IoT Kompendium

Versjon 0.3

1 Innhold

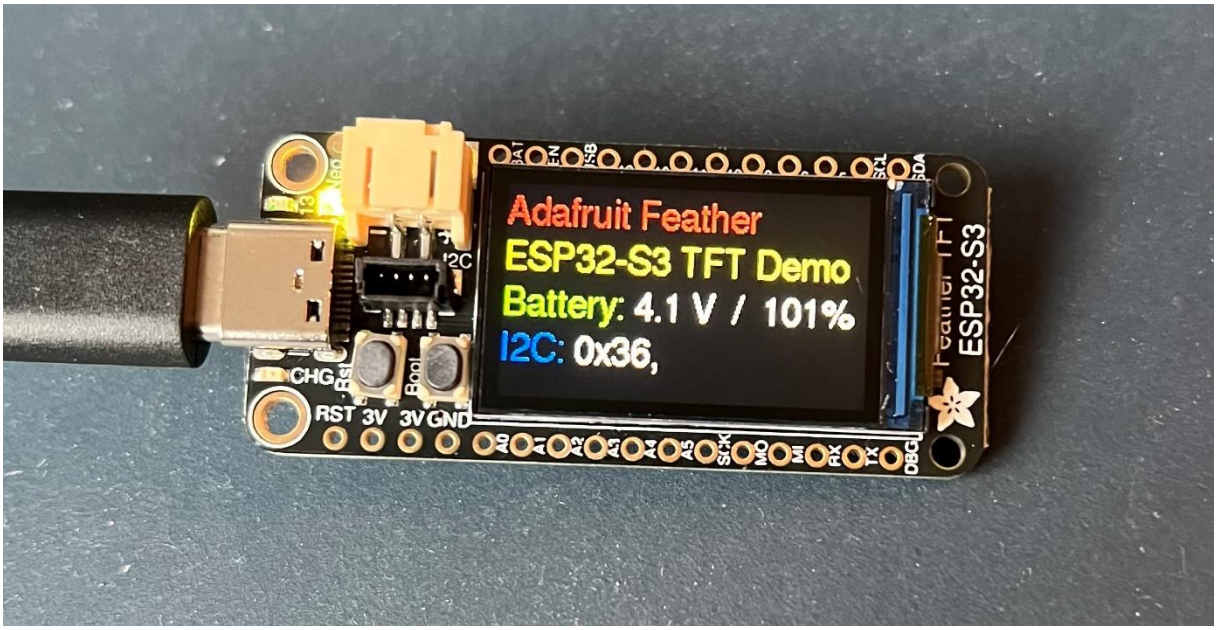
2 Kompetansemål

For Vg3 har UDIR utformet følgende kompetansemål som dekkes i dette emnet:

- Kjerneelementet konfigurering og programmering handler om å konfigurere elektronisk utsyr og informasjons- og kommunikasjonssystem. Vidare handler det om å programmere mikrokontrollbaserte system. Kjerneelementet handler og om å teste, tilpasse og feilrette program
- installere, programmere og setje i drift trådlause sensor- og kommunikasjonssystem med ulik rekkjevidd og lågt straumforbruk, og beskrive eigenskapane til og bruken av ulike trådlause sensor- og kommunikasjonssystem
- reparere og vedlikehalde trådlause sensor- og kommunikasjonssystem med høvesvis kort og lang rekkjevidd og lågt straumforbruk ved hjelp av eigna verktøy, programvare og dokumentasjon

3 Oppsett av Adafruit ESP32-S3 TFT Feather

På vg3 brukes **Adafruit ESP32-S3 TFT Feather** til undervisningen.



Adafruit har sin egen guide for oppsett av denne mikrokontrolleren her.

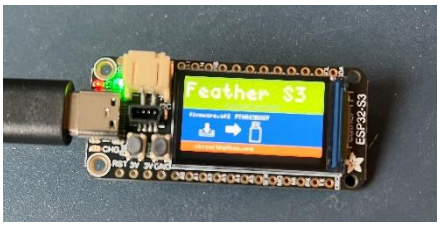
- Overview
- Pinouts
- Low Power Usage
- Power Management
- CircuitPython
- CircuitPython Essentials

Les gjennom Overview og Pinouts i første omgang.

4 Laste ned CircuitPython på mikrokontroller

For at dere skal kunne programmere kortet må dere laste ned siste versjon av CircuitPython på kortet i form av en xxx.UF2 fil. Den inneholder «operativsystemet» og en god del av de vanligste bibliotek modulene.

- Følg guide her for å sette kortet i boot modus: CircuitPython
- Slik ser kortet ut i FTHRS3BOOT
- Kaldstart kortet når det har fått ny UF2 kode



For 2024 er det Circuit Python 9.0.0 som gjelder

CircuitPython 9.0.0

This is the latest **stable** release of CircuitPython that will work with the Feather ESP32-S3 TFT PSRAM.

Use this release if you are new to CircuitPython.

Release Notes for 9.0.0

DOWNLOAD .UF2 NOW

4.1 Laste ned bibliotekfiler

Sammen med Circuit Python må det også lastes ned tilhørende bibliotekfiler. Det **må** være samme versjon av Circuit Python og bibliotekene. Bibliotekene laster dere ned som en bundle og den pakkes ut og lagres lokalt på skolepc. I tillegg til en \lib katalog inneholder bundle-filen også nesten 1800 eksempel filer for hvordan bibliotekene brukes.

Når dere trenger et bibliotek til koden dras de enkelt over til \lib katalog på CIRCUITPY.

Bibliotekene finner dere her eller for versjon 9 ved å trykke på knappen under.

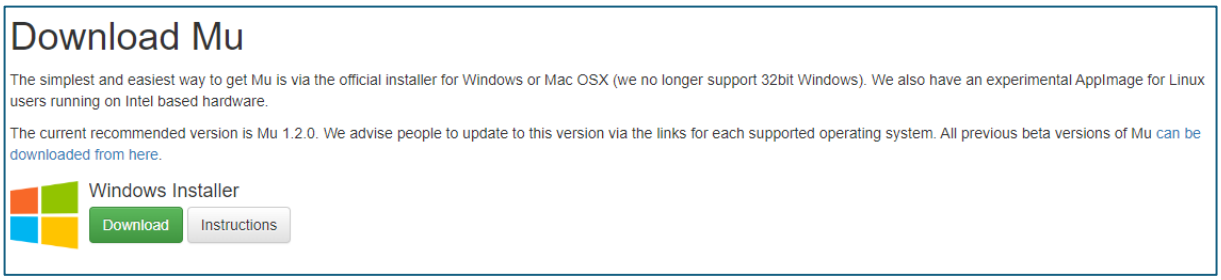
adafruit-circuitpython-bundle-9.x-mpy-20240307.zip

5 IDE (integrated development environment)

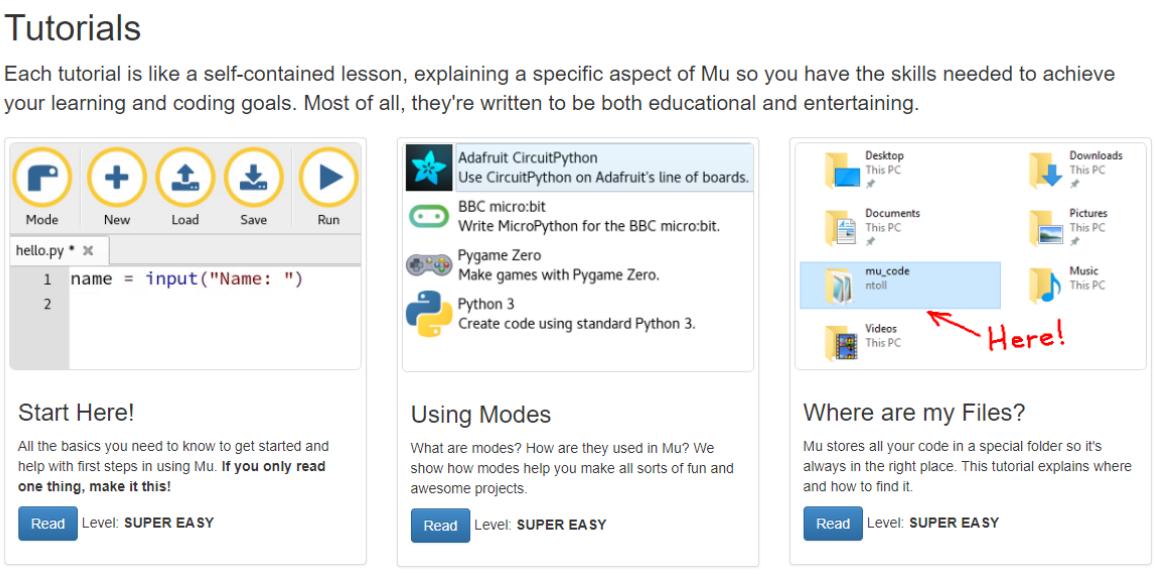
Det er mange editorer som kan brukes for å programmere i Circuit Python. Skolen har valgt å bruke MU som er editoren Adafruit anbefaler for nybegynnere.

Dere kan selvsagt bruke andre editorer, men da er dere mer på egenhånd.

Last ned eller oppgrader MU her

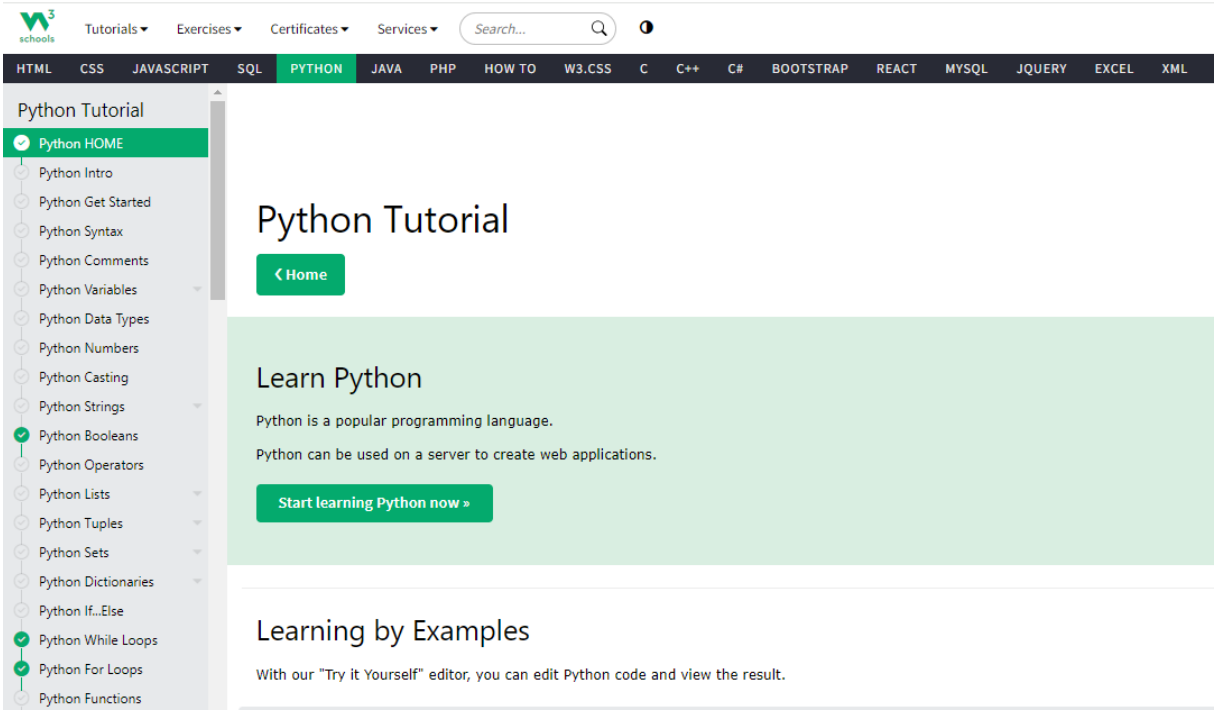


Er dere nye eller har glemt hvordan MU brukes bør dere gå gjennom de tre korte tutorials nedenfor som dere finner her.



6 W3Schools.com

Dersom dere lurer på noe ang python kan dere bruke W3Schools eller andre hjelpemidler på nett. ChatGPT gir ofte god, men ofte også avansert hjelp. For å øke forståelsen er det lurt å programmere selv.



7 Mine første programmer på ESP32-S3

På mikrokontrolleren er det nå et «Hello World» program code.py som kjører.

Åpne MU i CircuitPython mode og Load code.py fra CIRCIUTPY (drive for ESP32-S3).

Endre «World» til ditt eget navn og Save. Koden blir lagret på kortet og programmet kjører. Du kan se output i MU eller på skjermen.

Dere skal først følge guide og kjøre programmene Blink og NeoPixel. Det vil da få en grunnleggende forståelse for hvordan dere lager et program, overfører det til mikrokontrolleren og kjører programmet. Dere vil også få trening i å overføre en bibliotekfil for å kunne kjøre NeoPixel programmet.

- Gå til CircuitPython Essentials

7.1 Blink

Følg guiden og kjør programmet.

Prøv å endre frekvensen for blinkingen.

7.2 NeoPixel LED

Følg guiden og kjør programmet.

Prøv å endre på fargene på LED og kjør regnbue programmet.

CircuitPython Essentials inneholder også eksempler på hvordan dere kan bruke ulike inn- og utganger på kortet.

8 AHT20 temperatur og fuktighetssensor

Skolen har kjøpt inn en kombinert temperatur og fuktighetssensor av typen AHT20.

Dere finner dokumentasjon eg eksempler på bruk her

Koble AHT20 til STS3-S3 med medfølgende JST kabel.

Last ned følgende bibliotek:

- adafruit_ahtx0.mpy
- adafruit_bus_device

Sett opp kortet i koden:

```
import board

import adafruit_ahtx0

aht20 = adafruit_ahtx0.AHTx0(board.STEMMA_I2C())
```

I program loopen kan man skrive ut sensor data på denne måten:

```
83  # Hovedprogram
84  while True:
85      temp = float(aht20.temperature)
86      humid = float(aht20.relative_humidity)
87      print(f"AHT20 - Temperature: {temp:.1f} C")
88      print(f"AHT20 - Humidity: {humid:.1f} %")
89      time.sleep(10)
```

9 TFT skjerm

Last ned følgende bibliotek til \lib på kortet ditt:

adafruit_display_text

For å sette opp TFT displayet må man først laget et objekt

```
skjerm = board.DISPLAY
```

Man lager så en gruppe som skal inneholde alle elementene du ønsker å vise på skjermen. Det kan være både tekst og bitmaps.

```
gruppe = displayio.Group()
```

Så lager man teksten en ønsker å vise på skjermen og legger den til i gruppen

```
eier_tekst = bitmap_label.Label(
    terminalio.FONT,
    text="Mikal's ESP32-S3",
    x=0, y=15, color=GUL, scale=2)
gruppe.append(eier_tekst)
```

Her har jeg brukt den innebygde fonten terminalio.FONT. Teksten er oppgitt mellom «». x og y er posisjoner på skjermen, color er farge i hex og scale er størrelse fra 1-?

Til slutt settes root_group til gruppen du har laget

```
skjerm.root_group = gruppe
```

```
20  # TFT skjerm
21  import board
22  import displayio
23  import terminalio
24  from adafruit_display_text import bitmap_label
25  WHITE = 0xFFFFFF
26  RED = 0xFF0000
27  GREEN = 0x00FF00
28  BLUE = 0x0000FF
29  GUL = 0xFFFF00
30  LILLA = 0xFF00FF
31
32  print("Sett opp tft")
33  skjerm = board.DISPLAY
34  gruppe = displayio.Group()
35  eier_tekst = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text="Mikal's ESP32-S3", x=0, y=15, color=GUL, scale=2)
36  gruppe.append(eier_tekst)
37  skjerm.root_group = gruppe
```

9.1 Legge til flere tekstelementer

Man kan legge til eller fjerne flere tekstelementer til skjerm gruppen lengre ned i koden som vist nedenfor. Etter at du har laget AHT20 objektet kan du hente data og vise de på skjermen.

```
79  temp = float(aht20.temperature)
80  humid = float(aht20.relative_humidity)
81  temp_text = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text=f"Temperatur: {temp:.1f} C", x=0, y=50, color=GREEN, scale=2)
82  humid_text = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text=f"Fuktighet: {humid:.1f} %", x=0, y=80, color=BLUE, scale=2)
83  gruppe.append(temp_text)
84  gruppe.append(humid_text)
85  skjerm.root_group = gruppe
```

Linje 79 og 80: har jeg hentet henholdsvis temperatur og fuktighet.

Linje 81 og 82: bygget opp tekstelement

Linje 83 og 84: lagt tekstelementer inn i gruppe

I hovedprogrammet trenger du kun å oppdatere «text» delen av temp_text som vist nedenfor.

```
87  # Hovedprogram
88  while True:
89      temp = float(aht20.temperature)
90      humid = float(aht20.relative_humidity)
91      print(f"AHT20 - Temperature: {temp:.1f} C")
92      print(f"AHT20 - Humidity: {humid:.1f} %")
93
94      # oppdater TFT
95      temp_text.text = f"Temperatur: {temp:.1f} C"
96      humid_text.text = f"Fuktighet: {humid:.1f} %"
97
98      time.sleep(10)
```

Oppdater koden din og endre temperatur på sensor ved å holde på den.
Verifiser at temperaturen endrer seg på skjermen.

10 Sette opp WiFi på mikrokontrolleren

10.1 Personlige data i settings.toml

Det er anbefalt å lage en fil som inneholder private data adskilt fra koden din. Det er fordi da kan du dele koden din eller laste den opp på GitHub uten at dine data kommer på avveie.

I tidligere versjoner kalte Adafruit eksempel filen for secrets.py og i CP9 er den kalt **settings.toml**. Denne filen ligger CIRCUITPY driven din.

Her legger du inn SSID og tilhørende passord. Dersom du endrer navn på konstanter, må du også gjøre det i koden din. CP9 bruker «os» biblioteket til å hente disse fra settings filen.

CIRCUITPY_WIFI_SSID = "IoT-Eksamen"

CIRCUITPY_WIFI_PASSWORD = "k0bletil"

10.2 Kode for WiFi tilkobling

Her er kode for tilkobling til WiFi som foreslått i CP9

```
import time
import wifi
import microcontroller
import os

# koble til wifi
try:
    ssid = os.getenv("CIRCUITPY_WIFI_SSID")
    passord = os.getenv("CIRCUITPY_WIFI_PASSWORD")
    wifi.radio.connect(ssid, passord)
    print(f"Tilkoblet: {ssid}")
except Exception as e:
    print(f"Wifi tilkobling feilet. Error:{e}  - kort restarter om 30s")
    time.sleep(30)
    microcontroller.reset()
print("Min IP adresse er:", (wifi.radio.ipv4_address))
```

Nå er kortet på nett og har fått ip adresse

10.3 Kode for å liste tilgjengelige nett

Dersom du ønsker å liste opp alle tilgjengelige nett, vise signalstyrke og kanal kan du scanne nettverket på denne måten:

```
7  #Liste opp alle tilgjengelige nett
8  print("Available WiFi networks:")
9  for network in wifi.radio.start_scanning_networks(stop_channel=13):
10     print(f"SSID:{str(network.ssid, "utf-8")} RSSI:{network.rssi} Channel:{network.channel}")
11 wifi.radio.stop_scanning_networks()
```

10.4 Hente klokke fra nett

Vi kan hente klokken fra internett og sette den på kortet. Da trenger du å importere følgende bibliotek.

adafruit_ntp.mpy må du kopiere fra bibliotek på skolepc.

```
import rtc
import socketpool
import adafruit_ntp
```

```
68 # hent klokke fra nettverk
69 pool = socketpool.SocketPool(wifi.radio)
70 ntp = adafruit_ntp.NTP(pool, tz_offset=2)
71 rtc.RTC().datetime = ntp.datetime
72 tid = rtc.RTC().datetime
73 print(f"Tid: {tid[3]:02d}:{tid[4]:02d} {tid[2]:02d}/{tid[1]:02d}/{tid[0]:02d}")
```

Du har nå satt et rtc (real time clock) objekt på kortet ditt. Linje 59 viser hvordan du henter klokken inn i en variabel «tid» i et datetime format som er vist nedenfor. Linje 60 er eksempel på utskrift av tidspunkt.

Ln70: Klokken som hentes er GMT. For lokaltid må Tz_offset=2 brukes ved sommertid og Tz_offset=1 ved vintertid.

Ln73: «:02d» formateringen gjør at alle tall skrives ut med minst 2 siffer.

```
cal = ntp.datetime
year   = cal[0]
mon    = cal[1]
day    = cal[2]
hour   = cal[3]
minute = cal[4]
```

Henting av klokke fra internett feiler innimellom. La kortet starte på nytt så ordner det seg som oftest.

10.5 Legg ut WiFi data og klokke på TFT skjerm

Du kan legge til flere linjer i displayet lenger ned i koden når du er koblet opp på nett. Her har jeg lagt til klokken, SSID og IP Adr.

Dersom vi vil fjerne et element på skjermen bruker man remove() funksjonen

```
63 tidspunkt = f"Tid: {tid[3]}:{tid[4]} {tid[2]}/{tid[1]}/{tid[0]}"
64 ssid_text = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text=f"SSID: {ssid}", x=0, y=130, color=BLUE, scale=1)
65 ipadr_text = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text=f"IP: {wifi.radio.ipv4_address}", x=120, y=130, color=BLUE, scale=1)
66 time_text = bitmap_label.Label(terminalio.FONT, text=tidspunkt, x=0, y=110, color=LILLA, scale=1)
67 gruppe.append(ssid_text)
68 gruppe.append(ipadr_text)
69 gruppe.append(time_text)
70 gruppe.remove(oppstart_tekst)
71 skjerm.root_group = gruppe
```

10.6 Oppdaterer klokken i hovedprogrammet

```
91  # Hovedprogram
92  while True:
93      temp = float(aht20.temperature)
94      humid = float(aht20.relative_humidity)
95      print(f"AHT20 - Temperature: {temp:.1f} C")
96      print(f"AHT20 - Humidity: {humid:.1f} %")
97
98      # oppdater TFT
99      temp_text.text = f"Temperatur: {temp:.1f} C"
100     humid_text.text = f"Fuktighet: {humid:.1f} %"
101     tid = rtc.RTC().datetime
102     time_text.text=f"Tid: {tid[3]:02d}:{tid[4]:02d} {tid[2]:02d}/{tid[1]:02d}/{tid[0]:02d}"
103     time.sleep(10)
```

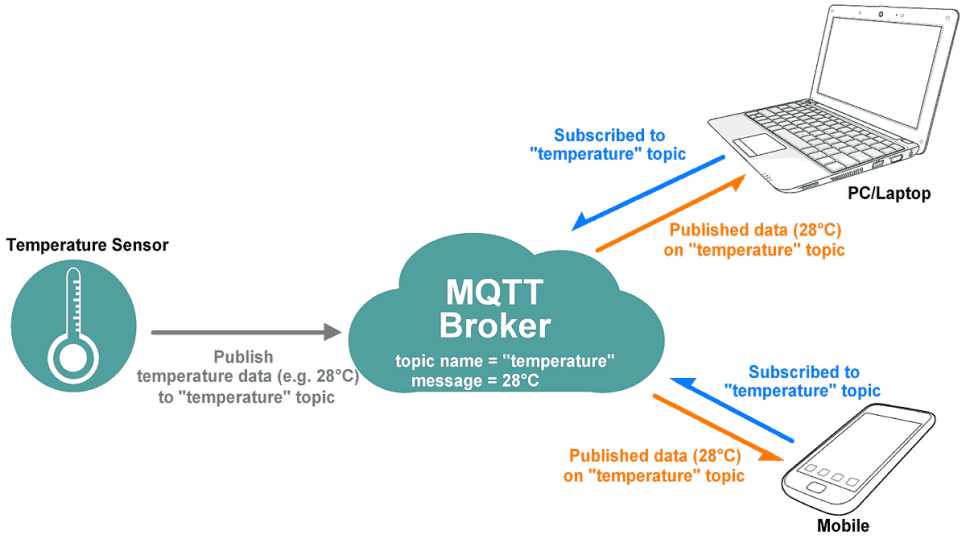
Ln101: Legg merke til at «tid» henter tiden fra det lokal rtc objektet og ikke fra nett.

11 MQTT protokollen

MQTT: The Standard for IoT Messaging

MQTT is an OASIS standard messaging protocol for the Internet of Things (IoT). It is designed as an extremely lightweight publish/subscribe messaging transport that is ideal for connecting remote devices with a small code footprint and minimal network bandwidth. MQTT today is used in a wide variety of industries, such as automotive, manufacturing, telecommunications, oil and gas, etc.

Les mer om MQTT her: Getting started with MQTT



MQTT Broker er en applikasjon som administrerer data. Det er mange som tilbyr denne tjenesten som en sky tjeneste. De fleste aktørene har en gratis versjon som tillater begrenset trafikk. Dere er kjent med Adafruit IO fra bruk på skolen tidligere.

I dette kurset skal vi også se på hvordan vi kan sette opp en MQTT Broker på vår egen server.

Noder som er tilkoblet kan sende (publish) data til broker. For at broker skal kunne sortere data blir de lagret med et topic. Dette topic kan andre enheter abonnere (subscribe) på. Da vil broker sende data til alle abonnenter tilhørende et topic når det blir oppdatert hos broker.

Se neste kapittel for eksempel på hvordan dette gjøres i koden.

12 Adafruit IO

12.1 Sett opp konto

For å sende data til Adafruit IO må man først ha en gratis konto hos Adafruit.

Dersom du ikke har konto, kan du følge guide her

For å lage feeds og dashboards følger du guide her

I kodeeksemplene som følger bruker jeg følgende feeds:

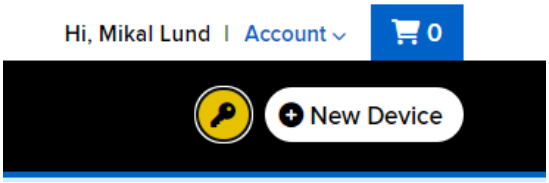
Default

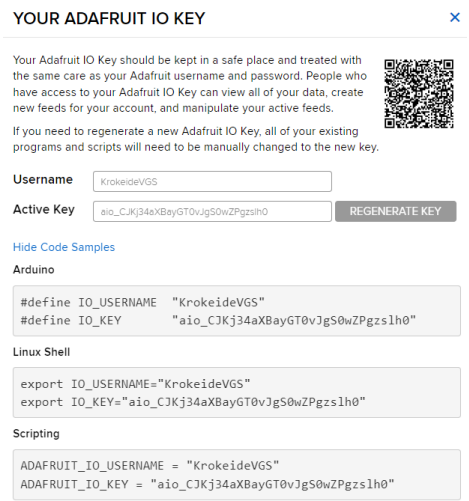
Feed Name	Key
Fuktighet	humid-s3
Temperatur	temp-s3

12.2 Hente nøkler til koden

Når du har laget konto henter du frem IO nøkkelen.

Trykk på den gule nøkkelen og du får opp dine egne koder.





Kopier de to linjene under Scripting og lim de inn i filen settings.toml på kortet ditt.

12.3 Sett opp MQTT mot Adafruit IO

Last ned følgende bibliotek:

adafruit_minimqtt

adafruit_io

adafruit_connection_manager.mpy

```
import ssl
import adafruit_minimqtt.adafruit_minimqtt as MQTT
from adafruit_io.adafruit_io import IO_MQTT
```

```
85  # Sett opp Adafruit MQTT
86  def tilkoblet_AIO(client):
87      print("Koblet til Adafruit IO!")
88
89  broker_adr    = "io.adafruit.com"
90  aio_username = os.getenv("ADAFRUIT_IO_USERNAME"
91  aio_key       = os.getenv("ADAFRUIT_IO_KEY")
92  temp_feed     = "temp-s3"
93  humid_feed     = "humid-s3"
94
95  # Initialize a new MQTT Client object
96  mqtt_client = MQTT.MQTT(
97      broker   = broker_adr,
98      username= aio_username,
99      password= aio_key,
100     socket_pool=pool,
101     ssl_context=ssl.create_default_context(),
102 )
```

Linje86: denne funksjonen blir automatisk kjørt når AIO er tilkoblet. Det er her du eventult kan abonnere på meldinger

Linje 89: nettadressen til AIO

Linje 90-91: henter data fra settings.toml

Linje 92-93: lager variable lik «KEY» for dine feeds på AIO

Linje 96: lager mqtt _client objekt.

```
104 # Initialize Adafruit IO MQTT "helper"
105 io = IO_MQTT(mqtt_client)
106 # Fortell AIO hvilken metode den skal kalle når oppkoblet
107 io.on_connect = tilkoblet_AIO
```

Linje 104-107: CP9 har innført et io_helper bibliotek for å gjøre det enklere.

```
121 while True:
122     try:
123         # Hvis vi har mistet kontakten med AIO...
124         if not io.is_connected:
125             print("Kobler til Adafruit IO...")
126             io.connect()
127 
128         temp = float(aht20.temperature)
129         humid = float(aht20.relative_humidity)
130         print(f"AHT20 - Temperature: {temp:.1f} C")
131         print(f"AHT20 - Humidity: {humid:.1f} %")
132 
133         # oppdater AIO
134         io.publish(temp_feed, f"{temp:.1f}")
135         io.publish(humid_feed, f"{humid:.1f}")
136 
137         # oppdater TFT
138         temp_text.text = f"Temperatur: {temp:.1f} C"
139         humid_text.text = f"Fuktighet: {humid:.1f} %"
140         tid = rtc.RTC().datetime
141         time_text.text=f"Tid: {tid[3]:02d}:{tid[4]:02d} {tid[2]:02d}/{tid[1]:02d}/{tid[0]:02d}"
142         time.sleep(10)
143 
144     except Exception as e:
145         print(f"Klarer ikke sende data til AIO. Error:{e}  - kort restarter om 30s")
146         time.sleep(30)
147         microcontroller.reset()
```

Linje 124-126: kobler opp mot AIO

Linje 134-135: Sender data til AIO. Data må være av type «text»

Linje 122: Har lagt inn en try-except her for å resette kortet om en ikke klarer å koble på AIO

Utskrift i terminalvindu og AIO:

```
Tilkoblet: ST117-gjest
Min IP adresse er: 192.168.85.58
Tid: 13:18 22/3/2024
Kobler til Adafruit IO...
Koblet til Adafruit IO!
AHT20 - Temperature: 22.5 C
AHT20 - Humidity: 32.4 %
```

Default

Feed Name	Key	Last value
☐ Fuktighet	humid-s3	32.9
☐ Temperatur	temp-s3	22.2

12.4 Abonnere på melding fra AIO

Som eksempel på abonnering kan vi lage til styring av neopixel på kortet fra AIO

Lag en ny feed for denne og kall den for eksempel «neopixel-s3»

Kopier neopixel.my bibliotek til kortet om du ikke har gjort det tidligere

Sett opp NeoPixel i koden

```
32 # Initialise NeoPixel
33 pixel = neopixel.NeoPixel(board.NEOPIXEL, 1, brightness=0.3)
```

Legg til neo_feed variable

```
95 temp_feed     = "temp-s3"
96 humid_feed    = "humid-s3"
97 neo_feed      = "neopixel-s3"
```

Legg til abonnering på neo_feed

```
87 # Sett opp Adafruit MQTT
88 def tilkoblet_AIO(client):
89     print("Koblet til Adafruit IO!")
90     client.subscribe(neo_feed)
```

12.4.1 Callback funksjoner

En callback funsjon er en måte å fortelle en annen applikasjon hvilken funksjon hos deg som skal kalles ved en hendelse. I linje 111 nedenfor forteller vi mqtt at når tilkobling er gjort så kalles funksjonen som her er kalt «tilkoblet_AIO». Denne funksjonen må man selv definere.

Det lages også en callback funksjon som kalles når det kommer inn meldinger fra broker inn i køen. Den er i dette tilfellet kalt «handtere_melding». Dere kan fritt navngi callback funksjonene.

Legg til on_message metode for å fortelle hvor meldinger fra io skal håndteres

```
110 # Fortell AIO hvilken metode den skal kalle når oppkoblet
111 io.on_connect = tilkoblet_AIO
112 io.on_message = handtere_melding
```

Lag funksjon for å dekode melding fra AIO

```
92 # funksjon som håndterer meldinger fra AIO
93 def handtere_melding(klient, topic, melding):
94     print(f"Feed {topic} received new value: {melding}")
95     if topic == neo_feed:
96         pixel.fill(int(melding[1:], 16))
```

12.4.2 Lese kø fra AIO

I hovedprogrammet må du lese kø fra AIO i loopen i hovedprogrammet som vist i linje 129. Dersom det er en melding i køen vil den automatisk bli sendt til callback funksjonen som er spesifisert i linje 112 over.

```
120 # Hovedprogram
121 while True:
122     try:
123         # Hvis vi har mistet kontakten med AIO...
124         if not io.is_connected:
125             print("Kobler til Adafruit IO...")
126             io.connect()
127 
128         # sjekk om det er meldinger fra AIO i køen
129         io.loop()
```

Svakhet i programmet:

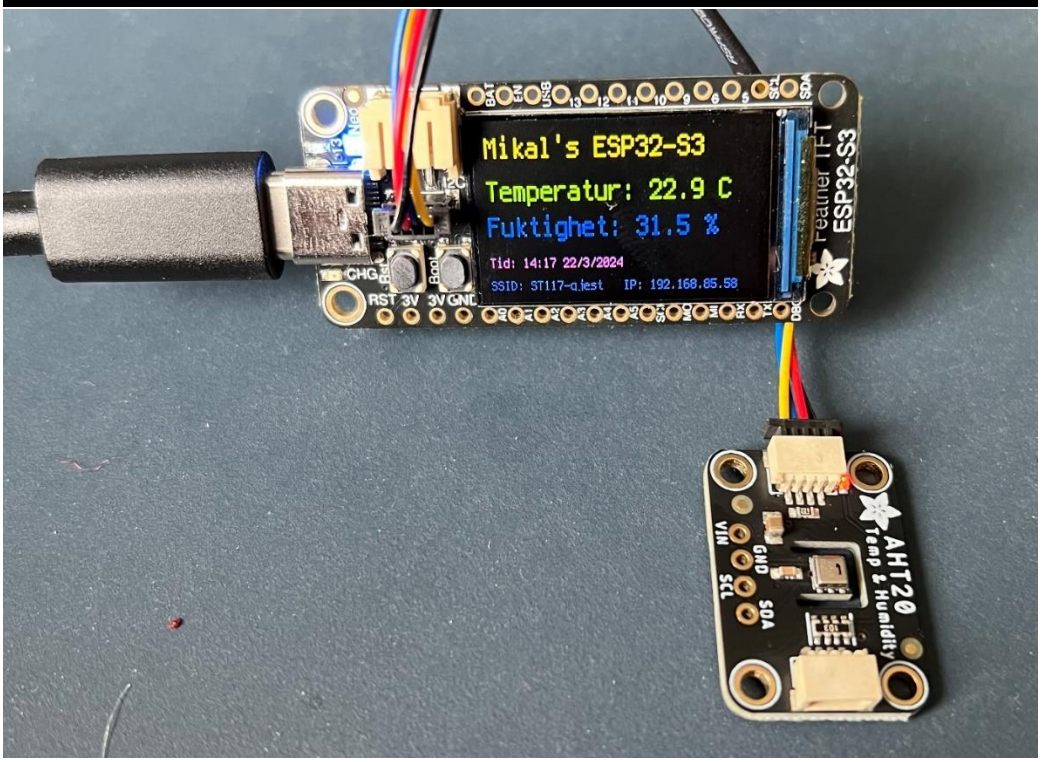
Nå er det en sleep i koden på 10s mellom hver iterasjon. Det betyr at meldingskøen fra AIO kun blir lest hvert 10s.

Kan du forbedre denne løsningen uten at du sender data oftere til AIO?

12.5 Eksempel på dashboard

Her er et eksempel på hvordan du kan bygge opp et dashboard i AIO for å presentere data.

Kan du lage ditt eget?



13 Azure IoT Central

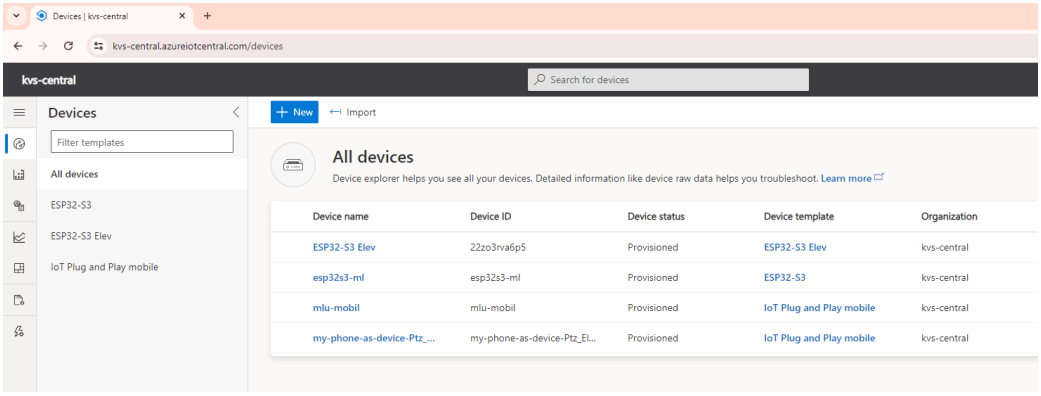
13.1 Lag ny device på Azure Iot Central

Elev logger inn med sin egen bruker her:

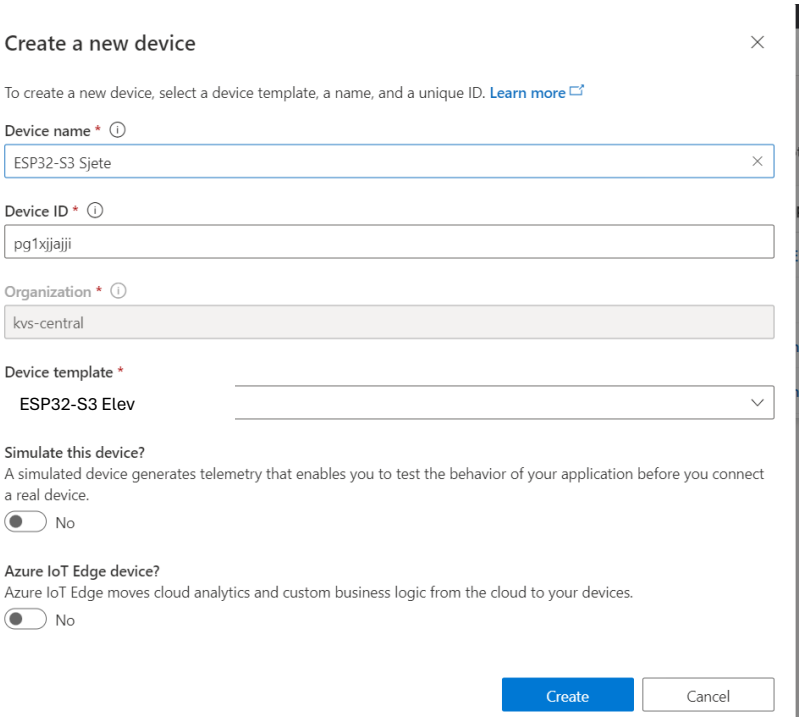
https://kvs-central.azureiotcentral.com

Dersom linken ikke fungerer må lærer legge deg til som APP Operator i Azure kvs-central.

Eksempel Sjetes bruker:



Velg +NEW og legg til nytt device



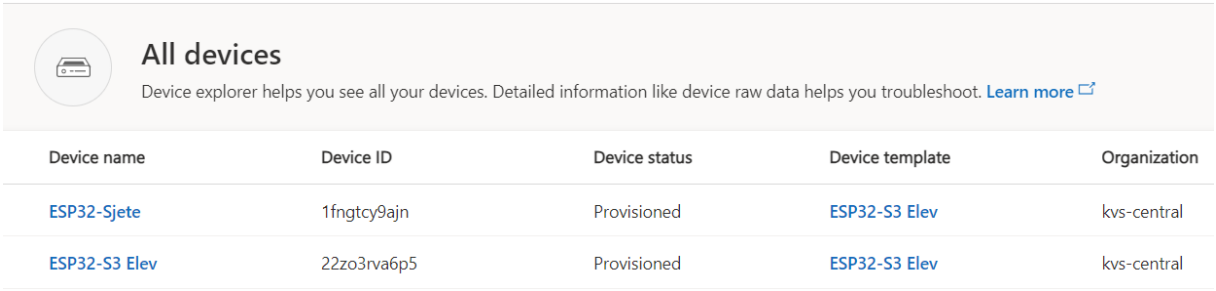
Velg et «device name» som inkludere ditt egen navn eller initialer.

Velg «Device template»: ESP32-S3 Elev. La andre innstillinger være default.

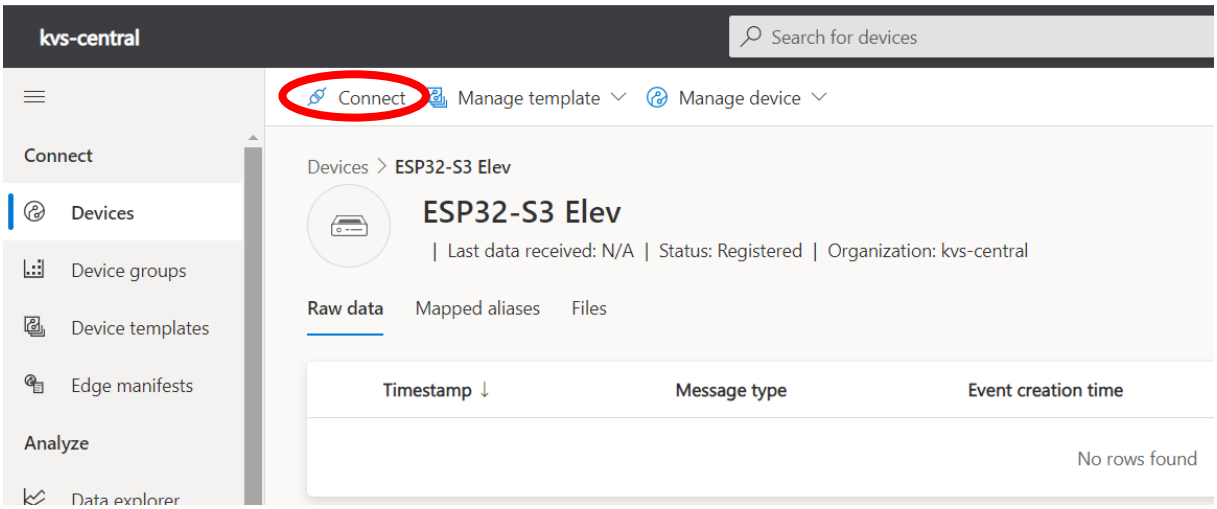
Trykk «Create»

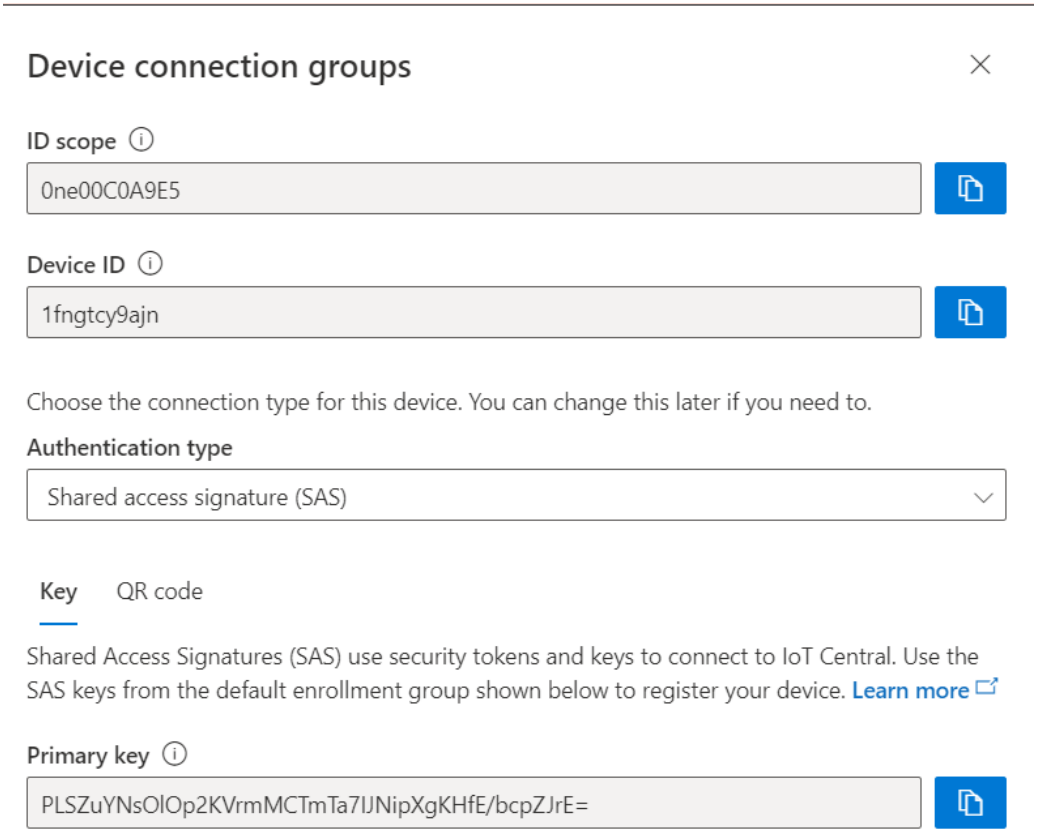
13.2 Finn tilkoblingsnøkler for device

Velg ditt device i listen



Trykk «Connect» for å få frem nøkler til koden din





Kopier «ID scope», «Device ID» og «Primary key» til settings.toml på mikrokontrolleren.

```
# Azure IoT Central private nøkler
IOT_CENTRAL_IDSCOPE = "0ne00C0A9E5"
IOT_CENTRAL_DEVICEID = "1fngtcy9ajn"
IOT_CENTRAL_PRIMARYKEY = "PLSZuYNsOlOp2KVrmMCTmTa7IJNipXgKHfE/bcpZJrE="
```

13.3 Koble ESP32-S3 til IoT Central

Nå skal vi koble kortet opp mot Azure IoT Central.

Hent kode fra Vedlegg her.

Bibliotek du trenger for å kjøre kode mot Azure Iot Central. Noen har du allerede om du har kjørt Adafruit IO.

Adafruit_azureiot

Adafruit_logging.mpy

Adafruit_binascii.mpy

13.4 Initiering av IoT Central

```
17 # IoT Central
18 import json
19 from adafruit_azureiot import IoTCentralDevice
20 from adafruit_azureiot.iot_mqtt import IoTResponse
```

```
96  # sett opp Azure
97  esp = None
98  idscope = os.getenv("IOT_CENTRAL_IDSCOPE")
99  devid   = os.getenv("IOT_CENTRAL_DEVICEID")
100 primkey = os.getenv("IOT_CENTRAL_PRIMARYKEY")
101
102 az_device = IoTCentralDevice(pool, esp, idscope, devid, primkey)
103
104 print("Connecting to Azure IoT Central...")
105 az_device.connect()
106 print("Connected to Azure IoT Central!")
```

Linje 98-100: henter nøklene fra settings.toml

13.5 Hovedprogram IoT Central

Man bør sette opp et intervall for hvor ofte en sender data til Azure. Gratis versjonen som vi bruker, har en begrensning på 8000 meldinger pr dag totalt.

I koden har jeg satt den til 100s, mens jeg tester. Kanskje den kan stå på 500s etter hvert.

Hvert 10 sekund oppdateres temperatur og fuktighet på skjermen.

Hvert 100 sekund sendes data til Azure og klokken viser når data er sendt.

```
# Hovedprogram
AZURE_OPPDATER = 100 # hvor ofte oppdatere Azure
TFT_OPPDATER = 10 # hvor ofte oppdatere TFT display
azure_clock = 100  # loopteller initiert til 100 for å oppdatere Azure ved oppstart

while True:
    try:
        if azure_clock % TFT_OPPDATER == 0:
            # oppdater display
            temp = float(aht20.temperature)
            humid = float(aht20.relative_humidity)
            print(f"AHT20 - Temperature: {temp:.1f} C")
            print(f"AHT20 - Humidity: {humid:.1f} %")
            temp_text.text = f"Temperatur: {temp:.1f} C"
            humid_text.text = f"Fuktighet: {humid:.1f} %"

        if azure_clock >= AZURE_OPPDATER:
            # send melding til Azure
            message = {"Temperature": aht20.temperature, "Humidity": aht20.relative_humidity}
            az_device.send_telemetry(json.dumps(message))
            tid = rtc.RTC().datetime
            time_text.text= f"Data Sendt: {tid[3]:02d}:{tid[4]:02d} {tid[2]:02d}/{tid[1]:02d}/{tid[0]:02d}"
            azure_clock = 1
        else:
            azure_clock += 1
    except Exception as e:
        print(f"Klarer ikke sende data til AZURE. Error:{e}  - kort restarter om 30s")
        time.sleep(30)
        microcontroller.reset()

    time.sleep(1)
    print(f"{azure_clock=}")
```

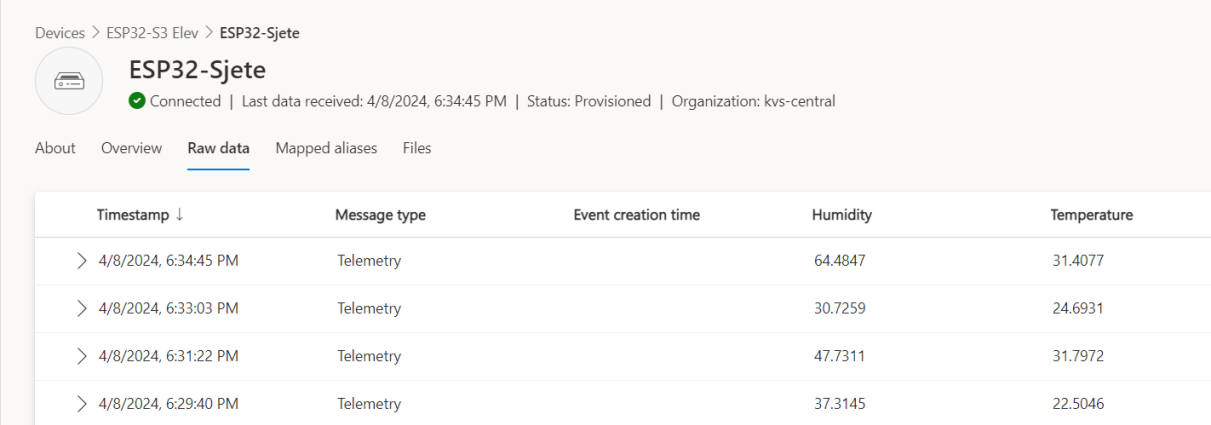
13.6 Presentere data på IoT Central

Følgende må være på plass:

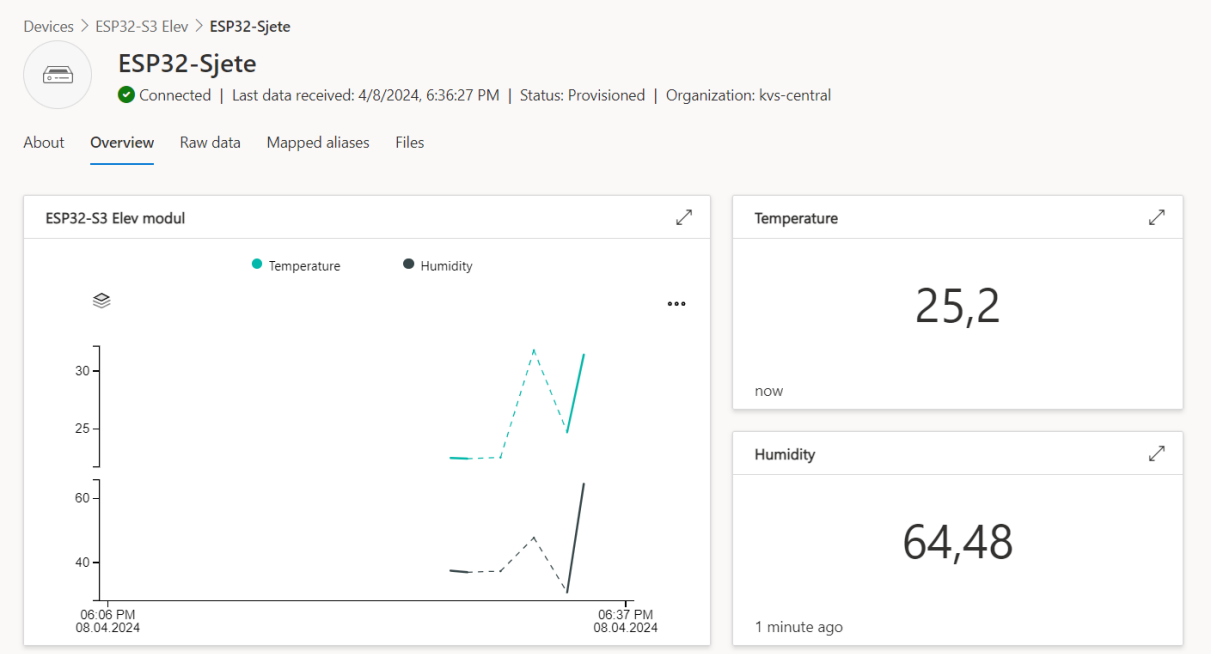
- Tilkoblingsnøkler er lagt inn i sw koden på device.
- Koden kjører på device og terminal vindu sier «Connected to Azure IoT Central!»

Gå tilbake til browser vindu for IoT Central og refresh siden.

Kortet ditt er nå tilkoblet og data fra device er mottas

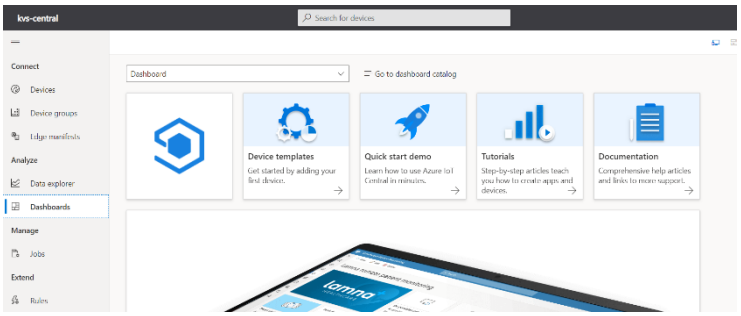


Velg Overview for å se default dashboard for ditt kort



13.7 Lag eget dashboard

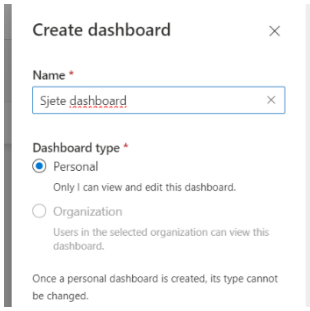
Velg «Dashboard» og «Go to dashboard catalog» og lag ditt eget

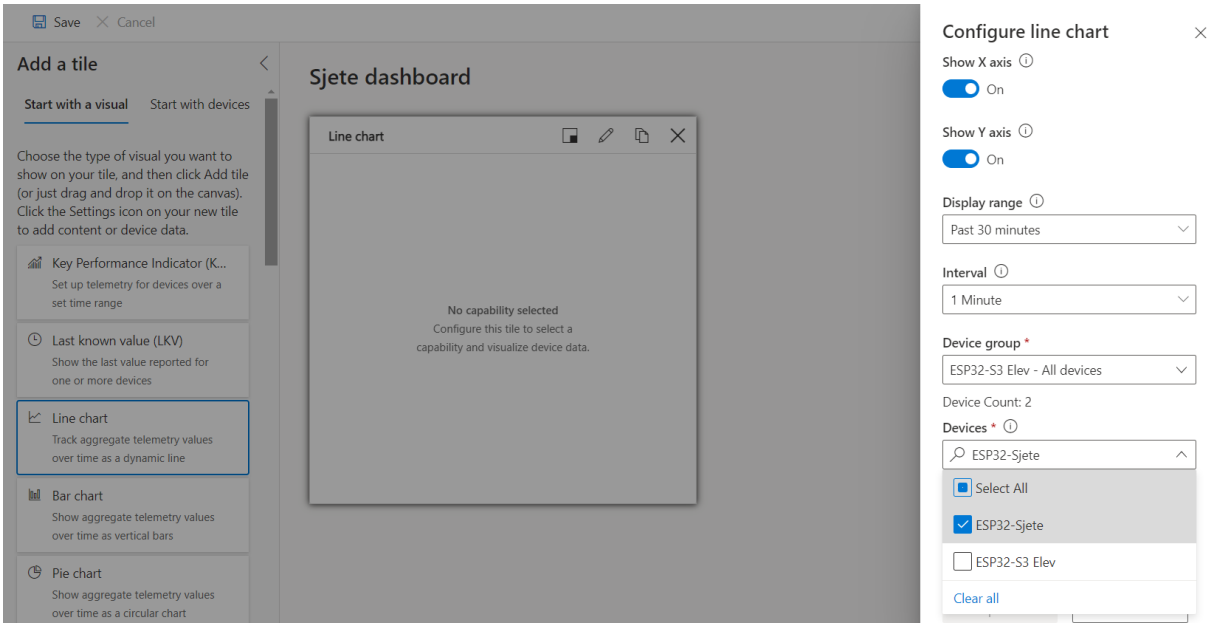


Velg +NEW for å lage et personlig dashboard

Velg gjenkjennbart navn

Velg Edit dashboard for å bygge innhold





Her kan du bygge opp ditt eget dashboard.

Velg «Device Group» ESP32-S3 Elev og velg ditt eget Device i listen.

Legg til telemetry data ved å trykke «+Capability».

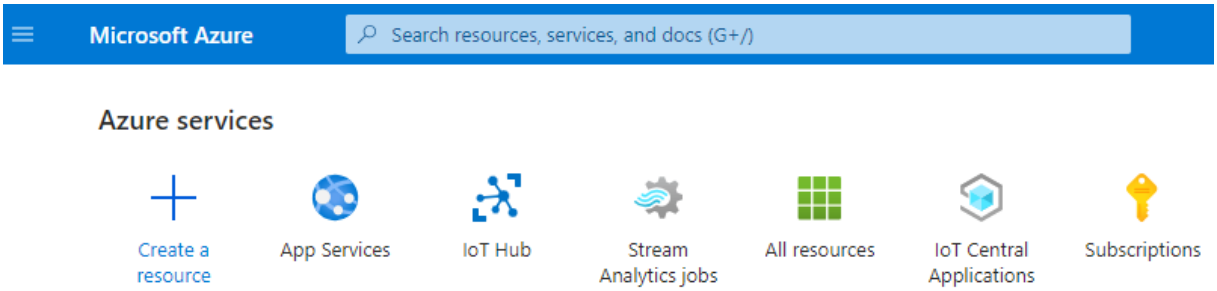
Velg Update og Save når du er ferdig

Eksperimenter med ulike innstillinger slik at du får det som du vil.

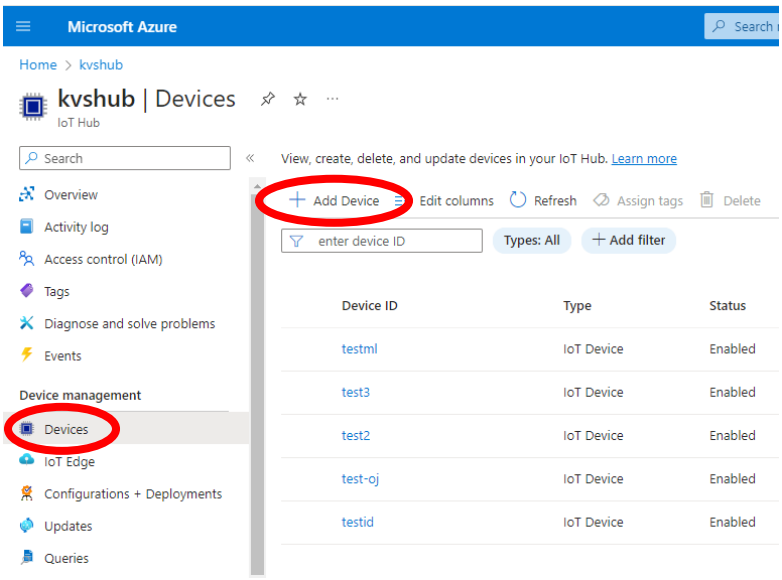
14 Azure IoT Hub

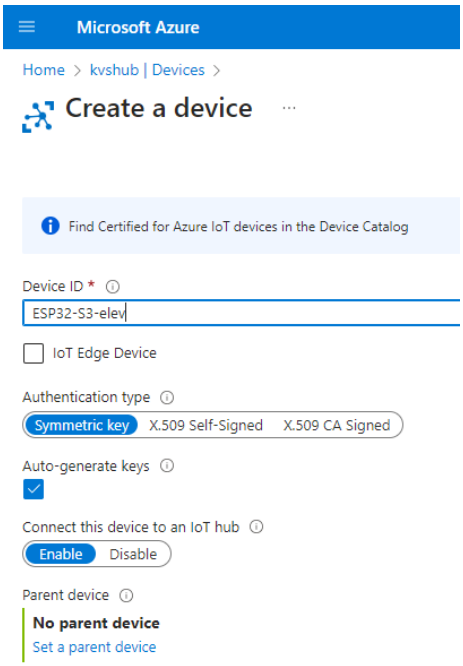
14.1 Lag ny device på Azure Iot Hub

Logg på din Azure konto. Velg IoT Hub og gå inn på kvshub.



Velg Devices i menyen til venstre og velg «+ Add Device»



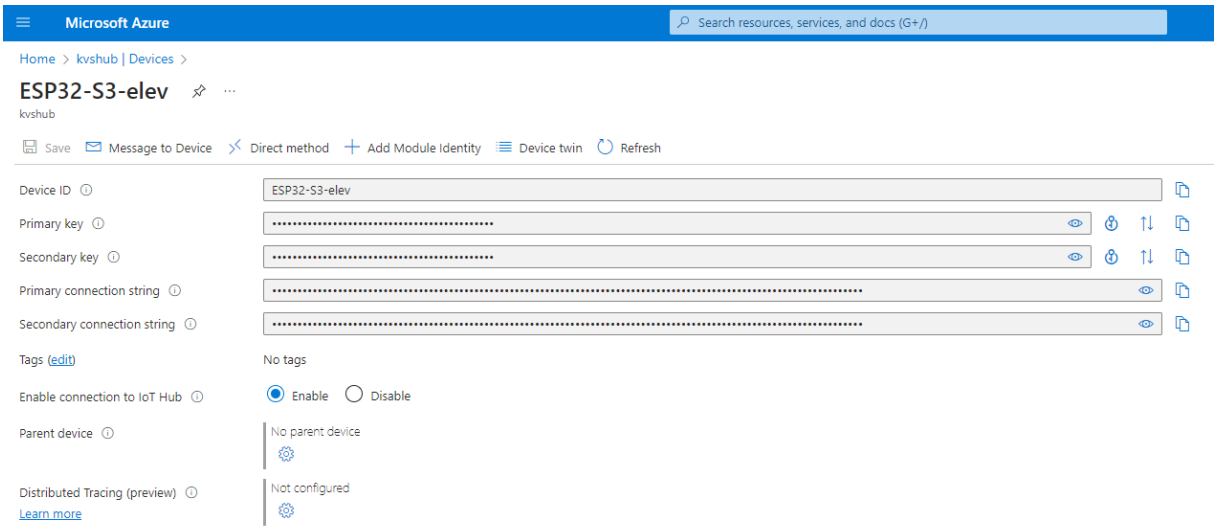


Skriv inn en Device ID og velg «Save»

14.2 Finn tilkoblingsnøkkel til IoT Hub Device

Velg din Device i listen, her ESP32-S3-elev

Nå får du opp nøkler du trenger i koden din for å koble til IoT Hub



Kopier «Device ID» og «Primary Connection String» til settings.toml filen din

```
13
14  IOT_HUB_DEVICEID = "ESP32-S3-elev"
15  IOT_HUB_PRIMARY_CONNECTION_STRING = "HostName=kvshub.azure
16
```

14.3 Koble ESP32-S3 til IoT Hub

Nå skal vi koble kortet opp mot Azure IoT Hub.

Hent kode fra Vedlegg her.

Bibliotek du trenger for å kjøre kode mot Azure Iot Hub. Noen har du allerede om du har kjørt Adafruit IO eller IoT Central.

Adafruit_azureiot

Adafruit_logging.mpy

Adafruit_binascii.mpy

```
18 # IoT Hub
19 import json
20 from adafruit_azureiot import IoTHubDevice
```

```
94
95 # sett opp Azure IoT Hub
96 esp = None
97 primkey = os.getenv("IOT_HUB_PRIMARY_CONNECTION_STRING")
98
99 az_device = IoTHubDevice(pool, esp, primkey)
100
101 print("Connecting to Azure IoT Hub...")
102 az_device.connect()
103 print("Connected to Azure IoT Hub!")
104
```

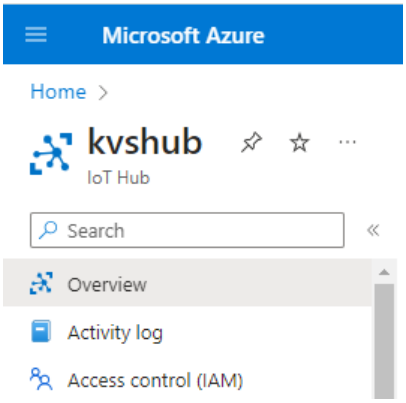
I loopen i hovedprogrammet legger du inn sending av melding til IoT Hub med et passende intervall. Det er kun navnet på funksjonen som sender til IoT Hub som ar annerledes enn IoT Central

```
if azure_clock >= AZURE_OPPDATER:
    # send melding til Azure
    message = {"Temperature": aht20.temperature, "Humidity": aht20.relative_humidity}
    az_device.send_device_to_cloud_message(json.dumps(message))
```

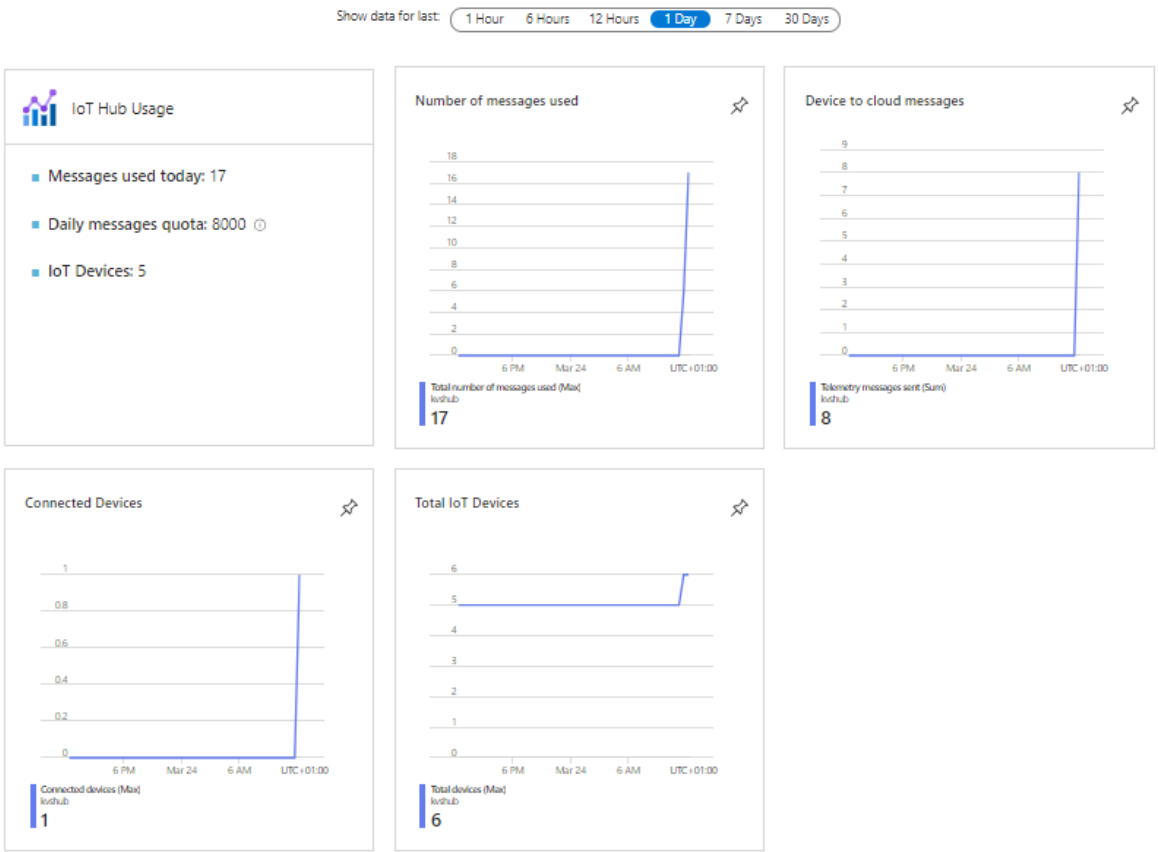
Resten av koden finner du under IoT Central kapittel.

14.4 Azure IoT Hub data visning

Velg Overview for å se status på IoT Hub



Du kan ikke se selva data, men en oversikt



For å vise data må det settes opp andre tjenester

15 MQTT broker på Mosquitto server

Nå skal det settes opp egen server som broker. Dette er beskrevet i IT-kompendiet.

Her kommer hva som må på plass i koden på ESP32-S3.

Ta utgangspunkt i koden som kjørte på Adafruit IO.

Følgende mqtt bibliotek importeres – IO bibliotekene kan fjernes fra koden:

```
12 # mqtt
13 import ssl
14 import adafruit_minimqtt.adafruit_minimqtt as MQTT
15 import json
```

I settings.toml legger du inn broker adressen din

```
20 # Mosquitto oppsett - Bruk data fra din egen server
21 MOSQ_BROKER_IP_ADDR = "172.23.0.112"
22 MOSQ_USERNAME = "iotadmin"
23 MOSQ_PASSWORD = "iotadmin"
```

MQTT klienten settes opp slik:

```
105 mosq_broker_adr = os.getenv("MOSQ_BROKER_IP_ADDR")
106 mosq_username   = os.getenv("MOSQ_USERNAME")
107 mosq_password   = os.getenv("MOSQ_PASSWORD")
108 mosq_topic      = "test/sensor"
109
110 # Initialize a new MQTT Client object
111 mqtt_client = MQTT.MQTT(
112     broker  = mosq_broker_adr,
113     username= mosq_username,
114     password= mosq_password,
115     socket_pool=pool,
116     port=1883,
117     is_ssl=False,
118 )
```

Pr nå blir ikke username og passord brukt da broker er satt opp med åpen tilgang. Men dersom den blir satt opp med credentials kan det gjøres på denne måten.

Koble til server med

```
121     print("Kobler til Mosquitto IO...")
122     mqtt_client.connect()
```

Dette kan gjøres inne i en try-except om du ønsker feilmelding om pålogging mislykkes

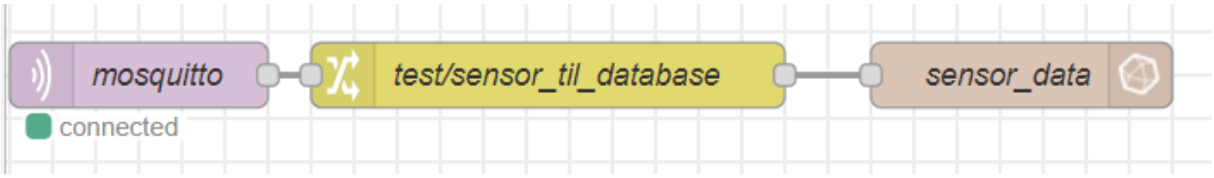
```
120 try:
121     print("Kobler til Mosquitto IO...")
122     mqtt_client.connect()
123 except Exception as e:
124     print("MQTT connection failed:", e)
125     # print feilen til skjermen og fortsett
126 else:
127     print("Koblet til Mosquitto IO...")
```

Når du er tilkoblet Mosquitto server oppdateres data ved at temperatur og fuktighets verdiene slås sammen og sendes som json

I hovedprogrammet hentes inn temperatur og fuktighet og sendes til Mosquitto

```
151     # oppdater Mosquitto server
152     sensor_data = json.dumps({"temperature":temp, "humidity":humid})
153     mqtt_client.publish(mosq_topic, sensor_data)
154     print("Sendt temperatur og fuktighet to Mosquitto")
```

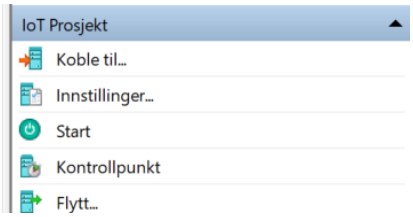
Åpne Node-RED i Portainer og verifiser at EWSP32-S3 er tilkoblet



Følg oppsett i IOT-stack Kompendium for å sende data til database og presentere disse.

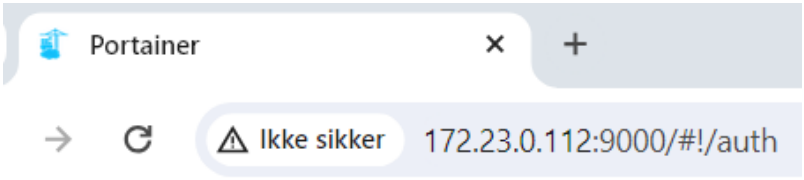
15.1 Oppstart av ESP32-S3 og MING-stack

1. Både ESP32-S3 og PC/Server må tilkobles samme nett; IoT-Eksamen_EL3. Pass på at PC ikke er tilkoblet kablet nett samtidig
2. Start opp ESP32-S3 kortet. Pass på at den kommer opp på nett.
3. Start opp virtuell server:
4. velg Koble til når server har startet opp

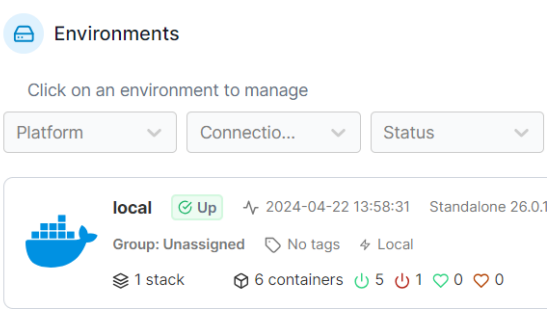


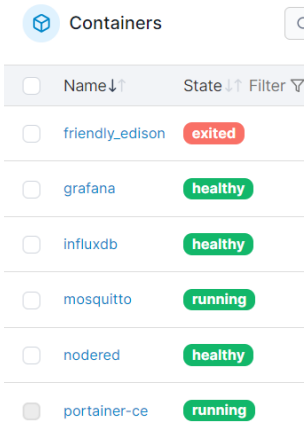
5. Logg på iotprosjekt:
   bruker=iotadmin
   passord=iotadmin
6. Legg merke til IP adressen til serveren din –
   Her 172.23.0.112

7. Start opp Protainer på port 9000.

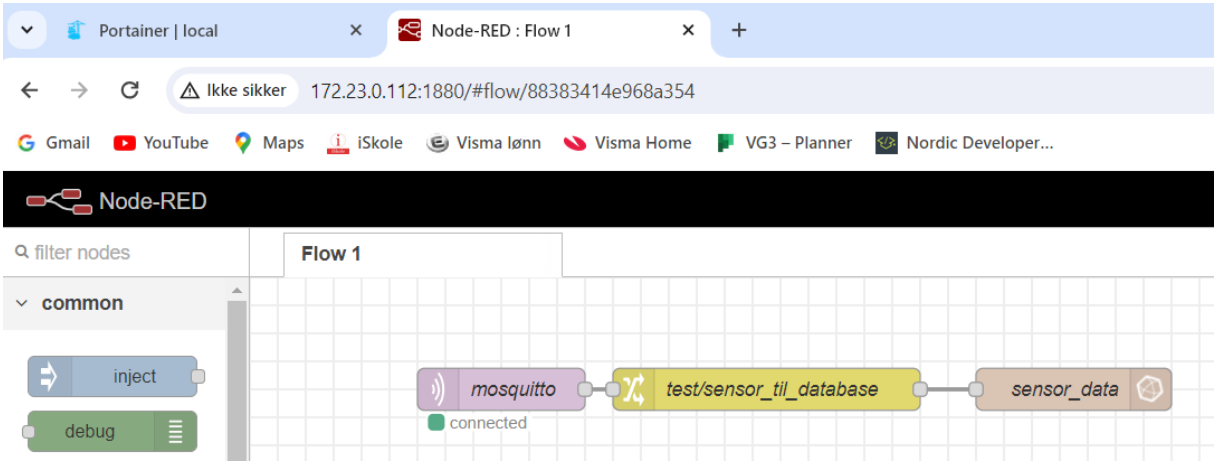


8. Trykk på hvalen for å se at hele MING stack er oppe og kjører

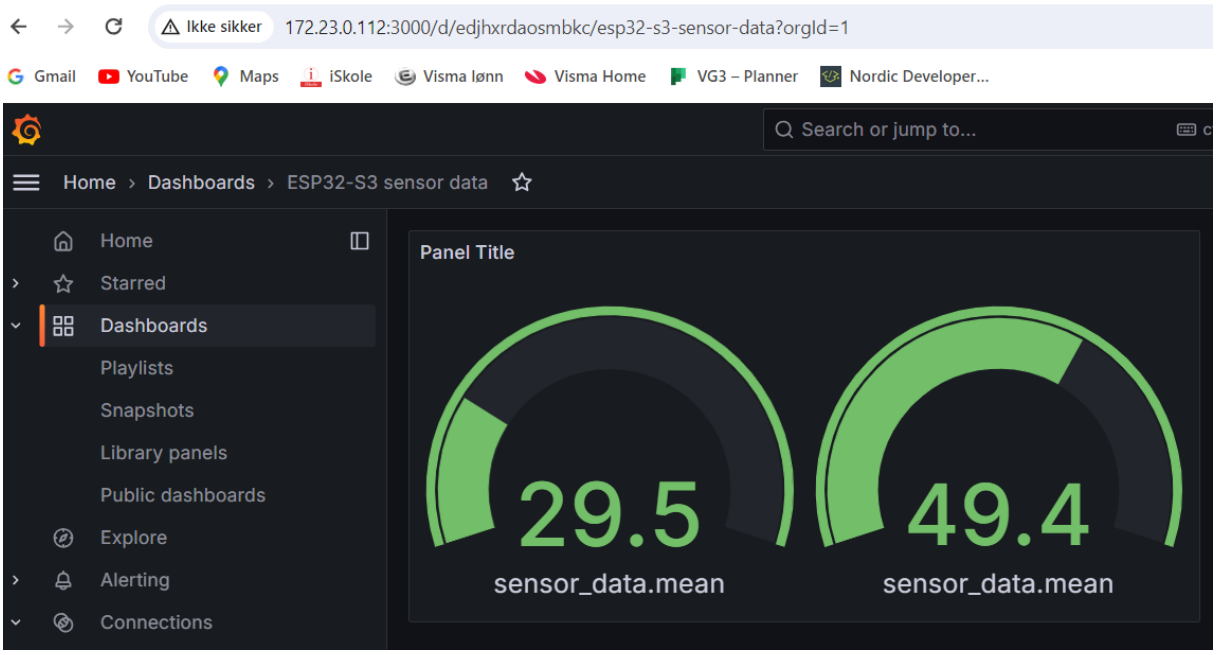




9. Start Node-RED på port 1880 – se at status på Mosquitto er Connected



10. Koble til Grafana på port 3000. Velg dashboard fra listen



16 Batterimonitor

ESP32-S3 har en egen batterimonitor for måling av strøm på et tilkoblet LIPO batteri.

Les om denne her og prøv å få det til

17 OTA – Over The Air opplasting av kode

Kan vi få dette til på ESP32-S3?

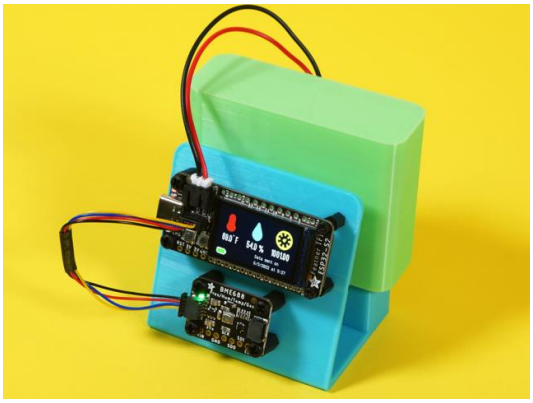
18 Vedlegg

18.1 Basis kode for wifi, aht20, neopixel for CP9

wifi aht20 neopixel cp9 tekstfil.txt

18.2 3d printing av holder for ESP32-S3, aht20 og batteri

Dersom du har lyst å prøve deg på å lage en holder for kortet ditt kan du følge linken her



18.3 Følg Adafruits guider

Adafruit har laget gode guider for kortene sine.

Følg linken under for å hente mer informasjon og for eksempler på hvordan du bruker funksjoner på kortet.

Adafruit ESP32-S3 TFT Feather

18.4 Håndtering av multiple SSID

Her er eksempel på hvordan man kan lage kode som har en tabell med wifi credentials slik at du kan flytte mellom ulike WiFi nett uten å endre koden.

Koden bruker en passordfil istedenfor settings.toml.

18.4.1 *Passordfil*

Det er anbefalt å lage en fil som inneholder private data adskilt fra koden din. Det er fordi da kan du dele koden din eller laste den opp på GitHub uten at dine data kommer på avveie.

I tidligere versjoner kalte Adafruit eksempel filen for secrets.py og i CP9 er den kalt settings.toml. Denne filen ligger tom på CIRCUITPY driven din.

```
# Eksempel på passordfil.py
# Passord nedenfor er ikke riktige
# Kan lagres på root eller lib katalog på HW

io_konto = {
    'timezone' : 'Europe/Oslo',
    'mqtt_broker_adr' : 'io.adafruit.com',
    'kvs_broker_adr' : '95.141.91.228',
    'aio_username' : 'minAIO-bruker',
    'aio_key' : 'aio_CJKPgzslh0',
    'iot_central_idscope' : '0ne00',
    'iot_central_deviceid' : 'min-esp32s3',
    'iot_central_primarykey' : '+XxEd9jqRmveUVDthc=',
    'iot_hub_deviceid' : 'mintest',
    'iot_hub_primarykey' : 'HostName=kvshub=',
    }

wifi_passord = {
    'IoT-Eksamen'      : 'k0bletil',
    'IoT-Eksamen-EL3A' : 'k0bletil',
    'Krokeide_VGS'     : 'Krokeide2014',
    }

def find_ssid_and_password(ssid_list):
    ssid_pw = []
    for x in wifi_passord:
        if x in ssid_list:
            ssid_pw.append(x)
            ssid_pw.append(wifi_passord[x])
            break
    return ssid_pw
```

18.4.2 Wifi_passord

Denne tabellen inneholder en tabell av type Dictionaries i Python. Det vil si at tabellen inneholder en liste av KEY – VALUE par.

Både KEY og VALUE er her en tekst og de er adskilt med «:»

Par skilles med «,»

Eks

SSID = IoT-Eksamen

Passord = k0bletil

```
'IoT-Eksamen'       : 'k0bletil',
```

Legg til SSID og passords for de wifi sonene du vil bruke kortet

18.4.3 find_ssid_and_password()

Funksjonen find_ssid_and_password() får inn en liste over tilgjengelige SSID og går gjennom wifi_passord tabellen for å finne tilhørende passord og returnerer dette.

Dette gjør at du slipper å endre i koden når du bytter wifi nett.

For å bruke denne må du lagre alle tilgjengelige SSIS og det gjør du når du skanner for tilgjengelige nett i programmet ditt.

Så kaller du på denne måten:

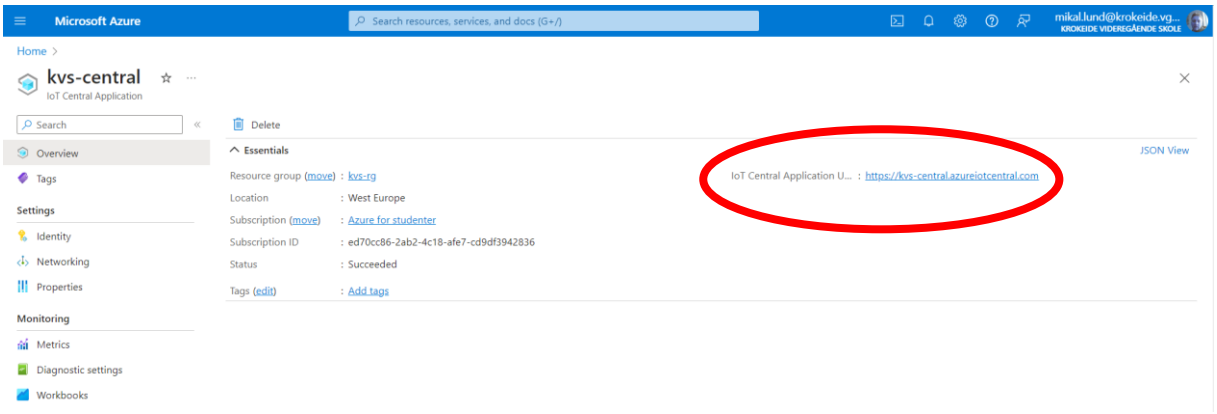
```
# finn ssid og passord fra liste i passordfil
wifi_cred = pwd.find_ssid_and_password(avail_ssid)
if wifi_cred:
    try:
        print(f"Kobler til nettverk {wifi_cred[0]}")
        wifi.radio.connect(wifi_cred[0], wifi_cred[1])
        print(f"Koblet til {wifi_cred[0]}")
    except Exception as e:
        print("Failed to connect to WiFi. Error:", e, "\nBoard will hard reset in 30 seconds.")
        time.sleep(30)
        microcontroller.reset()
```

18.4.4 Io_konto

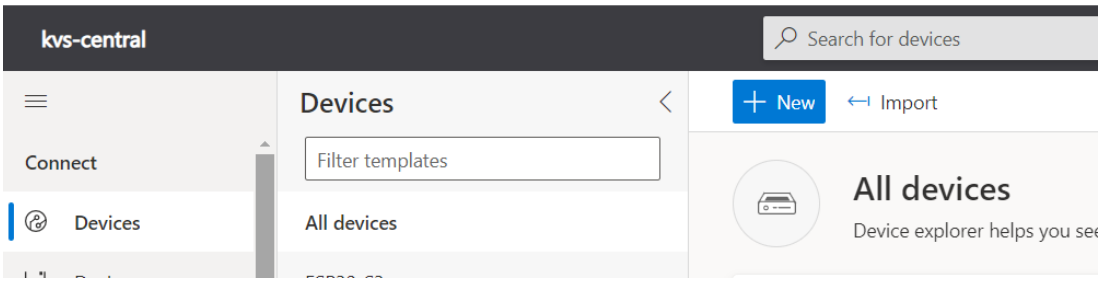
Denne tabellen inneholder dine private kontodetaljer til Adafruit IO og Azure som du ikke vil dele med andre. Her kan du også legge inn adressen til din egen mqtt broker.

19 Logg på Azure for lærer-bruker

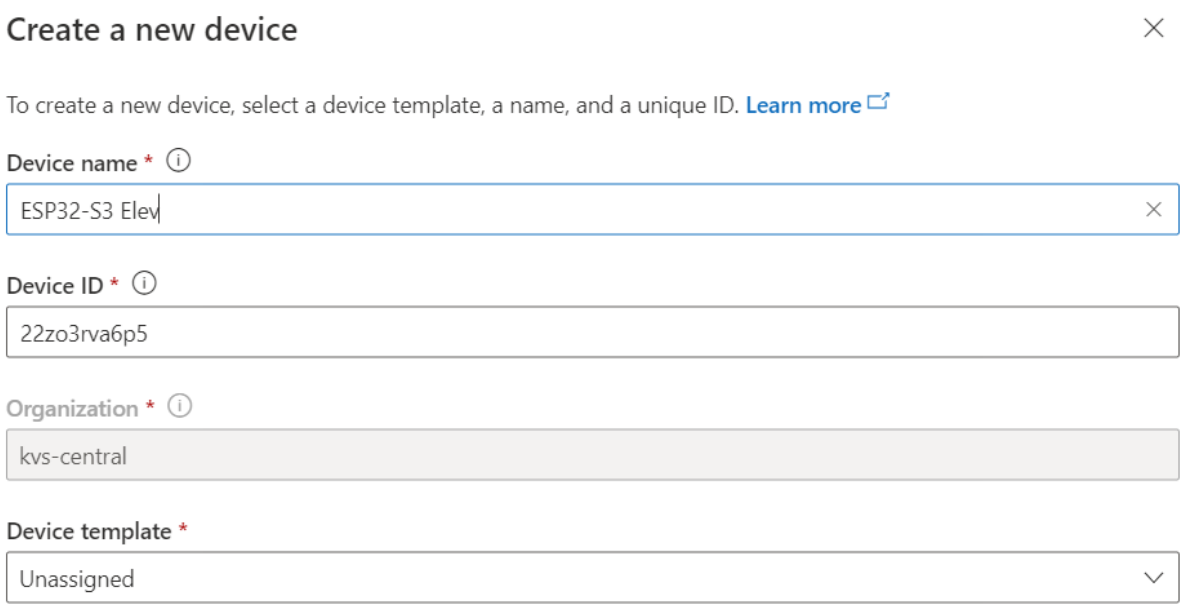
Logg på din Azure konto. Velg IoT Central og gå inn på kvs-central. Åpne konfigurasjonsiden ved å gå til liken merket av under.

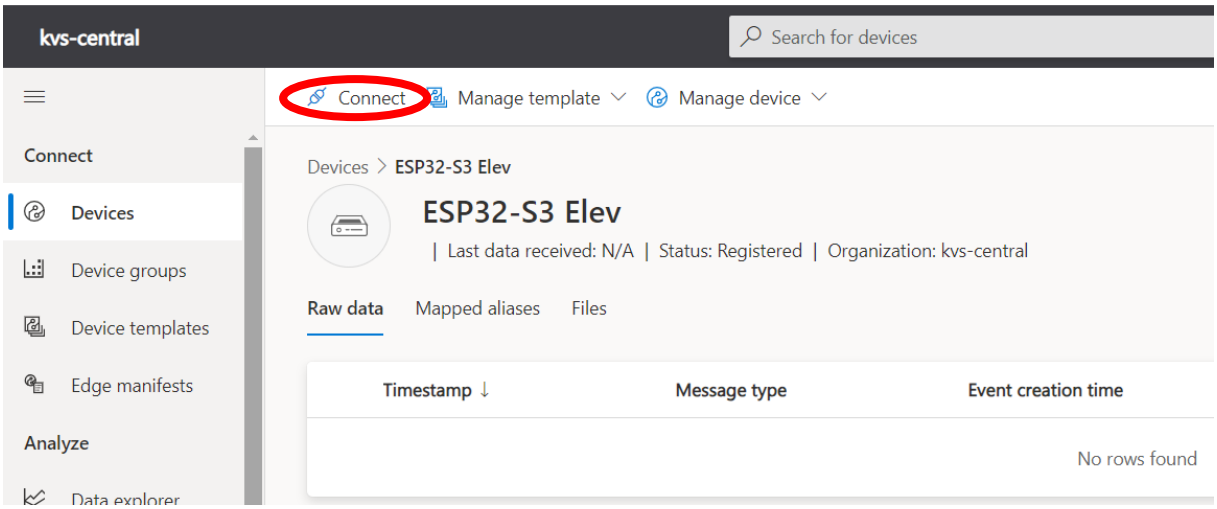


Velg +NEW

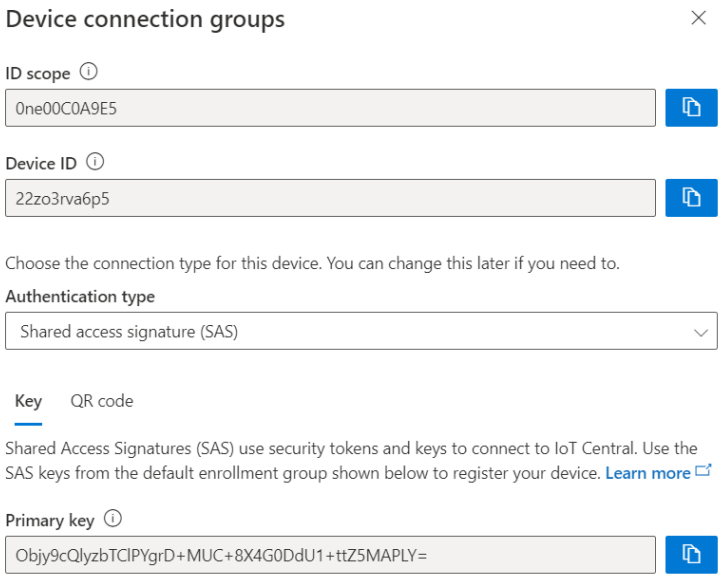


Skriv inn et unikt navn og create





Velg «Connect» for å få opp nøkler til kortet ditt

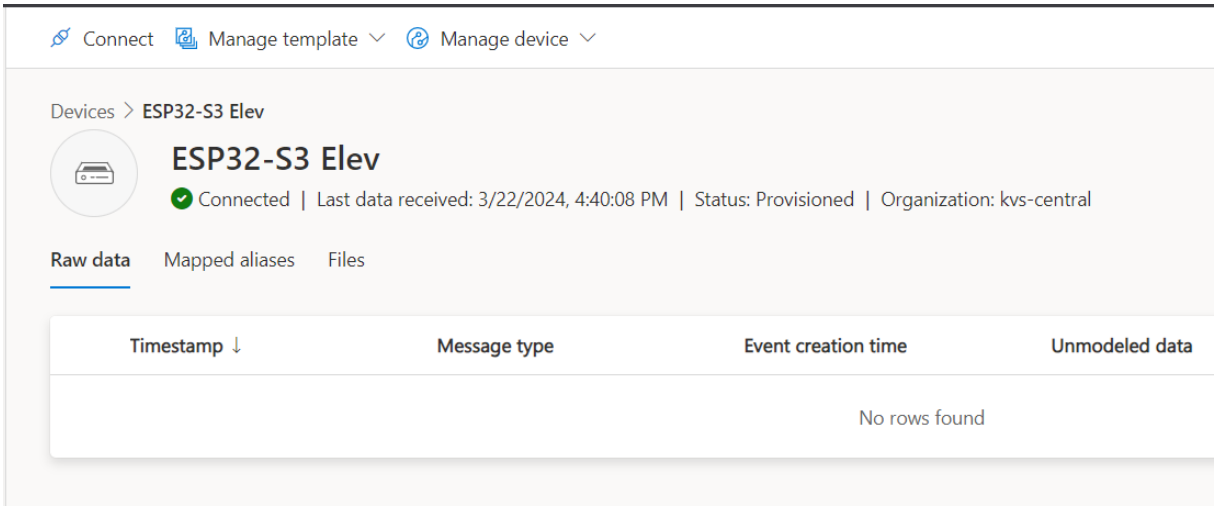


Kopier disse til din settings.toml på denne måten

```
# Azure IoT Central private nøkler
IOT_CENTRAL_IDSCOPE = "0ne00C0A9E5"
IOT_CENTRAL_DEVICEID = "22zo3rva6p5"
IOT_CENTRAL_PRIMARYKEY = "Objy9cQlyzbTClPYgrD+MUC+8X4G0DdU1+ttZ5MAPLY="
```

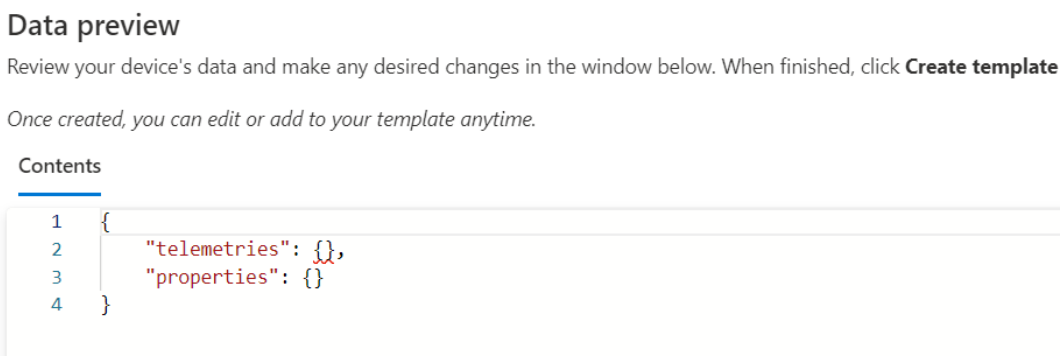
19.1 Presentere data på IoT Central

Vi ser av bildet at kortet er koblet til Azure, men ingen data vises



For å sette opp visning av data velger vi Manage template og Auto-Create Template

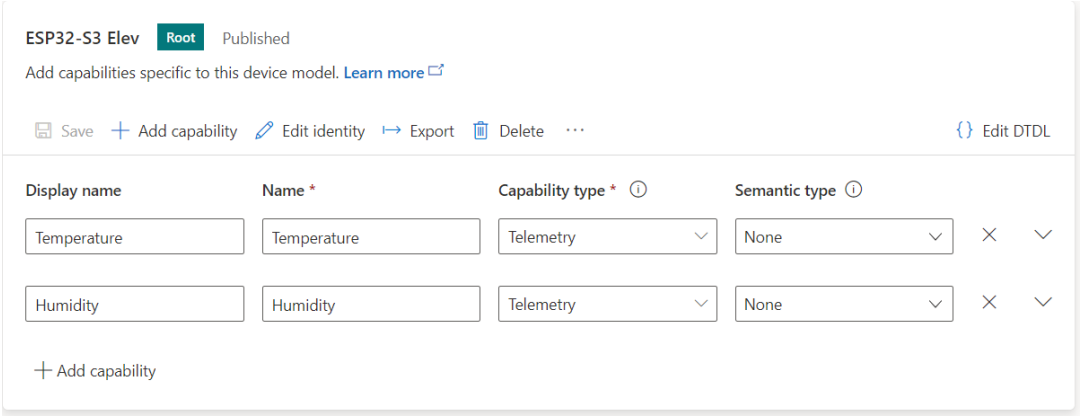
Data som vi sender opp kalles for telemetry. Legg til begge to og vis hvilken verditype som forventes



Her er

Sett opp Contents slik: «telemetries»: { «Temperature» : 20, «Humidity» : 50 }

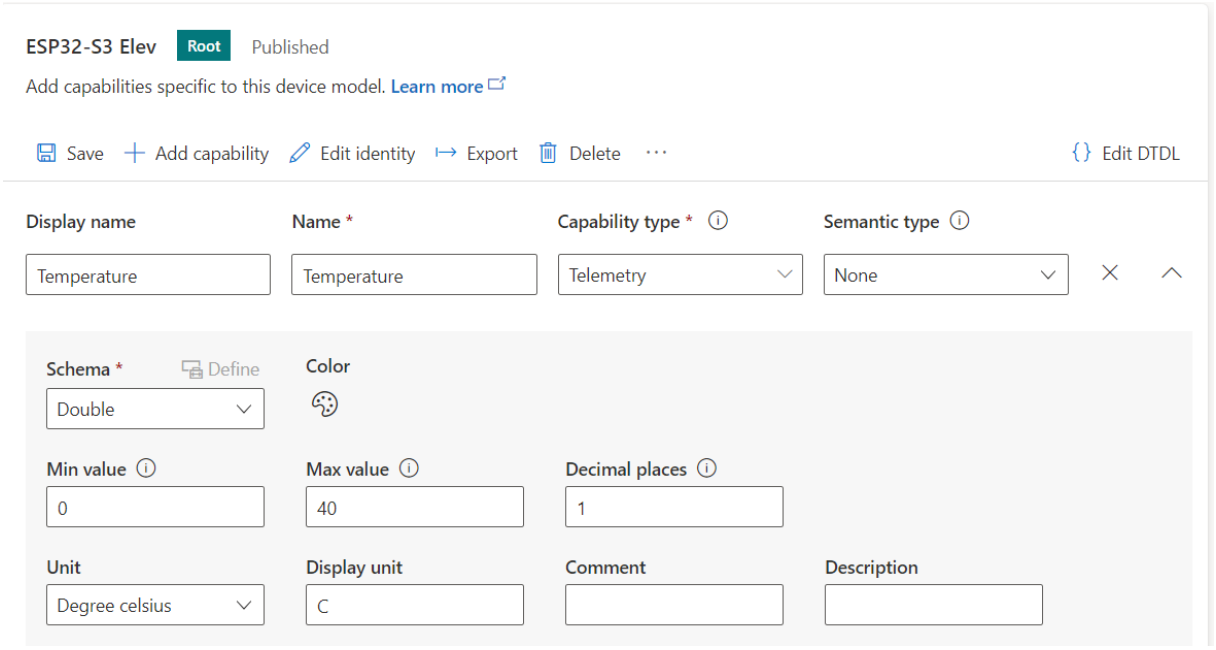
Template generert for telemetry data: Temperature og Humidity



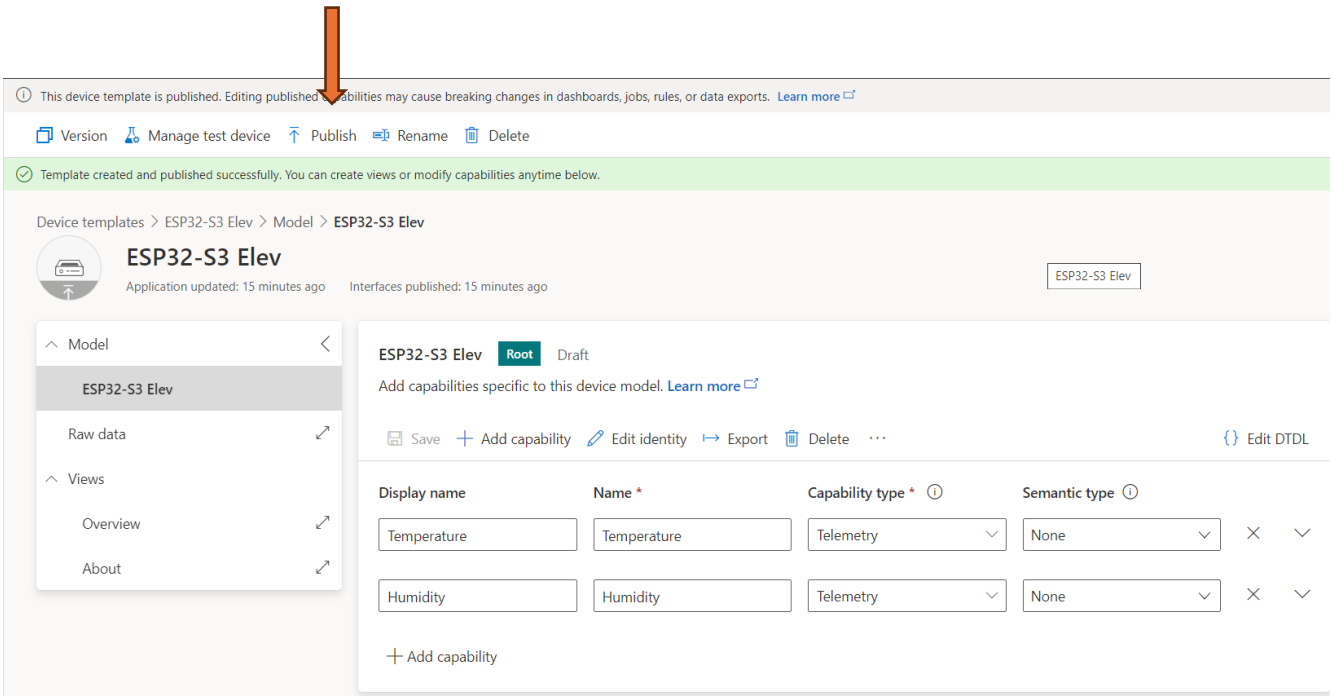
Trykk på hake lengst til høyre på temperatur linjen.

Her kan du fylle inn mer informasjon til visningen din.

Velg Save når du er ferdig



Nå blir status til Draft – så velg Publish og Publish igjen



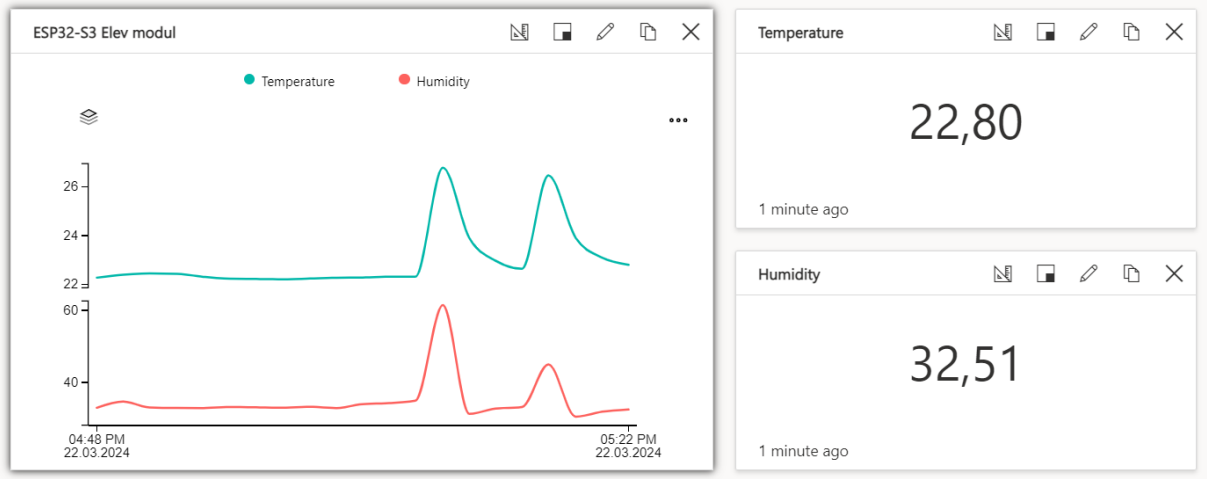
Velg Raw data for å se alle meldingen som er kommet inn

Her er eksempel på Raw data

Timestamp ↓	Message type	Event creation time	Humidity	Temperature
3/22/2024, 5:30:57 PM	Telemetry		33.0608	22.6446
3/22/2024, 5:29:15 PM	Telemetry		32.4265	22.623
3/22/2024, 5:27:33 PM	Telemetry		32.6798	22.6612
3/22/2024, 5:25:51 PM	Telemetry		32.6881	22.6671
3/22/2024, 5:24:10 PM	Telemetry		32.6014	22.6648
3/22/2024, 5:22:28 PM	Telemetry		32.5103	22.8046

Velg Views – Overview for å se data grafisk

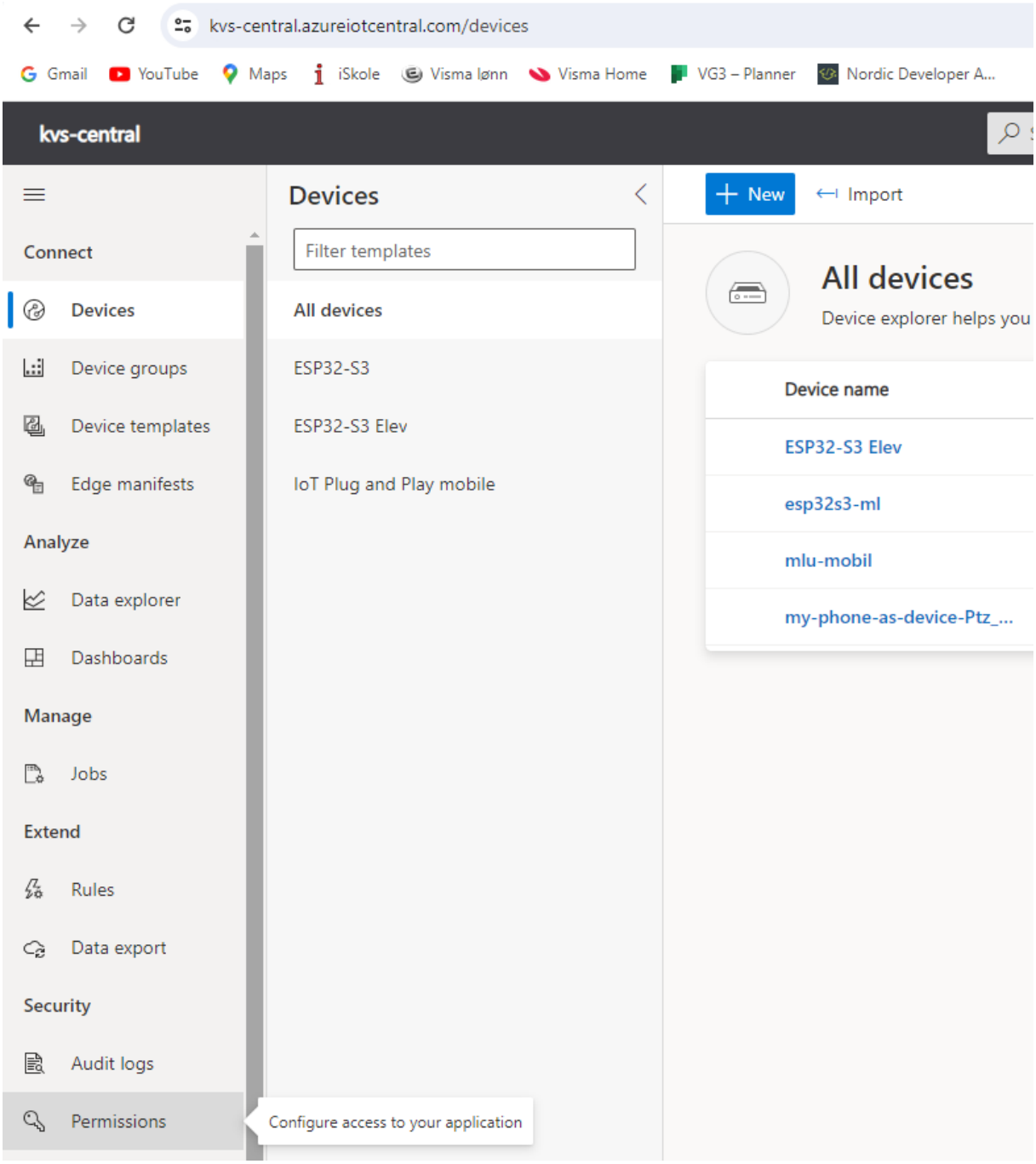
Det er mange muligheter for å konfigurere visning av data og her er et eksempel.



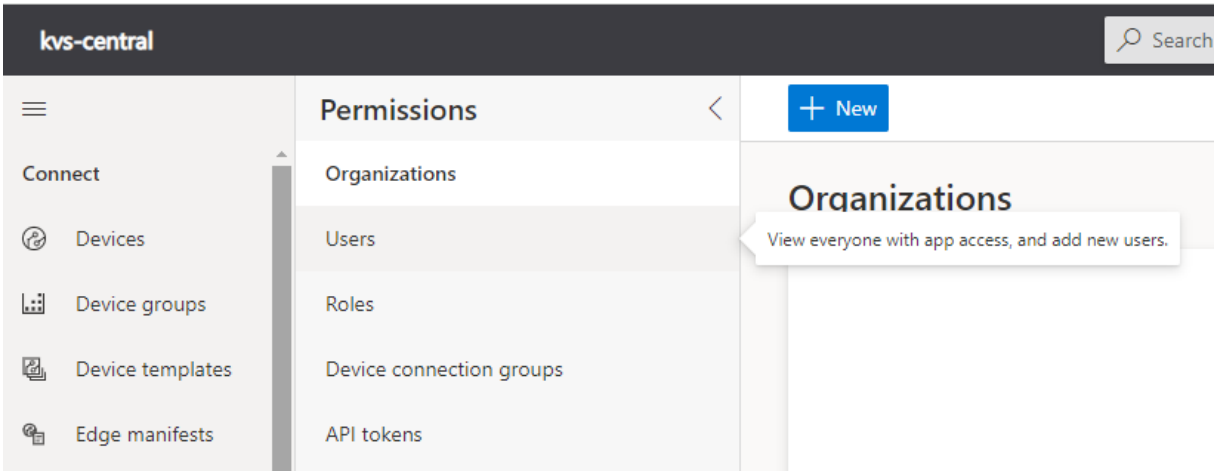
20 Legg til Elevgruppe i kvs-central

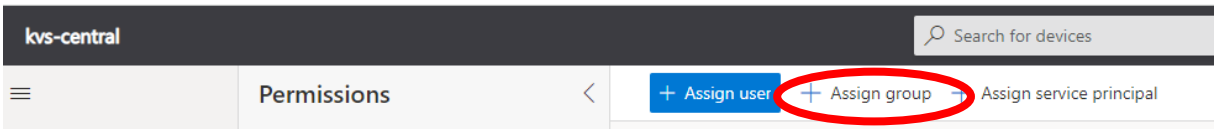
Lærere har rolle som «App Administrator» og/eller «App Builder» og kan da gi elever tilgang som «App Operator». Da kan elevene lage sitt eget device og presentere data for denne.

For administrering av brukere gå inn på kvs-central.



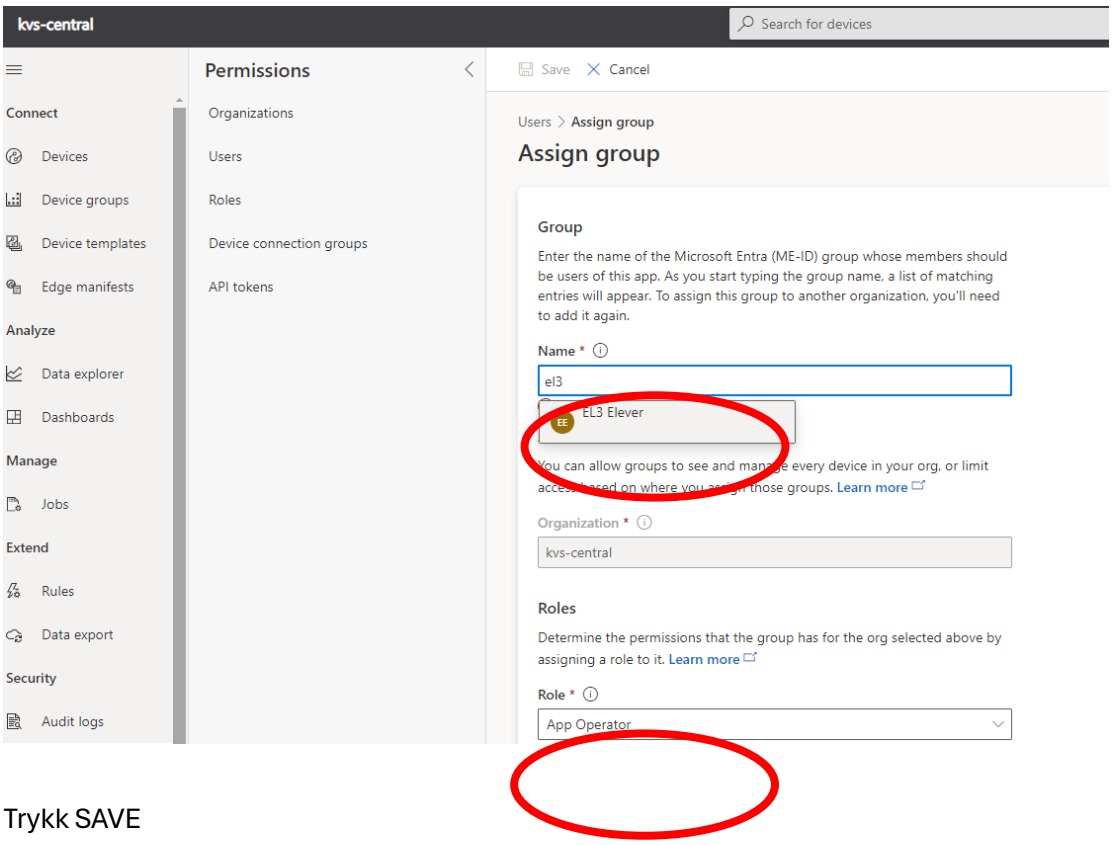
Velg Permissions og Users





Velg «Assign group» og velg gruppen: «EL3 Elever»

Gi elevgruppen rollen: APP Operator



Trykk SAVE