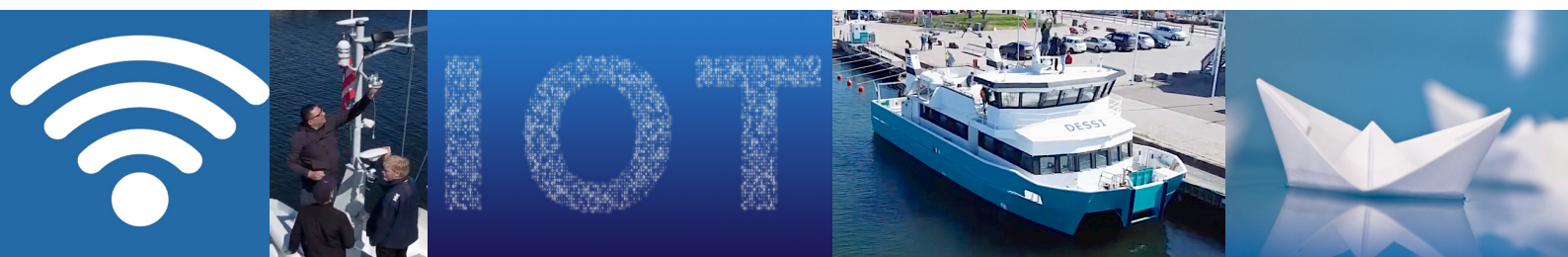


LIGHTHOUSE REPORTS

# Datainsamling med hjälp av IoT på passagerarfärja



**Ett innovationsprojekt som genomförts inom Trafikverkets  
branschprogram Hållbar sjöfart som drivs av Lighthouse.  
Publicerad mars 2024**

[www.lighthouse.nu](http://www.lighthouse.nu)

# Datainsamling med hjälp av IoT på passagerarfärja

## **Författare**

Fredrik Ahlgren, Oxana Lundström, David Mozart,  
Institutionen för datavetenskap och medieteknik,  
Linnéuniversitetet

## **I samarbete med**

Linnéuniversitetet, RISE, Sensative AB och Ressel Rederi AB

Detta projekt har genomförts inom Trafikverkets branschprogram Hållbar sjöfart,  
som drivs av Lighthouse.

## Summary

The project "Data Collection Using IoT on a Passenger Ferry," led by Linnaeus University, aimed to integrate Internet of Things (IoT) technology on M/S Dessi, a passenger ferry operating between Kalmar and Färjestaden. The primary objective was to enhance the ferry's operation, work environment, and safety by collecting data through various sensors. This initiative was a collaborative effort involving several partners, including Sensative AB, Ressel Rederi AB, Linnéuniversitetet and RISE. These partners contributed their technical expertise and resources to the project.

A multitude of IoT sensors were installed on board the ferry and at the harbours. These sensors collected data on key environmental and operational parameters such as air quality, noise levels, movement, and weather conditions. The data collection process faced challenges, notably signal interference and coverage issues, especially in the engine room where thick metal structures hindered effective signal transmission. Despite these challenges, valuable insights into the ferry's operations and environmental impact were gathered.

The project utilized the Helium network and Stadshubben for data collection and transmission. A preliminary model was developed to estimate the number of passengers based on sensor data, utilizing sound and motion sensors as indicators. This data was analyzed and presented through Google Looker, facilitating straightforward data sharing and visualization.

Furthermore, the project highlighted the importance of selecting appropriate networks and sensor locations for effective data collection on maritime vessels. This report underlines the complexity of ensuring stable connectivity onboard and emphasizes the need for continued research and development in robust maritime communication solutions.

The project marks a notable stride towards maritime sector digitalization especially for the smaller near shore traffic and offers valuable lessons for future IoT initiatives. Despite the encountered challenges, the successful integration of IoT technology into maritime operations was a key achievement. Through integration of existing infrastructure and new installations, researchers successfully began collecting valuable data on ferry operations.

The research work on machine learning and cycle identification, which was presented at a scientific conference, marks a significant milestone for the project. This research has resulted in a recognized prototype, which suggests a pathway towards a solution for managing passenger flows and optimizing ferry fuel consumption.

The open dataset from collected sensor data offers a solid foundation for ongoing research in maritime digitalization, demonstrating the potential of modern technology to make shipping safer, more efficient, and environmentally friendly.

The project underscores the necessity of interdisciplinary collaboration in leveraging IoT technology to enhance maritime operations and sets a precedent for future initiatives in the field.

## Sammanfattning

Projektet "Datainsamling med IoT på Passagerarfärja", lett av Linnéuniversitetet, syftade till att integrera Internet of Things (IoT)-teknologi på M/S Dessi, en passagerarfärja som opererar mellan Kalmar och Färjestaden. Huvudmålet var att förbättra färjans drift, arbetsmiljö och säkerhet genom insamling av data med hjälp av olika sensorer. Detta initiativ var ett samarbete med flera partners, inklusive Sensative AB, Ressel Rederi AB, Linnéuniversitetet och RISE, som bidrog med sin tekniska expertis och resurser.

Ett stort antal IoT-sensorer installerades ombord på färjan och i hamnarna för att samla data om viktiga miljö- och driftsparametrar som luftkvalitet, bullernivåer, rörelse och väderförhållanden. Datainsamlingsprocessen stötte på utmaningar, särskilt signalinterferens och täckningsproblem, i synnerhet i maskinrummet där tjocka metallstrukturer begränsade effektiv signalöverföring. Trots dessa hinder samlades värdefulla insikter om färjans drift och miljöpåverkan in.

Projektet använde Helium-nätverket och Stadshubben för datainsamling och överföring. En preliminär modell utvecklades för att uppskatta antalet passagerare baserat på sensordata, med användning av ljud- och rörelsesensorer som indikatorer. Denna data analyserades och presenterades genom Google Looker, vilket underlättade enkel datautbyte och visualisering.

Vidare belyste projektet vikten av att välja lämpliga nätverk och sensorplaceringar för effektiv datainsamling på maritima fartyg. Denna rapport understryker komplexiteten i att säkerställa stabil anslutning ombord och betonar behovet av fortsatt forskning och utveckling för robusta kommunikationslösningar inom sjöfarten.

Detta projekt markerar ett betydande steg mot digitaliseringen av sjöfartssektorn och erbjuder värdefulla lärdomar för framtida IoT-initiativ. Trots de utmaningar vi stötte på var den framgångsrika integrationen av IoT-teknik i maritima operationer en viktig framgång. Genom integration av befintlig infrastruktur och nya installationer, började forskarna framgångsrikt samla in värdefull data på färjans operationer.

Forskningsarbetet om maskininlärning för cykelidentifiering markerar en betydande milstolpe för projektet. Denna forskning har resulterat i en erkänd prototyp, vilket föreslår en väg mot en lösning för att hantera passagerarflöden och optimera färjans bränsleförbrukning.

Det öppna datasetet från insamlat sensor data erbjuder en solid grund för pågående forskning inom maritim digitalisering, och demonstrerar potentialen hos modern teknik för att göra sjöfarten säkrare, mer effektiv och miljövänlig.

Projektet understryker nödvändigheten av tvärvetenskapligt samarbete för att dra nytta av IoT-teknik för att förbättra maritima operationer och utgör ett föredöme för framtida initiativ inom detta område.

## Innehåll

1	Inledning.....	6
2	Val av utrustning.....	6
2.1	Miljöaspekter.....	6
2.2	Arbetsmiljö.....	7
2.3	Sensoralternativ.....	7
3	Installation av utrustning.....	8
3.1	Installation på fartyget.....	8
3.2	Installation i hamnen.....	8
4	Sensorer.....	9
4.1	Vind – CN-Vind-NMEA.....	9
4.2	Väder – Barani Weather Station.....	10
4.3	Luftkvalitet– Partikelsensor.....	10
4.4	Buller – Ljudnivåsensor elsys. ERS Sound.....	11
4.5	Rörelse – Rörelsesensor.....	11
4.6	Vibration – Vibrationssensor.....	11
4.7	GPS - digital-matter-yabby.....	12
4.8	Proximitet – Livboj 1.....	12
4.9	Proximitet – Livboj 2.....	12
4.10	Läckage – Oljeläckagesensor 1.....	13
4.11	Läckage – Oljeläckagesensor 2.....	13
5	Datainsamling.....	14
5.1	Helium.....	14
5.2	Stadshubben (via Kalmar Energi).....	14
5.3	Utmaningar.....	15
6	Datadelning.....	15
7	Dataanalys.....	16
7.1	Uppskattning av antalet passagerare.....	16
8	Slutsatser.....	17
9	Referenser.....	17
10	Appendix.....	18
10.1	Installation.....	18
10.2	Sensorer.....	20

10.2.1	Vind – CN-Vind-NMEA.....	20
10.2.2	Väder – Barani Weather Station.....	20
10.2.3	Luftkvalitet– Partikelsensor.....	21
10.2.4	Buller – Ljudnivåsensor elsys. ERS Sound.....	21
10.2.5	Rörelse – Rörelsesensor.....	22
10.2.6	Vibration – Vibrationssensor.....	22
10.2.7	GPS - digital-matter-yabby.....	23
10.2.8	Proximitet – Livboj 1.....	24
10.2.9	Proximitet – Livboj 2.....	24
10.2.10	Läckage – Oljeläckagesensor 1.....	25
10.2.11	Läckage – Oljeläckagesensor 2.....	26

# 1 Inledning

M/S Dessi, en passagerarfärja som går mellan Kalmar och Färjestaden under sommartid, har en viktig roll i transporten av turister under sommarmånaderna. Inom ramen för detta projekt, lett av Linnéuniversitetet, användes batterisnåla IoT-sensorer (Internet of Things) för att samla in data om olika mätvärden ombord på och runt fartyget, inklusive dess hamnar. Syftet var att undersöka möjligheter för att integrera IoT-teknik i fartyget genom att använda både befintlig infrastruktur och installera ny utrustning.

Projektet fokuserade på att förstå hur data från fartyget kunde delas med relevanta parter för att skapa ett mer integrerat dataflöde och öka kunskapen om hur sensorer kan användas för att förbättra arbetsmiljön ombord samt bidra till mer energieffektiv fartygsdrift och tillståndsbaserat underhåll.

## Projektets parter:

1. Linnéuniversitetet, Institutionen för Datavetenskap och Mediateknik, forskningsgrupp IoT-lab: Ledde projektet och skötte sensorinstallation. Ansvarig: Dr. Fredrik Ahlgren, Universitetslektor.
2. RISE Research Institutes of Sweden, Avdelningen Industriella System, Enheterna Tillämpad AI & IoT samt Autonoma System: Deltog i forskningsarbetet. Ansvarig: Tomas Westlund, RISE Linköping.
3. Kalmar Energi AB: Del av LoRaWAN-infrastrukturen.
4. Sensative AB: Utvecklade en del av LoRaWAN-sensorerna. Ansvarig: Fredrik Westman, Co-founder.
5. Ressel Rederi AB: Tillhandahöll färjan MS Dessi som testbädd. Ansvarig: Fredrik Robbertte.
6. Dialect AB: Tillhandahöll WiFi-uppkoppling på färjan.

Inköp och utvärdering av sensorer skedde i samarbete med fartygets besättning och rederiet mellan oktober och december 2022. Monteringen och installationen av sensorerna utfördes mellan mars och juni 2023. Datainsamlingsfasen ägde rum under fartygets driftsäsong, från maj till september 2023, följt av en analys och sammanställning av ett öppet dataset i projektets slutskede, mellan oktober och december 2023.

## 2 Val av utrustning

I samarbete med rederiet har en mängd krav till ett IoT system formulerats. Dessa krav kan kategoriseras i tre huvudområden: miljöaspekter, arbetsmiljö samt säkerhet.

### 2.1 Miljöaspekter

Rederiet visade ett tydligt intresse för hållbarhet, med särskilt fokus på att förstå och optimera deras sin dagliga trafikdrift. De ville ta hänsyn till detaljer som antalet passagerare, om de tar med cyklar eller väljer att åka buss, och såg värde i att koppla detta till befintliga data från Kalmar Länstrafik. Genom att integrera dessa insikter, inklusive väderdata, bedömde de att de kunde förbättra effektiviteten, minska bränsleförbrukningen och därigenom bidra till att göra verksamheten mer hållbar. Att effektivt mäta och minska bränsleförbrukningen var också intressant, inte bara för att minska kostnaderna, utan även för att minska miljöpåverkan.

## 2.2 Arbetsmiljö

Inom arbetsmiljö lyfts frågor kring vibrationer, luftkvalitet, bullernivå och vattenkvalitet. Det är nödvändigt att mäta och övervaka dessa aspekter för att garantera bästa möjliga arbetsförhållanden. Framöver kan potentiellt farliga nivåer avseende luft- och vattenkvalitet, för höga ljudnivåer och vibrationer identifieras snabbt och åtgärdas för att skydda personalens och passagerarnas hälsa och säkerhet.

Rutinmässiga kontroller av säkerhetsutrustning, inklusive tillgången på livbojar, uttrycktes som en möjlighet att använda IoT-tekniken till.

## 2.3 Sensoralternativ

Flera sensoralternativ för projektet utforskades i syfte att hitta de mest effektiva lösningarna för varje område. Initialt var det huruvida färjan var på väg eller stod stilla som var intressant, samt hur många passagerare med cyklar som väntade på andra sidan. Senare blev det också intressant att mäta luftkvaliteten och bullernivån i cafét ombord, samt vindhastighet och riktning.

Valet av LoRaWAN berodde på flera faktorer. LoRaWAN, som står för Long Range Wide Area Network, är en nätverksteknik som är speciellt designad för att underlätta kommunikationen mellan sensorer och applikationer i Internet of Things (IoT). Först och främst erbjuder LoRaWAN en lång räckvidd och låg energiförbrukning, vilket är idealiskt för våra behov ombord på en färja. Med dess förmåga att ge anslutningar för sensorer i stadsområden eller på landsbygden, inklusive svåråtkomliga och motståndiga platser, har LoRaWAN visat sig vara ett effektivt alternativ. Detta nätverk är också flexibelt, vilket möjliggör anslutning till både publika och privata nätverk i staden. Dessutom tillåter LoRaWAN oss att ansluta en mängd olika sensortyper, vilket är nödvändigt för att samla in de olika datatyper vi är intresserade av. De specifika sensorerna som används i projektet finns listade under avsnittet Sensorer.

Vi övervägde också att använda en Axis-kamera, men detta alternativ kräver ytterligare utrustning, som en 4G-router och Power over Ethernet (PoE), samt en översyn av nödvändiga tillstånd. Vi bedömde dock att integrationen av en kamera låg utanför projektets ramar. Dock genomfördes ett teoretiskt forskningsarbete inom ramarna för hur man kan identifiera cyklar med maskininlärning. Detta arbete presenterades på en konferens inom maskininlärning i Köpenhamn under oktober 2023[1].



### 3 Installation av utrustning

Under vårt projekt samarbetade vi med Sensative, en ledande aktör inom smarta hem och byggnader. De har en stark bakgrund inom IoT-lösningar och har utvecklat ett brett utbud av sensorer som är flexibla och lättintegrerade till de flesta miljöer.



Figur 1: Kort video på processen av sensorinstallation på M/S Dessi 23-05-09 är tillgänglig på Youtube: <https://youtu.be/9bVsbmzphXc?si=tr4mlsZA6CNYMblf>

#### 3.1 Installation på fartyget

Ombord på M/S-Dessi har flertalet sensorer installerats under projektets gång. Dessa finns listade nedan under Sensorer, men sammanfattat handlar det om en väderstation, vindgivare, luftkvalitetsensor, ljudnivåsensor, vibrationssensor, läckage och proximitetsensorer.

Sensorerna placeras på strategiska platser ombord för att effektivt samla in relevant data.

Alla sensorer kopplades sedan till Sensatives Yggio-plattform. Yggio är en lösning som möjliggör enhetlig övervakning och styrning av olika IoT-enheter. Genom denna plattform kunde vi centralt styra, övervaka och extrahera data från alla installerade sensorer, vilket utgjorde en central del av vårt projekt för att förbättra drift och säkerhet på fartyget.

#### 3.2 Installation i hamnen

I projektets mål formulerades även önskan att räkna antalet väntande passagerare, med hjälp av kamerateknik, vid hamnarna i Kalmar och Färjestaden, vilket skulle ge direkt input till fartygets besättning. Installationen av sensorer i hamnen kunde inte genomföras som planerat eftersom tillståndet från kommunen inte kunde erhållas i tid. Detta innebar att vi inte kunde installera kameran innan projektets slut.

## 4 Sensorer

Rapportdelen ger en översikt över olika sensorer som används för att mäta olika miljöparametrar. Bland dem finns CN-Vind-NMEA, ett system för att mäta vindriktning och vindhastighet. Rapporten inkluderar även Barani Weather Station, en mikroväderstation som effektivt mäter lufttemperatur, luftfuktighet, barometriskt tryck och solstrålning.

En partikelsensor för inomhusmiljöer beskrivs också, som är kapabel att mäta temperatur, fuktighet och partiklar i olika storlekar. ERS Sound, en ljudnivåsensor, är också nämnd och den mäter förutom ljudnivåer även inomhustemperatur och fuktighet.

Rapporten tar upp en rörelsesensor som kan detektera närvaro med en IR-sensor och en vibrationsgivare som är användbar för att analysera industriella vibrationer. Slutligen inkluderas en GPS-tracker och närvarosensorer, vilka är viktiga för positionering och närvarodetektion.

Detaljerad information om respektive sensor finns under “Appendix”.

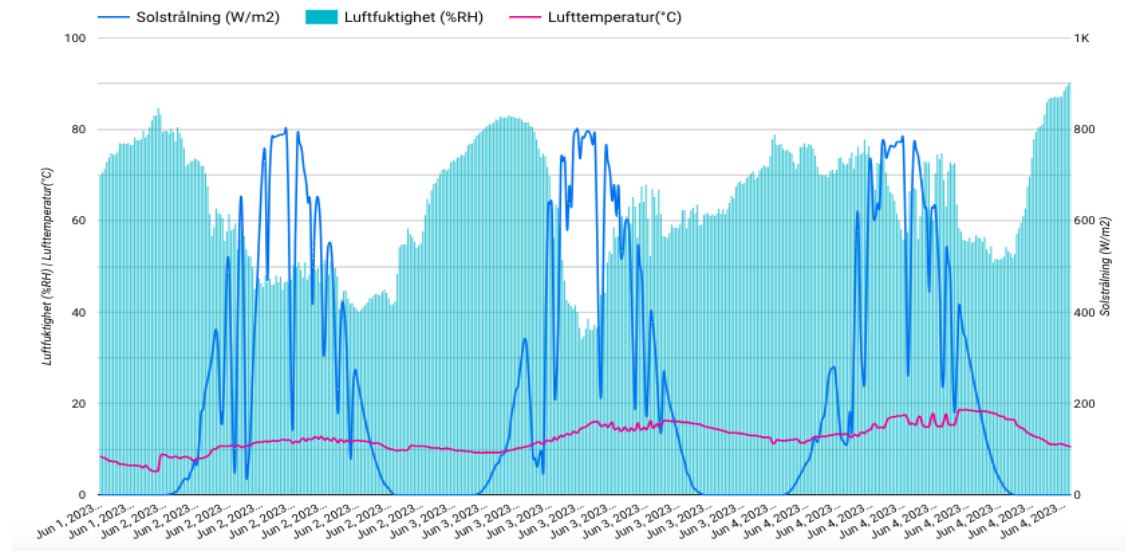
### 4.1 Vind – CN-Vind-NMEA

Vindsystem som mäter **vindriktningen** och **vindhastigheten**. Enheten för vindriktning är vanligtvis grader, med vind från norr som 0°, vind från öster som 90°, vind från söder som 180° och vind från väster som 270°. Enheten för vindhastighet är konfigurerbar.

Under flytten från Calmare Nyckel till MS-Dessi försvann den del av enheten som skickar data från vindgivaren. Trots upprepade sökinsatser kunde denna del inte återfinnas. Detta är orsaken till att det saknas data från denna specifika givare.

## 4.2 Väder – Barani Weather Station

En mikro-väderstation utformad för att ge precision i mätning av mikroklimat och uppfyller alla WMO- och NWS-standarder för mätning. Mäter **lufttemperatur, luftfuktighet, barometriskt tryck och solstrålning**.



Figur 2: Översikt över utvalda datapunkter för alla mätningar från sensorn under loppet av juni. Utforskning av andra tidsperioder är möjligt i den interaktiva dashboarden.

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_bv7qvdwlbld](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_bv7qvdwlbld)

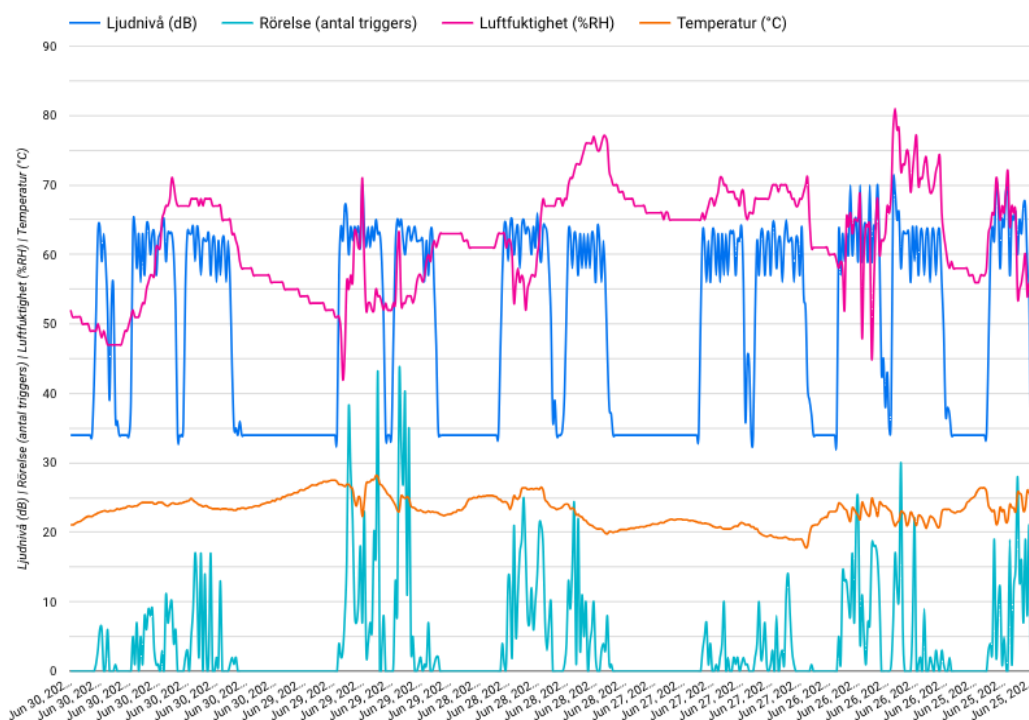
## 4.3 Luftkvalitet– Partikelsensor

En partikelsensor som mäter **temperatur, fuktighet och partiklar (PM1.0, PM2.5, PM10)** i inomhusmiljöer.

Ingen data är tillgänglig från denna sensor eftersom den hastigt togs bort från Yggio-plattformen. Borttagningen skedde innan data kunde samlas in och sparas.

## 4.4 Buller – Ljudnivåsensor elsys. ERS Sound

Mäter **inomhustemperatur, fuktighet, ljus, rörelse** och naturligtvis **ljudnivåer**.



Figur 3: Översikt över utvalda datapunkter för alla mätningar från sensorn under loppet av juni. Utforskning av andra tidsperioder är möjligt i den interaktiva dashboarden.

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_xlqxeyvlbd](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_xlqxeyvlbd)

## 4.5 Rörelse – Rörelsesensor

Mäter **inomhustemperatur, fuktighet, ljus, rörelse** och naturligtvis **närvaro**. Närvaron detekteras med en IR-sensor och kommer att berätta om någon är i rummet, även om personerna sitter stilla.

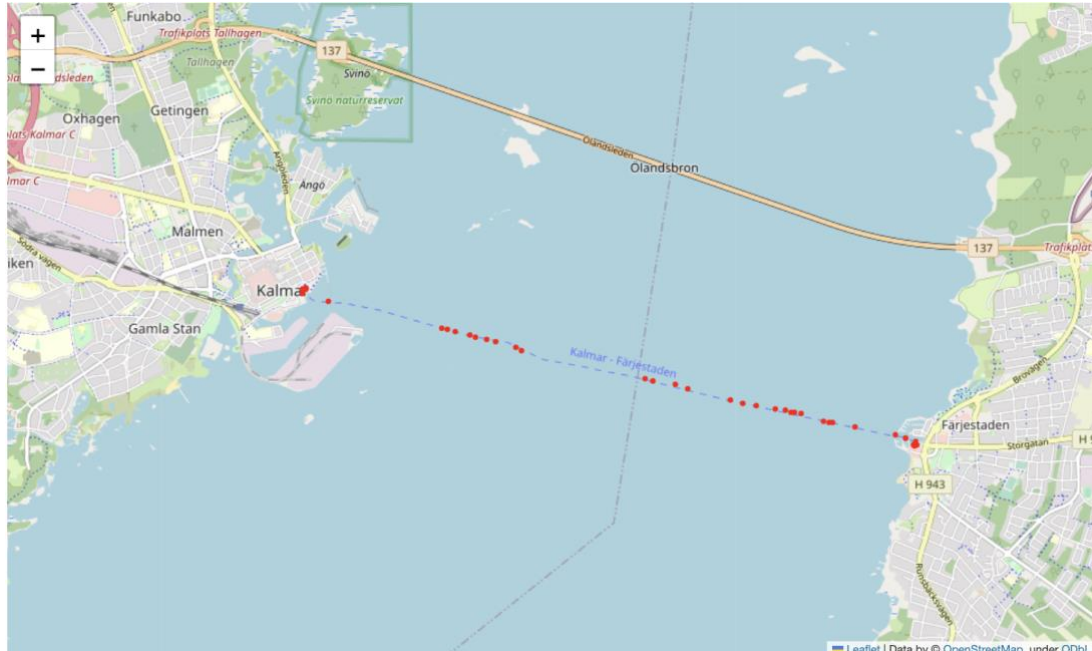
Av okänd anledning förlorade denna sensor sin anslutning till nätverket, vilket resulterade i att ingen data kunde inhämtas från denna enhet.

## 4.6 Vibration – Vibrationssensor

Analyserar vibrationssignaturen hos en industriell utrustning. Ingen data är tillgänglig från denna sensor eftersom den hastigt togs bort från Yggio-plattformen. Borttagningen skedde innan data kunde samlas in och sparas. Dessutom är denna specifika sensortyp kanske inte den mest lämpliga för detta ändamål. Den är framtagen för prediktivt underhåll, vilket innebär att den endast skickar data vid ovanliga förändringar, istället för att skicka data kontinuerligt. Detta gör den mindre effektiv för att övervaka vibrationer.

## 4.7 GPS - digital-matter-yabby

Spårar föremål när de är i rörelse och går in i viloläge när de är stationära för att spara ström.



Figur 4: Några exempel från GPS sensor data och hur man kan visualisera den

## 4.8 Proximitet – Livboj 1

Strips Presence för LoRaWAN är en aktiv IR-närvarosensor. Den övervakar närvaron av objekt inom sin räckvid genom att mäta objekt och människor inom nära räckhåll (konfigurerbar upp till 50 cm).

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_jlcppyqlbd](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_jlcppyqlbd)

## 4.9 Proximitet – Livboj 2

Strips Presence för LoRaWAN är en aktiv IR-närvarosensor. Den övervakar närvaron av objekt inom sin räckvid genom att mäta objekt och människor inom nära räckhåll (konfigurerbar upp till 50 cm).

Av okänd anledning förlorade denna sensor sin anslutning till nätverket, vilket resulterade i att ingen data kunde inhämtas från denna enhet.

## 4.10 Läckage – Oljeläckagesensor 1

En multisensor som mäter **läckage**, **temperatur** och kan avgöra om ex. en dörr är **öppen** eller **stängd**.

På grund av dålig täckning kunde sensorn inte ansluta till LoRaWAN-nätverket och skicka data.

## 4.11 Läckage – Oljeläckagesensor 2

En multi-sensor som mäter **läckage**, **temperatur** och kan avgöra om ex. en dörr är **öppen** eller **stängd**.

På grund av dålig täckning kunde sensorn inte ansluta till LoRaWAN-nätverket och skicka data.

## 5 Datainsamling

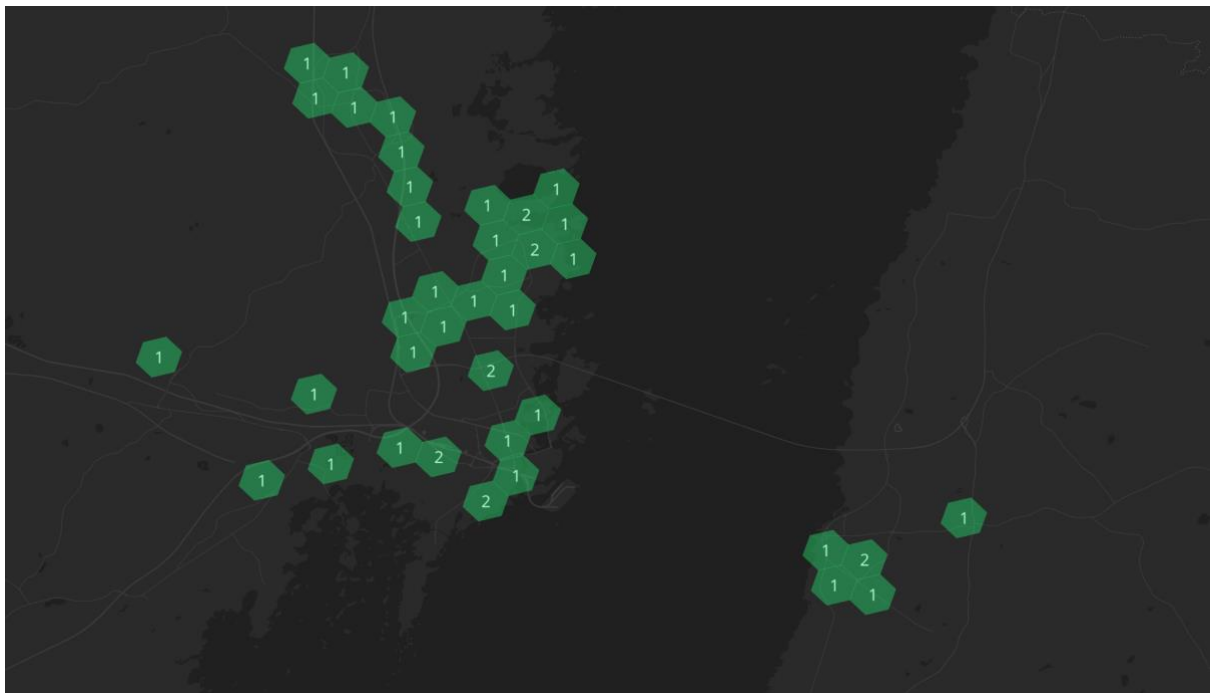
Utmaningar kan uppstå när man implementerar IoT-nätverk på fartyg. Detta grundar sig i att fartygs konstanta rörelse och eventuella färder till avlägsna platser kan skapa problem med täckning och stabilitet. Beroende på var fartyget befinner sig kan det vara svårt att upprätthålla en stabil och tillförlitlig uppkoppling, vilket är avgörande för IoT-systemet.

För att utvärdera användningen av trådlösa nätverk ombord och skapa erfarenhet av hur systemen kan integreras med befintliga maritima kontrollsystem utvärderades följande IoT-nätverk under projektets gång:

### 5.1 Helium

Helium Nätverket är känt för att använda ett unikt och decentraliserat tillvägagångssätt för att skapa ett brett IoT-nätverk. Detta sker genom att incitament ges till individer att driva nätverkets hot-spots, vilket i sin tur leder till ett starkt och pålitligt nätverk som kan nå avlägsna platser. Infrastrukturen för nätverket är god i Kalmar och tillräckligt bra i Färjestaden (Öland) och därför valde vi att i detta projekt testa och utvärdera Helium.

De LoRaWAN-sensorer som är placerade på masten av färjan verkar ha haft en stark och konsekvent täckning, troligen tack vare sin höjd och färre hinder för signalen att penetrera. Detta möjliggör en nästan oavbruten dataöverföring till Helium-nätverket, som är visualiserat genom de gröna hexagonerna på kartan nedan (Figur 5).



Figur 5: Helium-nätverket i området Kalmar-Färjestaden.

### 5.2 Stadshubben (via Kalmar Energi)

Stadshubben är en basinfrastruktur för IoT (Internet of Things) som täcker nästan hela Kalmar och via Stadshubbsalliansen även 50 andra kommuner. Det är känt för sin



stadsomfattande täckning, vilket gör det till ett attraktivt alternativ för IoT-applikationer. Stadshubben bygger upp detta IoT-nätverk genom att använda Actilitys teknologi. Actility är känt för sin LoRaWAN-nätverksinfrastruktur, som är särskilt användbar för IoT-applikationer som kräver låg strömförbrukning och lång räckvidd. Actility-nätverket stöder också en rad olika applikationer, från enklare spårningstillämpningar till mer komplexa industriella lösningar. Således, genom att använda Actilitys teknologi, erbjuder Stadshubben en robust infrastruktur för IoT-applikationer över nästan hela Kalmar och andra svenska kommuner.

### 5.3 Utmaningar

I projektet har vi observerat intressanta skillnader i dataöverföringen beroende på sensorernas placering. Här följer en närmare analys av hur sensors position påverkar dess förmåga att kommunicera regelbundet:

Även om buller- och partikelsensorerna (innan den togs bort) regelbundet överfört data, hade sensorerna i maskinrummet märkbart sämre täckning. Deras placering inne i maskinrummet, omgivna av tjocka metallkonstruktioner, ledde troligen till att de sällan eller aldrig kunde sända data. Denna begränsning i signalöverföringen kan bero på en Faradays bur-effekt som orsakas av metallen och den komplexa strukturen i maskinrummet.

Som potentiella lösningar till problemet kan man överväga att använda kablar för att säkerställa en tillförlitlig dataöverföring, byta signalutrustning till en som kan sända starkare signaler eller är mindre känslig mot störningar, eller konfigurera upp en mesh-nätverksstruktur där varje sensor fungerar som en nod och kan förmedla data via andra sensorer om den inte kan kommunicera direkt med mottagaren. Detta skulle dock kräva mer omfattande arbete som inte kunde genomföras inom ramen för detta projekt.

## 6 Datadelning

För datadelning har vi skapat en Python-applikation som kan hämta all data från Yggio genom att använda Yggio-API. Den insamlade datan har därefter behandlats och görs tillgänglig i form av en csv-fil. Data filer och programmeringskod är tillgängliga på github:

<https://github.com/iot-lnu/iotlab-smart-ferry>. Denna fil kan enkelt delas med intressenter, vilket möjliggör öppen tillgång till den insamlade datan för analys och översikt.

För framtida projekt överväger vi att lagra data i en databas istället, till exempel Influx DB. Detta skulle erbjuda ytterligare flexibilitet och skalbarhet för datalagring och -åtkomst.

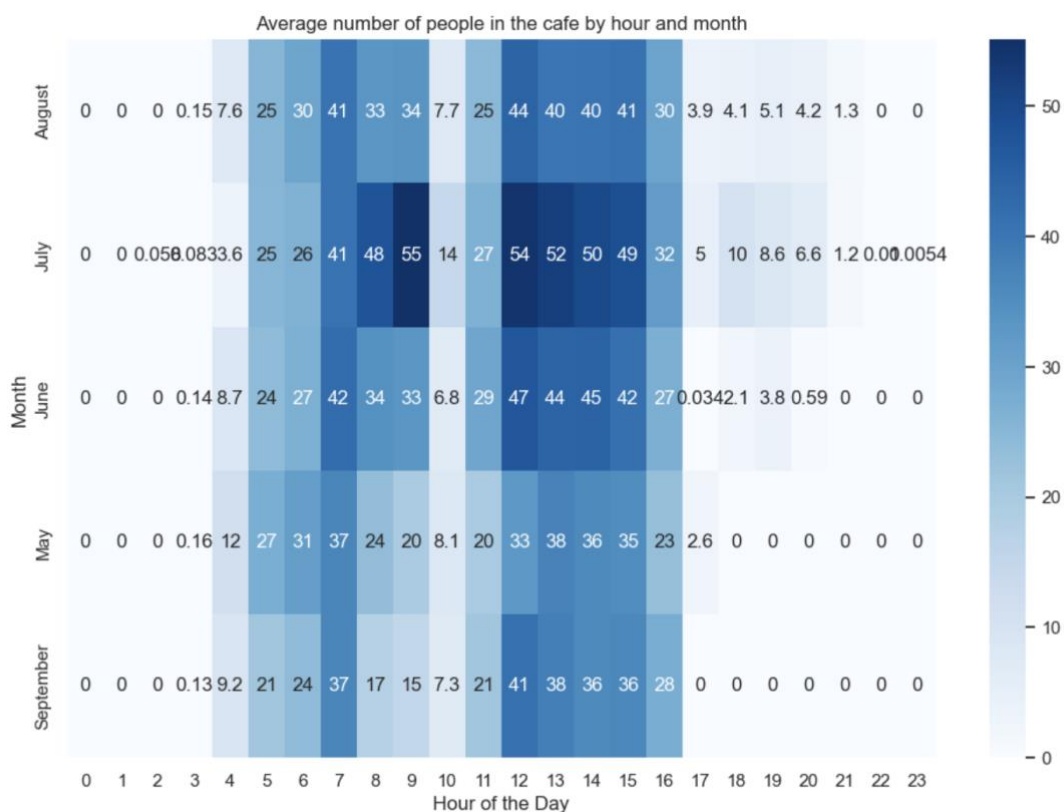
För tillfället har vi använt Google Looker för att presentera och visualisera den insamlade datan. Google Looker är kompatibelt med csv-filer och erbjuder användarvänliga verktyg för dataanalys och -presentation. Men inför framtiden kan vi även överväga andra lösningar för att skapa en interaktiv instrumentpanel, vilket skulle möjliggöra mer dynamiska och anpassade presentationer av insamlad data.



## 7 Dataanalys

### 7.1 Uppskattning av antalet passagerare

Preliminärt försök till en potentiell metod för att uppskatta antalet passagerare på båten under dagen och kalendermånader baserat på ljud- och rörelsesensorer. Detta antar en linjär modell där högre ljudnivåer och fler rörelsesensorutlösningar betyder att fler människor är närvarande. Denna data kan vidare användas tillsammans med allmän biljettstatistik och registrering av cyklar för att analysera utnyttjande av båtens rutt.



Figur 6: Värmebild över antalet passagerare över tid (all tillgänglig data från 2023)

## 8 Slutsatser

Projektets framgång kan sammanfattas i flera aspekter, och de utmaningar vi stött på har gett oss värdefulla insikter som vi kan bygga på i framtida arbete.

En framträdande aspekt var integreringen av IoT-teknik i fartygsdriften. Genom att använda både befintlig infrastruktur och ny utrustning kunde värdefull data samlas in på ett framgångsrikt sätt.

Valet av nätverk, särskilt LoRaWAN, visade sig vara avgörande för projektets utfall. Trots utmaningarna som uppkom vid implementeringen av IoT-nätverk på fartyg, framhävde Heliumnätverket konsekvent de mest tillförlitliga resultaten. Dessa lärdomar bidrar till insikten om nödvändigheten av att upprätthålla en stabil anslutning ombord på fartyget.

Genom att påbörja insamling och analys av data från olika sensorer har vi lagt grunden för att utveckla en förståelse för hur fartyget kan drivas på ett mer energieffektivt sätt. Detta arbete är dock fortfarande i ett tidigt skede och behöver ytterligare utforskning för att generera tillräcklig data och fullständiga insikter.

Det teoretiska forskningsarbetet om maskininlärning och identifiering av cyklar, vilket presenterades på en vetenskaplig konferens, markerar en viktig milstolpe för projektet. Denna forskning har resulterat i en erkänd prototyp, vilken föreslår en väg framåt för en lösning för hantering av passagerarflöden och optimering av färjans bränsleförbrukning.

Vår erfarenhet har bekräftat vikten av tvärvetenskapligt samarbete, och vi ser stor potential för att skala upp och tillämpa liknande system på andra passagerarfartyg. Det öppna dataset vi skapat bidrar till framtida forskning inom maritim digitalisering.

Sammanfattningsvis betraktar vi detta projekt som en lovande startpunkt mot fullständigt digitaliserade och hållbara sjöfartsoperationer.

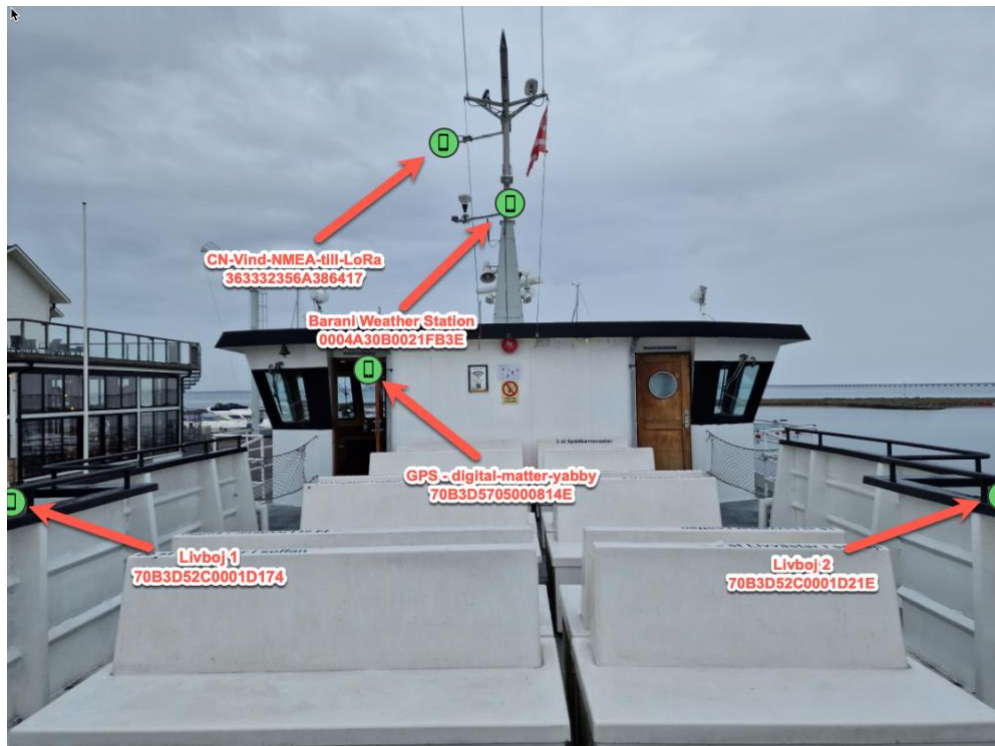
## 9 Referenser

1. A. Musaddiq, D. Mozart, N. Maleki, T. Olsson and F. Ahlgren, "Integrating Object Detection and Wide Area Network Infrastructure for Sustainable Ferry Operation," 2023 IEEE International Conference on Imaging Systems and Techniques (IST), Copenhagen, Denmark, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/IST59124.2023.10355690.

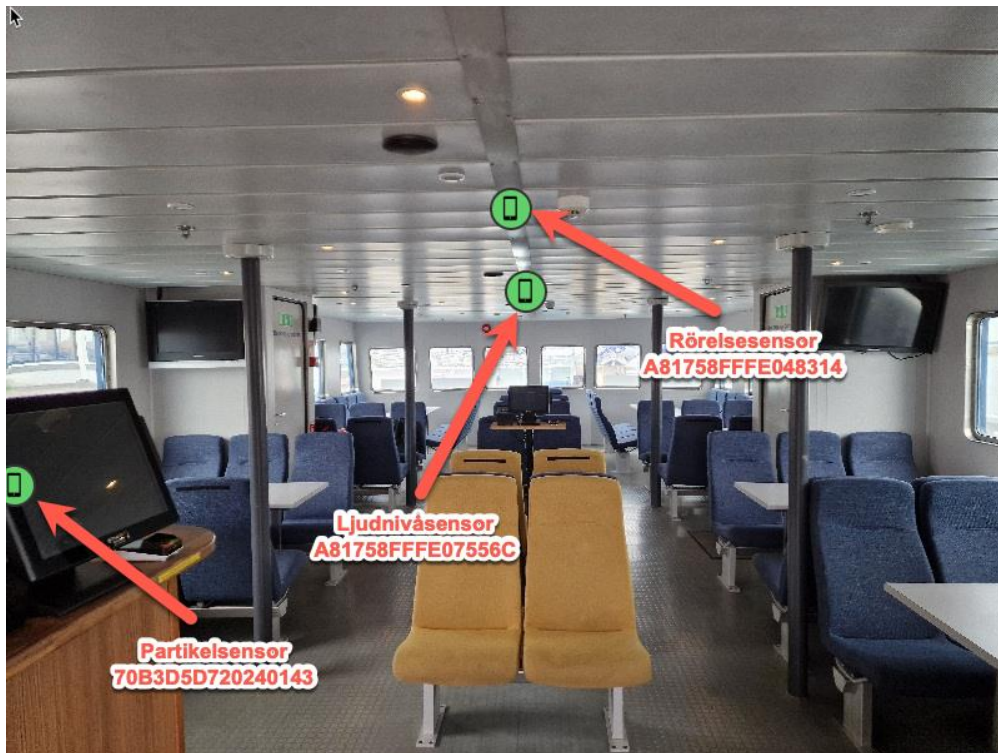
## 10 Appendix

### 10.1 Installation

På bilderna nedan beskrivs placeringen av olika sensorer ombord. Varje sensor har på bilden ett namn och en MAC-adress. Mer information om de enskilda sensorerna finns under avsnittet Sensorer tidigare i rapporten.



Figur 7: Placeringen av olika sensorer ombord M/S Dessi



Figur 8: Placeringen av olika sensorer inne i kafét på M/S Dessi.



Figur 9: Placeringen av sensorer (maskinrummet) på M/S Dessi.

## 10.2 Sensorer

### 10.2.1 Vind – CN-Vind-NMEA

DEVEUI: 363332356A386417

Nätverk: Helium

Placering: Mast

#### **Beskrivning:**

Vindsystem som mäter vindriktningen och vindhastigheten. Enheten för vindriktning är vanligtvis grader, med vind från norr som 0°, vind från öster som 90°, vind från söder som 180° och vind från väster som 270°. Enheten för vindhastighet är konfigurerbar.

Mätpunkt	Enhet
Vindriktning	degree °
Vindhastighet	kn, (m/s), km/h

Länk till datablad: [Datablad](#)

Under flytten från Calmare Nyckel till MS-Dessi försvann den del av enheten som skickar data från vindgivaren. Trots upprepade sökinsatser kunde denna del inte återfinnas. Detta är orsaken till att det saknas data från denna specifika givare.

### 10.2.2 Väder – Barani Weather Station

DEVEUI: 0004A30B0021FB3E

Nätverk: Helium

Placering: Mast

#### **Beskrivning:**

En mikro-väderstation utformad för att ge precision i mätning av mikroklimat och uppfyller alla WMO- och NWS-standarder för mätning. Mäter **lufttemperatur**, **luftfuktighet**, **barometriskt tryck** och **solstrålning**.

Mätpunkt	Enhet
Lufttemperatur	°C
Luftfuktighet	%RH
Barometriskt tryck	hPa
Solstrålning	W/m <sup>2</sup>

Länk till datablad: [Datablad](#)

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_bv7qvdwlbld](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_bv7qvdwlbld)

### 10.2.3 Luftkvalitet– Partikelsensor

DEVUI: 70B3D5D720240143

*Nätverk:* Actility

*Placering:* Café

#### **Beskrivning:**

En partikelsensor som mäter **temperatur, fuktighet och partiklar (PM1.0, PM2.5, PM10)** i inomhusmiljöer.

Mätpunkt	Enhet
Lufttemperatur	°C
Luftfuktighet	%RH
PM1.0	ppm
PM2.5	ppm
PM10	ppm

Länk till datablad: [Datablad](#)

Ingen data är tillgänglig från denna sensor eftersom den hastigt togs bort från Yggio-plattformen. Borttagningen skedde innan data kunde samlas in och sparas.

### 10.2.4 Buller – Ljudnivåsensor elsys. ERS Sound

DEVUI: A81758FFFE07556C

*Nätverk:* Helium

*Placering:* Café

#### **Beskrivning:**

Mäter **inomhustemperatur, fuktighet, ljus, rörelse** och naturligtvis **ljudnivåer**.

Mätpunkt	Enhet
Lufttemperatur	°C
Luftfuktighet	%RH
Ljus	Lux
Rörelse	Antal gånger sensorn har triggats
Ljudnivå (medel)	dB

Länk till datablad: [Datablad](#)

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_xlqxeyvlbd](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_xlqxeyvlbd)



### 10.2.5 Rörelse – Rörelsesensor

DEVUI: A81758FFFE048314

*Nätverk:* Actility

*Placering:* Café

#### **Beskrivning:**

Mäter **inomhustemperatur, fuktighet, ljus, rörelse** och naturligtvis **närvaro**. Närvaron detekteras med en IR-sensor och kommer att berätta om någon är i rummet, även om personerna sitter stilla.

Mät punkt	Enhet
Lufttemperatur	°C
Luftfuktighet	%RH
Ljus	Lux
Rörelse	Antal gånger sensorn har triggats
Närvaro	0 = Unoccupied / 1 = Pending(Entering or leaving) / 2 = Occupied
Grid-eye närvaro	1 byte ref. 64-byte pixel temp 8x8 (reserved for future use)

Länk till datablad: [Datablad](#)

Av okänd anledning förlorade denna sensor sin anslutning till nätverket, vilket resulterade i att ingen data kunde inhämtas från denna enhet.

### 10.2.6 Vibration – Vibrationssensor

DEVUI: 70B3D531C00029B2

*Nätverk:* Actility

*Placering:* Maskinrum (höger)

#### **Beskrivning:**

Analyserar vibrationssignaturen hos en industriell utrustning

Mät punkt	Enhet
Temperatur	°C
Vibration	Low frequency: 0 - 400Hz High frequency: 0 - 12800Hz

Länk till datablad: [Datablad](#)

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_115giphxbd](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_115giphxbd)

Ingen data är tillgänglig från denna sensor eftersom den hastigt togs bort från Yggio-plattformen. Borttagningen skedde innan data kunde samlas in och sparas. Dessutom är denna specifika sensortyp kanske inte den mest lämpliga för detta ändamål. Den är framtagen för prediktivt underhåll, vilket innebär att den endast skickar data vid ovanliga förändringar, istället för att skicka data kontinuerligt. Detta gör den mindre effektiv för att övervaka vibrationer.

### 10.2.7 GPS - digital-matter-yabby

DEVUI: 70B3D5705000814E

*Nätverk:* Actility

*Placering:* Styrbord

#### **Beskrivning:**

Spårar föremål när de är i rörelse och går in i viloläge när de är stationära för att spara ström.

Mätpunkt	Enhet
latitudeDeg	degrees °
longitudeDeg	degrees °
inTrip	bool
fixFailed	bool
headingDeg	degrees °
speedKmph	kmph
manDown	bool

Länk till datablad: [Datablad](#)



### 10.2.8 Proximitet – Livboj 1

DEVUI: 70B3D52C0001D174

*Nätverk:* Stadshub

*Placering:* Däck (Vänster)

#### **Beskrivning:**

Strips Presence för LoRaWAN är en aktiv IR-närvarosensor. Den övervakar närvaron av objekt inom sin räckvidd genom att mäta objekt och människor inom nära räckhåll (konfigurerbar upp till 50 cm).

Mätpunkt	Enhet
Temperatur	°C
Närvaro	bool
Öppen/stängd	bool

Länk till datablad: [Datablad](#)

Länk till Dashboard: [https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p\\_jlcppyqlbd](https://lookerstudio.google.com/reporting/217f8142-2106-4f01-9199-af973037bb1a/page/p_jlcppyqlbd)

### 10.2.9 Proximitet – Livboj 2

DEVUI: 70B3D52C0001D21E

*Nätverk:* Stadshub

*Placering:* Däck (Höger)

#### **Beskrivning:**

Strips Presence för LoRaWAN är en aktiv IR-närvarosensor. Den övervakar närvaron av objekt inom sin räckvidd genom att mäta objekt och människor inom nära räckhåll (konfigurerbar upp till 50 cm).

Mätpunkt	Enhet
Temperatur	°C
Närvaro	bool
Öppen/stängd	bool

Länk till datablad: [Datablad](#)

Av okänd anledning förlorade denna sensor sin anslutning till nätverket, vilket resulterade i att ingen data kunde inhämtas från denna enhet.

### 10.2.10 Läckage – Oljeläckagesensor 1

DEVUI: 70B3D52C0001CA42

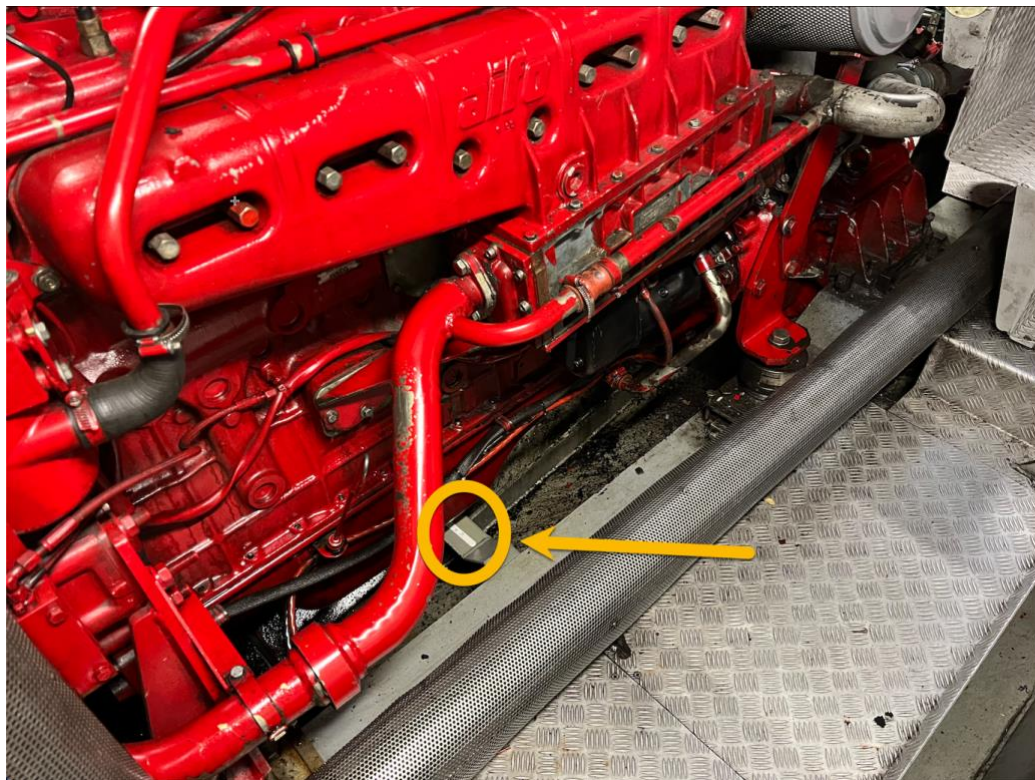
Nätverk: Stadshub

Placering: Maskinrum (Höger)

#### **Beskrivning:**

En multisensor som mäter **läckage**, **temperatur** och kan avgöra om ex. en dörr är **öppen** eller **stängd**.

Mätpunkt	Enhet
Temperatur	°C
Vattenläcka	bool
Oljeläcka	bool
Öppen/stängd	bool



**Fig. 8.** Placeringen av en oljeläckagesensor

Länk till datablad: [Datasheet](#)

På grund av dålig täckning kunde sensorn inte ansluta till LoRaWAN-nätverket och skicka data.

### 10.2.11 Läckage – Oljeläckagesensor 2

DEVUI: 70B3D52C0001CA2F

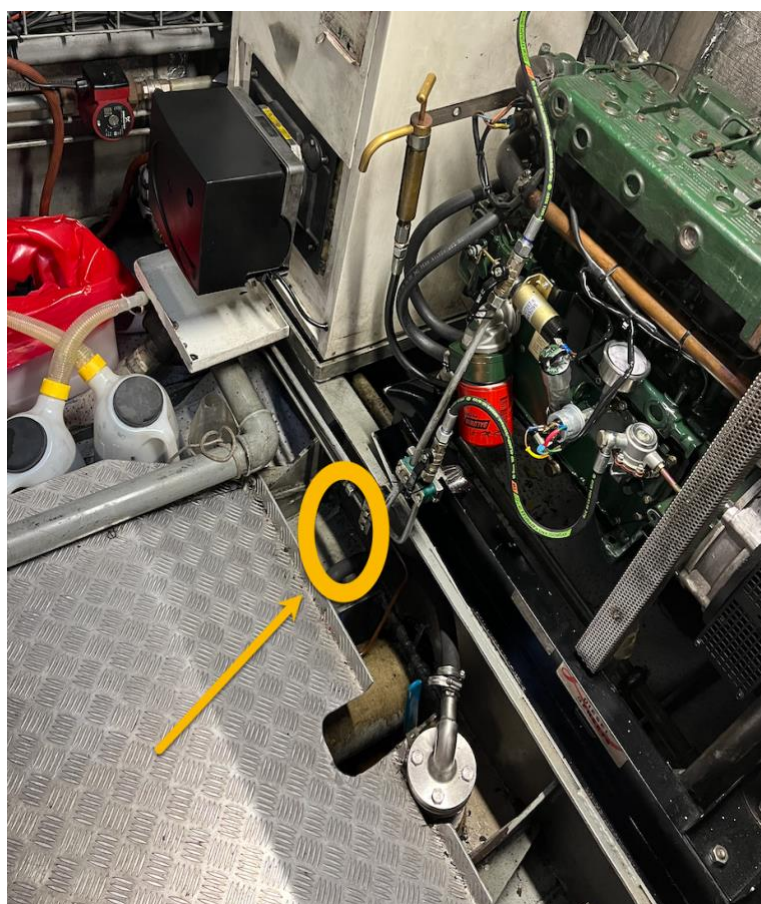
Nätverk: Stadshub

Placering: Maskinrum (Höger)

#### **Beskrivning:**

En multi-sensor som mäter **läckage**, **temperatur** och kan avgöra om ex. en dörr är **öppen** eller **stängd**.

Mätpunkt	Enhet
Temperatur	°C
Vattenläcka	bool
Oljeläcka	bool
Öppen/stängd	bool

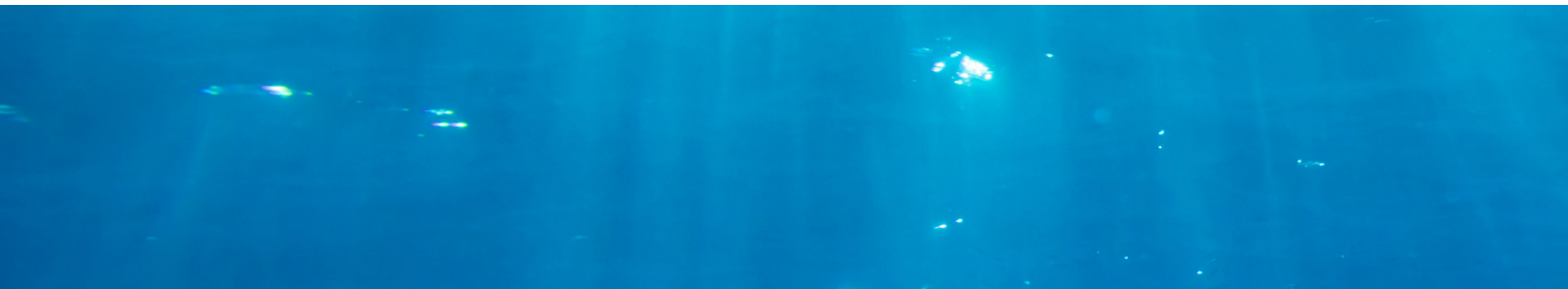


Figur 10: Placeringen av en oljeläckagesensor-2

Länk till datablad: [Datablad](#)

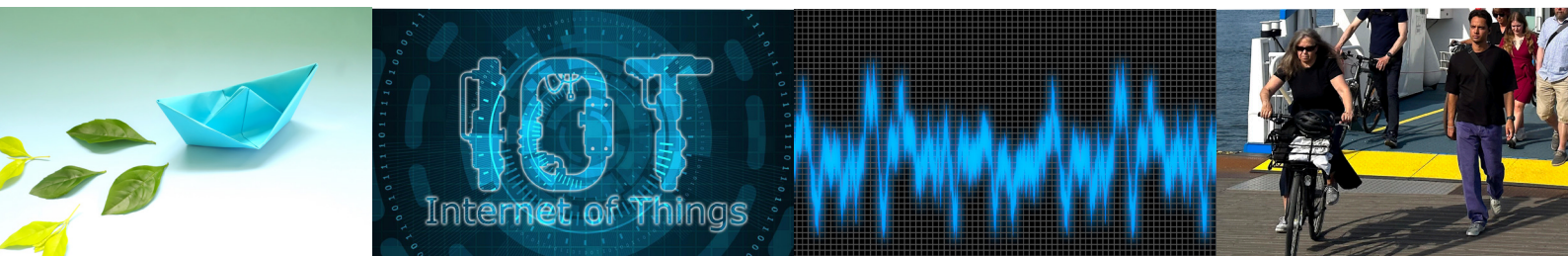
På grund av dålig täckning kunde sensorn inte ansluta till LoRaWAN-nätverket och skicka data.





Lighthouse gathers leading maritime stakeholders through a Triple-Helix collaboration comprising industry, society, academies and institutes to promote research, development and innovation within the maritime sector with the following vision:

**Lighthouse – for a competitive, sustainable and safe maritime sector with a good working environment**



LIGHTHOUSE PARTNERS



LIGHTHOUSE ASSOCIATE MEMBERS

