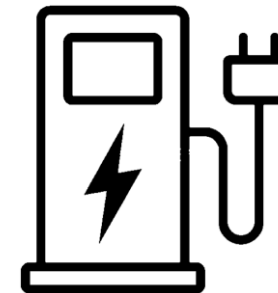


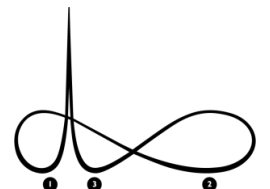
Eindrapportage

Laden voor logistiek in Tilburg

Op weg naar zero emissie stadslogistiek



In opdracht van



Topsector Logistiek

Laden voor logistiek in Tilburg

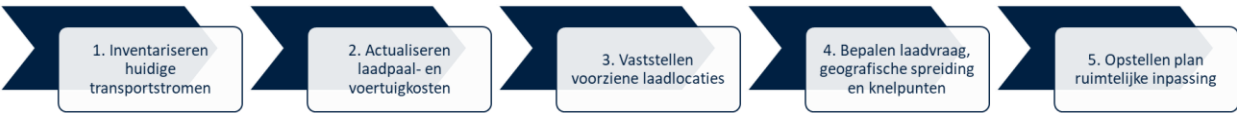
Management samenvatting	3
Inleiding	6
1. Inventariseren huidige transportstromen	8
2. Actualiseren voertuig- en laadpaalkosten	10
3. Vaststellen voorziene laadlocaties voor logistiek	11
4. Bepalen laadvraag, geografische spreiding en knelpunten	14
5. Opstellen plan ruimtelijke inpassing	24
6. Verkennen mogelijke vervolgstappen	25
7. Conclusies en advies	26
Bijlagen	28

1. Vraagstelling Tilburg

- Gegeven haar toekomstige ZE zone, wenst Tilburg de toekomstige behoefte aan oplaadcapaciteit voor logistiek (vracht- en bestelwagens) vast te stellen. Vervolgens dienen eventuele capaciteitsknelpunten in het elektriciteitsnetwerk te worden geïdentificeerd
- In een vooronderzoek zijn databronnen in kaart gebracht, is een verdiepingsslag gemaakt met data die bij CBS beschikbaar is, en is verkend hoe deze CBS data te verrijken is met lokale databronnen

2. Samenvatting projectaanpak

De projectaanpak kent een vijftal stappen:

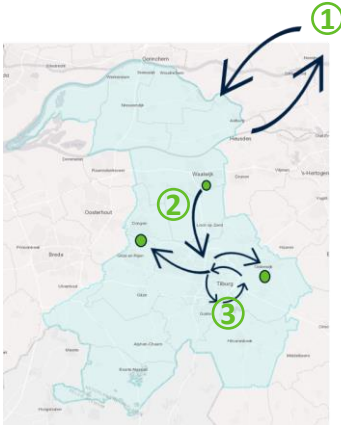


5 stappenplan

- Inventariseren huidige transportstromen: uitgebreide dataset met ritprofielen, afkomstig van uiteenlopende bedrijven
- Actualiseren voertuig- en laadinfra kosten: investerings-, onderhouds- en gebruikskosten per kWh
- Vaststellen laadbehoefte: Complexe optimalisatie, per bedrijfssector resulterend in bepalen van voorziene laadlocaties: depot, klant, onderweg of thuis
- Vaststellen eventuele infra knelpunten: voorziene laadbehoefte vs. capaciteit. In overleg met netbeheerder Enexis
- Opstellen plan ruimtelijke inpassing: geografische toewijzing van laadpalen

3. Projectscoop

- Het project richt zich op alle ritten (vracht- en bestelwagens) in de COROP Midden-Noord Brabant die de voorziene Tilburgse ZE zone raken:
 - Ritten vanuit- en naar overige COROP gebieden die Tilburg raken
 - In- en uitstromend ritten vanuit omliggende bedrijfsterreinen en plaatsen
 - Ritten binnen Tilburg
- Buiten scope: Ritten vanuit Tilburg en COROP Midden-Noord Brabant die Tilburgse ZE zone niet raken. Voorbeeld: vanuit Albert Heijn DC Tilburg (buiten ZE zone) naar Eindhoven



Projectscoop: Midden-Noord Brabant

4. Transportstromen

Vrachtwagens



Herkomst en bestemming van ritten die ZE zone Tilburg raken (Bron: CBS)

Segment	Vrachtauto's	Bestelauto's
Afval	3%	0%
Bouw	23%	42%
Facilitair	5%	19%
Horeca	2%	3%
Post en pakket	4%	5%
Retail food	20%	3%
Retail non-food	38%	19%
Installatie	5%	9%

Rittenaandeel per segment

- Analyse van CBS data leert ca. 55% van de ritten die de Tilburg ZE zone raken een herkomst- of bestemming heeft in COROP Midden-Noord Brabant
- Van alle ritten is de branchecode bekend. Retail en Bouw vertegenwoordigen ca. 75%

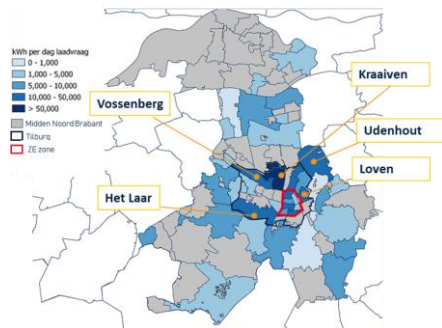
5. Vaststellen laadbehoefte

TILBURG MODEL - Vrachtwagens (%kwh)				
	Thuis	Weg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	0	10	60	30
Horeca	0	10	90	0
Pakketten				
Retail	0	20	75	5
Grote leveringen	0	10	85	5
Installatie				
Facilitair	0	0	100	0

Laadvraagverdeling (vrachtwagens) per sector

- Ten opzicht van eerdere Amsterdam onderzoek zijn investeringen en operationele kosten van laadpalen en voertuigen geactualiseerd
- Gebaseerd op ritprofielen per sector (ritafstand, laad-/lostijden etc.), laadpaal- en voertuigkosten is met optimalisatie de meest plausibele laadlocaties bepaald. Depotladen blijkt veelal het meest waarschijnlijk voor vrachtauto's. Depotladen en thuisladen voor bestelauto's
- Aantal voertuigen dat elektrificeert door invoeren ZE zone: ca. 2.200 vrachtauto's, 10.280 bestelauto's.

6. Geografische toedeling van laadvraag



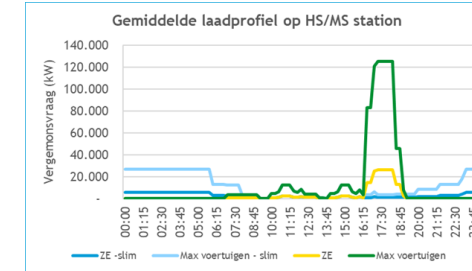
Heatmap laadbehoefte

- In COROP Midden – Noord Brabant wordt door de ZE zone een laadvraag van 81.000 MWh voor vracht- en 48.883 MWh per jaar voor bestelwagens verwacht. O.b.v. standplaatsinformatie is deze laadvraag aan postcode 4 gebieden toegewezen

7. Vaststellen impact op elektriciteitsnet en behoefte aan laadinfra

	Huidige situatie	ZE	ZE - slim	Max voertuigen	Max voertuig en - slim
TBC	◆	◆	◆	◆	◆
TBZ	◆	◆	◆	◆	◆
TBN	◆	◆	◆	◆	◆
TBW	◆	◆	◆	◆	◆
OTD	◆	◆	◆	◆	◆
WW	◆	◆	◆	◆	◆

Impact logistieke vermogensvraag op geraamde vermogensvraag	
◆	Geen knelpunt verwacht
◆	Knelpunt verwacht na 2025
◆	Knelpunt verwacht in 2025 of eerder
◆	Er is nu geen transportcapaciteit beschikbaar



- De impact op het elektriciteitsnet is bepaald door vaststelling van de vermogensvraag van voertuigen gedurende een 24-uurs cyclus. Gebaseerd op twee scenario's, Slim laden en Niet slim laden
- Een eerste Enexis inventarisatie toont dat gespreid laden gedurende de nacht belangrijk is om knelpunten te voorkomen
- Wij bevelen een breed overleg aan met deelname van o.a. Gemeente Tilburg, netbeheerder Enexis, NAL Logistiek, lokale logistieke dienstverleners en branche organisaties als TLN en evofenedex, met name gericht op 'Slim laden'
- De vraag naar laadpunten voor bestelwagens in Tilburg bedraagt ca. 3.000 en heeft dezelfde ordegrrootte als die van personenwagens. NB: Toewijzing van laadpunten voor personenwagens aan woonwijken, vindt vooral plaats op basis van inkomensprofielen. Voor bedrijfswagens op basis van beroepsgroepen

8. Voorgestelde vervolgstappen



Verdiepend

Maatwerk op lokaal niveau. Bijvoorbeeld het vaststellen van laadbehoefte en het inventariseren van de netwerkcapaciteit nabij Tilburgse bedrijventerreinen. Mogelijkheden tot gedeelde laaddepots onderzoeken



Verbredend

Van lokale / Tilburg laadvraag, via regionale laadvraag, uitbreiden tot vaststellen van landelijke laadbehoefte. Het uitbreiden van de geografische scope naar bijvoorbeeld alle COROP gebieden in Zuid Nederland.



Vaststellen laadvraag bedrijfsmatig personenvervoer, zoals touringcars en openbaar-, doelgroepen- en taxivervoer



Synergie

80% van de vrachtwagens komt minder dan 10x per jaar in de Tilburgse ZE zone. Elektrificatie lijkt daarmee in eerste instantie niet zinvol. Echter, een deel van deze voertuigen komt ook in de ZE zones van andere steden, waardoor elektrificatie alsnog zinvol wordt

Focus op vracht- en bestelwagens

Elektrisch vrachtverkeer binnen ringbanen

Door: glizerijen Datum: 23 december 2020 14:38 Laatste update: 23-12-2020 14:38



Vanaf 1 januari 2025 is er binnen de ringbanen alleen nog plek voor vrachtwagens en bestelauto's die elektrisch rijden. De gemeente wil daarvoor een Zero Emissie zone Stadslogistiek (ZES) invoeren. Dit geldt niet voor de ringbanen zelf.

Bron: Tilburg@nieuws.nl



Laden voor logistiek in Tilburg

- Tilburg heeft formeel aangekondigd in 2025 een Zero Emissie zone ('ZE zone') in te voeren voor logistiek vervoer binnen de Ringbanen. Concreet betekent dit dat er in Tilburg op termijn alleen nog volledig uitstootvrije vracht- en bestelwagens rijden. Wethouder Oscar Dusschooten: "We zetten in op een duurzame en schone stad"
- Om te onderzoeken hoe de ZE gefaciliteerd kan worden, wenst Tilburg de toekomstige behoefte aan oplaadcapaciteit voor logistiek (vracht- en bestelwagens) vast te stellen. Eventuele capaciteitsknelpunten in het elektriciteitsnetwerk kunnen geïdentificeerd en aangepakt worden, incl. de impact op de ruimtelijke neerslag
- Namens de gemeente Tilburg heeft Topsector Logistiek aan de combinatie Districon en CE Delft gevraagd, de laadbehoefte voor logistiek en eventuele knelpunten vast te stellen
- In de navolgende rapportage beschrijven we stapsgewijs de gehanteerde aanpak en bevindingen, resulterend in een advies aan de gemeente Tilburg omtrent te nemen stappen

Noodzaakt invoeren ZE zone in Tilburg tot verzwaring van het elektriciteitsnetwerk?

Samenvatting projectaanpak

1. Inventariseren huidige transportstromen



Wat zijn ritprofiel kenmerken?

Stadslogistiek is zeer divers. Benoemd zijn sectoren op basis van de Annual Outlook City Logistics. Deze sectoren onderscheiden zich o.a. in ritprofielen als ritafstand en stoptijd bij klant. Per sector zijn kenmerkende ritprofielen opgevraagd

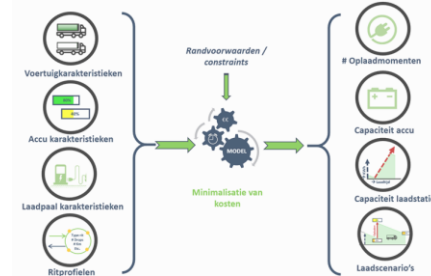
2. Actualiseren laadpaal- en voertuigkosten



Welke investeringen en kosten?

De opkomende industrie rondom laadinfrastructuur ontwikkeld zich snel. Investerings en kosten voor laadinfrastructuur zijn op basis van onze expertise en gesprekken met verschillende marktpartijen geactualiseerd. Uitgangspunt is inzet van BEV voertuigen in de ZE zone

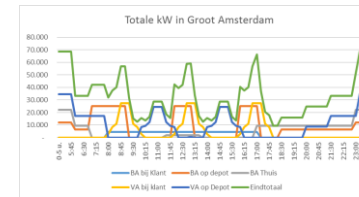
3. Vaststellen voorziene laadlocaties



Waar wordt geladen?

Gebaseerd op ritprofielen en laadinfra kosten zijn plausibele laadlocaties benoemd: aan het depot, bij de klant, onderweg of thuis. Hiertoe is een optimalisatiemodel gebruikt, dat t.o.v. het eerdere 'Amsterdam' project verrijkingen bevat

4. Bepalen laadvraag, geografische spreiding en knelpunten



Waar ontstaan knelpunten?

Gebaseerd op CBS data m.b.t. vervoerbewegingen en standplaatsen en de uitkomsten van het optimalisatiemodel, is de laadvraag per postcodegebied bepaald. Deze gegevens zijn vervolgens door Enexis beoordeeld op eventuele knelpunten

5. Opstellen plan ruimtelijke inpassing



Hoe te implementeren?

Inzichten in aantallen vracht- en bestelwagens, spreiding van laadlocaties, laadbehoefte- en vermogensvraag per postcodegebied en voorziene knelpunten, hebben geleid tot implementatie adviezen voor betrokken partijen

In vijf stappen naar bepalen van benodigde maatregelen

Sectorindeling en -vertegenwoordigers

Sector	Vertegenwoordigers
 Collecteren van <u>afval</u> bij bedrijven en huishoudens	BAT – Brabants Afval Team
 Leveringen en installaties/reparaties aan <u>bouw</u> projecten (groot en klein)	CRH – De Ruwbouw Groep, Technische Unie
 Grote en kleine leveringen aan <u>horeca</u> , deels geconditioneerd	Lekkerland, Sligro
 Kleine leveringen aan meerdere adressen (B2B en B2C)	DPD, PostNL
 Grote leveringen aan <u>food retail</u>	Albert Heijn, Jumbo
 Grote leveringen aan <u>non-food retail</u> en <u>B2B</u>	Gebr. Versteijnen (GVT)
 Kleine leveringen, <u>servicediensten</u> en <u>installatie</u>	BCC
 <u>Facilitaire</u> leveringen inclusief (kleine) werkzaamheden	De Bresser

Sectorindeling volgens Annual Outlook City Logistics

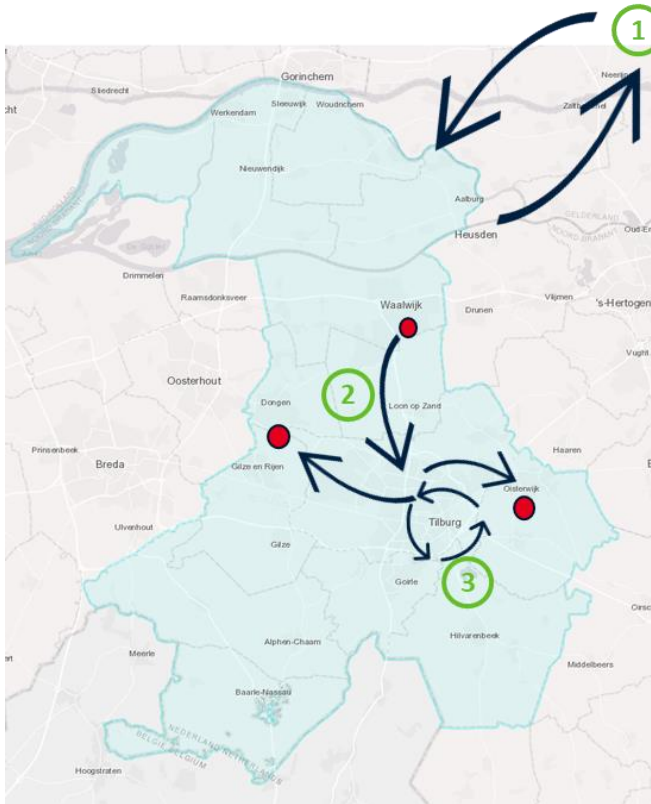
Ritprofielen

- Stadslogistiek is zeer divers. Benoemd zijn sectoren op basis van de Annual Outlook City Logistics. Bezien vanuit logistiek perspectief onderscheiden deze sectoren zich met ritprofielen als:
 - Afstand en tijd van depot of voertuigstandplaats naar werkgebied en v.v.
 - Interdrop afstand en -tijd binnen het werkgebied
 - Stoptijd bij klant voor laden, lossen of dienstverlening
- Inzicht in ritprofielen is belangrijk, e.e.a. is mede bepalend voor het vaststellen van de omvang van laadbehoefte en gewenste laadlocaties. Incl. een onderscheid naar vracht- en bestelwagens
- Tabel aan linkerzijde toont per sector de bedrijven die gedetailleerde ritprofielen en/of kwalitatieve informatie hebben aangeleverd. Betreffende ritten hebben allen tenminste één stop die in de toekomstige Tilburgse ZE zone valt. Bijlage 2 toont een screenshot van ritprofiel data
- In 2019 is onder de Topsector Logistiek vlag een soortgelijk project uitgevoerd voor de gemeente Amsterdam. Verkregen Amsterdam ritprofielen zijn als aanvulling gebruikt op de Tilburg ritprofielen

Benodigde ritprofielen beschikbaar gesteld door lokale en landelijke vertegenwoordigers

1.2 Afbakening onderzoek: COROP Midden – Noord Brabant

COROP Midden – Noord Brabant



COROP Midden – Noord Brabant en in scope ritten

Projectscope

- Het project richt zich op alle ritten (vracht- en bestelwagens) in de COROP Midden-Noord Brabant die de voorziene Tilburgse ZE zone raken:
 1. Ritten vanuit- en naar overige COROP gebieden die Tilburg raken
 2. In- en uitstromend ritten vanuit omliggende bedrijfsterrinen en plaatsen
 3. Interne Tilburg ritten
- Ritten worden toegewezen aan sectoren, gebaseerd op Annual Outlook City Logistics. Zie par. 1.1
- Onderscheiden worden drie voertuigen categorieën:
 - N1 – Bestelwagens
 - N2 – Bakwagens
 - N3 – Vrachtwagens
- Buiten scope: Ritten vanuit Tilburg en COROP Midden-Noord Brabant die Tilburgse ZE zone niet raken. Voorbeeld: vanuit Albert Heijn DC Tilburg (buiten ZE zone) naar filiaal in ZE zone in Eindhoven
- Verondersteld is de inzet van BEV vracht- en bestelwagens voor stadslogistiek in de ZE zone



Scope: BEV vracht- en bestelwagens die in COROP Midden – Noord Brabant de Tilburgse ZE zone raken

2. Actualiseren laadpaal- en voertuigkosten

Laadpalen en kosten

Type Laadpaal	Power (kW)	Lifetime (Yr)	Investment (€)	Running costs (€/Yr)	Cost (per kWh)
AC3,7_Privaat	3,7	10	€ 1.219	€ 25	€ 0,21
AC10_Publiek	10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,33
AC20_Publiek	20	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,34
AC20_Privaat	20	10	€ 2.820	€ 165	€ 0,13
FC50_Publiek	50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,35
FC50_Privaat	50	10	€ 35.000	€ 1.750	€ 0,12
HPC150_Publiek	150	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,40
HPC150_privaat	150	10	€ 90.000	€ 3.850	€ 0,08
HPC350_Publiek	350	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,40
HPC350_privaat	350	10	€ 190.000	€ 9.800	€ 0,08

Investerings en kosten per type laadpaal (excl. energielasten). Indien publieke laadpaal, zijn investeringen en onderhoudskosten verdisconteerd in 'all-in' kosten per kWh



Fastned voorbeeld laadpalen

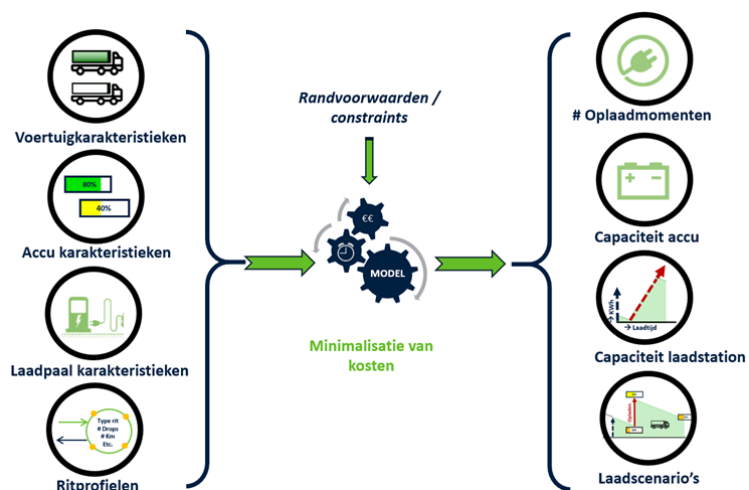
Laadpalen voor BEV vracht- en bestelwagens

- Om te bepalen waar in de regio Tilburg er hoeveel geladen wordt, is naast inzicht in ritprofielen (par. 1.1) tevens inzicht in laadpaal- en voertuigkosten benodigd. Immers:
 - Laadpalen onderscheiden zich o.a. in vermogen, investeringen en kosten. Afhankelijk van het type laadlocatie (depot, bij klant, onderweg of thuis), is een type laadpaal mogelijk;
 - BEV vracht- en bestelwagens onderscheiden zich o.a. in batterij configuraties, investeringen en kosten
- Gebaseerd op onze expertise en gesprekken met laadpaal-leveranciers (o.a. Heliox) en koplopers in ZE distributie (o.a. Albert Heijn), zijn benoemd:
 - Investerings en kosten per type laadpaal;
 - Combinaties van type laadpaal en type laadlocatie (depot, etc.);
 - Combinaties van type laadpaal en type voertuig
 - Type accu, investering en capaciteit;
 - Type voertuigen, investering en energieverbruik
- In het Topsector Logistiek – Amsterdam project zijn soortgelijke gegevens verzameld. Voor dit Tilburg onderzoek is deze informatie geactualiseerd. Zie verder Bijlage 3

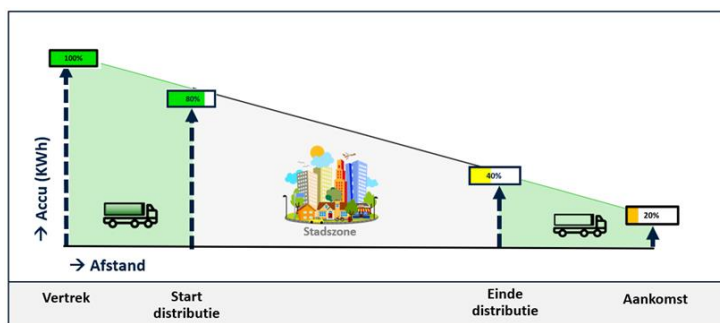
Laadpaal- en voertuigkosten geactualiseerd ter bepaling van laadlocaties en laadvraag

3.1 Rekenmodel optimaal laden

Optimalisatie scope



*Rekenmodel optimaal laden:
Gebaseerd op voertuig-, batterij-,
laadpaal- en ritkarakteristieken
wordt optimale laadstrategie (= laagste kosten) berekend*



*Voorbeeld: scenario 'zonder bijladen'. Laagste kosten indien
batterij voldoende capaciteit
heeft voor gehele rit*

Minimaliseren van kosten

- Met inzichten in ritprofielen per sector en laadpaal- en voertuigkosten, is vervolgens een optimale laadstrategie bepaald. Hiertoe is een optimalisatiemodel gebruikt dat binnen uitgangspunten (zie bijlage 3) totale kosten minimaliseert
- Resultaat betreft o.a. per (annual outlook) sector de toewijzing van laadvraag aan mogelijke laadlocaties (op het depot, bij de klant, onderweg of thuis) en de benodigde capaciteit. Tevens geeft het model per sector / ritprofiel o.a. inzicht in beste batterijkeuze en type laadpaal
- Ten opzicht van het Amsterdam project, is het rekenmodel verder verbeterd. Zo vindt optimalisatie nu plaats op voertuig- en wagenparkniveau (i.p.v. individueel ritniveau)
- Afbeelding links toont laadscenario 'zonder bijladen'. Bijladen onderweg (publiek of bij klant) is niet gewenst, laden op depot of thuis (bestelwagen) resulteert in laagste kosten

Modellering resulteert in toewijzing laadvraag aan mogelijke laadlocaties in Tilburg en omgeving

3.2 Toewijzen laadvraag aan type laadlocaties – Vrachtwagens

Vrachtwagens: Laadmomenten en -capaciteit

TILBURG - Vrachtwagens (laadmomenten)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	0	25	50	25
Horeca	0	15	85	0
Pakketten				
Retail (Food)	0	10	85	5
Retail (Non-food)	0	10	85	5
Installatie				
Facilitair	0	0	100	0

TILBURG - Vrachtwagens (%kwh)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	0	10	60	30
Horeca	0	10	90	0
Pakketten				
Retail (Food)	0	5	90	5
Retail (Non-food)	0	5	90	5
Installatie				
Facilitair	0	0	100	0

Laadlocaties en Annual outlook sectorindeling – Vrachtwagens

Groen geen / minimaal aandeel
Geel beperkt aandeel laden
Rood groot aandeel laden

Op depot, bij klant, onderweg of thuis?

- Wij zien de volgende resultaten m.b.t. laden voor vrachtwagens:
 - Afval: Volledig depot laden, zowel gedurende avond/nacht als voor bijladen overdag
 - Bouw: Overwegend depot laden. Bij langere lostijden ook mogelijkheden voor laden op 'klant' locatie. Bij langere afstanden ook kort publiek bijladen
 - Horeca: Overwegend depot laden. Eventueel kort publiek bijladen op bijv. een 'horecaplein'
 - Retail (Food): Overwegend depot laden. Langere lostijd bij winkels biedt mogelijkheid voor kort bijladen, echter retailers zien dit niet snel gebeuren. Kort bijladen onderweg voor lange ritten is een optie
 - Retail (Non-food): in lijn met Retail Food
 - Facilitair: Volledig depot laden is waarschijnlijk. Door langere stoptijden bij klant is hier bijladen in theorie mogelijk, maar door sterk wisselende adressen niet waarschijnlijk
- Een soortgelijke toewijzing is eveneens voor bestelwagens gemaakt. Zie volgende pagina en ook bijlage 4

Resultaat van toewijzing gereed voor extrapolatie naar regionaal niveau

3.2 Toewijzen laadvraag aan type laadlocaties – Bestelwagens

Bestelwagens: Laadmomenten en -capaciteit

TILBURG - Bestelwagens (laadmomenten)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	70	15	0	15
Horeca	0	0	100	0
Pakketten	20	10	70	0
Retail (Food)	0	0	100	0
Retail (Non-food)				
Installatie	70	15	15	0
Facilitair	40	0	45	15

TILBURG - Bestelwagens (%kwh)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	75	10	0	15
Horeca	0	0	100	0
Pakketten	10	5	85	0
Retail (Food)	0	0	100	0
Retail (Non-food)				
Installatie	80	10	10	0
Facilitair	60	0	35	5

Laadlocaties en Annual outlook sectorindeling – Bestelwagens

Groen geen / minimaal aandeel
Geel beperkt aandeel laden
Rood groot aandeel laden

Op depot, bij klant, onderweg of thuis?

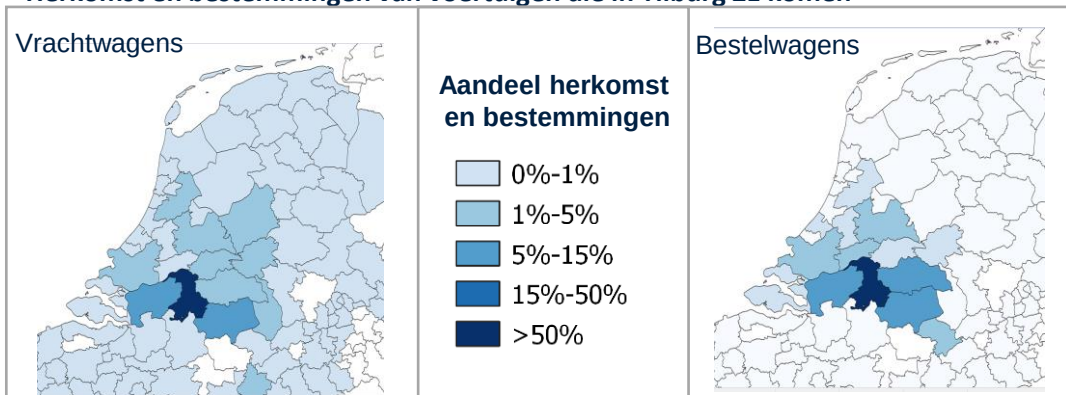
- Wij zien de volgende resultaten m.b.t. laden voor bestelwagens:
 - Afval: Volledig depot laden, zowel gedurende avond/nacht als voor bijladen overdag
 - Bouw: Overwegend thuis (publieke ruimte) laden gedurende nachtelijke uren. Betreft veelal zzp'ers met een eigen voertuig
 - Horeca: Overwegend depot laden. Eventueel kort publiek bijladen op bijv. een 'horecaplein'
 - Pakketten: Vooral depot laden. Regionale distributie, korte rijafstanden en korte stoptijd bij klant. Aandeel thuis laden mogelijk kleiner dan getoond, indien duidelijke lagere laadkosten bij depotladen
 - Retail (Food): Overwegend depot laden. Overwegend regionale distributie met kortere rijafstanden en korte stoptijden bij klant
 - Installatie: Vergelijkbaar profiel als Bouw. Veelal reparatie/ service-onderhoud
 - Facilitair: Mix van thuis (publieke ruimte) en depotladen. Laden bij de klant is gezien de korte stoptijden of vanwege de vele wisselende adressen geen optie

Resultaat van toewijzing gereed voor extrapolatie naar regionaal niveau

4.1 Vaststellen laadbehoefte door invoeren ZE zone ^{1/2}

Kenmerken voertuigen in ZE zone Tilburg

Herkomst en bestemmingen van voertuigen die in Tilburg ZE komen



Sector	Vrachtauto's	Bestelauto's
Afval	3%	0%
Bouw	23%	42%
Facilitair	5%	19%
Horeca	2%	3%
Post en pakket	4%	5%
Retail food	20%	3%
Retail non-food	38%	19%
Installatie	5%	9%

Vaststellen aantal voertuigen die elektrificeren door ZE zone

- Op basis van CBS enquêtedata over 2019 voor vracht- en bestelwagens, is ingeschat hoeveel voertuigen er in de toekomstige ZE zone van Tilburg komen per sector. De ophoging van het aantal waargenomen kentekens in Tilburg in een week (steekproefdata CBS-enquête) naar een jaar, is gebaseerd op een compleet jaar aan voertuigwaarnemingen in de gemeente Rotterdam. Uit de Rotterdamse data is ook afgeleid dat 20% van de voertuigen verantwoordelijk is voor 80% van de ritten (zie bijlage 5). Dit leidt tot de volgende conclusies voor de toekomstige ZE zone in Tilburg:
 - Jaarlijks komen circa 13.400 vrachtwagens en 31.600 bestelwagens (unieke kentekens) in de ZE zone van Tilburg. Deze rijden voor een belangrijk deel in de omgeving van Tilburg (vrachtwagens 54% en bestelwagens 63% van herkomst en bestemmingen), maar maken ook ritten elders in Nederland
 - Vrachtwagens zijn met name actief sectoren bouw (23%), retail food (20%) en non-food (38%). Bestelwagens vooral in de sectoren bouw (42%), facilitair (19%) en retail non-food (19%)
 - We nemen aan dat de voertuigen die vaker dan 10 maal per jaar komen, sowieso gaan elektrificeren. Dit resulteert in ca. **2.200** vracht- en **10.280** bestelwagens. Wanneer deze voertuigen elektrisch worden levert dit naar schatting een TTW CO2 reductie van 230 kton per jaar op.

2.220 vracht- en 10.280 bestelwagens gaan elektrificeren door ZE zone Tilburg

4.1 Vaststellen laadbehoefte door invoeren ZE zone ^{2/2}

Vrachtwagens: Laadvraag naar type locatie

Sector	Aantal voertuigen	Totaal (MWh/jr.)	Depot (MWh/jr.)	Onderweg (MWh/ jr.)	Klant (MWh/jr.)
Afval	74	5.432	5.438	-	-
Bouw	548	56.849	34.148	5.676	16.896
Facilitair	117	11.097	11.110	-	-
Horeca	37	3.370	3.036	336	-
Post en pakket	110	13.626	13.642	-	-
Retail – Food	388	53.408	48.122	2.666	2.646
Retail – Non food	815	110.036	99.146	5.494	5.451
Installatie	133	8.438	8.448	-	-
Totaal dat ZE Tilburg raakt	2.222	262.256 (100%)	223.090 (85%)	14.173 (5%)	24.992 (10%)
Met standplaats in Midden-Noord Brabant	727	80.962	59.731	n.v.t.	n.v.t.

Laadvraag en Annual outlook sectorindeling

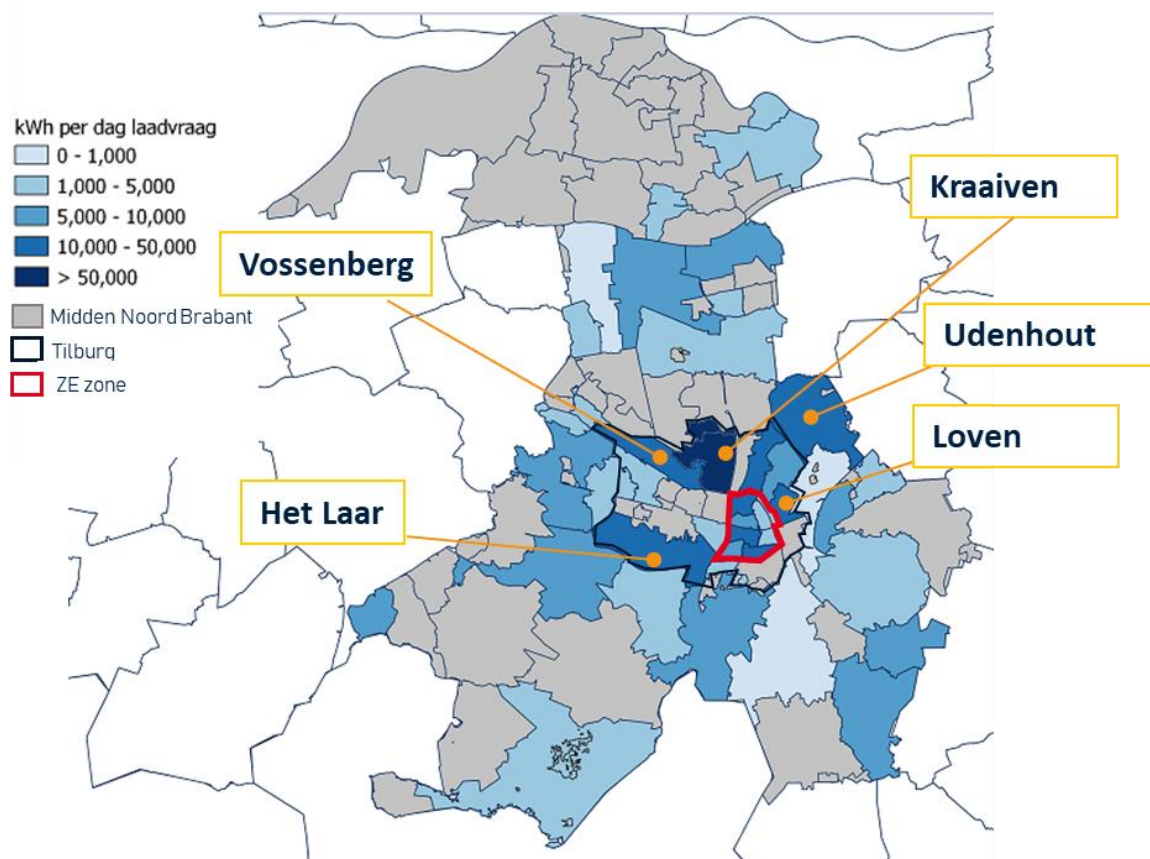
Vaststellen totale laadvraag en laadvraag naar type locatie

- Voor het aantal voertuigen dat gaat elektrificeren (**2.222** vracht- en **10.280** bestelwagens) is op basis van jaarkilometrage en verbruik (bron CBS) bepaald, welke energiebehoefte ze hebben. Met behulp van de resultaten uit het rekenmodel “optimaal laden” is bepaald tot welke laadvraag naar type locatie dit leidt:
 - De totale laadvraag voor vrachtwagens is **262 GWh** per jaar (gelijk aan elektriciteitsgebruik van 90.000 huishouden), voor bestelwagens **99 MWh** per jaar (bijlage 5)
 - Voor vrachtwagens verwachten we 85% van de laadvraag op een depot. Voor bestelwagens verwachten we 48% van de laadvraag in de woonwijk bij de gebruikers (bouwvakkers, eigen ondernemer) en 39% op depot (o.a. Post en Pakketten, Aannemersbedrijven)
 - De laadvraag op een klantlocatie is voornamelijk bouw gerelateerd. Dus geen vaste locaties, maar daar waar gebouwd wordt.
 - In COROP Midden – Noord Brabant wordt een laadvraag van 81.000 MWh per jaar voor vrachtwagens verwacht en 48.883 MWh per jaar voor bestelwagens.
- Voor bestelwagens is de laadvraag weergegeven in bijlage 5
- Van het totaal aantal voertuigen dat elektrificeert hebben 727 vrachtauto's en 6.028 bestelauto's een standplaats in Midden-Noord Brabant

85% laadvraag vrachtwagens op depot en 48% laadvraag bestelwagens thuis, ‘in de wijk’

4.2 Geografische kaart laadbehoefte ^{1/2}

Totale laadvraag per PC 4 (kWh per dag)



Geografische toedeling van laadvraag

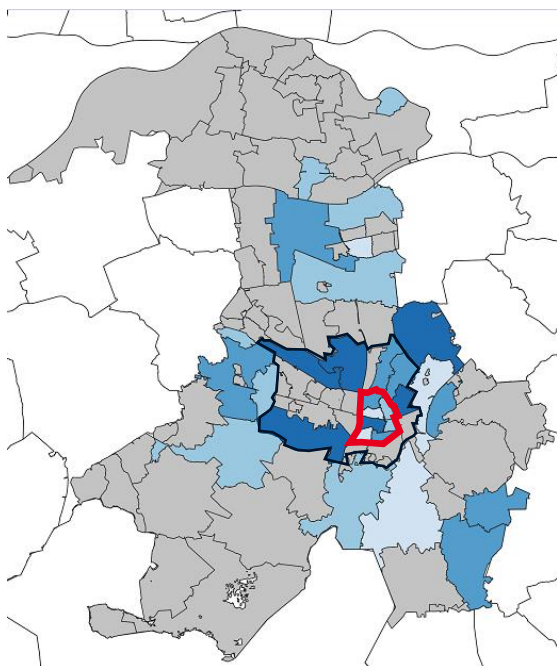
- De verwachte laadvraag van vracht- en bestelwagens op depot en bestelwagens thuis (393 MWh per dag) is op basis van standplaatsinformatie toegewezen aan postcode 4 gebieden. De laadvraag per postcode 4 is op de kaart links samengevat:
 - Van de 727 vrachtwagens die elektrificeren met een standplaats in Midden-Noord Brabant heeft 70% (510) een standplaats in Tilburg. Ongeveer 100 vrachtwagens hebben een standplaats in de ZE zone
 - Van de 6.028 bestelwagens met een standplaats in Midden-Noord Brabant zijn er 4.650 in de gemeente Tilburg. Hiervan zullen naar verwachting circa 3.000 bestelwagens thuis gaan laden, waarvan 2.000 in de ZE zone. Een belangrijke deel hiervan zal gebruik willen maken van een openbare laadpaal
 - Op de volgende pagina's is de laadvraag per postcode 4 uitgesplitst naar type laadvraag:
 - Laden op depot van vrachtwagens
 - Laden op depot van bestelwagens
 - Laden thuis van bestelwagens

De laadvraag concentreert zich op de bedrijventerreinen in- en rondom Tilburg

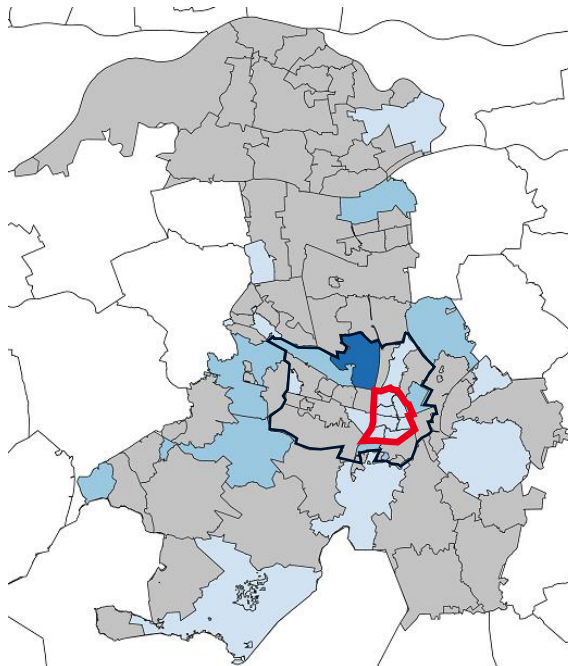
4.2 Geografische kaart laadbehoefte ^{2/2}

Laadvraag (kWh per dag)

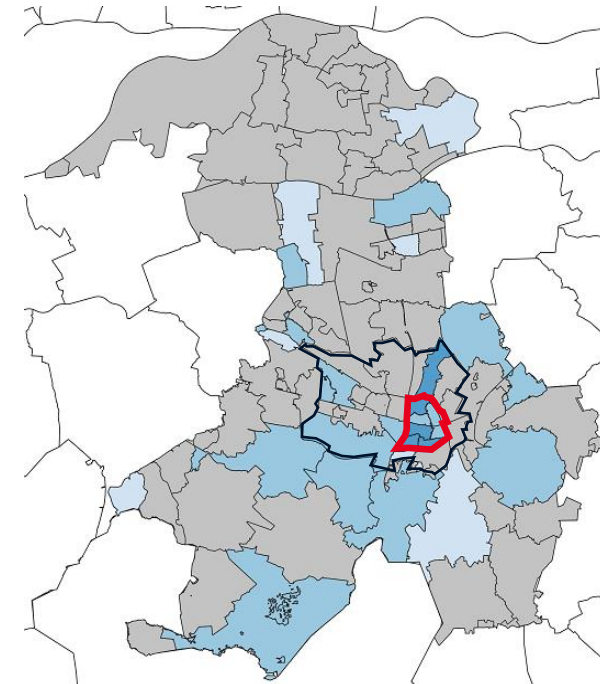
Vrachtwagens op depot



Bestelwagens op depot



Bestelwagens thuis



Laadvraag per dag
(kWh/ dag)

- 0 - 1,000 kWh
- 1,000 - 5,000 kWh
- 5,000 - 10,000 kWh
- 10,000 - 50,000 kWh
- >50,000 kWh

Midden Noord Brabant

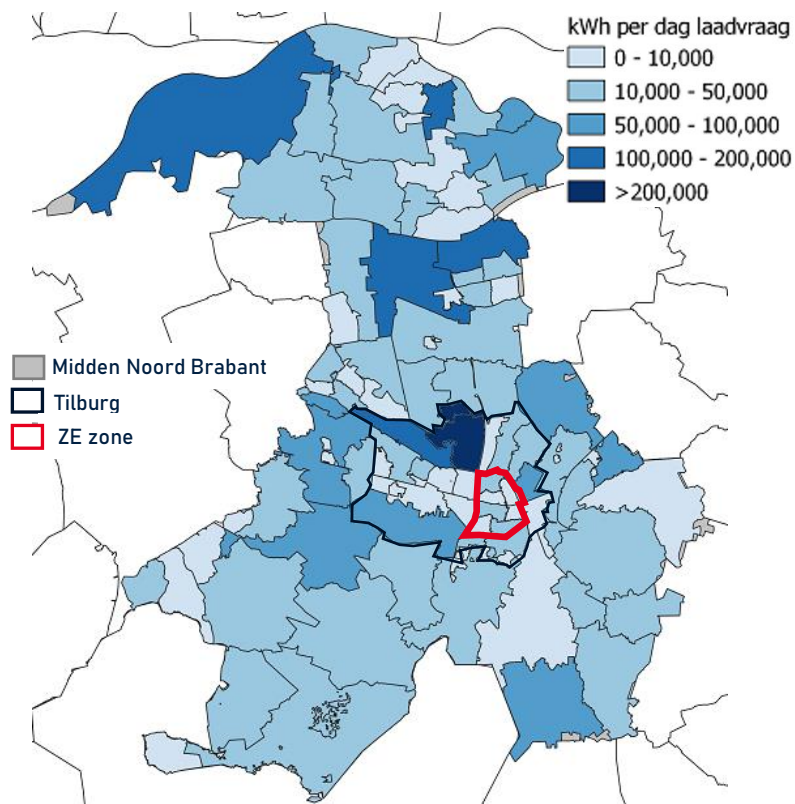
Tilburg

ZE zone

Vrachtauto's op depot veroorzaken de grootste concentratie van laadvraag

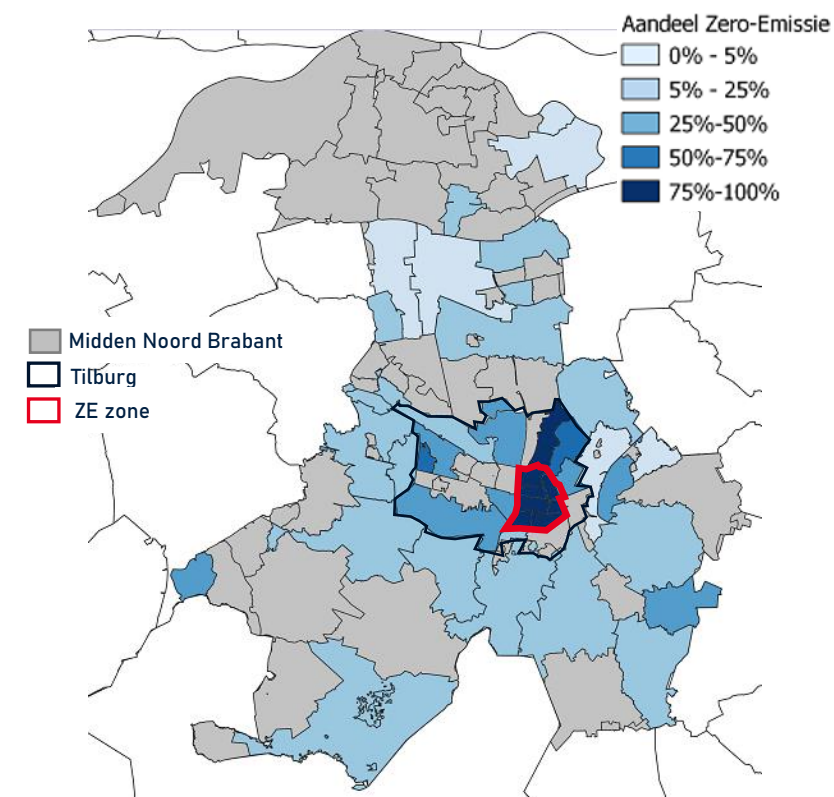
4.3 Maximale en relatieve laadvraag in COROP Midden – Noord Brabant

Maximale laadvraag Midden – Noord Brabant



Omdat er meer ZE zones zullen zijn vanaf 2025, zullen er waarschijnlijk meer voertuigen in Midden – Noord Brabant elektrificeren dan ingeschat door toedoen van alleen de ZE zone Tilburg alleen (> 10 ritten/ jaar). Op langere termijn zullen meer voertuigen elektrificeren. De totale laadvraag kan, indien alle voertuigen met een standplaats in Midden-Noord Brabant elektrificeren, in plaats van 393 MWh uitkomen op 2.000 MWh in Midden-Noord Brabant. In de kaart links is aangegeven welke laadvraag wordt verwacht wanneer alle voertuigen met een standplaats in Midden-Noord Brabant elektrisch worden. Rechts is aangegeven welk aandeel van de maximale laadvraag wordt verwacht door voertuigen die elektrisch worden vanwege de ZE zone Tilburg. In de ZE zone is dit 100%. Binnen de grenzen van de gemeente Tilburg zijn er veel gebieden waar we een aandeel van 25-50% elektrische voertuigen verwachten door toedoen van de ZE zone.

Relatieve laadvraag door ZE zone t.o.v. maximum



De ZE zone veroorzaakt ongeveer 20% van de maximale logistieke laadvraag in Midden-Noord Brabant.

4.4 Vaststellen impact op elektriciteitsnet

Bepalen van impact op het net

- De laadbehoefte van bestel- en vrachtauto's leidt tot extra vermogensvraag op het elektriciteitsnet.
- Deze vermogensvraag kan effect hebben op verschillende spanningsniveaus (zie ook figuur rechts):
 - (E)HS: (extra)hoogspanning
 - MS: midden spanning
 - LS: laagspanning
- In de huidige analyse kijken we naar het effect op de HS-MS stations, waar de hoogspanning wordt omgezet naar midden spanning en waar de verantwoordelijkheid van de lokale netbeheerder Enexis start
- Omdat de laadvraag geaggregeerd is (vanwege privacy) op postcode 4, is het niet mogelijk de impact op het onderliggende net te beoordelen.

EHS-HS station (van 220-380 naar 110-150 kV)



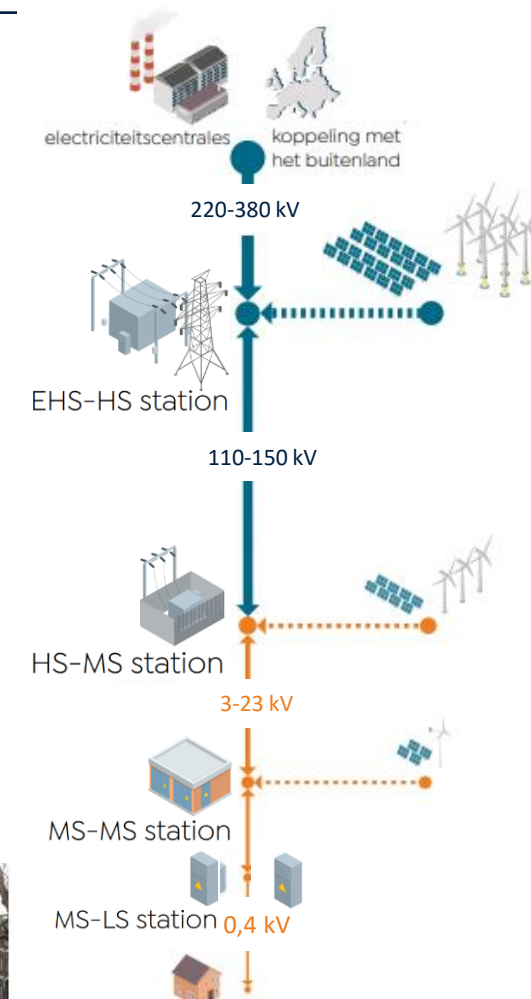
HS-MS station (van 110-150 naar 3-23 kV)



MS-MS station (3-23kV)



MS-LS station (van 10-23 naar 0.4 kV)

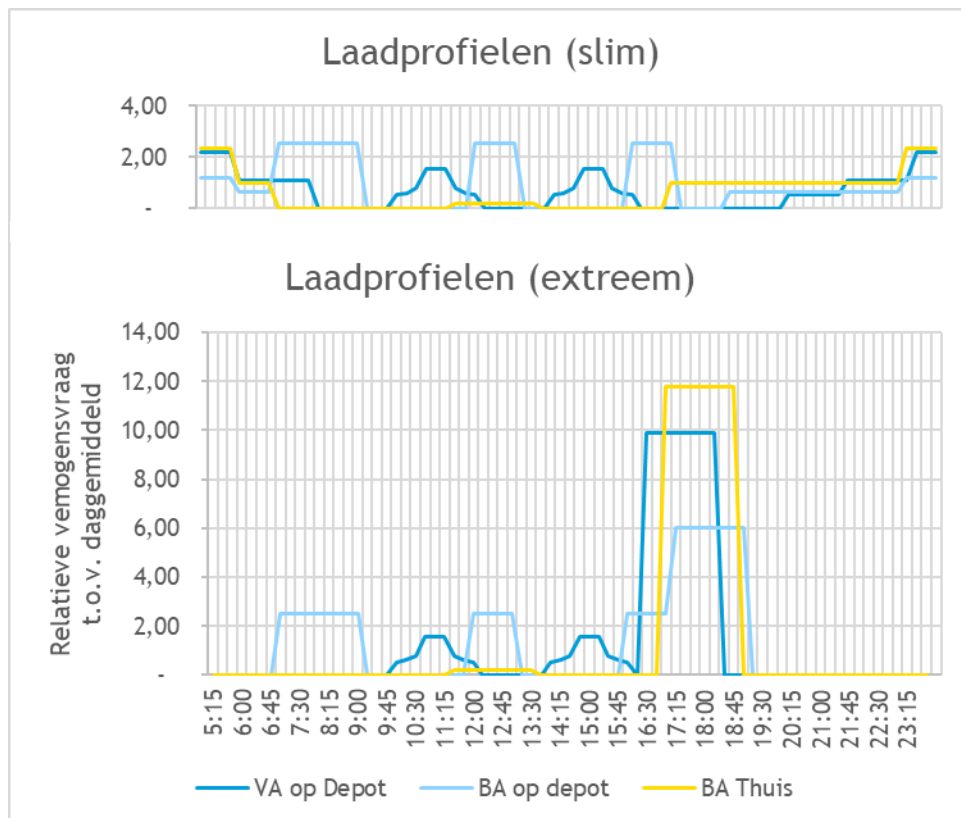


[Afbeeldingen bewerking van: Netbeheer Nederland](#)

In dit onderzoek wordt gekeken naar de impact van de laadvraag op de HS-MS stations

4.4 Vaststellen impact op elektriciteitsnet

Laadprofielen laden op depot en thuis



'Slim' en 'Extreem' laadprofielen

Impact laadvraag op het elektriciteitsnet

- De impact op het elektriciteitsnet wordt bepaald door de vermogensvraag van voertuigen gedurende de dag en hangt dus samen met het tijdstip waarop de voertuigen zullen laden. Om de impact te bepalen is gerekend met 2 scenario's voor het laden 's nachts:

- Voertuigen laden slim. Na werktijd worden voertuigen gedurende de nacht langzaam opgeladen. De laadvraag wordt over de nacht gespreid (zie bovenste grafiek, links)
- Voertuigen laden niet slim. Bij thuiskomst worden de voertuigen aan een eigen laadpaal gekoppeld en wordt met vol vermogen geladen. De vermogensvraag tussen rond 17.00 wordt daarmee 6 tot 7 maal hoger dan bij slim laden. (zie onderste grafiek, links)

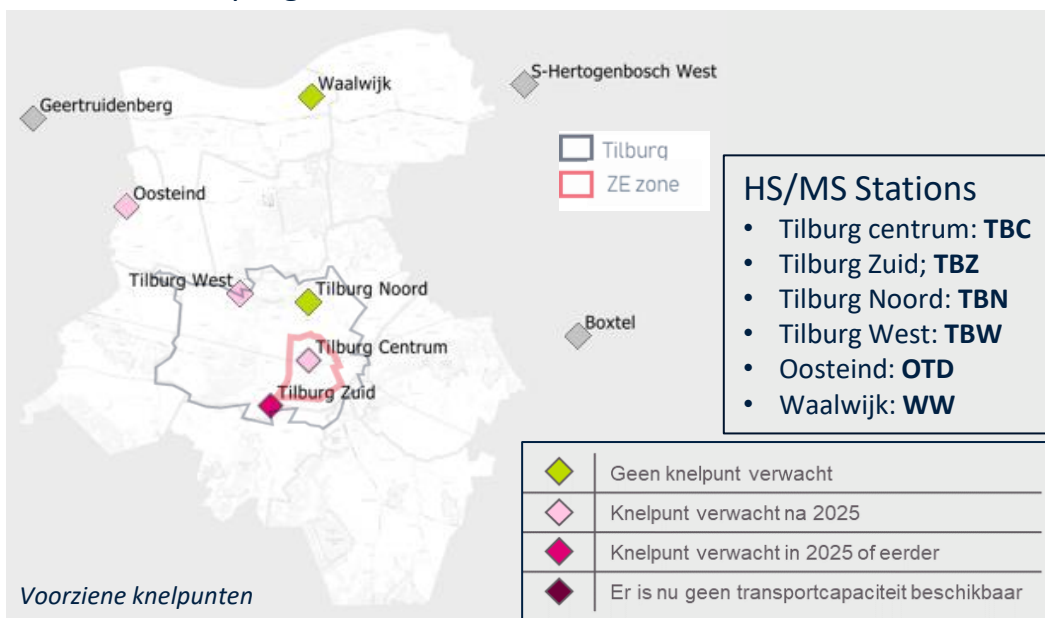
Voor de netaansluiting op depots en distributiecentra is het van belang om niet alleen te kijken naar de vermogensvraag van het aantal voertuigen dat zal laden in 2025/2030 door toedoen van de ZE zone, maar naar de maximale vermogensvraag als alle voertuigen elektrificeren. Dit bepaald namelijk welke netverzwaring uiteindelijk nodig zal kunnen zijn. Er is daarom in de scenario's ook onderscheid gemaakt naar de vermogensvraag door toedoen van de ZE zone in Tilburg en naar de maximale vermogensvraag wanneer alle voertuigen elektrificeren.

De laadvraagverdeling over de dag bepaalt de impact op het elektriciteitsnet

4.4 Vaststellen impact op elektriciteitsnet

Huidige indicatie knelpunten elektriciteitsnet

In onderstaande figuur zijn de hoog/middenspannings (HS/MS) - station in en rondom Tilburg weergegeven. De kleur van het station geeft aan in hoeverre er op dit moment knelpunten zijn of worden verwacht vanuit de energievraagkant op basis van o.a. ontwikkelingen in woningbouw, elektrisch personenvervoer, en in de industrie. Goederenvervoer maakt geen deel uit van onderstaande prognoses.



Scenario's vermogensvraag

Voor onderstaande scenario's is de vermogensvraag gedurende de dag per postcode 4 gebied geaggregeerd naar de verzorgingsgebieden van de HS/MS station. Enexis heeft vervolgens bepaald wat de logistieke vermogensvraag betekent voor knelpuntenanalyse op de HS/MS stations, aangenomen dat de volledige logistieke vermogensvraag wordt toegevoegd aan de vermogensvraag die wordt geraamd voor de komende jaren .

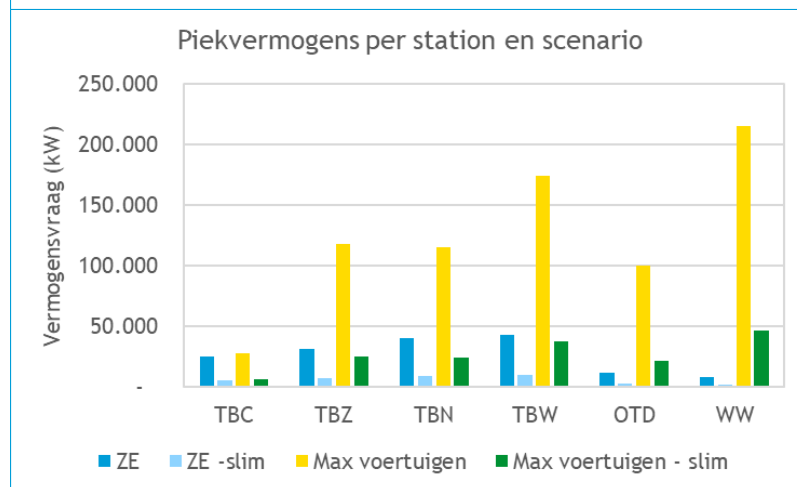
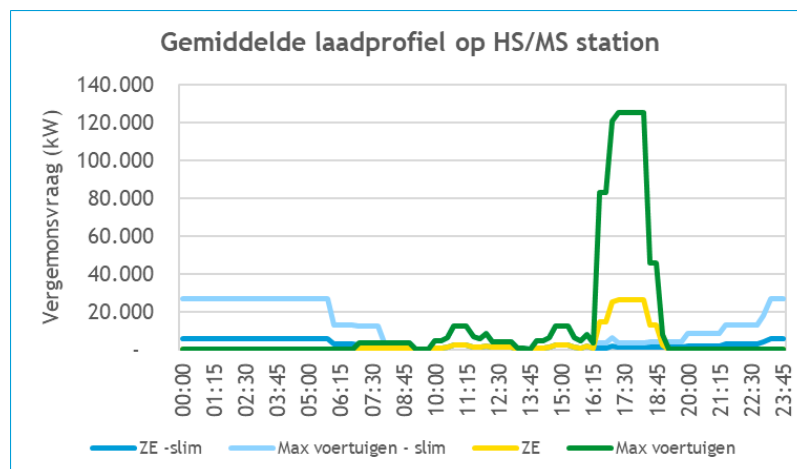
De vier vermogensvraagscenario's voor vracht- en bestelauto's zijn als volgt gedefinieerd:

1. **ZE:** Aantal voertuigen ZE zone laad met vol vermogen bij aankomst op depot of thuis (ca. 2 uur op 150 kW / 25 kW aansluiting)
2. **ZE slim:** Aantal voertuigen ZE zone laden gespreid gedurende de nacht
3. **Max voertuigen:** Maximum aantal voertuigen wordt elektrisch en laad met vol vermogen bij aankomst op depot of thuis (ca. 2 uur op 150 kW / 25 kW aansluiting)
4. **Max voertuigen slim:** Maximum aantal voertuigen wordt elektrisch en deze laden gespreid gedurende de nacht

4 scenario's gedefinieerd in knelpuntenanalyse op HS/MS stations

4.4 Vaststellen impact op elektriciteitsnet

Belasting op HS/MS stations



Knelpuntenanalyse voor HS/MS stations

- Enexis geeft aan dan in het geval van de 2 slim laden scenario's de status van de knelpuntenanalyse op de onderstations niet veranderd. In de scenario's waar niet gespreid wordt geladen gedurende de nacht worden er meer knelpunten verwacht
- De oplossingsrichting voor knelpunten is afhankelijk van de grootte van het knelpunt. In het scenario max. voertuigen (niet slim) lopen knelpunten op tot >150 MW. Knelpunten van deze orde grootte kunnen vaak niet opgelost worden door uitbreidingen op bestaande stations; hiervoor moet gekeken worden naar de realisatie van een nieuw station.
- Het bouwen van een nieuw station is een lang proces is dat 7 jaar kan duren en is afhankelijk van verleende vergunningen vanuit een gemeente.

	Huidige situatie	ZE	ZE - slim	Max voertuigen	Max voertuigen - slim
TBC	◆	◆	◆	◆	◆
TBZ	◆	◆	◆	◆	◆
TBN	◆	◆	◆	◆	◆
TBW	◆	◆	◆	◆	◆
OTD	◆	◆	◆	◆	◆
WW	◆	◆	◆	◆	◆

Impact logistieke vermogensvraag op geraamde vermogensvraag	
◆	Geen knelpunt verwacht
◆	Knelpunt verwacht na 2025
◆	Knelpunt verwacht in 2025 of eerder
◆	Er is nu geen transportcapaciteit beschikbaar

4.4 Vaststellen impact op elektriciteitsnet

Doorlooptijden netuitbreidingen

Naast de impact die ZE logistieke voertuigen zullen hebben op de MS/HS stations zullen ook netuitbreidingen nodig zijn op midden- en laagspanningsniveau (bijv. aantal nieuw te bouwen stations en verzwaren van kabels). Om dit goed in kaart te brengen is meer gedetailleerde informatie op postcode 6 niveau of per aansluiting nodig, die vaak van de ondernemers zelf zal moeten komen.

Indicatieve doorlooptijden netuitbreidingen

Nieuw HS/MS station	5 tot 7 jaar
Uitbreiding HS/MS station	3 tot 6 jaar
Nieuw MS station	2,5 tot 3 jaar
Kabelcircuit MS	0,5 tot 3 jaar
Nieuw MS/LS station	0,5 tot 1 jaar
Kabelcircuit LS	0,5 tot 1 jaar

Bron: Enexis

Noot: De genoemde doorlooptijden zijn indicatief. De uitvoeringscapaciteit staat steeds meer onder druk ook door andere ontwikkelingen. De werkelijke doorlooptijden kunnen daardoor langer zijn.

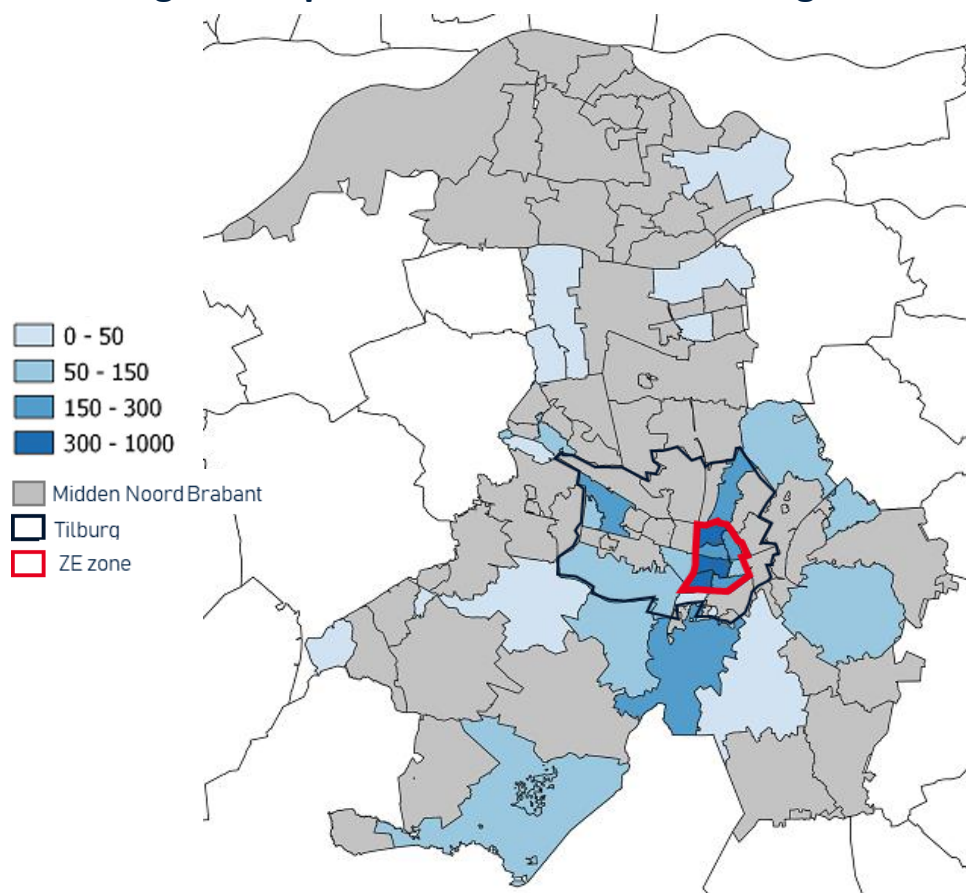
Aansluitingen voor depots en distributiecentra

- Aansluitingen tot 6.000 kW (40 laders van 150 kW voor vrachtauto's) zullen op het midden of laagspanningsnet zitten. Uitbreidingen in de onderliggende netten vormen ook een groot onderdeel van het totale werkpakket van netbeheerders
- Boven de 1.750 kW (vanaf circa 40-50 E-vrachtwagens) zal een directe aansluiting op een MS station worden gerealiseerd. De doorlooptijd hiervoor is 0,5-3 jaar indien de capaciteit op een bestaand station aanwezig is. Indien een nieuw MS of HS/MS station moet worden aangelegd neemt de doorlooptijd om een aansluiting te realiseren toe tot 7 jaar
- Het is daarom voor bedrijven met een groter wagenpark van belang om op tijd met de netbeheerder in gesprek te gaan over aan te leggen laadinfrastructuur

Start tijdig gesprekken met netbeheerder

5. Opstellen plan ruimtelijke inpassing

Benodigde laadpunten thuisladen bestelwagens



Benodigde laadinfrastructuur

- Er zijn circa 3.800 bestelwagens in de COROP Midden – Noord Brabant, waarvan 3000 in Tilburg, die thuis gaan laden. In principe is 1 laadpunt per voertuig daarvoor wenselijk.
- De figuur links toont hoe de laadpunten zijn verdeeld per postcode 4 gebied. Een aantal van de laadpunten zal op privéterrein worden aangelegd, maar een aantal voertuigen zal zeker ook een publieke laadpunt nodig hebben. Zeker in wijken waar het voertuig niet op eigen terrein kan staan. Tegelijk zijn er ook aanwijzingen dat een aantal bestelwagens dat nu thuis staat, in de toekomst op depot bij de werkgever zal gaan laden, bijv. door lagere kosten per kWh. In dit onderzoek is dit niet verder gekwantificeerd
- Naast publieke laadpunten zijn er op depots **2.230** laadpunten voor bestelauto's en **727** voor vrachtauto's nodig. Voor vrachtauto's kan in veel gevallen een aansluiting van 150 kW wel 4-5 voertuigen bedienen, indien de aansluiting slim wordt ingezet, aangezien de gemiddelde vermogensvraag per voertuig rond de 30-40kW ligt. Een 150 kW aansluiting op depot is wel wenselijk om overdag snel te kunnen laden

Veel publieke laadpalen zijn nodig voor thuis ladende bestelauto's

6. Verkennen mogelijke vervolgstappen



Verdiepend

Maatwerk op lokaal niveau. Bijvoorbeeld het vaststellen van laadbehoefte en het inventariseren van de netwerkcapaciteit nabij Tilburgse bedrijventerreinen. Mogelijkheden tot gedeelde laaddepots onderzoeken.



Verbredend

Van lokale / Tilburg laadvraag, via regionale laadvraag, uitbreiden tot vaststellen van landelijke laadbehoefte. Het uitbreiden van de geografische scope naar bijvoorbeeld alle COROP gebieden in Zuid Nederland. Daarmee verkrijg je bijv. voor een rit vanuit Albert Heijn DC Tilburg naar ZE zone Eindhoven (zie '3. Projectscope') inzicht in additionele laadbehoefte in Tilburg. Vervolgens kan deze methode zich opschalen naar een landelijke scope



Vaststellen laadvraag bedrijfsmatig personenvervoer, zoals touringcars en openbaar-, doelgroepen- en taxivervoer



Vaststellen synergie effecten

Omdat 80% van de vrachtwagens minder dan 10x per jaar in de Tilburgse ZE zone komt lijkt elektrificatie in eerste instantie niet zinvol. Maar mogelijk komen deze vrachtwagens wel in de ZE zones van andere steden, waardoor elektrificatie alsnog zinvol wordt.

7. Conclusies en advies ^{1/2}



Vrachtwagens gaan voornamelijk op depots laden. Dit blijkt het kostenoptimalisatiemodel en wordt bevestigd in gesprekken met verladers. Laden langs de weg is duur, tijd van chauffeurs is schaars. Voor laden bij de klant is vaak te weinig tijd en de laadinfrastructuur bij de klant is relatief duur als deze niet frequent gebruikt wordt



Voor bestelwagens wordt naast depotladen ook een groot aandeel thuisladen verwacht. Met name voor de sectoren Bouw, Facilitair en Pakketten. O.a. pakketvervoerders geven aan dat elektrische bestelwagens, naast een belangrijk aandeel thuis laden, vaker op het depot zullen staan omdat laden daar goedkoper is



20% van voertuigen blijkt goed voor 80% ritten in ZE zone



2.220 vracht- en 10.280 bestelwagens gaan elektrificeren door het invoeren van de Tilburgse ZE zone. De totale laadvraag voor vrachtwagens is 262 GWh per jaar (gelijk aan elektriciteitsgebruik van 90.000 huishouden), voor bestelwagens 99 MWh per jaar. Deze laadvraag concentreert zich op de bedrijventerreinen in- en rondom Tilburg. De CO₂ reductie bij het vervangen van diesel door elektrisch transport wordt ingeschat op 230 kton tank-to-wheel per jaar (De CO₂-emissies van brandstofproductie en elektriciteitsopwekking niet meegerekend)

7. Conclusies en advies ^{2/2}



De vraag naar laadpunten voor bestelwagens in Tilburg bedraagt ca. 3.000 en heeft dezelfde ordegrrootte als die van personenwagens. NB: Toewijzing van laadpunten voor personenwagens aan woonwijken, vindt vooral plaats op basis van inkomensprofielen. Voor bedrijfswagens op basis van beroepsgroepen

	Huidige situatie	ZE	ZE - slim	Max voertuigen	Max voertuig en - slim
TBC	◆	◆	◆	◆	◆
TBZ	◆	◆	◆	◆	◆
TBN	◆	◆	◆	◆	◆
TBW	◆	◆	◆	◆	◆
OTD	◆	◆	◆	◆	◆
WW	◆	◆	◆	◆	◆

Toetsing bij Enexis toont dat gespreid laden gedurende nachtelijke uren noodzakelijk is om capaciteitsknelpunten in het netwerk te voorkomen. Indien dit 'slimme laden' niet wordt toegepast, heeft Enexis de stations geïdentificeerd waar al op korte termijn knelpunten ontstaan



CBS is de belangrijkste databron geweest voor dit onderzoek. De CBS datakwaliteit is duidelijk verbeterd t.o.v. van het voorgaande Amsterdam project (m.n. bestelwagendata en voertuigstandplaatsen)



Wij bevelen een breed overleg aan met deelname van o.a. Gemeente Tilburg, netbeheerder Enexis, NAL Logistiek, lokale logistieke dienstverleners en branche organisaties als TLN en evofenedex, met name gericht op 'Slim laden'

Bijlagen

1. Gebruikte afkortingen en begrippen	29
2. Ritprofiel voorbeeld	30
3. Laadpaal- en voertuigkosten	31
4. Toewijzen laadvraag aan type laadlocaties	33
5. Laadvraag bestelwagens en Relatie ritten en voertuigen	34

Bijlage 1: Gebruikte afkortingen

Afkorting	Omschrijving
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Consumer
B&W	Burgemeester en Wethouders
BEV	Battery Electric Vehicle
DC	Distributiecentrum
DoD	Depth of Discharge
EV	Elektrisch voertuig
FC	Fast charger
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle
GVW	Gross vehicle weight
HPC	High power charger
ICEV	Internal Combustion Engine Vehicle
LEZ	Lage Emissie Zone
NEDC	New European Driving Cycle
PHEV	Plug-in Hybride Elektrisch Voertuig
SOC	State of charge
TCO	Total Cost of Ownership
ZE	Zero Emissie
kWh/ MWh/ GWh/ TWh	Kilo-/ mega-/ giga-/ terawattuur
MW	Megawatt
MVA	Megavolt ampère

Begrip	Omschrijving
Laadpunt	Punt waar één voertuig kan inpluggen met zijn stekker. Een laadpaal kan dus meerdere laadpunten (stopcontacten) hebben.
COROP	Een COROP-gebied is een regionaal gebied binnen Nederland dat deel uitmaakt van de COROP-indeling, een indeling die wordt gebruikt voor analytische doeleinden en ooit ontworpen door de Coördinatie Commissie Regionaal Onderzoek Programma

Bijlage 2: Voorbeeld ritprofiel

Sector	Vehicle ID	Vehicle type	Datum	Tijdstip vertrek	Route / trip ID	Stop ID	Bestemming ID	Bestemming Type	Postcode bestemming	Herkomst ID	Herkomst	Postcode herkomst	Rijafstand	Laadtijd totale rit	Rijtijd	Stoptijd bestemming
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	07:22	1	1	C12	Customer		Depot	Depot		25,4		00:32:00	00:00:11
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	07:54	1	2	C13	Customer		C12	Customer		0,2		00:03:00	00:07
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	08:04	1	3	C14	Customer		C13	Customer		4,1		00:10:00	00:07
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	08:21	1	4	C15	Customer		C14	Customer		13,8		00:23:00	00:14
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	08:58	1	5	C16	Customer		C15	Customer		6,7		00:14:00	00:04
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	09:16	1	6	C17	Customer		C16	Customer		3,8		00:08:00	00:09
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	09:33	1	7	C18	Customer		C17	Customer		5,4		00:11:00	00:12
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	09:56	1	8	C19	Customer		C18	Customer		1,7		00:13:00	00:03
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	10:12	1	9	C110	Customer		C19	Customer		2,6		00:09:00	00:01
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	10:22	1	10	C111	Customer		C110	Customer		1,8		00:07:00	00:05
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	10:34	1	11	C112	Customer		C111	Customer		5,9		00:13:00	00:03
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	10:50	1	12	C113	Customer		C112	Customer		2,9		00:08:00	00:25
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	11:23	1	13	C114	Customer		C113	Customer		13,3		00:21:00	00:08
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	11:52	1	14	C115	Customer		C114	Customer		0,9		00:06:00	00:26
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	12:24	1	15	C116	Customer		C115	Customer		29,9		00:32:00	00:04
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	13:00	1	16	C117	Customer		C116	Customer		35,6		00:46:00	00:29
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	14:15	1	17	C118	Customer		C117	Customer		34,2		00:34:00	00:01
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	14:50	1	18	C119	Customer		C118	Customer		0,1		00:01:00	00:05
C	BHG-6	Medium Bakwagen	07-12-2020	14:56	1	19	Depot	Depot		C119	Customer		11		00:13:00	
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	07:41	2	1	C22	Customer		Depot	Depot		28		00:26:00	00:09
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	08:16	2	2	C23	Customer		C22	Customer		2		00:07:00	00:11
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	08:34	2	3	C24	Customer		C23	Customer		0,7		00:03:00	00:13
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	08:50	2	4	C25	Customer		C24	Customer		3,5		00:07:00	00:29
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	09:26	2	5	C26	Customer		C25	Customer		6,6		00:13:00	00:06
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	09:45	2	6	C27	Customer		C26	Customer		2,7		00:08:00	00:22
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	10:15	2	7	C28	Customer		C27	Customer		2,1		00:04:00	00:10
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	10:29	2	8	C29	Customer		C28	Customer		10,1		00:11:00	00:07
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	10:47	2	9	C210	Customer		C29	Customer		20,4		00:24:00	00:15
C	BHG-6	Medium Bakwagen	12-12-2020	11:26	2	10	C211	Customer		C210	Customer		3,5		00:08:00	00:08

- Voorbeeld ritprofielen 'Service diensten en installatie':
 - Afstand en tijd van depot of voertuigstandplaats naar werkgebied en v.v.
 - Interdrop afstand en -tijd binnen het werkgebied
 - Stoptijd bij klant voor laden, lossen of dienstverlening

Bijlage 3: Laadpaal- en voertuigkosten

Type Laadpaal	Power (kW)	Lifetime (Yr)	Investment (€)	Running costs (€/Yr)	Cost (per kWh)
AC3,7_Privaat	3,7	10	€ 1.219	€ 25	€ 0,21
AC10_Publiek	10	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,33
AC20_Publiek	20	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,34
AC20_Privaat	20	10	€ 2.820	€ 165	€ 0,13
FC50_Publiek	50	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,35
FC50_Privaat	50	10	€ 35.000	€ 1.750	€ 0,12
HPC150_Publiek	150	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,40
HPC150_privaat	150	10	€ 90.000	€ 3.850	€ 0,08
HPC350_Publiek	350	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	€ 0,40
HPC350_privaat	350	10	€ 190.000	€ 9.800	€ 0,08

Laadpaal typen investeringen en kosten

Type Laadpaal	Type voertuig					
Type Laadpaal	Kleine bestelbus	Medium bestelbus	Grote bestelbus	Kleine bakwagen	Grote bakwagen	Truck trailer
AC3,7_Privaat	1	1	1			
AC10_Publiek	1	1	1	1		
AC20_Publiek	1	1	1	1	1	
AC20_Privaat	1	1	1	1	1	
FC50_Publiek	1	1	1	1	1	1
FC50_Privaat	1	1	1	1	1	1
HPC150_Publiek				1	1	1
HPC150_privaat				1	1	1
HPC350_Publiek					1	1
HPC350_privaat					1	1

Combinaties type laadpaal en type voertuig

Type Laadpaal	Type locatie			
Type Laadpaal	Third Party	Home	Depot	Customer
AC3,7_Privaat		1	1	1
AC10_Publiek	1			
AC20_Publiek	1			
AC20_Privaat		1	1	1
FC50_Publiek	1			
FC50_Privaat		1	1	1
HPC150_Publiek	1			
HPC150_privaat		1	1	1
HPC350_Publiek	1			
HPC350_privaat		1	1	1

Combinaties type laadpaal en type laadlocatie

Bijlage 3: Laadpaal- en voertuigkosten

		kWh	Euro / kWh	# Cycles	# Years	
Accu Type	Compatible Trucktype	Energy Capacity	Investment	Lifetime # Cycli	Lifetime # jaar	Percentage to load per Cycle
Accu_KB_30	Kleine bestelbus	30	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_KB_40	Kleine bestelbus	40	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_KB_50	Kleine bestelbus	50	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_MB_30	Medium bestelbus	30	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_MB_40	Medium bestelbus	40	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_MB_50	Medium bestelbus	50	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_GB_41	Grote bestelbus	41	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_GB_50	Grote bestelbus	55	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Kba_80	Kleine bakwagen	80	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Kba_120	Kleine bakwagen	120	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Kba_160	Kleine bakwagen	160	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Gba_120	Grote bakwagen	120	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Gba_200	Grote bakwagen	200	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_Gba_240	Grote bakwagen	240	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_TT_170	Truck trailer	170	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_TT_240	Truck trailer	240	€ 287,96	3.000	8	0,7
Accu_TT_320	Truck trailer	320	€ 287,96	3.000	8	0,7

Combinatie type accu, type voertuig, capaciteit en kosten

		kWh per KM	Euro	Years
Motor Type	Compatible trucktype	Energy Consumption	Investment	Lifetime
MotorType 1	Kleine bestelbus	0,23	€ 15.003	8,00
MotorType 2	Medium bestelbus	0,30	€ 16.335	8,00
MotorType 3	Grote bestelbus	0,37	€ 32.637	8,00
MotorType 4	Kleine bakwagen	0,77	€ 134.444	8,00
MotorType 5	Grote bakwagen	0,91	€ 156.355	8,00
MotorType 6	Truck trailer	1,75	€ 204.006	8,00

Combinatie type voertuig, verbruik en kosten

Bijlage 4: Toewijzen laadvraag aan type laadlocaties

Vrachtwagens

TILBURG - Vrachtwagens (laadmomenten)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	0	25	50	25
Horeca	0	15	85	0
Pakketten				
Retail (Food)	0	10	85	5
Retail (Non-food)	0	10	85	5
Installatie				
Facilitair	0	0	100	0

TILBURG - Vrachtwagens (%kwh)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	0	10	60	30
Horeca	0	10	90	0
Pakketten				
Retail (Food)	0	5	90	5
Retail (Non-food)	0	5	90	5
Installatie				
Facilitair	0	0	100	0

Bestelwagens

TILBURG - Bestelwagens (laadmomenten)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	70	15	0	15
Horeca	0	0	100	0
Pakketten	20	10	70	0
Retail (Food)	0	0	100	0
Retail (Non-food)				
Installatie	70	15	15	0
Facilitair	40	0	45	15

TILBURG - Bestelwagens (%kwh)				
	Thuis	Onderweg	Depot	Klant
Afval	0	0	100	0
Bouw	75	10	0	15
Horeca	0	0	100	0
Pakketten	10	5	85	0
Retail (Food)	0	0	100	0
Retail (Non-food)				
Installatie	80	10	10	0
Facilitair	60	0	35	5

Bijlage 5: Laadvraag bestelwagens en Relatie ritten en voertuigen

Sector	Aantal voertuigen	Totaal (MWh/jr.)	Thuis (MWh/jr.)	Depot (MWh/jr.)	Onderweg (MWh/jr.)	Klant (MWh/jr.)
Afval	-	-	-	-	-	-
Bouw	4.083	37.567	27.864	-	3.685	5.559
Facilitair	2.060	18.739	11.119	6.781	-	924
Horeca	305	5.366	-	5.548	-	-
Post en pakket	611	6.284	621	5.522	308	-
Rail -food	265	2.697	-	2.788	-	-
Retail non-food	1.977	21.811	14.825	5.432	934	606
Installatie	982	7.007	5.543	724	687	-
Totaal landelijk	10.283	99.472 (100%)	59.972 (60%)	26.795 (27%)	5.615 (6%)	7.090 (7%)
Met standplaats in Midden-Noord Brabant	6.028	48.883 (100%)	23.535 (48%)	19.291 (39%)	n.v.t.	n.v.t.

