

Bidirectioneel laden (V2G) toegepast in een particuliere woning

Bidirectioneel laden (vaak ook vehicle to grid of V2G genoemd) waarbij elektrische voertuigen (EV's) niet alleen stroom opnemen, maar ook kunnen leveren, is momenteel een hot topic. Bij Volta, het kenniscentrum van de elektrotechnische sector, besloten ze daarom er in de praktijk mee aan de slag te gaan in de woning van één van hun werknemers.

AC- of DC-laadpaal?

Wanneer je een elektrische wagen als thuisbatterij wilt inzetten, is het cruciaal om het batterijniveau of SoC (State of Charge) te kennen. Alleen zo kan het energiemanagementsysteem (EMS) garanderen dat er altijd voldoende batterijcapaciteit beschikbaar blijft voor de volgende verplaatsing.

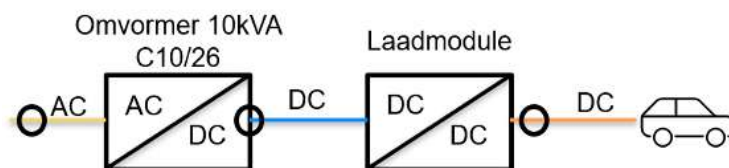
Bij AC-laden wordt de SoC niet gecommuniceerd. Daarom is in dit geval gekozen voor een DC-laadpaal, waarbij deze informatie wel beschikbaar is. DC-laadpalen zijn vandaag nog relatief duur, maar hun prijs daalt geleidelijk. Het laden verloopt via een CCS-stekker, vergelijkbaar met die van snellaadpalen.

Omdat een bidirectionele laadpaal ook elektriciteit terug op het net kan zetten, moet ze bovendien opgenomen zijn in de C10/26-homologatielijst van Synergrid. Hier is gekozen voor een gehomologeerde hybride PV-omvormer van 10 kVA, waarbij de DC-laadmodule wordt aangesloten op de plaats van een klassieke thuisbatterij.

Wagen als thuisbatterij?

Bij bidirectioneel laden stellen veel partijen dat "de wagen dan de thuisbatterij is". Dit schept bij particulieren dezelfde gebruiksverwachtingen als bij een klassieke batterij, namelijk dat de avondpiek en het sluimerverbruik 's nachts worden opvangen, zodat de afname uit het net tot nul kan worden herleid. Bij Volta werd nagegaan of dat in de praktijk ook daadwerkelijk zo is.

Bij lage belasting (ten opzichte van het nominale vermogen P_n) nemen de rendementen van omvormers sterk af. Om de werkelijke verliezen en het totale rendement van de omvormer en laadmodule in kaart te brengen, werden metingen uitgevoerd aan de AC-zijde van de omvormer en aan de DC-zijde richting de wagen. De omvormer en de laadmodule hebben beide een nominaal vermogen van $P_n = 10$ kVA.



Er werden testen uitgevoerd van 10 kW (laden) tot -10 kW (ontladen). Tussen 5-10 kW (50-100% van P_n) liggen de rendementen steeds boven de 90%. Tussen 2-5 kW (20-50% van P_n) daalt het rendement naar 80% en onder de 2 kW (<20% van P_n) daalt het rendement (en stijgen de verliezen) drastisch.

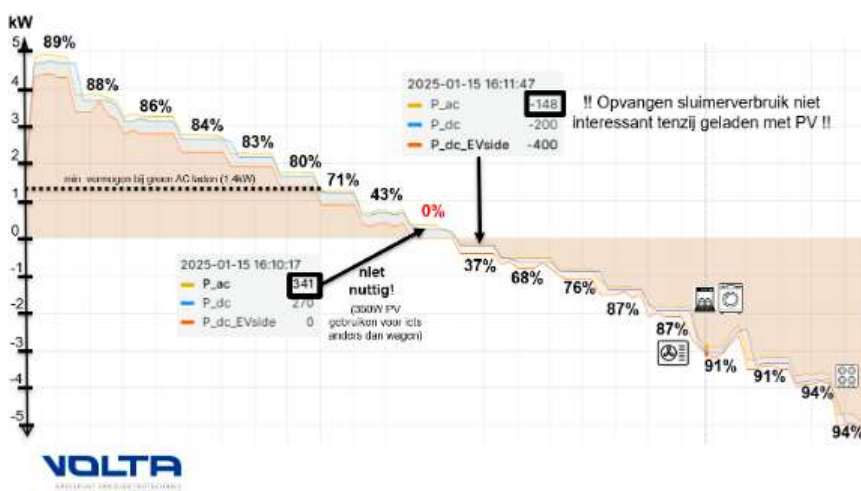
In de ordegrootte van sluimerverbruik (100-300 W of 1-3% van P_n) worden de verliezen zo groot dat er daadwerkelijk sprake is van energievervalsing. Wanneer er 148 W wordt teruggeleverd, is het rendement amper 37%; in dit geval gaat 63% van de energie verloren!

In de figuur hieronder zie je de impact van laden en ontladen met een bepaald vermogen (gebaseerd op de metingen) op de round trip efficiency (eerst opladen, gevolgd door ontladen).

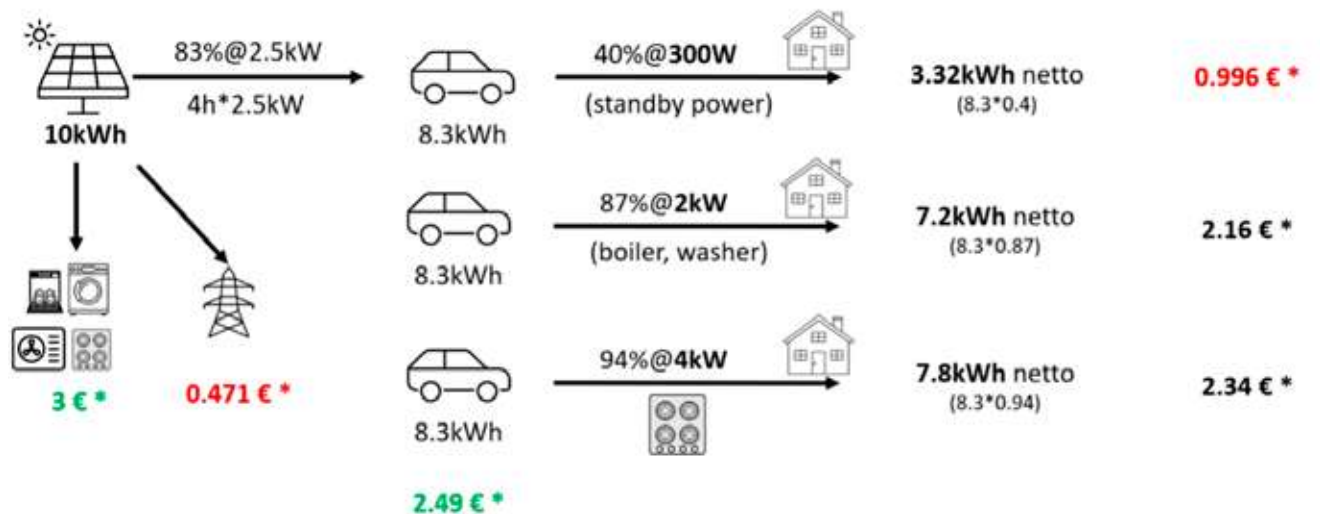
Stel, de zonnepanelen hebben gedurende 4 u een overproductie van 2,5 kW (10 kWh).

Normaal zou deze geïnjecteerd worden op het net, maar wordt nu door het EMS in de wagen opgeslagen. Bij 2,5 kW laden heeft de 10 kVA omvormer een rendement (η) van 83%. Van de opgewekte 10 kWh belandt er dus 8,3 kWh in de batterij van de wagen. Afhankelijk van de regelstrategie van het EMS, zal het ontladen met verschillende vermogens en dus ook met verschillende rendementen gebeuren:

- Als de wagen zou ontladen worden om het sluimerverbruik van 300 W ($\eta=40\%$) op te vangen, kan aan de woning nog 3,32 kWh geleverd worden.
- Als het EMS enkel zou ontladen bij groter verbruik (bijvoorbeeld wanneer de wasmachine zijn weerstand (2 kW met $\eta=87\%$) activeert om het water op te warmen), kan aan de woning nog 7,2 kWh geleverd worden.
- Wanneer de wagen ingezet wordt om de avondpiek op te vangen (4 kW voor een gemiddeld gezin) met $\eta=94\%$, kan aan de woning nog 7,8 kWh geleverd worden.



Round trip efficiency



Uit bovenstaande voorbeelden blijkt duidelijk dat het ontladen aan lage vermogens niet interessant is met een omvormer van 10 kVA of het nu om een laadpaal of batterij-omvormer gaat.

Financieel

Laten we dit nu eens vanuit financieel oogpunt bekijken, rekenend met de gemiddelde CREG-tarieven in Vlaanderen voor 2024 (30c€ voor afname en 4,71c€ voor injectie).

Vertrekkend van de 10 kWh productie zijn dit de verschillende vermeden kosten aan afname (0.3€/kWh) uit het net met de 8.3 kWh die in de batterij zit:

- 0.996€ voor opvangen van sluimerverbruik (3.32 kWh netto)
- 2.16€ bij opvangen grotere verbruikers (7.2 kWh netto)
- 2.34€ voor opvangen van piekverbruiken groter dan 4 kW (7.8 kWh netto)

Het is duidelijk dat ontladen aan lage vermogens minder interessant is. Bijkomend moeten we ons ook afvragen of we de wagen überhaupt willen ontladen. Als we de 8,3 kWh die in de batterij van de wagen zit, kunnen gebruiken om onze verplaatsingen (benodigde km) te doen, is deze 2,49€ waard. Dat is altijd interessanter, want daarop treden geen ontladverliezen op.

Het meest interessante scenario bestaat erin om de zonneproductie te gebruiken om apparaten rechtstreeks aan te sturen, want dan was dezelfde 10 kWh waarvan we

vertrokken 3€ waard als daardoor afname uit het net vermeden wordt.

Van diezelfde 10 kWh zouden we anders 0,471€ gekregen hebben voor de injectie, dus voor de netto winst moeten we dit van bovenstaande bedragen aftrekken.

V2G impact energietransitie

Een EV-batterij is vele malen groter (60-100 kWh) dan een gewone thuisbatterij (3-10 kWh). EV's bieden dus een gigantische opslagcapaciteit om hernieuwbare energie optimaal te benutten. Nu al worden zonneparken of windmolens uitgeschakeld op heel zonnige of winderige dagen om het net niet te overbelasten en dat zal in de toekomst steeds meer gebeuren. Met V2G zouden de wagens deze energie kunnen opslaan om later nuttig in te zetten door afname uit het net te vermijden, en het net mee te helpen ontlasten op piekmomenten (en ervoor vergoed te worden). Om dit tot een succes te maken zullen de wetgever en de fiscus nog wel duidelijkheid moeten scheppen, zodat fabrikanten van wagens en EMS-systemen de nodige ontwikkelingen kunnen doen.

EMS in de toekomst

Om het grote potentieel van de opslagcapaciteit van EV's optimaal te kunnen benutten, zullen EMS-systemen in de toekomst een cruciale rol spelen. Zij zullen rekening moeten houden met volgende punten.

- Omvormergrootte laadpaal (ook van toepassing voor thuisbatterij-omvormer). Laden/ontladen bij lage belasting (<20% van Pn) moet vermeden worden om goed rendement te vrijwaren.
- Het is altijd beter om met zonne-overschotten eerst apparaten rechtstreeks aan te sturen en dan pas het EV (of thuisbatterij) op te laden.
- Integratie met aggregatoren voor net-ondersteunende diensten zodat de eindklant een vergoeding krijgt wanneer het EV het net ondersteunt.
- Dynamische tarieven: hiervoor dient het EMS niet enkel rekening te houden met de uurprijzen, maar ook dat bij laden uit het net nog nettatarieven gelden, alsook met de kwartierpiek.

Bart Vannoppen (Volta)

Voor meer informatie over deze testcase, kan je terecht bij de auteur van dit artikel:
Bart Vannoppen (Volta) – 0471 204 317
Bart.vannoppen@volta-org.be
<http://www.linkedin.com/in/bart-vannoppen>