



STŘEDNÍ ŠKOLA PRŮMYSLOVÁ
A UMĚLECKÁ, OPAVA

ZÁVĚREČNÁ STUDIJNÍ PRÁCE

Dokumentace

Propojení senzoru Vindriktning s Home Assistant

Jan van der Laan



Obor:

18-20-M/01 INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE se za-
měřením na počítačové sítě a programování
IT4

Třída:

Školní rok:

2024/2025

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Petru Grussmannovi za zadání a konzultace projektu a za poskytnutí samotného senzoru IKEA Vindriktning.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré použité

informační zdroje.

Souhlasím, aby tato studijní práce byla použita k výukovým účelům na Střední průmyslové

a umělecké škole v Opavě, Praskova 399/8.

V Opavě 31. 12. 2024

podpis autora práce

ABSTRAKT

Práce popisuje úpravu senzoru kvality vzduchu Vindriktning tak, aby se zařízení stalo více "smart" a bylo propojeno s aplikací Home Assistant. Projekt se skládá ze dvou částí: hardwarové a softwarové. V hardwarové části jsou použity čtyři hlavní komponenty: samotný senzor Vindriktning, vývojová deska, OLED displej a senzor pro měření dalších environmentálních parametrů. Hlavní složkou softwarové části je aplikace Home Assistant, do které se nainstaluje modul ESPHome. Tento modul umožňuje snadnou integraci a konfiguraci zařízení, aby bylo možné sledovat a ovládat naměřené hodnoty prostřednictvím chytré domácnosti.

OBSAH

ÚVOD.....	5
1 TEORETICKÁ A METODICKÁ VÝCHODISKA	6
1.1 CHYTRÁ ZAŘÍZENÍ.....	6
1.2 SENZORY	6
1.3 SYSTÉMY CHYTRÉ DOMÁCNOSTI.....	6
2 VYUŽITÉ TECHNOLOGIE.....	8
2.1 HARDWARE.....	8
2.1.1 SENZOR KVALITY VZDUCHU IKEA VINDRIKTNING	8
2.1.2 XIAO ESP32-C3	9
2.1.3 SENZOR BME280.....	10
2.1.4 IIC I2C OLED DISPLEJ.....	11
2.2 SOFTWARE	12
2.2.1 HOME ASSISTANT	12
2.2.2 ESPHOME	12
3 ZPŮSOBY ŘEŠENÍ A POUŽITÉ POSTUPY	14
3.1 VYBRÁNÍ ŘEŠENÍ	14
3.2 NAINSTALOVÁNÍ HOME ASSISTANT	14
3.3 PRÁCE S HARDWAREM.....	14
3.4 PROBLÉMY A JEJICH ŘEŠENÍ.....	16
4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ, VÝSTUPY, UŽIVATELSKÝ MANUÁL.....	17
4.1 FUNKČNOST ZAŘÍZENÍ.....	17
4.2 SPLNĚNÉ A NESPLNĚNÉ CÍLE.....	17
ZÁVĚR	19
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	20

ÚVOD

Hlavním cílem práce bylo vylepšit senzor IKEA Vindriktning tak, aby byl „smart“, mohl se připojit na Wi-Fi a propojit s platformou Home Assistant. Rozhodl jsem se přidat také displej a senzor pro měření dalších environmentálních parametrů, které jsem následně v Home Assistantu nakonfiguroval pomocí YAML kódu, využívajícího software ESPHome a vývojovou desku ESP32.

Motivací této práce bylo naučit se a vyzkoušet, jak lze různá zařízení vylepšit a připojit k Home Assistantu, i když nejsou původně „smart“. Tato problematika má podle mého názoru mnoho praktických využití, protože podobným způsobem lze modernizovat širokou škálu zařízení.

Práce dále obsahuje základní informace o teorii chytrých zařízení, senzorech a systémech používaných pro ovládání chytré domácnosti. Popisuje také využití technologie, včetně konkrétních hardwarových komponent a softwarových nástrojů, a podrobně se věnuje postupu práce a řešení problémů, na které jsem během realizace narazil.

1 TEORETICKÁ A METODICKÁ VÝCHODISKA

1.1 Chytrá zařízení

Chytrá zařízení jsou elektronické přístroje, které lze připojit k internetu a ovládat na dálku pomocí mobilních aplikací, hlasových asistentů nebo automatizovaných systémů. Tato zařízení jsou klíčovou součástí konceptu chytré domácnosti, kde vzájemně komunikují a přispívají ke zvýšení pohodlí, bezpečnosti a energetické efektivity.

Mezi běžná chytrá zařízení patří například termostaty, chytré osvětlení, bezpečnostní kamery, zámky a senzory kvality vzduchu. Díky technologiím, jako jsou Wi-Fi, Bluetooth nebo Zigbee, lze tato zařízení snadno integrovat do centralizovaných systémů, jako je Home Assistant, což uživatelům umožňuje jejich efektivní správu a automatizaci činností.

1.2 Senzory

Senzory jsou technická zařízení určená k detekci fyzikálních nebo chemických veličin a jejich převodu na elektrický signál, který lze dále zpracovat a interpretovat. Základním principem senzoru je změna některého jeho parametru (například elektrického odporu, kapacity nebo napětí) v reakci na změnu měřené veličiny. Tato změna je následně převedena na číselnou hodnotu, kterou je možné dále analyzovat nebo použít pro konkrétní aplikace.

Senzory se využívají v široké škále oborů, od průmyslové automatizace přes medicínu až po chytré domácnosti, kde zajišťují sběr dat pro systémy, jako je například Home Assistant. Díky technologickému pokroku jsou senzory stále přesnější, citlivější a energeticky efektivnější.

1.3 Systémy chytré domácnosti

Systémy chytré domácnosti umožňují integraci, ovládání a automatizaci různých zařízení v domácnosti. Zajišťují centralizované řízení funkcí, jako je osvětlení, vytá-

pění, bezpečnostní kamery, senzory nebo domácí spotřebiče, a to často prostřednictvím mobilní aplikace, webového rozhraní nebo hlasových asistentů, jako jsou Amazon Alexa, Google Assistant nebo Apple Siri.

Tyto systémy využívají různé komunikační protokoly, například Wi-Fi, Zigbee nebo Z-Wave, které umožňují propojení a vzájemnou komunikaci zařízení. Jednou z klíčových funkcí je automatizace – systém může například zhasnout světla, jakmile opustíte domov, nastavit optimální teplotu na základě časového rozvrhu nebo spustit bezpečnostní alarm při detekci neobvyklé aktivity.

Mezi nejpopulárnější platformy patří **Home Assistant**, **Google Home** a **Apple HomeKit**, které podporují širokou škálu zařízení od různých výrobců. Tyto platformy nabízejí vysokou míru flexibility a přizpůsobení, což umožňuje uživatelům vytvořit systém na míru podle svých potřeb.

Hlavním cílem chytrých domácích systémů je zvýšit pohodlí, bezpečnost a energetickou efektivitu domácnosti. Tento moderní přístup nejen zlepšuje kvalitu života, ale také umožňuje efektivnější využití zdrojů.

2 VYUŽITÉ TECHNOLOGIE

2.1 Hardware

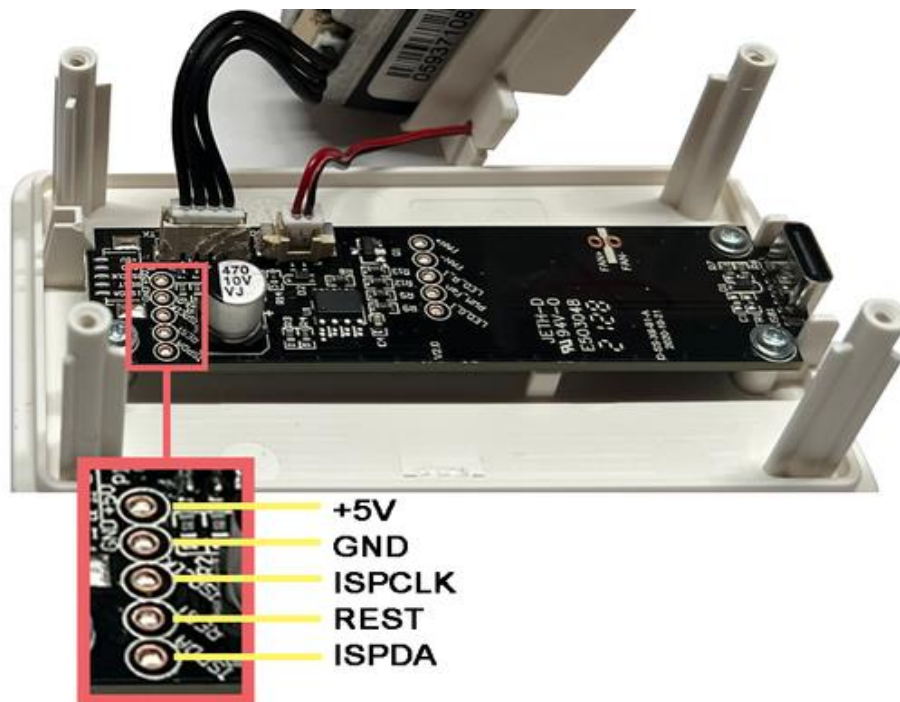
2.1.1 Senzor kvality vzduchu IKEA Vindriktning

Základem projektu je senzor kvality vzduchu IKEA VINDRIKTNING, který je určen pro měření jemných částic (PM2.5) ve vnitřním prostředí. Informace o kvalitě vzduchu zobrazuje pomocí LED indikátoru, přičemž nemá displej ani pokročilé funkce, jako jsou Wi-Fi nebo Bluetooth.

LED indikátor signalizuje kvalitu vzduchu třemi barvami:

- **Zelená:** Kvalita vzduchu je dobrá.
- **Oranžová:** Kvalita vzduchu je přijatelná, ale vyžaduje pozornost.
- **Červená:** Kvalita vzduchu je špatná.

Tento senzor slouží jako výchozí bod pro projekt, jehož cílem je rozšířit jeho funkcionalitu a přizpůsobit ho moderním požadavkům, například připojení k Wi-Fi a integraci s chytrou domácností.



Obrázek č.1 ukázka pinů senzoru Vindriktning

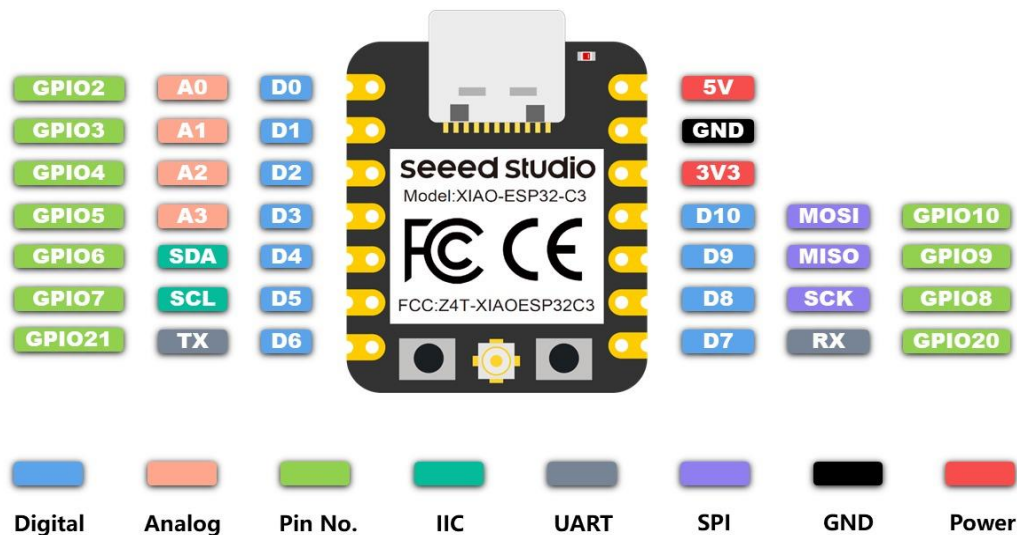
Ukázka kódu konfigurace senzoru kvality vzduchu:

```
platform: pm1006
  pm_2_5:
    name: "Particulate Matter 2.5µm Concentration"
    id: pm25
```

2.1.2 XIAO ESP32-C3

Tato vývojová deska od společnosti Espressif Systems má integrovanou Wi-Fi a Bluetooth, což ji činí ideální pro rozšíření funkcionality senzoru. Důležitým faktorem je i její velikost, protože obal IKEA Vindriktning není příliš velký a větší deska by se do něj nemusela vejít. Další významnou výhodou je podpora pro Qwiic/Stemma konektory, což značně usnadňuje připojení různých senzorů a modulů. Tato deska je

klíčová pro propojení celého zařízení s Home Assistantem, čímž umožňuje jeho chytré ovládání a integraci do domácího automatizačního systému.



Obrázek č.2 ukázka pinů ESP32

2.1.3 Senzor BME280

BME280 je senzor od společnosti Bosch Sensortec, který měří tři klíčové environmentální parametry: teplotu, tlak vzduchu a vlhkost. Tento senzor využívá integrovaný odporový termočlánek, jehož odpor se mění v závislosti na teplotě. Změny odporu jsou měřeny a následně digitálně převedeny na hodnotu teploty. BME280 je vysoce přesný a kompaktní senzor, který je široce používán v různých aplikacích pro monitorování prostředí, jako jsou meteorologické stanice nebo zařízení pro chytanou domácnost.

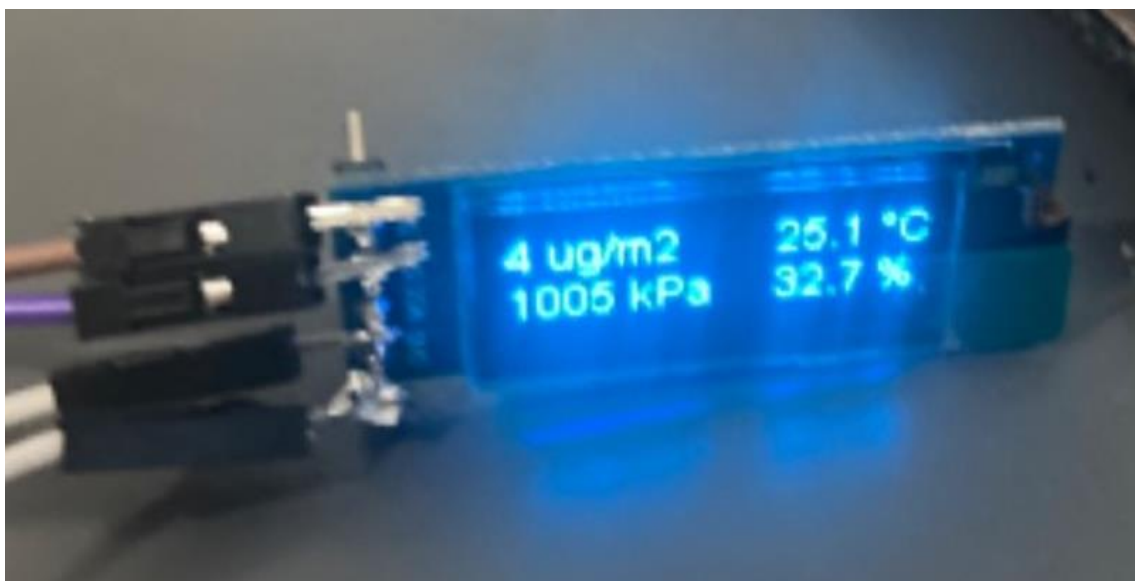
Ukázka kódu konfigurace senzoru BME280:

```
platform: bme280_i2c
  temperature:
    name: "Teplota"
    id: teplota
  humidity:
    name: "Vlhkost"
    id: vlhkost
  pressure:
    name: "Tlak"
    id: tlak
```

```
address: 0x76  
update_interval: 60s
```

2.1.4 IIC I2C OLED displej

Pro výstupní zařízení jsem použil I2C OLED displej, který využívá technologii OLED. To znamená, že každý pixel na displeji samostatně vyzařuje světlo, a tudíž není potřeba podsvícení. Displej má úhlopříčku 0,91 palce a rozlišení 128 x 32 pixelů. Tato kombinace umožňuje jasné a energeticky úsporné zobrazení informací, což je ideální pro kompaktní zařízení, jako je tento senzor kvality vzduchu.



Obrázek č.3 ukázka výpisu na display

Ukázka kódu konfigurace displaye:

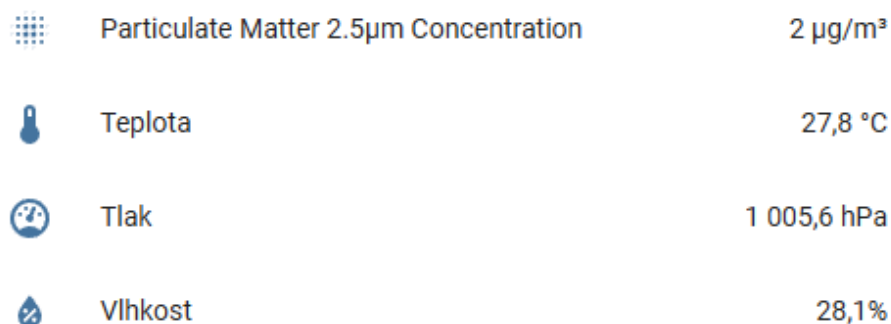
```
display:  
  - platform: ssd1306_i2c  
    setup_priority: -100  
    id: oled  
    model: "SSD1306 128x32"  
    address: 0x3C  
    lambda: |-  
      it.printf(0, 0, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.0f ug/m2",  
id(pm25).state);  
      it.printf(0, 16, id(font1), "%.0f kPa", id(tlak).state);  
      it.printf(80, 0, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.1f °C",  
id(teplota).state);
```

```
it.printf(80, 16, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.1f %%",  
id(vlhkost).state);
```





2.2 Software

2.2.1 Home Assistant

Home Assistant je open-source platforma pro správu chytré domácnosti, která umožňuje centralizovat a automatizovat ovládání různých zařízení a služeb v domácnosti. Cílem je umožnit uživatelům plně ovládat své zařízení (např. světla, teploměry, kamery, bezpečnostní systémy) a vytvářet automatizace na základě různých podmínek, bez nutnosti spoléhat se na externí servery nebo cloudové služby, což zajišťuje vyšší úroveň soukromí a bezpečnosti.



The screenshot shows a list of environmental sensors in the Home Assistant app. Each item consists of a small icon, the sensor name in Czech, and its current value. The sensors are: Particulate Matter 2.5µm Concentration (2 µg/m³), Teplota (Temperature, 27,8 °C), Tlak (Pressure, 1 005,6 hPa), and Vlhkost (Humidity, 28,1%).

	Particulate Matter 2.5µm Concentration	2 µg/m³
	Teplota	27,8 °C
	Tlak	1 005,6 hPa
	Vlhkost	28,1%

Obrázek č.4 výpis hodnot v aplikaci Home Assistant

2.2.2 ESPHome

ESPHome je open-source platforma, která umožňuje jednoduché vytváření a správu firmwaru pro zařízení postavená na mikrokontrolerech ESP8266 a ESP32, v mém případě použít ESP32. Cílem ESPHome je usnadnit vývoj zařízení pro chytrou domácnost bez nutnosti psát složitý kód. Místo toho se vše konfiguruje pomocí snadno čitelného YAML souboru, kde uživatelé definují senzory, výstupy, automatizace a chování zařízení.

Celý yaml soubor:

```

1  esphome:
2    name: ikeapm25
3
4  esp32:
5    board: seeed_xiao_esp32c3
6    framework:
7      type: arduino
8
9  logger:
10
11  api:
12    password: ""
13
14  ota:
15    platform: esphome
16    password: "your_ota_password"
17
18
19  wifi:
20    ssid: !secret wifi_ssid
21    password: !secret wifi_password
22
23    ap:
24      ssid: "Ikeaxiao Fallback Hotspot"
25      password: ""
26
27  captive_portal:
28
29  font:
30    - file: 'arial.ttf'
31      id: font1
32      size: 14
33
34  display:
35    - platform: ssd1306_i2c
36      setup_priority: -100
37      id: oled
38      model: "SSD1306 128x32"
39      address: 0x3C
40      lambda: |-
41        it.printf(0, 0, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.0f ug/m2", id(pm25).state);
42        it.printf(0, 16, id(font1), "%.0f kPa", id(tlak).state);
43        it.printf(80, 0, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.1f °C", id(teplota).state);
44        it.printf(80, 16, id(font1), TextAlign::TOP_LEFT, "%.1f %%", id(vlhkost).state);
45
46  i2c:
47    sda: GPIO8
48    scl: GPIO9
49    frequency: 200kHz
50
51  uart:
52    rx_pin: GPIO10
53    baud_rate: 9600
54
55  sensor:
56    - platform: pm1006
57      pm_2_5:
58        name: "Particulate Matter 2.5µm Concentration"
59        id: pm25
60
61    - platform: bme280_i2c
62      temperature:
63        name: "Teplota"
64        id: teplota
65      humidity:
66        name: "Vlhkost"
67        id: vlhkost
68      pressure:
69        name: "Tlak"
70        id: tlak
71      address: 0x76
72      update_interval: 60s

```

3 ZPŮSOBY ŘEŠENÍ A POUŽITÉ POSTUPY

3.1 Vybrání řešení

Prvním krokem bylo vybrat vhodné řešení pro projekt a rozhodnout se, jaká vylepšení budu chtít implementovat. Začal jsem hledat různá řešení, která by mohla být použitelná. Hlavním kritériem bylo, aby vybrané řešení umožnilo připojit přístroj k Home Assistant a k Wi-Fi. Našel jsem dvě řešení, která se mi líbila, a protože mi tento projekt poradil pan učitel Grussmann a také mi poskytl samotný senzor Vindriktning, konzultoval jsem s ním své možnosti. Pan učitel mi doporučil, jaké řešení nakonec použít.

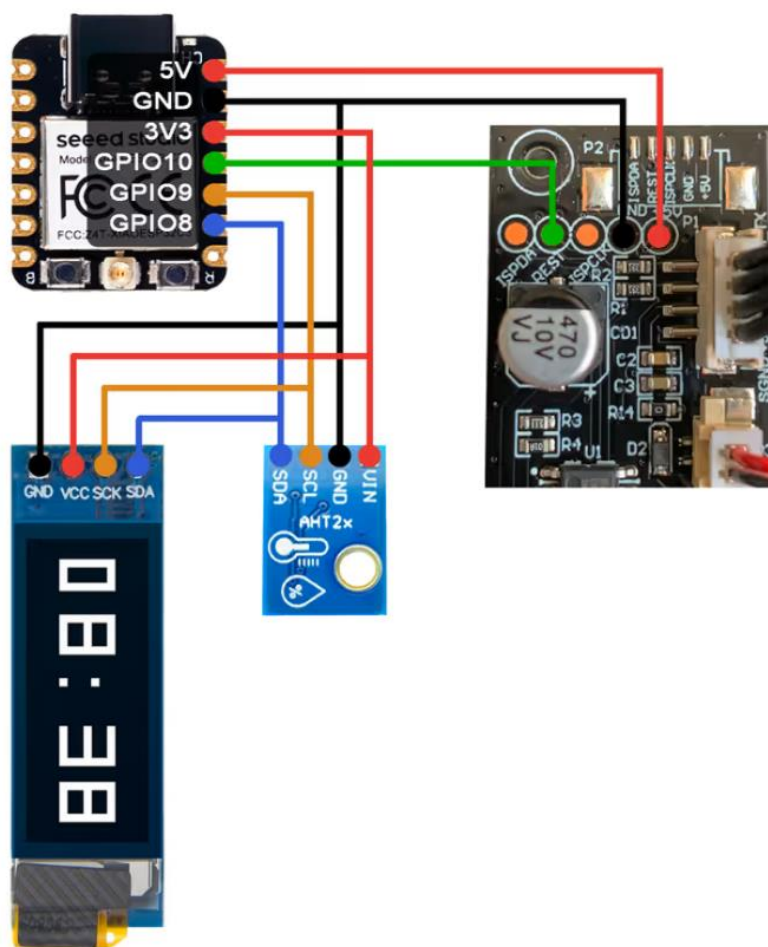
3.2 Nainstalování Home Assistant

Dalším krokem bylo nainstalovat Home Assistant. Tento software jsem nainstaloval na virtuální stroj pomocí VirtualBoxu, což je ideální pro testování nebo provoz na počítači. Nejprve jsem nainstaloval Oracle VirtualBox a stáhnul OVA obraz Home Assistant z oficiálních stránek. Poté jsem do VirtualBoxu importoval OVA soubor a nastavil parametry virtuálního stroje (2 GB RAM a 32 GB diskového prostoru).

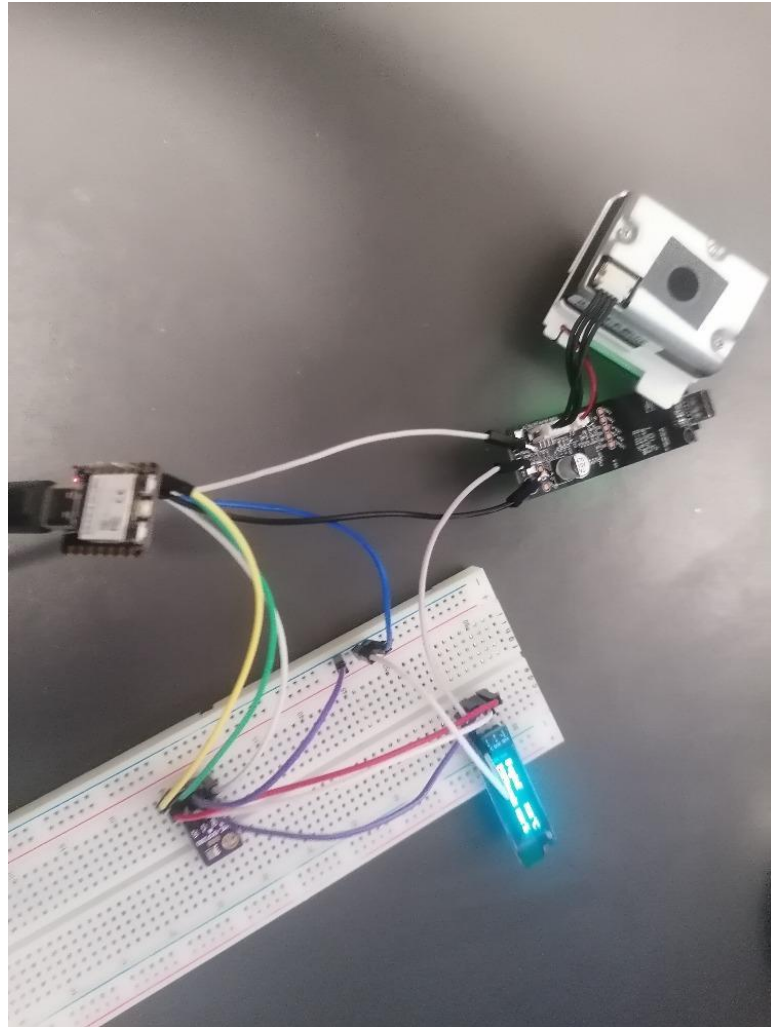
Po spuštění virtuálního stroje jsem zjistil IP adresu Home Assistantu, otevřel ji ve webovém prohlížeči a dokončil úvodní nastavení. Následně jsem na Home Assistant nainstaloval ESPHome a File Editor, a připravil soubor s konfigurací pro ESP32.

3.3 Práce s hardwarem

Dále jsem potřeboval sehnat a objednat všechny potřebné součástky a zjistit, jak jednotlivé komponenty fungují a jak je správně zapojit. Schéma zapojení jsem si našel na internetu. Nejprve jsem vše zapojil do napájecího pole, abych mohl otestovat, zda vše funguje správně. ESP32 jsem připojil k počítači a nainstaloval na něj potřebnou konfiguraci. Po úspěšném funkčním testu jsem všechny součástky zapájel.



Obrázek č.5 schéma zapojení komponentů



Obrázek č.6 testovací stav

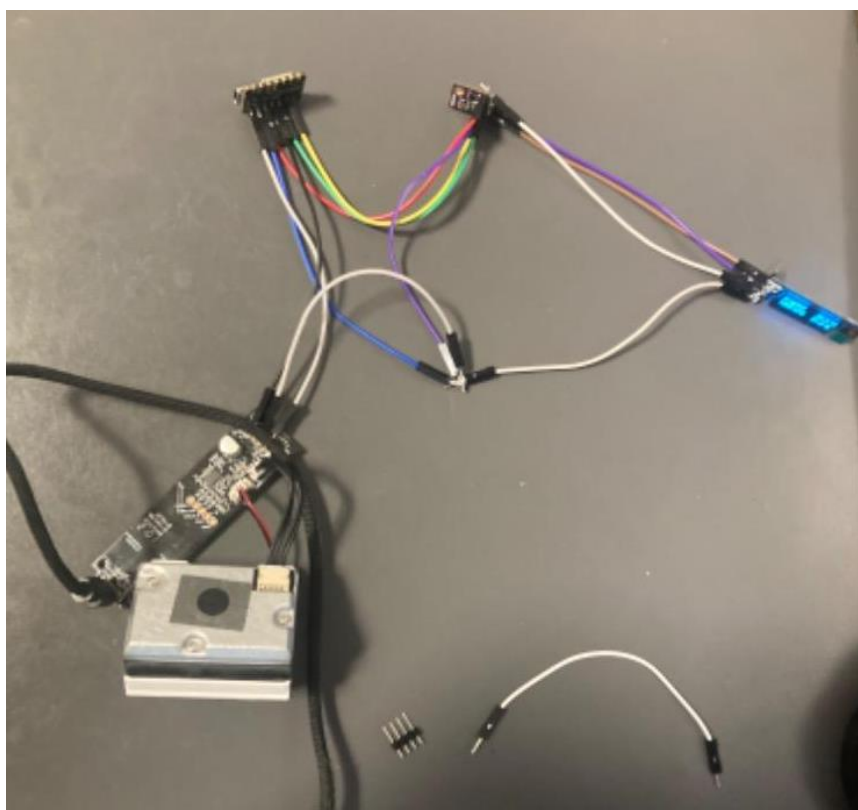
3.4 Problémy a jejich řešení

Při práci na tomto projektu jsem narazil na několik problémů. Jedním z nich bylo špatné zadání senzoru do kódu, což jsem vyřešil poměrně jednoduše tím, že jsem vyhledal správný senzor na internetu. Dalším problémem byly potíže s propojením ESP32 s ESPHome přes Home Assistant, což jsem nakonec musel udělat manuálně přes ESPHome web. Posledním a dosud nevyřešeným problémem bylo, že se celá sestava nevešla zpět do původního obalu. Tento problém by se však dal snadno opravit použitím kratších drátků, protože ty, které jsem použil, byly příliš dlouhé.

4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ, VÝSTUPY, UŽIVATELSKÝ MANUÁL

4.1 Funkčnost zařízení

Zařízení je plně funkční a připojeno k systému Home Assistant. Po připojení k napájení zařízení automaticky měří kvalitu vzduchu, vlhkost, teplotu a tlak vzduchu. Tyto hodnoty jsou následně zobrazeny na OLED displeji. Všechny parametry jsou průběžně aktualizovány a uživatel tak může snadno sledovat aktuální stav prostředí v domácnosti.



Obrázek č.7 zapojený a zapájený obvod

4.2 Splněné a nesplněné cíle

Hlavním cílem této práce bylo upravit zařízení tak, aby se stalo "smart" a mohlo se připojit k Wi-Fi a následně i k systému Home Assistant. Kromě toho byly stanoveny i vedlejší cíle, mezi které patřilo měření dalších environmentálních hodnot a funkčnost displeje. Všechny tyto cíle byly úspěšně splněny.

Jediným nesplněným cílem je, že zařízení nelze vrátit do svého původního obalu, protože v něm není dostatek prostoru. Dalším cílem, který bych chtěl ještě uskutečnit, je přidání tlačítka pro zapnutí a vypnutí zařízení, aby se zařízení nemuselo stále odpojovat a znovu připojovat k napájení.

ZÁVĚR

Cílem projektu bylo propojit senzor IKEA Vindriktning pro měření kvality vzduchu s Home Assistant pomocí úpravy hardwaru tohoto zařízení. Většina cílů byla úspěšně splněna: senzor je připojen k Home Assistant a fungují i nově implementované hardwarové části, které měří další parametry, které jsou následně zobrazeny na OLED displeji.

Do budoucna by bylo možné provést řadu dalších vylepšení, například přidání tlačítka pro zapínání a vypínání zařízení, možnost napájení na baterii nebo rozšíření obvodu o další zařízení, která by na sebe vzájemně reagovala. Příkladem může být čistič vzduchu, který by reagoval na zhoršenou kvalitu vzduchu a automaticky se spustil, pokud by kvalita vzduchu klesla pod určitou úroveň.

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] ESPBoards. *Smarter IKEA Vindriktning with ESPHome* [online]. [cit. 2024-01-30]. Dostupné z: <https://www.espboards.dev/blog/smarter-ikea-vindriktning-esphome/>
- [2] OpenAI. *ChatGPT* [online]. Verze modelu v2. [cit. 2025-01-1]. Dostupné z: <https://openai.com/chatgpt>
- [3] Home Assistant. *Installation* [online]. [cit. 2024-10-25]. Dostupné z: <https://www.home-assistant.io/installation/>
- [4] LearnFastMakeThings. *Installing ESP32 with Home Assistant* [online]. YouTube, 2023. [cit. 2024-12-26]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=7PoUWszwaFk&ab_channel=LearnFastMakeThings
- [5] IKEA. *VINDRIKTNING Senzor kvality vzduchu* [online]. [cit. 2025-01-1]. Dostupné z: <https://www.ikea.com/cz/cs/p/vindriktning-senzor-kvality-vzduchu-80515910/>

