

# RAPPORT

## PROSJEKT SENSORTEKNOLOGI I HAVN

Kartlegging av brukerbehov på sensorer

Versjon 1.00

# RAPPORT

## Kartlegging av brukerbehov på sensorer i havn

**Emne:** Kartlegging av brukerbehov på sensorer

**Versjon:** 1.00

**Dato:** 23. Juni 2022

**Forfatter/redaktør:** Joachim Western, Jørgen Tveit Espeland og Karen Johanna Thorsen, fra Norkart/Universitetet i Agder.

**Kvalitetskontroll:** kommer..

**Endringslogg:** kommer...

*Forsidebilde: Kommer..*

# Innhold

<b>Forkortelser og begrepsavklaring</b>	3
<b>Figur og tabelliste</b>	6
<b>1. Bakgrunn</b>	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
1.1 Bestilling	7
<b>2. Prosess i innledende fase</b>	8
2.1 Identifisere brukerbehov knyttet til sensor i havn	9
2.2 Avgrensninger - sensorer i havn	12
<b>3. Eksisterende løsninger</b>	13
3.2 Teknologier og rammeverk	13
3.2.1 Apache Kafka	13
3.2.2 OPC UA, MQTT, og Apache Kafka	14
3.2.3 Kappa arkitektur	16
3.3 Eksempler på internasjonale prosjekter	20
3.3.1 Havneprosjektet i Hamburg	20
3.3.2 Havneprosjektet i Las Palmas de Gran Canaria	21
3.4 Eksempler på nasjonale prosjekter	25
3.4.1 Prosjektet "Europas største landstrømanlegg"	<b>Feil! Bokmerke er ikke definert.</b>
3.4.2 Prosjektet "Datasjøen"	26
3.4.3 Prosjektet "LoRaWAN Sensornettverk"	27
<b>4. Kartlegging av brukerbehov knyttet til sensor i havn</b>	27
4.1 Prosess - Kartlegging av brukerbehov knyttet til sensorer i havn	28
4.2 Nasjonale funn	28
4.2.1 Kristiansand havn	28
4.2.2 Stavanger havn	30
4.2.3 Arendal havn	31
4.2.4 Oslo havn	34
4.3 Avgrensninger	36
<b>5. Veien videre</b>	37
5.1 Vurdering	37
5.2 Pilotering	38

## Forkortelser og begrepsavklaring

**AIS-data** = Automatisk identifikasjonssystem, også kjent som Automatic Identification System. Et antikollisjonshjelpemiddel for skipsfarten, men som samtidig gir offentlige myndigheter oversikt over skipstrafikken i forskjellige farvann.

**API** = Application Programming Interface, et hjelpeverktøy ved programmering. Et grensesnitt mot en eller flere tjenester i et operativsystem.

**C++** = Programmeringsspråk som er en utvidelse av språket C.

**FKB** = Felles kartdatabase, en rekke datasett som utgjør noe av de mest detaljerte og grunnleggende kartdataene i Norge.

**FoU** = Forskning og utvikling.

**GDPR** = General data protection regulation, en forordning som skal styrke personvernet ved behandling av personopplysninger i Den europeiske union.

**GPS** = Global Positioning System, et satellittnavigasjonssystem som gir tilgang til navigasjons- og tidstjenester i hele verden.

**HTTP** = Hypertext Transfer Protocol, en nettverksprotokoll som benyttes på verdensveven for å utveksle informasjon.

**KS** = Kommunesektorens organisasjon, kommunesektorens interesse- og arbeidsgiverorganisasjon i Norge.

**IIOT** = The industrial internet of things, kjent som Det industrielle tingenes internett.

**IoT** = Internet of Things, kjent som Tingenes internett. Et system av sammenhengende databehandlingsenheter, mekaniske eller digitale maskiner, objekter, dyr eller mennesker som er utstyrt med unike identifikatorer og evnen til å overføre data over et nettverk uten å kreve kontakt mellom mennesker eller mellom menneske og maskin.

**ISPS** = International Ship and Port Facility Security Code. En utvidelse av SOLAS-konvensjonen om sikkerhet for personell og skip på sjøen.

**M2M** = Machine-to-machine, også kjent som maskin til maskin kommunikasjon.

**MQTT** = Message Queuing Telemetry Transport, en åpen nettverksprotokoll for maskin-til-maskin-kommunikasjon.

**.NET** = Rammeverk, en samling teknologier rundt programvareutvikling fra Microsoft.

**OPC UA** = Open Platform Communications Unified Architecture, en åpen kildekode-standard IEC62541 på tvers av plattformer for datautveksling fra sensorer til skyapplikasjoner utviklet av OPC Foundation.

**OSP** = Offshore Supply Port.

**REST** = Representational state transfer, en mengde begrensninger for hvordan arkitekturen til systemer for hypermedia distribuert i internett-skala bør oppføre seg.

**SAP** = Tysk foretak som utvikler og leverer forretningssystemer.

**TCP-sockets** = Nettverkssocket, et endepunkt under en toveis interprosess-kommunikasjon. Prosesser kommuniserer over et IP-basert nettverk.

**UiA** = Universitetet i Agder.



## Figur og tabelliste

**Figur 1:** Kriterier rundt de ulike rammeverk.

**Figur 2:** Decision tree. OPC UA vs MQTT vs HTTP vs Proprietary.

**Figur 3:** Lambda arkitektur.

**Figur 4:** Kappa arkitektur.

**Figur 5:** utfordringer og begrensninger ved Kappa arkitektur.

**Figur 5:** utfordringer og begrensninger ved Kappa arkitektur.

**Figur 6:** Eksempel Kafka økosystem med bilsensorikk.

**Figur 7:** Arbeidsflyt for statiske data.

**Figur 8:** SmartPort Back End.

**Figur 9:** SmartPort Rich Internet Application.

**Figur 10:** Bilde fra besøket hos Kristiansand havn.

**Figur 11:** Bilde fra besøket hos Arendal havn.

**Tabell 1:** Brukergrupper i havnene.

**Tabell 2:** Oppsummert brukergrupper og brukerbehov.

**Tabell 3:** Eksempel på HTTP-forespørsel.

# 1. Bakgrunn

Prosjektet sensorteknologi i havn er en prosjektsatsning mellom flere aktører, Kommunesektorens organisasjon (KS) er prosjekteier. Norkart har fått ansvar for å kartlegge brukerbehovene knyttet til sensorteknologi ved norske havner i forbindelse med det store satsningsprosjektet «Norsk digital havneinfrastruktur». Målet med prosjektet «sensorteknologi i havn», skal bringe frem nåværende havneaktiviteter hos ulike havner, ulike teknologier, samt tekniske løsninger som kan være med på å digitalisere havneinfrastrukturen.

Kartleggingen ble utført av to arbeidsgrupper:

- Arbeidsgruppe Brukerbehovkartlegging i havn, Norkart.
- Arbeidsgruppe Tjenestedesign av brukerbehov, studenter fra Universitetet i Agder under emnet Tjenestedesign.

## 1.1 Bestilling

Arbeidsgruppen ved prosjektet «sensorteknologi i havn» skal identifisere hva som er de viktigste brukerbehovene knyttet til sensorteknologi av brukergruppen og kartlegge viktigheten av disse. Arbeidsgruppen skal se på ulike teknologier og eksisterende løsninger.

Arbeidsgruppen skal vurdere nytteverdien av de ulike behovsområdene. Løsning blir ikke presentert, men de presenterte teknologiene kan gi mulighet for å fremme digitaliseringen i havneinfrastrukturen. Her kan formålet være at det er behov for et større utredning og opprette en arbeidsgruppe som prøver å finne en potensiell felles løsning.



## 2. Prosess i innledende fase - Kartlegging av brukerbehov knyttet til sensorer i havn

Norkarts arbeidsgruppe er deltidsansatte hos Norkart og består av tre studenter fra studielinjen IT og informasjonssystemer ved Universitetet i Agder (UiA). Arbeidsgruppen arbeider delvis parallelt med en større studentgruppe fra UiA, som også har fått i oppgave å se på tjenstedesign delen av brukerbehov ved prosjektet. Denne arbeidsgruppen arbeider ikke like omfattende som arbeidsgruppen fra Norkart. Likevel har begge gruppene kommet frem til verdifull informasjon som vil brukes videre i prosjektet.

Begge arbeidsgruppene startet kartleggingen med en felles workshop i det digitale whiteboard - verktøyet Miro. Oppstartsmøte ble gjennomført av prosjektlederen Alexander Salveson Nossum fra Norkart. Hensikten med et oppstartsmøte er for at alle partene skal gi hverandre gjensidig informasjon om selve prosjektet, men også informasjon om de enkeltes roller og ansvarsområder. I dette tilfellet kan produkteier også formidle forventninger og krav ved prosjektet. De ulike gruppene fikk presentert seg selv, blant de som var til stede var; produkteier KS og samarbeidspartner Kartverket og Oslo Havn. Videre fra dette, består prosjektets arbeidsgrupper av en ekspertgruppe og en brukerguppe. Ekspertgruppen består hovedsakelig av fagspesialister fra ulike firmaer og offentlige etater, med spisskompetanse innenfor IoT, mens brukerguppen er representanter fra de ulike brukermiljøene med behov for tilgang til datastrømmer fra IoT. Studentgruppen er også en del av arbeidsgruppen.

Oppstartsmøtet tok høyde for en introduksjon ved prosjektet, samt deltakernes forventninger som lå tilstede. Prosjekteier understrekte selve investeringen ved prosjektet «sensortechnologi i havn» hadde hovedsaklig fokus på brukerbehovet og kartleggingen, enn et fullt utviklet produkt. De videre målene for prosjektet er som følger:

**Mot sommeren:** Mål om å identifisere viktige behovsområder og se på teknologier som kan være med ved videre arbeid i prosjektet.

**I sommer:** Arbeide videre med informasjonen, gå mer i bredden mot smartbyer og pilotere en felles teknisk løsning.

## 2.1 Identifisere brukerbehov knyttet til sensor i havn

Det ble samlet en oversikt over hva slags brukerbehov knyttet til sensor foreligger i havnen. Disse er kategorisert og beskrevet i tabellen under.

### Brukergrupper i havnene:

Maritime brukere	Fartøyene (navigatører, los, maskin, logistikk), kran, forvaltning, trafikk, vts, fritidsbåtbrukere og andre brukere.
Internt i havna	Eiendom, maritim, havnesikkerhet, teknisk/drift, økonomi, havnevakt/havnoppsyn/havneinspektør, teknisk avdeling/havneservice, kaiingeniør, eiendom-utleie, driftspersonell, havneledelse/styre, havnesentral.
Eksterne brukere	Kunder, transportører, service personell, fartøy i forbindelse med anløp, innleide entreprenører som holder på med arbeid i havnområdet, terminaloperatører, skipsreder, politikere, utredere av by/havnområder.
Teknologi	FoU og applikasjonsutviklere, Kystverket, Norkart

*Tabell 1: brukergrupper i havnene*

### Brukergrupper og brukerbehov:

<b>Alle brukere av havn</b>	Mer oversiktlig data om geografisk plassering av objekter: fortøyningspullerter, strømskap, vanntilkobling, avfall, kran, kummer, hms-utstyr.
-----------------------------	---

	Mer oversiktlig data om metrologi i området med følgende miljø: temperatur, nedbør, vind, bølger og tidevann.
<b>Fartøyene</b>	Hvor, hva, hvordan hente de nødvendige opplysninger relatert til fortøyning, leveranse, handel/proviant, drivstoff, strøm, vann etc.?
<b>Fartøyene</b>	Hvor stor båt kan legge til på kaia?
<b>Fartøyene</b>	Kaidybde. Hvor dypt går kaia?
<b>Drift/vedlikehold i havna</b>	Sensorer for overvåkning ifm. Drift, avfallsensorer, redningsbøyesensorer etc.
<b>Drift/vedlikehold i havna</b>	Avfallspunkter, strømtilkobling, vanntilkobling, pullerter og fendere: med unik identifikasjonsnummer ved vedlikehold.
<b>Eiendomsavdelingen i havna</b>	Lastebegrensning på kai.
<b>Trafikkavdelingen i havna</b>	Må kunne se til sensor av pullerter og fendere ifb. Fortøyning og kunne se data mellom pullerter og fendere. Må kunne se sensorer til vanntilkoblingspunkter og strømtilkoblingspunkter. Må kunne se sensorer av avfallspunkter. Må kunne ha sensorer ved ISPS områder. Bør kunne ha sensorer til containerkraner og lossekraner. Sensorer i gjestehavn (opptatt eller ledig plassering, både kommunal/privat). Bør kunne se sensorer til dybdedata, anløp etc.
<b>Intern sensorløsning (i havn)</b>	FKB-Havn, Dokumentasjon, Infrastrukturdata (EL/Tele, Vann og avløp),-lastekapasitet, Andre sensitive data (sikkerhet, kameraovervåkning, porter osv.), Lenker til eksterne løsninger, Ruteplanlegger, Dybdedata, AIS-data, Værvarsel, Havnivå.
<b>Ekstern sensorløsning</b>	FKB-Havn, Plassering og egenskaper av pullerter, strøm- og vannkoblinger og kaifronter (høyde ift. havnivå). Dybdedata, AIS-data, Værvarsel, Havnivå.
<b>Integrasjon mellom systemer</b>	

<b>Havneiere, systemleverandører, og alle andre som skal registrere/oppdatere havnedata</b>	Legge til rette for at havneiere og andre kunder har mulighet for å registrere informasjon. Eksempel: når noe er oppe å gå eller havneiere ønsker å sende delvis informasjon til ekstern. Datamodell/funksjonalitet/IT-arkitektur må sees opp mot et felles system med samme grensesnitt, med standardutvikling som foregår i flere miljøer.
<b>Havneiere, agenter, systemleverandører, og de som registrerer/havnedata</b>	At mer havnedata sensorikk tilgjengeliggjøres i systemer slik at fartøy kan se alle nødvendige sensordata på den aktuelle kaien/området de skal fortøye.
<b>Sensitive data</b>	
<b>Havnene, Kystverket</b>	ISPS data (av/på).
<b>Havnene</b>	GDPR-personvern.
<b>Teknologi og autonomi</b>	
<b>Havnene, systemleverandør, fartøyene</b>	Posisjonsangivelse av last/container og ledig plass, tjenester i havna + kaier. Utstyr for autonome operasjoner f.eks. kraner.
<b>Havnene, fartøyene</b>	Oversikt over kai-utforming og dybder for å sjekke tilgjengelighet for bestemte skip.
<b>Systemleverandørene</b>	M2M, Fjernoperasjon, GeoFence, Automoooring, Data fra sensorer (meteorologisk), data om infrastruktur, ressurser i havn, prosedyrer og kommunikasjon.
<b>Havnene, fartøyene, systemleverandørene</b>	Logistikk.
<b>Havnene, fartøyene, systemleverandørene</b>	Smartsensorer.
<b>Fartøyene</b>	Planlegging ved fortøyning fra havn til havn.
<b>Fartøyene</b>	I forbindelse med anløpsplanlegging, mooringplaner, dybder, tidevann, vær og vind.
<b>Fritidshavner</b>	
<b>Brukere av fritidsbåter</b>	Sensordata relatert til vann, strøm og septiktømming.

<b>Brukere av fritidsbåter</b>	Hva er det nøyaktige dybden ved kaia?
<b>Brukere av fritidsbåter</b>	Hvor, hva, hvordan hente sensoropplysninger relatert til fortøyningen, leveranse, handel/proviant, drivstoff etc.?

*Tabell 2: Oppsummert brukergrupper og brukerbehov.*

## **2.2 Avgrensninger - sensorer i havn**

Det kan diskuteres hvor mye sensordata som er nødvendig å ha med i et felles system. Det er ingen tvil at all sensordata burde samles i et grensesnitt. Per dags dato, bruker de nasjonale havnene ulike systemer. Dataanskaffelsen varierer, noen har mer tilgjengelig data enn andre, noen bruker mer ressurser for hver datapakke de anskaffer ved deres havn.

Selve systemet bør være likt i alle norske havner, men behovene blant brukerne varierer. Det bør derfor vurderes hva som bør inkluderes, eventuelt hva slags sensordata som faller bort. Det er også en mulighet for at brukerne selv skal ha muligheten til å velge spesifikke sensordata rettet mot deres havn. Vil dette systemet kun fungere for store havner? Eller bør systemet drives hos alle havner? Dersom alle er med, blir det lettere å samkjøre fortøyning fra havn til havn? Hvor mye sensordata bør det deles i mellom, både intern og eksternt, samt hvor sikkert er det? Når det skal lages et felles system, er det viktig at vi avdekker viktigheten av alle brukerbehovene som er aktuelle i de ulike havnene. Hva slags teknologi fungerer ved en videre design av tjeneste? Hva finnes fra før, og hvilken teknologi kan samkjøre store datamengder? Denne kartleggingen skal sette en frempek rundt området. Rapporten tar for seg noen utvalgte havn, og systemet bør inngås like mye som i store havn, som de små og lokale.

## 3. Eksisterende løsninger

Dette kapitlet tar for seg diverse teknologier, programvare og rammeverk for systemer relatert til tingenes internett. Videre er det presentert utvalgte internasjonale prosjekter som benytter seg av metodene i sine havnesystemer samt eksempler på relevante nasjonale prosjekter.

### 3.2 Teknologier og rammeverk

Teknologien kjent som Internet of Things (IoT) eller Tingenes Internett omhandler prinsippet om at alle tingene rundt oss kan kobles sammen ved hjelp av internett. Enhetene kan koble seg opp til et slikt system og vil snakke med hverandre og omgivelser. Ofte vil større IoT-systemer benytte seg av sensorteknologi. Her vil en enhet bruke en type sensor til å produsere data og sende dette over nettverket. Tingenes internett har stort potensiale og en relevans over de fleste områder og sektorer som i helsetjenesten, husholdning, transport, infrastruktur og militære applikasjoner.

#### 3.2.1 Apache Kafka

Apache Kafka er et åpent kildekode-programvare som er designet for å håndtere store mengder data. Kafka har som mål å tilby en enhetlig plattform med høy gjennomstrømning og lav latens for håndtering av sanntidsdatastrømmer. Det kan være et nyttig verktøy, men Apache Kafka kan ikke anses som en erstatning for dagens standardprotokoller innen IoT-systemer, Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), som brukes for Machine-to-machine (M2M) kommunikasjon. Kafka bruker heller ikke HTTP-forespørsler for data-inntak og kan derfor levere i en større skala med bedre ytelse. Siden MQTT er designet for enheter som baseres på «low-power», kan ikke disse håndtere «high-velocity» data på samme måte som Kafka. Kafka på den andre siden kan ikke håndtere M2M. Skalerbare IoT løsninger bruker derfor MQTT som en eksplisitt kommunikasjonsenhet, mens de bruker Apache kafka for innhenting/absorbering av sensordata. Klienten kan koble seg til en av instansene i

klusteret for å hente inn data og informasjon. Denne arkitekturen sammen med TCP-sockets tilbyr maksimal gjennomstrømming og skalerbarhet. Det er anbefalt å bruke en native client for å kommunisere med et Kafka kluster. Ettersom Kafka er skrevet i Java, vil «native Java client library» levere best ytelse.

### **3.2.2 OPC UA, MQTT, og Apache Kafka**

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) og OPC UA (Open Platform Communications United Architecture) har etablert seg som “open platform” standarder for datautvikling innenfor industri 4.0 og Industrial Internet of Things (IIOT), mens Kafka er en datahub for integrering og prosessering av «real-time» data.

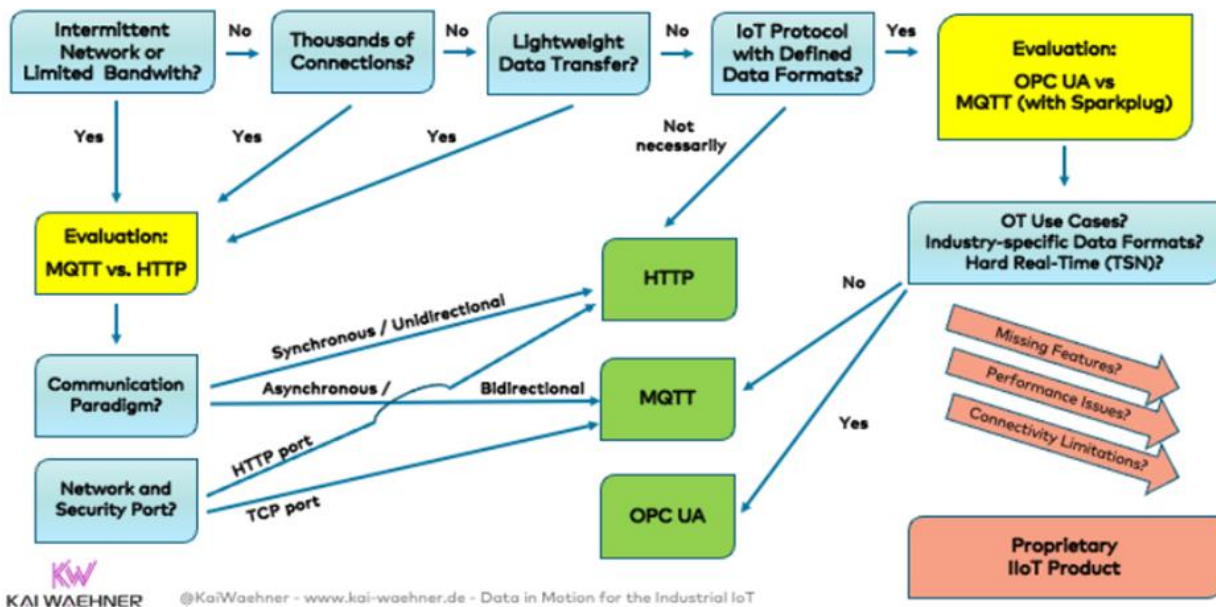
Et problem som oppstår er at eldre IT-miljøer fortsatt må bli tatt i bruk også i industri 4.0, noe som setter begrensinger for integrering. Derfor må det ofte implementeres en såkalt; «hybrid data replikasjon og synkroniseringsstrategi».

Kafka kan anses som komplementært, og ikke en konkurrent til MQTT og OPC UA. Det kan være vanskelig å vite hvilken struktur som burde bli valgt mellom MQTT og OPC UA sammen med Kafka. Først og fremst er denne diskusjonen kun relevant hvis har et valg.

Criteria	MQTT	AMQP	REST	OPC UA	DHTP
Closed Firewalls	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Low Bandwidth & Low Latency	Yes	Yes	No	Partial	Yes
Ability to Scale	Yes	Yes	No	Partial	Yes
Real-Time	Partial	Partial	No	Yes	Yes
Interoperable Data Format	No	No	No	Yes	Yes
Intelligent Overload Handling	No	No	No	No	Yes
Can Daisy Chain Servers	Fragile	Fragile	No	No	Yes
Propagation of Failure Notification	Fragile	Fragile	No	No	Yes
Quality of Service	Fragile	Fragile	No	Partial	Yes

Figur 1: Kriterier rundt de ulike rammeverk.

Det er både fordeler og ulemper med begge to (Figur 1), her bør det tas en vurdering i henhold til bruk. Fra en rapport skrevet av Big Data analytiker Kai Waehner, anbefaler han å bruke åpne standarder når enn det er mulig, og han har satt opp følgende figur for å fatte en beslutning (Figur 2).



Figur 2: Decision tree. OPC UA vs MQTT vs HTTP vs Proprietary.



Ved å se på de ulike forslagene, er HTTP/REST perfekt for enkle use cases, mens MQTT fungerer perfekt for det man kaller "intermittent networks", som direkte kan oversettes til periodiske nettverk der man har tilkobling i begrensede tidsperioder. OPC UA vil da være perfekt for industriell automatisering.

Å velge mellom disse og andre protokoller er en enten/eller avgjørelse. Et optimalt moderne nettverk bruker OPC UA og MQTT for moderne applikasjoner, der begge har sine styrker. Det finnes noen ulike måter å integrere MQTT / OPC UA og KAFKA, blant disse har vi:

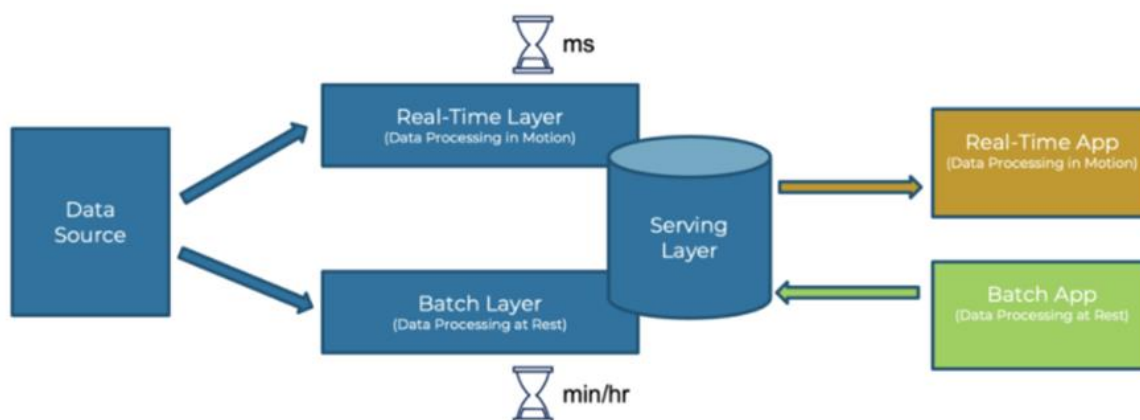
- Kafka connect connectors: Native Kafka integreringer på protocol level. *Confluent Hub* kan være en alternativ her.
- Custom integrering: Integreringer via lavt nivå MQTT og OPC UA API. Innefor disse, kan det enten inføres Kafka's HTTP / REST Proxy eller Kafka client. Eksempler kan være som; .NET / C++ for Windows miljøer.
- Åpen og moderne third party IoT middleware.

### 3.2.3 Kappa arkitektur

Kai Waehners artikkel om «Kappa Architecture is Mainstream Replacing Lambda», beskriver fordeler med en «singel real-time pipeline» kalt Kappa arkitektur. Dette er en moderne Enterprise arkitektur, men stiller spørsmålet om hva som egentlig er kjennetegnene ved en slik arkitektur. Den er fleksibel, elastisk, autonom, høy grad av frakobling mellom applikasjoner og tilbyr sanntidsfunksjoner.

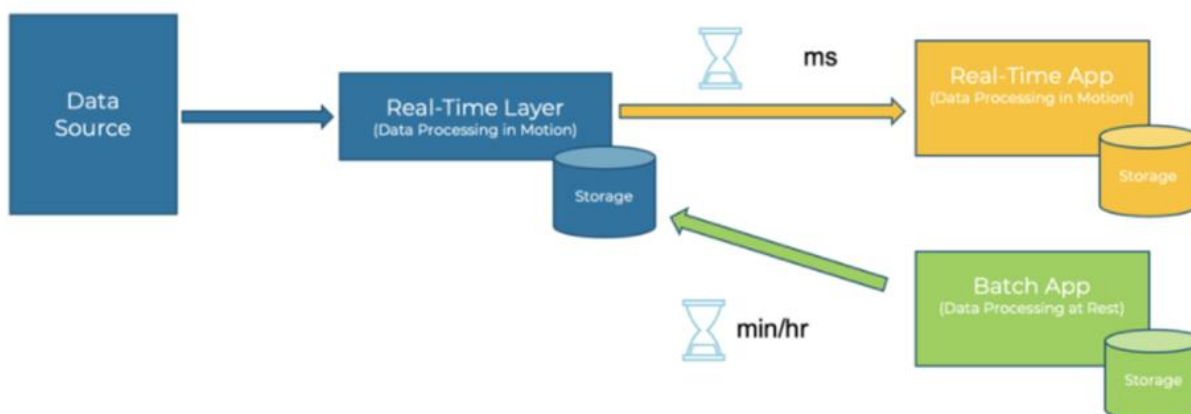
Det blir også nevnt data som er i en såkalt «REST» tilstand. Dette innebærer data som er lagret i en database, datahus eller en datasjø. Denne dataen tar det i mange tilfeller for lang tid å hente ut, også om det blir brukt real-time streamingtjenester som Kafka. Man må likevel gjøre en spørring mot databasen. Denne dataen må ikke nødvendigvis være dårligere, og det er fortsatt store mengder av dataen som blir oppbevart og prosessert på denne måten, men det vil ta noe lenger tid. Det nevnes at Lambda

arkitekturen er et design konstruert for å håndtere store mengder data ved å ta fordel av både batch og stream-prosesserings metoder.



Figur 3: Lambda arkitektur.

Kappa arkitektur, som vist i Figur 4, er en software arkitektur som er event basert og kan håndtere all data i sanntid. Premisset med denne arkitekturen er at du kan gjennomføre både sanntid og batch prosessering med en og samme teknologistack.



Figur 4: Kappa arkitektur.

Fordelene ved implementeringen av Kappa arkitekturen er at:

- Den kan håndtere alle use-casene med en enkel arkitektur.
- En kodebase som alltid er i synk.

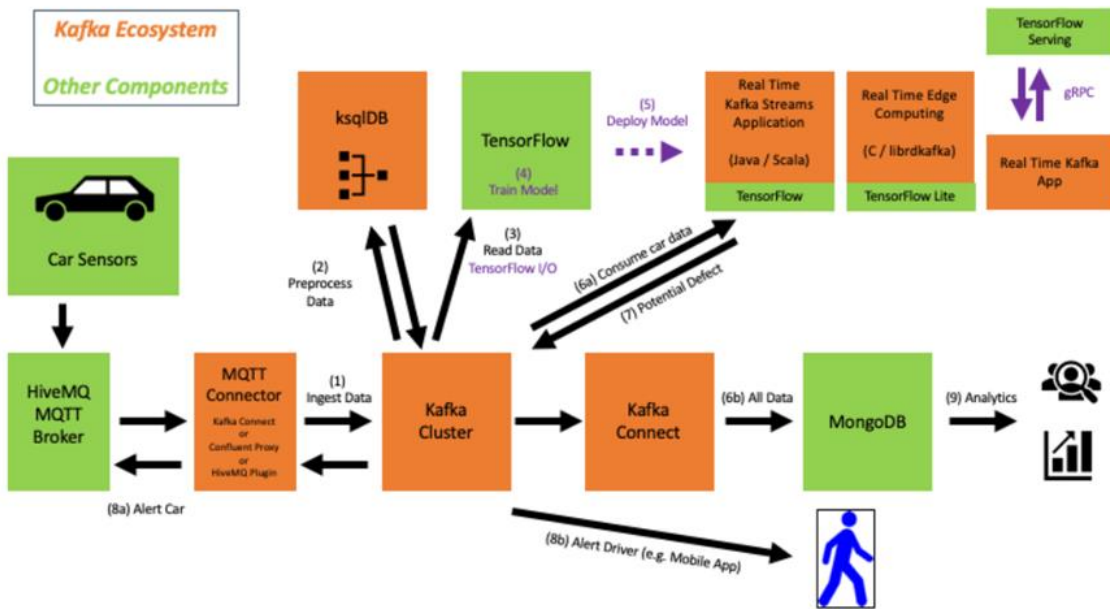
- Et sett med infrastruktur og teknologi.
- Forbedret datakvalitet.
- Må ikke re-designe for nye use-cases.



*Figur 5: Utfordringer og begrensninger ved Kappa arkitektur.*

Den nye måten å tenke på i forhold til enterprise arkitektur, er å snu om på hva man tenker om databaser. Dette de kaller de å «snu databasen inside/out», og handler om at hjertet i infrastrukturen er eventbasert og sanntid. Der det er nødvendig lagrer man events i batcher eller annen lagring etter at de har blitt konsumert i ulike hendelser.

Modellen i Figur 6 viser et eksempel på hvordan man kan sette opp et økosystem for havneindustrien. Kai Waehner har også gjort en test/simulering på denne, hvor han simulerer sensordata fra over 100 000 biler.



Figur 6: Eksempel Kafka økosystem med bilsensorikk.

### **3.3 Eksempler på internasjonale prosjekter**

På global basis er det mange prosjekter initialisert basert på tingenes internett og sensorteknologi. Havnen i Hamburg og Las Palmas er to eksempler på hvordan havnevesenet kan dra nytte av digitalisering og økt bruk av teknologi. Disse prosjektene har hatt stor suksess og bidratt til å effektivisere logistikk, øke inntekter, skape trygge omgivelser og forbedre de respektive havnene.

#### **3.3.1 Havneprosjektet i Hamburg**

Et vellykket prosjekt det kan tas inspirasjon fra er prosjektet utgjort av havnevesenet i Hamburg. Havnen i Hamburg er den nest-travleste i Europa og en handelsvei for store deler av Øst-Europa. Det er flere jobber dette havnevesenet må utføre, derfor er det viktig at de tilbyr en effektiv infrastruktur i havneområdet som: administrering av eiendom, vedlikehold av kaivegger, broer, brygger og diverse strukturer samt transport i form av skip, jernbane og lastebil. Diverse industrifirmaer administrerer containerterminalene.

Det som gjør Hamburg spesielt, er at det har vært et samarbeid med programvarefirmaet SAP i en serie på 20 prosjekter som ble kalt smartPORT Logistics. Dette prosjektet tar i bruk teknologier som Internet of Things til å skape et state-of-the-art logistikksystem som effektiviserer sub-sektorene med trafikk- og godsflyt og bedre infrastruktur. For utviklingen av systemet ble det brukt SAP HANA Cloud Platform for å tillate sanntidskobling til havnens forskjellige interessenter i en mobil forretningsky. Interessentene som hører systemet er som følger: Havnevesenet; lastebil-, jernbane- og havtransportører; tollmyndighetene; terminaler; parkeringsleverandører; og andre virksomheter over havnen. I infrastruktur har havnen brukt sensorer i de mest brukte skinnbryterene, de har eksperimentert med å måle strukturell belastning og spenning av en bro. En annen smartPORT applikasjon som de har utviklet er kjent som Port Monitor. Denne brukes som sjøtrafikksentral (VTS), og er et maritimt observeringssystem likt som flygeledersystem. Dette systemet benytter seg av digitale kart kombinert med AIS

data (det norske Kystverket deler også ut dette) om posisjonen av fartøy hvor dataen kan for eksempel representere havnivåer eller om en bru er åpen eller lukket.

### 3.3.2 Havneprosjektet i Las Palmas de Gran Canaria

Havnen i Las Palmas de Gran Canaria er en av de ledende på den vestlige kysten av Afrika, og er et knutepunkt som kobler Europa, Afrika og Amerika. De styres av det lokale havnevesenet som er avhengig av å motta nøyaktig informasjon fra nære fartøy, containere, meteorologisk data, og sjøstanden. Mye av denne informasjonen kommer fra et nettverk av sensorer fra hele havnen og området rundt. Når dataen blir samlet opp over lengre tid må aggregeringen av data prosesseres for å forsikre tilgjengelighet og skalerbarhet. Dette gjør de gjennom et prosjekt kalt SmartPort, som stammer fra en rekke interessenter og FIWARE-programmet. Back-end arkitekturen i prosjektet er hovedsakelig basert på to FIWARE-moduler: Orion Context Broker og Cosmos.

Orion Context Broker tillater styringen av hele «konteksten» til informasjonen og dens livssyklus. Dette inkluderer registrering, oppdatering, abonnering (subscriptions) og spørringer (queries). Modulen gir mulighet for lagring og styring av kontekstelementene med oppdateringer og queries, og tillate abonnering til kontekstinformasjon som kan gi brukeren nødvendige notifikasjoner. Prinsippene bak Orion Context Broker er at den skal være separert mellom kontekstforbrukeren og produsenten. Cosmos og dets økosystem er lagring og analyse av Big Data. Den tilbyr verktøy som A Hadoop As A Service (HAAS) motor, Cosmos GUI og OAuth2 Tokens Generator for Cosmos REST APIs (REST-grensesnitt). Apache Hadoop er et åpent kildekode rammeverk skrevet i programmeringsspråket Java for distribuert lagring og prosessering av store datasett.

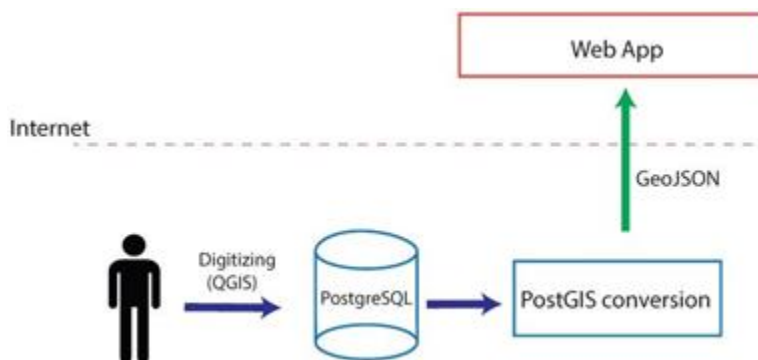
Prosjektet har tatt i bruk diverse statiske og dynamiske data. Disse dataene kommer fra forskjellige kilder som Google Earth eller referanser fra Spatial Data Infrastructures (SDIs). Noen eksempler på statiske data i SmartPort er infrastruktur, hotel, restauranter, minibanker, bussholdeplasser og apotek. Sensorene for disse dataene er plassert på faste steder som tillater statisk lagring av koordinatene deres. Eksempler på dynamiske

data kommer fra bøyer og meteorologiske sensorer med en oppdateringsfrekvens på 3 minutter.

De meteorologiske sensorene tilbyr følgende data: temperatur, vindhastighet og retning, vindkaststørrelse og retning, nedbør, trykk og fuktighet. De bruker også strømmetersensorer. Skip deler informasjon fra et Automatic Identification System (AIS) som utgir fartøysparametere som: navn, lengde, nasjonalitet, operasjonstype, kai plass, selskap, ankomstdato, skipstype, destinasjon osv.

Hovedmålet til disse to modulene er å lagre datastrømmene som kommer fra de utplasserte sensorene. De trenger ikke en kompleks arkitektur for de statiske dataene, hvor de har brukt en enkle lagringsarkitektur som et relasjonsdatabasesystem (RDBMS). Arbeidsflyten for håndtering av statiske data går som følger:

1. Data er digitalisert av en operatør ved bruk av geografiske informasjonssystemer (GIS).
2. Det samme GIS-systemet endrer og lagrer data i en RDBMS.
3. Den tidligere lagrede dataen konverteres til GeoJSON-format for å vise dem et sted det kan visualiseres. Se til Figur 7.



Figur 7: Arbeidsflyt for statiske data.

Et viktig element med de dynamiske sensordataene gitt i havnen i Las Palmas er oppdateringsfrekvensen. En oppdatering på tre minutter gir alt for mye data for et standard databasesystem som RDBMS. Dette kan løses med FIWARE-programmet. Med FIWARE blir tid dedikert til installasjon og konfigurering mindre. For å få input fra

alle sensorene ble det brukt Orion GE. Orion tilbyr et sensor-abonneringssystem som tillater lagring og etterspørring av de nyeste dataene. Det er lagt et abstraksjonslag over Orion for å simplifisere HTTP-transaksjonene og tillater en mer agil interaksjon med prosjektets web-applikasjon. På denne måten kan etterspørsler for data forenkles via AJAX, som videre reduserer mengden kalkulasjoner utført i klienten. En enkel forespørsel som tillater innhenting av data fra sensorer for eksempel se slik ut:

```
http://<<IP>>:<<Port>>/orion/query.html?sensorType=ship&sensorID=.&pattern=true
```

*Tabell 3: Eksempel på HTTP-forespørsel.*

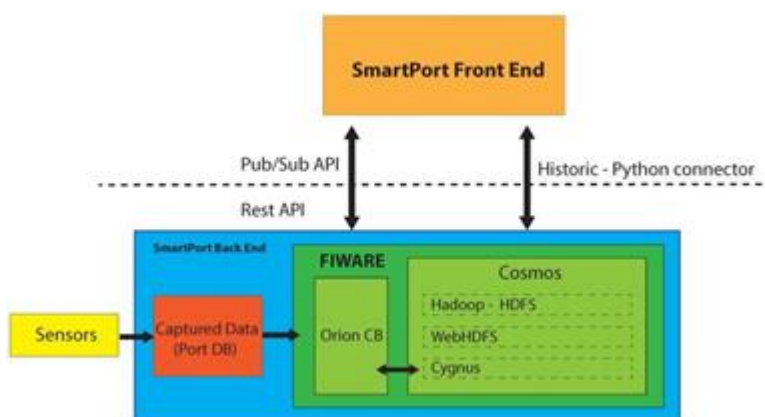
For å motta historiske sensordata bruker prosjektet Cosmos GE. I den applikasjonen lagres eksisterende data i Orion og deretter i Cosmos. For å oppnå denne koblinger brukes programvaren Cygnus, som er en distribuert og pålitelig datastrømningskanal. En grunn til at de adopterte en Big Data modul er for å forsikre at systemet har skalerbarhet over tid. Hadoop har tregere forespørsler enn en tradisjonell RDBMS, for å overkomme dette brukte Las Palmas en spesifikk datahåndteringsarkitektur. Arkitekturen er basert på Lambda Architecture som er skilt i tre forskjellige lag:

1. Batch Layer: hvor all data er lagret ved bruk av Hadoop. Foretar pre-prosessering.
2. Service Layer: hovedrollen til dette laget er å svare queries på en effektiv måte. For å oppnå dette må laget plassere query-resultater som en cache i et RDBMS.
3. Speed Layer: Et av hovedproblemene som må løses er datastrømningsprosessen. I dette laget vil de nyeste dataene være inkludert i analysen i av resultatene mens de forplanter seg i Hadoop systemet.

Et annet system de har tatt i bruk blir kalt en Alert Manager. De presenterte «alerts» eller varslinger som et strategisk mål i SmartPort. Det var avgjørende å iverksette et varslingssystem for å hjelpe å ta beslutninger i havnen. Dette systemet tillater applikasjonen å varsle brukeren når en sensor tar en spesifikk verdi, som muliggjør bedret kontroll over havnens sensorsystem. Varslingssystemets arbeidsflyt starter ved



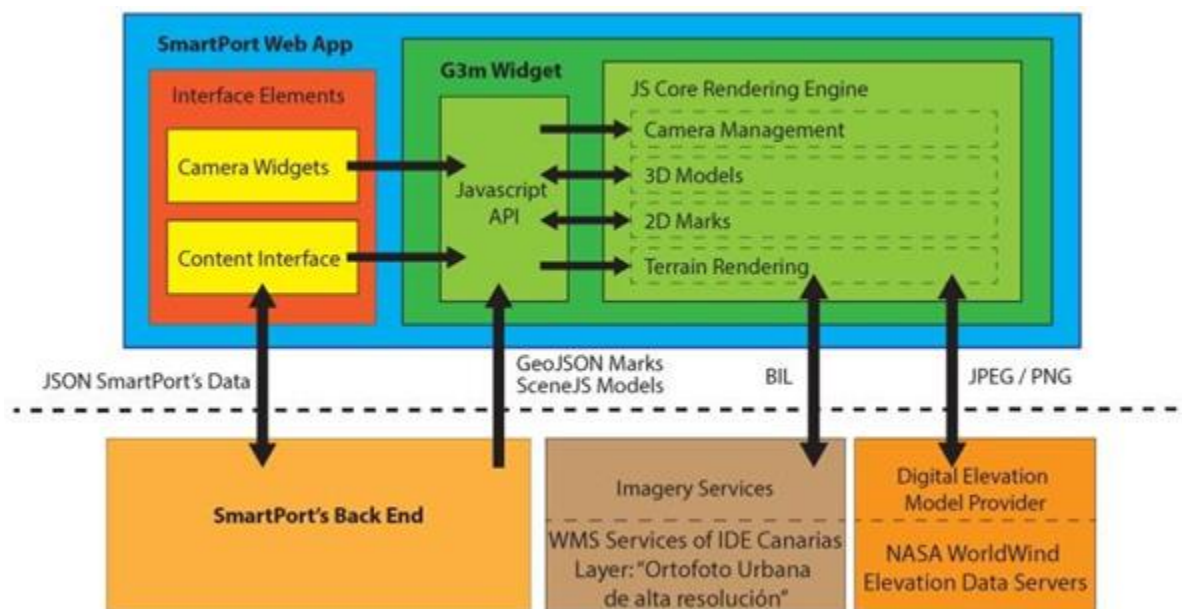
dannelsen av et varsel. Dette varselet vil bli definert av sensortype, attributter som skal monitoreres og betingelser for varsling. Når denne varslingen dannes, vil en subscription til Orion skapes ved bruk av et tilpasset et back-end grensesnitt i programmeringsspråket Python. Når varslingens betingelse utløses, vil det bli sendt en notifikasjon til Orion. Når Orion mottar notifikasjonen, vil den bli lagret i en MySQL-database. Deretter henter web-applikasjonen en ny varsling gjennom et tilpasset grensesnitt støttet av en PHP-servermodul og viser varslingen. I front-end vil det være visuelle framstillinger av varslinger samt triggede varslinger som ikke er aktive. Se struktur i Figur 8.



Figur 8: SmartPort Back End.

Sensordatavisualisering skjer gjennom en SmartPort Rich Internet applikasjon. Beslutningsprosessen til havnevesenet bør baseres på pålitelig informasjon. Datavolumene som blir produsert av sensornettverket er for krevende for å ha en meningsfull visuell framstilling. Derfor har prosjektet en Rich Internet applikasjon i front-end som oppsummerer havnedata på en forståelig måte for brukeren. Det meste av dataen referer til plassering i et rom, som i dette tilfellet er havnen. Systemet 3D-visualiserer havnen slik at det for eksempel kan fokuseres på havnedybden forskjellige steder. Denne visualiseringen gir en meningsfull representasjon av alle de geolokaliserede elementene sporet av SmartPort systemet, som sensorer, fartøy, containere og interessepunkter. Slik GIS representasjon faller under kategorien Virtual

Earth Engine for web. Den bruker G3M 3D rendering engine, som er tilgjengelig som et javascript bibliotek. Se struktur i Figur 9.



Figur 9: SmartPort Rich Internet Application.

Hovedgrensesnittet til SmartPort prosjektet blir definert som et RIA basert på en 3D-visualisering av havnens miljø. Dette 3D-miljøet berikes av inkluderingen av georeferert data gitt av SmartPort sin back-end.

### 3.4 Eksempler på nasjonale prosjekter

På nasjonal basis er det flere prosjekter som benytter seg av sensorteknologi og tingenes internett. Disse prosjektet går over diverse sektorer og refererer til både IoT-teknologier og smartbyer. De nasjonale prosjektene befinner seg i Kristiansand og Stavanger og er en god pekepinn på hvordan teknologiene kan bidra til å forbedre.

### **3.4.1 Prosjektet “Europas største landstrømanlegg”**

Ett av mange steg for elektrifisering av Kristiansand-regionen og resten av Agder. Elektrifiseringen av Kristiansand havn er en milepæl i havnens, byens og regionens lange historie og kan ha implikasjoner for hele den maritime industrien i Norge. EU har som mål å oppnå landstrømanlegg ved sine største havner innen 2025. I tråd med denne ambisjonen har Kristiansand havn mottatt finansiering for store deler av investeringen for å oppnå ren og bærekraftig drift. Gjennom satsningen, posisjonerer Kristiansand havn seg som Europas ledende havn når det kommer til landstrømanlegg med grønn energikilde.

- Norge er forpliktet gjennom EUs klimarammeverk til å redusere utslipp med 40% innen 2030.
- Europas største landstrømanlegg ble installert Høsten 2018.

### **3.4.2 Prosjektet “Datasjøen”**

Stavanger kommune beskriver “Datasjøen” som et system med mulighet for å lagre og dele data. I følge Kommunal- og moderniseringsdepartementets digitaliseringsstrategi, en digital offentlig sektor legges det frem med; en metode for lagring av alle former for data og kan sammenliknes med et sentralt datalager for alle typer data: strukturerte og ustrukturerte, både dokumenter og logger, bilder, lyd og video. De legger også til med at en datasjø kan både bygges internt i en virksomhet, men også som en felles løsning for flere eller en hel sektor. Hensikten med datasjøen vil hovedsakelig legge til rette for effektiv og standardisert datadeling på en sikker måte. Det er Stavanger kommune som drifter og forvalter datasjøen, som er løst slik at den er satt opp som en stor driftsløsning. Det innebærer at hver enkelt kommune eier sine data, og styrer hvem som skal ha tilgang til disse. Med dette blir de enkelte kommunenes behov for å kontrollere tilgang og eierskap til data ivaretatt, samtidig som kommunene kan utnytte fordelene

med å samkjøre drift og forvaltning av “datasjøen” til en lavere kostnad.

### **3.4.3 Prosjektet “LoRaWAN Sensornettverk”**

En viktig byggestein ved utviklingen av smartby og havn ved Stavanger, er sensorer som måler og teller. Hensikten med dette er for å; måle temperatur, støynivå, forbipasseringer i handlegaten, vannstand, CO2 i kontorer og klasserom, ledige parkeringsplasser og mer. Av disse sensorene kan en koble sammen sensordata og åpne data for å lage nye og nyttige tjenester til innbyggerne, som “kan hjelpe dem å ta smartere valg i hverdagen”. Eksempler fra Stavanger kommune:

- Sensorer som teller, måler og kommuniserer med rett mottaker.
- Stavanger kommune gikk sammen med Atea AS og Lyse AS for å etablere et nettverk som trådløst kobler batteridrevne "ting" til internett.
- Nettverket LoRaWAN, gjør det mulig å tilby kraftig trådløs kommunikasjon som bruker lite batteri, over et stort område.
- Sensornettverket installeres på strategiske steder etter behov. Per i dag strekker sensornettverket seg fra Stavanger og sørover til naboby Sandnes.
- Betydelig innvirkning internt da de kan teste og kjøre smartbyprosjekter mye enklere og billigere enn før.
- Flere prosjekter er knyttet til sensornettverket. Eksempel: automatiske temperaturmålere som er plassert ved populære badeplasser rundt om i byen. Tiltakene sender badetemperaturen inn i et åpent datasett, og temperaturene publiseres automatisk på byens nettsider.
- LoRaWAN-nettverket ble installert høsten 2017.

## **4. Kartlegging av brukerbehov knyttet til sensor i havn**

Dette kapittelet tar for seg kartleggingen av brukerbehov knyttet til sensor i havn. Det består av behovskartlegging og resultater fra intervjuene med Kristiansand, Stavanger, Arendal og Oslo havn.

### **4.1 Prosess - Kartlegging av brukerbehov knyttet til sensorer i havn**

Brukergruppen ved dette prosjektet er alle norske havner i Norge. For å kartlegge hvor brukerbehovet foreligger, var det nødvendig for kartleggingsteamet å kartlegge områdene. Områdene knyttet til sensorteknologi som kan både implementeres, forbedres og tilrettelegges, blir sett som essensielle områder hos de ulike havnene. Kartleggingsteamet tok dermed kontakt med fire havner; Arendal, Kristiansand, Stavanger og Oslo. De fire havnene har vist stor interesse for prosjektet "sensorteknologi i havn". Gjennom intervju, har arbeidsgruppen tolket og analysert informasjonen. Den verdifulle informasjonen havnene har bidratt med, gir en bedre forståelse av deres behov. Grunnet personvern er intervjuobjektene anonymisert.

### **4.2 Nasjonale funn**

Behovskartleggingen baserer seg på intervjuene som ble holdt. De diverse nasjonale havnene ga rikelig med svar som måtte analyseres. Utifra denne informasjonen ga det god innsikt i havnenes nåværende og fremtidige status, samt problemer, utfordringer og behov.

#### **4.2.1 Kristiansand havn**

Kristiansand havn eier, og drifter i dag; fergeterminal, containerterminal, terminal for cruiseskip, våt-/tørrbulkterminal, stykkgodsterminal og offshore-/supplyterminal (OSP). Arbeidsgruppen besøkte Kristiansand havn, og fikk dermed en god innsikt i hvordan havnen opererer og forvalter ressurser. Kilden arbeidsgruppen møtte, beskrev hvordan situasjonen i havnen er per dags dato og hvordan visjonen ligger fremover hos havnen.



*Figur 10: Bilde fra besøket hos Kristiansand havn.*

Kilden forklarte at Kristiansand havn **mangler sanntidsdata** når det kommer til dybdemålinger. Endringer i dybden påført av dumping av landmasser og utviding av kai, har ført til at det har oppstått usikkerhet overfor dybdenivå flere steder. I tillegg til dette, er tidligere dybdemålingene ikke lagt til rette for **eventuelt tidevann**.

**Sjøkartnull** som referer til laveste astronomiske tidevann er en standard innenfor sjøkart for **dybdemålinger**. For havnen er det viktig å vite hvordan tidevannet påvirker sjøkartnull til en hver tid. I følge kilden, har Kristiansand havn nærmeste tidevannsmåler i Mandal. For at havnen da skal kunne estimere tidevannets påvirkning på havnedybden, må de kalkulere seg frem til en verdi basert på hva målingene fra Mandal forteller. I situasjoner som lasting av containerskip kan **nøyaktige målinger** påføre at det kan lastes mer. En **feilmåling** på for eksempel 10-20 cm kan utgjøre stor forskjell på hvor mye ekstra last man kan frakte, ettersom skipets skrog dekker et stort areal av

havbunnen. Dette kan ha stor påvirkning på tid, ressurser, inntekt og miljø. Det vil da være lønnsomt for havnen og interessenter å ha nøyaktige målinger på tidevann.

Kilden gav inntrykk til at eksisterende systemer ikke møter standarden for nødvendig data og kvalitetssikker administrasjon av havnen. Kristiansand havn påpeker at det er vanskelig å finne nøyaktig posisjon på enheter grunnet unøyaktig posisjonsdata fra GPS. Ved **kartdata**, mente kilden at digitale kart ikke var godt nok oppdatert. Ettersom kaien i havnen skal utvides og konstruksjonsarbeid i deler av havnen har ført at havbunnen har blitt grunnere, bør havnen hatt et bedre system for kombinerings av land- og sjøkart. De snakket om at det hadde vært gunstig med en bedre integrert kombinasjon av land og sjøkart, slik at de kan se plasseringen av fortøyningsplasser på nye kaier samtidig som oppdatert tidevann- og havbunnmålinger var synlig. Fra kilden, ble det forstått at dybdemålinger og kvalitetsikker data er viktige behov Kristiansand havn ønsker å få dekket. Kristiansand havn ser dermed nødvendigheten ved sensorer som knytter sammen data som kommer fra troverdige kilder med god kvalitet.

#### 4.2.2 Stavanger havn

Stavanger havn drifter i dag; cruise,- gods,- offshore- og ferjetrafikk. Havnen drifter også andre viktige områder som eiendomsforvaltning, småbåtturisme og samarbeid med festivalarrangører og offentlige etater. Arbeidsgruppen hadde et digitalt intervju med Stavanger havn. Kilden ga en introduksjon om hvordan prosessene i havnen fungerer, og gav god innsikt i hvordan havnen opererer og forvalter ressurser.

Ved **registreringsprosessen av skip**, nevnte Stavanger havn at disse må registreres via mail og legges inn i deres havnedatasystem. Deres systemet er anskaffet fra Sverige. Et ønske fra Stavanger havn rundt dette området, var at skipene skulle utføre en større del av registreringen som en del av prosessen. Med andre ord, foreligger det et behov ved å dele informasjonen i større grad enn det er per dags dato. Dermed er **tilgjengelighet av data** ved **ekstern deling** et viktig behov. Stavanger havn ser dermed verdien i et standardisert system, der skipene får en enklere tilrettelagt og

planlagt reise fra havn til havn. **Dataflyt mellom aktører** ansees som en viktig komponent i dette området. Stavanger havn understreker at det ikke er reelt at alle havner i Norge bruker det samme systemet, men det viktigste er at standarden på dataene er likt, slik at deling av dataene kan likevel foregå mellom de ulike systemene.

De var til dels fornøyd med Kartverket og Kystverkets eksisterende informasjons- og dataressurser, men har behov for en **egen leverandør** som havnen kunne **knytte all data opp mot et forvaltningsdrift- og vedlikeholdssystem**. Et eksempel rundt dette området er dersom et av strømforskningspunktene i havnen trenger vedlikehold, vil de at elektrikeren selv kan finne og fikse feilen uten at de behøver å være involvert gjennom hele prosessen. Selv om havnen hadde et system med visuell fremstilling av havneområdet, hadde ikke andre aktører det, noe flere kunne dratt nytte av via **deling**. Et annet eksempel de brukte var vannkummer. I kontekst av vann og avløp, vet de ikke hvor eventuelle hovedmålere er og hvor rørene går. Per dags dato er dette data som kommunen sitter med i deres egne database. Stavanger havn uttrykte at de skulle ønske at slike typer data var mer tilgjengelig.

Fra kilden ble det forstått at dataflyt og lik standard av sensordata mellom havnene er viktige behov Stavanger havn ønsker å få dekket. Stavanger havn ser dermed verdien ved deling av sensordata.

#### **4.2.3 Arendal havn**

Arendal havn eier, og drifter i dag; fergeterminal, containerterminal, terminal for cruiseskip, stykkgodsterminal og offshore-/supplyterminal (OSP). Havnen drifter også andre viktige områder som, fiskeri, gjestehavn og småbåtturisme. Arbeidsgruppen besøkte Arendal havn, som gav god innsikt i hvordan havnen opererer og forvalter ressurser. Kilden arbeidsgruppen møtte beskrev hvordan situasjonen i havnen er per dags dato, sammen med en omvisning av havneområdet, forklarte kilden de store prosjektene og planene som står på agendaen til havnen.





*Figur 11: Bilde fra besøket hos Arendal havn.*

Kilden fortalte at havnen ikke får økonomisk støtte, og må dermed stå for egne inntekter. Disse inntektene kommer fra håndtering av gods og skip inn og ut av havnen, samt utleie av havneområder. I tillegg til den kommersielle delen av havnen har de en gjestehavn som er helautomatisert med 1600 båtplasser. Kilden snakket om at den kommersielle havnen er i stor vekst, som gjør at fokuset i de forskjellige delene av havnen skiller seg. Her nevnte de at områdene som kommersiell- og gjestehavn blir splittet opp. De mente også at dette vil føre til at den kommersielle havnen kommer til å trenge mer digitalisering og digitale verktøy. Med splittelsen mente de at egne driftsselskaper kan komme inn på gjestehavnen, ettersom det er mer en turistattraksjon enn havneaktivitet. De understreker at de vil fortsatt stå for ansvar og eierskap av infrastruktur og installasjoner.

Ettersom utvikling i den kommersielle havnen, som inkluderer det som vil bli den nye batterifabrikken «Morrow Batteries», vil føre til økt aktivitet av gods som kommer inn og ut, økt ansettelse, mer synkronisering av det driftsmessige og mer skille på ansvarsområdene av det som regnes som havneaktivitet. Det er flere aktiviteter i havnen som er ineffektivt. Administrasjon og tildeling av havnebåtplasser blir splittet ut i et eget selskap i havnen eller kommunen, det samme skjer på gjestehavnen. Arendal

havn var veldig opptatt av skille mellom fokusområdene som havnedrift, turisme og det kommersielle.

Arbeidsgruppen spurte om de ønsket seg mer åpen data, hvor de svarte at det var delvis nyttig for dem. De mente det kunne hjelpe logistikkmessige delen og med operasjoner i havnen som lasting, lossing og fakturering kunne skjedd gjennom "one point of contact". Med andre ord, der alle handlingene går gjennom et system.

Ved datainnhentingsprosesser, nevnte Arendal havn at det befinner seg få sensorer i havnen. Det var snakk om at det var et prosjekt gående som skulle legge til rette for sensorer og automatisere skipsanløp. Med dette, har Arendal havn store visjoner for fremtiden. Per i dag vil skip informere om ankomst et par døgn i forveien og melder inn behov for kai plass, hva som skal lastes og losses, personell som er nødvendig osv. Mye av gods blir fraktet til en dryport, noe Arendal havn vil at skal være helautomatisert, hvor bare et kontrollrom skal være nødvendig. Arendal havn ønsker automatisert lasting og lossing, slik at de kan bruke mindre menneskelige ressurser på kaia. En av de store prosjektene Arendal havn har planlagt, er å **automatisere veien fram til en dryport**, som er et logistikknutepunkt, et stykke vekk fra havnen. Mye av dette baserer seg på at skipene er mottakelig for å være autonome.

Per dags dato, må **registreringsprosessen** for et skips last gå gjennom 14-18 manuelle steg, og har mange feilfaktormuligheter. Med andre ord, har de et stort behov for å effektivisere denne prosessen.

Arendal havn nevnte også om nødvendige typer data de trenger. Blant disse, er havgrunndata avgjørende. Det er få aktører som kan skanne og produsere verifisert data. De ville ha nøyaktige **dybdemålinger, landbasert posisjonsinformasjon med maks feilmargin på 2-3 cm på plassering**. Arendal havn mente at tidevannsensorikk kan være nyttigverdig, men siden de er i et område med lite tidevann var det ikke et stort problem. Av sensorikk har Arendal havn likevel behov for **avstandssensorer** som kan snakke sammen. Etersom autonomitet var en viktig del for dem må de være sikre

på at fartøyene som ligger til land kan snakke med utstyret som skal driftes med laste og losse operasjonene, hvor alt må være veldig nøyaktig. Fra kilden, ble det forstått at det foregår grandiose planer om helautomatisering med ulike sensordata. Deres største behov foreligger hos dybdemålinger og avstandssensorer, og vil trolig ha økende behov desto lenger inn i dette automatiseringsprosjektet de kommer.

#### 4.2.4 Oslo havn

Oslo havn eier, og drifter i dag; fergeterminal, containerterminal, terminal for cruiseskip, stykkgodsterminal og offshore-/supplyterminal (OSP). Havnen drifter også andre viktige områder som eiendomsforvaltning, fiskeri, gjestehavn og småbåtturisme.

Oslo havn er en del av det overordnede prosjektet «Norsk digital havneinfrastruktur». Etter en dialog med Oslo havn var det tydelig at de drifter med IoT samt er på utkikk etter nye systemer. Kilden fra Oslo havn understreker at de undersøker eksisterende løsninger og ser nærmere etter en felles problemforståelse om hva som er aktuelt i norske havner. Det finnes en del knutepunkter blant havner, derav mange har like systemer. De undersøker også etter **bedre systemer** og om de kan kombinere disse på flere måter. Det er ingen tvil at Oslo havn ser til behov for sensorikk for å spare både tid og ressurser.

Oslo havn har per dags dato et større prosjekt hvor et bøyeskap har fått plassert sensorer. Å ha kontroll på slik data er viktig og kan ha fatale konsekvenser hvis bøyeskapet er tomt når noen har falt i vannet. De har mange strømmålere plassert omkring i havnen som en elektriker kan dra rundt og lese av, samt **vannmålere og sandfangere** som er plassert i kummer. **Sandfangere** samler opp sand som renner ned i kummer og må tømmes med jevne mellomrom. De har lyst på sensorer i disse slik at den manuelle prosessen for å diagnostisere sandmengden i kummene blir automatisert.

Ved vannstandssensorikk, har Oslo havn utplassert en sensor som viser vannstand i havnen. Når det kommer til tilgjengelighet av data, har Oslo havn tidligere operert på siden av kommunen, men det ble tatt en beslutning hvor de har blitt knyttet tettere, som påfører at prosessen for å ta avgjørelser går tregere. For sensorsystemene bruker Oslo havn LoRa Nett, som er satt opp for Oslo kommune, og kan kjøre på mange nettverk. Det var en investering der kostnaden var relativt lav, og kom med bedre dekning. De snakket om at det er **mange tekniske etater som har behov for sensorer, for eksempel vann og avløp.**

Oslo havn har likevel utført kartlegging av kai og havbunn med 3D-data. De benyttet sonarteknologi, som gir høy oppløsning på dataene for mer korrekte verdier. De har kjørt en operasjon, hvor de har manuelt kjørt båter rundt og målt opp. Dybdene i havneområdet er relativt stabile, selvom de endrer seg noe over tid. **En utfordring** ved dette, er at de må jevnlig ut for å måle dybder og sjekke at mudring ikke har gjort endringer på verdiene de har samlet.

Ved sikring av data, foreligger deres data i en lokal database. Oslo havn påpeker likevel at de må ha en større løsning på sikt, som kan samle all data i en **datasjø**. De understreker at det vil være **nødvendig å bygge opp et system for å samkjøre dataene**, og ser dermed behovet ved et felles system blant norske havner.

En slik løsning bør likevel ikke sitte i eierskap hos kun én leverandør, som ønsker at deres kunder betaler for hver pakke som sensorene sender. Det må eksistere en **god kontroll rundt tilgjengeligheten** på dette, så ikke de norske havnene sitter på tusenvis av sensorer hvor hver lille pakke har kostnader, hvor den samlede kostnaden blir enda større når det samles opp. Fra kilden ble det forstått at det foregår en del automatisering i havnen deres, da Oslo havn er med på prosjektet «Norsk digital havneinfrastruktur». Det største behovet foreligger hos sandfangerne knyttet til sensorer og et overordnet system med standardisert og forbedret dataflyt.

### 4.3 Avgrensninger

Det kan diskuteres for så vidt om implementering vil foregå kun hos de store havnene, eller om alle norske havner i Norge skal være en del av prosjektet. Å utvikle et system som fungerer for alle er ikke en umulig oppgave, men at den skal fungere i den grad ved et stort miljø og dekke hele den nasjonale planen - krever et stort planleggingsområde, når det kommer til kartlegging, investering, utvikling og innføring. Et system er et forslag til en løsning som baserer seg på de nasjonale funnene som støtter satsningsområdet i prosjektet. Flere internasjonale havner har produsert egne interne systemer som har vært en beslutning med god økonomisk gevinst, samt bærekraftig med økt effektivisering og forbedret ressursbrukt. Det innebærer at det skal foreligge sanntidsdata som er kvalitetssikret. Den standardiserte dataen bør være lik ved brukergrensesnittet, og til dels noe gjenkjennelig til systemene havnene bruker i dag. Komponentens datasikkerhet, kommer med komponenten ved deling av informasjon, enten om den befinner seg internt eller eksternt med andre aktører.

## 5. Veien videre

Dette kapittelet tar for seg neste steg i veien videre ved dette prosjektet. En vurdering vil bli lagt frem, samt kort om planen fremover med pilotering.

### 5.1 Vurdering

Selve kartleggingen rundt sensorikk blant brukerne, er nødvendig for å gi en bedre forståelse på hvor behovet foreligger. Arbeidsgruppen fikk god innsikt hos de fire utvalgte havne, men de største behovene var ulike. Selvom alle er knyttet til sensor og prosesser ved deres havn. En felles komponent hos havnene, er at det foreligger et stort behov for bruk av forskjellige sensortyper og et system med god dataflyt. Et system med standardisert data, som kan både deles intern og eksternt med ulike aktører. Med dette, innebærer det informasjonssikker data, da det kan inneholde sensitiv informasjon. Selve sanntidsdataen må være nøyaktig og kvalitetssikret. De ulike prosessene ved havnene bør også bli mer digitalisert, slik at disse blir mer effektivisert. Det vil spare havnene både tid og menneskelige ressurser. Knyttet til effektivisering, innebærer det også store økonomiske og miljømessige gevinster.

Dersom de norske havnene er med på å digitalisere infrastrukturene, vil havnene ikke bare bli mer effektivisert, men de vil bevege seg i en mer bærekraftig retning. Spesifikt FNs Bærekraftsmål, mål 9, 11 og 17. Bærekraftsmål 9 innebærer å bygge solid infrastruktur og fremme inkluderende og bærekraftig industrialisering og innovasjon. Bærekraftsmål 11 innebærer å gjøre byer og lokalsamfunn inkluderende, trygge, robuste og bærekraftige, mens bærekraftsmål 17 innebærer å styrke de nødvendige virkemidlene for å gjennomføre arbeidet, og fornye globale partnerskap for bærekraftig utvikling. Sistnevnte er igjen knyttet til å bedre tilgangen til og styrke nord-sør-samarbeidet, sør-sør-samarbeidet og det triangulære samarbeidet regionalt og internasjonalt om vitenskap, teknologi og innovasjon.

## 5.2 Pilotering

Det neste steget ved dette prosjektet er piloteringsfasen. Denne fasen har oppstartsdato 13.juni 2022, og vil foregå hos Norkarts avdeling i Kristiansand. Hensikten med neste fase i prosjektet vil være å teste teorien om et programvare som er knyttet til ulike sensorer dekker brukernes behov. Arbeidsgruppen fungerer fortsatt som brukerbehov- og kartleggingsgruppe, men beveger seg mot den tekniske delen av prosjektet. Tre ytterlige prosjektmedarbeidere kommer til å delta ved denne. En teknisk ekspertgruppe kommer også til å bistå rundt arkitekturen. Design av grensesnitt har arbeidsgruppen ansvar for, samt testing og dokumentering av programvare.