

Capaciteit Elektrisch Laden Op Locatie – Het EVEC-Model

Onderzoek naar de inzet van lichte elektrische vrachtvoertuigen (LEVV's) voor stadslogistiek

Author(s)

Warmerdam, Jos

Publication date

2017

Document Version

Final published version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Warmerdam, J. (2017). *Capaciteit Elektrisch Laden Op Locatie – Het EVEC-Model: Onderzoek naar de inzet van lichte elektrische vrachtvoertuigen (LEVV's) voor stadslogistiek*. (1.1 ed.) Hogeschool van Amsterdam.

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, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.



CAPACITEIT ELEKTRISCH LADEN OP LOCATIE – HET EVEC-MODEL

Onderzoek naar de inzet van lichte elektrische
vrachtvoertuigen (LEVV's) voor stadslogistiek

LEVV-LOGIC
December 2017



Hogeschool van Amsterdam



RAAK-mkb project 2016 – 2018

Dit onderzoek is medegefinancierd door Regieorgaan SIA, onderdeel van
de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).



CAPACITEIT ELEKTRISCH LADEN OP LOCATIE – HET EVEC-MODEL

Onderzoek naar de inzet van lichte elektrische vrachtvoertuigen (LEV's) voor stadslogistiek

AUTEUR

Jos Warmerdam

ONDERZOEKSGROEP

LEV-LOGIC

Urban Technology | Faculteit Techniek

DATUM

28 december 2017

TYPE PROJECT

RAAK-mkb

Deliverable 3.4 (deel a)

VERSIE

1.1

© 2016 Copyright Hogeschool Amsterdam

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door print-outs, kopieën, of op welke manier dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de Hogeschool Amsterdam.

Samenvatting

Onderdeel van onderzoek binnen het LEVV-LOGIC project betreft de gevolgen van elektrisch laden voor de laadinfrastructuur. Voor de komende jaren wordt een toename in elektrisch vervoer voorzien. Naast lichte elektrische vrachtvoertuigen betreft het elektrische bestel- en vrachtwagens met een hoger laadvermogen. Het opladen van die elektrische voertuigen betekent een extra belasting voor de elektrische infrastructuur.

Gebruikers weten vaak niet wat ze al aan elektriciteit verbruiken op hun locatie, en (dus) ook niet wat ze nog kunnen uitbreiden met elektrische voertuigen binnen de huidige aansluitvoorwaarden. Door de Hogeschool van Amsterdam is daartoe het EVEC (Electric Vehicle Expansion Calculator) model ontwikkeld. Met informatie over de verschillende laadbehoeften van EV's en op basis van data van het eigen energieverbruik, (uit de slimme meter of met zelf gemeten data), is met het model inzicht te verkrijgen in wat er nog mogelijk is op de locatie.

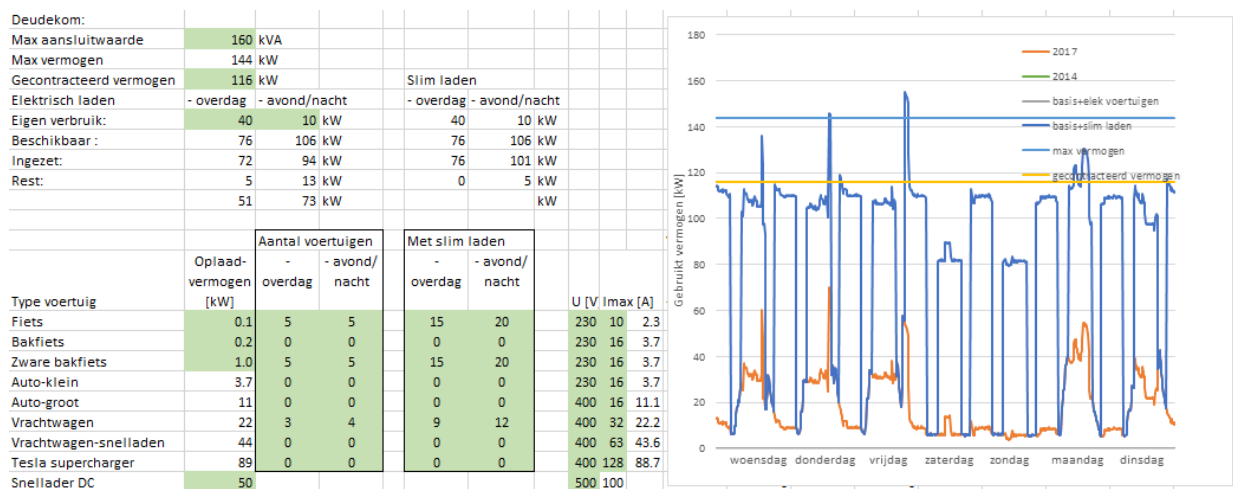
Met het model is eerst doorgerekend hoeveel voertuigen er op een locatie kunnen worden opgeladen bij een bepaalde elektrische aansluitcapaciteit. Dat is nog zonder enig ander verbruik. De resultaten staan in onderstaande tabel.

Tabel: Aantal op te laden voertuigen per type netaansluiting, met geen eigen verbruik op de locatie.

Type electrisch voertuig	Fiets	Bakfiets	Scooter	Kleine auto	Auto	Vracht-wagen	Vracht-wagen-snellader	Tesla super-charger
Load [kW]	0.1	0.3	1.0	3.7	11	22	44	89
Net aansluiting								
1*10A = 2.3 kW	23	8	2.3	0	0	0	0	0
1*25 A = 5.8 kW	58	19	5.8	2	0	0	0	0
3*25 A = 17 kW	170	57	17	5	2	0	0	0
3*35 A = 24 kW	240	80	24	6	2	1	0	0
3*50A = 35 kW	350	117	35	9	3	2	0	0
3*63A = 44 kW	440	147	44	12	4	2	1	0
3*80A = 55 kW	550	183	55	15	5	3	1	0
100 kVA	1000	333	100	27	9	5	2	1
160 kVA	1600	533	160	43	14	7	4	2
630 kVA	6300	2100	630	170	57	29	14	7

Vervolgens is het EVEC-model getest op de locatie van Deudekom te Amsterdam-Duivendrecht, een transport- en verhuisbedrijf dat al verschillende elektrische voertuigen in gebruik heeft, en daar nog veel meer van wil toepassen. De maximale elektrische capaciteit op die locatie blijkt zo'n 2700 kWh per dag te zijn. Daarvan wordt momenteel al circa 700 kWh gebruikt. Er is dus nog circa 2100 kWh beschikbaar, waarvan 1300 in de avond/nachtperiode. Als de voertuigen aan het einde van de werkdag allemaal tegelijk worden opgeladen is met drie extra vrachtwagens van elk 22 kW laadvermogen de maximale capaciteit al bereikt. Door middel van smart charging kan de hele nacht optimaal worden benut,

waardoor er drie keer zoveel voertuigen worden opgeladen. In onderstaande figuur is een snapshot van het model opgenomen voor de case Deudekom.



Figuur: Basis elektriciteitsverbruik met slim laden van de elektrische voertuigen.

Van het model is nu een eerste versie beschikbaar. Het zal in een aantal stappen worden uitgebreid, waarbij gedacht wordt aan de laadvraag individuele voertuigen, de laadprofielen per voertuig, de gebruiksprofielen van het huidige (nog niet elektrische) wagenpark, meer gedetailleerde berekening van extra mogelijkheden met smart charging, standaard verbruiksprofielen, batterij opslag op locatie, plaatsen van zonnepanelen, vehicle to grid (V2G) mogelijkheden, de gebruiksvriendelijkheid van het model, en het toevoegen van financiële berekeningen. Dit zal verder worden afgestemd met de vraag uit de markt.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Inhoudsopgave	5
1. Inleiding	6
1.1 Onderzoeksproject LEVV-LOGIC	6
2. Het EVEC-model	7
3. Praktijkcase Deudekom	10
3.1 De locatie	10
3.2 De voertuigen	11
3.3 Het elektriciteitsverbruik	12
3.4 Mogelijkheden voor opladen	16
3.4.1 Het momentane vermogen	16
3.4.2 Smart charging	17
3.4.3 Beschikbare kWh per dag.	17
4. Uitbreiding van het EVEC-model	19
Literatuurlijst	21

1. Inleiding

1.1 Onderzoeksproject LEVV-LOGIC

In het project LEVV-LOGIC wordt onderzoek gedaan naar de inzet van lichte elektrische vrachtoertuigen (LEVV's) voor de levering van goederen in steden. In het project ontwikkelen de Hogeschool van Amsterdam, Hogeschool Rotterdam en Hogeschool Arnhem-Nijmegen samen met logistiek dienstverleners, verladers, voertuigaanbieders, netwerkorganisaties, kennisinstellingen en gemeenten nieuwe kennis over logistieke concepten en business modellen met LEVV. Met als doel een rendabele inzet van LEVV voor stadslogistiek.

De projectdeelnemers delen de ambitie om met LEVV's een bijdrage te leveren aan regionale, nationale en Europese doelstellingen om stedelijk goederenvervoer efficiënter en schoner te organiseren. Hiermee sluit het project aan bij de Green Deal Zero Emission Stadslogistiek. Zo wil de gemeente Amsterdam het transport in de binnenstad in 2025 emissievrij hebben en dit betekent een omslag naar elektrisch vervoer.

Een van de activiteiten (WP3.3) gaat over de laadinfrastructuur. Meer elektrisch vervoer betekent dat er veel oplaadpunten bijkomen, maar dat kan niet onbeperkt. De fysieke beperking zit in de maximale hoeveelheid stroom die de kabels naar het aansluitpunt aankunnen.

Hoofdvraag daarbij is wat de mogelijkheden zijn om het aantal elektrische voertuigen (EV) uit te breiden binnen de huidige capaciteit van de aansluiting. Daarvoor wordt eerst in kaart gebracht wat de huidige aansluiting is en wat het huidige verbruikspatroon is. Dit geeft inzicht in welke ruimte er nog is voor het toevoegen van elektrische voertuigen. Met informatie over de verschillende laadbehoeften van EV's is te berekenen hoeveel van welk type voertuig nog toegevoegd kan worden, en wat het effect is van smart charging. Om dat te modelleren is het EVEC-model ontwikkeld.

Het doel van dit rapport is drieledig:

1. Beschrijving van het model zelf en de resultaten als er geen eigen verbruik is.
2. De werking van het model demonstreren met een praktijkcase
3. Advies geven hoe het model verder ontwikkeld kan worden

2. Het EVEC-model

Om te kunnen berekenen hoeveel elektrische voertuigen er nog kunnen worden opgeladen is er een rekenmodel in excel gemaakt, de Electric Vehicle Expansion Calculator (EVEC). Hierin staat per type elektrisch voertuig het vermogen dat gebruikt wordt bij het opladen van de batterijen. In tabel 1 staan de vermogens die de verschillende typen elektrische voertuigen gebruiken tijdens het opladen van de batterijen.

Tabel 1: Oplaadvermogens van verschillende typen EV tijdens het opladen van de batterij.

Type elektrisch voertuig (EV)	Oplaadvermogen [kW]
Fiets	0.1
Bakfiets	0.3
Scooter	1.0
Kleine auto	3.7
Auto	11
Bestelbus / Vrachtwagen	22
Vrachtwagen-snellader	44
Tesla supercharger	89

Ook zijn opgenomen het gecontracteerde en het maximale aansluitvermogen: indien het gecontracteerde vermogen wordt overschreden moet er extra betaald worden voor de verbruikte kWh, bij overschrijving van het maximale aansluitvermogen zal de beveiliging/zekering in werking komen en de elektriciteit afschakelen. In tabel 2 staan een aantal aansluitcapaciteiten zoals die in Nederland veel gebruikt worden.

Tabel 2: Veel voorkomende aansluitvermogens in Nederland

Type verbruiker*	Net aansluiting
KV Kleine woning	1*10A = 2.3 kW
KV Kleine woning	1*25 A = 5.8 kW
KV Woning	3*25 A = 17 kW
KV Woning	3*35 A = 24 kW
KV MKB Bedrijf	3*50A = 35 kW
KV MKB Bedrijf	3*63A = 44 kW
GV MKB Bedrijf	3*80A = 55 kW
GV MKB Bedrijf	100 kVA
GV MKB Bedrijf	160 kVA
GV Industrieel	630 kVA

* KV = Klein Verbruiker, GV = Groot Verbruiker.

Theoretisch maximaal aantal voertuigen

Als er geen verbruik is op de locatie kan de maximale aansluitcapaciteit worden gebruikt voor het opladen van de elektrische voertuigen. Met het combineren van de twee tabellen is te berekenen

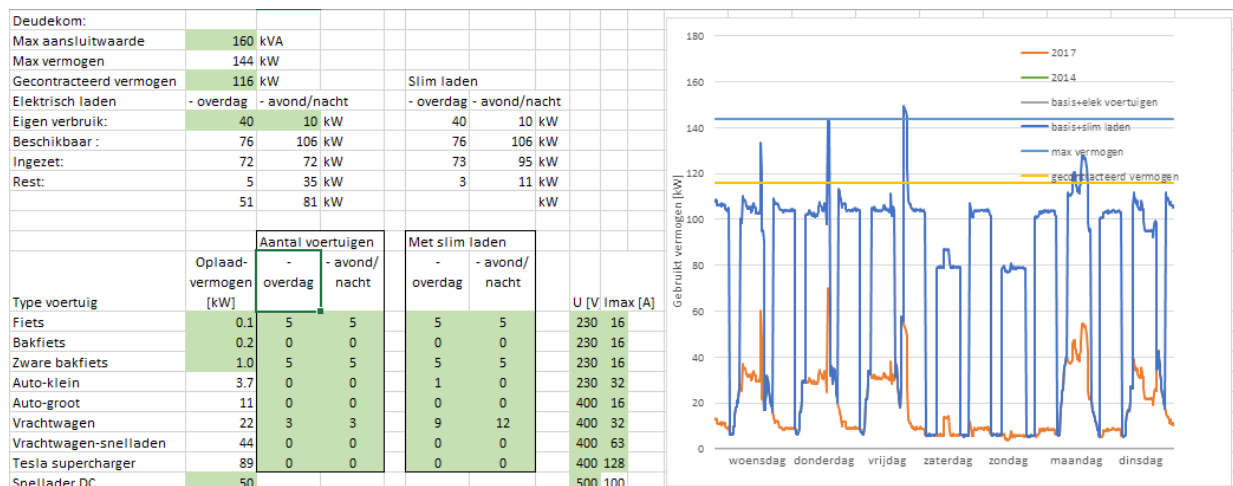
hoeveel voertuigen van een bepaald type per type aansluiting mogelijk zijn bij gelijktijdig opladen. Dit staat in tabel 3.

Tabel 3: Aantal op te laden voertuigen per type netaansluiting.

Type electrisch voertuig	Fiets	Bakfiets	Scooter	Kleine auto	Auto	Vracht-wagen	Vracht-wagen-snellader	Tesla super-charger
Load [kW]	0.1	0.3	1.0	3.7	11	22	44	89
Net aansluiting								
1*10A = 2.3 kW	23	8	2.3	0	0	0	0	0
1*25 A = 5.8 kW	58	19	5.8	2	0	0	0	0
3*25 A = 17 kW	170	57	17	5	2	0	0	0
3*35 A = 24 kW	240	80	24	6	2	1	0	0
3*50A = 35 kW	350	117	35	9	3	2	0	0
3*63A = 44 kW	440	147	44	12	4	2	1	0
3*80A = 55 kW	550	183	55	15	5	3	1	0
100 kVA	1000	333	100	27	9	5	2	1
160 kVA	1600	533	160	43	14	7	4	2
630 kVA	6300	2100	630	170	57	29	14	7

Werkelijk verbruik

In de praktijk zal er altijd ook een eigen verbruik zijn waardoor er minder voertuigen op te laden zijn. In het model wordt daartoe data van het werkelijke verbruik geïmporteerd. Dit verbruik komt uit slimme meter data of eigen metingen. Vervolgens kan dan worden ingevuld hoeveel van elk type voertuig overdag of 's avonds/'s nachts moet worden opgeladen. Het model laat dan zien of dat nog past binnen het gecontracteerde vermogen en de aansluitcapaciteit. Als voorbeeld staat in Figuur 1 een snapshot van het model. Het extra verbruik is bovenop het eigen verbruik gezet. Met de huidige keuzes van het aantal voertuigen is het verbruik grotendeels onder het gecontracteerde vermogen. Op enkele piekmomenten is het hoger, en een enkel moment zelfs hoger dan het aansluitvermogen. In de praktijk moeten deze situaties vermeden worden.



Figuur 1: Snapshot van het EVEC model.

In het voorbeeld van Figuur 1 kunnen er overdag, bovenop het dagelijkse elektriciteitsverbruik, 5 fietsen, 5 zware bakfietsen en 3 vrachtwagens tegelijkertijd opgeladen worden binnen het gecontracteerde vermogen.

Smart charging

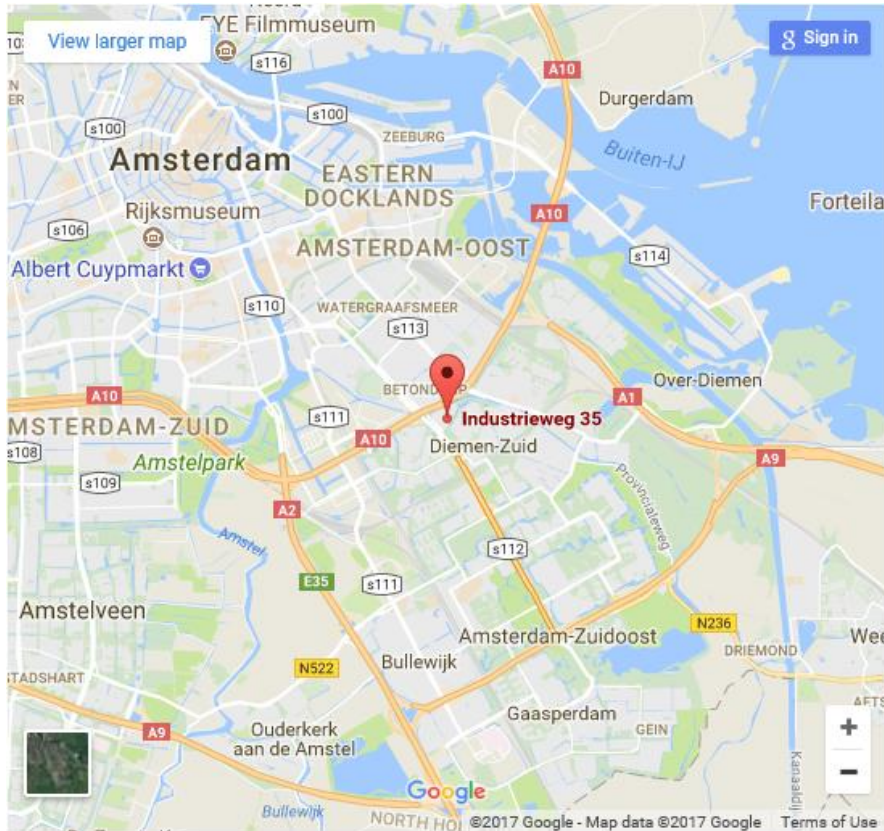
Een manier om slimmer met de beschikbare capaciteit om te gaan is met smart charging. In het huidige model betekent dit dat de verschillende vrachtwagens niet allemaal tegelijkertijd maar na elkaar aan de lader gaan zodat men altijd onder de maximale waarde blijft (uitgesteld laden). In de praktijk bestaan er geavanceerdere regelstrategieën waarbij er continue geregeld wordt optimaal te laden [1]. In het huidige model is dit in een getal gevat, namelijk een praktijkwaarde van 0,35¹: met smart charging is de belasting 0,35 keer zo groot, dus kunnen er $1/0,35 = 2,8$ keer zoveel voertuigen opgeladen worden.

¹ Het getal van 0,35 werd genoemd tijdens de presentatie van Peter Harris van UPS op de FREVUE final conference in London op 21 juni 2017.

3. Praktijkcase Deudekom

Deudekom (<https://www.deudekom.nl/>) heeft al verschillende elektrische vrachtvoertuigen en wil dat aantal verder uitbreiden. Ook zijn er andere vervoerders die graag gebruik willen maken van de gunstige locatie van Deudekom aan een aantal snelwegen en dicht bij de Amsterdamse binnenstad.

3.1 De locatie



Figuur 2: Contact: A.J. van Deudekom BV, Industrieweg 35, 1115 AD DUIVENDRECHT.

De Hytruck² heeft een aansluiting van 380 V en 63 A (snelladen, 44 kW), en kan ook 32A (22 kW) en 16A (11 kW) geladen worden. De capaciteit van de accu is 160 kWh, en er is een eigen lader aan boord.

De Cargo Hoppers hebben een 380 V, 32 A aansluiting.

Bij de Ginafs³ gaat het om elk 11 kW laadvermogen en hebben ook een on-board lader, met een reguliere CEE 5 polige stekker (de rode krachtstroom stekker).



Figuur 4: Voorbeeld van de Hytruck



Figuur 5: De Cargo Hopper



Figuur 6: Voorbeeld van de Ginaf.

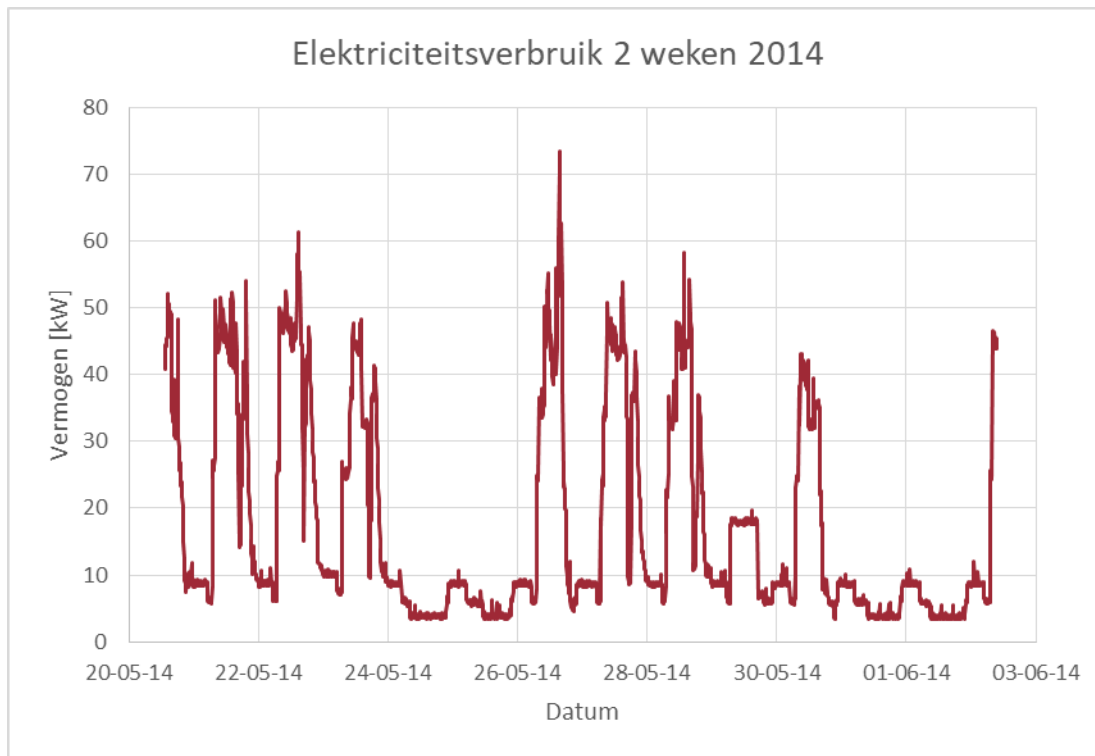
3.3 Het elektriciteitsverbruik

Van het magazijn zijn de elektriciteitsverbruiken bekend. Het kantoor zal de komende jaren fors worden aangepast en daarom zijn de historische data minder van belang.

² www.hytruck.nl/modellen/c12e/

³ <http://www.ginaf.nl/fileadmin/inhoud/Trucks/folder/E-Serie.pdf>

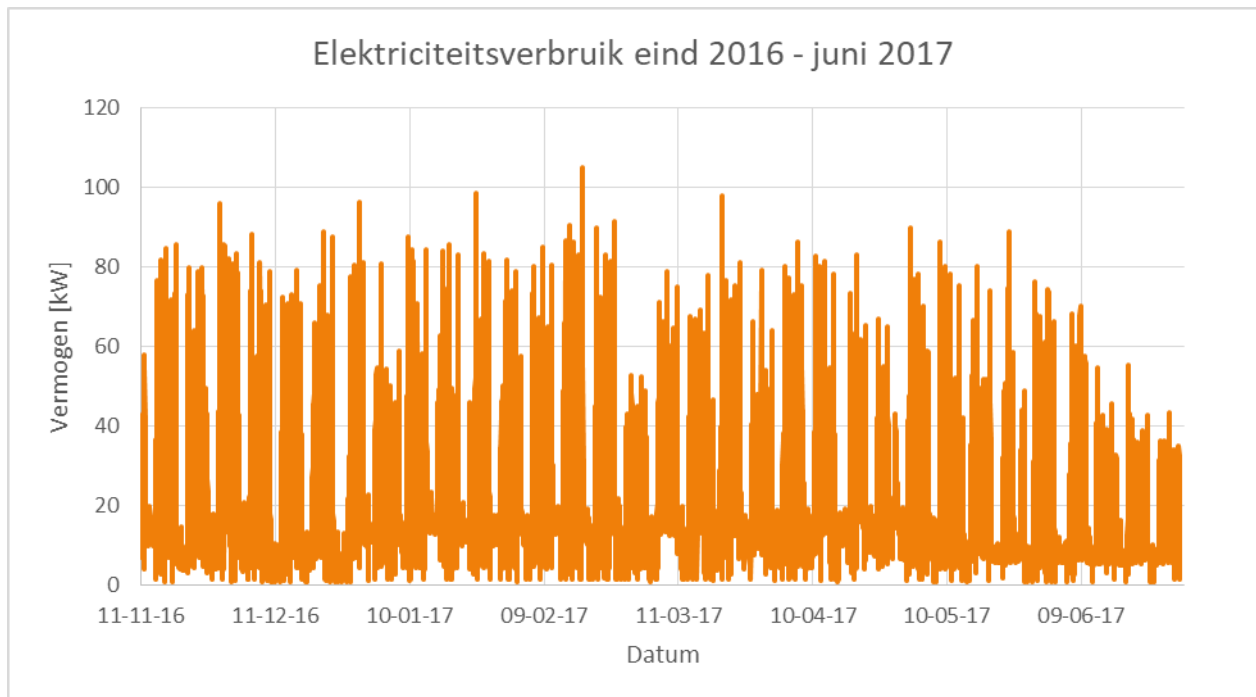
In 2014 zijn er gedurende twee weken, 20 mei t/m 2 juni, uitgebreide metingen gedaan door de installateur aan het elektriciteitsverbruik. De resultaten voor het werkelijke vermogen staan in Figuur 7. De weekenden zijn duidelijk zichtbaar: zaterdag 24 en zondag 25 mei, en zaterdag 31 mei en zondag 1 juni.



Figuur 7: Elektriciteitsverbruik in kW van het magazijn over de periode 20-5 t/m 2-6-2014.

In het weekend is het verbruik naar een minimumniveau, waarbij het hogere verbruik in de nacht komt door de terreinverlichting die dan aanstaat. Doordeweeks is het patroon redelijk gelijk, met een duidelijke uitschieter op maandag 26 mei, en een opvallend laag verbruik op donderdag 29 mei, wat te verklaren is omdat dat Hemelvaartsdag was (en de vrijdag erna dus blijkbaar ook een wat lagere activiteit had).

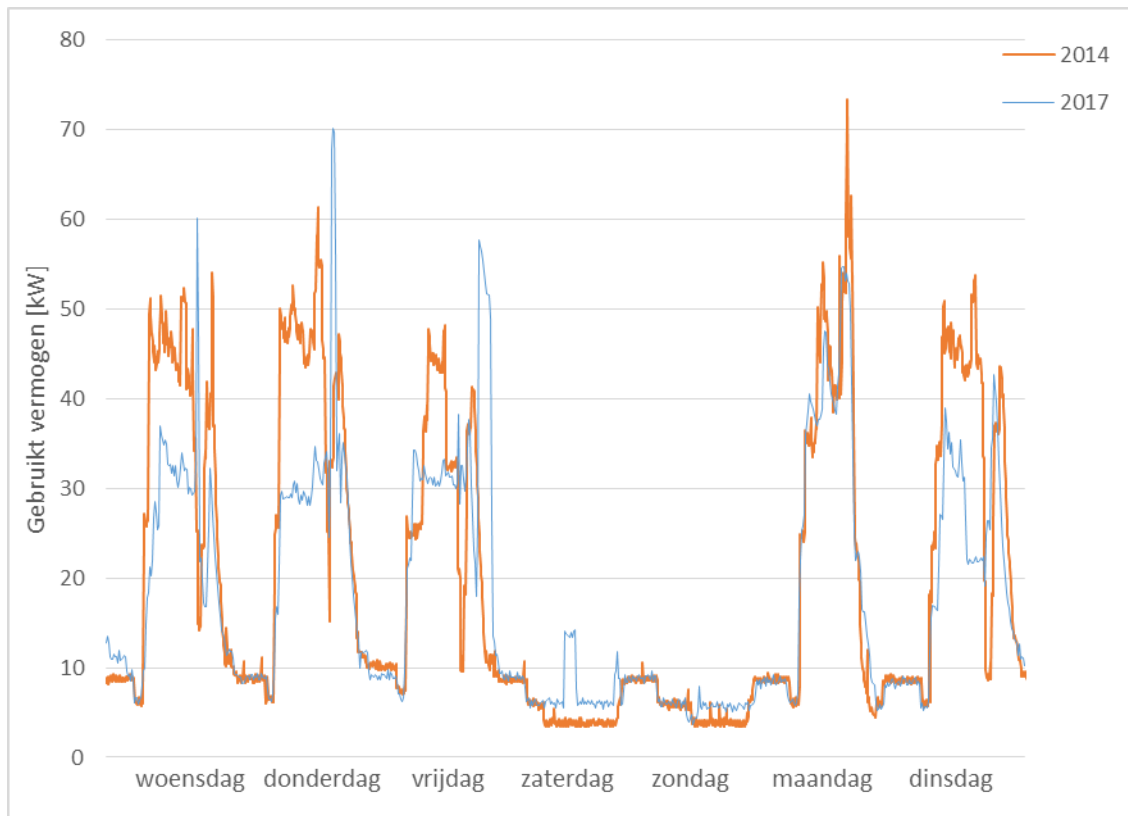
Over de afgelopen periode zijn meterstanden opgevraagd uit de slimme meter. Van de huidige netbeheerder zijn data gekregen over de periode 11 november 2016 tot en met 30 juni 2017. Dit zijn kwartierwaarden van het elektriciteitsverbruik (in kWh). Het vermogen in kW wordt hieruit berekend door elke waarde te delen door een kwart uur. Het verbruik staat in Figuur 8.



Figuur 8: Elektriciteitsverbruik in kW van het magazijn over de periode 11-11-2016 t/m 30-06-2017.

Overdag zit het elektriciteitsverbruik in de wintermaanden zo rond de 70 tot 80 kW, met enkele uitschieters naar beneden naar 50 kW in de eerste week van januari en de eerste week van maart. Ook zijn er enkele, kortere, uitschieters naar boven, tot circa 100-105 kW. Opvallend is het lager verbruik in de laatste drie weken van juni, tot maar 40 kW overdag.

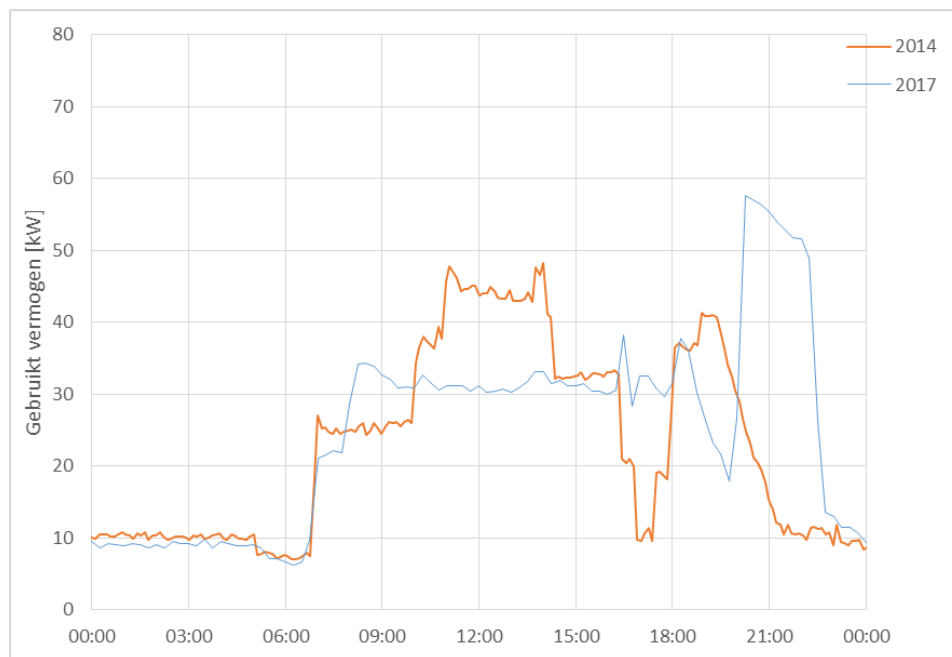
Om de jaren te kunnen vergelijken zijn de resultaten van een week eind mei/begin juni uit 2014 en 2017 vergeleken. Zoals in Figuur 9 te zien is zijn er grote overeenkomsten, maar ook een paar verschillen.



Figuur 9: Vergelijking tussen het elektriciteitsverbruik in een vergelijkbare week in 2014 en 2017.

Dat het verbruik in 2017 lager is dan in 2014 komt vooral doordat er in de tussenperiode energiezuinige LED verlichting is geplaatst. Dit scheelt circa 15 kW (30%) van het totale verbruik. Waarom het verbruik op maandag dan wel vrijwel gelijk is, is niet duidelijk. De pieken aan het einde van de dag komen door het opladen van de elektrische vrachtwagens.

Om dat beter zichtbaar te maken is het verbruik op de vrijdag in een enkele grafiek gezet, zie Figuur 10.



Figuur 10: Het elektriciteitsverbruik op vrijdag 23 mei 2014 en vrijdag 9 juni 2017.

De piek van 18-21 uur in 2014 is circa 30 kW gedurende 2 uur, in totaal dus zo'n 60 kWh, waarbij het langzamer vollopen van de accu is te zien aan het afnemende verbruikspatroon. De piek om 21 uur in 2017 is circa 40 kW gedurende 2 uur, dus in totaal is er dan zo'n 80 kWh geladen.

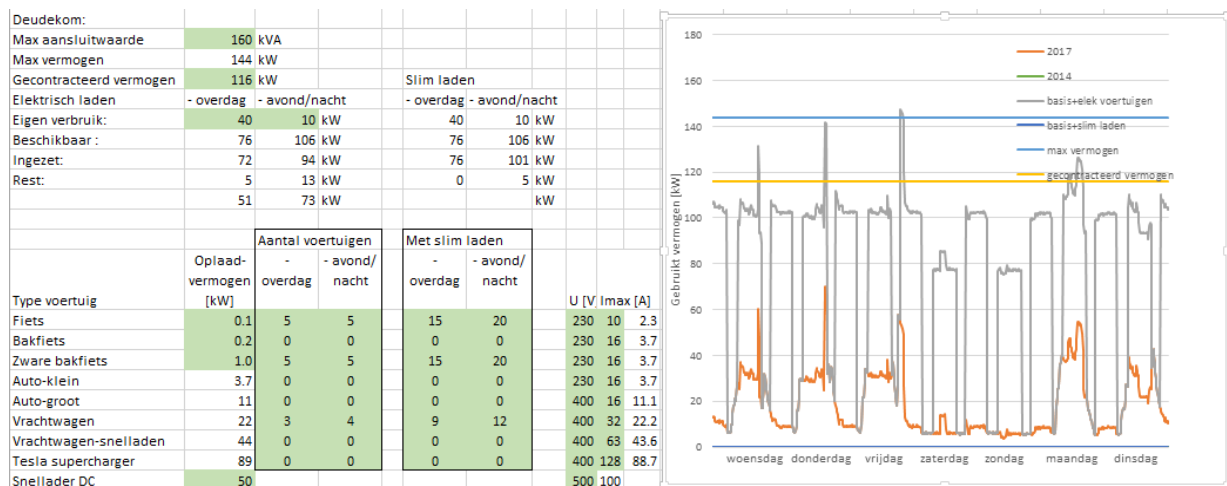
3.4 Mogelijkheden voor opladen

Nu het elektriciteitsverbruik bekend is, kan worden bepaald hoeveel ruimte er nog is op de bestaande aansluiting om extra elektrische voertuigen op te laden. Daarbij moet zowel worden gekeken naar het momentane vermogen (in kW) als het totale laadvermogen (in kWh):

- Het **momentane vermogen** geeft aan hoeveel voertuigen er tegelijkertijd aan de lader kunnen,
- Het **totale laadvermogen** geeft het totaal aan kWh dat in de accu's kan worden gestopt.

3.4.1 Het momentane vermogen

In Figuur 11 staat een snapshot van het model voor de situatie bij Deudekom. Het extra verbruik is bovenop het eigen verbruik gezet. Met de huidige keuzes van het aantal voertuigen is het verbruik grotendeels lager dan het gecontracteerde vermogen. Op enkele piekmomenten is het hoger, en een enkel moment zelfs hoger dan het aansluitvermogen. In de praktijk moeten deze situaties vermeden worden.

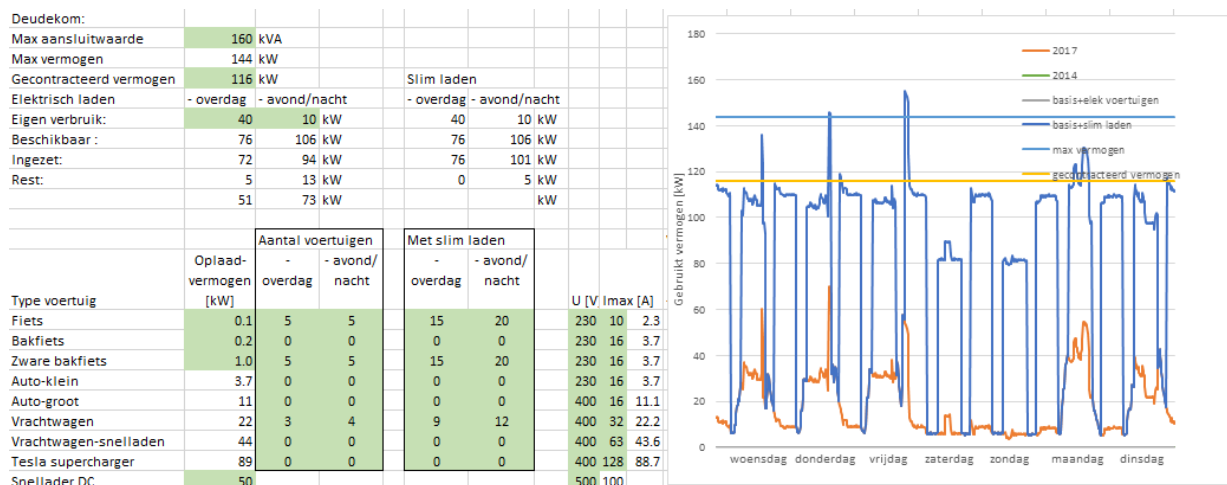


Figuur 11: Basis elektriciteitsverbruik en laden EV.

In het voorbeeld van Figuur 11 kunnen er overdag, bovenop het dagelijkse elektriciteitsverbruik, 5 fietsen, 5 zware bakfietsen en 3 vrachtwagens tegelijkertijd opgeladen worden binnen het gecontracteerde vermogen.

3.4.2 Smart charging

Zoals eerder beschreven kunnen er met smart charging meer voertuigen worden opgeladen. Met het vaste getal dat in het model wordt gebruikt, is met smart charging de belasting 0,35 keer zo groot, dus kunnen er $1/0,35 = 2,9$ keer zoveel voertuigen worden opgeladen. In Figuur 12 staat een snapshot van het EVEC-model voor die situatie.



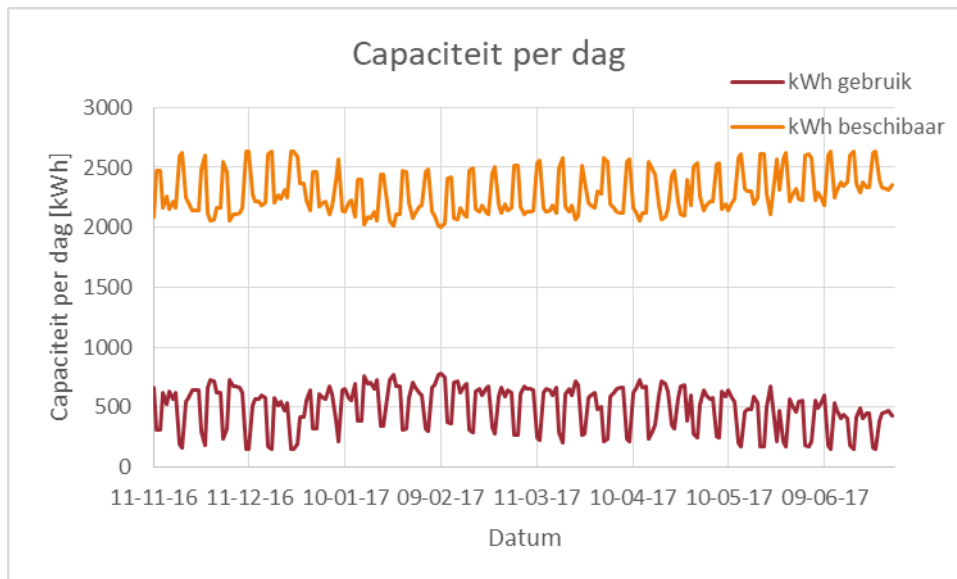
Figuur 12: Basis elektriciteitsverbruik met slim laden van de elektrische voertuigen.

3.4.3 Beschikbare kWh per dag.

Het verschil tussen de gecontracteerde capaciteit en het werkelijke verbruik geeft aan hoeveel elektriciteit er nog uit het net kan worden gehaald binnen het huidige contract.

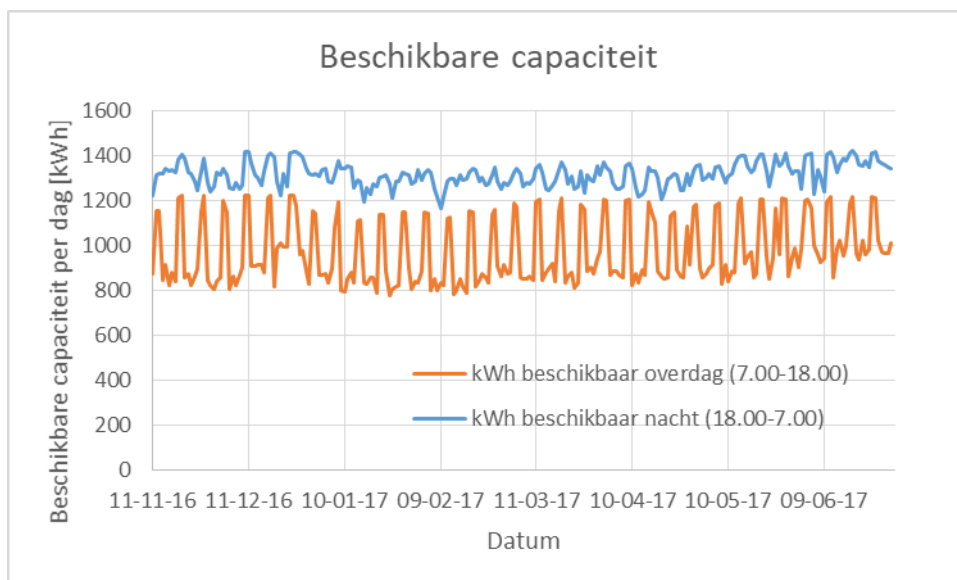
Met een gecontracteerd vermogen van 116 kW kan er per 24 uur dus $24 * 116 = 2.784$ kWh uit het net worden gehaald. Het huidige eigen verbruik is met circa 700 kWh per dag een stuk lager; er kan nog circa 2.000 kWh per dag extra afgenomen worden.

Dit is voor de periode nov 2016 – juni 2017 per dag weergegeven in Figuur 13. Daaruit blijkt dat er op doordeweekse dagen nog circa 2.100 kWh uit het net kan worden gehaald om extra elektrische voertuigen te laden, en circa 2.500 kWh op zaterdag en zondag.



Figuur 13: De nog beschikbare elektrische capaciteit per dag.

Omdat de voertuigen overdag op pad zijn zal het laden vooral tussen 18.00 en 7.00 plaats kunnen vinden. Daartoe is de beschikbare capaciteit per dag zoals weergegeven in Figuur 13 uitgesplitst naar overdag en de avond/nacht, zie Figuur 14.



Figuur 14: Beschikbare capaciteit uitgesplitst naar overdag en 's nachts.

In de nacht is er circa 1300 kWh per dag beschikbaar om extra voertuigen op te laden. De extra capaciteit overdag kan gebruikt worden om voertuigen van derden overdag te laten opladen op de locatie, of met een dagopslag batterij te gebruiken voor extra voertuigen in de nacht.

4. Uitbreiding van het EVEC-model

Het EVEC-model is nu beschikbaar in een eerste versie. Op basis van gesprekken met betrokken bedrijven en eigen inzichten en ervaringen zullen de volgende punten aan het model worden toegevoegd.

Laadvraag individuele voertuigen

In het model wordt nu voor het bepalen van de laadvraag gebruik gemaakt van algemene typen voertuigen. De wens bestaat om daar een keuze naar merk en model te kunnen doen.

Laadprofielen per voertuig

Het laadprofiel van de EV staat nu als een vast getal, op vol vermogen. In de praktijk is het laden niet altijd vol vermogen, maar vertoont een verloop in de tijd. Door hier meer inzicht in te krijgen kan beter ingeschat worden hoeveel voertuigen er tegelijkertijd geladen kunnen worden.

Fabrikanten stellen die profielen vaak niet beschikbaar dus dan moeten ze met eigen metingen verkregen worden,

Gebruiksprofielen huidige wagenpark

Als bekend is wanneer de voertuigen op locatie zijn, en hoeveel kilometers ze dagelijks rijden, dan kan een betere inschatting worden gemaakt van de benodigde laadcapaciteit, en de benodigde kWh'n.

Smart charging

Smart charging staat nu als eerste benadering als een vast getal in het model. Als de gebruiksprofielen bekend zijn, eventueel aangevuld met de laadprofielen, dan kan berekend worden wat met smart charging echt mogelijk is.

Standaard verbruiksprofielen

Er wordt nu gebruik gemaakt van gemeten elektriciteitsverbruiken op een locatie. Mocht die data niet beschikbaar zijn, of het gaat om nieuwbouwlocaties, dan is het handig om uit een aantal standaardverbruiksprofielen te kunnen kiezen.

Batterij opslag op locatie

Als er niet dag en nacht maar alleen gedurende bepaalde perioden een laadbehoefte is, kan een extra batterij vast op de locatie een uitkomst zijn om de capaciteit te vergroten. Er lopen al praktijkexperimenten met tweede hands auto-accu's met deze toepassing. In de rustige uren wordt de vaste batterij dan opgeladen, en bij laadbehoefte van de EV's kan deze vaste batterij dan de tezamen de netaansluiting daarin voorzien.

Zonne-energie

Met zonnepanelen op daken en gevels kan (voor een deel) in de eigen energiebehoefte worden voorzien. Het lastige van zonne-energie is dat er in de winterperiode veel minder beschikbaar is, en dan is vaak de grootste vraag. In de zomermaanden kan er een overschot zijn. Het model kan inzichtelijk maken hoe groot deze effecten zijn.

Vehicle to grid - V2G

De batterij van het elektrisch voertuig zelf kan mogelijk ook ingezet worden in de totale elektriciteitsvraag. Momenteel lopen er onderzoeken waarin dit verder wordt uitgezocht, zoals bijvoorbeeld in het Seev4City⁴ project. Mocht dit een reële mogelijkheid worden dan kan dit aan het model worden toegevoegd.

Gebruiksvriendelijkheid van het model

Het model zit nog in het beginstadium waardoor er nog veel (maat)werk handmatig gebeurt, zoals het importeren en in juiste format zetten van de meetdata. Een Importroutine voor meetdata is dan handig voor toekomstige meetsets.

Ook zijn meer interactiemogelijkheden gewenst, zoals zelf tijdsperiodes kiezen, en keuzes voor gewenste output.

Financien

Er zitten geen financiële berekeningen in het model. Door dit toe te voegen wordt het inzichtelijker welke investeringen er nodig zijn, en wat de rentabiliteit is. Bijvoorbeeld van wat de kosten voor het verzwaren van de netaansluiting zijn, voor verschillende varianten van smart charging, investering in PV-systeem, kosten voor vaste batterij.

Andere software

Het huidige model is in het softwarepakket excel gemaakt. In eerste instantie voldoet dit prima. Mochten de uitbreidingen te ingewikkeld gaan worden dan kan het model in bijvoorbeeld Matlab worden gemaakt.

⁴ <http://www.northsearegion.eu/seev4-city/about/>

Literatuurlijst

- [1] Smart Charging in the Netherlands, EECV Geneva 2017, Tamis, M., Hoed, R. van den, and Thorsdottir, H., University of Applied Sciences Amsterdam, Amsterdam, Netherlands.

Bijlage A: Aansluitwaarden

De capaciteit van een aansluiting gaat in vaste stappen omhoog. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen klein- en grootverbruikers. Hoe zwaarder de aansluiting hoe hoger de kosten (capaciteitstarieven).

Voor kleinverbruikers bij Liander is het overzicht als volgt (2017):

Aansluiting
1x6A geschakeld net onbemeten
1x6A geschakeld net bemeten
1-fase t/m 1x10A onbemeten*
1-fase t/m 1x10A bemeten*
1-fase > 10A en 3-fasen t/m 3x25A onbemeten**
1-fase > 10A en 3-fasen t/m 3x25A bemeten**
3x35A***
3x50A
3x63A
3x80A

Bron: Liander, 2017 (<https://www.liander.nl/consument/aansluitingen/tarieven2017/?ref=14338>)

Grootverbruikers bij Liander (2017):

Capaciteit per aansluiting
groter dan 3x80A af LS-net
groter dan 3x80A en t/m 100kVA, aangesloten op algemeen voedingspunt
groter dan 100kVA t/m 160kVA, aangesloten op algemeen voedingspunt
groter dan 160kVA t/m 630kVA, met transformator en LS-meting1
groter dan 630kVA t/m 1MVA, met vermogensschakelaar, transformator en LS-meting1
groter dan 1MVA t/m 2MVA
groter dan 2MVA t/m 5MVA3
groter dan 5MVA t/m 10MVA3
groter dan 10MVA

Bron: Liander, 2017 (<https://www.liander.nl/grootzakelijk/aansluitingen/tarieven2017/?ref=13585>).

Grootverbruikers bij Enexis (2017):

Aansluitcapaciteit
> 3 x 80 A t/m 3x250 A (173 kVA)
> 3 x 250 A (173 kVA) t/m 1750 kVA
> 1750 kVA t/m 3 MVA
> 3 MVA t/m 6 MVA
> 6 MVA t/m 10 MVA
> 10 MVA

Bron: https://www.enexis.nl/zakelijk/facturen-en-tarieven/tarieven/grootzakelijk-tarieven/maandelijkse-netwerktarieven?stap=Maandelijkse-netwerktarieven-2016_1_1

Grootverbruikers bij Stedin (2017):

Aansluitcapaciteit	Aansluitcategorie
	LS
> 3 x 80A t/m 3 x 175A	Trafo MS/LS
> 175 kVA t/m 1.750 kVA	MS-distributie
> 1.750 kVA t/m 3.000 kVA	Trafo HS+TS/MS
> 3.000 kVA t/m 10.000 kVA	Trafo HS+TS/MS
> 10.000 kVA	TS

Bron: <https://www.stedin.net/tarieven>.