

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

---

# Senzorické řešení chytré domácnosti s automatickou diagnostikou komunikace

---

*Autor:*  
Patrik NACHTMANN

*Vedoucí práce:*  
Ing. Martin BULÍN, MSc.

*A thesis submitted in fulfillment of the requirements  
for the degree of Bakalář (Bc.)*

*in the*

Katedra kybernetiky

13. března 2020

## Declaration of Authorship

I, Patrik NACHTMANN, declare that this thesis titled, “Senzorické řešení chytré domácnosti s automatickou diagnostikou komunikace” and the work presented in it are my own. I confirm that:

- This work was done wholly or mainly while in candidature for a research degree at this University.
- Where any part of this thesis has previously been submitted for a degree or any other qualification at this University or any other institution, this has been clearly stated.
- Where I have consulted the published work of others, this is always clearly attributed.
- Where I have quoted from the work of others, the source is always given. With the exception of such quotations, this thesis is entirely my own work.
- I have acknowledged all main sources of help.

Signed:

---

Date:

---

*“Something supersmart.”*

Your hero

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA

## *Abstract*

Fakulta aplikovaných věd

Katedra kybernetiky

Bakalář (Bc.)

**Senzorické řešení chytré domácnosti s automatickou diagnostikou  
komunikace**

by Patrik NACHTMANN

Your abstract goes here...

# *Acknowledgements*

Your acknowledgements go here...

# Contents

<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 State of the Art	1
1.2 Thesis Objectives	1
1.3 Thesis Outline	1
<b>2 Hardware</b>	<b>2</b>
2.1 ESP8266	2
2.2 Senzory	6
2.2.1 DS18B20	6
2.2.2 DHT11	7
2.2.3 TSL2591	7
2.2.4 BME280	7
2.2.5 AM312	8
2.2.6 LS311B38	8
2.3 Raspberry Pi	8
<b>3 Síťová komunikace a databáze</b>	<b>9</b>
3.1 Protokol MQTT	9
3.2 Ukládání dat do databáze	9
<b>4 Diagnostika a detekce anomálií</b>	<b>10</b>
4.1 Detekce chyb na úrovni ESP8266	10
4.2 Detekce anomálií na základě klasifikace	10
4.3 Diagnostika stavu čidel na serveru	11
<b>5 Webové rozhraní</b>	<b>12</b>
<b>6 Examples</b>	<b>13</b>
6.1 XOR Function	13
<b>7 Discussion</b>	<b>14</b>
7.1 Recapitulation of Methods	14
7.2 Summary of Results	14
<b>8 Conclusion</b>	<b>15</b>
8.1 Future Work	15
<b>A1 Structure of the Workspace</b>	<b>16</b>

# List of Figures

2.1	Vztahy mezi použitým hardwarem a měřenými veličinami . . . . .	2
2.2	Diagram periodicky opakovaného odesílání zpráv . . . . .	4
2.3	Diagram odesílání zpráv na základě vzniku události . . . . .	5
2.4	Diagram architektury kódu na microchipu ESP8266 . . . . .	6

# List of Tables



# List of Abbreviations

<b>AI</b>	<b>Artificial Intelligence</b>
<b>ANN</b>	<b>Artificial Neural Network</b>
Your abbreviations...	

# Chapter 1

## Introduction

Your intro... Thesis ref example: **bulin:2016**, Misc ref example: **smidl:pc**,  
Article ref example: **mcculloch:neuron**, Online webpage ref example: **online:xor\_solution**

### 1.1 State of the Art

### 1.2 Thesis Objectives

### 1.3 Thesis Outline

## Chapter 2

# Hardware

Na obrázku Fig. 2.1 je zobrazen použitý hardware v závislosti na měřených veličinách. V projektu chytré domácnosti jsem využil celkem 5 samostatných microchipů ESP8266, 7 čidel pro měření fyzikálních veličin a jeden počítač Raspberry Pi, který slouží jako databázový server a webserver.

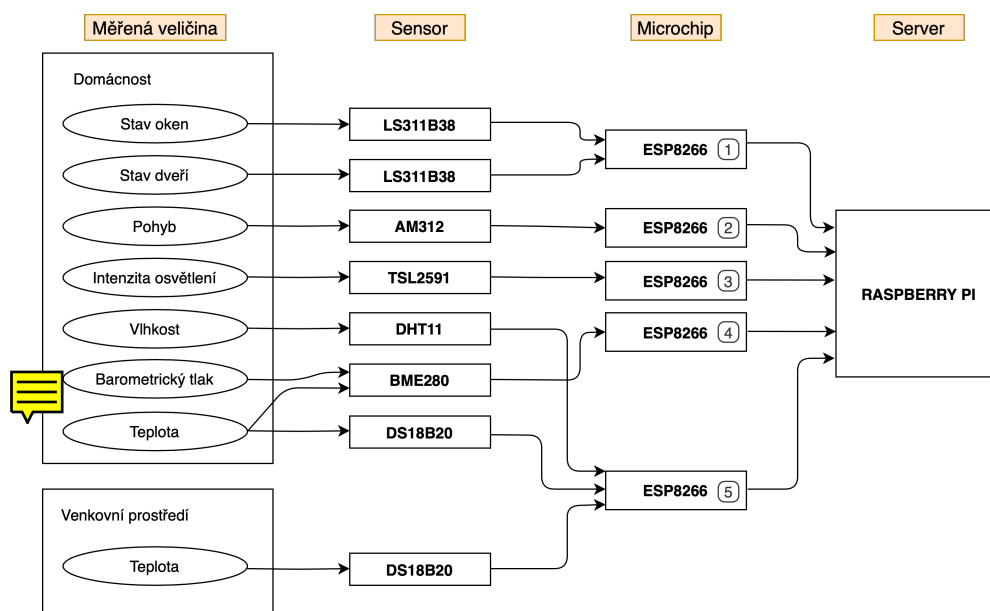


FIGURE 2.1: Vztahy mezi použitým hardwarem a měřenými veličinami

### 2.1 ESP8266

Fyzická realizace čidel

ESP programováno v MicroPythonu (proč, výhody, nevýhody oproti Arduinu)

Seznámení s microchipem ESP8266 (proč zrovna toto ESP, flashování firmwaru, přístup k souborům na microchipu přes mpfsheel, princip programování microchipu)

Popis funkčnosti a možností ESP (GPIO piny, analogové, digitální vstupy/výstupy, WiFi konektivita, ...)

Zapojení (obvodu na breadboardu) a komunikace s čidly vhodnými pro využití v projektu chytré domácnosti

Otestování funkcionality a spolehlivosti senzorů pro využití v chytré domácnosti

Vytvoření designu a vytvoření pevného obvodu - ESP + čidlo na PCB desce  
Popis logiky komunikace mezi ESP, jednotlivými čidly a odesíláním zpráv (prvně připojit k wifi -> načíst hodnotu měřené veličiny -> v případě, že hodnota OK -> odeslat zprávu na broker -> uspat se)

Naprogramování logiky ESP - dva použité principy (periodické odesílání zpráv nebo odesílání zpráv založené na události)

Objektově orientovaná struktura kódu na ESP - boot.py, main.py, config.py, mqttclient.py, skript pro načítání dat z konkrétního senzoru (důraz kladen na objektové programování - přehlednost kódu, snadné změny, konfigurační soubor pro nastavení vstupních parametrů, univerzální kód pro všechna esp, snadná rozšiřitelnost kódu do budoucna, snadná implementace dalších senzorů, ...)



## Periodicky opakované odesílání zpráv

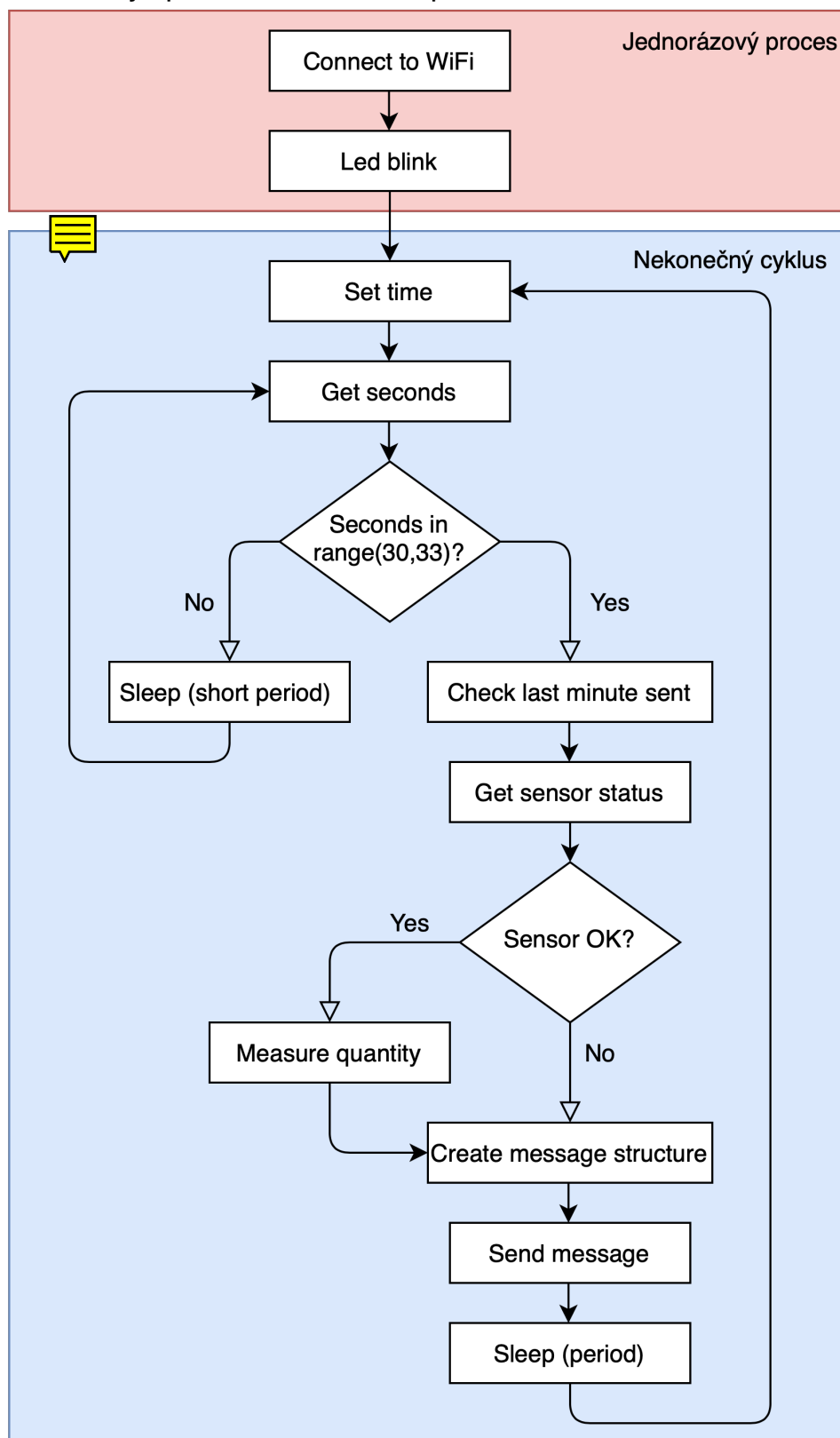


FIGURE 2.2: Diagram periodicky opakovaného odesílání zpráv

## Odesílání zpráv na základě vzniku události

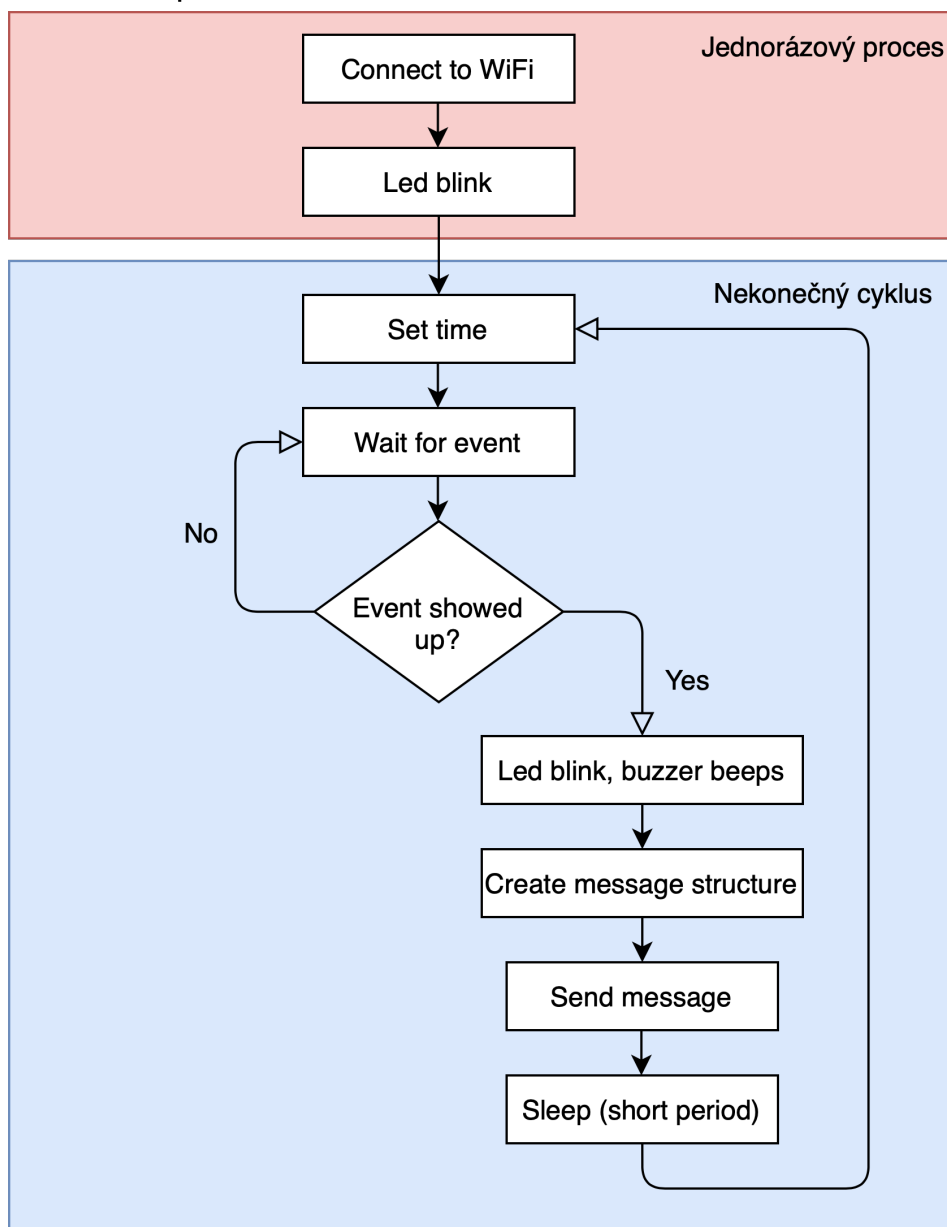


FIGURE 2.3: Diagram odesílání zpráv na základě vzniku události

Architektura kódu na microchipu ESP8266

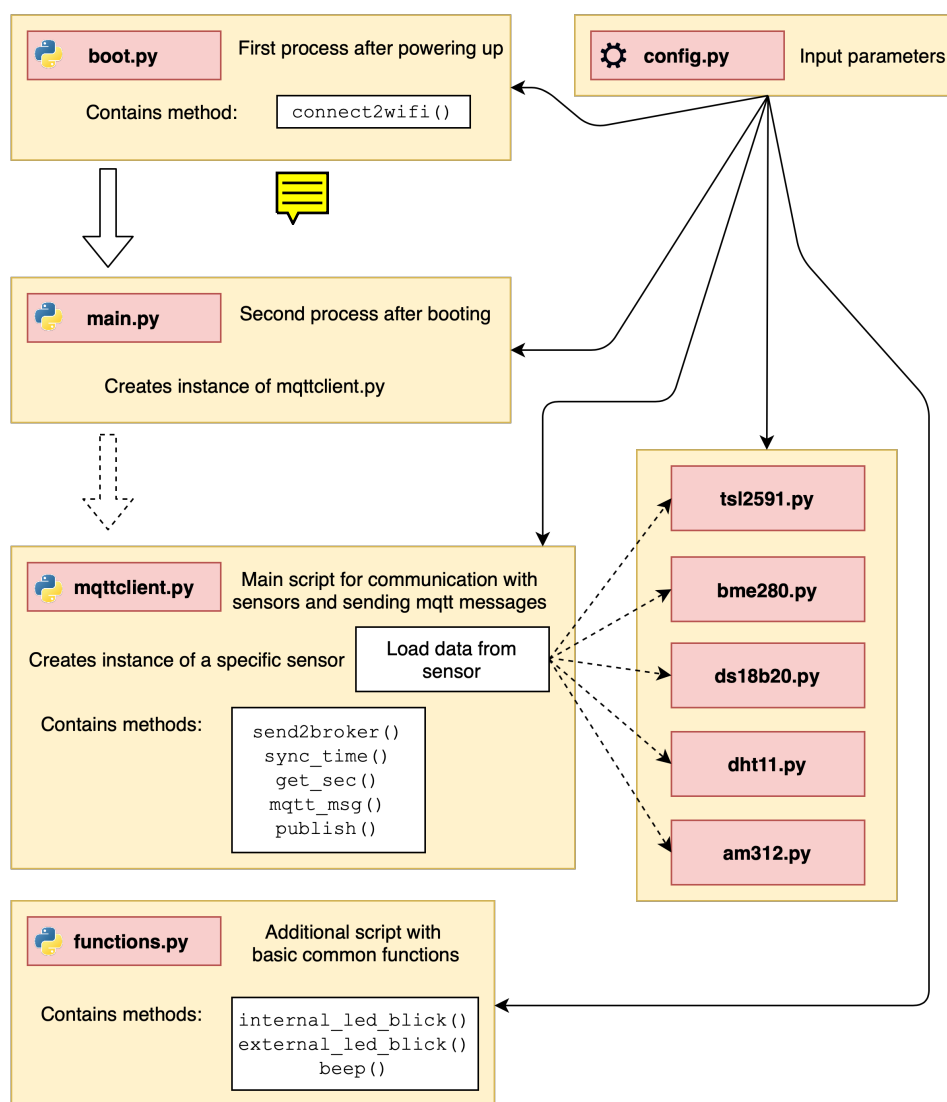


FIGURE 2.4: Diagram architektury kódu na microchipu ESP8266

## 2.2 Senzory

V projektu chytré domácnosti bylo použito celkem 7 senzorů pro měření fyzikálních veličin ...

Které veličiny měřeny (využití naměřených hodnot, smysl měřených veličin, ...)

Proč vybrány tyto konkrétní senzory

### 2.2.1 DS18B20

esp-temphumid

Senzor pro měření teploty

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Více variant - vnitřní, venkovní

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti

Zprovoznění komunikace s teplotními čidlem ds18b20 (room a outside)

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)

Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor DS18B20 je jedním z nejdostupnějších senzorů použitých v projektu chytré domácnosti ...

### 2.2.2 DHT11

esp-temphumid

Senzor pro měření teploty a vlhkosti v místnosti

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Využití měřených veličin (používáme pouze naměřenou vlhkost, protože teplota má oproti ds18b20 nebo bme280 menší přesnost, ...)

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti

Zprovoznění komunikace s vlhkostním čidlem dht11

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)

Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor DHT11 je ...

### 2.2.3 TSL2591

esp-lux

Čidlo pro měření intenzity osvětlení

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti

Zprovoznění komunikace se senzorem tsl2591

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)

Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor TSL2591 je ...

### 2.2.4 BME280

esp-pressure

Čidlo pro monitorování vnitřní teploty a barometrického tlaku

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti, alternativní senzory

Zprovoznění komunikace s čidlem bme280

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)



Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor BME280 je ...

### 2.2.5 AM312

esp-pir

Čidlo pro monitorování pohybu v místnosti

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti, alternativní senzory - potíže s čidlem hc-sr501

Zprovoznění komunikace se senzorem am312

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)

Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor AM312 je ...

### 2.2.6 LS311B38

esp-magnet

Čidlo pro monitorování stavu dveří a oken

Základní informace o senzoru - rozsah měření, přesnost, napájení, způsob komunikace, životnost, spolehlivost, ...

Obvod zapojení - esp, senzor, rezistor, napájení obvodu na PCB desku, umístění v místnosti

Zprovoznění komunikace s magnetickým senzorem ls311b38

Schéma zapojení senzoru, esp8266 a dalších periférií (led světlo, bzučák, ...)

Fotka reálného zkonstruovaného čidla

Senzor LS311B38 je ...

## 2.3 Raspberry Pi

Co je to Raspberry Pi

Výhody, nevýhody oproti klasickému pc (výpočetní výkon, spotřeba proudu, ... )

Využití v projektu chytré domácnosti - MQTT broker, databázový server, webserver, klasifikace příchozích zpráv

Výhody, nevýhody univerzálního použití Raspberry Pi pro několik účelů, ...

## Chapter 3

# Síťová komunikace a databáze

Smyslem zkonstruovaných čidel je jejich snadná implementace do bytu či domu.

ESP8266 potřebuje jen napájení, celá komunikace mezi microchipem a brokerem probíhá po WiFi

### 3.1 Protokol MQTT

Co je to protokol MQTT (vznik, využití)

Proč zrovna tento protokol

Princip použití protokolu MQTT (v síti je broker, který čeká na příchozí zprávy, ostatní zařízení jsou v módu publish - odesílají zprávy na broker, hierarchie zpráv, ...)

Zprovoznění komunikace přes MQTT

Sestavení struktury zpráv + identifikátorů čidel (popis jednotlivých atributů ve zprávě, proč jedno esp může posílat více zpráv do různých topiců, popis zvolené hierarchie topiců, ...)

Popis logiky odesílání zpráv z ESP - ESP odešle zprávu periodicky vždy v polovině minuty (např.: 14:30:30, 14:31:30, ... ) - lehké nepřesnosti způsobené dobou načítání dat ze senzorů, ...

### 3.2 Ukládání dat do databáze

Základní princip databáze, proč jsme se rozhodli pro použití databáze, ...

Co je MongoDB (určení, využití, funkčnost, ... )

Ukládání hodnot měřených veličin do MongoDB

## Chapter 4

# Diagnostika a detekce anomálií

Proč řešit diagnostiku čidel v rámci chytré domácnosti, ...

Úvod do detekce anomálií, základní principy, smysl využití, ...

Diagnostika a detekce anomálií v projektu chytré domácnosti probíhá na 3 úrovních ...

### 4.1 Detekce chyb na úrovni ESP8266

První a nejnižší úroveň diagnostiky jednotlivých senzorů

Implementace detekce chyb na úrovni samotného microchipu

Popis základního principu - při načítání ze dat ze senzoru čidlo pozná, když je senzor nefunkční - nevrací žádné hodnoty a ESP pošle info o nefunkčním senzoru)

Robustnost - odolnost ESP vůči výpadkům senzorů - esp nespadne kvůli nefunkčnímu senzoru, jen změní status zprávy, ...

Nonstop provoz - senzory lze k ESP připojovat a odpojovat v reálném čase bez nutnosti vypínání nebo restartu microchipu, pokud senzor v jakémkoliv časovém okamžiku odpojím - změní se status zprávy na "error", ve chvíli kdy senzor zase připojím na desku - esp začne měřit a posílat, ...

### 4.2 Detekce anomálií na základě klasifikace

Implementace funkcí scikit-learn pro natrénování modelů

Nastavení modelu a natrénování modelů pro jednotlivé veličiny

Porovnání schémat natrénovaných modelů

Implementace do projektu - klasifikace jednotlivých příchozích zpráv (přidání atributu "classification" do každé zprávy) Implementace detekce anomálií přijatých zpráv na základě rozhodnutí klasifikace - klasifikace 1 nebo -1 (1 v případě, že přijatá zpráva svou hodnotou "odpovídá" natrénovanému modelu, -1 v případě, že se vychyluje od natrénovaného modelu)

Přenos této informace o klasifikaci do webového rozhraní

### 4.3 Diagnostika stavu čidel na serveru

Implementace detekce anomálií na úrovni serveru (brokeru)

Implementace funkce sensor-check()

Periodická kontrola odesílání zpráv jednotlivých čidel - pokud čidlo z neznámého důvodu neodešle zprávu nebo pokud se zpráva nepřenese k brokeru - informace o anomálii se přenese do webového rozhraní

Vysvětlení stavů čidel - 3 možné stavy čidla - ok, value-error, error

Závěr diagnostiky: kontrola stavu jednotlivých čidel + kontrola věrohodnosti posílaných hodnot + kontrola pravidelnosti odesílaných zpráv

## Chapter 5

# Webové rozhraní




Důvod využití webové vizualizace

Frontend - popis struktury webu - proč 3 záložky, popis Overview, Analytics, About, ...

Smysl Overwiev - nonstop zobrazení dat na monitoru, ...

Přijímání aktuálních zpráv z ESP bez nutnosti refresh stránky přes websockets - co je websockets, důvod využití této technologie, alternativa v podobě json souboru - nevýhody, ...

Backend - z hlediska programování - jeden soubor engine.py, který zajišťuje serverování webové stránky, ukládá  at do databáze, sensor check, ...

Zajištění integrity celého webu (nově přijaté zprávy se propisují na web, po znovunačtení se ihned ukazují poslední přijaté hodnoty - má smysl hlavně u neperidicky posílaných veličin, ...)

## Chapter 6

# Examples

### 6.1 XOR Function

## Chapter 7

# Discussion

Discussion starter...

### 7.1 Recapitulation of Methods

### 7.2 Summary of Results

## Chapter 8

# Conclusion

Conclusion text...

### 8.1 Future Work

Outlook...



## Appendix A1

# Structure of the Workspace

```
root
├── officials
├── literature
├── data
│   ├── data_mnist
│   └── data_speech
├── py
│   ├── examples
│   │   ├── karnin
│   │   ├── mnist
│   │   ├── rpe
│   │   ├── speech
│   │   ├── train
│   │   └── xor
│   ├── kitt_lib
│   └── scripts
├── results
├── progress_reports
└── thesis
```