Eindverslag proef Variabele Netcapaciteit in Overijssel en Gelderland

Overijsselse en Gelderse aanpak voor slim openbaar laden

Datum:	woensdag, 1 december 2021
Auteurs:	Marisca Zweistra (ElaadNL), Lotte Gardien (ElaadNL), Luuk Schoenmaekers (Enexis), Arjan Wargers (Enexis), Friso Schuring (Alliander)
Sources:	Fred van der Heijden en Frank Mak (Allego)
Contactpersoon:	
Projectduur :	11 september 2018 – 1 november 2021

Inhoud

1. Samenvatting ... 3

2. Introductie ... 4

1. Betrokken partijen ... 4

Allego ... 4
Alliander ... 4
Enexis ... 4
Provincie Gelderland en Overijssel ... 4
Stichting ElaadNL ... 5

2. Probleemintroductie ... 5

3. Randvoorwaarden ... 5

4. Doel ... 5

3. Onderzoeksvragen ... 6

4. Uitvoering ... 8

5. Resultaten ... 12

Markt ... 12

Gedrag ... 18

Techniek ... 26

Impact op het elektriciteitsnet ... 28

Dynamisch capaciteitsprofiel ... 37

6. Conclusies ... 40

Marktordening ... 40

Gedragsonderzoek ... 40

Techniek ... 41

Impact ... 41

7. Aanbevelingen ... 42

IT ... 42

Auto's en laadinfra ... 42

Netbeheer ... 43

Testcentrum ElaadNL ... 43

Gebruikersinteractie ... 43

Regulatorisch ... 43

Projectmanagement ... 43

8. Bijlagen ... 45

1. Samenvatting

In de periode september 2018-oktober 2021 hebben Liander, Enexis, de provincies Gelderland en Overijssel, Allego en ElaadNL gezamenlijk gewerkt aan een Slim Laden proef in de genoemde provincies, als onderdeel van de gerelateerde laadpaalconcessie.
Doel van deze pilot is het opdoen van praktijkervaring met de grootschalige toepassing van een variabel capaciteitsprofiel op publieke laadpalen, waarbij de gebruiker de mogelijkheid geboden werd het capaciteitsprofiel te overrulen. Dit variabele capaciteitsprofiel bood 20 uur van de dag een hogere capaciteit aan dan gebruikelijk op een publieke laadpaal, en tussen 17:00 en 21:00u, de welbekende avondpiek, een aanzienlijk lagere capaciteit. Onderzocht is wat de impact op de hoeveelheid geladen energie ten opzichte van de situatie zonder Slim Laden was en hoe vaak de overrule functionaliteit gebruikt werd. Er waren daarbij maatregelen voorzien om berijders zo nodig te motiveren/overtuigen om de overrule zo min mogelijk te gebruiken.
Tijdens de proef zijn in totaal circa 1000 laadpalen in de provincies Gelderland en Overijssel (verzorgingsgebied Enexis en Liander) geplaatst en hierop hebben in de periode die we in dit verslag beschrijven (augustus 2019- mei 2021) ruim 350.000 laadsessies plaatsgevonden. De overrulefunctionaliteit werd in deze periode in 2,3% van de sessies gebruikt. Bovendien werden veruit de meeste van deze ge-overrulede sessies aangevraagd door gebruikers die slechts één keer overruleden én deden zij dit vaak zonder dat het voor hun laadresultaat noodzakelijk was: slechts in 0,6% van de laadsessies leidde de aangevraagde overrule daadwerkelijk tot een aangepast laadprofiel. Hiermee kan geconcludeerd worden dat in de praktijk in een slechts zeer beperkt aantal laadsessies tussen 17:00 en 21:00u een hoger laadvermogen nodig was dan het variabele capaciteitsprofiel voorschreef.
De hoeveelheid geladen energie tijdens de proef week niet noemenswaardig af van de energie die zonder Slim Laden geladen zou zijn. Ook op dit vlak is de aangeboden invulling van Slim Laden succesvol gebleken.
De netimpact van het laden wordt duidelijk beperkt door het variabele capaciteitsprofiel, doordat het cumulatief laadprofiel een sterk verlaagd afgenomen vermogen laat zien tussen 17:00u en 21:00u, dat alleen nog toeneemt door de ongeveer 30% nieuwe sessies die starten tijdens de vermogensbeperking. Na 21:00u gaat het laden verder op een totaalvermogen dat hoger is dan het totaalvermogen om 17:00u, maar de vermogensvraag daalt daarna vrij snel. Deze mogelijke nieuwe avondpiek vormt een leerpunt en behoeft nadere aandacht bij een verdere uitwerking.
Aanbevelingen die uit de proef volgen beslaan zowel de IT, de auto- en laadpaalindustrie, de gebruikersacceptatie als de inrichting van het project als geheel. Belangrijke aanbeveling is dat de naleving van de reeds opgestelde normen met betrekking tot Slim Laden voor de sector erg belangrijk is, aangezien afwijkingen in de uitvoer van een Slim Laden propositie kunnen leiden tot issues, en een lagere flexpotentie van auto's voor de gehele sector. Met name het opvolgen van de norm met betrekking tot de respons van een voertuig op een opgelegde pauzestand laat nog te wensen over.

Disclaimer bij dit verslag:
Een groot deel van de operationele fases vond tijdens de Covid-19 pandemie plaats. Het (verder) extrapoleren van resultaten naar de toekomst dient daarom met zorg te gebeuren, rekening houdend met het sterk veranderde rijgedrag tijdens de pandemie.

2. Introductie

1. Betrokken partijen

Allego

Allego is een toonaangevende Europese leverancier van laadoplossingen voor elektrisch aangedreven voertuigen. Als pionier in onze branche heeft Allego een jarenlange ervaring in laadinfrastructuur, waaronder het opzetten van een netwerk van snelle en ultrasnelle laadstations die voldoen aan alle industrienormen. Allego exploiteert momenteel 26.000 oplaadpunten in onder meer 12 Europese landen: België, Denemarken, Frankrijk, Duitsland, Luxemburg, Nederland, Portugal, Zweden en het Verenigd Koninkrijk. Het Allego-netwerk omvat zowel AC (normaal) laden als DC (Fast en Ultra Fast) laadoplossingen voor zowel stedelijke gebieden als langs de belangrijkste verkeerscorridors en snelwegen in heel Europa. De Allego EV-cloud heeft momenteel meer dan 30.000 oplaadpunten in beheer en biedt ondersteuning aan bedrijven en bestuurders van elektrische voertuigen via een cloud based serviceplatform. Het platform omvat een volledig portfolio van praktische diensten zoals facturering, actieve monitoring, mobiele apps, websiteportals en analyses. In 2018 is Allego overgenomen door Meridiam, een Benefit Corporation naar Frans recht, gespecialiseerd in de ontwikkeling, financiering en het beheer van langlopende en duurzame openbare infrastructuurprojecten. Ga voor meer informatie naar: www.allego.eu.

Alliander

Alliander N.V. is een netwerkbedrijf en verzorgt de distributie van energie in een derde van Nederland. Het is met name actief in de provincies Gelderland, Flevoland, Friesland, Noord-Holland en delen van Zuid-Holland.

Enexis

Enexis N.V. is een netbeheerder en verzorgt de distributie van energie in de provincies Groningen, Drenthe, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg.

Provincie Gelderland en Overijssel

De provincies Gelderland en Overijssel beslaan een groot gebied in het midden/oosten van ons land. Gelderland is zelfs in oppervlakte de grootste provincie van Nederland! Samen wonen er meer dan 3 miljoen mensen, in 76 gemeenten. De provincies werken op veel gebieden nauw samen, bijvoorbeeld verkeersveiligheid, openbaar vervoer en laadinfrastructuur; sinds een jaar is die samenwerking geformaliseerd in de GO-RAL, de Gelders-Overijsselse Regionale Aanpak Laadinfra. Daaraan nemen ook de netwerkbedrijven deel. En overigens ook de (Utrechtse) gemeente Veenendaal, zodat er in totaal 77 deelnemers zijn in de GO-RAL. Al vóór GO-RAL hebben de provincies gezamenlijk de huidige concessie laadinfra, namens ca. 40 gemeenten aanbesteed aan Ecotap/Allego. Onderdeel van die aanbesteding is het huidige project met een variabel laadprofiel geweest. Samen met de netbeheerders, ElaadNL en Enpuls is uitvoering gegeven aan dit project.

GO-RAL doet met dit project kennis op die in de komende jaren gebruikt kan worden om de laadinfra op een goede en verantwoorde manier uit te rollen, zodat enerzijds voldaan kan worden aan de laadbehoefte, en anderzijds de netimpact gebalanceerd kan worden.
Momenteel is de aanbesteding van een nieuwe concessie laadinfra gestart, waaraan ruim 60 gemeenten deelnemen. Een variabel laadprofiel maakt niet meteen deel uit van het programma van eisen, maar hard- en software van de laadinfrastructuur moet wel smart charging-ready zijn.

Stichting ElaadNL

ElaadNL is een initiatief van de samenwerkende netbeheerders in Nederland: Cogas, Endinet, Enexis, Liander, Stedin, TenneT en Westland Infra. ElaadNL komt voort uit Stichting e-laad.nl, die van 2009 tot 2014 een Nederlands netwerk van circa 3.000 openbare laadpalen voor elektrische auto's realiseerde. Vanaf het moment dat het plaatsen en beheren van laadpunten door de markt werd opgepakt, heeft e-laad.nl zich hieruit teruggetrokken. ElaadNL vormt nu het Nederlandse kennis- en innovatiecentrum voor Slim Laden.

2. Probleemintroductie

De toename van elektrisch vervoer (EV) -en daarmee het gebruik van laadinfrastructuur- veroorzaakt hoge piekbelastingen in het elektriciteitsnet. Om deze piekbelastingen en netverzwaringen te voorkomen wordt sinds enkele jaren geëxperimenteerd met Slim Laden. Met Slim Laden worden piekbelastingen voorkomen door het beschikbare vermogen voor het laden van elektrische auto's te beperken op het moment dat er veel vraag is naar elektriciteit. Bij momenten met weinig elektriciteitsvraag kan juist meer vermogen beschikbaar worden gesteld.

3. Randvoorwaarden

In het project is een specifieke vorm van Slim Laden toegepast, te weten het variabele capaciteitsprofiel. Onderdeel van het onderzoeksprogramma waren de afspraken zoals overeengekomen tijdens de gunning van de concessie voor het plaatsen en exploiteren van publieke laadinfrastructuur binnen de provincies Gelderland en Overijssel. Concreet betreft dit:

1) Vanuit de 'Tz. Gepubliceerde aanbestedingsdocumenten Laadpalen':
   a) Het 'plan van aanpak', paragraaf 4.1.7 met een algemene beschrijving van de proef
   b) Het 'programma van eisen laadpalen', hoofdstuk 2 met de eisen ten aanzien van de proef
   c) De gunningscriteria, vanaf pagina 17, met kwalitatieve gunningscriteria 6, 7 en 8.
   d) Het programma van eisen beheer en onderhoud, zie eisen 10 t/m 13 (inzake de data)
2) De plannen van aanpak, ingediend door Allego betreffende een drietal sub-gunningscriteria:
   a) Plan van aanpak 6: de aangeboden overrulefunctie
   b) Plan van aanpak 7: procesgang rondom de totstandkoming van de stimuleringsmaatregelen.
   c) Plan van aanpak 8: de communicatie met de e-rijder omtrent de pilot
3) Bijlage 5, werknotitie variabel laden. Dit is een aanvullende overeenkomst met afspraken over de te gebruiken overrule functie.

4. Doel

Doel van deze pilot is het opdoen van praktijkervaring met de grootschalige toepassing van een variabel capaciteitsprofiel op publieke laadpalen. Meer specifiek zijn de volgende doelen geformuleerd:

1. Marktordening: het verkrijgen van inzicht in de opstelling en waarde voor marktpartijen (eMSP en CPO) van het variabele capaciteitsprofiel.
2. Gedragsonderzoek: het verkrijgen van inzicht in de wijze waarop de e-rijder het variabele capaciteitsprofiel ervaart en kan worden gestimuleerd te laden buiten de piekmomenten.
3. Techniek: het verkrijgen van inzicht in de technische implementatie van het variabele capaciteitsprofiel.
4. Impact: het verkrijgen van inzicht in de impact van het variabele capaciteitsprofiel op het elektriciteitsnet en inzicht verkrijgen in noodzakelijke institutionele wijzigingen om Slim Laden mogelijk te maken.

3. Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen zijn onderverdeeld in categorieën, en luiden als volgt.

Markt

M1. Welke services en incentives willen marktpartijen aanbieden aan klanten omtrent het capaciteitsprofiel? (In hoeverre gaan marktpartijen hiermee bijvoorbeeld laden buiten de piek stimuleren)?

M2. Wat is de meerwaarde van het capaciteitsprofiel voor de CPO?

M3. Daarvan afgeleid/daaraan toegevoegd: wat is nog een acceptabele hoeveelheid kW (ondergrens) en kWh (geboden volume) voor de CPO en gebruiker?

M4. Is de huidige manier van monitoren en valideren van het huidige capaciteitsprofiel in deze pilot voldoende om grip en inzicht te houden op de toepassing van het capaciteitsprofiel?

M5. In hoeverre worden andere vormen van laadsturing (exclusief loadbalancing) toegepast naast het statische capaciteitsprofiel?

M6. In het geval andere vormen van laadsturing worden toegepast, in hoeverre conflicteren deze dan met elkaar?

M7. In hoeverre conflicteren belangen RNB, TSO en PV-partijen met elkaar in het geval er andere vormen van laadsturing worden toegepast?

Gedrag

G1. Welke factoren beïnvloeden de attitude jegens en acceptatie van variabel laden en de intentie om variabel te laden?

G2. Op welke wijze (met welke stimuleringsmaatregelen) kan het gedrag van gebruikers beïnvloed worden zodat zij zoveel mogelijk laden buiten de piekmomenten? (En dus zo min mogelijk gebruik maken van de “overrule” functie.)

Techniek

T1. In hoeverre ontstaan issues/geen issues met auto’s die mogelijk hinder ondervinden van het lagere laadvermogen tussen 17:00 en 21:00u (bijv. Renault ZOE)?

T2. Welke voordelen en issues levert het gebruik van softwarematige selectiviteit op voor de netbeheerder, CPO en EV-rijder?

Impact op het elektriciteitsnet

I1. Wat is het effect van het capaciteitsprofiel op de netimpact? (Zorgt het capaciteitsprofiel voor de verwachte reductie van piekbelasting op het net, en ontstaat er mogelijk een nieuwe piekbelasting ná 21:00u?)

I2. Hoe vaak gebruiken e-rijders de overrule functie?
In hoeverre zijn hierin patronen te ontdekken (dag van de weekend/week, weer, locatie, zelfde of verschillende EV-rijders etc.). Deze vraag wordt nader gespecificeerd met een aantal variabelen. Voorlopig: tijd, weer, locatie, unieke EV-rijder.

I3. Wat zijn de kosten en baten (ook maatschappelijk) van de inzet van Slim Laden als alternatief voor netverzwaring? (doel vraag: met de resultaten/ervaringen uit deze proef eerste inzichten geven)

Dynamisch capaciteitsprofiel

Ten tijde van het gezamenlijk opstellen van het onderzoeksprogramma, d.d. 20 februari 2019, was nog onvoldoende duidelijk welke onderzoeksvragen op dit vlak realistisch zouden zijn. Daarom is als uitgangspunt gekozen: “*dit deel vullen we op een nader te bepalen moment gezamenlijk in. Dit op basis van onze praktijkervaringen tot dan toe, en de mogelijkheden die voorhanden zijn*”.

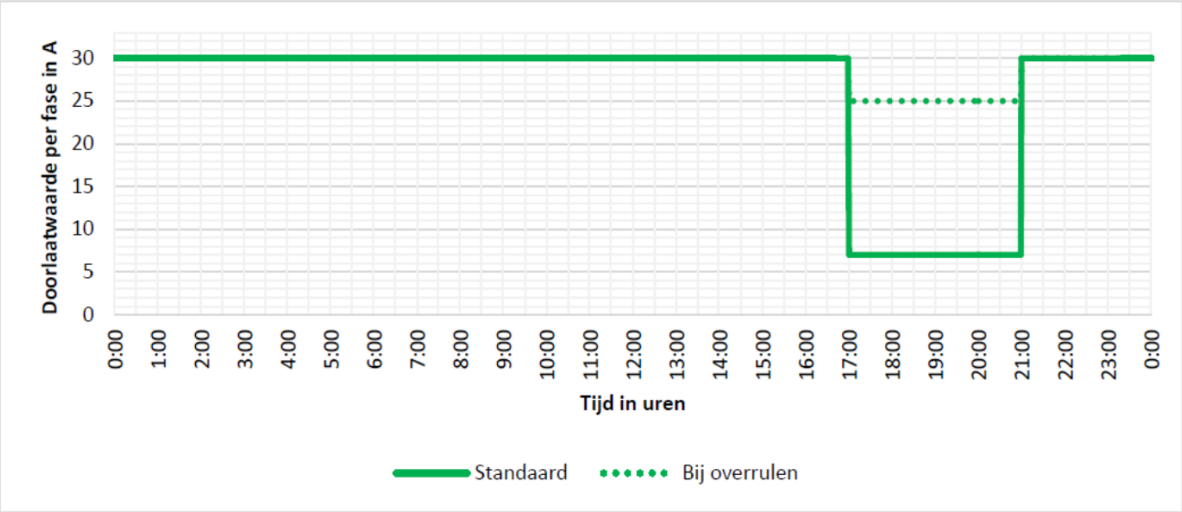
Vervolgens zijn in juni 2021 door Enexis, Liander, Allego en ElaadNL de volgende onderzoeksvragen afgesproken.

D1. Welke uitdagingen komen er kijken bij het clusteren van transportcapaciteit, om deze over een cluster van laadpaal aansluitingen te verdelen (bij CPO en DSO)?
D2. Wat merkt de EV rijder van deze clustering van transportcapaciteit?
D3. In hoeverre kan de CPO d.m.v. clustering van transportcapaciteit toe met een minder hoge capaciteit tussen 17:00 en 21:00u?
D4. Wat is de meerwaarde voor de CPO?
D5. Welk transportvermogen per aansluiting is afdoende om auto's tussen 17:00 en 21:00u nog te kunnen laden?
D6. Wat valt er te zeggen over de minimale grootte van een cluster?
D7. Welke netimpact reductie wordt er bereikt door het toepassen van een clustering?

De clustering van transportcapaciteit houdt in dat Allego voor een groep laadpalen, gevoed door één middenspanningsruimte, één capaciteitsprofiel ontvangt, waarna zij zelf mag beslissen hoe deze transportcapaciteit te verdelen over de laadpunten, zo lang het totaal maar voldoet aan het profiel. Het verschil tussen het normale capaciteitsprofiel en een dynamisch capaciteitsprofiel, is dat een dynamisch capaciteitsprofiel wordt bepaald o.b.v. netmetingen, en zo rekening houdt met de actuele netsituatie.

4. Uitvoering

Op alle openbare laadpalen die geplaatst werden in het kader van deze concessie is in de verzorgingsgebieden van Enexis en Liander een herhalend (vast) capaciteitsprofiel toegepast, waarbij buiten de piekuren méér vermogen aangeboden werd dan bij een normale laadpaal, ter compensatie van de aanzienlijke beperking van het vermogen tijdens de piekuren. Dit profiel is weergegeven in figuur 1. Het vermogen dat op elk moment ter beschikking staat van Ecotap/Allego, mag door haar verdeeld worden over de per laadpaal aanwezige 2 laadpunten.



Figuur 1: het gewenste capaciteitsprofiel op de laadpalen uit de concessie

De toepassing van deze vorm van variabele capaciteit vereist dat Ecotap/Allego de laadpalen standaard liet aansluiten met een netaansluiting van 3x35A. De meerkosten die hiermee gemoeid waren (ten opzichte van een reguliere 3x25A netaansluiting) werden tijdens het project gecompenseerd door de netwerkbedrijven, indien de concessiehouder aan de eisen voldeed zoals opgenomen in het contractdocument “Programma van eisen: Laadpalen”, pagina’s 6 t/m 9.

Een verhoogde piekbelasting op het elektriciteitsnet wordt voorkomen omdat in dit capaciteitsprofiel het beschikbare vermogen van de laadpaal standaard tussen 17:00 en 21:00u wordt verlaagd naar 3x7A. De op het elektriciteitsnet toch al aanwezige avondpiek zal hierdoor met slechts 3x7A toenemen, i.p.v. de bij een reguliere laadpaal maximale 3x25A. Buiten deze periode kunnen e-rijders over een hoger vermogen beschikken dan gebruikelijk is bij een reguliere openbare laadpaal (op een 3x25A netaansluiting).

De laadpalen waarop Slim Laden wordt toegepast bieden het grootste deel van de dag een hogere laadsnelheid van max 21 kW (3x30 Ampère). Tussen 17:00 en 21:00u is de laadsnelheid verlaagd naar maximaal 4,8kW (3x7A). Indien tussen 17:00 en 21:00u sneller laden toch noodzakelijk is, dan is het mogelijk om het langzaam laden te “overrulen” als gebruiker. Het totale vermogen wordt dan opgehoogd tot 3x25 Ampère.
Gebruikers hadden de mogelijkheid om het normale laadprofiel te overrulen door een vertrektijd en het auto type in te vullen. Op basis van de aankomsttijd, de verwachte vertrektijd, en de laadbehoefte wordt er berekend of er voldoende vermogen op de laadpaal beschikbaar is, om de auto op tijd vol te krijgen. Het invullen van de laadvoorkeur, hoeft dus niet altijd per definitie tot meer vermogen te leiden.
Bij de start van een sessie wordt voor 30 seconden maximaal vermogen gegeven middels een standaard profiel. De gebruiker kan zien dat zijn auto begint met laden en na 30 seconden wordt er overgeschakeld op het Slim Laden profiel.
Gebruikers konden hun wensen m.b.t. vertrektijd en autotype op vier verschillende manieren doorgeven:

1. Via de APP Smoov verkrijgbaar voor Android en Apple
2. Door het scannen van de QR-code op de laadpaal.
3. Door het Allego laadpunt in te voeren op www.allego.eu/laadvoorkeur.
4. Door te bellen met de helpdesk.

Als een gebruiker geen voorkeur aangeeft dan werd er op basis van de aankomsttijd, het dan toe geladen vermogen, de verwachte vertrektijd, en andere gebruikers die aan het laden zijn, een keus gemaakt. In sommige situaties kon het voorkomen dat een tweede auto, gedurende een periode van een aantal uur geen vermogen kreeg, omdat de eerste auto prioriteit kreeg van het Slim Laden algoritme.

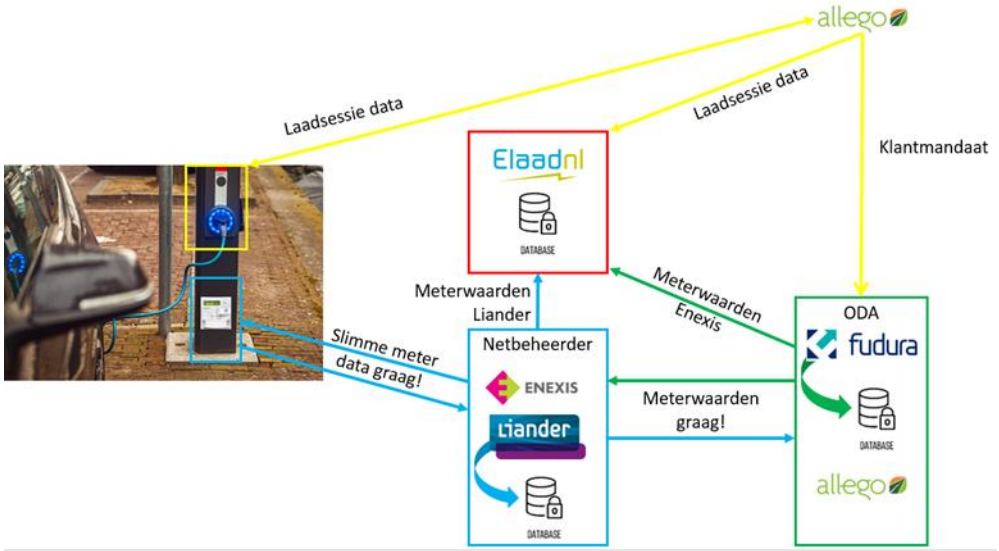
Nissan ZOEs van de types Q90 en Q210 voldoen niet aan de normen voor Slim Laden[1]. Om die reden moesten EV-rijders van deze types auto's zichzelf registreren bij Allego, zodat hun auto altijd een overrule kreeg. Hetzelfde probleem gold in de periode november 2019-september 2020 voor de Tesla Model 3. Gezien de aantallen auto's en de inschatting van de benodigde tijd om alle berijders te bereiken werd besloten de overrule functionaliteit tijdelijk voor álle laadsessies te activeren, totdat Tesla het issue verholpen had. Hierover is in de uitwerking van de resultaten (onder Techniek en Gedrag) meer informatie opgenomen.
De coronapandemie had geen impact op het uitgevoerde laadprofiel, maar er was vanzelfsprekend sprake van sterk veranderd rij- en laadgedrag.
In 2021 meldde Allego dat zij sinds december 2020 een toename van het aantal meldingen ontving over auto's die niet goed werden geladen. Het was niet direct duidelijk waar dit door kwam. Om de situatie op te lossen is besloten het minimum laadvermogen te verhogen naar 16A, zodat bij dubbele bezetting geen "slaap" meer nodig was. Aansluitend op de aanpassing van het laadvermogen is door de testexperts van ElaadNL in samenwerking met Allego en Ecotap een diepte-onderzoek gedaan naar het laadgedrag van de meest voorkomende modellen auto's op verschillende laadpalen. Uit deze test bleek dat er inderdaad een model auto in de top-10 aanwezig is dat niet voldoet aan de normen voor "Sleep mode and wake up". Ook bleek tijdens de testdag dat een aantal modellen ongewenst reageerden op een aanpassing in de laadpaal, die juist was doorgevoerd vanwege een eerder, niet gerelateerd, issue met dezelfde norm. Naar aanleiding van de uitgevoerde testdag zijn inmiddels verbeteringen bij de auto's doorgevoerd. Algemeen kan gesteld worden dat de opvolging van de norm voor Wake on Sleep nog te wensen over laat en aandacht behoeft. De gedetailleerde uitkomsten zijn in bijlage 1 (geanonimiseerd) opgenomen.
Voor de verdere duur van de proef bleef het minimumvermogen 16A. De verdere functionaliteit van het overrulen bleef gelijk.

In de analyse van de resultaten maken wij onderscheid tussen technische overrules (sessies waarbij de meterwaarden aangeven dat het laadvermogen te hoog was tijdens de avondpiek; deze sessies bepalen het uitbetalen van de compensatievergoeding) en menselijke overrules (het door een persoon gebruiken van de overrule functionaliteit, wat inzicht biedt in de acceptatie van Slim Laden door de EV-rijder maar niet altijd leidt tot een technische overrule: hierover later meer).

De sessies die uiteindelijk daadwerkelijk als overrule zijn uitgevoerd zijn bij aanvang van de proef gedefinieerd als sessies waarbij in de laaddata een stroom hoger dan 7A per fase gemeten wordt tijdens de piekuren. Aangezien tijdens de proef op vermogen gestuurd werd en werd geconstateerd dat er fluctuaties in de spanning optraden, was een licht hogere stroom nodig om het ingestelde vermogen te kunnen leveren. Om deze fluctuaties niet onterecht als overrule aan te merken werd de ondergrens voor een technische overrule verschoven naar 7,5A per fase.

[1] IEC 61851-1, ISO 15118:3:2017 en NAL Smart Charging Requirements 1.9 en 1.10 waarin een minimaal laadvermogen van 6A per fase wordt beschreven

Om deze validatie geautomatiseerd uit te kunnen voeren hebben de netbeheerders Enexis en Liander als volgt de slimme meters van de laadpalen uitgelezen.

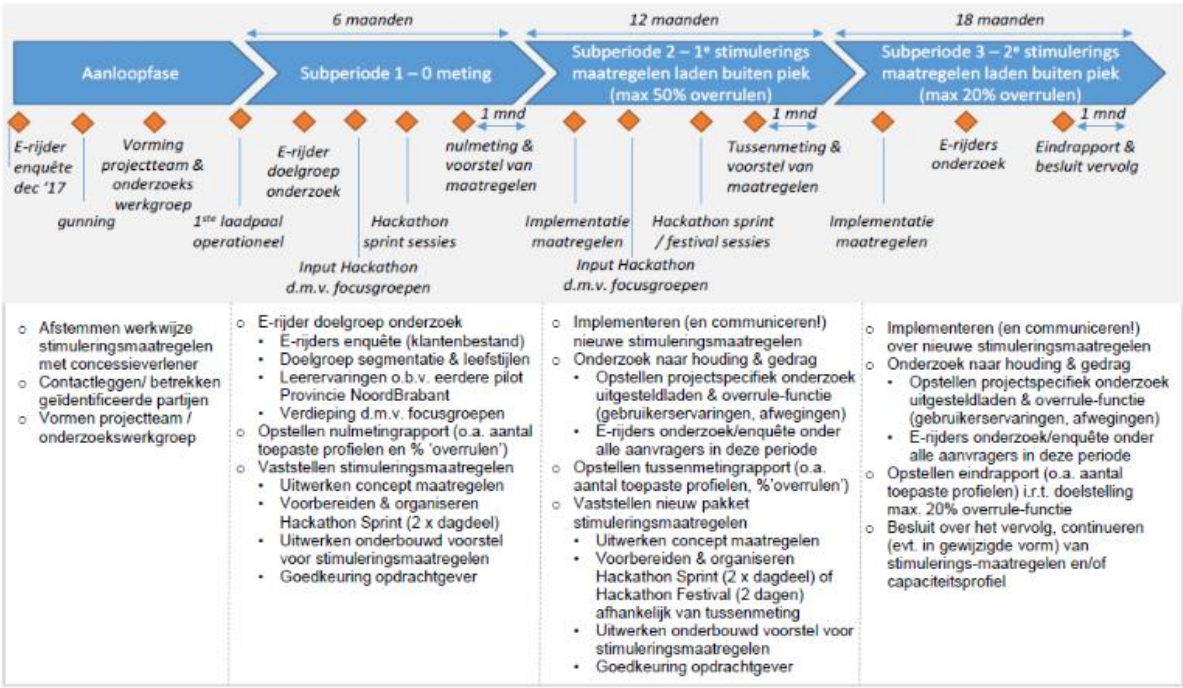


Figuur 2: schematische weergave van het dataverkeer tussen de laadpaal en (de systemen van) de netbeheerder

Allego gaf haar klantmandaat aan de ODA Fudura, die op haar beurt de desbetreffende netbeheerder (respectievelijk Liander en Enexis) vroeg om de slimme meter data van een specifieke set laadpaalaansluitingen (EAN's). Deze data werd door Liander en Enexis opgevraagd bij de desbetreffende slimme meters, vervolgens gedeeld met ODA Fudura, die het vervolgens opsloeg in een database.
Fudura deelde vervolgens de slimme meter data met ElaadNL, die deze vervolgens, samen met de laadsessiedata van Allego, analyseerde om op basis van deze data de van toepassing zijnde compensatievergoeding te kunnen bepalen.
Per 12 januari 2020 verving Liander de ODA route met het zelf, via de zogenaamde P5 poort, uitlezen van de slimme meters. Daardoor kon de slimme meter data zonder tussenkomst van een derde partij, met ElaadNL gedeeld worden, t.b.v. analyse. Zoals gebruikelijk is hiervoor een DPIA (data protection impact assessment) uitgevoerd, waaruit bleek dat hier geen sprake is van persoonsgegevens, omdat het een publieke laadpaal betreft. Hierbij is het gerealiseerde verbruik, zoals geregistreerd door de slimme meter, een product van het elektriciteitsverbruik van de laadpaal zelf, vermeerderd met een mogelijke laadsessie van een voor Liander onbekende gebruiker aan laadpunt 1, en een mogelijke laadsessie van een voor Liander onbekende gebruiker aan laadpunt 2. Vermeldenswaardig is dat hierbij ook een stap kon worden gemaakt naar het uitlezen van de gemiddeld genomen afgenomen hoeveelheid stroom per 15 minuten. Vergeleken met de ODA route, waarbij alleen de afgenomen hoeveelheid energie in energie per 15 minuten, uitgelezen kon worden, is de P5 poort route daarmee accurater gebleken. Enexis heeft ervoor gekozen om voor de duur van deze pilot de oorspronkelijke route te handhaven, gezien de inplanbaarheid van de werkzaamheden die met de overgang naar P5 gemoeid zijn.

De door Ecotap/Allego aangeleverde planning, zoals opgenomen in het projectplan, is opgenomen in figuur 3. De afwijkingen ten opzichte van deze planning worden in de bespreking van de Resultaten benoemd. Het betreft voornamelijk activiteiten die niet zijn uitgevoerd omdat

stimuleringsmaatregelen en sessies gericht op het activeren van berijders niet nodig bleken.



Figuur 3: planning bij aanvang van het project. In de uiteindelijke uitvoering zijn niet alle activiteiten gerealiseerd.

5. Resultaten

Dit hoofdstuk behandelt per onderzoeksvraag de resultaten die zijn behaald. In respectievelijk hoofdstukken 6 en 7 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan.

Markt

M0. Leidt een contract met variabele capaciteit tot **andere rollen en verhoudingen** tussen marktpartijen onderling (bijvoorbeeld eMSP en CPO) en hoe zien die er dan uit? Welke proposities worden aangeboden?

De uitvoering van de proef is geen aanleiding geweest voor een verandering van rollen en verhoudingen. Naar alle waarschijnlijkheid is dit een gevolg van het feit dat het een proef betreft, en partijen blijkbaar niet snel geneigd zijn om op basis van een proef, ook al duurt deze 3 jaar, wijzigingen door te voeren. Vooraf werd gedacht dat het variabele capaciteitsprofiel disruptief zou werken op hoe marktpartijen zich tot elkaar verhouden en gedragen, bijvoorbeeld bezien vanuit de eMSP en CPO-rol. Het disruptieve karakter bleek in de praktijk mee te vallen, en zelfs afwezig: er waren geen adviezen nodig vanuit marktrollen met betrekking tot het laden op de laadpalen in de concessie. Gedurende de pilot is er niks veranderd in de rol tussen MSP en CPO. Als er gebruik wordt gemaakt van prijsdifferentiatie op een tijdstip dan blijft de rol hetzelfde. Zou er ook gedifferentieerd worden met betrekking tot afgenomen vermogen dan zou dit tot een andere verhouding kunnen leiden. Veel EV rijders merkten niet/nauwelijks dat er sprake was van een aangepast laadprofiel, wat in het gedragsonderzoek (zie onderdeel Gedrag in dit hoofdstuk) nader wordt uitgewerkt.

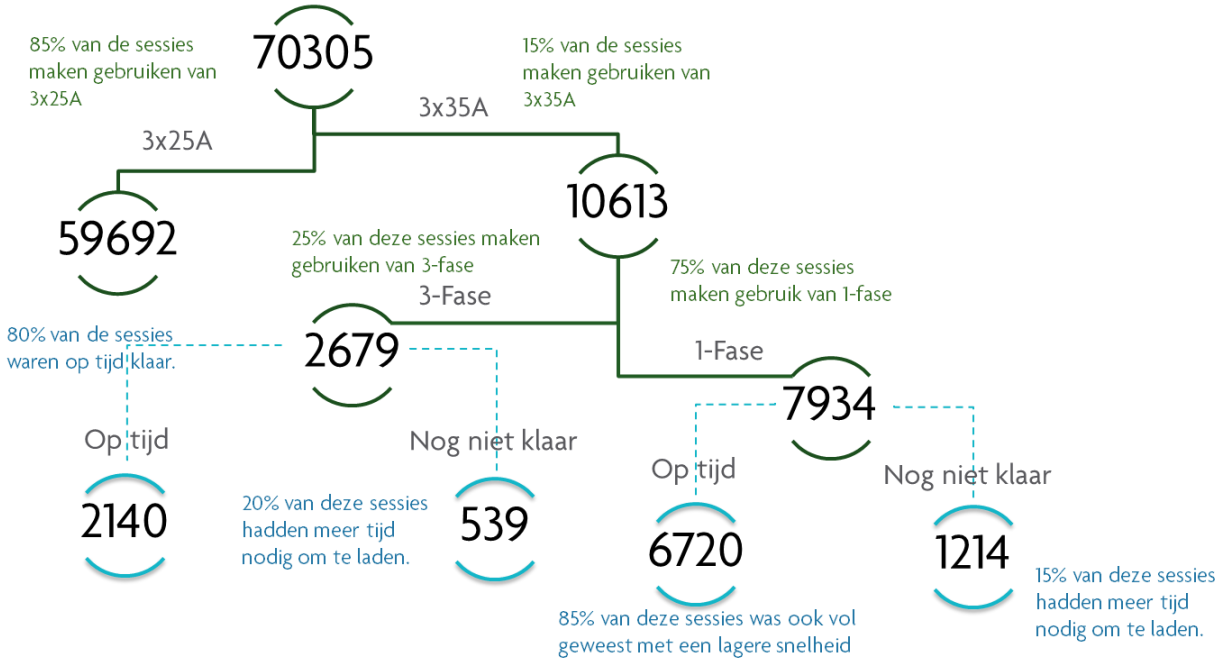
M1. Welke **services en incentives** willen marktpartijen aanbieden aan klanten omtrent het capaciteitsprofiel? (in hoeverre gaan marktpartijen hiermee bijvoorbeeld laden buiten de piek stimuleren)?

Bij aanvang van de proef werd gedacht dat het voor EV-rijders lastig zou zijn om te wennen aan variërende netcapaciteit en dat het profiel zou leiden tot bijvoorbeeld verhoogde range anxiety. Dit bleek tijdens de uitvoering niet het geval. Alhoewel het profiel vanuit de CPO en netbeheerder bezien veel impact heeft, blijkt dit door de EV-rijder niet zo ervaren te worden, als de auto's conform verwachting volgeladen werden. Gedurende de proef zijn er daarom, alhoewel deze op meerdere punten in de planning waren opgenomen, geen incentives/stimuleringsmaatregelen doorgevoerd. Het overrulepercentage, feitelijk de indicator van het accepteren van het profiel door de EV-rijder, bleek namelijk voldoende laag om aan de doelstellingen van de variabele netcapaciteit ten aanzien van het ontzien van de elektriciteitsnetten, te voldoen. In het gedragsonderzoek, dat verderop in dit rapport uitgebreid besproken wordt, is bovendien een tendens zichtbaar waarin nieuwe EV-rijders Slim Laden meer als vanzelfsprekend zijn gaan ervaren dan de "generatie" voor hen. Dit past bij eerdere technologische vernieuwingen, waarbij de acceptatie door een combinatie van persoonlijke ervaringen en "nudging" sterker toeneemt dan alleen op basis van persoonlijke ervaringen mogelijk is.

M2. Wat is de **meerwaarde van het capaciteitsprofiel** voor de CPO?
Daarvan afgeleid/daaraan toegevoegd: wat is nog een acceptabele hoeveelheid kW (ondergrens) en kWh (geboden volume) voor de CPO en gebruiker?

Net als bij de vorige onderzoeksvraag bleek de 3 jaar durende proef geen reden voor marktpartijen om hun lopende dienstverlening erop aan te passen/te onderzoeken dit in de toekomst bij een dergelijk profiel wél te doen. Allego stelt dat er voor hen geen incentive is om een variabel capaciteitsprofiel toe te gaan passen. Er is bijvoorbeeld geen sprake van een lager nettarief. Figuur 4

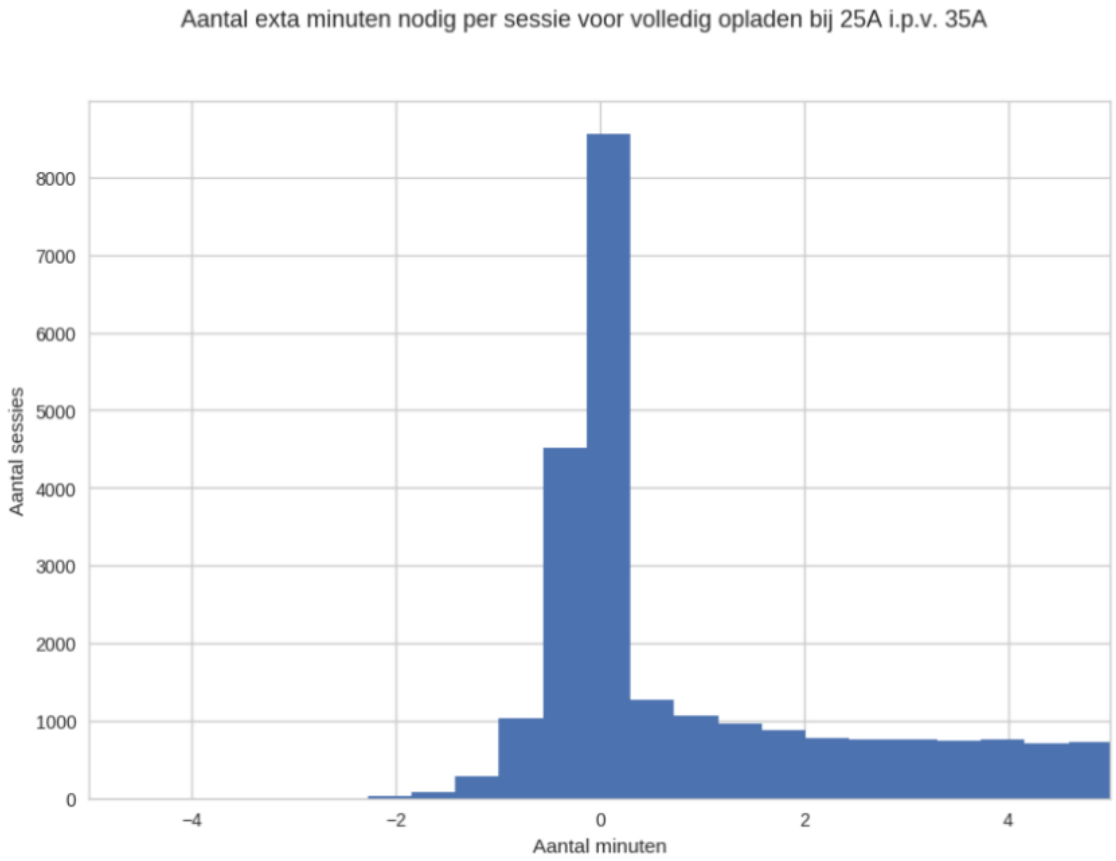
laat zien dat er slechts zeer beperkte meerwaarde in een zware netaansluiting zit voor de EV-rijder. Een lagere capaciteit is voor de CPO prijstechnisch gunstiger.



Figuur 4: Inzicht in de meerwaarde van de hogere aansluitwaarde van 3x35A. Geanalyseerd Pre-Corona Sep 2018 – Apr 2020 op 1. het gebruik van 3x25A versus 3x35A (groen) en 2. aantal sessies dat bij een lagere aansluitwaarde op tijd klaar zou zijn (blauw)

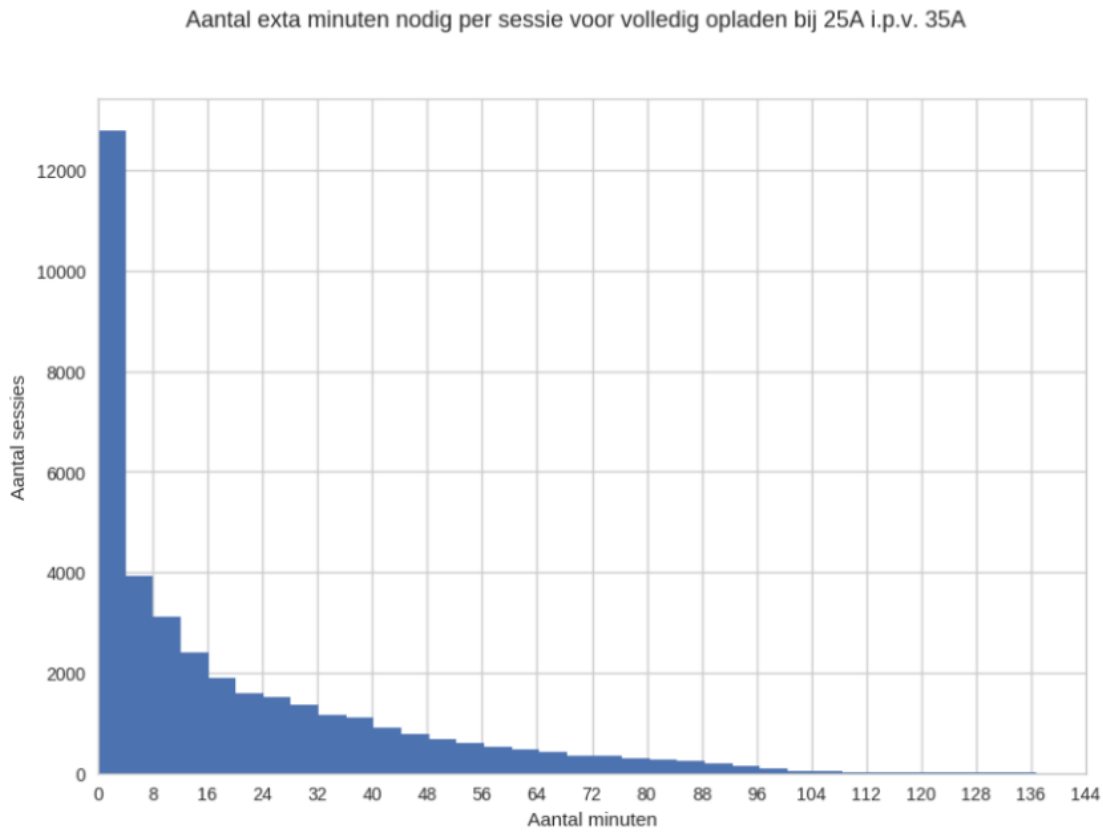
Figuur 5 laat, in een andere weergave als in figuur 4 gebruikt, ook zien dat verreweg de meeste laadsessies even vol geladen zijn op de 3x35A aansluiting met capaciteitsprofiel als wanneer de aansluiting de reguliere 3x25A aansluiting zou hebben, waarbij ook wordt aangegeven hoeveel meer tijd de sessie nodig gehad zou hebben. De meerwaarde van het aan een laadpaal kunnen laden met 3x30A[2] t.o.v. de reguliere 3x25A, is dus nihil. Dit komt ten eerste doordat de auto's een ruim langere connectietijd hebben dan nodig is om de batterij te laden, maar ook o.a. om doordat volledig elektrische auto's niet standaard worden uitgerust met 3x32A on-board laders, maar met 3x16A laders (een aantal uitzonderingen daargelaten).

[2] In deze proef was het capaciteitsprofiel 3x30A, maar was sprake van een 3x35A netaansluiting



Figuur 5: Impact op het laden voor sessies als continu 25A beschikbaar was geweest in plaats van 35A met een variabel capaciteitsprofiel (populatie: de sessies die technisch gebruik konden maken van 35A: 37.345 stuks). Voor veruit de meeste sessies was geen sprake van een voordeel: de auto is even vol bij 25A als bij 35A, of had een paar minuten extra nodig gehad om volledig vol te zijn.

Met een steeds hogere bezettingsgraad is er in theorie wel voordeel te behalen met een 3x35A netaansluiting, omdat dan bij twee tegelijk ladende auto's buiten de piek niet langer met tweemaal 3x12,5A geladen kan worden, maar met tweemaal 3x16A. Dit is een voordeel van 28%. In de praktijk blijkt, volgens figuren 4, 5 en 6, dit voordeel zeer beperkt te zijn. Dit is in lijn met de opbouw van de elektrische vloot van dit moment, waarbij 3x32A on-board laders een gering aandeel vormen. Het is niet de verwachting dat het aandeel 3x32A on-board laders de komende jaren zal toenemen: de auto-industrie lijkt zich vooral te richten op 3x16A. Bovendien is in de meest recente Smart Charging Guidelines opgenomen dat 1-fase auto's nog maar maximaal 16A mogen gebruiken, waardoor de meerwaarde van de zware netaansluiting nog kleiner is geworden.



Figuur 6: visualisatie van de tijdwinst van EV-rijders bij het laden op 35A in plaats van 25A. De meeste voertuigen hebben, gezien de grote piek tussen 0 en 10 minuten, nauwelijks voordeel gehad van de hoge netaansluiting voor wat betreft de laadtijd. In deze visualisatie ontbreekt de connectietijd van de sessies. In totaal zouden tijdens de proef 13.439 sessies niet volgeladen zijn geweest op 25A, maar slechts 1760 van deze sessies waren in werkelijkheid wél volgeladen met het 35A-7A profiel. De overige 11.589 sessies kwamen dus ook met het in de proef gebruikte profiel niet vol.

Figuren 5 en 6 laten samen goed zien dat wanneer wordt gekeken naar de tijdwinst die EV-rijders bereiken met het laden aan een laadpaal met een zwaardere netaansluiting, deze slechts minimaal is. Een beperkt aandeel van de sessies met een korte connectietijd heeft kunnen profiteren van de zware netaansluiting: 1760 van de 13.349 korte sessies, oftewel 13%, is volledig volgeladen afgeleverd en zouden dat niet geweest zijn op de normale netaansluiting.

M3. Is de huidige manier van **monitoren en valideren van het huidige capaciteitsprofiel** in deze pilot voldoende om grip en inzicht te houden op de toepassing van het capaciteitsprofiel?

In de proef hebben Enexis en Alliander ingeregeld dat zij de slimme meters van de laadpalen uit konden lezen, om met die data, gecombineerd met de laadsessie data van Allego, te kunnen bepalen in hoeverre het capaciteitsprofiel opgevolgd werd. Zie ook hoofdstuk 4 voor de procesbeschrijving.

In de praktijk bleek het uitlezen van de slimme meters een complex en arbeidsintensief proces, waar veel van geleerd is.

Hier volgen de leerervaringen van de netwerkbedrijven Enexis en Alliander, waarna de onderzoeksvraag beantwoord wordt.

- In de stukken van de aanbesteding (PvE laadpalen) is opgenomen dat het **overrule percentage op basis van laadsessies** bepaald zou worden. Dit is in de praktijk niet goed werkbaar gebleken, want daarvoor hebben de netwerkbedrijven zowel slimme meter data als laadsessie data nodig. Gemakkelijker zou zijn geweest om op basis van de belasting op netaansluitingniveau te bepalen of het capaciteitsprofiel is opgevolgd.
  Daarmee kunnen de netwerkbedrijven o.b.v. 'eigen data' controleren of een CPO zich heeft gehouden aan een gedicteerd capaciteitsprofiel, en maakt zij zich niet afhankelijk van data vanuit een CPO.
  Allego had t.g.v. deze invulling in de aanbesteding een belangrijke rol in de monitoring en validatie van het capaciteitsprofiel, wat naast een stuk afhankelijkheid, een beroep deed op Allego. Het sturen van mandaten naar een ODA om ervoor te zorgen dat slimme meters uitgelezen mogen worden, en het nagaan of laadsessie data volledig is en goed gedeeld wordt, zouden onnodige acties moeten zijn om een capaciteitsprofiel te kunnen valideren.
  Hieruit valt de conclusie te trekken dat mocht het zo zijn dat netwerkbedrijven in de toekomst capaciteitsprofielen moeten valideren, zij dit:
  (1) o.b.v. belasting op netaansluitingniveau doet,
  (2) zij dit onafhankelijk van de CPO kan doen, d.m.v. het zelf kunnen uitlezen van slimme meters.
- Het **uitlezen van slimme meter data via de ODA route** zorgde voor de volgende problemen:
  (1) regelmatig foutcodes die opgelost moesten worden voordat de data kon worden ontsloten
  (2) regelmatig wegvallende mandaten vanuit de CPO wat zorgde voor ontbrekende data, en waar weer een actie voor benodigd was om e.e.a. weer in orde te brengen
  (3) Via deze route kon alleen energie per kwartier gedeeld worden, en helaas geen stroom per fase, wat nodig is om het capaciteitsprofiel zo accuraat mogelijk te kunnen valideren.

  Daarmee is de ODA route voor het uitlezen van slimme meters onwenselijk. Netbeheerders moeten zonder tussenkomst van een derde partij slimme meters uit kunnen lezen t.b.v. de monitoring en validatie van capaciteitsprofielen.
- Alliander heeft vanaf 12 januari 2020 gebruik kunnen maken van de zogenaamde **P5 slimme meter poort** i.p.v. de route via de ODA. Via deze route kon zij zelf, na een DPIA (Data Protection Impact Assessment) succesvol doorlopen te hebben, slimme meter data uitlezen via een virtuele slimme meter poort, welke toegang geeft tot de benodigde slimme meter data. Een groot voordeel van deze route is dat stroom per fase uitgelezen kon worden, wat nodig was om het capaciteitsprofiel goed te kunnen valideren.
  Deze route is naar tevredenheid gevolgd, maar ook hier zijn de nodige leerervaringen opgedaan. Foutcodes, ontbrekende data, het zo goed mogelijk bereikbaar krijgen van de slimme meters, en het soms slechts eens per uur daadwerkelijk meten van meetwaarden door slimme meters[3], bleken hier aandachtspunten. Regelmatig waren meters onvoldoende goed bereikbaar door slecht bereik via het (GPRS/CDMA) netwerk, waarbij het proces om te komen tot het weer goed bereikbaar krijgen van deze meters, gewijzigd en versneld is. Ook gebeurde het dat er geen data doorkwam terwijl er ook geen foutcodes gecommuniceerd werden. Deze proef heeft ervoor gezorgd dat deze processen werden verbeterd en stappen geautomatiseerd. Ook is Alliander bezig met zogenaamde (LTE-M) dongles om de bereikbaarheid van CDMA slimme meters verder te verbeteren, en ook Enexis is bezig de bereikbaarheid van haar slimme meters te verbeteren.
  Deze route voor het uitlezen van slimme meters heeft voor beide netwerkbedrijven dan ook de voorkeur boven de ODA en andere routes.

[3] Hierdoor werd een 15 minuten meting vervolgens nog driemaal onterecht herhaald in de data

- Het **valideren of de CPO zich heeft gehouden aan het capaciteitsprofiel** bleek niet eenvoudig aangezien slimme meters verbruik registreren per klokkwartier, en de CPO vaak begint met kwartieren tellen vanaf het moment dat een laadsessie wordt gestart, b.v. om 15:07u, en 15 minuten later om 15:22u. Het door de CPO werken met klokkwartieren is hierin dus erg belangrijk. Daarnaast is met de CPO afgesproken dat kleine overschrijdingen niet meteen leiden tot het "overruled" beschouwen van de laadsessie. Zo werden amperages tot 7,5A gedoogd, werd het eerste kwartier van de laadsessie genegeerd, en werd één kwartier waarin er meer dan 7,5A werd afgenomen ook gedoogd. Ook fluctueerde de spanning op de aansluitingen, waardoor bij een lagere spanning automatisch een hogere stroom werd gebruikt aangezien door de CPO op kW gestuurd werd, en een overschrijding het resultaat was. Dit zijn belangrijke leerervaringen voor de toekomstige toepassing van een capaciteitsprofiel, en een vraag waarover nagedacht moet worden is dan ook of "maximaal 7A" ook echt maximaal 7A is, of dat er een set uitzonderingssituaties bij hoort. Mede omdat door ElaadNL moest worden gekeken naar de combinatie laadsessies en slimme meter data, werd de validatie onnodig complex. Zoals het eerste leerpunt van deze lijst ook al vermeld: niet o.b.v. laadsessies, maar o.b.v. het afgenomen vermogen op de aansluiting, zou het profiel gevalideerd moeten worden.
  Maar ook het door ElaadNL verkrijgen van de slimme meter data moest goed ingeregeld worden, waarbij o.a. het invullen van een verkeerde einddatum in een systeem al zorgt voor ontbrekende data. Dit alles komt dus zeer precies, en moet bij opschaling nauwgezet in schaalbare processen worden gevat.
- **Bereikbaarheid van de laadpaal controller** is ook een aandachtspunt. De CPO kan tijdig het juiste laadprofiel uitsturen, maar soms kwam het voor dat Allego niet al haar laadpalen goed kon bereiken, waardoor de laadprofielen niet goed opgevolgd werden. Het lokaal in de laadpaal opslaan van het capaciteitsprofiel kan hiervoor een oplossing zijn, of het stellen van hogere connectiviteitseisen.

Met deze leerervaringen kunnen beide netbeheerders de processen in de toekomst beter vormgeven, om daarmee mogelijk te maken dat een implementatie sneller kan verlopen. Concreet is momenteel sprake van de ontwikkeling van een nieuw kleinverbruik tarievenstelsel (voor het totale netbeheer, niet alleen voor het laden van EV). Hiervoor is monitoring en validatie van de afgenomen capaciteit noodzakelijk. De bevindingen uit dit project dragen bij aan de ontwikkeling van robuuste processen in deze ontwikkeling van nieuwe tarieven.

M4. In hoeverre worden **andere vormen van laadsturing** (exclusief loadbalancing) toegepast naast het statische capaciteitsprofiel?
In het geval andere vormen van laadsturing worden toegepast, in hoeverre conflicteren deze dan met elkaar?
In hoeverre conflicteren belangen RNB, TSO en PV-partijen met elkaar in het geval er andere vormen van laadsturing worden toegepast?

De gebruiker kan ervoor kiezen om dynamisch meer vermogen te vragen om af te wijken van het capaciteitsprofiel. De RNB en de CPO hebben daarin verschillende belangen. De RNB wil zo min mogelijk piekbelasting en daarmee investeringen in het netwerk voorkomen, terwijl de CPO een zo hoog mogelijk gebruik van zijn infrastructuur wil hebben.

Deze vraag was niet van toepassing tijdens de projectperiode. Het leek nog te vroeg om variabele netcapaciteit te combineren met andere vormen van laadsturing. Bovendien vervult Allego geen Balance Responsible Party (BRP) rol, waardoor koppeling met andere technieken niet voor de hand ligt. Bij een partij als Vattenfall of ENGIE zou dit wellicht wel mogelijk geweest zijn.

Alliander en Enexis hadden het voornemen om in maart of april 2020 een sessie te beleggen waarbij de volgende laadpaalexploitanten zouden worden uitgenodigd: Allego, Vattenfall, Pitpoint, ENGIE, PARKnCHARGE, Lomboxnet/wedrivesolar, om met hen van gedachten te wisselen over een andere invulling van de publieke laadpaalaansluiting. Omdat echter ook binnen de NAL Smart Charging werkgroep CPO's aan tafel zitten, én de netbeheerders (Stedin, Enexis en Liander) ten doel hebben gesteld in Q2 van dit jaar met een gezamenlijke visie te komen op het Slim Laden aan publieke laadpalen in Nederland, is besloten het plan nog niet uit te voeren maar te wachten tot de NAL-werkgroep resultaten had opgeleverd. Deze strategie maakte het ook eenvoudiger om Stedin, die niet participeert in deze proef, te betrekken. In de tussentijd konden Enexis en Liander de impact van het capaciteitsprofiel op de netbelasting doorrekenen.

Gedrag

Een belangrijk onderdeel binnen de proef is het gebruikersonderzoek. Immers staat de EV-rijder, de gebruiker van de laadinfrastructuur, centraal in de ontwikkeling van variabel laden. Het doel van het gebruikersonderzoek is in kaart brengen wat de ervaringen van EV-rijders zijn binnen de proef, wat de bereidheid tot variabel laden is en hoe EV-rijders gestimuleerd kunnen worden om variabel laden te adopteren. Dat laatste vertaalt zich concreet in een zo laag mogelijk gebruik van de overrulefunctionaliteit. Om dit te achterhalen zijn een tweetal surveys uitgevoerd, zijn een aantal interviews afgenomen en is een bijeenkomst voor EV-rijders georganiseerd door Allego.

<u>Survey 1 | december 2018</u>

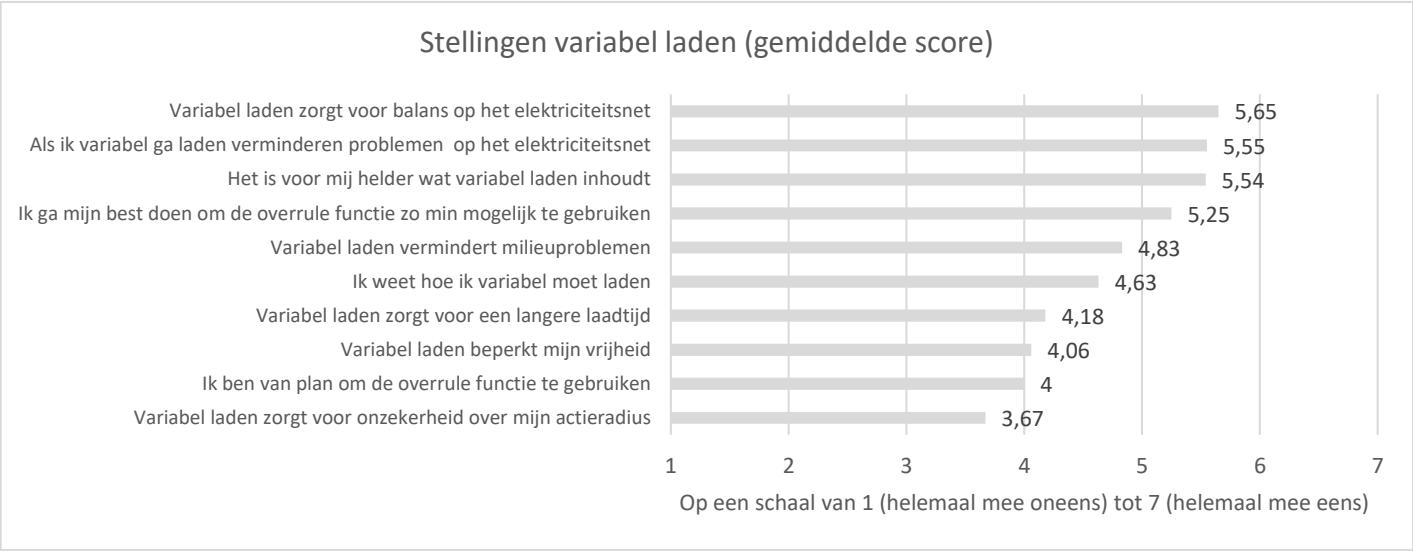
De eerste survey vond plaats in december 2018. EV-rijders die een laadpaal hadden aangevraagd binnen de concessie zijn benaderd. Belangrijke opmerking hierbij is dat ongeveer 80% van de respondenten op dat moment nog geen daadwerkelijke laadervaring had op de laadpalen uit de concessie. Deze waren op dat moment nog niet geplaatst. In de survey zijn algemene zaken uitgevraagd als kenmerken van de auto, kenmerken van de EV-rijder zelf, het rijgedrag en de attitude jegens variabel laden. Hieronder volgen de meest relevante resultaten.

Algemene kenmerken

In totaal 89 respondenten deden mee (81 mannen en 8 vrouwen) en de gemiddelde leeftijd is 46 jaar. De meest gereden modellen auto's zijn de Hyundai Kona, Nissan Leaf en Mitsubishi Outlander. Van de respondenten reed 65% een volledig elektrische auto, tegenover 35% plug-in hybride. Ruim de helft van de respondenten (57%) heeft nog een tweede auto ter beschikking. Ongeveer drie kwart (76%) van de respondenten heeft de auto zakelijk aangeschaft (zakelijk koop of zakelijk lease), tegenover een kwart privé of private lease. Een evenredig deel (25%) betaalt zelf voor laden.

Perceptie variabel laden

Een korte uitleg van de proef en variabel laden is in de survey gegeven. Vervolgens zijn stellingen voorgelegd over variabel laden en is gevraagd in welke mate de respondenten het eens zijn met de stelling, op een schaal van 1=helemaal mee oneens tot en met 7=helemaal mee eens.



Figuur 7: verdeling van antwoorden op stellingen over het nut van variabel laden, uit het eerste gebruikersonderzoek van december 2018

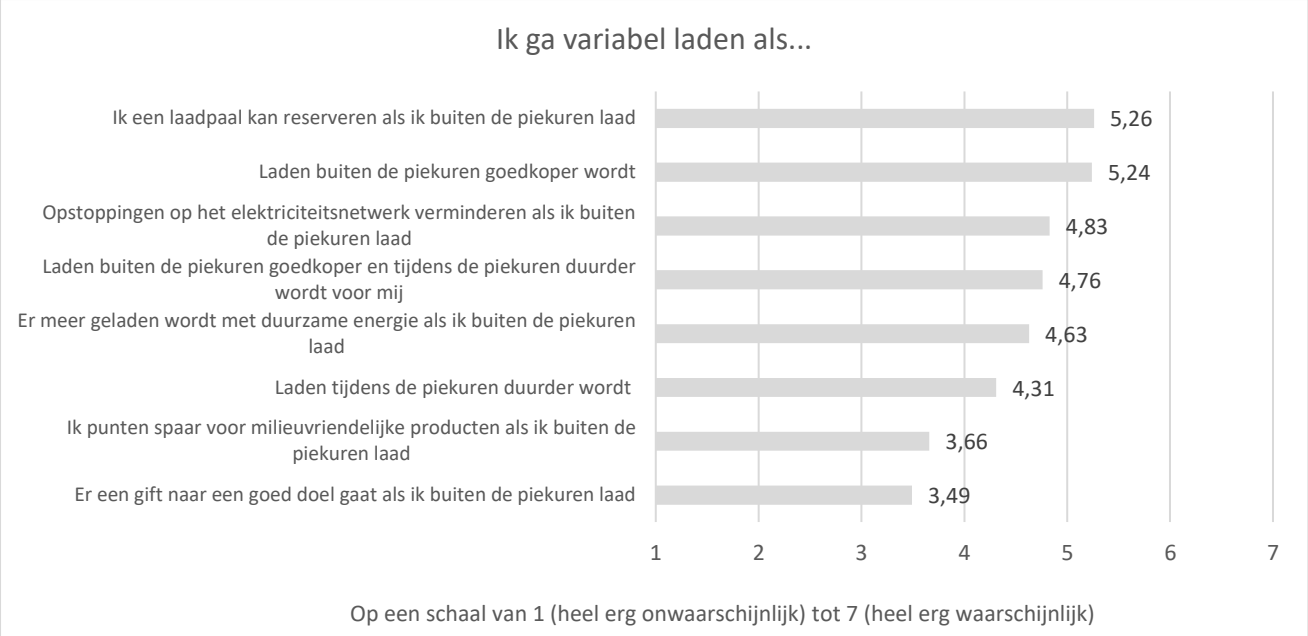
Het lijkt voor EV-rijders vrij helder wat variabel laden is en duidelijk dat variabel laden verband houdt met de balans op en beperkingen van het elektriciteitsnet. EV-rijders zeggen voornemens te zijn om de overrule functie zo min mogelijk te gebruiken, maar scoren “neutraal” op de stelling “ik ben van plan om de overrule functie te gebruiken”. Wellicht konden zij in deze fase van de proef nog niet goed inschatten wat het effect van het laadprofiel voor hen zou zijn. EV-rijders lijken zich nauwelijks zorgen te maken over het effect van variabel laden op de actieradius, deze stelling scoorde het laagst. Dit is ondersteunend aan de doelstelling van het project om mensen zo min mogelijk gebruik te laten maken van de overrulefunctionaliteit.

Ook is de respondenten gevraagd naar hun mening over variabel laden:

- Op een schaal van 1 (ik vind variabel laden negatief) tot 7 (ik vind variabel laden positief) wordt gemiddeld een 5,6 gescoord.
- Op een schaal van 1 (ik vind variabel laden waardeloos) tot 7 (ik vind variabel laden waardevol) wordt gemiddeld een 5,4 gescoord.
- Op een schaal van 1 (ik vind variabel laden onacceptabel) tot 7 (ik vind variabel laden acceptabel) wordt gemiddeld een 5,4 gescoord.

Kortom: EV-rijders zijn gemiddeld overwegend positief over variabel laden, en vinden variabel laden gemiddeld overwegend waardevol en acceptabel. Kanttekening hierbij is dat dit de situatie en het perspectief is van de respondenten vóór zij daadwerkelijk ervaring hadden met variabel laden.

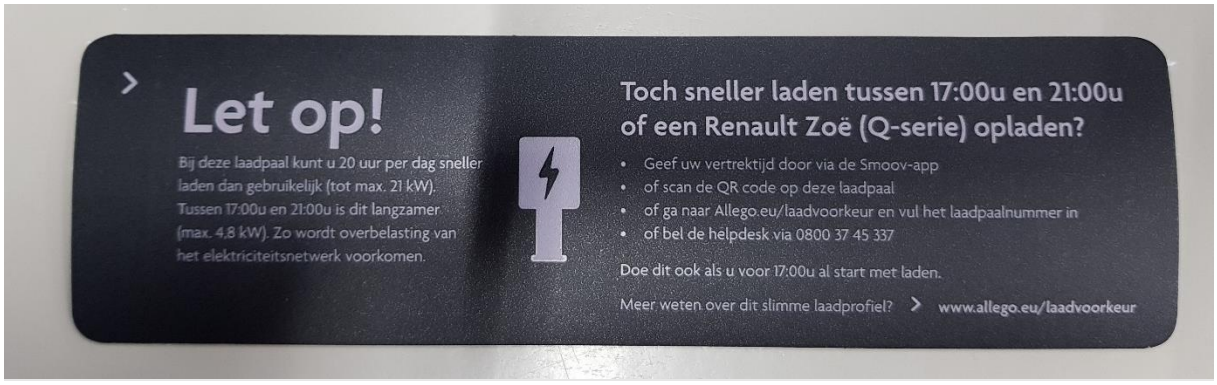
Stimuleringsmaatregelen
Tot slot is uitgevraagd, op een schaal van 1 (heel erg onwaarschijnlijk) tot 7 (heel erg waarschijnlijk), in hoeverre invoering van diverse maatregelen bijdraagt aan de waarschijnlijkheid dat respondenten variabel gaan laden.



Figuur 8: verdeling van antwoorden op stellingen over de acceptatie van variabel laden, uit het eerste gebruikersonderzoek van december 2018

De belangrijkste voorwaarden die lijken bij te dragen aan de bereidheid van EV-rijders om variabel te gaan laden zijn het reserveren van een laadpaal en een goedkoper tarief buiten de piekuren, waarbij de eerste optie vooral door de zakelijke rijders genoemd werd en de tweede vooral door de privérijders. Dit is logisch, gezien het feit dat zakelijke rijders meestal niet zelf betalen voor de laadkosten. Deze opties waren daarmee de voornaamste uitgangspunten voor de stimuleringsmaatregelen (welke echter in de proef niet zijn ingezet, waarover reeds bij Resultaat Markt 2 werd gerapporteerd).

<u>Interviews | juni 2019</u>
De telefonische interviews vonden plaats in juni 2019. In totaal is met zes EV-rijders gesproken. Doel van de interviews was om meer verdieping te zoeken en te achterhalen in hoeverre EV-rijders Slim Laden en de overrule functie begrijpen en ervaren, en tevens hoe dit eventueel verbeterd kan worden. Belangrijkste resultaten zijn dat het begrip van Slim Laden, zoals toegepast in de proef, redelijk duidelijk was. EV-rijders vonden Slim Laden, na toelichting, “begrijpelijk, een goede zaak, logisch, goed voor het milieu en geen probleem”. Verder merkten de meeste EV-rijders er niet veel van. Zij sluiten de auto vaak ’s avonds aan en halen deze ’s ochtends weer op. Ze merken dan niet dat het laden sneller of langzamer gaat. Anderen hebben wel het idee dat de auto soms sneller en soms langzamer laadt. De EV-rijders hebben nauwelijks gehoord over de overrule functie en maken er geen gebruik van. Sowieso zien de EV-rijders weinig redenen om te overrulen. Ze zien de snellader als oplossing voor als ze verzekerd willen zijn van snel bijladen. Zekerheid is desalniettemin wel belangrijk voor de EV-rijders: ze zien graag dat de batterij vol is als ze de auto weer nodig hebben.



Figuur 9: de informatiesticker op de laadpalen

<u>EV-rijdersavond | januari 2020</u>
Op donderdag 23 januari heeft Allego een bijeenkomst georganiseerd voor haar klanten. Een onderdeel van deze bijeenkomst was een zogenoemde “break-out sessie” waarin twee groepen van acht EV-rijders discussieerden over de vraag: “wat zijn werkbare ideeën voor stimuleringsmaatregelen om zo min mogelijk te laden tussen 17:00 en 21:00”? Als uitgangspunt zijn de twee maatregelen genomen die naar voren kwamen als meest kansrijk uit de eerste enquête, namelijk “een financiële stimulans” en “het reserveren van een laadpaal”. De EV-rijders gaven uiteindelijk de voorkeur aan de volgende invullingen van deze maatregelen: “na 21:00 standaard een laag tarief”, “sparen voor een gratis wasbeurt”, “een hogere prijs tussen 17:00 en 21:00”, “Load balancing met vier sockets per laadpaal”, een oplossing in de vorm van een abonnement (goud/zilver/brons) en “beloning als je snel weer weg bent”.

<u>Survey 2 | Mei 2021</u>
De tweede survey is afgenomen in mei 2021. Op dit moment van de proef was het minimale laadvermogen naar aanleiding van het uitgevoerde ketenonderzoek (zie bijlage 1) verhoogd naar 16A. Berijders hadden nog steeds de mogelijkheid om het laadprofiel te overrulen. Er is daarom besloten het gebruikersonderzoek uit te voeren vanuit de oorspronkelijke gedachte, waarbij echter de stimuleringsmaatregelen niet onderzocht konden worden aangezien deze niet zijn toegepast.

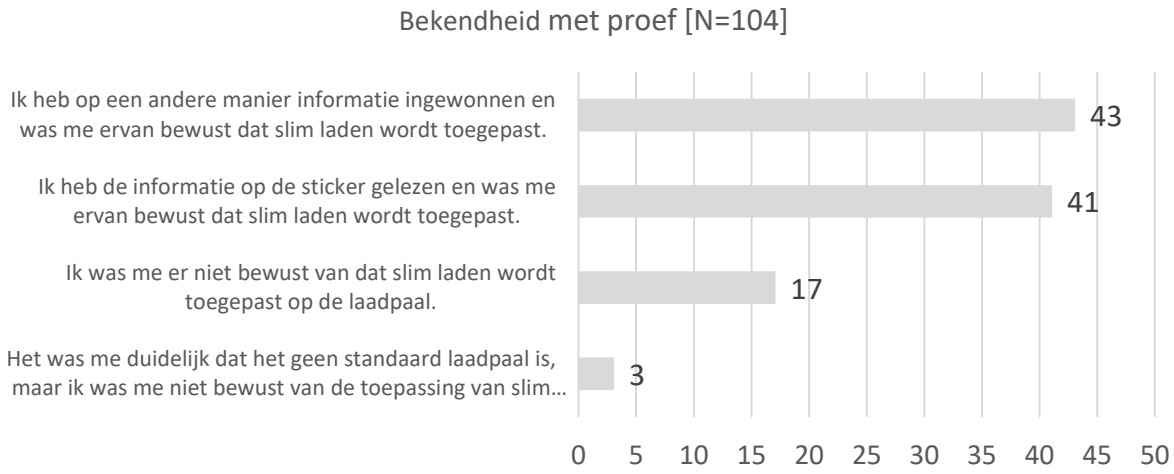
Respondenten zijn geacquireerd via diverse kanalen. Zo zijn de EV-rijders die met de eerste survey meededen opnieuw benaderd en is een oproep gedaan via de sociale mediakanalen van deelnemende partners aan de proef.

Algemene kenmerken
In totaal 104 respondenten die in de praktijk gebruik maakten van één of meerdere laadpalen uit de proef, deden mee. De meest gereden automodellen zijn Tesla model 3 (16), Renault ZOE (10), Hyundai Kona (9), VW eGolf (8), Kia e-Niro (7) en Nissan Leaf (7). De ervaring met elektrisch rijden bleek divers: 56% van de respondenten is te classificeren als “nieuwe EV-rijder” (2020 of 2021) en 44% als “ervaren EV-rijder” (2019 en eerder). 83% van de respondenten zegt de maximale snelheid van laden op openbare laadpalen te weten. Deze vraag is gesteld, om te peilen of mensen überhaupt bewust zijn van laadsnelheden. Dit lijkt het geval te zijn. Verder heeft de grootste groep respondenten een jaarkilometrage van tussen de 10.000 en 20.000 kilometers per jaar.

Om goed in te schatten hoeveel praktijkervaring de respondenten hebben met variabel laden, is uitgevraagd sinds wanneer er geladen wordt op een laadpaal uit de concessie: 11% sinds 2018, 35% sinds 2019, 33% sinds 2020 en 17% sinds 2021. Zowel respondenten met veel als met weinig ervaring zijn zodoende vertegenwoordigd. Gemiddeld laden de EV-rijders 1,61 per week op een laadpaal uit de concessie.

Quote van een EV-rijder:
"ik vind de betrouwbaarheid, dus dat laadsessies niet worden afgebroken, en na 21u wel sneller doorgaan, belangrijker dan de snelheid."

Een ruime meerderheid (80%) van de gebruikers is zich bewust dat er een proef gaande is op de betreffende laadpalen (zie figuur 10). Dit duidt erop dat de voorlichting over variabel laden de eindgebruiker voor een groot deel heeft bereikt.



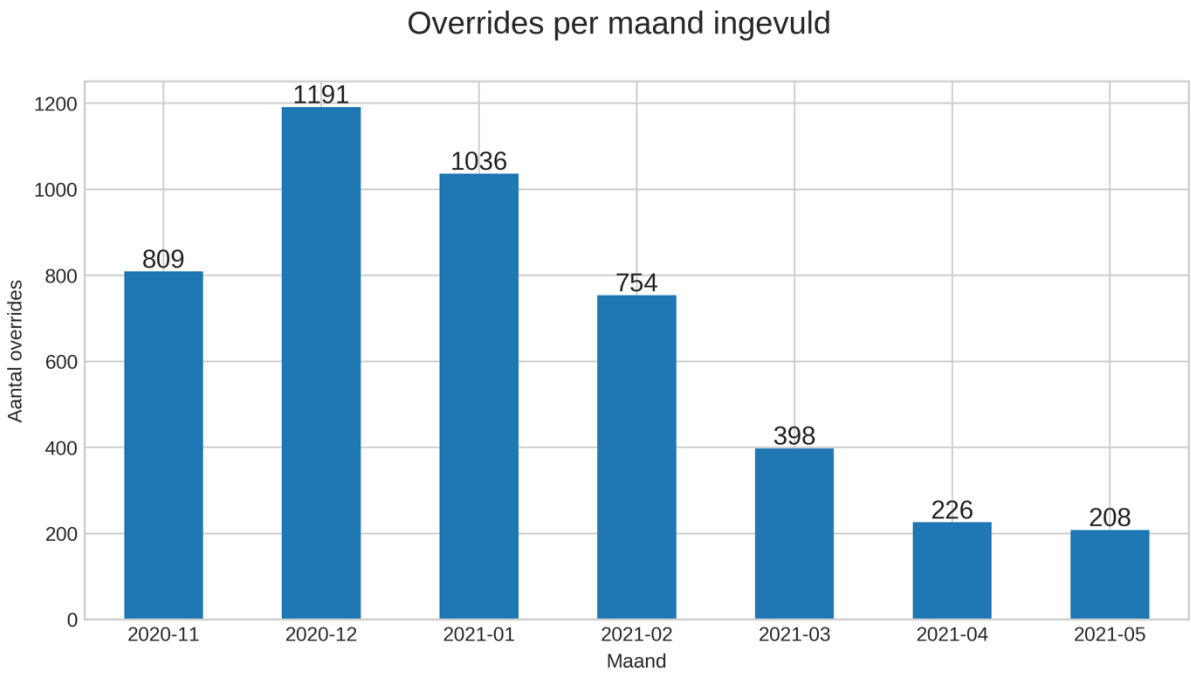
Figuur 10: Bekendheid van berijders met de proef, uit het gebruikersonderzoek van mei 2021

Een deel van de gebruikers zegt zich bewust te zijn van de fluctuerende laadsnelheid. 44% zegt te ervaren dat er sneller wordt geladen buiten de piekuren en 38% heeft dit nog nooit gemerkt. 59% zegt te ervaren dat er langzamer wordt geladen tijdens de piekuren en 26% heeft dit nog nooit gemerkt.

Tijdens de proef hadden gebruikers de mogelijkheid om een eindtijd van hun laadsessie door te geven, met als doel om toch sneller te laden tussen 17:00 en 21:00. Op basis van deze eindtijd werd automatisch berekend of tijdens de piek (17:00 – 21:00) de laadbeperking kon worden ingezet. Wanneer een vermogensbeperking nadelig werd ingeschat op het uiteindelijk geladen vermogen werd de overrule goedgekeurd. Hierbij was het tijdens (een groot deel van) de proef voor twee types auto (Renault ZOE type Q90 en Q210 & Tesla Model 3) nodig om altijd een overrule uit te voeren, aangezien deze auto's niet uitgesteld konden laden. Voor de Tesla Model 3 werd dit issue in september 2020 opgelost, voor de genoemde ZOE-modellen bleef dit gedurende de hele proef een issue, berijders van deze auto's hoefden daarom geen eindtijd in te vullen maar werden standaard als overrule behandeld.

De gebruikers hadden verschillende mogelijkheden om hun eindtijd door te geven. Onder de opties vielen: de Smoov-app, de website, de QR-code op de laadpaal of telefonisch door te bellen naar de Allego helpdesk. Deze data zijn verzameld en geanalyseerd om te kijken wat de effecten en resultaten zijn van het invullen van een eindtijd en hoe mensen hier mee omgingen.

Analyse
Om een completer beeld te krijgen, zijn de resultaten van de survey aangevuld met data die gegenereerd is vanuit de laadpalen. De geanalyseerde data beslaan de periode van november 2020 t/m mei 2021. Tijdens deze periode hebben gebruikers in totaal voor 4.622 sessies een eindtijd ingevuld. De sessies met een Renault ZOE (393) gaan hier nog vanaf, aangezien deze niet uitgesteld kunnen laden, waardoor het eindtotaal uitkomt op 4.229. In de figuur hieronder is dit uitgezet per maand. Van deze sessies (waarvoor een eindtijd is ingevuld) is van 2.487 sessies een gebruikers-ID bekend, waarvan 652 unieke. In totaal zijn er 181.459 sessies geregistreerd voor de periode november 2020 t/m mei 2021. Hieruit is op te maken dat voor circa 2,33% van de sessies een eindtijd is ingevuld (Renault ZOE niet meegerekend).



Figuur 11: Door gebruikers aangevraagde overrules, via het invullen van een geplande vertrektijd.

Zoals eerder vermeld betekent het invullen van een eindtijd niet per se dat sessies overruled worden in de piek. Indien het voertuig volgeladen zal zijn ondanks het toepassen van het capaciteitsprofiel, dan zal dit toch geactiveerd worden. Ook kan het bijvoorbeeld zijn dat, vanwege de starttijd van het laden in combinatie met de start State of Charge, de auto al vol is voordat de periode van laadbeperking start.

Een interessante vraag is in hoeverre mensen onder- of overschatten hoe vol hun voertuig zal zijn aan het einde van de laadsessie. Hiervoor hebben we gekeken in hoeveel van de gevallen het invullen van een eindtijd heeft geleid tot een technische overrule. Er waren in deze periode in totaal 3.411 sessies waarvoor een eindtijd was ingevuld en waarbij er een sessie was waarvoor berekend was over er een technische overrule was. Van deze 3.411 sessies, was er 841 keer sprake van een technische overrule (26%). Verder waren van deze sessies maar 2207 sessies die tijdens de periode van variabele capaciteit actief waren. Zo waren er dus 1204 (3411-2207) sessies waarvoor een eindtijd is ingevuld, welke überhaupt de Slim Laden periode niet hebben geraakt.

Hieruit is dus te concluderen dat mensen vaak een eindtijd invullen terwijl de sessie geen invloed zal ondervinden van Slim Laden. Ook is het zo dat als de sessie wél door de periode van variabele netcapaciteit loopt, er in 40% van de gevallen óók niet overruled had hoeven worden, omdat de auto

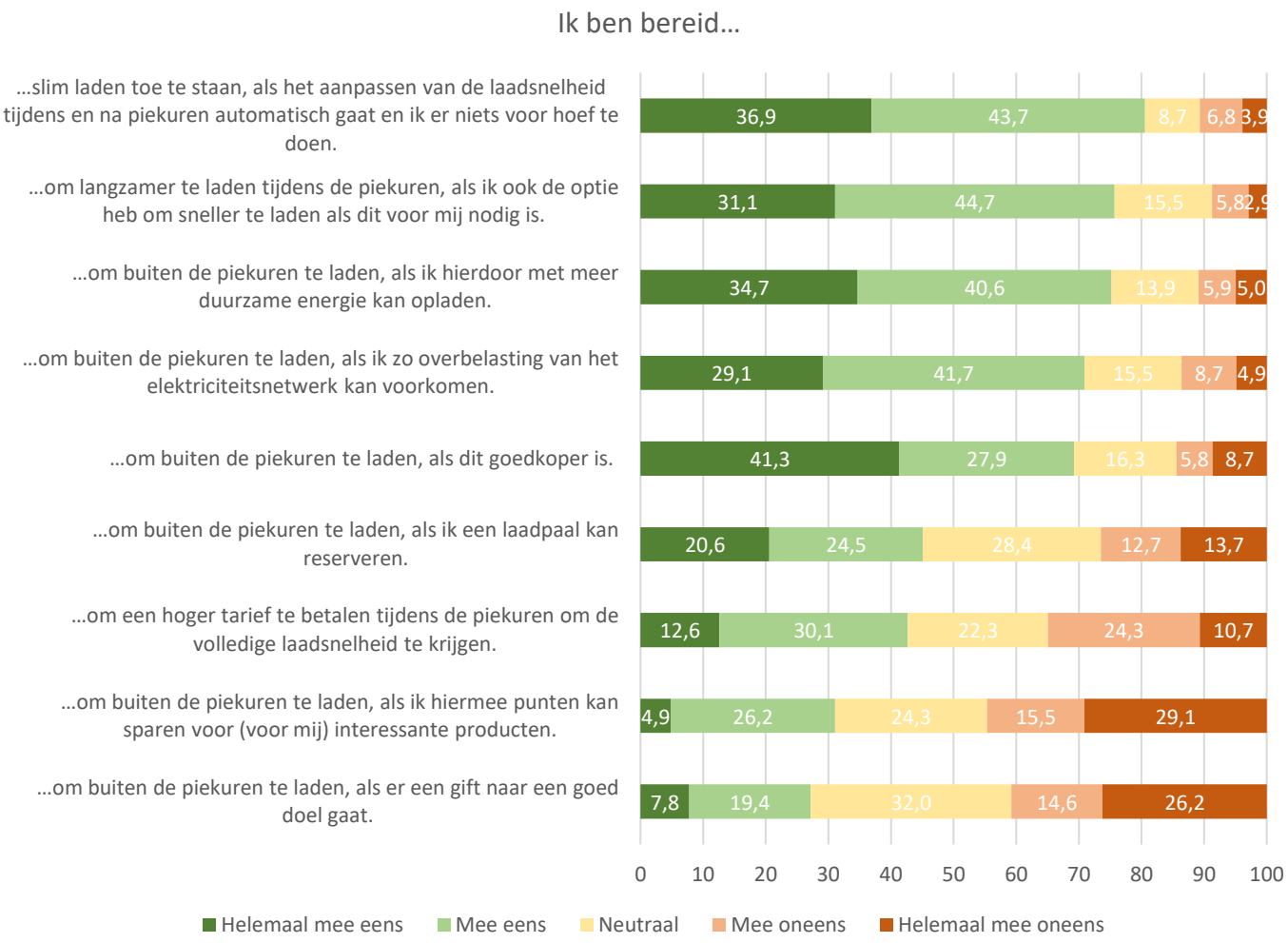
bijvoorbeeld al vol was voor de piek of omdat deze bijvoorbeeld de hele nacht nog kon laden waardoor het voertuig alsnog vol raakte. Tot slot is er voor de 2,33% van de sessies waar een eindtijd voor is ingevuld, maar 26% ook daadwerkelijk een overrule geweest, wat neerkomt op 0,66%.

Als we deze gegevens naast de resultaten van de interviews leggen zien we het volgende. 56% van de respondenten is bekend met de overrule functie. 75% van alle respondenten zegt de "sneller laden functie" nog nooit gebruikt te hebben. Een kwart van de gebruikers zegt de "sneller laden functie" functie wel eens te gebruiken. Dit is een aanzienlijk groter deel dan blijkt uit de data-analyse. De groep respondenten in de survey lijkt zodoende niet volledig representatief voor de gemiddelde EV-rijder. Dit blijkt ook uit het gegeven dat 44% en 59% van de respondenten het sneller respectievelijk langzamer laden tijdens de proef opgemerkt zegt te hebben, terwijl het zeer beperkte gebruik van de overrulefunctionaliteit (2,3% van de sessies) en het zeer hoge aandeel "onnodige" overrule-aanvragen juist lijken te wijzen op een situatie waarin EV-rijders zich níet bewust zijn van de hogere of lagere laadsnelheid. Dit is een gunstige bevinding, die ook in lijn is met de data over de hoeveelheid geladen energie in de verschillende sessies en met de opmerking uit het eerste gebruikersonderzoek dat een volle batterij weliswaar prettig is om aan te treffen, maar dat in geval van nood een snellader uitkomst biedt.

De respondenten die in het gebruikersonderzoek aangaven de sneller laden functie te gebruiken, deden dit met name via de Smoov-app (23 respondenten), de website (7 respondenten), de QR-code op de laadpaal (4 respondenten) of de helpdesk van Allego (4 respondenten). De voornaamste reden die gebruikers hiervoor geven is dat ze voldoende volgeladen willen zijn of omdat de auto anders niet goed laadt. De laatste opmerking betreft waarschijnlijk de EV-rijders met een Renault ZOE van de eerdergenoemde types.

Quote van een EV-rijder:
"Ik heb gebruik gemaakt van de 'sneller laden functie' om voor de avondklok voldoende geladen te hebben."

Stimuleringsmaatregelen
Tot slot is uitgevraagd welke randvoorwaarden en stimuleringsmaatregelen volgens de respondenten bijdragen aan hun bereidheid om slim te laden en/of te laden buiten de piekuren. Dit is onderzocht door negen stellingen voor te leggen en te vragen in hoeverre ze het ermee eens zijn, op een schaal van 1 (helemaal mee oneens) tot 5 (helemaal mee eens).



Figuur 12: weergave van de waardering van EV-rijders van verschillende mogelijkheden binnen het Slim Laden concept.

Uit de analyse blijkt dat de belangrijkste randvoorwaarde is dat Slim Laden automatisch gaat (80%). De hoge score op deze stelling is duidelijk anders dan de uitkomst van het eerdere onderzoek van 2018 en in lijn met het zeer geringe gebruik van de overrulefunctionaliteit. Circa driekwart van de respondenten is het eens met de stellingen “ik ben bereid om langzamer te laden tijdens de piekuren, als ik ook de optie heb om sneller te laden als dit voor mij nodig is” en “ik ben bereid om buiten de piekuren te laden, als ik hierdoor met meer duurzame energie kan opladen”. Ook is het grootste gedeelte van de respondenten (71%) bereid om slim te laden wanneer zo overbelasting van het elektriciteitsnet voorkomen kan worden. De stimuleringsmaatregelen “reserveren van een laadpaal”, “sparen voor interessante producten” en “gift naar een goed doel” dragen het minste bij aan de bereidheid om buiten de piekuren te laden. Dit is interessant, aangezien het reserveren van de laadpaal in de eerste survey nog door de e-rijders werd ingeschat als een stimuleringsmaatregel die ze zou helpen om niet te overrulen. Wellicht speelt hierin mee dat de populatie die in de eerste survey benaderd is nog betrekkelijk onervaren was, omdat elektrisch rijden toen sowieso nog veel

Quote van een EV-rijder:
“Gemak is de sleutel: ik wil in kunnen stellen dat ik over zeg 6u een volle accu heb. Het laadprofiel in de tussentijd maakt me niet uit als de accu maar vol is.”

”nieuwer” was dan anno 2021. Wellicht bestond het vermoeden bij de EV-rijders uit 2018 dat laadpalen veel bezet zijn en reserveren daarom wenselijk zou zijn en valt dit in de praktijk erg mee.

Tot slot is uitgevraagd hoe het laadtarief een rol speelt in de bereidheid. 69% van de respondenten zegt bereid te zijn om buiten de piekuren te laden wanneer dit goedkoper is. 43% is bereid om een hoger tarief te betalen tijdens de piekuren om de volledige laadsnelheid te krijgen. Er is verder niet ingegaan op hoeveel duurder of goedkoper dit zou moeten zijn, maar het geeft wel een indicatie van in hoeverre dit kan bijdragen aan de bereidheid om slim te laden.

Al deze input samengevoegd leidt tot de beantwoording van de twee onderzoeksvragen binnen dit thema.

G1. **Welke factoren beïnvloeden de attitude jegens en acceptatie van variabel laden** en de intentie om variabel te laden?

Uit het gebruikersonderzoek komt naar voren dat klanten een hoge bereidheid tot Slim Laden hebben wanneer dit gebruiksvriendelijk is en niet tot extra handelingen leidt. De gebruiker wil dus zo min mogelijk praktische hinder ondervinden. Een andere belangrijke factor voor de acceptatie van Slim Laden is het kunnen overrulen van de Slim Laden sessie wanneer de gebruiker denkt meer nodig te hebben in de avondpiek. Interessante kanttekening hierbij is dat de klanten deze functionaliteit in de praktijk nauwelijks gebruikt hebben. Daarnaast is de bereidheid groot als variabel laden betekent dat met meer duurzame energie geladen kan worden en als overbelasting van het elektriciteitsnetwerk hiermee voorkomen kan worden. Ook het laadtarief lijkt een rol te spelen in de bereidheid: met name goedkoper laden buiten de piekuren scoort hoog.

G2. **Op welke wijze** (met welke stimuleringsmaatregelen) kan het **gedrag van gebruikers beïnvloed worden** zodat zij zoveel mogelijk laden buiten de piekmomenten? (En dus zo min mogelijk gebruik maken van de “overrule” functie.)

Tijdens de pilot zijn er geen stimuleringsmaatregelen ingezet om de klant te verleiden tot het zo min mogelijk overrulen tijdens de avondpiek. Maar als we kijken naar de factoren die gebruikers belangrijk vinden bij de acceptatie van Slim Laden zouden een aantal zaken aangehaald kunnen worden om gedrag te beïnvloeden. Zo zou er ingezet kunnen worden op automatisering van Slim Laden op publieke laadpalen, waarbij alleen een handeling verricht hoeft te worden om te overrulen. Dus Slim Laden de standaard, vanwege het gebruikersgemak en het niet uit hoeven voeren van meerdere handelingen. De stimuleringsmaatregelen ‘reserveren van een laadpaal’, ‘sparen voor interessante producten’ en ‘gift naar een goed doel’ dragen het minste bij aan de bereidheid om buiten de piekuren te laden.

Techniek

T1. In hoeverre ontstaan **issues/geen issues met auto’s** die mogelijk hinder ondervinden van het lagere laadvermogen tussen 17:00 en 21:00u (bijv. Renault ZOE)?

Dit is een belangrijke leerervaring van deze proef. Vanaf het begin van de proef was duidelijk dat twee types Renault ZOE als uitzondering behandeld moesten worden, aangezien deze modellen niet voldoen aan de normstelling met betrekking tot Wake On Sleep. Gedurende de proef kwam de Tesla Model 3 op de markt en ook deze auto ondervond problemen door toepassing van het capaciteitsprofiel. Specifiek het weer wakker worden van de auto na een “slaap” fase werkte niet goed, en resulteerde in een onvoldoende goed opgeladen auto. Tesla verhielp dat probleem in de periode februari-september 2020 middels een over-the-air (OTA) software update, maar vanaf

december 2020 werden dergelijke problemen ook bij andere auto's vermoed, aangezien er meer meldingen kwamen van in slaap vallende auto's en laadsessies met lagere opbrengst dan door de e-rijder was verwacht. Ongelukkigerwijs waren rond die tijd niet alleen de effecten van de coronapandemie op hun retour en veel nieuwe automodellen geïntroduceerd, maar was er ook een firmware update gedaan op de laadpalen die Allego gebruikte in de proef. Er bleek in het klantenproces van Allego geen specifiek ticket te zijn voor dergelijke klantcontacten. Het was daardoor moeilijk vast te stellen wat de oorzaak was van de toenemende aantallen klantcontacten. Naar aanleiding van de toename in het aantal meldingen van in slaap vallende auto's is in het voorjaar van 2021 een uitgebreide test uitgevoerd op het terrein van Elaad, waarbij Allego en laadpaalleverancier Ecotap aanwezig waren. Tijdens deze test werden verschillende types auto geconfronteerd met verschillende laadpalen, verschillende firmware en periodes van "slaap" (0A). De uitkomsten hiervan zijn te lezen in de samenvatting van het testverslag in bijlage I.

Een belangrijke conclusie uit de testdag is dat het voor het slagen van Slim Laden als middel om congestie te voorkomen van groot belang is dat nieuwe modellen elektrische auto's bij toelating én bij belangrijke software-updates worden getest op correcte opvolging van de Slim Laden normen. Voorkomen moet worden dat nieuwe elektrische auto's niet goed om kunnen gaan met het minimale laadvermogen van 6A per fase of Wake on Sleep scenario's. Beiden staan als vereisten in de internationale standaard IEC 61851-1, maar worden in de praktijk nog niet altijd nageleefd. De verwachting vanuit het project is dat de recente totstandkoming van de NAL Smart Charging Requirements zal bijdragen aan het afdwingen van betere prestaties vanuit de auto.
Aanbevelingen vanuit de testdag zijn:

a. Blijvend onderzoeken in het testcentrum van ElaadNL wat het "EV-gedrag" is bij een lage vermogensondergrens.
b. Lobbyen om te zorgen dat alle EV's aan de voorgeschreven ondergrens en dus de geldende norm voldoen. Hiervoor is samenwerking met standaardisatie-organisaties en samenwerking met andere testlabs nodig.
c. Vanuit de normstelling controleren of in de laadpaal de juiste codes gebruikt worden voor de bij Slim Laden vereiste gedragingen van de auto.
d. De EV's die niet voldoen aan de norm zullen weliswaar in aandeel ten opzichte van de totale populatie een steeds kleinere fractie worden (er zijn weliswaar recent modellen op de markt gekomen die niet voldeden aan de norm, maar ten opzichte van de groei in het aantal modellen is de impact hiervan kleiner dan destijds het geval was bij de ZOE), maar zullen desalniettemin de komende jaren aanwezig blijven. De aanbeveling is om in komende proeven met Slim Laden de ondergrens (wanneer de lokale netbelasting dat toelaat) op 8A in plaats van 7A te stellen. Hiermee zouden alle auto's moeten kunnen laden.

T2. Welke voordelen en issues levert het gebruik van **softwarematige selectiviteit** op voor de netbeheerder, CPO en EV-rijder?

In Overijssel/Gelderland is voor het eerst op grote schaal softwarematige selectiviteit toegepast. Naar aanleiding van de positieve ervaringen hiermee is door de netbeheerders besloten dat softwarematige selectiviteit wordt toegestaan. Het keuren op softwarematige selectiviteit tussen klant- en hoofdbeveiliging wordt in het testtraject voorafgaand aan plaatsing van de geselecteerde laadinfrastructuur meegenomen.

Het volgende als verdere uitwerking van dit thema, en om dit onderwerp verder te verduidelijken. Regionale netbeheerders hebben als wettelijke taak de betrouwbaarheid, betaalbaarheid en veiligheid van haar netten te waarborgen. Het toepassen van een beveiliging van de netbeheerder en

het verzoek aan de klant om in hun installaties een beveiliging toe te passen die selectief is met de beveiliging van de netbeheerder, draagt bij aan deze waarborging.

Bij laadinfrastructuur speelt het onderwerp selectiviteit, aangezien momenteel een onderbouwde invulling voor het uitvragen van selectiviteit ontbreekt, terwijl de ontwikkelingen in de markt voor laadinfrastructuur (en daarbuiten) er wel om vragen. Voor reguliere laadinfrastructuur is selectiviteit van belang, omdat wanneer er één van de twee beschikbare sockets bezet is de netaansluiting ook volledig uitgenut dient te kunnen worden. Vanuit wet- en regelgeving is er ruimte gelaten ten behoeve van de invulling van selectiviteit.

De Netcode Elektriciteit is de basis voor de implementatie van selectiviteit, daarin is in artikel 2.13 lid 1 het volgende opgenomen: "*De beveiliging van elektrische installaties (en onderdelen daarvan) is selectief ten opzichte van de beveiliging die de netbeheerder in de aansluiting van de elektrische installatie of in het voedende net toepast.*" De Netcode beschrijft wel dat e.e.a. selectief dient te zijn, maar schrijft niet voor hoe dit toegepast dient te worden. De aansluitspecificaties voor publieke laadobjecten schrijven voor dat de beveiliging in de installatie selectief moet zijn met de toegepaste beveiliging van de netbeheerder in dat laadobject. Het type en de karakteristiek van de toegepaste beveiligingen zijn gezamenlijk afgesproken en afgestemd met de netbeheerders, en elke netbeheerder maakt daar een eigen afweging in.

Laadobjecten met een eigen geïntegreerde netaansluiting van 3x25A tot en met 3x80A, die in de publieke ruimte worden geplaatst, dienen door de netbeheerders goedgekeurd te worden conform de actuele aansluitspecificaties[4].

Net als de aansluitspecificaties zijn ook de afspraken omtrent selectiviteit tot stand gekomen door samenwerkende technisch specialisten van de netbeheerders. Publieke laadobjecten met twee sockets ervaren de fysieke toepassing van selectiviteit als probleem, doordat dit volledige uitnutting van de beschikbare aansluitcapaciteit in de weg staat. Er zijn diverse oplossingen mogelijk waarbij op overstroom wordt beveiligd door de controller die worden geaccepteerd door de netbeheerder. Deze "softwarematige selectiviteit" is dus een geaccepteerde oplossing, mits de fabrikant inzicht verschaft hoe snel deze het relais kan aansturen en bij welke overstromen hij dat doet. Dit geeft de fabrikant, tijdens de netbeheerders keuring, aan middels een selectiviteitsgrafiek waarin de afschakelcurves van beveiliging van klant en netbeheerder, en eventueel de softwarematige uitschakelcurve, getoond worden.

De ervaringen opgedaan in deze proef hebben mede bijgedragen aan de acceptatie van softwarematige selectiviteit door de netbeheerders. Hierdoor is volledige benutting van de beschikbare aansluitcapaciteit mogelijk en wordt een veilige situatie gewaarborgd.

Voordeel van softwarematige selectiviteit is dat het mogelijk is om op afstand dynamisch het vermogen te regelen, en daarmee onbalans en capaciteitsoverschrijdingen in het netwerk te voorkomen. Nadeel hiervan is dat een E-rijder niet precies weet wat er wanneer gebeurt, en in geval van problemen het nakijken heeft.

Impact op het elektriciteitsnet

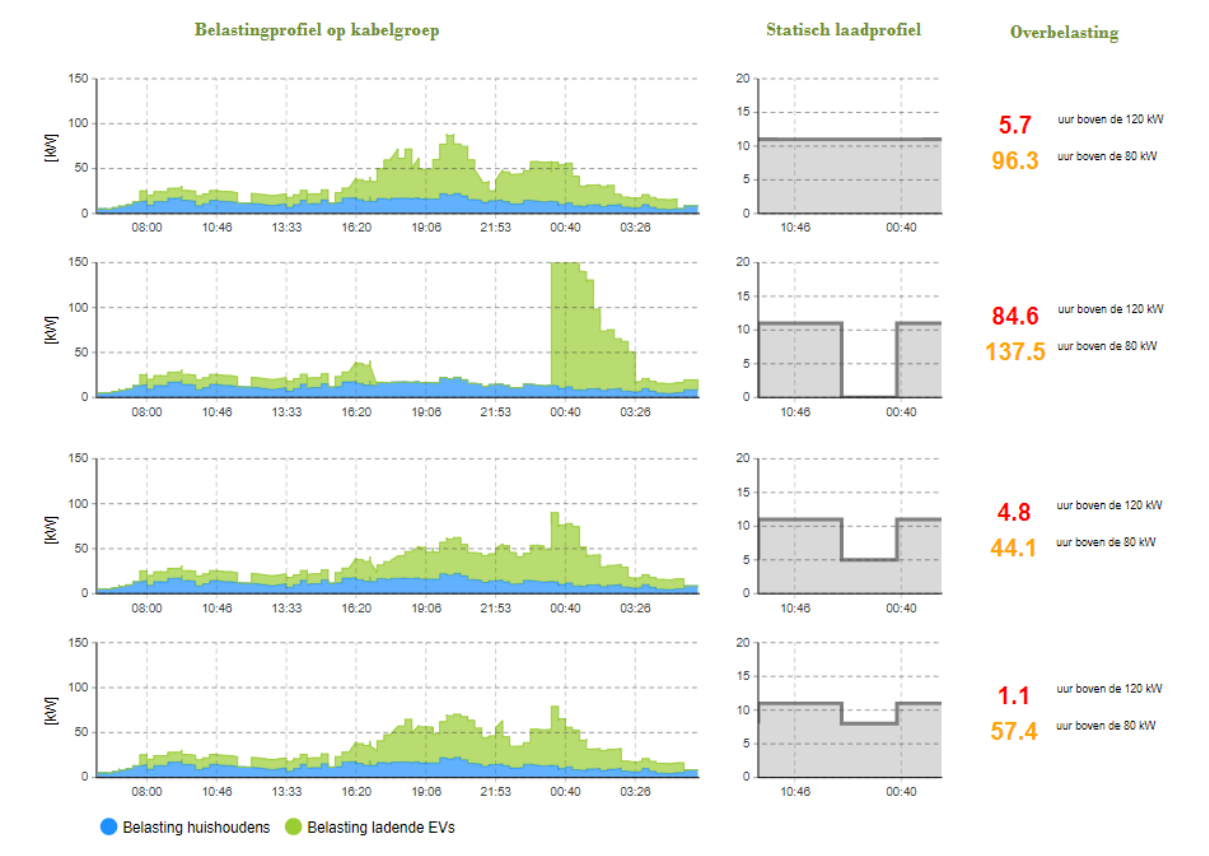
I1. Wat is het **effect van het capaciteitsprofiel op de netimpact**? (Zorgt het capaciteitsprofiel voor de verwachte reductie van piekbelasting op het net, en ontstaat er mogelijk een nieuwe piekbelasting ná 21:00u?)

[4] Terug te vinden op deze website: https://www.elaad.nl/aansluitspecificaties/

Enexis heeft met Zenmo (een onderzoeksbureau) in een simulatieomgeving onderzoek gedaan naar het meest geschikte statische laadprofiel om enerzijds die piekbelastingen, veroorzaakt door EV, voldoende te drukken en de EV's op vertrekmoment voldoende vol te laten zijn. Dit onderzoek is parallel aan het onderzoek in Overijssel/Gelderland uitgevoerd. Dit simulatie-onderzoek heeft zich vooral gericht op de meest geschikte vorm van een capaciteitsprofiel, toe te passen bij de situatie dat het net onder druk komt te staan en er een interventie nodig is. Resultaten uit dit onderzoek zijn ook relevant voor deze pilot, aangezien aangetoond wordt dat het verminderde vermogen in de avondpiek tot een nieuwe piek met mogelijk overbelasting tot gevolg.
Liander heeft soortgelijke simulaties uitgevoerd met vergelijkbare uitkomsten, die omwille van het voorkomen van dubbelingen niet zijn opgenomen in het verslag.

In onderstaande figuur uit de simulatie van Enexis is te zien dat de EV-belasting op het net aanzienlijk toeneemt wanneer er wordt teruggegaan van een verminderd vermogen naar de oorspronkelijke 11 kW, waarmee de EV laadt. Dit komt doordat de EV's die in de avondpiek vertraagd hebben geladen niet vol zijn en vervolgens na het vrijgeven van de 11 kW allemaal tegelijk die 11 kW vragen van het net wat kan leiden tot overbelasting met uitval tot gevolg.

In deze pilot is gekozen voor een dergelijke oplossing, maar door de beperkte concentratie van laadpalen gedurende de pilot zijn er nergens problemen ontstaan in het net. Wanneer er meer laadpalen bij zouden komen zouden problemen wel degelijk kunnen ontstaan.



Figuur 13: simulatieresultaten van Enexis, waarin een variabel capaciteitsprofiel is ingezet om de belasting van een kabelgroep te veranderen.

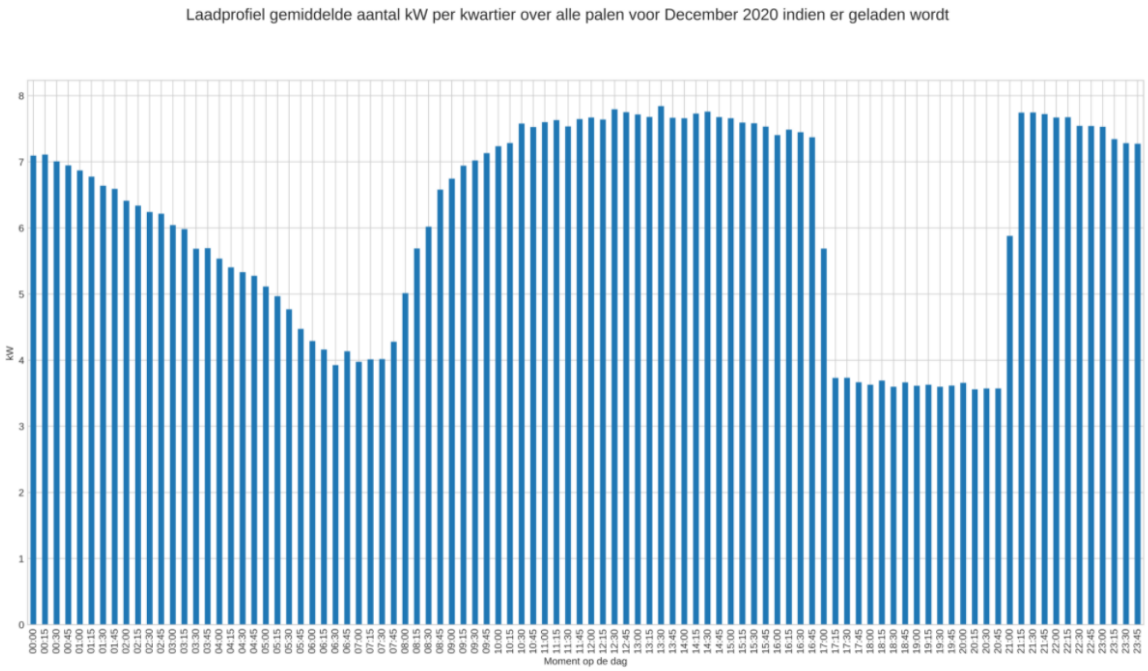
De impact van de diepte van het laadprofiel geeft de volgende resultaten:

1. Een lagere laadcapaciteit tijdens de piek spaart de laadbehoefte op, dit kan tot nieuwe pieken leiden.

2. Een te laag toegestaan laadvermogen strekt laadsessies uit en kan leiden tot hogere pieken op de momenten dat het toegestane laadvermogen verhoogd wordt.
3. Van de drie onderzochte laadprofielen presteert het “minst sterke laadprofiel” het best. Maar de prestatie (zie de getallen van de overbelasting) t.o.v. geen laadprofiel is niet veel beter.

De door Enexis gesimuleerde netrespons op een variabel capaciteitsprofiel hebben wij in de proef in de praktijk teruggezien. Met de door ons verkregen resultaten kan het model verder verbeterd worden, bijvoorbeeld door de aankomsttijden van voertuigen mee te nemen in de vermogensvraag van het laden.

In figuur 14 is voor december 2020 het gemiddelde vermogen per kwartier zichtbaar. Hierin valt duidelijk de sterke vermindering in de piekuren op, wat meteen duidelijk maakt dat de impact van de 2,3% sessies die gebruikmaken van de overrulefunctionaliteit gering is. Er is ook duidelijk te zien dat de aanwezige auto’s na afloop van de piekuren nog niet volgeladen zijn: het laden gaat na 21:00u weer door.



Figuur 14: Het gemiddelde laadvermogen van alle actieve sessies op laadpalen uit de concessie gedurende de dag. De opvolging van het variabele capaciteitsprofiel is duidelijk te zien.

De daadwerkelijke netimpact bestaat uit de optelsom van al het laden. Deze is in onderstaande figuur weergegeven, als totaal geladen energie tegen de tijd. Hierin is duidelijk te zien hoe het aantal ladende auto’s verdeeld is over de dag. Ook is te zien dat tijdens de piekuren, wanneer de variabele capaciteit al is geactiveerd, nog ongeveer 30% extra sessies starten. Dit betekent dat er ruim voldoende onbezette sockets waren bij aanvang van de periode met beperkt vermogen, aangezien het vanwege de door Allego gekozen instellingen voor Wake on Sleep (één van de twee sockets krijgt bij dubbele bezetting van de laadpaal, op basis van vooraf bepaalde beslisregels, standaard 0A gedurende de hele piekperiode) alleen gaat om auto’s die als enige bij een laadpaal stonden (single socket occupancy). Bij de sessies die na 17:00u starten begint het laden vanzelfsprekend direct op het aangepaste vermogen (tenzij de berijder koos voor het invullen van een overrule, wat echter slechts in 2,3% (effectief 0,6%) van de sessies gebeurde). De sessies die na 17:00u gestart zijn met

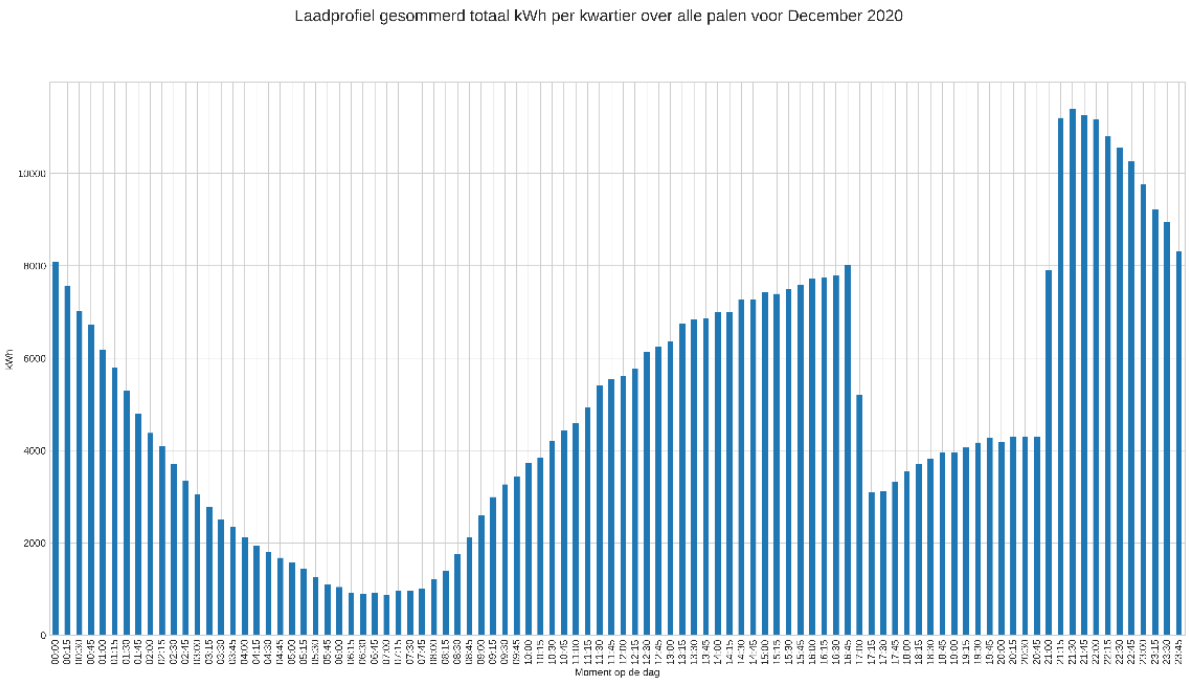
laden kunnen plaatsvinden zonder dat dit een noemenswaardige impact heeft op de totaal geladen elektriciteit. Het totaalverbruik komt ook na toevoeging van de nieuwe auto's niet boven de waarde van 17:00u. Dit betekent 1) dat de beperking via het variabel capaciteitsprofiel een goede remmende werking op de totale cumulatieve vermogensvraag heeft en 2) dat de sessies die al bij aanvang van de capaciteitsbeperking aan het laden waren feitelijk méér worden beperkt dan noodzakelijk is om de netbelasting afdoende te verminderen, aangezien de nieuwe sessies nog probleemloos konden worden toegevoegd.
Ná 21:00u blijkt nog een vrij grote laadbehoefte aanwezig. De laadsessies die na 21:00u nog actief zijn bestaan uit drie populaties:

- auto's die vanwege dual socket bezetting de volledige periode van hun aankomst (of vanaf de aankomst van de tweede auto, als die de prioriteit kreeg boven de al aanwezige auto) tot 21:00u in "slaapmodus" gestaan hebben en pas na 21:00u begonnen met laden
- auto's die (ruim) na 17:00u gestart zijn met laden
- auto's die al vóór 17:00u gestart zijn met laden, maar een dermate grote laadbehoefte hadden dat het laden nog niet voltooid was om 21:00u.

In het laadvermogen na 21:00u is in de weergave in figuur 15 te zien dat het laadvermogen vanaf 22:30u al snel begon te dalen.

Omdat tijdens de proef bleek dat een aantal auto's niet voldoet aan de norm met betrekking tot "wake on sleep" (IEC 61851-1), waardoor de gepauzeerde laadsessie na 21:00u niet startte, adviseert Allego om de ondergrens van het capaciteitsprofiel te verhogen naar 3x8A per aangesloten auto óf 3x13A per laadpaal. Netbeheerders Enexis en Liander stellen ten aanzien van de bevindingen van Allego dat het voor de netbeheerder geen probleem is als een tweede auto ná 21:00u nog volledig geladen moet worden, zolang de tweede avondpiek maar niet hoger wordt dan de capaciteit van de transformator waarop het laden plaatsvindt. Het voorstel om het minimale laadvermogen desalniettemin aan te passen naar een (significant) hogere waarde van 3x8A per ladende auto of 13A voor de laadpaal, zodat de slaapmodus niet ingezet hoeft te worden (waardoor de tweede piek én de niet-ontwakende auto's voorkomen worden), sluit niet aan bij de internationale standaarden die in de gehele sector zijn overeengekomen. Het aanpassen van het capaciteitsprofiel ten faveure van auto's die niet voldoen aan de normstelling met betrekking tot Slim Laden leidt al op korte termijn tot een significante verhoging van de kosten van het energiesysteem voor álle aangeslotenen, inclusief de CPO. Ook zal in een 13A/16A situatie de situatie ontstaan dat de netbeheerder geen nieuwe publieke laadpalen meer kan toelaten op het net, terwijl dat met het variabel capaciteitsprofiel zoals gebruikt in deze proef nog wél mogelijk zou zijn. Beter is het daarom om de afwijkende autoproducenten voor hun nieuwe modellen te laten conformeren aan de reeds bestaande eis van 6A per fase en voor de reeds rijdende afwijkende auto's maatwerk oplossingen aan te bieden zoals ook in deze proef gedaan is voor de types Renault ZOE die niet conform de norm konden laden.

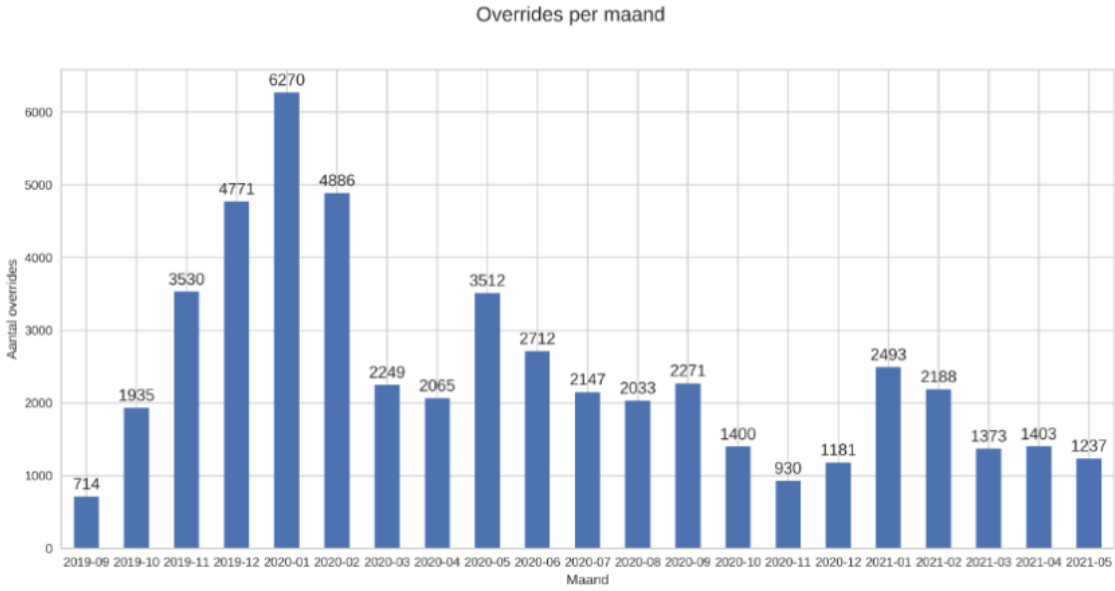
Samengevat wordt een significante reductie van 50% van de vermogensvraag gerealiseerd via het in de proef toegepaste variabele capaciteitsprofiel. De wijze waarop het profiel wordt uitgevoerd resulteert in een beperking die zodanig sterk is dat het effect van na 17:00u arriverende auto's nauwelijks zichtbaar is in de totale vermogensvraag van het laden. In het gemiddelde profiel per sessie is te zien dat er nauwelijks overruled wordt (zie ook de resultaten bij onderzoeksvraag I2). Het profiel is dus waarschijnlijk met de huidige aantallen auto's te streng. Om meer inzicht te krijgen in de effectiviteit van het profiel bij toekomstige aantallen auto's moet de samenhang met huishoudelijk verbruik nader worden onderzocht. Dit was geen onderdeel van deze proef en is daarom hier niet uitgevoerd.



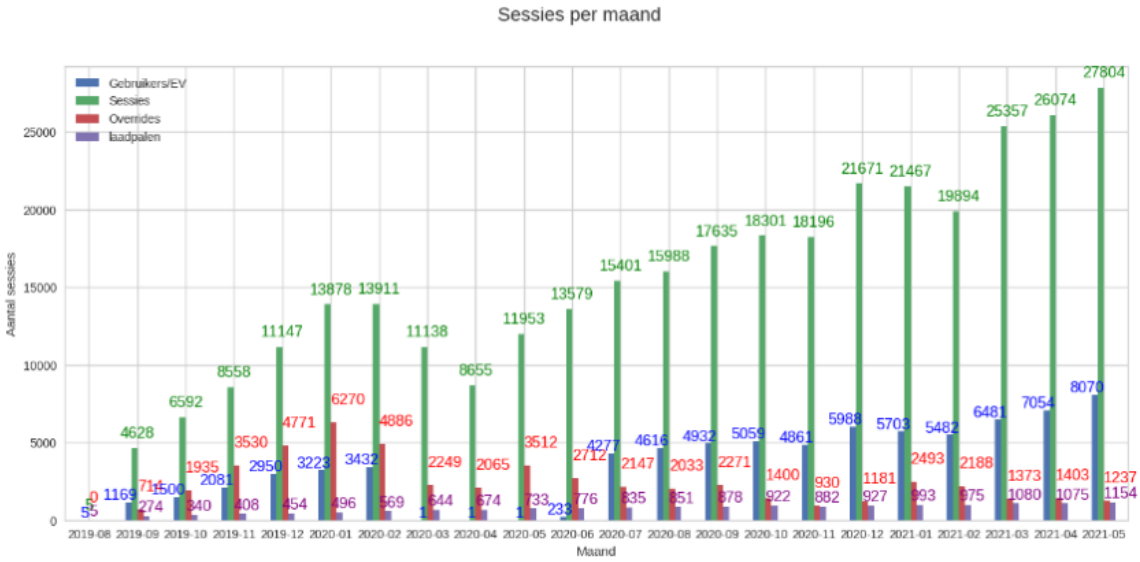
Figuur 15: het totaal aantal geladen kWh op alle palen in de concessie. Duidelijk zichtbaar is de spreiding van het aantal sessies, met een goede remmende werking door het variabele capaciteitsprofiel.

I2. Hoe vaak gebruiken e-rijders de **overrule functie**?
In hoeverre zijn hierin patronen te ontdekken (dag van de weekend/week, weer, locatie, zelfde of verschillende EV-rijders etc.), Deze vraag wordt nader gespecificeerd met een aantal variabelen. Voorlopig: tijd, weer, locatie, unieke EV-rijder.

Door het jaar heen is de overrulefunctionaliteit in het begin van de proef veel vaker gebruikt dan aan het einde van de proef, terwijl aan het einde van de proef het aantal unieke gebruikers én de omvang van de laadpalenpopulatie aanzienlijk groter waren. Er zijn een aantal verklaringen voor deze constatering.
In de periode november 2019-februari 2020 heeft het Slim Laden profiel vanwege een technisch issue met de Tesla Model 3, die in die periode in zeer grote aantallen op de weg kwam maar niet goed om kon gaan met “wake on sleep”, uitgestaan. Vervolgens begon in maart 2020 de coronapandemie, wat tot een aanzienlijke vermindering in de laadbehoefte leidde. Vanaf ongeveer september 2020 waren de technische problemen verholpen en nam de impact van corona op het rijden weer af. Door de data over het aantal overrules samen met de data over het aantal sessies, het aantal laadpalen en het aantal unieke gebruikers te presenteren wordt het werkelijke aandeel overrules inzichtelijk. In de tweede figuur wordt het plateau dat in de eerste figuur, in de periode waarin de technische issues en de invloed van corona voorbij waren, bereikt lijkt te worden in werkelijkheid geen plateau is maar juist een steeds lager percentage ten opzichte van de populatie. Dit is een gunstig resultaat, dat doet vermoeden dat de EV-rijders eerder gewenning aan het Slim Laden vertonen dan verzet ertegen.

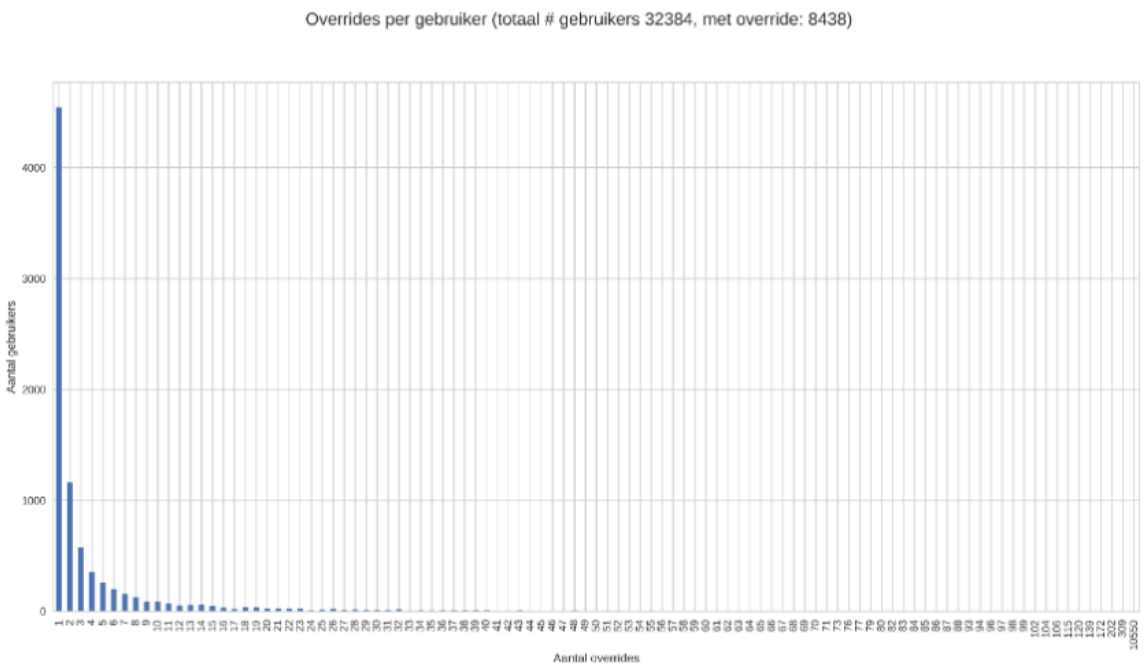


Figuur 17: absolute aantallen overrules per maand



Figuur 18: de absolute aantallen overrules per maand, geplot tegenover de toename van het aantal sessies, gebruikers en laadpalen.

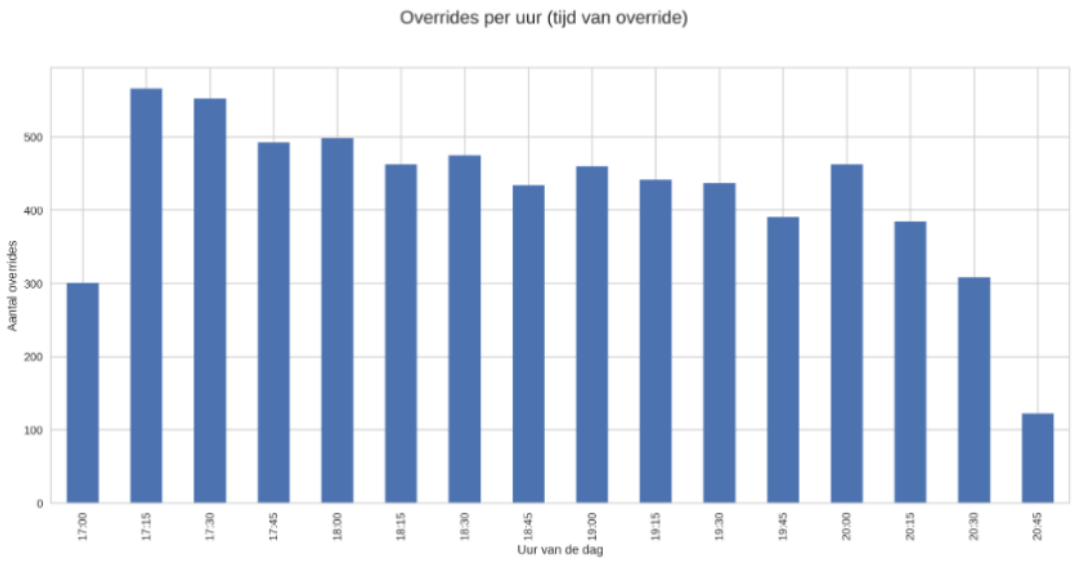
In totaal zijn er in de projectperiode 32.384 unieke gebruikers bij onze laadpalen geweest. Hiervan hebben er 8.438 gebruik gemaakt van de mogelijkheid tot overrulen. Dit is 26% van het aantal gebruikers, wat meer is dan wij hadden verwacht. Aan de positieve kant bleek dat de meeste berijders die de overrule gebruikten dat maar één keer deden. Mogelijk is hier sprake van uitprobeergedrag, waarbij de berijder alleen maar wil kijken of datgene wat aangeboden wordt werkt. Het kan echter ook zo zijn dat het aantal keren dat een berijder dezelfde avond weer wil vertrekken voor een tweede rit -waarbij óók nog behoefte is aan een zo vol mogelijk geladen accu- zodanig laag is, dat dit over het algemeen per berijder niet vaker dan 1 keer gedurende de projectperiode is voorgekomen. Dit is niet nader onderzocht, aangezien de populatie al dermate klein is dat verder inzicht geen waarde toevoegt voor de netbeheerder.



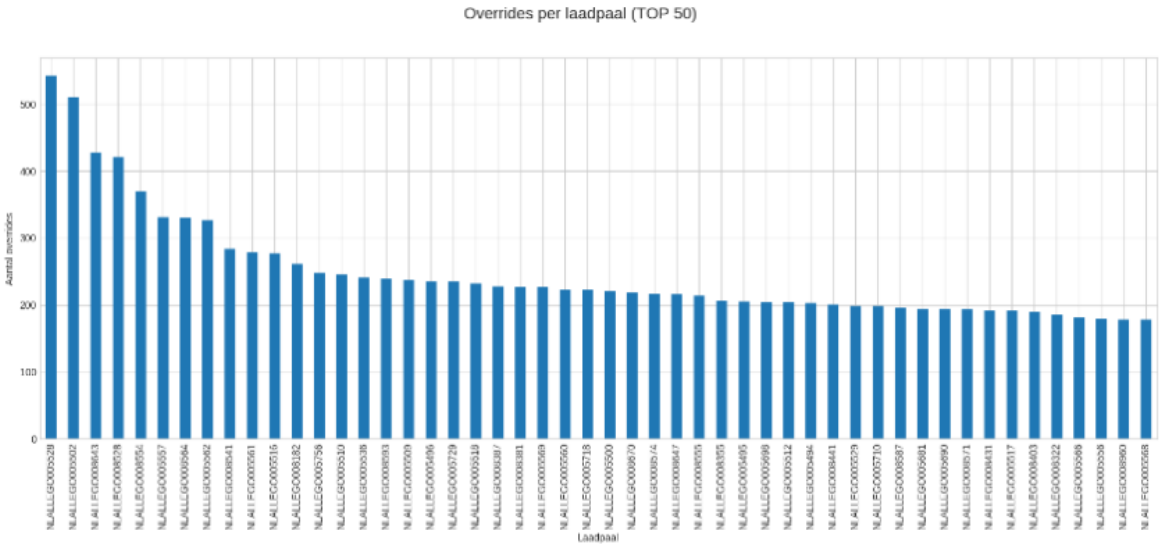
Figuur 19: weergave van het aantal gebruikers dat een bepaald aantal keer de overrulefunctionaliteit aangevraagd heeft. Er zijn vooral eenmalige overrulegebruikers en nauwelijks gebruikers die structureel overrulen.

Een analyse van het tijdstip waarop de overrule-aanvraag gedaan werd, gecombineerd met het aandeel overrulen per laadpaal doet vermoeden dat er waarschijnlijk sprake is van een combinatie van bovenstaande verklaringen.
De overrules worden over het algemeen op logische tijdstippen aangevraagd, met een aantal uitzonderingen bij sessies die betrekkelijk vroeg gestart zijn. Dit zijn mogelijk eerste sessies van gebruikers aan een paal uit de concessie (waarbij de berijder nog onbekend is met de functionaliteit) of echte uitprobeersessies. Geografisch gezien lijkt er weinig gebruikersinvloed zichtbaar te zijn. De meeste palen hebben een heel vergelijkbaar overrulepatroon, terwijl een tiental palen duidelijk afwijkend overrulegedrag vertoont. Wellicht worden deze palen gebruikt door berijders die een afwijkend rijpatroon hebben ten opzichte van de gemiddelde EV-rijder. Dit is ook niet nader onderzocht, gezien de zeer geringe impact van het overrulen.

Figuur 19: tijdstip van de overrule-aanvraag



Figuur 20: detailweergave van de aangevraagde overrules binnen de periode waarin de capaciteit op de laadpaal verlaagd is.



Figuur 21: Analyse van overrule-aanvragen per laadpaal

In de analyse van de overruleresultaten viel nog op dat gebruikers weinig inzicht lijken te hebben in de verwachte opbrengst van het overrulen. Logischerwijs zou het aantal overrules aan het begin van de piekuren veel hoger moeten zijn dan het aantal overrules waarbij de piekbeperking nog maar kort duurt. Dit valt echter niet terug te zien in de data, wanneer het aantal overrules geplot wordt tegen het tijdstip waarop de sessie gestart werd. Bij het lezen van onderstaande figuur moet overigens wel opgemerkt worden dat het absolute aantal gestarte sessies variabel is in de periode tussen 17:00 en 21:00u, zie bijvoorbeeld figuur 15, maar dit heeft geen noemenswaardig effect op de constatering dat ook berijders die maar een heel kort deel van hun laadtijd de beperking van het Slim Laden profiel zullen ervaren nog besluiten te overrulen. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen liggen in de wijze waarop Allego dual socket bezetting van een laadpaal heeft geïmplementeerd in het Slim Laden. Hierbij krijgt namelijk de tweede auto gedurende de hele periode waarin het vermogen beperkt wordt 0A, tenzij deze een

vertrektijd invult. Als dit het geval is, dan is zo'n overrule waarschijnlijk geen overrule, maar een poging om de in de perceptie van de berijder nog niet gestarte laadsessie te starten. Het is niet nader onderzocht of de menselijke overrules daadwerkelijk (relatief vaak) sessies op de tweede bezette socket waren, aangezien het totaal aandeel menselijke overrules sowieso erg laag was. Er is geen verschil geconstateerd tussen het aantal overrules en de dag van de week waarop deze werd aangevraagd.
Er wordt, samengevat, weinig gebruik gemaakt van de mogelijkheid om te "overrulen", zonder dat de CPO daar specifiek toe stimuleert, en dat is een gunstig resultaat voor de succesvolle invoering van een variabel capaciteitsprofiel.

Er wordt, samengevat, weinig gebruik gemaakt van de mogelijkheid om te "overrulen". Dit is gunstig voor de netbeheerder: er hoeft bij de toepassing van een variabel capaciteitsprofiel niet expliciet rekening gehouden te worden met de impact van overrules. Wellicht zal de aanstaande verandering in de verhouding tussen laadpalen en auto's van invloed zijn op de toekomstige overrulebehoefte. Dit is een punt van aandacht.

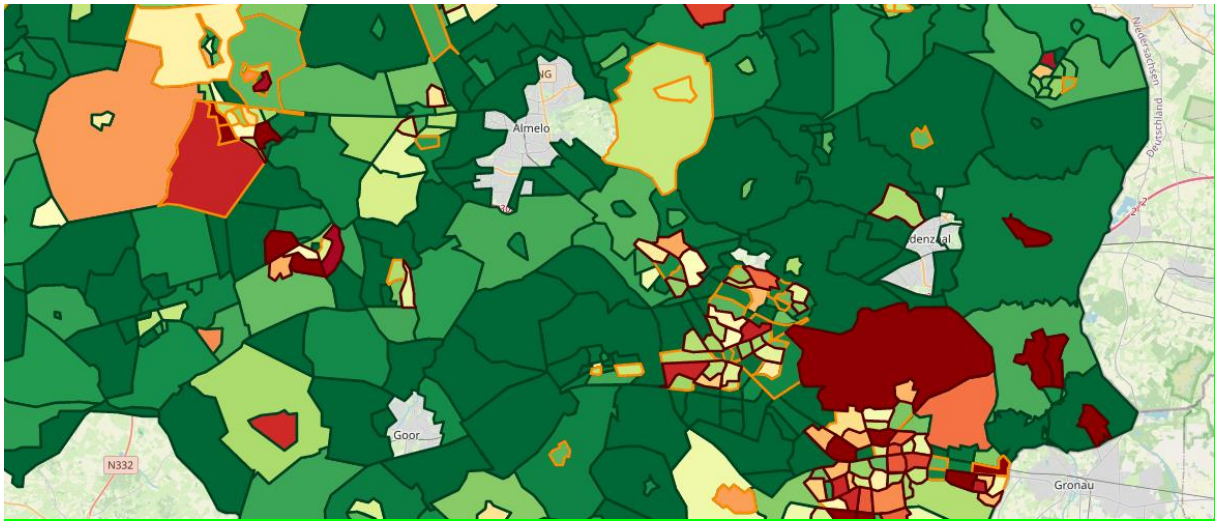
Bij zowel dit resultaat als het resultaat uit vraag I1 dient wel opgemerkt te worden dat de resultaten beïnvloed kunnen zijn door de Covid-19 pandemie.

I3. Wat zijn de **kosten en baten** (ook maatschappelijk) **van de inzet van Slim Laden** als alternatief voor netverzwaring? (doel vraag: met de resultaten / ervaringen uit deze proef eerste inzichten geven)

Vooraf werd gedacht dat we gedurende de looptijd van deze proef goed vast zouden kunnen stellen wat exact de kosten en baten zouden zijn. In de praktijk blijkt het samenspel tussen de groei van verbruikers en lokale opwek te resulteren in een moeilijk door te rekenen dynamiek.
Statische capaciteitsprofielen gaan in ieder geval naar alle waarschijnlijkheid niet de toekomst zijn, vanwege de suboptimale inzet van flexibiliteit via dergelijke sturing. Specifieke, op netmetingen gebaseerde, capaciteitsprofielen resulteren in een beter samenspel tussen beschikbare capaciteit en verbruik.

In 2019 is door CE Delft en APPM in opdracht Enpuls ism ElaadNL een eerste indicatie gegeven van het effect van slim laden[5]. Hierbij was de conclusie dat slim laden potentieel een grote waarde heeft om de netcapaciteit optimaal te benutten. Als er gestuurd wordt op netbelasting kan dit leiden tot forse besparingen in netinvesteringen (het gaat hierbij om vermeden kosten voor netinvesteringen), omdat de piekcapaciteit minder hoeft te worden uitgebreid. Sturen op zo gespreid mogelijk laden verlaagt de piekbelasting op het LS netwerk met 20,2%.

[5] rapport-slim-laden.pdf (enpuls.nl)



Figuur 22: indicatieve weergave van integrale netimpact

In de huidige tooling die door de netbeheerders gebruikt wordt kan de netimpact op basis van EV groei en ook de groei van laadpalen doorgerekend worden, op basis van “dom” laden. Deze tooling laat een integraal beeld zien: het gecombineerde effect van regulier verbruik, elektrisch vervoer, warmtepompen en zonnepanelen.
De tooling is geschikt om de doorrekening te doen op basis van de plankaarten van gemeenten. Zie figuur 22 voor een indruk van deze berekeningen. Ook voor HS/MS is tooling ontwikkeld om de netimpact van EV door te rekenen, waaruit duidelijk wordt welke stations of netdelen overbelast raken. Op dit niveau is het nu mogelijk om op een rudimentaire wijze de verminderde impact op het net door toepassing van slim laden door te rekenen. Het verder verbeteren van de tooling om het effect van slim laden door te rekenen staat voor de nabije toekomst op de planning van de netbeheerders. Deze verbetering omvat behalve het toevoegen van de werkelijk te hanteren laadvermogens ook de incorporatie van het EV-spreidingsmodel van ElaadNL.

Dynamisch capaciteitsprofiel

Het door de CPO als groep kunnen aansturen van laadsessies die op dezelfde kabel of transformator plaatsvinden is vanuit de netbeheerder bezien een aantrekkelijk concept. Dit vanwege het al bij aanvang voorziene optreden van een nieuwe avondpiek na 21:00 uur, en de constatering dat onbezette laadpalen onnodig transportcapaciteit gereserveerd houden. Om deze redenen is in het projectplan het onderdeel “overrulen 2.0” opgenomen, waarin overrule acties op de ene laadpaal worden opgevangen door de andere laadpalen in hetzelfde cluster een lager vermogen te geven. Concreet zou dat voor een laadsessie kunnen neerkomen op een veelvoud van de 3x7A tussen 17 en 21 uur, omdat ook de 3x7A van onbezette laadpalen beschikbaar komt, zonder dat de netbeheerder daar hinder van ondervindt. Bij een 100% bezetting van de laadpalen is de situatie hetzelfde als op dit moment in de proef wordt beproefd. Omdat buiten de avondpiek het vermogen per fase al 30A is, verandert daar in dit concept niets.
Voordeel voor de CPO is dat zij zelf de onderverdeling van capaciteit naar individuele laadpunten kan verzorgen zodat alle transportcapaciteit zo doelmatig mogelijk ingezet kan worden voor laadpunten waar ook daadwerkelijk auto’s staan te laden.

Alhoewel tijdens de proef circa 1000 laadpalen zijn bijgeplaatst bleek het erg lastig om een cluster te vinden van concessie laadpalen die op dezelfde middenspanningsruimte waren aangesloten. Uiteindelijk is een klein cluster van 3 laadpalen in Nijmegen gevonden, waarop de impact van het spreiden van netbelasting van het totale cluster over de actieve sessies getest kon worden.

Tijdens de uitvoering bleek de bezetting van dit cluster dermate laag te zijn, dat feitelijk nooit sprake was van herverdeling van capaciteit omdat er nooit sessies waren die overruled zouden moeten worden. Dit is in de basis gunstig, vanuit het perspectief van het laadconcept om vermogens te herverdelen (de capaciteit is dus inderdaad voorhanden), maar niet handig voor het opdoen van ervaring met de herverdeling zelf. Om toch metingen te kunnen genereren heeft Allego een laadpaal die fysiek op de eigen kantoorlocatie stond toegevoegd aan het cluster. Hiermee kon een virtuele situatie worden gecreëerd waarin het concept van de clustering van transportcapaciteit kon worden getest.

Chronologisch uiteen gezet:

- Ook al zijn er circa 1000 laadpalen bijgeplaatst in Overijssel en Gelderland, deze zijn dermate goed verspreid over de elektriciteitsnetten, dat zich nog geen situatie voordeed met meer dan 4 laadpalen die door eenzelfde middenspanningsruimte werden gevoed.
- Op het cluster in Nijmegen met 3 laadpalen werden vanaf medio juli 2021 helaas weinig laadsessies geregistreerd, waardoor het verdelingsalgoritme niet/nauwelijks werd ingezet. De coronapandemie is hier debet aan geweest en hebben er daarom sinds maart 2020 veel lagere aantallen laadsessies plaatsgevonden aan publieke laadpalen, waaronder die in Nijmegen. Op het cluster van 3 laadpalen werd in beginsel in de avondpiek 3x42A gehanteerd, wat na enige tijd werd verlicht naar 3x21A
- Als er al gelijktijdige laadsessies werden geregistreerd, was dat vaak buiten de avondpiek van 17 – 21 uur.
- Allego heeft in september 2021 een extra laadpaal aan het cluster toegevoegd, die direct buiten haar locatie op IPKW te Arnhem staat. Helaas heeft ook dat niet geresulteerd in een significante toename van het aantal gelijktijdige laadsessies waardoor het verdelingsmechanisme alsnog niet serieus kon worden beproefd. In deze situatie was nog steeds sprake van een clustervermogen van 3x21A, op dus een groep van 4 laadpalen.
- Geconcludeerd kan daarmee worden dat het aantal aan te sturen laadpalen per middenspanningsruimte nog verder moet groeien (binnen de coronapandemie context) om waardevolle praktijkervaring op te doen met het clusteren van transportcapaciteit.

D1. Welke uitdagingen komen er kijken bij het clusteren van transportcapaciteit, om deze over een cluster van laadpaal aansluitingen te verdelen (bij CPO en DSO)?

De CPO moet in haar backoffice laadpalen clusteren conform de aansluiting op het elektriciteitsnet. Zeker wanneer zij ook voor partijen als TenneT aan de slag gaat met het leveren van vermogen t.b.v. de onbalansmarkt, komt een nauwkeurige registratie zeer nauw.
Voor de netbeheerder is vooral van belang dat slimme meters van de desbetreffende aansluitingen kunnen worden uitgelezen, deze data geaggregeerd wordt voor het cluster, en kan worden gevalideerd of de CPO zich aan het clustervermogen heeft gehouden.

D2. Wat merkt de EV rijder van deze clustering van transportcapaciteit?

De EV rijder heeft hier niets van gemerkt tijdens de proef. In algemene zin kan gesteld worden dat het doel met dit concept moet zijn dat de laadtijd ten allen tijde korter moet zijn dan de connectietijd (met uitzondering van het aandeel laadsessies met zeer korte connectietijden, die ook zonder laadsturing niet voldoende energie kunnen laden om vol te laden).

D3. In hoeverre kan de CPO d.m.v. clustering van transportcapaciteit toe met een minder hoge capaciteit tussen 17 en 21 uur?

Voor het beantwoorden van deze vraag is niet voldoende data verzameld.

D4. Wat is de meerwaarde voor de CPO?
De CPO kan beter de nettechnisch toegestane capaciteit benutten, zelfs bij maar 3x7A per laadpaal.

D5. Welk transportvermogen per aansluiting is afdoende om auto's tussen 17 en 21 uur nog te kunnen laden?
Per laadpunt is maximaal 3x8A = 5 kW per laadpunt = 10 kW per laadpaal nodig. Afhankelijk van de bezettingsgraad van een cluster kan dit lager zijn.

D6. Wat valt er te zeggen over de minimale grootte van een cluster?
4 laadpalen is te weinig, er treedt dan te vaak een te hoge bezetting op om met een lage capaciteit per laadpaal goed te kunnen laden. Een clustergrootte van acht of meer palen biedt voldoende ruimte. Hoe groter het interval in het variabel capaciteitsprofiel, hoe minder laadpalen nodig

D7. Welke netimpact reductie wordt er bereikt door het toepassen van een clustering?
Door de beperkte aanwezigheid van geschikte clusters hebben we dit niet in detail kunnen onderzoeken. De eerste indicatie is dat ten opzichte van een normaal variabel capaciteitsprofiel 10-20% extra netimpactreductie op de piek bereikt kan worden door het laden te clusteren.

6. Conclusies

Marktordening: *het verkrijgen van inzicht in de opstelling en waarde voor marktpartijen (eMSP en CPO) van het variabele capaciteitsprofiel.*

De 3x35A aansluiting heeft geen bewezen meerwaarde voor de marktpartijen. Het verschil in capaciteitstarief met de 3x25A aansluiting is momenteel te groot en het verschil in uiteindelijk geleverde kWh nihil. Hierdoor kan er niet direct een commercieel voordeel behaald kan worden uit de implementatie van een capaciteitsprofiel zoals in deze proef is gebruikt. Daarnaast ontbreekt het aan incentives vanuit de netbeheerder, die voor de marktpartijen interessant zijn om gebruikers buiten de avondpiek te laten laden.

De EV's kunnen buiten de avondpiek, waarin het gereduceerde vermogen beschikbaar is, vaak niet het volledige beschikbare vermogen van de 3x35A gebruiken omdat de EV's hiertoe technisch nog niet in staat zijn. Dit maakt dat het verleiden van gebruikers de 3x35A buiten de avondpiek te gebruiken nog niet loont. Er is echter ook gebleken dat het verleiden van gebruikers mogelijk niet nodig is, aangezien zij tijdens de latere klantonderzoeken aangaven tevreden te zijn wanneer zij naar verwachting geladen zijn: het tijdstip van het laden maakt hen daarbij minder uit.

Gedragsonderzoek*: het verkrijgen van inzicht in de wijze waarop de e-rijder het variabele capaciteitsprofiel ervaart en kan worden gestimuleerd te laden buiten de piekmomenten.*

EV-rijders geven aan overwegend positief te zijn over variabel laden. Over het algemeen vinden EV-rijders variabel laden waardevol en acceptabel. Belangrijk hierbij vinden ze dat variabel laden automatisch gaat en er geen extra handelingen voor nodig zijn. Ook vinden EV-rijders het belangrijk een optie te hebben om sneller te laden als dit volgens hen nodig is. Interessante kanttekening hierbij is dat EV-rijders deze functionaliteit in de praktijk nauwelijks gebruiken.

Het overgrote gedeelte van de EV-rijders was zich in meer of mindere mate bewust van de proef. Een aanzienlijk deel van de gebruikers zegt een fluctuerende snelheid ervaren te hebben (zowel sneller buiten de piek als langzamer tijdens de piek). Echter heeft dit nauwelijks geleid tot gebruik van de sneller laden functie. Dit suggereert dat de EV-rijders het ervaren laadprofiel accepteren én dat zij zich bewust zijn van laadsnelheden. Transparante informatievoorziening hierover is daarom belangrijk .

Tijdens de pilot zijn geen stimuleringsmaatregelen ingezet. Maar als we kijken naar de factoren die EV-rijders belangrijk vinden bij de acceptatie van en bereidheid tot variabel laden kunnen een aantal zaken aangehaald worden om gedrag te beïnvloeden, zoals de automatisering van slim laden, waarbij enkel een handeling verricht dient te worden voor de sneller laden functie. Daarnaast is de bereidheid het grootst als variabel laden betekent dat met meer duurzame energie geladen kan worden en als overbelasting van het elektriciteitsnetwerk hiermee voorkomen kan worden. Ook het laadtarief lijkt een rol te spelen in de bereidheid: met name goedkoper laden buiten de piekuren scoort hoog. De stimuleringsmaatregelen 'reserveren van een laadpaal', 'sparen voor interessante producten' en 'gift naar een goed doel' dragen het minste bij aan de bereidheid om buiten de piekuren te laden.

Techniek: *het verkrijgen van inzicht in de technische implementatie van het variabele capaciteitsprofiel.*

In IEC 61851-1 staat gespecificeerd waar auto's en laadpalen aan moeten voldoen om slim te kunnen laden.
In de implementatie van het capaciteitsprofiel is een lange periode van Wake on Sleep gebruikt, waarbij bij dubbele bezetting van de laadpaal op basis van vooraf opgestelde beslisregels één van de twee aanwezige auto's volledig in slaapstand ging tot 21:00u. Niet alle auto's voldoen op dit moment aan de norm met betrekking tot het herstarten van het laden na de slaapstand, waardoor de situatie kon ontstaan dat een auto maar zeer beperkt of zelfs niet was geladen, wat voor alle betrokken stakeholders ongewenst is. Dit is mogelijk van invloed is geweest op de (negatieve) klantperceptie van het laadprofiel. Tijdens de projectperiode zijn acties ondernomen om de impact van het probleem te kwantificeren en verbeteringen te starten (zie ook de aanbevelingen en Bijlage 1).

Impact: *het verkrijgen van inzicht in de impact van het variabele capaciteitsprofiel op het elektriciteitsnet en inzicht verkrijgen in noodzakelijke institutionele wijzigingen om Slim Laden mogelijk te maken.*

Slim Laden door middel van een variabel capaciteitsprofiel haalt 50% van de belasting van ladende auto's weg uit de piekuren. Het is veilig om in deze benadering een overrulefunctionaliteit aan te bieden aan gebruikers. In de praktijk blijkt deze namelijk slechts zeer beperkt gebruikt te worden. Gedurende de looptijd van het project is het gebruik van de overrule conform de projectdoelstelling gedaald, al is het moeilijk dit exact te kwantificeren vanwege de diverse verstoringen, in de vorm van technische issues, die gedurende het project zijn opgetreden.
De impact van het overrulen op het uiteindelijk geladen vermogen is hoe dan ook dermate beperkt dat het waarschijnlijk niet nodig is om hier rekening mee te houden in het toegestane profiel op laadpalen, ook niet als deze dynamisch wordt vrijgegeven.
Er is potentie om binnen de toepassing van een variabel capaciteitsprofiel extra flexibiliteit te creëren door vermogens van onbezette sockets toe te voegen aan de actieve sessies, door middel van het clusteren van laadpalen die op dezelfde kabel en/of transformator zijn aangesloten. Hierdoor wordt de omvang van de "tweede piek", die ontstaat wanneer al het technisch vermogen weer wordt vrijgegeven, gedempt.

7. Aanbevelingen

IT

De eisen zoals gesteld in de requirements zouden voor een betere realisatie tijdens het ontwerpproces in samenspraak met het projectteam moeten worden verwerkt tot een implementeerbare aansturing. Hiermee zou bijvoorbeeld de keuze voor een KPI op stroom (een grootheid die door de CPO niet gebruikt wordt) tijdig vervangen kunnen worden door een KPI op basis van vermogen. Ook zou het voor de wendbaarheid van de proef wenselijk zijn om de requirements minder star vast te stellen.

Een goede connectiviteit (draadloze verbinding met internet) is een belangrijke voorwaarde voor de werking van Slim Laden. Een klein percentage van de laadpalen beschikt hier niet over. Het is (ondanks dit kleine percentage) aan te bevelen om mogelijkheden tot het verbeteren van connectiviteit (o.a. switchen van provider) in te kunnen zetten.

De juiste inrichting van “local loadbalancing” (in de controller van het laadpunt) is een voorwaarde voor de verdere inrichting van Slim Laden (in pilots als deze).

Auto’s en laadinfra

Auto’s moeten gekeurd worden op Slim Laden functionaliteit, omdat deze proef laat zien dat er auto’s bestaan, die niet goed om kunnen gaan met het minimale laadvermogen van 6A per fase (zoals wel geëist in IEC 61851-1), of waarbij het weer ‘wakker worden’ nadat de auto enige tijd niet heeft kunnen laden, niet goed functioneert. Dit reduceert de flexpotentie van elektrische auto’s voor de gehele energiesector.
Ondanks het gebruik van standaarden en protocollen sluiten de Slim Laden berichten tussen laadpaal en EV niet altijd naadloos op elkaar aan. Verplichte tests en/of certificering kan dit probleem verhelpen. Hierbij is het natuurlijk van belang dat de requirements ook bij tussentijdse updates worden gehandhaafd.
Een verdere aanbeveling op dit vlak is om software-updates eerst op kleine schaal goed te testen.

Het wegvallen van stuurinformatie door connectiviteitsproblemen dient vermeden te worden. Een oplossing kan bestaan uit het lokaal opslaan van een basisprofiel of uit het verhogen van de connectiviteitseisen.

Er bleken tijdens de uitvoering van de proef nog maar weinig laadpunten te vinden te zijn op dezelfde MSR. De laadpalen zijn daardoor nog zeer beperkt geschikt om het effect van Slim Laden vanuit netperspectief in de praktijk te meten.
Allego is voorstander van het clusteren van laadpalen. Dit geeft hen meer mogelijkheden om de beschikbare capaciteit te verdelen over meerdere laadpunten. Ze geven aan dat zij goed om kunnen gaan met deze complexiteit. Het is aan te bevelen deze optie verder te verkennen en bij goede resultaten breed in te zetten. Als de clustering binnen een kabel/MSR blijft is dit voor de regionale netbeheerder een prima oplossing (om lokale netcongestie) met Slim Laden op te lossen.

Bij de verlichting van laadpalen bleken de status/doorlaatwaarde van de aansluitingen niet altijd goed inzichtelijk bij de netwerkbedrijven. Het bepalen van de compensatievergoeding was daardoor een tijdsintensieve aangelegenheid. Een volledige check hierop bij aanvang van het project (zie ook aanbevelingen onder Projectmanagement) kan dit helpen voorkomen.

De verwachting is dat de verhouding laadpaal: auto kleiner zal worden in de komende jaren. De te verwachten impact hiervan op het laadgedrag van auto's en op de behoefte van EV-rijders om te overrulen is nog niet onderzocht. Het is relevant om hier nadere analyses op uit te voeren.

Netbeheer

Een blokprofiel op het laden zorgt er, vanwege de spreiding in aankomsttijden van de auto's, nu al voor dat er netcapaciteit onbenut blijft en dat het laden van de auto's onnodig vertraagd wordt. Dit effect zal in de toekomst sterker worden. De samenhang tussen de impact van Slim Laden en de verwachte groei van het aantal elektrische auto's in combinatie met de huishoudelijke (niet-flexibele) elektriciteitsvraag dient nader onderzocht te worden.
Het is wenselijk dat netbeheerders in de toekomst zonder tussenkomst van een derde partij slimme meters kunnen uitlezen ten behoeve van de monitoring en validatie van laadprofielen.

Testcentrum ElaadNL

Het testcentrum van ElaadNL is onmisbaar voor de juiste werking van Slim Laden.
ElaadNL is in staat om de validatie van het Slim Laden profiel voor de netbeheerders goed uit te voeren. Aandachtspunt hierbij is dat ná een test bij ElaadNL nog softwareupdates doorgevoerd worden in auto's. Dit kan op een later moment alsnog leiden tot issues met betrekking tot het Slim Laden.
ElaadNL is daarnaast in staat om op basis van aanwezige kennis van de EV normen en (geïmplementeerde) interfaces zoals OCPP exact te duiden wat de oorzaak van een bepaald probleem is. Door de uitgebreide technische kennis en kennis van de huidige normen kan snel tot de kern van het probleem worden gekomen en objectief gewerkt worden aan een oplossing. Door de ervaring van ElaadNL wordt ook een juiste oplossingsrichting voorgesteld.

Gebruikersinteractie

Er is op dit moment nog geen incentive voor de CPO om Slim Laden structureel aan te bieden. We zien dat gebruikers bereid zijn om slim te laden wanneer dit automatisch gaat, er geen extra handelingen nodig zijn (enkel voor een sneller laden functie) en zich geen problemen voordoen tijdens het laden. EV-rijders zijn zich wel bewust van laadsnelheden en willen weten waar ze aan toe zijn. Inzicht en/of verwachtingsmanagement is hierbij van groot belang. Zorg daarom voor transparante informatievoorziening over laadsnelheden naar EV-rijders toe.
EV-rijders staan in de basis positief tegenover slim laden en zien de toegevoegde waarde, kansen en noodzaak. Het is belangrijk dat die positieve attitude ongewijzigd blijft en ook nieuwe EV-rijders hierin meegenomen worden. Om die reden moet nu al begonnen worden, door netbeheerders, marktpartijen en gemeenten sámen, om helder te communiceren dat Slim Laden in ieders belang is en de sociaal gewenste én voordelige keuze is. De resultaten uit dit onderzoek kunnen daarbij ingezet worden.

Regulatorisch

Uit de proef is gebleken dat de verschillende EV's op basis van verschillende manieren (slim) laden, waarbij verschillende ondergrenzen worden gehanteerd. Het is voor de CPO daardoor zeer complex om voor al deze varianten systemen te ontwikkelen en te beheren. Vanuit Europees oogpunt zou het aan te raden zijn om naar één standaard toe te werken die bepaalt hoe EV's laden. Dit reduceert de complexiteit en daarmee ook de kosten.

Projectmanagement

In deze proef is gebleken dat vroegtijdig beschikbare detailinformatie op één centrale locatie belangrijk is voor het succes van een proef. Hiermee wordt tijdig inzicht verkregen in de status van de

proef en wordt het risico beperkt dat gaande de proef pas blijkt dat gewenste data niet is opgeslagen. Ook is kennisborging in het geval van personeelswissels hiermee beter geregeld. De aanbeveling is daarom om bij een volgende proef zo snel als mogelijk een platform te creëren waarin de gebruikte hardware, de output van laadsessies, de prestaties ten opzichte van afgesproken kwaliteitsnormen en de binnengekomen klantreacties (vragen, klachten) voor alle stakeholders inzichtelijk zijn. Hiermee wordt in geval van issues kostbare projecttijd bespaard.

In een innovatieve markt zoals deze is het wellicht voor de uitvoerbaarheid beter om meerdere aansluitende projecten uit te voeren in plaats van één project met een looptijd van drie jaar.

8. Bijlagen

Bijlage I – EV tests uitgevoerd door ElaadNL

Vanwege gemelde laadproblemen op de laadstations bij het toepassen van Slim Laden (volgens de Slim Laden test specificaties zoals bepaald binnen de tender Overijssel/Gelderland), zijn testen uitgevoerd in het ElaadNL testlab. Tijdens deze tests zijn op acht modellen uit de top-10 van EV's, inclusief een model waarvan het vermoeden bestond dat deze niet voldeed aan de norm IEC 61851-1, verschillende slimme oplaad- en uitgestelde laadprofielen getest en hebben er metingen plaatsgevonden om te bepalen of laadstation en EV het communicatieprotocol mode 3, zoals gedefinieerd in de IEC 61851-1 editie 3 van 2017-02, correct hebben geïmplementeerd.

Wake on sleep
Tijdens de tests werd geconcludeerd dat het van laadproblemen verdachte voertuig na uitstel van laden gedurende 5 tot 6 minuten (gecommuniceerd van laadstation naar EV) niet verder oplaadt, hoewel het voertuig nog niet volledig was opgeladen. Pogingen van het laadstation om het voertuig na deze tijdsperiode opnieuw te laten laden door de status te wijzigen van B1 naar B2 (100% PWM naar een PWM-laadcyclus @9Volt) of toestand F voor een korte tijd (ontwaakproces voor oudere elektrische voertuigen), hebben het voertuig niet wakker gemaakt. Volgens de IEC 61851-1-norm, wordt het niet "ontwaken" van het laadproces na een overgang B1/B2 als niet normaal bedrijf beschouwd.
Met de fabrikant van het voertuig dat niet wakker werd na de overgang B1/B2 (en óók niet met de door Ecotap gehanteerde workaround, zie volgende paragraaf) is contact opgenomen. De onderkenning dat deze situatie niet de normale en daarmee gewenste situatie is kwam relatief snel, maar de benodigde software-update om het probleem te verhelpen heeft nog ruim een kwartaal op zich laten wachten.

Instellingen laadpaal
Binnen de pilot Overijssel/Gelderland wordt aan 1 zijde het laden gepauzeerd tijdens de avondpiek, de andere zijde krijgt 7A. Deze pauze kan tot 4 uur duren. Dit is een extreem lange pauzeperiode welke in het verleden niet getest is in het ElaadNL testlab. Verschillende nieuwe EV types ervaren hier problemen mee.
Tijdens de test werd het volgende geconstateerd:

- De laadpaal pauzeert het laden door eerst voor +/- 1 minuut naar status B1 (9Volt continu) te gaan en dan naar state F (-12V continu). Andere laadstations pauzeren door naar state B1 te gaan en deze state vast te houden tijdens de gehele pauze. State F is eigenlijk een foutstatus. De argumentatie van de fabrikant om toch State F te gebruiken is dat deze oplossing beter werkt met bepaalde EV's. Deze status kan echter weer problemen opleveren bij andere EV's.

- De laadpaal is erg strikt op het gebied van stroomoverschrijdingen. Hierbij volgen zij nauwgezet de 61851-1 standaard. Zodra een stroomoverschrijding wordt geconstateerd, wordt de transactie ook direct afgebroken met een "overcurrentfailure".

Op basis van deze tests zijn de volgende aanbevelingen gedaan:

- In de laadpaal de limieten op overschrijding stroom ruimer in te stellen en niet direct de transactie te stoppen.
- Voertuigen zouden conform de normstelling moeten ontwaken na een "onbepaalde tijd" in de slaapstand. In die zin is de gekozen werkwijze, waarbij één van beide voertuigen de gehele periode van dubbele bezetting tijdens de piekuren in de slaapstond stond, geen

noncompliance. In het testlab is echter nooit op heel lange slaapstanden getest, aangezien vanuit de klanten bezien een afwisselende slaapstand wenselijker lijkt. De aanbeveling is daarmee om het laden tijdens een periode van beperkte netcapaciteit af te wisselen tussen beide aangesloten voertuigen.

- Bevindingen toevoegen aan ElaadNL testprotocol EVs.
- Testrapporten “afwijkende gedragingen” opstellen en naar de EV OEMs sturen.
- Bevindingen (geanonimiseerd) delen met de automotive sector. Eerst via een whitepaper, daarna via de 61851-1 standaard.

De volgende verbeteringen zijn inmiddels doorgevoerd:

- De laadpaal is aangepast m.b.t. de gevoeligheid aangaande de stroomoverschrijding.
- De Back office van de CPO is aangepast m.b.t. de Slim Laden verdeling (local load balancing). Een kortere periode van vermogensverdeling tussen de twee sockets.
- De testbevindingen zijn naar de EV OEMs gestuurd, die aangegeven hebben dat het probleem onderkend is en eraan wordt gewerkt (software issue).
- ElaadNL heeft haar testprotocol aangepast om ook langer uitgesteld laden te testen en adviseert fabrikanten een langere (6 uur) uitgesteld-laden-periode te ondersteunen, als ze niet door de test komen.

Bijlage II – Allego document meerwaarde capaciteitsprofiel

Within the concession to provide public charging infrastructure in the provinces of Gelderland/Overijssel in the Netherlands the grid operators (e.g. Liander and Enexis) are piloting a so-called capacity profile on the grid connection, as there is no standard congestion service available for these type of grid connections. This allows the grid operator to throttle the available power, ie. limits power during peak hours (3x7A between 17.00 and 21.00) and an increased power availability (3x35A) during off-peak hours. These fluctuations are enabled by applying a software solution. For power selectivity Allego can use 3x30A selectivity per socket. So in case 1 car is charging, it could get up to 30A per phase. In case of 2 cars, the current will be divided. In case an EV-driver needs more power during peak hours, there can be more power provided by using an overrule functionality. This overrule functionality is only possible because the grid operator applies a virtual constraint and not a physical constraint. In a "normal" situation Allego would apply a 3x25A grid connection and would have the availability of max 3x16A per socket.

Within this project Allego applies for a 3x35A grid connection and the grid operators compensate the financial difference (both initial and recurring costs) between a 3x25A and 3x35A grid connection for a period of 3 years. This results in a one-off compensation of € 395,- and an annual compensation of € 542,- per grid connection (e.g. per public charger with 2 sockets).

The goal of the grid operator with applying this capacity profile is to prevent investing in upgrading the grid. One of the reasons of wanting to prevent this, is because the current pricing strategy of a grid connection is such that all costs are divided amongst all connected grid connections, instead of a pay per use price strategy. So to keep it social, the grid operator proposes to prevent upgrading the grid. The hypothesis is that by drastically lowering the power requested in peak hours, the transformer station feeding the various charging station does not need to be replaced as total capacity is lower than it would be without a "flexible capacity profile" (3x7A vs. 3x25A). This peak would otherwise occur at the same time as the household peak, and thus may decrease the maximum capacity that a transformer would need to support.

Part of the project is a research program to investigate the potential and impact of this so-called "flexible capacity profile". As part of the research Allego is asked, as CPO, to give feedback on the added-value of this profile for the business of Allego. This document contains the feedback of Allego on the "flexible capacity profile".

On the one hand the applied flexible profile gives Allego the opportunity to charge 2 vehicles at once at 15A (3 phases) during off peak-hours or 1 vehicles with up to 30A (3 phases). On the other hand, during peak hours there is hardly power available for charging at all, so EV-drivers need to be informed about this lower charging speed. Although there is the possibility to overrule, this requires an additional action of an EV-driver.

For Allego, as CPO, the main draw backs of the "flexible capacity profile" are:

- As charging speed during peak hours is lowered drastically it becomes hard to optimize the charging stations in terms of usage. With chargers connected on a 3x25A grid connection it would be possible for a charging session to fill up a car

within the peak hours, which could then after it is filled up be used by a second car (per socket). In this case we observe that the car that starts charging during the peak hours will most often remain there for the rest of the evening and night, thereby blocking a potential second use of that socket in that same period. As a result more charging stations are needed and grid connections are not utilized better. CPOs need to implement quite complicated solution to deal with the 7A available and make distinctions between vehicles who can deal with this and vehicles which can't. A simple improvement could be made in increasing the limit to a value of at least 13A to accommodate vehicle differences.

- For EV-drivers it's complicated to understand how the "flexible capacity profile" works, as they are used to a minimum of 13A and they are getting confused by the 7A. This results in an increase in calls to the helpdesk of Allego. The solution of a "flexible capacity profile" as used in this pilot is proven to be inappropriate, as it results in a increase of peak consumption at 21 o'clock, as proven by the study of Marieke van Amstel on behalf of ElaadNL2.
- The advantage of being able to charge at higher charging speeds during off-peak hours is only minimal, as overnight these higher powers are not needed. And during the day it rarely happens that 2 vehicles that can charge at a minimum of 3x15A want to charge at once. The number of cars being able to charge at higher power than 3x15A is very limited. And the difference in charging at 3x15A versus 3x12A is hardly ever a problem for EV-drivers. This is another reason why Allego doesn't install grid connections of 3x35A by default.

So in summary, there's no financial or technical incentive for a CPO to implement this, even worse, the fact that a complicated and unique smart charging solutions needs to be implemented in the back-end increases the costs. The uniqueness is mainly caused by the 7A requirement.

Of course Allego recognizes that congestion management with public AC chargers is a possibility to reduce peak power demand during peak hours. However Allego believes there are other ways to do this, which can also be valued as social. To determine the best and most social solution a study must be performed to compare the real costs of upgrading the grid versus implementing solutions. Possible other solutions, with a potential financial incentive for the CPO and/or EV-driver are:

- Implement a market model for congestion management, inspired on how that's currently done of the transmission grid.
- Perform smart charging and reduced peak capacity over a group of chargers, so that it becomes easier for drivers and CPOs to take into account driver and vehicles' needs. i.e. solution: group chargers in a virtual charging plaza and provide a financial incentive for lowering the peak consumption.
- Only perform smart charging in case there's a real problem on a power-line, e.g. use a protocol for the DSO to inform the CPO about challenges and to which group of charger this applies and award them proportionally for complying with this.
- Stimulate / reward CPOs to use less capacity on average on a group of chargers and not on an individual charger. Do this by financially incentivizing charging outside peak

hours. This will provide an incentive to have less grid costs and more chargers connected to the grid.

- Implement a system where tariffs of a grid connection are determined by the actual peak capacity usage of that grid connection and apply it to all grid connections and by this incentivize both CPO and EV-driver to prevent charging at peak hours.

With this the CPO can determine if it's more attractive for an EV-driver to pay a higher price and have more sessions versus locations where this is not necessary. This system should also be applied on household grid connections, to make sure that people charging at home are also incentivized to charge during off peak hours, as it's easier for households to control their energy consumption instead for public chargers (as public chargers as shared between multiple users whereby slow charging of one EV-driver can have impact on another EV-driver)