# Portfolio

# IWSN

Jesse van Gool & Noah van Ommen

29 Maart 2021

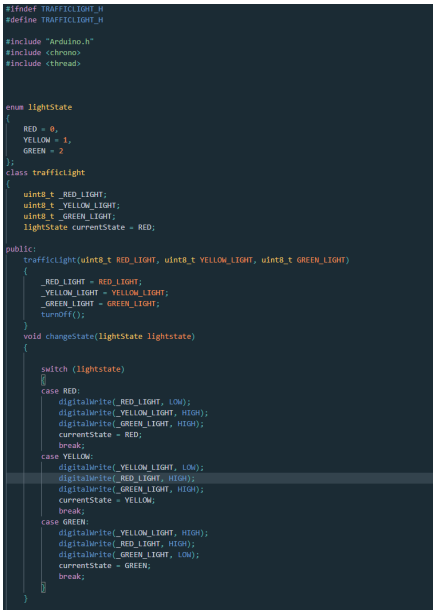
# Inleiding

In dit document zullen de leerervaringen en opdrachten van IWSN te vinden zijn. Het is mogelijk dat niet alle opdrachten compleet zijn ivm tijdsdruk en hardware afwezigheid.

# Week 1

In week 1 zijn we bezig geweest met het opzetten van een stoplicht, door middel van een Arduino. De code die hiervoor is geschreven is als volgt:

```ino
#include <Arduino.h>
#include "trafficLight.h"
trafficLight* lightOne;
trafficLight* lightTwo;


void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  lightOne = new trafficLight(D1,D2,D3);
  lightTwo = new trafficLight(D0,D5,D6);
  pinMode(D1, OUTPUT); // RED
  pinMode(D2, OUTPUT); // YELLOW
  pinMode(D3, OUTPUT); // GREEN

  pinMode(D0,OUTPUT); //RED
  pinMode(D5,OUTPUT); //YELLOW
  pinMode(D6,OUTPUT); //GREEN

  pinMode(D7, INPUT_PULLUP); // Button
  pinMode(D4, INPUT_PULLUP); // Button

  // Switch off the leds
  lightOne->turnOff();
  lightTwo->turnOff();
  lightOne->changeState(RED);
  lightTwo->changeState(RED);

  // Initialize the serial communication
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if ( digitalRead(D7) == LOW ) {
    lightOne->goToGreen(lightTwo);
  }
  if(digitalRead(D4) == LOW) {
    lightTwo->goToGreen(lightOne);
  }

}
```



```ino
#ifndef TRAFFICLIGHT_H
#define TRAFFICLIGHT_H

#include "Arduino.h"
#include <chrono>
#include <thread>



enum lightState
{
    RED = 0,
    YELLOW = 1,
    GREEN = 2
};
class trafficLight
{
    uint8_t _RED_LIGHT;
    uint8_t _YELLOW_LIGHT;
    uint8_t _GREEN_LIGHT;
    lightState currentState = RED;

public:
    trafficLight(uint8_t RED_LIGHT, uint8_t YELLOW_LIGHT, uint8_t GREEN_LIGHT)
    {
        _RED_LIGHT = RED_LIGHT;
        _YELLOW_LIGHT = YELLOW_LIGHT;
        _GREEN_LIGHT = GREEN_LIGHT;
        turnOff();
    }
    void changeState(lightState lightstate)
    {

        switch (lightstate)
        {
        case RED:
            digitalWrite(_RED_LIGHT, LOW);
            digitalWrite(_YELLOW_LIGHT, HIGH);
            digitalWrite(_GREEN_LIGHT, HIGH);
            currentState = RED;
            break;
        case YELLOW:
            digitalWrite(_YELLOW_LIGHT, LOW);
            digitalWrite(_RED_LIGHT, HIGH);
            digitalWrite(_GREEN_LIGHT, HIGH);
            currentState = YELLOW;
            break;
        case GREEN:
            digitalWrite(_YELLOW_LIGHT, HIGH);
            digitalWrite(_RED_LIGHT, HIGH);
            digitalWrite(_GREEN_LIGHT, LOW);
            currentState = GREEN;
            break;
        }
    }
```

```ino
    void goToGreen(trafficLight* otherLight)
    {
        Serial.println("THIS LIGHT: " + currentState);
        Serial.println("OTHER LIGHT: " + otherLight->currentState);
        if(currentState == RED)
        {
            if(otherLight->currentState == GREEN)
            {
                otherLight->goToRed();
            }
        }
        changeState(GREEN);
    }

    void goToRed()
    {
        if(currentState == GREEN)
        {
            Serial.println("GOING TO RED: " + currentState);
            delay(1000);
            changeState(YELLOW);
            Serial.println("GOING TO RED: " + currentState);
            delay(5000);
            changeState(RED);
            Serial.println("GOING TO RED: " + currentState);
        }
    }
    void turnOn()
    {

        digitalWrite(_RED_LIGHT, LOW);
        digitalWrite(_YELLOW_LIGHT, LOW);
        digitalWrite(_GREEN_LIGHT, LOW);
    }

    void turnOff()
    {
        digitalWrite(_RED_LIGHT, HIGH);
        digitalWrite(_YELLOW_LIGHT, HIGH);
        digitalWrite(_GREEN_LIGHT, HIGH);
    }
};

#endif TRAFFICLIGHT_H
```

Het belangrijkste deel van de code is in de trafficLight.h gezet. Hierin zijn methodes opgezet om op een systematische manier de lampen van groen naar rood te zetten of andersom. Door middel van op een knop te drukken werden deze methodes aangeroepen waarna ze switchen van state.

# Week 2

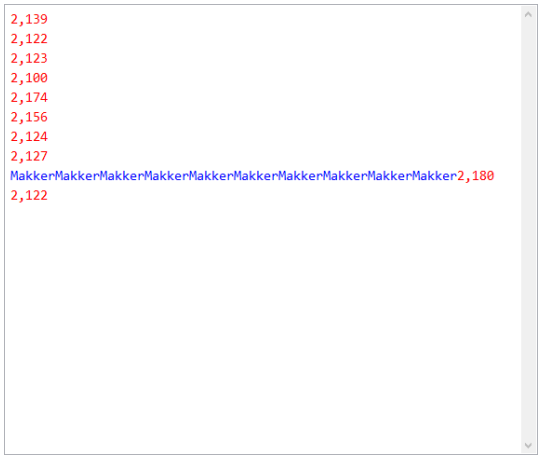
In week 2 is gekeken naar het opstellen van een simpele frontend waarop de mqtt messages weergegeven zouden worden, hierbij hebben wij vooral gekeken naar het ontvangen van mqtt messages in de frontend applicatie aangezien het versturen vrij simpel is. Zoals in onderstaande screenshot is te zien, wordt eerst de mqttClient geconnect door middel van de broker gedefinieerd in de config. Hierna wordt er een callback gedaan naar de connect, zodra de client connected is subscribed deze naar verschillende topics. Zodra hier een message binnenkomt wordt geparsed en toegevoegd aan de log of de states, waarna deze wordt weergegeven op de frontend, door middel van een callback in de html.

```
const wemos   = require('./wemos');

const mqttClient = mqtt.connect(config.mqtt.broker);

var Module = module.exports;
Module.publishEvent = publishEvent;

mqttClient.on('connect', () => {
    console.log('Connected to MQTT!');

    mqttClient.subscribe("iwsn-wemos-monkey", function (err) {
        if (err) {
          console.log("MQTT Error: " + err.message);
        }
    });

    mqttClient.subscribe("iwsn-wemos-event-monkey", function (err) {
        if (err) {
            console.log("MQTT Error: " + err.message);
        }
    });
});

mqttClient.on('close', () => {
    console.log("MQTT client disconnected");
});

mqttClient.on('error', () => {
    console.log('mqtt error ' + config.mqtt.broker );
});

mqttClient.on('message', function (topic, message) {
    message = JSON.parse(message.toString());
    topic   = topic.toString();

    if ( topic == "iwsn-wemos-monkey" && message.looptiming ) {
        wemos.addLog(topic, message);
    }

    if ( topic == "iwsn-wemos-monkey" && message.state ) {
        wemos.addState(topic, message);
    }
});

function publishEvent(event) {
    mqttClient.publish("iwsn-wemos-event-monkey", JSON.stringify({event: event}));
}
```

# Week 3

Deze week hebben we de Xbee opgezet en de omgeving hiervan. Je hebt hiervoor 2 Xbees nodig, deze zetten dan een P2P connectie op. Hierbij is een Xbee de router en de andere de coördinator. Hier hebben we de 64-bits adressen gebruikt van elk van de nodes (source en destination). In een Zigbee netwerk wordt voor de controller ook het (destination)adres 0 gebruikt. De controller kan aan alle andere nodes bericht sturen door een broadcast met (destination)adres 0xFFFF. Hierna was het de bedoeling dat dit werd toegepast op 3 nodes, een controller en twee routers. Verder was het de bedoeling om deze twee routers aan te sluiten op een arduino met ene Xbeeshield. Deze gingen vervolgens een programma draaien waarbij steeds een letter verstuurd werd.

Hieronder is een voorbeeld waarbij de Xbees zijn geconfigureerd om berichten naar elkaar te sturen. Hierbij is er een controller en een router, op de Xbeeshield module runned hier code die getallen genereert. Ook hebben we gekeken wat de “send packet” functie binnen XCTU door een send sequence te maken die 10 keer “Makker” stuurde.



## Week 4

Voor week 4 is geen huiswerk te vinden op blackboard. In deze week zijn Jesse en Noah begonnen met het maken van het mini project. Dit proces is hieronder beschreven.

# EMON MINI PROJECT

Gedurende een periode van 5 weken is door Noah en Jesse geprobeerd om de slimme meter bij Jesse thuis uit te lezen, hier is een beschrijving van het proces.

## Week 1

In week 1 heeft Jesse de benodigde hardware opgehaald en thuis gesoldeerd waarna hij heeft getest of dat de hardware functioneel was. Al snel kwam hij erachter dat de hardware defect was en kon hiervoor geen vervanging krijgen ivm het lage aantal setjes. Om toch te kijken wat we konden doen hebben we samen naar de opdrachten gekeken die aan het emon project verbonden zaten. We kwamen al redelijk snel tot de conclusie dat er geen lichtdiode was meegegeven en het al snel lastig werd om ook daadwerkelijk het knipperende lampje uit te lezen. We hebben daarna toch ervoor gekozen om de slimme meter via de kabel af te lezen in overleg.

## Week 2

In deze week heeft Noah geprobeerd om een nieuw setje te halen en dit was succesvol. Jammer genoeg was het setje vergeten bij Breda Robotics waarna een van onze medestudenten deze mee naar huis had genomen. Hierdoor konden we pas in week 3 weer verder met het project. We hebben deze week wel al research gedaan naar andere onderdelen van het project, en zijn begonnen met de uitwerking hiervan. Met name het front-end en back-end gedeelte van het project. We hebben een begin gemaakt aan een webpagina die de resultaten van de meter uitdrukt en deze laat zien aan de bezoeker van de website. Ook hebben we wat werk gedaan aan het database gedeelte van het project.

## Week 3

Deze week hebben Jesse en Noah samen het setje gesoldeerd. Na de aangeleverde code te hebben geupload kwamen we er snel achter dat er iets mis was met het bordje of de code. Gedurende de rest van de dag hebben we proberen uit te sluiten wat er mis ging maar we hebben niks kunnen vinden, alle hardware aansluitingen waren correct en er was geen kortsluiting te vinden bij de doorgekraste traces. We zijn daarna ook begonnen met het proberen van kleine stukjes code, en kregen na een tijdje wel sommige dingen werkend op het plaatje, wat al hoopvol was.

## Week 4

In deze laatste week hebben Noah en Jesse weer beide gekeken wat er fout kon zijn, ook heeft Jesse de hulp ingeschakeld van Maurice maar die kon ik niks vinden op de hardware, er is wel een aanrading geweest om zelf software te schrijven om te kijken wat er fout was. Na dit te doen hebben wij niks kunnen constateren, alles lijkt goed te werken maar de data wordt niet verzonden naar mqtt. Zelf vinden wij het ook heel moeilijk om te zien wat er precies fout gaat in de code aangezien we niet kunnen debuggen en Serial.println() werkt ook niet meer na dat we de serial interface switchen.

## Week 5

Dit is de week van de oplevering, op maandag hebben Jesse en Noah samen gekeken of dat ze de slimme meter nog uit konden lezen, na een samenvoeging te hebben gemaakt van de code van Diederich en eigen gemaakte code hebben we nog steeds geen oplossing gevonden, we hebben kunnen detecteren dat de uitlees methode wel bereikt wordt maar dat de data niet naar mqtt wordt verstuurd en we weten niet waarom. In de avond is Jesse nog alleen doorgegaan. Rond 9 uur kreeg hij berichten vanuit de arduino. Hierna heeft hij nog verder gewerkt aan het opstellen van een mqtt client in C#. De dag hierna zijn Jesse en Noah weer samengekomen om de frontend te maken. Jammer genoeg is er geen tijd meer geweest om een XBee opstelling te maken.

# EMON Opdrachten

## Stap 1

### Opdracht 1

Bedenk, ontwerp en maak een elektrische interface om de door jou uitgekozen energie meter uit te lezen. Verstandig is om in een ‘test omgeving’ (een knipperende led kun je makkelijk simuleren) het ontwerp te testen. Bespreek de schakeling met de begeleidende docent. Beschrijf je ontwerp in maximaal één A4 met als bijlage het elektrische schema en meetresultaten. In de bijlage is een schakeling gegeven die werkt op energiemeters met een knipperende led inclusief meetresultaten.

Voor opdracht 1 is het printplaatje vanuit school gebruikt

### Opdracht 2

Interface de schakeling op een echte energiemeter (thuis) en verifieer dat de schakeling werkt. Verzamel bewijsvoering door het doen van metingen (wellicht moet de scoop een avondje mee naar huis). Wees ervan overtuigd dat de data afkomstig van de interface van kwalitatief hoog niveau is (zonder ruis, zonder valse triggers enz. Zie ook de problemen in het forum op tweakers.net).

Werking van de schakeling zal te zien zijn gedurende de demonstratie.

## Stap 2

### Opdracht 1

Wat is de betekenis van de signalen die je hebt gevangen? Beschrijf in een ‘formule/procedure’ hoe je de (tijd tussen twee) gevangen pulsjes omzet naar ‘energie’ met als eenheid [kWh]. Bij een smart meter beschrijf je het protocol. Beschrijf ook de ‘formule/procedure’ waarmee je het momentele verbruikte energie kunt berekenen met als eenheid [W].

Bij de smartmeter kwamen we er al snel achter dat alle data een eigen code heeft. Door middel van deze codes hebben we de data kunnen filteren.

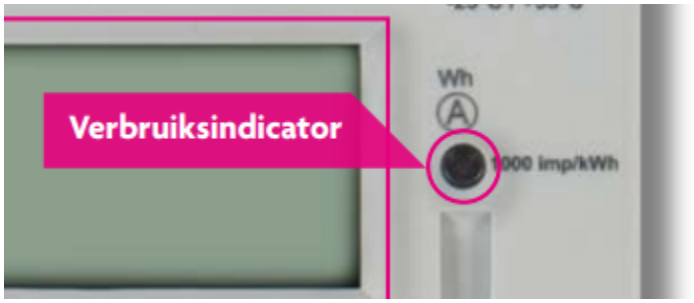
| | | |
|---|---|---|
| Waterkoker van 2000W die gedurende 4 minuten aanstaat | 1000 imp/kWh (afgelezen op de meter) | Elke 1.8 sec een 'puls' of 'rond gedraaid' |
| | Momenteel verbruikt vermogen = 2000W | Opgenomen energie = 0.133 kWh. Dit kost circa 0.03€. |

Beantwoord de volgende vragen:

- Wat kost een gemiddelde router aan energie per jaar in Euro's?
- Welke aannames maak je?
- Bespaar je veel geld door een NAS elke dag maar enkele uren aan te zetten? (Een NAS van het merk Synology heeft voor deze functie een speciale scheduler).

Wij hebben beide een Ziggo Connectbox. Hierdoor kunnen we zeggen dat wij beide 30W per uur verbruiken, dit getal is berekend door 12V * 2.5A te doen. Als we uit willen rekenen wat wij op jaarbasis verbruiken kunnen we de volgende formule gebruiken: $\frac{(30 \cdot 24 \cdot 365)}{1000} \cdot 0.20$. Hierbij nemen we 20 cent als kosten per kWh, hierdoor komen we tot een bedrag van 52.56 euro per jaar. Bij een van ons staat thuis een NAS, deze NAS heeft een stroomverbruik rondt de 10W. Als we dit voor een jaar willen uitrekenen kunnen we dezelfde formule als hierboven gebruiken. Door dit te doen komen we op een bedrag van 17.52 euro, als het systeem de hele dag aan staat. Indien we een scheduler instellen en hiervan acht uur wegnemen neemt dit bedrag af tot 11.68 euro, indien het systeem dan 0W verbruikt.

Gelukkig hebben we de documentatie van de slimme meter bij de hand, hiermee kunnen we het gebruik per knipper gewoon opzoeken hierin. Op de slimme meter zelf staat dat per 1000 knippersignalen er een kWh is verbruikt.



## Opdracht 2

Maak een keuze voor een database (op basis van welke criteria?) en implementeer de database. Geef antwoord op de volgende vragen:

- Is het mogelijk de database te bevragen (query's) voor het maken van grafieken (historische data). Bijvoorbeeld voor 'het verbruik van afgelopen 3 dagen in een 10 minuten interval' of 'de gemaakte kosten gedurende afgelopen maand per dag'. In een later stadium gaan we met een web applicatie en/of een mobile applicatie de database bevragen. Houd er rekening mee dat sommige query's heel lang kunnen duren! Hoe zou je dit kunnen oplossen?
- Is de databases geschikt om resultaten van andere locaties te vergelijken met lokale gegevens? Voor besparing van energie is het wenselijk het eigen verbruik te spiegelen aan dat van anderen. Beschrijf het ontwerp en beantwoord de vragen in maximaal één A4. Geef ook enkele query's met bijbehorende resultaten. Plot resultaten in Excel en verifieer de gemeten data.

Om een database op te stellen zullen we C# gebruiken samen met verschillende frameworks. Deze frameworks zijn Mediatr, Entity Framework en Swagger. Door middel van deze frameworks kunnen wij een code-first database opstellen. Indien wij hierna onze modellen aanpassen kunnen we de database ook gemakkelijk updaten.

## Opdracht 3

Voor het transport van de data naar de server is een IoT geschikt protocol noodzakelijk. Let op: in eerste instantie moet de worden gepubliceerd op de broker van het SendLab. Pas daarna is de keuze voor een geschikt IoT protocol vrij. Beantwoord de volgende vragen:

- Wordt de data bewerkt voordat deze wordt verzonden? Is er sprake van 'data naar informatie' transformatie?
- Kun je een uitspraak doen over de integriteit van de data/informatie die uiteindelijk wordt opgeslagen.

## Stap 3

### Opdracht 1

Ontwerp op basis van Zigbee sensoren voor bijvoorbeeld temperatuur, luchtdruk, luchtvochtigheid, CO2 en/of daglicht. Combineer deze met de informatie wat betreft energieverbruik. Wat is hierbij het gestelde doel? Beschrijf de ontwerpen en motiveer de gemaakte keuzes. Geef ook aan waar de gemeten grootheden worden opgeslagen. Maak van het systeem een architectuurdiagram.

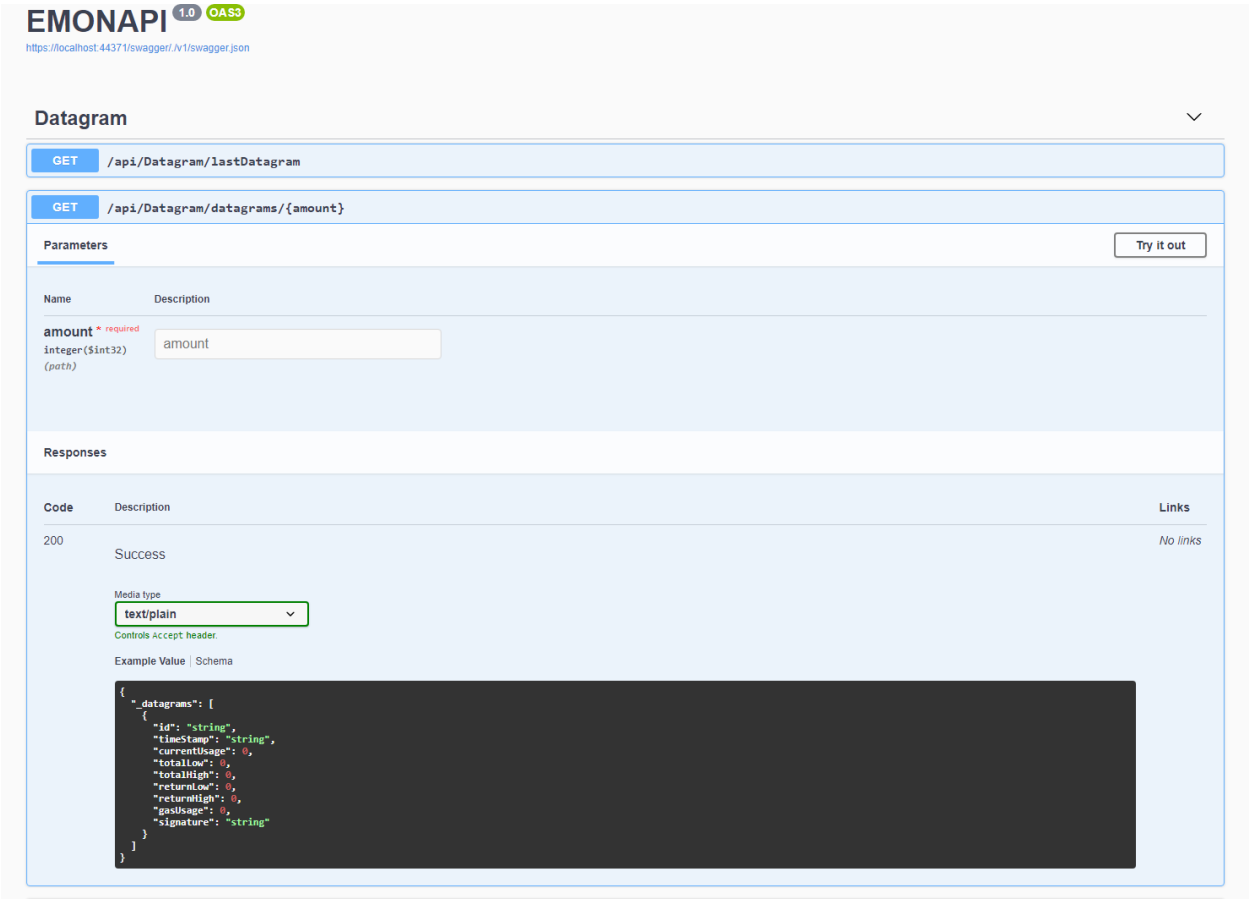
Deze opdracht is in verband met tijd limitaties niet gedaan.

## Stap 4

### Opdracht 1

Ontwerp een service om de informatie uit de database te ontsluiten. De service moet een zinvolle interface hebben. Ook moet de service toegangscontrole hebben met behulp van web-tokens. Documenteer ontworpen service met bijvoorbeeld Swagger. Geef aan wat de gebruiker kan verwachten en wat het resultaat is. Geef hierbij telkens een voorbeeld. Is de gemaakte service flexibel om straks een frontend en/of mobile app te bedienen?

Deze service zal gerealiseerd worden door middel van EntityFramework en Mediatr zoals eerder is beschreven. Swagger is gebruikt om de API de visualiseren.



## Stap 5

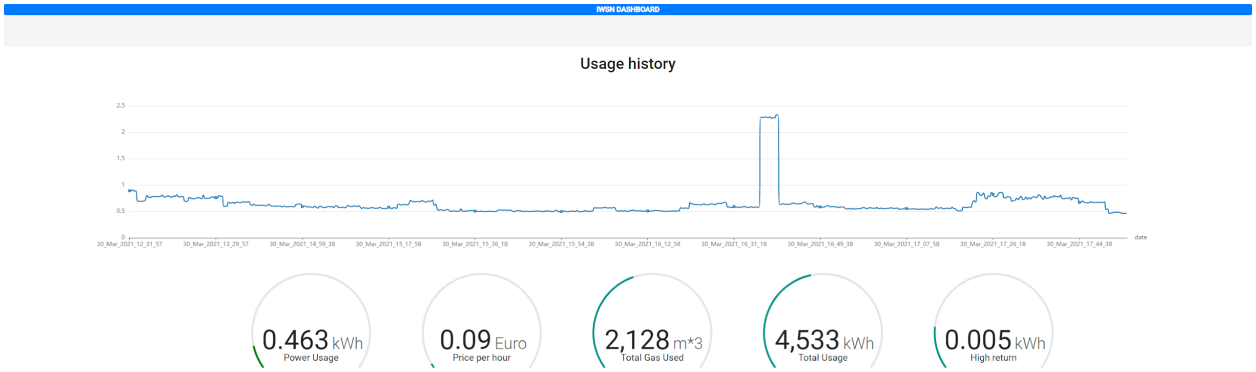
### Opdracht 1

Ontwerp en implementeer een cliënt site (webapplicatie) waarmee je het systeem visualiseert. Tenminste de volgende informatie moet worden getoond:

- Momentele Energieverbruik (Watt)
- Verbruikte energie afgelopen N uren per uur (kWh)
- Trend
- Gemaakte kosten
- Gemeten grootheden van andere sensoren
- Status
- Verbruik bij anderen

Tip: gebruik een UI-framework zoals bijvoorbeeld Angular Material of Bootstrap.

Een foto van ons dashboard is hieronder te zien.




# Demonstratie Video

https://streamable.com/0rf742