Amsterdam University of Applied Sciences

Laadbehoefte in de praktijk: Elektriciteitsvraag voor zero emissie transport op bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord en Dutch Fresh Port

Author(s)
Onstein, Sander; Castelein, Bob; Bons, Pieter

Publication date
2026

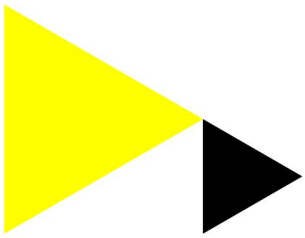
Document Version
Final published version

Published in
Bijdragen Vervoerslogistieke Werkdagen 2026 (31e editie)

License
Unspecified

Link to publication

Citation for published version (APA):
Onstein, S., Castelein, B., & Bons, P. (2026). Laadbehoefte in de praktijk: Elektriciteitsvraag voor zero emissie transport op bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord en Dutch Fresh Port. In *Bijdragen Vervoerslogistieke Werkdagen 2026 (31e editie)* https://vervoerslogistiekewerkdagen.com/wp-content/uploads/2026/03/LAADBEHOEFTE-IN-DE-PRAKTIJK.pdf



General rights
It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations
If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please contact the library: https://www.amsterdamuas.com/library/contact, or send a letter to: University Library (Library of the University of Amsterdam and Amsterdam University of Applied Sciences), Secretariat, P.O. Box 19185, 1000 GD Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Download date:15 Nov 2026

Creating Tomorrow

LAADBEHOEFTE IN DE PRAKTIJK: ELEKTRICITEITSVRAAG VOOR ZERO EMISSIE TRANSPORT OP BEDRIJVENTERREIN SLOTERDIJK POORT NOORD EN DUTCH FRESH PORT

Sander Onstein	Hogeschool van Amsterdam
Bob Castelein	Hogeschool Rotterdam
Pieter Bons	Hogeschool van Amsterdam

Samenvatting

In het project *"Laadbehoefte in de praktijk"* onderzoeken de Hogeschool van Amsterdam (HvA) en Hogeschool Rotterdam (HR) de toekomstige laadbehoefte voor elektrische voertuigen op twee bedrijventerreinen: Sloterdijk Poort Noord in Amsterdam en Dutch Fresh Port in Ridderkerk / Barendrecht. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat.

In dit paper verkennen we de toepasbaarheid van een 'bottom up' benadering voor het schatten van de energievraag op bedrijventerreinen voor mobiliteit (en panden), uitgesplitst in de dagelijkse behoefte in de tijd. Bij deze benadering dient informatie verstrekt door de bedrijven zelf – waar nodig geschat of aangevuld met openbaar beschikbare gegevens – over hun wagenpark, pand(en), energiegebruik en toekomstplannen, als basis voor het modelleren van de energievraag. Studenten van de Hogeschool van Amsterdam en Hogeschool Rotterdam hebben deze gegevens zo compleet als mogelijk proberen te verzamelen bij bedrijven op respectievelijk Sloterdijk Poort Noord (Amsterdam) en Dutch Fresh Port (Barendrecht/Ridderkerk). Deze bottom-up aanpak laat zien dat gedetailleerde data, verzameld bij bedrijven zelf, een rijker inzicht geeft in de te verwachten toekomstige energievraag.

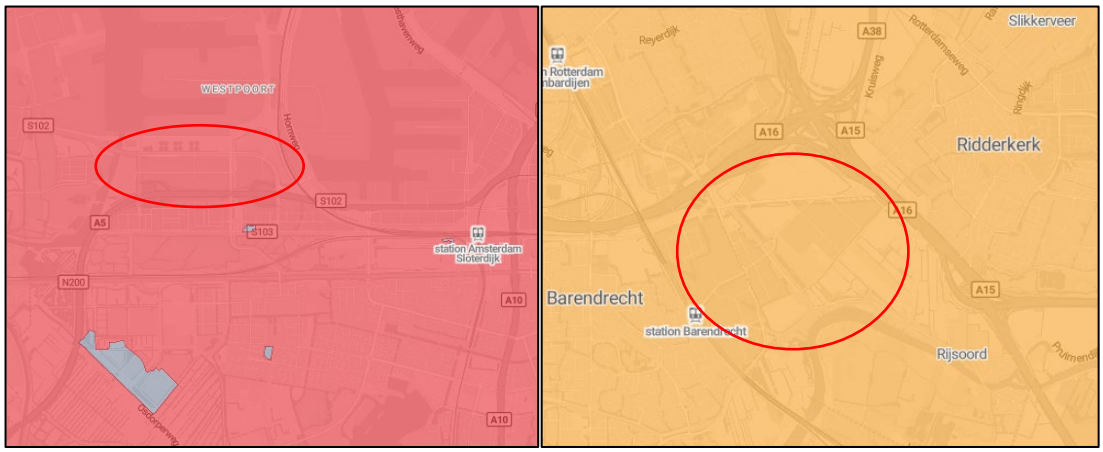
1. Inleiding

Veel bedrijventerreinen in Nederland hebben te maken met netcongestie (Netbeheer Nederland, 2025). Tegelijkertijd ligt er een duurzaamheidsopgave om het wagenpark op bedrijventerreinen te elektrificeren. Door de groei van het aantal elektrische vrachtwagens (van 0,7% elektrisch in 2024 naar 36% in 2035) (ElaadNL, 2025) zal de elektriciteitsvraag op bedrijventerreinen verder toenemen. Bedrijven laden hun vrachtwagens bij voorkeur bij het eigen warehouse op een bedrijventerrein, dit is namelijk goedkoper (lagere prijs per kWh) dan onderweg laden – bij verzorgingsplaatsen langs de snelweg of bij warehouses van klanten. Het overgrote deel van de laadvraag voor trucks (88%) zal hierdoor op bedrijventerreinen terechtkomen (ElaadNL, 2025). Zonder aanvullende acties/maatregelen vanuit netbeheerders en bedrijven zal de netcongestie op bedrijventerreinen verergeren.

In het project *"Laadbehoefte in de praktijk"* onderzoeken de Hogeschool van Amsterdam (HvA) en Hogeschool Rotterdam (HR) de toekomstige laadbehoefte voor elektrische voertuigen op twee bedrijventerreinen: Sloterdijk Poort Noord in Amsterdam en Dutch Fresh Port in Ridderkerk / Barendrecht. Het onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met Rijkswaterstaat. In dit artikel vindt u de eerste resultaten.

De hoofdvraag van het onderzoek luidt: *Wat is de toepasbaarheid van een bottom-up aanpak bij het schatten van de energievraag op een bedrijventerrein voor mobiliteit, uitgesplitst in de dagelijkse behoefte in de tijd?* In dit geval toegepast op twee bedrijventerreinen. Een belangrijk onderdeel hierbij vormt de benodigde data vanuit de bedrijven (bottom-up) om de energiebehoefte op een bedrijventerrein betrouwbaar te kunnen voorspellen. Deelaspecten van het project gaan over: de afbakening van de energievraag voor mobiliteit (welke typen voertuigen), over de behoefte van individuele bedrijven ten aanzien van netcapaciteit voor mobiliteit in de tijd, over de benodigde data van bedrijven, de betrouwbaarheid van deze data, modellering van de elektriciteitsvraag, en over de invloed van mogelijke mitigerende maatregelen op de elektriciteitsvraag (HvA en HR, 2023).

Op beide onderzochte bedrijventerreinen is sprake van een tekort aan afnamecapaciteit voor elektriciteit (figuur 1). De capaciteitskaart van Netbeheer Nederland is rood voor Sloterdijk Poort Noord. De aanwezige afnamecapaciteit (66 MW) van het onderstation waarop het terrein is aangesloten is volledig benut en er is 20,7 MW afnamecapaciteit in aanvraag. Geplande netuitbreidingen zijn naar verwachting in 2036 gereed. Voor Dutch Fresh Port kleurt de capaciteitskaart oranje (onderzoek loopt), ook hier is een tekort aan afnamecapaciteit en geplande netuitbreidingen zijn naar verwachting in 2031 afgerond (Netbeheer Nederland, 2025).



Figuur 1. Transport capaciteitskaart elektriciteit, februari 2025. Links bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord en rechts Dutch Fresh Port (Netbeheer Nederland, 2025).

Het onderzoek is uitgevoerd door middel van gestructureerde interviews (vragenlijsten) bij bedrijven op beide terreinen. Bedrijven zijn onder meer gevraagd naar het huidige elektriciteitsverbruik (panden en voertuigen) en naar de ingroei (investeringsplannen) in elektrische trucks en -bestelwagens. Daarnaast zijn historische rittendata van het wagenpark (vrachtwagens) opgevraagd bij de bedrijven. Missende data vanuit bedrijven zijn aangevuld met openbare data (o.a. CBS, RDW, Liander). Studenten van de Hogeschool van Amsterdam en Hogeschool Rotterdam hebben geholpen bij het afnemen van de vragenlijsten. Daarnaast hebben studenten voertuigtellingen gedaan op beide bedrijventerreinen. Op basis van de verzamelde data is de toekomstige elektriciteitsvraag op jaar-, maand-, dag- en uurbasis gemodelleerd.

Dit artikel draagt bij aan de literatuur door inzicht te geven in de verwachte elektriciteitsvraag voor elektrische voertuigen op bedrijventerrein niveau. Eerder (wetenschappelijk) onderzoek kijkt wel naar de totale elektriciteitsvraag voor een pool van elektrische trucks in Duitsland (Speth en Plötz, 2024), maar maakt geen vertaling wat dit betekent voor de elektriciteitsvraag op individuele bedrijventerreinen.

Sectie 2 bevat een overzicht van eerder onderzoek naar elektrisch trucks en de laadbehoefte op bedrijventerreinen. Sectie 3 Onderzoeksmethoden geeft uitleg over de dataverzameling op beide bedrijventerreinen en de modellering van de elektriciteitsvraag. Sectie 4 bevat de resultaten van het onderzoek en sectie 5 conclusies en aanbevelingen.

2. Eerder onderzoek naar elektrische trucks en laadbehoefte

Er is veel wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de kosten van batterij elektrische trucks (BET). Tot deze kosten behoren de aanschaf van de batterij elektrische truck, de kosten van elektriciteit, en het

onderhoud van de truck. Hensher en Wei (2024) geven een overzicht van verschillende studies (onder andere Cunanan et al., 2021; Fleming et al., 2021; Burke en Sinha, 2020). Hieruit blijkt dat de aanschafkosten voor een lange afstand elektrische truck tussen de 227.000 US$ en 585.000 US$ liggen en de kosten voor een batterij liggen tussen de 100 US$ en 275 US$ per kWh (Burke en Sinha, 2020). De onderhoudskosten worden geschat op 0,175 US$ per mijl. Daarnaast zijn er kosten voor de benodigde laadinfrastructuur voor elektrische trucks - zoals de kosten van laadpalen bij depots, eventuele bovenleiding, en truck laadstations onderweg. Hier is onderzoek naar gedaan door Mobilyze en de NAL (2023). Bij aanschaf van een enkele batterij elektrische vrachtwagen (op basis van 250 km per dag en 300 werkdagen) bedragen de kosten 0,06 Euro per geladen kWh voor afschrijving, installatie en onderhoud van de benodigde laadinfrastructuur en 0,04 Euro per geladen kWh voor de netaansluiting. De totale kosten (TCO) van elektrische trucks zijn vooralsnog hoger dan de TCO van Diesel trucks (Hensher en Wei, 2024), maar dit kan in de toekomst snel veranderen - bijvoorbeeld door de vrachtwagenheffing vanaf juli 2026 (RDW, 2025). Deze kostenontwikkelingen zeggen iets over de snelheid van de transitie (wanneer elektrisch rijden gaat concurreren met Diesel) en daarmee over de toekomstige ontwikkeling van de energievraag.

Daarnaast is er veel onderzoek naar de CO_2 uitstoot van batterij elektrische trucks (o.a. Hensher en Wei, 2024; Samet et al., 2023; Hayes en Goodarzi, 2018). Dit onderzoek gaat zowel over de uitstoot van het gebruik van elektrische trucks, als over uitstoot die vrij komt bij fabricage en bij opwek van elektriciteit. Elektrische trucks stoten bij gebruik geen CO_2 uit (Hayes en Goodarzi, 2018). Hensher en Wei (2024) onderzochten de potentiële uitstoot van elektrische trucks in Australië. Zij concluderen dat reductie van uitstoot mogelijk is door een overstap van Diesel naar elektrische trucks, maar dat dit effect teniet wordt gedaan door niet-duurzame opwek van elektriciteit. Hoekstra (2023) ontkracht deze conclusie en stelt dat elektrisch rijden ongeveer 70% minder CO2 uitstoot in vergelijking met auto's op fossiele brandstoffen (onderzoek gebaseerd op personenauto's). Hierin is onder andere de uitstoot door batterijproductie, elektriciteit opwek en de bouw van de elektriciteitscentrale meegenomen. Naar verwachting wordt het steeds kostbaarder om met Diesel trucks emissies te genereren (o.a. door de vrachtwagenheffing vanaf juli 2026), wat zal leiden tot een hogere ingroei van elektrische trucks.

Ook is er wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de laadbehoefte en laadinfrastructuur voor elektrische personenauto's (EV's). Wolbertus (2020) onderzocht de publieke laadinfrastructuur in vier Nederlandse steden en de invloed hiervan op de adoptie van elektrische auto's. De invloed van verschillende beleidsmaatregelen, zoals gratis openbaar parkeren voor EV-eigenaren, wordt gemodelleerd. Helmus (2023) onderzocht hoe laadinfrastructuur voor personenauto's in Nederland presteert in verschillende toekomstscenario's.
Op het gebied van laadinfrastructuur voor trucks modelleren Li et al. (2022) een laadpaal netwerk voor 50 elektrische trucks in China gebaseerd op historische rittendata van de trucks. Sauter et al. (2021) -

van Fraunhofer ISI - modelleren een Europees laadnetwerk voor elektrische trucks (langs hoofdwegen) op basis van data over goederenvervoer over de weg. In 2030 zijn er volgens het onderzoek 4067 laadpunten voor elektrische trucks nodig verdeeld over verschillende 1640 locaties in Europa. TNO (2021) heeft een studie gedaan naar de behoefte van publieke laadinfrastructuur (o.a. langs goederen corridors en bij stedelijke knooppunten) voor verschillende typen voertuigen - zoals lichte- en zware elektrische voertuigen, walstroom voor binnenvaart en stationaire vliegtuigen – in Nederland en vergelijkt deze met de richtlijnen uit de Europese 'Alternative Fuels Infrastructure Regulation' (AFIR) verordening.

Er is echter maar weinig wetenschappelijk onderzoek naar de laadbehoefte en de benodigde laadinfrastructuur voor elektrische trucks op bedrijventerreinen (natuurlijk zijn veel aanbieders van laadpalen en slimme laadsoftware hier wel mee bezig). Speth en Plötz (2024) hebben een simulatie gemaakt van 2.410 Diesel trucks in Duitsland hoeveel elektriciteit er nodig is indien dezelfde ritten elektrisch uitgevoerd zouden worden. Conclusie is dat voor 63% van de trucks langzaam laden (tot 44 kW) voldoende is. Snelladen (> 44 kW) is alleen gedurende de dag nodig voor maximaal 25% van de gesimuleerde trucks. In dit onderzoek ontbreekt echter een vertaling wat deze laadbehoefte betekent voor de elektriciteitsvraag op de bedrijventerreinen waar de trucks zouden laden.
Wel zijn er verschillende professionele publicaties (ElaadNL, NAL) over de laadbehoefte voor elektrische trucks en bestelbussen op bedrijventerreinen in Nederland. ElaadNL (2025) geeft een voorspelling van de elektriciteitsvraag (GWh) voor trucks en bestelbussen op bedrijventerreinen in 2050. In logistieke hotspots als de luchthaven Schiphol, de haven van Rotterdam, Moerdijk en Venlo wordt een hoge elektriciteitsvraag verwacht. De Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) (2025) heeft een dashboard ontwikkeld van de verwachte vermogensvraag voor elektrische trucks en -bestelbussen per bedrijventerrein voor de jaren 2025 – 2050 (5-jaars interval). Ook is onderzoek gedaan naar collectieve mitigatie opties op bedrijventerrein niveau (Stratelligence, 2023; RHDHV, 2024). De ondernemers op een bedrijventerrein werken dan samen aan een oplossing, deze samenwerking wordt ook wel een Energiehub genoemd. Stratelligence (2023) geeft een overzicht van bedrijventerreinen die op dit vlak bezig zijn.

Bestaand professioneel onderzoek hanteert veelal een 'top-down' aanpak waarin openbare data en statistieken op landelijk of regionaal niveau worden gebruikt om de elektriciteitsvraag op bedrijventerreinen te voorspellen. Dit artikel draagt bij aan de literatuur door de toekomstige elektriciteitsvraag voor elektrische trucks en bestelbussen 'bottom-up' – met behulp van de data vanuit de bedrijven zelf - te modelleren voor twee bedrijventerreinen.

3. Methoden

3.1 Dataverzameling bedrijventerreinen

Deze bottom-up schatting is gebaseerd op een combinatie van publiek beschikbare data en gegevens verzameld bij de bedrijven zelf, die gevestigd zijn op de bedrijventerreinen. Bij bedrijven met een eigen wagenpark op de bedrijventerreinen wordt op twee manieren primaire data verzameld:

- Ten eerste door middel van een vragenlijst over o.a. de activiteiten van het bedrijf, het pand dat zij gebruiken (incl. oppervlak, energiegebruik en eventuele zonnepanelen), het eigen wagenpark en de inzet hiervan, bezoekend verkeer bij de vestiging, en hun verwachtingen hoe in de toekomst hun wagenpark en energiegebruik gaat veranderen. Deze informatie dient als belangrijkste input voor de modellering (zie volgende hoofdstuk), en kan alleen direct bij het bedrijf worden uitgevraagd. Deze vragenlijst is toegevoegd als Appendix 1.
- Ten tweede wordt bedrijven gevraagd om de data uit hun TMS systemen (verzameld door de boordcomputers van hun voertuigen) te delen, om zo zicht te krijgen op de ritten die hun voertuigen maken en de locaties die zij aandoen. Een geanonimiseerd voorbeeld van hoe deze data eruit kan zien is opgenomen in Appendix 2.

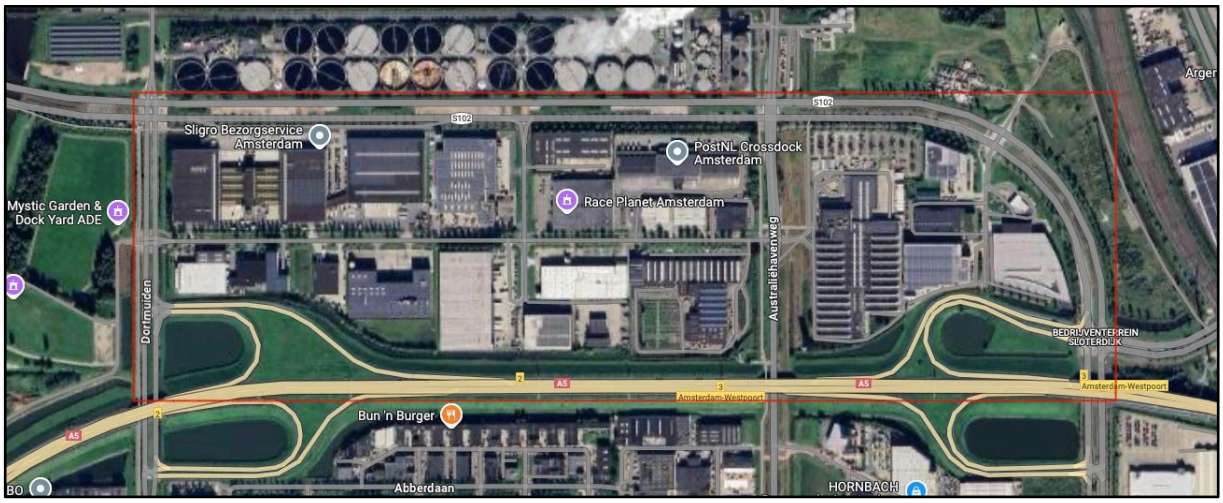
Bedrijven zijn in wisselende mate bereid tot het delen van deze informatie, wat grofweg leidt tot drie niveaus van beschikbaarheid van de gewenste informatie.

- Brons: Schatting van de gevraagde informatie (over bedrijf, pand, en wagenpark) op basis van publiek beschikbare data.
- Zilver: De gevraagde informatie wordt door het bedrijf zelf gedeeld via een ingevulde vragenlijst, en geeft nauwkeurig zicht op o.a. samenstelling van het wagenpark en jaarkilometrage van de voertuigen, en het energieverbruik van de panden (op jaarbasis, incl. zonnepanelen en de jaaropbrengst hiervan).
- Goud: Het bedrijf deelt de gevraagde informatie via een ingevulde vragenlijst en stelt ook de ruwe rittendata van hun voertuigen en gedetailleerde data over hun energiegebruik (op kwartierbasis) beschikbaar.

Op een bedrijventerrein zijn bedrijven niet in dezelfde mate bereid of in staat om in gesprek te gaan, vragen te beantwoorden en informatie te verstrekken. Voor de modellering wordt de verzamelde informatie gebruikt op het detailniveau waarop het beschikbaar is: De uiteindelijke dataset bevat bedrijven met informatie op niveau ‘goud’, waarvoor alle gewenste informatie door het bedrijf is verstrekt, en bedrijven met informatie op niveau ‘brons’ of ‘zilver’ waarvoor een deel van de informatie als primaire data beschikbaar is, en missende informatie wordt aangevuld met schattingen (zie volgende hoofdstuk).

Deze aanpak van dataverzameling wordt toegepast op twee bedrijventerreinen, namelijk Sloterdijk Poort Noord in Amsterdam, en Dutch Fresh Port in Barendrecht / Ridderkerk. De keuze voor deze bedrijventerreinen is gebaseerd op een aantal criteria, namelijk:

- De verwachting dat netcapaciteit een bottleneck is;
- De voorkeur voor bedrijventerreinen waar al gewerkt wordt aan projecten of onderzoeken op het gebied van netcongestie;
- Draagvlak vanuit de bedrijven/bedrijventerreinen;
- Er zijn minimaal 5 bedrijven met eigen trucks op de terreinen gevestigd;
- De bedrijventerreinen zijn goed bereikbaar voor studenten van de HvA en HR.

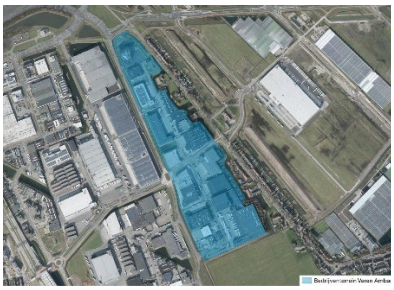


Figuur 2. Bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord.

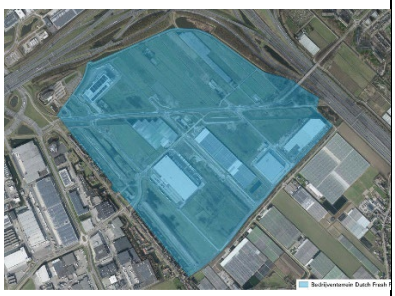
Op Sloterdijk Poort Noord (figuur 2) zijn bij 6 van de 32 bedrijven interviews afgenomen op basis van de vragenlijst. Deze 6 bedrijven zijn eigenaar van 201 van in totaal 218 trucks (trekker-opleggers en bakwagens) en 82 van in totaal 112 bestelwagens op het bedrijventerrein. Hierdoor is het onderzoek voor 92,2% van het aantal trucks en 73,2% van het aantal bestelwagens gebaseerd op 'echte' bedrijfsdata. De specifieke jaarkilometrages zijn echter niet altijd bekend, en worden waar nodig (bij gebrek aan bedrijfsdata) aangevuld uit openbare data.

Dutch Fresh Port – Overzicht

Barendrecht-Oost



Veren Ambacht



Nieuw-Reijerwaard

Figuur 3. Dutch Fresh Port, bestaande uit de bedrijventerreinen Barendrecht-Oost, Veren Ambacht en Nieuw-Reijerwaard.

Op Dutch Fresh Port (figuur 3) zijn 89 bedrijven gevestigd, en zijn volgens schattingen van de NAL (2024) 570 trucks en 864 bestelauto's. De 5 bedrijven waar studenten interviews hebben afgenomen hebben samen 217 trucks (38% van het totaal) en 50 bestelauto's (6,3%). Van het bedrijf met 200 van deze trucks is ook de rittendata beschikbaar. Waar nodig worden jaarkilometrages (bij gebrek aan bedrijfsdata) aangevuld uit openbare data.

3.2 Modellering elektriciteitsvraag van een bedrijventerrein

Om de totale elektriciteitsvraag van een terrein te modelleren worden de verschillende bijdrages (pand en mobiliteit) apart gemodelleerd en daarna samengevoegd. Voor beide bijdrages geldt dat we niet alleen geïnteresseerd zijn in het totale energievolume maar ook hoe deze verdeeld is over de tijd. Voor de elektrische infrastructuur is namelijk de piekbelasting uiteindelijk bepalend en de verschillende bijdrages kunnen een andere tijdsverdeling hebben. Om deze reden gebruiken we als datamodel het gemiddelde vermogen voor ieder uur van een jaar. De optelsom van deze waardes is dan het totale jaarvolume in kWh.

1) Bijdrage panden

Voor de bijdrage van de panden en alle inpandige processen (koeling, productie) werken we toe naar een gemiddeld vermogen per uur voor een heel jaar. Voor bedrijven in niveau 'goud' is deze informatie direct beschikbaar via de kwartierwaardes van de slimme elektriciteitsmeter. Voor veel bedrijven is deze echter niet beschikbaar. Als bedrijven in de vragenlijst wel hun jaarverbruik hebben gerapporteerd kunnen we deze vertalen naar uurwaardes via de geaggregeerde profielen van netbeheerder Liander, die op sector en SBI-code niveau gemiddelde waardes heeft gepubliceerd van haar klanten (Liander, 2025). De profielen van Liander worden genormaliseerd naar een percentage van het jaartotaal en vermenigvuldigd met de door het bedrijf aangeleverde gegevens. Hierdoor wordt er rekening gehouden met representatieve dag/nacht en week/weekendpatronen vanuit de relevante sector. Voor bedrijven die helemaal geen data hebben aangeleverd kijken we naar de oppervlakte van de vestiging (Kadaster, 2025) in combinatie met sectorgemiddelden (CBS, 2019) waardoor het jaarverbruik geschat kan worden.

2) Bijdrage mobiliteit

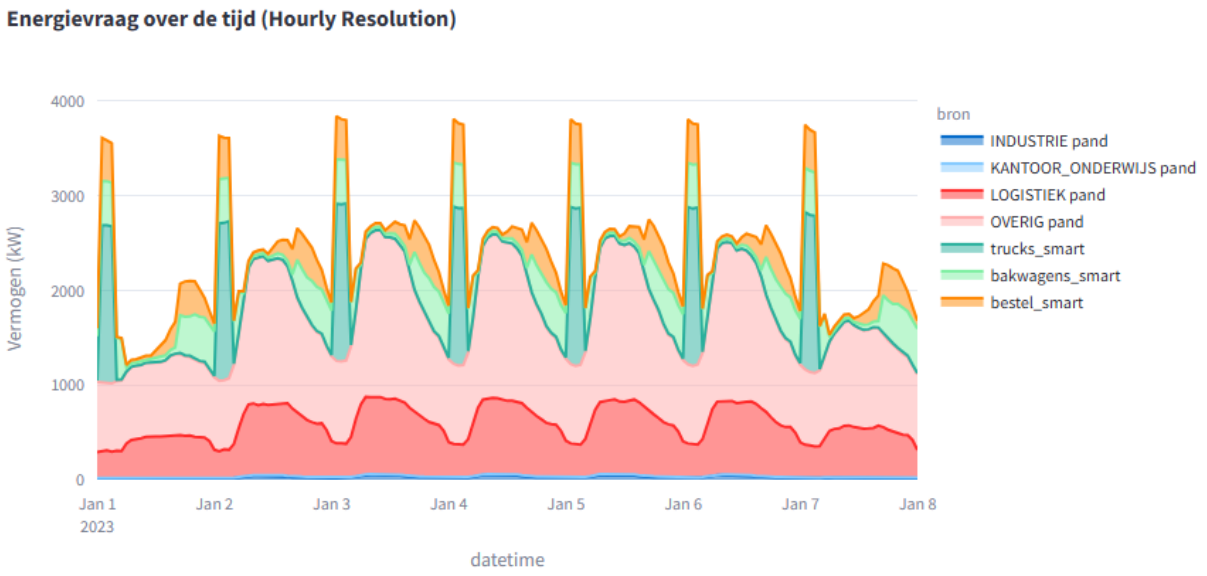
Voor de bijdrage van mobiliteit – het opladen van elektrische voertuigen – werken we toe naar hetzelfde dataformat: het gemiddelde vermogen voor ieder uur van een jaar. Bedrijven in het dataniveau goud leveren boordcomputerdata aan van hun huidige voertuigen waarin informatie staat van hun activiteitenprogramma zoals op welke tijden er gereden en stilgestaan wordt en welke afstanden er worden afgelegd. Door deze boordcomputerdata te analyseren kan een schatting gemaakt worden van waar en wanneer er energie geladen moet worden in het geval dat deze planning uitgevoerd zou worden door een elektrisch voertuig. Dit levert een hoeveelheid energie per uur op voor de verschillende locaties waarop laden mogelijk is, inclusief het bedrijventerrein van de studie. De Hogeschool van Amsterdam heeft voor dit doel een laadmodel ontwikkeld waarin verschillende scenario's doorgerekend kunnen worden (Hogeschool van Amsterdam, 2025). Hoewel het natuurlijk waarschijnlijk is dat er met elektrische voertuigen een iets andere planning en rijgedrag met zich mee zullen brengen, geeft het een goede eerste indruk van de bedrijfsspecifieke ruimte die er in het huidige proces ligt voor het

opladen van voertuigen. De huidige manier van modelleren geeft een worst-case scenario weer waarin het bedrijfsproces nog niet is aangepast aan de voorwaarden en kenmerken van de nieuwe technologie. Wanneer bedrijven geen rittendata hebben gedeeld, maar wel in de vragenlijst hebben aangegeven hoeveel voertuigen ze per type hebben en welke jaarkilometrages daarbij horen kunnen we met deze informatie een schatting maken van het tijdsprofiel voor elektrisch laden door te kijken naar vergelijkbare bedrijven waar we wel boordcomputerdata van hebben geanalyseerd of door gebruik te maken van de schattingstool van kennis- en innovatiecentrum ElaadNL (2024). Ook is het een mogelijkheid dat het bedrijf zelf aangeeft op welke uren de wagens op het terrein aanwezig zijn en wordt er een specifiek profiel voor dit bedrijf aangemaakt. Voor bedrijven die geen data gedeeld hebben wordt een schatting gemaakt van het aantal voertuigen vanuit de NAL (2025) of handmatige tellingen van studententeams en wordt het jaarkilometrage geschat op basis van sectorgemiddelden van het CBS per voertuig type (CBS, 2023).

In dit onderzoek doen we de 'worst-case scenario' aanname dat 100% van de energievraag ten gevolge van mobiliteit op het bedrijventerrein wordt opgevangen. Er is nog veel onduidelijkheid over de beschikbaarheid van openbare laadinfrastructuur voor vrachtverkeer, maar het is wel duidelijk dat de prijs voor elektriciteit vele malen voordeliger zal zijn voor vervoerders wanneer ze op eigen terrein opladen waardoor wij verwachten dat dit voor de bulk van het energievolume de voorkeursstrategie zal zijn. Verder doen we de aanname dat het verbruik van de mobiliteit ligt op 0,4 kWh/km voor bestelbussen, 0,9 kWh/km voor bakwagens en 1,2 kWh/km voor trekker-opleggers. Er zijn kleine verschillen per leverancier en in type gebruik (stads- of landelijke logistiek, wel/niet gekoeld) maar deze aannames geven een goed gemiddeld beeld en zijn voor een prognosemodel voldoende gedetailleerd.

4. Resultaten

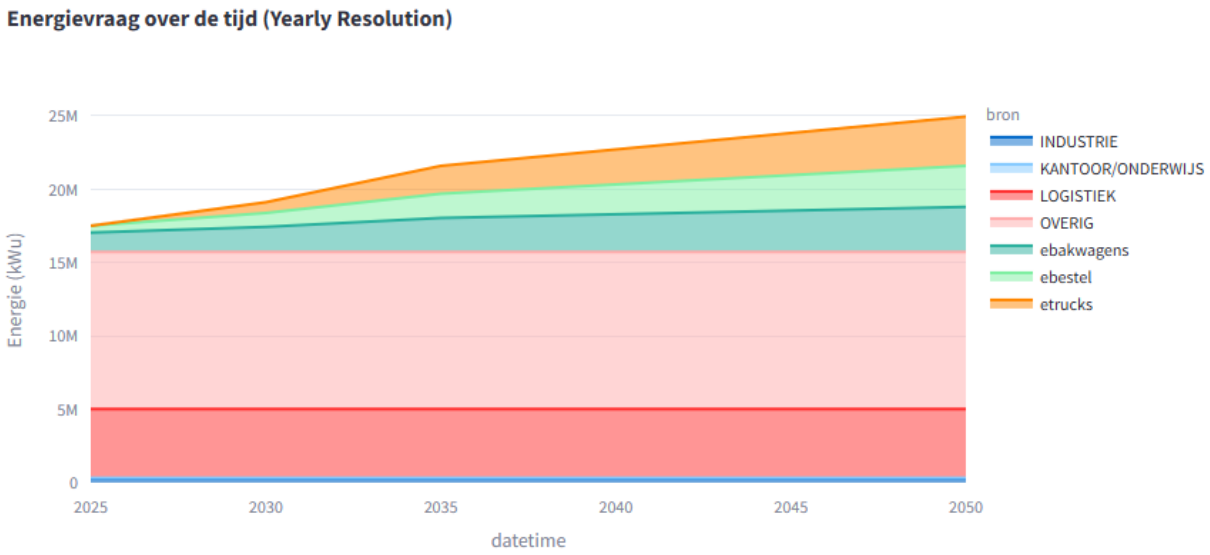
Wanneer de verschillende bijdrages voor ieder bedrijf volgens dit stappenplan zijn geschat kan een totaaloverzicht voor het bedrijventerrein worden berekend. De bijdrages worden per uur opgeteld waardoor een nieuwe tijdsverdeling ontstaat en duidelijk wordt wanneer de piekbelasting van de gecombineerde energievraag optreedt. Het dashboard kan gebruikt worden om te onderzoeken wat de invloed zou zijn van verschillende keuzes zoals de vervangingsstrategie van voertuigen met fossiele brandstoffen, het laden van elektrische voertuigen op eigen of externe locatie of de planning van de logistieke activiteiten (de uren waarop het voertuig kan opladen).



Figuur 4. De prognose van de gecombineerde energievraag op het bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord in 2035 volgens de verwachte ingroei van elektrische mobiliteit uitgesplitst naar de verschillende bijdrages op pand- en voertuigniveau.

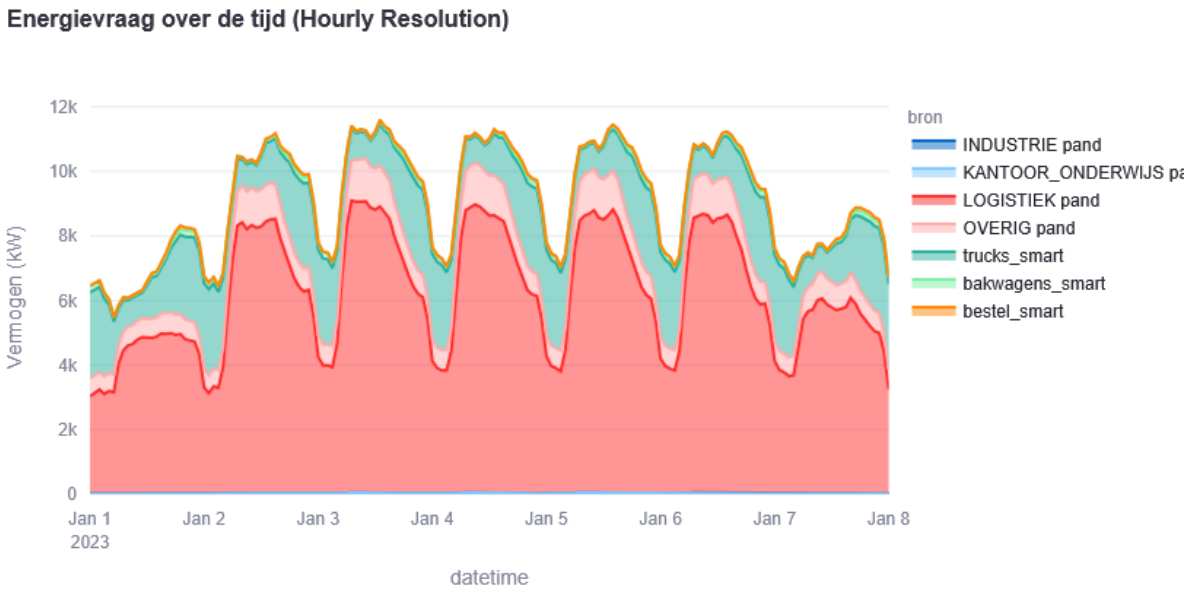
In figuur 4 zijn de resultaten voor bedrijventerrein Sloterdijk Poort Noord weergegeven. Er is een opvallend hoge piek te zien die iedere dag optreedt van 01:00-03:00u in de nacht. Dit is de energievraag van de elektrische trucks van een pakketbedrijf welke zeer intensief worden gebruikt en alleen in deze korte periode stilstaan op het depot. Het dashboard laat duidelijk zien wat de gevolgen zouden zijn van deze planning voor de piekbelasting en helpt op deze manier om het gesprek op gang te brengen over mogelijke alternatieve planningskeuzes of dempende maatregelen zoals batterijen.

De inzichten zijn voor verschillende tijdsresoluties inzichtelijk in het dashboard. Op deze manier kan onderzocht worden wat de dag-, week- en maandpatronen zijn in de energievraag. Ook kan de prognose over de jaren in beeld gebracht worden, waarin de ingroei van elektrische voertuigen geleidelijk een hogere energievraag veroorzaakt. Dit wordt getoond in figuur 5. Op dit moment hebben we geen bedrijfsspecifieke data over verdere elektrificatie of verduurzaming van inpandige processen. Mitigerende maatregelen zoals batterijen, zonnepanelen en flexibilisering van de elektriciteitsvraag worden tijdens de tweede fase van het project toegevoegd.



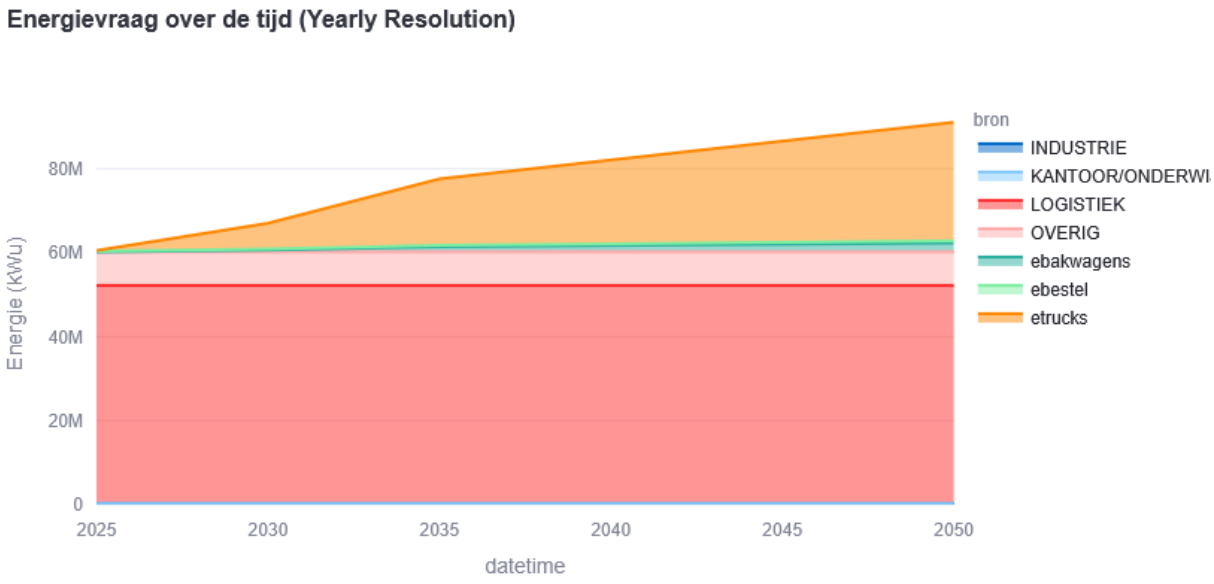
Figuur 5. De prognose van de energievraag voor de periode 2025-2050 op het terrein Sloterdijk Port Noord. Gedurende deze periode wordt de huidige vloot van voertuigen met fossiele brandstoffen geleidelijk vervangen door elektrische voertuigen waardoor de elektriciteitsvraag op het terrein toeneemt.

Volgens dezelfde methodiek is ook het bedrijventerrein Dutch Fresh Port onderzocht. Dit is een groter terrein met meer vrachtwagens. In Figuur 6 is te zien dat de totale energievraag van dit terrein een stuk hoger ligt dan dat van Sloterdijk Port Noord en dat het opladen van de voertuigen, zelfs wanneer dit 'smart' gebeurt, de piekbelasting verhoogt met ongeveer 1 MW.



Figuur 6. De prognose van de gecombineerde energievraag op het bedrijventerrein Dutch Fresh Port in 2035 uitgesplitst naar de verschillende bijdrages op pand- en voertuigniveau.

Dutch Fresh Port heeft volgens eigen onderzoek in totaal 533 vrachtwagens gestationeerd op het terrein. De extra energievraag voor de elektrificatie van deze vloot betekent in 2050 een stijging van 28 GWh per jaar voor trucks (=trekker-opleggers) plus nog eens 2,5 GWh voor bakwagens en bestelbussen ten opzichte van 2025 (Figuur 7).



Figuur 7. De prognose van de energievraag voor de periode 2025-2050 op het terrein Dutch Fresh Port. Gedurende deze periode wordt de huidige vloot van voertuigen met fossiele brandstoffen geleidelijk vervangen door elektrische voertuigen waardoor de elektriciteitsvraag op het terrein toeneemt.

5. Conclusies

In dit paper verkennen we de toepasbaarheid van een 'bottom up' benadering voor het schatten van de energievraag op bedrijventerreinen voor mobiliteit (en panden), uitgesplitst in de dagelijkse behoefte in de tijd. Bij deze benadering dient informatie verstrekt door de bedrijven zelf – waar nodig geschat of aangevuld met openbaar beschikbare gegevens – over hun wagenpark, pand(en), energiegebruik en toekomstplannen, als basis voor het modelleren van de energievraag. Studenten van de Hogeschool van Amsterdam en Hogeschool Rotterdam hebben deze gegevens zo compleet als mogelijk proberen te verzamelen bij bedrijven op respectievelijk Sloterdijk Poort Noord (Amsterdam) en Dutch Fresh Port (Barendrecht/Ridderkerk).

Deze bottom-up aanpak laat zien dat gedetailleerde data, verzameld bij bedrijven zelf, een rijker inzicht geeft in de te verwachten toekomstige energievraag. De combinatie van informatie over de panden, de wagenparken en inzet en toekomstige ontwikkeling hiervan leiden tot een voorspelling die dichter aansluit op de operationele realiteit van bedrijven, en ook zichtbaar maakt hoe de energievraag is

opgebouwd en verdeeld over de tijd. Deze inzichten zijn noodzakelijk om te evalueren waar de laadvraag van vervoerders zich gaat manifesteren, wat dit gaat vragen van de (laad)infrastructuur op en rond bedrijventerreinen, en te bepalen hoe bedrijven en bedrijventerreinen om kunnen gaan met onvermijdelijke netcongestie en tekorten.

De gemodelleerde toekomstige energievraag op Sloterdijk Poort Noord laat een dagelijkse piekvraag zien tussen 1:00-3:00, veroorzaakt door vrachtwagens van een pakketbezorger die dan voor een korte periode stilstaan bij de vestiging. Bij de nu verwachte ingroei van elektrische voertuigen in de wagenparken zal de totale jaarlijkse energievraag op dit bedrijventerrein toenemen van zo'n 18 GWh in 2025 tot zo'n 25 GWh in 2050. Het bedrijventerrein Dutch Fresh Port heeft veel meer vrachtwagens dan Sloterdijk Poort Noord, namelijk 533 trucks. Door de verwachte ingroei van elektrische voertuigen zal de totale jaarlijkse energievraag op dit terrein toenemen van 60 GWh in 2025 naar zo'n 90 GWh in 2050. Hierbij hoort de kanttekening dat deze prognoses voortkomen uit een voorspelde laadvraag op basis van de huidige rittenplanning. Als bedrijven hun rittenplanning gaan optimaliseren voor elektrische voertuigen en de (beperkte) beschikbaarheid van laadvermogen op de eigen locatie kan deze energievraag lager uitvallen. Desondanks is een aanzienlijke toename van de energievraag te verwachten – vanuit elektrische voertuigen zoals hier geschat, maar in de toekomst ook door bedrijven die gasloos in hun warmtevraag willen voorzien.
De bevindingen laten zien dat de te verwachten energievraag het gecontracteerd vermogen van veel bedrijven met een eigen wagenpark op steeds meer momenten overstijgt. Op korte en middellange termijn is dit gecontracteerd vermogen echter niet uit te breiden vanwege netcongestie. Dit maakt het de moeite waard om onderzoek te doen naar interventies in het energiesysteem – op bedrijfs- en bedrijventerreinniveau – die helpen om vraag en aanbod op lokale schaal over de tijd te kunnen balanceren, zoals zonnepanelen, energieopslag, een energie hub, groepscontracten en slimme (gedeelde) laadvoorzieningen. De voorgestelde 'bottom-up' aanpak voor het modelleren van de energievraag biedt de flexibiliteit om deze interventies te modelleren en een afwegingskader te bieden voor bedrijven en bedrijventerreinen die zoeken naar ruimte – fysiek en op het net – om aan de groeiende laadvraag te voldoen. Op een hoger aggregatieniveau laat deze volgende stap zien hoe het energiesysteem en de energiebalans op een bedrijventerrein zal gaan veranderen als gevestigde bedrijven oplossingen zoeken voor hun energievraag bij beperkte afname van het net.
Dit vraagstuk zal ook uitgediept worden in het vervolg van het project 'Laadvraag in de praktijk', waarin we onderzoeken hoe (combinaties van) deze maatregelen bedrijven kunnen helpen hun wagenparken te elektrificeren, ondanks de beperkingen van netcongestie.

Verantwoording

De auteurs willen de interview respondenten bedanken voor de deelname aan het onderzoek. Ook willen de auteurs Tim van Meyl bedanken voor de input en begeleiding gedurende het eerste jaar van het project. Dank aan Rijkswaterstaat WVL en aan Rick Wolbertus (Associate Lector Smart Energy Systems, Hogeschool van Amsterdam) voor de feedback op eerdere versies van dit artikel. Tot slot dank aan Freek Brilleman (Senior Lecturer - Hogeschool Rotterdam) voor het begeleiden van studenten en inhoudelijke bijdrage aan het project.

Financiering

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt door Rijkswaterstaat.

Literatuur

Burke, A. en A.K. Sinha (2020). Technology, Sustainability, and Marketing of Battery Electric and Hydrogen Fuel Cell Medium-Duty and Heavy-Duty Trucks and Buses in 2020–2040. Institute of Transportation Studies, UC Davies.

CBS (2019). Energiekentallen utiliteitsbouw dienstensector; oppervlakteklasse. Link: https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83374NED.

CBS (2023). Verkeersprestaties vrachtvoertuigen; kilometers, gewicht 2001-2020. Link: https://www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/84651NED.

Cunanan, C., Tran, M.-K., Lee, Y., Kwok, S., Leung, V., en M. Fowler (2021). A Review of Heavy-Duty Vehicle Powertrain Technologies: Diesel Engine Vehicles, Battery Electric Vehicles, and Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles. Clean Technologies. Vol. 3, No. 2, pp. 474–489.

ElaadNL (2024). Laadprofielengenerator. Link: https://platform.elaad.io/analyse/low-voltage-charging-profiles/.

ElaadNL (2025). Elektrisch geladen. Outlook Logistiek. Update 2025. Arnhem: ElaadNL, januari 2025.

Fleming, K.L., Brown, A.L., Fulton, L. en M. Miller (2021). Electrification of medium- and heavy-duty ground transportation: status report. Current Sustainable / renewable Energy Reports, Vol. 8, pp. 180–188.

Hayes, J.G., en G.A. Goodarzi (2018). Electric powertrain: energy systems, power electronics and drives for hybrid, electric and fuel cell vehicles. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ.

Helmus, J. R. (2023). Non-linear dynamics of charging behaviour under growth stress: Data driven computational models. [PhD Thesis, fully internal, Universiteit van Amsterdam].

Hensher, D.A. en E. Wei (2024). Energy and environmental costs in transitioning to zero and low emission trucks for the Australian truck Fleet: An industry perspective. Transportation Research Part A. Vol. 185 (2024).

Hoekstra, A. (2023). De waarheid over elektrisch rijden: Auke Hoekstra debunkt 3 hardnekkige mythes. Brainport Eindhoven, 27 juli 2023. Link: https://brainporteindhoven.com/nl/nieuws/de-waarheid-over-elektrisch-rijden-auke-hoekstra-debunkt-3-hardnekkige-mythes.

Hogeschool van Amsterdam (2025). Laadmodel ZEC. Link: https://laadmodel-zec.streamlit.app/.

HvA en HR (2023). Plan van aanpak Rijkswaterstaat. Laadbehoefte in de praktijk; een verkenning naar de energievraag voor mobiliteit op een industrieterrein. Amsterdam: december 2023.

Kadaster (2025). Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG). Link: https://bagviewer.kadaster.nl/lvbag/bag-viewer/?zoomlevel=1.

Li, B., Jing, D., Zhong, H., He, G., Ma, Z., Ruan, G., Chen, M. en D. Kammen (2022). Centralized charging station planning for battery electric trucks considering the impacts on electricity distribution systems. Energy Reports. Vol. 9, pp. 346 - 357.

Liander (2025). Open data. Link: https://www.liander.nl/over-ons/open-data.

Mobilyze en Nationale Agenda Laadinfrastructuur (2023). Factsheet Energieprijzen elektrische vrachtwagens.

Nationale Agenda Laadinfrastructuur (NAL) (2025). Dashboard bedrijventerreinen. Link: https://www.agendalaadinfrastructuur.nl/monitoring+2021/dashboards/2472378.aspx, geraadpleegd 14 maart 2025.

Netbeheer Nederland (2025). Capaciteitskaart elektriciteitsnet. Den Haag: Netbeheer Nederland. Link: https://capaciteitskaart.netbeheernederland.nl, geraadpleegd 7 februari 2025.

RDW (2025). Vrachtwagenheffing in Nederland. Link: https://www.vrachtwagenheffing.nl, geraadpleegd 4 juli 2025.

RHDHV (2024). De families van Energie Hubs in Nederland. Amersfoort: 8 juli 2024.

Samet, M., Liimatainen, H., van Vliet, O.P.R. en M. Pöllänen (2021). Road freight transport electrification potential by using battery electric trucks in Finland and Switzerland. Energies. Vol. 14, pp. 1 – 22.

Sauter, V., Speth, D., Plötz, P., Signer. A charging infrastructure network for battery electric trucks in Europe. Working Paper Sustainability and Innovation, No. S 02/2021. Fraunhofer ISI.

Speth, D. en P. Plötz (2024). Depot slow charging is sufficient for most electric trucks in Germany. Transportation Research Part D. Vol. 128 (2024).

Stratelligence (2023). Netcongestie bedrijventerreinen. Verkenning. Leiden: december 2023.

TNO (2021). Duiding van het AFIR-voorstel op de benodigde opbouw van tank- en laadinfrastructuur in Nederland. Den Haag: TNO, 23 december 2021.

Wolbertus, R. (2020). Evaluating Electric Vehicle Charging Infrastructure Policies. [Dissertation (TU Delft), Delft University of Technology]. TRAIL Research School.

Appendix 1 – Vragenlijst bedrijven

Algemeen

1. Wat is de naam van uw bedrijf?

2. Wat is uw functie binnen het bedrijf?

3. Wat is uw emailadres?

4. Op welk bedrijventerrein is uw bedrijf gevestigd?

5. Wat is het adres van deze vestiging?

6. Hoeveel medewerkers heeft uw bedrijf momenteel op deze vestiging?

7. In welke sector is uw bedrijf actief op deze vestiging?

Gebouw

8. Wat is de dakoppervlakte van de vestiging op het bedrijventerrein (m^2)?

9. Wat is de oppervlakte van de totale kavel van de vestiging op het bedrijventerrein (m^2)?

10. Kunt u aangeven hoeveel % van de totale oppervlakte van het gebouw in gebruik is voor de volgende functies:

Functie	Kantoor	Warehousing en distributie	Productie	Koeling	Vries
% van totale gebouw oppervlakte					

Elektriciteitsverbruik en aansluiting

11. Wat is uw jaarverbruik elektriciteit op deze vestiging (kWh)?

11b. Wat is de capaciteit van uw huidige elektriciteitsaansluiting (aansluitcapaciteit) op deze vestiging (A)?

12. Heeft u de kwartierwaarden elektriciteit van deze vestiging? Zou u ons deze waarden toe kunnen sturen?

13. Wat is uw inkoopprijs (elektriciteit + belasting) voor elektriciteit (euro/kWh)?

14. Heeft u ondertekende afspraken met uw energieleverancier/netbeheerder om de elektriciteitsaansluiting op de vestiging te vergroten? Zo ja, wat wordt de nieuwe aansluitcapaciteit (A in jaar)?

Gasaansluiting

15. Wat is uw jaarverbruik gas op deze vestiging (m^3)?

16. Overweegt u om over te stappen van gas naar elektriciteit? Zo ja, hoeveel gas verwacht u minder te verbruiken per jaar (m^3)?

Wagenpark bij de vestiging en rittenpatroon

17. Wat is het huidig aantal eigen voertuigen (diesel en elektrisch) met de vestiging als standplaats?

Eigen voertuigen met vestiging als standplaats	Aantal diesel voertuigen	Aantal elektrische voertuigen
Kleine bestelwagen		
Medium bestelwagen		
Medium luxe bestelwagen		
Grote bestelwagen		
Kleine bakwagen (12t)		
Grote bakwagen (18t)		
Trekker-oplegger		
Overige		
Totaal		

18. Wat is het huidige rittenpatroon van uw diesel voertuigen? Dit is nodig om in te kunnen schatten wanneer voertuigen in de toekomst elektrisch moeten worden geladen:

Rittenpatroon eigen voertuigen	Gemiddeld aantal gereden km's per dag	Maximaal aantal gereden km's per dag
Kleine bestelwagen		

Medium bestelwagen		
Medium luxe bestelwagen		
Grote bestelwagen		
Kleine bakwagen (12t)		
Grote bakwagen (18t)		
Trekker-oplegger		
Overige		

19. Zijn er maand/week/dagpatronen in het aantal transport kilometer van eigen trucks + bestelbussen vanuit de vestiging? Kunt u de pieken in deze patronen aangeven door 100% over maanden / dagen / uren te verdelen?

20. Hoeveel bezoekende voertuigen komen er per dag bij de vestiging? Heeft u data beschikbaar over bezoekende voertuigen die u kunt delen? Zo nee, zou u de volgende vragen in onderstaande tabel kunnen beantwoorden:

Bezoekende voertuigen	Totaal aantal bezoekende voertuigen per dag	Gemiddelde totale tijd bij de vestiging (minuten)	Aandeel wachttijd bij vestiging (% van totale tijd)	Aandeel tijd aan dock bij vestiging (% van totale tijd)	Data beschikbaar? (Vb gate-in/gate out, tijd laden-lossen, enz.)
Kleine bestelwagen					
Medium bestelwagen					
Medium luxe bestelwagen					
Grote bestelwagen					
Kleine bakwagen (12t)					
Grote bakwagen (18t)					
Trekker-oplegger					
Overige					
Totaal					

a. Indien u geen schatting kunt geven van het aantal bezoekende voertuigen: Bent u bereid om mee te werken aan tellingen door studenten?

21. Zijn er laadpunten voor elektrisch laden aanwezig op de vestiging? Zo ja, hoeveel? En wat is de capaciteit van deze laadpunten?

22. Stel u heeft laadpunten bij uw vestiging, zou u meewerken aan het laden van bezoekende voertuigen? Toelichting:

23. Hoeveel parkeerplaatsen zijn er voor personeel bij de vestiging? En bij hoeveel van deze parkeerplaatsen zijn laadpunten voor elektrisch laden beschikbaar?

Personeel parkeerplaatsen	Aantal totaal	Aantal met laadpunten	Ambitie aantal parkeerplaatsen met laadpunten in 2030
Parkeerplaatsen			

24. Wat is het aantal medewerkers dat met de auto, fiets, OV, en te voet naar de vestiging komt? En het aantal personenauto's/fietsen dat elektriciteit wil laden op de vestiging per dag? En 's nachts?

Woon-werkverkeer	Aantal totaal	Aantal elektriciteit laden overdag op de vestiging	Aantal elektriciteit laden 's nachts op de vestiging (vb ploegendienst)
Personenauto			
Fiets			
OV		N.v.t.	N.v.t.
Te voet		N.v.t.	N.v.t.

Opwek op locatie: PV op daken

25. Zijn er bij de vestiging zonnepanelen aanwezig? Zo ja, hoeveel?

26. Wat is de jaarlijkse opwek van deze zonnepanelen (MWh)? En wat is het piekvermogen van deze zonnepanelen (WP)?

Toekomst plannen

27. Hoeveel volledig elektrische voertuigen verwacht u komende jaren in gebruik te hebben op de vestiging?

Volledig elektrische voertuigen	Aantal 2025	Aantal 2030	Aantal 2035	Aantal 2040
Kleine bestelwagen				
Medium bestelwagen				
Medium luxe bestelwagen				
Grote bestelwagen				
Kleine bakwagen (12t)				
Grote bakwagen (18t)				
Trekker-oplegger				
Overige				

28. Verwacht u in de toekomst groei in uw bedrijfsprocessen binnen het gebouw van deze vestiging?
Toelichting:
Zo ja, kunt u een schatting geven van de groei in elektriciteitsverbruik binnen het gebouw ten opzichte van 2023? Indien u bedrijfsactiviteiten gaat afbouwen graag een negatief % geven.

	Jaar	**Verwachte groei % t.o.v. 2023**
Elektriciteitsverbruik binnen het gebouw		

29. Zijn er geplande uitbreidingen of investeringen op deze vestiging waarbij het elektriciteitsverbruik omhoog of omlaag (vergroeningsinvestering) gaat? In welk jaar gaat u investeren?

Toekomstige investeringen met <u>verhoging</u> elektriciteitsverbruik (<u>géén</u> voertuigen)	**Omschrijving**	**Jaar**	**Verwacht groei % elektriciteit t.o.v. 2023**
1.			
2.			
3.			
Toekomstige investeringen met <u>verlaging</u> elektriciteitsverbruik	**Omschrijving**	**Jaar**	**Verwachte afname % elektriciteit**
1.			
2.			
3.			

30. Bent u van plan om bij aankoop van elektrische voertuigen subsidies en/of investeringsaftrek aan te vragen? Indien ja, met welk belastingpercentage dienen wij rekening te houden (%)?

31. Waar wilt u bij voorkeur uw eigen elektrische voertuigen laden?

Appendix 2 – Voorbeeld rittendata uit TMS-systeem (geanonimiseerd)

Voertuig	Begin	Einde	Duur(Sec)	Duur (uu:mm:ss)	Afstand (km)	Kilometerteller	Activiteitstype	Details	Straat	Stad	Postal Code	Land
Kenteken	2024-04-15 16:36:05	2024-04-15 16:56:51	1247	00:20:47	13,81	332169,5	Rijden		Adres	Stad	Postcode	NL
Kenteken	2024-04-15 16:56:51	2024-04-15 17:14:07	1036	00:17:16	4,175	332183,3	Rijden		Adres	Stad	Postcode	NL
Kenteken	2024-04-15 17:14:07	2024-04-15 17:26:54	767	00:12:47	0,225	332187,5	Onbepaald		Adres	Stad	Postcode	NL
Kenteken	2024-04-15 17:26:54	2024-04-15 17:47:58	1264	00:21:04	12,73	332187,7	Rijden		Adres	Stad	Postcode	NL