

Vergelijking van het gebruik van e-rijder en strategische laadpalen van EVnetNL



Door: Jop Spoelstra, MSc

Inleiding

Het aantal elektrische personenvoertuigen in Nederland is de afgelopen jaren sterk gegroeid van 1100 in januari 2012 naar 50.000 in april 2015 (RVO.nl, 2015). Het groeipotentieel van deze markt is enorm: het totale aantal personenvoertuigen (elektrisch en conventioneel) in 2014 in Nederland was 7,9 miljoen (CBS statline, 2015). Met een sterke toename in elektrisch vervoer zou ook een grote energievraag worden toegevoegd aan het elektriciteitsnetwerk in Nederland. Omdat deze grotere energievraag tot piekbelasting en overbelasting kan leiden in de toekomst, is het van belang deze problemen voor te blijven. Voor smart-charging ontwikkelingen die zich hierop richten zoals gerichte laadsturing, flexibele tariefheffing en vehicle-to-grid technologie, is het van belang het gebruik van laadinfrastructuur beter te begrijpen en te voorspellen. In dit onderzoek zal een vergelijking worden gemaakt tussen het gebruik van zogenoemde 'e-rijder' laadpalen en 'strategische' laadpalen van EVnetNL. Een 'e-rijder' laadpaal wordt in dit onderzoek gedefinieerd als een laadpaal die geplaatst is naar aanleiding van een aanvraag van een elektrische rijder. Een 'strategische' laadpaal wordt in dit onderzoek gedefinieerd als een laadpaal die door overheden (Gemeentes, provincies, waterschappen) zijn aangevraagd zonder dat een e-rijder deze aanvraag in gang zet.

Vooronderstellingen

Alle EVnetNL laadpalen zijn publiek toegankelijk, en kunnen dus door iedereen gebruikt worden. Echter zou de aanvraag wel implicaties kunnen hebben voor het gebruik van de laadpalen. E-rijder palen zouden vaak in binnensteden kunnen staan, omdat deze e-rijders niet over een eigen oprijlaan beschikken en daarom zijn aangewezen op een publieke laadpaal die door hun zelf wordt aangevraagd. Dit impliceert dat door de ligging in dichtbevolkte gebieden, deze laadpalen over het algemeen een hogere bezettingsgraad zullen hebben dan strategische laadpalen. Ook ligt het voor de hand dat e-rijder laadpalen vaak door een beperkt aantal gebruikers wordt gebruikt, en in veel gevallen vooral één gebruiker. Ook zouden deze laadpalen een meer voorspelbaar gebruik kunnen hebben dan strategische laadpalen, omdat een e-rijder laadpaal herhaaldelijk door een beperkt aantal mensen wordt gebruikt, die vaak zullen terugvallen op gebruikspatronen en routine, zoals in andere onderzoeken is aangetoond (Franke & Krems, 2013; Smith et al., 2011). Omdat uit deze onderzoeken ook duidelijk is geworden dat het gebruik van thuislaadpalen doorgaans tijdens de nacht gebeurt, is de verwachting dat laadtransacties bij e-rijder laadpalen vaker 's nachts plaatsvinden. Strategische laadpalen daarentegen zullen een meer divers gebruikspatroon kunnen laten zien. Zo zullen deze palen door meer verschillende gebruikers worden gebruikt, omdat ze doorgaans niet aan een specifieke gebruiker zijn gekoppeld. Ook zijn een aantal strategische laadpalen door overheden aangevraagd om laadmogelijkheden aan te bieden vlakbij publieke voorzieningen. Dit impliceert dat het gebruik vaak afhankelijk is van openingstijden van deze voorzieningen, en dat veel van de laadactiviteit overdag plaatsvindt. Daarnaast zullen veel strategische palen in minder bevolkte gebieden staan, of bij publieke voorzieningen die minder bezocht worden, en zal er dus in veel gevallen een lagere bezettingsgraad zijn.

In dit onderzoek zal aan de hand van de laadtransactiedatabase van EVnetNL het gebruik worden vergeleken tussen de e-rijder laadpalen en strategische laadpalen. De hoofdvraag luidt dan ook:

Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen e-rijder laadpalen en strategische laadpalen van EVnetNL?

Dataset

In onderstaand tabel 1 zijn een aantal gegevens van de dataset weergegeven. Van 75 laadpalen was de aanvraagstatus niet gedocumenteerd en deze zijn daarom als 'onbekend' gekarakteriseerd.

Tabel 1: gegevens van de dataset

Tijdsbereik	januari 2012 - februari 2015	
Aantal transacties	788.336	
Aantal laadpalen	Totaal	1.913
	Strategisch	1.111
	e-rijder	727
	Onbekend	75
Laadpassen	30.782	
Gemiddelde connectietijd	8:33 uur	
Gemiddelde energieoverdracht	8,38 kWh	

In deze transactiedata zijn de volgende gegevens bekend:

- Laadpaalcode
- Connectornummer
- Laadpaal adres
- Laadpas code
- Datum en tijd van start transactieconnectie
- Datum en tijd van eind transactieconnectie
- Energieoverdracht bij de laadtransactie

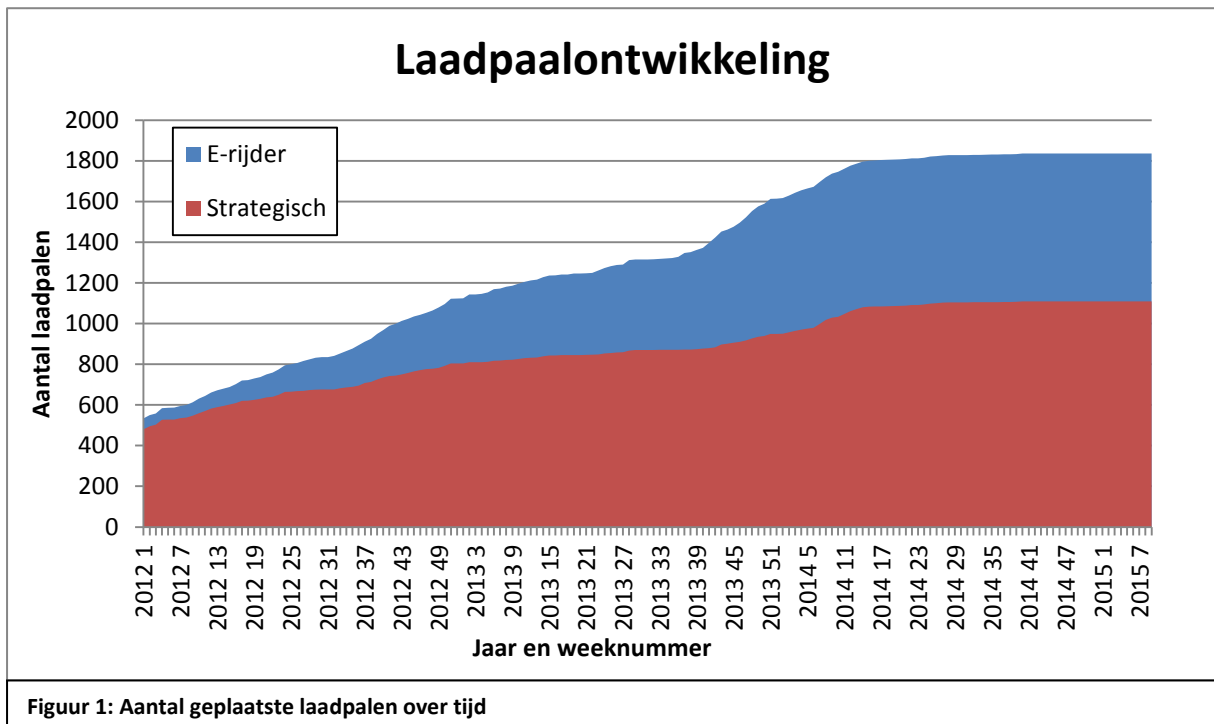
Daarnaast zijn per laadpaal de volgende gegevens bekend:

- Aanvraagtype
- Coördinaten
- Plaatsingsdatum

Analyse

Om het gebruik van de twee verschillende categorieën laadpalen te kunnen vergelijken, is het van belang om de ontwikkeling van de plaatsing van de laadpalen over tijd te begrijpen. Omdat veranderingen in aantal transacties en geladen kWh afhankelijk is van de laadpaalontwikkeling, zal deze ontwikkeling eerst moeten worden geanalyseerd. Ook zullen een aantal locatiekarakteristieken van laadpalen besproken worden.

Laadpaal plaatsing over tijd

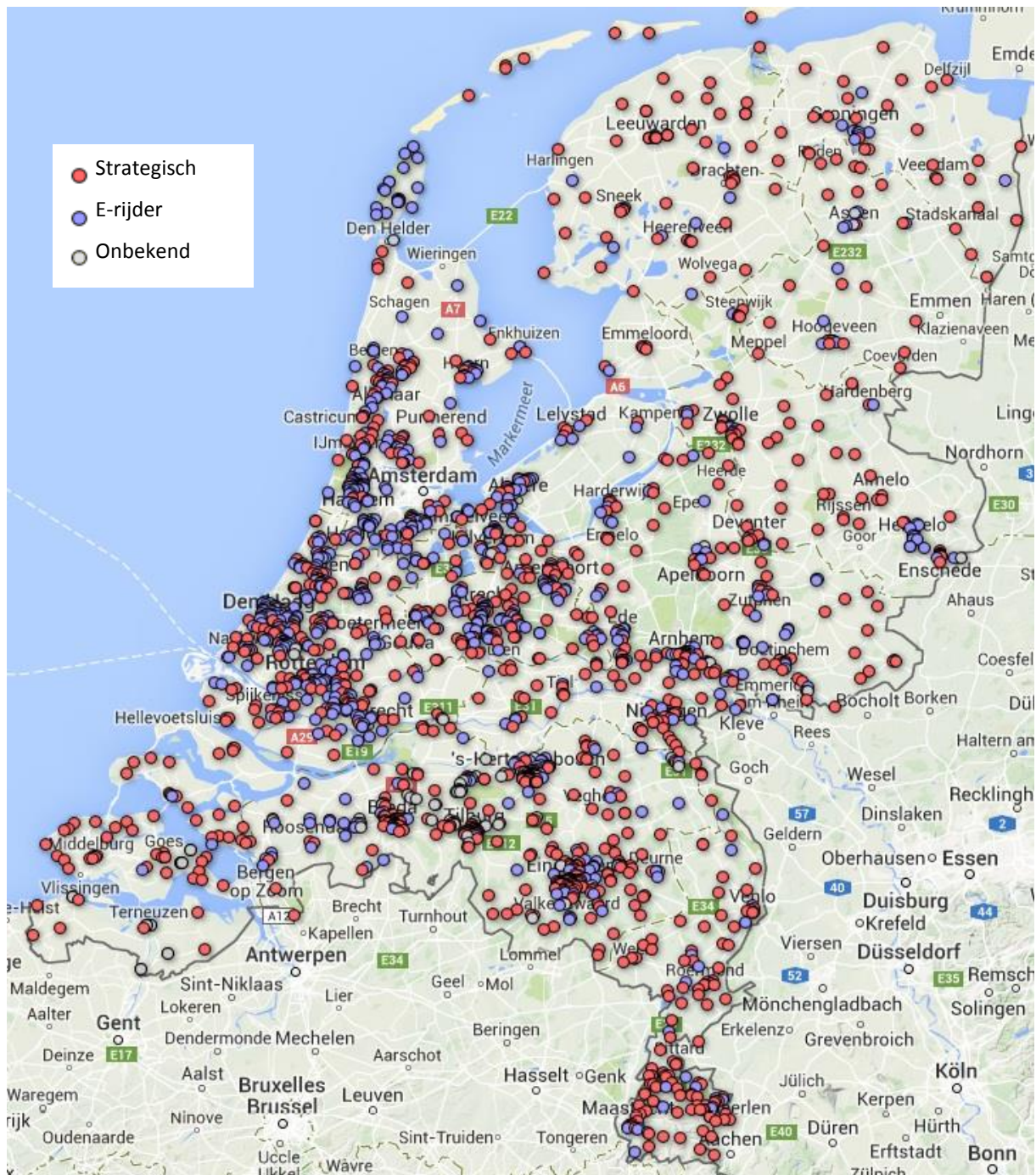


Figuur 1: Aantal geplaatste laadpalen over tijd

Wanneer de plaatsingsdata voor strategische laadpalen en e-rijder laadpalen wordt vergeleken (figuur 1), valt een aantal dingen op. Ten eerste is er begin 2012 een groot verschil in aantal strategische en e-rijder laadpalen: 480 strategische laadpalen tegenover 54 e-rijder laadpalen. Deze palen zijn grotendeels geplaatst om een basis te leggen voor EV laadinfrastructuur en op die manier een ontwikkeling van EV verloop in Nederland te faciliteren. Begin 2012 kwamen de eerste elektrische voertuigen op de Nederlandse markt beschikbaar. Daarnaast valt op dat de ontwikkeling van e-rijder en strategische laadpalen over de onderzoeksperiode in absolute getallen vrijwel even groot is: tijdens deze periode zijn er 631 strategische palen en 673 e-rijder palen bijgeplaatst. Relatief is de groei wel verschillend: e-rijder palen groeiden met 1246%, en strategische palen met 131%. Ook valt op dat het aantal e-rijder en strategische palen vrijwel hetzelfde blijft vanaf oktober 2014 (week 40 2014). Reden hiervoor is dat er tot en met 2012 laadpaalaanvragen bij stichting e-laad konden worden ingediend in verband met beleidsveranderingen van de nationale overheid. Begin 2013 hebben nog niet goedgekeurde aanvragen een tijd on hold gestaan, en zijn uitsluitend laadpalen geplaatst die goed zijn gekeurd in 2012, en hier is dan ook een mindere groei te zien. Vanaf half 2013 zijn aanvragen uit 2012 weer in behandeling genomen en zijn deze aanvragen nog geplaatst. De laatste laadpaal is dan ook in oktober 2014 geplaatst.

Locaties

Wanneer de locaties van de verschillende typen laadpalen wordt bekeken, blijkt dat beide soorten door vrijwel heel Nederland staan. Wel is goed te zien dat veel e-rijder laadpalen zich in en nabij grote steden bevinden. Zo kennen de grote steden Rotterdam, Den Haag, Haarlem, Utrecht, Den Bosch en Almere veel e-rijder palen in vergelijking met strategische palen. Dit is deels een gevolg van het plaatsingsbeleid om 1 strategische laadpaal toe te staan per 10.000 inwoners. In gemeente Amsterdam staan geen EVnetNL laadpalen, maar uitsluitend laadpalen die de gemeente zelf in beheer heeft. Vooral in meer rurale gebieden lijken strategische palen meer voor te komen.



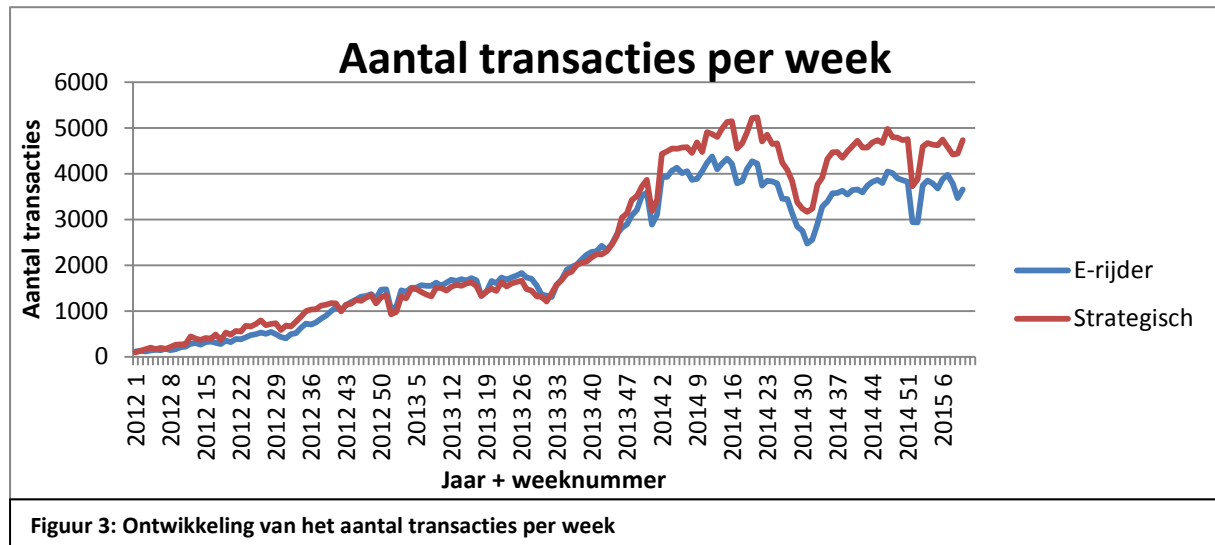
Figuur 2: Geografische weergave van laadpaallocaties. Strategische laadpalen zijn rood, e-rijder laadpalen zijn blauw, en onbekende laadpalen zijn grijs.

Gebruik laadpalen

In dit hoofdstuk zal er een vergelijking in gebruik van laadinfrastructuur worden gemaakt tussen e-rijder en strategische palen, op basis van de volgende gebruikskarakteristieken:

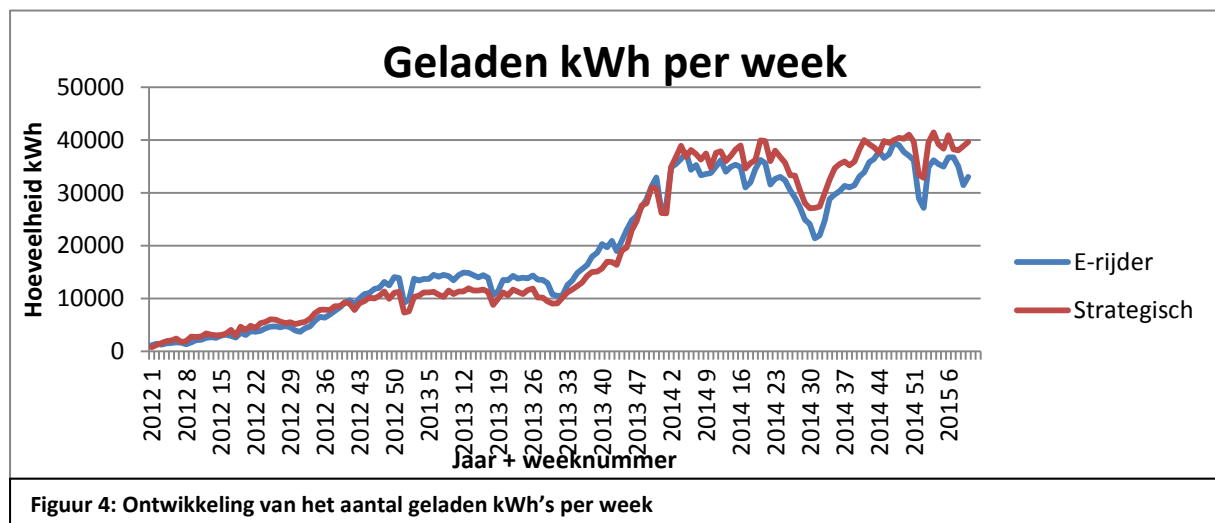
- Aantal transacties
- Hoeveelheid geladen kWh
- Aantal uniek voorgekomen laadpassen
- Laadprofielen in start- en stoptijden

Een vergelijking van het aantal laadtransacties aan e-rijder en strategische laadinfrastructuur per week is weergegeven in figuur 3.



Wat hierbij opvalt is dat het aantal transacties vrijwel gelijk loopt tot begin 2014, ondanks de grote verschillen in aantal laadpalen binnen die categorieën tijdens deze weken. Vanaf begin 2014 neemt het aantal transacties ten opzichte van de e-rijder infrastructuur toe, en dit verschil lijkt met uitzondering van de zomervakantie-dip, vrijwel gelijk te blijven. Ook neemt het aantal transacties op strategische laadinfra tijdens vakanties sneller af dan de e-rijder infrastructuur.

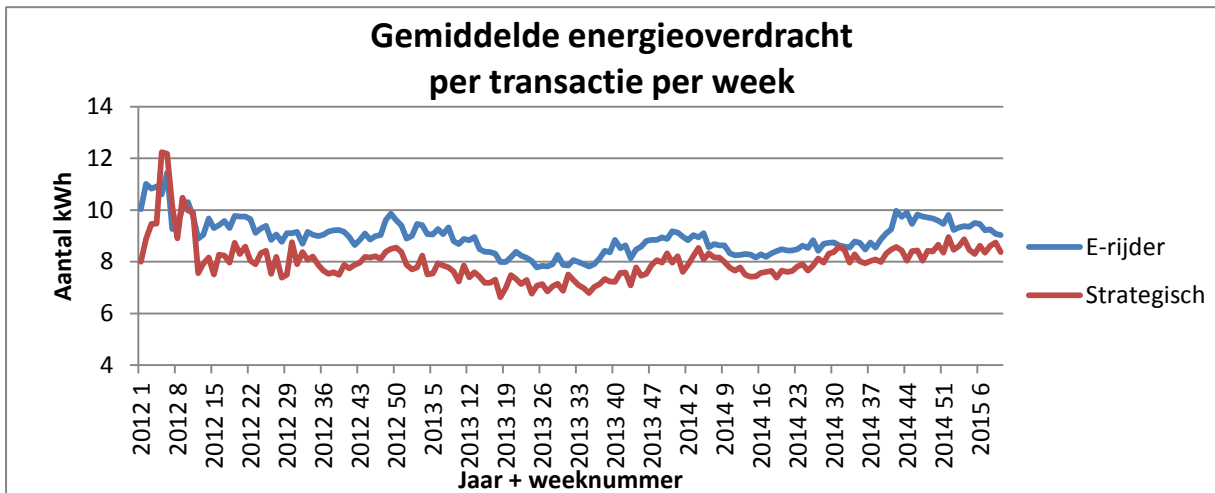
In figuur 4 is er gekeken naar de hoeveelheid geladen kWh per week aan e-rijder en strategische laadinfrastructuur afzonderlijk.



Bij het vergelijken van het aantal geladen kWh's valt op dat ook hier de hoeveelheid geladen kWh vergelijkbaar is voor beide categorieën laadpalen. Vanaf tijdens 2013 loopt de hoeveelheid kWh van

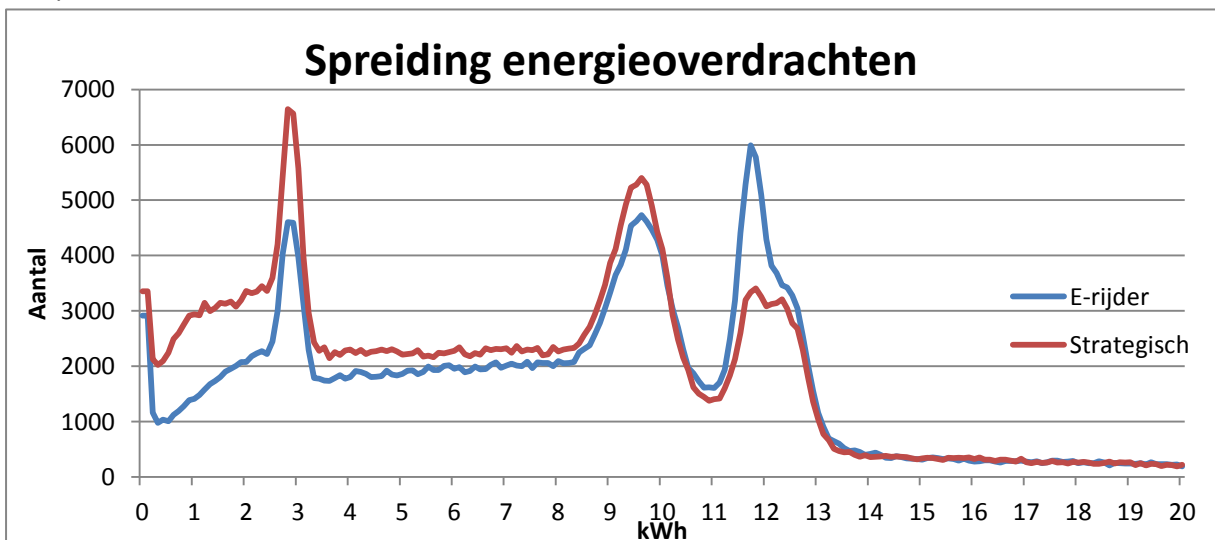
e-rijder palen voor op strategische palen, ondanks dat in dezelfde periode het aantal transacties vrijwel hetzelfde is. Vanaf 2014, in de periode waarin het aantal transacties op strategische palen hoger lag dan e-rijder palen, is het aantal kWh structureel hoger op strategische laadpalen dan op e-rijder laadpalen, en dit blijft ongeveer hetzelfde, net als bij het aantal transacties in deze periode.

Uit voorgaande analyses blijkt dat een vergelijking van de gemiddelde energieoverdracht per transactie voor de twee laadpaal categorieën relevant is. Deze vergelijking is zichtbaar in figuur 5.



Figuur 5: Gemiddelde energieoverdracht per transactie over tijd

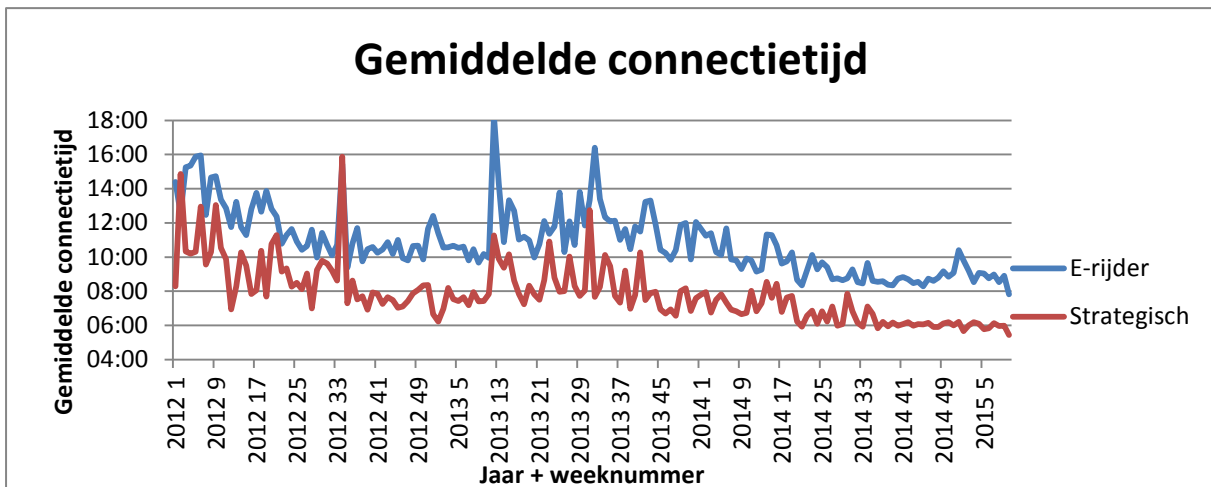
Zoals bij voorgaande analyses al naar voren kwam, blijkt inderdaad dat de energieoverdracht op e-rijder palen gemiddeld structureel hoger ligt dan strategische laadpalen. Men kan dus stellen dat er gemiddeld meer energie wordt overgedragen per transactie op e-rijder laadpalen dan strategische laadpalen. Dit verschil is ook zichtbaar wanneer de spreiding van energieoverdrachten op laadpalen wordt bekeken (figuur 6). Lagere energieoverdrachten komen vaker voor op strategische laadpalen, maar vooral tussen 10 en 13 kWh komen energieoverdrachten duidelijk vaker voor op e-rijder laadpalen.



Figuur 6: spreiding van energieoverdrachten per transactie

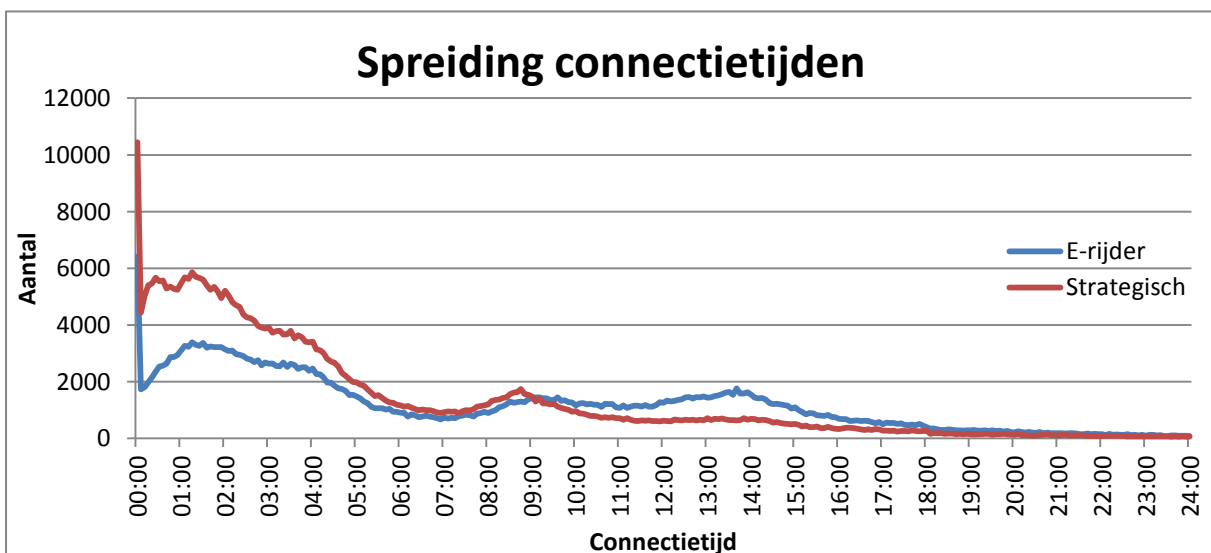
Connectietijden

In de volgende paragrafen zullen verschillen en overeenkomsten in connectietijden tussen e-rijder en strategische laadpalen worden besproken.



Figuur 7: gemiddelde connectietijd per transactie over tijd

Uit de gemiddelde connectietijd (figuur 7) blijkt ook dat e-rijder transacties gemiddeld langer duren dan Strategische laadpalen. Het ligt daarom voor de hand dat er grotere energieoverdrachten worden waargenomen. De grote uitschieters in connectietijden komen doorgaans voor in schoolvakanties. Een beperkte groep voertuigen die dan uitzonderlijk lang staan aangesloten aan de laadpaal, trekt het gemiddelde omhoog en veroorzaakt uitschieters.



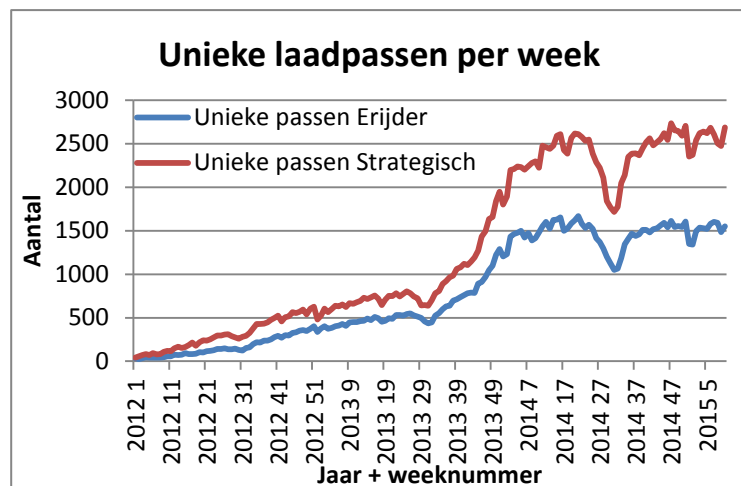
Figuur 8: spreiding van connectietijden per transactie

Wanneer de spreiding van connectietijden wordt bekeken blijkt ook hier dat het gebruik van strategische laadpalen doorgaans kortere connectietijden kent dan het gebruik van e-rijder laadpalen. Ook blijkt dat een groot aantal transacties bij beide soorten laadpalen korter dan 5 minuten is. Dit zijn doorgaans foutjes van e-rijders die de transactie dan snel weer stoppen en het opnieuw proberen. Bij strategische palen bedraagt dit 2,6% van alle transacties, en bij e-rijder laadpalen maar 1,8%. Ook dit zou mogelijk verklaard kunnen worden door het meer beperkte aantal gebruikers aan e-rijder palen die om die reden ook vaker bekend zijn met de laadprocedure.

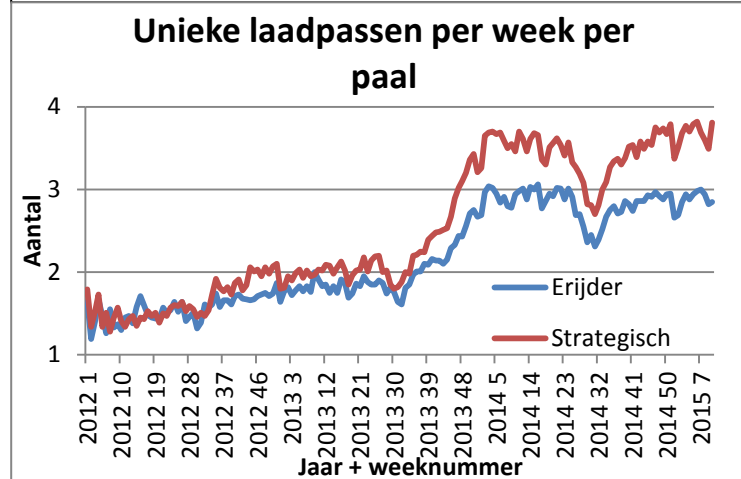
Aantal gebruikers

Wanneer men kijkt naar het gebruik van EVnetNL laadpalen met betrekking tot het aantal unieke laadpassen dat voorkomt, blijkt uit het aantal unieke laadpassen per week (figuur 9) dat wanneer absolute getallen worden vergeleken, zich in toenemende mate meer unieke laadpassen per week voordoen op strategische palen dan op e-rijder palen. Gemiddeld was het aantal unieke laadpassen tijdens 2014 61% hoger op strategische laadpalen dan op e-rijder laadpalen. Echter, zoals eerder duidelijk werd is de ontwikkeling van beide palen categorieën ook anders verlopen. Daarom is het van belang om het gemiddelde aantal unieke laadpassen er paal per week te bekijken, voor e-rijder en strategische palen afzonderlijk (figuur 10). Wanneer het gemiddelde per paal wordt bekeken per categorie, valt op dat waar het aantal unieke laadpassen tot half 2013 nog relatief gelijk loopt, het verschil vanaf dat moment toeneemt: Er worden meer unieke laadpassen geconstateerd op strategische palen dan op e-rijder laadpalen. Tijdens 2014 waren er,

gecorrigeerd voor het verschil in aantal laadpalen, nog steeds 21% meer unieke laadpassen op strategische laadpalen dan op e-rijder laadpalen. Van half 2013 tot begin 2014 zijn de verkoopaantallen van vooral PHEV's sterk toegenomen, en het grotere aantal EV rijders is te zien in stijging van beide lijnen, en een vergroting van het verschil tussen e-rijder en strategische gebruikers. Naar verwachting zijn er op e-rijder laadpalen inderdaad minder verschillende gebruikers, alhoewel dit verschil relatief klein is ten opzichte van strategische laadpalen.



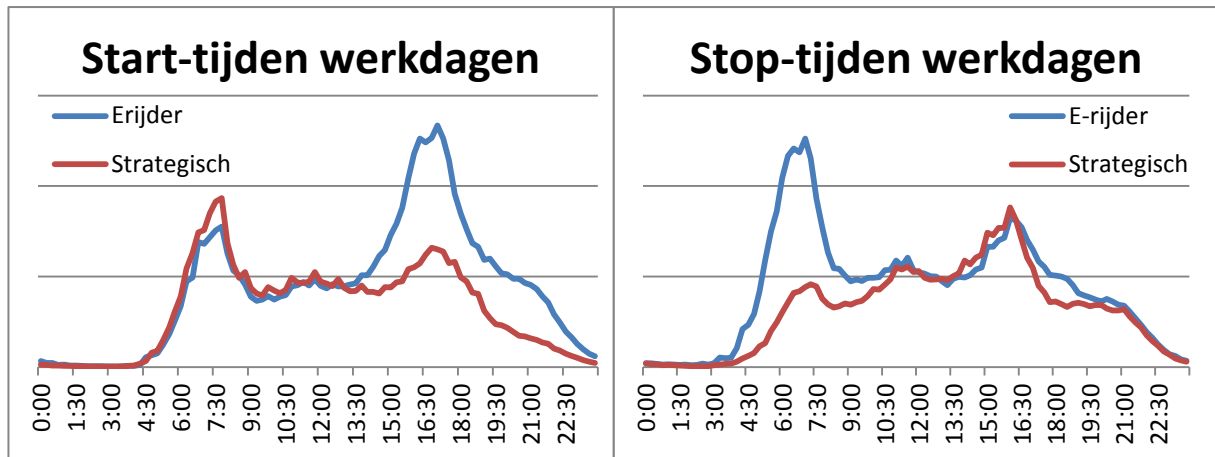
Figuur 9: Aantal unieke laadpassen per week voor e-rijder en strategische laadpalen



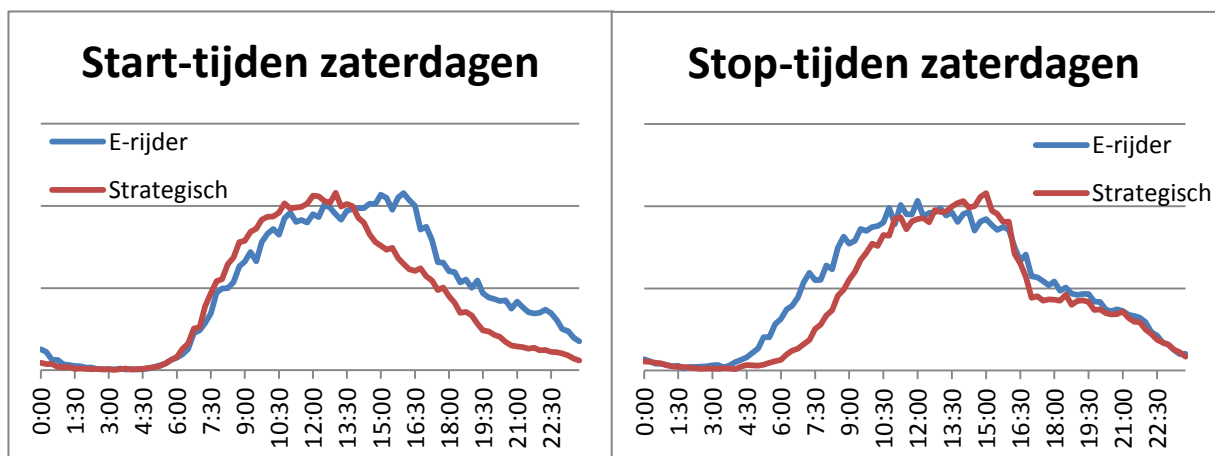
Figuur 10: Aantal unieke laadpassen per week per laadpaal voor e-rijder en strategische laadpalen

Gemiddelde connectietijd-profielen

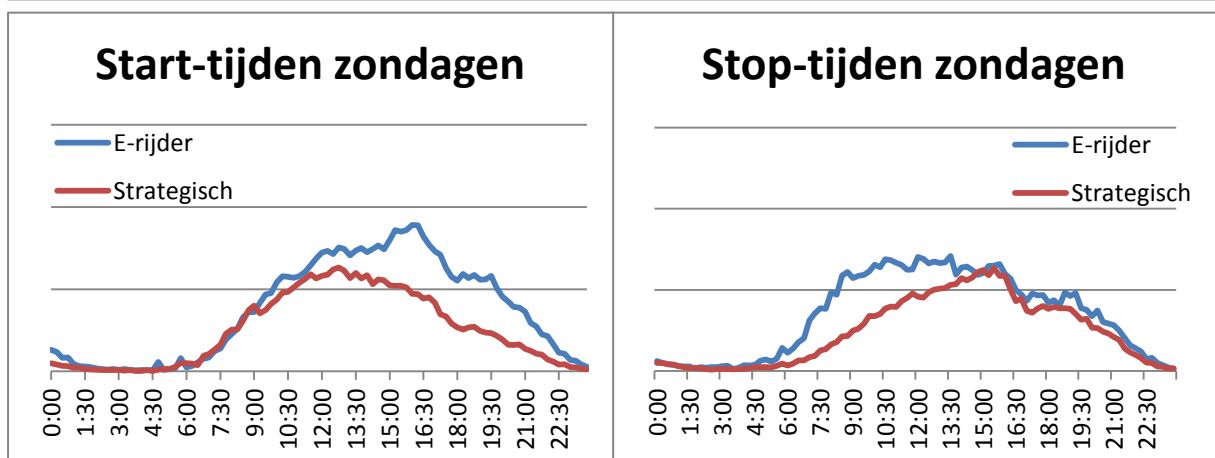
Wanneer de start en stoptijden van laadtransacties worden vergeleken tussen e-rijder en strategische laadpalen, en deze vergelijking wordt uitgesplitst tussen werkdagen (sterk routinematig laadgedrag) en weekenden (divers laadgedrag), zijn de volgende grafieken van belang.



Figuur 11 en 12: Start en stoptijden van connecties op e-rijder en strategische palen op werkdagen



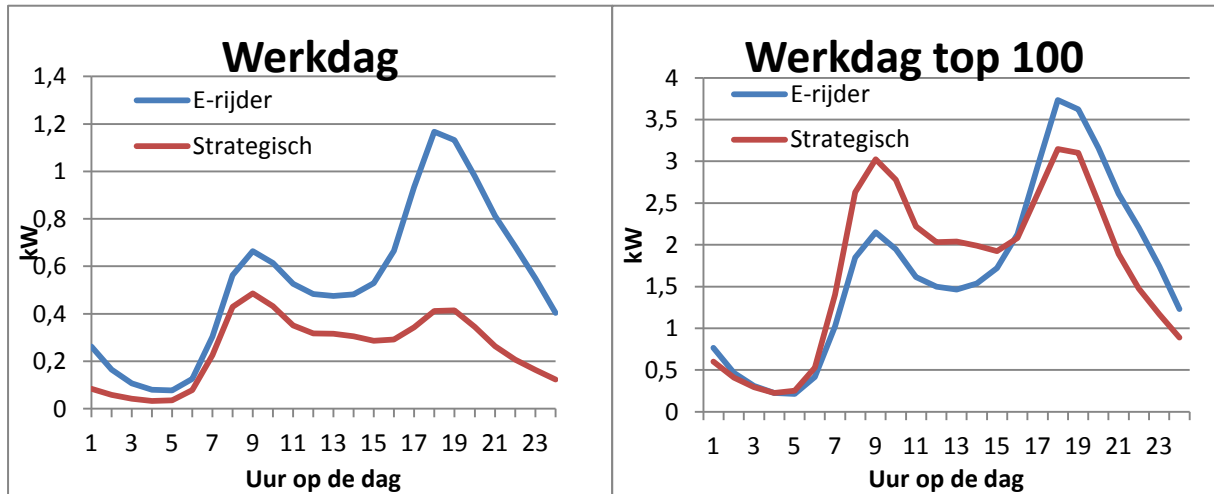
Figuur 13 en 14: Start en stoptijden van connecties op e-rijder en strategische palen op zaterdag



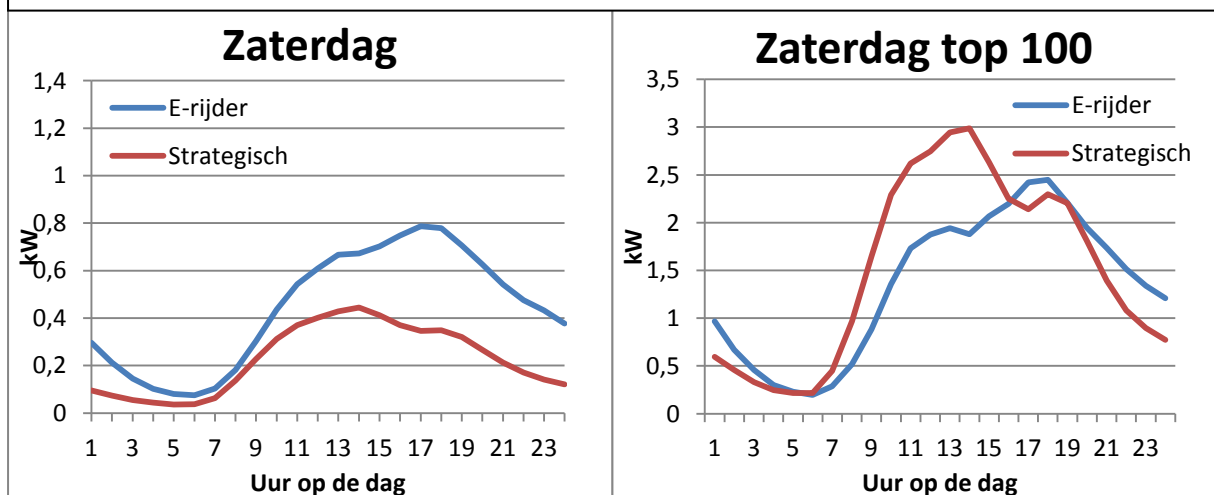
Figuur 15 en 16: Start en stoptijden van connecties op e-rijder en strategische palen op zondag

Gemiddelde laadprofielen

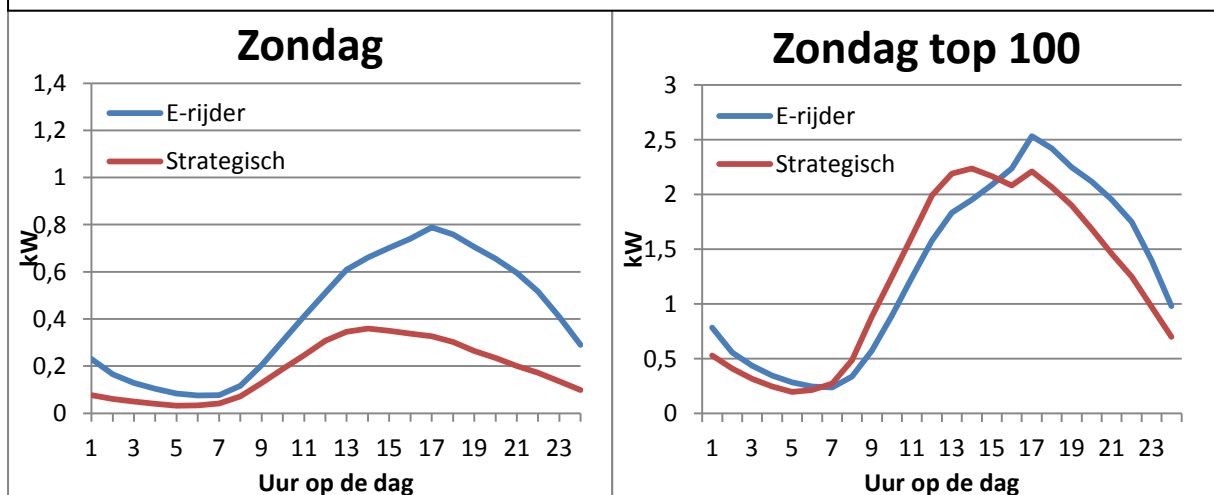
Uit de connectietijden, energieoverdrachten en laadvermogens kan worden berekend hoe de energievraag zich ontwikkelt wanneer er naar de verschillende soorten laadpalen wordt gekeken. Deze laadprofielen worden hier weergegeven in kW over de dag, voor alle laadpalen van EVnetNL (links) en de top 100 laadpalen per categorie in hoeveelheid transacties (rechts). In de top 100 is de compensatie van eventueel slecht gebruikte laadpalen minder groot.



Figuren 17 en 18: Typische laadprofielen op een werkdag voor e-rijder en strategische laadpalen



Figuren 19 en 20: Typische laadprofielen op zaterdag voor e-rijder en strategische laadpalen



Figuren 21 en 22: Typische laadprofielen op zondag voor e-rijder en strategische laadpalen

Uit de weergave van connectietijden op alle laadpalen in het palenpark, figuren 11 t/m 16, worden een aantal relevante verschillen in gebruik zichtbaar tussen e-rijder en strategische laadpalen. Zo blijkt dat de piek in starttijden op werkdagen tussen 6 en 8 uur 's ochtends voor beide soorten vrijwel gelijk is, maar dat de starttijden piek tussen 3 en 6 uur 's avonds voor e-rijder laadpalen veel groter is dan voor strategische palen. Elektrische rijders beginnen hun transacties in de avond vaker op e-rijder laadpalen dan op strategische palen. Dit is deels terug te zien in de laadprofielen op werkdagen op alle laadpalen (figuur 17): de energievraag op beide soorten palen is in de ochtend vrijwel hetzelfde, met een iets grotere energievraag aan e-rijder laadpalen, terwijl er in de avond een groot verschil is in energievraag, die zich doorzet tijdens de hele avond tot 2 uur 's ochtends. In de ochtend eindigen elektrische rijders de transacties veel vaker op e-rijder laadpalen dan op strategische palen. Echter, wanneer men de laadprofielen bekijkt van de 100 laadpalen per categorie met de meeste transacties (figuur 18) zijn de laadprofielen heel anders: Beide profielen stijgen in gemiddeld laadvermogen, maar de strategische laadpalen komen in de ochtend een stuk boven de e-rijder palen te liggen, en benaderen de avondpiek van e-rijderpalen. Hieruit blijkt dat het gemiddelde laadprofiel van vooral strategische palen erg gecompenseerd wordt door de resterende 1011 minder gebruikte laadpalen. Dit zou verklaart kunnen worden door de locaties van deze top 100 (weergegeven in appendix A), die vrijwel uitsluitend in de randstad en bij grote steden staan. Hierdoor worden vooral meer rurale strategische laadpalen in de top 100 niet meegenomen. Uit dit top-100 laadprofiel blijkt dat naarmate de laadpaal beter wordt gebruikt, de piekbelasting op werkdagen toeneemt, en blijkt ook dat goed gebruikte strategische laadpalen zowel in de ochtend als in de avond een grote piekbelasting kunnen kennen.

De connectietijden op zaterdagen vertonen een meer geleidelijk patroon met minder pieken. De later op de middag is aantal gestartte transacties op e-rijder palen hoger dan strategische palen, maar dit verschil is klein. Ook in de stoptijden liggen de e-rijder palen iets hoger in de ochtend. Dit zet zicht voort in het laadprofiel voor alle palen op zaterdag (figuur 19): de energievraag bouwt zich geleidelijk op en af gedurende de dag, met een hogere energievraag op e-rijder laadpalen. Ook hier is er een groot verschil met de top-100 laadprofielen (figuur 20). Hierbij blijkt dat de goed gebruikte strategische laadpalen gedurende de dag een veel beter gebruik kennen dan de goed gebruikte e-rijder palen, waarbij de topbelasting even hoog kunnen zijn als de pieken tijdens werkdagen.

De connectietijden op zondagen zijn met betrekking tot spreiding vergelijkbaar met zaterdagen, met een geleidelijke op en afbouw gedurende de dag, waarbij de e-rijder palen iets meer transacties kennen en deze iets later nog worden ingestart en iets vroeger worden gestopt. In de laadprofielen van alle laadpalen op zondag (figuur 21) is dit beeld te zien: de energievraag is verspreid over de dag, en bouwt zich geleidelijk op en af. Ook hier blijkt in de laadprofielen van de top-100 op zondagen (figuur 22) dat de goed gebruikte strategische laadpalen een verbruik hebben dat de goed gebruikte e-rijder laadpalen evenaart, en ongeveer dezelfde opbouw kent.

Conclusie

Dit onderzoek richt zich op het karakteriseren van e-rijder- en strategische laadpalen van EVnetNL door het beantwoorden van de volgende vraag: *Wat zijn de overeenkomsten en verschillen tussen e-rijder laadpalen en strategische laadpalen van EVnetNL?*

Uit de analyse van data van 788.336 laadtransacties is gebleken dat het gebruik van deze twee laadpaal categorieën zowel sterke overeenkomsten als verschillen vertoont. Met betrekking tot de ontwikkeling van het aantal laadpalen zijn laadpalen die op e-rijder aanvraag pas later geplaatst. Begin 2012 stonden er 480 strategische en 54 e-rijder laadpalen, en eind 2014 was dit respectievelijk 631 en 673. De groei in e-rijder laadpalen is dus veel sterker geweest dan de strategische laadpalen. Ook wanneer men kijkt naar de locatie waar deze palen doorgaans worden geplaatst valt op dat e-rijder laadpalen vaker in dichtbevolkte gebieden en grote steden worden geplaatst, en veel strategische laadpalen naast dichtbevolkte gebieden ook in zeer afgelegen gebieden te vinden zijn. Met betrekking tot het gebruik valt op dat ondanks het verschil in ontwikkeling het aantal transacties per week van begin 2012 tot begin 2014 vrijwel gelijk is tussen de twee categorieën. In 2014, na de sterke toename in EV verkopen, stijgt het aantal transacties per week op strategische palen flink ten opzichten van e-rijder laadpalen. Dit verschil zet zich echter nauwelijks door in het aantal geladen kWh's op deze laadpalen. Dit blijkt ook uit een analyse van gemiddelde energieoverdrachten per transactie op de twee soorten laadpalen: transacties op strategische laadpalen blijven gemiddeld structureel achter op transacties bij e-rijder laadpalen. Dit verschil is gerelateerd aan het verschil in connectietijden: de gemiddelde connectietijden per transactie is bij strategische laadpalen structureel korter dan bij e-rijder laadpalen. Wanneer naar het aantal gebruikers wordt gekeken blijkt dat op strategische palen meer verschillende unieke laadpassen voorkomen dan op e-rijder laadpalen. Strategische laadpalen worden door een meer divers publiek gebruikt, en e-rijder palen zullen sneller een beperkte groep gebruikers hebben, die bekend zijn met de laadpaal en hem regelmatig gebruiken. Het aandeel zeer korte connecties (onder de 5 minuten) is op strategische laadpalen dan ook veel hoger dan e-rijder laadpalen. Wanneer de start en stoptijden van connecties worden bekeken, blijkt dat ook hierin grote verschillen in gebruik zijn. Op werkdagen worden connecties op e-rijder laadpalen vooral in de avond gestart en in de ochtend beëindigd, terwijl deze bij strategische palen veel meer verspreid zijn over twee pieken, zowel in de ochtend als in de avond. Deze verschillen zijn ook zichtbaar in de laadprofielen met betrekking tot energieoverdracht. Wanneer er een verschil wordt gemaakt tussen gemiddelde profielen van alle laadpalen en gemiddelde profielen van de top-100 laadpalen blijkt dat dit vooral bij strategische palen andere cijfers toont: Goed gebruikte strategische laadpalen kunnen weldegelijk hoge piekbelasting kennen op werkdagen, zowel in de ochtend als in de avond. Het profiel van e-rijder laadpalen is daarmee vergelijkbaar met resultaten van laadpalen in woonwijken in voorgaande onderzoeken.

Deze resultaten hebben aan aantal implicaties voor de belasting van de elektriciteit infrastructuur. Het verschil in laadprofielen impliceert dat doorgaans bij de verschillende soorten laadpalen de energievraag zich op andere momenten in de dag zal voordoen. Zo kennen de meeste e-rijder laadpalen een piekbelasting op werkdagen tussen 4 en 8, en kennen goed gebruikte strategische laadpalen deze pieken zowel in de ochtend (7 – 10 uur) en avond (7 – 10 uur). Een groot aantal strategische laadpalen wordt minder goed gebruikt, en drukt daarmee gemiddelde cijfers. Met het oog op smart charging toepassingen impliceren de resultaten dat de kortere connectietijden en energieoverdrachten op strategische laadpalen minder flexibele capaciteit bieden dan e-rijder laadpalen. Ook is het mogelijk dat door de grotere diversiteit in gebruikers op strategische laadpalen, de gebruikers vaker incidentele bezoekers zijn, die doorgaans minder tijd en mogelijkheden hebben om het laadpatroon aan te passen: het laden zal bijvoorbeeld tijdens een bepaalde afspraak moeten gebeuren. E-rijder laadpalen staan vaker in dichtbevolkte gebieden en grote steden, waar door de grote elektriciteitsvraag en een meer complex netwerk de risico's voor overbelasting het grootst kunnen zijn. De betere perspectieven voor smart charging op e-rijder palen zou daarom specifiek op die locaties potentie bieden voor deze problemen.

Appendix A:

Locaties van top 100 laadpalen per laadpaalcategorie



Figuur 23: Geografische weergave van de laadpaallocaties van de 100 vaakst gebruikte e-rijder en 100 vaakst gebruikte strategische laadpalen