

Sabir Mohammad Sadik

Evaluere ytelsen i LoRaWAN nettverk, relatert til tidskritiske tjenester

Å evaluere om LoRaWAN-teknologien kan brukes i applikasjoner og tjenester, der det stilles strenge krav til responstider og stabilitet, f.eks. innen velferd

Bacheloroppgave i ingeniørfag - elektro

Veileder: Mohammad Derawi

Medveileder: Steinar Tofte

Mai 2023

Sabir Mohammad Sadik

Evaluere ytelsen i LoRaWAN nettverk, relatert til tidskritiske tjenester

Å evaluere om LoRaWAN-teknologien kan brukes i applikasjoner og tjenester, der det stilles strenge krav til responstider og stabilitet, f.eks. innen velferd

Bacheloroppgave i ingeniørfag - elektro
Veileder: Mohammad Derawi
Medveileder: Steinar Tofte
Mai 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk
Institutt for elektroniske systemer



Kunnskap for en bedre verden

Evaluere ytelsen i LoRaWAN nettverk, relatert til tidskritiske tjenester.

Sabir Mohammad Sadik

Bachelor i elektronikk og sensorsystemer

Innlevert: Mai 2023

Hovedveileder: Mohammad Derawi

Veiledere ved Eidsiva: Steinar Tofte, Stian Ramse

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for elektroniske systemer

Sammendrag

Oppgavens tittel:	Dato: 22.05.2023		
Evaluere ytelsen i LoRaWAN nettverk, relatert til tidskritiske tjenester	Antall sider: [66]		
	Masteroppgave:	Bacheloroppgave	x
Navn:	Sabir Mohammad Sadik		
Veileder:	Mohammad Derawi		
Eventuelle eksterne faglige kontakter/ veiledere:	Steinar Tofte Stian Ramse		

Sammendrag:

Denne oppgaven har til hensikt å evaluere om LoRaWAN-teknologien kan brukes i applikasjoner og tjenester, der det stilles strenge krav til responstider og stabilitet, f.eks. innen velferd. I oppgaven skal det gjennomføres praktiske tester som viser responstider og pakketap i hele verdikjeden fra sensor til applikasjon. Det skal drøftes hva som er årsaken til eventuelle lange ledetider eller avvik i datatransporten, samt mulige metoder for å forbedre/sikre kvaliteten.

Metodene og teknikkene som er brukt i denne studien, er drøfting og gjennomføring av praktiske tester som viser responstider og pakketap i hele verdikjeden fra sensor til applikasjon. Testing av Sensorer Gateways (innendørs/utendørs), Nettverksserver (LNS), IoT Hub og Applikasjon. Bruk av ThingsBoard plattform for å gjennomføre og vise resultater.

Løsningen på oppgaven ble å bruke ThingsBoard plattform for å fullføre de tre «use case», dørpasseringer, Alarmknapp og smartrom. For hver «use case» eller sensor ble det gjennomført en del tester, som er vist fram på ThingsBoard plattform i resultat delen.

Stikkord:

LoRaWAN
Sensorer
Gateways (innendørs/utendørs)
Nettverksserver (LNS)
IoT Hub
Applikasjon



Abstract (engelsk)

This task aims to evaluate whether the LoRaWAN technology can be used in applications and services, where strict requirements are placed on response times and stability, for example within welfare technology. In the task, practical tests will be carried out that show response times and packet loss in the entire value chain from sensor to application. The cause of any long lead times or deviations in the data transport must be discussed, as well as possible methods to improve/ensure quality.

The methods and techniques used in this study are discussion and implementation of practical tests that show response times and packages in the entire value chain from sensor to application. Testing of Sensor Gateways (indoor/outdoor), Network Server (LNS), IoT Hub and Application. Use of the ThingsBoard platform to implement and display results.

The solution to the task was to use the ThingsBoard platform to complete the three "use cases", door passes, Alarm button and smart room. For each "use case" or sensor, a number of tests were carried out, which are displayed on the ThingsBoard platform in the results section.

Forord

Dette prosjektarbeidet er den avsluttende oppgaven på bachelorstudiet Ingeniørfag - Elektro ved NTNU i Gjøvik. Oppgaven ble gitt av Eidsiva Bredbånd AS, i Lillehammer. Veiledere for prosjektet var professor Mohammad Derawi som er ansatt ved Institutt for elektroniske systemer i NTNU i Gjøvik, og Steinar Tofte og Stian Ramse i Eidsiva Bredbånd AS.

Prosjektet har vært en spennende og lærerik opplevelse takket være den store friheten jeg fikk til å løse oppdraget. Dette var meget motiverende og ønskelig av meg, da dette kunne sammenlignes med et utviklingsprosjekt som kan dukke opp i arbeidslivet etter studiet.

Det var også ønskelig av meg å kunne bruke det meste av emnene som har inngått i studiet, slik at fagnivået ved NTNU i Gjøvik blir representert og reklamert gjennom dette arbeidet.

Det krevdes av meg mye tid, innsats, kommunikasjon med veilederne og ikke minst god forståelse av stoffet, for å håndtere disse.

Jeg vil takke veiledere ved Eidsiva Bredbånd AS, Steinar Tofte og Stian Ramse for et strålende samarbeid. Jeg vil også rette en stor takk til min veileder ved Institutt for elektroniske systemer i NTNU i Gjøvik, professor Mohammad Derawi som har hjulpet meg med utfordringene gjennom denne oppgaven. Han har kommet med gode innspill og konstruktive tilbakemeldinger som har vært til god hjelp.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	I
Abstrakt (engelsk)	III
Forord	V
Innholdsfortegnelse	V
Figurliste	VIII
1. Innledning	1
1.1 Hensikt.....	1
1.2 Problemstilling.....	3
1.3 Oppdragsgiver	3
1.4 Rapportens oppbygning	4
1.5 Avgrensninger	4
2. Teori	6
2.1 LoRaWAN sensorsystem	6
2.1.1 Hva er LoRaWAN.....	7
2.1.2 LoRaWAN Øksystem	7
2.1.3 Egenskap til LoRaWAN.....	8
2.1.3 Hvordan fungerer LoRaWAN.....	9
2.2 LoRaWAN arkitekture	11
2.2.1 Sensorer	11
2.2.2 Gateway.....	12
2.2.3 Nettverksserver.....	13
2.2.4 Applikasjon	14
2.3 Påvirkning faktorer	14
2.3.1 Spredningsfaktor «SF»	16

2.3.2	Mottatt signal styrke indikasjon «ISSI»	17
2.3.3	Luminans signal-til-støy-forhold «ISNR»	18
2.3.4	Datahastighet	19
2.4	Internett hastighet og LoraWAN hastighet.....	12
3.	Motode	21
3.1	NB-IoT.....	21
3.2	Zigbee	22
3.3	Sigfox.....	22
3.4	Wireless M-Bus	23
4.	Design og implementasjon	25
4.1	Tjenesteplattform	25
4.2	Sensorer	26
4.2.1	Menneske tellere	27
4.2.2	Bevegelse deteksjon	28
4.2.3	Alarmknappen	29
4.3	Nettverk	30
4.4	Nettverkserver	30
4.5	Grensesnitt	31
4.6	Applicasjoner.....	32
4.6.1	IOT-plattform	32
4.6.2	ThingsBoard	33
4.6.3	JSON path finder	34
4.7	System oppsett.....	35
4.8	System Aktivering	38
4.9	Dashbord gruppe.....	40
4.9.1	Smartrom	40
4.9.2	Dørpasseringer	41

4.9.3 Alarmknappen	42
5. Resultater	43
5.1 Smartrom	43
5.2 Dørpasseringer.....	46
6. Diskusjon	48
6.1 Vurdering av metoder og løsninger	48
6.2 Refleksjoner.....	49
7. Konklusjon	50
8. Litteraturliste	51
Vedlegg	

Figurliste

Figur 1: Diagram illustrerer LoRaWAN-arkitekturen	10
Figur 2: En slutt enhet som består av sensorer som temperatur, fuktighet og falldeteksjon....	12
Figur 3: LoRaWAN outdoor gateway	13
Figur 4: Dekningskart.....	16
Figur 5: RSSI og LSNR	18
Figur 6: IOT Tjenesteplattform	26
Figur 7: Posisjon av trådløse menneske tellere sensor	27
Figur 8: Posisjon av bevegelse deteksjon sensor	29
Figur 9: IOT Hub plattform.....	32
Figur 10: En kode for en data pakke	33
Figur 11: Json path finder.....	34
Figur 12: Arkitektur av integrasjon funksjon	35
Figur 13: Oppsett av integrasjon funksjon	36
Figur 14: Oppsett av data up-link konvertere.....	37
Figur 15: Oppsett av data down-link konvertere.....	37
Figur 16: Systemet ble aktivert	38
Figur 17: Kode for data up-link.....	39
Figur 18: Strømming av data.....	39
Figur 19: Dashboard gruppe.....	40
Figur 20: Dashboard smartrom	41
Figur 21: Dashboard peoplecounter	42
Figur 22: Sjekk av stabilitet på mottak av datapakker	43
Figur 23: Målinger til tre variabler i smartrom temperatur, Co2 og fuktighet.....	44
Figur 24: Lys styrk i smartrom.....	45
Figur 25: Smartrom med alarm hvis temperatur stiger over 15	45
Figur 26 : Antall passeringer ut og inn.....	47
Figur 27: Antall passeringer over en periode	47
Figur 28: Root Rule Chain kobling for CO2 og temperatur	53
Figur 29: Alarm oppsett for Co2	53
Figur 30: Redigert kode for CO2	54
Figur 31: Alarm oppsett for Temperatur	54

Figur 32: Redigert kode for temperatur 55

Kapittel 1-Innledning

Dette kapitlet introduserer problemstillingen for oppgaven, hensikt for å gjennomføre oppgaven og oppdragsgiver. Oppdragsgiver og rapportens oppbygning blir også presentert og til slutt forklares de avgrensninger som ble satt for prosjektet. I hensikt forklares hvilket grunnlag oppgaven har for å gjennomføres, hvilke ønsker oppdragsgiver har og hvilke rammer som settes i økonomisk forstand. Også beskriver hvordan jeg har tenkt en løsning på oppgaven med en presentasjon av konseptet og definisjon av LoRaWAN nettverket. Etter problemformulering, presentasjon av oppdragsgiver og rapportens oppbygning blir prosjektets avgrensninger forklart og satt, slik at løsningen på prosjektet presenteres innenfor disse rammene.

1.1 Hensikt

Det skal testes og å evalueres en LoRaWAN basert sensorer mot strenge krav til responstider og stabilitet. Selv om LoRaWAN har mange fordeler, inkludert lang rekkevidde og lavt strømforbruk, egner det seg ikke godt for applikasjoner som krever strenge krav til responstider og stabilitet, som for eksempel innen velferd, men her skal det prøves om det egnet seg.



Use case 1: Alarmknapp

Oppgaver:

1. Legge inn sensoren (alarmknappen) i NIOTIX
2. Utvikle parser for å oversette payload til lesbart format (Json)
3. Måle hvor lang tid det tar å sende data gjennom alle ledd, fra det trykkes på knappen
4. Vurdere hvordan man kan sikre at kommunikasjonen hele tiden er oppe (heartbeat, keep-alive signal fra sensor)
5. Kople alarmen mot en annen sensor, f.eks. power socket som trigger en lyspære.

Kommentar:

Det var ikke tilgjengelige data for denne sensoren i Eidsivas system, så dette use case ble bare gjennomgått teoretisk og det vises derfor ikke måleresultater i kapittel 5.



Som alternativ er det installert en dørsensor (Elsys Door) som er testet i lab.



Use case 2: Dørpasseringer (people counter).

Oppgaver:

1. Telle passeringer inn/ut og sammenstille disse dataene
2. Sjekke klokkeslett (timestamps) – vise hvilke data finnes og hvilket mønster det er på inn-/utpasseringer i tidsintervaller (dag/kveld/natt et...)
3. Konfigurer endringer i sensor fra mobiltelefon



«Use case 3»: Smartrom

Oppgaver:

1. Definere normale verdier (intervall) på temperatur, CO2, luftfuktighet, lys
2. Legge inn terskelverdier i NIOTIX og dokumentere avvik fra normalverdi/intervall
3. Detektere når det er bevegelse i rommet

1.2 Problemstilling

Målsettingen med oppgaven er å evaluere om LoRaWAN-teknologien kan brukes i applikasjoner og tjenester, der det stilles strenge krav til responstider og stabilitet, f.eks. innen velferd. I oppgaven skal det gjennomføres praktiske tester som viser responstider og pakketap i hele verdikjeden fra sensor til applikasjon. Det skal drøftes hva som er årsaken til eventuelle lange ledetider eller avvik i datatransporten, samt mulige metoder for å forbedre/sikre kvaliteten.

En av hovedbegrensningene til LoRaWAN er dens begrensede båndbredde, noe som betyr at den bare kan overføre små mengder data om gangen (liten båndbredde). Dette gjør at den passer ikke for applikasjoner som krever sanntidskommunikasjon eller store mengder dataoverføring, for eksempel video streaming eller telemedisin. I tillegg kan LoRaWAN-nettverk oppleve interferens og signalforringelse i urbane miljøer, noe som ytterligere kan begrense påliteligheten og stabiliteten.

Men det ble sagt, at det kan være visse applikasjoner innen velferd som fortsatt kan dra nytte av LoRaWAN-teknologi, spesielt fordi det ikke kreves egne hussentraler med strømforsyning og at det finnes mange egnede sensortyper som er enkle å installere. . For eksempel kan LoRaWAN-sensorer brukes til å overvåke temperatur og fuktighet i helseinstitusjoner eller for å spore plasseringen av medisinsk utstyr. Imidlertid må disse applikasjonene være nøye utformet for å fungere innenfor teknologiens begrensninger, og vil sannsynligvis kreve et sikkerhetskopisystem eller alternativ kommunikasjons metode i tilfelle nettverks svikt eller strømbrydd.

1.3 Oppdragsgiver

Eidsiva Bredbånd er en bedrift som leverer bredbåndstjenester via egen infrastruktur til privat- og bedriftsmarkedet på det indre Østlandet. I tillegg leverer Eidsiva også tjenester som telefoni, TV og sikkerhet.

Eidsiva Bredbånd AS ble etablert i 2004 og ligger i Lillehammer. Selskapet startet med kun 25 % bredbåndsdekning i Hedmark og Oppland i dag innlandet. Men i dag selskapet har 50 % i

markedet for fast bredbånd i Innlandet fylke, og har et fibernett som er det tredje største i Norge. Selskapet har en omsetning over 900MNOK, 90000 kunder og 170 ansatte.

I 2021 startet selskapet med utbyggingen av LoRaWAN-nettverk. LoRaWAN-nettverk startet med å dekke store deler av Mjøssområdet. Dekningsområdet utvides fortløpende i samarbeid med kommuner og bedrifter. (1)

Selskapet har som et mål å levere IoT-tjenester innenfor utvalgte markedssegmenter, der spesielt kraft og elektrisk, næringsbygg og kommuner er aktuelle. Målgrupper innen kraft og elektrisk, er kraft produsenter, kraft distributører, vindmølle, solcelle og ladeselskaper. Innen næringsbygg er det eiendomsselskaper, hotell-kjeder, privatskoler, entreprenører, drift og forvaltere og teknisk installatører. <I kommuner er det mest aktuelle virksomhetsområdene eiendom, vann og omløp, renovasjon, samferdsel, helse og velferd og ulike etater.

IoT-løsningene vil også være knyttet opp mot FNs bærekraftsmål,

1.4 Rapportens oppbygning

Rapportens oppbygning er satt opp slik at arbeidet som er utført, blir presentert i mest mulig kronologisk rekkefølge. Det fremvises først noe bakgrunns teori i kapittel 2 som er nødvendig for oppgaven. Og i kapittel 3 skal materielle som er brukt i prosjektet beskrives. Deretter forklares det i kapittel 4 hvilke metoder som er valgt for løsning av prosjektet i metodekapittelet, før det blir i kapittel 4 beskrevet hvordan de forskjellige leddene av LoRaWAN ble testet fra sensor til applikasjon. Kapittel 5 dokumenterer resultater fra tester som er utført på hele verdikjeden fra sensor til applikasjon, og til slutt i blir det diskutert resultatene og en konklusjon av løsningen i kapittel 6.

1.5 Avgrensninger

Oppdragsgiver har vært veldig åpen når det kommer til løsning av problemstillingen, og jeg har fått så si fritt valg av løsningsmetode så lenge det er under en viss økonomisk ramme. Av disse grunner er mye av avgrensningene satt av meg selv for å sørge for å ikke skape et for stort prosjekt.

Kunnskapene jeg har informatikk er noe begrenset da det krever en god del programutvikling som ikke er dekket i utdanningsløpet. Likevel blir noe av avgjørelsene tatt

på bakgrunn av noen informatikk utregninger.

Kapittel 2 -Teori

Dette kapittelet skal dekke det teoretiske grunnlaget for å løse prosjektet, og som kan være nødvendig for å forstå de neste kapitlene. Det blir ikke lagt mye vekt på utregningsmetoder i teori delen av oppgaven, men heller mer på en enkel forståelse over de utregningene som er gjort.

2.1 LoRaWAN sensorsystem

Et sensorsystem er et nettverk av sammenkoblede sensorer som jobber sammen for å samle inn og analysere data om et bestemt miljø eller prosess. Sensorene kan utformes for å oppdage ulike typer fysiske, kjemiske eller biologiske parametere som temperatur, trykk, fuktighet, lys, lyd, bevegelse, tilstedeværelse av gasser eller væsker og mer.

Sensorsystemer brukes i et bredt spekter av bruksområder, fra overvåking av miljøforhold i landbruk, gruvedrift eller konstruksjon, til måling av vitale tegn i helsevesenet, eller oppdage inntrengere i sikkerhetssystemer. De kan også brukes i industriell automasjon for å forbedre effektiviteten og sikkerheten, eller i transportsystemer for å optimalisere trafikkflyten og redusere overbelastning.

Sensorsystemer består typisk av tre hovedkomponenter: selve sensorene, et datainnsamlingsystem for å samle inn og overføre dataene, og et prosesserings- og analysesystem for å tolke dataene og generere nyttig innsikt. Avhengig av kompleksiteten til systemet og typen data som samles inn, kan forskjellige typer sensorer og databehandlingsteknikker brukes.

De trådløse sensornettverkene som loRaWAN, trekker mye oppmerksomhet i dag og forventer å bli en av nøkkelteknologiene i fremtiden. Også de trådløse sensornettverkene kan operere i et bredt spekter av miljøer og gi fordeler i kostnad, størrelse, kraft, fleksibilitet og distribuert intelligens. (2)

Internet of Things (IoT) er et nettverk som tar sikte på å bygge brua mellom den fysiske verden og dens representasjon i den digitale verden (type digital tvilling). LoRaWAN er en av flere grunnleggende teknologier for IoT-tjenester.

2.1.1 Hva er LoRaWAN

Litt kort historie

Det oppstart av LoRaWAN begynte i 2009, da to venner fra Frankrike hadde som mål å utvikle en lang rekkevidde, lav effekt modulasjon teknologi (LRLP - long range low power). I 2010 de to venner Nicolas og Olivier med sine tredje partnere François Sforza sammen startet de selskapet Cycleo, som ble LoRa nettverket kommunikasjon rettet mot industrien. Målet var å bruke trådløs kommutasjon for å måle vann, gas og elektrisitet. (3)

LoRa eid av Semtech selskap som ble grunnlagt i 1960. Semtech er en leverandør av høye ytelses halvledere, IOT-systemer og skytilkoblingstjenester, dedikert til å levere høykvalitets teknologiløsninger.

LoRaWAN

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) er en trådløs kommunikasjonsprotokoll utviklet for å muliggjøre lang avstand kommunikasjon mellom enheter med lav effekt, som sensorer. LoRaWAN er basert på LoRa (Long Range) modulasjonsteknikk, som muliggjør lang avstand kommunikasjon med lavt strømforbruk.

LoRaWAN opererer i de ulisensierte frekvensbåndene, noe som betyr at hvem som helst kan bruke den uten å måtte innhente lisens fra et reguleringsorgan. Det brukes vanligvis til IoT-applikasjoner (Internet of Things) som krever langdistansekommunikasjon og lavt strømforbruk, for eksempel smarte byer, landbruk, logistikk og industriell automasjon.

LoRaWAN-nettverk består vanligvis av tre hovedkomponenter: sluttenheter (sensorer), gateways og nettverksservere. Sluttenheter er enheter med lav effekt som samler inn data fra sensorer og overfører dem over LoRaWAN-nettverket. Gateway fungerer som en bro mellom sluttenehetene og nettverksserveren, og mottar data fra sluttenehetene og videresender dem til nettverksserveren over en internettforbindelse. Nettverksservere administrerer LoRaWAN-nettverket, inkludert sluttenheter.

2.1.2 LoRaWAN økosystem

Som sagt, er LoRaWAN en Lav effekt bredt område (LPWAN)-protokoll designet for lang avstands kommunikasjon mellom enheter i et IoT-økosystem. LoRaWAN er spesielt godt egnet for IoT-applikasjoner som krever lavt strømforbruk og lang avstands kommunikasjon, slik som smart by applikasjoner, miljøovervåking og aktive sporing.

Et økosystem for LoRaWAN inkluderer vanligvis følgende komponenter:

- LoRaWAN-Gateway: Gateway er en radioenhet og fungerer som en bru mellom slutt enhetene og nettverks serveren. De mottar data fra slutt enhetene og videresender dem til nettverks serveren over en internettforbindelse.
- LoRaWAN-nettverksservere: Nettverksserveren styrer kommunikasjonen mellom Gateway-ene og LoRaWAN-enhetene. Nettverksserveren brukes også til å administrere alle enhetene i nett, f.eks. registrering og aktivering av en ny sensor Den ruter også meldinger til riktig applikasjons server (hos brukeren av sensordataene).
- LoRaWAN-applikasjons servere: Applikasjonsserveren er ansvarlig for å behandle data mottatt fra LoRaWAN-nettverket og sende dem til riktig applikasjon.
- LoRaWAN-enheter: LoRaWAN-enheter er sensorer med lav effekt og lang rekkevidde som overfører data over LoRaWAN-nettverket. Disse enhetene kan kobles til en rekke sensorer og kan brukes i et bredt spekter av applikasjoner.
- LoRaWAN-nettverksoperatører: Nettverksoperatører tilbyr LoRaWAN-tilkoblingstjenester til kunder. De administrerer LoRaWAN-nettverksinfrastrukturen og gir teknisk støtte til kundene. Eidsiva Bredbånd er en slik nettverksoperatør, som eier nettet og gir tilgang til tjenestetilbydere.

Samlet sett er LoRaWAN-økosystemet en omfattende løsning for IoT-applikasjoner som krever lang rekkevidde, lavstrømstilkobling. Det gir en fleksibel og skalerbar infrastruktur som kan tilpasses for å møte behovene til et bredt spekter av applikasjoner.

2.1.3 Egenskap til LoRaWAN

I dag mest av trådløst overføringsnettverk teknologi, søker en passende balanse mellom tre viktige trådløst overføringsnettverk egenskaper, data rekkevidde, data overførings hastighet og energiforbruk. For eksempel, trådløse nettverk som Wi-Fi og Bluetooth oppnår svært høye overføringshastigheter, men krever høyt energiforbruk og svært kort rekkevidde. I motsetning

til LoRaWAN teknologi, som har lav dataoverføringshastighet, og tillater overføring over svært lange avstander med ekstremt lavt energiforbruk. (4)

Viktige egenskaper til et LoRaWAN nettverk: Lang avstand kommunikasjon: LoRaWAN kan overføre data over lange avstander, opptil flere kilometer i landlige områder og opptil flere hundre meter i urbane miljøer. Lav datahastighet: LoRaWAN er optimalisert for lave båndbredder, noe som gjør den egnet for overføring av små mengder data over lange avstander. Et batteri i en LoRaWAN sensor lever lengere enn en batterier i en mobil sensor med et SIM-kort. Batterier på LoRaWAN sensorer kan leve opp til 10-15 år, men type sensor og sendeintervall på datapakker har noe å si for hvor lenge et batteri kan leve. En sensor vil kunne ha kontakt med, og sende datapakker via flere gateways og dette gjør at nettverket er robust i forhold til at sensordata mottas, selv om en gateway er ute av drift en periode.

Det finnes mange systemer der forholdet mellom systemskalering og systemytelse er omvendt proporsjonal. Det vil si at effektiviteten på systemytelse minker når system øker i antall enheter eller får en komplisert programvare. I et LoRaWAN nettverk, der antall enheter og datatrafikken øker, er det viktig å ha en kapasitet som skalerer og LoRaWAN er godt egnet for svært store nettverk, med mange tusen gateways og millioner av sensorer.

LoRaWAN støtter toveis kommunikasjon mellom enheter, slik at enheter både kan sende og motta data. LoRaWAN bruker forholdsvis rimelig maskinvare og infrastruktur, noe som gjør det til en kostnadseffektiv løsning for IoT-applikasjoner. LoRaWAN støtter flere sikkerhetsfunksjoner, inkludert kryptering og autentisering, for å beskytte data som overføres over nettverket. Den bruker også en teknikk kalt adaptiv datahastighet (ADR), som justerer datahastigheten og sende effekten til sluttene basert på avstanden mellom slutt enheten og gateway. Dette bidrar til å spare batterilevetid og redusere forstyrrelser.

2.1.4 Hvordan fungerer LoRaWAN

LoRaWAN-arkitekturen består av fire hovedkomponenter: sluttnoder, gateway, nettverksserver, applikasjonsserver.

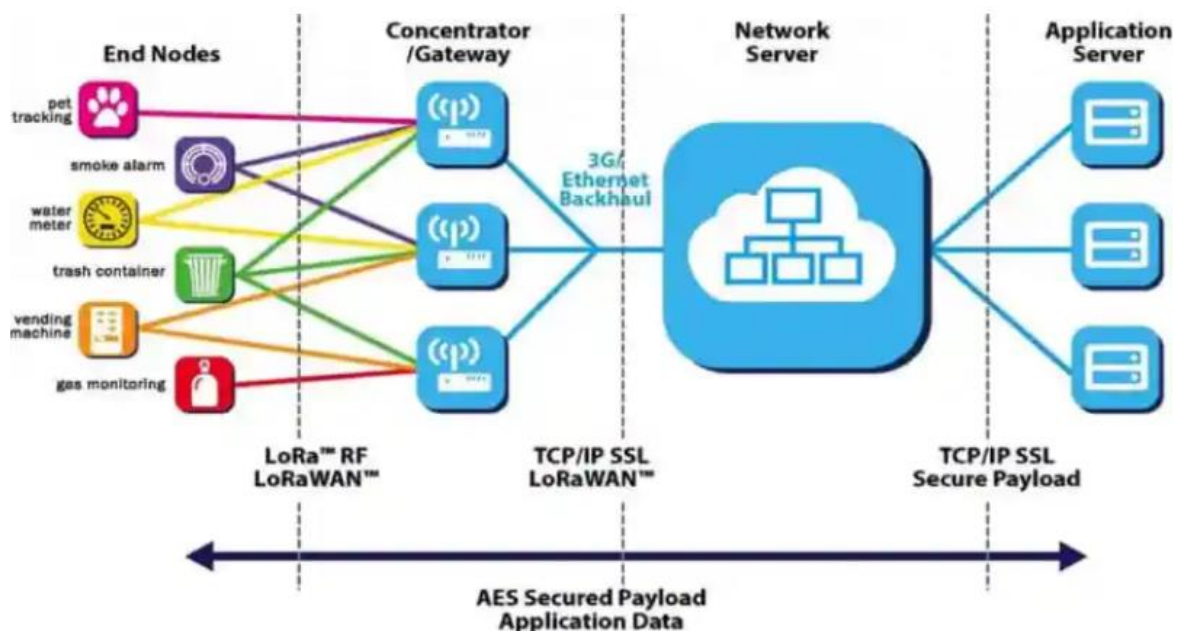
Sluttnoder: hovedoppgaven til sluttnoden er å samle inn data fra omgivelsene og overføre data til den sentrale noden som omformer analog data til digital data, og som sendes videre til gateway. For eksempel, en temperatur sensor som koblet til analog til digital omformer. Verdier

fra sensor temperaturen registreres og konverteres til biter, et digitalt format, som sendes videre til en mikrokontroller.

Gateway: for å sende data til nettverksserveren fra sluttnodene, må man ha en radioenhet som gjør dette. Gateway kommuniserer med sluttnodene i LoRaWAN nettet og sender dataene til nettverksserveren (uplink) via et kablet fibernett med en switch eller via mobilkommunikasjon 4G/5G.

Nettverksserver: nettverksserver brukes til transportere innsamlede sensordata, foreta dekryptering og dekodning av data og til å administrere alle enheter i nettet. Den er også en midlertidig lagringplass for alle dataene som kommer fra sluttnodene via gatewayene. Applikasjonsserveren kan laste ned dataene fra nettverksserver for videre prosessering via applikasjonsgrensesnitt (API).

Applikasjonsserver: på denne slutt fasen av LoRaWAN-arkitekturen, skal dataene fra sluttnodene tolkes visuelt eller analytisk. Dette vil være i brukernes fagsystemer og ulike typer applikasjoner. Her kan f.eks. en gitt måleverdi starte en handling som utføres, slå av lå på eller åpne ei dør.



Figur 1: Diagram illustrerer LoRaWAN-arkitekturen (5)

2.2 LoRaWAN-arkitektur

For at det skal skjer en kommunikasjon mellom nodene, vi må velge en nettverksarkitektur, som er kombinasjonen av alle de fysiske og logiske komponentene. Komponentene er ordnet på en slik måte at de gir oss et effektivt transport- og lagringssystem for våre data. Nettverkstopologien til LoRaWAN er stjerne-av-stjerner. Arkitekturen har tre hovedkomponenter, sluttnoder, gateway, Nettverksserver. Sensorer og applikasjonsserver bregnes som sluttnoder.

2.2.1 Sensorer

Sensorer lytter til den fysiske verden, de konverterer energi som du gir når du trykker på knapper, eller vifter med armene, eller roper, til elektriske signaler. Teknisk sett en temperatursensor endrer utgang spenning avhengig av temperaturen på omgivelse.

Før oppfinnelsen av tingenes internett, industrier har brukt ulike typer IoT-sensorer i lang tid. Men tingenes internett har tatt utviklingen av sensorer til et helt annet nivå.

Som sagt alle sensorer har spesifikke funksjoner og reagerer på spesifikke typer forhold i den fysiske verden, og genererer deretter et signal. Signalet kan representere lys, varme, lyd, avstand, trykk eller en annen mer spesifikk situasjon eller tilstedeværelse og fravær av en gass eller væske som blir overvåket. Her er noen vanlige IoT-sensorer, temperatursensorer, trykksensorer, bevegelsessensorer, nivåsensorer, bildesensorer, nærhetssensorer vannkvalitetssensorer, kjemiske sensorer, gass sensorer, røyksensorer, infrarøde (IR) sensorer akselerasjonssensorer, gyroskopiske sensorer, fuktighetssensorer, optiske sensorer. (6)

En temperatursensor detekterer temperaturen på luften eller en fysisk gjenstand og samordne dette temperaturnivået til et elektrisk signal som kan kalibreres nøyaktig reflekterer den målte temperaturen. Trykksensorer detektere trykket til en lagret gass eller væske i et forseglet system

som tank eller trykkbeholder, eller vekten av en gjenstand. Bevegelsessensorer detekterer bevegelse av et fysisk objekt ved å bruke en av flere teknologier, inkludert passiv infrarød (PIR), mikrobølgedeteksjon eller ultralyd, som bruker lyd til å oppdage objekter. Dette er bare en kort liste over de forskjellige sensorer av IOT, men listen kan være veldig lenge siden teknologi utvikle seg hverdag og det kommer nye sensorer hver en stund. (6)



Figur 2: En slutt enhet som består av sensorer som temperatur, fuktighet og falledeteksjon. (7)

2.2.2 Gateway

Gatewayer fungerer som et inngangs- og utgangspunkt for et nettverk ettersom alle data må passere gjennom eller kommunisere med gatewayen før de blir rutet. Gatewayer er i utgangspunktet protokollkonverterere, som letter kompatibilitet mellom to protokoller og opererer på et hvilket som helst lag av den åpne systemsammenkoblingen. (8)

Hvor og hvordan fungerer en Gateway? Gateway er implementert på kanten av et nettverk og administrerer all data som er rettet internt eller eksternt fra det nettverket. Når ett nettverk ønsker å kommunisere med et annet, sendes datapakken til gatewayen og rutes deretter til destinasjonen gjennom den mest effektive banen. I tillegg til ruting av data, vil en gateway også lagre informasjon om vertsnettverkets interne baner og banene til eventuelle tilleggsnettverk

som oppstår. Gatewayer kan ha flere former og utføre en rekke funksjoner. For eksempel, filtrerer trafikk, oversetter lagringsforespørsler og styrer trafikk som strømmer inn og ut av en tjeneste. (8)



Figur 3: LoRaWAN outdoor gateway (7)

2.2.3 Nettverksserver

Den tredje ledd på verdikjeden fra sensor til applikasjon på en LoRaWAN-arkitektur, er Nettverksserver. En server kan utføre en rekke operasjoner, avhengig av det spesifikke leverandør produktet og programvaren som er lastet på maskinen. En server kan ha en enkelt jobb som å gi nettverket et nøyaktig klokkeslett, også kan gi et bredt sett av operasjoner som å være vertskap for bruker applikasjoner, gir autentisering, sikkerhetstjenester, administrere bruker grupper, sørge for backup og gjenoppretting.

LoRaWAN-nettverksserveren administrerer gatewayer, sluttenheter, applikasjoner og brukere i hele LoRaWAN-nettverket. LoRaWAN-nettverksserveren må ha følgende funksjoner. (7) Etablere sikre 128-bits AES-forbindelser for transport av meldinger mellom sluttenheter og applikasjonsserveren. Validering av autentisitet til sluttenheter og integriteten til meldinger. Duplikater oppkoblingsmeldinger. Velge den beste Gateway en for å dirigere ned kobling meldinger. Sende ADR-kommandoer for å optimalisere datahastigheten til enheter. Kontroll av enhets adresse. Gir bekreftelse av bekreftede opp kobling-datameldinger. Videre sending av opp kobling-applikasjonsnyttelast til de aktuelle applikasjonsserverene. Ruting av nyttelaster for opp kobling-applikasjoner til riktig applikasjonsserver. Videre sende meldinger med forespørsel om å bli med-forespørsel og aksept for å bli med-forespørsel mellom enhetene og sammenføyningsserveren. Svarer på alle MAC-lag-kommandoer (7)

2.2.4 Applikasjon

Applikasjon er den siste ledd på en LoRaWAN-arkitektur, her skal dataene tolkes visuelt eller analytisk. surfer på nettet, bestiller et produkt, ser youtube eller facebook er type applikasjoner.

Forholdet mellom nettverksserver og applikasjon, er som paradigmet av klient-tjener. Tjener er tjenesteyter, som kjører kontinuerlig og venter på klienter. Tjenester leveres ved en internettkobling. Som sagt det er normalt noen servere som kan tilby en bestemt type tjeneste, men det er mange klienter som ber om service fra en av disse serverne. Serveren må kjøre hele tiden, klienten kan starte når han trenger å motta service.

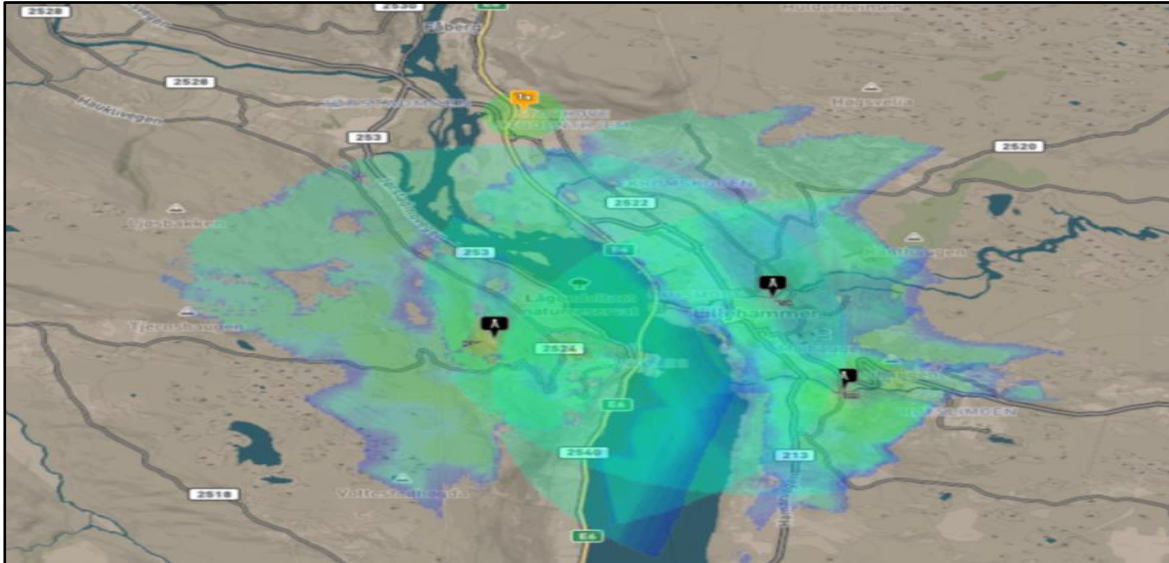
LoRaWAN bruker peering konsept for utvekslingen av pakker mellom nettverksserver og applikasjon. Peering fungerer uavhengig av hvem som eier nettverket og fungerer ved bruke av IP. IP er en forkortelse for internettprotokoll. En internettprotokoll er i hovedsak et sett med forhåndsbestemte regler som strukturerer og formaterer dataene vi sender over internettnettverk. (7)

2.3 Påvirkning faktorer

Det er flere faktorer som kan påvirke dataoverføring over LoRaWAN, inkludert:

Avstand: LoRaWAN er designet for å gi lang avstand kommunikasjon, men rekkevidden kan påvirkes av flere faktorer, som det fysiske miljøet, hindringer og forstyrrelser fra andre trådløse enheter. Interferens, LoRaWAN opererer i det ulisensierte spekteret, noe som betyr at andre trådløse enheter, som Wi-Fi, Bluetooth eller mobilnettverk, kan forstyrre LoRaWAN-signaler. Denne interferensen kan forårsake pakketap, redusere signalstyrken og redusere den totale dataoverføringshastigheten. Overbelastning av nettverket, LoRaWAN bruker et delt medium, noe som betyr at flere enheter kan overføre data samtidig. Hvis det er for mange enheter som prøver å overføre data samtidig, kan nettverket bli overbelastet, noe som resulterer i kollisjoner, forsinkelser og redusert datagjennomstrømning. Krafts begrensninger, LoRaWAN er designet for å fungere på enheter med lavt strømforbruk med begrenset batterilevetid. Disse enhetene må spare strøm for å forlenge batterilevetiden, noe som kan begrense mengden data som kan overføres over nettverket. Båndbreddebegrensninger: LoRaWAN har begrenset båndbredde, noe som betyr at mengden data som kan overføres til enhver tid er begrenset. Dette kan resultere i langsommere data overførings hastigheter, spesielt når flere enheter overfører data samtidig. Antenneplassering: Plassering og orientering av antennen kan påvirke signalstyrken og dataoverføringshastighetene. Antenner bør plasseres i områder med minimale hindringer og forstyrrelser for å maksimere signalstyrken og dataoverføringshastighetene. Nettverkstopologi, nettverkstopologien, eller måten enhetene er koblet til nettverket på, kan også påvirke dataoverføring. For eksempel, hvis enheter er for langt unna Gateway en, kan det hende at de ikke kan koble seg til nettverket, noe som resulterer i tap av data.

I utbygging av nettet, gjøres det radioplanlegging for å finne den beste plasseringen av gateways og kartet under illustrerer hvordan dekningen er i Lillehammer-området, der Eidsiva har installert gateways. Grønn farge indikerer god dekning og blå farge indikerer dårligere dekning.



Figur 4: Dekningskart

2.3.1 Spredningsfaktor «SF»

LoRaWAN bruker «Chirp spread spectrum» (CSS) teknologi. Der chirps er det middle som brukes til å bære data fra og til. Data overføring hastighet og chirps Frekvens, er avhengige av sprednings faktor. Lavere sprednings faktorer reduserer rekkevidden til LoRaWAN - overføringer, fordi de reduserer forsterkningen og øker bit hastighet. (7)

LoRaWAN -modulasjon har 6 sprednings faktorer fra SF7 til SF12. Hver enkelt av disse Spredningsfaktorer har sine påvirkninger på de forskjellige parametere. Lave spredningsfaktorer gir en høyere bit hastighet og kodehastighet for en fast båndbredde. Mens større eller høye spredningsfaktorer gir større prosesserings gevinst. Større prosesserings gevinst betyr at signalet som modulert med en større spredningsfaktor kan mottas med mindre feil og kan overføres over lengre avstand sammenlignet med et signal som er modulert med lavere spredningsfaktor. Data pakke som er sent med større spredningsfaktor, bruker lengre tid på luften «time on-air». Større spredningsfaktor gi høyere mottaker følsomhet, dette er en fordel når signalet er svakt. (7)

Design av komponenten for hvilken funksjon komponent skal ha, som bestemmer hvilken modulasjon som kan brukes, om det er en lavere spredningsfaktor eller en høyere spredningsfaktor.

2.3.2 Mottatt signal styrke indikasjon «RSSI»

Mottatt signal styrke indikasjon eller «Received Signal Strength Indication» (RSSI) er en måling av effektnivået til et mottatt radiosignal. Det brukes vanligvis i trådløse kommunikasjonssystemer som Wi-Fi, Lora WAN signalet, mobilnettverk og Bluetooth for å bestemme styrken på det mottatte signalet. RSSI-verdien uttrykkes vanligvis i desibel i forhold til en milliwatt (dBm) og varierer fra -100 dBm (svært svakt signal) til -20 dBm (veldig sterkt signal). RSSI-verdien påvirkes av ulike faktorer som avstand mellom sender og mottaker, hindringer i signalveien, interferens fra andre signaler og mottakerens følsomhet.

RSSI er en viktig metrikk for å bestemme kvaliteten på trådløs kommunikasjon og brukes ofte av enheter for å ta beslutninger om hvilket tilgangspunkt eller basestasjon som skal kobles til for å optimalisere ytelsen. Den brukes også av nettverksadministratorer til å overvåke ytelsen til sine trådløse nettverk og identifisere områder som kan kreve ytterligere dekning eller optimalisering.

Motta signal styrken induksjon for LoRaWAN ligger i intervallet mellom -120dB til -30dB. Med -120dB, signalet er lavt og -30dB signalet er sterkt. (9)

2.3.3 Luminans signal-til-støy-forhold «LSNR»

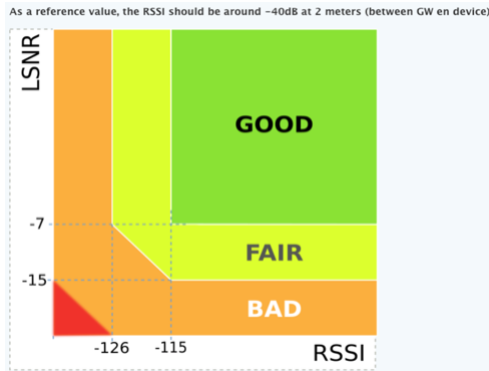
termisk støy er den tilfeldige bevegelsen av elektroner i en ledning, som skaper et ekstra signal som ikke opprinnelig ble sendt av senderen. Den faktiske støyen karakteriseres ofte som en hvit eller elektronisk hiss eller statisk, eller et lavt eller vibrerende hum. Krymp volumet av høyttalerne helt opp mens ingenting spiller - hvis du hører en hiss, er det støy, som ofte blir referert til som et støynivå. Luminans-SNR er også et mål på klarheten og skarpheten til bildet eller videoen. En høyere SNR indikerer et renere, klarere bilde eller video, mens en lavere SNR indikerer mer støy og dårligere kvalitet på bilde eller video. Det er spesielt viktig i applikasjoner som medisinsk bildebehandling, der bilder av høy kvalitet er avgjørende for nøyaktig diagnose og behandling.

SNR er faktisk forholdet mellom det ønskede signalet og det som ikke er ønsket støy. høy SNR betyr at signalet er mindre ødelagt av støy, og et lavt SNR betyr at signalet er mer ødelagt av støy. SNR er forholdet mellom to potenser, er det ofte beskrevet i desibel enhet.

signal til støyforhold er definert som:

$$\text{SNR} = \frac{\text{gjennomsnitt signal power}}{\text{gjennomsnitt støy power}}$$

Figuren under viser terskelverdier for RSSI og LSNR



Figur 5: RSSI og LSNR

2.3.4 Data hastighet

En svært viktig faktor i datakommunikasjon, er hvor raskt vi kan sende data, i bits per sekund, over en kanal. Data hastighet avhengige av tre faktorer:

- tilgjengelig båndbredde
- nivået på signalene vi bruker
- kvaliteten på kanalen

Det er to teoretiske formler som ble utviklet for å beregne datahastigheten, en for støy løs kanal Nyquist og andre for støyt kanal Shannon.

Nyquist formel for å beregne datahastigheten:

$$\text{Datahastigheten} = 2 * \text{båndbredde} * \log_2 L$$

Båndbredde er det båndbredde av kanal, L er det nummer av signalet nivåer som bruker til å representere data. Men en viktig faktor på den formel hvis du øker antall nivåer på signalet, dette vil redusere påliteligheten til systemet.

Mens Shannon formel for å beregne datahastigheten:

$$\text{kapasitet} = \text{båndbredde} * \log_2(1 + \text{SNR})$$

Båndbredde er det båndbredde av kanal, SNR er signal til støy forhold. I Shannon formel, er det ingen indikasjon på signalnivået, vi kan ikke oppnå høy datahastighet enn kapasitet.

Faktisk de fleste IoT-enheter, som smartklokker, termostater, osv., trenger båndbredde, men bruker svært lite over tid. Omtrent mindre enn 2 Mbps kreves for de fleste IoT-enheter som vil bli funnet i et hjem kombinert. (10)

2.4 Internett hastighet og LoRaWAN hastighet.

Internett hastighet refererer til hastigheten som data overføres og mottas med over internett. Det måles vanligvis i form av nedlastingshastighet og opplastingshastighet, som uttrykkes i enheter av bits per sekund (bps), kilobits per sekund (Kbps), megabits per sekund (Mbps) eller gigabits per sekund (Gbps).

Hastigheten på Internett-tilkoblingen din kan variere avhengig av flere faktorer, inkludert internettleverandøren din (ISP), typen tilkobling du har (som kabel, DSL eller fiber), kvaliteten på ledningene i hjemmet eller kontoret, og avstanden mellom datamaskinen og Internett-leverandørens server.

Generelt raskere internetthastigheter gir raskere nedlastinger og opplastinger, jevnere (videostreaming) og bedre generell ytelse når du bruker internett. Den spesifikke hastigheten du trenger vil imidlertid avhenge av hvilke typer aktiviteter du gjør på nettet og antall personer som bruker internettforbindingen din samtidig.

På den andre side, som sagt LoraWAN er designet for å gi lave datahastigheter og lavt strømforbruk, noe som gjør den ideell for IoT-applikasjoner som krever sjeldne dataoverføringer over lange avstander. Båndbredden for LoraWAN er typisk 125, 250 og 500kHz.. Datahastigheten avhenger av flere faktorer som avstanden mellom sender og

mottaker, styrken på signalet og mengden interferens i omgivelsene. Alle disse faktorer ble forklart på den forrige avsnitt.

Fordi LoraWAN er ikke designet for høy hastighets dataoverføring, men snarere for lav hastighets, laveffekts IOT-applikasjoner som miljøovervåking, smart landbruk og aktiva sporing. LoraWAN er optimalisert for langdistanseskommunikasjon, og dens lav strøms design gjør at enheter kan kjøre på batteristrøm i flere år uten å kreve hyppige batteriskift.

Kapitel 3 – Metode

Dette kapitlet beskriver de valgene og metodene som ble benyttet for å løse problemstillingen for prosjektet. Dette prosjektet er et utviklingsprosjekt og utvidelse av LoRaWAN bruksområde.

For å holde et visst vitenskapelig nivå på å evaluere ytelse i et LoRaWAN nettverk, relatert til tidskritiske tjenester, har det hele tiden vært fokus på å finne flere løsninger på et problem, som diskuteres og veies opp mot hverandre for å finne den beste løsningen. På denne måten kunne evaluering av ytelse i et LoRaWAN nettverk kvalitetssikres underveis i prosjektet, og dersom en metode viste seg å ikke holde mål eller avvike veldig fra ønsket resultat, ble det på nytt diskutert og veid opp nye forslag på løsninger. Etter hvert oppdragsgiver har gitt prosjektet helt fri løsningsmetode, har det vært av muligens å kunne implementeres de kunnskaper som har blitt lært under studieløpet inn i denne avsluttende oppgaven. På denne måten kan ressurser som er tilgjengelig representeres gjennom dette prosjektet. (10)

3.1 NB-IoT

NB-IoT Smalbånd tingenes internett er en Lav effekt bredt område «LPWA» mobil nettverks teknologi utviklet for å gjøre det mulig å koble et bredt spekter av tingenes internett (IoT) enheter og tjenester effektivt og sikkert til mobilnettverk. NB-IoT er en 3GPP «Third Generation Partnership Project» standardisert teknologi som bruker lisensiert spektrum, og gir pålitelig, lav strøm og sikker tilkobling for å støtte IoT-applikasjoner som smarte byer, industriell IoT, landbruk, logistikk og helsetjenester.

NB-IoT-teknologi opererer på et smalbånd av spektrum, typisk 200 kHz eller mindre, og gir en lav datahastighet, typisk mellom 10 og 250 Kbps, med lavt strømforbruk og utvidet rekkevidde, noe som gjør den ideell for tilkobling av enheter som krever lang batterilevetid og opererer på vanskelig tilgjengelige steder.

NB-IoT-teknologi kan distribueres på tre forskjellige måter: Frittstående, Vaktband «Guard band GB» og I band «In-band (IB)». SA-modusen opererer på et uavhengig frekvensbånd, mens GB- og IB-modusene deler frekvensbåndet med eksisterende LTE-nettverk.

Totalt sett tilbyr NB-IoT-teknologi en kostnadseffektiv og effektiv måte å koble til og administrere et stort antall IoT-enheter, og gir en robust og pålitelig nettverks infrastruktur som kan støtte et bredt spekter av IoT-applikasjoner og brukstilfeller. (8)

3.2 Zigbee

Zigbee er en trådløs kommunikasjonsstandard designet for applikasjoner med lav effekt og lav datahastighet. Den ble utviklet av Zigbee Alliance, en ideell organisasjon som inkluderer over 400 selskaper fra teknologi-, forbruker elektronikk- og industriell automasjons industri.

Zigbee opererer på IEEE 802.15.4-standarden og bruker 2,4 GHz-frekvens båndet. Den er designet for bruk iblant annet smarthus- og bygnings automatisering, industriell kontroll og overvåking og helse overvåkings applikasjoner.

Zigbee er kjent for sitt lave strømforbruk, noe som gjør den ideell for batteridrevne enheter. Den har også en mesh-nettverks kapasitet, som lar enheter kommunisere med hverandre og utvide rekkevidden til nettverket. Zigbee-nettverk kan støtte opptil 65 000 enheter.

Zigbee-enheter kan kommunisere ved hjelp av ulike profiler, som definerer de spesifikke funksjonene og egenskapene til enhetene. Noen av de populære Zigbee-profilene inkluderer Home Automation-profilen, Light Link-profilen og Smart Energy-profilen.

Samlet sett er Zigbee en pålitelig og allsidig trådløs standard som er mye brukt i mange forskjellige bransjer og applikasjoner. (3)

3.3 Sigfox

Sigfox er en trådløs kommunikasjonsteknologi og nettverk dedikert til tingenes internett (IoT)-enheter. Det ble grunnlagt i 2010 og er basert i Frankrike.

Sigfox bruker en proprietær nettverks teknologi for å muliggjøre rimelig og lavt strømforbruk trådløs kommunikasjon mellom IoT-enheter og skyen. Den opererer på de ulisensierte ISM-båndene, som varierer etter region, og bruker ultrasomal bånd modulasjon for å sende små mengder data over lange avstander.

Sigfox-nettverket er designet for å være enkelt og effektivt, med minimale krav til infrastruktur og vedlikehold. Den bruker basestasjoner for å motta og overføre data fra IoT-enheter, og en sky-basert baksiden for å behandle og lagre dataene. Nettverket er optimalisert for enheter med lavt strømforbruk som krever langt batteri levetid og kan sende data med jevne mellomrom.

Sigfox er mye brukt i en rekke IoT-applikasjoner, inkludert aktiv sporing, miljø overvåking, smarte byer og landbruk. Selskapet tilbyr en rekke maskinvare- og programvareløsninger for å gjøre det mulig for utviklere å raskt og enkelt integrere Sigfox i produktene sine.

Samlet sett tilbyr Sigfox en rimelig, lav effekt og pålitelig løsning for IoT-kommunikasjon som er godt egnet for et bredt spekter av applikasjoner.

3.4 Wireless M-Bus

Wireless M-Bus (Meter-Bus) er en trådløs kommunikasjonsprotokoll utviklet for bruk i målingsindustrien, spesielt for smarte måling applikasjoner. Den er basert på den kablede M-Bus-standard, som er mye brukt i Europa for fjern avlesning av målere som strøm-, gass- og vannmålere.

Wireless M-Bus opererer på 868 MHz frekvensbåndet i Europa og 915 MHz frekvensbåndet i Nord-Amerika, ved å bruke modulasjons skjemaet for frekvens skift nøkkel (FSK). Den er designet for lavt strømforbruk og opererer i de lisensfrie frekvens båndene, noe som gjør den ideell for smarte målings applikasjoner.

Wireless M-Bus-standard støtter ulike kommunikasjonsmoduser, for eksempel punkt-til-punkt, punkt-til-multipunkt og mesh-nettverk. Den støtter også forskjellige datahastigheter, fra 4,8 KBs til 100 KBs, avhengig av applikasjonskravene.

Trådløs M-Bus er mye brukt i smarte måling applikasjoner, der den muliggjør fjern avlesning av strøm målere og gjør det mulig for verktøy å overvåke og administrere energi forbruket. Den støtter også toveis kommunikasjon, som gjør det mulig for verktøy å fjernstyre målerne og redusere energi forbruket i rushtiden.

Totalt sett er Wireless M-Bus en pålitelig og effektiv trådløs kommunikasjonsprotokoll som er mye brukt i måling industrien, spesielt for smartmålingsapplikasjoner.

Valget av teknologi kan variere med hvilket behov som skal dekkes og hvilke applikasjoner som skal bruke innsamlede data. For Eidsiva er det viktig å tilby en fleksibel IoT-tjenesteplattform som ikke er proprietær og som kan brukes innenfor mange områder.

Typiske kommunale tjenester (Engelsk; Utilities) er målere på vannforbruk, nivåmålere på overløpsvann, lekkasjesporing i vannledningsnett, nivåmåling i søppelcontainere, miljømålinger mm.

Innenfor helse- og omsorgssektoren jobbes det mye med å sikre at eldre kan bo hjemme lenger og dette krever at de har trygge boliger. Her er det behov for ulike typer sensorer som detekterer unormale tilstander, f.eks. at beboer faller, går ut midt på natten, ikke ligger i sengen, at det er veldig varmt eller kaldt, om lyset står på osv...

Eidsiva mener at LoRaWAN er godt egnet til brukes i de tjenestene som er beskrevet. (2)

Kapitel 4-Design og Implementasjon

Basert på beskrivelsene og vurderingene i kapittel 3, har jeg valgt å gå videre med å vise design og implementasjon av LoRAWAN i min oppgave.

Det har vært mye testing og veldig praktisk framgang for å finne gode og kreative løsninger på problemet. På grunn av mye eksperimentering og testing, har det vært en god del mislykkede forsøk og mye unødvendig tid som har blitt borte, som muligens kunne vært unngått dersom dette hadde blitt litt mer teoretisk undersøkt beregnet.

Mye av eksperimentering har foregått rundt overføring av data og sentrale faktorer som påvirker overføring av data. Overføring av data har vært en krevende oppgave å forholde seg til etter hvert mine faglige kunnskaper ikke er på det nivået som datavitenskap beregninger krever. Med de ukentlige møtene gjør det lettere å forholde seg til små detaljer i tema, og sikker at alt går som oppgave krever.

4.1 Tjenesteplattform

Tjenesteplattform arkitektur refererer til strukturen og utformingen av de ulike komponentene som utgjør et IoT-system. Et IoT-system består vanligvis av fire hovedlag: enhets laget, tilkoblings laget, plattform laget og applikasjons laget.

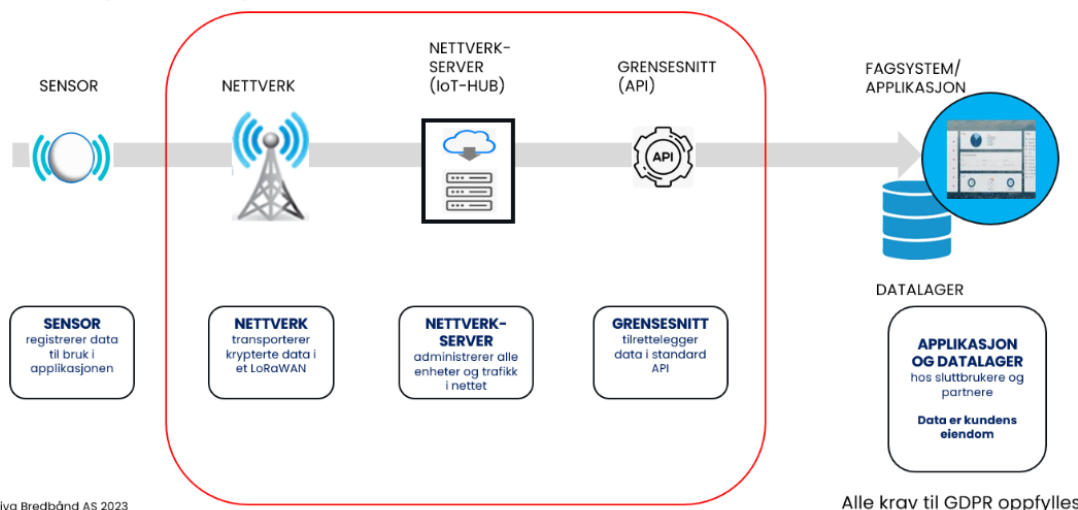
Enhets laget består av de fysiske enhetene som samler inn og overfører data. Disse enhetene kan inkludere sensorer som menneske tellere, bevegelse deteksjon og CO2 og fuktighet måling.

Tilkobling laget gir nettverks infrastrukturen og protokollene som muliggjør kommunikasjon mellom enheter og internett. Dette laget inkluderer teknologier LoRaWAN, NB-IoT, Zigbee, Sigfox og Trådløs M-buss.

Platfformlaget er mellomvaren som kobler sammen enheter og applikasjoner. Det inkluderer data lagring, analyser, sikkerhet og andre tjenester som muliggjør data behandling og -administrasjon. IoT-platfformer kan være skybaserte, lokale eller hybride. Her kan inkludere IOT hub, Gateway og sever.

Applikasjonslaget er det øverste laget av IoT-arkitekturen og består av slutt bruker applikasjonene som forbruker dataene generert av IoT-enheter. Disse applikasjonene kan være nettbaserte, mobilbaserte eller skrivebords baserte. Things Board er et godt eksempel.

IoT Tjenesteplattform



Figur: Eidsiva Bredbånd AS 2023

Figur 6: IOT Tjenesteplattform (1)

4.1 Sensorer

Under prosjektet ble det benyttet mange sensorer, en del sensorer ble det benyttet under øving for å bli kjent med system. Sensorer som menneske tellere, bevegelse deteksjon og CO2 og fuktighet måling er de mest brukt under prosjektet.

4.1.1 Menneske tellere

De trådløse menneske tellere (people counters) består av to døråpnings sensorer, en sensorer opererer som sender og andre opererer som mottaker. De to sensorer genererer en infrarød stråle over en inngang med bred opptil 8 meter. Hver gang en person går gjennom døren og bryter den infrarøde strålen som er generert av de to sensorer, øker antallet med én. De trådløse menneske tellere er toveis og kan telle både retninger inn og ut og gi totaler for hver retning. (11)

Dataene fra menneske tellere sensorer overføres trådløst hvert 10. sekund til Hub. Med en data-Hub plattform, kan alle dataene analyseres. I plattformen det kan oppsett antall data overføring, det vil si hvis man ønsker at overføring skal skje hvert 20. sekund istedenfor 10. sekund. Siden dette prosjekt vil evaluere responstider og stabilitet, det er viktig at oppsett skal være at overføring skal skje med hendelsen eller når noen går in eller ut.



Figur 7: Posisjon av trådløse menneske tellere sensor

4.1.2 Bevegelse deteksjon (door sensor)

En bevegelse deteksjon eller dørs sensor består av to deler. Det ene stykket festes på dørkarmen, og det andre festes parallelt med det første stykket på selve døren. De to deler sammen danner en krets når de holdes parallelle med hverandre. Når døren åpnes, skilles de to delene og kretsen brytes og med oppkobling til LoRaWAN-nettverket sendes det data pakker om dørs status, det vil si om dør åpne eller lukket.

Typisk det meste som brukt i dørs sensor sikkerhet, er en siv-bryter og en magnet for å bestemme når en dør er åpen eller lukket. Bryteren er lukket når de to delene sitter tett inntil hverandre, og en elektrisk strøm kan flyte. Teknisk sett hvordan det krets eller systemet fungerer? Når bryteren åpnes, skilles de to delene, noe som fører til at den elektriske strømmen stopper og kretsen deaktiveres.

Basert på SX1262 LoRa transceiver, dørs sensor vil sende periodisk data hverdag så vel som for hver gang en dør åpnes eller lukkes. Den teller også dørens åpnings tider og beregner den siste dørens varighet. Som sagt siden prosjektets mål er å evaluere responstider og stabilitet, det ønskes at oppsett av data overføring skal være at overføring skje med hendelsen eller når døren åpnes eller lukkes. (12)



Figur 8: Posisjon av bevegelse deteksjon sensor

4.1.3 Alarmknappen

Alarmknappen er LoRaWAW-basert nettverks-IoT-knapp spesielt designet for både innendørs og utendørs sporings objekter. Alarmknappen vil den sende posisjons informasjon til serveren når den utløses til stopp varselet. (7)

Sensoren består typisk av en knapp eller bryter som kan trykkes inn for å aktivere alarmer. Når knappen trykkes, sendes et signal til et sentralt overvåkingssystem, som deretter varsler de aktuelle myndighetene eller nødetatene. I noen tilfeller kan alarmer også utløse et hørbart eller visuelt varsel, for eksempel en høy sirene eller blinkende lys, for å varsle andre i nærheten av nødsituasjonen.

Alarmknappensensorer kan være spesielt nyttige i situasjoner der en person kanskje ikke kan nå en telefon eller annen kommunikasjonsenhet, eller der en rask respons er nødvendig for å forhindre ytterligere skade eller fare. De brukes ofte sammen med andre sikkerhetssystemer, for eksempel overvåkingskameraer og adgangskontrollsystemer, for å gi en omfattende sikkerhetsløsning for en bygning eller et anlegg.

Komentar: Denne sensoren ble ikke testet i oppgaven, fordi det ikke var tilgjengelige data for den i Eidsivas system.

4.1.4 Smartrom

Smartrom sensoren måler flere verdier, som temperatur, luftfuktighet, lys, CO2 og bevegelse. Den er veldig fin til å måle luftkvalitet i møterom (Eidsiva har plassert flere slike i sine lokaler).



4.3. Nettverk

Nettverk er en nettverksinfrastruktur designet for å støtte kommunikasjon og datautveksling mellom IoT-enheter. IoT-nettverk kan klassifiseres i flere typer basert på dekning, båndbredde, strømforbruk og rekkevidde. Men som sagt i dette prosjekt blir det LoRaWAN teknologi som brukt.

4.4 Nettverksserver

Dette er serveren som ble brukt under prosjektet. «Firefly Network Server» er en programvare komponent i LoRaWAN-nettverks infrastrukturen som administrerer kommunikasjon mellom sluttenheter (som sensorer eller andre IoT-enheter) og applikasjons serveren. Det er en viktig del av LoRaWAN-nettverksarkitekturen. Firefly Network Server har flere nøkkelfunksjoner, inkludert:

- Autentisering og sikkerhet: Den sikrer at kun autoriserte enheter kan få tilgang til nettverket og at all kommunikasjon er sikker.

- **Nettverks administrasjon:** Den administrerer allokeringen av nettverksressurser, for eksempel båndbredde og datahastigheter, for å sikre effektiv bruk av tilgjengelig nettverkskapasitet.
- **Data behandling:** Den håndterer datainnsamling, lagring og videresending mellom sluttenheter og applikasjonsserveren.
- **Enhets administrasjon:** Den støtter klargjøring, aktivering og deaktivering av enheter, samt enhetsfastvare oppdateringer og andre administrasjons oppgaver.

totalt sett spiller Firefly Network Server en kritisk rolle for å muliggjøre distribusjon og administrasjon av LoRaWAN-nettverk, som kan brukes i et bredt spekter av applikasjoner, inkludert smarte byer, industriell IoT og miljøovervåking, blant andre.

4.5 Grensesnitt

Et IoT-grensesnitt er et kommunikasjonsmiddel mellom en IoT-enhet og en bruker eller applikasjon. Grensesnittet kan ha ulike former avhengig av applikasjonen og brukstilfellet. Her er noen vanlige IoT-grensesnitt:

Mobilapper: Mobil apper er en populær måte å kommunisere med IoT-enheter på. Disse appene kan tilpasses for å vise data på en brukervennlig måte, og kan tillate brukere å kontrollere og administrere enheter eksternt.

Nettgrensesnitt: Nett grensesnitt er en annen måte å samhandle med IoT-enheter på. Disse grensesnittene kan nås fra hvilken som helst nettleser, og kan gi sanntidsdata og kontroll funksjoner.

Stemme assistenter: Stemme assistenter som Amazon Alexa og Google Assistant kan brukes til å kommunisere med IoT-enheter ved hjelp av naturlige språk kommandoer.

Bærbare enheter: Bærbare enheter som smartklokker kan gi et praktisk grensesnitt for overvåking og kontroll av IoT-enheter mens du er på farten.

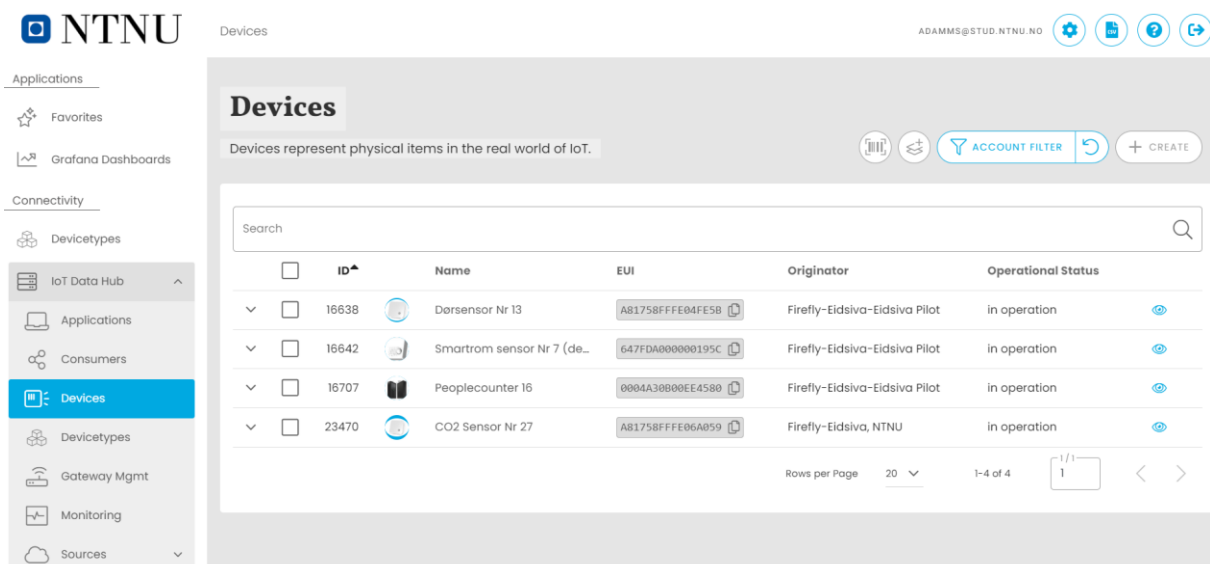
Maskin-til-maskin (M2M)-grensesnitt: M2M-grensesnitt lar IoT-enheter kommunisere med hverandre uten menneskelig innblanding. Disse grensesnittene kan brukes til automatisert datautveksling og beslutningstaking. (13)

4.6 Applikasjoner

Under prosjektet ble flere dataverktøy brukt for å løse problemstillingen. Det var ønskelig å bruke gratisversjoner av det som var tilgjengelig, men også de programmene som var tilgjengelig gjennom skolens lisenser ble benyttet.

4.6.1 IOT plattform

IOT hub, er en plattform hvor alle enheter kan overvåkes, administreres og oppdateres. Ved dette plattform, man kan administrere alle typer sensorer som er under funksjon. Som vises ned i bilde, hvor det er 4 sensorer. Alle sensorene har forskjellige funksjoner. For eksempel en dørsensor har som oppgave å telle antall personer som har gått gjennom døren. Når en person går gjennom døren, sensoren sender en datapakke «payload».



The screenshot shows the NTNU IOT Hub interface. The left sidebar contains navigation options: Applications (Favorites, Grafana Dashboards), Connectivity (Devicetypes, IoT Data Hub, Applications, Consumers), and Devices (selected). The main content area is titled 'Devices' and displays a table of active IoT devices. The table has columns for ID, Name, EUI, Originator, and Operational Status. There are 4 devices listed, all in 'in operation' status. The interface also includes a search bar, an account filter, and a '+ CREATE' button.

ID	Name	EUI	Originator	Operational Status
16638	Dørsensor Nr 13	A81758FFFE04FE5B	Firefly-Eidsiva-Eidsiva Pilot	in operation
16642	Smartrom sensor Nr 7 (de..	647FDA00000195C	Firefly-Eidsiva-Eidsiva Pilot	in operation
16707	Peoplecounter 16	0004A30B00EE4580	Firefly-Eidsiva-Eidsiva Pilot	in operation
23470	CO2 Sensor Nr 27	A81758FFFE06A059	Firefly-Eidsiva, NTNU	in operation

Figur 9: IOT Hub plattform

Ved å sjekke en datapakke som er sent fra en sensor i IOT hub-en, får man mere nytte informasjon som kan analyseres. Informasjon som signal styrke eller styrken på signal som ble brukt for å sende pakken, spredningstakter, frekvens og båndbredde, Mottatt signal styrke indikasjon, dato og tid pakken ble sent og gateway. Også i en data pakke ligger en kode. En kode inneholder informasjon som er relevante til sensorens funksjonalitet og tilstand. Det vil si hvis en sensor teller antall personer som er har passert ved ei dør, i koden ligger antall personer som har passert. Sensor tilstand kan være batteri nivå og sensor posisjon i forholdet til signal styrken.

```
{
  "pulse_count_abs_offset": 0,
  "pulse_count_abs": 245,
  "external_digital_offset": 0,
  "external_digital": false,
  "battery_offset": 0,
  "battery": 3591,
  "acceleration_z_offset": 0,
  "acceleration_z": 0.015873015873015872,
  "acceleration_y_offset": 0,
  "acceleration_y": 0,
  "acceleration_x_offset": 0,
  "acceleration_x": 1.0158730158730158,
  "acceleration_sum_offset": 0,
  "acceleration_sum": 1.0317460317460316,
  "acceleration_motion_offset": 0,
  "acceleration_motion": 0
}

{
  "pulse_count_abs_offset": 0,
  "pulse_count_abs": 245,
  "external_digital_offset": 0,
  "external_digital": false,
  "battery_offset": 0,
  "battery": 3591,
  "acceleration_z_offset": 0,
  "acceleration_z": 0.015873015873015872,
  "acceleration_y_offset": 0,
  "acceleration_y": 0,
  "acceleration_x_offset": 0,
  "acceleration_x": 1.0158730158730158,
  "acceleration_sum_offset": 0,
  "acceleration_sum": 1.0317460317460316,
  "acceleration_motion_offset": 0,
  "acceleration_motion": 0
}
```

Figur 10: En kode for en data pakke

4.6.2 Things Board

Things Board er en skybasert «Internet of Things» (IoT)-plattform levert av selskapet Things Board Inc. Den lar brukere koble til, administrere og analysere IoT-enheter og data, samt bygge tilpassede applikasjoner og dashbord.

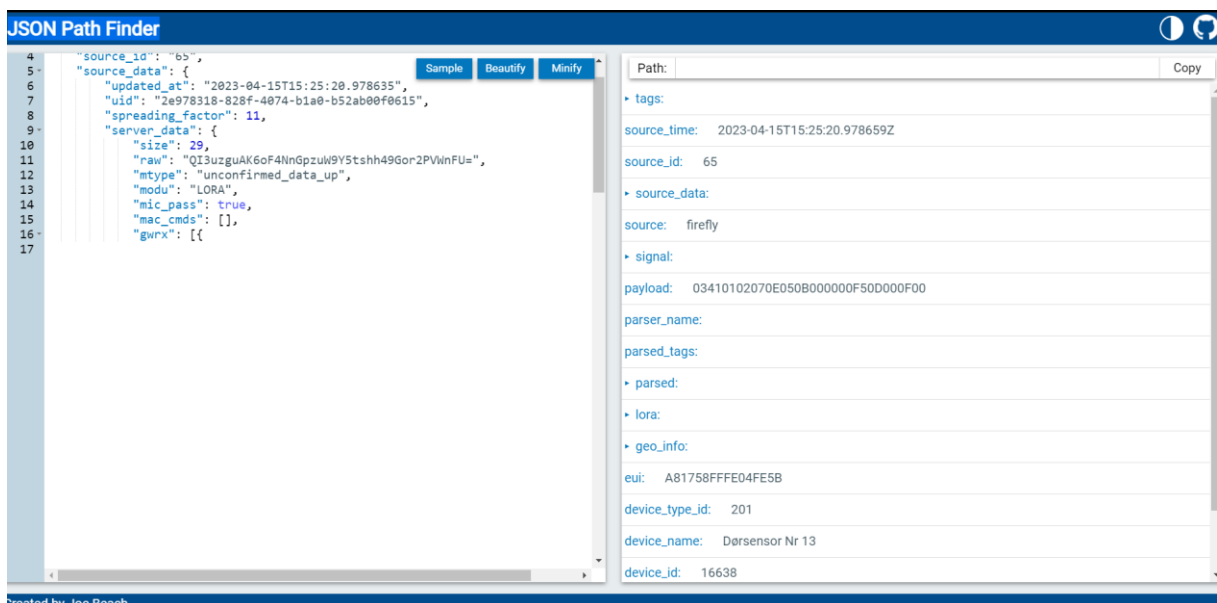
Med Things Board kan brukere enkelt koble enhetene sine til skyplattformen og begynne å samle inn data i sanntid. Plattformen tilbyr et bredt spekter av datavisualiseringsverktøy, som diagrammer, grafer og kart, som kan brukes til å få innsikt fra de innsamlede dataene. En av hovedfunksjonene til Things Board er regelmotoren, som lar brukere definere regler og handlinger som kan utløses basert på visse hendelser eller forhold. Dette kan være nyttig for å automatisere visse oppgaver eller for å utløse varsler og varsler basert på spesifikke hendelser eller mønstre.

Samlet sett, gir Things Board en omfattende løsning for å administrere og analysere IoT-data, noe som gjør det til et populært valg for bedrifter og organisasjoner som ønsker å utnytte IoT-teknologi.

4.6.3 Json path finder

JSON Path Finder er et verktøy som brukes til å spørre og navigere i JSON-data. Den lar brukere krysse en JSON-struktur og trekke ut data basert på et spesifikt søk eller sett med søk. Verktøyet bruker en syntaks som ligner på XPath for å spesifisere banen til de ønskede dataene.

JSON Path Finder kan brukes til å filtrere og trekke ut data fra store JSON-filer, noe som gjør det nyttig for dataanalyse og integrasjon. Verktøyet brukes ofte sammen med APIer som returnerer data i JSON-format, slik at utviklere enkelt kan trekke ut informasjonen de trenger.

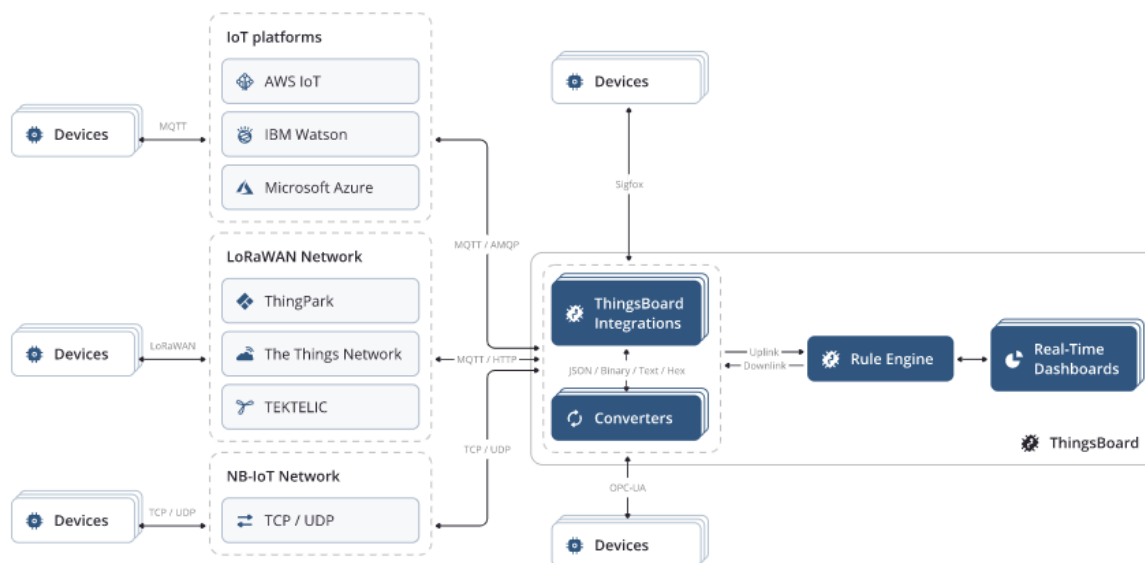


Figur 11: JSON Path Finder

4.7 System oppsett

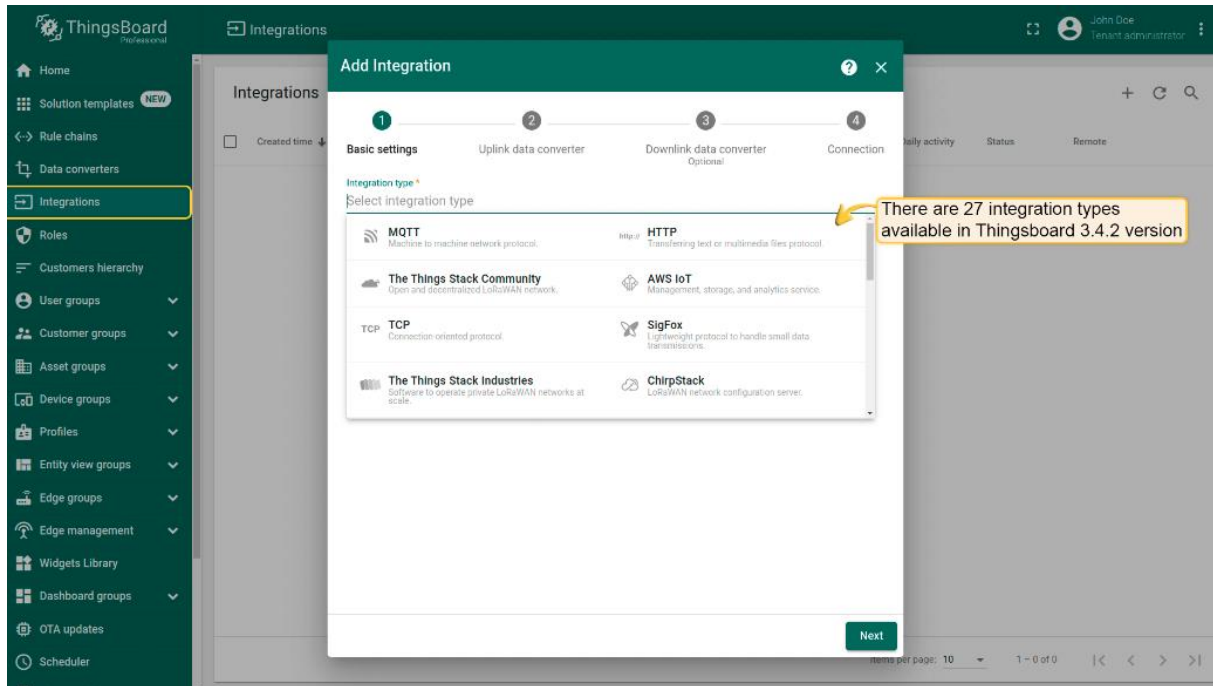
På dette prosjektet, evaluering ble gjennomført på et eksisterende system. Det var ingen behov for å bygge et nytt system.

Ved bruk av integrasjons protokoller HTTP, MQTT og OPC-UA i Things Board, kunne man strømme data fra enheter koblet til eksisterende IoT-plattformer for å muliggjøre interaktive Dashboards i sanntid og effektiv databehandling.



Figur 12: Arkitektur av integrasjon funksjon (14)

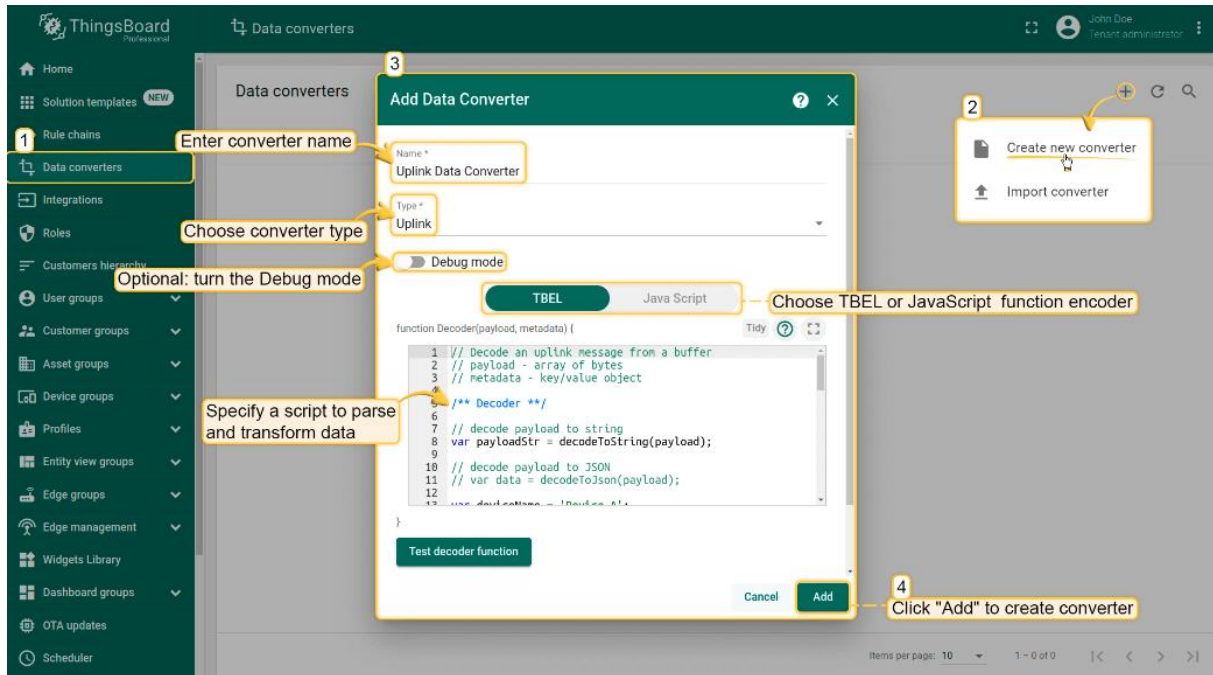
Plattformintegrasjoner referer til prosessen med å koble sammen ulike programvaresystemer eller plattformer for å gjøre dem i stand til å fungere sømløst sammen. Integrasjoner lar data flyte mellom ulike systemer og letter kommunikasjon og samarbeid på tvers av plattformer. (14)



Figur 13: Oppsett av integrasjon funksjon (14)

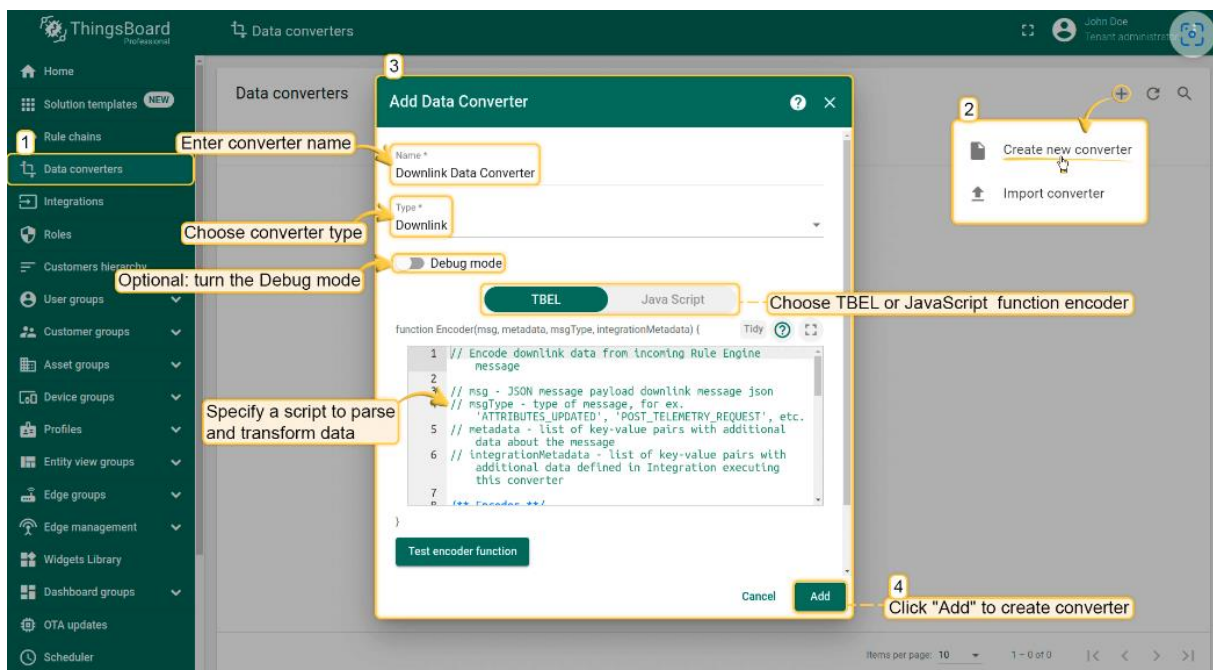
For eksempel, når en melding kommer fra ekstern plattform til ThingsBoard, går den gjennom validering i henhold til plattforms spesifikk nyttelast «Payload» format og sikkerhetsregler. Når meldingen er validert, påkaller ThingsBoard Integration den tildelte Uplink Data Converter for å trekke ut under sett av meningsfull informasjon fra den innkommende meldingen. Meldingen er i utgangspunktet transformert fra enhets- og plattforms spesifikk nyttelast til formatet som ThingsBoard bruker. (14)

Data konverterer Up-link og Down-link er en del av funksjonen Platform-integrasjon. Hovedfunksjonen til Uplink Data Converter er å analysere nyttelasten til den innkommende meldingen og transformere den til et format som ThingsBoard bruker. (14)



Figur 14: Oppsett av data up-link konverter (14)

På den andre side Hovedfunksjonen til Downlink Data Converter er å transformere den innkommende regelmotormeldingen og dens metadata til formatet som brukes av tilsvarende integrasjon. (14)



Figur 15: Oppsett av data Down-link konvertere (14)

4.8 System Aktivering

Etter at nødvendige data ble fylt, data som er oppgitt av leverandør. Da systemet ble aktivert. Nå kan dataene fra de forskjellige sensorer som er koblet opp mot Niotx, kan strømmes inn i Thingsborad.

MQTT Configuration for å få dataene fra Niotix:

```
"host": "niota.iotnetwork.no",  
"topic": "consumers/251/apps/+/devices/+",  
"user": "consumers:QAd8RDNeqLNmpg6X",  
"pass": "B3BEBFAF-A1A9-4651-9D01-CDBC081367F0",  
"port": "8883"
```



Created time ↓	Name	Type	Daily activity	Status	Remote
2023-04-03 00:16:39	larwan	MQTT		Active	<input type="checkbox"/>  

figur 16: Systemet ble aktivert

Hensikten med dekoderfunksjonen er å analysere innkommende data og metadata til et format som ThingsBoard kan konsumere.

```
function Decoder(payload, metadata) {
```

```

1 // Decode an uplink message from a buffer
2 // payload - array of bytes
3 // metadata - key/value object
4
5 /** Decoder */
6
7 // decode payload to string
8 var payloadStr = decodeToString(payload);
9
10 // decode payload to JSON
11 var data = decodeToJson(payload);
12
13 var deviceName = data.device_name;
14 var deviceType = 'Default';
15
16 // use assetName and assetType instead of deviceName and deviceType
17 // to automatically create assets instead of devices.
18 // var assetName = 'Asset A';
19 // var assetType = 'building';
20
21 // Result object with device/asset attributes/telemetry data
22 var result = {
23 // Use deviceName and deviceType or assetName and assetType, but not both.
24   deviceName: deviceName,
25   deviceType: deviceType,
26 // assetName: assetName,
27 // assetType: assetType,
28 // customerName: customerName,
29
30   telemetry: data.source_data.parsed
31 };
32
33
34 /** Helper functions 'decodeToString' and 'decodeToJson' are already built-in */
35
36 return result;

```

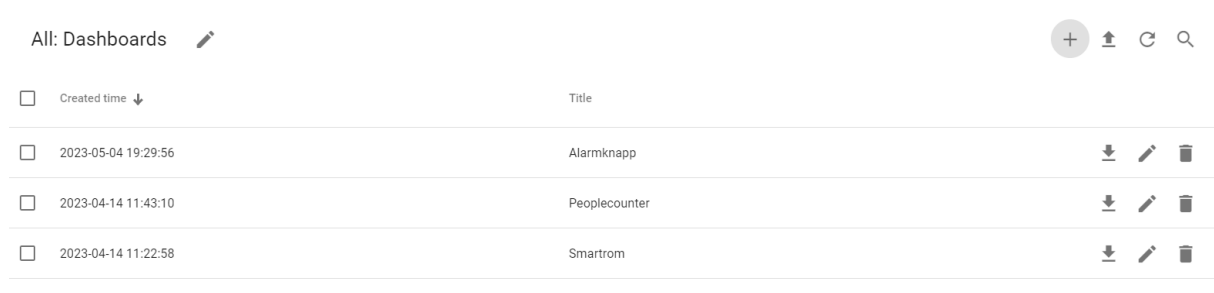
Figur 17: Kode for data up-link

2023-04-16 18:55:16	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...
2023-04-16 18:50:33	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...
2023-04-16 18:45:16	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...
2023-04-16 18:44:00	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...
2023-04-16 18:40:17	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...
2023-04-16 18:30:16	tb-ie-main-2	Uplink	...	...	...

Figur 18: Strømming av data

4.9 Dashboard gruppe

Etter system oppsett og aktivert, på Dashboard gruppe ble det etablert rom til tre sensorer. Et rom for hver sensor, mennesker-teller «people counting», dørvakt «door-watcher», og smart rom.



The screenshot shows a dashboard group interface. At the top left, it says "All: Dashboards" with an edit icon. On the top right, there are icons for adding (+), refreshing, and searching. Below this is a table with three rows, each representing a dashboard item. Each row has a checkbox, a "Created time" column with a downward arrow, a "Title" column, and a column with three icons: a download arrow, an edit pencil, and a trash can.

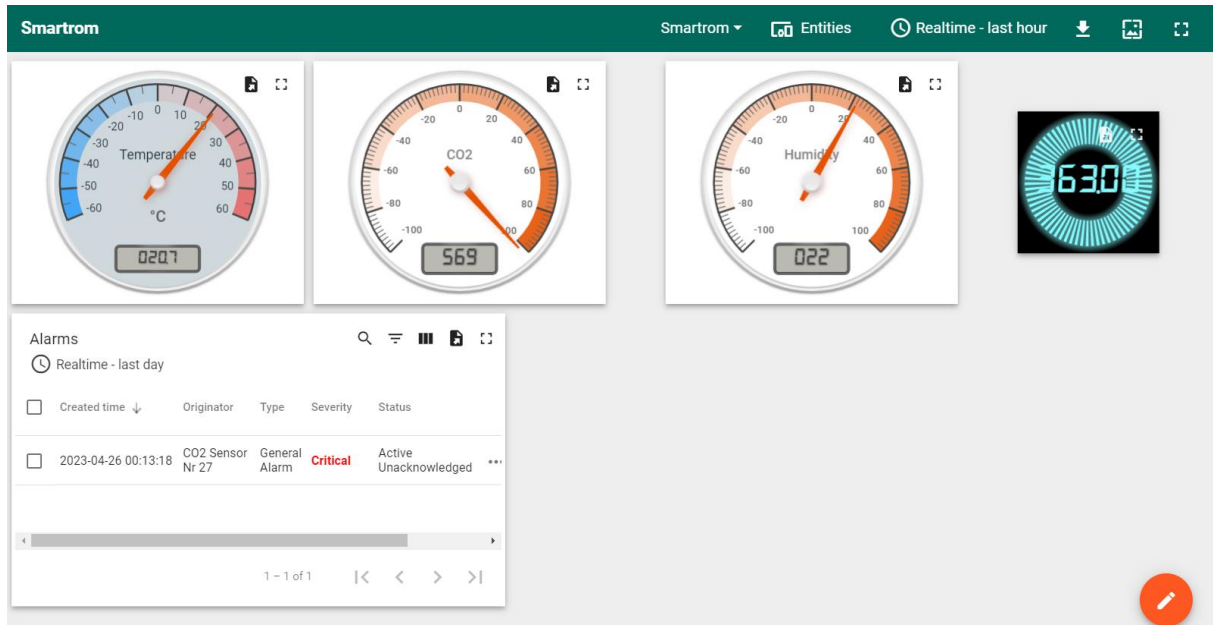
<input type="checkbox"/>	Created time ↓	Title	
<input type="checkbox"/>	2023-05-04 19:29:56	Alarmknapp	↓ ✎ 🗑
<input type="checkbox"/>	2023-04-14 11:43:10	Peoplecounter	↓ ✎ 🗑
<input type="checkbox"/>	2023-04-14 11:22:58	Smartrom	↓ ✎ 🗑

Figur 19: Dashboard gruppe

4.9.1 Smartrom

Smartrom er designet for å gjøre livet enklere og mer effektivt for beboerne. For eksempel kan belysningen i et smartrom programmeres til å justeres automatisk basert på tid på døgnet eller mengden naturlig lys i rommet. På samme måte kan en smart termostat stilles inn for å opprettholde en behagelig temperatur i rommet samtidig som energiforbruket minimeres.

På dette rommet vi har gjennomført vårt først «use-case». Hvor vi har laget widget for hver variable, temperatur, lys bevegelse og fuktighet.

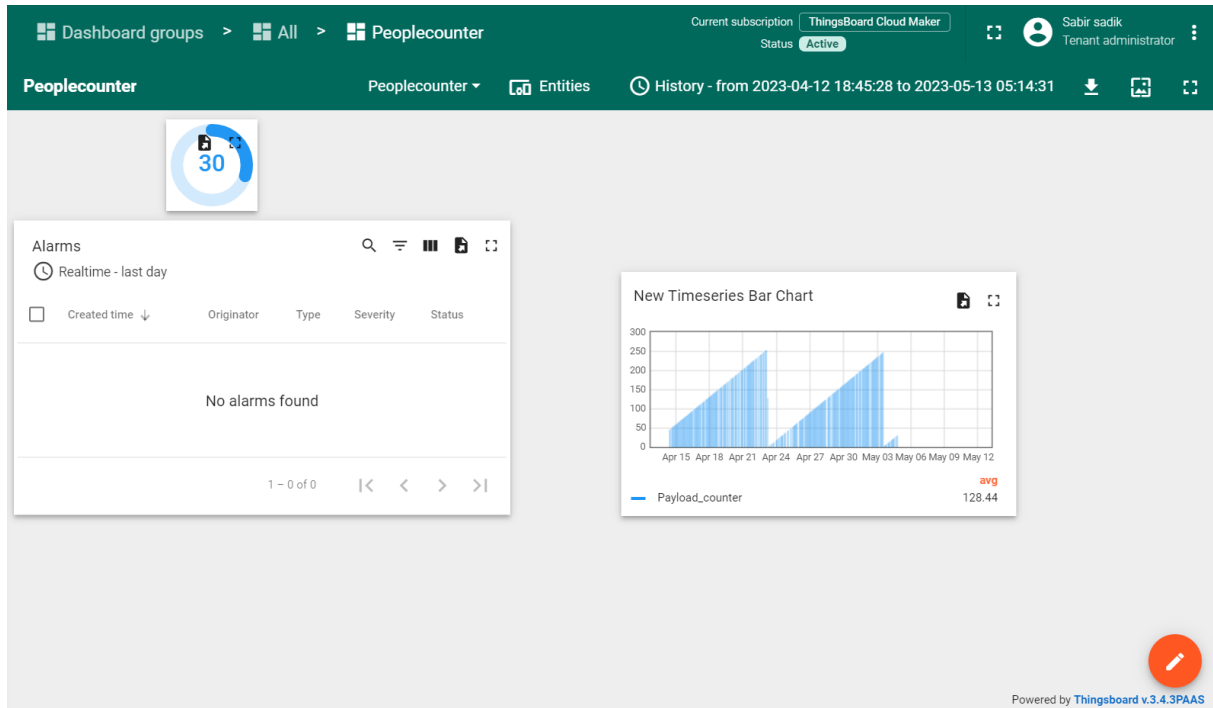


Figur 20: Dashboard smartrom

4.9.2 Dørpasseringer

Som sagt en persontellings sensor er en enhet som brukes til å telle antall personer som går inn eller ut av et bestemt område. Det er vanligvis installert ved innganger, utganger eller andre strategiske steder der gangtrafikken må overvåkes, for eksempel butikker, museer, flyplasser eller knutepunkter for offentlig transport.

På dette rommet vi har laget widget for hver variabel og har gjennomført vårt andre «use-case».



Figur 21: Dashboard peoplecounter

4.9.3 Alarmknappen

En alarmknapp er en fysisk knapp eller bryter som, når den aktiveres, utløser et alarmsystem for å varsle andre om en nødsituasjon eller sikkerhetstrussel. Knappen er vanligvis plassert på et iøynefallende og tilgjengelig sted og er designet for å være lett å bruke i en stressende situasjon.

På dette rommet vi har laget den siste sensoren alarmknappen. Men vi har ikke fått tak på sensoren, så det ble ingenting ut av dette rommet.

Kapittel 5-Resultater

I dette kapittelet presenteres de resultatene av testene som ble gjort på sensorer etter alle testene på hele verdikjeden fra sensor til applikasjon var klare. Det ble først gjort noen enkle tester for å kvalitetssikre testemetodene. Første test ble en enkel test for å verifisere virkemåten til de forskjellige leddene på verdikjeden fra sensor til applikasjon. Deretter ble en rekke tester utført på sensorene for å teste responstider og stabilitet.

En måte å se om det er stabilitet i mottak av data fra en sensor, er å sjekke framecounter (FC). Dersom det er dårlig signalstyrke (RSSI) eller mye støy (LSNR), vil det være hopp i telleren, slik som eksempelet under viser. Datapakke 76682 mangler. Dette trenger ikke være kritisk, men hvis det blir mange pakketap, må man se på forbedrende tiltak, f.eks. dekningen i området, bytte av antenne eller andre ting.

	FC	Payload	Copy	SF	FREQ (MHz)	RSSI	LSNR	BANDWIDTH (kHz)
3 minutes ago	76683	02004004E42A2D58008200		12	867.1	-113	-2.8	125
33 minutes ago	76681	0200400AD5802D58007D01		12	867.1	-116	1	125
an hour ago	76680	0200400CC2B92D58007B00		12	868.1	-113	-10.8	125

Figur 22: Sjekk av stabilitet på mottak av datapakker.

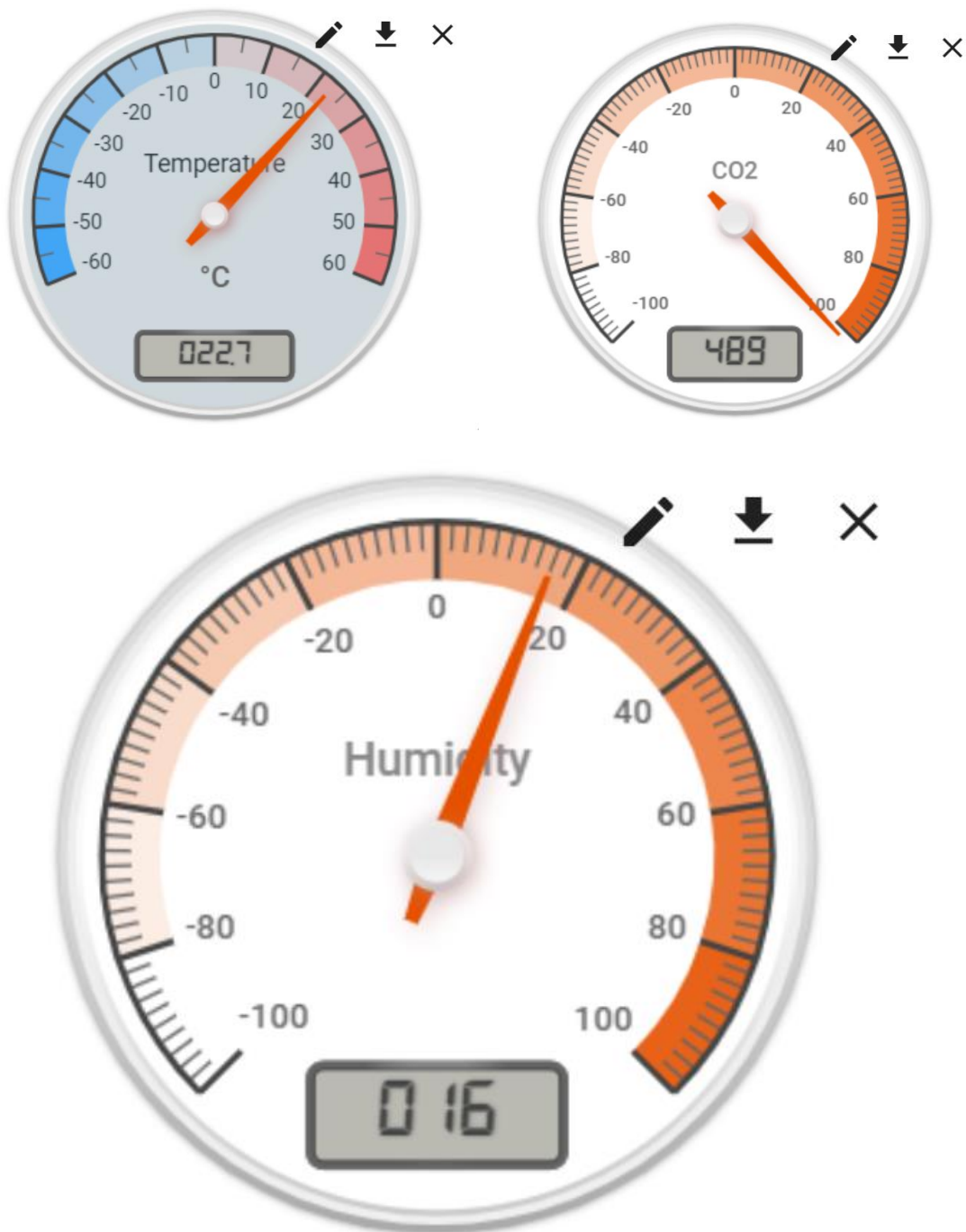
5.1 Smartrom



«Use case 3»: Smartrom

Opgaver:

1. Definere normale verdier (intervall) på temperatur, CO₂, luftfuktighet, lys
2. Legge inn terskelverdier i NIOTIX og dokumentere avvik fra normalverdi/intervall
3. Detektere når det er bevegelse i rommet



Figur 23: Målinger til tre variabler i smartrom temperatur, Co2 og fuktighet



Figur 24: Lys styrk i smartrom

Smartrom

Smartrom ▾ Entities Realtime - last hour

Temperature °C 020.7

CO2 569

Humidity 022

630

Alarms

Realtime - last day

Created time ↓	Originator	Type	Severity	Status
2023-04-26 00:13:18	CO2 Sensor Nr 27	General Alarm	Critical	Active Unacknowledged

1 - 1 of 1

Figur 25: Smartrom med alarm hvis temperatur stiger over 15

5.2 Dørpasseringer

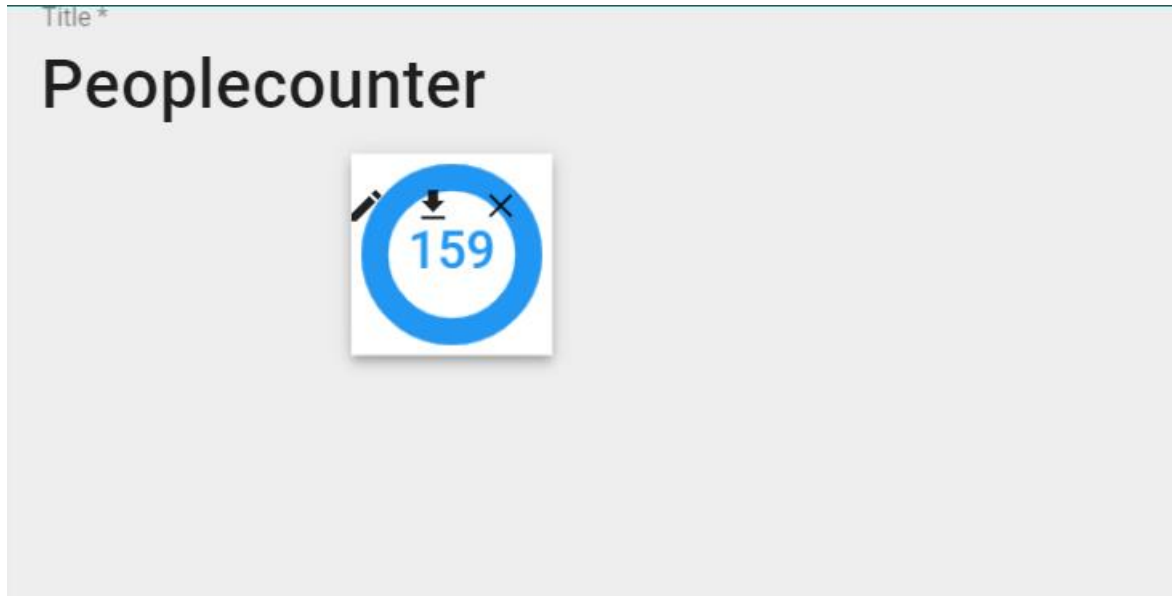


Use case 2: Dørpasseringer (people counter).

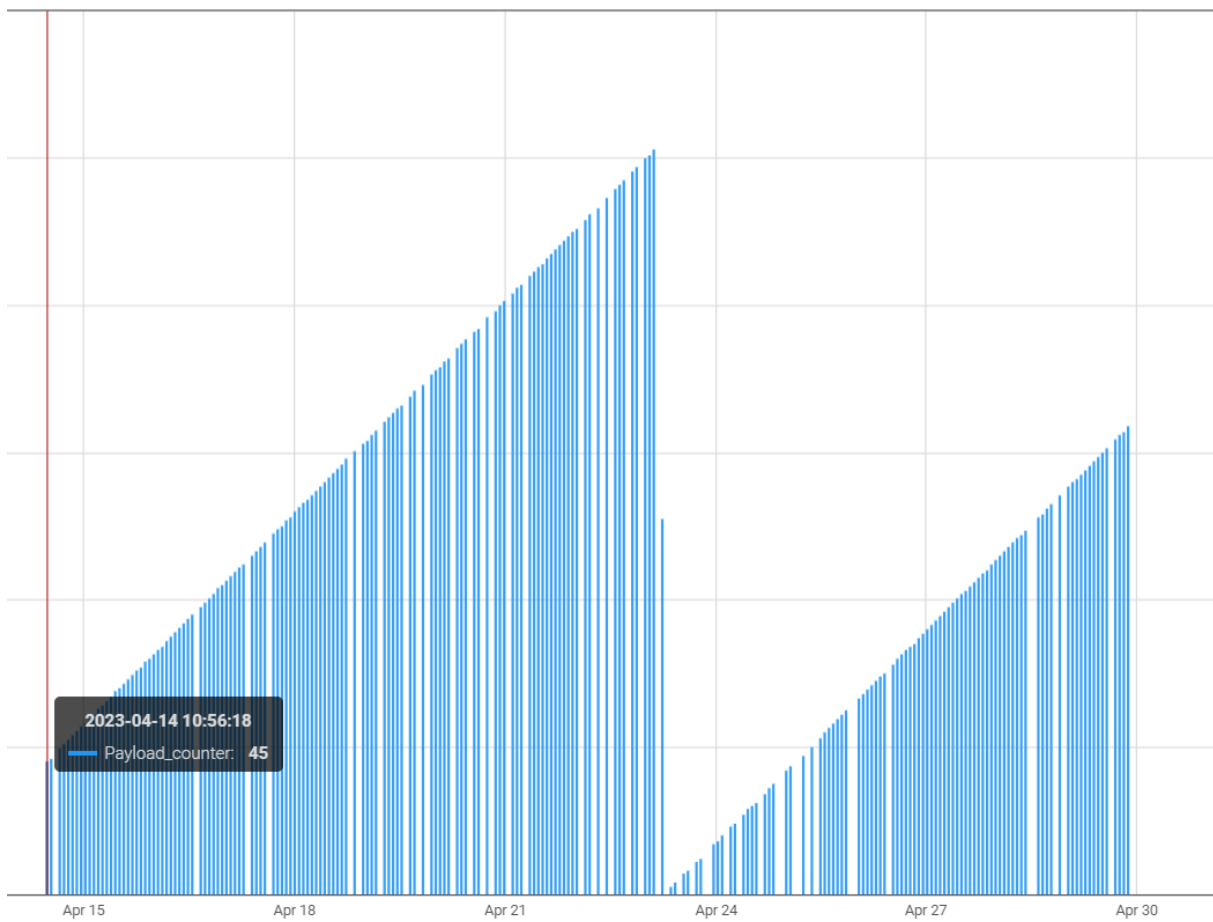
Oppgaver:

1. Telle passeringer inn/ut og sammenstille disse dataene
2. Sjekke klokkeslett (timestamps) – vise hvilke data finnes og hvilket mønster det er på inn-/utpasseringer i tidsintervaller (dag/kveld/natt et...)
3. Konfigurer endringer i sensor fra mobiltelefon

På den første figuren viser fram antall personer som har passert på døren, men den gir ikke mer detaljer om personen går inn eller ut av dør. På den andre figuren viser fram datoen og klokke slett hvor en hendelse tok plass eller en person gikk inn eller ut. Med den Model «widet» man kan redigere et bestemt tidspunkt eller intervall.



Figur 26: Antall passeringer ut og inn



Figur 27: Antall passeringer over en periode

Kapittel 6-Diskusjon

I dette kapitlet diskuteres de metodene som ble benyttet i oppgaven for å løse problemstillingen, resultatene som kom frem etter evaluering og testing av de forskjellige sensorer på hele verdikjeden fra sensor til applikasjon og hvilke forbedringer som kunne blitt gjort. Først blir en vurdering av metodene og løsningene diskutert, deretter kommer en konklusjon på det arbeidet som er gjort. Refleksjoner rundt oppgaven blir så presentert før det til slutt vises til fremtidig arbeid.

6.1 Vurdering av metoder og løsninger

I dette avsnittet vurderes løsningene og metodene som benyttet for å løse denne oppgaven. Vurderingen gjøres ut ifra forventet tidsbruk på de forskjellige verdikjedene fra sensor til applikasjon og hvordan disse fungerer i praksis.

Sammensett av IOT system var meget tidkrevende. Det var flere årsaker til dette, blant annet var det meget vanskelig Programmering og programvare som ligger til grunn for kunne beregne korrekte verdier til et fungerende system. Dette ble løst ved å benytte prøv og feil metodikk for å finne de beste løsningene.

Flere feil ved design ble avdekket etter hvert som system oppsett gikk fremover. Blant annet sensorer Alarmknapp og dør sensor. Alarmknapp sender ikke data og dørs sensor sender manglende data.

Når det gjelder systemet oppsett og aktivering er man meget fornøyd med resultatet, sensorene sender data som det skal, man fikk et fungerende system for å representere dataene som det ønskes.

I forhold til oppgavens problemstilling er det vanskelig å vurdere resultatene, da hele problemstillingen baserer seg forskjellige sensorer. De testene som har blitt gjennomført på enkelt sensorer er derimot meget lovende når det kommer kommunikasjon mellom de forskjellige deler av systemet.

6.2 Refleksjoner

Prosjektet ble startet med veldig høye ambisjoner og mål om å teste og evaluere LoRaWAN og bli kjent med LoRaWAN Økosystem og dens funksjon. I starten av prosjektet var fremdriften meget god og flere av de større utfordringene var løst tidlig i mars. I løpet av mars kom det noen utfordringer utenfor prosjektet som begrenset arbeidstiden til eksammer i andre fag. Siden flere av utfordringene var løst på et teoretisk plan, ble det besluttet å fortsette prosjektet med de valgte løsningene.

Det å tenke "utenfor boksen" og teste grensene er vel så viktig som å benytte tradisjonelle løsninger. Under gjennomføringen av oppgaven, lærer man hvordan å knuse de større deler til mindre deler til å oppnå en løsning. Bruken av forskjellige verktøy var også en nytte viten og erfaring for framtida utfordring.

Prosjektet har derfor ikke bare gitt en bedre innsikt i eget fagfelt, men en bedre forståelse av helhetsbildet og sammenhengen mellom forskjellige fagfelt.

7 Konklusjon

Analysene og testene som er beskrevet i denne oppgaven, indikerer at LoRaWAN-teknologien kan brukes i applikasjoner og tjenester, der det stilles strenge krav til responstider og stabilitet, f.eks. innen velferd, ref. oppgavens formål.

Det er en sensor ikke sender data og en annen sender manglende data. Alle tester derfor ikke kunne gjennomføres er det ikke mulig å konkludere om systemet oppfylder kravene til oppdragsgiver. Men det kan være delvis. Det er derimot mulig å trekke noen slutninger basert på de innledende testene gjort med de fungerende sensorer i systemet.

mennesker-teller «people counting» fungerer som det skal, sender data og fikk til å representere dataene fra sensoren som det ønskes på Things Board.

Dørvakt «door-watcher», sender manglende data det vil si at data pakke kommer uten den ønsket variabler. Problem med data pakke kommer delvis manglende, kan skyldes at sensoren ikke sette riktige måte.

På den siste tilfelle smartrom fungerer som det skal, sender data og fikk til å representere dataene fra sensoren som det ønskes på Things Board.

Her er noen forutsetninger som gjør at LoRaWAN kan fungere bra:

- Det må være tilstrekkelig god dekning i LoRaWAN-nettet, slik at det ikke er mange pakketap fra sensorene.
- Sensorene som brukes må være godt egnet til formålet
- Sensorene må være konfigurert riktig ift. sendeintervall (antall sekunder/minutter)
- Grensesnittet mot applikasjonene, via API, må være stabilt
- Sensordataene må kunne sammenstilles og tolkes, slik at mottaker kan respondere riktig når en hendelse inntreffer.

Man trekker derfor konklusjonen at systemet virker og oppgaven er delvis gjennomført.

LoRaWAN er nok likevel ikke anbefalt for de mest sanntidskritiske tjenestene, der det handler om liv og helse, eller at det kreves overføring av større datamengder.

Litteraturliste

1. Direktronik. [Internett] 2023. [Sisert: 21 mar 2023.] <https://www.direktronik.no/>.
1. eidsiva.no. [Internett] eidsiva. [Sisert: 18 februar 2023.] https://www.eidsiva.net/bedrift/produkter/?_gl=1*1s45k61*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQiAi8KfBhCuARIsADp-A55ewSi_dPksY08ifiJpFUQ9HJb9ae-rCC0apK9vI5YAyW7gxjCWkDUaAla4EALw_wcB.
2. Wang, Yongheng. internet of things. s.l. : Xiaoming Zhang, 2012.
3. semtech. [Internett] 2023. [Sisert: 12 februar 2023.] <https://www.semtech.com/>.
4. Piotr Danilowski. [Internett] , 22 December 2021. [Sisert: 21 februar 2023.] https://yosensi.io/posts/what_is_the_real_range_of_lora/.
5. 3glteinfo. [Internett] [Sisert: 25 mars 2023.] <https://www.3glteinfo.com/lora/lora-architecture/> .
6. finote. [Internett] 2022. [Sisert: 20 januar 2023.] <https://www.finoit.com/blog/top-15-sensor-types-used-iot/>.
7. the things network. [Internett] februar 2021. <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/architecture/>.
8. techtarget. [Internett] 2005. [Sisert: 20 januar 2023.] <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/gateway>.
9. readthedocs. [Internett] 2018. [Sisert: 17 februar 2023.] <https://lora.readthedocs.io/en/latest/>.
10. nomadix. *nomadix.com*. [Internett] 14 December 2020. [Sisert: 14 februar 2023.] <https://nomadix.com/what-is-bandwidth-management-why-is-it-important-for-guest-networks/>.
11. evolveplus.com. [Internett] 23 februar 2023. <https://evolveplus.com.au/shop/wireless-people-counter>.
12. Habas, Cathy. savewise. [Internett] 7 june 2022. [Sisert: 4 mars 2023.] <https://www.safewise.com/home-security-faq/how-door-sensors-work/>.

13. Direktronikk. [Internett] Dataprodukter, 2023.

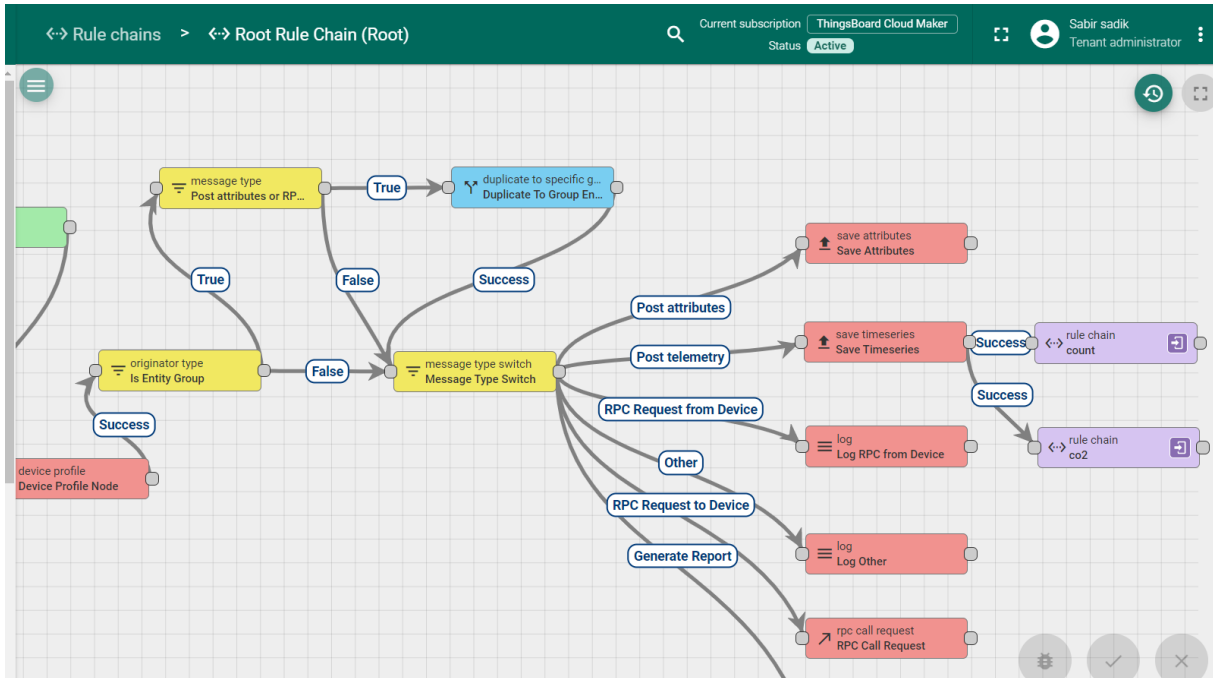
<https://www.direktronik.no/kunnskap-bank/iot--internet-of-things/hva-er-lorawan-og-hvorfor-trenger-du-det/>.

14. thingsboard. [Internett] produksjon , 2023. [Sisert: 7 April 2023.]

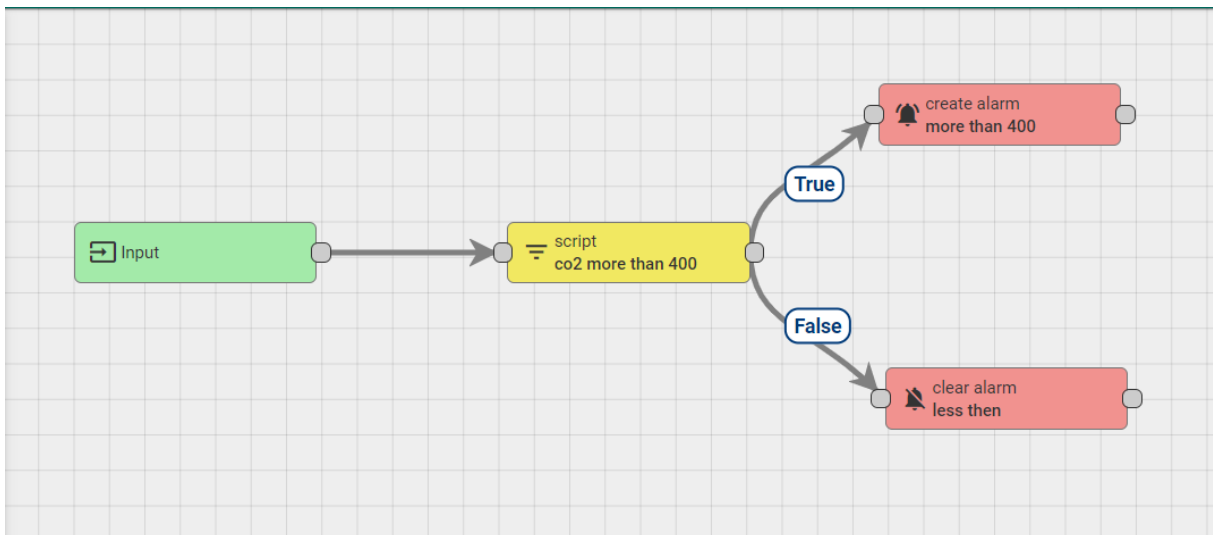
<https://thingsboard.io/docs/user-guide/integrations/#downlink-data-converter>.

Vedlegg

Alarm oppsetting



Figur 28: Root Rule Chain kobling for CO2 og temperatur.



Figur 29: Alarm oppsett for Co2

Name * Debug mode

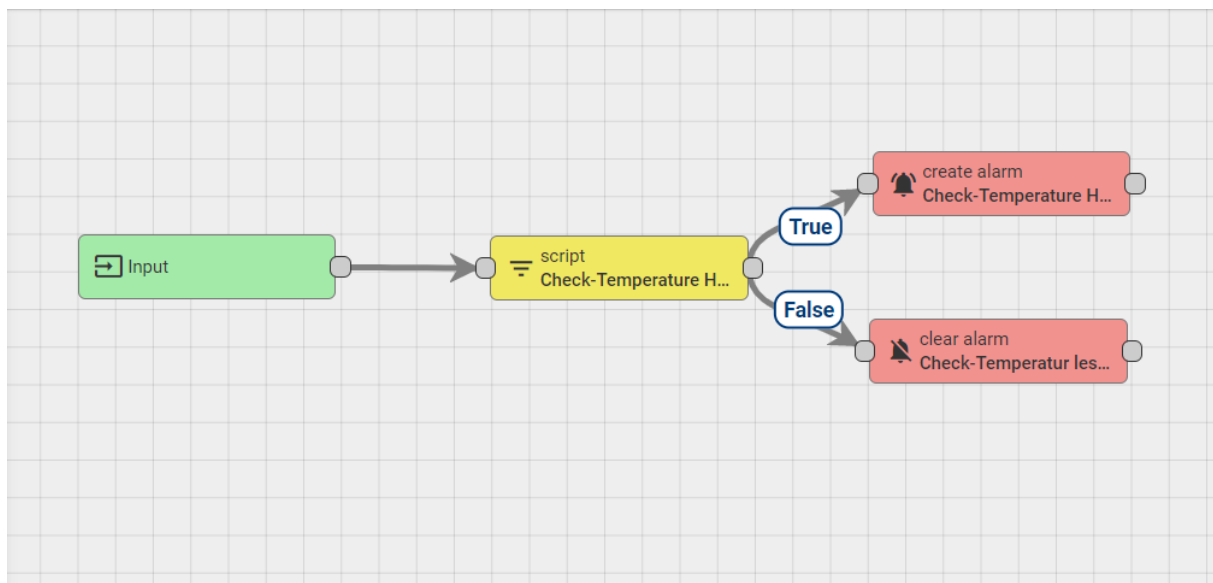
co2 more than 400

TBEL Java Script

```
function Filter(msg, metadata, msgType) {  
  1 return msg.co2 > 400;  
}
```

Tidy ?

Figur 30: Redigert kode for CO2



Figur 31: Alarm oppsett for Temperatur

Check-Temperature High then 15

Filter - script

Details Events Help

Name * Debug mode
Check-Temperature High then 15

TBEL Java Script

```
function Filter(msg, metadata, msgType) {  
  1 return msg.Temperatur > 0;  
}
```

Tidy ?

Test filter function

Figur 32: Redigert kode for temperatur

