

Auteur Werner Vink

Het uitbreiden van de leeromgeving met een state of the art elektrotechnische en HVAC-installatie

TVVL Smart Living Lab Fase 3 in pand van Auerhaan Klimaattechniek

De ontwikkeling van het TVVL Smart Living Lab heeft een nieuwe mijlpaal bereikt met de toevoeging van een state-of-the-art pand, uitgerust met de nieuwste elektrotechnische en HVAC-technologieën. In fase 3 is in samenwerking met Auerhaan Klimaattechniek en met dank aan Roy Titulaer hun nieuwe bedrijfspand geïntegreerd in het Living Lab. Het pand, voorzien van een luchtbehandelingskast met geïntegreerde warmtepomp, lucht/water warmtepompen, zonnepanelen, laadpalen en een batterij-opslagsysteem, biedt een ideale omgeving om hedendaagse uitdagingen op het gebied van energiemanagerment en duurzaamheid te onderzoeken en waardevolle inzichten met de markt te delen.

Waarom een nieuw gebouw toevoegen?

TVVL wilde naast haar bestaande huisvesting een nieuw pand realiseren, dat inspeelt op actuele uitdagingen in de installatietechniek, waaronder netcongestie. Deze uitdaging werd tijdens de bouw in 2021 direct realiteit toen Auerhaan werd geconfronteerd met netcapaciteit beperkingen. Hoewel een aansluiting van 200 kW was aangevraagd, kon de netbeheerder slechts 55 kW (3x80 A) beschikbaar stellen. Met een totaal geïnstalleerd vermogen van bijna 200 kW resulteerde dit in een significant tekort van 145 kW.

Als oplossing implementeerde Auerhaan een batterijsysteem. Dit systeem vervult een dubbele functie: in de zomer wordt de overtollige energie van de zonnepanelen opgeslagen, terwijl in de winter de batterij 's nachts wordt opgeladen om pieken boven de 55 kW gedurende de dag op te vangen.



Foto 1: Het nieuwe gebouw van Auerhaan opgeleverd eind 2023.

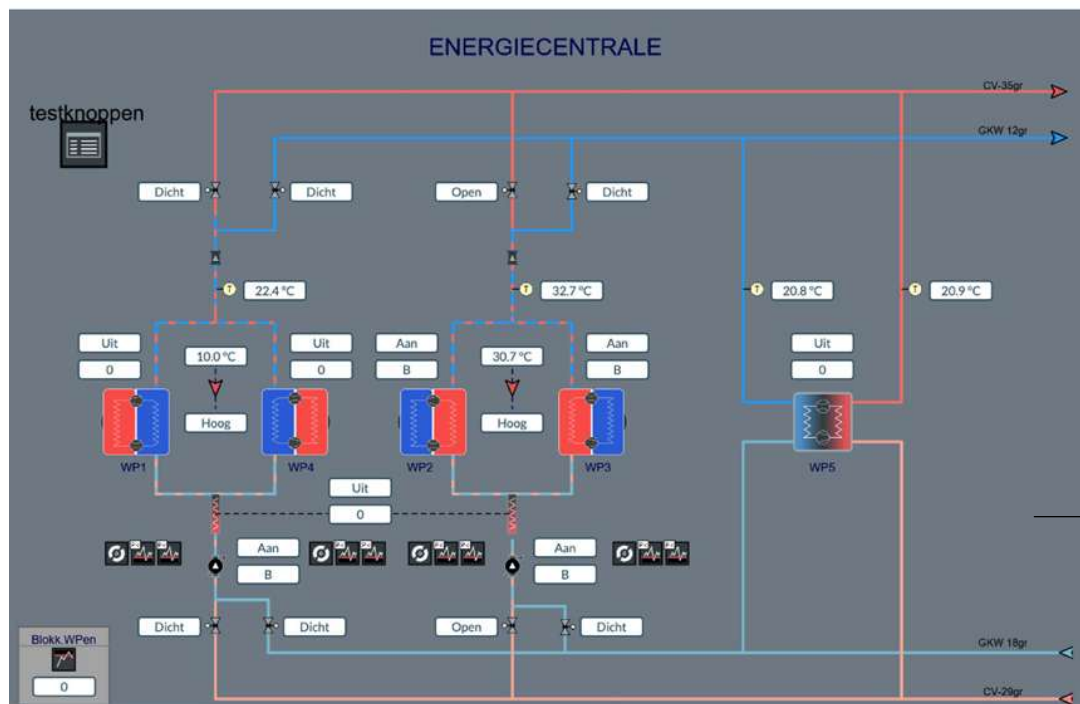


Foto 2: Overzicht van de energiecentrale voor opwekking van warmte/koude in het Priva gebouwbeheersysteem.

Installatieconcept

Beschrijving van het installatieconcept delen wij op in een deel HVAC en een deel elektrotechnisch gefocust op de batterij, pv opwekking en laadpalen.

HVAC-systeem

De warmte/koude binnen het HVAC-systeem wordt gecreëerd door 5 warmtepompen, met een totaal van 40 kW elektrisch vermogen. De luchtvoorziening wordt gedaan door 1 luchtbehandelingskast met warmteterugwinning en een geïntegreerde warmtepomp, met een totaal van 10 kW elektrisch vermogen. De afgifte naar de kantoorruimtes gebeurt via vloerverwarming in combinatie met inductieunits en de luchtconditionering is gedaan met een constant ventilatie volumesysteem. Tevens zijn er twee waterbuffers om warmte en koude op te slaan. De HVAC-installatie wordt aangestuurd door middel van het Priva gebouwbeheersysteem.

Elektrotechnische energie installatie

Het energienet levert een vermogen van 55 kW. De totale piekvermogen vraag is 200 kW. Zodoende is er een batterij gekozen met een ontladvermogen van 200 kW en een opslagcapaciteit van 180 kWh.

De regeling van de energiestromen wordt aangestuurd door het Energie Management Systeem (EMS) van batterijfabrikant Tesvolt. Deze software biedt flexibele regelstrategieën, die naar wens kunnen worden aangepast. Auerhaan heeft ervoor gekozen om de batterij tijdens de wintermaanden opgeladen te houden, zodat deze

Foto 3: De luchtbehandelingskast van Auerhaan met WTW en geïntegreerde warmtepomp, te zien vanuit de vergaderzaal. Roy is er erg trots op, en terecht!





Foto 4: Ruimte waar de batterijen van Tesvolt staan opgeslagen.

beschikbaar is om piekverbruik op te vangen. In de zomer wordt de batterij ingezet om het overschot aan opgewekte zonne-energie op te slaan en te gebruiken tijdens de avond en nacht.

Naast de batterij-installatie zijn 440 zonnepanelen van Solar Edge geplaatst, met een totaal vermogen van 120 kW, deze zonnepanelen zijn meeverhuisd vanaf het oude pand. Ook zijn er 6 laadpalen van Shell Recharge geïnstalleerd, elk met een vermogen van 11 kW. Een belangrijk detail is dat de laadpalen geen gebruik maken van loadbalancing. Dit houdt in dat wanneer alle 6 de laadpalen tegelijkertijd in gebruik zijn, er een gecombineerd vermogen van 66 kW wordt geleverd, al komt deze situatie bijna nooit voor.

Opzetten van data koppeling met de verschillende systemen

Om vanuit data een totaalbeeld te creëren van de werking van de HVAC en elektrotechnische installatie, is data ontsloten uit het Tesvolt EMS, Priva GBS, en Shell Recharge. Onderstaand een overzicht van data-architectuur rond de data-ontsluiting en de datavariabelen, ontsloten uit de verschillende bronnen.

Data architectuur

Er zijn 4 verschillende databronnen aanwezig van het energie- en HVAC-systeem. Elke databron heeft zijn eigen clouddienst vanuit de leverancier. Dit maakt dat het ontsluiten van data steeds eenvoudiger wordt, dankzij de Application Programming Interfaces (API's) die leveranciers via hun cloud oplossingen aanbieden. Priva biedt sinds enkele jaren de mogelijkheid om data te ontsluiten via de API van hun cloud. Ook het Energy Management System (EMS) van TesVolt, de software bij de zonnepanelen van SolarEdge en de laadpaalbeheer software van Shell Recharge bieden API's waarmee met hun cloud gekoppeld kan worden.

Koppeling met Tesvolt EMS

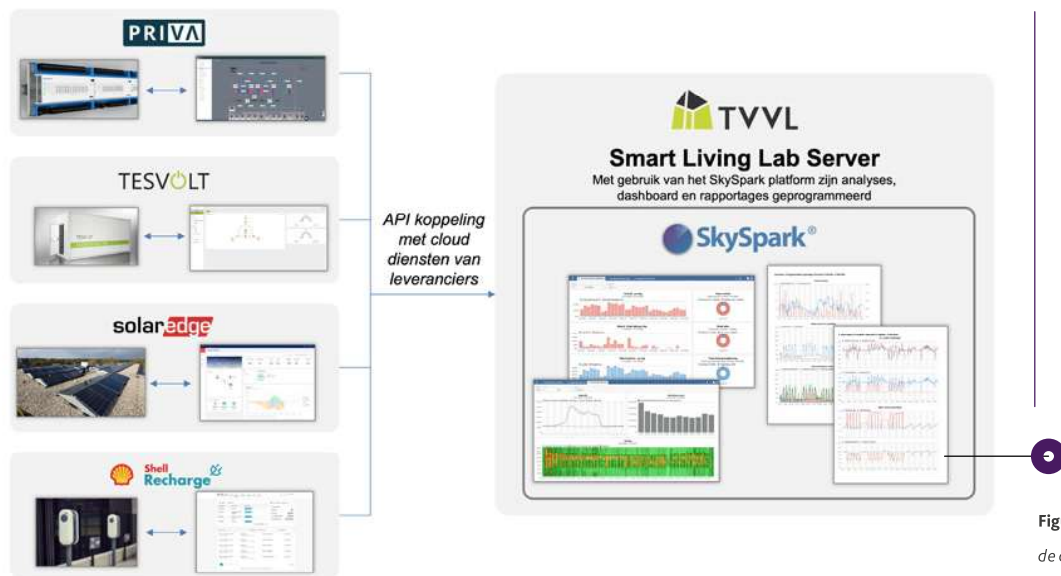
De batterij en energiemeters zijn aangesloten op het EMS, dat op basis van real-time meetgegevens bepaalt of de batterij moet opladen, ontladen of in stand-by moet blijven. Via een Modbus-koppeling worden gegevens over verbruik, netaansluiting en zonne-energieopwekking geregistreerd. Daarnaast worden de state-of-charge (SoC) en de batterijtemperatuur ontsloten voor analyse, met een data-interval van 1 minuut.

Koppeling met Priva GBS

Het pand is uitgerust met Priva Blue ID-regelaars en een Cloud Gateway, waardoor het GBS via de Priva Cloud toegankelijk is. De Priva History API



Figuur 1: Printscren van het Tesvolt EMS.



Figuur 2: Overzicht van de data architectuur.

biedt toegang tot historische meetgegevens, die geautomatiseerd naar een eigen omgeving kunnen worden gedownload. Van de 1500+ beschikbare datapunten zijn er 80 geselecteerd om de werking te monitoren, met een interval van 5 minuten.

Koppeling met SolarEdge

Er zijn 440 zonnepanelen (270 Wp) in zuidwest opstelling geplaatst, voorzien van optimizers en verdeeld over vier omvormers. Hoewel de SolarEdge API variabelen zoals vermogen, ampère en temperatuur per minuut kan ontsluiten, wordt de totale vermogensmeting al via het Tesvolt EMS verkregen. Daarom is ervoor gekozen om geen data via de SolarEdge API te ontsluiten.

Koppeling met Shell Recharge

Auerhaan heeft 6 Shell recharge-laadpalen geïnstalleerd, beheerd via het Shell Recharge-platform. De API ontsluit data over laadtijden en energieverbruik, terwijl aanvullende functies zoals vermogensregeling afhankelijk zijn van het type laadpaal en gebruikersrechten. Voor analyses wordt alleen data over laadsessies en geleverde energie gebruikt.

Data omzetten naar begrijpbare monitoring

Voor de data-analyse zijn in totaal 91 datapunten verzameld uit verschillende bronnen: 80 van Priva, 7 van Tesvolt en 6 van Shell Recharge. Deze data is gestructureerd volgens het Project Haystack-model en geïmplementeerd in SkySpark. Hoewel de leveranciers eigen cloud-oplossingen met basis visualisaties aanbieden, missen deze platforms de mogelijkheid om data uit verschillende bronnen te combineren voor gedetailleerde analyses.

Om deze beperking te ondervangen zijn er in SkySpark specifieke dashboards en rapportages ontwikkeld. Deze geven zowel inzicht in de energieprestaties als in het functioneren van het HVAC-systeem, wat resulteert in een eenvoudig en overzichtelijk monitoringsysteem.

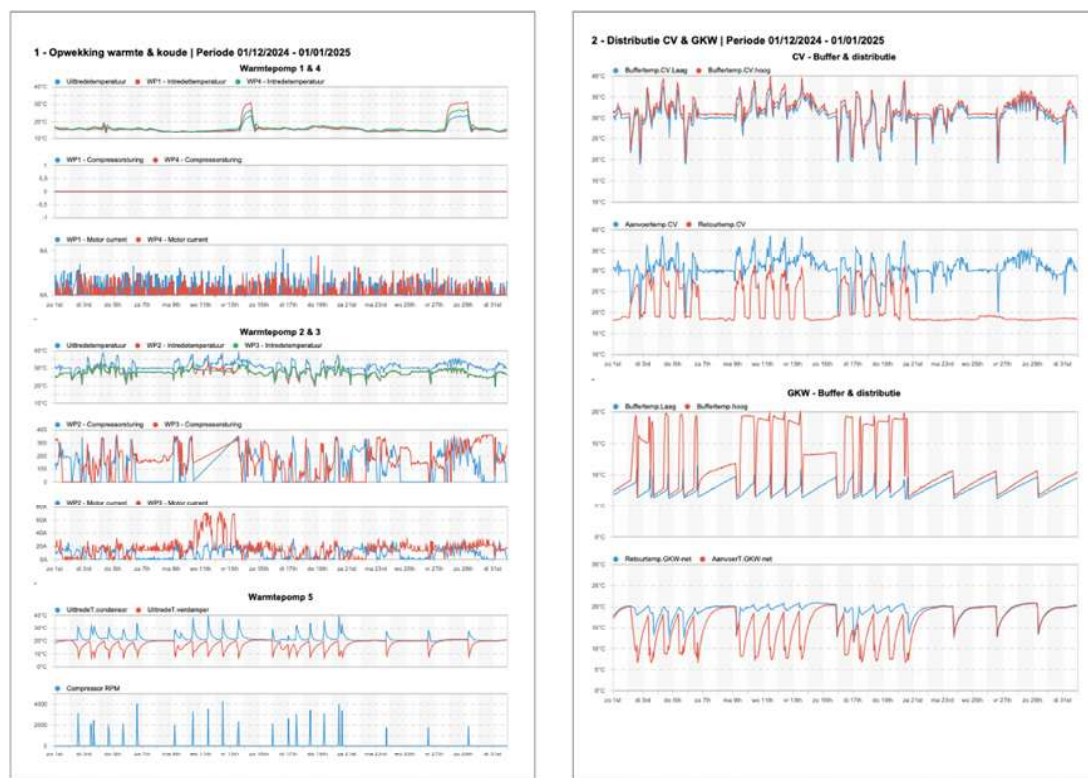
Monitoring van het HVAC-systeem

In SkySpark zijn twee hoofdreportages ontwikkeld:

1. Een rapportage voor de monitoring van warmtepompen, warmte-/koudedistributie en buffervaten
2. Een rapportage gericht op de luchtbehandelingskast en het binnenklimaat

Bij de warmtepompen worden diverse parameters gevolgd: de operationele status, aansturing, compressorvermogen en temperatuurtrajecten. De afwezigheid van thermische meters maakt het helaas niet mogelijk om de COP (Coefficient of Performance) te berekenen, zowel voor individuele units als voor het gehele systeem. Voor het distributiesysteem beperkt de beschikbare data zich tot vrijgavesignalen en temperatuurtrajecten. Met name bij de buffervaten is de monitoring van temperatuurtrajecten essentieel, aangezien dit een goed inzicht geeft in het functioneren van de thermische opslag.

Voor de monitoring van de luchtbehandeling en het binnenklimaat kijken wij naar de temperatuurtrajecten, tijd van opereren van de LBK en de gemeten binnencondities. Voor de binnencondities wordt de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gemeten. Deze worden per ruimte gemeten en per verdieping wordt ook een gemiddelde elke 5 minuten berekend.



Figuur 3: Rapportage voor monitoring thermische opwekking en distributie.

Monitoring energieprestatie

Voor de monitoring van de e-installaties kijken wij naar de energiemeters van de PV-panelen, het laad/ontlaad gedrag van de batterij en de levering en teruglevering vanuit het energienet. Middels een overzicht dashboard kan de energieprestatie op dag-, week- en maandbasis worden bekeken. Voor gedetailleerd inzicht met een interval van 1 minuut kijken wij naar de vermogens van de verschillende meters, de verhouding van bijdrage van een energiebron in het verbruik en de status van de batterij.

Maar hoe draait de installatie?

Het HVAC-systeem functioneert naar behoren. De warmtepompen wisselen elkaar effectief af en realiseren de beoogde temperatuurtrajecten. Waar in vergelijkbare systemen vaak problemen ontstaan rond het bufferbeheer, verloopt hier zowel het laden als ontladen van de thermische buffers volgens ontwerp.

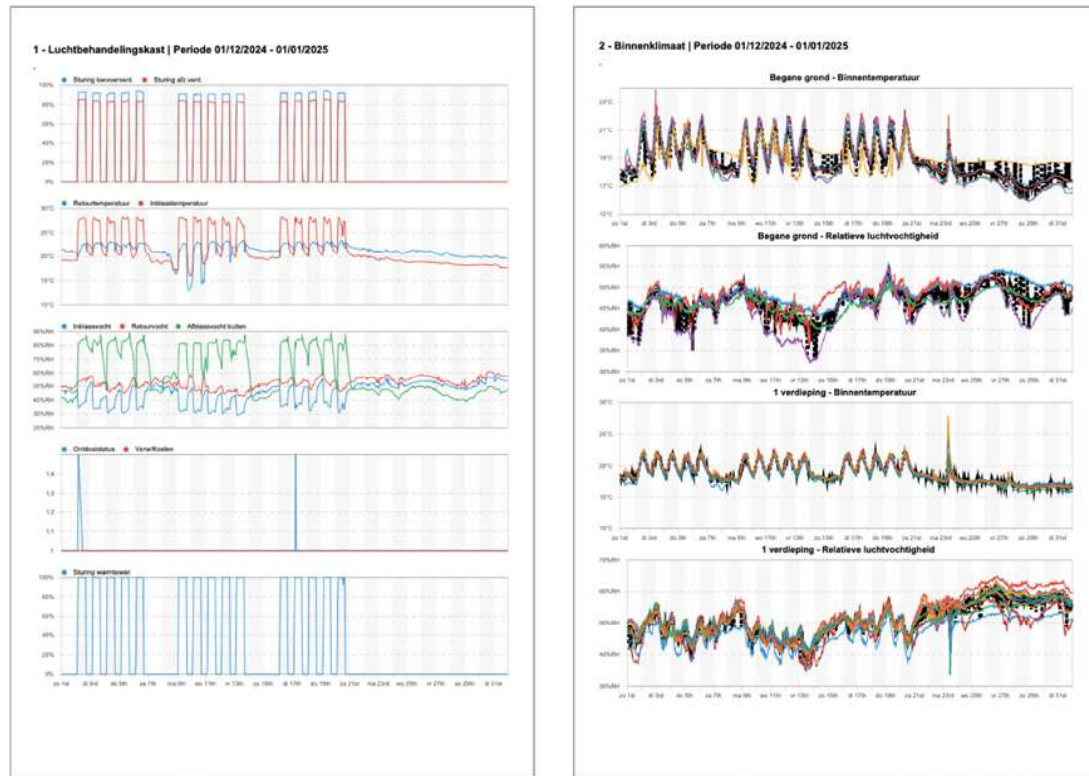
Ook de klimaatbeheersing presteert optimaal. De binnentemperatuur volgt het gewenste patroon: buiten openingstijden daalt deze naar 18°C, om vervolgens 's ochtends om 07:00 uur weer op het gewenste niveau van 20°C te zijn.

In de analyse van de energieprestaties is specifiek gekeken naar de seizoensgebonden verschillen en de wisselwerking tussen

energieopwekking, -verbruik, netaansluiting en batterijopslag. Figuur 6 toont een wekelijks overzicht van het elektriciteitsverbruik, de energiebronnen en de laad-/ontlaadcycli van de batterij in kWh. De metingen laten zien dat het energieverbruik in de winterperiode licht verhoogd is ten opzichte van de zomerperiode. Tijdens de zomermaanden wordt het verbruik vrijwel volledig gedekt door de PV-installatie, waardoor het gebouw in deze periode nagenoeg onafhankelijk van het elektriciteitsnet zou kunnen functioneren.

In 2024 bedroeg het totale elektriciteitsverbruik van het gebouw 187.800 kWh. De PV-installatie genereerde 96.510 kWh, waarvan 14.703 kWh werd teruggeleverd aan het elektriciteitsnet en 22.900 kWh werd opgeslagen in de batterij voor later gebruik. Dit betekent dat 51% van het totale energieverbruik door eigen opwekking werd gedekt. Van deze zelf opgewekte energie werd 85% direct benut door het gebouw, mede dankzij de batterijopslag. De resterende 15% werd teruggeleverd aan het net, wat alleen gebeurt wanneer het momentane verbruik al volledig wordt gedekt door de PV-installatie en de batterij haar maximale capaciteit heeft bereikt (zie figuur 7).

Figuur 7 laat zien dat de momenten van teruglevering plaatsvinden op zonnige dagen nadat de batterij al is volgelopen. Met name in het weekend kan de teruglevering oplopen, gezien het verbruik een stuk lager is omdat er weinig bedrijfsactiviteit is.

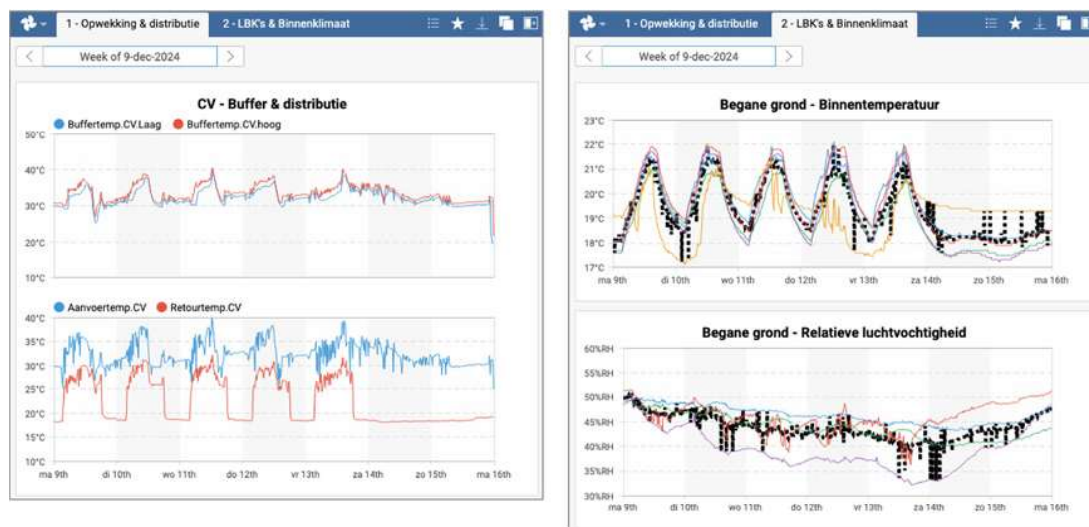


Figuur 4: Rapportage voor monitoring LBK en binnencondities kantoor omgeving.

Welke verbeterpunten zijn?

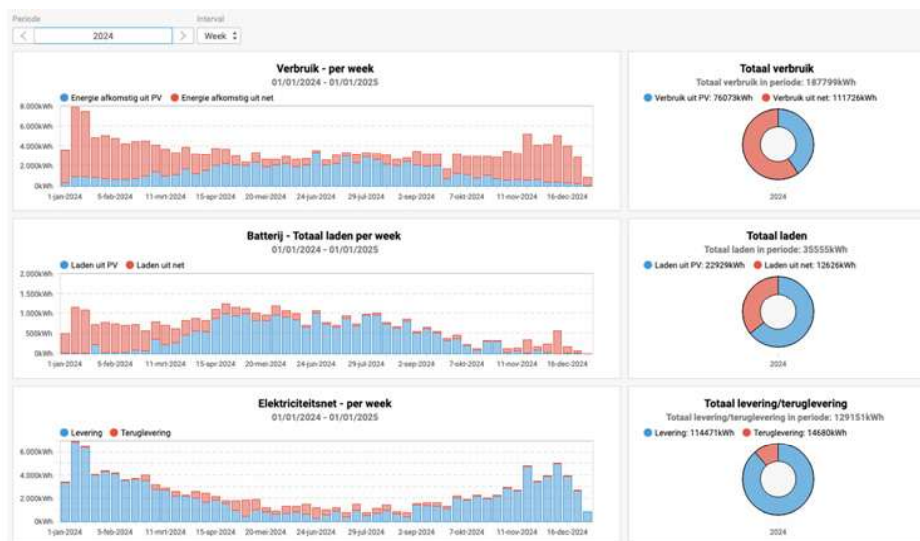
Hoewel de installatie goed functioneert, zijn er altijd verbeterpunten. Het in bedrijf stellen van de batterij-installatie was een uitdaging vanwege beperkte ervaring met deze nieuwe technologie. Na finetuning in het eerste kwartaal van 2024 is de interactie met de batterij verbeterd en presteert het systeem goed, maar kleine optimalisaties blijven mogelijk om zowel economische als duurzame voordelen te vergroten.

In de zomer wordt de batterij 's nachts ontladen, waardoor er 's ochtends bij piekgebruik (zoals het opladen van voertuigen en het draaien van de klimaatinstallatie) onvoldoende capaciteit beschikbaar is. Hierdoor wordt energie deels uit het net gehaald, wat bij een dynamisch energiecontract ongunstig is, gezien lagere nachtelijke stroomprijzen. Daarnaast kan het efficiënter zijn om oplaadmomenten te verschuiven naar tijden met piekopwekking uit zonnepanelen om teruglevering te voorkomen.



Figuur 5: Rapportage voor monitoring LBK en binnen condities kantoor omgeving.

Slimmere regelstrategieën, zoals dynamische aansturing van laadpalen en/of HVAC zijn nu softwarematig beperkt mogelijk. Zo zouden bijvoorbeeld warmtepompen tijdelijk minder vermogen kunnen gebruiken om de thermische buffers in te zetten (een onderzoek uitgevoerd door Michiel van Bruggen op locatie bij Auerhaan in augustus 2024, gepresenteerd op de TVVL Techniekdag december 2024). Dergelijke smart grid-oplossingen zouden vooral bij een dynamisch energiecontract interessant zijn, maar hier is door Auerhaan bewust niet voor gekozen.

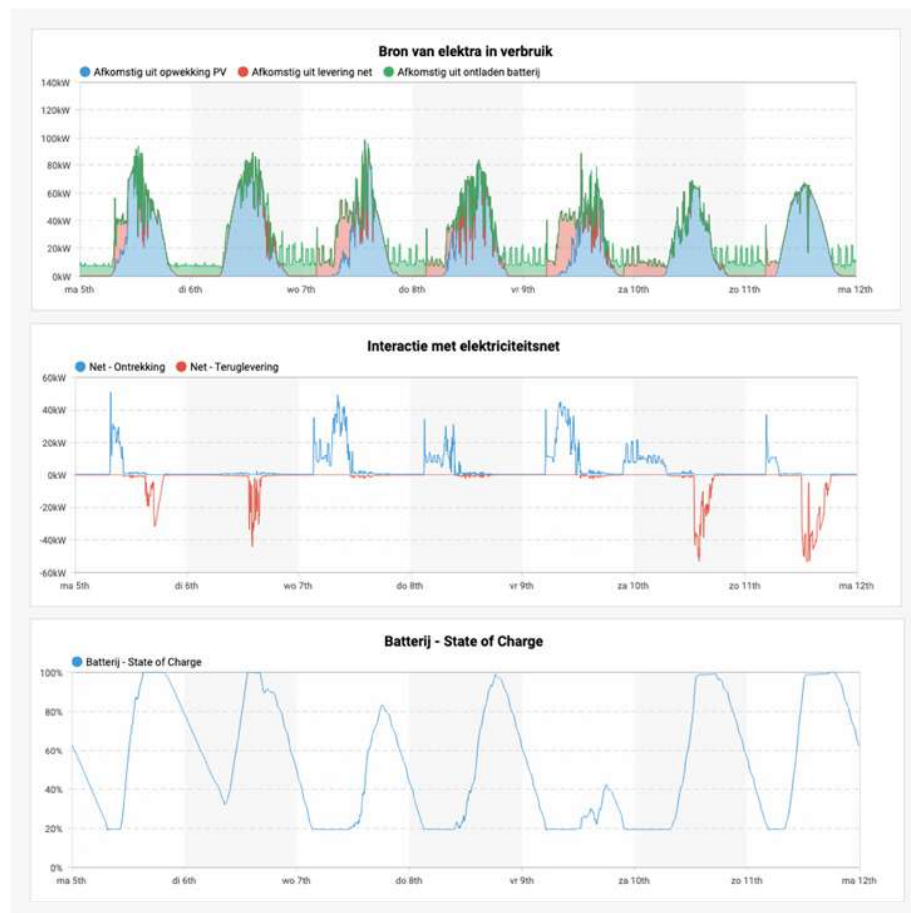


Figuur 6: Overzicht van het verbruik, opwekking en laden/ontladen.

Een databron voor TVVL-cursussen en projecten

De installatie vormt een waardevolle bron van kennis voor zowel educatie als onderzoek. Deze casus wordt ingezet in de TVVL-cursussen Prestatie Monitoring & Analyse HVAC installaties en Duurzame Elektrotechnische Installaties, waar cursisten leren om energieprestaties te analyseren en optimaliseren. De real-time data en praktijkervaring bieden unieke kansen om de theorie direct te koppelen aan concrete toepassingen.

Daarnaast start TVVL een onderzoeksproject naar de financiële haalbaarheid van regelstrategieën, gebaseerd op dynamische energieprijzen. Het onderzoek richt zich op het slim benutten van prijsverschillen in de energiemarkt, bijvoorbeeld door laadmomenten en piekopwekking van zonnepanelen beter op elkaar af te stemmen. Dit project kan niet alleen de huidige installatie verder optimaliseren, maar ook nieuwe inzichten opleveren voor de bredere toepassing van smart grid-technologieën in de sector.



Figuur 7: Het energieprofiel van voor de week van 5 augustus 2024.