

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Brno, 2018

Bc. Vojtěch Popela



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

IMPLEMENTACE IOT ZAŘÍZENÍ PRO CHYTROU DOMÁCNOST

IMPLEMENTATION OF AN IOT DEVICE FOR SMART HOME

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vojtěch Popela

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Pokorný

BRNO 2018

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Telekomunikační a informační technika**

Ústav telekomunikací

Student: Bc. Vojtěch Popela

ID: 143946

Ročník: 2

Akademický rok: 2017/18

NÁZEV TÉMATU:

Implementace IoT zařízení pro chytrou domácnost

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem diplomové práce bude zjistit dosavadní vývoj chytrých IoT zařízení se zaměřením na zařízení pro rychlý ohřev vody, sepsání dostupných funkcí a návrh funkcí nových. Pro demonstraci bude využita jednoduchá konvice bez chytrých funkcí. V praktické části bude zvolena platforma pro realizaci chytrého řízení a bezdrátového připojení. Zařízení bude následně připojeno do lokální sítě a bude možné jej ovládat pomocí webového rozhraní. Pro zjištění teploty vody bude použit stávající senzor v konvici nebo externí senzor připojený k řídicí jednotce. Funkce, které bude nové zařízení umět: vzdálené zapnutí, vzdálené vypnutí, automatické zapnutí dle času, automatické vypnutí dle teploty, další funkce, které vyplynou z analýzy řešení. V poslední části budou analyzovány možnosti chytrého učení a implementovány jeho základní funkce.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] GUBBI, Jayavardhana, et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future generation computer systems, 2013, 29.7: 1645-1660.

[2] KELLY, Sean Dieter Tebje; SURYADEVARA, Nagender Kumar; MUKHOPADHYAY, Subhas Chandra. Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes. IEEE Sensors Journal, 2013, 13.10: 3846-3853.

Termín zadání: 5.2.2018

Termín odevzdání: 21.5.2018

Vedoucí práce: Ing. Jiří Pokorný

Konzultant:

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Cílem této práce je seznámit se s pojmy Internet věcí, chytrá domácnost a následně navrhnout a implementovat zařízení chytré domácnosti - rychlovarnou konvici. Teoretická část se věnuje popisu Internetu věcí, chytré domácnosti, průzkumu trhu rychlovarných konvic, popis protokolů využívající se v Internetu věcí a analýza funkcí k implementaci. V první části řešení je vytvořen program pro řídicí jednotku postavenou na vývojové desce ESP8266 a je navrženo a zprovozněno lokální ovládání, v druhé části webová aplikace ovládající řídicí jednotku. Ve třetí části řešení se nachází reálné fotografie a popis projektu. Čtvrtá část analyzuje spotřebu elektrické energie a také obsahuje návrh pro ušetření energie. Poslední část se zabývá popisem navržených desek plošných spojů.

KLÍČOVÁ SLOVA

ESP8266, Arduino, IoT, rychlovarná konvice, Wemos, chytrá domácnost.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to acquainted with the concepts of Internet things, a smart home, and then design and implement smart home appliance – a kettle. The theoretical part of this thesis deals with the description of The Internet of Things, Smart Home, market research of Kettles, protocols used in the Internet of Things and analysis of functions to implement. In the first part of the solution a program for a control unit built on the development board ESP8266 is created and the local control is put into operation. In the second part a web application is designed and put into operation. The third part of the solution contains photo documentation and project description. The fourth part analyzes power consumption and also includes a proposal for saving energy. The last part includes the design of printed circuit boards.

KEYWORDS

ESP8266, Arduino, IoT, Kettle, Wemos, Smart Home.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Implementace IoT zařízení pro chytrou domácnost“ jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor(ka) uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil(a) autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl(a) nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom(a) následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora(-ky)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce panu Ing. Jiřímu Pokornému za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno

.....

podpis autora(-ky)



Faculty of Electrical Engineering
and Communication
Brno University of Technology
Purkynova 118, CZ-61200 Brno
Czech Republic
<http://www.six.feec.vutbr.cz>

PODĚKOVÁNÍ

Výzkum popsany v této diplomové práci byl realizován v laboratořích podpořených z projektu SIX; registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operační program Výzkum a vývoj pro inovace.

Brno

.....
podpis autora(-ky)



EVROPSKÁ UNIE
EVROPSKÝ FOND PRO REGIONÁLNÍ ROZVOJ
INVESTICE DO VAŠÍ BUDOUCNOSTI



OBSAH

Úvod	12
1 Teoretický rozbor	13
1.1 Internet věcí	13
1.2 Chytrá domácnost	14
1.2.1 Google	14
1.2.2 Amazon	15
1.2.3 Nest	16
1.2.4 Philips Hue	17
1.2.5 Fibaro	18
1.2.6 Xiaomi	19
1.3 Rychlovarné konvice	20
1.3.1 Automatická čajová konvice Catler TM 8010	20
1.3.2 Morphy Richards digitální čajovar Tea Maker	21
1.3.3 KitchenAid 5KEK1322ESS Artisan	21
1.3.4 Xiaomi Mi Kettle	22
1.3.5 Chytrá rychlovarná konvice appkettle	23
1.3.6 Chytrá rychlovarná konvice Smarter iKettle 3.0	24
1.4 Technologie přenosu dat používané v Internetu věcí	25
1.4.1 Z-Wave	25
1.4.2 Message Queue Telemetry Transport (MQTT)	26
1.5 Analýza funkcí k implementaci	27
2 Řešení	29
2.1 Blokové schéma zapojení	29
2.2 MQTT zprostředkovatel	33
2.3 Testovací aplikace	34
2.4 Program řídicí jednotky	35
2.4.1 Po spuštění	35
2.4.2 Příjem zpráv	36
2.4.3 Časové spínání	38
2.4.4 Lokální ovládání	40
2.5 Webová aplikace	41
2.5.1 Návrh webové aplikace	41
2.5.2 Start webové aplikace	42
2.5.3 Odesílání zpráv	42
2.5.4 Příjem zpráv	43

2.5.5	Přepínač ON-OFF	43
2.5.6	Nejčastější čas a teplota	44
2.6	Reálná podoba projektu	45
2.7	Analýza spotřeby energie	47
2.7.1	Metodika měření	47
2.7.2	Reálná spotřeba energie	48
2.7.3	Snížení spotřeby energie	49
2.8	Desky plošných spojů	50
2.8.1	Základní deska	50
2.8.2	Deska s tlačítky	50
3	Závěr	51
	Literatura	53
	Seznam symbolů, veličin a zkratk	56
	Seznam příloh	57
A	Vývojové diagramy	58
A.1	Vývojový diagram řídicí jednotky	58
A.2	Vývojový diagram webové aplikace	59
B	Desky plošných spojů	60
B.1	Schéma	60
B.2	DPS základní desky	61
B.3	Deska s tlačítky	62
B.4	Seznam součástek	63
C	Obsah přiloženého CD	64

SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Internet věci propojení.	14
1.2	Hlasový asistent Google Home.	15
1.3	Hlasový asistent Amazon Echo 2nd generation.	16
1.4	Termostat Nest 3. generace.	17
1.5	Síťový most Philips HUE.	18
1.6	Centrální jednotka Fibaro Home Center2.	18
1.7	Automatická rychlovarná konvice Catler TM 8010.	20
1.8	Morphy Richards digitální čajovar Tea Maker.	21
1.9	KitchenAid Skleněná konvice na čaj ARTISAN.	22
1.10	Chytrá rychlovarná konvice Xiaomi Mi Kettle.	22
1.11	Chytrá rychlovarná konvice appkettle.	23
1.12	Chytrá rychlovarná konvice Smarter iKettle 2.0.	24
1.13	Síťová topologie typu mesh.	25
1.14	Princip propojení zařízení na protokolu Z-Wave.	26
1.15	Princip přenosu dat protokolu MQTT.	27
2.1	Blokové schéma zapojení rychlovarné konvice.	30
2.2	Vývojová deska Wemos D1 mini.	32
2.3	Domovská stránka služby CloudMQTT.	34
2.4	Mobilní aplikace MQTT Dash.	35
2.5	Vývojový diagram po spuštění programu.	36
2.6	Vývojový diagram přijmutí MQTT zpráv.	37
2.7	Struktura pole s uloženými údaji o sepnutí konvice.	37
2.8	Vývojový diagram časového sepnutí konvice.	39
2.9	Menu pro lokální ovládání.	40
2.10	Návrh webové aplikace.	41
2.11	Vývojový diagram startu webové aplikace.	43
2.12	Vývojový diagram tlačítka Send.	44
2.13	Vývojový diagram tlačítka Load.	45
2.14	Reálná podoba projektu.	46
2.15	Metodika měření teploty topného tělesa.	47
2.16	Graf teplot objemu vody 200 ml, 400 ml a 750 ml.	48
2.17	Graf teploty a elektrického proudu objemu vody 750 ml.	49
2.18	Graf teploty při pokusu o snížení spotřeby energie.	50
A.1	Vývojový diagram řídicí jednotky.	58
A.2	Vývojový diagram webové aplikace.	59
B.1	Schéma desky plošných spojů.	60
B.2	Osazovací plán základní desky - strana TOP.	61

B.3	Osazovací plán základní desky - strana BOT.	61
B.4	Základní deska - strana BOT.	62
B.5	Osazovací plán desky s tlačítky - strana BOT.	62
B.6	Deska s tlačítky - strana BOT.	63

SEZNAM TABULEK

2.1	Wemos D1 mini popis portů.	31
2.2	CloudMQTT popis plánů.	33
B.1	Seznam součástí.	63

ÚVOD

Koncept Internetu věcí byl poprvé definován Kevinem Ashtonem. Definoval jej jako globální síť RFID a dalších senzorů. Po rychlém růstu odvětví chytrých telefonů začali výrobci hardwaru investovat do vyvíjení úsporných mikroprocesorů a bezdrátových síťových adaptérů, které maximalizují životnost baterie [1].

Dnes má téměř každý doma minimálně jeden chytrý telefon, který je připojen k internetu. Zařízení Internetu věcí se v dnešní době stále častěji dostávají do domácnosti. Vše funguje na jednoduchém principu, kdy se přenáší data ze senzorů, které se vyhodnotí v řídicí jednotce. Vyrábí se různé chytré spotřebiče, jako jsou například chytré žárovky nebo termostaty řídicí funkci domovního kotle. Tato semestrální práce se zaměřuje konkrétně na jedno zařízení chytré domácnosti, a to rychlovarné konvice.

Cílem této práce je seznámit se s pojmy Internet věcí, prozkoumat trh se spotřebiči chytré domácnosti a následně navrhnout a implementovat zařízení obsahující prvky chytré domácnosti - rychlovarnou konvici. V první části teoretického rozboru je probrán základ Internetu věcí a chytré domácnosti. Následně jsou prozkoumány jednotlivé řešení chytré domácnosti u největších světových výrobců. V této kapitole se práce zaměřuje především na domácí brány, ke kterým jsou všechny komponenty chytré domácnosti připojeny. Následující kapitola se zabývá průzkumem trhu rychlovarných konvic - vyspělejších obyčejných a také inteligentních. Předposlední kapitola teoretické části popisuje protokoly používané v Internetu věcí. Poslední kapitola popisuje funkce rychlovarných konvic vhodné k implementaci.

Kapitola řešení popisuje samotný návrh a řešení rychlovarné konvice zapadající do chytré domácnosti. V první části se nachází návrh blokového schéma a popis jednotlivých komponent. Následující kapitola popisuje podobu programu řídicí jednotky, který je popsán pomocí vývojových diagramů. Následující část pojednává o návrhu a podobě webové aplikace, ovládající řídicí jednotku. Předposlední část obsahuje reálnou fotografii řešení s popisem komponent a také analýzu spotřeby energie s návrhem na ušetření energie. V poslední kapitole řešení se nachází popis navržených desek plošných spojů.

1 TEORETICKÝ ROZBOR

Tato kapitola se zabývá teoretickou problematikou práce. Jsou zde podrobněji popsány pojmy Internet věcí a Chytrá domácnost. Dále kapitola obsahuje průzkum trhu největších výrobců na poli Internetu věcí a průzkum trhu rychlovarných konvic. Předposlední část se zabývá protokoly používanými v Internetu věcí. Poslední část kapitoly obsahuje analýzu funkcí rychlovarných konvic na trhu vhodných k implementaci do projektu.

1.1 Internet věcí

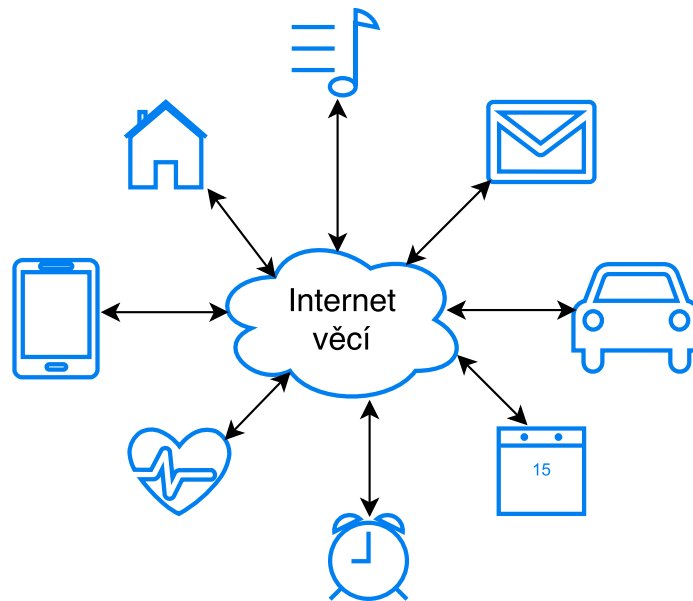
První myšlenka IoT se zrodila kolem roku 1980. V roce 1982 byl představen koncept inteligentního zařízení, které kontrolovalo množství potravin na skladě a jejich teplotu [4].

V roce 1990 byl k internetu pomocí počítače (PC) připojen toustovač, který bylo možné vzdáleně zapnout nebo vypnout [5].

Roku 1999 nastává největší průlom v IoT. Kevin Ashton na MIT (Massachusetts Institute of Technology) představil projekt Auto-ID Labs, což byl systém na kontrolu zboží pomocí štítku s RFID (Radio Frequency Identification) identifikátorem, umístěný na dané položce. Pomocí internetu bylo možné sledovat pohyb takto označeného zboží. Kromě RFID se začal používat standard IEEE 802.11 (WiFi), který umožnil bezdrátové připojení. Díky tomu se snížily náklady za použité technologie a také montáž. Později vznikly technologie, jako např. ZigBee, které je určeno pro komunikaci s zařízením s nízkou spotřebou [6], [7].

Internet věcí (Internet of Things - IoT) je poslední dobou hodně používaný pojem. Tento název popisuje svět navzájem propojených zařízení, kterých může být nespočet. Propojit mezi sebou lze v podstatě vše, co používá elektrickou energii. Například koloběžka ke svému provozu elektrickou energii nepotřebuje, ale pokud připojíme vhodný hardware, může se i ona stát součástí internetu věcí. Na Obr. 1.1 je zobrazeno možné využití Internetu věcí.

Internet věcí lze jednoduše definovat jako množství zařízení pracující v rámci vlastní infrastruktury. Společnou vlastností většiny takovýchto zařízení je využití levného a energeticky úsporného hardwaru. Dalším předpokladem je funkční připojení k internetu, které nemusí být rychlé, ale za to mobilní. Výhoda internetu věcí není jen v chytré domácnosti, tj. vzdálené ovládání osvětlení nebo přijmutí hlášky od mrazáku, který si všiml, že nemá dovřené dvířka. Například ve zdravotnictví budou časem nosit pacienti chytré náramky, které se připojí na centrální databázi a budou danému pacientovi připomínat, jaký lék si má kdy vzít [6].



Obr. 1.1: Internet věcí propojení.

1.2 Chytrá domácnost

Při výstavbě nových domů se v dnešní době s chytrou domácností počítá. Je to vlastně nový trend výpočetní a spotřební elektroniky. Jednotlivé chytré "krabičky" mezi sebou dokáží samy komunikovat prostřednictvím počítačových sítí. Z počítače, tabletu nebo mobilního telefonu je možné ovládat prakticky celou domácnost.

Dům využívající chytrou domácnost dokáže sám řídit klimatizaci, natáčení žaluzií v závislosti na pozici slunce, vyhřívání bazénu, ohřev vody, obsluhovat zabezpečovací systém, ale také například vypnout elektrický přívod například pro zásuvku žehličky [8].

Následuje popis několika nejznámějších firem zabývajících se využitím Internetu věcí v domácnosti. Jedna věc tyto společnosti spojuje - jejich produkty jsou mezi sebou kompatibilní.

1.2.1 Google

Google nabízí pro chytrou domácnost hlasového asistenta Google Home. Stačí říct „OK Google“ a následně příkaz, např. „Vzbuď mě v 6:00“. Google Home dokáže také ovládat chytré technologie v domě, např. bezdrátové termostaty Nest nebo chytré LED žárovky společnosti IKEA. Mimo jiné umí také odesílat SMS zprávy, zamluvit hotel, informovat o odletu letadla nebo vkládat upomínky do kalendáře. Výhodou je také schopnost učení. Pokud je asistentu Google Home dovoleno, je schopen sbírat specifické informace, které použije pro lepší porozumění hlasovým požadavkům [9].



Obr. 1.2: Hlasový asistent Google Home.

1.2.2 Amazon

Společnost Amazon přišla na trh chytré domácnosti se svou hlasovou asistentkou Alexou. Alexa je mimo jiné centrální jednotkou chytrého reproduktoru Amazon Echo, viz Obr. 1.3. Reprodukter Amazon Echo se lehce připojí na internet a Alexa jeho prostřednictvím odpovídá na otázky, zapíná inteligentní světla, objednává věci od z internetového obchodu Amazon nebo přehrává hudbu. Reprodukter Amazon Echo obsahuje celkem 7 mikrofónů, které efektivně potlačují okolní šum. Díky tomu Alexa nepřeslechne příkaz ani při přehrávání hudby. Chytrý hlasový reproduktor přehrává hudbu z Amazon Music, Spotify a další [10].

Hlasový asistent Alexa je také integrována v dalších zařízeních, které vyvíjí společnost Amazon:

- Amazon Fire TV - multimediální centrum k TV.
- Amazon Echo spot - reproduktor s obrazovkou.
- Amazon Echo Dot - menší verze reproduktoru Amazon Echo.

Zařízení Amazon Echo spolupracují s chytrými domácími spotřebiči od společnosti Philips Hue, TP-Link, Nest, Honeywell, Sony a další.



Obr. 1.3: Hlasový asistent Amazon Echo 2nd generation.

1.2.3 Nest

Nest je americká společnost vyvíjející produkty pro chytrou domácnost, především produkty pro vytápění domů. Přišla na trh v roce 2010 s chytrým termostatem. V dalších letech přibyly další produkty - domovní zvonky, venkovní kamery, senzory kouře a oxidu uhelnatého. Nejzajímavějším produktem této společnosti je již zmíněný termostat, který je popsán v následujícím textu [11].

Termostat společnosti Nest je moderní produkt pro ovládání vytápění/chlazení v domě. Spolupracuje s různými typy kotlů - elektrický, plynový, přímotopy, tepelná čerpadla atp. Termostat se sám učí, jak uživatel reguluje teplotu a například i v jaký čas přichází domu. Podle předpovědi počasí pozná, jestli má začít vytápět. Naučí se, jak dlouho mu trvá při jaké teplotě vytopit dům a podle pozice slunce na obloze pozná, že nemá cenu topit. Komunikuje pomocí domácí WiFi a disponuje množstvím senzorů - čidly pohybu, teploty, vlhkosti a snímačem okolního osvětlení. Termostat je možné ovládat pomocí aplikace v mobilním telefonu.

Množství spotřebičů spolupracujících s Nest termostatem stále přibývá. Kromě produktů od společnosti Nest lze připojit spotřebiče Whirlpool, chytré žárovky Philips Hue nebo různé chytré hodinky. Výše popsané vlastnosti byly pouze výhody tohoto

produktu. Termostat má také nevýhody:

- Spínání kotle funguje na principu zapnuto/vypnuto - termostat nepodporuje plynulou regulaci kotle. Je tedy vhodný pouze pro některé kotle.
- Snímání přítomnosti osob funguje pouze ve vodorovné poloze - nezaznamená tedy zvířata, ani malé děti.
- Snímání přítomnosti také nepozná například, pokud osoba dlouho sedí u televize.



Obr. 1.4: Termostat Nest 3. generace.

1.2.4 Philips Hue

Společnost Philips je průkopníkem v oblasti inteligentního osvětlení. Na trh chytré domácnosti přišla roku 2012 se systémem Hue. Philips Hue je systém domácího osvětlení, který je možné ovládat pomocí ovladačů v domě nebo mobilního telefonu/tabletu. Srdcem tohoto řešení je síťový most (bridge), ke kterému jsou připojená ostatní chytrá zařízení Philips Hue. Most je možné připojit k WiFi směrovači, díky kterému je možné ovládat osvětlení odkudkoliv. Philips Hue je kompatibilní s produkty od společnosti Apple - Apple HomeKit, Google Home a také s produkty společnosti Nest. Philips vyrábí následující produkty:

- Bridge - centrální jednotka systému.
- Světla Philips Hue - LED žárovky, LED světelné pásy, lampy.
- Ovladače, stmívače, pohybové senzory - ovládání bez přístupu k mobilní aplikaci.
- Mobilní aplikace Philips Hue - přístup ke všem možnostem bridge skrze mobilní telefon.



Obr. 1.5: Síťový most Philips HUE.

1.2.5 Fibaro

Společnost Fibaro vznikla roku 2010. Produkty značky Fibaro se vyznačují zejména kompatibilitou s ostatními výrobci na trhu chytré domácnosti a to díky použité technologii konektivity. Pro vzájemnou komunikaci používají protokol Z-Wave. Hlavní produkt společnosti Fibaro je centrální jednotka Home Center, ke které se připojují další bezdrátové moduly. Centrální jednotka se připojí pomocí ethernetu k domácímu směrovači, aby bylo možné chytrou domácnost ovládat z webového prohlížeče nebo mobilní aplikace. Jak už bylo zmíněno, značka Fibaro používá pro komunikaci protokol Z-Wave, takže je k centrální jednotce možné připojit všechny produkty, které tento protokol využívají [12].



Obr. 1.6: Centrální jednotka Fibaro Home Center2.

1.2.6 Xiaomi

Centrální ovládání chytré domácnosti Xiaomi zajišťuje mobilní telefon nebo tablet. Výrobky jsou spárovány s mobilním zařízením nebo řídicí centrální jednotkou Smart Home. Pokud je použit mobilní telefon, jsou jednotlivé komponenty chytré domácnosti spárovány pouze s ním pomocí technologie bluetooth. Toto řešení znemožňuje ovládat domácnost, pokud se nenachází telefon poblíž senzorů. Xiaomi nabízí také řídicí jednotku Smart Home, ke které jsou připojeny všechny komponenty. Samotnou jednotku je možné ovládat přes internet pomocí mobilní aplikace odkudkoliv. Společnost nabízí produkty, jako jsou [13]:

- Chytré náramky Mi Band.
- Robotické vysavače Mi Vacuum Cleaner
- IP kamery YI Dome Camera.
- Centrální jednotka Smart Home - lze připojit senzory pohybu, teploty nebo senzory dveří.
- Senzory teploty, dveří a CO.
- Chytré žárovky a led pásy Yeelight.
- Chytrá varná konvice Mi Kettle.
- Mobilní telefony, koloběžky, tablety, notebooky...

1.3 Rychlovarné konvice

Předmětem této diplomové práce je implementovat funkce chytré domácnosti, jako je vypnutí ohřevu na určité teplotě vody a vzdálené zapnutí ohřevu vody na základě času například pomocí mobilního telefonu, do běžné rychlovarné konvice. Pro porovnání vlastností bylo vybráno několik chytrých rychlovarných konvic.

1.3.1 Automatická čajová konvice Catler TM 8010

Jedná se o automatickou rychlovarnou konvici o objemu 1,5l pro přípravu čaje. Je možné nastavit 5 různých teplot - 80, 85, 90, 95 a 100 °C. Výběr teploty je na základě druhu čaje. V konvici se nachází sítko pro čaj, které konvice sama ponoří / vynoří pro louhování. Konvice nabízí následující funkce [14]:

- Keep warm - udržení nastavené teploty po dobu až 1 hodiny.
- Auto Start - automatické zapnutí konvice podle nastaveného času na stojanu konvice.
- Funkce Basket pro aktivaci cyklu automatického vynoření / ponoření čajového sítka pro louhování.
- Automatické vypnutí.
- Ochrana proti zapnutí bez vody.



Obr. 1.7: Automatická rychlovarná konvice Catler TM 8010.

1.3.2 Morphy Richards digitální čajovar Tea Maker

Rychlovarná konvice o objemu 1 l pro přípravu čaje. Konvice umí zahřát vodu a udržovat teplotu na 85, 95 a 100 °C a kombinovat ji s délkou louhování v pěti krocích. Konvice nabízí následující vlastnosti [15]:

- LCD displej pro zobrazení aktuální a nastavené teploty.
- Funkce udržování teploty.
- Bezpečnostní pojistka proti přehřátí.



Obr. 1.8: Morphy Richards digitální čajovar Tea Maker.

1.3.3 KitchenAid 5KEK1322ESS Artisan

Skleněná rychlovarná konvice o objemu 1,5 l. Konvice umožňuje nastavit 5 stupňů teploty vody - 80, 85, 90, 95 a 100 °C. Udržování teploty je možné nastavit pouze při teplotě 70 °C po dobu až 30 minut. Nastavení teploty je možné pomocí posuvníku na podstavci konvice, viz Obr. 1.9 [16].



Obr. 1.9: KitchenAid Skleněná konvice na čaj ARTISAN.

1.3.4 Xiaomi Mi Kettle

Xiaomi Mi Kettle je jediná inteligentní konvice svého druhu na českém trhu. Konvice dokáže přivést k varu 1,5l vody. Pomocí technologie bluetooth je možné skrze mobilní telefon nastavit, jaké teploty má voda dosáhnout. Konvice umí udržet danou teplotu po dobu až 12 hodin [17].



Obr. 1.10: Chytrá rychlovarná konvice Xiaomi Mi Kettle.

1.3.5 Chytrá rychlovarná konvice appkettle

Appkettle je chytrá konvice vyráběná ve Velké Británii. Konvice se ovládá pomocí mobilní aplikace, pomocí které je možné ji sdílet s více uživateli v domácnosti. Konvici je možné ovládat také manuálně pomocí tlačítek na podstavci. Teplotu vody je možné nastavit v rozmezí 60 °C až 100 °. Zařízení je možné připojit k internetu pomocí 4G (vestavěný slot pro sim kartu) nebo pomocí WiFi. Konvice má následující funkce [18]:

- Keep warm - funkce pro udržení teploty vody až po dobu 40 minut.
- Volume sensing - funkce, která spustí zahřívání vody těsně před naplánovaným časem.
- Možnost nastavit teplotu vody po 1 °C od 60 °C do 100 °C.
- Manuální nastavení teploty na podstavci konvice.
- Naplánování času následujícího ohřívání vody
- Zapamatování poslední nastavené teploty.
- Možnost ovládání pomocí hlasového asistenta Amazon Alexa.



Obr. 1.11: Chytrá rychlovarná konvice appkettle.

1.3.6 Chytrá rychlovarná konvice Smarter iKettle 3.0

Chytrou rychlovarnou konvici společnosti Smarter je možné ovládat odkudkoliv ze světa. Ovládá se pomocí mobilní aplikace Smarter app, která je dostupná pro mobilní platformy Android a iOS. Aplikace funguje podobně jako budík v mobilním telefonu. Je možné nastavit teplotu, čas a dny, ve kterých ohřívání vody opakovat. Umožňuje také okamžitý ohřev při nastavené teplotě. Konvici je možné připojit k internetu pomocí WiFi nebo 4G (vestavěný slot pro sim kartu). Teplotu je možné volit v rozmezí 20 °C až 100 °C. Pomocí senzoru úrovně hladiny vody je možné v aplikaci vidět, na kolik šálků čaje voda stačí. Konvice podporuje také následující funkce [19]:

- Keep Warm - udržuje nastavenou teplotu vody až po dobu 40 minut.
- Tlačítko na konvici - po stisknutí tlačítka lze konvici ovládat jako klasickou konvici.
- Home mode - konvice dokončí ohřívání vody v okamžiku, kdy uživatel přijde domů.
- Možnost ovládání pomocí hlasového asistenta Amazon Alexa a připojení zařízení od firmy Nest.



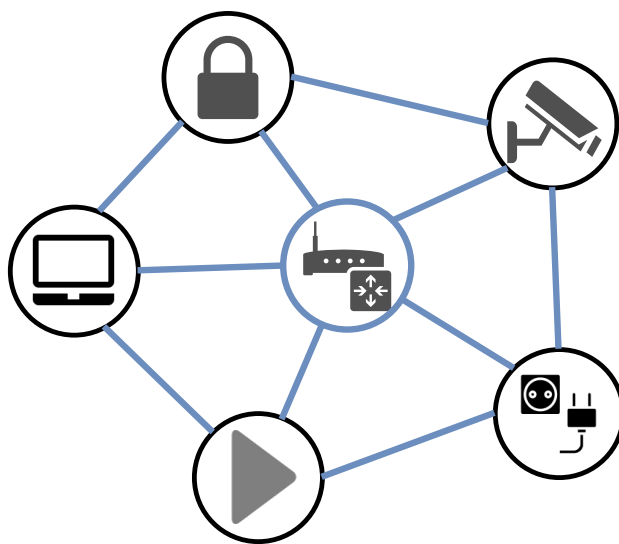
Obr. 1.12: Chytrá rychlovarná konvice Smarter iKettle 2.0.

1.4 Technologie přenosu dat používané v Internetu věcí

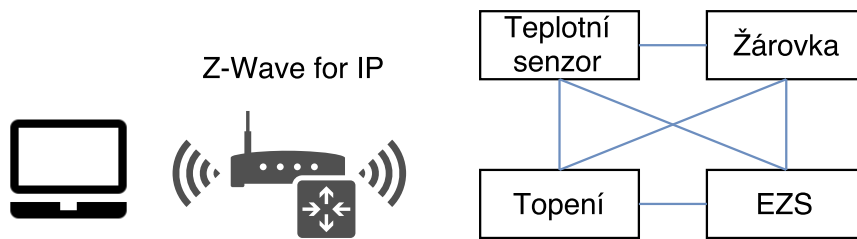
V této kapitole jsou popsány nejpoužívanější technologie přenosu dat používané v Internetu věcí - nejběžnější Z-Wave protokol a topologie a také MQTT protokol pracující nad modelem TCP/IP.

1.4.1 Z-Wave

Z-Wave je mezinárodně standardizovaný protokol pro bezdrátovou komunikaci. V Evropě využívá Z-Wave bezdrátový přenos na frekvenci 868,42 MHz. Je proto odolný vůči rušení od WiFi. Komunikace funguje na principu předávání dat mezi zařízeními (topologie typu Mesh, viz Obr. 1.13) a tím efektivně dosah navyšují - čím více zařízení, tím větší dosah. Maximální počet zařízení s sítí je 232. Každé zařízení umožňuje kromě přijímání a odesílání dat také přeposílání dat dále do sítě. Přeposílání dat je možné přes maximálně 4 další zařízení. Nákres komunikace se nachází na Obr. 1.14. V architektuře Z-Wave existují 2 typy prvků - prvky řídicí a podřízené. Pro směrování v síti musí mít každý řídicí prvek uloženou tabulku celé topologie. Tento protokol je určen pro přenos malých paketů, kde je potřeba malá odezva. Udávaný dosah komunikace je přibližně 30 m. Z-Wave používá k propojení všech zařízení centrální jednotku, kterou je možné připojit do internetu stejně jako WiFi směrovač [22].



Obr. 1.13: Síťová topologie typu mesh.



Obr. 1.14: Princip propojení zařízení na protokolu Z-Wave.

1.4.2 Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

MQTT je jednoduchý komunikační protokol postavený nad TCP/IP, umožňující mezi objekty přenášet krátké zprávy. Funguje na principu publikování a odběru zpráv. Zprávy mohou produkovat například čidla, které publikují (anglicky publisher) do jednoho centra - MQTT zprostředkovatel (anglicky broker). Každá zpráva je publikována pod nějakým názvem tématu (anglicky topic). Toto téma poté MQTT zprostředkovatel rozešle všem odběratelům (anglicky subscriber), kteří si dané téma objednali. Odběratel může být webová služba, jednoduchý program nebo jiné zařízení [24].

Zprávy MQTT

Téma zprávy je textový řetězec, který může být pomocí znaku lomenu rozdělen do několika úrovní, může mít například tuto strukturu:

```
/byt/teplota/venku
/byt/teplota/uvnitř
/byt/dveře/otevření
```

Protokol MQTT definuje pro samotný přenos zpráv tři úrovně potvrzování doručení:

- QoS 0 - zpráva odeslána bez potvrzení, není zaručeno doručení.
- QoS 1 - zpráva doručena alespoň jednou.
- QoS 2 - každá zpráva doručena právě jednou.

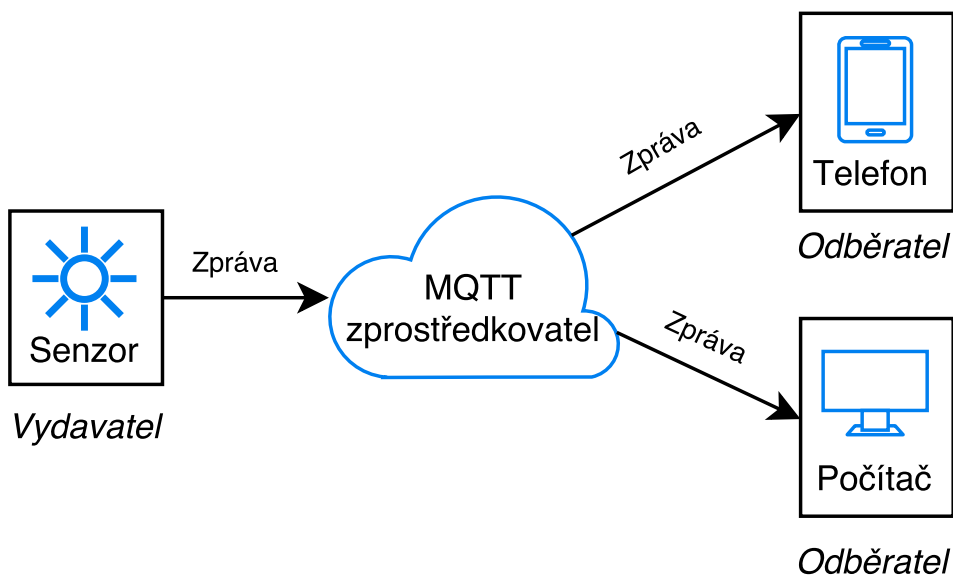
Sám protokol MQTT nedefinuje, jakého typu mají data být. Zprostředkovatel odešle příjemcům data přesně v podobě, jak je dostal. Typicky zprostředkovatel omezuje velikost zprávy na 268435455 B.

Zprostředkovatel MQTT

Centrem komunikace MQTT je zprostředkovatel. Zprostředkovatel může být program nebo server, který přijímá publikované zprávy a přeposílá je přihlášeným odběratelům.

Klient MQTT

Klientem MQTT může být buď specializovaný software, případně je možné implementovat klienta do programu v libovolném programovacím jazyce. Pro druhou variantu existuje mnoho již hotových knihoven. Nejpoužívanější jsou opensource knihovny pro jazyky Python, C nebo JavaScript. Pro účel tohoto projektu je použita opensource knihovna Eclipse Paho, která reprezentuje klienta ve webové aplikaci.



Obr. 1.15: Princip přenosu dat protokolu MQTT.

1.5 Analýza funkcí k implementaci

V této kapitole je popsána analýza některých vybraných funkcí, které budou později implementovány do programového vybavení rychlovarné konvice.

Lokální ovládání

V případě výpadku internetového připojení je možno ovládat rychlovarnou konvici lokálně pomocí tlačítek a displeje. Je možné nastavit tón zvukové signalizace, přepojit na jinou WiFi síť a také je možné ovládání teploty vody pomocí několika předvoleb.

Vzdálené ovládání

Rychlovarnou konvici lze ovládat vzdáleně například pomocí mobilního telefonu.

Díky použití MQTT protokolu (1.4.2) je možné ovládat konvici přes internet odkudkoliv ze světa.

Zvuková signalizace

Při začátku ohřevu vody a při ukončení ohřevu je přehrána melodie. Hlasitost melodie je možné nastavit v menu.

Druh připravovaného nápoje

Pomocí předvolby je možné zajistit, jaké nejvyšší teploty má dosáhnout ohřívaná voda. Tato funkce se hodí zejména k přípravě specifických nápojů, jako jsou:

- Zelený čaj - 75 °C
- Černý čaj - 80 °C
- Ovocný čaj - 100 °C

V případě potřeby není problém rozšířit předvolby o další druhy nápojů.

Základ strojového učení

Každá provedená teplota vaření a čas bude zapsána do databáze. Na základě uložených údajů v databázi bude vypočtena nejčastější teplota ohřevu vody v čase.

2 ŘEŠENÍ

V této kapitole je popsáno řešení projektu. V první části je popsána funkčnost a zapojení řídicí jednotky. Dále je popsán návrh a funkce webové aplikace, která řídicí jednotku ovládá. Ve třetí kapitole se nachází fotografie a popis reálné podoby projektu. Čtvrtá kapitola obsahuje analýzu spotřeby elektrické energie a návrh na šetření. Poslední část obsahuje popis navržených DPS, které se nachází v příloze. Pro lepší vysvětlení problematiky byly využity vývojové diagramy. Do samotných zdrojových kódů možno nahlédnout v příloze.

Mezi výstupy práce patří:

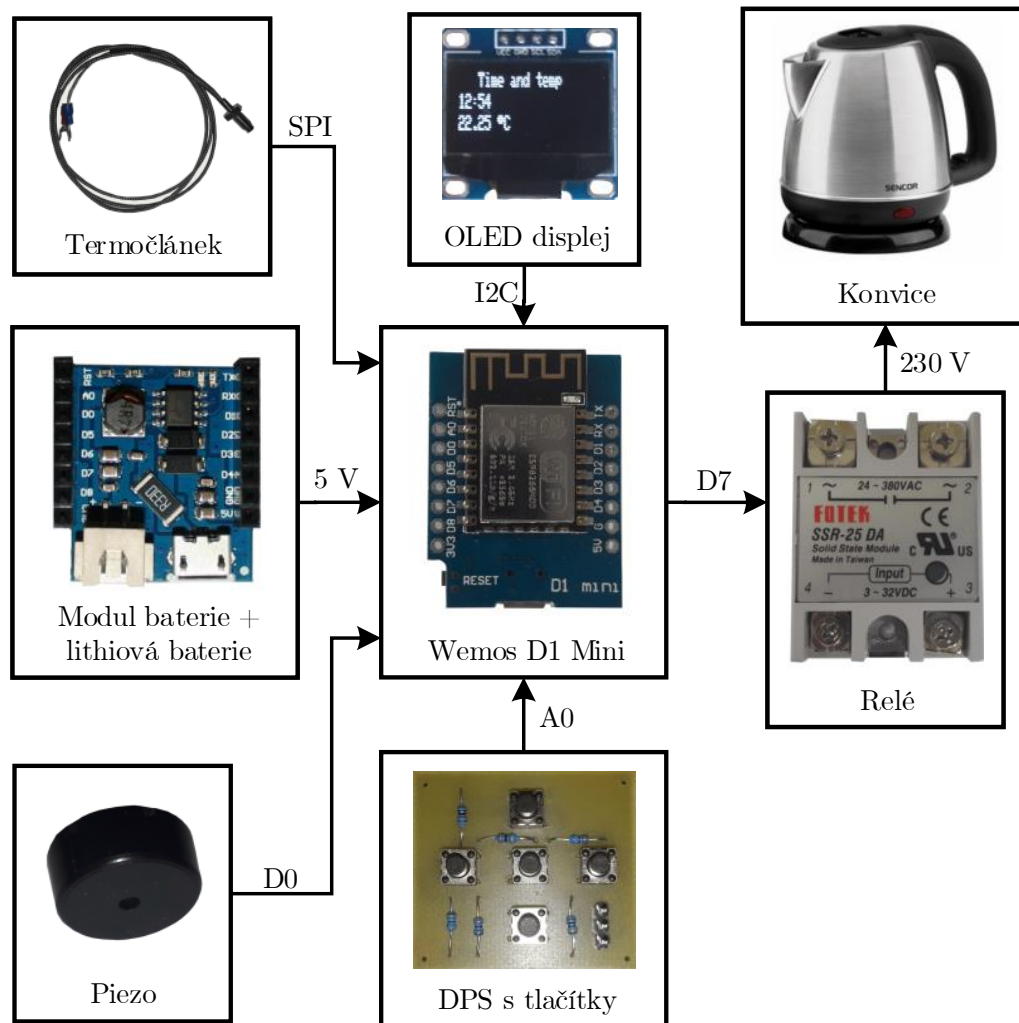
- Zvolení vývojové platformy řídicí a návrh zapojení všech komponent.
- Návrh a implementace programu řídicí jednotky.
- Návrh a implementace webové aplikace.
- Analýza spotřeby energie.
- Návrh, výroba a osazení desky plošných spojů.

Budou implementovány následující funkce rychlovarné konvice:

- Lokální ovládání.
- Vzdálené ovládání.
- Zvuková signalizace.
- Záložní napájení.
- Měření teploty.
- Základ strojového učení.

2.1 Blokové schéma zapojení

Jádrem tohoto návrhu je vývojová deska Wemos D1 mini, která nabízí různá rozšíření pomocí modulů. Vývojová deska je napájena pomocí modulu pro lithiové baterie, kterou tento modul zároveň nabíjí. Pro získání teploty vody varné konvice byl zvolen termočlánek typu K ve vodotěsné variantě, který umožňuje měření teploty v rozsahu přibližně $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+1300\text{ }^{\circ}\text{C}$. K lokálnímu ovládání slouží navržená DPS s tlačítky v kombinaci s OLED displejem. Zvukovou signalizaci vaření zajišťuje piezo reproduktor. Samotné zapínání a vypínání varné konvice má na starost relé v polovodičové variantě, které spíná napájení pro varnou konvici. Napájení řídicí jednotky zajišťuje napájecí zdroj s výstupním napětím 5 V a výstupním proudem 1 A. Připojení jednotlivých bloků k portům a sběrnicím je zobrazeno na Obr. 2.1.



Obr. 2.1: Blokové schéma zapojení rychlovarné konvice.

Wemos D1 Mini

Jako řídicí jednotka celého projektu slouží mikrokontrolér ESP8266 od firmy Espressif. ESP8266 je levný WiFi čip s plnou podporou TCP/IP a podporou programování. ESP8266 má následující vlastnosti.

- 32b procesor běžící na frekvenci 80 MHz.
- 64 KB instrukční paměti RAM, 96 KB datové RAM.
- až 16 MB flash paměť.
- WiFi bezdrátová komunikace se standardem IEEE 802.11.

- 16 vstupně/výstupních portů.
- Sběrnice I2C, SPI a UART.
- 10b analogový vstup.

V tomto případě je mikrokontrolér ESP8266 osazen na vývojové desce Wemos D1 Mini. Vývojová deska má 11 digitálních a 1 analogový port. Pro napájení a programování slouží micro USB port. Všechny potřebné kontakty jsou vyvedeny po okrajích desky a je tedy možné ji pohodlně použít v nepájivém poli. Popis všech portů na desce Wemos D1 Mini a jejich připojení na ESP8266 je uvedeno v Tab. 2.1 [26].

Tab. 2.1: Wemos D1 mini popis portů.

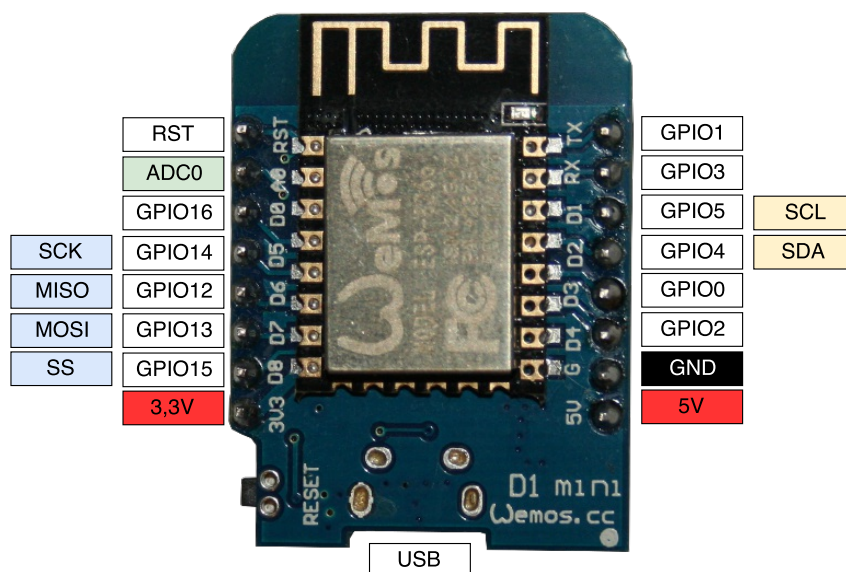
Pin Wemos	Funkce	ESP8266 pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog. vstup	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO	GPIO0
D4	IO	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO	GPIO15
G	GND	GND
5V	5V	-
3V3	3,3V	3,3V
RST	Reset	RST

Modul OLED displeje

Modul OLED displeje slouží pro zobrazení hlavního menu. Rozlišení je 128 x 64 pixelů a o řízení celého displeje se stará obvod SSD1306, který komunikuje přes sběrnice I2C. Modul je možné napájet pomocí 3,3 nebo 5 V. Maximální proudový odběr při rozsvícení všech bodů displeje je 20 až 30 mA při 5 V. V programu se o obsluhu displeje stará knihovna AdafruitSSD1306.

Modul baterie

Modul baterie slouží k napájení řídicího obvodu v případě výpadku elektrické ener-



Obr. 2.2: Vývojová deska Wemos D1 mini.

gie. Slouží k nabíjení lithiových akumulátorů. Modul je napájen pomocí konektoru micro USB. Pro správnou funkci nabíjení je nutné použití napájecího zdroje 5 V s minimálním proudem 1 A. Modul je vybaven dvojicí LED diod - červená indikuje nabíjení, zelená úplně nabití. Modul nabíjí baterii Nokia BV-L4A o kapacitě 2000 mAh, napětí 3,8 V.

Modul relé

Modul relé slouží pro spínání velké zátěže - v tomto případě rychlovarné konvice. Relé je konstruováno na maximální proudové zatížení 25 A. Spínání kontaktu zajišťuje napětí 3,3 nebo 5 V.

Termočlánek

Termočlánek typu K umožňuje měřit teplotu v rozsahu -200 až +1300 °C. Pro komunikaci s ESP8266 je použit převodník MAX6675 připojený ke sběrnici SPI. Samotný převodník je umístěn na řídicí desce ve smd variantě. Řídicí jednotka ESP8266 používá pro obsluhu tohoto čidla knihovnu MAX6675.

DPS s tlačítky

Deska plošných spojů s tlačítky slouží k lokálnímu ovládání rychlovarné konvice. Je připojena pomocí jednoho analogového pinu k řídicí jednotce.

Piezo reproduktor

Piezo reproduktor slouží k přehrání zvukové signalizace po dokončení ohřevu vody. Zvukovou signalizaci je možné nastavit v hlavním menu řídicí jednotky.

2.2 MQTT zprostředkovatel

Aby bylo možné chytrou rychlovarnou konvici ovládat odkudkoliv ze světa, musí být použit MQTT zprostředkovatel na veřejné síti internet. Po průzkumu služeb nabízejí MQTT zprostředkovatele byl nalezen web CloudMQTT.com. Tato služba poskytuje několik plánů, lišící se omezením počtu připojení nebo přenosovou rychlostí a cenou [27]:

Tab. 2.2: CloudMQTT popis plánů.

Název	Maximální počet připojení	Přenos. rychlost	Podpora	Cena za měsíc
Cute Cat	10	10 Kb/s	-	zdarma
Keen Koala	100	100 Kb/s	email, chat	\$ 19
Loud Leopard	1 000	1 Mb/s	email, chat	\$ 99
Power Pug	10 000	10 Mb/s	24/7, email, chat	\$ 299

Pro tento projekt není přenosová rychlost 10 Kb/s nijak limitující. Byl proto zvolen plán Cute Cat, který je zdarma. Po založení účtu a přihlášení se zobrazí domovská stránka, viz Obr. 2.3. Na této stránce se nachází všechny potřebné údaje, které je potřeba nastavit u klientů. V rozhraní CloudMQTT je možné vytvářet mosty s lokálními zprostředkovateli, sledovat provoz, nebo ručně posílat zprávy na vybrané téma. Služba CloudMQTT funguje na serverech Web Services US-East-1 firmy Amazon, které se nachází v Severní Virginii. Díky poloze serverů může být zvýšena odezva MQTT zprostředkovatele.

Details

[Statistics ↗](#)

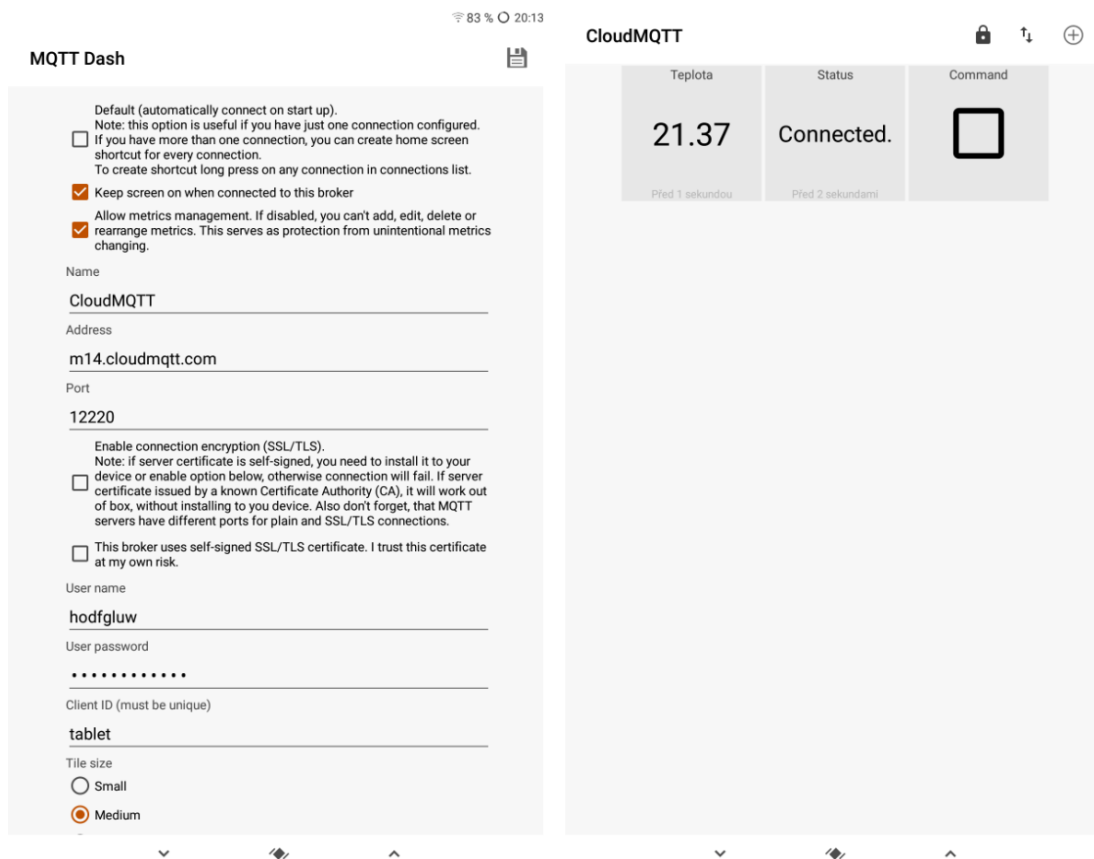
Server	m14.cloudmqtt.com	
User	hodfgluw	<input type="button" value="Restart"/>
Password	j2btP_-2854l	
Port	12220	
SSL Port	22220	
Websockets Port (TLS only)	32220	
Connection limit	10	

Obr. 2.3: Domovská stránka služby CloudMQTT.

2.3 Testovací aplikace

Webová stránka ovládající projekt chytré konvice byla vytvořena později, než řídicí modul konvice. Pro potřeby testování funkčnosti a ladění bylo nutné najít nejlépe mobilní aplikaci, která umí komunikovat protokolem MQTT. Byla použita mobilní aplikace MQTT Dash (IoT, Smart Home) pro operační systém Android. Aplikaci je možné nalézt v obchodu Google Play [25].

Při spuštění je nutné vyplnit údaje k připojení na MQTT zprostředkovatele. Po vyplnění nastavení je možné do aplikace vkládat informační okénka, u kterých se vyplní MQTT témata a volba, zda má dané okénko zprávy přijímat nebo i odesílat. V levé části Obr. 2.4 lze vidět nastavení údajů pro MQTT zprostředkovatele, v pravé části se nachází ukázka běhu aplikace.



Obr. 2.4: Mobilní aplikace MQTT Dash.

2.4 Program řídicí jednotky

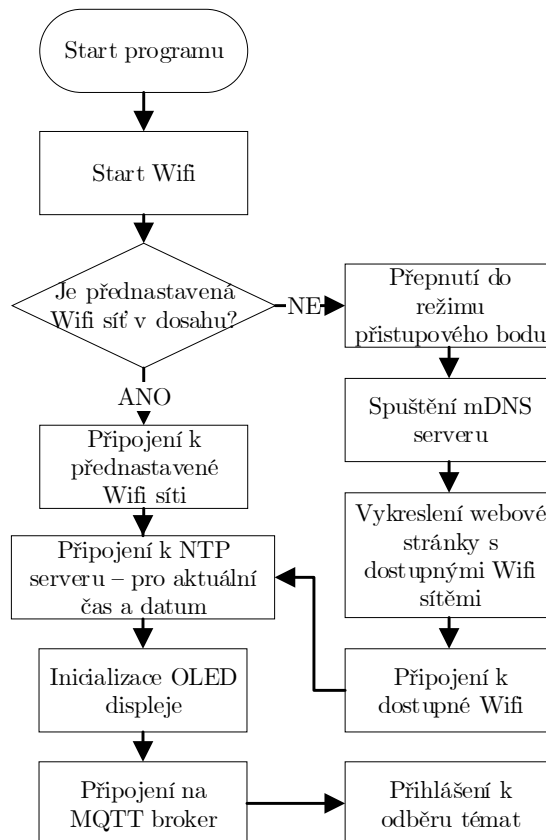
V této části práce je popsána funkce programu řídicí jednotky. Program je napsaný v programovacím jazyce C++. Zjednodušený program řídicí jednotky ve formě vývojových diagramů je vyobrazen na Obr. A.1.

2.4.1 Po spuštění

Po připojení vývojové desky k napájení se provede start WiFi části. Pokud se nenalezne přednastavená WiFi síť v kódu do časového limitu 10 s, WiFi část se přepne do režimu přístupového bodu. Dále se spustí mDNS server (pro snazší nastavení přes webový prohlížeč pomocí adresy) a po přejití na webovou stránku dojde k zobrazení všech dostupných WiFi sítí, na které se lze připojit. Po výběru požadované WiFi sítě dojde k inicializaci OLED displeje a připojení na MQTT zprostředkovatele pomocí přihlašovací údajů z úvodní stránky CloudMQTT (viz Obr. 2.3). V posledním kroku dojde k přihlášení odběru zpráv následujících témat:

- `\kettle\tempOut` - zprávy o teplotě, zobrazení na webové stránce.

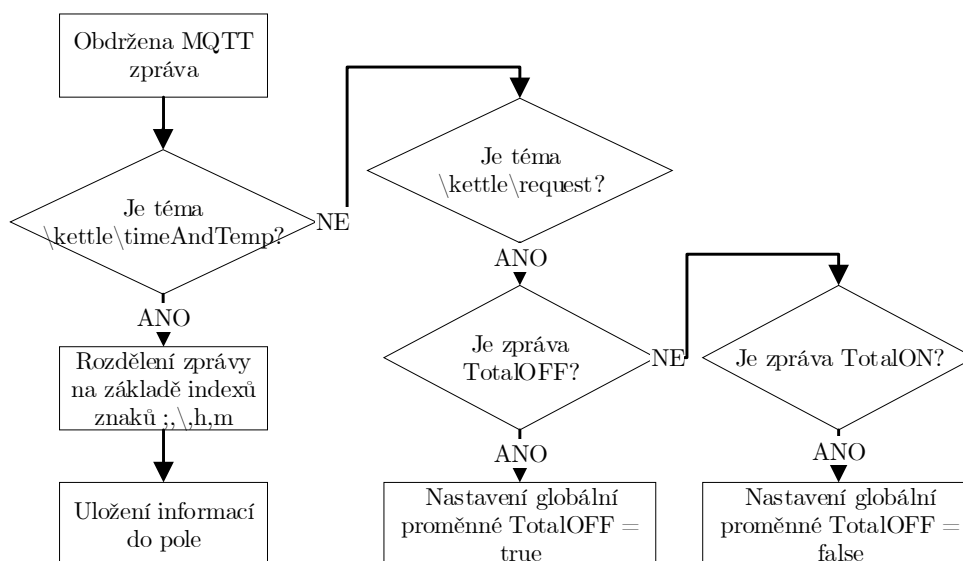
- \kettle\timeAndTemp - zpráva o nastavené teplotě a času sepnutí konvice.
- \kettle\report - zpráva o hlášení, například pro zobrazení o připojení na webové stránce.
- \kettle\request - zpráva pro žádost, například k žádosti o zaslání všech nastavených časů a teplot v řídicí jednotce.
- \kettle\answer - zpráva k odpovědi na žádost.



Obr. 2.5: Vývojový diagram po spuštění programu.

2.4.2 Příjem zpráv

Řídicí jednotka naslouchá, jestli na přihlášená MQTT témata nedošly zprávy. Tyto zprávy generuje webová nebo mobilní aplikace. Pokud je doručena zpráva, je s ní nakládáno podle názvu tématu. Vývojový diagram zpracování přijatých zpráv se nachází na Obr. 2.6.



Obr. 2.6: Vývojový diagram přijmutí MQTT zpráv.

Zpráva o teplotě a času sepnutí

Zprávy z webové stránky s časem sepnutí a teploty vody (MQTT téma `\kettle\timeAndTemp`) mají následující formát:

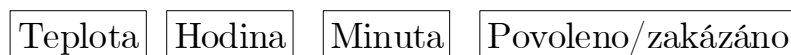
`index;teplota\XXhYYmPOVOLENÍ`

Následuje příklad, na kterém je formát zprávy vysvětlen:

index pole 2, požadovaná teplota vody 65°C, sepnutí v čase 22:28, povoleno.

`2;65\22h28m1`

Zpráva o teplotě a času sepnutí se ukládá v řídicí jednotce do pole. Je možné mít uloženo maximálně 5 těchto zpráv. Index, na který se informace ze zprávy uloží do pole, určuje první číslice ve formátu zprávy. Struktura pole se nachází na Obr. 2.7.



Obr. 2.7: Struktura pole s uloženými údaji o sepnutí konvice.

Z názvů jednotlivých prvků pole je patrné, jaká informace je vložena. Prvek Povolení/zakázáno určuje, zda dojde ke zpracování zprávy na tomto indexu nebo ne (1 = povoleno, 0 = zakázáno).

Zpráva o vypnutí časového spínání konvice

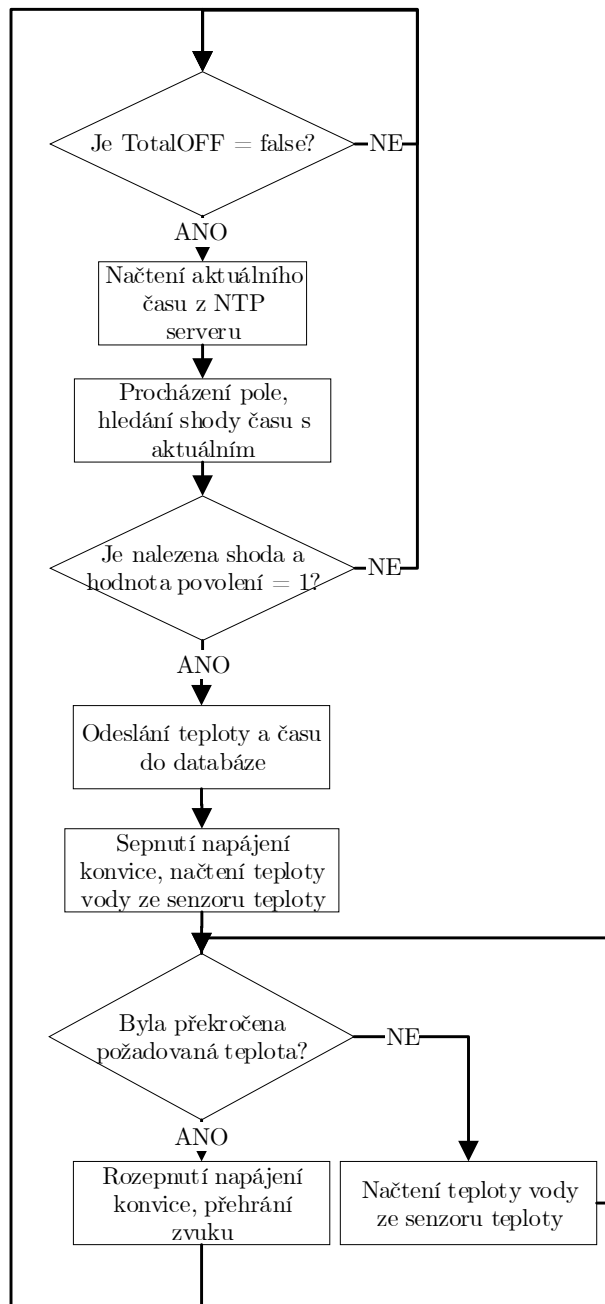
Po obdržení zprávy TotalOFF v tématu `\kettle\request` se řídicí jednotka uvede do stavu, kdy neprovádí žádné časové spínání, pouze naslouchá příchozím zprávám a obsluhuje lokální ovládání. Po přijetí zprávy TotalON na stejném tématu se řídicí jednotka uvede opět do stavu, kdy naslouchá i provádí časové sepnutí. Tento druh zprávy generuje přepínač ON-OFF ve webové aplikaci (viz kap 2.5).

Žádost webové stránky o zaslání obsahu pole

Webová stránka má funkci, kdy může zažádat o zaslání všech nastavených časů a teplot. Tato zpráva je print a přijde na téma `\kettle\request`. Po obdržení zprávy dojde k projití pole a zaslání všech hodnot ve formátu popsaném výše. Odpověď zasílá řídicí jednotka na téma `\kettle\answer`.

2.4.3 Časové spínání

Pokud není obdržena zpráva TotalOFF, řídicí jednotka cyklicky každé 2 sekundy porovnává údaj o času uloženém v poli s aktuálním časem. Pokud dojde ke shodě a parametr Povolení = 1, dojde k sepnutí napájení konvice a ohřevu vody na požadovanou teplotu. Po dobu ohřevu se do webové aplikace přes téma `\kettle\tempOut` odesílá zpráva s aktuální teplotou vody a také se na OLED displeji zobrazuje informace o požadované a aktuální teplotě vody. Pokud teplota vody překročí nastavenou, dojde k rozepnutí napájení konvice a tímto k zastavení ohřevu.



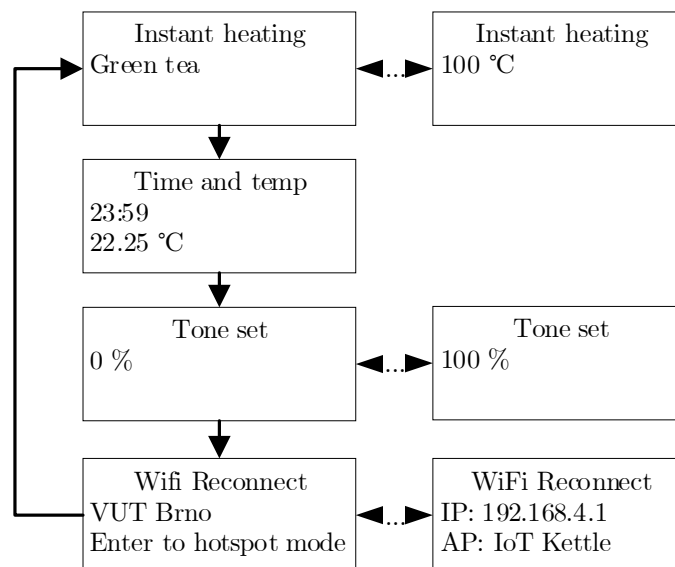
Obr. 2.8: Vývojový diagram časového sepnutí konvice.

2.4.4 Lokální ovládání

Pro lokální ovládání bylo navrženo jednoduché menu. Ovládání zajišťuje deska s tlačítky, připojená k analogovému portu řídicí jednotky. Program cyklicky kontroluje hodnotu na analogovém portu a podle toho zjišťuje, které tlačítko bylo sepnuto. Podoba samotného menu se nachází na Obr. 2.9.

Hlavní menu umožňuje ohřev vody ve třech předvolbách (Green tea, Fruit tea, Black tea) a také pomocí teploty, kterou je možné regulovat v rozmezí 75 °C až 100 °C. Dále zobrazuje informaci o aktuálním čase a teplotě vody v rychlovarné konvici. Je také možné volit zvuk, který vydá piezo reproduktor po ukončení ohřevy. Poslední funkce lokálního ovládání je přepojení řídicí jednotky na jinou WiFi síť. Po zvolení možnosti přepojení WiFi sítě se přepne řídicí jednotka do režimu přístupového bodu, ke kterému je možné se připojit například mobilním telefonem a přepojit ručně řídicí jednotku na jinou Wifi síť.

Pokud nedojde ke stisku žádného tlačítka po dobu jedné minuty, menu se automaticky přepne na obrazovku zobrazení času a teploty.



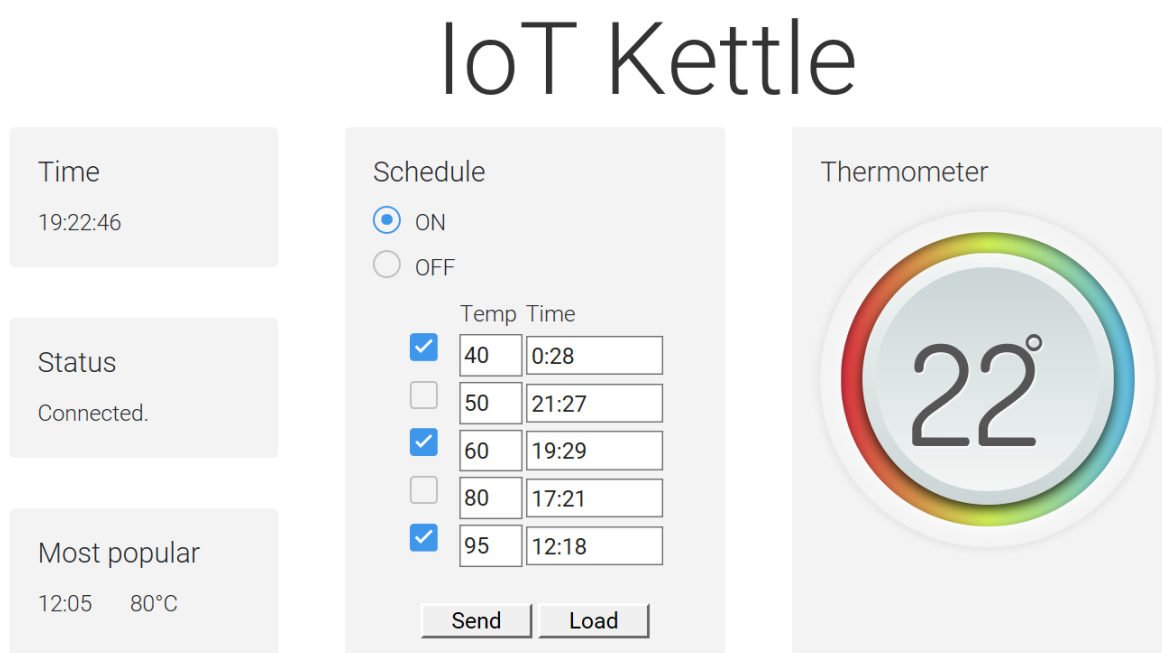
Obr. 2.9: Menu pro lokální ovládání.

2.5 Webová aplikace

Webová aplikace slouží k ovládání řídicí jednotky. Rozhraní je napsané v programovacím jazyce HTML. Pro obsluhu tlačítek, přepínačů, odesílání MQTT zpráv nebo k zobrazení času slouží programovací jazyk JavaScript.

2.5.1 Návrh webové aplikace

Pro komunikaci webové aplikace s řídicí jednotkou slouží protokol MQTT. Pro implementaci protokolu MQTT do webové aplikace byla zvolena JavaScriptová knihovna Eclipse Paho [28], která je volně dostupná ke stažení na internetu. Samotná podoba webové aplikace se nachází na Obr. 2.10.



Obr. 2.10: Návrh webové aplikace.

Celý princip funkčnosti webové aplikace je zobrazen na Obr. A.2. Následující text popisuje princip a funkčnost všech prvků na webové stránce.

Zobrazení informací

Zobrazení času na webové stránce obsluhuje JavaScript. Aktuální čas je získán z operačního systému.

Ovládací prvky

K ovládání řídicí jednotky slouží ovládací prvky HTML jazyka. Konkrétní funkce ovládacích prvků je vysvětlena následně:

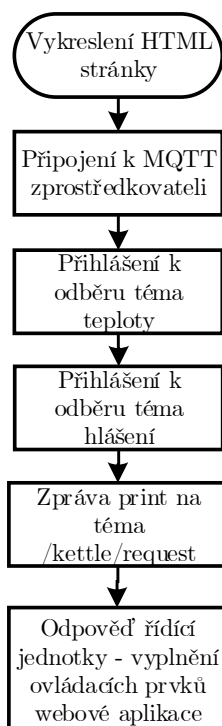
- Radio Button - Přepínač ON-OFF.
- CheckBox - Zaškrkávací pole.
- Input typu Number - Vstup pro nastavení teploty. Minimální vstup 30 °C, maximální vstup 95 °C.
- Input typu Time - Vstup pro čas.
- Button - Tlačítka Send a Load.

2.5.2 Start webové aplikace

Po startu webové aplikace dojde k vykreslení HTML obsahu a spuštění JavaScriptové knihovny. Dále dojde k přihlášení k MQTT zprostředkovateli a k přihlášení odběrů témat. Aktuální teplota vody v rychlovarné konvici je získána z MQTT téma `\kettle\tempOut` a je aktualizována každé 2 s (řídicí jednotka odesílá teplotu každé 2 s). Zpráva o stavu řídicí jednotky se získává z MQTT téma `\kettle\report`.

2.5.3 Odesílání zpráv

Po vyplnění teploty a času je možné stisknout tlačítko Send pro odeslání nastavených hodnot do řídicí jednotky. Před každým odesláním řádku informací je zkontrolováno, zda je nastavená hodnota teploty v povoleném rozmezí 30 °C až 95 °C. Pokud není teplota v povoleném rozmezí, zobrazí se chybová hláška a kurzor se přesune na místo chyby. Pokud teplota splňuje rozmezí, dojde k přeformátování daného řádku hodnot do formátu pro odeslání (viz kapitola 2.4.2) a samotnému odeslání do řídicí jednotky pomocí téma `\kettle\timeAndTemp`. Na následujícím diagramu Obr. 2.12 je popsáno zpracování jednoho řádku řídicích prvků (1. zaškrkávací pole, 1. vstup pro teplotu, 1. vstup pro čas).



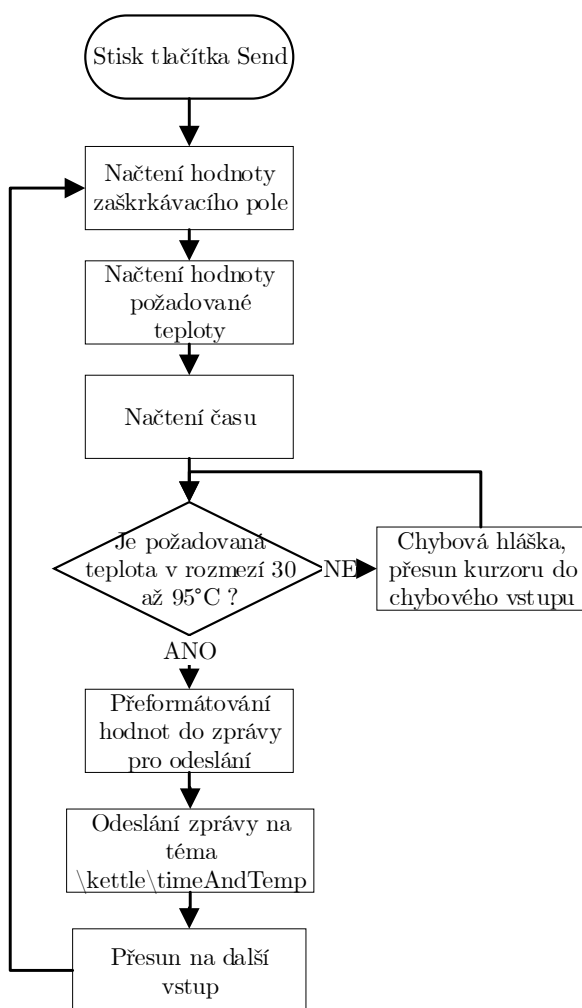
Obr. 2.11: Vývojový diagram startu webové aplikace.

2.5.4 Příjem zpráv

Po stisku tlačítka Load dojde k načtení předvoleb, na které je řídicí jednotka nastavena. Odešlou se MQTT zprávy printOFF a print na téma \kettle\request. Řídicí jednotka odpoví na zprávu printOFF hodnotou, v které se nachází globální proměnná TotalOFF a podle toho se nastaví přepínač ON-OFF. Na zprávu print odpoví řídicí jednotka serií zpráv, ve kterých se nachází všechny informace o časech a teplotách, které řídicí jednotka má v poli. Webová aplikace na základě těchto zpráv vyplní všechny ovládací prvky. Princip příjmu zpráv je vyobrazen na Obr. 2.13.

2.5.5 Přepínač ON-OFF

Tento přepínač slouží k úplnému pozastavení časového spínání řídicí jednotky. Po kliknutí na přepínač ON se odešle zpráva TotalON přes téma \kettle\request. V opačném případě při kliknutí na OFF se odešle zpráva TotalOFF na stejné téma. Ve stavu ON i OFF lze z webové stránky odesílat příkazy do řídicí jednotky. Pokud je pře-

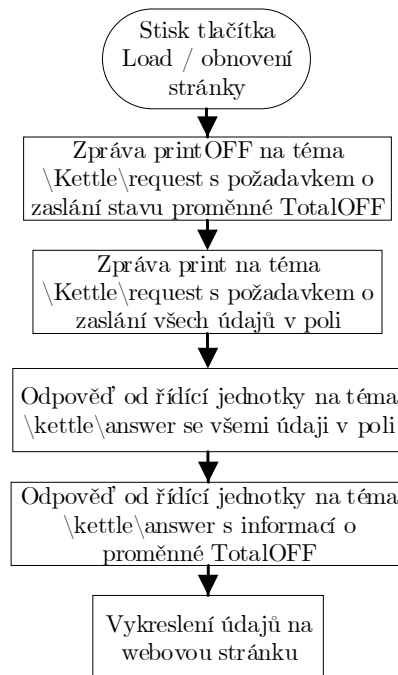


Obr. 2.12: Vývojový diagram tlačítka Send.

pínač v poloze OFF, řídicí jednotka neprovádí spínání napájení konvice na základě času, pouze naslouchá příchozím zprávám (viz kapitola 2.4.2).

2.5.6 Nejčastější čas a teplota

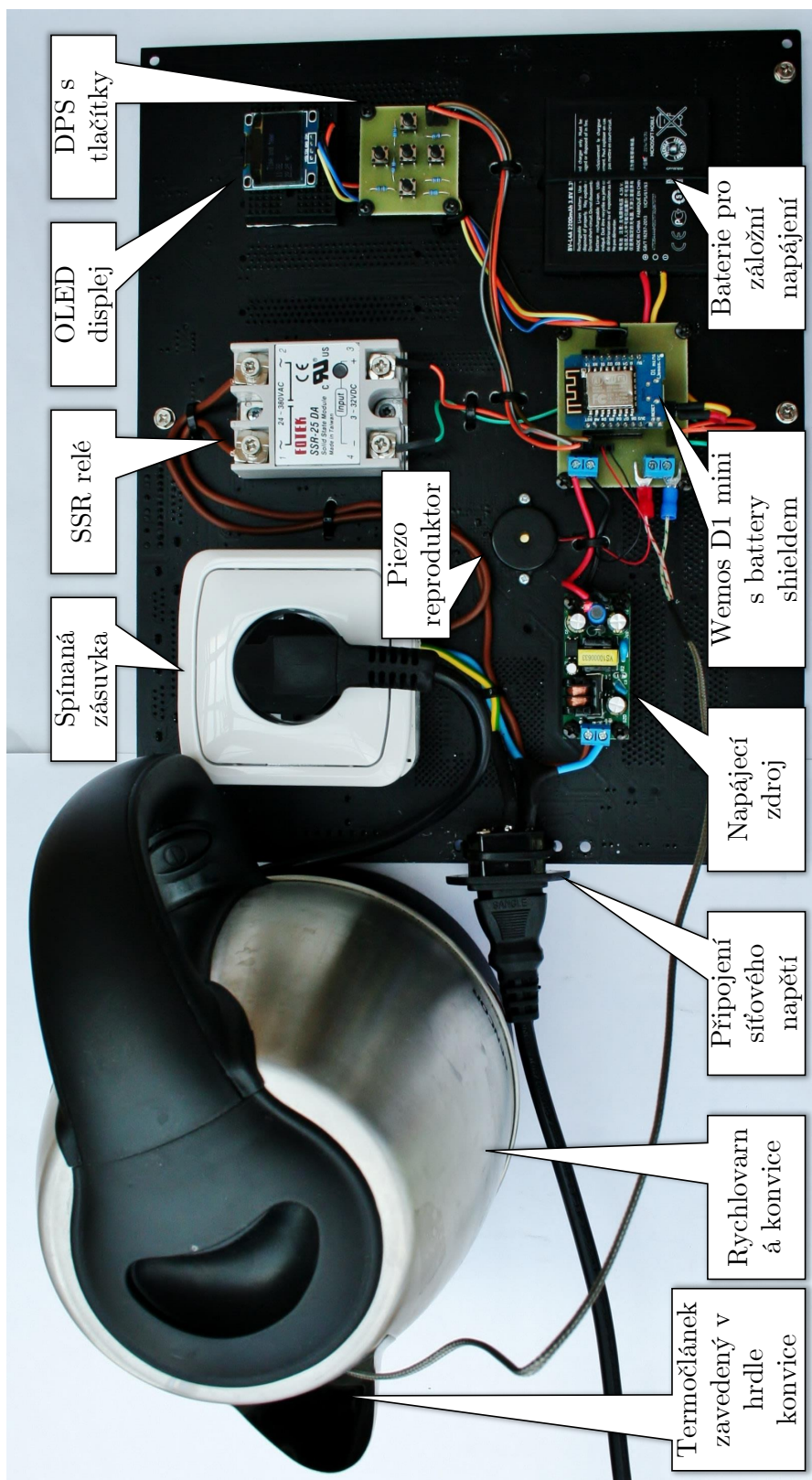
Každý provedený ohřev vody se zapisuje do MySQL databáze. Jeden řádek tabulky obsahuje teplotu vody a čas, kdy byl ohřev proveden. Pomocí matematické funkce modus je proveden výpočet nejčastější teploty a času.



Obr. 2.13: Vývojový diagram tlačítka Load.

2.6 Reálná podoba projektu

Na Obr. 2.14 se nachází fotografie projektu s popisem jednotlivých zařízení. Ke spínání rychlovarné konvice slouží SSR relé, k jehož výstupu je připojena zásuvka. Tato zásuvka spíná napájení pro rychlovarnou konvici. Ve výpusti rychlovarné konvice je zavedeno teplotní čidlo, které snímá teplotu. Zespodu řídicí jednotky je připojen modul pro nabíjení baterie. K řídicí jednotce je dále připojen OLED displej, sloužící pro lokální ovládání pomocí DPS s tlačítky. Zvukovou signalizaci zajišťuje piezo reproduktor. K napájení řídicí jednotky slouží napájecí zdroj, který je schopen dodat proud 1 A při napětí 5 V.



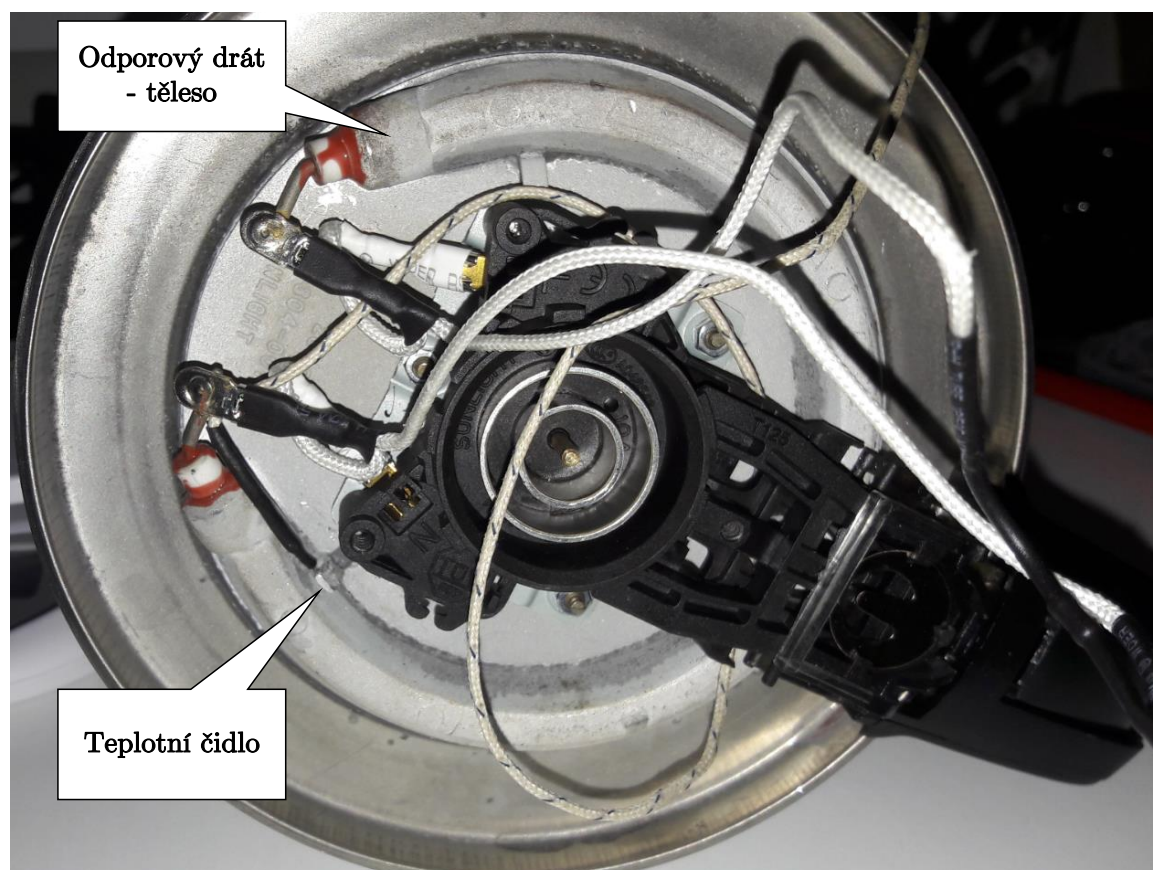
Obr. 2.14: Reálná podoba projektu.

2.7 Analýza spotřeby energie

V dnešní ekologické době je dobré vědět, jakou spotřebu má elektrické zařízení. Tato kapitola se zabývá měřením spotřeby elektrické energie a diskuzí nad možným snížením spotřeby.

2.7.1 Metodika měření

Měření bylo provedeno pomocí multimetru UNI-T UT71D pomocí připojeného teplotního čidla. Tento typ multimetru umožňuje připojení k počítači za účelem zaznamenávání naměřených hodnot. Teplota topného tělesa rychlovarné konvice byla získána umístěním termočláňku co možná nejbližší k odporovému drátu. Na Obr. 2.15 se nachází fotografie rychlovarné konvice zespodu s připevněným teplotním čidlem pro měření teploty odporového drátu.



Obr. 2.15: Metodika měření teploty topného tělesa.

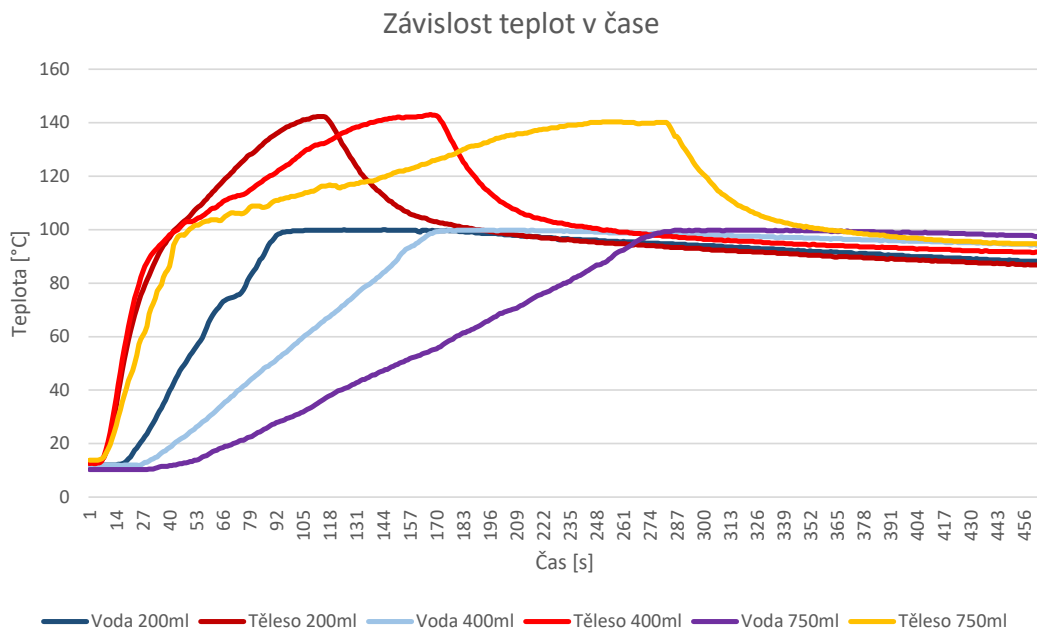
Teplota vody byla naměřena prostým ponořením teplotního čidla do vody v rychlovarné konvici. Data o měření byly získány pomocí vzorkování do počítače s časem 1 s.

2.7.2 Reálná spotřeba energie

Tato podkapitola se věnuje analýze spotřeby energie běžné rychlovarné konvice. Na Obr. 2.16 se nachází teplotní závislost spirály a teploty vody o objemu 200 ml, 400 ml a 750 ml. Z charakteristik je patrné, že čím větší je objem vody, tím déle trvá konvici přivést vodu k varu. Je také patrné, že těleso konvice (odporový drát) se nahřeje na teplotu 140 °C, poté se vypne přívod elektrického proudu a těleso vychladne na teplotu vody.

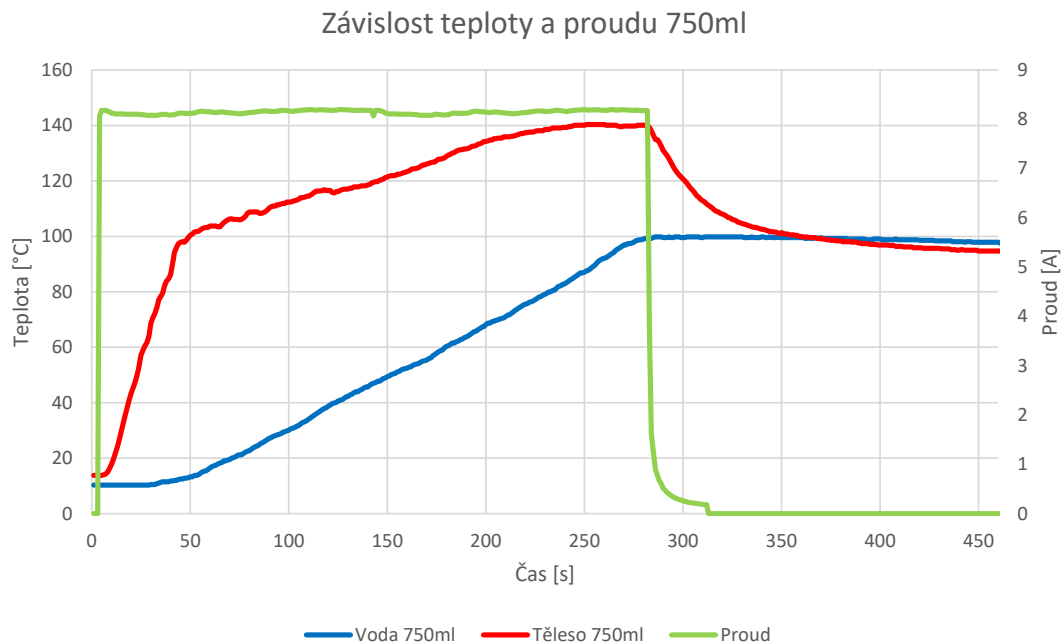
Z Obr. 2.16 je možné vyčíst dobu ohřevu vody z teploty 11 °C na cca 100 °C:

- 200 ml - 1 m 50 s.
- 400 ml - 2 m 40 s.
- 750 ml - 4 m 35 s.



Obr. 2.16: Graf teplot objemu vody 200 ml, 400 ml a 750 ml.

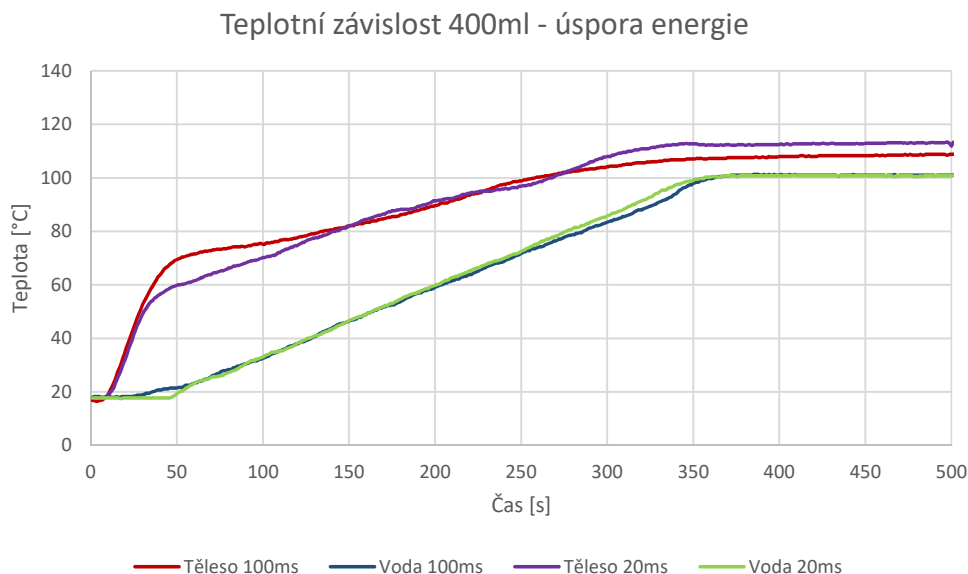
Na Obr. 2.17 se nachází průběh proudu tělesem konvice při ohřevu vody o objemu 750 ml. Těleso konvice po zapnutí odebírá proud 8,5 A, což odpovídá udávanému příkonu konvice 2000 W.



Obr. 2.17: Graf teploty a elektrického proudu objemu vody 750 ml.

2.7.3 Snížení spotřeby energie

Pokus o snížení odebírané energie z elektrické sítě byl proveden pomocí rychlého SSR relé spínáním fáze. Relé bylo spínáno časy 100 ms a 20 ms. Charakteristika měření se nachází na Obr. 2.18. Teplota topného tělesa konvice vystoupá maximálně na 118 °C, což má za následek prodloužení doby ohřevu vody. Čas ohřevu vzrostl u objemu voda 400 ml na cca 6 minut. Časový rozdíl oproti nepřetržitě sepnuté fázi vzrostl o 3 minuty 20 sekund, což je více než dvojnásobně. Tato funkce nebyla implementována, protože je proti základní podstatě rychlovarné konvice - rychlý ohřev vody.



Obr. 2.18: Graf teploty při pokusu o snížení spotřeby energie.

2.8 Desky plošných spojů

Pro lepší umístění všech komponent byly navrženy 2 desky plošného spoje. První je samotná základní deska, která obsahuje všechny potřebné komponenty a vyvedené kontakty pro připojení rozšiřujících modulů. Nepoužité porty řídicí jednotky jsou také vyvedené, pro možné budoucí rozšíření. Druhá deska slouží pouze pro ovládání pomocí tlačítek. Schéma desek plošných spojů je vyobrazeno v příloze na Obr. B.1. Obě DPS jsou jednovrstvé. Výroba byla provedena v prototypové laboratoři Fakulty elektroniky a informačních technologií VUT v Brně.

2.8.1 Základní deska

Základní deska obsahuje řídicí jednotku Wemos D1 mini a 2 šroubovací svorky pro připojení napájení a termočlánku. Pro propojení s ostatními moduly slouží dutinkové lišty. Osazovací plán desky z vrchní strany se nachází v příloze na Obr. B.2, osazovací plán spodní strany desky na Obr. B.3. Samotná podoba desky plošného spoje se nachází na Obr. B.4.

2.8.2 Deska s tlačítky

Deska s tlačítky slouží k lokálnímu ovládání rychlovarné konvice pomocí navrženého menu. Se základní deskou je propojená pomocí trojžilového kabelu. Osazovací plán se nachází na Obr. B.5, podoba plošného spoje na Obr. B.6.

3 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjistit dosavadní vývoj chytrých IoT rychlovarných konvic a navrhnout funkce, které se implementují do vlastního řešení. Následně bylo nutné zvolit platformu řídicí jednotky, možnost komunikace, sestavit prototyp za pomoci dostupných zařízení a navrhnout a zprovoznit ovládání pomocí webové aplikace. Následně byla změřena spotřeba elektrické energie a času ohřevu pro různé objemy vody. Také byl proveden pokus o snížení spotřeby elektrické energie pomocí rychlého spínání SSR relé, který nedopadl podle očekávání a nakonec nebyl implementován. Pokus měl za následek značné prodloužení času ohřevu vody, což je proti samotné podstatě rychlovarné konvice.

Teoretická část práce se zabývá rozbořem Internetu věcí v oblasti chytré domácnosti. Jsou zde popsány největší zástupci firem vyvíjející zařízení pro chytrou domácnost. Zejména je tato část práce zaměřena na hlasové asistenty a domácí brány, ke kterým se připojují ostatní komponenty chytré domácnosti. Navíc je většina popsaných zařízení mezi sebou kompatibilní. Další část se věnuje průzkumu trhu Internetu věcí a průzkumu trhu rychlovarných konvic. Také byl popsán protokol MQTT, na kterém je tento projekt postaven.

V první části řešení byl navržen program řídicí jednotky rychlovarné konvice. Byla použita vývojová deska s WiFi modulem ESP8266. Ovládání řídicí jednotky funguje na protokolu MQTT přes veřejného zprostředkovatele CloudMQTT, díky kterému je možné jednotku ovládat prakticky odkudkoliv ze sítě internet. Dále bylo navrženo a implementováno lokální ovládání. Pomocí tlačítek, OLED displeje a menu je možné na rychlovarné konvici provádět základní nastavení, jako je přepojení na jinou WiFi síť, volba oznamovacího tónu piezo reproduktoru a ovládat ohřev vody díky několika předvolbám.

V následující části práce byla navržena a napsána webová aplikace, která ovládá řídicí jednotku. Webová aplikace je naprogramována v jazyce HTML a využívá funkce jazyka JavaScript a PHP. JavaScript získává aktuální čas a také obsluhuje MQTT protokol, pomocí opensource knihovny Eclipse Paho. PHP jazyk slouží k ukládání všech provedených časů a teplot ohřevů do MySQL databáze, ze které je následně pomocí SQL dotazu vypočítán a zobrazen nejčastější čas a teploty ohřevu vody. V aplikaci je možné nastavit 5 předvoleb teploty a času, kdy se má konvice sepnout. Také umožňuje časové spínání rychlovarné konvice úplně vypnout. Teplotu vody je možné nastavit v rozmezí 30 °C až 95 °C. Horní hranice 95 °C byla zvolena za účelem zachování mechanického spínání konvice z výroby. Konvice z výroby ukončuje vaření při 97 °C. Zachování tohoto vypínání slouží jako přirozená pojistka proti vyhoření. Následně byly navrženy a osazeny 2 desky plošných spojů. Jedna slouží k lokálnímu ovládání rychlovarné konvice, druhá obsahuje samotnou řídicí jednotku a konektory

pro připojení ostatních komponent. Napájení je zajištěno pomocí 5 V spínaného zdroje s proudovým odběrem 1 A.

Jako poslední byla provedena analýza řešení proměřením spotřeby elektrické energie a doby ohřevu různých objemů vody. Byl vyzkoušen návrh pro úsporu energie rychlým spínáním fáze pomocí SSR relé. Tento návrh nebyl implementován, protože měl za následek značné prodloužení doby ohřevu vody.

Funkce rychlovarné konvice je možné rozšířit například o zapnutí ohřevu vody v závislosti na poloze uživatele nebo rozšíření o strojové učení. Data o provedené teplotě ohřevu a času jsou dostupná v databázi, takže je možné s nimi dále pracovat.

Prototyp rychlovarné konvice s rozšířením o funkce pro chytrou domácnost byl ověřen a je funkční. Je možné jej použít pro sériovou výrobu. Vhodné umístění všech komponent je v podstavci rychlovarné konvice.

LITERATURA

- [1] GUBBI, Jayavardhana, et al. *Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions*. Future generation computer systems, 2013, 29.7: 1645-1660.
- [2] KELLY, Sean Dieter Tebje; SURYADEVARA, Nagender Kumar; MUKHOPADHYAY, Subhas Chandra. *Towards the implementation of IoT for environmental condition monitoring in homes*. IEEE Sensors Journal, 2013, 13.10: 3846-3853.
- [3] HAYASHI, H., Y. TAKABAYASHI, H. TSUJI a M. OKA. Rapidly increasing application of Intranet technologies for SCADA (supervisory control and data acquisition system). IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exhibition [online]. IEEE, 2002, (1): 22-25 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1109/TDC.2002.1178254. ISBN 0-7803-7525-4. Dostupné z: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1178254>>.
- [4] Internet of Things Done Wrong Stifles Innovation. PALERMO, Frank. Informationweek [online]. 2014 [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <<http://www.informationweek.com/strategic-cio/executive-insights-and-innovation/internet-of-things-done-wrong-stifles-innovation/a/d-id/1279157>>.
- [5] History of the Internet of Things. Postscapes [online]. 2013 [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <<http://postscapes.com/internet-of-things-history>>.
- [6] That 'Internet of Things' Thing: In the real world, things matter more than ideas. ASHTON, Kevin. [Http://www.rfidjournal.com/](http://www.rfidjournal.com/) [online]. 2009 [cit. 2017-10-28]. Dostupné z: <<http://www.rfidjournal.com/articles/pdf?4986>>.
- [7] SURESH, P., J. Vijay DANIEL, V. PARTHASARATHY a R. H. ASWATHY. A state of the art review on the Internet of Things (IoT) history, technology and fields of deployment. 2014 International Conference on Science Engineering and Management Research (ICSEMR) [online]. IEEE, 2014, (1): 1-8 [cit. 2017-10-28]. DOI: 10.1109/ICSEMR.2014.7043637. ISBN 978-1-4799-7613- 3. Dostupné z: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=7043637>>.

- [8] Internet of Things: Visualise the Impact. *SAS: Analytics, Business Intelligence and Data Management* [online]. USA: SAS Institute, 2016 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <https://www.sas.com/content/dam/SAS/bp_de/doc/ebook/iot-visualise-the-impact-2458546.pdf>.
- [9] NIJHOLT, Anton. *Google home: Experience, support and re-experience of social home activities*. Information Sciences, 2008, 178.3: 612-630.
- [10] CLAUSER, Grant. *What Is Alexa? What Is the Amazon Echo, and Should You Get One?*. The Wirecutter, last updated September, 2016, 14.
- [11] Hernandez, Grant, et al. *Smart nest thermostat: A smart spy in your home*. Black Hat USA, 2014.
- [12] FIBAR GROUP, et al. Fibaro Home Center 2| Z-Wave Smart Home System. 2016. URL: <<http://www.fibaro.com/us/the-fibaro-system/home-center-2>>.
- [13] Mi Global. *Xiaomi* [online]. 2017 [cit. 2017-3-11]. Dostupné z: <<http://www.mi.com/en/>>.
- [14] Rychlovarná konvice Catler TM 8010. *Catler* [online]. 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <<http://www.catler.cz/varna-konvice/tm-8010>>.
- [15] Morphy Richards digitální čajovar Tea Maker. *Morphz Richards* [online]. 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <<http://morphyrichards.cz/morphy-richards-digitalni-cajovar-tea-maker-detail-JCK1000201.aspx>>.
- [16] KitchenAid Skleněná konvice na čaj 5KEK1322ESS ARTISAN. *KitchenAid* [online]. 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <<http://kitchenaid.cz/konvice-na-caj-5kek1322e/3562-kitchenaid-sklenena-konvice-na-caj-5kek1322ess-artisan.html>>.
- [17] Xiaomi chytrá rychlovarná konvice. *Xiaomi* [online]. 2017 [cit. 2017-3-11]. Dostupné z: <<https://xiaomimobile.cz/xiaomi-mi-kettle.html>>.
- [18] appkettle - The World's Smartest Kettle. *appkettle* [online]. 2017 [cit. 2017-21-11]. Dostupné z: <<https://www.myappkettle.com/>>.
- [19] Smarter - a new way to start your day . *Smarter* [online]. 2017 [cit. 2017-21-11]. Dostupné z: <<https://smarter.am/>>.

- [20] Discover IFTTT and Applets - IFTTT. *IFTTT* [online]. 2018 [cit. 2018-17-3]. Dostupné z: <<https://ifttt.com/>>.
- [21] Adafruit IO - The internet of things for everyone. *Adafruit IO* [online]. 2018 [cit. 2018-18-3]. Dostupné z: <<https://io.adafruit.com/>>.
- [22] Z-Wave. *Z-Wave* [online]. 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <<http://www.z-wave.com/>>.
- [23] KINNEY, Patrick, et al. Zigbee technology: Wireless control that simply works. In: Communications design conference. 2003. p. 1-7.
- [24] HUNKELER, Urs; TRUONG, Hong Linh; STANFORD-CLARK, Andy. MQTT-S—A publish/subscribe protocol for Wireless Sensor Networks. In: Communication systems software and middleware and workshops, 2008. comsware 2008. 3rd international conference on. IEEE, 2008. p. 791-798.
- [25] MQTT Dash (IoT, Smart Home). *MQTT Dash* [online]. 2017 [cit. 2017-12-6]. Dostupné z: <<https://play.google.com/store/apps/details?id=net.routix.mqttdash>>.
- [26] *WEMOS* [online]. 2017 [cit. 2017-10-22]. Dostupné z: <<https://www.wemos.cc/>>.
- [27] *CloudMQTT - A globally distributed MQTT broker.* [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <<https://www.cloudmqtt.com/>>.
- [28] *Eclipse Paho - MQTT and MQTT-SN software.* [online]. 2017 [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: <<https://www.eclipse.org/paho/>>.

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

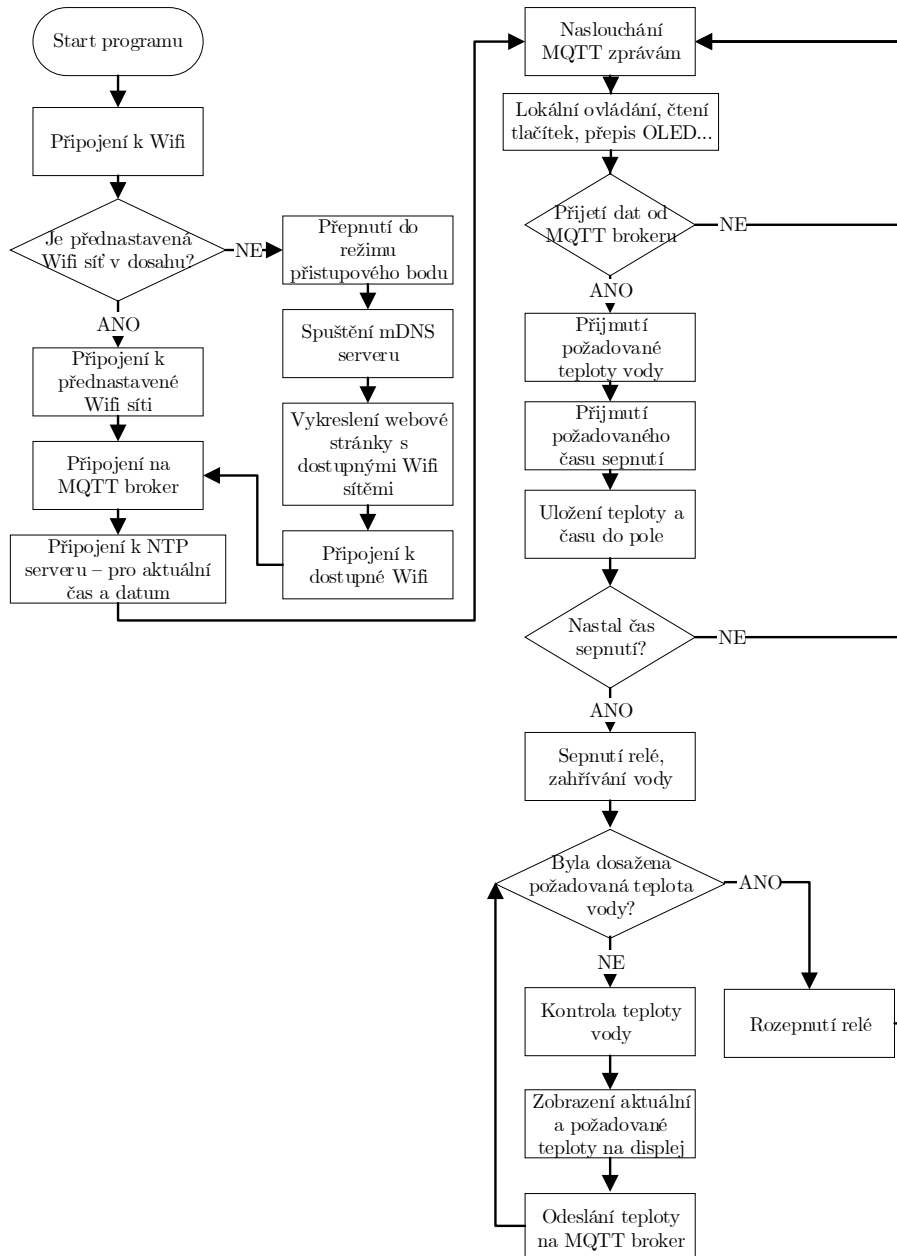
LED	Light-Emitting Diode je polovodičová elektronická součástka vyzařující světlo.
OLED	Organic light-emitting diode je displej využívající technologii organických elektroluminiscenčních diod.
MQTT	Message Queue Telemetry Transport je jednoduchý komunikační protokol postavený nad TCP/IP, který umožňuje mezi objekty přenášet krátké zprávy.
SSR	Solid State Relay je rychlé relé založené na polovodičové technologii výroby.

SEZNAM PŘÍLOH

A	Vývojové diagramy	58
A.1	Vývojový diagram řídicí jednotky	58
A.2	Vývojový diagram webové aplikace	59
B	Desky plošných spojů	60
B.1	Schéma	60
B.2	DPS základní desky	61
B.3	Deska s tlačítky	62
B.4	Seznam součástek	63
C	Obsah přiloženého CD	64

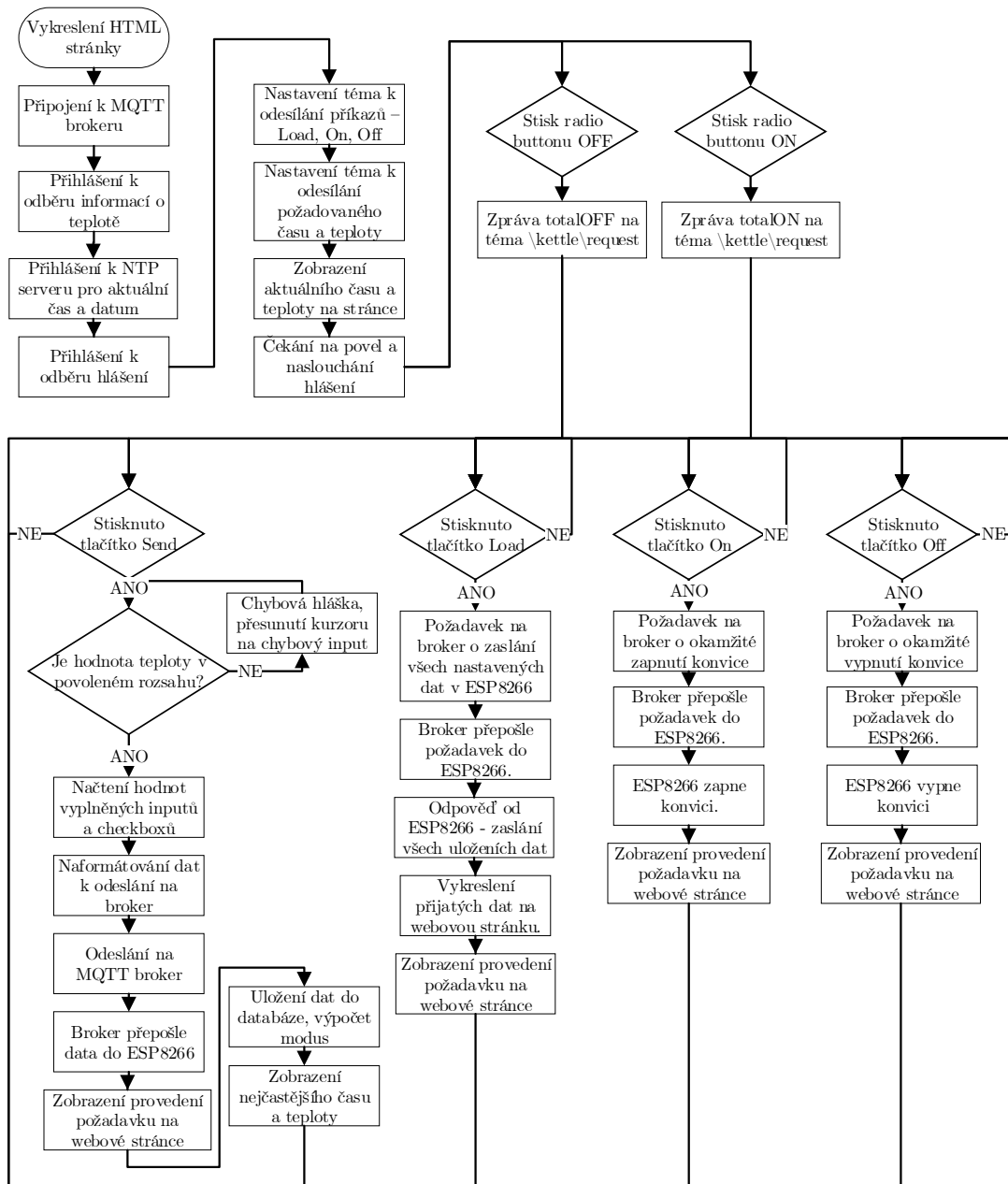
A VÝVOJOVÉ DIAGRAMY

A.1 Vývojový diagram řídicí jednotky



Obr. A.1: Vývojový diagram řídicí jednotky.

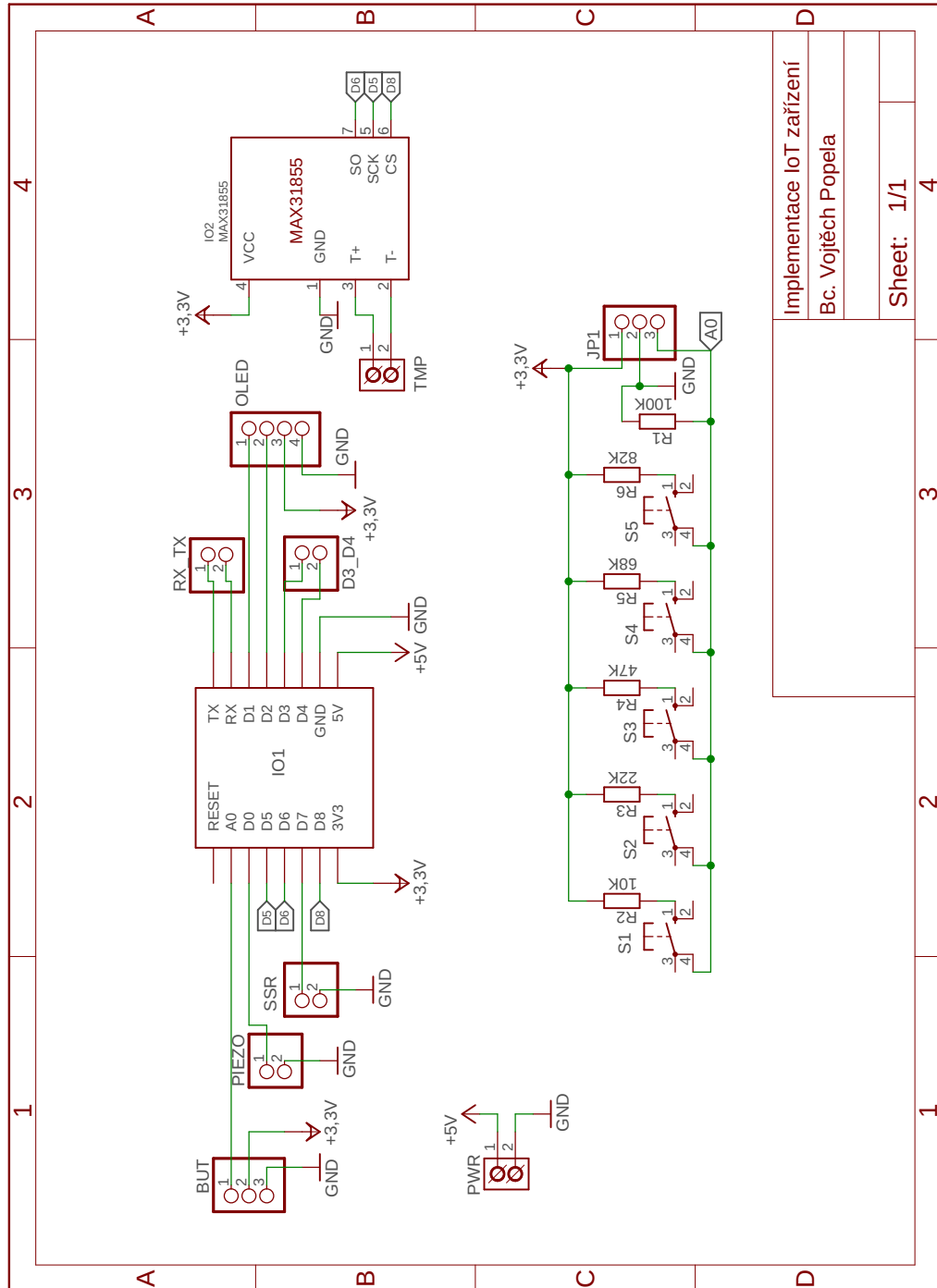
A.2 Vývojový diagram webové aplikace



Obr. A.2: Vývojový diagram webové aplikace.

B DESKY PLOŠNÝCH SPOJŮ

B.1 Schéma

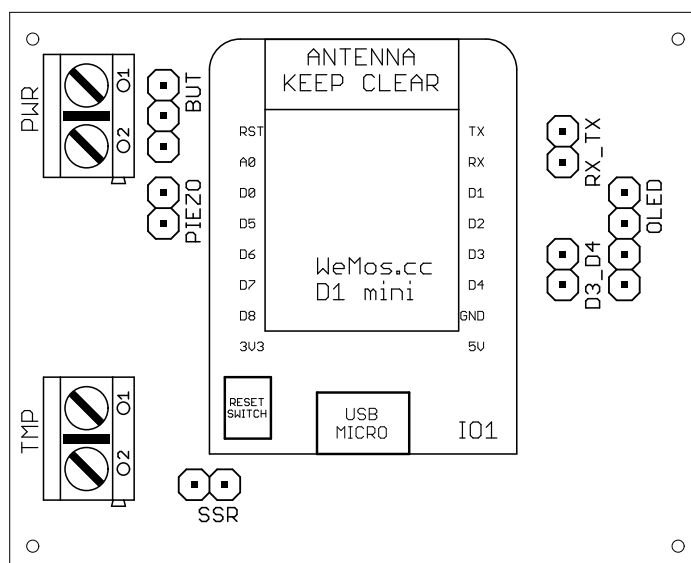


Implementace IoT zařízení
Bc. Vojtěch Popela

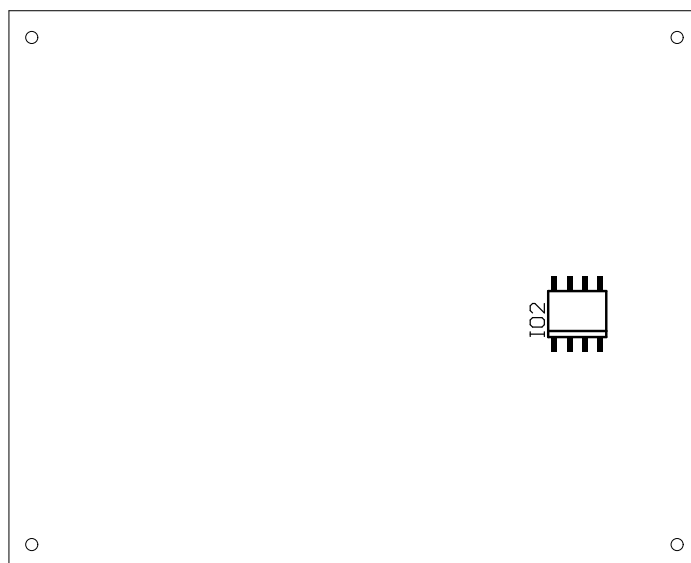
Sheet: 1/1

Obr. B.1: Schéma desky plošných spojů.

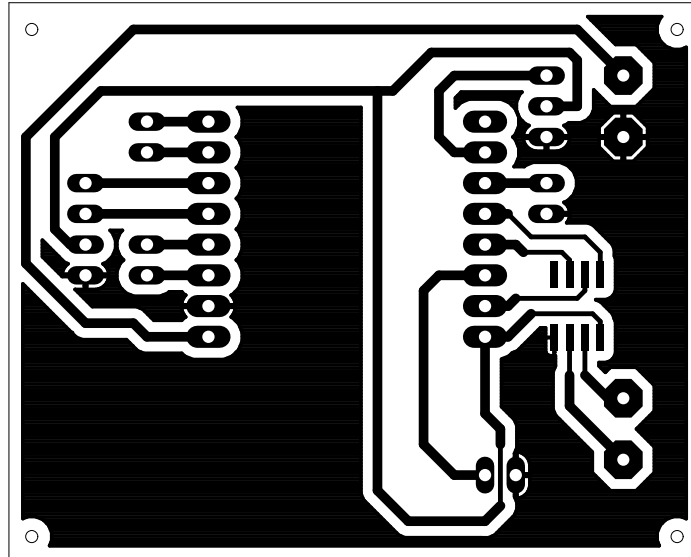
B.2 DPS základní desky



Obr. B.2: Osazovací plán základní desky - strana TOP.

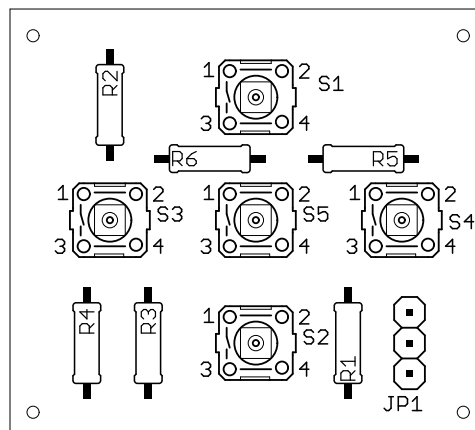


Obr. B.3: Osazovací plán základní desky - strana BOT.

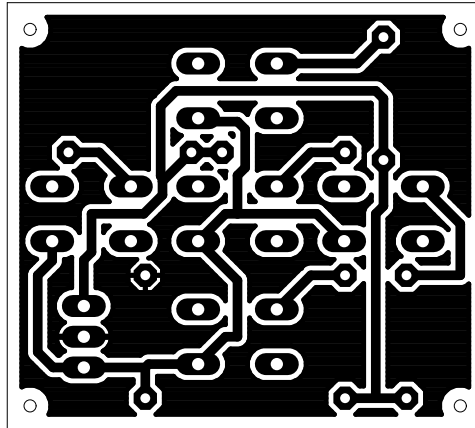


Obr. B.4: Základní deska - strana BOT.

B.3 Deska s tlačítky



Obr. B.5: Osazovací plán desky s tlačítky - strana BOT.



Obr. B.6: Deska s tlačítky - strana BOT.

B.4 Seznam součástek

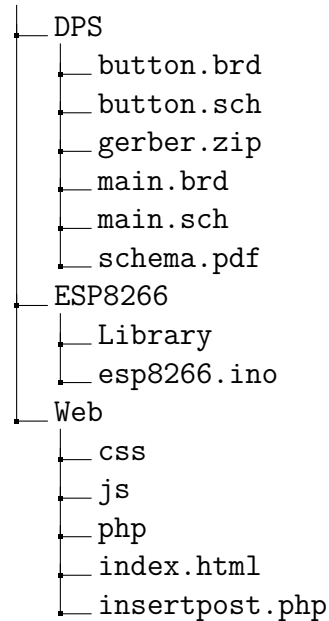
Tab. B.1: Seznam součástek.

Název ve schématu	Součástka
S1, S2, . . . ,S5	Tlačítko
R1	Rezistor 100K
R2	Rezistor 10K
R3	Rezistor 22K
R4	Rezistor 47K
R5	Rezistor 68K
R6	Rezistor 82K
JP1	Oboustranný kolík
Piezo, But, SSR	Dutinková lišta 2
RX_TX, D3_D4	Dutinková lišta 2
OLED	Dutinková lišta 4
TMP, PWR	ARK-2
IO1	Wemos D1 mini
IO2	MAX31855

C OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

Na přiloženém CD se nachází zdrojové kódy programu pro řídicí jednotku, webová aplikace, data pro výrobu DPS a také schéma celého projektu.

OBSAH CD



Ve složce DPS se nachází navržené desky plošných spojů, které jsou nakresleny v programu Autodesk EAGLE 8.6.2. Složka ESP8266 obsahuje program pro řídicí desku. Zdrojové kódy je možné otevřít v programu Arduino IDE. Složka obsahuje také všechny nezbytné knihovny. Poslední složka Web obsahuje webovou aplikaci. Pro správnou funkci je potřeba v souboru index.html vyplnit údaje k MQTT brokeru a v souboru indexpost.php vyplnit údaje o MySQL databázi.