

PAPER: ONDERZOEKSVOORSTEL

Het elektriciteitsverbruik van het bedrijf Carwash Clean Car monitoren en optimaliseren door middel van een custom applicatie.

Research Methods, 2023-2024

Alexander Bal

E-mail: alexander.bal@student.hogent.be

Project repo: <https://github.com/HoGentTIN/rm-2324-rmbalexander>

Samenvatting

De overheid stimuleert bedrijven om elektrische voertuigen aan te kopen. Dit is gunstig voor het milieu, maar brengt ook uitdagingen met zich mee voor de bedrijven. Zo moeten er laadpalen geplaatst worden om de auto's op te laden. Hierdoor gaan de bedrijven meer energie verbruiken aangezien de personeelsleden de auto's laden tijdens de kantooruren. Maar hoe kan het bedrijf Carwash Clean Car zijn laadpalen voor auto's laten aansturen via een custom geschreven applicatie om zo het energieverbruik te optimaliseren? Dit onderzoek zal hier een antwoord op geven aan de hand van een literatuurstudie, waar in verschillende technologieën worden bekeken, welke connecties moeten gemaakt worden om de juiste dataregisters aan te spreken van de laadpalen en voor de monitoring van het energieverbruik. Na de literatuurstudie wordt er een proefopstelling gemaakt om de gevonden informatie toe te passen, om zo een web applicatie te maken voor het bedrijf. Deze applicatie zal dan ook door het bedrijf benut worden, om zo het energieverbruik van bepaalde processen te optimaliseren en zo de energiekosten te verlagen.

Keuzerichting: Mobile & Enterprise development

Sleutelwoorden: Internet of Things, Mobile & Enterprise development, Laadpalen aansturen, Elektrisiteitsverbruik optimaliseren

Inhoudsopgave

1	Inleiding	1
2	Literatuurstudie	2
2.1	Inleiding	2
2.2	Laadpalen	2
2.3	Bidirectioneel laden	2
2.4	Zonnepanelen	2
2.5	Modbus protocol	2
2.6	Backend	3
2.7	Progressive web app	3
2.8	Dataregisters	3
3	Methodologie	3
3.1	Literatuurstudie	3
3.2	Selectie van de technologieën	3
3.3	Ontwikkeling van de proefopstelling	3
3.4	Testen van de proefopstelling	3
3.5	conclusie	3
4	Verwachte resultaten	3
5	Discussie, verwachte conclusie	4
	Referenties	4

voorstel dat ingedient is en is er een sectie toegevoegd in de literatuurstudie voor de bachelorproef.

1. Inleiding

Bedrijven kopen steeds vaker elektrische wagens aan, omdat deze aankoop fiscaal voordeliger is tegenover de aankoop van wagens die rijden op fossiele brandstoffen. Elektrische wagens zijn, momenteel, namelijk 100% fiscaal aftrekbaar. Ten gevolge van deze aankoop, plaatsen bedrijven laadpalen, zodat de medewerkers hun wagen in het bedrijf kunnen opladen. Dit zorgt ervoor dat bedrijven hun maandelijkse energiefactuur zien stijgen, want hoe meer laadpalen er gebruikt worden, hoe meer elektriciteit er verbruikt wordt. "Bovenop de vorige reden, dienen bedrijven vanaf werkjaar 2023 een toegangsvermogen te bepalen en door te geven aan de netbeheerder. Dit toegangsvermogen uitgedrukt in kilowatt, is een eigen inschatting van het maandelijkse piekvermogen. Het maandelijkse piekvermogen wordt bepaald door het kwartier in de maand met het hoogste verbruik, anders verwoordt is dit het hoogste gemiddelde vermogen, gemeten in een kwartier. Er wordt een boete aangerekend wanneer het werkelijk maandelijkse piekvermogen hoger ligt dan het eigen opgegeven

Opmerking Ik neem dit jaar ook de bachelorproef op. De inhoud van dit onderzoeksvoorstel dient ook als het onderwerp voor mijn bachelorproef. Mijn promotor is Mevr. Lambert.

In dit voorstel zijn er nog taalfouten uitgehaald en zijn er delen beter verwoord over het

toegangsvermogen. Dit bedrag is gebaseerd op het verschil tussen het te hoge piekvermogen en het doorgegeven toegangsvermogen. Die boete per overschredende kilowatt wordt dan 12 maanden lang aangerekend volgens een tarief dat 50% hoger ligt dan het tarief voor het doorgegeven toegangsvermogen van het bedrijf"(Fluvius, 2022).

De regel van het piekvermogen geldt ook voor Carwash Clean Car, een kleine zelfstandige, gelegen te Dendermonde. De eigenaar van deze carwash zoekt hierdoor naar een oplossing om de maandelijkse energiefactuur te verlagen. De eigenaar heeft al een aantal maatregelen getroffen om de energiefactuur te verlagen. Zo werden er al zonnepanelen geplaatst en de eigen voertuigen worden enkel opgeladen bij voldoende zonlicht of na 22 uur, omdat er dan gebruik wordt gemaakt van het nachttarief. Maar de wagens enkel laden bij voldoende zonuren helpt niet om de energiefactuur te verlagen, omdat de eigenaar bij deze maatregel niet mag vergeten om de wagen nog manueel los te koppelen van het net wanneer er onvoldoende zonlicht is. Daarom wordt er in deze bachelorproef onderzoek gedaan om de volgende vragen te beantwoorden: "Hoe kan het elektriciteitsverbruik van het bedrijf Carwash Clean Car gemonitord worden, zodat het verbruik van de laadpalen voor voertuigen geoptimaliseerd kan worden door middel van een custom applicatie?", "Kan het elektriciteitsverbruik van Carwash Clean Car geoptimaliseerd worden door elektriciteits intensieve processen aan te sturen via de custom applicatie?", "Is er een mogelijkheid om andere bedrijfsprocessen aan te sturen via de applicatie door middel van smart plugs?".

Als het onderzoek succesvol is, kan de eigenaar van Carwash Clean Car het energieverbruik van de laadpalen optimaliseren door een custom geschreven applicatie te ontwikkelen. Het onderzoek van de literatuurstudie zal de nodige informatie leveren voor het ontwikkelen van deze applicatie, door verschillende technologieën te onderzoeken, de juiste connecties te maken en het energieverbruik en energieproductie te monitoren. Na het onderzoek wordt een prototype van de applicatie gemaakt, dat wordt gebruikt om de gevonden informatie in de praktijk te testen.

2. Literatuurstudie

2.1. Inleiding

In dit deel van het voorstel is onderzoek gedaan naar verschillende types laadpalen voor wagens, het monitoren van zonne-energie en de benodigdheden voor het aansturen van laadpalen en het uitlezen van dataregisters. Tot slot wordt bekeken of het mogelijk is om een progressive web app te maken.

2.2. Laadpalen

Er zijn verschillende laadpalen voor elektrische voertuigen. Momenteel is er één laadpaal op het domein van het bedrijf. De laadpaal die gebruikt wordt is de Eve Single S-line van Alfen. Deze laadpaal is gekozen geweest, omdat er in het bedrijf een hoogspanningscabine aanwezig is en deze laadpaal daar op aangesloten moet worden.

2.3. Bidirectioneel laden

1 van de concepten die aan het opkomen is bij laadpalen is bidirectioneel laden. Dit betekent dat, als een auto opgeladen wordt, deze auto batterij gebruikt kan worden om energie op te slaan voor later gebruik. Wat betekent dat de wagen ook energie kan teruggeven via de laadpaal. Dit zou handig zijn om niet-drangende bedrijfsprocessen aan te sturen als er energie aangekocht wordt. Dit concept kan ook toegepast worden op reserve batterijen die geïnstalleerd worden voor als de elektriciteit wegvalt.

"De impact van bidirectioneel laden op de batterijen van elektrische voertuigen is een belangrijk aandachtspunt bij de ontwikkeling van smart grid-technologieën"(Dubarry e.a., 2017). Elvan (2017) en Monteiro e.a. (2013) stellen beide oplossingen voor dit probleem voor, waarbij Elvan een modulaire enkelfasige bidirectionele EV-lader met optimalisatie van de stroomdeling voorstelt en Monteiro het ontwerp van een bidirectionele batterijlader voor EV's bespreekt. Deze oplossingen zijn bedoeld om de efficiëntie en integratie van EV-laders in het slimme elektriciteitsnet te verbeteren. Anuja e.a. (2024) draagt verder bij aan dit gebied door een bidirectionele lader voor EV-toepassingen voor te stellen, die een bidirectionele DC-DC-omvormer bevat voor stroomregeling en netstabiliteit.

2.4. Zonnepanelen

Het bedrijf gebruikt zonnepanelen om de energiefactuur te verlagen. Het zou dan ook de bedoeling zijn om deze zonnepanelen nuttig te gebruiken, door middel van het monitoren van de data van de zonnepanelen. Deze data zou dan kunnen gebruikt worden om de laadpalen slim aan te sturen.

2.5. Modbus protocol

"Het Modbus protocol is een communicatieprotocol dat gebruikt wordt om dataregisters uit te lezen van verschillende apparaten. Het protocol werd origineel geïmplementeerd als een applicatie-level protocol dat gebruikt zou worden om data te versturen over een seriële laag, maar is ondertussen uitgebreid naar implementaties over seriële, TCP/IP en de user datagram protocol (UDP)"(NI, 2023). Met dit protocol kunnen er verschillende data registers uitgelezen worden, zoals de status

van de laadpaal, het verbruik van de laadpaal, de spanning van de laadpaal, de energie die zonnepanelen momenteel opbrengen. Het protocol zal gebruikt worden om de dataregisters uit te lezen en opdrachten te versturen naar de laadpalen.

2.6. Backend

De backend van de applicatie zal geschreven worden in Node-RED. Node-RED is een visuele tool die wordt gebruikt om applicaties te maken door middel van het verbinden van verschillende nodes. Deze nodes kunnen verschillende taken uitvoeren, zoals het versturen van een e-mail, het versturen van een HTTP request, ... Hier wordt Node-RED gebruikt om de dataregisters uit te lezen van de laadpalen en zonnepanelen. Deze data wordt dan opgevraagd door de progressive web app. De progressive web app zal dan op zijn beurt de data gebruiken om de laadpalen aan te sturen.

2.7. Progressive web app

De progressive web app zal geschreven worden in ReactJS. ReactJS is een JavaScript library die wordt gebruikt om user interfaces te maken. De progressive web app zal gebruikmaken van de data die opgevraagd wordt door de backend om de laadpalen aan te sturen. Deze data van de zonnepanelen zal in een grafiek gegoten worden zodat de eigenaar een idee heeft van hoeveel energie er wordt verbruikt en hoeveel energie er wordt opgewekt. De progressive web app zal ook een overzicht geven van de laadpalen, waar de eigenaar de laadpalen kan aansturen.

2.8. Dataregisters

Online zijn er lijsten te vinden over de dataregisters van de laadpalen en zonnepanelen. Voor deze bachelorproef wordt er gebruik gemaakt van lijst die beschikbaar is op de website van Alfen. De lijst van de dataregisters van de zonnepanelen staat op de website van solar inverters (2016).

3. Methodologie

In afbeelding 1 vindt u een flowchart diagram van de methodologie.

3.1. Literatuurstudie

Om het onderzoek te starten wordt er eerst een literatuurstudie gedaan. Hierbij wordt er meer informatie gezocht over de verschillende apparaten die nodig zijn om het onderzoek succesvol te laten verlopen. Er wordt ook gekeken naar de verschillende technologieën die gebruikt kunnen worden om de laadpalen aan te sturen en de dataregisters uit te lezen. Deze informatie komt uit wetenschappelijke artikelen en de documentatie van de technologieën. De voorkennis dat er ver-

kregen is, is dan ook het eindresultaat van deze literatuurstudie. Het opstellen van de literatuurstudie gebeurt in de eerste 3 weken van het onderzoek.

3.2. Selectie van de technologieën

Aan de hand van de literatuurstudie wordt er een selectie gemaakt van de technologieën die gebruikt zullen worden in het onderzoek. Er wordt gekeken naar welke technologieën het meest geschikt zijn voor het onderzoek en de haalbaarheid van de implementatie. De end deliverable van deze fase is een lijst met de technologieën die gebruikt zullen worden in het onderzoek. Deze fase wordt uitgevoerd in de 4de week van het onderzoek.

3.3. Ontwikkeling van de proefopstelling

Na de selectie van de technologieën wordt er een proefopstelling ontwikkeld. Hierbij wordt een progressive web app gemaakt die de laadpalen kan aansturen in het lokale netwerk. De progressive web app zal ook de data van de zonnepanelen uitlezen, om zo de laadpalen te kunnen aansturen. Naast de progressive web app zal er ook een backend applicatie geschreven worden die de verzoeken afhandelt tussen de progressive web app en de laadpalen. De end deliverable van deze fase is een werkende proefopstelling. Deze fase wordt uitgevoerd in de 5de tot en met de 9de week van het onderzoek.

3.4. Testen van de proefopstelling

De volgende stap is het testen en verbeteren van de proefopstelling. Dit is een herhalend proces, zodat de proefopstelling zeker voldoet aan de verwachtingen van het bedrijf. Het eindproduct van deze fase is een lijst van doorgevoerde verbeteringen. Deze verbeteringen worden dan besproken in dit hoofdstuk.

3.5. conclusie

In de laatste stap wordt er een conclusie geschreven. Hierbij wordt er gekeken of de proefopstelling voldoet aan de verwachtingen en de doelstellingen van het onderzoek. De end deliverable van deze fase is een conclusie. Deze fase wordt uitgevoerd in de 10de week van het onderzoek.

4. Verwachte resultaten

De verwachte resultaten van het onderzoek zijn dat het elektriciteitsverbruik van het bedrijf Carwash Clean Car meer afgevlakt wordt, dit kan door het monitoren en beheren van hun elektriciteitsverbruik. Hierbij kan er gezien worden hoeveel energie er wordt aangekocht. Deze gegevens kunnen geanalyseerd worden, om zo de

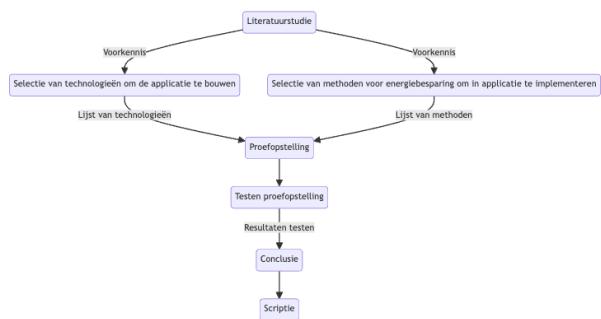
elektrische voertuigen automatisch van het bedrijf te laten laden wanneer er groene energie over is.

5. Discussie, verwachte conclusie

De conclusie van het onderzoek is dat het mogelijk is om het elektriciteitsverbruik van het bedrijf Carwash Clean Car te monitoren en te beheren. Dit kan door het raadplegen van de data-registers van de laadpalen en de zonnepanelen. De dataregisters van de laadpalen en de zonnepanelen kunnen uitgelezen worden door middel van het Modbus protocol. De dataregisters van de laadpalen en de zonnepanelen kunnen uitgelezen worden door middel van een backend applicatie die geschreven is in Node-RED. De progressive web app zal de data van de laadpalen en de zonnepanelen gebruiken om de laadpalen aan te sturen. De progressive web app zal geschreven worden in ReactJS.

Referenties

- Anuja, G., Rhenie, S. E. K., Remsangpuii, K., Sridhar, M. R., Sridharan, R., & Elango, S. (2024). Bidirectional Charger for Electric Vehicle Applications. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 2(03), 520–528. <https://doi.org/10.47392/irjaeh.2024.0075>
- Dubarry, M., Devie, A., & McKenzie, K. (2017). Durability and reliability of electric vehicle batteries under electric utility grid operations: Bidirectional charging impact analysis. *Journal of Power Sources*, 358, 39–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2017.05.015>
- Elvan, F. (2017). A Modular Single-Phase Bidirectional EV Charger with Current Sharing Optimization. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:35429705>
- Fluvius. (2022, december 31). *Andere manier van berekenen voor diverse kostenposten*. Verkregen juli 2, 2024, van <https://www.fluvius.be/nl/factuur-en-tarieven/capaciteitstarief/grootverbruiksmeetinrichting/wat-verandert-er-op-mijn-factuur/berekenen-diverse-kostenposten>
- Monteiro, V., Ferreira, J. C., Nogueiras, A., & Afonso, J. L. (2013). Electric Vehicles On-Board Battery Charger for the Future Smart Grids. *Doctoral Conference on Computing, Electrical and Industrial Systems*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:25038099>
- NI. (2023, maart 31). *What is the Modbus Protocol and How Does It Work?* Verkregen juli 2, 2024, van <https://www.ni.com/en/shop/seamlessly-connect-to-third-party-devices-and-supervisory-system/the-modbus-protocol-in-depth.html>
- solar inverters, A. (2016, februari 11). *Modbus RTU Register Map*. Verkregen juli 2, 2024, van [https://library.eabb.com/public/c4f8b5d142a7488da20.0\(27.6\)-TL-OUTD_Revision_1.6.pdf](https://library.eabb.com/public/c4f8b5d142a7488da20.0(27.6)-TL-OUTD_Revision_1.6.pdf)



Figuur 1: flowchart diagram van de methodologie.