



PoAB

Elektronica-ICT

Project analyse bakenverlichting

Ondersteund door de

AP Hogeschool

Uitgevoerd op en begeleid door het bedrijf

Port of Antwerp – Bruges

Dom Jens
Hulsbergen Sten
De Wilde G  r  me
Moons Quinten
Verbiest Yorick
Lahey Kevin

Specialisatie IT & Internet of Things

Inhoudstafel

TERMEN EN AFKORTINGEN	3
OPDRACHTGEVERS	4
VOORSTELLING BEDRIJF	4
SAMENVATTING PROJECT	4
SITUATIE AS-IS HAVEN	5
PROBLEEMSTELLING	5
SITUATIE AS-IS PROJECT	5
PROBLEEMSTELLING	5
SITUATIE TO-BE	6
SCOPE	6
PLANNING	7
FUNCTIONEEL DESIGN	8
TECHNISCH DESIGN	8
SOFTWARE	8
<i>Blokschema</i>	8
HARDWARE	11
<i>Blokschema</i>	11
<i>Specificaties</i>	12
<i>Onderliggende argumentatie</i>	13
TESTSTRATEGIE	14
BESCHRIJVING VAN DE MOGELIJKE INTERFACES	15
LOGIN INTERFACE	15
CONTROLS INTERFACE	15
DEVICES INTERFACE	16
PER DEVICE INTERFACE	16
BESCHRIJVING VAN EVENTUELE DATAMIGRATIE	16
BESCHRIJVING VAN EVENTUELE IMPACT OP DE HUIDIGE INFRASTRUCTUUR	16
ANALYSE VAN SECURITY EN EVENTUELE AUTORISATIEROLLEN	17
DOCUMENTATIE	17
BRONVERMELDING	18

Termen en Afkortingen

Term	Omschrijving
IoT	Internet of things
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network is een specificatie voor een telecommunicatienetwerk geschikt voor langeafstandscommunicatie met weinig vermogen.
PoAB	Port of Antwerp Bruges
PCB	Printed circuit board (printplaat)
Baken	Een baken is een gehele opstelling met daarbij 3 armaturen, een sturing en een batterij.
Armatuur	Een armatuur is de component die oplicht, zonder extra sturingen.
Agile	Agile is een manier van softwareontwikkeling.
MQTT	MQTT is een lichtgewicht netwerkprotocol dat berichten tussen apparaten transporteert.
Flask	Flask is een webapplicatie

Opdrachtgevers

Juan Desfarges – Technisch manager gebouwtechnieken

Peter Melis – Senior Technisch Manager Projecten

Remi Van Damme – Project engineer

Voorstelling bedrijf

Het Havenbedrijf Antwerpen-Brugge heeft een belangrijke rol in de dagelijkse werking van Port of Antwerp-Bruges. Zo'n 1700 medewerkers werken dag en nacht aan een klantgerichte dienstverlening, een optimale infrastructuur, innovatieve projecten en de promotie van de haven in binnen-en buitenland. Zij zetten zich samen in om de rol van Port of Antwerp-Bruges als duurzame wereldhaven te vestigen.



**Port of
Antwerp
Bruges**

Samenvatting project

Bakenverlichting dient ervoor om schippers veilig te laten varen zonder dat deze een aanvaring krijgen. Daarom is het doel van het project om de huidige bakens in de PoAB slimmer te maken. De huidige bakens hebben op dit moment geen mogelijkheid tot verbinding met het LoRaWAN netwerk. Er is ook geen microcontroller aanwezig waardoor er geen data kan verstuurd of ontvangen worden, hierdoor kunnen de lichten niet vanop afstand geregeld worden. En is er geen controle over of deze bakens dag en/of nacht branden.

Door de bakens te voorzien van een LoRaWAN ontvanger/zender en een microcontroller kunnen we de volgende functies bekomen: de baken vanop afstand kunnen aan/uit zetten, de baken moet weergeven of het armatuur defect is of niet, de gps-locatie zal doorgegeven kunnen worden. Voor de toekomst is het mogelijk om extra sensoren aan te sluiten op de PCB. Zodat er later bv. luchtvervuiling gemeten kan worden. De batterij van de bakens zal worden opgeladen a.d.h.v. een zonnepaneel.



Situatie As-Is haven

In de haven is er een LoRaWAN netwerk aanwezig en doorheen de haven maakt men gebruik van de volgende twee type bakenunits.

- Type 1 (Intelligente)
 - 19 units
 - 3x per dag situatie masterarmatuur en batterijen – geen info over slave armaturen
 - Werkt via simkaarten
- Type 2 (Domme)
 - 40 units
 - Geen informatie beschikbaar

Probleemstelling

- Geen rapportage van defecten
- Geen rapportage van huidige lichtstatus
- Aansturing uitsluitend lokaal op basis van een lichtmeting
- Geen aansturing op basis van mist
- Geen locatiebepaling
- Geen rapportage van aanvaringen met schepen

Situatie As-Is project

Het huidig ontwerp van de baken bevat de volgende onderdelen:

- GPS-locatie van de baken
- Armaturen manueel aan en uit zetten of automatisch
- LoRaWAN communicatie
- Besturing via een interface
- Feedback van de armaturen
- Testopstelling voor de componenten

Probleemstelling

- Batterij past niet in de kast
- Plaats van de lichtsensoren niet goed
- Robuustheid en waterdichtheid
- Spanningsmeting van de batterij in de interface
- Spanningsmeting van het zonnepaneel in de interface
- Geen alarm als de baken uitvalt
- Spanning regulator oplossen
- Eventueel alternatief voor de LED-driver

Situatie To-Be

De bakens in PoAB worden gebruikt door schepen om hindernissen te signaleren. Hierdoor kunnen ze zich veilig voort verplaatsen binnen de haven. Doordat deze in de haven liggen/staan hebben deze veel invloed van potentiële defecten die kunnen voorkomen zoals dat de lichtsturing niet meer werkt. Hiervoor willen we een slimme baken maken die vanop afstand bediend kan worden en ook data kan ontvangen. Dit gaan we doen door het gebruik maken van het aanwezig LoRaWAN netwerk in de haven.

We gaan volgende doelstellingen hierin verwerken:

- Verschillende aansturingen van de bakens
 - Automatisch
 - Aanzetten bij nacht/donkere weeromstandigheden
 - Als de projectgroep “mistsensor” een werkend geheel heeft, de bakens aanzetten bij mist/hevige regenval.
 - GPS-locatie die verplaatst is.
 - Manueel
- Besturing via een interface
- LoRaWAN communicatie met de bakens
- Automatisch genereren foutmelding
 - Detecteert één of meerdere armaturen die niet oplichten wanneer ze horen opgelicht te zijn
 - Detecteert wanneer de batterij niet meer voldoende geladen is.
- Geeft informatie over zijn GPS-locatie
- Geeft de batterijstatus van de batterij weer
- Robuust en waterdicht

Scope

- Backend deployen op een server
- Implementatie van Docker, Grafana en InfluxDB
- Alarmgeneratie
- Diagnostiek tool
- Testopstelling bouwen
- PCB herwerken
- Onderhoudsvriendelijke aansluitingen
- Eindresultaat opleveren
- Documentatie hardware/software/testen
- Teststrategie documenteren
- Batterij-/zonnepaneelspanning op afstand zichtbaar maken
- Automatische deployment op elke infrastructuur

Planning

Voor dit project gaan we gebruik maken van een agile projectmethodologie. Elke week gaan we vooraf een vergadering houden en daarin de taken overlopen die zijn uitgevoerd of nog moeten gebeuren. Op deze manier is iedereen van het team op de hoogte van de huidige taken en hoever de anderen staan van het team. De taken en deadlines worden bijgehouden in Excel om het overzicht te bewaren.

We gaan de planning van het project opdelen in 4 periodes. We proberen in elk gedeelte de grote lijnen te omschrijven om het zo overzichtelijker te houden.

- September
 - Start iteratie twee van het project
 - Teamverdeling (hardware, software, documentatie)
 - Backend opzetten (Docker, InfluxDB, Grafana, GitHub)
 - Webinterface updaten zodat dit werkt met InfluxDB
 - Webinterface deployen voor de testopstelling
 - Testopstelling heropbouwen en gereed maken om buiten te plaatsen
- Oktober
 - Project analyse ontwerpen
 - Feedback van PoAB vragen over de analyse en aanpassen
 - Testopstelling buiten plaatsen
 - Testopstelling opvolgen en documenteren
 - PCB / componenten bestellen
 - Documentatie schrijven
- November
 - Documentatie schrijven
 - PCB / componenten bestellen
 - Problemen vaststellen en oplossen
 - Nieuwe componenten monteren in testopstelling
 - Analyses maken met de resultaten van de testopstelling
- December
 - Documentatie samenvoegen en overzichtelijk maken
 - Presentatie maken
 - Finishing touches aan het eindproduct
 - Visuele communicatieproject – filmpje / foto / poster
 - Testresultaten apart documenteren
 - Demo voorzien

Functioneel design

Als microcontroller gebruiken we de “Arduino MKR WAN 1300” gebaseerd op een SAMD21. Deze heeft een LoRa module op de PCB. Deze zal verbinding maken met het LoRaWAN netwerk van “the things network” en daar zal de data naar verstuurd worden. Vanuit een Flask applicatie op de backend gaan we vervolgens via MQTT de data ophalen van “the things network” en deze data lokaal verwerken. De microcontroller zal via de lichtsensor bepalen of de armaturen aan/uit moeten gaan of kan manueel worden ingesteld via de applicatie.

De data die over het LoRaWAN netwerk verstuurd zal worden:

- Armaturen manueel aan/uit zetten
- Armaturen automatisch aan/uit zetten
- Dag/nacht metingen
- GPS-locatie van de baken
- Capaciteit van de batterij
- Foutmeldingen
 - Armaturen die niet oplichten terwijl dit wel zou moeten.
 - Capaciteit van de batterij te laag
 - GPS-locatie die verplaatst is

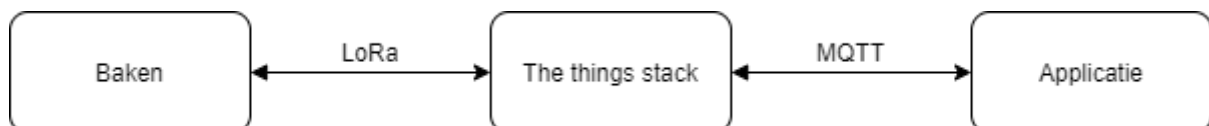
Technisch design

Software

Blokschema

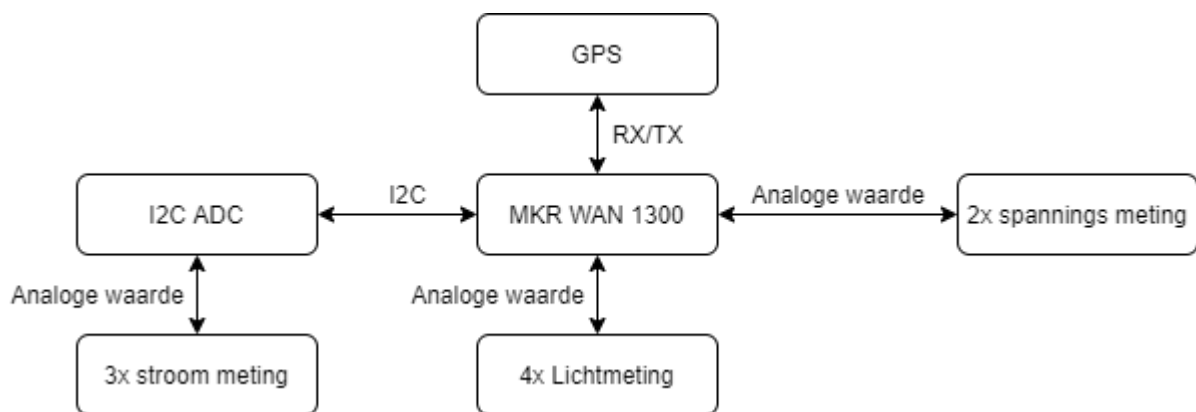
Overzicht

- Algemeen overzicht van een werkend systeem
- Communicatie van de baken met het LoRaWAN netwerk via LoRa
- Communicatie van het LoRaWAN netwerk met de applicatie via MQTT



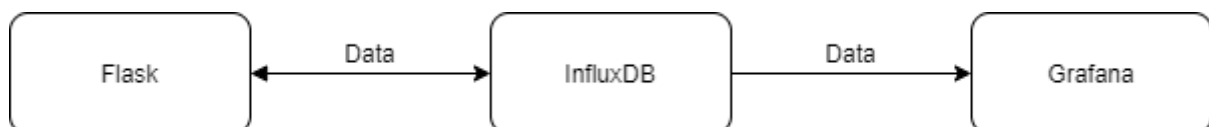
Communicatie tussen de hardware componenten

- De MKR WAN is de microcontroller me de bijhorende LoRaWAN module die de data zal verwerken, sturen en ontvangen.
- De GPS wordt gebruikt om de locatie van de baken op te halen.
- De spanning meting wordt gebruikt om de spanning over de batterij en het zonnepaneel te meten.
- Er worden 3 lichtmetingen gebruikt om te controleren of de armaturen aan/uit zijn. De 4^{de} lichtmeting wordt gebruikt om te kijken of het dag/nacht is.
- De stroommetingen worden gebruikt om een extra controle toe te voegen of de armaturen aan/uit zijn.
- Het I2C ADC component wordt gebruikt om de 5V waardes van de stroommeting via I2C aan de microcontroller te geven.



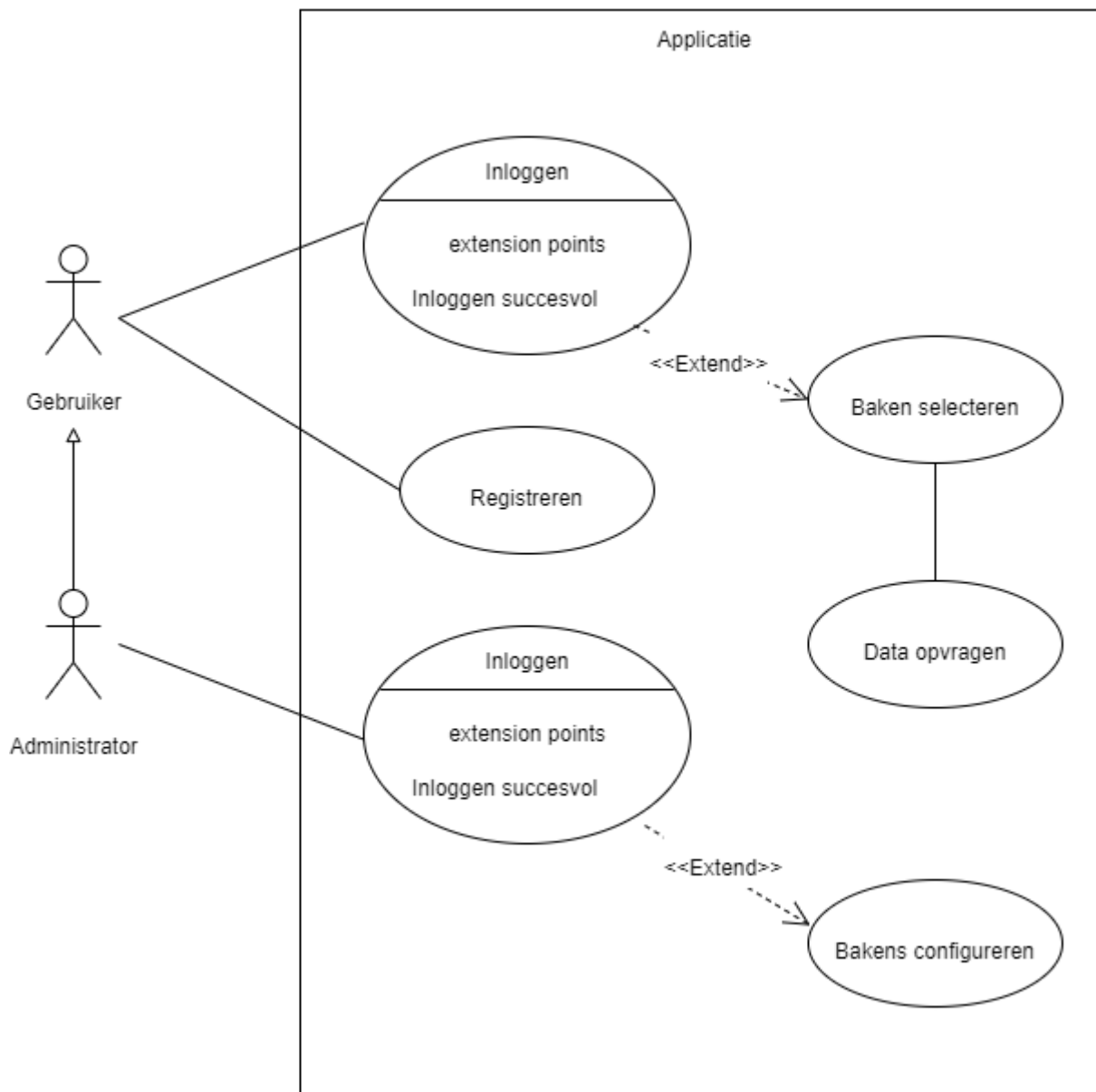
Applicatie

- Flask
 - Flask is een webframework dat geschreven is in python. Met Flask kunnen we webpagina's bouwen en deze laten veranderen met data. Ook zal hierop de webinterface gebouwd worden om de bakens te monitoren en te bedienen.
- InfluxDB
 - InfluxDB wordt gebruikt om data van het programma op te slaan en houdt daar ook het tijdstip van bij. Hierdoor kan je makkelijk de data van in een database op een grafiek weergeven in functie van de tijd. InfluxDB voorziet hiervoor ook een interface.
- Grafana
 - Grafana is een webapplicatie die open toegankelijk is om analyses te maken en data te visualiseren.



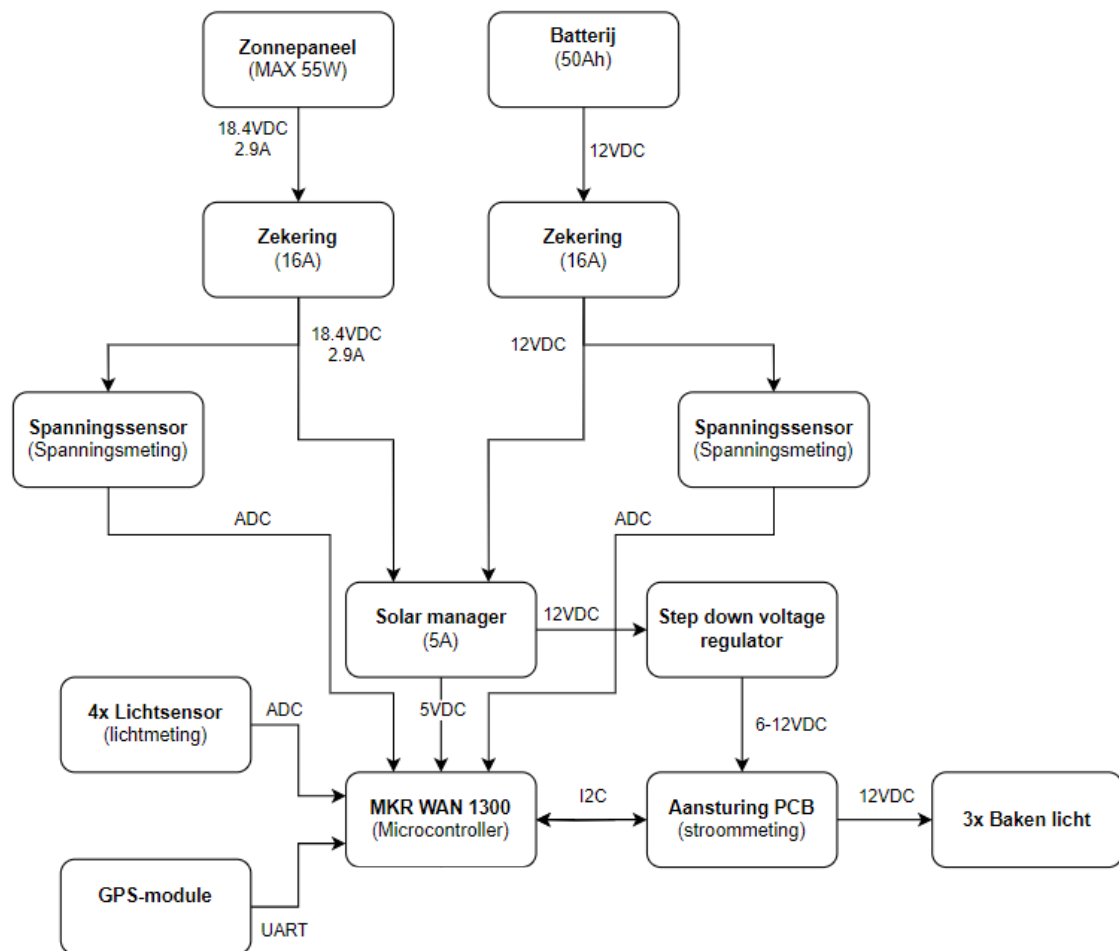
In de applicatie kan er worden gekozen tussen de verschillende bakens. Na het selecteren van de baken wordt de data uit de database gehaald en zichtbaar gemaakt via een interface. Hierbij is er ook de mogelijkheid om de bakens te bedienen (aan/uit/automatisch) door een administrator.

- Gebruiker
 - Kan registreren en inloggen op de applicatie
 - Kan enkel data opvragen van de bakens
- Administrator
 - Kan inloggen op de applicatie
 - Kan aanpassingen doen aan de werking van de bakens



Hardware

Blokschema



Specificaties

Blok	Specificatie	Min	Nominaal	Max
MKR WAN 1300	Werkspanning		5V	5.5V
	I/O spanning		3.3V	
	Current per I/O pin		7mA	
NEO-6M gps Module	Werkspanning	3.3V	5V	
	Communicatie		UART	
	Baud rate	4800 bits/s	9600 bits/s	115200 bits/s
Aansturing pcb (stroommeting)	Werkspanning		12V	
	I/O spanning		3.3V	
Stroommeting	Communicatie		I2C	
Lichtsensorm (TEMT6000X01)	Spectrale bandbreedte	440nm		800nm
	Golflengte piekgevoeligheid		570nm	
Stroommeting/ Spanningsmeting (INA219)	Werkspanning	3V		5.5V
Bakenlicht (led155)	Werkspanning	9V		30V
	Zichtbaarheid	8NM		12NM
Loodvlies-accu 12V	Capaciteit		50Ah	
Zonnepaneel	Werkspanning		18.4V	
	Wattage		55W	
Solar manager	Werkspanning		12V	

Onderliggende argumentatie

Blok	Argumentatie	Alternatieven
MKR WAN 1300	De MKR WAN1300 is gebaseerd op de SAMD21. Dit bordje heeft de mogelijkheid om volgende communicatieprotocollen te gebruiken: UART, I2C, SPI en LoRa. Buiten deze communicatieprotocollen zijn er aantal andere pinnen beschikbaar met ander functies. Dit bord werkt op een spanning van 3.3V	SAMDaaNo21, Arduino nano
Zonnepaneel + Solar manager	We maken gebruik van een zonnepaneel en een PWM solar manager die maximaal 10A kan leveren. Het gekregen zonnepaneel dat 55W levert kan hierop worden aangesloten en zal dus de batterij kunnen bijladen en begrenzen waar nodig.	Windmolen
GPS-module (neo-6M)	Hiervoor kiezen we de NEO-6M ontwikkelt door U-blox. Hiermee kan de exacte locatie bepaald worden alsook de tijd opgevraagd worden.	NEO-8M
Lichtsensoren	TEMT6000X01 is de lichtsensoren die we gaan gebruiken om de lichtmetingen uit te voeren. De sensor zal zijn weerstand aanpassen nader er meer of minder licht op in valt. Deze zal gebruikt worden om zowel de dag/nacht meting te doen als ook te meten of de armaturen oplichten wanneer gewenst.	GL5516
Stroommeting/ Spanningsmeting	We gebruiken hiervoor de INA219. Die module gaat de spanning meten van de accu en het zonnepaneel.	ME067
Aansturing pcb	Deze pcb gaan we zelf ontwerpen. Momenteel bestaat deze uit een mosfet relais, led driver en een stroommeting om de bakens aan te sturen. Dit wordt opnieuw uitgedacht en geoptimaliseerd.	Relais bord
Bakenlicht	Hiervoor kiezen we voor de "led 155 Sabik". De voedingspanning is tussen 9 en 30V. Deze hebben we gekregen om een testopstelling te maken.	SL-510-SA, Ledmax 5-10nm

Teststrategie

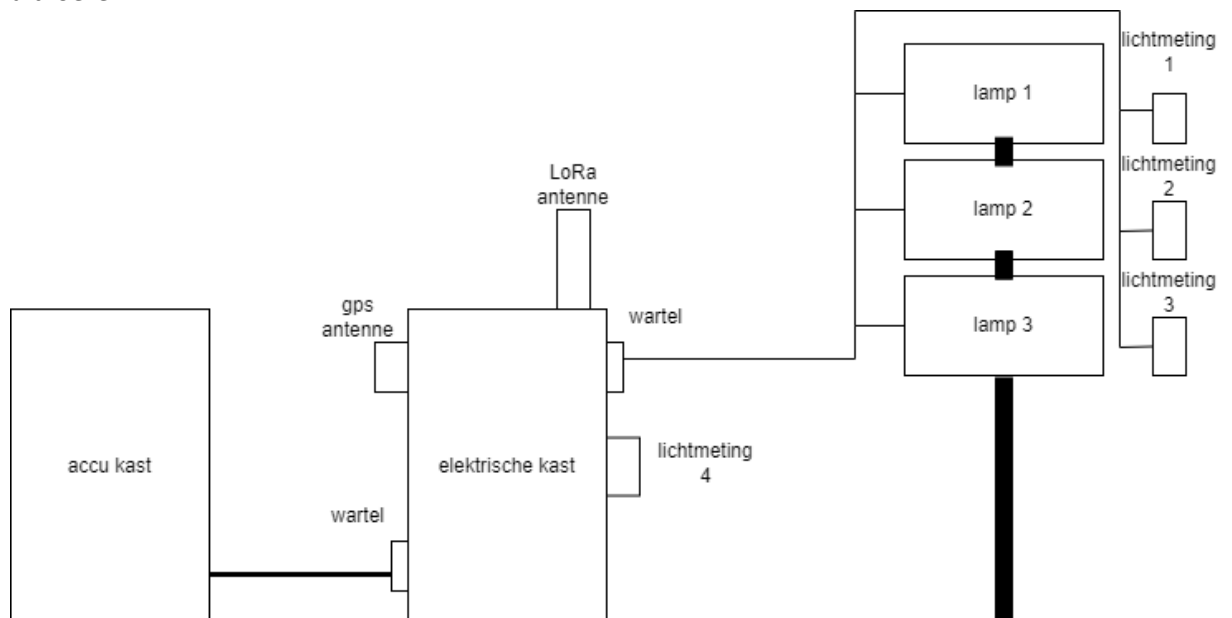
In dit gedeelte bespreken we hoe de baken getest zal worden. We gaan dit doen met twee testopstellingen. De eerste testopstelling zal bestaan uit de opstelling van vorig jaar. De tweede opstelling zal een aanpassing zijn van de eerste die de problemen van de vorige opstelling oplost. Bij de testopstellingen zullen we ook indien nodig aanpassingen maken aan de code en deze updaten.

Op het einde van het project willen we volgende doelen/analyses bereikt hebben.

- Stroomverbruik
- Temperatuur binnen in de controle unit
- Vochtigheid binnen in de controle unit
- Autonomie analyseren
- De code op zowel de microcontroller als op de webinterface moet lange tijd zonder problemen werken
- Eventuele problemen gedocumenteerd
- Onderhoudsvriendelijk

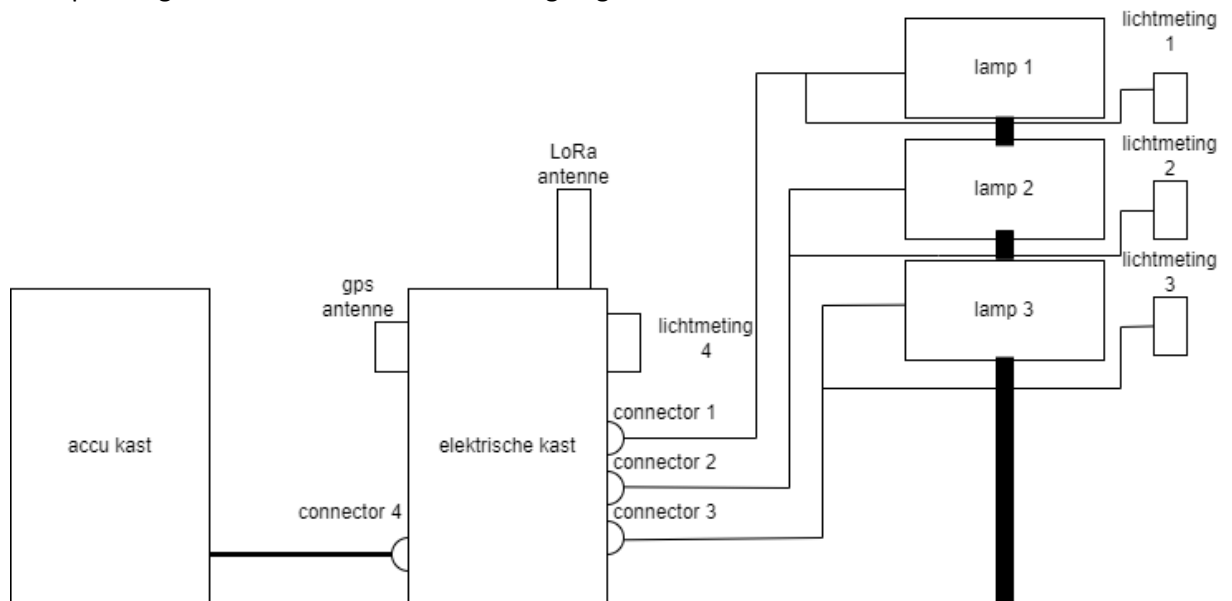
Eerste testopstelling

- Als eerste gaan we gebruik maken van de opstelling van vorige iteratie. Deze opstelling passen we aan zodat deze buiten opgesteld kan worden. Aan deze opstelling voegen we een temperatuur- en luchtvochtigheidsensor toe. Met deze extra sensoren kunnen we een beter inzicht krijgen op de situatie binnen de bakenkast. We gebruiken ook de code van de vorige iteratie, aangepast naar een nieuwe database om zo alle data te kunnen bijhouden. Doordat we gebruik maken van de database kunnen we al onze data bijhouden en hierop analyses uitvoeren.



Tweede testopstelling

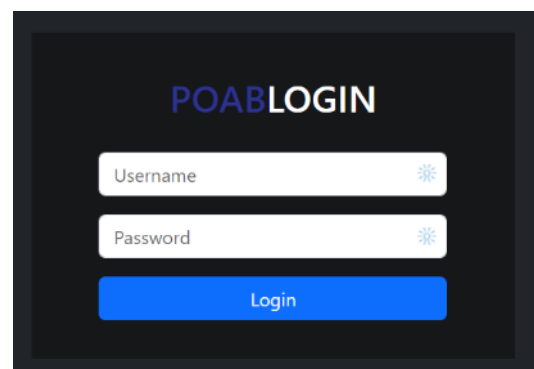
- Tijdens het voorbereiden van de eerste testopstelling wordt er aan een nieuwe PCB gewerkt. Deze PCB is een update van de vorige versie waarbij de gekende problemen verholpen zijn. Deze PCB zal in de testopstelling geplaatst worden en indien nodig zal de testopstelling aangepast worden afhankelijk van problemen die ontdekt worden in de eerste versie. Aan de fysieke opstelling zullen er connectoren toegevoegd worden die het makkelijker maken voor onderhoud. Ook zal de software geüpdatet worden indien dit gewenst is. Terwijl de testopstelling buiten staat zullen de bevindingen gedocumenteerd worden.



Beschrijving van de mogelijke interfaces

Login interface

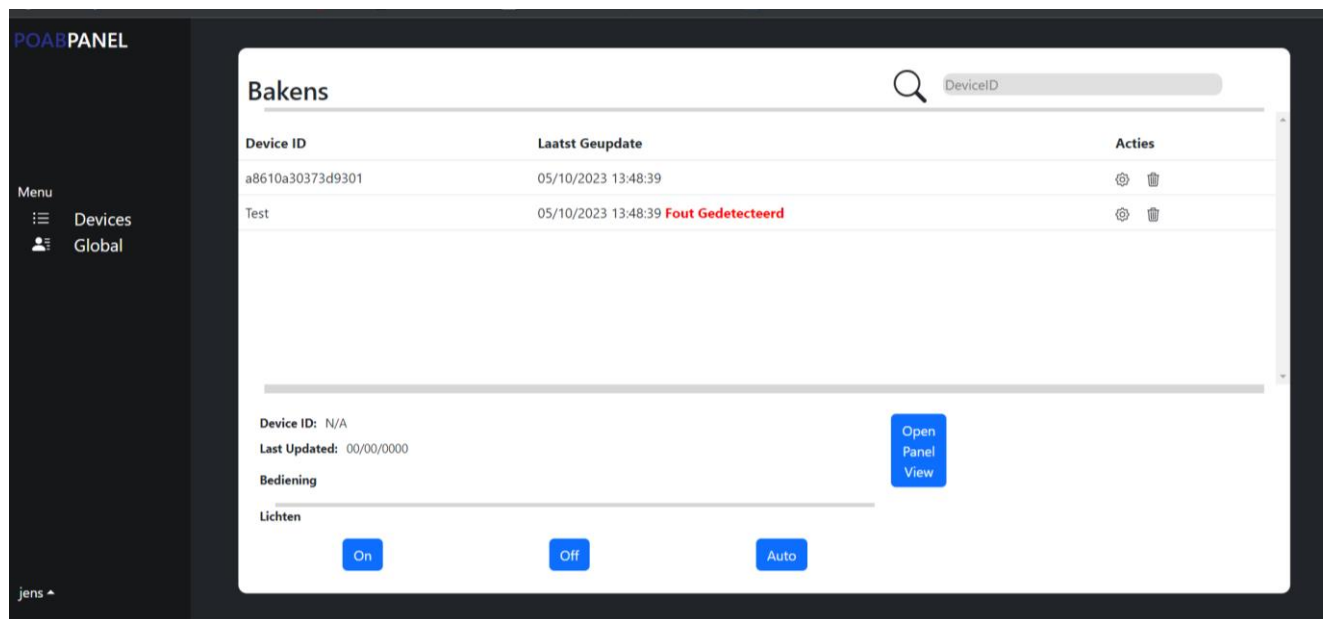
Op de eerste interface, getoond op de foto hiernaast, kan u uw gebruikersnaam en wachtwoord ingeven. Zonder een login is de applicatie niet te besturen.



Controls interface

Hierin kan de user alle baken tegelijk bedienen.

Devices interface



In het dashboard heeft u aan de linkerkant van het scherm het menu, hierin kan u de keuze maken of u één enkele baken wilt opzoeken of alle bakens tegelijk wilt bedienen.

Als u één enkele baken wilt bedienen kan u aan de rechterkant van het scherm de keuze maken tussen de verschillende bakens. Als u op een baken klikt zal hiervan de data worden opgehaald en komt deze onderaan in beeld. Onderaan kan u dan van de geselecteerde baken deze aan/uit doen of automatisch laten werken. U ziet ook de huidige status en gegevens van de geselecteerde baken.

Per device interface

Als u een baken/device selecteert zal er onderaan een menu open waarbij alle data zichtbaar wordt en u deze baken kan aansturen.

Beschrijving van eventuele datamigratie

Van beide As-Is situaties hebben we op dit moment geen data beschikbaar waardoor datamigratie niet van toepassing is. Voor de tweede iteratie van de bakens hebben we de MySQL database van de eerste iteratie vervangen door een InfluxDB database.

Beschrijving van eventuele impact op de huidige infrastructuur

Er is in de Port of Antwerp Bruges al een LoRaWAN netwerk aanwezig. Dit netwerk kan dus gebruikt worden. De huidige bakens zullen één voor één vervangen worden door de nieuwe slimme bakens. Hierdoor kunnen de bakens beter gecontroleerd worden en werken ze zuiniger, omdat deze nu niet meer 24/7 aan hoeven.

Analyse van security en eventuele autorisatie rollen

We kunnen de microcontroller als het zwakste punt beschouwen. Dit doordat de MCU opnieuw geprogrammeerd kan worden en voor andere doeleinden zou kunnen gebruikt worden. De MCU is op de bakens geïnstalleerd en deze worden op diverse plaatsen geplaatst, zowel op het land als op het water. We kunnen tijdens de ontwikkeling van het prototype het zo moeilijk mogelijk maken om deze te herprogrammeren. De data die via LoRa wordt verzonden is standaard beveiligd met een symmetrische encryptie.

- Hardware security
- Autorisatie rollen
 - Administrator:
 - Data opvragen van de bakens
 - Configureren van de bakens
 - Gebruiker:
 - Data opvragen van de bakens

Documentatie

In de code zullen comments worden voorzien om alle functionaliteiten van de code te beschrijven.

Volgende documentatie zal voorzien worden bij het opleveren:

- Handleiding over de sensoren en een overzicht van de algemene specificaties
- Technische documentatie met elektrische schema's en PCB-ontwerpen om eventuele verdere ontwikkeling mogelijk te maken
- Handleiding over de basisinstellingen

Bronvermelding

alldatasheet. (2022, 12 16). ACS712 Datasheet. Opgehaald van alldatasheet: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/168326/ALLEGRO/ACS712.html>

alldatasheet. (2022, 12 16). GL5528 Datasheet. Opgehaald van alldatasheet: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/1131893/ETC2/GL5528.html>

Arduino. (2022, 12 16). Arduino MKR WAN 1300. Opgehaald van Arduino: <https://docs.arduino.cc/hardware/mkr-wan-1300>

Farnell. (2022, 12 16). 103020133 Relay Board. Opgehaald van Farnell: <https://nl.farnell.com/seeedstudio/103020133/spdt-relay-board-arduino-board/dp/4007767?st=relais%20board>

PoAB. (2022, 10 21). Voorstelling project. Opgehaald van Digitap: https://learning.ap.be/pluginfile.php/2119439/mod_resource/content/1/Presentatie%20Stagestudent%20Bakenlichten%20v20221018.pdf

Sunstore. (2022, 12 16). Solar Battery Charger. Opgehaald van Sunstore: <https://www.sunstore.co.uk/product/30w-12v-solar-battery-charger-for-caravans-and-motorhomes/>

The Things Industries. (2022, 12 23). What is lorawan. Opgehaald van The Things Network: <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/>

u-blox. (2022, 12 16). u-blox 6 GPS Modules. Opgehaald van u-blox: https://content.ublox.com/sites/default/files/products/documents/NEO6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf

Wikipedia. (2022, 12 9). Actuator. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Actuator>

Wikipedia. (2022, 12 9). Agile-softwareontwikkeling. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Agile-softwareontwikkeling>

Wikipedia. (2022, 12 9). Arduino (computerplatform). Opgehaald van Wikipedia: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Arduino_\(computerplatform\)](https://nl.wikipedia.org/wiki/Arduino_(computerplatform))

Wikipedia. (2022, 12 9). Global positioning system. Opgehaald van Wikipedia: https://nl.wikipedia.org/wiki/Global_positioning_system

Wikipedia. (2022, 12 9). Led. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Led>

Wikipedia. (2022, Augustus 14). Lichtgevoelige weerstand. Opgehaald van Wikipedia: https://nl.wikipedia.org/wiki/Lichtgevoelige_weerstand

Wikipedia. (2022, 12 9). MQTT. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/MQTT>

Wikipedia. (2022, 12 9). Node-RED. Opgehaald van Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Node-RED>

Wikipedia. (2022, 12 23). Relais. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Relais>

Wikipedia. (2022, 12 9). Sensor. Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Sensor>