zone voor bestel- en vrachtauto's is in de gemeente Rotterdam per 1 januari 2025 ingevoerd. In de eerste helft van 2025 werden er nog geen boetes uitgedeeld, maar alleen waarschuwingen. Sinds 1 juli 2025 worden boetes opgelegd aan voertuigen die zonder geldige ontheffing met een niet-toegestane emissieklasse de ZE-zone inrijden. Door de overgangsregelingen waren bestelauto's met emissieklassen 5 en 6 in 2025 nog toegestaan. Vrachtauto's met emissieklasse 6 en datum eerste toelating (DET) na 1 januari 2017 waren in 2025 nog toegestaan om de ZE-zone in te rijden.

Om uitspraken te kunnen doen over de situatie richting 2030, beschrijven we eerst de huidige samenstelling en ontwikkelingen van de voertuigen in de ZE-zone. In Paragraaf 2.1 beschrijven we het huidige aandeel ZE-voertuigen en -passages in de ZE-zone, in Paragraaf 2.2 de ontwikkelingen in de samenstelling van de afgelopen twee jaar en in Paragraaf 2.3 hoe vaak de verschillende emissieklassen de zone inrijden. In Paragraaf 2.4 geven we meer inzicht in de bezoekfrequentieverdeling van voertuigen en ZE-voertuigen naar bezoekfrequentie. In Paragraaf 2.5 bespreken we het aandeel ontheffingen en vrijstellingen, waarna we in Paragraaf 2.6 de belangrijkste conclusies op een rij zetten.

2.1 Aantal voertuigen en passages in ZE-zone

Tabel 1 geeft een overzicht van het aantal voertuigen dat in de ZE-zone is geweest in 2025, hoeveel hiervan ZE-voertuigen waren (in absolute zin en relatief). Daarnaast wordt aangegeven hoeveel passages er zijn geweest van de ZE-voertuigen in de ZE-zone.

Tabel 1 – Overzicht aantal voertuigen en passages totaal en ZE per voertuigcategorie in 2025

	Aantal voertuigen	Aantal passages
Totaal bestelauto	**281.532**	**14.115.899**
Waarvan ZE-bestelauto	10.910	1.072.533
Aandeel ZE-bestelauto	3,9%	7,6%
Totaal VA 3,5-20 t	**25.595**	**566.066**
Waarvan ZE VA 3,5-20 t	224	43.664
Aandeel ZE VA 3,5-20 t	0,9%	7,7%
Totaal VA >20t	**16.570**	**545.360**
Waarvan ZE VA >20 t	363	41.456
Aandeel ZE VA >20 t	2,2%	7,6%

Het aandeel ZE-bestelauto's is het hoogst met gemiddeld 3,9% over 2025. De vrachtauto 3,5-20 ton heeft een aandeel van 0,9%, de vrachtauto >20 ton een aandeel van 2,2%. De aandelen komen redelijk overeen met het landelijk gemiddelde aandeel ZE-voertuigen, maar zijn voor de zware vrachtauto iets hoger in de ZE-zone.[1] Wat opvalt is dat het aandeel ZE-voertuigen, met name bij de categorie vrachtauto 3,5-20 ton, lager ligt dan het aandeel ZE-passages dat voor alle drie de voertuigtypen uitkomt op 7,6-7,7%.
Dit betekent dat de ZE-voertuigen dus relatief intensief worden gebruikt in de ZE-zone. In Paragraaf 2.3 en 2.4 is dit verder uitgewerkt.

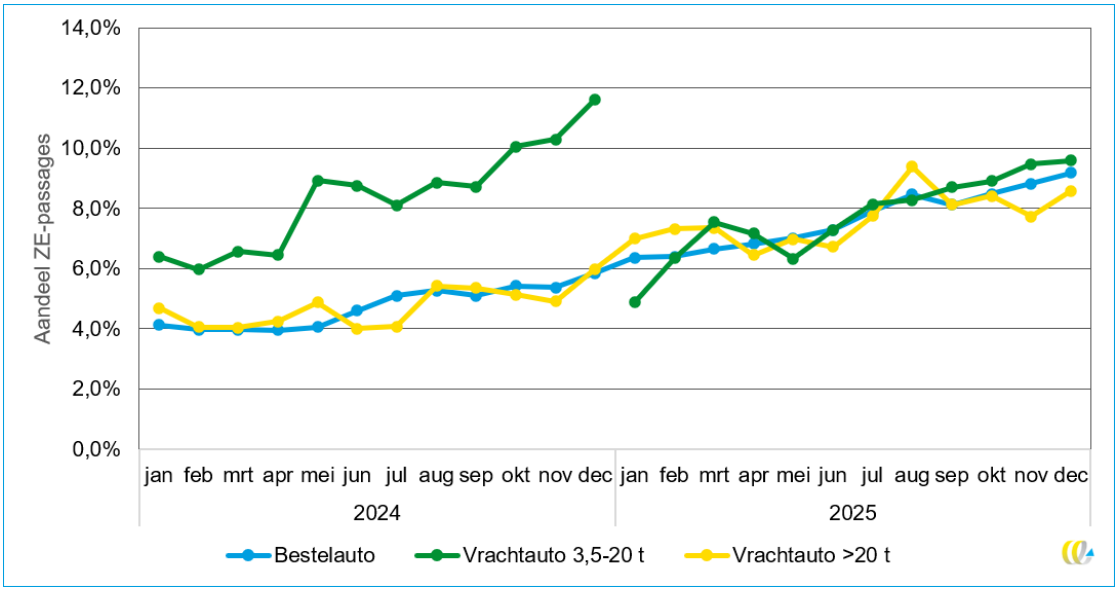
2.2 Ontwikkeling aandeel ZE-passages in de zone in 2024-2025

Figuur 1 geeft het aandeel passages met ZE-voertuigen in 2024-2025 weer, uitgesplitst naar drie voertuigcategorieën. In 2025 is de zone uitgebreid, waardoor er bij de vrachtauto 3,5-20 ton een trendbreuk zichtbaar is vanwege een lager aandeel ZE-voertuigen in het deel wat aan de zone is toegevoegd.

Voor alle drie de voertuigcategorieën is gedurende twee jaar een stijgende trend te zien. Vanaf juni 2024 lijkt er een duidelijke opwaartse trend zichtbaar die zich voortzet tot eind 2025. We veronderstellen dat het aandeel in de passages een goede maat is voor het aandeel in de kilometers binnen de ZE-zone.

[1] In de gemiddelde Nederlandse vloot in eind juni 2025 was het aandeel ZE-bestelauto 4,3%, vrachtauto 3,5-20 t 0,8% en VA >20 t 1,2% (https://duurzamevoertuigen.databank.nl/).

Figuur 1 – Aandeel passages met ZE-voertuigen in de ZE-zone in 2024-2025

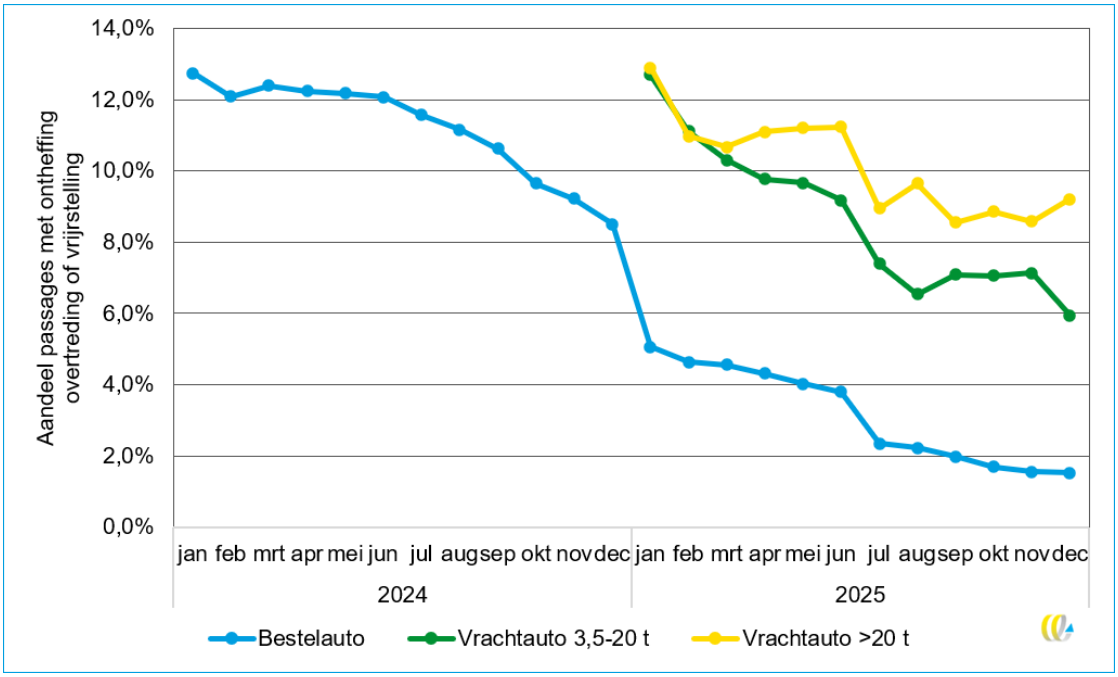


* De trendbreuk bij de vrachtauto 3,5-20 ton wordt veroorzaakt door een uitbreiding van de zone eind 2024, met een deel waar relatief minder ZE-voertuigen actief zijn.

Figuur 2 toont het verloop van het aandeel passages van voertuigen die niet meer zijn toegestaan in de ZE-zone of een vrijstelling of ontheffing nodig hebben. Het betreft bestelauto's met emissieklasse 0 t/m 4, vrachtauto's met emissieklasse 0 t/m 5 en vrachtauto's met emissieklasse 6 en een bouwjaar vóór 2017.

In de figuur is duidelijk te zien dat bij invoering van de ZE-zone in januari 2025 het aandeel van de bestelauto's met emissieklasse 0-4 flink is gedaald. Per 1 juli 2025 is een verdere daling te zien tot ongeveer 1,5% van de passages. Bij de vrachtauto is ook een duidelijke daling te zien met de extra sprong per 1 juli 2025. De figuur laat duidelijk zien dat het aandeel passages dat niet toegestaan is of een vrijstelling of ontheffing nodig heeft afneemt, maar nog niet tot 0. Ongeveer 40% hiervan betreft overtredingen en 60% vrijstellingen en ontheffingen (zie Paragraaf 2.5).

Figuur 2 – Aandeel passages met ontheffing, overtreding of vrijstelling



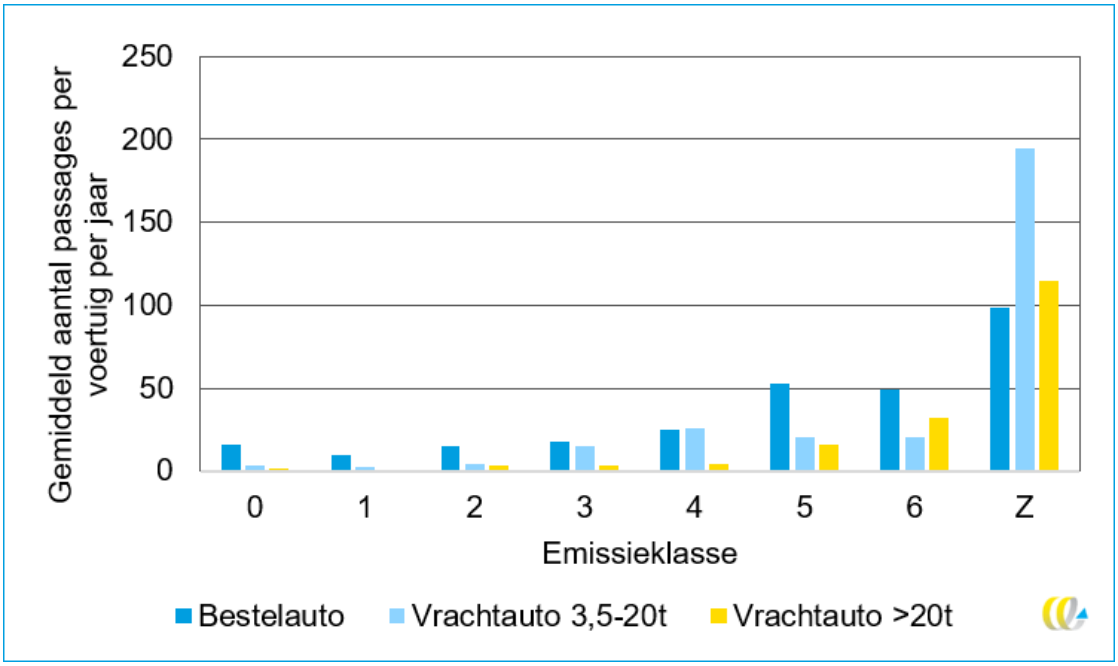
* Voor vrachtauto's zijn de data voor 2024 niet getoond, omdat geen onderscheid gemaakt kon worden tussen voertuigen met emissieklasse 6 die wel en niet zijn toegestaan, omdat leeftijdsindicatie van de voertuigen ontbreekt.

2.3 Passages per voertuig naar emissieklasse

Figuur 3 toont het gemiddelde aantal passages in de ZE-zone, uitgesplitst naar emissieklasse in 2025. Voor alle drie de typen voertuigen geldt dat het gemiddelde aantal passages van zero-emissievoertuigen groter is dan van de voertuigen met een verbrandingsmotor en ook groter dan de toegestane emissieklasse 5 (bestel) en emissieklasse 6-voertuigen.

Het hogere aantal passages van ZE-voertuigen geeft aan dat eigenaren die voertuigen hebben, die met hoge frequentie in de ZE-zone moeten zijn, al voor een groter deel zijn overgestapt op ZE-voertuigen. Hierbij kan onder andere worden gedacht aan bevoorrading van supermarkten en post -en pakketbezorging die vaak in een ZE-zone moeten zijn, en bij de aanschaf van nieuwe voertuigen kiezen voor ZE-voertuigen die toekomstbestendig zijn.

Figuur 3 – Gemiddelde aantal passages per voertuig per jaar in de ZE-zone in 2025



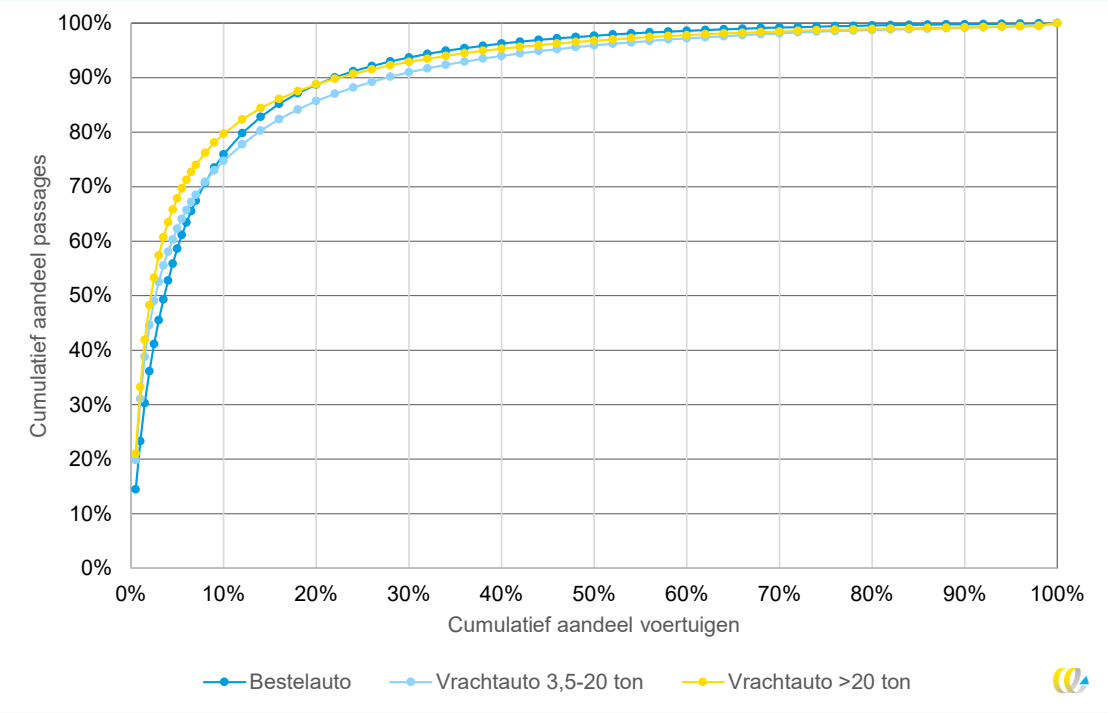
2.4 Aandeel ZE-voertuigen naar bezoekfrequentie ZE-zone

De cameradata laten grote verschillen zien in de bezoekfrequentie van voertuigen in de ZE-zone: een kleine groep voertuigen is verantwoordelijk voor een groot deel van de passages. Figuur 4 laat dit zien in een zogenaamde Lorenz-curve: op de x-as staat het cumulatief aandeel voertuigen, waarbij de voertuigen zijn geordend van veel naar weinig bezoeken.[2] Op de y-as staat het cumulatieve aandeel van de voertuigen in het totaal aantal passages.

Voor alle drie de voertuigcategorieën is hetzelfde patroon zichtbaar. Een klein deel van de voertuigen zorgt voor een groot aandeel in de passages. Voor alle drie de voertuig-categorieën geldt dat 20% van de voertuigen verantwoordelijk is voor 85-90% van de passages. Dit betekent dat een groot deel van de kilometers en dus ook emissies samenhangt met maar een beperkt deel van de vloot.

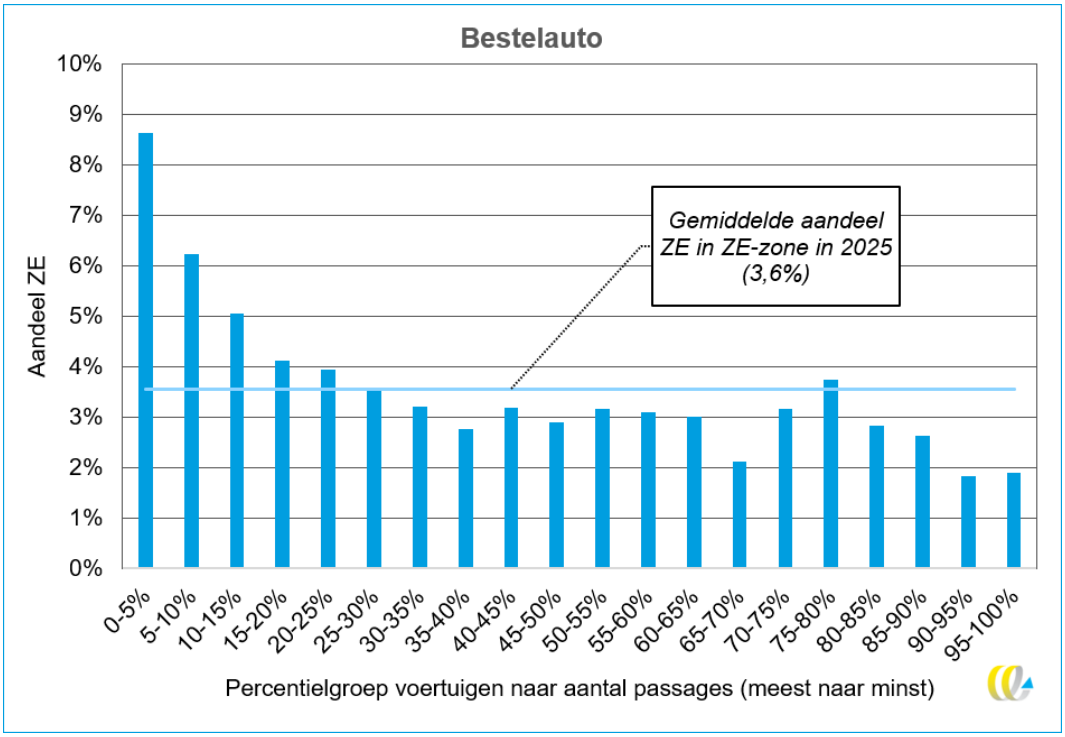
[2] Feitelijk is het een omgekeerde Lorenz-curve omdat de x-as van hoogfrequent naar laagfrequent loopt en niet andersom.

Figuur 4 – Lorenz-curve van bezoekfrequentie voertuigen in ZE-zone

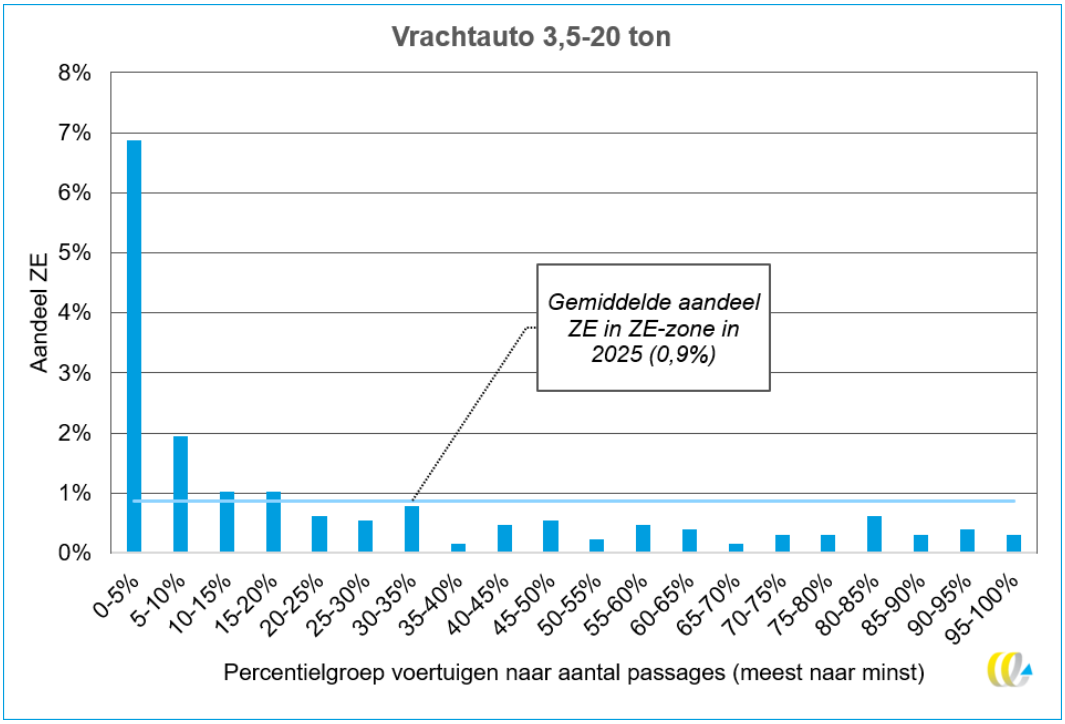


Daarnaast laat de cameradata ook zien dat het aandeel ZE-voertuigen hoger ligt bij de categorie voertuigen met de meeste passages en lager ligt bij categorie voertuigen die weinig in de zone komen (zoals ook in Paragraaf 2.3 geconstateerd). Figuur 5, Figuur 6 en Figuur 7 laten dit zien voor respectievelijk bestelauto, vrachtauto 3,5-20 ton en vrachtauto >20 ton. In de figuren zijn de voertuigen ingedeeld in groepen van meest naar minst frequent bezoekers op de x-as. De staven geven het aandeel ZE-passages weer binnen de groep, waarbij de blauwe horizontale lijn het gemiddelde aandeel ZE-passages in de ZE-zone in Rotterdam weergeeft. Uit de figuren blijkt dat het aandeel ZE-voertuigen hoger ligt bij de categorie voertuigen die het vaakst de ZE-zone bezoeken (links in Figuren 5-7) en dat de ZE-voertuigen dus vooral worden ingezet door partijen die frequent de ZE-zone bezoeken.

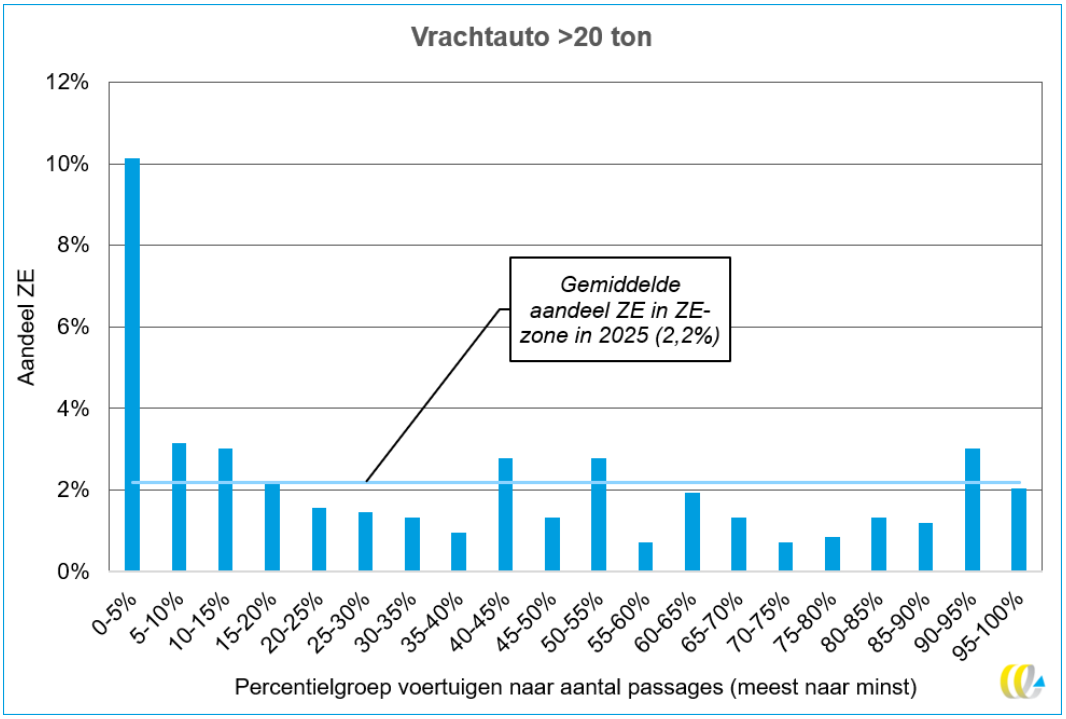
Figuur 5 – Aandeel ZE-voertuigen per 5%-groep voertuigen, van meest naar minst aantal passages in de ZE-zone Rotterdam (bestelauto)



Figuur 6 – Aandeel ZE-voertuigen per 5%-groep voertuigen, van meest naar minst aantal passages in de ZE-zone Rotterdam (vrachtauto 3,5-20 ton)



Figuur 7 – Aandeel ZE-voertuigen per 5%-groep voertuigen, van meest naar minst aantal passages in de ZE-zone Rotterdam (vrachtauto >20 ton)



2.5 Ontheffingen en vrijstellingen: wie mogen er in 2030 nog in de ZE-zone rijden?

Op dit moment mogen verschillende bestel- en vrachtauto's met een verbrandingsmotor de ZE-zone nog inrijden via een overgangsregeling, een ontheffing of een vrijstelling. De overgangsregelingen lopen af op 1 januari 2030. Vanaf dat moment zijn deze voertuigen niet meer toegestaan in de ZE-zone. Vrijstellingen zijn wettelijk vastgelegd en hoeven, in tegenstelling tot ontheffingen, niet door de voertuigeigenaar te worden aangevraagd. Het gaat onder meer om:

- voor rolstoelen toegankelijke voertuigen (op basis van carrosseriecode);
- oldtimers (voertuigen van 40 jaar of ouder);
- voertuigen met een speciale wettelijke status zoals brandweerwagens of gepantserde voertuigen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de ontheffings- en vrijstellingscategorieën die in 2025 in de data zijn waargenomen en het bijbehorende aandeel in het totaal aantal passages in de ZE-zone. Dit overzicht is gebaseerd op een combinatie van analyse van geregistreerde ontheffingen en vrijstellingen en voertuigkenmerken, zoals inrichtingscodes.

Tabel 2 – Overzicht ontheffingen en vrijstelling* in 2025 en het aandeel in de passages in de ZE-zone

Categorie	Bestelauto	Vrachtauto 3,5-20 ton	Vrachtauto >20 ton
Dagontheffing**	0,2%	0,9%	1,1%
Ontheffing in verband met aangepast aan handicap	<0,1%	N.v.t.	N.v.t.
Ontheffing dierenambulances	<0,1%	N.v.t.	N.v.t.
Ontheffing bijzonder voertuig jonger dan 13 jaar	N.v.t.	0,2%	0,4%
Ontheffing in verband met dreigend faillissement	0,2%	0,3%	<0,1%
Ontheffing in verband met hardheidsclausule	0,1%	0,6%	0,1%
Ontheffing in verband met levertijd van een vervangend emissieloos voertuig	<0,1%	0,6%	4,4%
Ontheffing particulier bezit	0,5%	<0,1%	N.v.t.
Ontheffing vanwege niet verkrijgbaar emissieloos voertuig	0,1%	0,3%	1,1%
Straatveger, reiniger, rioolzuiger	<0,1%	0,9%	1,6%
Brandweerwagen	<0,1%	1,3%	0,7%
Kraanwagen	<0,1%	0,1%	3,6%
Kolkenzuiger	<0,1%	0,0%	0,3%
Betonpomp	N.v.t.	0,0%	0,1%
Betonmixer	N.v.t.	N.v.t.	2,8%
Mobiele kraan	N.v.t.	N.v.t.	0,5%
Voor rolstoelen toegankelijk voertuig	<0,1%	N.v.t.	N.v.t.
Totaal	**1,0%**	**5,2%**	**16,5%**

* Bij de vrijstellingen (onderste acht categorieën) zijn ook de nog toegestane emissieklasse 5- en 6-voertuigen meegenomen.

** Dit betreft een overschatting doordat alle passages van een voertuig als dagontheffing zijn aangemerkt als het voertuig één dagontheffing in het jaar heeft aangevraagd.

Opgeteld zijn ontheffingen en vrijstellingen in 2025 verantwoordelijk voor circa 1,0% van de passages van bestelauto's, 5,2% van de passages van middelzware vrachtauto's (3,5-20 ton) en 16,5% van de passages van zware vrachtauto's (>20 ton). Bij de zware vrachtauto's spelen met name ontheffing in verband met levertijd van een emissieloos voertuig (4,4%) en vrijstellingen voor kraanwagens (3,6%) en betonmixers (2,8%) een belangrijke rol.

2.6 Conclusie

Analyse van de passages van de ZE-zone in 2025 laat zien dat er een toename is in het aantal passages van ZE-voertuigen en een afname van passages van de geweerde voertuigen. De passages van de door de ZE-zone geweerde voertuigen nemen niet helemaal af naar nul, vanwege vrijstellingen, ontheffingen en overtredingen. Het is daarom logisch te veronderstellen dat ook in 2030, wanneer in principe alle typen voertuigen met een verbrandingsmotor geweerd worden, een afname tot nul passages van geweerde voertuigen niet waarschijnlijk is.

De analyse laat verder zien dat er met ongeveer 280.000 bestelauto's en 42.000 vrachtauto's zeer veel[3] unieke voertuigen actief zijn in de ZE-zone. Het is echter maar een beperkt deel van deze voertuigen dat verantwoordelijk is voor het grootste deel van de passages, 20% van de voertuigen maakt 85-90% van de passages en kilometers. ZE-voertuigen die op dit moment actief zijn in de ZE-zone maken gemiddeld genomen meer passages dan de andere voertuigen.

[3] De aantallen corresponderen grofweg met 25% van de aantallen bestelauto's en vrachtauto's in het Nederlandse wagenpark.

3 Prognose voor 2030

3.1 Inleiding

Het aantal ZE-voertuigen neemt richting 2030 toe, maar het is niet goed mogelijk om het aantal ZE-voertuigen en kilometers in de ZE-zone rechtstreeks af te leiden uit een landelijke wagenparkprognose. Het wagenpark dat de ZE-zone bezoekt, wijkt namelijk qua vervangingsritme, samenstelling en inzet af van het gemiddelde landelijke wagenpark. Daarvoor zijn drie belangrijke redenen:

1. De ZE-zones zullen leiden tot vervroegde aanschaf van ZE-voertuigen en vervroegde afschrijving van oude voertuigen om te kunnen voldoen aan de toegangseisen.
2. Autonoom zullen steeds meer ZE-voertuigen in de vloot komen. Deze voertuigen zullen met voorrang, indien van toepassing, worden gebruikt voor ritten naar een ZE-zone en daarna pas voor andere ritten. Met name in grotere vloten zal dit het geval zijn.
3. Daarnaast worden op dit moment, zoals uit het vorige hoofdstuk blijkt, de ZE-voertuigen meer frequent ingezet.

Het toepassen van wagenparkmodellen om het aandeel ZE-voertuigen te prognosticeren is dus niet goed mogelijk. Tegelijk kunnen we ook niet aannemen dat het wagenpark na 1 januari 2030 volledig ZE zal zijn. Er zullen nog steeds fossiele voertuigen de ZE-zone in rijden, zoals voertuigen met een wettelijke vrijstelling of een (dan nog geldige) ontheffing en voertuigen die een overtreding begaan. In de volgende paragraaf bespreken we hoe we een prognose voor 2030 maken.

3.2 Aanpak prognose aandeel ZE-kilometers in 2030

Het aandeel ZE-passages en -kilometers in 2030 hangt van verschillende factoren af, zoals het ontheffingen- en vrijstellingenbeleid, de autonome ingroei van ZE-voertuigen in het wagenpark en de mogelijkheid dat ondernemers bewust of onbewust een overtreding begaan. De kans op overtredingen door een voertuig hangt in belangrijke mate af van de bezoekfrequentie. Ondernemers die vaak in de ZE-zone komen zijn zich zeker bewust van het bestaan van de ZE-zone en zullen niet voor elke dag dat zij komen een boete willen

incasseren. Ondernemers die zeer zelden komen, realiseren zich misschien niet altijd dat er een ZE-zone is, of accepteren misschien het feit dat zij een enkele boete krijgen.

We gebruiken voorgaande gegevens en redeneringen om een inschatting te maken van het aantal ZE-passages en kilometers in 2030. We onderscheiden vier groepen waarvoor we verwachten dat ze gemiddeld genomen anders reageren op het bestaan van de ZE-zone. Hierna geven we aan hoe we de groepen definiëren en wat we aannemen qua aandeel ZE-voertuigen in deze groep:

1. De **vrijgestelde groep**: Op basis van de vrijstellingen en ontheffingen die in 2030 waarschijnlijk nog geldig zijn en huidige aandelen vrijstellingen in de zone die bij deze groepen horen, maken we een inschatting van het aandeel passages dat in 2030 nog onder een vrijstelling of ontheffing valt. Voor deze groep nemen we aan dat ze beperkt zullen elektrificeren en dat het aandeel ZE-voertuigen 50% is van het landelijk gemiddeld van de categorie waar ze binnen vallen.
2. De **laagfrequente groep**: Voertuigen die de ZE-zone maximaal twaalf dagen per jaar bezoeken. Voor deze voertuigen nemen we aan dat zij gebruik kunnen maken van dagontheffingen (dit zijn er maximaal twaalf per jaar per gemeente).
   Zij worden daarom niet geconfronteerd met boetekosten en de ZE-zone zorgt dus niet voor een (financiële) prikkel om te elektrificeren.[4] We nemen voor deze groep het verwachte Nederlandse gemiddelde aandeel ZE-voertuigen aan op basis van de Klimaat- en Energieverkenning (KEV) 2025 (PBL, 2025): 27% voor bestelauto's en 18% voor vrachtauto's.
3. De **middenfrequente groep**: Voertuigen die vaker dan twaalf dagen per jaar de ZE-zone bezoeken, maar waarvoor de verwachte boetekosten per jaar lager zijn dan de jaarlijkse meerkosten van een ZE-voertuig. Voor deze groep is overstappen op een ZE-voertuig op basis van puur economische afwegingen niet vanzelfsprekend. Andere niet-economische factoren kunnen echter ook een rol spelen. We nemen voor deze groep aan dat het aandeel ZE-voertuigen ligt tussen het landelijk gemiddelde en volledige elektrificatie. Doordat dit een arbitraire aanname is, presenteren we de resultaten in een bandbreedte, waarbij de ondergrens overeenkomt met een aandeel ZE-voertuigen dat gelijk staat aan het landelijke gemiddelde aandeel ZE-voertuigen, en waarbij de bovengrens overeenkomt met volledige elektrificatie van deze middengroep.
4. De **hoogfrequente groep**: Dit is de groep voertuigen die zeer frequent in de zone komen. De verwachte boetekosten zijn hoger dan de meerkosten van een ZE-voertuig. We nemen aan dat deze groep sowieso vanuit economische redenen volledig elektrificeert. Daarnaast verwachten we dat een frequente bezoeker ook niet bewust veel overtredingen zal willen begaan.

[4] De voertuigen betalen wel € 30 per ontheffing.

In de volgende paragraaf gaan we eerst in op het aandeel vrijstellingen en ontheffing in 2030 (Paragraaf 3.3). Vervolgens bepalen we de aandelen van de groepen met een lage, midden en hoge bezoekfrequentie (Paragraaf 3.4). Aan de hand van de groepen en de aannames per groep over het aandeel ZE-voertuigen maken we een inschatting van het aandeel ZE-voertuigen per voertuigtype in 2030 (Paragraaf 3.5). Tenslotte bepalen we de schalingsfactoren en de invloed hiervan op de emissies en vergelijken we deze met de TNO-prognose (Paragraaf 3.6).

3.3 Voertuigen met vrijstellingen en ontheffingen in 2030

Om een inschatting te maken van het aandeel passages dat in 2030 nog onder een vrijstelling of een ontheffing valt, kijken we naar welke van de huidige vrijstellingen en ontheffingen nog relevant zijn in 2030 (Rijksoverheid, 2026). We nemen aan dat het aandeel van de passages van deze categorieën in 2025 in 2030 nog gelijk is.

Ontheffingen die vooral horen bij de invoeringsfase nemen we niet mee voor 2030, zoals ontheffingen vanwege levertijd of niet-beschikbaarheid van een emissieloos voertuig. Categorieën die we wel meenemen zijn particulier bezit, bepaalde bijzondere voertuigen en vrijgestelde voertuigtypen op basis van functie of inrichting (bijvoorbeeld reinigingsvoertuigen, hulpdiensten en voertuigen die voor rolstoelen toegankelijk zijn). Voor deze categorieën nemen we aan dat de elektrificatie in 2030 op een niveau ligt dat 50% is van de gemiddelde landelijke elektrificatiegraad van bestel- en vrachtauto's.
We verwachten dus dat, onder andere in de categorie kraanwagens en betonmolens, ondanks de vrijstellingsoptie een aantal voertuigen elektrisch zullen zijn. Op dit moment zijn er in deze categorie namelijk al enkele voertuigen elektrisch volgens de cameradata. Straatvegers en -reinigers zullen in 2030 ZE moeten zijn om toegang te krijgen. Deze categorie kunnen we echter niet identificeren los van de riool- en kolkenzuigers die wel vrijgesteld zijn in 2030 (Rijksoverheid, 2026).

Tabel 3 laat per categorie het aandeel in passages in 2025 zien. Opgeteld komt dit uit op circa 0,6% van de passages voor bestelauto's, 2,6% voor middelzware vrachtauto's (3,5-20 ton) en 9,9% voor zware vrachtauto's (>20 ton). Dit zijn indicatieve aandelen voor passages die in 2030 nog fossiel kunnen zijn vanwege vrijstellingen en ontheffingen. Voor onze analyse nemen we aan dat van deze passages door bestelauto's 13,5% elektrisch wordt uitgevoerd en door vrachtauto's 9% elektrisch wordt uitgevoerd (50% van landelijke gemiddelde).

Tabel 3 – Aandeel passages in 2025 van de categorieën die naar verwachting in 2030 nog een vrijstellingen of ontheffing zullen hebben

Categorie	Bestelauto	Vrachtauto 3,5-20 ton	Vrachtauto >20 ton
Ontheffing particulier bezit	0,5%	<0,1%	N.v.t.
Ontheffing bijzonder voertuig jonger dan 13 jaar	N.v.t.	0,2%	0,4%
Straatveger- en reiniger, riool- en kolkenzuiger[5]	<0,1%	0,9%	1,9%
Brandweerwagen	<0,1%	1,3%	0,7%
Kraanwagen, mobiele kraan	<0,1%	0,1%	4,1%
Betonpomp, betonmixer of betonmolen	N.v.t.	0,0%	2,9%
Voor rolstoelen toegankelijk voertuig	<0,1%	N.v.t.	N.v.t.
Totaal	**0,6%**	**2,6%**	**9,9%**

3.4 Voertuigen naar bezoekfrequentie laag, midden en hoog

Zoals uitgelegd in Paragraaf 3.2 delen we voertuigen zonder vrijstelling of ontheffing in drie groepen in: laagfrequent, middenfrequent en hoogfrequent. Daarbij gaan we uit van maximaal twaalf ontheffingen per jaar en van een boetebedrag, € 130 voor bestelauto's en € 320 voor vrachtauto's, voor elke dag dat één of meerdere overtredingen worden gemaakt. Voertuigen die maximaal twaalf dagen per jaar de zone binnenrijden, vallen in de laagfrequente groep. Voor de overige voertuigen bepalen we op basis van de passagegegevens uit 2025 de verwachte jaarlijkse boetekosten in 2030 indien ze niet zouden voldoen. We nemen daarbij mee dat ze gebruik kunnen maken van twaalf dagontheffingen per jaar à € 30 per dagontheffing. Deze kosten vergelijken we vervolgens met de meerkosten van een vervroegde aanschaf van een ZE-voertuig om wel te voldoen aan de eisen van de ZE-zone. Voertuigen waarvan de jaarlijkse boetekosten (inclusief de kosten voor twaalf keer een dagontheffing) lager zijn dan de meerkosten van vervroegde aanschaf, vallen in de middenfrequente groep. Voertuigen in de hoogfrequente groep rijden zo vaak de zone in dat de jaarlijkse boetekosten hoger zijn dan de meerkosten van een vervroegde overstap naar een ZE-voertuig. In Paragraaf 3.4.1 behandelen we eerst de meerkosten van een vervroegde aanschaf van ZE-voertuigen. Daarna presenteren we per voertuigcategorie de resultaten van de indeling naar bezoekfrequentie.

[5] Riool- en kolkenzuigers krijgen ontheffing, straatvegers en -reinigers niet.

3.4.1 De kosten van een vervroegde aanschaf van een ZE-voertuig

Voor de indeling van voertuigen in de middenfrequente en hoogfrequente groep vergelijken we de verwachte boetekosten met de jaarlijkse meerkosten van de inzet van een ZE-voertuig dat door toedoen van de ZE-zone vervroegd wordt aangeschaft.

De kosten voor de vervroegde aanschaf van een ZE-voertuig bestaan uit:

- verschil in TCO tussen het elektrische voertuig en het oude voertuig (voor een aantal jaar);
- vervroegde afschrijvingskosten.

Als referentie gaan we uit van een dieselvoertuig dat in 2024 is aangeschaft, net voordat de ZE-zone officieel werd ingesteld. We nemen een economische levensduur van acht jaar aan. Een voertuig uit 2024 zou zonder ZE-zone dus naar verwachting tot en met 2031 in gebruik blijven. Wanneer dit voertuig in 2030 wordt vervangen door een ZE-voertuig, wordt het twee jaar eerder afgeschreven dan voorzien.

Met deze aanname brengen we een situatie in beeld waarin de meerkosten relatief hoog zijn. Daarmee maken we een conservatieve inschatting van de groep voertuigen waarvoor overstappen naar ZE financieel aantrekkelijker is dan het betalen van boetes. In het tekstkader wordt toegelicht waarom een dieselvoertuig uit 2024 hiervoor als referentie is gekozen.

Tekstkader 1

Dieselvoertuig uit 2024 als referentie voor de meerkosten

Logistieke voertuigen worden meestal in een periode van 5-8 jaar economisch afgeschreven. Vaak heeft de financiering een gelijke looptijd. Voertuigen die vanaf 2025 zijn aangeschaft en de ZE-zone in willen moeten vanaf 2025 al ZE zijn. De jongste voertuigen die in 2030 vervangen moeten worden door ZE-voertuigen komen dus uit het jaar 2024. Er zijn grofweg drie situaties denkbaar voor een voertuig dat in 2030 vervangen moet worden:

1. Het voertuig is voorbij de economische levensduur. Voertuigen uit 2023 met een economische levensduur van 5 of 6 jaar zijn economisch afgeschreven en bij gelijke looptijd van de financiering ook afbetaald. Ze zullen in 2030 autonoom worden vervangen. De meerkosten voor deze voertuigen bestaan uit het verschil in de TCO-kosten voor een nieuw diesel en een ZE-voertuig. Dit verschil wordt steeds kleiner richting 2030. Voor een bestelauto is de TCO voor een elektrische bestelauto vaak nu al gunstiger dan voor een dieselbestelauto, door de BPM-vrijstelling voor ZE, die niet meer voor voertuigen met een verbrandingsmotor geldt sinds 2025.
2. Voertuigen uit 2023 en 2024 die in 7 tot 8 jaar worden afgeschreven en voor dezelfde periode worden gefinancierd zouden zonder ZE-zone nog 1 tot 2 jaar in gebruik zijn. Voor deze voertuigen geldt dat door de aanschaf van een ZE-voertuig, de eigenaar 1 of 2 jaar lang wordt gecon-

fronteerd met andere (meestal hogere) TCO-kosten en kosten van vervroegde afschrijving. Deze meerkosten zijn hoger dan in de situatie hiervoor omdat de ondernemer voor het te vervangen dieselvoertuig uit 2024 nog lagere aflossing- en rentekosten had (lagere aanschafprijs voor diesel uit 2024 dan in 2030) en omdat er vervroegde afschrijvingskosten zijn.

3. Voertuigen uit een eerder bouwjaar (leeftijd >8 jaar) zijn over het algemeen al economisch afgeschreven door een (eerste) eigenaar:
   - Als een eigenaar van plan was een nieuw voertuig aan te schaffen zijn de meerkosten zoals beschreven voor Situatie 1 en lager dan die voor Situatie 2.
   - Mocht de (eerste) eigenaar toch een langere afschrijvings- en financieringsperiode hanteren, dan zijn de kosten ook lager dan onder Situatie 2, ervan uitgaande dat de langere afschrijvingsperiodes ook zullen gelden voor het nieuwe ZE-voertuig.
   - Als de eigenaar het voertuig heeft afbetaald, maar er nog verder mee had willen rijden, dan wordt hij door de ZE-zone geconfronteerd met hogere meerkosten voor een nieuw ZE-voertuig dan onder Situatie 2, omdat dan de totale financieringskosten van het ZE-voertuig als meerkosten meetellen, terwijl het oude al was afbetaald. Het lijkt in zo'n geval echter logischer dat de eigenaar een tweedehands ZE-voertuig aanschaft (qua waarde beter vergelijkbaar met het bestaande voertuig), waardoor de meerkosten wel beperkt en lager dan in Situatie 2 kunnen blijven (Dit is vanaf een leeftijd van ca. 3 jaar oud het geval).

Door uit te gaan van Situatie 2 met een voertuig uit 2024 en een afschrijvings- en financieringstermijn van 8 jaar gaan we dus uit van een situatie met relatief hoge meerkosten.

De berekende jaarlijkse meerkosten in 2030 zijn weergegeven in Tabel 4. Deze kosten worden in de volgende paragraaf gebruikt om per voertuigcategorie de grens te bepalen tussen de middenfrequente en hoogfrequente groep. Voor bestelauto's gebruiken we hiervoor het gemiddelde van de middelgrote en grote bestelauto. Voor middelzware vrachtauto's sluiten we aan bij de medium bakwagen van 9 ton, en voor zware vrachtauto's bij de lichte trekker-oplegger. In Annex B worden de achterliggende cijfers en berekeningen gegeven.

Tabel 4 – Jaarlijkse kosten in 2030 en 2031 bij vervroegde aanschaf ZE-voertuig in 2030 ten opzichte van dieselvoertuig uit 2024

Voertuigcategorie	Jaarlijkse meerkosten in 2030 voor ZE
Middelgrote bestelauto	€ 2.700
Grote bestelauto	€ 3.300
Medium bakwagen (9 ton)	€ 12.500
Lichte trekker oplegger	€ 18.250

3.4.2 Bestelauto

Figuur 8 laat de bezoekfrequentie van bestelauto's zien, met op de x-as het cumulatief aandeel voertuigen, geordend van meeste dagen gezien tot minste dagen gezien, en op de y-as het cumulatieve aandeel dagen gezien in de ZE-zone.[6] De bedragen in de figuur geven het jaarlijkse boetebedrag dat voertuigen betalen bij het bijbehorende aantal dagen dat ze de zone inrijden.[7] De jaarlijkse meerkosten van een ZE-bestelauto zijn ongeveer € 3.000. Bij dat boetebedrag ligt dus het snijpunt tussen de hoogfrequente en de middenfrequente groep. De hoogfrequente groep betreft maar een klein aandeel van de voertuigen (15%). Voor deze groep zijn de verwachte boetekosten hoger dan de meerkosten van een ZE-voertuig. De laagfrequente groep begint waar het jaarlijkse boetebedrag € 0 is, dat wil zeggen bij twaalf of minder bezoekdagen per jaar. Dit is de grootste groep, met 72% van de voertuigen.

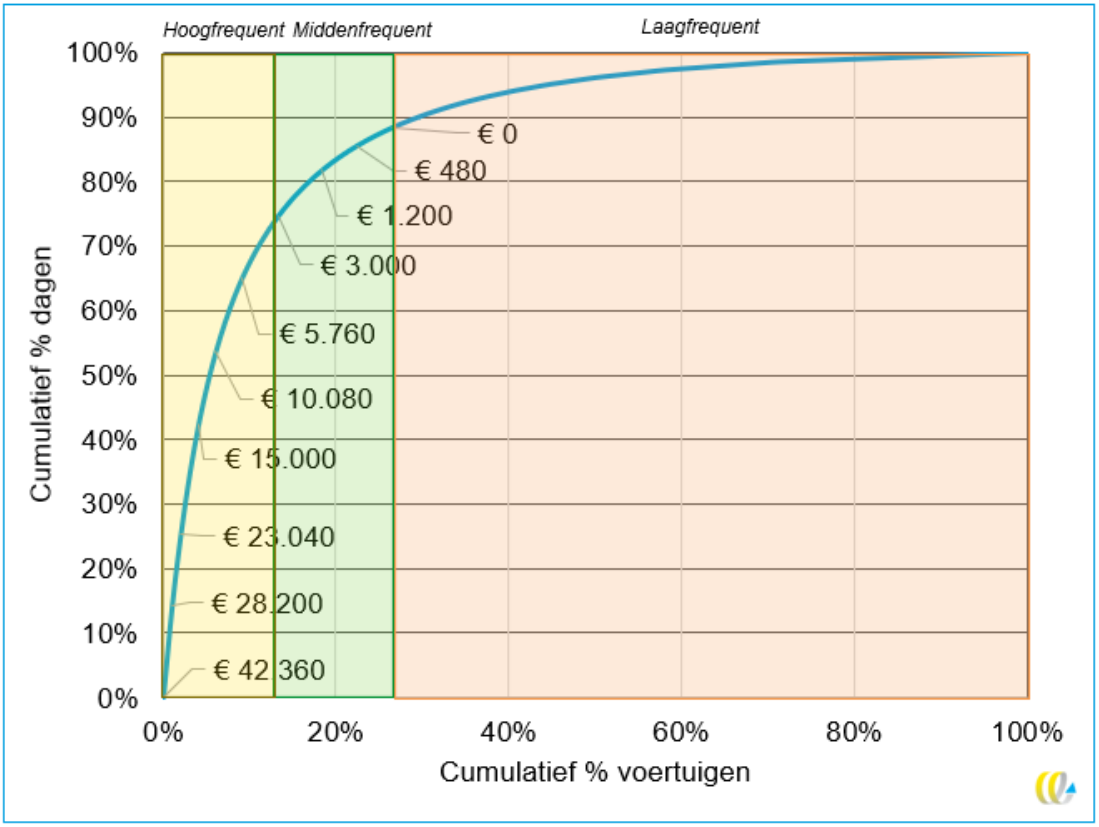
In de middengroep zijn de meerkosten van een ZE-voertuig hoger dan de jaarlijkse boetekosten. Deze groep betreft 12% van de voertuigen. Doordat er naast deze puur economische afweging ook andere niet-economische factoren meespelen gaan we ervan uit dat 64% van de voertuigen in deze groep ook elektrificeert (het gemiddelde tussen volledige elektrificatie en het landelijke gemiddelde in 2030). Bij het mediane voertuig in deze groep dat niet elektrificeert hoort een boetebedrag van € 910. Dit is een stuk lager dan de meerkosten van de aanschaf van een ZE-voertuig van € 3.000.

---

6 Een voertuig dat één of meerdere keren op een dag de ZE-zone betreedt, telt als één dag. De assen sluiten aan bij het gegeven dat een boete op dagbasis wordt gegeven (en niet per passage).

7 In de berekening van het boetebedrag hebben we aangenomen dat iedereen altijd eerst twaalf dagen gebruikt maakt van een dagontheffing voor € 30 per ontheffing, pas vanaf dertien bezoekdagen gaat een voertuig dus boetes betalen.

Figuur 8 – Frequentiegrafiek bestelauto, inclusief de drie frequentiegroepen en het jaarlijkse boetebedrag wanneer het voertuig niet elektrisch is



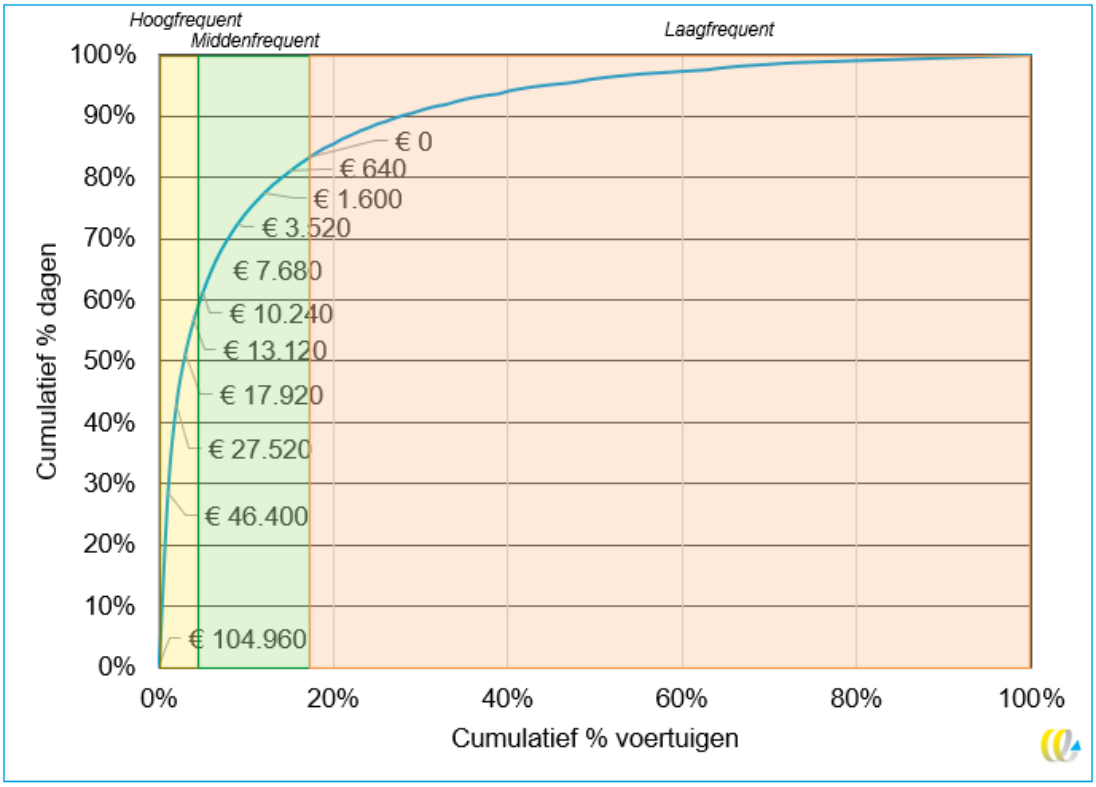
3.4.3 Vrachtauto 3,5-20 ton

Figuur 9 laat de bezoekfrequentie van vrachtauto's van 3,5 tot 20 ton zien. De jaarlijkse meerkosten van een ZE-medium bakwagen bedragen ongeveer € 12.500. Rond dit boetebedrag ligt daarom het snijpunt tussen de hoogfrequente en de middenfrequente groep. De hoogfrequente groep bestaat uit ongeveer 4% van de voertuigen. Voor deze groep zijn de verwachte boetekosten hoger dan de meerkosten van een ZE-voertuig.
De laagfrequente groep begint waar het jaarlijkse boetebedrag € 0 is, oftewel bij twaalf of minder bezoekdagen per jaar. Dit is met ongeveer 83% van de voertuigen de grootste groep.

In de middengroep zijn de meerkosten van een ZE-voertuig hoger dan de jaarlijkse boetekosten. Deze groep bestaat uit ongeveer 12% van de voertuigen. Doordat er naast deze puur economische afweging ook andere niet-economische factoren meespelen gaan we ervan uit dat 59% van de voertuigen in deze groep ook elektrificeert (het gemiddelde tussen volledige elektrificatie en het landelijke gemiddelde in 2030).

Bij het mediane[8] voertuig in deze groep dat niet elektrificeert hoort een boetebedrag van € 2.880. Dit is een stuk lager dan de meerkosten van de aanschaf van een ZE-voertuig van € 12.500.

Figuur 9 – Frequentiegrafiek vrachtauto 3,5-20 ton, inclusief de drie frequentiegroepen en het jaarlijkse boetebedrag wanneer het voertuig niet elektrisch is



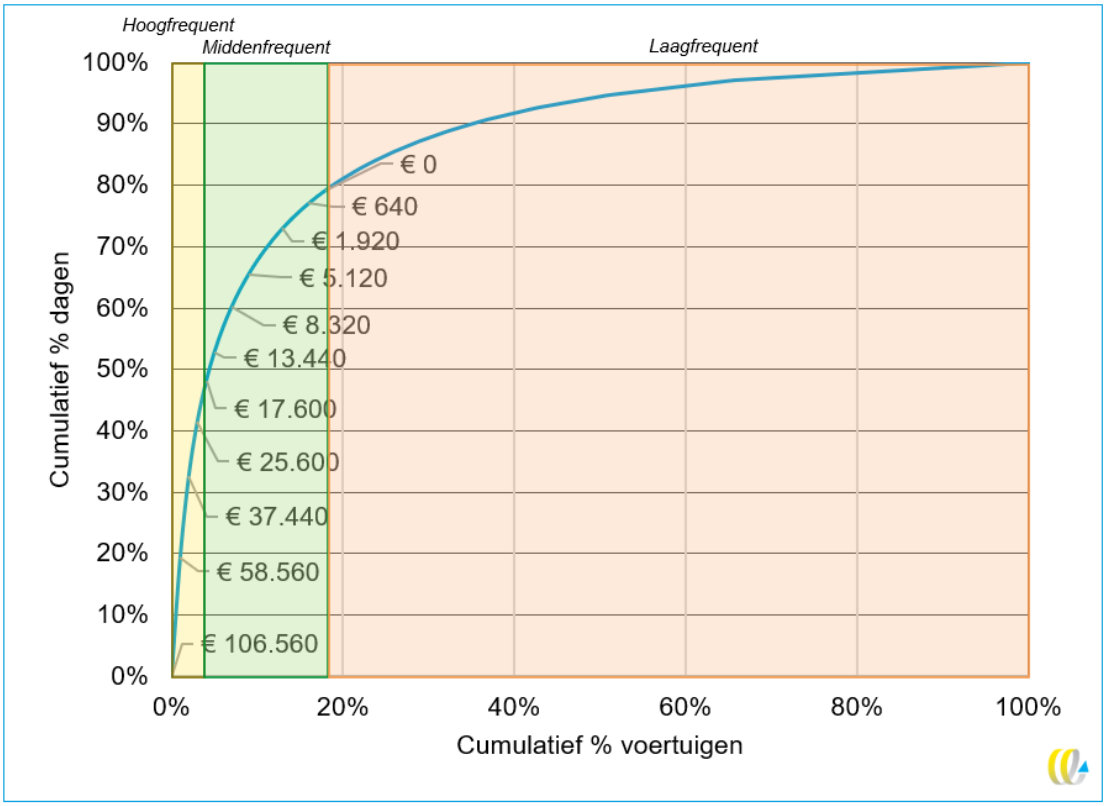
3.4.4 Vrachtauto >20 ton

Figuur 10 laat de bezoekfrequentie van zware vrachtauto's van meer dan 20 ton zien. De jaarlijkse meerkosten van een ZE-lichte trekker-oplegger bedragen ongeveer € 18.250. Rond dit bedrag ligt het snijpunt tussen de hoogfrequente en de middenfrequente groep. De hoogfrequente groep is relatief klein en bestaat uit iets meer dan 3% van de voertuigen. Voor deze groep zijn de verwachte jaarlijkse boetekosten hoger dan de meerkosten van een ZE-voertuig. De laagfrequente groep begint bij een jaarlijks boetebedrag van € 0, dus bij twaalf of minder bezoekdagen per jaar. Dit is ook bij zware vrachtauto's de grootste groep en bedraagt ongeveer 73% van de voertuigen.

In de middenfrequente groep zijn de meerkosten van een ZE-voertuig hoger dan de jaarlijkse boetekosten. Deze groep bestaat uit ongeveer 12% van de voertuigen. Doordat er naast deze puur economische afweging ook andere niet-economische factoren meespelen gaan we ervan uit dat 59% van de voertuigen in deze groep ook elektrificeert (het gemid-

delde tussen volledige elektrificatie en het landelijke gemiddelde in 2030). Bij het mediane[9] voertuig in deze groep dat niet elektrificeert hoort een boetebedrag van € 3.520. Dit is een stuk lager dan de meerkosten van de aanschaf van een ZE-voertuig van € 18.250.

Figuur 10 – Frequentiegrafiek vrachtauto >20 ton, inclusief de drie frequentiegroepen en het jaarlijkse boetebedrag wanneer het voertuig niet elektrisch is



3.5 Aandeel ZE-kilometers in 2030

De aannames (witte cellen) en de resultaten van de analyse (lichtblauwe cellen) worden weergegeven in Tabel 5. Voor bestelauto's is het resultaat dat 43% van de voertuigen (120.000 in aantal) in 2030 ZE zal zijn en daarmee verantwoordelijk is voor 91% van de passages en kilometers. De bandbreedte achter het aandeel ZE-voertuigen en passages in de zone in 2030 wordt veroorzaakt door de onder- en bovengrens in het aandeel ZE-voertuigen in de middenfrequentie groep waarmee we rekenen (zie Paragraaf 3.2).

Voor vrachtauto's van 3,5-20 ton komen we uit op 26% van de voertuigen die ZE zijn (6.700 in aantal), en goed zijn voor 74% van de passages en kilometers in de ZE-zone.

[9] Mediaan betekent dat er evenveel voertuigen zijn die vaker komen als dat er voertuigen zijn die minder vaak komen.

Voor vrachtauto's van >20 ton komen we uit op 25% van de voertuigen die ZE zijn (4.100 in aantal) en goed zijn voor 72% ZE-passages en -kilometers.

Tabel 5 – Overzicht van de resultaten per groep in aandelen voertuigen, passages en ZE

Groep	Aandeel voertuigen	Aandeel passages	Aangenomen Aandeel ZE
Bestelauto			
Hoogfrequent	15%	83%	100%
Middenfrequent	12%	8%	64% (27-100%)
Laagfrequent	72%	7%	27%
Vrijgesteld of ontheffing	0%	1%	13,5%
Aandeel ZE in de zone in 2030	**43% (38-47%)**	**91% (88-94%)**	
Vrachtauto 3,5-20 ton			
Hoogfrequent	4%	57%	100%
Middenfrequent	12%	23%	59% (18-100%)
Laagfrequent	83%	17%	18%
Vrijgesteld of ontheffing	1%	3%	9%
Aandeel ZE in de zone in 2030	**26% (21-31%)**	**74% (64-83%)**	
Vrachtauto >20 ton			
Hoogfrequent	3%	56%	100%
Middenfrequent	12%	22%	59% (18-100%)
Laagfrequent	73%	12%	18%
Vrijgesteld of ontheffing	12%	10%	9%
Aandeel ZE in de zone in 2030	**25% (20-30%)**	**72% (63-81%)**	

In de middengroep nemen we aan dat er een aantal voertuigen overtredingen zal maken. In totaal gaat het om 39.388 voertuigen die 132.127 boetes oplopen. Tabel 6 geeft een overzicht per voertuigcategorie van de boetes.

Tabel 6 – Aangenomen aantal voertuigen dat minimaal één overtreding zal begaan, het totaal aantal boetes en boetebedrag. Het percentage tussen haakjes geeft het aandeel van de voertuigen weer dat naar verwachting minimaal één overtreding zal begaan.

	Aantal voertuigen beboet	Aantal dagen met boete	Totaal boetebedrag
Bestelauto's	34.121 (12%)	103.165	€ 13.400.000
Vrachtauto 3,5-20 t	3.014 (12%)	14.437	€ 4.600.000
Vrachtauto >20 t	2.253 (14%)	14.525	€ 4.600.000
Totaal	**39.388**	**132.127**	**€ 22.700.000**

3.6 Schalingsfactoren en NO_X-emissies in 2030

TNO heeft voor de emissieramingen en stikstofdepositie schalingsfactoren bepaald voor de ZE-zone. De schalingsfactoren geven de verhouding tussen de verwachte NO_x-emissies in de ZE-zone ten opzichte van de autonome uitstoot in de zone, zonder de ZE-zone-eisen. De NO_x-schalingsfactoren zijn direct gebaseerd op het aandeel ZE-kilometers en kilometers van voertuigen met een verbrandingsmotor (niet-ZE). De schalingsfactor wordt als volgt berekend:

$$Scalingsfactor\ 2030 = \frac{Aandeel\ \textbf{niet-ZE-}\boldsymbol{km}\ met\ ZE-zone\ in\ 2030}{Aandeel\ \textbf{niet-ZE-}\boldsymbol{km}\ autonoom\ in\ 2030}$$

In Tabel 7 vergelijken we de aandelen ZE-passages in 2030 volgens onze inschatting (zie Paragraaf 3.5) in vergelijking met de aangenomen aandelen ZE-kilometers die zijn gebruikt om de schalingsfactoren volgens TNO vast te stellen (Bijlage A).

Tabel 7 – Vergelijking aandeel ZE-kilometers huidige analyse met TNO-inschatting voor schalings-factoren in 2030

	Bestelauto	Vrachtauto 3,5-20 ton	Vrachtauto >20 ton
Aandeel ZE-kilometers huidige analyse	91% (88-94%)	74% (64-83%)	72% (63-81%)
Aandeel ZE-kilometers TNO	79%	45%	78%

De uitkomsten laten zien dat we, op basis van onze analyse, verwachten dat het aandeel ZE-kilometers voor bestelauto en vrachtauto 3,5-20 ton in 2030 hoger zal liggen dan wat TNO aanneemt voor de schalingsfactoren. Het aandeel ZE-kilometers voor de vrachtauto >20 ton schatten we iets lager in. Dit heeft met name te maken met het grote aandeel vrijstellingen voor de vrachtauto >20 ton.

Als we met de door ons gevonden aandelen ZE-voertuigen de schalingsfactoren berekenen komen we op de waarden in Tabel 8.

Tabel 8 – NO_x-schalingsfactoren TNO vergeleken met huidige analyse voor ZE-zone Rotterdam

	Bestelauto	Licht wegverkeer*	Vrachtauto 3,5-20 ton	Vrachtauto >20 ton
Schalingsfactoren TNO	25%	85%	58%	26%
Schalingsfactoren analyse CE Delft	11% (7,6-15%)	82% (82-83%)	27% (17-37%)	33% (22-44%)

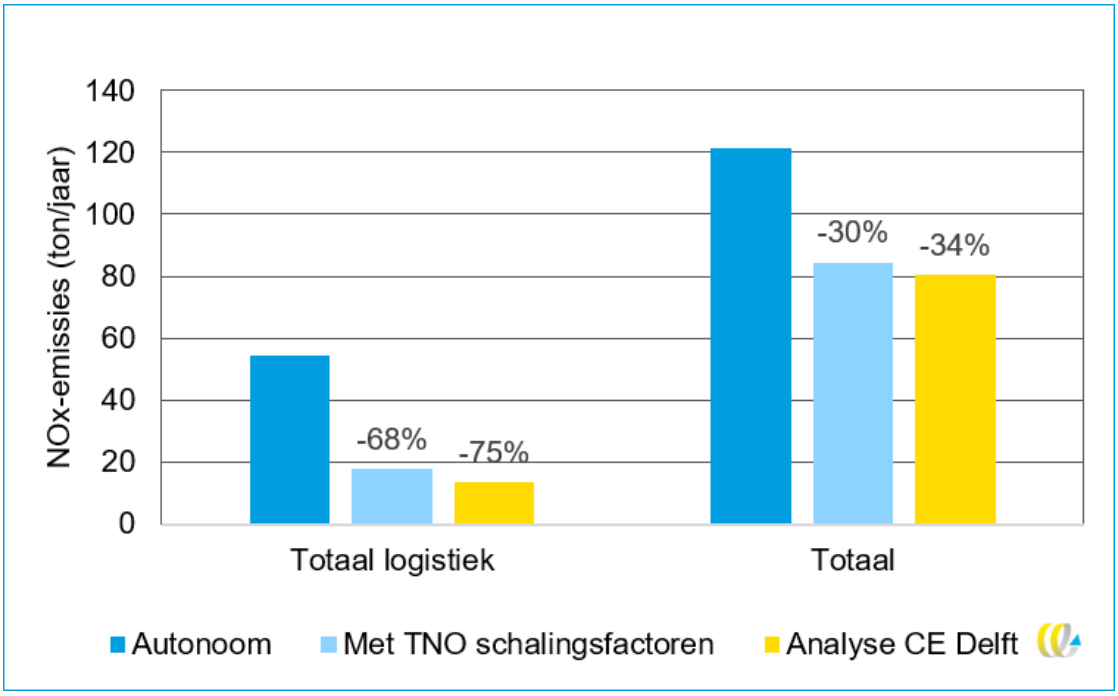
* Licht wegverkeer is een categorie die wordt toegepast In de emissieberekeningen en schalingsfactoren en bestaat uit zowel personenauto's als bestelauto's (deze worden niet apart berekend). De gegeven schalingsfactor is een gemiddelde van verschillende wegtypen, waarbij het aandeel van bestelauto in de NO_x-emissies van licht weg-verkeer varieert van 13-24% volgens de TNO-methode (landelijk gemiddeld). De personenauto's worden niet beïnvloed door de ZE-zone en hebben een schalingsfactor van 100% in de berekening van de schalingsfactor voor licht wegverkeer.

De schalingsfactoren worden gebruikt om de verwachte NO_x-emissies van wegverkeer in 2030 in te schatten door de gemiddelde emissiefactor te schalen. Hiervoor passen we de schalingsfactoren uit Tabel 8 toe op de emissies van wegverkeer in het autonome scenario binnen de ZE-zone. Deze emissies zijn berekend op basis van de aangeleverde kilometrages en emissiefactoren per voertuigcategorie, zoals toegepast voor de CIMLK-berekeningen voor de gemeente Rotterdam. Met de schalingsfactoren uit onze analyse schatten we de NO_x-emissies in de ZE-zone uiteindelijk gemiddeld 4,0 ton lager in (zie Tabel 9 en Figuur 11).

Tabel 9 – NO_x-emissies (ton) in 2030 voor wegverkeer, autonoom en met ZE-zone volgens TNO en de huidige analyse

	Emissies zonder ZE-zone	Emissies in ZE-zone (TNO-schalingsfactoren)	Emissies in ZE-zone (analyse CE Delft)
Licht wegverkeer	83,7	71,0	68,9 (68,2-69,5)
Waarvan personenauto's	66,9	66,9	66,9
Waarvan bestelauto's	16,7	4,1	1,9 (1,3-2,6)
Vrachtauto 3,5-20 ton	11,6	6,7	3,1 (2,0-4,3)
Vrachtauto >20 ton	26,0	6,8	8,5 (5,7-11,3)
Totaal logistiek	**54,3**	**17,6**	**13,6 (9,0-18,2)**
Totaal	**121,3**	**84,5**	**80,5 (76,0-85,1)**

Figuur 11 – Effect van invoering ZE-zone op NO_x-emissies in 2030



4 Conclusie, discussie en aanbevelingen

4.1 Conclusie

Op basis van onze analyse verwachten we dat de Rotterdamse ZE-zone in de praktijk in 2030 sterker zal doorwerken op het gebruik van ZE-bestelauto's en middelzware vrachtauto's dan de huidige generieke schalingsfactoren (TNO-methodiek) veronderstellen. Daarmee zal de NO_x-reductie groter zijn dan nu wordt verondersteld bij toepassing van de generieke schalingsfactoren. We komen tot deze conclusie als we aannemen dat de voertuigen die de ZE-zone het meest frequent bezoeken sowieso zullen elektrificeren. Voor deze voertuigen liggen de verwachte jaarlijkse boetekosten hoger dan de meerkosten van een vervroegde overstap naar een ZE-voertuig. Daarom is het aannemelijk dat juist deze groep richting 2030 grotendeels of volledig elektrificeert. Deze verwachting wordt ondersteund door de huidige cameradata, waaruit blijkt dat ZE-voertuigen nu al bovengemiddeld intensief worden ingezet in de Rotterdamse ZE-zone. Daarnaast verwachten we dat van de overige voertuigen die meer dan twaalf dagen per jaar de ZE-zone bezoeken ook een belangrijk deel (59-64%) zal elektrificeren.

Voor zware vrachtauto's is het beeld iets anders. Daar ligt het ingeschatte aandeel ZE-passages lager dan aangenomen voor de huidige schalingsfactoren. Dit komt vooral doordat zware vrachtauto's relatief vaak binnen categorieën vallen waarvoor ook in 2030 nog een vrijstelling of ontheffing kan gelden.

In totaal verwachten we dat 120.000 bestelauto's (43%), 6.700 middelzware vrachtauto's (26%) en 4.100 zware vrachtauto's (25%) elektrisch zullen zijn in 2030 waardoor 91% van de bestelautokilometers en 72-74% van de vrachtautokilometers ZE zal worden uitgevoerd.

Er zullen dus ook voertuigen zijn die overtredingen maken. We verwachten dat in totaal bijna 132.000 boetes zullen worden uitgedeeld in 2030 die uitkomen op een totaalbedrag van ongeveer € 22.700.000.

Op basis van deze resultaten denken we dat voor de Rotterdamse ZE-zone de schalingsfactoren conform de TNO-methodiek voor bestelauto's en middelzware vrachtauto's te conservatief zijn en voor zware vrachtauto's mogelijk te optimistisch. Een onzekere factor bij de zware voertuigen is de elektrificatiesnelheid van bijzondere voertuigen, effect van

vrijstellingen na 2030 en het effect van ontheffingen die worden verleend. In de huidige analyse hebben we aangenomen dat de bijzondere voertuigen in 2030 beperkt elektrificeren.

Wanneer de op basis van deze analyse afgeleide schalingsfactoren worden toegepast op de geraamde NO_x-emissies in de ZE-zone, komen de totale NO_x-emissies in 2030 uit op 80,5 ton (bandbreedte 76 tot 85 ton). Het toepassen van de huidige (TNO) schalingsfactoren resulteert in 84,5 ton NO_x-emissies in 2030. Het resultaat op basis van de TNO-schalingsfactoren ligt daarmee net binnen de bandbreedte zoals berekend in onze analyse. Gemiddeld genomen verwachten we dat in 2030 de NO_x-emissies 4,0 ton lager uitkomen dan aangenomen volgens de bestaande methodiek met de bestaande schalingsfactoren.

4.2 Aanbevelingen

De door ons berekende schalingsfactoren zijn bepaald op basis van bezoekgedrag van de voertuigen en rationele keuzes die we verwachten op basis van dit bezoekgedrag. Daarnaast spelen ontheffingen voor bijzondere voertuigen een belangrijke rol bij zware voertuigen. Het huidige resultaat is specifiek voor de ZE-zone van Rotterdam en kan, afhankelijk van de bezoekfrequentieverdeling, in andere gemeenten mogelijk tot andere resultaten leiden.

Er is onder andere een verschil in de wijze waarop beboet wordt. In andere steden, zoals Amsterdam, Den Haag en Utrecht geldt momenteel voor de bestelauto een recidiveperiode van veertien dagen, wat betekent dat ze niet meer dan één boete per veertien dagen kunnen ontvangen. Voor vrachtauto's geldt in Utrecht en Den Haag ook een recidiveperiode van veertien dagen. Het resultaat kan dus niet één-op-één worden toegepast in andere gemeenten, de methode wel.

De huidige methode geeft uiteindelijk voor de ZE-zone in Rotterdam niet een veel grotere NO_x-reductie dan berekend met de bestaande methode van TNO. Wel geeft de analyse meer inzicht in mogelijkheden om de reductie met beleid te vergroten. We denken daarbij aan de volgende beleidsopties:

- Ondersteuning landelijk of vanuit de gemeenten om de elektrificatie van bijzondere voertuigen te versnellen. Bij de zware voertuigen hebben de bijzondere voertuigen een redelijk grote invloed (10% van de kilometers).
- Het verlagen van het aantal dagen (nu twaalf) waarvoor een dagontheffing kan worden aangevraagd. Omdat er zoveel voertuigen maar een enkele keer de ZE-zone bezoeken, leidt dit uiteindelijk tot nog een redelijk aantal passages dat niet door de ZE-zone wordt geraakt (7-17% van de kilometers afhankelijk van de voertuigcategorie). Het aantal van twaalf zou ook landelijk kunnen worden ingesteld voor alle ZE-zones in plaats van voor één zone.

- Het verhogen van het boetebedrag kan ervoor zorgen dat het bewust incasseren van boetes al sneller minder aantrekkelijk wordt.

Voor zware vrachtauto's wordt aanbevolen om de aannames over vrijstellingen en ontheffingen periodiek te actualiseren. Deze categorie heeft een groot effect op de uiteindelijke emissiereductie, omdat vrijgestelde en ontheven voertuigen bij zware vrachtauto's een relatief groot aandeel van de passages vormen. Naarmate richting 2030 meer ZE-alternatieven beschikbaar komen voor deze voertuigcategorieën, kan worden onderzocht of bepaalde vrijstellingen of ontheffingen nog noodzakelijk zijn.

Het is ook raadzaam om de Rotterdamse schalingsfactoren voor de ZE-zone periodiek te herijken op basis van nieuwe cameradata. Zo blijft de monitoring aansluiten bij de werkelijke ontwikkeling van het wagenpark en het gebruik van de ZE-zone.

Tenslotte heeft de ZE-zone ook effect op de luchtkwaliteit buiten de zone en is het interessant om te onderzoeken hoe groot deze effecten zijn voor de gemeente Rotterdam, maar ook daarbuiten.

4.3 Discussie

De resultaten van de analyse is geen exacte voorspelling, maar een onderbouwde raming op basis van zo realistisch mogelijke aannames. De analyse in dit onderzoek is, met betrekking tot een aantal punten, mogelijk aan de conservatieve kant. Een aantal effecten hebben we namelijk niet meegenomen, die wel een positieve invloed kunnen hebben op het aantal ZE-voertuigen, maar nog onzeker zijn of moeilijk in te schatten. Deze bespreken we hierna.

Er is geen rekening gehouden met voertuigen die meerdere ZE-zones bezoeken. Voor deze voertuigen is de prikkel om te elektrificeren waarschijnlijk groter dan in deze analyse is aangenomen. De meerkosten van een ZE-voertuig zijn namelijk eenmalig, terwijl boetes of ontheffingskosten in meerdere steden kunnen oplopen. Omdat er geen data zijn over bezoeken aan andere gemeenten kunnen we deze analyse niet uitvoeren. Wel denken we dat het effect beperkt is. Als 50% van de voertuigen een boetebedrag oploopt dat 1,5 maal zo hoog ligt als alleen in de ZE-zone van Rotterdam, dan scheelt dit slechts 1,5%-punt op de elektrificatie.

In de analyse is gerekend met de huidige boetebedragen van € 130 voor bestelauto's en € 320 voor vrachtauto's en steeds maximaal één boete per dag. Er is geen rekening gehouden met inflatie of toekomstige verhogingen van deze bedragen, terwijl de meerkosten van ZE-voertuigen wel voor 2030 zijn bepaald. Hierdoor zijn de boetekosten relatief laag ingeschat en kan het aandeel ZE-passages licht zijn onderschat. Ook zijn de administratieve kosten voor de aanvraag van een ontheffing niet meegenomen in deze analyse. Deze kosten kunnen ervoor zorgen dat de prikkel om te elektrificeren groter wordt dan nu is aangenomen.

Tenslotte is in de huidige analyse gerekend met een gemiddelde landelijke verhouding tussen de NO_x-emissies van personenauto's en bestelauto's. De analyse kan specifieker worden gemaakt indien de verhouding tussen de NO_x-uitstoot van bestelauto's en personenauto's specifiek voor de ZE-zone in Rotterdam worden bepaald.

Aan de andere kant hebben we geen rekening gehouden met mogelijke effecten van netcongestie voor de voertuigen die gaan elektrificeren. In het geval netcongestie een belangrijke barrière blijft in 2030 kan het zijn dat ondernemers veel ontheffingen net-congestie gaan aanvragen en die ook toegekend krijgen. Daardoor kan het aandeel ZE juist lager zijn dan nu is aangenomen.

Om goed zicht te houden op de verwachte effecten in 2030 is het belangrijk om regelmatig te monitoren.

5 Literatuurlijst

ICCT, & RAP. (2022). *Electrifying last-mile delivery; a total cost of ownership comparison of battery-electric and diesel trucks in europe*.

Panteia. (2026). *Welke bestelbus.Nl*. Topsector Logistiek. Retrieved 9-3-2026 from https://www.welkeebestelbus.nl/

PBL. (2025). *Klimaat- en energieverkenning (kev) 2025*.

Rebel. (2025). *Tco-tool vracht*. Rebel. Retrieved 9-3-2026 from https://tcovrachtwagen.org/

Rijksoverheid. (2026). *Afspraken over uitzonderingen na 2030*. opwegnaarzes. Retrieved 22-7-2026 from https://www.opwegnaarzes.nl/actueel/afspraken-over-uitzonderingen-na-2030

TNO. (2022). *Techno-economic uptake potential of zero-emission trucks in europe*.

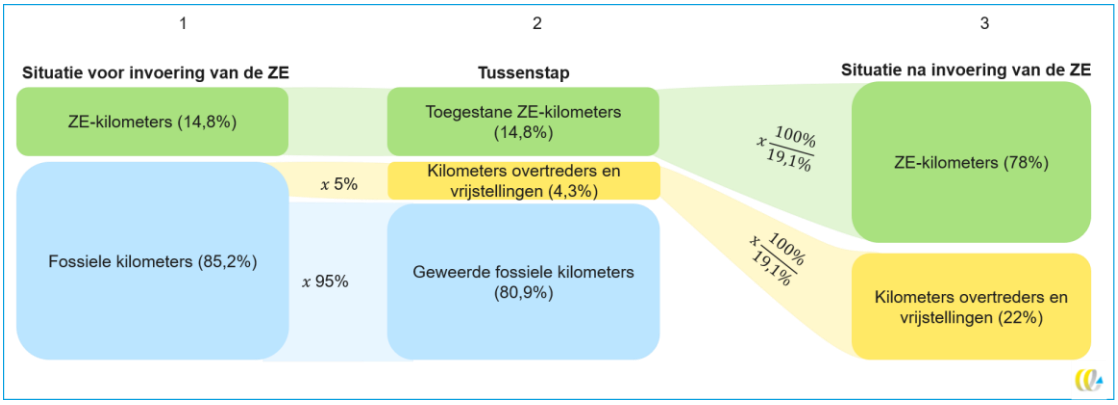
TNO. (2024). *Berekening van effecten van milieuzones en zero emissie zones*.

A TNO-methodiek

A.1 Uitleg methodiek

De *status quo*-methodiek van TNO wordt gebruikt om te berekenen wat het effect is van milieuzones en zero-emissiezones (ZES) op de uitstoot van verkeer in steden. Het doel is om te schatten hoe de samenstelling van het verkeer verandert, zonder dat het totale verkeersvolume (in gereden kilometers) afneemt. De centrale aanname hierachter is dat als sommige voertuigen verdwijnen (i.e. ze mogen de stad niet meer in), deze worden vervangen door andere voertuigen die nog wel de stad in mogen rijden. Figuur 12 geeft schematisch de methodiek weer met de situatie voor de invoering van de ZE-zone, de tussenstap in de berekening en de situatie na invoering van de ZE-zone.

Figuur 12 – Schematische weergave TNO-methodiek



Stap 1: Het wagenpark in de referentiesituatie

De methodiek begint met de samenstelling van het wagenpark in de referentiesituatie, bijvoorbeeld de situatie in 2030 zoals berekend voor de Klimaat- en Energieverkenning (KEV). Deze analyse geeft het aandeel van de verschillende aandrijflijnen (diesel, benzine, elektrisch, etc.) voor alle voertuigcategorieën. Hieruit wordt bepaald welk aandeel van de voertuigkilometers in de referentiesituatie de ZE-zone in mag.

Voorbeeld: Op basis van de KEV wordt aangenomen dat autonoom in stedelijk gebied het aandeel ZE-kilometers 14,8% is voor zware vrachtauto's. Autonoom voldoen 85,2% dus niet.

Stap 2: De 5%-regel

De methodiek neemt aan dat 5% van de geweerde voertuigen toch de zone inrijdt. Dat kan op basis van ontheffingen of vrijstellingen (bijvoorbeeld hulpdiensten) of overtredingen.

Voorbeeld: Van de 85,2% zal 5% toch de zone in rijden zonder aanpassing. Van het totaal is dit dus 4,3% (85,2*5%).

Stap 3: Opschalen naar 100% verkeer

De volgende aanname is dat het totale verkeer in de stad gelijk blijft, het aantal gereden kilometers neemt dus niet af. Dat betekent dat de groep voertuigen die nog rijdt (toegestane voertuigen plus ontheffingen, vrijstellingen en overtreders) moet worden opgeschaald zodat die samen weer optellen tot 100% van het oorspronkelijke verkeer. Het groene vlak en gele vlak in Figuur 12 worden met behoud van hun verhouding opgeblazen tot 100% om de verdwenen kilometers in blauw te vervangen. De ZE-voertuigen enerzijds en de ontheffingen, vrijstellingen en overtreders anderzijds worden in een gelijke verhouding van buitenaf aangetrokken om de verdwenen voertuigen en ritten te vervangen.

Voorbeeld: Van de oorspronkelijke 100% aan kilometers blijft 19,1% over, bestaande uit 14,8% ZE-kilometers en 4,3% kilometers door voertuigen met een verbrandingsmotor. Het aandeel ZE-kilometers wordt ‘opgeblazen’ tot 78% (14,8%/19,1%). Het aandeel kilometers van voertuigen met een verbrandingsmotor wordt opgeblazen tot 22% (4,2%/19,1%).

Stap 4: Schalingsfactor voor ZE-zone in 2030

De schalingsfactor in 2030 wordt nu bepaald door het aandeel kilometer met een verbrandingsmotor in de ZE-zone (22%) te delen door die in de autonome situatie (85,2%) en komt daarmee uit op 26,2% voor zware vrachtauto’s. De aanname bij het toepassen van deze factor voor de emissiefactoren is dat de gemiddelde emissiefactor voor de voertuigen met een verbrandingsmotor in de autonome situatie en de situatie met ZE-zone gelijk is.

B Kosten vervroegd overstappen

Tabel 10 – Kostenposten en rekenstappen vervroegd overstappen

	Middelgrote bestelauto	Grote bestelauto	Medium bakwagen (9 ton)	Lichte trekker-oplegger	Opmerking
A Investering 2024 diesel	34.686 [a)]	42.099 [b)]	124.030 [c)]	130.242 [d)]	
B Investering in 2030 elektrisch	39.870 [a)]	50.220 [b)]	204.450 [c)]	220.170 [d)]	
C Subsidie	-	-	13.050 [e)]	25.830 [e)]	Aanzet subsidie middelgroot bedrijf.[e)]
D Investering elektrisch met subsidie	39.870	50.220	191.400	194.340	
E Jaarlijkse afschrijving + rente 2024 diesel	4.025	4.885	14.393	15.113	Annuïtaire lening, looptijd 8 jaar; 5% rente, rest-waarde 25%.
F Jaarlijkse afschrijving + rente 2030 elektrisch	4.627	5. 828	23.725	25.549	Annuïtaire lening, looptijd 8 jaar; 5% rente, rest-waarde 25%.
G TCO verschil overige kosten (elektrisch - diesel)	545 [a)]	498 [b)]	-2.551 [c)]	-497 [d)]	F-E
H TCO verschil totaal (2030 elektrisch - 2024 diesel)	1.147	1.441	6.781	9.938	F-E+G
I Boekwaarde 2024 model in 2030	15.175	18.418	54.263	56.981	43,75% van aan-schafwaarde
J Restwaarde 2024 model in 2030	12.140	14.735	43.411	45.585	35% van aan-schafwaarde
K Vervroegd-afschrijvingsverlies (over 2 komende jaren)	3.035	3.684	10.853	11.396	
L Vervroegd afschrijvingverlies per jaar	1.518	1.842	5.426	5.698	
M Totale kosten per jaar aanschaf elektrisch (2 jaar lang)	**2.664**	**3.282**	**12.471**	**18.252**	**H+L**

a) https://www.welkeebestelbus.nl/ op basis van OPEL VIVARO ElectricL3H1 - 75 kWh, 2.600 km per jaar, 150 km per dag maximaal (Panteia, 2026). Voor de aanschafwaarde in 2030 gaan we uit van 90% van de aanschafwaarde in de tool (2026) op basis van ICCT and RAP (2022).

b) https://www.welkeebestelbus.nl/ op basis van CITROEN e-Jumper GESLOTEN BESTELL4H2 110 kWh 3.500 kg, 2.600 km per jaar, 150 km per dag maximaal. Voor de aanschafwaarde in 2030 gaan we uit van 90% van de aanschafwaarde in de tool (2026) op basis van ICCT and RAP (2022).

c) Op basis van https://tcovrachtwagen.org/ medium bakwagen, zonder subsidie met kilometerheffing en ETS (Rebel, 2025). Voor de aanschafwaarde in 2030 gaan we uit van 75% van de aanschafwaarde in de tool (2025) op basis van TNO (2022).

d) Op basis van https://tcovrachtwagen.org/: lichte trekker oplegger zonder subsidie met kilometerheffing en ETS (Rebel, 2025); Voor de aanschafwaarde in 2030 gaan we uit van 75% van de aanschafwaarde in de tool (2025) op basis van TNO (2022).

e) We rekenen met de subsidie voor middelgrote bedrijven (12% voor middelzware vrachtauto en 29% voor zware vrachtauto) volgens Aanschafsubsidie Zero-Emissie Trucks (AanZET) | RVO.nl. We nemen aan dat 50% van de voertuigen in aanmerking komt voor het subsidiebedrag en rekenen daarom met 50% van de subsidie. Er is namelijk subsidie voor ruim 15.000 voertuigen tot en met 2030 en het doel van 18% correspondeert met ongeveer 30.000 voertuigen.