

HAN_



Netcongestie: Onderzoeksrapport

Nijman, C., Renting, N. & Van der Veer, N.

13 juni 2024

Versie 1.0

Compleet

1. Documentgeschiedenis

Versie

Versie	Datum	Auteurs	Wijzigingen	Status
1.0	13/06/2024	Nijman, C., Renting, N. & Van der Veer, N.	Het document is volledig gestructureerd en ingevuld.	Compleet

Distributie

Dit document is verstuurd aan:

Versie	Datum verzending	Ontvanger(s)	Functie
1.0	13/06/2024	Hoenderken, P.	Opdrachtgever
1.0	14/06/2024	Bijsterveld, H.	Docent
1.0	14/06/2024	Seegers, M.	Docent

2. Inhoudsopgave

1. Documentgeschiedenis	2
2. Inhoudsopgave	3
3. Figuren	4
4. Tabellen	4
5. Begrippen en afkortingen	5
6. Inleiding	9
7. Onderzoeksplan	10
7.1. Aanleiding	10
7.2. Onderzoeksplan.....	10
7.3. Onderzoeksstrategie	11
8. Onderzoeksresultaten	14
8.1. Onderzoek 1: Regelgeving.....	14
8.2. Onderzoek 2: Economisch.....	24
8.3. Onderzoek 3: Technisch.....	44
9. Conclusie	61
9.1. Beantwoording onderzoek 1: Regelgeving.....	61
9.2. Beantwoording onderzoek 2: Economisch.....	64
9.3. Beantwoording onderzoek 3: Technisch.....	67
9.4. Beantwoording hoofdvraag	69
10. Aanbeveling.....	70
10.1. EMS	70
10.2. Opzetten energiegemeenschap	72
10.3. Verkoopstrategie & verdienmodel.....	73
11. Bibliografie	74
12. Bijlage.....	81
12.1. Bijlage A: Functieboom	81
12.2. Bijlage B: Multicriteria analyse.....	82
12.3. Bijlage C: Interview Raoul Grouls via mailwisseling.....	86

3. Figuren

Figuur 1 Onderdelen elektriciteitsnetwerk (Kennisplatform EMV, 2024).....	15
Figuur 2 Verwachte tijdlijn implementatie nieuwe energiewet	23
Figuur 3 5 Why's.....	24
Figuur 4 Architectuur slimme toepassing (Hoenderken, Wekelijkse meeting 1 21-03-2024, 2024)	25
Figuur 5 Value Proposition Canvas	27
Figuur 6 Functieanalyse.....	45
Figuur 7 Use Case Diagram.....	46
Figuur 8 UI-design	52
Figuur 9 Totaalscore Succescriteria	56
Figuur 10 Toetsing PVE	57

4. Tabellen

Tabel 1 Onderzoeksstrategie	13
Tabel 2 Relevante elektriciteitswet artikels (Overheid, 2024).....	17
Tabel 3 Concurrentietabel	31
Tabel 4 SWOT-analyse	32
Tabel 5 Requirements prioritering	39
Tabel 6 Business Model Canvas.....	43
Tabel 7 Use Case Beschrijving.....	47
Tabel 8 UC1: Energieverbruik monitoren.....	47
Tabel 9 UC2: Historisch energieverbruik inzien	48
Tabel 10 UC3: Energieverbruik simuleren	48
Tabel 11 UC4: Simulatie instellen	49
Tabel 12 UC5: Simulatie afspelen	49
Tabel 13 UC6: Klantenbestand beheren.....	50
Tabel 14 UC7: Aanpassen machineconfiguratie	51
Tabel 15 Verwachte technische machine documentatie (Koninklijk Nederlands Elektrotechnisch Comité, 2018)	59
Tabel 16 Multicriteria analyse	84

5. Begrippen en afkortingen

5 Why's

De '5 Why's' is een probleemanalyse methode dat helpt met het onderzoeken naar de kern van het probleem. Deze probleemanalyse methode wordt uitgevoerd door minimaal vijf keer de vraag te stellen waarom iets gebeurt. (Spanjer, 2022).

ACM

Autoriteit en Consumenten Markt

API

Een API is een mechanisme, waarmee twee softwaresystemen met elkaar kunnen communiceren (AWS, sd).

BMC

In het BMC (Business Model Canvas) wordt beschreven wat de business model van een bedrijf inhoud t.o.v. negen onderdelen:

1. Key Partners, partijen waarmee samenwerking nodig (gaat) zijn voor het op de markt zetten van het product.
2. Key Activities, Productfuncties die het bedrijf vervult door het leveren van het product & service.
3. Value Propositions, toegevoegde waarde die het product & service creëert
4. Customer Relationships, relatie aspecten die het bedrijf producerend bedrijf heeft/gaat hebben met de klant.
5. Customer Segments, type klanten die het product zal aantrekken.
6. Key Resources, grondstoffen en middelen die nodig zijn om het product te vervaardigen, distribueren, implementeren en beheren.
7. Channels, middelen om contact te maken met de klant en te kunnen bereiken voor het distribueren van het product & service.
8. Cost Structure, kostenposten tijdens het produceren, distribueren en onderhouden van de product/service.
9. Revenue Streams, inkomsten stromen die het product zal gaan generen voor de producent.

Business requirements

Business requirements beschrijven de doelen, de doelstellingen en behoeften van het product. Business requirements geven het probleem aan en het doel van de oplossing (AltexSoft, 2023).

Cable pooling

"Cable pooling is het inzetten van dezelfde netaansluiting en daarmee dezelfde elektriciteitskabel (*pooling of cables*) voor twee verschillende duurzame opwekcentrales" (Redactie HIER, 2021).

Concurrentieanalyse

Door het uitvoeren van een concurrentieanalyse wordt onderzoek gedaan naar de concurrenten en hoe de producten/service van deze concurrenten meespelen in het bedrijf. "Een concurrentieanalyse bestaat uit twee onderdelen: een markt- of brancheonderzoek en een

concurrentieanalyse. In een marktonderzoek kijk je naar de algemene mogelijkheden en ontwikkelingen binnen jouw branche. In een concurrentenanalyse onderzoek je het gedrag van je directe concurrenten.” (Gallimore, 2023).






Digital Twin

Een Digital Twin is een virtuele representatie van de realiteit, met in begrip van fysieke objecten, processen, relaties en gedrag (esri Nederland, sd).

Directe lijn

DOT-Framework

Het DOT-Framework, Development Oriented Triangulation Framework, of bekend als de ICT Research Methods helpt met het structureren en communiceren van het onderzoek. Dit wordt behulp met verschillende strategieën gedaan,

-  Bieb, het onderzoeken naar bestaande bronnen die kunnen helpen met het eigen onderzoek.
-  Veld, het onderzoeken van toepassingscontext van het project.
-  Werkplaats, het onderzoeken naar wat mogelijk is en hoe onderdelen kunnen runnen.
-  Lab, het testen van onderdelen of concepten van het eindproduct.
-  Showroom, het toetsen van ideeën aan bestaand werk.

Door minstens drie van deze strategieën toe te passen, komen meerdere inzichten van het probleem naar voren en kan de beste oplossing van het probleem gevonden worden (Bonestroo, et al., 2018).

Edge computer

De edge computer is een computer die data verzamelt uit sensoren en dit rapporteert aan een server.

EMS

Een EMS, oftewel energiemanagementsysteem, is de combinatie van hardware en software die het mogelijk maken om energie te managen (SENSORFACT, 2022).

Energiegemeenschap

“juridische entiteit die ten behoeve van haar leden, vennoten of aandeelhouders activiteiten op de energiemarkt verricht en als hoofddoel heeft het bieden van milieuvoordelen of economische of sociale voordelen aan haar leden, vennoten of aandeelhouders of aan de plaatselijke gebieden waar ze werkzaam is, en niet is gericht op het maken van winst;” (Tweede Kamer, 2023).

Energy hub

“Een energy hub is een lokaal knooppunt in een geïntegreerd energiesysteem, waarin verschillende energiebronnen, -diensten en -gebruikers samenkomen.” (Energy.nl, 2022).

Flexibele machines

Flexibele machines zijn de machines die binnen een bedrijf in de planning verschoven kunnen worden.

Functieanalyse

Analyse van de functionaliteiten bij een ontwerp of oplossingscombinatie.

Gebruikers requirements

Gebruikers requirements beschrijven wat de gebruikers/ stakeholders verwachten van het product (AltexSoft, 2023).

MKB

Een MKB, oftewel midden- en kleinbedrijf, zijn ondernemingen die bestaan uit maximaal 250 werknemers (FLM netwerk, sd)

MoSCoW

De MoSCoW methode bestaat uit,

- Must have, een must have is een harde eis. Hier moet het product aan voldoen.
- Should have, een should have is ook een eis, maar niet een harde eis. Hieraan moet ook voldaan worden, maar heeft de eis nog enige speling.
- Could have, een could have is een wens. Deze eisen zijn niet noodzakelijk, maar dit kan het product mooier maken.
- Won't have, een won't have is een eis of een wens, die buiten de scope valt. Voor deze eisen mag geen tijd besteed worden tijdens het project.

(projectmanagementsite, 2018)

Multicriteria analyse

Binnen een Multicriteria analyse worden meerdere opties met elkaar vergeleken, waarna de beste optie gebruikt wordt als de keuze.

Netcongestie

Netcongestie staat voor “file” op het elektriciteitsnet. Netcongestie treedt op wanneer de volledige capaciteit van het net is bereikt. Wanneer dit gebeurt kunnen netbeheerders niet de vraag naar stroom leveren (fudura, sd).

Ontwerp van technische innovatie

Ontwerp van technische innovaties is een ontwerpmethode die bestaat uit een praktisch uitgewerkt stappenplan dat de nadruk legt op de vijf essentiële ingrediënten van technisch innoveren: samenwerken, onderzoeken, creatief denken, experimenteren en ondernemen (Oskam I. , Souren, Berg, Cowan, & Hoiting, 2017).

PvE

Programma van Eisen, is een document waarin alle eisen beschrijft waarin het eindresultaat van het project aan moet voldoen. Deze eisen worden later gebruikt in de Multicriteria analyse.

SCRUM

SCRUM is een agile werkwijze die wendbaarheid vergroot en mogelijk maakt om zo goed mogelijk aan te sluiten op de wensen van de doelgroep en eindgebruiker. Waar bij een traditionele aanpak veel tijd zit in de voorbereiding en het schrijven van plannen, zorgt SCRUM ervoor dat het project zo snel mogelijk waarde toevoegt voor de klant (Scrum Company, sd).

Slimme toepassing

De slimme toepassing is het product dat Impact IoT Solutions gaat ontwikkelen gebaseerd op deze PoP.

Simulatie

Als er in dit document gesproken wordt over een Simulatie dan wordt er gerefereerd naar een computer-simulatie van een fysieke opstelling/proces. (Encyclopaedia Britannica, 2024).

Software requirements

Software requirements beschrijven wat de specifieke kenmerken zijn waar een product aan moet voldoen. Hiervoor zijn twee subcategorieën vastgesteld,

- Functionele requirements, Functionele requirements beschrijven wat een product moet doen. Ze beschrijven wat de kenmerken en functies van het product zijn.
- Niet-functionele requirements, Niet-functionele requirements beschrijven de algemene eigenschappen van een product

(AltexSoft, 2023)

SWOT-analyse

“Een SWOT-analyse is een techniek die wordt gebruikt om sterke en zwakke punten, kansen en bedreigingen voor uw bedrijf of zelfs voor een specifiek project te identificeren.” (Raeburn, 2023).

Technische randvoorwaarden

Technische randvoorwaarden beschrijven de technische kaders voor de aan te schaffen software (Hoogenraad, 2017).

Use cases

De use case is een bepaalde functie die in het systeem wordt ingebouwd. (Van Ons, 2024)

Use case diagram

Een use case diagram is een diagram opgemaakt in UML (Unified Modeling Language). Met een use case diagram noteer je de “use case” van het systeem en welke “actors” daar gebruik van maken. (Van Ons, 2024)

Value Proposition Canvas

Het Value Proposition Canvas focust op het begrijpen van de problemen van de klanten en het ontwikkelen van producten of services die dit probleem kunnen oplossen. Dit wordt gedaan door te kijken naar het klantprofiel en de waardepropositie van de product/service. (Varga, 2020).

Vaste machines

Vaste machines zijn de machines die binnen een bedrijf in de planning niet verschoven kunnen worden.

6. Inleiding

Dit onderzoek voor het Netcongestie project is opgezet om te onderzoeken of de bedachte slimme toepassing haalbaar is om te ontwikkelen en op de markt te brengen. Voor dit onderzoek worden drie sub-onderzoeken uitgevoerd. Deze onderzoeken zijn het juridisch-, economisch- en technisch onderzoek.

Tijdens het juridisch onderzoek wordt uitgezocht of de slimme toepassing volgens de wet- en regelgeving ontwikkeld en op de markt gebracht mag worden. Hieruit wordt gehaald met welke wet- en regelgevingen rekening gehouden moet worden, welke mogelijkheden voor de slimme toepassing volgens de elektriciteitswet 1998 en/of de energiewet zijn en welke nieuwe wet- en regelgevingen met de 'nieuwe' energiewet eraan komen.

Tijdens het economisch onderzoek wordt uitgezocht of de slimme toepassing economisch haalbaar is. Hiervoor wordt een marktonderzoek uitgevoerd. Uit dit onderzoek wordt de waarde van de slimme toepassing, de concurrentie, de verwachtingen van de klant op de slimme toepassing, de mogelijke verkoopstrategieën, de mogelijke verdienmodellen en het mogelijke business model canvas gehaald.

Tijdens het technisch onderzoek wordt uitgezocht hoe de slimme toepassing ontwikkeld kan worden. Hieruit wordt gehaald welke functionaliteiten de slimme toepassing moet bevatten, op welk softwarepakket de slimme toepassing gebaseerd moet worden en welke toevoegingen gemaakt moet worden aan het softwarepakket om de slimme toepassing aan de functionaliteiten te laten voldoen.

7. Onderzoeksplan

7.1. Aanleiding

Impact IoT Solutions heeft o.b.v. eerdere projecten opgemerkt dat binnen de MKB-industrie sector, weinig mogelijkheden zijn om de energietransitie te managen. Hierdoor krijgen de MKB's vaker te maken met hogere energiekosten en boetes. Voor dit probleem wil Impact IoT Solutions een IT-oplossing ontwikkelen. Deze IT-oplossing moet ervoor zorgen dat de MKB's inzicht gaan krijgen in de energieverbruik en -capaciteit van het bedrijf, waardoor de MKB's de energietransitie beter kunnen gaan managen. Dit wil Impact IoT Solutions uitwerken d.m.v. een EMS, digital twin en simulatie. Echter moet voor de ontwikkelfase van deze IT-oplossing, eerst onderzocht worden of het mogelijk is om deze oplossing te ontwikkelen. Dit wordt tijdens dit onderzoek onderzocht. Om dit te kunnen onderzoeken is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan Impact IoT Solutions d.m.v. slimme toepassingen bedrijven helpen zicht te krijgen in hun energieprofiel en tools bieden om dit te verbeteren, en is het verantwoord om deze slimme toepassing te implementeren bij bedrijven?

7.2. Onderzoeksplan

Tijdens het Netcongestie project wordt onderzocht met behulp van de volgende methodieken:

- DOT-Framework (Bonestroo, et al., 2018), voor het onderzoek en verslaglegging.
- Ontwerp van technische innovaties (Oskam F., Souren, Berg, Cowan, & Hoiting, 2017), voor het ontwikkelproces en bedrijfskundige onderdeel van het project.

7.3. Onderzoeksstrategie





Zoals besproken in 8.2. Aanleiding





Impact IoT Solutions heeft o.b.v. eerdere projecten opgemerkt dat binnen de MKB-industrie sector, weinig mogelijkheden zijn om de energietransitie te managen. Hierdoor krijgen de MKB's vaker te maken met hogere energiekosten en boetes. Voor dit probleem wil Impact IoT Solutions een IT-oplossing ontwikkelen. Deze IT-oplossing moet ervoor zorgen dat de MKB's inzicht gaan krijgen in de energieverbruik en -capaciteit van het bedrijf, waardoor de MKB's de energietransitie beter kunnen gaan managen. Dit wil Impact IoT Solutions uitwerken d.m.v. een EMS, digital twin en simulatie. Echter moet voor de ontwikkelfase van deze IT-oplossing, eerst onderzocht worden of het mogelijk is om deze oplossing te ontwikkelen. Dit wordt tijdens dit onderzoek onderzocht. Om dit te kunnen onderzoeken is de volgende hoofdvraag opgesteld:

Hoe kan Impact IoT Solutions d.m.v. slimme toepassingen bedrijven helpen zicht te krijgen in hun energieprofiel en tools bieden om dit te verbeteren, en is het verantwoord om deze slimme toepassing te implementeren bij bedrijven?

Onderzoeksplan, wordt het DOT-Framework gebruikt voor het uitvoeren van het onderzoek. Binnen het DOT-Framework zijn meerdere strategieën en instrumenten die gebruikt kunnen worden voor het onderzoek. Welke strategieën en instrumenten per deelvraag gebruikt worden, zijn te vinden in Tabel 1 Onderzoeksstrategie.

Deelvraag	Beschrijving	Strategie	Instrument
<p>1. Laat de regelgeving het toe om de volgende eigenschappen van de slimme toepassingen te implementeren?</p> <ul style="list-style-type: none"> Oprichten van Energiegemeenschappen Onderling verrekenen van energie tussen MKB's Cable-pooling Zelfvoorzienend opereren als bedrijf afzonderlijk van het energienet 	<p>Met deze deelvraag wordt onderzocht of Impact IoT Solutions volgens de wet- en regelgeving de slimme toepassing mag implementeren.</p> <p>Dit onderzoek wordt uitgevoerd door middel van,</p> <ul style="list-style-type: none"> Interviews met Hoenderken, P. Interviews met Refuge, C. Interviews met Paulis, F. Literatuurstudie <p>Via peer reviews en co-reflectie worden de resultaten van dit onderzoek gecontroleerd.</p>		<p>Bieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> Literatuurstudie Expert interview <p>Veld:</p> <ul style="list-style-type: none"> Interview Documentanalyse <p>Showroom:</p> <ul style="list-style-type: none"> Peer reviews Co-reflection Guideline conformity analysis

Deelvraag	Beschrijving	Strategie	Instrument
2. Wat is de economische haalbaarheid voor het implementeren van de slimme toepassing?	<p>Met deze deelvraag wordt onderzocht of de vraag voor de bedachte oplossing groot is, of de markt op deze slimme toepassing wacht en of deze slimme toepassing een goede business case kan brengen.</p> <p>Dit onderzoek wordt uitgevoerd door middel van,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interviews met Hoenderken, P. • Interviews met de klant (Caressi) • Literatuurstudie • Marktonderzoek • Concurrentieanalyse • Verander management analyse <p>Via peer reviews en co-reflectie worden de resultaten van dit onderzoek gecontroleerd.</p>	   	<p>Bieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Literatuurstudie • Available product analysis • Concurrentieanalyse <p>Veld:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interview • Task analysis • Problem analysis <p>Werkplaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brainstorm • Business case exploration • Root cause analysis <p>Showroom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peer review • Co-reflection • Guideline conformity analysis

Deelvraag	Beschrijving	Strategie	Instrument
<p>3. Wat moet technisch uitgewerkt worden om de volgende gewenste eigenschappen te implementeren?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verzamelen van data van energiestromen • Visualiseren van energiestromen • Voorspellen (simuleren) van energiestromen • Onderling verrekenen van energie tussen MKB's 	<p>Met deze deelvraag wordt onderzocht door middel van welke EMS, Simulatie- en Digital Twin pakketten de slimme toepassing ontwikkeld kan worden.</p> <p>Dit onderzoek wordt uitgevoerd door middel van,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interviews met Hoenderken, P. • Literatuurstudie • Beschikbare product analyse • Requirements analyse • Prototyping <p>Via peer reviews, co-reflectie en code review worden de resultaten van dit onderzoek gecontroleerd.</p>	    	<p>Bieb:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Literatuurstudie • Available product analysis • Design pattern research • Community research <p>Veld:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interview • Explore user requirements • Task analysis • Exploratory data analysis <p>Werkplaats:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multi-criteria decision making • Code review • Brainstorm • Prototyping <p>Lab:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computer simulation • System-test • Data analytics <p>Showroom:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peer reviews • Co-reflection

Tabel 1 Onderzoeksstrategie

8. Onderzoeksresultaten

Per deelvraag is een onderzoek uitgevoerd waarin de verschillende sub-vragen worden onderzocht, de antwoorden op de individuele deelvragen wordt gebruikt om antwoord te geven op de hoofdvraag:

Hoe kan Impact IoT Solutions d.m.v. slimme toepassingen bedrijven helpen zicht te krijgen in hun energieprofiel en tools bieden om dit te verbeteren, en is het verantwoord om deze slimme toepassing te implementeren bij bedrijven?

8.1. Onderzoek 1: Regelgeving

In dit hoofdstuk wordt onderzocht aan welke voorwaarden en regelgeving juridisch voldaan moet worden om een smart industrie oplossing in de praktijk te mogen realiseren in Nederland.

Te beantwoorde Deelvraag:

Laat de regelgeving het toe om de volgende gewenste eigenschappen van de slimme toepassing te implementeren?

- Oprichten van Energiegemeenschappen.
- Onderling verrekenen van energie tussen MKB's.
- Cable-pooling
- Zelfvoorzienend opereren als bedrijf afzonderlijk van het energienet.

Voor deze deelvraag wordt vastgesteld welke impact de wetgeving heeft op de uitwerking van de slimme toepassing en welke mogelijkheden dit biedt voor de gewenste eigenschappen zoals; het afstemmen van MKB's energieprofielen op elkaar.

8.1.1. Hoe wordt het energienet huidig geregeld/beheerd?

Deze sub-vraag dient als een stuk referentiemateriaal rondom het verschil tussen energieleveranciers, netbeheerders en de algemene werking van het elektriciteitsnetwerk. Om erachter te komen welke impact de wetgeving heeft op de mogelijkheden rondom het onderling afstemmen van energieprofielen van MKB's wordt vastgesteld wat de werking is van het elektriciteitsnetwerk in Nederland.

Werkings elektriciteitsnetwerk in Nederland

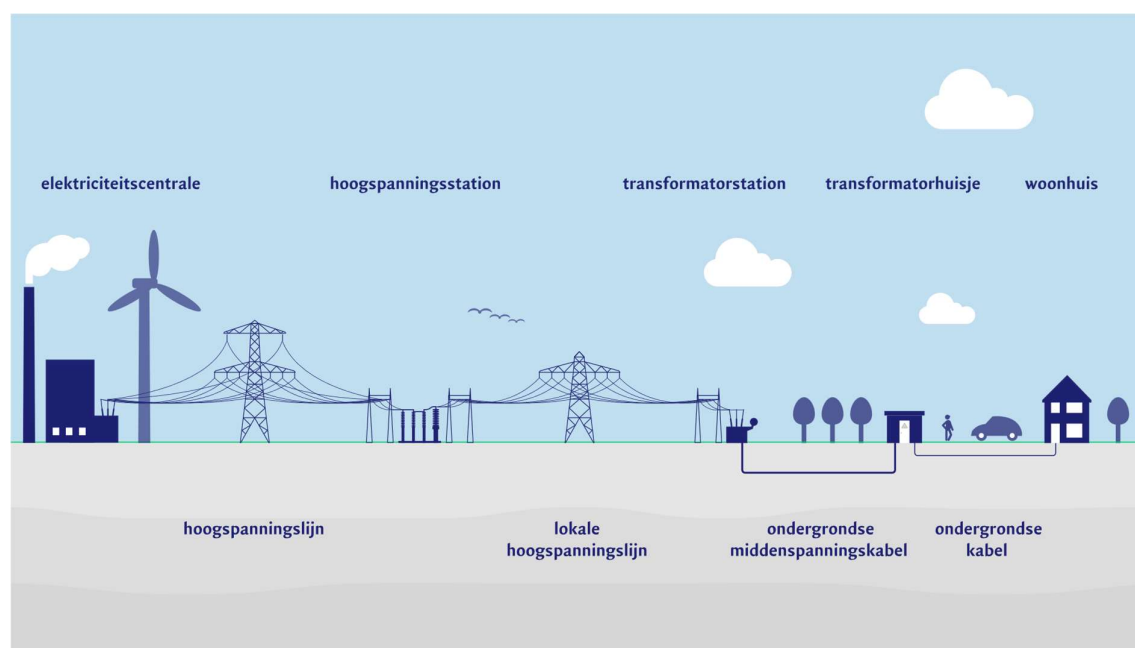
Voor verder onderzoek naar de in Nederland geldende wetten omtrent energie is belangrijk om te weten hoe het elektriciteitsnetwerk in Nederland is opgebouwd en functioneert. Volgens het Kennisplatform Elektromagnetische Velden en Gezondheid bestaat het uit de volgende onderdelen:

"Elektriciteitscentrales, zonnepanelen en windmolens wekken elektriciteit op. Een landelijk netwerk van hoogspanningslijnen van 380 en 220 kilovolt transporteert die elektriciteit door heel Nederland. Zogeheten onderstations of hoogspanningsstations zetten deze

hoge spanningen om naar wat lagere hoogspanningen van 150, 110 en 50 kilovolt. Lokale netwerken van hoogspanningslijnen met 150, 110 en 50 kilovolt verdelen de elektriciteit verder naar verschillende steden en dorpen. Daar verlagen transformatorstations de spanning verder tot middenspanning (tussen 3 en 25 kilovolt). Ondergrondse middenspanningskabels transporteren de elektriciteit naar transformatorhuisjes in woonwijken. Transformatoren in die huisjes zetten de middenspanning om naar laagspanning van 230 volt. Dat is de spanning die apparaten in huis gebruiken.

Vanaf het transformatorhuisje of een schakelkast loopt een ondergrondse kabel naar je huis. De kabel komt je huis binnen in de meterkast waar een slimme meter of traditionele meter je totale elektriciteitsverbruik meet. Na de meterkast lopen er door de muren en plafonds elektriciteitskabels naar alle stopcontacten en schakelaars in je huis” (Kennisplatform EMV, 2024).

Hoe de loop van elektriciteitscentrale tot een woonhuis eruitziet, is te zien in Figuur 1 Onderdelen elektriciteitsnetwerk .



Figuur 1 Onderdelen elektriciteitsnetwerk (Kennisplatform EMV, 2024)

Verantwoordelijke partijen

Nu het duidelijk is hoe het elektriciteitsnetwerk in elkaar steekt, is het belangrijk om te kijken wie waar verantwoordelijk is binnen de markt.

In Nederland zijn de energiebedrijven gesplitst in leveranciers en netbeheerders. Hierbij koopt de energieleverancier energie in van producenten (in het voorbeeld hierboven, een elektriciteitscentrale) en verkoopt dit aan eindgebruikers, zoals bedrijven en consumenten (in het voorbeeld hierboven, het woonhuis). Soms zijn de energieleveranciers ook eigenaar van de producenten van elektriciteit. Overkoepelend is één grote netbeheerder (Tennet) die elektriciteit vanuit de

producent transporteert via de hoogspanningslijn naar hoogspanningsstations en uiteindelijk het transformatorstation. Het laagspanningsnet bestaat uit meerdere delen, die loopt vanaf het transformatorstation tot de aansluiting met bedrijven (of in dit geval een woonhuis). Het laagspanningsnet wordt beheerd en onderhouden door de overige netbeheerders (bijvoorbeeld Liander), (Vattenfall, 2024).

8.1.2. Wat laat de huidige energie wet- en regelgeving toe?

De huidige wet- en regelgeving die geldt voor de energiemarkt in Nederland bestaat uit: Nederlandse wetten voor energie, voornamelijk de Elektriciteitswet 1998 en Wetten tot wijziging van deze Elektriciteitswet 1998 (Autoriteit Consument & Markt, 2024).

Beschrijving van de Nederlandse wetten voor energie zijn:

- Elektriciteitswet 1998, de wet die in Nederland geldt voor alles wat elektrische energie betreft.
- Wetten tot wijziging van deze Elektriciteitswet 1998, dit zijn richtlijnen ten aanvulling van de energiewet 1998 om rekening mee te houden in de overbruggingsperiode tot de ingang van de “nieuwe” energiewet in 2025-2026.

Naast de Nederlandse wet- en regelgeving zijn er ook Europese verordeningen. Dit zijn wetten en regels waaraan voldaan moet worden naast de Nederlands wet- en regelgeving. Tussen de vorderingen staan alle weten en regels die (nog) niet zijn opgenomen in de Nederlandse wetgeving.

Mogelijke vorderingen kunnen in de toekomst worden opgenomen in de “nieuwe energiewet”.

Verder gelden Codes energie, aanvullende regels die gelden in additie tot de energiewet 1998. Onderverdeeld in Tarievenscodes, Technische codes en Informatiecodes.

Codes energie:

- Tarievenscodes, regels voor berekenen van tarieven.
- Technische codes, rechten en plichten voor netbeheerders en gebruikers.
- Informatiecode, regels voor het uitwisselen van klantgegevens door netbeheerders, energieleveranciers en meetbedrijven.

Relevante artikels

Relevante artikelnummers	Omschrijving
Artikel 95a eerste lid	Het is verboden zonder vergunning elektriciteit te leveren aan afnemers die beschikken over een aansluiting op een net met een totale maximale doorlaatwaarde van ten hoogste 3*80 A.

Relevante artikelnummers	Omschrijving
Artikel 95a tweede lid a	Het verbod geldt niet ten aanzien van het leveren van elektriciteit indien de elektriciteit is opgewekt met een installatie die voor rekening en risico van de afnemer, alleen of, voor een evenredig deel, tezamen met andere afnemers, in werking wordt gehouden en de afnemer de geleverde elektriciteit verbruikt;
Artikel 95a tweede lid e	Het verbod geldt niet ten aanzien van het leveren van elektriciteit indien de elektriciteit wordt geleverd in het kader van een overeenkomst als bedoeld in artikel 95n.
Artikel 95n eerste lid	Van de artikelen 95b en 95m, eerste, tweede en vijfde tot en met negende lid, kan worden afgeweken indien er sprake is van een overeenkomst tot levering van elektriciteit aan een groep afnemers, waarbij:
Artikel 95n eerste lid a	De meerderheid van deze afnemers rechtspersoon is of handelt in de uitoefening van een beroep of bedrijf;
Artikel 95n eerste lid b	Alle afnemers in de overeenkomst vertegenwoordigd worden, en
Artikel 95n eerste lid c	Deze vertegenwoordiger er zorg voor draagt dat hij ten aanzien van alle aansluitingen met een doorlaatwaarde van ten hoogste 3 * 80 A over toestemming tot vertegenwoordiging in het kader van de overeenkomst beschikt.

Tabel 2 Relevante elektriciteitswet artikels (Overheid, 2024)

Vrijheden, regels en voorwaarden

Huidig is het verboden om zonder vergunning energie te leveren aan afnemers die beschikken over een aansluiting op een net met een totale maximale doorlaatwaarde van ten hoogste 3*80 A. Het aanvragen van deze vergunning zal ten alle tijden voorkomen moeten worden aangezien het bedrijf zich dan gaat fungeren als energieleverancier en dus aan alle wetgeving en codes moet voldoen die van toepassing zijn. De vergunning moet per bedrijf aangevraagd worden, waardoor het niet wenselijk is om dit proces voor elk bedrijf op een industrieterrein die onderling energie wil opwekken, delen en verrekenen binnen een energiegemeenschap te doorlopen (Energie leveren zonder vergunning, 2024), (Eisen energievergunning, 2024).

Echter zijn hierop een aantal excepties. Deze excepties zijn:

- De eerste exceptie is dat volgens artikel 95a1 niet van toepassing is indien de elektriciteit geleverd wordt in het kader van een overeenkomst als bedoeld in artikel 95n (Overheid, 2024). Volgens artikel 95n moet de overeenkomst aan de volgende eisen voldoen:
 - De meerderheid van de afnemers rechtspersoon is of handelt in de uitoefening van een beroep of bedrijf;
 - Alle afnemers in de overeenkomst vertegenwoordigd worden, en
 - Deze vertegenwoordiger er zorg voor draagt dat hij ten aanzien van alle aansluitingen met een doorlaatwaarde van ten hoogste 3 * 80 A over toestemming tot vertegenwoordiging in het kader van de overeenkomst beschikt.

Dit betekent dat indien er een overeenkomst wordt opgesteld die iedereen binnen een bedrijventerrein vertegenwoordigd die van elkaar zouden willen afnemen het mogelijk is om zonder vergunning onderling stroom te leveren. Dit geldt ook als de bedrijven beschikken over een 3 fase 80 amp aansluiting met het net mits dit vermeld wordt in de vertegenwoordiging. Zonder dat het concreet benoemd wordt vorm je hierbij dus een energiegemeenschap.

- De tweede exceptie is dat artikel 95a1 niet van toepassing is voor grootverbruikers. Dit betekent dat als het bedrijf een aansluiting heeft die groter is dan 3 fase 80 Ampère hier geen vergunning voor nodig is en dat tarieven vrij zijn. Een gemeenschap van grootverbruikers zou dus wel een aansluiting mogen hebben met het net. (Autoriteit Consument & Markt, 2024)
- De derde exceptie is om een privaat netwerk op te zetten waarbij er geen aansluiting is met het bestaande elektriciteitsnetwerk. Hiervoor zou volgens het ACM wel een ontheffing netbeheerder ([Ontheffing netbeheer aanvragen | ACM.nl](#)) aangevraagd moeten worden behalve als het een directe lijn betreft. Volgens het ACM: "Een directe lijn is een elektriciteitslijn/gasleiding die geen net is en die: • een geïsoleerde productie-installatie van een producent rechtstreeks verbindt met een geïsoleerde gebruiker van elektriciteit (gas), of • ten hoogste via de installatie van één aangeslotene op de verbinding is verbonden met een net of met een andere verbinding voor het transport van elektriciteit (gas) en die een productie-installatie van een producent, met tussenkomst van een leverancier, rechtstreeks verbindt met één of meer gebruikers van elektriciteit(gas), niet zijnde de producent of in hoofdzaak huishoudelijke gebruikers, teneinde te voorzien in de elektriciteits- of gasbehoefte van deze gebruikers". [Meldformulier directe lijn \(acm.nl\)](#) Als het een privaat netwerk betreft waarvoor geen ontheffing netbeheerder is wordt het als illegaal netwerk beschouwd en moet het overgedragen worden aan de netbeheerder.
- De vierde exceptie staat in artikel 95a2a: "Indien de elektriciteit is opgewekt met een installatie die voor rekening en risico van de afnemer, alleen of, voor een evenredig deel, tezamen met andere afnemers, in werking wordt gehouden en de afnemer de geleverde elektriciteit verbruikt" (Overheid, 2024). Volgens het ACM gelden hiervoor de volgende eisen (Energie leveren zonder vergunning, 2024):
 - U produceert zelf gas of elektriciteit.
 - Deze energie levert u aan maximaal 15 andere bedrijven op uw terrein.
 - U levert maximaal 0,25 gigawatt uur (GWh) aan elektriciteit.

Het voornaamste nadeel is dat dit volledig op eigen terrein moet gebeuren wat dus niet mogelijk is op een bedrijventerrein waarbij ieder bedrijf een eigen terrein heeft. Vervolgens geeft het ACM aan dat de installatie maximaal 0.25 gigawatt uur mag leveren. Vermoedelijk betreft de tijdseenheid hiervan 1 jaar.

Om terug te herleiden of deze eisen wettelijk onderbouwd kunnen worden, is onderzoek uitgevoerd door Paulis, F. Volgens Paulis, F. worden deze eisen via de volgende manier wettelijk onderbouwd:

“Bij de vraag of er een wettelijke basis is, is er eigenlijk een bredere onderliggende vraag, namelijk of er een juridisch beroep op gedaan kan worden.

Een juridisch beroep kan op basis van een wetstekst, maar ook op basis van beginselen die ontwikkeld zijn in de jurisprudentie. In deze casus gaat het om een vraag over wet- en regelgeving. Dit wordt geregeld via het bestuursrecht.

De tekst is gevonden op de site van de ACM. De ACM is een bestuursorgaan volgens artikel 1:1 lid 1 sub b van de Awb. Daarmee is het dus een b-orgaan een "persoon of college, met enig openbaar gezag bekleed" (Overheid, 2024).

In de instellingswet van de ACM staat in artikel 12a dat de ACM belast is met het toezicht op naleving van de wettelijke voorschriften die aan hen zijn opgedragen voor toezicht op naleving (Overheid, 2022). Dit is de eerste bepaling die nodig is om een conclusie te trekken dat de ACM de aangewezen toezichthouder is voor de naleving van de elektriciteitswet. In de elektriciteitswet zelf staat het tweede gedeelte voor die bepaling. In artikel 5 van het elektriciteitsnet staat namelijk: “De Autoriteit Consument en Markt is belast met de aan haar opgedragen taken ter uitvoering van het bepaalde bij of krachtens deze wet, (...)” (Overheid, 2024).

Uit deze drie wetsartikelen kan geconcludeerd worden dat de ACM een b-orgaan is dat is belast met het toezicht op de naleving van de elektriciteitswet.

Wanneer de ACM op de site een tekst plaats waarin staat dat bepaalde handelingen toegestaan zijn, dan moet men daarop kunnen vertrouwen, aangezien de ACM de bij wet bepaalde toezichthouder is. En omdat de ACM een bestuursorgaan is, zijn ook de algemene beginselen van behoorlijk bestuur van toepassing. Een belangrijke daarvan is het vertrouwensbeginsel. Men kan er in principe gerechtvaardigd vertrouwen op hebben dat iets wat specifiek staat aangegeven op de site van de ACM als toegestaan, ook daadwerkelijk is toegestaan. Op die manier kan er een juridisch beroep op gedaan worden.” (Paulis, 2024).

8.1.3. Wat zijn de mogelijkheden voor het opzetten van energiegemeenschappen/samenwerkingsverband?

Om te onderzoeken wat de mogelijkheden zijn voor het opzetten van energiegemeenschappen binnen de MKB-industrie sector is gezocht naar werkelijke voorbeelden van kleinschalige projecten of pilots van energiegemeenschappen. Ter referentie is in deze sub-vraag samengevat wat mogelijke implementatie/realisatie methoden zijn voor het opzetten van een energiegemeenschap, in samenwerkingsverband tussen MKB's

Voorbeeld: Bedrijvenpark Pannenberg II Nederweert

(Stand van Nederland, 2023), (Stichting Groene Economie Limburg, 2023),

De energiegemeenschap bestaat uit een samenwerking van kleinverbruikers (MKB's) en minimaal één grootverbruiker met constante "onbeperkte" energievraag (groot bedrijf).

Een basisvoorwaarde voor het succes van deze energiegemeenschap is dat er een overschot aan energie wordt opgewekt, om alle MKB's te voorzien. In dit voorbeeld van het bedrijvenpark Pannenberg-II wordt dit bereikt door alle daken van de bedrijfspanden vol te leggen met zonnepanelen. Voor de MKB's is er tijdens bedrijfstijden (overdag) dus altijd overvloed aan stroom.

Door de omstandigheden op de huidige energiemarkt zitten (lokale)netbeheerders en energieleveranciers niet te wachten op constante teruggave op het net wegens onbalans tijdens piekuren. Wanneer er onbalans dreigt te ontstaan door een overvloed aan elektrische energie op het lokale net kan de overige stroom kwijt bij het grote bedrijf. Zo kan gegarandeerd worden dat overbelasting door toelevering op het lokale net, ten aller tijden, voorkomen wordt.

De stroom moet gestuurd worden op vermogen zodat er geen onbalans ontstaat op het lokale net. Hiervoor wordt een Energy hub ingezet (Lyv, 2024). Het stroomverbruik voor elk bedrijf wordt bijgehouden door een "speciaal" kastje naast de meterkast, waarmee gemeten wordt hoeveel stroom gebruiken of geleverd wordt. De hardware en software waarmee de energieverdeling gestuurd en gemeten kan worden wordt in dit geval geleverd door een externe partij genaamd Lyv.

Om aan de wet te voldoen heeft het bedrijvenpark een eigen rechtspersoon aangesteld die verantwoordelijk is voor de verrekening van de stroom onderling en het collectief net.

Sinds kort heeft specifiek de pilot van Pannenberg II goedkeuring gekregen van de lokale netbeheerder Enexis, om "Bij wijze van proef" ook onderling stroom te gaan verrekenen tussen de MKB's (Stichting Groene Economie Limburg, 2024). Stroom in groepsverband verrekenen gebeurt via het al bestaande stroomnet, hiervoor is toestemming nodig van de lokale netbeheerder. Het verrekenen van energiekosten op basis van gemeten gebruik wordt geregeld door middel van een EHP. Pannenberg II maakt hiervoor gebruik van een EHP opgericht in samenwerking met de TU Eindhoven (Parkmanagement Pannenberg, 2019).

Implementatie van energie verrekenen in de praktijk

Hiervoor kan worden gekeken naar het businessmodel voor dat geïmplementeerd is in de praktijk door bedrijvenpark Pannenberg II in Nederweert, zie Voorbeeld (h8.1.3).

Het zou kunnen dat de energiegemeenschap in het voorbeeld van Pannenberg II werken met een overeenkomst waar iedereen die meedoet aan de energiegemeenschap in vertegenwoordigd is. Hiervoor zou dan gebruik gemaakt worden van artikel 95n om het aanvragen van een energievergunning te voorkomen.

In een gevonden interview met Wim Schilders wordt gesteld door Andree Dispel (OM | Nieuwe energie) (Dippell & Schilders, 2016) dat: “De bedrijven krijgen met het handelsplatform toegang tot de elektriciteitsmarkt. Daarmee is handelen onderling op de dagmarkt en op onbalans, waarmee men automatisch wordt geconfronteerd, mogelijk. Dit gebeurt volledig transparant waarbij de afspraken die onderling zijn gemaakt tussen producent en afnemer zijn vastgelegd.”

Dit zou wijzen op onderlinge verrekening op gemeten verbruik. Aangezien er door pannenweg een EHP (energiehandelsplatform) wordt ingezet om de afhandeling te regelen van de verrekening binnen de gemeenschap en er concreet gemeten wordt hoeveel onderling verbruikt wordt om energie op te slaan of te leveren aan een ander bedrijf.

Verrekenen kan ook worden gedaan over de kosten van de aanschaf en het onderhouden van de opwekinstallatie. Er wordt dan bijgehouden hoeveel stroom elk bedrijf in verhouding tot elkaar verbruikt om de kosten eerlijk te kunnen verdelen. Dit is een uitkomst als het ACM een berekeningsmethode toewijst die ongunstig is.

Een andere mogelijkheid is dat de MKB's niet onderling energie verrekenen maar gezamenlijk het overschot leveren aan een grootverbruiker. Voor het leveren van energie aan een grootverbruiker (die beschikt over een aansluiting groter dan 3 fase 80 Amp) is er geen energievergunning nodig. Dit blijkt mogelijk uit het spuitgietbedrijf in de gemeenschap die op alle momenten stroom nodig heeft. (Schilders & Mahieu, 2023)

8.1.4. Wat zijn mogelijke toepassingen die de nieuwe energiewet toe kan laten?

De nieuwe energiewet is volgens de tweede kamer (Tweede Kamer, 2023) nog in de voorbereidingsfase. De bevindingen in deze sub-vraag moeten met een flinke korrel zout beschouwd worden aangezien niets vaststaat. Het wetsvoorstel moet eerst worden beschouwd zoals deze origineel is ingediend (Jetten, 2023). De focus ligt hierbij voornamelijk op eventuele regels rondom energiegemeenschappen (aangezien dit begrip niet voorkomt in de huidige elektriciteitswet), aanpassingen aan de regels rondom vergunningen voor de levering van elektriciteit aan kleinverbruikers (en mogelijk grootverbruikers) en aanpassingen aan de regels rondom een gesloten distributiesysteem.

Allereerst is artikel 2.4 voorwaarden energiegemeenschap erg belangrijk. Dit artikel geeft zoals de naam suggereert de voorwaarden waaraan een energiegemeenschap wettelijk moet voldoen. De definitie die het voorstel nieuwe energiewet geeft voor een energiegemeenschap luidt als volgt: “juridische entiteit die ten behoeve van haar leden, vennoten of aandeelhouders activiteiten op de energiemarkt verricht en als hoofddoel heeft het bieden van milieuvoordelen of economische of sociale voordelen aan haar leden, vennoten of aandeelhouders of aan de plaatselijke gebieden waar ze werkzaam is, en niet is gericht op het maken van winst”.

De gegeven definitie uit het wetsvoorstel past binnen de oplossing die Impact IoT Solutions voor ogen ziet. Omdat de energiegemeenschap zelf niet wordt opgezet met als doel om winst te maken. De concrete voorwaarden om een energiegemeenschap te vormen luiden dan als volgt:

“1. Een energiegemeenschap neemt in haar statuten, of, in geval van een personenvennootschap, in een overeenkomst, ten minste op dat:

- a. de participatie in de energiegemeenschap open en vrijwillig is;
- b. de leden, vennoten, of aandeelhouders het recht hebben de energiegemeenschap te verlaten; en
- c. de feitelijke zeggenschap over de energiegemeenschap is gelegen bij leden, vennoten of aandeelhouders die natuurlijk personen, micro-ondernemingen, kleine ondernemingen of lokale autoriteiten zijn.

2. Een energiegemeenschap die hernieuwbare energieprojecten ontwikkelt, kan:

- a. in aanvulling op het eerste lid, in de statuten of de overeenkomst opnemen dat de leden, vennoten of aandeelhouders van de energiegemeenschap enkel natuurlijk personen, lokale autoriteiten of micro-ondernemingen, kleine ondernemingen of middelgrote ondernemingen zijn; en
- b. in afwijking van het eerste lid, onderdeel c, de feitelijke zeggenschap over de energiegemeenschap bij die leden, vennoten of aandeelhouders van de rechtspersoon leggen, die in de nabije omgeving van de hernieuwbare-energieprojecten zijn gevestigd.

3. Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen nadere regels worden gesteld over de wijze waarop een energiegemeenschap de zeggenschap, bedoeld in het eerste lid, onderdeel c, of het tweede lid, onderdeel b, inricht”

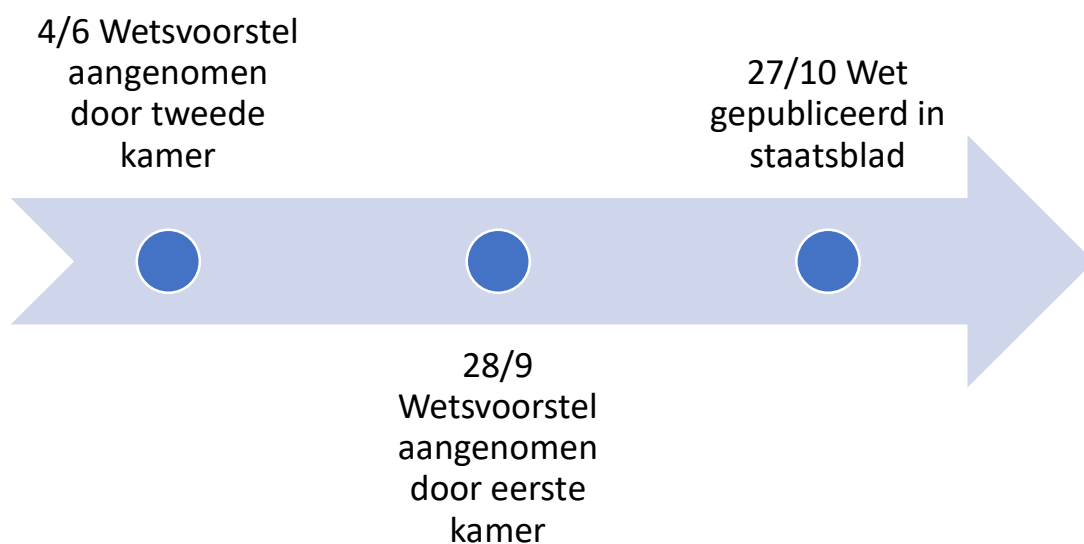
Hierbij wordt al gauw duidelijk dat de omschrijving en de eisen voor het starten van een energiegemeenschap in principe niet in de weg zitten van het project. De enige beperking die mogelijk wel in de weg zou kunnen zitten is dat er bij de beschrijving van de energiegemeenschap staat dat het niet gericht is op het maken van winst. Vermoedelijk is dit om te voorkomen dat bedrijven energie gaan opwekken om te gaan verkopen als een soort energieleverancier i.p.v. om een probleem rondom netcongestie op te lossen. Vervolgens geeft het eerste gedeelte van artikel 2.4 aan dat participatie vrijwillig is, dat het mogelijk moet zijn om de energiegemeenschap te verlaten en dat de zeggenschap over de energiegemeenschap bij de lokale overheid of bedrijven ligt.

8.1.5. Wat is de verwachte tijdlijn van de implementatie van de nieuwe energiewet?

Vanaf het moment dat een wetsvoorstel wordt goedgekeurd door de tweede kamer tot moment van goed-/afkeuring door de eerste kamer duurt het gemiddeld 116 dagen (gebaseerd op afgelopen jaar). (Eerste Kamer, 2023)

Daarnaast duurde het vorig jaar gemiddeld 29 dagen vanaf het aannemen van het wetsvoorstel door de Eerste Kamer tot de publicatie van de wet in het Staatsblad. (Eerste Kamer, 2023). Dat is namelijk het moment dat een wet daadwerkelijk in werking treedt. (Kennis- en exploitatiecentrum Officiële Overheidspublicaties, n.d.)

Aangezien het wetsvoorstel voor een nieuwe energiewet op 24 juni 2024 is aangenomen door de tweede kamer (Tweede Kamer, 2023) zou de wet ongeveer op zondag 27 oktober 2024 ingaan.



Figuur 2 Verwachte tijdlijn implementatie nieuwe energiewet

Realistisch is dat de nieuwe energiewet ingaat voor het jaar 2025. Dit zijn tijdelijke voorspellingen die rekent met gemiddeldes, voor up-to-date informatie bekijk. (Tweede Kamer, 2023)

8.2. Onderzoek 2: Economisch

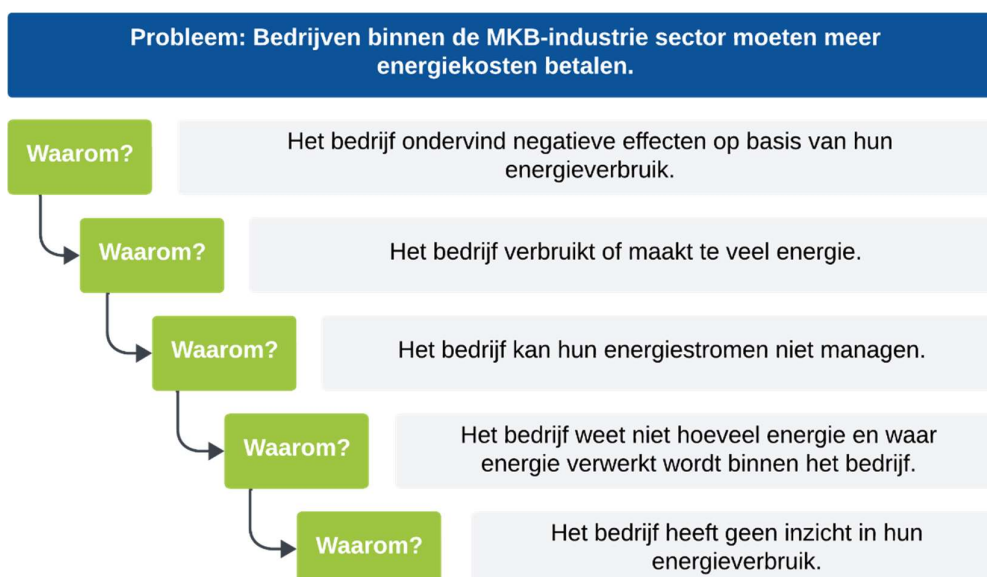
Te beantwoorde deelvraag:

Wat is de economische haalbaarheid voor het implementeren van de slimme toepassing?

8.2.1. Wat is de waarde van de slimme toepassing voor de klant, welke problematiek wordt opgelost?

Huidige congestieproblematiek

Op dit moment merken de bedrijven binnen de MKB-industrie sector dat er geen control over de energierekeningen is. De bedrijven binnen de MKB-industrie sector hebben op dit moment een gecontracteerd vermogen. Binnen dit vermogen moeten de bedrijven blijven, anders krijgen ze meerdere waarschuwingen van de netbeheerders waarna de bedrijven een boete kunnen krijgen van de netbeheerders. Dit is één van de situaties waarmee een bedrijf een boete van de netbeheerders kan krijgen. De bedrijven binnen de MKB-industrie sector kunnen naast het overschrijden van hun gecontracteerd vermogen ook een boete krijgen op het terug leveren van energie aan de netbeheerders of door het bezorgen van een stroomstoring dat ervoor zorgt dat andere bedrijven voor een bepaalde tijd stil staan. Doordat de bedrijven binnen de MKB-industrie sector op meerdere manieren een boete kunnen krijgen, willen de bedrijven de energiecapaciteit en –verbruik van het bedrijf kunnen managen. Huidig proberen de bedrijven binnen de MKB-industrie sector de energiecapaciteit en –verbruik te managen door het totale energieverbruik bij de netbeheerder periodiek in te zien. Hierdoor kunnen de bedrijven inzien hoeveel energie verbruikt wordt op een dag of in een uur/maand. De bedrijven kunnen op deze manier inzien wanneer het energieverbruik het gecontracteerd vermogen overschrijdt of aantikt. Dit geeft alleen niet voor genoeg inzicht om te kunnen bepalen wat ervoor zorgt dat het gecontracteerd vermogen overschrijdt en kunnen de bedrijven hierop niet aanpassen. (Besseling, 2024).

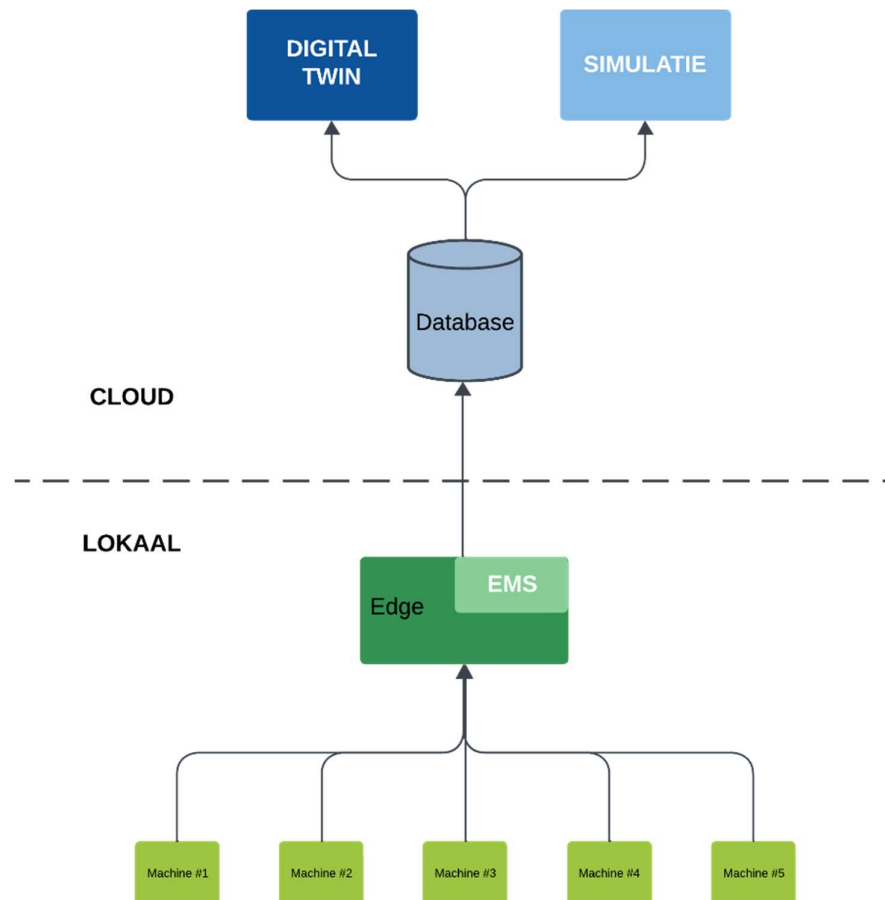


Figuur 3 5 Why's

Energie Management Oplossing

Om netcongestie voor individuele bedrijven op te kunnen lossen moet eerst grip verkregen worden op het eigen energieverbruik. Dit kan worden gerealiseerd door het inzetten van een Energie management systeem om inzicht te creëren in opbrengsten en verbruik over dag.

Om deze reden is de slimme toepassing een energiemanagementsysteem dat het energieverbruik en –capaciteit kan visualiseren en simuleren in een dashboard. De slimme toepassing meet de energiestromen van een gebruiker door middel van energiemeters, die door installateurs op de energielijnen geplaatst worden. De waarnemingen die de energiemeters opnemen, worden met behulp van een EMS dat draait op een edge computer doorgestuurd naar een PostgreSQL database. Waarna deze data gebruikt worden voor het visualiseren en simuleren van het energieverbruik en –capaciteit. Tijdens het simuleren laat de slimme toepassing het toe om machines te verplaatsen en toe te voegen. Een overzicht van hoe de architectuur van de slimme toepassing eruitziet is te vinden in Figuur 4 Architectuur slimme toepassing.



Figuur 4 Architectuur slimme toepassing (Hoenderken, Wekelijkse meeting 1 21-03-2024, 2024)

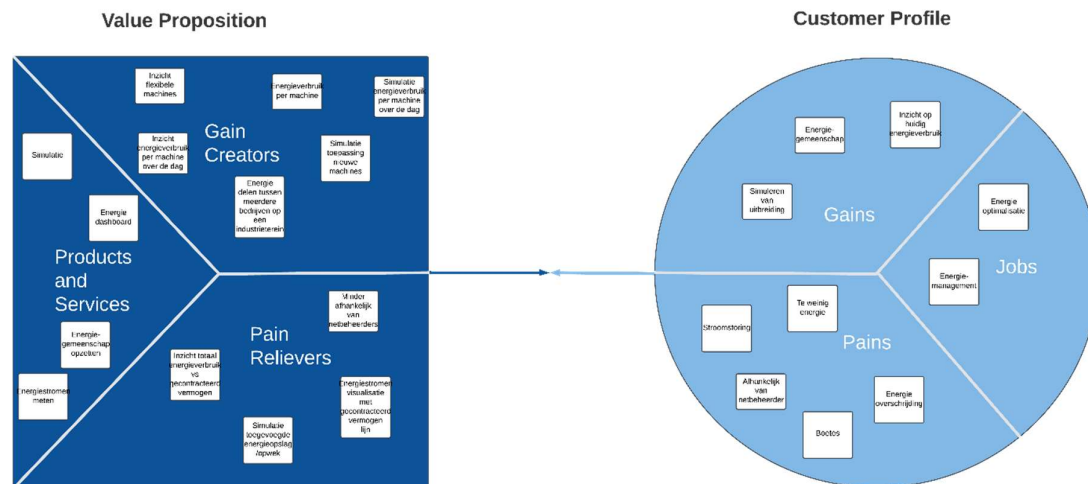
Waardepropositie van de slimme toepassing

De slimme toepassing biedt klanten de mogelijkheid om inzicht te krijgen in het energieverbruik en de –capaciteit van hun bedrijf. Op basis van dit inzicht kan de klant onderbouwde beslissingen gaan nemen over:

1. Het efficiënter en effectiever plannen van het energieverbruik.
2. De voorbereiding van het bedrijf op mogelijke uitbreidingen op het gebied van energie.
3. De behoefte aan het uitbreiden van energieopslag en/of –opwekking om het benodigde energieverbruik te kunnen ondersteunen.

Daarnaast dient de slimme toepassing als een hulpmiddel voor het beheren van energie binnen een energiegemeenschap. Klanten krijgen inzicht in de mogelijkheid om energie van buurbedrijven te gebruiken, de kosten voor het gebruik van deze energie en hoeveel energie de klant zelf kan leveren aan buurbedrijven. Met deze inzichten kunnen klanten, indien nodig, energie verkrijgen bij of leveren aan buurbedrijven, waardoor de klanten minder afhankelijk worden van netbeheerders en de kans op boetes als gevolg van capaciteitsoverschrijding of terug levering wordt geminimaliseerd.

Om in een overzicht te zien welke mogelijkheden en oplossingen deze slimme toepassing dient voor de klant, is het value proposition canvas (zie Figuur 5 Value Proposition Canvas) ingevuld. Hierin worden de concrete waardes van de slimme toepassing voor de klant in gedefinieerd.



Figuur 5 Value Proposition Canvas

Customer Profile

- Jobs
 - Energieoptimalisatie
 - Energiemanagement
- Gains
 - Inzicht op huidig energiegebruik
 - Simuleren van uitbreiding
 - Energiegemeenschap
- Pains
 - Te weinig energie
 - Energie overschrijding
 - Stroomstoring
 - Boetes
 - Afhankelijk van netbeheerder

Value Proposition

- Products and Services
 - Simulatie
 - Energie dashboard
 - Energiestromen meten
 - Energiegemeenschap opzetten
- Gain Creators
 - Energieverbruik per machine
 - Inzicht flexibele machines
 - Inzicht energiegebruik per machine over de dag
 - Simulatie energiegebruik per machine over de dag
 - Simulatie toepassing nieuwe machines
 - Energie delen tussen meerdere bedrijven op een industrieterrein

- Pain Relievers
 - Energiestromen visualisatie met gecontracteerd vermogen lijn
 - Inzicht totaal energieverbruik vs gecontracteerd vermogen
 - Simulatie toegevoegde energieopslag/opwek
 - Minder afhankelijk van netbeheerders

(Varga, 2020)

8.2.2. Hoe ziet de markt eruit voor de implementatie van de slimme toepassing?

Vergelijkbare producten

Om ervoor te zorgen dat het duidelijk is welke bedrijven een vergelijkbaar product leveren (om van te kunnen leren en te kunnen onderscheiden), is een concurrentieanalyse uitgevoerd. Binnen deze vraag worden de concurrenten geïdentificeerd en wordt gespecificeerd wat de concurrenten leveren.

De concurrenten in die in deze concurrentieanalyse worden meegenomen zijn:

Lyv, is een bedrijf dat focust op het versnellen van de transitie naar een duurzaam energiesysteem (Lyv, sd). Hiervoor biedt Lyv meerdere oplossingen voor:

1. EMS

Lyv heeft een EMS ontwikkeld waarin gebruikers meerdere inzichten krijgen om het energieprofiel van de gebruiker te optimaliseren. Hiermee moet de gebruiker genoeg inzicht krijgen om overbelasting te voorkomen, een hoge financieel rendement te behalen of overschrijding van het gecontracteerd vermogen te voorkomen. Dit product is zowel voor bedrijven als particulier als energiegemeenschappen ontwikkeld. (Lyv, sd)

2. Energy hub

Lyv biedt een service om te helpen met het opzetten van een energiegemeenschap. Tijdens het opzetten van de energiegemeenschap zorgt Lyv ervoor dat de meetapparatuur en het energiemanagement platform geïnstalleerd worden binnen de energiegemeenschap per deelnemer. De metingen per deelnemer wordt later samengevoegd om een gezamenlijk energieprofiel te kunnen krijgen. Op basis van de metingen en het inzicht binnen het energiemanagement platform, kan Lyv toelichting geven en een advies uitbrengen over de optimalisaties.

Naast de sturing van Lyv binnen het opzetten van de energiegemeenschap, lever Lyv ook batterijsystemen om het gebruik van stroom nog verder te optimaliseren. (Lyv, 2024)

Dit principe heeft Lyv toe kunnen passen op het Industrierrein Panneweg II Nederweert, voor een beschrijving hoe dit Industrierrein is opgezet, zie 9.1.3. Wat

zijn de mogelijkheden voor het opzetten van energiegemeenschappen/samenwerkingsverband?.

Panneweg II Nederweert is een energiegemeenschap dat op dit moment niet wilt uitbreiden door Nederland. Echter biedt Lyv de service om een energiegemeenschap wel verder apart voor andere energiegemeenschappen.

3. Batterijsysteem

Lyv biedt naast het EMS, batterijsystemen aan. Deze batterijsystemen worden aangeboden om de hoeveelheid van het optimaliseren van de energiestromen te vergroten. Deze batterijsystemen zijn ontwikkeld om energie te kunnen opslaan dat bijvoorbeeld is opgewerkt met behulp van zonnepanelen. Door deze energie op te slaan kan de energie gebruikt worden op de momenten dat meer energie verbruikt wordt dan het gecontracteerd vermogen, door de zonne-energie te verspreiden over de dag/week/maand/jaar of de zelfconsumptie te verhogen. (Lyv, sd)

- Local4Local, is een project dat uitgevoerd wordt door de Topsector Energiesubsidie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat en Energie Samen. Dit project heeft het doel om ervoor te zorgen dat burgers, bedrijven en gemeenten een stabiele energierekening hebben. Voor het opzetten van energiegemeenschappen, ontwikkeld Local4Local met behulp van meerdere partners (Energie Samen, Energie VanOns, ENTRNCE, om | nieuwe energie, Resourcefully en ZenMo Simulations) een energiemanagementsysteem dat binnen een energiegemeenschap/-coöperaties kan dienen om energie te delen en te verrekenen. (Local4Local, sd)

In 2023 had het Local4Local project meer dan 17.000 bewoners, agrariërs, bedrijven en gemeenten lid van de zeven pilot energiegemeenschappen die op dat moment draaiend zijn. Daarnaast had de koepelorganisatie Energie Samen op dat moment 270 energiegemeenschappen als lid. (Local4Local, sd) Dit is iets waar Local4Local verder in wilt groeien. Het Local4Local project heeft twee doelstellingen opgesteld. Deze doelstelling zijn:

1. In 2030 moet de eerste stap tot het verduurzamen van de eerste 1,5 miljoen bestaande woningen gezet zijn.
2. In 2050 moeten zeven miljoen woningen en één miljoen gebouwen van het aardgas af zijn en 70% van alle elektriciteit moet uit hernieuwbare bronnen komen.

(Local4Local, sd)

- Resourcefully, is een bedrijf dat energiesystemen ontwerpt en complexe energievraagstukken begrijpelijk maken. Hierin focust Resourcefully op het adviseren over de warmtetransitie, hernieuwbare energie opwekken, het voorkomen van netcongestie, batterij-opslag en slim laden (Resourcefully, sd). Als hulpmiddel om aan deze gebieden te werken, heeft Resourcefully een energietransitiemodel ontwikkeld in samenwerking

met universiteiten zoals TU Delft, Universiteit Utrecht, UvA, HvA en met gemeentes, waarin energiestromen gevisualiseerd worden en gesimuleerd worden. Met behulp van deze software-oplossing moeten de klanten van Resourcefully een beter inzicht gaan krijgen in hun energiegebruik en –capaciteit, waardoor de klanten beter om kunnen gaan met hun energie. (Resourcefully, sd)

- SmartDodos, is een softwarebedrijf dat zichzelf richt op inzichtelijk maken van energiedata (SmartDodos, sd). Hiervoor heeft SmartDodos meerdere technologieën voor ontwikkeld. Dit zijn de volgende producten:
 1. API
 2. EBS
 3. Energieverbruiksmanager
 4. Simulaties
- ABB, is een bedrijf dat wereldwijd met behulp van elektrificatie en automatisering een duurzamere en hulpbronnenefficiëntere toekomst wil mogelijk maken in de industrie-sector (ABB, sd). Dit wil ABB uitvoeren door middel van het ontwikkelen van technologieën voor de volgende gebieden:
 1. Elektrificatie
 2. Beweging
 3. Proces automatisering
 4. Robotica en discrete automatisering

(ABB, sd)

Om ervoor te kunnen zorgen dat gebruikers energie kunnen gaan managen en optimaliseren, heeft ABB een EMS ontwikkeld dat de energiestromen visualiseert en monitort, forecast en plannen en optimaliseert (ABB, sd).

De producten, locatie, prijs en doelgroep van elke concurrent, is in Tabel 3 Concurrentietabel te zien.

Concurrent	Product	Plaats	Prijs	Doelgroep
Lyv	Energy hub, EMS, batterijsysteem	Blaricum, Nederland	Energy hub: onbekend EMS: - Basic: €25,- p/maand, - Professional: €45,- p/maand - Maatwerk: onbekend + Eenmalige setup kosten van €170,- Batterijsysteem: onbekend	Bedrijven, Particulieren en Community

Concurrent	Product	Plaats	Prijs	Doelgroep
Local4Local	Het opzetten en opleiden van energiegemeenschappen	Utrecht, Nederland	Onbekend	Energiegemeenschappen
Resourcefully	Energietransitie-model (visualisatie actuele situatie en simulatie)	Amsterdam, Nederland	Onbekend	Bedrijven, Gemeenten en Energiegemeenschappen
SmartDodos	API ontkoppelen, AI-normering en voorspelling, Energiebeheerssysteem, Energieverbruiksmanager Simulaties	Utrecht, Nederland	API ontkoppelen: onbekend AI-normering en voorspelling: onbekend EBS: onbekend Energieverbruiksmanager : - Privé (1 aansluiting): €20,90 p/pand/jaar - Zakelijk (2-100 aansluitingen): €1,79 - Enterprise: onbekend Simulaties: onbekend	Bedrijven en particulieren
ABB	EMS met forecasting, planning en energie optimalisatie	Wereldwijd	Onbekend	IndustrieseCTOR

Tabel 3 Concurrentietabel

Op basis van de informatie over de concurrenten, is te zien dat Lyv en Local4Local een directe concurrent zijn in het gebied van het opzetten van een EMS binnen een energiegemeenschap. Resourcefully, SmartDodos en ABB zijn daarin tegen een directere concurrent op het gebied van het simuleren en optimaliseren van de energiestromen.

Het Local4Local project heeft op dit moment meerder pilots draaiende en is actief bezig met het groeien van de hoeveelheid energiegemeenschappen binnen Nederland. Daarnaast werkt Resourcefully als partner mee in dit project voor het modelleren van de inzichten en simulaties van de energiestromen. Hierdoor wordt het Local4Local project als de grootste concurrentie gezien.

Onderscheiding met de concurrentie

Op basis van de nieuwe informatie over de concurrenten, kan deze informatie gebruikt worden om de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen van de slimme toepassing binnen Impact IoT Solutions te bepalen. Dit wordt gedaan met behulp van een SWOT-analyse. Deze SWOT-analyse, is te zien in Tabel 4 SWOT-analyse.

	Hulpzaam	Bedreigingen
Intern	Sterktes <ol style="list-style-type: none"> 1. Ervaring met het ontwikkelen van software voor al bestaande hardware 	Zwaktes <ol style="list-style-type: none"> 1. Weinig juridische kennis 2. Weinig kennis rondom geavanceerde statistiek
Extern	Kansen <ol style="list-style-type: none"> 1. Geen concurrent die per machine meet 2. Geen concurrent met verrekenmodel/energiekosten-berekening 3. Connectie met klanten die kampen met netcongestie 4. Connectie met projecten die energiegemeenschappen realiseren voor consumenten 	Bedreigingen <ol style="list-style-type: none"> 1. Concurrent met al uitgewerkt en bewezen product 2. Onzekerheid rondom regelgeving nieuwe wet

Tabel 4 SWOT-analyse

Hoe kunnen de sterktes gebruikt worden?

- Ervaring met het ontwikkelen van software van al bestaande hardware
Impact IoT Solutions heeft op dit moment al meerdere producten kunnen ontwikkelen op basis van de kennis van zijn werknemers. Mocht dit project verder uitgebreid worden dan kunnen developers vanuit de embedded wereld ingezet worden op het uitbreiden van het edge component, developers die zich normaliter meer focussen op de backend kunnen gebruikt worden om de backend van de EMS zonodig uit te breiden en frontend developers zouden ingezet kunnen worden om de UI uit te breiden. En aangezien Impact beschikt over deze expertise zouden hiervoor geen extra krachten ingehuurd hoeven worden.

Hoe kunnen de zwaktes verbeterd worden?

- Weinig juridische kennis
Doordat de slimme toepassing in aanraking komt met de huidige elektriciteitswet en de toekomstige energiewet. Moet juridisch onderzocht worden of de slimme toepassing voldoet aan de wet- en regelgeving. Om dit onderzoek uit te kunnen voeren, helpt het erg als de onderzoeker een juridische achtergrond heeft. Op dit moment heeft Impact IoT Solutions dit niet binnen de organisatie. Om dit te kunnen oplossen kan Impact IoT Solutions extern juridisch advies opzoeken.

- Weinig kennis rondom geavanceerde statistiek. Binnen de slimme toepassing moeten statistieken en simulaties gemaakt worden op de verzamelde data. Hiervoor moet de statistiek en simulaties ontwikkeld worden door een expert in data science. Op dit moment werkt niet iemand aan dit project, die een expert is in data science. Om deze zwakte te kunnen verbeteren, kan Impact IoT Solutions een data scientist in dienst nemen om aan de slimme toepassing te gaan werken.

Hoe kunnen de kansen benut worden?

- Geen concurrent die per machine meet. Binnen de slimme toepassing, wordt het energieverbruik per machine weergegeven. Dit is een factor, die de concurrentie niet heeft toegepast in hun producten. Hiermee kan het product zich onderscheiden. Daarnaast zijn vooral bedrijven die te maken hebben met het netcongestie probleem die geen extra capaciteit kunnen aanvragen hiernaar opzoek. Aangezien die bedrijven meer focus moeten leggen op het aanpassen van de machine indeling en dus gericht moeten kunnen kijken dan alleen het totaalverbruik. Doordat de concurrentie dit niet binnen hun producten heeft, is dit een onderdeel dat gebruikt kan worden om de concurrentie te onderscheiden en kan dit ervoor zorgen dat een klant sneller voor deze slimme toepassing kiest in plaats van een product van de concurrentie.
- Geen concurrent met verrekenmodel/energiekostenberekening. Binnen de slimme toepassing worden de energiekosten berekent voor een individueel bedrijf en voor het verreken tussen meerdere bedrijven. Dit is op dit moment nog niet in het product van de concurrenten verwerkt. Daardoor is dit een onderdeel van de slimme toepassing waarmee Impact IoT Solutions zichzelf kan onderscheiden met de concurrentie. Dit kan ervoor zorgen dat klanten eerder voor deze oplossing kiezen dan een ander product.
- Connectie met klanten die kampen met netcongestie. Huidig heeft Impact IoT Solutions veel contact met potentiële klanten die kampen met een netcongestie probleem. Dit zou benut kunnen worden om tijdens de ontwikkelingsfase feedback te krijgen van wat een klant denkt nodig te hebben. Daarnaast zijn dit potentiële klanten die nu al benaderd zou kunnen worden zodat op het moment dat het product/dienst volledig uitgewerkt is dit gelijk verkocht zou kunnen worden.

- Connectie met projecten die energiegemeenschappen realiseren voor consumenten
Door contact te houden met deze projecten kunnen soortgelijke problemen waar deze projecten tegen aanlopen bij het ontwikkelen van het EMS voorkomen worden. Hierdoor kan tijdens het ontwikkelproces direct feedback gegeven worden op de slimme toepassing en kan de feedback direct toegepast worden. Daarnaast zorgt deze connectie voor meer potentiële klanten.

Hoe kunnen de bedreigingen beperkt worden?

- Concurrent met al uitgewerkt en bewezen product. Door te zorgen dat de focus ligt op de punten waarin concurrenten het minder doet (zoals meten per machine i.p.v. totaalmeting) kan Impact IoT Solutions zich meer onderscheiden van deze concurrenten.
- Onzekerheid rondom regelgeving nieuwe wet. Door op tijd juridische expertise in te schakelen kunnen onzekerheden voorkomen worden of in ieder geval in kaart gebracht worden zodat er op tijd een uitwijkstrategie bepaald kan worden.

8.2.3. Welke implementatie toepassingen moeten opgezet worden om de slimme toepassing op de markt te brengen?

Om ervoor te zorgen dat de slimme toepassing goed geïmplementeerd kan worden en voldoet aan de eisen, wordt een requirementsanalyse uitgevoerd. Op basis van deze requirementsanalyse moet duidelijk gemaakt worden welke eisen de klant heeft van de slimme toepassing en de prioritering hiervan. Deze requirements zijn gebaseerd op de informatie van het interview met Caressi (Besseling, 2024) en de meetings met Impact IoT Solutions.

Requirements identificeren

Business requirements:

1. Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in mijn energieverbruik, zodat ik het netcongestie vanuit mijn bedrijf beter kan managen en om mijn energiekosten beter te kunnen managen.
2. Als Impact IoT Solutions wil ik individuele bedrijven kunnen voorzien van Energie Management Systemen, zodat ik de klant van advies kan voorzien bij het optimaliseren van hun energieverbruik binnen het gecontracteerde vermogen.
3. Als Impact IoT Solutions wil ik de individuele bedrijven aan elkaar kunnen koppelen in energie-gemeenschappen, zodat lokale netcongestie opgelost kan worden.
4. Als Impact IoT Solutions wil ik meerdere bedrijven parken van service kunnen zijn met het opzetten van energie-gemeenschappen en het beheren ervan, zodat meerdere gelijktijdige projecten zijn om aan te werken dit is goed voor innovatie en werk.
5. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten een licentie hebben dat vrijheid biedt in het aanpassen en distribueren van de software, zodat het softwarepakket gebruikt mag worden voor zakelijke en/of commerciële doeleinden.

Gebruikers requirements:

6. Als MKB'er wil ik dat mijn energieverbruik per machine weergegeven wordt, zodat ik per machine kan inzien hoeveel energie verbruikt wordt en kan zien welke machines 'onnodig' op een piekuur energie verbruiken.
7. Als MKB'er wil ik dat de slimme toepassing de optie biedt om nieuwe machines toe te voegen, zodat ik kan inzien of ik kan uitbreiden binnen mijn bedrijf.
8. Als MKB'er wil ik dat het EMS mijn energie verbruik kan optimaliseren, zodat mijn energieverbruik egaler over de dag verdeeld wordt in relatie tot het gecontracteerd vermogen.
9. Als Impact IoT Solutions wil ik overzicht hebben op de verschillende individuele gebruikers profielen van de (klant) MKB's, zodat ik klanten kan adviseren en aan elkaar kan koppelen op hetzelfde Industrierrein.

Software requirements

Functionele requirements

10. Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in mijn energieverbruik per machine over de tijd kunnen inzien, zodat ik kan inzien hoeveel energie verbruikt wordt op een specifiek tijdvak.
11. Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in de planning van mijn machines, zodat ik kan inzien wanneer een machine energie verbruikt.
12. Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in de specificaties van mijn machines, zodat ik kan inzien hoeveel elke machine gemiddeld verbruikt en welke machines meegenomen worden in de analyse.
13. Als MKB'er wil ik inzicht krijgen welke machines 'vaste' of 'flexibele' machines zijn, zodat ik kan inzien welke machines ik in mijn planning kan verplaatsen.
14. Als MKB'er wil ik mijn totaal verbruik van de dag kunnen inzien, zodat ik kan concluderen of ik aan mijn gecontracteerd vermogen zit.
15. Als MKB'er wil ik inzien hoeveel energie ik verbruikt heb ten opzichte van mijn gecontracteerd vermogen, zodat ik kan inzien hoeveel van mijn gecontracteerd vermogen verbruikt is.
16. Als MKB'er wil ik kunnen inzien hoeveel energiekosten ik maak, zodat ik mijn energiekosten kan gaan managen.
17. Als MKB'er wil ik nieuwe industriële machines of voorzieningen kunnen toevoegen aan mijn energieprofiel, zodat ik kan inzien wat de gevolgen zijn voor mijn energieprofiel, voordat de machine of voorziening wordt aangeschaft.
18. Als MKB'er wil ik dat het EMS met één klik automatische in de machineplanning optimalisatie toe kan passen op mijn energieprofiel over de dag, zodat ik een eerste suggestie heb van een optimale indeling van mijn mogelijk machine gebruik in de planning.
19. Als MKB'er wil ik dat het EMS met handmatige aanpassing in de machineplanning optimalisatie toe kan passen op mijn energieprofiel over de dag, zodat ik verdere aanpassingen in mijn machine gebruik van de planning kan maken of aan kan passen als zelf een betere optie wordt gezien.

20. Als Impact IoT Solutions wil ik (op afstand) toegang hebben tot de EMS weergave van de individuele klanten met dezelfde functionaliteit, zodat ik data analyse kan uitvoeren, advies kan geven, en support kan bieden.
21. Als Impact IoT Solutions wil ik dat modernere industriële machines uitgelezen kunnen worden via de al aanwezige poort (indien mogelijk), zonder losse sensors te plaatsen, zodat minder energiemeters tussen de machine en meterkast geplaatst hoeft te worden.

Niet functionele requirements

22. Als MKB'er wil ik dat mijn data beveiligd zijn, zodat niet onbekende personen mijn gegevens kunnen inzien.
23. Als MKB'er wil ik dat in de strokenplanning duidelijk zichtbaar is welke machines huidige gesimuleerd worden boven op de "live data" van het gemeten energieprofiel, zodat ik kan zien welke machines gesimuleerd zijn en welke machines in actueel gebruik zijn.
24. Als MKB'er wil ik dat de gesimuleerde verandering duidelijk zichtbaar is in de energiegrafiek, zodat ik kan zien welke machines gesimuleerd zijn en welke machines in actueel gebruik zijn.
25. Als MKB'er wil ik dat de waarden van het energiegebruik in de widget d.m.v. kleurschaal wordt aangegeven hoe dicht deze op het gecontracteerd vermogen zit, zodat ik snel kan zien of ik dichtbij mijn gecontracteerd vermogen zit.
26. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten open source met een actieve community zijn, zodat de softwarepakketten actief onderhoud worden en de slimme toepassing niet vanaf nul ontwikkeld hoeft te worden.
27. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten voldoende documentatie hebben, zodat het duidelijk is hoe de softwarepakketten werken en op doorgebouwd kan worden.

Technische randvoorwaarden:

28. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de edge computer en EMS aansluiting heeft voor Modbus, PI, P2, poorten voor het uitlezen van industriële machines, zodat de industriële machines die deze aansluiting hebben zonder een losse sensor data kunnen versturen naar de database.
29. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de EMS op een edge computer kan draaien, zodat de slimme toepassing real-time data kan vergaren.
30. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de edge computer data naar een PostgreSQL database stuurt, zodat de data binnen het huidige data platform opgeslagen kunnen worden.
31. Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten geschreven zijn in een bekende programmeertaal (zoals Python), zodat mijn developers goed verder op de softwarepakketten kunnen doorbouwen.

Requirements prioriteren

Na het identificeren van de requirements, kunnen de requirements geprioriteerd. Dit wordt uitgevoerd door middel van de MoSCoW methode. De prioriteringen van de requirements is terug te vinden in Tabel 5 Requirements prioritering.

Nr.	Requirement	Prioritering
1.	Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in mijn energieverbruik, zodat ik het netcongestie vanuit mijn bedrijf beter kan managen en om mijn energiekosten beter te kunnen managen.	Must have
2.	Als Impact IoT Solutions wil ik individuele bedrijven kunnen voorzien van Energie Management Systemen, zodat ik de klant van advies kan voorzien bij het optimaliseren van hun energieverbruik binnen het gecontracteerde vermogen.	Must have
3.	Als Impact IoT Solutions wil ik de individuele bedrijven aan elkaar kunnen koppelen in energie-gemeenschappen, zodat lokale netcongestie opgelost kan worden.	Must have
5.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten een licentie hebben dat vrijheid biedt in het aanpassen en distribueren van de software, zodat het softwarepakket gebruikt mag worden voor zakelijke en/of commerciële doeleinden	Must have
6.	Als MKB'er wil ik dat mijn energieverbruik per machine weergegeven wordt, zodat ik per machine kan inzien hoeveel energie verbruikt wordt en kan zien welke machines 'onnodig' op een piek uur energie verbruiken.	Must have
7.	Als MKB'er wil ik dat de slimme toepassing de optie biedt om nieuwe machines toe te voegen, zodat ik kan inzien of ik kan uitbreiden binnen mijn bedrijf.	Must have
9.	Als Impact IoT Solutions wil ik overzicht hebben op de verschillende individuele gebruikers profielen van de (klant) MKB's, zodat ik klanten kan adviseren en aan elkaar kan koppelen op hetzelfde Industrierrein.	Must have
10.	Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in mijn energieverbruik per machine over de tijd kunnen inzien, zodat ik kan inzien hoeveel energie verbruikt wordt op een specifiek tijdvak.	Must have
11.	Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in de planning van mijn machines, zodat ik kan inzien wanneer een machine energie verbruikt.	Must have
13.	Als MKB'er wil ik inzicht krijgen welke machines 'vaste' of 'flexibele' machines zijn, zodat ik kan inzien welke machines ik in mijn planning kan verplaatsen.	Must have
14.	Als MKB'er wil ik mijn totaal verbruik van de dag kunnen inzien, zodat ik kan concluderen of ik aan mijn gecontracteerd vermogen zit.	Must have
15.	Als MKB'er wil ik inzien hoeveel energie ik verbruikt heb ten opzichte van mijn gecontracteerd vermogen, zodat ik kan inzien hoeveel van mijn gecontracteerd vermogen verbruikt is.	Must have
16.	Als MKB'er wil ik kunnen inzien hoeveel energiekosten ik maak, zodat ik mijn energiekosten kan gaan managen.	Must have
17.	Als MKB'er wil ik nieuwe industriële machines of voorzieningen kunnen toevoegen aan mijn energieprofiel, zodat ik kan inzien wat de gevolgen zijn voor mijn energieprofiel, voordat de machine of voorziening wordt aangeschaft.	Must have

Nr.	Requirement	Prioritering
20.	Als Impact IoT Solutions wil ik (op afstand) toegang hebben tot de EMS weergave van de individuele klanten met dezelfde functionaliteit, zodat ik data analyse kan uitvoeren, advies kan geven, en support kan bieden.	Must have
22.	Als MKB'er wil ik dat mijn data beveiligd zijn, zodat niet onbekende personen mijn gegevens kunnen inzien.	Must have
23.	Als MKB'er wil ik dat in de strokenplanning duidelijk zichtbaar is welke machines huidig gesimuleerd worden boven op de "live data" van het gemeten energieprofiel, zodat ik kan zien welke machines gesimuleerd zijn en welke machines in actueel gebruik zijn.	Must have
24.	Als MKB'er wil ik dat de gesimuleerde verandering duidelijk zichtbaar is in de energiegrafiek, zodat ik kan zien welke machines gesimuleerd zijn en welke machines in actueel gebruik zijn.	Must have
26.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten open source met een actieve community zijn, zodat de softwarepakketten actief onderhoud worden en de slimme toepassing niet vanaf nul ontwikkeld hoeft te worden.	Must have
27.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de softwarepakketten voldoende documentatie hebben, zodat het duidelijk is hoe de softwarepakketten werken en op doorgebouwd kan worden.	Must have
29.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de EMS op een edge computer kan draaien, zodat de slimme toepassing real-time data kan vergaren.	Must have
4.	Als Impact IoT Solutions wil ik meerdere bedrijven parken van service kunnen zijn met het opzetten van energie-gemeenschappen en het beheren ervan, zodat meerdere gelijktijdige projecten zijn om aan te werken dit is goed voor innovatie en werk.	Should have
8.	Als MKB'er wil ik dat het EMS mijn energie verbruik kan optimaliseren, zodat mijn energieverbruik egalier over de dag verdeeld wordt in relatie tot het gecontracteerd vermogen.	Should have
12.	Als MKB'er wil ik inzicht krijgen in de specificaties van mijn machines, zodat ik kan inzien hoeveel elke machine gemiddeld verbruikt en welke machines meegenomen worden in de analyse.	Should have
18.	Als MKB'er wil ik dat het EMS met één klik automatische in de machineplanning optimalisatie toe kan passen op mijn energieprofiel over de dag, zodat ik een eerste suggestie heb van een optimale indeling van mijn mogelijk machine gebruik in de planning.	Should have
19.	Als MKB'er wil ik dat het EMS met handmatige aanpassing in de machineplanning optimalisatie toe kan passen op mijn energieprofiel over de dag, zodat ik verdere aanpassingen in mijn machine gebruik van de planning kan maken of aan kan passen als zelf een betere optie wordt gezien.	Should have
25.	Als MKB'er wil ik dat de waarden van het energiegebruik in de widget d.m.v. kleurschaal wordt aangegeven hoe dicht deze op het gecontracteerd vermogen zit, zodat ik snel kan zien of ik dichtbij mijn gecontracteerd vermogen zit.	Should have

Nr.	Requirement	Prioritering
30.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de edge computer data naar een PostgreSQL database stuurt, zodat de data binnen het huidige data platform opgeslagen kunnen worden.	Should have
21.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat modernere industriële machines uitgelezen kunnen worden via de al aanwezige poort (indien mogelijk), zonder losse sensors te plaatsen, zodat minder energiemeters tussen de machine en meterkast geplaatst hoeft te worden.	Could have
28.	Als Impact IoT Solutions wil ik dat de edge computer en EMS aansluiting heeft voor Modbus, P1, P2, poorten voor het uitlezen van industriële machines, zodat de industriële machines die deze aansluiting hebben zonder een losse sensor data kunnen versturen naar de database.	Could have

Tabel 5 Requirements prioritering

8.2.4. Hoe kan de slimme toepassing op de markt gebracht/ geïmplementeerd worden?

Business & Verkoop strategie.

Als verkoopstrategie is onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor het verkopen van een (opensource) EMS-systeem aan een klant. Hiervoor is als voorbeeld gekeken naar de licentie van het opensource pakket OpenEMS.

1. Volledig opensource EMS pakket

De eerste mogelijkheid is om volledig gebruik te maken van een opensource EMS softwarepakket en deze in te richten op de gebruiksdoeleinde, voor gebruik van de benodigde meetapparatuur en databasestructuur.

De verkoop strategie is het leveren van een volledig EMS systeem aan de klant, software, inclusief hardware en opzetten van het geheel voor de klant. Wat aan de klant wordt verkocht is het de nodige hardware in de vorm van sensoren, edge computer, toegang tot een energie database en opensource pakket ingericht voor de klant met alle instellingen en benodigde packages.

Het voordeel hiervan is dat een dergelijk opensource EMS pakket direct doorverkocht kan worden aan de klant, mits voldaan wordt aan alle licentie voorwaarden. De voorwaarde om dit te mogen doen is over het algemeen (en in geval van OpenEMS) dat er verwezen wordt naar de oorspronkelijke source code van de EMS software, de licentie overeenkomst moet worden bijgeleverd en alle eigen toevoegingen moeten ook openbaar worden gemaakt.

Het nadeel van deze verkoopstrategie is mogelijk dat een andere partijen de software zelf digitaal kunnen ophalen en installeren of (door)verkopen op eigen initiatief. Dit is inclusief alle eigen ontwikkelde software toevoegingen die openbaar zijn gemaakt, als deel van de licentie voorwaarden.

De mogelijkheid bestaat dat potentiële klanten zelf aan de slag gaan met de EMS, zonder Impact IoT Solutions hierbij te betrekken. Ondanks dit risico. Wat de klant weerhoudt om zelf aan de slag te gaan is de kennis die nodig is om het EMS op juiste manier op te zetten, nodige hardware inclusief installatie hiervan, toegang tot een database structuur.

2. Eigen Extensie op opensource EMS pakket

Voor deze verkoopstrategie wordt de hardware, systeem service en van de EMS alleen de eigen ontwikkelde extensie(s) aan de klant verkocht.

Het is bij deze verkoopstrategie van belang dat de ontworpen extensie geen code of architectuur van het oorspronkelijke opensource pakket bevat. De eigen extensie moet een op zichzelf staan en voor functionaliteit tappen uit het opensource pakket zonder daar aanpassingen in aan te brengen.

Het voordeel is dat de ontwikkelde software voor het functioneren van het eigen EMS systeem niet openbaar hoeft worden gemaakt om van het opensource pakket mee te mogen leveren aan de klant. Hiermee wordt voorkomen dat partijen de software zelfstandig doorverkopen of inzetten om aanschafkosten te omzeilen.

Een nadeel van deze strategie is dat het schrijven van een dergelijke extensie of package mogelijk onnodig moeilijk maakt. Waar anders aanpassingen of toevoegingen aan bestaande code mogelijk zijn moet originele script in dit geval volledig of grotendeels omzeilt worden.

3. Volledig eigen EMS pakket ontwikkelen

De andere mogelijke verkoopstrategie is niet gebruik maken van opensource en een volledig nieuw EMS systeem opzetten. Hiervoor kan deze gebaseerd worden op de opensource EMS.

Het grote voordeel hiervan is dat de ontwikkelaar in dit geval volledig eigenaar is van het softwarepakket en deze vrij kan verkopen zonder licentie restricties.

Het nadeel voor deze toepassing van gebruik in een EMS systeem is dat er veel tijd in software ontwikkelen gaat zitten. Terwijl er op de markt al genoeg EMS software pakketten beschikbaar zijn die benut kunnen worden.

De afweging voor Impact IoT Solutions is of zij een volledig eigen EMS systeem willen realiseren en kunnen verkopen. Als de business case is om product een volledig functioneel EMS systeem bij de klant af te leveren is het advies om wel gebruik te gaan maken van een van de open-source EMS opties vanwege de software development en tijd die dit bespaard.

Verdienmodellen

Op basis van de verschillende opties van de verkoopstrategieën, is verder onderzocht welke verdienmodellen passend zijn. Voor alle drie de verkoopstrategieën zijn drie opties. Deze opties zijn het volgende:

1. Servicemodel

Met het servicemodel wordt het product, in dit geval de hardware en software en/of het opzetten van een energiegemeenschap, voor een lagere prijs verkocht. Het grootste deel van de omzet wordt verdient uit het leveren van de service, reparatie of onderhoud. Dit model zorgt ervoor dat de omzet stabiel is en dat de klanten voor een langere tijd vastzitten aan Impact IoT Solutions. (Annaars, 2019)

2. Eenmalige betaling + Abonnementsmodel

Een andere mogelijkheid is om de EMS als een abonnement aan te bieden. De installatie én de hardware wordt aangeboden als éénmalige kosten, waarna het EMS zelf als abonnement aangeboden wordt. Hierdoor kan de klant op maandelijks of jaarlijkse basis bepalen of de EMS gerund wordt en inzichten gecreëerd worden of dat de inzichten

stoppen. Een groot voordeel van dit model is dat klanten meestal vooruitbetalen, waardoor voor een bepaalde alvast de omzet berekent kan worden. Het nadeel van dit model is dat de klanten het abonnement op elk moment kunnen stopzetten. (Annaars, 2019)

3. Productiemodel + Servicemodel

Naast deze twee mogelijkheden, kan de slimme toepassing verkocht op basis van het productiemodel samengevoegd met servicemodel. Deze combinatie wordt toegepast wanneer de slimme toepassing op maatwerk gericht moet gaan worden. Dit zou bijvoorbeeld voor een klant kunnen zijn die specifieke requirements. Tot het moment dat de slimme toepassing specifiek voor de klant ontwikkeld wordt, valt de slimme toepassing onder het productiemodel. Wanneer de slimme toepassing ontwikkeld is, wordt overgestapt naar het servicemodel. Vanaf dit punt wordt service, reparatie of onderhoud geleverd en blijft er een stabiele omzet.

Naast het toepassen van de verdienmodellen op de verschillende verkoopstrategieën, kan gebruik gemaakt worden door het verdienmodel 'Affiliate marketing'. Dit betekent dat Impact IoT Solutions een samenwerking met een bedrijf aan zou gaan (dat bijvoorbeeld batterijen of zonnepanelen leveren) en het product of service van het bedrijf gaat promoten bij een klant van Impact IoT Solutions. Hiermee kan een overeenkomst opgesteld worden dat Impact IoT Solutions een percentuele of vaste vergoeding krijgen voor de verwijzing of dat de promotie via beide kanalen uitgevoerd wordt. (Annaars, 2019)

Business case d.m.v. Business Model Canvas

De business case voor het energiemanagementsysteem is hieronder gemodelleerd in de vorm van een Business Model Canvas (BMC). In het BMC wordt beschreven wat de impact gat zijn van de slimme toepassing voor de situatie van Impact IoT Solutions.

In dit BMC (zie Tabel 6 Business Model Canvas) valt op dat bij de key-partners wel jurist en data-analist zijn meegenomen, maar niet softwareontwikkelaars. Dit komt doordat Impact IoT Solutions beschikt over softwareontwikkelaars die vermoedelijk genoeg kennis hebben om verder te bouwen op OpenEMS om te voorzien in de benodigde functies. En nog niet over juristen, data-scientists/analisten en installateurs dus dit zijn externe partijen die ingehuurd moeten worden

BMC voor het Energie Management Systeem

 Key Partners	 Key Activities	 Value Propositions	 Customer Relationships	 Customer Segments
<ul style="list-style-type: none">Energiemeter LeverancierOpenEMS Association E.V.Edge- computer leverancierData scientistData analystGecertificeerde installateursJurist	<ul style="list-style-type: none">Energieverbruik simulerenEnergieverbruik visualiserenEnergieverbruik metenEnergieverbruik voorspellen	<ul style="list-style-type: none">EnergiemanagementNetcongestie verhelpenEnergieverbruik simulerenEnergieverbruik voorspellenAfhankelijkheid energieleverancier verminderen	<ul style="list-style-type: none">InstallatieGeautomatiseerde inzichten, simulaties en voorspellenCustomer serviceAdvies/ persoonlijke assistentie	<ul style="list-style-type: none">Bedrijf binnen de MKB-industrie sectorMKB-industrie bedrijven binnen een industrieterrein die kampen met netcongestie.
	 Key Resources		 Channels	
	<ul style="list-style-type: none">EnergiemetersEdge computersEMSDigital TwinSimulatiepakketDatabaseServer		<ul style="list-style-type: none">Via – ViaCongresMailWebsiteSocial Media	
 Cost Structure			 Revenue Streams	
<ul style="list-style-type: none">EnergiemeterEdge computersVaste lastenInstallateursJuridisch advies			<ul style="list-style-type: none">Energiemanagementsysteem & digital twinVoorspelmodel/ simulatiemodelCustomer serviceInstallatieAdvies	

Tabel 6 Business Model Canvas

8.3. Onderzoek 3: Technisch

Te beantwoorde Deelvraag:

Wat moet technisch uitgewerkt worden om de volgende gewenste eigenschappen te implementeren?

- Verzamelen van data uit energiestromen
- Visualiseren van energiestromen
- Voorspellen (simuleren) van energiestromen
- Onderling verrekenen van energie tussen MKB's

8.3.1. Welke functionaliteit(en) zijn nodig om de slimme toepassing te kunnen ontwikkelen?

In deze sub-paragraaf worden de functionaliteiten die de slimme toepassing moet hebben voor het vervullen van de eerder opgestelde requirements (zie Tabel 5 Requirements prioritering) d.m.v. een functieanalyse onderzocht en weergegeven. De functies worden vervolgens verwerkt tot use cases en UI design waarmee de eisen van de actors worden vervult.

Functieanalyse via Hamburgermodel

In de functieanalyse d.m.v. het Hamburgermodel worden de functies uitgezet tegen de technische componenten/oplossingen die de functie vervullen met de belangrijke specificaties erbij. Het functieoverzicht in de vorm van het Hamburgermodel is te zien in Figuur 6 Functieanalyse.

De niveaus van het functieoverzicht zijn opgebouwd uit:

- Hoofdfunctie
- Deelfuncties niveau 1
- Deelfuncties niveau 2
- Deelfuncties niveau 3

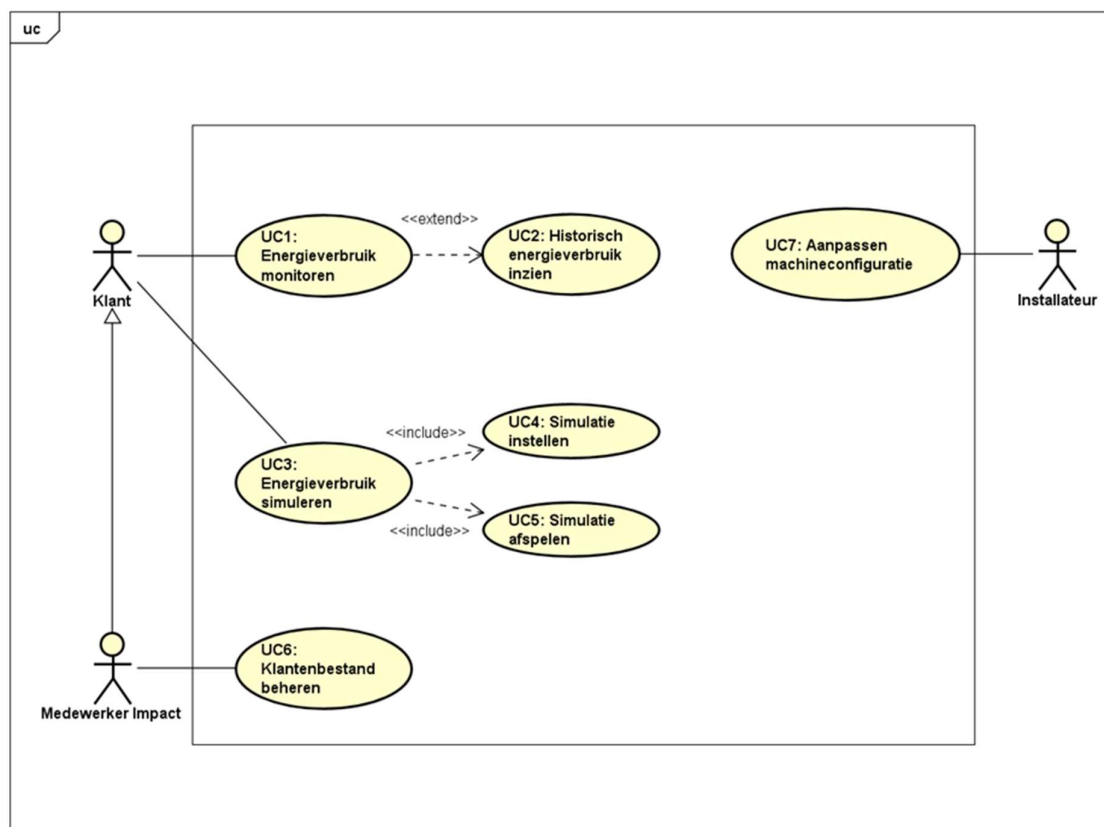


Figuur 6 Functieanalyse

Volledige (grote) weergave, zie Bijlage A: Functieboo.

Use cases

Om overzichtelijk te kunnen zien welke stappen het systeem (in dit geval het EMS) moet uitvoeren, worden use cases opgezet. Binnen elke use case, wordt vastgesteld welke stappen uitgevoerd worden, wie de primaire actor is en welke condities eraan vast zitten. In Figuur 7 Use Case Diagram is te zien welke use cases binnen het systeem zitten.



Figuur 7 Use Case Diagram

Wat elke Use case inhoud wordt beschreven in Tabel 7 Use Case Beschrijving.

Nr.	Use case	Beschrijving
1.	Energieverbruik monitoren	De klant moet op de hoofdpagina zijn huidig energieverbruik, opwekking, netafname en net terug levering in kunnen zien in relatie tot gecontracteerd vermogen.
2.	Historisch energieverbruik inzien	De klant moet op de geschiedenis pagina een duidelijk overzicht krijgen van zijn energieverbruik over tijd.
3.	Energieverbruik simuleren	De klant opent de simulatiepagina om advies te krijgen over zijn of haar energieverbruik.
4.	Simulatie instellen	De klant stelt het energieprofiel van de simulatie in.
5.	Simulatie afspelen	Het systeem genereert op basis van het ingestelde energieprofiel een simulatie van het energieverbruik.

Nr.	Use case	Beschrijving
6.	Klantenbestand beheren	Een medewerker van Impact IoT Solutions beheert de gegevens van klanten en kan advies bieden op basis van deze gegevens.
7.	Aanpassen machineconfiguratie	Als er een nieuwe machine of energiemeter wordt aangesloten kan de installateur deze toevoegen aan het EMS-systeem.

Tabel 7 Use Case Beschrijving

Naast de beschrijving van elke use case, is per use case de use case volledig uitgewerkt. Binnen deze use case worden de primaire actoren, stakeholders, condities en scenario's beschreven.

Primaire actor	Klant
Stakeholders	Impact IoT Solutions
Beschrijving	De klant opent de EMS-webpagina om zijn of haar energieverbruik in te zien.
Precondities	De klant heeft toegang tot de EMS-webpagina en een geldig account.
Postcondities	De klant heeft een duidelijk overzicht van het energieverbruik.
Main succes scenario	
Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
1. Klant logt in op de EMS-webpagina.	2. Het systeem verifieert de inloggegevens en toont de hoofdpagina.
3. Klant navigeert naar de sectie "Energieverbruik Monitoren".	4. Het systeem toont een overzicht van het huidige totale energieverbruik (verdeeld over netafname, afname van andere installatie, afname vanuit opwekking en opslag), energieverbruik per machine/groep, energieprij, opwekking, opslag en terug levering.
Alternatieve scenario's	
1. Klant voert foutieve inloggegevens in	2. Het systeem geeft een foutmelding

Tabel 8 UC1: Energieverbruik monitoren

Primaire actor	Klant
Stakeholders	Impact IoT Solutions
Beschrijving	De klant moet op de geschiedenis pagina een duidelijk overzicht krijgen van zijn energieverbruik over tijd.
Precondities	De klant is ingelogd op de EMS-webpagina.
Postcondities	De klant heeft een overzicht van historisch energieverbruik over de geselecteerde periode.
Main succes scenario	

Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
1. Klant logt in op de EMS-webpagina.	2. Het systeem verifieert de inloggegevens en toont de hoofdpagina.
3. Klant navigeert naar de sectie "Geschiedenis".	4. Het systeem toont de geschiedenis pagina en vraagt om de gewenste periode.
5. Klant selecteert de gewenste periode (dag, week, maand, jaar).	6. Het systeem haalt de historische energieverbruiksgegevens op en toont deze in grafieken en tabellen.
7. Klant bekijkt de gegevens en kan deze exporteren indien gewenst	
Alternatieve scenario's	
	6. Het systeem geeft aan dat de periode niet beschikbaar is

Tabel 9 UC2: Historisch energieverbruik inzien

Primaire actor	Klant
Stakeholders	Impact IoT Solutions
Beschrijving	De klant opent de simulatiepagina om advies te krijgen over zijn of haar energieverbruik.
Precondities	De klant is ingelogd op de EMS-webpagina.
Postcondities	De klant heeft toegang tot simulaties van energieverbruik.
Main succes scenario	
Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
2. Klant logt in op de EMS-webpagina.	2. Het systeem verifieert de inloggegevens en toont de hoofdpagina.
3. Klant navigeert naar de sectie "Simulatie".	4. Het systeem toont de simulatie pagina en de bijbehorende eerder afgespeelde simulaties
Alternatieve scenario's	
	4. Het systeem geeft aan dat er nog geen simulaties gegenereerd zijn.

Tabel 10 UC3: Energieverbruik simuleren

Primaire actor	Klant
Stakeholders	Impact IoT Solutions
Beschrijving	De klant stelt het energieprofiel van de simulatie in.
Precondities	<ul style="list-style-type: none"> De klant is ingelogd op de EMS-webpagina.

	<ul style="list-style-type: none"> De klant is op de simulatie-pagina.
Postcondities	De simulatie is ingesteld en klaar om uitgevoerd te worden.
Main succes scenario	
Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
1. Klant selecteert de optie om een nieuwe simulatie in te stellen.	2. Het systeem toont de pagina voor het instellen van de simulatie.
3. Klant voert de parameters in zoals energieprofiel, gewenste periode, machines (en hun dutycycle), maximale capaciteit, hoeveelheid opwekking en hoeveelheid opslag.	4. Het systeem slaat de ingestelde parameters op en bevestigt dat de simulatie klaar is om te worden uitgevoerd.
Alternatieve scenario's	
3. Klant voert ongeldige parameters in.	4. Het systeem toont een foutmelding en vraagt om de nodige correcties.

Tabel 11 UC4: Simulatie instellen

Primaire actor	Klant
Stakeholders	Impact IoT Solutions
Beschrijving	Het systeem genereert op basis van het ingestelde energieprofiel een simulatie van het energieverbruik.
Precondities	<ul style="list-style-type: none"> De klant is ingelogd op de EMS-webpagina. De klant is op de simulatie-pagina. De klant heeft een simulatie ingesteld.
Postcondities	De klant ontvangt de resultaten van de simulatie en mogelijk advies betreffend de kpi's.
Main succes scenario	
Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
1. Klant kiest de optie om de simulatie af te spelen.	2. Het systeem genereert de simulatie op basis van de ingestelde parameters.
	3. Het systeem toont de resultaten van de simulatie, inclusief grafieken en mogelijke optimalisatieadviezen.
4. Klant bekijkt de resultaten en kan deze exporteren of verder analyseren.	
Alternatieve scenario's	

Tabel 12 UC5: Simulatie afspelen

Primaire actor	Medewerker van Impact IoT Solutions	
Stakeholders	Klanten en Impact IoT Solutions	
Beschrijving	Een medewerker van Impact IoT Solutions beheert de gegevens van klanten en kan advies bieden op basis van deze gegevens.	
Precondities	<ul style="list-style-type: none">De medewerker is ingelogd op de EMS-webpagina.Medewerker heeft de benodigde rechten.	
Postcondities	Medewerker heeft inzicht in het energieprofiel van de klanten van Impact IoT Solutions	
Main succes scenario		
Actie van actor		Verantwoordelijkheid systeem
1. Medewerker navigeert naar de sectie “beheer”.		2. Het systeem toont de beheer pagina met het klantenbestand.
3. Medewerker selecteert de benodigde klant om gegevens en of energieprofiel in te zien.		4. Het systeem toont de pagina van de betreffende klant.
Alternatieve scenario's		
5. Medewerker voert wijzigingen door in klantgegevens (bijvoorbeeld: contactinformatie of energieprofiel) en drukt op opslaan		6. Het systeem slaat de wijzigingen op en bevestigt de verandering.

Tabel 13 UC6: Klantenbestand beheren

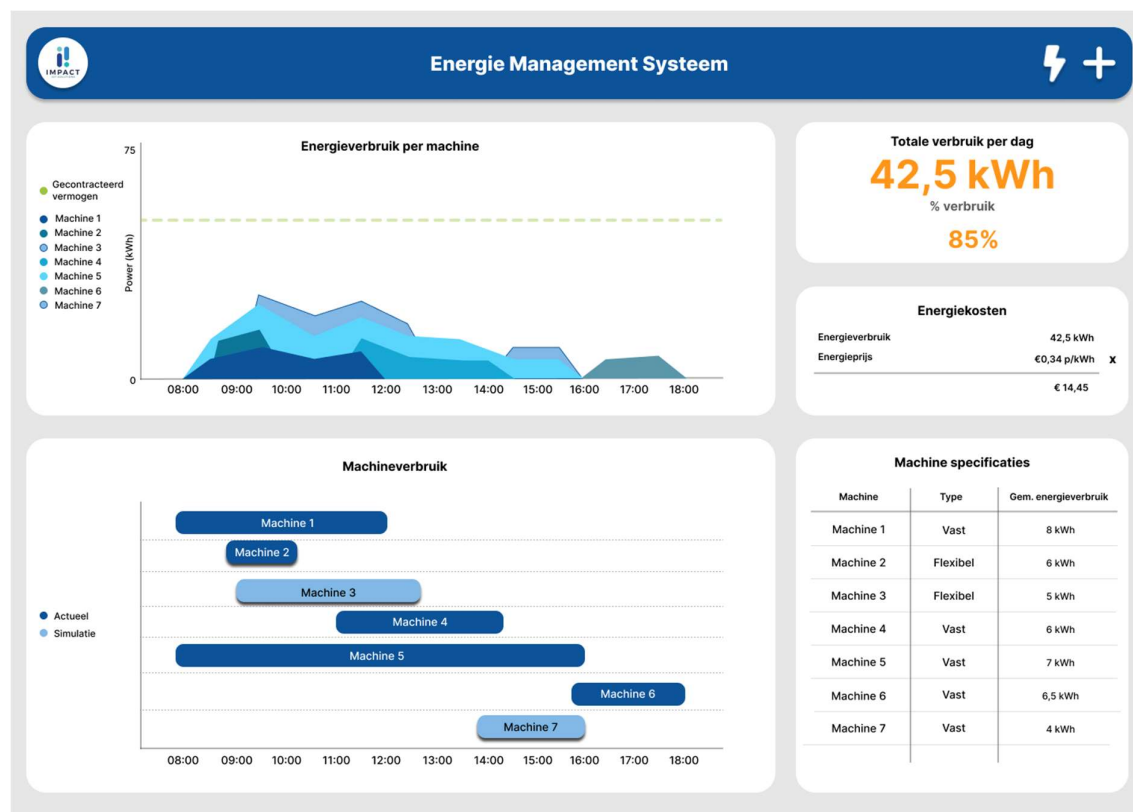
Primaire actor	Installateur
Stakeholders	Klanten en Impact IoT Solutions
Beschrijving	Als er een nieuwe machine of energiemeter wordt aangesloten kan de installateur deze toevoegen aan het EMS-systeem.
Precondities	<ul style="list-style-type: none">De installateur is ingelogd op de EMS-webpagina.De installateur heeft de benodigde rechten.
Postcondities	Nieuwe machines of energiemeters zijn succesvol toegevoegd en geconfigureerd in het EMS-systeem. En het energieverbruik is nu zichtbaar in de EMS-omgeving van de klant.
Main succes scenario	
Actie van actor	Verantwoordelijkheid systeem
1. Medewerker navigeert naar de sectie “configuratie”.	2. Het systeem toont de pagina met de huidige configuratie.
3. Installateur kiest de optie om een nieuw apparaat toe te voegen.	4. Het systeem toont pagina voor het aanmaken van een nieuw apparaat.
5. Installateur voert de details in (waaronder of het een meter is of machine en vervolgens het type).	6. Het systeem slaat de nieuwe configuratie op en bevestigt de toevoeging.

Alternatieve scenario's	

Tabel 14 UC7: Aanpassen machineconfiguratie

UI-design

Naast het opzetten van de functieanalyse en use cases, is het belangrijk om inzicht te krijgen hoe de slimme toepassing visueel eruit moet zien (met voornaamste in de type inzichten). Hiervoor is een UI-design opgezet, zie Figuur 8 UI-design. Binnen dit UI-design zijn de verschillende visualisaties te zien.



Figuur 8 UI-design

Zoals te zien in Figuur 8 UI-design, worden meerdere visualisaties weergegeven. Wat deze visualisaties inhouden, wordt hieronder beschreven:

1. Energieverbruik per machine

Binnen de 'Energieverbruik per machine' visualisatie wordt een gestapeld vlakdiagram gebruikt waarin het energieverbruik van de machines wordt weergegeven. In deze grafiek wordt naast de onderscheid van de machines, het gecontracteerd vermogen gevisualiseerd als een trendlijn. Met behulp van deze visualisatie moet de klant inzicht kunnen krijgen over de volgende aspecten:

- Totaal verbruik per uur
- Verbruik per machine per uur
- Hoe dicht het energieverbruik is ten op zichte van het gecontracteerd vermogen

2. Totale verbruik per dag

Binnen de 'Totale verbruik per dag' visualisatie wordt een widget/kaartvisualisatie gebruikt waarin het energieverbruik van de dag wordt weergegeven. Daarnaast wordt het percentueel verbruik ten op zichte van het gecontracteerd vermogen weergegeven. Door

middel van deze visualisatie moet de klant in één opzicht kunnen zien hoeveel vermogen verbruikt is en hoe dicht de klant zit op zijn/haar gecontracteerd vermogen.

3. Energiekosten

Binnen de 'Energiekosten' visualisatie wordt een widget/kaartvisualisatie gebruikt waarin de energiekosten van de klant berekend wordt. Binnen deze visualisatie wordt de berekening weergegeven, zodat de klant kan zien hoe het bedrag is bepaald. Deze visualisatie moet dienen als een inzicht op de energiekosten van de klant en voor het verrekenen van de energiekosten binnen een energiegemeenschap.

4. Machineverbruik

Binnen de 'Machineverbruik' visualisatie wordt een strokenplanning gebruikt om te kunnen inzicht te kunnen krijgen wanneer een machine actief gebruikt wordt. Met behulp van deze visualisatie moet de klant meer inzicht krijgen welke machines op een moment gebruikt worden en welke machines naar een ander tijdslot verplaatst kunnen worden. Deze visualisatie moet, naast inzicht geven, dienen als een visualisatie dat input gebruikt voor het simuleren. De klant moet in deze visualisatie de flexibele machines kunnen bewegen over de tijdlijn. Wanneer de machine op een andere tijdslot staat, moet deze tijd meegenomen worden in de visualisatie.

5. Machine specificaties

Binnen de 'Machine specificaties' visualisatie wordt een tabel gebruikt waarin de informatie van de machines wordt weergegeven, zoals de naam, type en gemiddeld energieverbruik. Met behulp van deze visualisatie moet de klant snel kunnen inzien welke machines binnen het bedrijf worden gebruikt/gemeten en welke specificaties deze machine heeft.

6. Bliksemschicht knop

De bliksemschicht knop dient als een knop om het energieverbruik van de klant te optimaliseren. Wanneer de klant op deze knop zou drukken, berekent het systeem het meest optimale energieverbruik van de klant. Het resultaat hiervan wordt dan weergegeven over alle visualisaties.

7. Plus knop

De plus knop dient als een knop om een machine of voorzieningen toe te voegen aan het energieprofiel. Hiermee moet gesimuleerd worden hoe het energieprofiel van de klant wordt, wanneer de klant een machine of voorziening heeft toegevoegd. Deze simulatie moet gevisualiseerd worden over alle visualisaties. Met behulp van deze knop moet de klant een inzicht krijgen of het aanschaffen van een machine of voorziening mogelijk is binnen het huidige gecontracteerd vermogen.

8.3.2. Welke bestaande softwarepakketten kunnen gebruikt worden om de slimme toepassing te ontwikkelen?

OpenEMS

(OpenEMS, 2022)

Het pakket maakt gebruik van de Eclipse Public License version 2.0 voor de backend. Dit houdt in dat wanneer je de software wilt distribueren dit niet onder een andere licentie kan. Dus je moet

een kopie van de volledige licentie en het oorspronkelijke auteursrechtbericht toevoegen. Daarnaast moet de broncode beschikbaar zijn (bijvoorbeeld op GitHub) waarin het aangepaste werk staat dat is gebaseerd op code van openEMS (dit zou mogelijk omzeilt kunnen worden door geen directe aanpassingen te maken). En als laatste als het verkocht wordt zou Impact IoT Solutions het programma moeten verdedigen tegen eventuele rechtszaken/schadeclaims die kunnen ontstaan rondom het aangepaste openEMS. Bron: Open Source Software Licenses 101: The Eclipse Public License – FOSSA

De UI valt vervolgens weer onder GNU Affero General Public License version 3. Deze licentie heeft in het kort de volgende eisen voor het herdistribueren van de UI: er moet een kopie van de volledige licentietekst en het originele auteursrechtbericht meegeleverd worden, alle significante wijzigingen die zijn aangebracht aan de originele software moeten vermeld worden, de broncode moet beschikbaar zijn, alle installatie-informatie die nodig is om de software bij te werken en opnieuw te installeren als het programma wordt gebruikt als onderdeel van een consumentenapparaat moet beschikbaar zijn, als de aangepaste openEMS UI beschikbaar wordt gemaakt voor gebruikers via een netwerk moet ook de broncode beschikbaar zijn.

Voordelen:

- OpenEMS is volledig open source.
- Beschikbare handleiding voor het opzetten van de EMS en nieuwe packages
- Goede documentatie van functionaliteiten en dus ook goed inzetbaar.
- Komt met een user interface, er wordt geadviseerd om hier zelf een variant op te baseren en te maken.
- Het bevat een UI.
- Het biedt ondersteuning voor het simulatie/digital twinning.
- Ondersteund industriële protocollen zoals modbus, m-bus etc.

Nadelen:

- Het is voorzien van 2 licenties waar aan voldaan moet worden (zie voor meer hierover onder aan de pagina)
- De simulatie/digital twinning mogelijkheden zijn specifiek bedoelt voor development.

BEMServer

(Inoxia, 2024) (BEMServer, 2024)

Het maakt hierbij specifiek gebruik van de GNU Affero General Public License version 3 dus het is te gebruiken voor onze doeleinden (voor meer info hierover zie de vorige pagina).

Voordelen:

- Het is een open source EMS-systeem
- Het bevat een UI.
- Werkt met extensies die grotendeels door de community ontwikkeld worden

Nadelen:

- De documentatie is slecht (specifiek erg kort)
- Het bedrijf erachter verdient aan het installeren en opzetten van BEMserver.
- Het is gericht op de bedrijfssector dus biedt niet per se ondersteuning voor industriële interfaces

OpenEnergyMonitor

(OpenEnergyMonitor, 2024)

Voordelen:

Nadelen:

Is per definitie gericht op consumentendoeleinden dus niet van toepassing op onze opdracht. Als bewijs zie toepassingen op hun wiki: (OpenEnergyMonitor, 2023)

8.3.3. Welk softwarepakket is het meest geschikt voor de slimme toepassing?

Multicriteria analyse

Om te kunnen bepalen wat het meest geschikte softwarepakket is, is een Multicriteria analyse uitgevoerd, zie Bijlage B: Multicriteria analyse. Hierin wordt getoetst aan de randvoorwaarden en PvE die opgesteld zijn.

Op basis van de succescriteria, die bij de eisen horen, worden de verschillende software pakketten met elkaar vergeleken. Aan elk succes criterium is een waardering gekoppeld en wordt per pakket een score gegeven. Hoe beter elk softwarepakket voorziet in het vervullen van de succescriteria hoe beter deze scoort. Na de toetsing zal het best presterende software pakket gekozen worden als basis om een Proof-of-principe te ontwikkelen.

Keuze softwarepakket

Uit de Multicriteria analyse is gekomen OpenEMS gekomen als meest toepasbare softwarepakket. Zoals te zien in Figuur 9 Totaalscore Succescriteria scoort OpenEMS het hoogst op de succescriteria en voldoet hiermee het best aan de requirements.

Multicriteria Analyse van Concepten			OpenEMS	BEMServer	OpenEnergyMonitor		
[S]	Algemene Succescriteria	Weegfactor	Concept Score				
1	Hoe actiever de community hoe beter.	2	5	5	3		
2	Hoe vrijer de licentievoorwaarden hoe beter.	3	3	3	3		
3	De stroomkosten kunnen bij het gebruik worden vastgesteld. Bv met behulp van API's	1	4	3	2		
4	Hoe vollediger de documentatie hoe beter.	2	5	2	3		
5	Er wordt door het softwarepakket al een userinterface meegeleverd.	2	5	3	3		
6	Software is geschreven in een al bekende taal binnen het bedrijf. Voorkeur voor Python	2	4	5	5		
[S]	Succescriteria						
7, 11, 13	Hoe beter de software aansluit op de huidige database structuur hoe beter. Met voorkeur op een PostgreSQL database.	3	3	3	3		
8	Hoe meer verschillende type aansluitingen kunnen worden toegepast met de EMS hoe beter. Voorkeur	3	4	3	4		
9	Hoe gemakkelijker de UI in gericht kan worden hoe beter.	2	5	4	3		
10, 12	Hoe specifieker de oorsprong van energiestromen geïdentificeerd wordt hoe beter.	3	4	2	3		
14	Hoe meer inzicht op toekomstige kosten, hoe beter de energiestromen geoptimaliseerd kunnen worden.	2	3	3	1		
15	Hoe gedetailleerder hoe beter.	2	4	2	3		
Voldoet aan Eisen & Randv.			✓	✓	✓	✗	✗
Totaalscore			108	84	83	0	0

Figuur 9 Totaalscore Succescriteria

Echter voldoet de huidige openbare versie van OpenEMS nog niet volledig aan alle Eisen en randvoorwaarden. Voor de (oranje) eisen (Figuur 10 Toetsing PVE) waar nog niet aan voldaan wordt, volgens het PVE, is vastgesteld dat deze functionaliteit toegevoegd kan worden tijdens development/uitwerking van de slimme toepassing.

Multicriteria Analyse van Concepten		OpenEMS	BEMServer	OpenEnergyMonitor		
[E] PVE						
7	De EMS moet aan een database aangesloten worden.					
8	De EMS moet data kunnen ophalen van verschillende industriële apparatuur.	Industrieel en komt met nodige drivers	Industrieel, maar geen drivers voor energiemeters	Particulier, maar beschikt over drivers M-Bus, Modbus		
9	De UI van de EMS moet ingericht kunnen worden op de klant/user requirements.		User interface is niet makkelijk in te richten	User interface is niet makkelijk in te richten		
10	Digital Twin software moet gericht zijn op het visualiseren van energiestromen.		Niet specifiek gericht op enkel energiestromen			
11	Digital Twin software moet data kunnen ophalen uit					
12	Simulatie pakket moet gericht zijn op het simuleren van elektrische energie stromen.	Simulatie functionaliteit is aanwezig op component niveau maar niet op historiedata	Load Forecast functionaliteit is aanwezig. Echter wat specifiek gezocht wordt, moet nog verder ontwikkeld worden.	niet aanwezig		
13	Simulatie pakket moet data kunnen ophalen uit een					
14	De stroomkosten per machine kunnen voorspeld worden in de simulatie.	Functionaliteit kan via package geïntegreerd worden	Heeft wel API functionaliteit	niet aanwezig		
15	De Georesolutie waarop de simulatie dient te opereren is toepasbaar op een of klein cluster van MKB's		niet aanwezig	niet aanwezig		

Figuur 10 Toetsing PVE

De bevindingen uit het onderzoek en Multicriteria analyse zijn besproken met bestuur van Impact IoT Solutions. In overleg met Impact IoT Solutions is de keuze gemaakt om voor verder onderzoek te richten op het softwarepakket OpenEMS.

8.3.4. Welke toevoegingen moeten gemaakt worden aan het gekozen softwarepakket om te simuleren en te verrekenen?

Uit de vorige sub-vraag (zie 8.3.3 Keuze softwarepakket) is besloten om OpenEMS te gebruiken om de slimme toepassing verder op te ontwikkelen. Echter bevat OpenEMS niet alle functionaliteiten waaraan de slimme toepassing aan moet voldoen. Deze functionaliteiten zijn:

1. Het simuleren van energiestromen o.b.v. historiedata
2. Het verrekenmodel

Wat deze functionaliteiten inhouden en hoe deze functionaliteiten toegepast moeten worden op OpenEMS, wordt bij deze sub-vraag beantwoord.

Het simuleren van energiestromen o.b.v. historiedata

Eén van de functionaliteiten waaraan de slimme toepassing aan moet voldoen is het simuleren van energiestromen per industriële machine. OpenEMS heeft namelijk al wel een opzet voor het simuleren van apparaten. Maar voorziet hierin nog verre van de volledige eisen. Het heeft namelijk twee soorten gesimuleerde apparaten: “acting” en “reacting”. De “acting” apparaten werken op zichzelf en kunnen alleen gevoed worden vanuit een databron zoals een csv-bestand. De “reacting” apparaten kunnen daarentegen daadwerkelijk reageren op input maar dit betreft veelal apparaten met “simpel” gedrag zoals batterijen of de netmeter. (OpenEMS Association e.V., 2019) Dit kan nog niet geheel het gedrag van een industriële machine simuleren dus dat moet toegevoegd worden aan OpenEMS om uiteindelijk aan de vastgestelde functionaliteiten te kunnen voldoen.

Vorbereitung simulieren

Om deze functionaliteit te kunnen ontwikkelen moeten de volgende onderdelen gedefinieerd en opgezet worden:

1. Exacte beschrijving van het business probleem
2. Exacte beschrijving van alle constraints
3. Informatie over de sensoren
 - a. Locatie van de sensoren
 - b. Wat de sensoren meten
 - c. In welke samplerate de sensoren meten
 - d. Hoe de data wordt opgeslagen
4. Data scientist met minimaal masterniveau 4 die goed is in het omzetten van een business case in een wiskundig probleem, expertise heeft in constraint optimization, planningsproblemen en NP-hard problemen en kennis heeft over het gekozen simulatiepakket.
5. Electrical engineer die expertise heeft in het berekenen en stapelen van energiestromen.

(Grouls, 2024) (Nguyen, 2024)

Simuleren van energiestromen

Het overgrootste deel van de bestaande/beschikbare literatuur betreft het berekenen en simuleren van energiestromen op globaal niveau. Deze literatuur zijn voornamst van toepassing voor het simuleren van de impact per gebruiker op het lokale, of zelfs grootnet (zie bv. (Phase to Phase B.V., 2024)). De oorsprong van veel gevonden literatuur, wiskundige formules en simulatiepakketten. Echter kunnen een aantal simulatiepakketten geschaald worden naar ‘per machine’. Een simulatiepakket die dit kan is PyPSA. Dit pakket kan op veel verschillende niveaus gebruikt worden. Om dit simulatiepakket te kunnen gebruiken, is voorkennis over dit simulatiepakket nodig. Indien de developer nog geen kennis over dit simulatiepakket heeft, kan de developer een cursus hierover volgen. Deze cursus wordt onder andere door de HAN aangeboden. (Nguyen, 2024).

Nadat kennis is opgedaan over het simulatiepakket 'PyPSA', moet er kennis zijn over energiestromen en over de technische gegevens van de sensoren en machines. Een elektrische engineer bevat hier meestal al kennis over. Echter indien developer of engineer die aan het simuleren zal werken hier nog geen kennis over heeft, kan deze developer of engineer een cursus volgen over de energiestromen bij de gemeente Arnhem. (Nguyen, 2024).

Om de technische gegevens van de machines te verkrijgen, kunnen deze technische gegevens opgevraagd worden bij de leverancier. Volgens de Europese machinerichtlijnen (CE) in Nederland moet de leverancier de mogelijkheid bieden om de technische gegevens van de industriële machines op te vragen. Dit moet volgens de: *NEN-EN-IEC 60204-1 Hoofdstuk 17* (Koninklijk Nederlands Elektrotechnisch Comité, 2018) *voor technische documentatie*. De gevonden gegevens die verwacht kunnen worden van een leverancier van industriële apparatuur bij de machine is in één tabel met te verwachte technische gegevens die van belang zijn beschreven, zie Tabel 15 Verwachte technische machine documentatie.

Gegevens (grootheid)	Definitie	Meeteenheid	Bron uit NEN-EN-IEC 60204-1
Identificatie van de elektrische uitrusting			h16.4
Toegekende spanning.	De maximale spanning die het apparaat aan kan	Volt	h16.4
Aantal fasen.	Het aantal fasen en stroomsterkte van de fasen voor één aansluiting	Aant. x Ampere	h16.4
Frequentie (bij wisselspanning).	De fluctuatie van de spanning	Volt	h16.4
Vollaststroom voor elke Inkomende voeding.	De maximale stroomsterkte die de voeding kan leveren	Ampere	h16.4
Functionele beperkingen bijvoorbeeld:	Waar van toepassing.		h17
Aanloopstroompieken	De stroomsterkte bij het inschakelen van het apparaat of machine.	Ampere	h17
Toegelaten spanningsval		Volt	h17
Eigen benodigde toevoeging			
No-load power	Stroomverbruik bij onbelast idle	Watt	h16.4
Full-load power	Stroomverbruik bij volledige belasting	Watt	h16.4

Tabel 15 Verwachte technische machine documentatie (Koninklijk Nederlands Elektrotechnisch Comité, 2018)

Het verrekenmodel

Om ervoor te zorgen dat een verrekenmodel verwerkt kan worden binnen OpenEMS,, moeten de energieprijzen opgehaald worden. Dit kan met behulp van API's. Een API die ervoor zorgt dat de energieprijzen van de verschillende energieleveranciers opgehaald kunnen worden, is de Enever.nl API. Deze API geeft energieprijzen over de dag weer en worden éénmaal per dag ververst. Echter is deze API alleen bedoeld voor persoonlijk gebruik, waardoor het verboden is om deze API voor zakelijke en/of commerciële doeleinden te gebruiken. (Enever.nl, sd).

Zodra de energieprijzen opgehaald zijn, kan een berekening gemaakt worden om de energiekosten te verkrijgen. Deze berekening kan op drie manieren gemaakt worden:

1. Verbruikte energie X energieprijs
Om de energiekosten te verkrijgen op individueel gebruik en eventueel binnen een energiegemeenschap kunnen de energiekosten berekent worden door het verbruikte energie keer de energieprijs te doen.
2. Kosten energie installatie / % energieverbruik binnen de energiegemeenschap
Op dit moment mag nog niet energie verrekend worden tussen MKB's. Een manier om hieromheen te gaan, is door de kosten van de energie installatie te delen door het percentueel energieverbruik binnen de energiegemeenschap te gebruiken voor de energiekosten. Hierdoor kunnen de energiekosten anders afgeschreven worden en wordt het niet gezien als een verrekening tussen MKB's.
3. Volgens het berekeningsmodel van de ACM
Op 23 mei 2024 heeft S.C. Kröger, Amendement 36378-60 opgesteld waarin wordt aangevraagd om de ACM een berekeningsmodel te laten opzetten voor het verrekenen in een energiegemeenschap. Dit Amendement is op 4 juni 2024 afgewezen (Kröger, 2024). Echter is het een mogelijkheid dat dit meegenomen wordt in een wijziging, waardoor dit nog een optie is voor het verrekenen van de energiekosten in een energiegemeenschap

9. Conclusie

9.1. Beantwoording onderzoek 1: Regelgeving

Laat de regelgeving het toe om deze slimme toepassing te kunnen implementeren?

Het antwoord is Ja, het vormen van energiegemeenschappen en verrekenen van energie kan en dit wordt al in een paar situaties en pilots (kleinschalig) gedaan. De randvoorwaarde hiervoor is wel dat er niet in conflict wordt getreden met de bestaande energiewet en regelingen.

Relevante artikelen uit de Elektriciteitswet zijn:

- Artikel 95a eerste lid: Verbiedt het leveren van elektriciteit zonder vergunning aan afnemers met een aansluiting van maximaal 3*80 A.
- Artikel 95a tweede lid a: Uitzondering voor levering van elektriciteit opgewekt door de afnemer zelf.
- Artikel 95n eerste lid: Bepalingen voor overeenkomsten tot levering van elektriciteit aan groepen afnemers.

Onderling verrekenen van energie tussen MKB's

In de bestaande energiewet is in veel gevallen oorspronkelijk geen rekening gehouden met de mogelijkheid op het vormen van energiegemeenschappen en het verrekenen van energie tussen MKB's.

Wat laat de huidige energie wet- en regelgeving toe?

Het verrekenen van energiekosten tussen MKB's is op dit moment maar beperkt mogelijk. Voor het leveren en verreken van energie over een "net" wordt de leverende partij in bijna alle gevallen gezien als een energieleverancier. Als leverancier is per definitie een vergunning nodig. Echter bevinden er een aantal uitwegen in de regelgeving waardoor er geen vergunning nodig is.

Vrijstellingen en voorwaarden vanuit de regelgeving zijn:

- Vrijstelling voor overeenkomst zoals bedoeld in artikel 95n: Stroom kan onderling geleverd worden zonder vergunning elektriciteit als er een overeenkomst is die alle afnemers vertegenwoordigt.
- Grootverbruikers: Geen 'vergunning elektriciteit' nodig voor het leveren van elektriciteit aan gebruikers over een aansluiting groter dan 3*80 A.
- Privaat netwerk: Kan opgezet worden zonder aansluiting op het bestaande netwerk, mits er een ontheffing netbeheerder is. Bij een privaatnet mag op dat moment geen aansluiting aanwezig zijn met de rest van het NL- of anderszijds één "net".
- Eigen installatie: Mag zonder vergunning zelfopgewekte elektriciteit leveren aan maximaal 15 bedrijven op hetzelfde terrein, tot een maximum van 0,25 gWh per jaar.

Cable-pooling

Als de netbeheerder aangeeft dat het net vol zit en hiervoor geen energie over gedeeld kan worden, wordt cable-pooling een optie. Dit kan op 2 verschillende manieren geïmplementeerd worden.

1. Het trekken van kabels, terwijl de verbinding met het Nederlands net behouden wordt.
2. Het trekken van kabels zonder aansluiting met het Nederlandse net, door het op te zetten van een privaat netwerk. Hierbij is een vergunning elektriciteit niet verplicht.

In beide gevallen moet beschikt worden over een ontheffing netbeheerder of het moet een directe lijn betreffen. Als hieraan niet voldaan kan worden betekent het, dat het een illegaal privaat netwerk is en kan de netbeheerder dit privaat netwerk overnemen.

Oprichten van Energiegemeenschappen

Omdat binnen de huidige energiewet niet veel geconcretiseerd is met betrekking tot het verrekenen van energie, cable-pooling, energiegemeenschappen is op dit moment veel mogelijk voor het lokaal opzetten van energiegemeenschappen.

Wat zijn de mogelijkheden voor het opzetten van één energiegemeenschap/samenwerkingsverband tussen MKB's?

Hoofdzakelijke benodigdheden die een bedrijvenpark nodig heeft voor de implementatie van één energiegemeenschap/samenwerkingsverband (tussen MKB's) in de praktijk zijn:

- Goedkeuring door lokale netbeheerder: Toestemming om onderling stroom te verrekenen tussen MKB's.
- Rechtspersoon voor verrekening: Verantwoordelijk voor de onderlinge verrekening van de stroom.
- Energy hub: Gebruikt om de stroomverdeling te sturen en onbalans op het lokale net te voorkomen.
- Het bedrijventerrein moet zelf kunnen voorzien in de energiebehoefte. Dit betekend eigen opwekinstallatie, buffer en uitweg voor reststroom.

Wat is de verwachte tijdlijn van de implementatie van de nieuwe energiewet?

Tijdlijn: Verwacht inwerkingtreding van de nieuwe energiewet rond 27 oktober 2024, realistisch voor 2025.

Wat zijn mogelijke toepassingen die de nieuwe energiewet toe kan laten?

De nieuwe energiewet die in ontwikkeling is, is onder anderen bedoeld om de vaagheden en open interpretaties binnen de energiewet "dicht te timmeren". Hierbij zullen de nieuw benodigde vrijheden worden vastgelegd en huidige onduidelijkheden verder geconcretiseerd worden. Om deze reden is het belangrijk om enkele wetsvoorstellen in de gaten te houden bij het ondernemen van een nieuwe toepassing.

Relevante wetsvoorstellen/moties voor de nieuwe energiewet:

- Artikel 2.4 voorwaarden energiegemeenschap: Geeft voorwaarden waaraan een energiegemeenschap moet voldoen, zoals open en vrijwillige participatie en lokale zeggenschap.
- Definitie energiegemeenschap: Juridische entiteit die milieu-, economische, of sociale voordelen biedt aan haar leden en niet is gericht op winst.

9.2. Beantwoording onderzoek 2: Economisch

Wat is de economische haalbaarheid voor het implementeren van de slimme toepassing?

Een EMS systeem kan in de basis als op zichzelf staand systeem worden geleverd aan bedrijven voor het inzichtelijk maken van hun energieprofiel. Dit kan door meters te plaatsen voor de meterkast bij de aansluiting van de grootst verbruikende apparaten. Hierdoor kunnen de bedrijven inzicht gaan krijgen per machine. Dit is een onderdeel dat de concurrentie nog niet verwerkt hebben in hun product, waardoor dit gebruikt kan worden om van de concurrentie te onderscheiden. Dit product kan op de markt gebracht worden d.m.v. het gebruik een servicemodel of abonnementsmodel.

Wanneer de vraag komt voor het managen van energieprofielen in coöperatie verband, kan een energiegemeenschap opgezet worden. De verkregen data van de energieprofielen uit het EMS, gemeten bij de individuele bedrijven kan dan gebruikt worden om vraag en aanbod van de individuele bedrijven op elkaar af te stemmen. Hierdoor krijgen de bedrijven binnen de energiegemeenschap inzicht op het energieprofiel van hun eigen bedrijf én krijgen de bedrijven inzicht waar energie opgekocht of geleverd kan worden. Dit product kan op de markt gebracht worden d.m.v. het gebruik van een servicemodel, abonnementsmodel, productiemodel of een combinatie van deze verdienmodellen.

Waardepropositie

De slimme toepassing zorgt ervoor dat de klant (individueel en/of energiegemeenschap) inzicht gaan krijgen zijn de energietransitie van het bedrijf en/of gemeenschap. Uit deze inzichten kan de klant zich gaan richten op het optimaliseren en managen van de energietransitie van het bedrijf en/of gemeenschap. Hierdoor kan de klant inzien wat en of het veranderd kan worden binnen het bedrijf om ervoor te zorgen dat de kans op te weinig energie op een moment, energie overschrijding, stroomstoring en boetes wordt verkleint en dat de klant minder afhankelijk wordt van de communicatie met de netbeheerder.

Concurrenten

De slimme toepassing heeft een kleine concurrentiepool. Dit is doordat niet veel bedrijven een energiegemeenschap oprichten op de industrie sector binnen Nederland of een EMS aanbieden met daarin simulaties. De concurrenten die wel in aanraking komen met de slimme toepassing, zijn Lyv, Local4Local, Resourcefully, SmartDodos en ABB. Hiervan zijn de eerste twee concurrenten, directe concurrenten in het gebied van het opzetten van een energiegemeenschap en de laatste drie concurrenten, directe concurrenten in het gebied van een EMS met simulaties.

Het Local4Local project wordt op dit moment als grootste concurrent gezien, doordat dit project meerdere pilots heeft draaien en actief bezig zijn met het groeien over Nederland. Daarnaast is één van de partners van het Local4Local project, Resourcefully. Dit zorgt ervoor dat binnen het Local4Local project kennis bevat over het opzetten van een energiegemeenschap en het simuleren van energiestromen.

Waarin Impact IoT Solutions zichzelf in kan onderscheiden van de concurrenten, is dat de slimme toepassing inzichten creëert op machine niveau i.p.v. de data die opgehaald kan worden na de meterkast en dat de slimme toepassing een verrekenmodel heeft voor individueel gebruik (energiekosten naar de netbeheerder) en voor gezamenlijk gebruik (energiekosten naar de leden van de energiegemeenschap).

Requirements

De klant verwacht van de slimme toepassing dat de inzicht gecreëerd wordt op het energieprofiel van de klant, het energieprofiel van de klant gesimuleerd wordt, de energiekosten van de klant berekend worden en uitgebreid kan worden voor een connectie binnen een energiegemeenschap. Daarnaast verwacht Impact IoT Solutions dat de slimme toepassing van goede kwaliteit zal zijn en dat de slimme toepassing op een open source softwarepakket gebaseerd wordt. Om deze verwachting te kunnen voldoen, moeten de requirements gevolgd worden tijdens de ontwikkeling van de slimme toepassing. De requirements zijn terug te vinden bij 'Welke implementatie toepassingen moeten opgezet worden om de slimme toepassing op de markt te brengen?'.

Verkoopstrategie

Om de slimme toepassing o.b.v. een open source softwarepakket te kunnen verkopen, moet rekening gehouden worden met de licentie van de open source softwarepakket. Hiervoor zijn drie mogelijke verkoopstrategieën:

1. Volledig open source EMS pakket
EMS systeem aan de klant leveren, software, inclusief hardware en opzetten van het geheel voor de klant. Het EMS systeem is volledig open source, waardoor de toevoegingen aan de software openbaar gemaakt moeten worden.
Het voordeel van deze optie is dat een dergelijk open source EMS pakket doorverkocht kan worden, mits voldaan wordt aan alle licentie voorwaarden, zoals het vernoemen van de oorspronkelijke source code en alle toevoegingen openbaar gemaakt worden.
Het nadeel van deze optie is dat dit de mogelijkheid creëert dat andere partijen de software zelf digitaal kunnen ophalen en installeren. Dit is inclusief alle nieuwe toevoegingen die Impact IoT Solutions gemaakt heeft.
2. Eigen extensie op open source EMS pakket
Impact IoT Solutions ontwikkelt een eigen extensie dat vrijstaat van de open source EMS pakket. Deze extensie kan samenwerken met de open source EMS pakket, maar gebruikt geen code van de open source EMS pakket. Doordat de extensie zelf ontwikkeld is, kan Impact IoT Solutions deze extensie verkopen zonder de code openbaar te maken. De klant betaalt dan voor de hardware, systeem service en de extensie.

Het voordeel van deze optie is dat de code van de extensie niet openbaar gemaakt hoeft te worden, waardoor andere partijen de functionaliteit in de extensie niet kunnen doorverkopen.

Het nadeel van deze optie is dat het ontwikkelen van een deze extensie mogelijk onnodige moeilijkheden met zich meebrengt, doordat de code van de extensie volledig onafhankelijk van de code van de open source EMS pakket moet zijn.

3. Volledig eigen EMS pakket ontwikkelen

Impact IoT Solutions ontwikkeld een eigen EMS pakket. Hierdoor kan het pakket verkocht worden zonder het openbaar maken van de code. Echter zorgt dit ervoor dat de code van het EMS pakket, niet gebaseerd is op een open source pakket en het pakket geen actieve community heeft.

Het voordeel van deze optie is dat Impact IoT Solutions in dit geval de volledige eigenaar is van de slimme toepassing.

Het nadeel van deze optie is dat Impact IoT Solutions een volledig eigen EMS pakket moet ontwikkelen, waardoor de ontwikkeltijd verlengd wordt.

Verdienmodel

Servicemodel, contractueel met eenmalige kosten. Bij dit businessmodel betaald de koper een eenmalig voor de hardware en de setup van het systeem. De koper legt in contract vast en koopt de service (bijhouden van installatie, gebruik server/database, advies) van Impact IoT Solutions.

Eenmalige kosten + Abonnement model, eenmalige kosten voor de hardware van het systeem en maandelijks abonnement voor gebruik van de servers/database en nodige voorzieningen. Meer flexibiliteit voor de klant voor de duur van het gebruik zelf af te sluiten. Abonnement wordt vaak vooruitbetaald, waardoor voor een bepaalde periode de omzet bepaald is.

Productiemodel + Servicemodel, kosten voor maatwerk productie met nalevende service. Bij dit businessmodel worden de kosten voor het ontwikkelen van de maatwerkproduct in eerste instantie betaald door de koper. Wanneer het product opgeleverd wordt, gaat de klant betalen voor de service (bijhouden van installatie, gebruik server/database, advies) van Impact IoT Solutions.

Affiliate marketing, in samenwerking gaan met andere bedrijven die bv. hardware produceren, energie hubs ontwikkelen, energieopslag producten ontwikkelen of energieopwekking producten ontwikkelen. Met deze bedrijven wordt dan een overeenkomst gemaakt, waarna Impact IoT Solutions een percentueel of vast bedrag kan krijgen wanneer Impact IoT Solutions een product van het samenwerkende bedrijf verkopen.

9.3. Beantwoording onderzoek 3: Technisch

Wat moet technisch uitgewerkt worden om de volgende gewenste eigenschappen te implementeren?

- 1. Verzamelen van data uit energiestromen**
- 2. Visualiseren van energiestromen**
- 3. Voorspellen (simuleren) van energiestromen**
- 4. Onderling verrekenen van energie tussen MKB's**

Uit de Multicriteria analyse OpenEMS gevonden als software pakket dat het beste voorziet in alle eisen en randvoorwaarde (requirements) en scoort het hoogst op de succescriteria. Om deze reden is, in overleg met Impact IoT Solutions, gekozen om verder te gaan met onderzoeken van OpenEMS als basis pakket van de slimme toepassing.

Het pakket biedt een solide basis, maar moet uitgebreid worden om volledig te voldoen aan de eisen. Voor de ontbrekende functionaliteiten, zoals simuleren en verrekenen, zullen specifieke uitbreidingen en aanpassingen tijdens de ontwikkeling moeten worden gerealiseerd.

1. Voor het verzamelen van energiedata van verschillende industriële machines moet de slimme toepassing beschikken over:
 - Sensors voor het voor het meten van energieverbruik, die aangesloten kunnen worden via fysieke aansluiting op de elektriciteitskabel tussen de meter en de individuele machines of direct op de machine als mogelijk.
 - Drivers voor sensoren
 - Aanpassingen zullen gemaakt moeten worden aan OpenEMS Edge zodat de data verstuurd kan worden naar het dataplatform van Impact IoT Solutions.
 - Implementatie van protocollen zoals Modbus en M-Bus voor industriële communicatie.
 - Naleving van juridische en licentie-eisen moet gecontroleerd worden bij het gebruik van software en API's.
2. Om de gevonden energiedata te visualiseren en inzicht te creëren in het energieprofiel van de klant, moet de slimme toepassing beschikken over een gebruikersinterface met verschillende visualisaties, zoals:
 - Gestapelde vlakdiagrammen voor machineverbruik.
 - Widgets voor dagelijks verbruik en kosten.
 - Strokenplanning voor de machinegebruik
 - Tabel voor de machine specificaties

Om de gebruiker verder inzicht te bieden over zijn huidige energieprofiel is het wenselijk dat de software de gebruiker hiermee kan assisteren. Voor het assisteren met de analyse en de optimalisatie van het energieprofiel zijn enkele andere functionaliteiten gedefinieerd:

- Implementatie van interactieve elementen zoals een "bliksemschicht knop" voor optimalisatie van energieverbruik
- Een "plus knop" voor het handmatig toevoegen van nieuwe machines.

- Interactie met de strokenplanning, waarin de machines verplaatst kunnen worden naar een ander tijdvak in de machineplanning.

Alle interactieve toepassingen moeten corresponderen met de statische visualisaties.

3. Om toekomstig energieverbruik te kunnen voorspellen en te acteren op mogelijke optimalisaties moet de slimme toepassing, voor de klant, ook simulatie functionaliteiten bevatten, zoals:
 - Voorbereiding van technische gegevens en constraints voor nauwkeurige simulaties.
 - Aanpassing van OpenEMS om simulaties op basis van historiedata mogelijk te maken.

Bij het gebruik van een EMS dat niet beschikt of onvoldoende voorziet in de simulatie functies die benodigd zijn kan worden deze worden aangevuld door een externe simulatiepakketten zoals; PyPSA om energiestromen te simuleren op basis van historiedata.

4. Om het energie verrekenen tussen MKB's te kunnen implementeren via de slimme toepassing is een vorm van EHP functionaliteit nodig in het softwarepakket. Deze moet beschikken over de volgende functies:
 - Implementatie van het verzamelen van de actuele energieprijzen van elke energieleverancier (bv. d.m.v. een API).
 - Implementatie van een berekeningsmodule binnen OpenEMS voor het berekenen van de energiekosten van één MKB.
 - Implementatie van een berekeningsmodule binnen OpenEMS voor het onderling verrekenen van energie tussen verschillende MKB's.

Hoe alle technische eigenschappen van de slimme toepassing kunnen worden uitgewerkt zal worden benoemd in de aanbeveling.

9.4. Beantwoording hoofdvraag

Hoe kan Impact IoT Solutions d.m.v. slimme toepassingen bedrijven helpen zicht te krijgen in hun energieprofiel en tools bieden om dit te verbeteren, en is het verantwoord om deze slimme toepassing te implementeren bij bedrijven?

Impact IoT Solutions kan MKB's helpen inzicht krijgen in het energieprofiel van de MKB d.m.v.:

- Het verzamelen van de energiedata per machine m.b.v. energiemeters.
- Het visualiseren en analyseren van de energiedata per machine en totaal m.b.v. een digital twin.
- Het visualiseren en analyseren van de energiekosten (en energie verrekening) m.b.v. een digital twin.
- Het voorspellen (simuleren) van het effect van een uitbreiding binnen de MKB op het energieprofiel en de energiekosten.
- Het optimaliseren van het energieprofiel van de MKB's m.b.v. simulatie acterend op de voorspelling ("spelen" met machineplanning).

Deze functionaliteiten kunnen ontwikkeld worden door de slimme toepassing te baseren op het softwarepakket 'OpenEMS'. Dit softwarepakket biedt een goede basis voor het verzamelen en visualiseren van de energiedata.

Daarnaast kan Impact IoT Solutions helpen met het oplossen van de lokale netcongestie waar de MKB's hinder van ondervinden. Dit kan gedaan worden door de individuele energieprofielen van de bedrijven op één Industrieterrein op elkaar af te stemmen d.m.v. het oprichten van een energiegemeenschap. Hierdoor zouden de MKB's op één industrieterrein de energieprofielen samen kunnen managen. Om deze energieprofielen over de energiegemeenschap te managen, kan Impact IoT Solutions de slimme toepassing als tool gebruiken.

De vraag voor het managen van het energieprofiel van een MKB is op dit moment erg hoog door het netcongestie probleem en zijn op dit moment nog niet veel concurrenten die deze oplossing bieden in de markt. Hierdoor wordt de markt voor de slimme toepassing gezien als een "blauwe zee". Dit betekent dat op deze markt nog niet veel ingespeeld wordt en het een goede markt is om op in te spelen.

10. Aanbeveling

Het advies is opgedeeld in aanbeveling voor het toepassen van EMS, Energiegemeenschap en Verkoop & verdienmodel die daarbij gebruikt kan worden.

10.1. EMS

Visualiseren

Er wordt geadviseerd om te kiezen voor OpenEMS voor het visualiseren/afspelen van de real time data van de klant. Vergeleken met andere gevonden EMS-systemen is OpenEMS gekozen omdat deze voorziet in het overgrote deel van de functionaliteiten die voor deze case van een EMS systeem gevraagd word. Zo biedt open EMS de volgende voordelen:

- OpenEMS is volledig open source.
- Beschikbare handleiding voor het opzetten van de EMS en nieuwe packages
- Goede documentatie: tutorials, algemene wiki en Javadoc.
- Het bevat een UI.
- Het biedt ondersteuning voor het simulatie/digital twinning.
- Ondersteund industriële protocollen zoals Modbus, m-bus etc.

Nadelen van OpenEMS zijn:

- Het is voorzien van 2 licenties waaraan voldaan moet worden (zie voor meer hierover onder aan de pagina)
- De simulatie/digital twinning mogelijkheden zijn specifiek bedoelt voor development.
- Sommige tutorials zijn niet meer up-to-date

Voor het opzetten van OpenEMS raden wij aan om de “Getting Started” te volgen die aanwezig is op de GitHub pagina van OpenEMS (OpenEMS, 2024). Om daadwerkelijk te kunnen testen met OpenEMS en simulatiemogelijkheden moet eerst data beschikbaar zijn vanuit echte machines.

Voor de UI voorziet het nog niet in alle functionaliteit zoals opgesteld in de requirements. Er is een simpele history en live-view aanwezig. Hoewel de live-view goed genoeg voorziet om kort inzicht te geven in het huidige stroomverbruik ontbreken er nog veel in de history-view. Voornamelijk dat het huidige alleen een lijndiagram betreft die energieverbruik uit kan drukken over tijd. Dit moet uitgebreid worden met de visualisatie toegelicht in 8.3.4. Een alternatief voor het uitbreiden van de UI is gebruik maken van een open-source dashboard oplossing. Hierbij is minder web-development kennis benodigd en zelfs als dit wel beschikbaar is, is vermoedelijk het sneller om een al bestaand dashboard goed in te richten.

Verkrijgen van data

Tijdens het meten van energiedata wordt geadviseerd om vanaf het begin al zo snel mogelijk te starten met het opslaan en bewaren van de energiedata van individuele machines. De energiedata kan dan in de toekomst benut worden om het gedrag van type machines na te bootsen voor voorspellen/simuleren bijvoorbeeld door een algoritme te trainen.

Er moet eerst concreet gemaakt worden welke hardware gebruikt zal gaan worden. Hiervoor moet onderzoek gedaan worden naar welke energiemeters i.c.m een singleboard computer die kan dienen als edge computer.

- Sensors, er zal eerste een keuze gemaakt moeten worden welk type sensors er specifiek worden gebruikt. Voor het verkrijgen van de energiedata wordt geadviseerd sensors te plaatsen voor de grootse verbruikers in het bedrijf, zoals industriële machines. Dit kan worden gedaan door externe sensors op de aansluiting te plaatsen tussen de meter en de individuele machines. Voor nieuwere industriële machines zou per type gekeken kunnen worden om deze direct uit te lezen als er een aansluiting voor aanwezig is om minder externe sensors te hoeven plaatsen.
- Edge computer, op de edge draait in deze geadviseerde oplossing alleen de OpenEMS edge. De edge computer rapporteert de data via het internet naar de server van Impact IoT Solutions. Deze server draait vervolgens de EMS backend en host een webserver, zodat de klant kan inloggen via een web interface om zijn data in te zien.

Simuleren van energiestromen

Hierin moet wel werk verricht worden om te voldoen aan alle functionele eisen opgesteld in 8.3.1 Dit zit voornamelijk aan de kant van het simuleren. OpenEMS heeft namelijk al wel een opzet voor het simuleren van apparaten. Maar voorziet hierin nog verre van de volledige eisen. Het heeft namelijk twee soorten gesimuleerde apparaten: “acting” en “reacting”. De “acting” apparaten werken op zichzelf en kunnen alleen gevoed worden vanuit een databron zoals een csv-bestand. De “reacting” apparaten kunnen daarentegen daadwerkelijk reageren op input maar dit betreft veelal apparaten met “simpel” gedrag zoals batterijen of de netmeter. Hier moet daadwerkelijk onderzoek gedaan worden of je het gedrag en instellingen van een machine kan koppelen aan het stroomverbruik om ervoor te zorgen dat er niet alleen een opname afgespeeld kan worden maar ook instelbaar energieverbruik kan nabootsen. Hiervoor zou expertise benut moeten worden vanuit de volgende vakgebieden:

- Applied data science, ervaring met planningsproblemen en constraint optimization
- Electrical engineering, technische kennis rondom energiestromen en netten
- Backend- front-end- en embedded programming, verder ontwikkelen OpenEMS

Verrekenmodel

Op dit moment wordt de ‘Enever’ API gebruikt om de energiekosten op te halen. Echter geeft deze Enever aan dat de API niet gebruikt mag worden in zakelijk en/of commercieel gebruik. Om deze reden wordt geadviseerd om te zoeken naar een andere API of de energieprijzen direct op te vragen bij de energieleveranciers (indien mogelijk).

Als amendement 36378-65 in de nieuwe energiewet wordt opgenomen, moet iedereen op dezelfde manier energie verrekenen volgens het verrekenmodel dat door het ACM zal worden opgezet. Houdt de uitslag van dit amendement bij, zodat als dit amendement in de nieuwe energiewet opgenomen wordt, het verrekenmodel van het ACM gebruikt kan worden.

10.2. Opzetten energiegemeenschap

Voor het opzetten wordt geadviseerd om gebruik te maken van Artikel 95N waarbij geen vergunning elektriciteit benodigd is. Dit artikel beschrijft zonder dit concreet te benoemen een energiegemeenschap waarin iedereen vertegenwoordigd wordt. Waarschijnlijk wordt deze methode in de praktijk al gebruikt in het voorbeeld van Pannenburg. Bij de andere opties zijn er te veel limitaties die niet opwegen tegen het opzetten van een energieovereenkomst.

Als er wens is om een energiegemeenschap op te zetten door onafhankelijk te opereren t.o.v. het Nederlandse elektriciteitsnet wordt geadviseerd:

- Het bedrijventerrein moet divers zijn met zowel kleine- en grootte- energieverbruikers.
- De bedrijven die onderling stroom leveren beschikken over een aansluiting met het Nederlandse net. En leveren dus ook onderling via het bestaande net.
- Het bedrijvenpark moet volledig autonoom in eigen verbruik kunnen voorzien en daarop acteren. Dit betekent eigen energiebron (bv. zonnepanelen), buffer (batterijen), vorm van energie hub en uitweg om overcapaciteit kwijt te kunnen.
- Alle bedrijven op het bedrijvenpark moeten in 1 overeenkomst vertegenwoordigd worden.
- Vooraf opgesteld plan in overeenkomst met netbeheerder opzetten met focus op gebruik van bestaand net, afspraken omtrent (voorkomen van) stroom terug levering en afspraken over afname van het net. Dit scheelt tijd t.o.v. andere projecten waarbij het netbeheer zelf voorwaarde voor akkoord opstelt.
- Juridisch verduidelijking te verkrijgen over de definitie van één "Net", eventueel door stappen te ondernemen om dit in de wet verder te laten definiëren als er onvoldoende zekerheid is. In het geval dat je in de vorm een 'directe lijn' kabels wilt trekken tussen energie producerende bedrijven en verbruikers.
- Daarnaast moet rekening gehouden worden met de aankomende energiewet. Deze energiewet zal ongeveer begin 2025 ingaan.
- Schakel juridische expertise in om de bevindingen in dit onderzoeksrapport te bevestigen.

10.3. Verkoopstrategie & verdienmodel

Om de slimme toepassing als product te gaan verkopen op de markt, wordt geadviseerd om het de slimme toepassing in delen op de markt te brengen. Deze delen zijn:

1. Het EMS te ontwikkelen en ervoor zorgen dat inzichten gecreëerd worden voor de klanten op het energieprofiel, zonder het simuleren en optimaliseren van het energieprofiel van de klant.
2. Terwijl het EMS op de markt is bij klanten, verzamel de data van de klanten om meer inzicht te krijgen over de data die opgehaald wordt en uiteindelijk de simulatie te kunnen ontwikkelen. Wanneer de simulatie ontwikkeld is, verkoop dit als een apart product of als een pakket van het EMS dat toegevoegd kan worden aan de standaardproduct (het EMS dat al op de markt gebracht is).

Door de slimme toepassing in delen op de markt te brengen, wordt de klantrelatie opgebouwd, worden inkomsten van het product gemaakt en kan de informatie van de klanten gebruikt worden tijdens het ontwikkelen van de simulatie. Ook zorgt dit ervoor dat het product eerder op de markt gebracht kan worden, sinds het verwacht wordt dat de ontwikkeling van de simulatie meerdere moeilijkheden met zich mee brengt en de ontwikkeling langdurig kan zijn (o.b.v. kennis over de theorie).

Daarnaast wordt geadviseerd dat tijdens het marketen van de slimme toepassing, het managen van het energieprofiel op machine niveau en de verwerking van een verrekenmodel in de slimme toepassing gebruikt worden om zichzelf te gaan onderscheiden van de concurrentie.

Om de slimme toepassing op de markt te brengen wordt geadviseerd om de verkoopstrategie “Volledig open source EMS pakket” te gebruiken. Door het gebruik van deze verkoopstrategie wordt de moeilijkheden van de andere mogelijke verkoopstrategieën vermeden en zorgt het gebruik ervoor dat de open source EMS code actief onderhouden wordt door de actieve community. Naast de verkoopstrategie wordt, geadviseerd om het servicemodel apart of samen met het productiemodel als verdienmodel te nemen. Door het servicemodel te gebruiken, blijft de klantrelatie bestaan nadat het product verkocht is en blijven de inkomsten binnenkomen. O.b.v. of het product specifiek op een klant wordt aangepast, kan het servicemodel samengevoegd worden met het productiemodel. Dan zou de klant in eerste instantie apart betalen voor het maatwerk op het product, waarna de klant zal betalen voor de service die Impact IoT Solutions levert.

Naast het bepalen van een verdienmodel over het product, wordt verder geadviseerd om het ‘Affiliate marketing’ verdienmodel eraan toe te voegen. Door dit verdienmodel te gebruiken, kan Impact IoT Solutions inkomsten krijgen door een ‘sale’ voor een ander bedrijf te maken. Deze samenwerking kan aangegaan worden met bedrijven die bv. hardware producten, energieopslag of energieopwekking ontwikkelen. Dit zou bv. met concurrent Lyv kunnen voor hardware energiehub's. De toegevoegde waarde voor de anderzijds concurrent is meer functionaliteit van betere software voor bij hun hardware.

11. Bibliografie

- ABB. (sd). *Ability Energy Management System*. Opgehaald van ABB: <https://new.abb.com/industrial-software/sustainability/energy-management-system-ems>
- ABB. (sd). *About ABB*. Opgehaald van ABB: <https://global.abb/group/en/about>
- ABB. (sd). *Our businesses*. Opgehaald van ABB: <https://new.abb.com/about/our-businesses>
- AltexSoft. (2023, november 30). *Functional and Nonfunctional Requirements: Specification and Types*. Opgehaald van AltexSoft: <https://www.altexsoft.com/blog/functional-and-non-functional-requirements-specification-and-types/>
- Annaars, G. (2019, juli 10). *20 verdienmodellen voor een succesvol bedrijf*. Opgehaald van KVK: <https://www.kvk.nl/starten/20-verdienmodellen-voor-een-succesvol-bedrijf/>
- Autoriteit Consument & Markt. (2024, mei 14). *Eisen energievergunning*. Opgehaald van acm.nl: <https://www.acm.nl/nl/energie/elektriciteit-en-gas/energie-verkopen/energie-leveren-met-vergunning/eisen-energievergunning>
- Autoriteit Consument & Markt. (2024, mei 14). *Energie leveren zonder vergunning*. Opgehaald van acm.nl: <https://www.acm.nl/nl/energie/elektriciteit-en-gas/energie-verkopen/energie-leveren-zonder-vergunning#:~:text=Voor%20het%20leveren%20aan%20grootverbruikers,Bijvoorbeeld%20op%20uw%20eigen%20terrein.>
- Autoriteit Consument & Markt. (2024, mei 14). *Wanneer is iemand kleinverbruiker van elektriciteit en gas?* Opgehaald van acm.nl: <https://www.acm.nl/nl/energie/elektriciteit-en-gas/rechten-van-kleinverbruikers/wanneer-iemand-kleinverbruiker-van-elektriciteit-en-gas>
- Autoriteit Consument & Markt. (2024, mei 14). *Wetten en regels voor de energiemarkt*. Opgehaald van acm.nl: <https://www.acm.nl/nl/energie/wetten-en-regels-voor-de-energiemarkt>
- AWS. (sd). *What is An API (Application Programming Interface)?* Opgehaald van <https://aws.amazon.com/what-is/api/#:~:text=API%20stands%20for%20Application%20Programming,other%20using%20requests%20and%20responses.>
- BEMServer. (2024, juni). *BEMServer*. Opgehaald van [github.com: https://github.com/BEMServer/bemserver-core](https://github.com/BEMServer/bemserver-core)
- Besseling, N. (2024, april 16). Interview klant (Caressi). (C. Nijman, N. Renting, & N. van der Veer, Interviewers) Opgehaald van https://impactis.sharepoint.com/:w:/r/sites/HAN-Diversebusinesscases/_layouts/15/Doc2.aspx?action=edit&sourcedoc=%7B5ef518a9-1450-4f78-a6ea-f6e7362e58bc%7D&wdOrigin=TEAMS-

MAGLEV.teamsSdk_ns.rwc&wdExp=TEAMS-
TREATMENT&wdhostclicktime=1715073337839&web=1

Bonestroo, W. J., Meesters, M., Niels, R., Schagen, J. D., Henneke, L., & Turnhout, K. v. (2018). *ICT Research Methods HBO-i*. Opgeroepen op 3 22, 2024, van ictresearchmethods.nl: <https://ictresearchmethods.nl/>

Dippell, A., & Schilders, W. (2016, mei). Netcongestie oplossen met energiehub. Opgehaald van [www.stimular.nl: https://www.stimular.nl/praktijkvoorbeelden/bedrijvenpark-pannenweg-netcongestie-oplossen-energyhub/#:~:text=In%20Nederweert%20ligt%20Bedrijvenpark%20Pannenberg,benutten%20of%20geen%20zonnepanelen%20aanleggen](https://www.stimular.nl/praktijkvoorbeelden/bedrijvenpark-pannenweg-netcongestie-oplossen-energyhub/#:~:text=In%20Nederweert%20ligt%20Bedrijvenpark%20Pannenberg,benutten%20of%20geen%20zonnepanelen%20aanleggen).

Eerste Kamer. (2023). *Doorlooptijden wetsvoorstellen 2022/2023: hoofdstappen*. Opgehaald van [eerstekamer.nl: https://www.eerstekamer.nl/doorlooptijden_wetsvoorstellen?m7m=vltmon0mgfv8&sort_00s=#v7a](https://www.eerstekamer.nl/doorlooptijden_wetsvoorstellen?m7m=vltmon0mgfv8&sort_00s=#v7a)

Eerste Kamer. (2023). *Doorlooptijden wetsvoorstellen 2022/2023: stappen in de Eerste Kamer*. Opgehaald van [eerstekamer.nl: https://www.eerstekamer.nl/doorlooptijden_wetsvoorstellen_3?m7m=vltmon0mgfv8](https://www.eerstekamer.nl/doorlooptijden_wetsvoorstellen_3?m7m=vltmon0mgfv8)

Encyclopaedia Britannica. (2024, Februari 28). *computer simulation*. Opgehaald van Britannica: <https://www.britannica.com/technology/computer-simulation>

Energie Samen. (sd). *Energiegemeenschappen organiseren duurzame en betaalbare energie voor gemeenten, bedrijven en burgers*. Opgehaald van Energie Samen: <https://energiesamen.nu/pagina/139/energiegemeenschappen-organiseren-duurzame-en-betaalbare-energie-voor-gemeenten-bedrijven-en-burgers>

Energy.nl. (2022, oktober 17). *Energy hub*. Opgehaald van Energy.nl: <https://energy.nl/definitie/energy-hub/>

Enever.nl. (sd). *Prijzenfeeds*. Opgehaald van Enever.nl: https://enever.nl/prijzenfeeds/#google_vignette

esri Nederland. (sd). *Digital Twin*. Opgehaald van esri Nederland: <https://www.esri.nl/nl-nl/digital-twin/overview>

FLM netwerk. (sd). *Wat is een MKB Bedrijf*. Opgehaald van Financial Lease Makelaar: <https://financialeasemakelaar.nl/rechtsvormen-bedrijf/de-meest-gekozen-ondernemingsvormen-en-beroepen/wat-is-een-mkb-bedrijf>

fudura. (sd). *Netcongestie*. Opgehaald van fudura: <https://www.fudura.nl/energiezekerheid/netcongestie>

Gallimore, F. (2023, maart 2). *Concurrentieanalyse: speel slim in op wat anderen doen*. Opgehaald van KVK: <https://www.kvk.nl/marketing/concurrentieanalyse-speel-slim-in-op-wat-anderen->

doen/?msclkid=46528d25b05a114aff2beb4f07a1cf0b&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=KVK%20-%20Thema%20-%20Marketing&utm_term=wat%20is%20een%20concurrentie%20analyse&utm_c

Grouls, R. (2024, mei 29). Interview met Raoul Grouls via Mail. (N. Renting, Interviewer)

Hoenderken, P. (2024, maart 8). Kennismakingsmeeting. (C. Nijman, N. Renting, & N. Van der Veer, Interviewers) Opgehaald van https://impactis.sharepoint.com/:w:/r/sites/HAN-Diversebusinesscases/Gedeelde%20documenten/Netcongestie/Notulen/Kennismaking_Impact_IoT_Solutions_08-03-2024.docx?d=wedd38bdd00654181ad521d99bb1ef12c&csf=1&web=1&e=cIXmRp

Hoenderken, P. (2024, maart 21). Wekelijkse meeting 1 21-03-2024. (C. Nijman, N. Renting, & N. Van der Veer, Interviewers) Opgehaald van https://impactis.sharepoint.com/:w:/r/sites/HAN-Diversebusinesscases/Gedeelde%20documenten/Netcongestie/Notulen/Notulen_wekelijkse_meeting_1_21-03-2024.docx?d=wab627a4f6e2d4d5f99ecbc027cbf9cb3&csf=1&web=1&e=4URRj6

Hoogenraad, W. (2017, januari 4). *Soorten requirements bij een SaaS selectie*. Opgehaald van ITpedia: <https://www.itpedia.nl/2017/01/04/sisp-2-2-soorten-requirements/>

Inoxia. (2024, juni). *The World's premier Open Source Building EnergyManagement Platform*. Opgehaald van bemserver.org: <https://www.bemserver.org>

Jetten, R. (2023, juni 9). *Regels over energiemarkten en energiesystemen (Energiewet)*. Opgehaald van www.tweedekamer.nl: <https://www.tweedekamer.nl/downloads/document?id=2023D25428>

Kennis- en exploitatiecentrum Officiële Overheidspublicaties. (sd). *Staatsblad*. Opgehaald van [koopoverheid.nl](https://www.koopoverheid.nl): <https://www.koopoverheid.nl/officiële-overheidspublicaties/officiële-bekendmakingen/staatsblad#:~:text=Bekendmaking%20van%20wetgeving&text=Wette n%20en%20AMvB's%20treden%20pas,en%20is%20ondergebracht%20bij%20KOOP>

Kennisplatform EMV. (2024, mei 14). *Uit welke onderdelen bestaat het elektriciteitsnetwerk?* Opgehaald van [kennisplatform.nl](https://www.kennisplatform.nl): <https://www.kennisplatform.nl/uit-welke-onderdelen-bestaat-het-elektriciteitsnetwerk/>

Koninklijk Nederlands Elektrotechnisch Comité. (2018, september). *IEC 60204-1*. Opgehaald van connect.nen.nl: <https://connect.nen.nl/Family/Detail/38940?compId=10889&collectionId=0>

Kröger, S. C. (2024). *Gewijzigd amendement van het lid Kröger 36378-65 ter vervanging van nr. 58 over de mogelijkheid van energie delen en zowel levering als delen plaats te laten vinden vanuit meerdere partijen*. Overheid.nl. Opgehaald van <https://impactis.sharepoint.com/:w:/r/sites/HAN-Diversebusinesscases/Gedeelde%20documenten/Netcongestie/Onderzoek/2e%20Kam>

- er%208%20apr%20nieuwe%20energiewet/Minder%20van%20belang/Gewijzigd%20amen
dement%20van%20het%20lid%20Kr%C3%B6ger%2036378-65%20ter%20ve
- Legal Intelligence. (2024, mei 16). *login*. Opgehaald van legalintelligence.com:
https://www.legalintelligence.com/?logoff=S&returnurl=https%3a%2f%2fwww.legalintelligence.com%2fsearch%3fst%3dph%26sf.did%3d1742799%26sf.nm%3dLAW_POLICY
- Local4Local. (sd). *Hoe Local4Local werkt*. Opgehaald van Local4Local:
<https://www.local4local.nu/hoe-het-werkt/>
- Local4Local. (sd). *Over ons*. Opgehaald van Local4Local: <https://www.local4local.nu/over-ons/>
- Lyv. (2024, mei 14). *Energy hub*. Opgehaald van getlyv.com: <https://getlyv.com/en/energy-hub/>
- Lyv. (sd). *Batterijen Bedrijven*. Opgehaald van Lyv: <https://getlyv.com/batterijen/hardware-bedrijven/>
- Lyv. (sd). *Energiemanagement Bedrijven*. Opgehaald van Lyv:
<https://getlyv.com/energiemanagement/solutions-bedrijven/>
- Lyv. (sd). *Over Lyv*. Opgehaald van Lyv: <https://getlyv.com/over-lyv/>
- Nguyen, T. (2024, juni 7). Interview simulatie. (C. Nijman, N. Renting, & N. v. Veer, Interviewers)
- Nizam, I. (2020, december 5). *Marketingmix maken met de 4 P's*. Opgehaald van
Marketingscriptie.nl: <https://www.marketingscriptie.nl/marketingmix-4ps/>
- Nizam, I. (2021, mei 6). *Concurrentieanalyse maken | stappenplan*. Opgehaald van
Marketingscriptie.nl: <https://www.marketingscriptie.nl/concurrentieanalyse/>
- OpenEMS. (2022). *Introduction*. Opgehaald van openems.github.io:
<https://openems.github.io/openems.io/openems/latest/introduction.html>
- OpenEMS. (2024, april). *Getting Started*. Opgehaald van openems.github.io:
<https://openems.github.io/openems.io/openems/latest/gettingstarted.html>
- OpenEMS Association e.V. (2019, augustus 28). *Real-Time Simulation*. Opgehaald van
openems.github.io:
<https://openems.github.io/openems.io/openems/latest/simulation/realtime.html>
- OpenEnergyMonitor. (2023). *Home Energy Monitoring*. Opgehaald van
docs.openenergymonitor.org: <https://docs.openenergymonitor.org/applications/home-energy.html>
- OpenEnergyMonitor. (2024, juni). *OpenEnergyMonitor*. Opgehaald van openenergymonitor.org:
<https://openenergymonitor.org>
- Oskam, F., Souren, P., Berg, I., Cowan, K., & Hoiting, L. (2017). *Ontwerpen van Technische Innovaties: Door onderzoek, creatief denken en samenwerken*. Noordhoff Uitgevers.

- Oskam, I., Souren, P., Berg, I., Cowan, K., & Hoiting, L. (2017). *Ontwerpen van technische innovaties*. Groningen/Utrecht: Noordhoff uitgevers bv.
- Overheid. (2022, mei 1). *Instellingswet Autoriteit Consument en Markt*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033043/2022-05-01>
- Overheid. (2024, mei 1). *Algemene wet bestuursrecht*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0005537/2024-05-01>
- Overheid. (2024, januari 1). *Elektriciteitswet 1998*. Opgehaald van Overheid.nl: <https://wetten.overheid.nl/BWBR0009755/2024-01-01>
- Parkmanagement Pannenberg. (2019, januari 16). *INDUSYM*. Opgehaald van pannenberg.nl: <https://www.pannenberg.nl/indusym/>
- Paulis, F. (2024). *Onderzoek ACM Alinea 5*. Opgehaald van <https://impactis.sharepoint.com/:w:/r/sites/HAN-Diversebusinesscases/Gedeelte%20documenten/Netcongestie/Onderzoek/Onderzoek%20ACM%20Alinea%205.docx?d=wc596703a5cc7494896a18a70fb7c6fb8&csf=1&web=1&e=RqMMxF>
- Phase to Phase B.V. (2024, mei 14). *Netten voor distributie van elektriciteit*. Opgehaald van phasetophase.nl: https://phasetophase.nl/boek/boek_1_1.html
- projectmanagementsite. (2018, juli 20). *MoSCoW*. Opgehaald van projectmanagementsite: https://projectmanagementsite.nl/moscow/#.Y_NryOzMIUE
- Raeburn, A. (2023, juli 1). *SWOT-analyse: Wat is het en hoe gebruikt u het (met voorbeelden)*. Opgehaald van asana: <https://asana.com/nl/resources/swot-analysis>
- Redactie HIER. (2021, juni 10). *Cable pooling: wat is het en wanneer is het interessant?* Opgehaald van HIER: <https://www.hier.nu/aan-slag-met-collectief-windenergie-opwekken/cable-pooling-wat-is-het-en-wanneer-is-het-interessant>
- Resourcefully. (sd). *Het Energietransitie- en Flexmodel*. Opgehaald van Resourcefully: <https://resourcefully.nl/dit-doen-we/energietransitiemodel/>
- Resourcefully. (sd). *Over ons*. Opgehaald van Resourcefully: <https://resourcefully.nl/over-ons/>
- ScadaBR. (2024, juni). *ScadaBR*. Opgehaald van github.com: <https://github.com/ScadaBR/ScadaBR>
- Schilders, W., & Mahieu, W. (2023, oktober 27). *Bedrijvenpark start unieke coöperatie tegen tekort op stroomnet, maar stuit op verzet*. (P. Visser, Interviewer) Opgehaald van <https://wnl.tv/2023/10/27/bedrijvenpark-start-unieke-cooperatie-tegen-tekort-op-stroomnet-maar-stuit-op-verzet/>
- Scrum Company. (sd). *Wat is Scrum?* Opgehaald van Scrum Company: <https://www.organizeagile.nl/wat-is-scrum/>

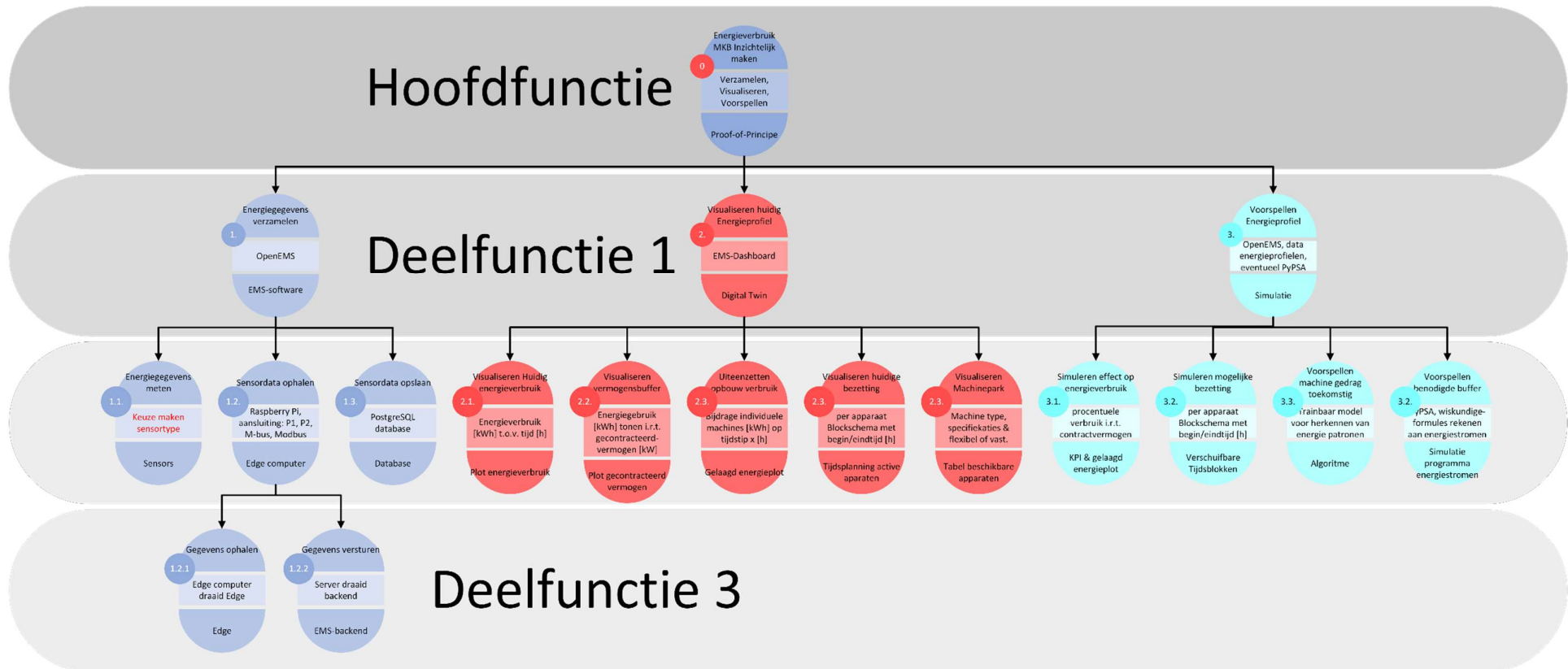
- SENSORFACT. (2022, Juni 6). *Wat is een energiemanagementsysteem (EMS)?* Opgehaald van SENSORFACT: <https://sensorfact.nl/blog/wat-is-een-energiemanagementsysteem-ems/#:~:text=Een%20energiemanagementsysteem%20is%20de%20combinatie,vaak%20uit%20sensoren%20en%20bridges>
- SmartDodos. (sd). *Compleet energiemanagement EBS*. Opgehaald van SmartDodos: <https://smartdodos.com/compleet-ebs/>
- SmartDodos. (sd). *Eenvoudige API integratie*. Opgehaald van Smartdodos: <https://smartdodos.com/api/>
- SmartDodos. (sd). *Energieverbruiksmanager*. Opgehaald van SmartDodos: <https://smartdodos.com/energieverbruiksmanager/>
- SmartDodos. (sd). *Home*. Opgehaald van SmartDodos: <https://smartdodos.com/>
- SmartDodos. (sd). *Simulatie*. Opgehaald van SmartDodos: <https://smartdodos.com/simulatie/>
- Spanjer, R. (2022, oktober 21). *Met voorbeelden en tips*. Opgehaald van Lean People: <https://leanpeople.nl/5-x-waarom/>
- Stand van Nederland. (2023, oktober 27). *Bedrijvenpark start unieke coöperatie tegen tekort op stroomnet, maar stuit op verzet*. Opgehaald van wnl.tv: <https://wnl.tv/2023/10/27/bedrijvenpark-start-unieke-cooperatie-tegen-tekort-op-stroomnet-maar-stuit-op-verzet/>
- Stichting Groene Economie Limburg. (2023, mei 10). *Bedrijvenpark Pannenberg Nederweert lost met Energy hub eigen netwerkcongestie op*. Opgehaald van groene-economie.com: <https://groene-economie.com/blog/2023/05/10/bedrijvenpark-pannenweg-nederweert-lost-met-energy-hub-eigen-netwerkcongestie-op/>
- Stichting Groene Economie Limburg. (2024, mei 11). *Groen licht voor Bedrijvenpark Pannenberg*. Opgehaald van groene-economie.com: <https://groene-economie.com/blog/2024/03/11/groen-licht-voor-bedrijvenpark-pannenweg/>
- Tweede Kamer. (2023, juni 9). *Wetsvoorstel Energiewet*. Opgehaald van tweedekamer.nl: <https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/wetsvoorstellen/detail?cfg=wetsvoorsteldetails&qry=wetsvoorstel%3A36378>
- Van Ons. (2024). *Wat zijn Use Cases in het functioneel ontwerp?* Opgehaald van van-ons.nl: <https://van-ons.nl/blog/functioneel-ontwerp/wat-zijn-use-cases-in-het-functioneel-ontwerp/>
- Varga, D. (2020, oktober 8). *How to Use Value Proposition Canvas: The Definitive Guide*. Opgehaald van dina: <https://www.digitalnatives.hu/blog/value-proposition-canvas/>
- Vattenfall. (2024, mei 14). *Hoe zit het Nederlandse elektriciteitsnetwerk in elkaar?* Opgehaald van <https://www.vattenfall.nl/grootzakelijk/energiemarkt/nederlandse->

elektriciteitsnetwerk/:

<https://www.vattenfall.nl/grootzakelijk/energiemarkt/nederlandse-elektriciteitsnetwerk/>

12. Bijlage

12.1. Bijlage A: Functieboom



12.2. Bijlage B: Multicriteria analyse

Nr.	Multicriteria analyse van concepten	Weeg-factor	OpenEMS	BEMServer	OpenEnergy-Monitor
Randvoorwaarden			Toetsing		
1.	EMS software die voor het projectdoel wordt toegepast moet opensource zijn.				
2.	EMS software moet draaien op een Edge computer.			Draait niet op edge computer	
3.	Gebruikte softwarepakketten moeten in een businesscase gebruikt mogen worden volgens de licentie/regelgeving.		Eclipse Public License version 2.0 & GNU Affero General Public License version 3	GNU Affero General Public License version 3	OpenSource maar licentie is onduidelijk
4.	Software moet voor toepassing in de Industrie sector ingezet kunnen worden. Of doorontwikkeld kunnen worden voor industrieel gebruik.		Industrieel en komt met nodige drivers	Industrieel	Particulier
[E] Algemeen PvE			Toetsing		
1.	Opensource software die wordt toegepast moet een actieve community hebben.				Activiteit van de software development is onduidelijk
2.	De Licentie biedt vrijheid in het aanpassen en distribueren van de software.				OpenSource, maar licentie is onduidelijk
3.	Het energiegebruik moet per machine gemonitord kunnen worden.				Is op dit moment niet verwerkt, maar drivers zijn al wel beschikbaar
4.	Bij de softwarepakketten is voldoende documentatie beschikbaar om mee te kunnen werken binnen de scope van deze opdracht.			Documentatie is beschikbaar, maar lastig te volgen	

Nr.	Multicriteria analyse van concepten	Weeg-factor	OpenEMS	BEMServer	OpenEnergy-Monitor
5.	De software moet mogelijkheid bieden voor het visualiseren van data om inzicht te creëren				
6.	Software moet geschreven zijn in een algemeen bekende taal Backend.		Java	Python	Python & C++
[E] PVE			Toetsing		
7.	De EMS moet aan een database aangesloten worden.				
8.	De EMS moet data kunnen ophalen van verschillende industriële apparatuur.		Industrieel en komt met nodige drivers	Industrieel, maar geen drivers voor energie-meters	Particulier, maar beschikt over drivers voor M-Bus, Modbus
9.	De UI van de EMS moet ingericht kunnen worden op de klant/user requirements.			UI is niet makkelijk in te richten	UI is niet makkelijk in te richten
10.	Digital Twin software moet gericht zijn op het visualiseren van energiestromen.			Niet specifiek gericht op enkel energie-stromen	
11.	Digital Twin software moet data kunnen ophalen uit een database.				
12.	Simulatie pakket moet gericht zijn op het simuleren van elektrische energie stromen.		Simulatie functionaliteit is aanwezig op component niveau maar niet op historiedata	Load Forecast functionaliteit is aanwezig. Echter wat specifiek gezocht wordt, moet nog verder ontwikkeld worden	Niet aanwezig
13.	Simulatie pakket moet data kunnen ophalen uit een database.				
14.	De stroomkosten per machine kunnen voorspeld worden in de simulatie.		Functionaliteit kan via package geïntegreerd	Heeft wel API functionaliteit	Niet aanwezig

Nr.	Multicriteria analyse van concepten	Weeg-factor	OpenEMS	BEMServer	OpenEnergy-Monitor
15.	De Georesolutie waarop de simulatie dient te opereren is toepasbaar op een of klein cluster van MKB's			Niet aanwezig	Niet aanwezig
[S] Algemene Succescriteria			Concept Score		
1.	Hoe actiever de community hoe beter.	2	5	5	3
2.	Hoe vrijer de licentievoorwaarden hoe beter.	3	3	3	3
3.	De stroomkosten kunnen bij het gebruik worden vastgesteld. Bv met behulp van API's	1	4	3	2
4.	Hoe vollediger de documentatie hoe beter.	2	5	2	3
5.	Er wordt door het softwarepakket al een userinterface meegeleverd.	2	5	3	3
6.	Software is geschreven in een al bekende taal binnen het bedrijf. Voorkeur voor Python	2	4	5	5
[S] Succescriteria			Concept Score		
7., 11., 13.	Hoe beter de software aansluit op de huidige database structuur hoe beter. Met voorkeur op een PostgreSQL database.	3	3	3	3
8.	Hoe meer verschillende type aansluitingen kunnen worden toegepast met de EMS hoe beter. Voorkeur Modbus, mbus, etc.	3	4	3	4
9.	Hoe gemakkelijker de UI in gericht kan worden hoe beter.	2	5	4	3
10., 12.	Hoe specifiek de oorsprong van energiestromen geïdentificeerd wordt hoe beter.	3	4	2	3
14.	Hoe meer inzicht op toekomstige kosten, hoe beter de energiestromen geoptimaliseerd kunnen worden.	2	3	3	1
15.	Hoe gedetailleerder hoe beter.	2	4	2	3
Voldoet aan Eisen & Randvoorwaarden			✓	X	✓
Totaalscore			108	84	83


Tabel 16 Multicriteria analyse

Legenda	
Toetsing kleurgraad	
	Voldoet aan de eis
	Voldoet op sommige onderdelen niet aan de eis
	Voldoet niet aan de eis
Concept score	
1	Slecht
2	Onder gemiddeld
3	Gemiddeld
4	Boven gemiddeld
5	Zeer goed
Weegfactor	
1	Bijzaak
2	Belangrijk
3	Prioriteit

12.3. Bijlage C: Interview Raoul Grouls via mailwisseling

Antwoord van Raoul op vraag 1:

Simuleren van Energiestromen - Impact IoT Solutions - Minor Smart Industry

RG Raoul Grouls  Wo 29-5-2024 12:26

Aan: Nena Renting (student)

CC: Nathan van der Veer (student); Camiel Nijman (student); **+1 andere**

Hi Nena,

Het voorspellen/simuleren van energiestromen voor verschillende machines per tijdvak is complex, vooral omdat er ook planningsconstraints zijn (klinkt alsof je de tijdvakken wilt optimaliseren). Dat is allemaal wel mogelijk, maar dit vraagt zoveel meer skills dan jullie hebben (je moet iets begrijpen over modelleren, dan over timeseries modelleren, over de verschillende manieren waarop dat kan, dan over optimalisatieproblemen, hoe werk je met constraints, je moet de wiskunde daarachter begrijpen, dan moet je alles kunnen implementeren). Dat is echt niet iets dat ik je even tussendoor kan uitleggen.

Dus ja, het is mogelijk, en ik denk dat ik een dergelijk probleem pas zou gaan voorleggen aan studenten van onze Master of Applied Data Science nadat ze 1.5 jaar wekelijks les hebben gehad over modelleren, visualiseren, statistiek, machine learning, etc. dus het heeft niet zoveel zin om dit te gaan proberen uit te leggen.

Met hartelijke groet,
Raoul Grouls

Raoul Grouls | Researcher **AI & Data Science** | **HAN_** University of Applied Sciences | Centrum IT & Media | Arnhem Ruitenberglaan 26 / B2.40 | **M** +31 6 267 100 51 | www.han.nl | Working days: Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday |

NR Nena Renting (student)  Wo 29-5-2024 13:00

Aan: Raoul Grouls

CC: Nathan van der Veer (student); Camiel Nijman (student); **+1 andere**

Beste Meneer Grouls,

Zou u misschien wel kunnen aangeven welke informatie nodig zou zijn om de energiestromen te kunnen simuleren? Zoals, welke data nodig zijn, hoeveel data nodig is, welk expertise nodig is, etc..

Zou het zin hebben om kort hiervoor een meeting te houden?

Dan zouden we dat namelijk mee kunnen nemen in ons advies.

Met vriendelijke groet,

Nena Renting
Studentennummer: 2143757

...

Antwoord van Raoul op vraag 2:

Simuleren van Energiestromen - Impact IoT Solutions - Minor Smart Industry

RG

Raoul Grouls



Aan: Nena Renting (student)

Wo 29-5-2024 13:09

CC: Nathan van der Veer (student); Camiel Nijman (student); **+1 andere**

Welke data nodig is, dat is lastig te zeggen zonder alle details te kennen en met de opdrachtgever te praten.

Ik heb namelijk een goede diagnose van het probleem nodig, en daarvoor moet ik heel precies de constraints kennen plus de business objective.

Wat ik wel kan zeggen, is dat het belangrijk is om die dingen goed in kaart te brengen:

- Wat is exact het business probleem? En dan dus niet “we willen een simulatie” want dat is geen business probleem. Maar echt wat de business aangaat, over het algemeen komt dat neer op de vraag: hoe denken ze geld te verdienen als dit beter gaat.
- Wat zijn precies alle constraints? Denk aan dingen als aantal kg per uur, aantal mensen die nodig zijn, aanvoer van grondstoffen, etc. Zeg maar alle grenzen waar je tegenaan zou kunnen lopen.
- Als je die dingen hebt, wil je ook weten wat alle huidige sensoren zijn: waar zijn die geplaatst, wat meten ze precies, en in welke samplerate meten ze dat, en hoe wordt die data verzameld en opgeslagen. Je wilt eigenlijk een overzicht hebben van alle data die mogelijk relevant kan zijn: aanvoer, tijden, schemas, beperkingen, kosten.
- Als je dat allemaal verzameld hebt, heb je een data scientist nodig die goed is in het omzetten van een business case in een wiskundig probleem; dus je zoekt geen programmeur, maar een wiskundige. Je zoekt expertise in constraint optimization, en waarschijnlijk planningsproblemen. Die zijn bijna altijd NP-hard, dus je hebt iemand nodig die niet in die valkuil stapt. Ik gok dat het zo iemand 8 tot 16 uur kost om dan met een advies te komen wat haalbaar is, wat een poc kan zijn, etc. en pas dán kun je gaan zeggen of er data mist, hoeveel data nodig is, wat nog meer voor expertise nodig is om dit te implementeren.

Groet, Raoul

Raoul Grouls | Researcher **AI & Data Science** | **HAN_** University of Applied Sciences | Centrum IT & Media | Arnhem Ruitenberglaan 26 / B1.36 | **M** [+31 6 267 100 51](tel:+31626710051) | www.han.nl | Working days: Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday |

...

Bijhorende gestelde vraag z.o.z.

Simuleren van Energiestromen - Impact IoT Solutions - Minor Smart Industry

Nena Renting (student)



Aan: Raoul Grouls

Wo 29-5-2024 10:48

CC: Nathan van der Veer (student); Camiel Nijman (student)

Beste meneer Grouls,

Wij (Camiel, Nathan en ik) zijn studenten van de Minor Smart Industry.

Op dit moment kaarten wij met het probleem dat wij te weinig kennis hebben met simuleren, waarvan wij hopen om via u meer kennis hierover te krijgen.

Onze casus waarmee wij vastlopen is het volgende:

Voor onze opdracht zijn wij bezig met het onderzoeken naar hoe energiestromen gesimuleerd/voorspeld kunnen worden. Hierin moet een buffer meegenomen worden en moeten de energiestromen van verschillende machines per tijdvak op elkaar berekent kunnen worden. Daarnaast moet de simulatie de mogelijkheid bieden om machines naar een ander tijdvak te kunnen verschuiven.

Voor deze functionaliteiten hebben wij literatuuronderzoek uitgevoerd op basis van de bronnen die wij online konden vinden. Echter waren deze bronnen voor de meerderheid op een te hoog niveau (op gemeente, provincie of land niveau) of een te laag niveau (particulier niveau). Hierdoor hebben wij nog niet goede bronnen kunnen vinden waar we uiteindelijk de simulatie op kunnen baseren.

Daarom zouden wij graag uw expertise willen inschakelen om erachter te komen of dit idee ten eerste mogelijk is en ten tweede welke aanpak hiervoor mogelijk is.

Zou u binnenkort tijd hebben om met ons door dit probleem heen te lopen?

Met vriendelijke groet,

Nena Renting*Studentennummer: 2143757*

