

SmoothEMS

MET GRIDSHIELD

Introductie

De overgang naar duurzame energie is essentieel in de strijd tegen klimaatverandering. Elektrische voertuigen (EV's) spelen een cruciale rol in het verminderen van CO₂-uitstoot. Echter, de snelle groei van EV-adoptie heeft geleid tot netcongestie, wat zowel de energiebetrouwbaarheid als het gebruikersgemak beïnvloedt.

SmoothEMS is een energiemanagementsysteem (EMS) dat laadschema's voor EV's optimaliseert door ze af te stemmen op hernieuwbare energieproductie. SmoothEMS stelt hierbij gebruikerscomfort centraal, waardoor flexibele plannings mogelijk worden die aanpasbaar zijn aan onzekerheden in de praktijk.

Op basis van statistische modellering voorspelt SmoothEMS de laadbehoefte van verwachte gebruikers. Daarnaast krijgen gebruikers, waar mogelijk, directe invloed op hun laadsessie wanneer ze hun laadvoorkeuren aangeven. Zelfs bij onvolledige of onnauwkeurige gegevens, weet SmoothEMS energie efficiënt toe te wijzen aan de juiste laadsessies en gebruikers met urgente laadbehoeften voorrang te geven.

Living Labs

Drie praktijklocaties (living labs) registreerden en analyseerden meer dan 35.000 EV-laadsessies om laadplanningmethoden te ontwikkelen en te testen. Verschillende modelleringstechnieken werden toegepast om de voorspelbaarheid te verbeteren. Twee kernstrategieën werden geïmplementeerd:

- **Day-Ahead Forecasting:** Een offline voorspellingsmodel dat het geaggregeerde stroomverbruik op een specifieke locatie schat en afstemt op lokale energieproductie over een bepaalde periode.

Whitepaper: SmoothEMS

- **Intraday Optimization:** Een real-time optimalisatiemodel dat de laadcontrole per sessie bijstelt op basis van live data, waardoor een adaptieve energieverdeling op individueel niveau mogelijk wordt.

De volgende secties gaan dieper in op de theorieën en modellen die voortkwamen uit het SmoothEMS-project en hoe ze in de living labs werden toegepast om laadschema's te verfijnen.

Flow-based Offline Charging Scheduler (FOCS)

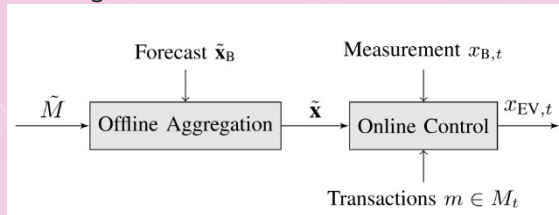
FOCS optimaliseert EV-laden door rekening te houden met aankomsttijden, vertrektijden, energiebehoeften en laadsnelheden. De mediaan van de benodigde rekentijd is minder dan twee seconden voor 400 EV's.

Er zijn twee versies van FOCS ontwikkeld.

1. **Leverage Your Non-Unique Choice of Schedule (LYNCS):** hierbij worden virtuele prijzen toegekend aan laadsloten—hoe langer een EV geparkeerd staat, hoe hoger de virtuele laadkosten. Vervolgens wordt een kostenefficiënt laadschema berekend, zonder het geaggregeerde energieprofiel te verstoren. Simulaties tonen aan dat LYNCS de eerlijkheid van energieverdeling aanzienlijk verbetert, vooral voor EV's die anders weinig energie zouden ontvangen.
2. **Flows Under Local Penalties Solver (FULPES):** breidt FOCS uit met laadgaranties. Bij a.s.r. wordt bijvoorbeeld gegarandeerd dat werknemers tegen 16:00 minimaal 23 kWh geladen hebben. Dergelijke garanties verhogen het gebruikersvertrouwen en de acceptatie. Dit gaat echter ten koste van de rekentijd, die voor 400 EV's stijgt naar bijna één minuut.

Robuust opschalen en plannen

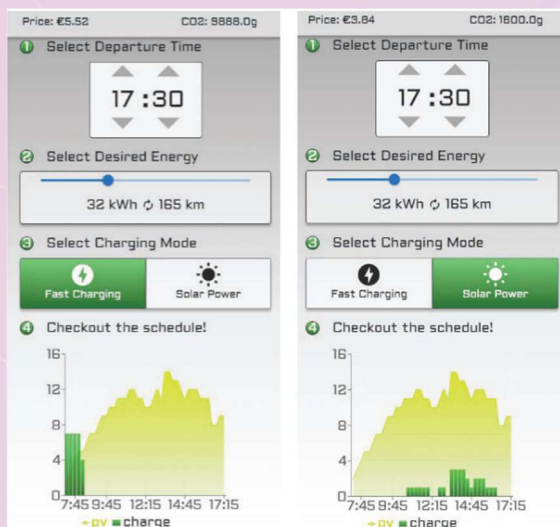
De gegevens verzameld bij a.s.r. tonen aan dat het groepsgedrag op grote parkeerterreinen zeer voorspelbaar is. Op basis hiervan is een nieuw aggregatie-gebaseerd algoritme ontwikkeld. Het grootste voordeel hiervan is dat de theoretische maximale rekentijd na aggregatie constant blijft, ongeacht het aantal voertuigen.



Om het geaggregeerde laadschema te vertalen naar individuele sessies wordt een heuristische methode toegepast. Deze methode prioriteert EV's op basis van verwachte energiebehoefte en vertrektijden. Door het grote totaalvolume verstoren afwijkingen op sessieniveau het totale energieverbruik niet.

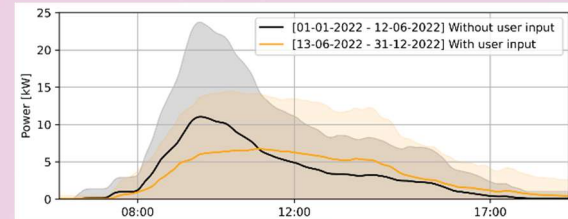
Door gebruikers geleverde EV-flexibiliteitsinformatie

Experimenten met de SlimPark gebruikers-interface tonen aan dat deelnemers bereid zijn hun energieflexibiliteit te delen met het EMS. In de app kunnen gebruikers hun energiebehoefte en verwachte vertrektijd aangeven en kiezen tussen 'Snel laden' en 'Zonne-energie'.



De ontwikkelde app voor EV-rijders. De impact van de keuze van de EV-rijder op prijs, duurzaamheid en laadtijd wordt direct zichtbaar.

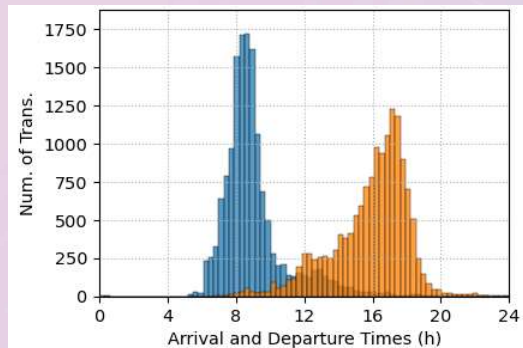
Ondanks onvolmaakte gebruikersinvoer verbeterde de systeemoptimalisatie aanzienlijk. De piekbelasting op het elektriciteitsnet daalde met 48%, en tijdens de 10 drukste laaduren nam het netverbruik af met 24%. Het gebruik van zonne-energie voor EV-laden steeg van 23% naar 42%, met een piek van 71% in juni.



Impact van gebruik gebruikersinvoer in de laadsturing

Early Departure Button (EDB)

EDB's overbruggen de kloof tussen door gebruikers verstrekte en volledig geschatte flexibiliteitsinformatie. Met deze methode kunnen gebruikers aangeven of ze eerder of later dan een gespecificeerde tijd zullen vertrekken. Deze aanpak is vooral geschikt voor kantoorgebouwen, waar laadpatronen doorgaans samenvallen met standaard werkuren.



Spreading in aankomst- en vertrektijden bij Living Lab a.s.r.

Een data-analyse en simulatiestudie heeft aangetoond dat EDB's het aantal gevallen waarin EV's weinig of geen energie ontvangen aanzienlijk verminderen, terwijl ze tegelijkertijd de eerlijkheid in energieverdeling verbeteren en zorgen voor een meer gebalanceerde toewijzing van geladen energie. Het EDB-mechanisme is compatibel met de meeste datagestuurde algoritmen en kan eenvoudig worden geïmplementeerd via fysieke knoppen op laadpalen, een digitale app of gereserveerde laadplekken. Dit maakt het een praktische en schaalbare oplossing voor slim EV-laadbeheer.