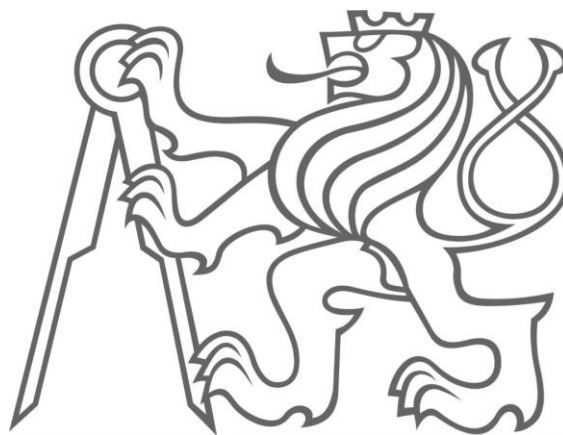


**České vysoké učení technické v Praze**

**fakulta elektrotechnická**

**katedra mikroelektroniky**



**Diplomová práce**

**Řídicí systém pro zahradní bazén**

**Autor práce:** Bc. Jan Stejskal

**Vedoucí práce:** Ing. Pavel Máša, Ph.D.

**2015**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. S T E J S K A L Jan**  
Studijní program: Komunikace, multimédia a elektronika  
Obor: Elektronika  
Název tématu: **Řídící systém pro zahradní bazén**

### ***Pokyny pro vypracování:***

Výsledek této práce má být návrh vhodného systému pro řízení zahradního bazénu s předpokládaným objemem vody 100 m<sup>3</sup>. Od tohoto systému se očekává řízení zahradního bazénu zajišťující automatické čištění vody, kontrolu teploty a ovládání osvětlení v okolí bazénu. Data o provozu, teplotě vody, stavu jednotlivých částí systému budou přístupná vzdáleně, například z mobilního telefonu připojeného na místní Wi-Fi.

- 1) Proveďte rešerši stávajícího stavu problematiky.
- 2) Zvolte řešení vhodné pro Váš systém a proveďte jeho návrh.
- 3) Navržený systém realizujte.
- 4) Zhodnoťte dosažené výsledky.

### ***Seznam odborné literatury:***

- [1] Perkins, P. H. Swimming Pools: Design and Construction, Fourth Edition, 2000. CRC Press, (c)2000. ISBN 978-0419235903  
[2] MATOUŠEK, David. Práce s mikrokontroléry Atmel AVR. BEN, Technická literatura, Praha, 2006.

Vedoucí: **Ing. Pavel Máša, Ph.D.**

Platnost zadání: 31. 8. 2016

L.S.

prof. Ing. Miroslav Husák, CSc.  
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 29. 1. 2015

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou prací zpracoval sám s přispěním vedoucího práce a používal jsem pouze literaturu v práci uvedenou. Dále prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé diplomové práce nebo její části se souhlasem katedry.

Datum: 5. 5. 2015

.....

podpis studenta

## Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Pavlu Mášovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce a za cenné rady a připomínky při její tvorbě.

Děkuji.

Datum: 5. 5. 2015

.....

Bc. Jan Stejskal

## **Anotace**

Práce se zabývá návrhem a realizací systému pro ovládání filtrace, dávkování chemických látek a řízení osvětlení pro zahradní bazén. První část přináší přehled současného stavu problematiky, dále jsou vysvětleny způsoby čištění bazénové vody. Na základě rozboru je zvoleno vhodné řešení pro daný případ. V kapitole 5 jsou stručně popsány sběrnice použité pro komunikaci jednotlivých částí systému. Kapitola 6 popisuje návrh a realizaci vlastního systému, po hardwarové i po softwarové stránce.

## **Klíčová slova**

Řídicí systém, čištění bazénové vody, web server, Raspberry Pi

## **Annotation**

Thesis deals with the design and realization of a system for controlling filtration, chemical dosing and lighting control for the garden pool. The first part provides an overview of current state of the art. Further explains the methods of cleaning the pool water. On the basis of analysis is selected a suitable solution for a specific example. Chapter five briefly describes the buses used to communicate the individual parts of the system. Chapter six describes the design and realization of the system, both the hardware and the software parts.

## **Keywords**

Control system, pool water cleaning, web server, Raspberry Pi

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Řídicí systémy.....	2
2.1 Produkty VÁGNER POOL.....	2
2.2 Produkty ASEKO .....	5
3. Technologie čištění vody .....	7
3.1 Chlórování .....	7
3.2 Slaná voda.....	8
3.3 Použití rostlin .....	9
3.4 UV záření.....	10
3.5 Filtrace mechanických nečistot .....	11
3.6 Volba technologie čištění .....	12
4. Návrh vlastního systému .....	14
4.1.1 Automatické dávkování chemie .....	14
4.1.2 Teplotní senzory .....	15
4.1.3 Řízení silových zařízení .....	16
4.1.4 Obsluha osvětlení v okolí bazénu .....	16
4.1.5 Ovládání systému .....	16
4.1.6 Řízení systému.....	17
5. Použité datové sběrnice .....	18
5.1 I2C.....	18
5.2 SPI.....	19
5.3 RS-485 .....	20
5.4 1-Wire.....	22
6. Realizace vlastního systému .....	25
6.1 Komunikace.....	25
6.2 Hardware .....	26
6.2.1 Hlavní řízení .....	26
6.2.2 Ovládání .....	29
6.2.3 Senzory .....	30
6.2.3.1 Měření pH .....	30
6.2.3.2 Měření ORP .....	32
6.2.3.3 Ostatní .....	33
6.2.4 Osvětlení .....	34
6.2.5 Napájení .....	36
6.3 Software .....	37

6.3.1	Použité prostředky pro návrh a realizaci systému .....	38
6.3.2	Arduino .....	38
6.3.3	ATtiny .....	40
6.3.4	Raspberry Pi .....	43
6.3.4.1	Řízení relé.....	44
6.3.4.2	Senzory.....	45
6.3.4.3	Vyhodnocení stavů.....	46
6.3.4.4	Display .....	47
6.3.4.5	Osvětlení.....	49
6.3.4.6	Ostatní .....	52
6.3.5	Web server .....	52
6.3.5.1	Úvodní stránka .....	53
6.3.5.2	Stránka senzory .....	54
6.3.5.3	Stránka zařízení .....	55
6.3.5.4	Stránka osvětlení .....	58
6.3.5.5	Stránka nastavení .....	59
6.3.5.6	Stránka konfigurace .....	60
6.3.5.7	Stránka kalibrace .....	61
7.	Závěr.....	62
8.	Použitá literatura .....	64
	Příloha 1 – Celý systém .....	68
	Příloha 2 – Modul osvětlení.....	71
	Příloha 3 – Modul senzory .....	74
	Příloha 4 – Modul hlavní řízení .....	76
	Příloha 5 – Grafické prostředí – display .....	79
	Příloha 6 – Grafické prostředí – web.....	80
	Příloha 7 – Seznamy použitých součástek.....	84
	Příloha 8 – Obsah přiloženého CD.....	92

## Seznam obrázků

Obr. 2.1.1 zařízení pH Perfect [51] .....	2
Obr. 2.1.2 zařízení VA DOS BASIC FLOC (pH/ORP/FLOC)[19] .....	3
Obr. 2.1.3 řídicí jednotka Intellipool [23] .....	4
Obr. 2.2.1 řídicí jednotka Asin Aqua [66] .....	5
Obr. 3.1 chlornan sodný, 12,5 Kg, 10 l, koncentrace min 12% [14] .....	8
Obr. 3.2 příklad solinátoru, pro max. objem 80 m <sup>3</sup> [11] .....	9
Obr. 3.3 ukázka koupacího jezírka [5] .....	10
Obr. 3.4 příklad UV lampy pro max. průtok 15 m <sup>3</sup> /h [5] .....	11
Obr. 3.5 příklad pískové filtrace, průtok 11 m <sup>3</sup> /h [10] .....	12
Obr. 4.1.2 teplotní senzor s obvodem DS12B20 [18] .....	15
Obr. 4.1.6.1 Raspberry Pi model B+ (B1+) .....	17
Obr. 5. 1. schematické zobrazení zařízení na sběrnici I2C[21] .....	18
Obr. 5.2 schematické zobrazení zařízení na sběrnici SPI .....	19
Obr. 5.3 schematické zobrazení zařízení na sběrnici RS-485 .....	22
Obr. 5.4.1 schematické zobrazení zařízení na sběrnici 1-Wire .....	22
Obr. 5.4.2 rozšířené napájení 1-Wire .....	22
Obr. 5.4.2 časové sloty 1-Wire, převzato z [73] .....	24
Obr. 6.2.1.1 použitý relé modul [61] .....	27
Obr. 6.2.1.2 schéma zapojení I2C expandéru .....	27
Obr. 6.2.1.3 schéma zapojení budiče RS-485 .....	28
Obr. 6.2.1.4 schéma zapojení snižujícího měniče 12 V -> 5 V .....	28
Obr. 6.2.2 použitý displej, cena 140 Kč [48] .....	30
Obr. 6.2.3.1.1 výstupní charakteristika pH sondy .....	31
Obr. 6.2.3.1.2 ukázka pH sondy, cena 2246 Kč [35] .....	32
Obr. 6.2.3.3 Arduino Nano [36] .....	33
Obr. 6.2.4.1 příklad zapojení obvodu MIC 3203 [59] .....	34
Obr. 6.2.4.2 konkrétní zapojení obvodu .....	35
Obr. 6.2.4.3 zapojení obvodu LTC485N .....	35
Obr. 6.2.5.1 spínaný zdroj 12 V, 150 W, cena 790 Kč [37] .....	37
Obr. 6.2.5.2 spínaný měnič 10 – 32 V na 35 – 60 V, cena 150 Kč [38] .....	37
Obr. 6.3.4.4.1 ukázka grafického prostředí .....	47
Obr. 6.3.4.4.2 úvodní obrazovka .....	49
Obr. 6.3.5.2 stránka senzory .....	55
Obr. 6.3.5.3 stránka zařízení .....	56
Obr. 6.3.5.4 stránka osvětlení .....	58



Obr. 6.3.5.5 stránka nastavení.....	59
Obr. 6.3.5.6 stránka konfigurace.....	60
Obr. 6.3.5.7 stránka kalibrace .....	61

## Seznam zdrojových kódů

Kód 6.3.2.1 rozdělení pole floatů na pole charů .....	39
Kód 6.3.2.2 nastavení AD převodu .....	39
Kód 6.3.3.1 inicializace USART .....	40
Kód 6.3.3.2 nastavení čítačů, režim fast PWM.....	41
Kód 6.3.3.3 obsluha přijatých dat .....	42
Kód 6.3.3.4 odesílání dat na sběrnici .....	43
Kód 6.3.4 instalace MySQL, phpMyAdmin, Apache2 a PHP .....	44
Kód 6.3.4.1 ukázka načtení dat z databáze v Pythonu.....	44
Kód 6.3.4.2.1 načtení dat z I2C.....	45
Kód 6.3.4.2.2 výpočet hodnoty pH, uložení do databáze .....	45
Kód 6.3.4.3 vyhodnocení dávkování vložkovače.....	47
Kód 6.3.4.4.1 ukázka definice tlačítka .....	48
Kód 6.3.4.4.2 ukázka tvorby grafického prostředí .....	48
Kód 6.3.4.4.3 ukázka obsluhy tlačítka .....	49
Kód 6.3.4.5.1 inicializace RS-485 .....	50
Kód 6.3.4.5.2 příjem dat z RS-485.....	50
Kód 6.3.4.5.3 vysílání dat na RS-485.....	51
Kód 6.3.4.6 příklad záznamu v crontab.....	52
Kód 6.3.5 odkaz menu - úvodní stránka.....	53
Kód 6.3.5.1.1 úvodní stránka .....	53
Kód 6.3.5.1.2 příklad javascript funkce – aktuální čas.....	54
Kód 6.3.5.2.1 funkce showdata().....	54
Kód 6.3.5.2.2 ukázka Ajax – pro načtení dat z databáze.....	54
Kód 6.3.5.2.3 připojení k databázi MySQL v php .....	55
Kód 6.3.5.3.1 ukázka definice tlačítka v html .....	56
Kód 6.3.5.3.2 ukázka obsluhy tlačítka v javascript .....	57
Kód 6.3.5.3.3 ukázka Ajax – pro uložení dat do databáze.....	58

# 1. Úvod

Cílem této práce má být návrh vhodného systému pro řízení zahradního bazénu. Dnes je na trhu mnoho dostupných systémů pro čištění bazénové vody. Tyto systémy můžeme dle jejich možností rozdělit na dvě kategorie: Jednoduché systémy; umožňují pouze automatické dávkování chemických látek; jejich cena dosahuje 40 000 Kč [19]. Složitější zařízení umožňují dávkování chemie, sledování stavu systému pomocí aplikace v mobilním telefonu i ovládání osvětlení bazénu, ceny těchto systémů přesahují hranici 100 000 Kč [23]. Důvodem pro návrh a realizaci vlastního systému je předpokládaná nižší cena, umožnění jednoduchého rozšíření o další ovládaná zařízení s možností konfigurace systému podle individuálních parametrů.

Zde navrhovaný systém bude umožňovat automatické dávkování chemie, to zajistí několik čerpadel ovládaných řízením systému. Dávkování chemie je řízeno podle naměřených dat ze senzorů pro kontrolu stavu vody. Předpokládá se použití pH a ORP sondy společně s teplotními senzory. Řízení systému bude ovládat provoz jak filtrace, tak i dalších zařízení jako je například UV lampa či několik zásuvek pro připojení libovolného zařízení. Mezi další požadované funkce systému požadujeme řízení osvětlení v okolí bazénu, zde se nabízí použití výkonové LED, které umožní regulaci výkonu podle aktuální situace, potřeby obsluhy. Čištění vody bude fungovat automaticky, s minimálními zásahy obsluhy. Ostatní funkce budou jednoduše přístupné pro jejich snadné ovládání. Samotné ovládání bude umožněno dvěma způsoby; jak s pomocí ovládacího panelu v technologické šachtě, tak i mimo ni například pomocí mobilního telefonu. Ovládání mobilním telefonem se předpokládá jako nejčastěji používaná varianta. Zde se nabízí několik možností řešení, jedním z nich je použití web serveru pro svoji univerzálnost pro použití na všech mobilních platformách i běžných počítačích. Řízení systému bude zajišťovat dostatečně výkonné zařízení pro běh web serveru určeného pro výše uvedenou vzdálenou správu. Dále bude toto zařízení komunikovat s ostatními moduly zajišťujícími konkrétní funkce, předpokládá se komunikace po I2C, SPI, RS-485 a Ethernetu.

První část práce se věnuje rozboru dostupných řídicích systémů, následuje rozbor problematiky čištění vody a výběr vhodné technologie. Hlavní část této práce je věnována návrhu vlastního systému.

## 2. Řídicí systémy

Řídicí systém bazénu je zařízení starající se o automatické čištění bazénové vody. V dnešní době je na trhu velké množství systémů pro řízení bazénu. Základní systémy zajišťují jen jednoduché funkce, například časové spínání filtrace, dávkování jedné chemické látky. Komplexní systémy dokážou automaticky dávkovat všechny potřebné chemické látky (například chlór, pH mínus a vločkovač viz kapitola 3), řídit filtrace, mohou umožnit ovládání prostřednictvím mobilního telefonu či počítače. V této kapitole popíšeme některá zařízení, produktové řady dostupné na našem trhu s uvedením aktuálních cen. Pro přehled dostupných systémů zmíníme některé produkty dvou v oboru známých firem: VÁGNER POOL s.r.o. [24] a ASEKO s.r.o. [25].

### 2.1 Produkty VÁGNER POOL

Nejjednodušším zástupcem produktové řady pro úpravu bazénové vody jsou zařízení *pH Perfect* a *chlor Perfect*. Zařízení dokážou automaticky dávkovat jednu chemickou látku. *pH Perfect* umožňuje měření hodnoty pH pomocí pH sondy. Dále umožňuje hodnotu pH upravit dávkováním pH plus nebo pH mínus přípravku, na požadovanou hodnotu uloženou v paměti zařízení. Dávkování chemické látky je proporcionální cyklické s cyklem deset minut. Podle hodnoty pH je vyhodnocena doba čerpání chemické látky při každém cyklu. Čerpání lze ovládat i manuálně pomocí tlačítek. Měření pH dosahuje přesnosti 0,1 jednotky. Kalibrace pH sondy je dvoubodová. Příkon zařízení je 9 W. Maloobchodní cena zařízení 18755 Kč. [51]



Obr. 2.1.1 zařízení *pH Perfect* [51]

Obdobným produktem je zařízení *chlor Perfect*, umožňující automatické dávkování chlóru (v podobě chlornanu sodného). Zařízení neměří hodnotu chlóru, měří hodnotu oxidačně redukčního potenciálu vody (dále jen zkratka ORP). Dávkování chemické látky, je nastaveno obdobně jako v předchozím případě. Zařízení obsahuje ochranu proti předávkování; pokud je překročena nastavená hodnota dojde k vypnutí dávkování a k spuštění alarmu. Kalibrace ORP sondy je prováděna jednobodově. Příkon zařízení je 18 W. Maloobchodní cena zařízení 18 755 Kč. [52]

Zařízení *VA DOS BASIC CHLOR (pH/ORP)* kombinuje automatické dávkování pH a chlóru. Dávkování chemických látek je řešeno obdobně jako v předchozích případech, k měření hodnot je využita pH a ORP sonda. Zařízení umožňuje volitelné připojení teplotního čidla pro teplotní kalibraci sond. Zařízení umožňuje zastavit dávkování, pokud není detekován průtok (zapnuté oběhové/filtrační čerpadlo). Maximální spotřeba zařízení činí 18 W. Maloobchodní cena zařízení je 26 862 Kč. Obdobné zařízení rozšířené o nastavitelné časové spínání filtrace je *VA DOS PREMIUM (pH/ORP/ČAS)* s maloobchodní cenou 32 011 Kč. [53][54]

Komplexnější zařízení *VA DOS BASIC FLOC (pH/ORP/FLOC)* umožňuje automatické řízení hodnoty pH a chlóru jako v předchozích případech. Mimo tyto funkce automaticky dávkuje třetí chemickou látku, vločkovač. Maloobchodní cena zařízení je 48 357 Kč. [19]



Obr. 2.1.2 zařízení *VA DOS BASIC FLOC (pH/ORP/FLOC)*[19]

Zařízení *VA PRO SALT pH/ORP* umožňuje automatické dávkování pH a chlóru. Chlór je v tomto případě dávkován pomocí solinizační jednotky, například *VA Salt Water C25P*. Řídící jednotka měří hodnotu pH a ORP. Dávkování přípravku upravující hodnotu

pH probíhá obdobně jako v předchozích případech. Úprava hodnoty chlóru je řešena spínáním solinizační jednotky. Řídící jednotka má prodejní cenu 28 470 Kč a zde uvedená solinizační jednotka 33 033 Kč. Tato solinizační jednotka má maximální příkon 170 W. [55][57]

V nabídce firmy je také zařízení *VA SALT WATER SMART*, kombinující předchozí jmenované, umožňuje automatické dávkování pH i úpravu chlóru solinizační jednotkou v jednom zařízení. Toto zařízení umožňuje měřit ORP nebo hodnotu volného chlóru, podle typu připojené sondy. Maloobchodní cena zařízení je 46 343 Kč. [55]

Pro ovládání ostatních zařízení jako jsou například filtrace, osvětlení, vytápění, protiproudy, jsou v nabídce různé automatické ovládání. Základním modelem umožňujícím automatické řízení filtrace, obsahující jištění pro filtraci a bazénových světel je zařízení *FIS*. Automatickým řízením se zde myslí nastavení časovače, který spíná v požadovaný čas filtraci. Maloobchodní cena toho zařízení je 5 223 Kč. [58]

Nejvyšším modelem řídicího systému pro bazény; firmy VÁGNER POOL je systém *IntelliPool*, umožňující vzdálený přístup k systému. Systém umožňuje ovládání velkého množství zařízení jako je filtrace, topení, osvětlení, dávkování chemie, čerpadla, zakrytí bazénu a další. Vzdálený přístup k systému je zajištěn pomocí internetu, je možné ovládání a sledování stavu systému z počítače i mobilního telefonu. Maloobchodní cena tohoto systému přesahuje 100 000 Kč. [23]



Obr. 2.1.3 řídicí jednotka *Intellipool* [23]

## 2.2 Produkty ASEKO

Nejjednodušším zástupcem dávkovacích automatů je Asin Aqua PP60 pH, toto zařízení umí měřit a regulovat pouze hodnotu pH vody. Zařízení je na trhu dostupné za cenu 14 750 Kč. [64]

Zástupcem systému pro chlórovou úpravu vody je například zařízení *Asin Aqua Dose*, tento produkt dávkuje chemické prostředky pro úpravu pH a chlóru. Hodnota pH vody je měřena sondou. Hodnota chlóru není měřena, je pouze nastavena dávka použitého chemického prostředku na hodinu. Takto řešené dávkování způsobuje kolísání koncentrace chlóru ve vodě. Maloobchodní cena zařízení je 25 600 Kč. [63]

Zařízení *Asin Aqua REDOX* umožňuje udržovat hladinu pH i chlóru. Jsou využity dvě sondy jedna na pH a druhá pro měření ORP [65]. Obdobně pracuje zařízení *Asin Aqua*, výhodou tohoto zařízení je použití sondy na volný chlór, je tedy měřena přímo hodnota chlóru. Cena zařízení je 24 800 Kč [66].



Obr. 2.2.1 řídicí jednotka Asin Aqua [66]

Nejvyšším zástupcem produktové řady pro chlórovou úpravu bazénové vody je zařízení *Asin Aqua PROFI*. Toto zařízení s cenou přes 100 00 Kč, umožňuje automatické dávkování pH, chlóru i vločkovače. Měří se hodnota pH, volný chlór, ORP případně i celkový chlór. Dále dokáže řídit filtrační zařízení, umožňuje komunikaci s počítačem přes Lan síť. Obsahuje ochranu v podobě detekce vyprázdnění nádob s chemickými látkami či detekce nedostatečného průtoku vody sondami. Volitelné funkce jsou například dávkování plynného chlóru, externí displej, regulace teploty vody, měření průtoku vody či připojení solinizační jednotky. [67]

Mimo použití klasického chlórování dávkováním chlornanu sodného nebo plynného chlóru, jsou v nabídce další dva systémy. Zástupcem prvního systému je například zařízení *Asin Salt*, jedná se o solinizační jednotku získávající chlór pomocí elektrolýzy slané vody [68]. Zařízení může být ovládáno pomocí již jmenované jednotky *Asin Aqua*, která zajistí měření stavu vody pH sondou a sondou pro měření volného chlóru. Pokud je vyhodnocena potřeba dávkovat chlór, je sepnuta solinizační jednotka. Maloobchodní cena solinizační jednotky je 33 695 Kč. Zástupcem druhého řešení je *Asin Aqua Sanosil*, toto zařízení upravuje vodu bez použití chlóru. Jako desinfekční látka je používán přípravek Sanosil (přípravek na bázi peroxidu vodíku a stříbra), který je dávkován v pravidelných intervalech a dávkách dle nastavení zařízení. Dále zařízení umožňuje udržovat hodnotu pH vody pomocí automatického dávkování chemického přípravku pro úpravu pH. Maloobchodní cena zařízení činí 34 506 Kč. [69]



### 3. Technologie čištění vody

Způsobů jak přistupovat k čištění bazénové vody je několik, mezi často používané technologie patří chlorování, využití slané vody za použití solinizačních jednotek, použití UV záření pro sterilizaci vody, v posledních několika letech se začíná prosazovat čištění bez používání chemických přípravků za použití rostlin pro čištění vody. Tyto systémy jsou doplňovány filtrací, zajišťující odstranění mechanických nečistot a také kontrolou a případnou úpravou hodnoty pH vody.[1]

#### 3.1 Chlórování

Jedná se o nejběžnější způsob dezinfekce vody v bazénech. Základem této metody je chlórový přípravek dodaný do vody, reakcí s vodou vzniká kyselina chlorná  $\text{HClO}$ , která oxiduje anorganické i organické látky ve vodě. Narušuje enzymy i buněčné stěny organických látek. Stabilita této kyseliny je velmi závislá na hodnotě pH vody. Je tedy nutné měřit a regulovat hodnoty pH, doporučená hodnota pH je mezi 7,2 a 7,6. V případě poklesu hodnoty pH dochází k vytváření plynného chlóru a jeho uvolňování z vody. Dále dochází ke zvýšené korozi kovového vybavení bazénu, dráždění očí a pokožky. Při zvýšení hodnoty pH je chlor vázán do sloučenin, jako jsou například chlornany. Ve vázaném stavu má chlor nižší dezinfekční účinky, dráždí oči, ve vodě se začíná objevovat zákal a vápenaté usazeniny. Doporučené hodnoty množství volného chlóru pro bazény jsou 0,3 až 0,6 mg/l. V případě vázaného chlóru je maximální hodnota 0,3 mg/l. Hodnota vázaného chlóru jde snížit několika způsoby: UV zářením, superchlorací a výměnou vody. Superchlorace je způsob, kdy je do vody přidáno 10 krát vyšší množství volného chlóru nežli je obsah vázaného chlóru ve vodě, poté dochází k rozložení vázaného chlóru zpět na volný. [12][13]

Chlór je do vody přidáván několika způsoby. Pro velké bazény nebo aquaparky je do vody vpouštěn plynný chlór  $\text{Cl}_2$ , reakce s vodou se řídí následující chemickou rovnicí:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$ . Vzniká tedy požadovaná kyselina chlorná a jako vedlejší sloučenina vzniká kyselina chlorovodíková. Přítomnost kyseliny chlorovodíkové snižuje pH ve vodě a je tedy nutné dávkovat přípravek pro zvýšení pH, v tekutém stavu hydroxid sodný nebo granulovaný uhličitan sodný. Pro menší bazény, je do vody přidáván chlornan sodný  $\text{NaOCl}$ , v tomto případě probíhá odlišná chemická reakce:  $\text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{NaOH}$ . Opět vzniká požadovaná kyselina chlorná, ale jako vedlejší sloučenina vzniká

hydroxid sodný. V tomto případě je pH naopak zvyšováno, je tedy nutné jeho snížení; používá se kyselina sírová nebo granulovaný hydrogensíran sodný.



*Obr. 3.1 chlornan sodný, 12,5 Kg, 10 l, koncentrace min 12% [14]*

Pro určení správné funkce desinfekce vody; není nutné měřit hodnotu samotného chlóru, dostačující je měření redox potenciálu, neboli oxidačně redukčního potenciálu vody, zkratka ORP. Jeho doporučená hodnota pro bazény je 700 mV až 770 mV, měření probíhá pomocí ORP sondy. Tento parametr vyjadřuje poměr mezi oxidujícími látkami (tedy dezinfekcí) a redukujícími látkami (tedy nečistotami). Není tedy závislý na absolutní koncentraci dezinfekce/chlóru, ale přímo udává, jestli dezinfekce funguje správně. Díky tomuto parametru můžeme ušetřit náklady za chemické látky. V případě, že je redox potenciál dostatečný, není nutno přidávat více chlóru i pokud je množství chlóru ve vodě na spodní hranici doporučené hodnoty. Na druhou stranu pokud je bazén intenzivně využíván, znečišťován; nebo je vyšší teplota vody, může být i maximální koncentrace chlóru nedostatečná pro dezinfekci vody, díky redox parametru je možné tento problém detekovat. Redox potenciál se dá zvýšit přidáním chlóru, vyvločkováním nečistot nebo zvýšením výkonu filtrace.

### **3.2 Slaná voda**

Způsob desinfekce vody je v tomto případě velmi podobný jako v případě chlórování. Rozdílem je jiný způsob dávkování chlóru. Chlór je zde uvolňován elektrolýzou rozpuštěné soli NaCl. Doporučené množství soli je 3 - 5 Kg/m<sup>3</sup>. Rozklad elektrolýzou se řídí chemickou rovnicí:  $\text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH}$ . Vzniká tedy volný chlór, který dezinfikuje vodu a hydroxid sodný. Tento proces je vratný:  $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ . Takto dokonale fungující procesy

nespotřebovávají žádný chlór a tedy samotnou sůl. V reálném použití je chlór spotřebováván pro vznik různých sloučenin tvořících se ve vodě, dále je uvolňován z vody prouděním vyvolaným plavci, filtrací, tedy stejně jako v případě klasického chlórování. Je tedy nutno doplňovat sůl a udržet tím její požadovanou koncentraci. Nevýhodu celého přístupu použití slané vody jsou vyšší korozivní účinky na technologické vybavení bazénu, jako jsou schůdky, čerpadla, potrubí apod.



*Obr. 3.2 příklad solinátoru, pro max. objem 80 m<sup>3</sup> [11]*

### **3.3 Použití rostlin**

Dalším způsobem jak čistit vodu je využití rostlin, rostliny z vody spotřebovávají živiny a zabraňují tak růstu nežádoucích řas. Tento způsob čištění vody se vyskytuje v takzvaných koupacích jezírkách, jedná se o zahradní jezírko, rozdělené na dvě části, na hlubokou koupací a mělkou čistící. Mělká část zajišťuje stanoviště pro rostliny, může mít několik hloubkových stupňů. Pro správnou funkci se doporučuje minimální vodní plocha jezírka 80 m<sup>2</sup> a minimálně třetina této plochy je vyhrazena jako čistící část. Koupací jezírka jsou bez chemickou alternativou ke klasickým bazénům, jsou založena pouze na tomto přírodním principu. V ideálním případě zvládne tento biotop vyčistit a udržet čistou vodu v jezírku po celou sezonu. Pokud jezírko používáme ke koupání, dochází k zanášení nečistot do vody, narušuje se tím čistící funkce. V celém jezírku se během let usazují sedimenty. Množství sedimentů je omezováno použitím mechanické filtrace i tak je třeba opakovaně čistit dno a kačírek v čistící části jezírka, aby nedocházelo ke zhoršení čistících schopností. Další možnou nevýhodou je zábor větší plochy oproti klasickému bazénu pro stejně velkou koupací oblast. [9]



*Obr. 3.3 ukázka koupacího jezírka [5]*

### **3.4 UV záření**

Působení UV záření dokáže dezinfikovat vodu bez použití jiných chemických látek. UV záření má vysoký dezinfekční účinek, neovlivňuje zápach ani chuť vody, nemění její složení, účinek dezinfekce příliš nezávisí na obsahu chemie ve vodě, také dokáže snižovat obsah vázaného chlóru. Nevýhodou použití UV lamp je jejich životnost a účinek působící pouze v prostoru UV lampy. Z tohoto důvodu nemůže UV lampa zcela nahradit chemické přípravky a je vždy používána jako jejich doplněk. Pro správnou funkci je nutné použití dostatečně výkonné lampy vzhledem k množství protékající vody. [3][4][70]

Používané jsou dva typy UV lamp, monochromatické pro menší výkony a průtoky do 5 l/s. Používaná vlnová délka záření je 254 nm. Tyto lampy nedokáží dezinfikovat vodu od enzymů ani mikroorganismů, pouze poškodí jejich DNA, což nemusí zaručit jejich eliminaci. Další nevýhodou je silná závislost na teplotě vody; jsou účinné jen v rozsahu 15 - 35 °C.

Pro vyšší průtoky a účinnější funkci UV lamp; jsou používány polychromatické lampy. Využívají UV záření v rozsahu 185 – 400 nm, toto záření poškozuje DNA, enzymy (280 nm) i buněčné bílkoviny (220 nm) čímž je zajištěna eliminace mikroorganismů. Funkce těchto lamp je nezávislá na teplotě vody v rozmezí 0 až 70 °C. Použití je vhodné pro průtoky 3 – 10 l/s.



Obr. 3.4 příklad UV lampy pro max. průtok  $15 \text{ m}^3/\text{h}$  [5]

### 3.5 Filtrace mechanických nečistot

Filtrace mechanických nečistot je nedílnou součástí technologie pro čištění bazénové vody. Při používání bazénu jsou do něj vnášeny mechanické nečistoty. Předchozí principy čištění vody zanechávají v bazénu odumřelé částičky mikroorganismů. Dalším zdrojem je znečištění z okolního prostředí. Pro zachování čisté, nezakalené vody je nutné tyto nečistoty odstranit.

V praxi jsou používány dva typy filtrací. Prvním typem je kartušová filtrace, je tvořena čerpadlem a filtrem z hustě skládané geotextilie, který zadržuje nečistoty. Výkon těchto filtrací je velmi malý, jsou vhodné pro průtoky maximálně  $6 \text{ m}^3/\text{h}$ , hodí se jen pro malé bazény. Kartuše (filtry) jsou snadno vyjímatelné, aby bylo umožněno jejich snadné čištění, které je nutné provádět často a pravidelně, aby filtrace neztrácela účinnost. [6]

Pro větší bazény se používá písková filtrace. Tato filtrace dosahuje vyšší účinnosti i životnosti, vyžaduje menší údržbu. Filtrem pro nečistoty je křemičitý písek o zrnitosti 0,4 mm, 0,8 mm, 1,2mm (případně jejich kombinace). Písek dokáže velmi účinně odfiltrovat malé i velké nečistoty. Celá filtrace se skládá z čerpadla čerpajícího vodu do plastové filtrační nádoby obsahující písek. Voda je tlačena ze shora přes písek a mřížku/sítka zabráňující unikání písku zpět do bazénu. Filtrační nádoby jsou rozebíratelné pro snadnou výměnu filtračního písku, životnost písku je přibližně 5let. V případě, že je filtr (písek) znečištěn musí se propláchnout, zanesení filtru se pozná vzestupem tlaku ve filtrační nádobě. Změnou směru proudění vody, tedy ze dna nádoby směrem vzhůru je písek propláchnut, změnu směru proudění umožňuje čtyř nebo šesti cestný ventil umístěný na filtrační nádobě.

Pro rozjasnění vody a umožnění filtrace i nejmenších částiček obsažených ve vodě jako jsou například odumřelé mikroorganismy, je používán vločkovač. Vločkovač je chemický přípravek, který na sebe váže malé nečistoty, vytváří tím takzvané vločky, které mají dostatečný rozměr pro vyfiltrování filtrací. Dříve se jako aktivní látka na vločkování

používal síran hlinitý, dnes jsou používány látky na bázi polymerů, například látka označovaná jako PAX 18, polyaluminiumhydroxidchlorid. Tento vločkovač má vyšší účinnost a zabraňuje zanášení hliníku do bazénové vody. Vločkovač je prodáván v tekutém stavu a dávkování je v jednotkách ml/m<sup>3</sup> přibližně jednou za týden. [7][8]



*Obr. 3.5 příklad pískové filtrace, průtok 11 m<sup>3</sup>/h [10]*

### **3.6 Volba technologie čištění**

Z výše uvedeného přehledu způsobů čištění bazénové vody vyplývá: pro všechny způsoby je nutné použití filtrace mechanických nečistot a kontroly hodnoty pH (s možností úpravy této hodnoty). Dále je vhodné použití vločkovače pro vyčištění i mikroskopických nečistot. Jako doplněk, avšak ne nezbytně nutný, je vhodné použití UV lampy. Čištění za použití rostlin nepřípadá v úvahu z důvodu mnohem vyššího záboru pozemku. Zbývá tedy použití klasického chlórování nebo chlórování pomocí elektrolýzy slané vody.

Chlórování má velkou výhodu v nižších pořizovacích nákladech technologie; ORP sonda, čerpadlo na dávkování chlóru a jednoduchý systém pro jejich řízení. Spotřeba chlóru, v případě patnácti procentního roztoku chlornanu sodného, je výrobcem doporučována dávka 0,2 až 0,5 l na 50 m<sup>3</sup> každých 3 až 5 dnů. Nejvyšší dávka platí pro nejhorsí podmínky; teplo a intenzivní používání bazénu. V našem případě pro bazén o objemu 100 m<sup>3</sup>, koupací sezona dlouhá půl roku (v případě vyhřívání), dávkování 0,4 l roztoku chlornanu sodného každých 5 dní, je výsledné množství spotřebovaného roztoku chlornanu sodného přibližně 18 l, tedy cca 500 Kč za rok [15]. Dezinfekce slanou vodou

pro svoji funkci potřebuje měření slanosti vody, solinátor a jako v prvním případě ORP sondu. Ceny solinátorů se pohybují pro požadovanou velikost bazénu okolo 30000 Kč [11]. Jejich nevýhodou je nemožnost jednoduché a levné realizace jako v případě chlórování (je nutná koupě hotového solinátoru). Naopak není nutné časté doplňování soli (manipulace s chemickou látkou). Vyšším provozním nákladem je zde spotřeba elektrické energie na dávkování chlóru, příkon solinátoru může být například 200 W.

Z důvodu nižší pořizovací ceny, nižších provozních nákladů i možné jednoduché realizace je vybráno chlórování chlornanem sodným jako vhodná technologie čištění bazénové vody pro náš případ.

## 4. Návrh vlastního systému

Velkou nevýhodou dostupných systémů je jejich proprietární provedení, které umožňuje rozšiřovat systém jen o některé výrobcem vybrané funkce, v případě nejdražších řídicích jednotek. Jednodušší, levnější jednotky neumožňují rozšíření. Pokud bychom použili dostupné systémy pro náš případ, můžeme se pohybovat kolem hranice sto tisíc korun za řídicí jednotku a dávkovače chemie, s tím že nebudou splněny všechny naše požadavky.

Pro návrh vlastního systému si upřesněme požadavky a funkce, které od systému očekáváme:

- automatické dávkování chemie
- obsluha senzorů pro kontrolu stavu vody (ORP a pH sonda)
- obsluha teplotních senzorů
- řízení provozu filtrace, UV lampy, solárního oběhu
- obsluha osvětlení v okolí bazénu
- vzdálené ovládání
- vzdálený přístup k provozním datům
- možnost rozšíření o další zařízení, senzory

Pokud jde o chemikálie, systém bude zajišťovat dávkování roztoku chlornanu sodného, dávkování ředěné kyseliny sírové (pH mínus) a dávkování vločkovače. K měření kvality vody, teploty vody a správné funkce dezinfekce budou použity senzory: teplotní senzory, pH sonda a ORP sonda. Systém bude pracovat automaticky, bude měřené parametry a provozní údaje zobrazovat obsluze. Dále bude obsluhovat osvětlení v okolí bazénu a vzdálený přístup k ovládání celého systému.

Při návrhu budeme postupovat po částech pro splnění jednotlivých požadavků, finálním krokem bude výběr zařízení, které tyto části dokáže obsluhovat a řídit.

### 4.1.1 Automatické dávkování chemie

Z předchozích úvah vyplynula potřeba dávkovat chlór, pH mínus a vločkovač, tedy tři chemické látky. Dávkování můžeme zajistit malým čerpadlem, toto čerpadlo musí



být chemicky odolné, například celoplastové. Na trhu je dostupné celoplastové čerpadlo s motorem RS-360SH; jedná se o čerpadlo používané v akvaristice, motor je napájen 3 - 12 V s maximálním proudovým odběrem 1,76 A [17]. Ovládání tohoto čerpadla budeme zajišťovat spínáním relé. S dávkováním chemie úzce souvisí měření stavu vody. Pomocí sondy ORP a pH sondy, tyto sondy mají napěťový výstup přímo z jejich elektrod. Pro využití tohoto signálu ho musíme impedančně oddělit, použijeme tedy operační zesilovač s vysokým vstupním odporem. Dále budeme tento signál digitalizovat pro následné zpracování. Po změření hodnoty pH či ORP, v přítoku bazénové vody do technologické šachty; bude vyhodnoceno, zdali je nutné dávkování, pokud ano spustí se na definovaný čas požadované čerpadlo. Chemická látka bude dávkována v místě za sondami, aby jí nebyly ovlivňovány výsledky měření.

### 4.1.2 Teplotní senzory

Měření teploty je důležité nejen pro případné plavce, ale také pro správnou funkci systému. Výstupní charakteristiky sond pro měření pH i ORP jsou závislé na teplotě, můžeme tedy tyto charakteristiky upravit podle teploty vody a dosáhnout tak přesnějšího výsledku. Jako teplotní senzory můžeme použít senzory s obvodem DS18B20. Tento obvod dokáže měřit teplotu s 12bitovým rozlišením od  $-55^{\circ}\text{C}$  do  $125^{\circ}\text{C}$ . Komunikuje s okolím pomocí 1-Wire sběrnice. V této práci jsou použity senzory chráněné proti povětrnostním podmínkám, viz obrázek 4.1.2 [18]



*Obr. 4.1.2 teplotní senzor s obvodem DS18B20 [18]*

### **4.1.3 Řízení silových zařízení**

Zařízení jako jsou čerpadla a UV lampa jsou připojovány do klasických zásuvek na 230 V. Systém tedy musí být připraven pro spínání několika zásuvek. Tyto zásuvky budeme spínat pomocí relé. Dále budou spínána, jak již bylo zmíněno, čerpadla pro dávkování chemie. Pro případný budoucí rozvoj celého systému je vhodné počítat s rezervou, tedy s více zásuvkami, případně jen relátky, které budeme moci ovládat. Například můžeme v budoucnu systém rozšířit o elektronicky ovládané natahování krycí plachty.

### **4.1.4 Obsluha osvětlení v okolí bazénu**

Osvětlením v okolí bazénu je myšleno osvětlení samotného bazénu, vně i uvnitř, a osvětlení pergoly/přístřešku/posezení u bazénu. Těmto světlům, je vhodné regulovat výkon podle aktuální potřeby; venkovního světla. Vhodným typem světel budou výkonové LED, pro náš případ volím LED o příkonu 20 W. Osvětlení bude umístěno mimo technologickou šachtu s hlavním řízením celého systému, proto bude použit blíže umístěný mikrokontrolér řídící tyto LED a komunikující s hlavním řízením.

### **4.1.5 Ovládání systému**

Jak již bylo zmíněno, řídicí systém bude umístěn v technologické šachtě přímo u bazénu, pro pohodlné ovládání celého systému bude vhodné realizovat ovládání i mimo toto místo. K ovládání na místě se nabízí použití displeje pro zobrazení potřebných údajů spolu s tlačítky pro ovládání, případně s dotykovou vrstvou nahrazující tlačítka. Ovládání mimo šachtu je možné řešit několika způsoby. Prvním může být další displej spolu s tlačítky umístěný blíže obsluze mimo šachtu, zde je nutná přítomnost obsluhy na místě. Druhá možnost je například posílání údajů přes Bluetooth do aplikace mobilního telefonu, zde je nutná speciální aplikace pro mobilní telefon. Jako nejlepší řešení volím ovládání systému pomocí web serveru. Web server umožní přístup k systému z jakéhokoliv místa a je dostatečně univerzální (není nutná tvorba speciální aplikace pro mobil či počítač).

## 4.1.6 Řízení systému

Z předchozích kapitol vyplývají požadavky na zařízení starající se o provoz celého systému. Zařízení musí mít dostatečný výkon pro chod web serveru a rozhraní pro komunikaci s jednotlivými moduly a senzory. Použití klasického počítače je zbytečné z pohledu velké spotřeby a nadbytečného výkonu, další možností je použití vývojových desek výrobců jednotlivých mikrokontrolerů, zde může nastat problém s nedostatečným výkonem a proprietárním systémem. Jako dobré řešení se jeví použití Raspberry Pi (konkrétně model B+), jedná se o malý počítač postavený na architektuře ARM, tento počítač disponuje několika komunikačními rozhraními, jako je například I2C, UART, SPI, Ethernet, USB. Má dostatečný výkon pro chod web serveru. Na Raspberry Pi jde spustit distribuce linuxu, konkrétně upraveného debianu, to zajišťuje možnost použití standartních nástrojů pro programování a spuštění web serveru. Nevýhodou je nepřítomnost analogově digitálních převodníků, které budou nutné pro vyhodnocování dat z měřících sond, pro tento účel budeme muset použít další mikrokontroler, který bude zpracovávat analogová data. Pro bližší informace o Raspberry Pi doporučuji oficiální stránky [raspberrypi.org](http://raspberrypi.org) [16]



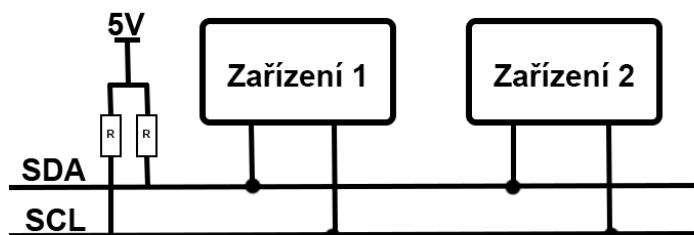
*Obr. 4.1.6.1 Raspberry Pi model B+ (B1+)*

## 5. Použité datové sběrnice

V této práci je použito několik datových sběrnic: I2C, SPI a RS-485. V následujících kapitolách jsou tyto sběrnice popsány, do potřebné úrovně podrobností pro tuto práci.

### 5.1 I2C

Sběrnice I2C je používána na krátké vzdálenosti maximálně jednotek metrů. Jde o sériovou synchronní komunikaci. Komunikace je poloduplexní, v jednu chvíli může vysílat pouze jedno zařízení. Zařízení připojená na sběrnici jsou identifikována pomocí jednoznačných adres. Pro přenos dat je využit vodič s označením SDA, hodinový signál generovaný Master obvodem je přenášen po vodiči označeném jako SCL. Třetím vodičem je společná zem. Datový i hodinový vodič je zakončen pull-up rezistorem k napájecímu napětí, tím jsou definovány klidové úrovně na sběrnici (oba vodiče v logické 1). Budiče sběrnice jsou typu otevřený kolektor a zařízení při vysílání kontroluje logickou úroveň na sběrnici. Toto řešení umožňuje existenci více zařízení typu master na sběrnici, vyšší prioritu má zařízení s nižší adresou. Zařízení, které vysílá v adrese logickou 1, ale na sběrnici přečte logickou 0, musí zastavit vysílání. [71]



Obr. 5. 1. schematické zobrazení zařízení na sběrnici I2C[21]

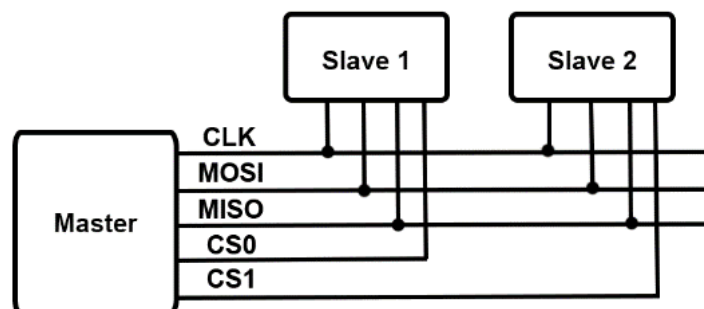
Komunikace je zahájena start bitem, datový vodič je master obvodem přepnut na logickou 0, hodinový signál je ponechán v logické 1. Poté zahájí master obvod vysílání adresy zařízení. Stav datového vodiče se může měnit pouze v případě logické 0 na hodinovém vodiči. Při jedné periodě hodinového signálu je tedy přenesen jeden bit. Po odeslání jednoho byte jsou tyto data potvrzena bitem ACK. V případě bezchybného přenosu je ACK bit odeslán jako logická 0, jako devátý bit (vyslaný přijímajícím zařízením). V případě ukončení přenosu je vyslán stop bit, SDA jde do logické 1. Přenosová rychlost této sběrnice je závislá na frekvenci hodinového signálu, například

100 kHz nebo 400 kHz. Nejrychlejším dnes dostupným režimem je High-Speed při 3,4 MHz. Přenosová rychlost tedy odpovídá frekvenci 100 kb/s, 400 kb/s, ovšem tato rychlost zahrnuje i přenos adres, potvrzovacích bitů, reálná přenosová rychlost pro data je tedy nižší.

Každé zařízení na sběrnici používá unikátní adresu, adresa může být sedmi bitová nebo deseti bitová. Osmý bit je využit pro odeslání příkazu, zdali má zařízení očekávat data nebo odeslat data. Sedmibitová adresa má 128 kombinací, ale je možné připojit maximálně 112 zařízení. Ostatní kombinace jsou použity pro řídicí příkazy sběrnice. Zařízení mají firmou Philips pevně stanovenou část adresy (4 bity), která určuje jejich typ. Uživatelsky lze nastavit pouze zbývající tři bity. Toto omezení lze eliminovat použitím deseti bitové adresy, pokud daná zařízení tuto funkci podporují.

## 5.2 SPI

Sběrnice SPI (Serial Peripheral Interface) je využívána pro komunikaci mezi dvěma a více zařízeními. Komunikaci obsluhuje master obvod, řídí Slave zařízení, generuje synchronizační signál. Tento signál je označován jako SCK. Jedná se o synchronní sériovou komunikaci. Kromě tohoto vodiče jsou zařízení spojena dvěma datovými vodiči: MISO (Master In, Slave Out) a MOSI (Master Out, Slave In), což umožňuje full duplexní přenos. Pro výběr jaké zařízení má komunikovat je používán signál CS (Chip Select), pro každé slave zařízení je tedy nutný vodič na víc. Sběrnice se používá pro připojení různých periférií k mikrokontrolerům, například externí paměť, A/D převodník, displej a podobně. Maximální přenosová rychlost je dána hodinovou frekvencí synchronizačního signálu, pro 10 MHz můžeme dosáhnout až 10 Mb/s. Maximální vzdálenost komunikace je ovlivněna požadovanou přenosovou rychlostí a kapacitou vodičů, pohybuje se v řádu jednotek desítek centimetrů. [20]



Obr. 5.2 schematické zobrazení zařízení na sběrnici SPI

V rámci této práce není nutné detailně popisovat způsob komunikace či formát dat posílaný po SPI. Pro připojení LCD displeje budou použity knihovny ovladačů pro Raspberry Pi, zajišťující potřebná nastavení.

### 5.3 RS-485

Sběrnice RS-485 definuje jednu z možných fyzických vrstev, po kterých může komunikovat rozhraní UART (Universal Asynchronous serial Receiver and Transmitter). Příkladem dalších sběrnic poskytujících fyzickou vrstvu tomuto rozhraní jsou sběrnice RS-232 a RS-422.

Mikrokontroléry mají obvykle implementováno rozhraní UART/USART, které může pracovat v synchronním nebo asynchronním režimu. Pro komunikaci využívají dva (pro asynchronní přenos) nebo tři vodiče (pro synchronní přenos). Režimy přenosu jsou následující: synchronní režim jako master, který generuje synchronizační signál. Synchronní slave řízený master obvodem. V případě asynchronního režimu je synchronizace obnovena začátkem start bitu, podle kterého je synchronizován interní oscilátor přijímače. Oscilátor generuje hodinové pulzy na základě nastavené rychlosti přenosu v polovině každého bitu. V tomto okamžiku je otestována hodnota přijímaného bitu, poté je bit uložen do příjmového registru.

Rychlost přenosu se udává v baudech za sekundu, tedy modulační rychlostí. Rychlost může být udána také teoretickou přenosovou rychlostí v bitech za sekundu. UART používá logické napěťové úrovně dle použitého mikrokontroléru. Pro připojenou sběrnici je nutná konverze napěťových úrovní. [40][41]

První popisovanou sběrnici je RS-232. Tato sběrnice dosahuje maximální rychlosti 120 kb/s, maximální vzdálenosti 15 – 20 m. Komunikace je možná pouze mezi dvěma zařízeními. S rozhraním se dnes můžeme setkat u některých starších počítačů, různých řídicích systémů, jako se sériovém portem s konektorem CanonDB9. Konektor COM má 9 pinů, pro komunikaci jsou nutné jen tři TXD (transmit data) a RXD (receive data) a společná zem. K připojení k UARTu mikrokontroléru se používají převodníky napěťových úrovní, obvody typu MAX232.

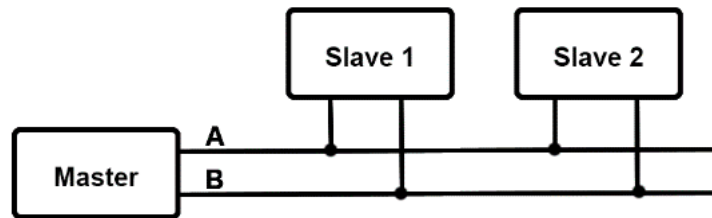
### Přehled vybraných sběrnic

	RS-232	RS-422	RS-485
diferenciální vedení	ne	ano	ano
maximální počet vysílačů	1	1	32
maximální počet přijímačů	1	10	32
duplex	half/full	half/full	half
maximální přenosová rychlost pro 12 m	20 kb/s	10 Mb/s	35 Mb/s
maximální přenosová rychlost pro 1200 m	-	100 kb/s	100 kb/s
vstupní impedance přijímače	3 - 7 k $\Omega$	$\geq 4$ k $\Omega$	$\geq 12$ k $\Omega$
výstupní impedance vysílače	3 - 7 k $\Omega$	100 $\Omega$	54 $\Omega$
citlivost přijímače	3 V	200 mV	200 mV
rozdíl zemních potenciálů	-	-7 až 7 V	-7 až 12 V
vysílač logická 0	-3 až -25 V	-2 až -6 V	-1,5 až -6 V
vysílač logická 1	3 až 25 V	2 až 6 V	1,5 až 6 V

Tab. 5.3 porovnání sběrnic [76][77]

Pro komunikaci mezi více zařízeními je možné použít sběrnici RS-422. Maximální počet připojených zařízení je 11 – jeden Master a 10 Slave. Odolnost proti vnějšímu rušení je zvýšena pomocí diferenciálních vedení, které je odolné i proti stejnosměrnému rušení na rozdíl od RS-232. Použito je pět vodičů: dva kroucené páry (odolnost proti střídavému rušení), se zakončením 90 až 120  $\Omega$  (impedanční přizpůsobení – odolnost proti odrazům) a společná zem. Díky použitým řešením byla maximální teoretická přenosová rychlost zvýšena na 10 Mb/s, maximální vzdálenost 1200 m (při 100 kb/s). Rozhraní umožňuje jednoduché prodloužení vzdálenosti RS-232. Záměnou budičů RS-232 za budiče RS-422 s výměnou vedení dosáhneme oproti RS-232 delší komunikační vzdálenosti, bez zásahu do programů obsluhy vysílání.

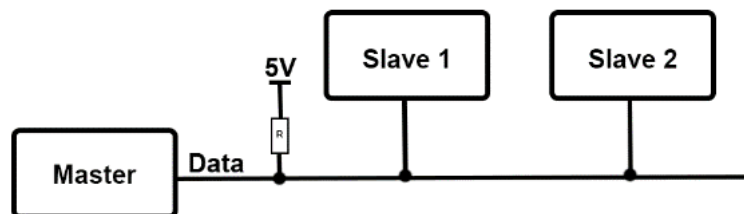
Zde využitá implementace USART v podobě RS-485 umožňuje připojení více zařízení. Sběrnice také využívá pro zvýšení odolnosti proti rušení diferenciální vedení. Je zde použit jeden kroucený pár vodičů, tedy pouze half-duplex přenos. Vodiče se označují jako A a B. Vedení je zakončeno odporem 120  $\Omega$ . Je definovaná maximální hodnota rozdílového napětí mezi vodiči A a B na 10 V, dále vstupní impedance budičů této sběrnice na 12 k $\Omega$ . Na společné vedení je možno připojit až 32 zařízení. Tento typ sběrnice má maximální vzdálenost stejnou jako RS-422. Maximální rychlost komunikace je až 35 Mb/s. [72]



Obr. 5.3 schematické zobrazení zařízení na sběrnici RS-485

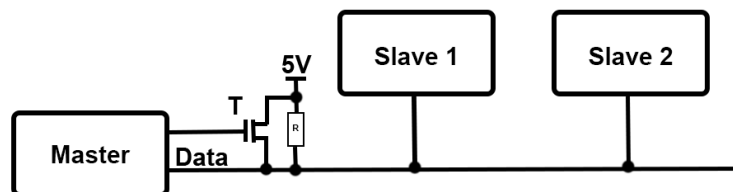
## 5.4 1-Wire

1-Wire sběrnice umožňuje připojení jednoho, nebo více slave zařízení k jednomu master zařízení. Byla vyvinuta v 90. letech firmou Dallas Semiconductor, později koupenou firmou Maxim Integrated. Nejčastěji se tato sběrnice používá k připojení senzorů, v této práci bude využita pro připojení několika teplotních senzorů. Sběrnice ke svému provozu potřebuje dva vodiče: společnou zem a datový vodič. Zařízení jsou napájena z datového vodiče, který je přes pull-up rezistor připojen na napájecí napětí, zdvihá tak klidovou úroveň datového vodiče do logické úrovně 1.



Obr. 5.4.1 schematické zobrazení zařízení na sběrnici 1-Wire

Tento způsob napájení je možný pouze pro krátké vzdálenosti. Pro zajištění dostatečného napájení jednotlivých zařízení se používá zapojení dle následujícího obrázku (Obr. 5.4.2).



Obr. 5.4.2 rozšířené napájení 1-Wire

Tranzistor připojený paralelně k pull-up rezistoru, je využívám v případě vzdáleného napájení teplotních senzorů po datovém vodiči. Tranzistor je sepnut po

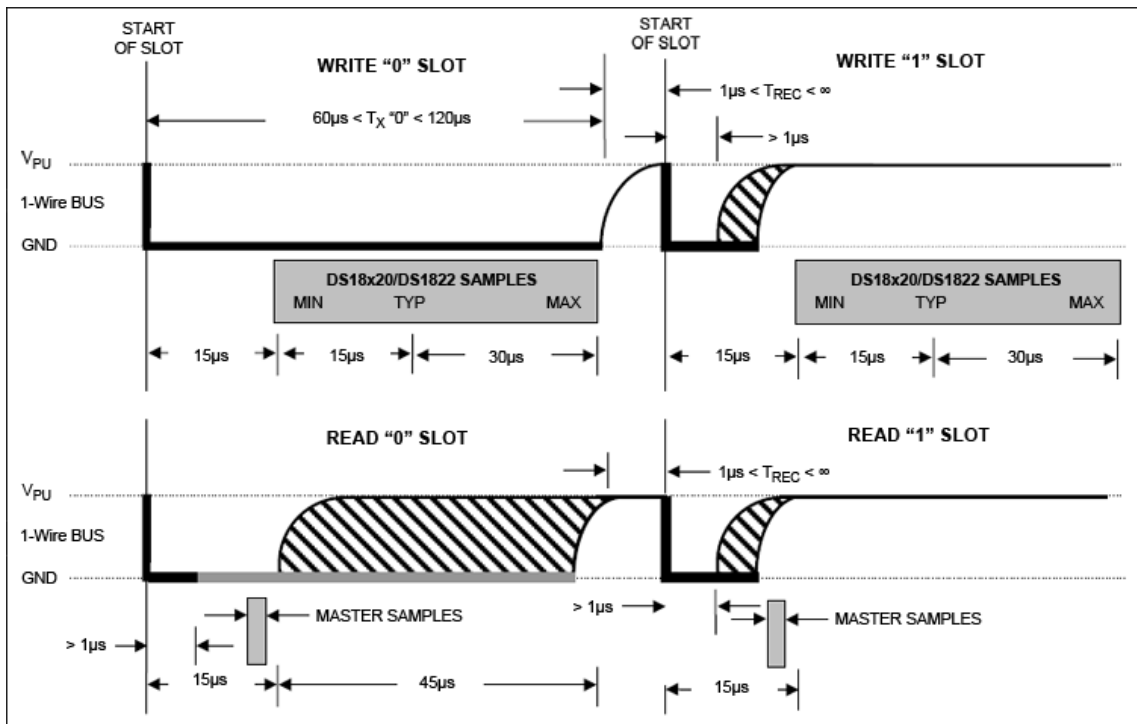


vyslání příkazu měření, tak aby byl zajištěn dostatečný proud během měřícího cyklu. Obdobný princip využívají budiče sběrnice 1-Wire. Tyto budiče umožňují i tvarování a zesílení signálu. Jsou proto vhodné pro komunikaci na dlouhé vzdálenosti. Příkladem může být obvod DS2482-100 [21]. Maximální vzdálenost pro připojení zařízení na sběrnici je 750 m a to pouze v případě lineární topologie. V případě topologie typu strom nebo hvězda je 750 m maximální teoretickou vahou vyjadřující součet délek všech kabelů a ekvivalentní zátěže představované slave zařízeními. V reálných podmínkách je tato vzdálenost podstatně kratší, je ovlivněna kapacitou použitých vodičů, počtem zařízení, obecně podmínkami provozu. Pro zajištění stabilního napájení je zařízení možno napájet externě (jinak nežli přes datový vodič), například z baterie, v této práci je napájení senzorů řešeno třetím vodičem. Je zde předpokládána délka sběrnice do 30 m s použitím kvalitního STP kabelu, pro zajištění co nejnižšího rušení.

Z principu použití jednoho datového vodiče jde o poloduplexní, asynchronní komunikaci s časovým kódováním logických úrovní. Komunikace je zahájena reset pulzem, tedy stažením datového vodiče na logickou 0 master obvodem na dobu 480  $\mu$ s. Po té je hodnota sběrnice vrácena zpět na logickou 1. Pokud je přítomno slave zařízení, vyčká 15 až 60  $\mu$ s po té nastaví logickou 0 na dobu 60 – 240  $\mu$ s. čímž indikuje svoji přítomnost. Sběrnice se po té opět vrátí do logické 1. Kompletní reset sekvence trvá 960  $\mu$ s. Po té může být zahájen samotný přenos dat, data jsou přenášena po jednotlivých bitech reprezentovaných časovými sloty. Sloty jsou čtyř typů (viz obr. 5.4.2):

- zápis 1 – master logická 0 na minimálně 1  $\mu$ s, na maximálně 15  $\mu$ s
- zápis 0 – master logická 0 po celý časový slot dlouhý 60  $\mu$ s
- čtení 1 – master logická 0 na minimálně 1  $\mu$ s – zařízení nastaví log 1
- čtení 0 – master logická 0 na minimálně 1  $\mu$ s – zařízení nastaví logická 0

Maximální přenosová rychlost vyplývá ze zde popsané komunikační sekvence, její teoretická hodnota je 3,3 kb/s (pro jediné zařízení na sběrnici). V případě připojení více zařízení klesá tato rychlost na hodnotu 1,26 kb/s. Existuje i overdrive verze této sběrnice s maximální teoretickou přenosovou rychlostí 125 kb/s, zvýšení rychlosti je dosaženo snížením doby jednotlivých časových intervalů. [18][22][42]



Obr. 5.4.2 časové sloty 1-Wire, převzato z [73]

V případě použití více slave zařízení na sběrnici je pro jejich identifikaci použit unikátní 64 bitový kód každého zařízení (ROM kód či adresa). Skládá se z 8 bitů identifikujících typ zařízení, 48 bitů sériového čísla a 8 bitů CRC kódu.

Na sběrnici je používáno několik příkazů: Search ROM pro získání adresy zařízení. Read ROM pro čtení adresy v případě použití jen jednoho slave zařízení. Skip ROM přikáže zařízením přeskočit porovnávání adresy. Pro určení, které zařízení má vysílat je použit příkaz Match ROM, kdy slave zařízení porovnávají vysílanou adresu, v případě shody čeká zařízení na další příkazy specifické pro dané zařízení. V případě obvodu DS18B20 používaného v této práci, používáme příkazy Convert pro zahájení měření teploty, Write Scratchpad pro odeslání konfigurace do zařízení (například požadované rozlišení) a Read Scratchpad pro čtení naměřených dat.

## 6. Realizace vlastního systému

Realizace systému vychází ze stručného návrhu v kapitole 3.2. Výsledný návrh a jeho realizace je popsána v následujících kapitolách. První částí je popis a výběr datových sběrnic využitých v zde realizovaném systému. Návrh je rozdělen na hardwarovou a softwarovou část. Softwarová se zabývá programy pro jednotlivé části systému. V případě hardwaru jsou popisovány použítá zařízení či navrhované desky plošných spojů. V příloze 7 jsou uvedeny seznamy použitých součástek, pro zde realizovaný systém.

### 6.1 Komunikace

Z návrhu systému vyplývá potřeba komunikace mezi jednotlivými moduly:

- a) Raspberry Pi ↔ modul senzorů – vzdálenost do 20 cm
- b) Raspberry Pi ↔ modul osvětlení – vzdálenost několik metrů
- c) Modul senzorů ↔ teplotní senzory – vzdálenost několik metrů
- d) Raspberry Pi ↔ další možné rozšiřující periférie (displej, ...) – vzdálenost do 20 cm

Vyplývají zde různé požadavky na jednotlivé spojení, podle těchto požadavků jsou vybrány vhodné datové sběrnice pro jednotlivé případy.

Komunikaci na kratší vzdálenost, mezi Raspberry Pi a modulem senzorů, bude zajišťovat sběrnice I2C. Nevýhodou této sběrnice může být nižší datová propustnost oproti jiným sběrnicím; jako jsou například SPI či RS-485. Jelikož v našem případě předpokládáme posílání jen několika byte z modulu senzorů v intervalu několika desítek vteřin či jednotek minut, je tato sběrnice dostačující. I2C můžeme využít i pro připojení jiné periférie, v případě nedostatku pinů například na Raspberry Pi můžeme s použitím I2C expandérů tento počet rozšířit.

Pro komunikaci na delší vzdálenost, mezi Raspberry Pi a modulem osvětlení, bude využita sběrnice RS-485, z důvodu odolnosti proti rušení. Jako budič sběrnice je zde zvolen obvod ST485BN, který umožňuje provoz v dostatečném teplotním rozsahu (-40°C až 85°C) pro použití ve venkovních podmínkách.

Pro připojení vybraných teplotních senzorů musí být využita sběrnice 1-Wire, jelikož jsou použity senzory s touto sběrnicí. Z obdobných důvodů bude využita sběrnice SPI pro připojení displeje.

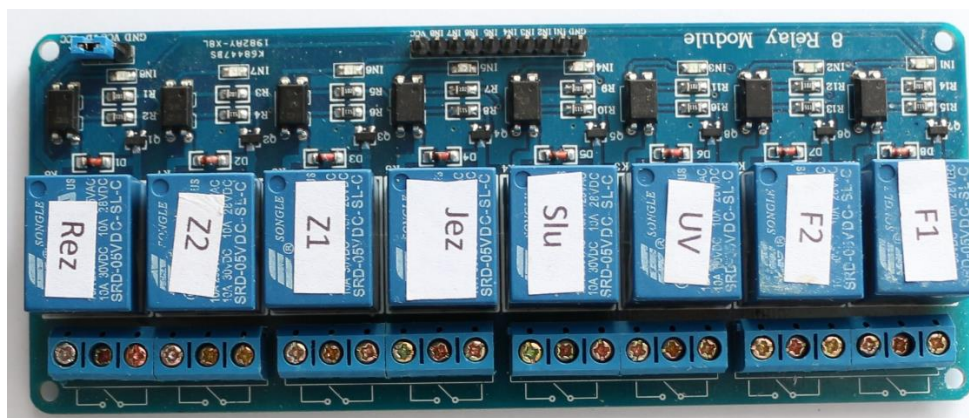
## 6.2 Hardware

Tato kapitola se zabývá návrhem a realizací jednotlivých desek plošných spojů a zařízení použitých v navrhovaném systému. Kapitola je rozdělena po jednotlivých modulech. První popisovanou částí je hlavní řízení, následuje ovládání systému, modul senzorů, řízení osvětlení a napájení celého systému.

### 6.2.1 Hlavní řízení

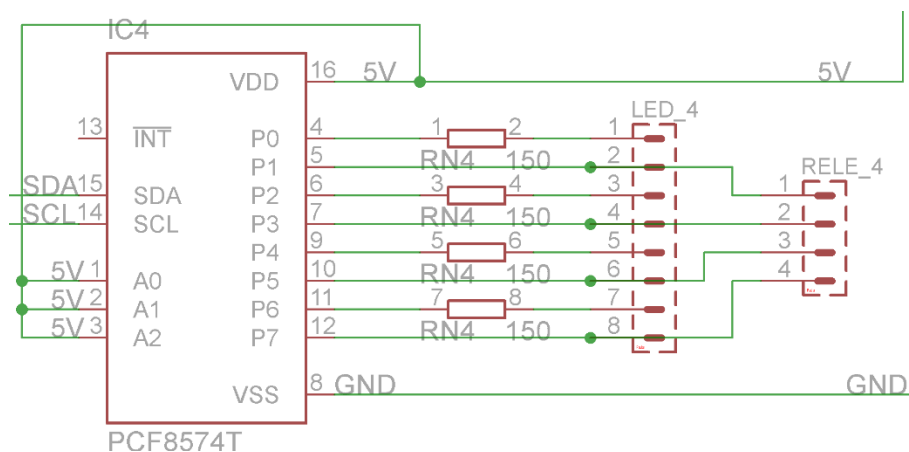
Část hlavního řízení je rozdělena na dvě pod části. Jedná se o použité Raspberry Pi starající se o chod celého systému popsané v kapitole 4.1.6. Druhou částí hlavního řízení je návrh desky plošného spoje obsahujícího napěťový měnič, I2C expandéry a část pro komunikaci s ostatními moduly. Tato kapitola se zabývá návrhem a realizací níže popisované desky plošného spoje.

Ovládání jednotlivých zařízení a zásuvek bude řešeno pomocí relé. Počet relé závisí na množství ovládaných zařízení. Předpokládáme ovládání filtrace, UV lampy, čerpadel pro dávkování chemie, dvou klasických zásuvek na 230 V, LED pásku pro osvětlení technologické šachty. Systém bude počítat s postupným rozšiřováním, je tedy použito několik relé pro budoucí připojení zatahování/vytahování krycí plachty a například ohřev vody. Z těchto požadavků vyplývá potřeba celkem 12 relé. Volím tedy dva moduly (viz obrázek 6.2.1.1); každý modul obsahuje 8 relé spolu s indikační LED, optočlenem pro přepěťovou ochranu připojeného zařízení proti vyššímu napětí. Indikace provozu jednotlivých zařízení bude pomocí červené a zelené LED; pro jednoduchou kontrolu chodu obsluhou. Potřebujeme 16 signálů pro ovládání relé a zároveň červených LED (relé modulu jsou spínány nulovou hodnotou napětí), dále 16 signálů pro zelenou LED. V tomto konkrétním případě bude indikace zapojena pro 8 zařízení, v případě budoucí potřeby rozšířit indikaci i o ostatních 8 zařízení, připravíme potřebný počet signálů.



Obr. 6.2.1.1 použitý relé modul [61]

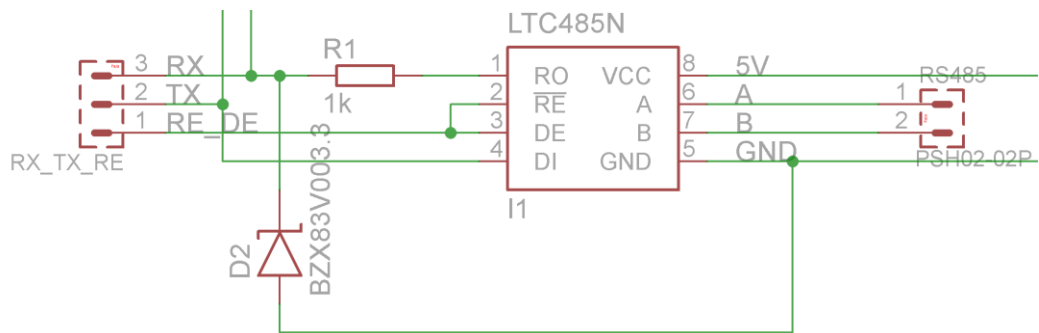
Počet pinů Raspberry Pi je pro ovládání relé a indikace nedostatečný, pro rozšíření tohoto počtu jsem se rozhodl využít čtyři I2C expandéry PCF8574T. Jedná se o integrované obvody s osmi výstupy, výstupní hodnota na daném pinu je nastavena dle hodnoty přijaté po sběrnici I2C. Data jsou expandéru posílána v podobě jednoho byte. Jak bylo zmíněno v kapitole 5.1 popisující sběrnici I2C; obvody umožňují nastavení tří bitů adresy, nastavení adresy je provedeno pomocí pinů A0 až A2, jejich připojením na napájecí napětí nebo zem. Na následujícím obrázku (obr. 6.2.1.2) je zobrazeno schéma zapojení obvodu, s nastavením volitelné části adresy na „111“. Rezistory RN4 zajišťují nastavení výstupního proudu pro indikační LED.



Obr. 6.2.1.2 schéma zapojení I2C expandéru

Pro komunikaci na delší vzdálenost s modulem osvětlení byla vybrána sběrnice RS-485. Pro konverzi napěťových úrovní mezi rozhraním USART a RS-485 je použit obvod LTC485N. USART Raspberry Pi využívá 3,3 V logiku, budič sběrnice využívá 5 V, nicméně vstup obvodu detekuje logickou 1 již od hodnoty 2 V. Je tedy nutné pouze ošetření maximální hodnoty napětí vstupujícího na pin RX Raspberry Pi, zde jsem použil

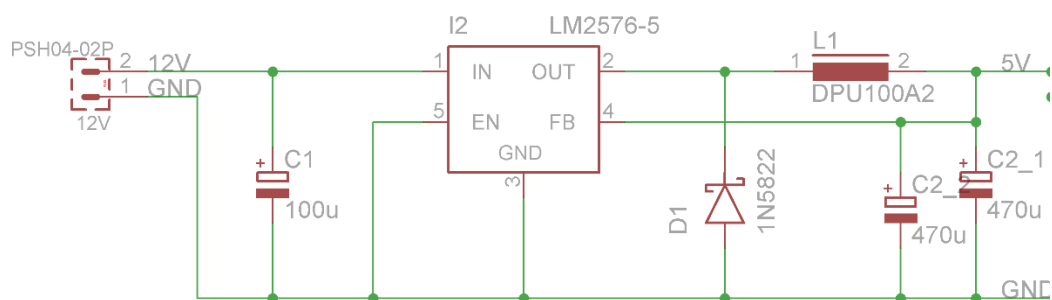
Zenerovu diodu spolu s rezistorem pro omezení proudu. Toto zapojení Zenerovy diody společně s rezistorem tvoří RC článek, který omezí maximální přenosovou rychlost na sběrnici. V našem případě použijeme rychlost 9600 Bd. Kapacita nízko příkonové Zenerovy diody na 3,3 V může být až 1 000 pF [78]. Při této hodnotě vytváří dioda společně s rezistorem 1 k $\Omega$  RC článek se zlomovým kmitočtem přibližně 160 kHz. Tento zlomový kmitočet představuje dostatečnou rezervu pro použitou rychlost.



Obr. 6.2.1.3 schéma zapojení budiče RS-485

Použité rozhraní USART může být použito pro rozšíření například o bezdrátové ovládání, senzory připojené přes Bluetooth případně ZigBee. Na desce plošného spoje, zde navrhovaného modulu hlavního řízení, je připraven konektor pro připojení Bluetooth modulu.

Raspberry Pi i ostatní použité obvody, jsou navrhovány pro napájecí napětí 5 V. V kapitole 4.1.6 je zvolen napájecí zdroj 12 V, pro snížení hodnoty na 5 V je navržen spínaný snižující napěťový měnič s obvodem LM2576-5. Tento obvod pro své zapojení nevyžaduje mnoho jiných součástí; Schotkyho dioda, cívka a vyhlazovací kondenzátor na vstupu i výstupu. Obvod je pouzdru TO-220-5 s pěti vývody, pracuje na principu pulzně šířkové modulace se spínací frekvencí 52kHz. [62]



Obr. 6.2.1.4 schéma zapojení snižujícího měniče 12 V -> 5 V

Obrázek 6.2.1.4 zobrazuje použité schéma zapojení obvodu. Toto zapojení umožňuje výstupní proud až 3 A. Hodnota vyhlazovacího kondenzátoru 1000  $\mu\text{F}$  vychází z doporučeného zapojení výrobce, můžeme použít například kondenzátor s nízkým sériovým odporem Rubycon 1000  $\mu\text{F}$  (14 K $\check{c}$ /ks) [74] V tomto konkrétním případě jsou použity dva paralelně zapojené kondenzátory ze stejné produktové řady; Rubycon 470  $\mu\text{F}$  (7 K $\check{c}$ /ks) [75]. To umožní snížení sériového odporu, nižší ztrátový výkon, tedy nižší teplotní namáhání a delší životnost.<sup>1</sup>

Mimo popsané části obsahuje deska plošného spoje rezistory 4,7 k $\Omega$  pro nastavení klidových úrovní na vodičích sběrnice I2C.

V příloze je celkové schéma modulu hlavního řízení (Příloha 4 obr. P4.1), návrh desky plošného spoje (obr. P4.2), rozmístění součástek (obr. P4.3), fotografie hotového modulu (obr. P4.4) a seznam použitých součástek (Příloha 7).

## 6.2.2 Ovládání

Pro ovládání systému byl zvolen dotykový displej. Volba jaký displej použít závisí na konkrétním použití, v této konkrétní realizaci nepřijde krabice se systémem do styku s vodou. Můžeme tedy zvolit levnější variantu v podobě LCD s odporovou dotykovou vrstvou. V případě požadavku na vyšší odolnost proti vnějším vlivům celého systému, bychom situaci mohli vyřešit buď displejem s kapacitní dotykovou vrstvou, kde je možná ochrana displeje například sklem. Nebo obdobně zakrytého displeje bez dotykové vrstvy, s použitím tlačítek pro ovládání systému.

---

<sup>1</sup> Předpokládaný výkon dodávaný tímto měničem je 10 W. Frekvence spínání je 52 kHz. Při napětí 5 V je během poloviny periody do kondenzátoru přenesen náboj 19,2  $\mu\text{C}$  ( $10 \text{ W}/5 \text{ V} \times 9,6 \mu\text{s}$ ). Při kapacitě 1 000  $\mu\text{F}$  je napěťové zvlnění 0,019 V. Pro dvakrát 470  $\mu\text{F}$  je 0,02 V. Datasheet kondenzátorů udává hodnotu impedance pro 100 kHz při -10 °C 0,52  $\Omega$  (1 000  $\mu\text{F}$ ) a 0,87  $\Omega$  (470  $\mu\text{F}$ ) [75]. Paralelní kombinace kondenzátorů zajistí nižší impedanci 0,44  $\Omega$ . Ztrátový výkon pro jeden větší kondenzátor je 78 mW a pro dva menší je 2 $\times$ 20 mW.



Obr. 6.2.2 použitý displej, cena 140 Kč [48]

Zde použitý displej má rozlišení 320x240 bodů, úhlopříčku 2,4 palce, umožňuje zobrazit 65 tisíc barev. Displej komunikuje po dvou kanálech SPI; jeden pro komunikaci s LCD dekodérem a druhý pro komunikaci s dotykovou vrstvou. Využijeme knihovny ovladačů *fbtft* dostupné pro Raspberry Pi [49]. Tento přístup umožní nastavení displeje jako běžného dotykového monitoru připojeného přes klasická rozhraní. Nastavení displeje a kalibrace dotykové vrstvy je provedena pomocí příkazů z této knihovny. Ovládání systému je tedy redukováno na tvorbu programu s grafickým rozhraním běžícím v operačním systému Raspberry Pi, bez nutné znalosti přístupu ke sběrnici SPI.

## 6.2.3 Senzory

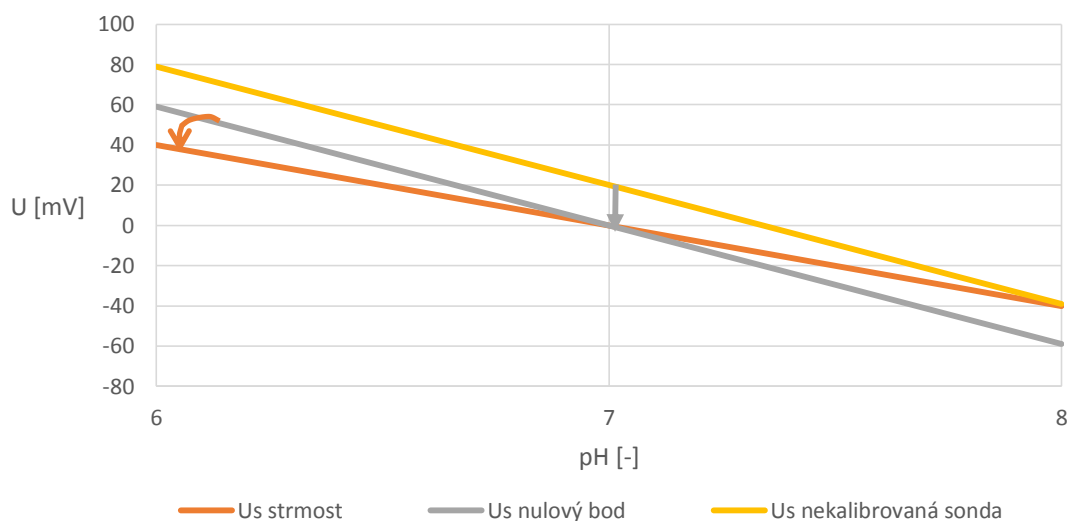
Z návrhu vyplynula nutnost modulu starajícího se o převod z analogového signálu na číslcový, jelikož Raspberry Pi nemá analogově číslcové převodníky. Zde se nabízí použití mikrokontroléru, který bude tato data získávat a posílat je Raspberry Pi po sběrnici I2C. Analogově číslcový převod využijeme pro získání dat z pH sondy a ORP sondy. Další senzory využitě v tomto systému jsou teplotní senzory komunikující na sběrnici 1-Wire i tyto senzory bude obsluhovat níže popisovaný modul.

### 6.2.3.1 Měření pH

Měření hodnoty pH vody se provádí skleněnou pH sondou; a vychází se z rozdílu potenciálů mezi referenční elektrodou ponořenou do pufru (roztoky s konstantní hodnotou pH) a elektrodou ponořenou do měřené vody. Závislost změny hodnoty potenciálu je udávána jako -59 mV na jednotku pH. Výstup sondy při pH = 7 je 0 mV, kdy je rovnovážný stav mezi oxoniovými kationty  $H_3O^+$  a hydroxylovými anionty  $OH^-$ ,



tedy rovnovážný stav mezi kyselostí a zásaditostí vody. Hodnota výstupního napětí sondy není závislá jen na hodnotě pH, závisí také na teplotě vody i na konkrétní elektrodě. Sonda se musí během provozu pravidelně kalibrovat, může docházet k zanášení elektrod, jejich stárnutí, to se projevuje sníženou citlivostí elektrody. Četnost kalibrace závisí na kvalitě elektrody a prostředí. Kalibraci sondy musíme provést minimálně v jednom bodě, pro přesnější výsledky je vhodné sondu kalibrovat ve dvou či třech bodech. Prvním krokem je kalibrace nulového bodu, tedy aby platilo již zmíněné, že pro hodnotu  $\text{pH} = 7$  je výstupní napětí 0 mV. Kalibrace se provádí ponořením sondy do roztoku s definovanou hodnotou pH, v prvním kroku tedy použijeme roztok s  $\text{pH} = 7$ . Druhým krokem kalibrace je úprava strmosti křivky, zde se ponoří sonda do roztoku s hodnotou pH například 10. Následující obrázek udává grafické znázornění křivky před a po kalibraci. [33] [34]



*Obr. 6.2.3.1.1 výstupní charakteristika pH sondy*

Výstupní hodnota napětí sondy je určena maximálním rozsahem pro hodnotu pH 0 až 14. Pokud budeme brát v úvahu maximální hodnotu 65 mV na jednotku pH, potřebujeme pro celý rozsah hodnot pH napěťový rozsah maximálně 910 mV (tento rozsah v případě bazénové vody nikdy nenastane, pro správnou funkci chlorování se musí hodnoty pohybovat mezi 7,2 až 7,6). Většina mikrokontrolérů umožňuje zvolit jako referenční napětí pro analogově číslicový převodník interní napěťovou referenci 1,1V, tedy dostatečný rozsah napětí pro pH sondu. Pro využití celého rozsahu pH sondy musíme posunout plovoucí zem pH sondy na hodnotu 550 mV. Posunutí země je provedeno pomocí odporového děliče (rezistory R5 a R6) viz obrázek 6.2.3.2. Posun napětí

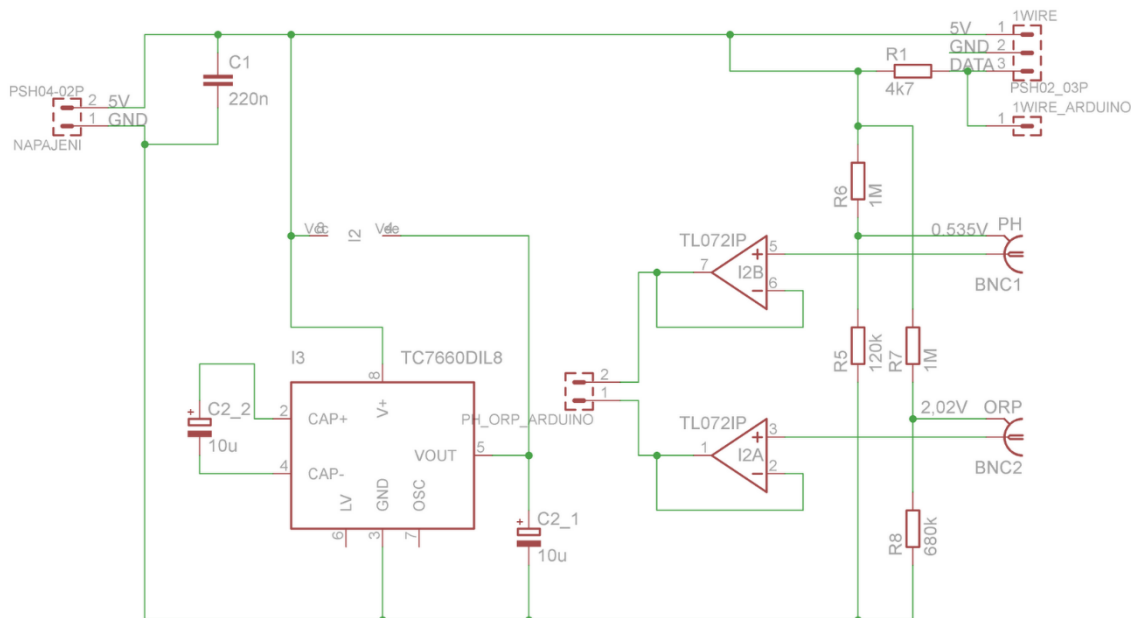
způsobený chybou velikosti odporů je vyřešen při kalibraci sondy. Sonda má velký výstupní odpor, použijeme tedy operační zesilovač zapojený jako napěťový sledovač pro impedanční přizpůsobení. Pro dosažení co nejvyššího vstupního odporu je vhodné zvolit operační zesilovač s JFET na vstupu, zde je zvolen TL072IP. Na obrázku 4.3.4.3 je zobrazeno celé schéma modulu senzorů.



*Obr. 6.2.3.1.2 ukázka pH sondy, cena 2246 Kč [35]*

### **6.2.3.2 Měření ORP**

Měření hodnoty ORP vody, se provádí obdobně jako v případě měření pH. Oxidačně redukční potenciál udává intenzitu redoxních reakcí ve vodě, udává jak je voda schopna desinfikovat (oxidační schopnosti vůči nečistotám). Hodnota ORP je udávána v mV, doporučená hodnota pro bazénové vody je vyšší nežli 750 mV pro pH v rozmezí 6,5 – 7,3. Výstupní hodnota napětí ORP sondy se pohybuje od -2000 do 2000 mV. Na vstupu pro sondu použijeme stejný operační zesilovač jako v předchozím případě. Odlišné je posunutí plovoucí země, o 2 V s využitím 5 V napěťové reference pro analogově číslicový převodník. Sonda se musí pravidelně kalibrovat, používají se zde roztoky s definovanou hodnotou OPR. Postupuje se obdobně jako v případě kalibrace sondy pH. [39]



Obr. 6.2.3.2 schéma modulu senzorů

### 6.2.3.3 Ostatní

V schématu modulu (viz obr. 6.2.3.2) je zobrazen rezistor R1, 4700  $\Omega$  mezi napájecím napětím 5 V a datovým vodičem 1-Wire sběrnice, pro definování klidového stavu. Mimo již zmíněné části; byl použit obvod nábojové pumpy TC7660, pro získání -5 V, pro napájení operačního zesilovače. Tento obvod ke své funkci vyžaduje pouze dva externí kondenzátory 10  $\mu$ F.

Pro obsluhu tohoto modulu jsem zvolil Arduino Nano. Jedná se o malou vývojovou desku obsahující mikrokontrolér ATmega 328. K programování tohoto zařízení není nutný programátor. Programování probíhá přes USB, deska obsahuje převodník sériové komunikace z mikrokontroléru do USB, ze kterého může být i napájena. V realizovaném systému je napájení zajištěno přes piny na desce, USB slouží pouze pro případné nahrání nového programu.



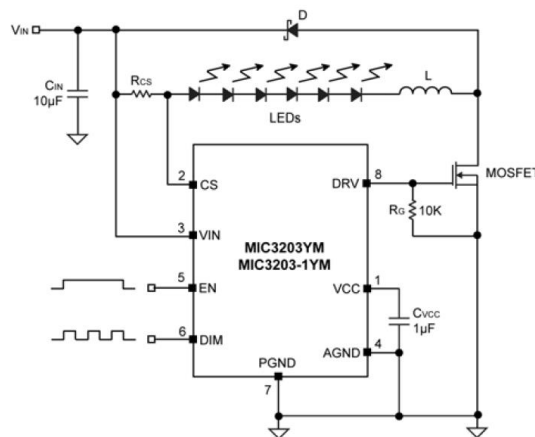
Obr. 6.2.3.3 Arduino Nano [36]

V příloze je celkové schéma modulu senzorů (Příloha 3 obr. P3.1), návrh desky plošného spoje (obr. P3.2), rozmístění součástek (obr. P3.3), fotografie hotového modulu (obr. P3.4) a seznam použitých součástek (Příloha 7).

## 6.2.4 Osvětlení

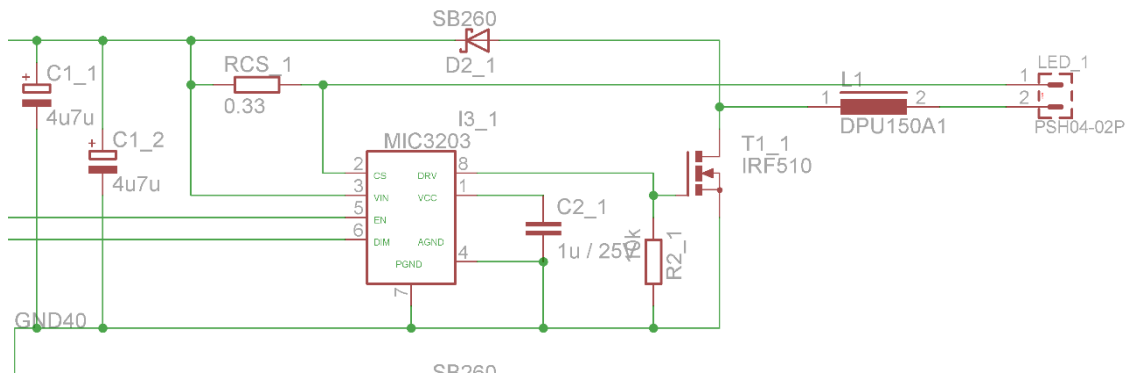
Osvětlení v okolí bazénu bude řešeno pomocí čtyř 20 W LED. Pro osvětlení technologické šachty je zvolen LED pásek, toto řešení je popisováno v kapitole 6.2.1. V této kapitole se budeme zabývat návrhem modulu pro obsluhu výkonových LED, tento modul bude umístěn několik metrů od technologické šachty. LED bude možné ovládat z místa pomocí tlačítek nebo přes sběrnici RS-485. Jednotlivé LED budou mít možnost regulace jasu, nezávisle na sobě.

Prvním krokem pro návrh řízení LED je výběr integrovaného obvodu pro jejich řízení. Z důvodu dostupnosti jsem zvolil obvod MIC3203 [59]. Jde o integrovaný obvod regulující hodnotu výstupního proudu na základě hodnoty PWM na vstupu tohoto obvodu. Jedná se o step-down spínaný měnič. Maximální frekvence PWM signálu je 20 kHz. Výstupní napětí obvodu je 4,5 V až 42 V, v našem případě vyžadujeme přibližně 36 V pro použité LED.



Obr. 6.2.4.1 příklad zapojení obvodu MIC 3203 [59]

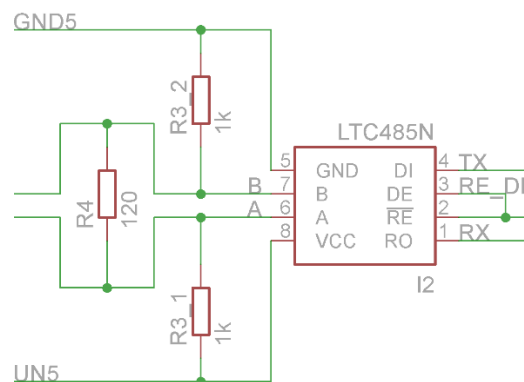
Na obrázku 6.2.4.1 je doporučené zapojení obvodu z datasheetu výrobce. Obvod umožňuje nastavení výstupního proudu v závislosti na hodnotě PWM přiváděné na vstup DIM. Vstup EN slouží pro vypnutí/zapnutí výstupu. Konkrétní zapojení obvodu je na následujícím obrázku (Obr. 6.2.4.2).



Obr. 6.2.4.2 konkrétní zapojení obvodu

Hodnota rezistoru RCS\_1 nastavuje maximální hodnotu výstupního proudu. Pro 0,33  $\Omega$  je tato hodnota přibližně 600 mA. Pro snížení sériového odporu kondenzátorů jsou použity dva paralelně zapojené elektrolytické kondenzátory 4,7  $\mu\text{F}$ . Stejné zapojení je použito i pro zbývající tři LED. Dále je použit elektrolytický kondenzátor 100  $\mu\text{F}$  a keramický 220 nF na vstupu napájení 38 V. Zem pro napájení LED (38 V) a zem pro mikrokontrolér (5 V) je přivedena odděleně, aby nedocházelo k ovlivňování napájení mikrokontroléru při spínání LED.

Pro řízení zde popisovaných obvodů jsou tedy nutné čtyři PWM signály. Zde jsem zvolil mikrokontrolér ATtiny 4313, tento mikrokontrolér má čtyři PWM kanály, USART a dostatečné množství pinů pro zde navrhovaný modul osvětlení. Jedná se o osmi bitový mikrokontrolér s architekturou RISC. Mikrokontrolér umožňuje nastavení frekvence interního oscilátoru až na 8 MHz. Obsahuje 4 kB programové paměti, 128B SRAM a 6128B EEPROM. Dále podporuje externí přerušeni a přerušeni při změně hodnoty pinu na většině pinů. Mikrokontrolér je umístěn v dvaceti vývodovém pouzdru. [60]



Obr. 6.2.4.3 zapojení obvodu LTC485N

Další integrovaný obvod použitý v tomto modulu je obvod LTC485N, jde o budič sběrnice RS-485. Na obrázku obr. 6.2.4.3 je schéma zapojení tohoto obvodu. Rezistory

R3\_1 a R3\_2 připojené mezi 5 V/zem a A/B vodič definují klidové úrovně sběrnice, rezistor R4 o hodnotě 120 Ω zajišťuje impedanční přizpůsobení sběrnice.

K mikrokontroléru jsou dále přivedeny čtyři vodiče pro připojení tlačítek. Signály z tlačítek jsou přivedeny na piny vstupy externí přerušení (tlačítka 3 a 4; INT0 a INT1) nebo přerušení při změně hodnoty na pinu (tlačítka 1 a 2; PCIE). Následující tabulka (tab. 6.2.4) ukazuje, co je připojeno ke konkrétnímu pinu mikrokontroléru.

Piny Attiny 4313		
pin	pin	pin
PA0 Tlačítko 2	PB0 -	PD0 USART RX
PA1 Tlačítko 1	PB1 -	PD1 USART TX
PA2 -	PB2 PWM LED1	PD2 Tlačítko 3
	PB3 PWM LED2	PD3 Tlačítko 4
	PB4 PWM LED3	PD4 RS-485 EN/DE
	PB5 -	PD5 PWM LED4
	PB6 -	PD6 LED EN
	PB7 -	

Tab. 6.2.4 piny ATtiny 4313

V příloze je celkové schéma modulu osvětlení (Příloha 2 obr. P2.1), návrh desky plošného spoje (obr. P2.2), rozmístění součástek (obr. P2.3), fotografie hotového modulu (obr. P2.4) a seznam použitých součástek (Příloha 7).

## 6.2.5 Napájení

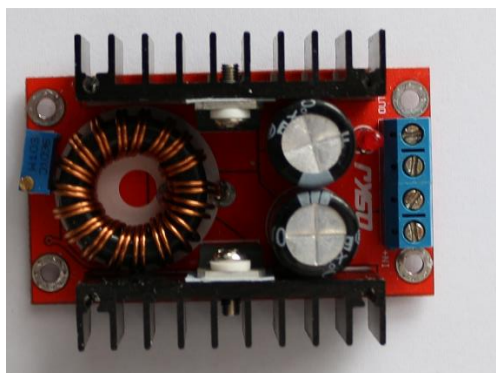
Nedílnou součástí systému je jeho elektrické napájení. Pro jednotlivé moduly je potřeba zajistit různé hodnoty napájecího napětí. Pro raspberry Pi, Arduino i ostatní navrhované desky plošných spojů je použito 5 V. Motory čerpadel pro dávkování chemie pracují na napětí 12 V, stejně jako LED pásek pro osvětlení technologické šachty. Napájení výkonové LED, tedy napájení modulu starajícího se o řízení těchto LED je předpokládáno na hodnotě o málo vyšší, nežli je potřebné napětí pro LED, aby nedocházelo k namáhání spínacích prvků a zbytečným ztrátám v tomto modulu. Dle specifikace potřebují LED napětí přibližně 36 V. Řídící obvod vyžaduje napájecí napětí vyšší nežli napětí LED, ale maximálně 42 V z tohoto důvodu volím pro napájení modulu napětí 38 V. Pro popsany systém napájení jsem zvolil zdroj s výstupním napětím 12 V s dostatečným výkonem, spolu s napěťovými převodníky na 5 V a 38 V. Počítejme

s 80 W pro LED, 22 W pro čerpadla chemie (vždy je v provozu jen jedno). V případě 80% účinností jednotlivých napěťových převodníků můžeme jejich tepelné ztráty vyčíslit hodnotou 20 W. Pro ostatní zařízení jako je modul relátek, Raspberry Pi, Arduino, ostatní moduly vyhradíme 10 W. Celkem tedy 132 W, zvolím dostupný spínaný zdroj 12 V, 150 W, jde o typ používaný primárně pro napájení venkovních LED pásků, ale nic nebrání využití pro jiná zařízení. Zdroj má ochranu IP67, to ho umožní umístit mimo krabici s řídicím systémem, to je výhodné pro chlazení zdroje, dále nebude docházet k zahřívání ostatních komponent od toho zdroje.



*Obr. 6.2.5.1 spínaný zdroj 12 V, 150 W, cena 790 Kč [37]*

Převodník 12 V na 5 V byl zmíněn v kapitole 6.2.1, zbývá převodník 12 V na 38 V. Zde volím zvyšující regulovatelný spínaný měnič DC-DC 10 – 32 V na 35 – 60 V, maximální výkon 120 W.



*Obr. 6.2.5.2 spínaný měnič 10 – 32 V na 35 – 60 V, cena 150 Kč [38]*

## 6.3 Software

Tato kapitola se zabývá programovým vybavením jednotlivých modulů. V první části jsou popsány prostředky použité pro návrh a realizaci systému. Dále následuje popis programu pro Arduino, ATtiny a v poslední části popis programů pro Raspberry Pi.

Kapitola programů pro Raspberry Pi je rozdělena na dvě části; web server a ostatní programy.

### 6.3.1 Použité prostředky pro návrh a realizaci systému

Pro návrh celého řídicího systému pro zahradní bazén byly použity následující programy a vybavení.

Návrh desek plošných spojů společně se schémata jednotlivých modulů byl proveden v program Eagle (Easily Applicable Graphical Layout Editor Version 6.3.0 for Windows) [24].

Kód programu pro mikrokontrolér Atmel ATtiny 4313 byl vytvořen v programovacím jazyce C v programu Atmel Studio (Version 6.0.1843) [27]. K nahrání programu do mikrokontroléru byl použit programátor USB asp, spolu s programem eXtreme Burner – AVR [29]. V jazyce C bylo také programováno Arduino Nano, s využitím vývojového prostředí Arduino IDE [32].

Pro vývoj programů pro Raspberry Pi jsem zvolil programovací jazyk Python. Tvorba programu probíhala v textovém editoru PSPad [30]. Web server byl programován v programu NetBeans [31], pomocí jazyka PHP a Javascript. Pro nastavení vzhledu jednotlivých prvků na stránce je použito CSS. Další použitý nástroj pro programování webu je Ajax, který umožňuje aktualizovat a měnit údaje na stránce bez nutnosti načítat celou stránku znovu [59]. Grafické prostředí programu běžícího na displeji bylo vytvořeno pomocí programu Glade [47].

### 6.3.2 Arduino

Program běžící na Arduinu, tedy na ATmega328 má za úkol obsluhu jednotlivých senzorů, zpracování dat a následné odeslání těchto dat do Raspberry Pi. Data jsou odesílána po sběrnici I2C v 32 bitových rámcích. K uložení všech potřebných dat bylo přistoupeno k dvěma 32bitovým rámcům. Komunikace je zahájena ze strany Raspberry Pi, s dotazem o data je odeslána informace o tom, která data jsou očekávána. Data získaná ze senzorů jsou ukládána do datového typu float, před odesláním na sběrnici I2C musí být rozdělena na jednotlivé bity.



```

for(char a = 0; a < 8; a++) {
byte* b = (byte*) &data[a];
for(char i = 0; i < 4; i++) {
odesli1[a*4+i] = b[i];
}}

```

#### *Kód 6.3.2.1 rozdělení pole floatů na pole charů*

Proměnná *data* je typu array skládající se z osmi proměnných datového typu float. Každý float je po bytech uložen do pole *odesli1/odesli2*, která je později odeslána na sběrnici I2C.

Jak již bylo zmíněno, jsou požity sondy pro měření pH a ORP. Jejich výstupní napětí jsou po impedančním přizpůsobení operačním zesilovačem přivedena na vstupy A0 a A1.

```

ADMUX = ( _BV(REFS0) | _BV(MUX0) );
ADCSRA |= _BV(ADEN);
ADCSRA |= _BV(ADSC);
while (bit_is_set(ADCSRA,ADSC));
data [9] = (5.0/1024.0)*ADCW*1000.0;
ADMUX = ( _BV(REFS1) | _BV(REFS0) );
ADCSRA |= _BV(ADSC);
while (bit_is_set(ADCSRA,ADSC));
data [8] = (1.1/1024.0)*ADCW*1000.0;

```

#### *Kód 6.3.2.2 nastavení AD převodu*

V prvním kroku dojde k nastavení napěťové reference AD převodníku na hodnotu 5 V. Po té je převod povolen a zahájen. Získaná data z registru ADWC jsou přepočítána na hodnoty v mV a uložena do pole proměnných *data[9]*. Tím došlo k vyhodnocení sondy ORP. Následuje sonda pro pH. Zde je nastavena napěťová reference 1,1 V, poté je postupováno obdobně jako v případě sondy ORP.

Posledním úkolem mikrokontroléru je komunikace po sběrnici 1-Wire s teplotními senzory. Zde je využito knihovny DallasTemperature.h a OneWire.h. Knihovny jsou inicializovány nastavením pinu, na který jsou připojeny senzory. Následuje posláni požadavku o maximální rozlišení jednotlivým sensorům. V rutině hlavního programu je odeslán požadavek na zahájení převodu všem sensorům, následuje 1 s čekání, pro 12 bitové rozlišení je minimální hodnota 750 ms. Dále jsou senzory

jednotlivě dotazovány na naměřená data, získaná data jsou uložena do proměnné *data* v datovém typu float. Adresy jednotlivých senzorů jsou uloženy jako proměnné v programu. V příloze P8 na přiloženém CD je kompletní kód programu pro Arduino.

### 6.3.3 ATtiny

V kapitole 6.2.4 byl zvolen mikrokontrolér ATtiny 4313 [60], jako řídicí obvod pro modul osvětlení. Tento mikrokontrolér bude komunikovat po sběrnici RS-485 s Raspberry Pi, řídit čtyři integrované obvody obsluhující jednotlivé LED a vyhodnocovat případné stisky čtyř tlačítek.

Program začíná definicí některých proměnných, nastavení vstupů a výstupů jednotlivých pinů, povolení externích přerušení (INT0 a INT1) a přerušení při změně hodnoty pinu (PCINT8 a PCINT9) pro jednotlivá tlačítka. Dále je nastavena jednotka USART pro komunikaci viz následující kód 6.3.3.1.

```
void USART_Init(unsigned int rychlost){
    unsigned int UBRR = 8000000/16/rychlost-1;
    UBRRH = (unsigned char)(UBRR>>8);
    UBRL = (unsigned char)UBRR;
    UCSRB = (1<<RXEN) | (1<<TXEN) | (1<<RXCIE);
    UCSRC = (1<<UCSZ1) | (1<<UCSZ0); }
```

#### *Kód 6.3.3.1 inicializace USART*

USART je nastaven podle parametru rychlost (použitá rychlost je 9600 Bd), hodnota je uložena do registrů *UBRRH* a *UBRL*, následuje povolení přerušení při příjmu a nastavení formátu (8 bit data a jeden stop bit).

Pro ovládání integrovaných obvodů řídicích jednotlivé LED jsou použity čtyři PWM signály. Požadovaná frekvence PWM pro integrované obvody je maximálně 20 kHz, nejsou kladeny požadavky na kvalitu PWM. Pro svoji jednoduchost se nabízí režim fast PWM. V tomto režimu je čítána hodnota osmibitového čítače, pokud je načítána hodnota rovna hodnotě v komparačním registru *COMxxx*, dojde k vynulování hodnoty příslušného pinu. Při přetečení čítače je pin zpět nastaven. Tento režim je limitován možnou frekvencí, kterou lze nastavit. Při frekvenci mikrokontroléru 8 MHz je podle konfigurace předděličky hodinového signálu možné nastavit tyto frekvence 31,3 kHz, 3,9 kHz, 490 Hz, 122 Hz a 30,6 Hz. Parametrům vyžadovaným integrovanými

obvody pro obsluhu LED vyhovuje nejlépe frekvence 3,9 kHz při nastavené předděličce osmi.

Mimo nastavení PWM je nastaveno přerušení při přetečení časovače (registr *TIMSK*).

```
void PWM_init () {
    TCCR0B |= (1 << CS01);
    TCCR1B |= (1 << CS11);
    TIMSK |= (1 << TOIE0);
    TCCR0A = (1 << WGM00) | (1 << WGM01);
    TCCR1A = (1 << WGM10) | (1 << WGM12);
    TCCR0A |= (1 << COM0A1);
    TCCR0A |= (1 << COM0B1);
    TCCR1A |= (1 << COM1A1);
    TCCR1A |= (1 << COM1B1); }
```

#### *Kód 6.3.3.2 nastavení čítačů, režim fast PWM*

Po popsané inicializaci je spuštěna opakující se rutina hlavního programu, zde je testována proměnná obsahující informaci pokud došlo k stisku některého tlačítka (spuštěn podprogram *obsluha\_tlaciska(tlc)*), proměnná obsahující informaci pokud byla přijata data po sběrnici (spuštěn podprogram *obsluhaRX()*) a spuštěn podprogram *PWM()* vyhodnocující stav jednotlivých LED.

V režimu fast PWM v případě nulové hodnoty v komparačním registru dochází na výstupu k impulzu o délce jednoho hodinového cyklu. Z tohoto důvodu je použit podprogram *PWM()*. Tento kontroluje hodnoty uložené v příslušných registrech nastavujících hodnotu PWM. Pokud je některý registr nulový, je vypnut výstup na příslušném pinu. Pokud jsou nulové všechny čtyři registry, dojde i k vypnutí integrovaných obvodů řídicích LED.

Stisk tlačítek je vyhodnocován v obsluze příslušného přerušení, kde je do proměnné uložena informace o tom, jaké tlačítko bylo stisknuto. Podprogram pro obsluhu tlačítek testuje, jaké tlačítko bylo stisknuto, případně zdali není stále drženo. Tlačítka jsou testována po uplynutí 200 ms, což řeší problémy s možnými zákmity. Pokud bylo tlačítko stisknuto je dané světlo vypnuto/zapnuto. Pokud je drženo, je tato informace uložena do proměnné. Proměnná je testována v obsluze přerušení při přetečení čítače, přibližně

každých 33 ms. Kde v případě stálého držení tlačítka dojde k inkrementaci příslušného registru PWM (výsledkem je zvýšení proudu LED).

Komunikaci po sběrnici zahájí Raspberry Pi odesláním sekvence znaků, prvním znakem je „\*“ identifikující příjemce zprávy (modul osvětlení), dále následuje znak „?“ (požadavek o data) nebo „=“ (příjem dat). V případě příjmu dat následuje sekvence čtyř znaků obsahujících hodnoty pro jednotlivé registry pro nastavení výstupu PWM. Přijímaná data pro jednotlivé LED jsou ukládána do proměnné *pudr* v obsluze přerušení (při příjmu dat). Pokud není dodržen zde popsáný formát dat, nejsou přijatá data považována za platná, nejsou uložena ani dále vyhodnocována. Platná přijatá data jsou vyhodnocena podprogramem *obsluhaRX()*.

```
void obsluhaRX () {
    if (udr == 0) {
        if ((drz == 0) && (tlc == 0)) {
            LED1h = pudr [1];
            LED2h = pudr [2];
            LED3h = pudr [3];
            LED4h = pudr [4];}
    else if (udr == 1){
        USART_Transmit();}
    pri = 0;}

```

#### *Kód 6.3.3.3 obsluha přijatých dat*

Proměnná *udr* obsahuje informaci, zdali jde o dotaz o data nebo o příjem nových dat. V případě požadavku o data je spuštěn podprogram *USART\_Transmit()*. Pokud jsou přijata nová data, je testováno, zdali v ten samý moment nedochází ke změně pomocí tlačítek (proměnné *drz* a *tlc*), pokud ano nejsou přijatá data uložena. Toto řešení zajišťuje prioritu ovládání pomocí tlačítek.

```
void USART_Transmit () {
    _delay_ms(1);
    cli();
    PORTD |= (1 << PORTD4);
    while (!bit_is_set(PIND, 4));
    poslichar('*');
    poslichar(LED1h);
    poslichar(LED2h);

```

```

poslicher(LED3h);
poslicher(LED4h);
poslicher('+');
PORTD  &=~ (1 << PORTD4);
while (bit_is_set(PIND, 4));
sei();}

```

#### *Kód 6.3.3.4 odesílání dat na sběrnici*

Podprogram `USART_Transmit()` začíná čekáním 1 ms (čekání na přepnutí ostatních zařízení do režimu příjmu), následuje zákaz přerušení, nastavení pinu PD4 pro přepnutí budiče sběrnice do vysílacího módu, čekání na nastavení pinu. Po té je možné zahájit vysílání, prvním odeslaným znakem je „\*“ pro identifikaci modulu osvětlení. Dále jsou odeslány čtyři znaky obsahující hodnotu registrů jednotlivých LED a znak „+“ pro kontrolu konce přenosu na straně Raspberry Pi. Po dokončení odesílání dat je budič sběrnice přepnut zpět do přijímacího módu a je povoleno přerušení.

## **6.3.4 Raspberry Pi**

Prvním krokem pro spuštění Raspberry Pi je instalace operačního systému, zvolil jsem Raspian, což je upravená verze Debianu pro běh na Raspberry Pi. Instalace se provede zapsáním staženého obrazu disku na microSD kartu. Pro přístup na Raspberry Pi je možné použít SSH klienta, například známý PuTTY [46], případně vzdálenou plochu zde doporučím program TightVNC [45]. Pro bližší informace o instalaci a prvotní konfiguraci doporučuji oficiální stránky raspberrypi.org [16].

Na Raspberry Pi je při provozu systému spuštěno několik programů. Programy načítají data ze sběrnic, vyhodnocují je a ukládají, případně načítají uložená data a posílají je zpět na sběrnice. Ukládaná data o provozu musí být přístupná pro všechny programy i pro web server popisovaný v kapitole 6.3.5. Jako úložiště těchto dat jsem zvolil MySQL databázi s webovým prostředím phpMyAdmin [43]. Pro běh webového prostředí je nutná instalace web serveru, zvolil jsem web server apache2 [44]. V tomto kroku můžeme nainstalovat i PHP, konkrétně ve verzi 5, budeme ho potřebovat pro web server. Instalace je snadná pomocí následujících příkazů:

```

sudo apt-get install mysql-server
sudo apt-get install mysql-client
sudo apt-get install php5-mysql

```

```
sudo apt-get install phpmyadmin
sudo apt-get install apache2
sudo apt-get install php5
```

#### *Kód 6.3.4 instalace MySQL, phpMyAdmin, Apache2 a PHP*

Navržená databáze pro zde navrhovaný řídicí systém obsahuje 32 tabulek potřebných pro ukládání všech požadovaných dat. Po vytvoření databáze *bazen*, následuje definice tabulek s výchozími hodnotami. Definice se provede příkazy, uloženými v příloze (Příloha 7) v souboru *database.txt*, pomocí webového rozhraní phpMyAdmin.

#### **6.3.4.1 Řízení relé**

Prvním programem běžícím v Pythonu je nastavení stavu jednotlivých relé spínajících zařízení podle databáze. Program *relatka.py* se připojí do MySQL databáze do tabulky *rele*, kde jsou uloženy požadované hodnoty.

```
db = MySQLdb.connect("localhost", "root", "admin", "bazen")
db.autocommit(True)
cur = db.cursor()
cur.execute("select * from rele limit 14")
rele = cur.fetchall()
for i in range(0, 14):
    stav [i] = rele [i] [3]
db.close()
```

#### *Kód 6.3.4.1 ukázka načtení dat z databáze v Pythonu*

Příklad načtení dat z databáze. První je připojena databáze *bazen*, s přihlašovacím jménem *root* a heslem *admin*, na zařízení *localhost*, tedy na zařízení na kterém běží tento program. Do proměnné *stav []* jsou načteny stavy jednotlivých relé z tabulky *rele*, konkrétně z 14 řádků. Program dále vezme tyto data a pošle na sběrnici I2C. Data se odesílají jednoduchým příkazem `bus.write_byte(add, value)`, kde proměnná *add* obsahuje adresu I2C zařízení a proměnná *value* jeden byte odesílaný tomuto zařízení. Pokud je spojení s databází neúspěšné jsou I2C expandérům odeslána data pro vypnutí všech relé. Jak již bylo zmíněno, data jsou přijata I2C expandéry, na které jsou připojeny relé spolu s LED pro indikaci stavu. Pro vypnutí všech zařízení je tedy odeslána hodnota 0b01010101, na všechny expandéry. Tím je zajištěna bezpečnost, v případě nefunkční

databáze nemůže dojít ke spuštění žádného zařízení. Posledním příkazem v programu je `time.sleep(1)` tedy čekání 1 sekundu, po které je rutina programu spuštěna znovu.

### 6.3.4.2 Senzory

Pro vyhodnocení jaké zařízení má být v provozu, potřebujeme získat data ze senzorů. O to se stará program `senzory.py`, který načítá data ze sběrnice I2C, z Arduina.

```
try:
    data1 = bus.read_i2c_block_data(address,1);
    time.sleep(2);
    data2 = bus.read_i2c_block_data(address,2);
    time.sleep(2);
except:
    print "Error getting data\n"
    time.sleep(2);
    continue
```

#### *Kód 6.3.4.2.1 načtení dat z I2C*

Jsou načítány dva bloky dlouhé 32 bitů, pokud dojde k chybě na sběrnici, je pokus opakován a spolu s vypsáním chyby. Po přijetí jsou data převedena zpět do datového typu float, po té jsou uložena do příslušných tabulek. Data z teplotních senzorů jsou ukládána beze změny, data ze sond pH a ORP jsou použita pro výpočet skutečné hodnoty pH a ORP.

```
ph = (data [8] + phk3 )/ phk1 + 7 + phk2
cur.execute("select * from konfigurace where
    nazev = 'phsonda' limit 1")
row = cur.fetchall()
if row [0] [2]:
    uloz = [ph, now]
cur.execute("insert into ph (hodnota, datum) values(%s,%s)",
    uloz)
```

#### *Kód 6.3.4.2.2 výpočet hodnoty pH, uložení do databáze*

Výpočet pH a ORP vychází z popisovaných postupů v kapitole 4.3.3 Senzory. Konstanty *phk1*, *phk2* a *phk3* obsahují kalibrační data pro sondu pH. Vypočítaná hodnota je následně uložena do tabulky *ph*, po otestování zdali je připojena pH sonda. Tím nedojde k uložení chybné hodnoty v případě nepřipojené sondy. Program končí jako v prvním

případě čekáním, před opakovaným průběhem celého programu. Doba čekání tedy udává, jak často budou načítaná data ze senzorů, a je nastavitelná pomocí web serveru. Výchozí hodnota je nastavena na 5 minut.

### 6.3.4.3 Vyhodnocení stavů

Máme-li data ze senzorů, umíme ovládat zařízení podle databáze, zbývá podle dat senzorů vyhodnotit jaké zařízení má být v provozu. O tento úkol se stará program `obsluha_rele.py`. V programu jsou v prvním kroku načtena všechna potřebná data. Z tabulky `rele` jsou načteny výchozí stavy a informace zdali je zapnutý automatický provoz pro dané relé. Následuje načtení tabulky `konfigurace`, obsahující všechna potřebná konfigurační data. Zařízení je možné ovládat manuálně, pokud je hodnota `auto` nastavena na 0. Pokud je automatické ovládání zapnuto, může být zařízení řízeno několika způsoby; pro většinu relé je možné nastavení časovače, buďto čas spuštění a čas vypnutí nebo čas, po kterém bude stav relé negován. Pokud není použit časovač a byl nastaven automatický provoz, je zařízení uvedeno do stavu dle výchozí hodnoty. Příkladem může být filtrace, která bude neustále spuštěna (výchozí hodnota zapnuto, vypnutý časovač). Relé pro spínání čerpadel dávkování chemie, je také možno ovládat manuálně. V případě automatického provozu je porovnána naměřená hodnota pH/ORP s požadovanou hodnotou. Pokud je vyšší hodnota pH nebo nízká hodnota ORP je příslušné čerpadlo sepnuto. Doba sepnutí čerpadla je dána definovaným časem v tabulce konfigurace a je možná jeho editace. V případě dávkování vložkovače je čerpadlo zapínáno na danou dobu každých několik dnů (i zde je čas nastavitelný). Pro příklad obsluhy relé následuje kód obsluhující dávkování vložkovače:

```
cur.execute("select *from r3_vlockovac where id=
(SELECT MAX(id) FROM r3_vlockovac) limit 1")
row = cur.fetchall()
date = row [0] [2]
if auto [2] == 1:
ano = time.mktime(date.timetuple()) + vlotimer - time.time()
    if (ano <= 0):
        now = datetime.datetime.now()
        cur.execute("insert into r3_vlockovac(stav,
datum) values(%s,%s)", [1, now])
        cur.execute("update rele set stav = %s, datum
```



```

= %s where nazev = %s", [1, now,
'r3_vlockovac'])
    v = threading.Timer(vlotime, vl)
    v.start()

```

#### Kód 6.3.4.3 vyhodnocení dávkování vložkovače

Prvním krokem je načtení posledního stavu relé, respektive data, kdy bylo relé naposledy vypnuto. Pokud je zapnutý automatický provoz (`if auto [2] == 1:`), následuje výpočet hodnoty proměnné `ano`. Zde je načtené datum převedeno na sekundy, přičtena hodnota `vlotimer` (definující po jaké době má být spuštěno dávkování) a odečten aktuální čas v sekundách. Hodnota proměnné `ano` tedy udává, za jak dlouho má být spuštěno dávkování. Pokud je hodnota nulová nebo záporná je dávkování zapnuto, zapsáním hodnoty 1 (zapnuto) do tabulky `rele` a `r3_vlockovac`. Následuje vytvoření časovače `v`, který spustí po definované době podprogram `vl`. K tomuto účelu se použije příkaz `threading.Timer`, příkazem `v.start()`, je spuštěn časovač. Podprogram `vl`, pouze uloží do tabulky `rele` a `r3_vlockovac` hodnotu 0 (vypnuto). Obdobně jako v předchozích případech je poslední částí programu čekání po definovanou dobu. Tedy jak často má docházet k vyhodnocení stavu zařízení.

#### 6.3.4.4 Display

Předposledním programem na Raspberry Pi je `display.py`. Jedná se o jediný zde popisovaný program, který má grafické prostředí. Program běží na připojeném LCD displeji. Program je rozdělen na dvě části; první je grafické prostředí v souboru `display.glade`, jedná se o xml soubor obsahující definice grafického prostředí. Druhou částí je zmíněný `display.py` obsluhující prvky definované v předchozím souboru.



Obr. 6.3.4.4.1 ukázka grafického prostředí

V xml souboru jsou nadefinovány všechny prvky grafického rozhraní, jednotlivá okna, popisky, tlačítka, přepínače či textová pole. Informace o nějaké události, například o stisku tlačítka je předávána pomocí signal handler. Následuje ukázka kódu pro definici tlačítka pro vypnutí aplikace.

```
<object class="GtkButton" id="vypni">
  <property name="label" translatable="yes">Vypnuti aplikace
</property>
  <property name="use_action_appearance">False</property>
  <property name="visible">True</property>
  <property name="can_focus">True</property>
  <property name="receives_default">True</property>
  <property name="border_width">5</property>
  <property name="use_action_appearance">False</property>
  <property name="image">image6</property>
  <property name="relief">half</property>
  <property name="image_position">top</property>
  <property name="always_show_image">True</property>
  <signal name="clicked" handler="on_vypni_clicked"
swapped="no"/>
</object>
```

#### *Kód 6.3.4.4.1 ukázka definice tlačítka*

Program v Pythonu obsluhující grafické prostředí začíná importem knihovny Gtk, která generuje grafické prostředí z xml souboru.

```
builder = Gtk.Builder()
builder.add_from_file("display.glade")
builder.connect_signals(Handler())
uvodni = builder.get_object("uvodni")
uvodni.show_all()
Gtk.main()
```

#### *Kód 6.3.4.4.2 ukázka tvorby grafického prostředí*

Po nastavení zdrojového souboru display.glade, je definován způsob předávání informací objektů, pomocí *Handler()*. Následuje vytvoření úvodní obrazovky nalezením *object* z názvem *uvodni*. Po té je umožněno zobrazení úvodní obrazovky a příkazem *Gtk.main()* je grafické prostředí zobrazeno na displeji. Stejným způsobem jsou vytvořeny

ostatní obrazovky. Dále jsou definovány jednotlivé signály pro předání informací. Ukázka definice činnosti po stisku tlačítka pro vypnutí aplikace:

```
class Handler:  
    def on_vypni_clicked(self, button):  
        print "ahoj"  
        Gtk.main_quit()
```

#### *Kód 6.3.4.4.3 ukázka obsluhy tlačítka*

Po stisku tlačítka je v konzoli vypsáno „ahoj“ a je ukončen celý program.



*Obr. 6.3.4.4.2 úvodní obrazovka*

Po stisku tlačítka požadované stránky z výběru na úvodní obrazovce (viz obr. 6.3.4.4.2) je zobrazena požadovaná stránka a zároveň je načten stav přepínačů či textových polí z databáze na zobrazené stránce. Aktualizace dat na stránce je provedena při stisku libovolného tlačítka. Stisky tlačítek jsou vyhodnoceny a výsledek je uložen do databáze. Data na stránce senzory jsou zobrazena, pouze pokud jsou aktuální, tedy pokud je připojena pH či ORP sonda nebo v případě teplotních senzorů, jen pokud nejsou data starší nežli dva časové limity pro načítání nových dat ze senzorů. Zobrazení dat senzorů je omezeno na dvě desetinná místa.

#### **6.3.4.5 Osvětlení**

Řízení osvětlení v okolí bazénu zajišťuje program *osvetleni.py*. Tento program komunikuje s modulem osvětlení po sběrnici RS-485. Nastavení sběrnice na Raspberry Pi je uvedeno v následujícím kódu (kód 6.3.4.5.1).

```
GPIO.setmode(GPIO.BCM)  
GPIO.setup(17, GPIO.OUT)  
serialport = serial.Serial("/dev/ttyAMA0", 9600, timeout = 1)  
if (serialport.isOpen() == False):
```

```
serialport.open()
```

#### *Kód 6.3.4.5.1 inicializace RS-485*

Prvním krokem je nastavení knihovny *GPIO* pro konkrétní model Raspberry Pi. Následuje nastavení pinu 17, pin je nastaven jako výstupní. Výstupní hodnota bude určovat nastavení budiče sběrnice RS-485 (logická jedna – budič v režimu vysílání). Dále jsou nastaveny parametry sériového přenosu; zařízení *ttyAMA0* (UART), rychlost 9600 Bd a hodnota *timeout* v sekundách pro nastavení časového intervalu čekání na příjem dat. Posledním krokem je zapnutí sériového portu.

Samotný program v prvním kroku odešle dotaz o data do modulu osvětlení. Dotazovaná data jsou přijímána jako posloupnost znaků, pro následné vyhodnocení jsou převedena na hodnoty integer pomocí funkce *ord()*. Dotaz o data je proveden odesláním hodnoty „\*?“, modul osvětlení odpoví posloupností šesti znaků, v patřičném formátu; první znak „\*“ slouží pro identifikaci modulu, následuje posloupnost dat pro jednotlivé světla, posledním znakem posloupnosti je „+“. Pokud není tento formát dodržen (chyba při přenosu, porucha modulu) nejsou data uložena, ani dále vyhodnocována, tím je zabráněno ukládání chybných dat. V tomto případě je do proměnné data uložena nulová hodnota. Proměnná je v hlavním programu testována, v případě nulové hodnoty je tato skutečnost uložena do souboru *osvetleni.log*, pro případnou identifikaci problému.

```
def nacti():
    resb = [0,0,0,0,0,0]
    data = 0
    GPIO.output(17, True)
    time.sleep(.01)
    serialport.write("*?")
    time.sleep(.01)
    GPIO.output(17, False)
    response = serialport.read(6)
    if len(response) == 6:
        for i in range(0, 6):
            resb[i] = ord(response[i])
        if (response[0] == "*" and response[5] == "+"):
            data = resb[1:5]
    return data
```

#### *Kód 6.3.4.5.2 příjem dat z RS-485*

Po přijetí dat ze sběrnice jsou načtena i data z databáze MySQL pro jednotlivá světla (obdobně jako v předchozích programech). Následuje vyhodnocení načtených dat. Data každého světla jsou reprezentována hodnotou od 0 do 255 (nula = vypnuto). V případě, že dochází ke změně hodnoty světla v obou místech zároveň (webové rozhraní, tlačítka modulu osvětlení), má v tomto případě prioritu webové rozhraní. Priorita je určena takto: pokud byla přes webové rozhraní hodnota změněna v předchozích pěti sekundách, je tato hodnota považována za platnou, není brána v úvahu přijatá hodnota přes sběrnici.

Dále je vyhodnoceno automatické vypnutí světla; pokud je nastaveno automatické vypnutí pro dané světlo a zároveň je světlo zapnuto, vyhodnocuje se, zda má být dané světlo vypnuto, porovnáním časového intervalu automatického vypnutí s časem posledního zapnutí světla. Automatické vypnutí je vyhodnocováno i pro LED pásek použitý pro osvětlení technologické šachty.

Po těchto krocích máme k dispozici vyhodnocený stav pro konkrétní světlo světlo, tento údaj uložíme do databáze a odešleme modulu osvětlení.

```
def posli(co):
    datas = ["*", "=", 0, 0, 0, 0]
    data = [co[0], co [1], co[2], co [3]]
    for i in range (0, 4):
        datas [i+2] = chr(data[i])
    sdata = ''.join(datas)
    print sdata
    GPIO.output(17, True)
    time.sleep(.01)
    serialport.write(sdata)
    time.sleep(.01)
    GPIO.output(17, False)
```

#### *Kód 6.3.4.5.3 vysílání dat na RS-485*

Vysílání dat na sběrnici je realizováno pomocí funkce *posli(co)* s parametrem obsahujícím data pro odeslání. Jednotlivé hodnoty jsou pomocí funkce *chr()* převedeny na znaky. Data jsou doplněna znaky „\*“ a „=“ pro identifikaci na straně modulu osvětlení. Pomocí funkce *' '.join(datas)* jsou převedena na řetězec znaků, který je možné pomocí příkazu *serialport.write(sdata)* odeslat na sběrnici.

Tím je běh programu dokončen, po krátkém čekání následuje opakování celého programu, tak aby byla data vyhodnocována přibližně jedenkrát za sekundu.

#### **6.3.4.6 Ostatní**

Pro spuštění všech zde popisovaných programů pro Raspberry Pi je využit Cron; softwarový daemon umožňující spuštění scriptu/příkazu/programu po definované době, opakovaně po dané době a podobně. Definice úloh se provádí v tabulce crontab. Příklad záznamu v tabulce:

```
*/5 * * * * sh /home/pi/bazen/runcontrolrelatka.sh >
home/pi/logs/relatka.log 2>&1
```

*Kód 6.3.4.6 příklad záznamu v crontab*

Tento záznam spustí každých 5 minut script runcontrolrelatka.sh a případné výstupy zaznamená v souboru relatka.log. Spuštěný script provede kontrolu, zdali je spuštěn program relatka.py, pokud není, je tímto skriptem spuštěn. Tento přístup umožní automatické spuštění požadovaného programu 5 minut po spuštění systému a zároveň během provozu kontroluje, zdali nebyl program ukončen.

V příloze P8 na přiloženém CD jsou umístěny zde popisované kódy programů. Příloha 5 obsahuje obrázky grafického prostředí jednotlivých obrazovek zobrazovaných na displeji.

#### **6.3.5 Web server**

Pro ovládání celého systému i mimo technologickou šachtu, byl zvolen web server. Design webu byl tvořen co nejjednodušší s použitím standartních nástrojů a funkcí pro zajištění co nejširší kompatibility napříč zařízeními. Celý web je rozdělen do sedmi sekcí podle funkce: úvodní strana, senzory, zařízení, osvětlení, nastavení, konfigurace a kalibrace. Jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, veškerá data systému jsou uložena v MySQL databázi, která je využita pro předávání dat mezi jednotlivými programy a zde popisovaným web serverem.

První načtenou stránkou je *index.php*. Stránka obsahuje tabulku, kde je v pravé části menu pro výběr jednotlivých sekcí, toto menu zůstává zobrazeno trvale. Druhý sloupec tabulky obsahuje html prvek *iframe* do kterého je načtena požadovaná stránka,

vybraná v menu. Vzhled jednotlivých prvků stránek je uložen v externím souboru *style.css*. Menu je řešené pomocí odkazů:

```
<a href="#" onclick="load('uvodni'); return false">
```

#### *Kód 6.3.5 odkaz menu - úvodní stránka*

Při kliknutí na odkaz dojde k volání javascript funkce `load('stránka')` s parametrem určujícím jaká bude načtena stránka. Javascriptové funkce jsou uloženy v externím souboru *javascript.js*.

### **6.3.5.1 Úvodní stránka**

Nejjednodušší stránkou v celém projektu je úvodní stránka.

```
<html>
<head>
  <meta charset="UTF-8">
  <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css" />
  <script src="javascript.js"></script>
  <title>Úvodní</title>
</head>
<body onload="startTime()">
  <div id="txt"></div>
</body>
</html>
```

#### *Kód 6.3.5.1.1 úvodní stránka*

Stránka obsahuje pouze jeden prvek *div*, ve kterém je zobrazován aktuální čas. O zobrazení času se stará funkce *startTime()*, volaná při načtení stránky.

```
function startTime(
{
  var today=new Date();
  var h=today.getHours();
  var m=today.getMinutes();
  var s=today.getSeconds();
  m = checkTime(m);
  s = checkTime(s);
  document.getElementById('txt').innerHTML = h+":"+m+":"+s;
```

```

    var t = setTimeout(function(){startTime()},500);
}

```

#### *Kód 6.3.5.1.2 příklad javascript funkce – aktuální čas*

Funkce zobrazuje aktuální čas v prvku s id = 'txt', pomocí *setTimeout* je znovu volána každých 500 ms.

### **6.3.5.2 Stránka senzory**

Stránka zobrazuje naměřená data ze senzorů, obsahuje tabulku s prvky div, ve kterých jsou zobrazována data. Při načtení stránky je volána funkce *showdata()*, funkce má za úkol načíst data z databáze a zobrazit je do příslušných míst stránky.

```

function showdata(
{
    for (i=1; i<11;i++){
        ajaxovanis(i);
    }
    setTimeout(showdata, interval);
}

```

#### *Kód 6.3.5.2.1 funkce showdata()*

Jak je z kódu patrné funkce *showdata()* volá další funkci: *ajaxovanis(i)* s parametrem určujícím jaká data mají být načtena. Je zde opět použit časovač pro opětovné spuštění funkce, tedy pro opětovné načtení dat, délka intervalu je dána hodnotou v proměnné *interval*.

```

function ajaxovanis(co)
{
    $.ajax({
        type: "POST",
        data: 'dato=' + co,
        url: "nactidatasenzory.php"
    }).done(function(dat) {
        document.getElementById(co).innerHTML = dat;
    });
}

```

#### *Kód 6.3.5.2.2 ukázka Ajax – pro načtení dat z databáze*



Funkce *ajaxovanis(co)* využívá prvek Ajax, který umožňuje předávání dat mezi stránkami, v tomto případě jsou získávána data z *nactisenzory.php*. Přijatá data v proměnné *dat*, jsou uložena do příslušného prvku na stránce *senzory.php*.

```
include "databaze.php";
$d = $_POST["dato"];
$res = mysqli_query($con, 'SELECT * FROM konfigurace WHERE nazev = "senzory"');
$srow= mysqli_fetch_array($res);
$stims = $srow['hodnota'] + 60;
```

#### Kód 6.3.5.2.3 připojení k databázi MySQL v php

Prvním krokem pro načtení dat z databáze je import souboru *databaze.php*, tento soubor obsahuje příkaz k vytvoření spojení s databází. Následuje definice proměnné *\$d*, do které je předána hodnota z ajax. Podle hodnoty je rozhodováno, jaká data budou načtena z jaké tabulky. V tomto případě, kdy jsou načítána data ze senzorů, je načten i interval, v kterém jsou přijímána nová data z modulu senzorů. K tomu to intervalu je přičteno 60 sekund a uloženo do proměnné *\$stims*. Pokud je následně načtená hodnota staršího data nežli hodnota v proměnné *\$stims* (data jsou neaktuální), je zpět ajaxu odeslána prázdná hodnota (pomlčka s jednotnou). Odeslání načtených dat uložených v proměnné *\$d*, je zpět do javascriptu provedeno příkazem *echo \$d*.

Místo	Hodnota	Místo	Hodnota
Šachta	0°C	Okolí	-°C
Dno	-°C	Střed	-°C
Hladina	-°C	Vtok	-°C
Střecha	-°C	Jezírko	-°C
pH	-	ORP	-mV

Obr. 6.3.5.2 stránka senzory

### 6.3.5.3 Stránka zařízení

Následující stránka *zařízení.php* obsahuje tabulku, jejíž každý řádek obsluhuje jedno zařízení. V prvním sloupci je zobrazen název zařízení; sloupec s prvkem *button* (tlačítko) s proměnnou barvou pozadí podle hodnoty zapnuto / vypnuto. Následuje sloupec „auto“, který zobrazuje informaci, zdali je zapnut automatický provoz pro dané

zařízení. Definice jednoho prvku obsahující tlačítko na stránce zařízení je uvedena v následujícím kódu.

```
<div align="center" onmouseover="mousetop(0) "
onmouseout="moustart()" ">
<input type="button" id="201" onclick="but(this) "
onmouseover="mousebutton(id) " onmouseout="mouseoutbuttonob(id) ">
</div>
```

*Kód 6.3.5.3.1 ukázka definice tlačítka v html*

Je zde voláno několik funkcí, při stisku tlačítka (*onclick*) je volána funkce *but(this)*, její parametr obsahuje informace o daném tlačítku. Pro zvýraznění pozadí tlačítka při najetí myši, je volána funkce *mousebutton(id)*, při odjetí kurzoru myši mimo tlačítko je volána funkce *mouseoutbutton(id)*, která vrátí barvu pozadí na předchozí hodnotu. Prvek *div* při najetí myši volá funkci *mousetop(0)* a při opuštění *moustart()*. Tyto funkce mají za úkol zabránit aktualizaci hodnoty v daném prvku v přítomnosti kurzoru, aby nedocházelo k načítání dat z databáze, dokud není uložena nová požadovaná hodnota.

Zařízení	Stav	Auto	On/Off	Výchozí
Chlor	●	ON	OFF	OFF
pH minus	●	ON	OFF	OFF
Vločkovač	●	ON	OFF	OFF
Filtrace1	●	ON	ON	ON
Filtrace2	●	OFF	OFF	OFF
UV	●	OFF	OFF	OFF
Slunce	●	OFF	OFF	OFF
Jezírko	●	OFF	OFF	OFF
Zásuvka1	●	OFF	OFF	OFF
Zásuvka2	●	OFF	OFF	OFF
LED šachta	●	OFF	OFF	OFF
Rezerva	●	OFF	OFF	OFF

*Obr. 6.3.5.3 stránka zařízení*

Dalším sloupcem je sloupec nazvaný „On/Off“, tímto sloupcem je nastavován požadovaný stav jednotlivých zařízení. Pokud je nastaven automatický provoz, je tlačítko

v příslušném řádku zešednuto a není možné měnit jeho stav. Poslední sloupec nazvaný „Výchozí“ zobrazuje výchozí nastavení pro jednotlivá zařízení.

Data v jednotlivých sloupcích jsou aktualizována obdobně jako v případě senzorů. Z databáze jsou načteny hodnoty 1 nebo 0, které jsou zobrazeny jako „ON“ nebo „OFF“.

Byla zmíněna funkce *but(this)*, volaná při stisku tlačítka, pro tlačítka ve sloupci „On/Off“. Tato funkce má za úkol načíst hodnotu tlačítka a uložit ji do databáze. Dále je testován příslušný stav ve sloupci „auto“ (v případě automatického provozu není stisk tlačítka vyhodnocen).

```
function but(button)
{
    switch(button.value)
    {
        case "ON":
            button.value = "OFF";
            button.style.color = 'red';
            ajaxovaniuz(0, button.id);
            break;
        case "OFF":
            button.value = "ON";
            button.style.color = 'green';
            ajaxovaniuz(1, button.id);
            break;
    }
}
```

#### *Kód 6.3.5.3.2 ukázka obsluhy tlačítka v javascript*

Funkce vyhodnotí stav daného tlačítka, změní ho na požadovanou hodnotu, změní pozadí a převede hodnotu na „0“ či „1“, tuto novou hodnotu pomocí funkce *ajaxovaniuz(„0/1“, button.id)* uloží do databáze.

```
function ajaxovaniuz(co, kam)
{
    $.ajax({
        type: "POST",
        data: {'dato1': co, 'dato2': kam },
        url: "ulozdatazarizeni.php"
```

```

    }) .done(function(dat) {
        } );
}

```

#### Kód 6.3.5.3.3 ukázka Ajax – pro uložení dat do databáze

Na rozdíl od prvního příkladu, je zde předáváno více dat, konkrétně dvě hodnoty. Druhá hodnota slouží pro identifikaci, kam má být první uložena.

#### 6.3.5.4 Stránka osvětlení

Stránka *osvetleni.php* umožňuje řídit jednotlivé LED. Stránka umožňuje zapnutí/vypnutí jednotlivých světel, nastavení hodnoty pro LED 1 až LED 4 a také nastavení intervalu za jak dlouho má být dané zařízení vypnuto.

Zařízení	Stav	On/Off	Hodnota	Automatické vypnutí za
LED 1	●	OFF	<input type="range" value="50"/> 50 %	00:00:00 <input type="button" value="ulož"/>
LED 2	●	OFF	<input type="range" value="100"/> 100 %	00:05:00 <input type="button" value="ulož"/>
LED 3	●	OFF	<input type="range" value="5"/> 5 %	00:00:00 <input type="button" value="ulož"/>
LED 4	●	OFF	<input type="range" value="33"/> 33 %	00:00:00 <input type="button" value="ulož"/>
LED šachta	●	OFF	<input type="range" value="0"/> 0 %	00:00:00 <input type="button" value="ulož"/>

Obr. 6.3.5.4 stránka osvětlení

Na stránce jsou použity podobné postupy jak v předchozím případě. Navíc jsou použity tři prvky; input typu *range*, input typu *number* a input typu *time*. *Range* umožňuje nastavení hodnoty pomocí posuvníku, pokud dojde ke změně, je aktualizován stav v typu *number*, zobrazující hodnotu v procentech. Aktualizace hodnoty funguje i pro opačný směr. V případě že dohází k změně hodnoty je volána funkce pro uložení této hodnoty do databáze. Obdobně jako v předchozích případech je zakázáno načítání nových dat, pokud je hodnota momentálně měněna. Input typu *time* umožňuje zadávat hodnotu ve tvaru hh:mm:ss (hodiny:minuty:sekundy), po stisku tlačítka „ulož“, je zavolána funkce, která převede hodnotu do formátu v sekundách a uloží ji do databáze.

### 6.3.5.5 Stránka nastavení

Stránka *nastaveni.php* umožňující nastavení časovačů pro jednotlivá zařízení.

Zařízení	Start	Stop	Potvrď
Filtrace 1	00:00:00	00:00:00	ulož
Filtrace 2	00:00:00	00:00:00	ulož
UV	00:00:00	00:00:00	ulož
Slunce	00:00:00	00:00:00	ulož
Jezírko	00:00:00	00:00:00	ulož
Zásuvka 1	00:00:00	00:00:00	ulož
Zásuvka 2	00:00:00	00:00:00	ulož
Rezerva	00:00:30	00:00:00	ulož

Obr. 6.3.5.5 stránka nastavení

Časovače pro jednotlivá zařízení mají dva režimy, pokud je uložena jen hodnota „start“, dochází v tomto intervalu k zapínání/vypínání daného zařízení. Pokud jsou uloženy obě hodnoty je zařízení sepnuto v čase „start“ a vypnuto v čase „stop“. Na stránce jsou využity obdobné postupy jak v předchozích případech. Jsou použity prvky input typu *time* a *button*. Data na stránce nejsou periodicky obnovována, na rozdíl od předchozích případů, jelikož jde o jediné místo pro nastavení těchto hodnot.

### 6.3.5.6 Stránka konfigurace

Stránka *konfigurace.php* umožňuje nastavit konfigurační hodnoty: interval získávání dat ze senzorů, interval vyhodnocování jaké zařízení má být v provozu, jaký objem chemie se má dávkovat v jednom cyklu, pro chlór, pH mínus a vložkovač. V případě vložkovače i interval po jak dlouhé době proběhne dávkování.

Co	Hodnota		?
Senzory	00:06:00	ulož	Interval načítání senzorů.
Zařízení	00:05:30	ulož	Interval vyhodnocení zařízení.
Chlór	6 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 100)
pH mínus	6 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 100)
Vložkovač	20 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 500)
	23:59:59	ulož	Jak často dávkovat?
ORP sonda	ON	-	Je připojena ORP sonda?
pH sonda	ON	-	Je připojena pH sonda?
Čerpadlo	200 ml/min	-	Výkon čerpadla ml/min.
pH	7,4 -	-	Požadovaná hodnota pH.
ORP	700 mV	-	Požadovaná hodnota ORP.

Obr. 6.3.5.6 stránka konfigurace

V případě kalibrace či výměně sondy je zde možnost informovat systém o nepřítomnosti dané sondy, tím nedojde ke špatnému vyhodnocení ani dávkování chemie jak bylo popsáno v kapitole 6.3.4.2. Pro výpočet doby dávkování je nutné nastavení výkonu čerpadla; zde v ml/min. Posledními důležitými parametry pro správnou funkci celého systému jsou požadované hodnoty pH a ORP. Stránka využívá prvky *button*, input typu *time* a *number*. Hodnoty nejsou periodicky obnovovány. Pro načítání a ukládání dat do databáze jsou využity obdobné funkce jako v předchozích případech.

### 6.3.5.7 Stránka kalibrace

Poslední stránkou je *kalibrace.php* sloužící pro kalibraci sond. Postup pro kalibraci sondy je následující:

1. Konfigurace - senzory, nastavit nižší interval.
2. Zařízení - vypnout automatický provoz chlor a ph minus.
3. Kalibrace - Vyplnit požadovanou hodnotu.
4. Ponořit sondu do pufru, počkat na ustálení hodnoty.
5. Uložit příslušný řádek.
6. V případě chyby je možné smazat uložený řádek tlačítkem zpět.
7. Kroky 3 až 5 opakovat podle potřeby.
8. Pro kalibraci - stisk tlačítka Kalibruj.
9. Ponořit sondu (y) zpět do bazénové vody a obnovit nastavení.

Hodnota	Požadovaná	Změřeno	Kalibruj
pH1	<input type="text"/> -	14	ulož zpět
pH2	<input type="text"/> -	14	ulož zpět
ORP1	<input type="text"/> mV	290.2 mV	ulož zpět
ORP2	<input type="text"/> mV	290.2 mV	ulož zpět

Obr. 6.3.5.7 stránka kalibrace

Stránka obsahuje obdobné prvky a postupu jako předchozí případy. V případě uložení jednoho řádku, tedy jedné naměřené a jedné požadované hodnoty, je vypnuto automatické obnovování příslušné změřené hodnoty (pro obsluhu bude zřejmé, jaké hodnoty již byly použity pro kalibraci). Kalibrace je umožněna dvou bodová pro každou sondu, dle popisu v kapitole 6.2.3.

Kompletní kódy webu jsou v příloze 8 na přiloženém CD, obrázky grafického prostředí stránek webu jsou v příloze 6.

## 7. Závěr

V této práci byla rozebrána problematika čištění bazénové vody, s výběrem vhodné technologie. Pro své nižší pořizovací i provozní náklady bylo vybráno klasické chlorování s použitím chlornanu sodného. Tento způsob je doplněn kontrolou a případnou regulací pH vody dávkováním přípravku pH minus. Další nutnou součástí celé technologie je použití filtrace mechanických nečistot spolu s vločkovačem. Jako doplněk k chemické desinfekci je použita UV lampa. Průzkumem trhu nebyl nalezen systém, který by splňoval všechny požadavky dané v zadání. Bylo tedy přistoupeno k návrhu vlastního systému, s důrazem na výslednou co nejnižší cenu a jednoduchost.

Hlavním prvkem celého systému je Raspberry Pi; tento malý počítač má dostatečný výkon pro chod web serveru, přes který může být celý systém vzdáleně ovládán a kde jsou zobrazovány provozní informace. Raspberry Pi ovládá pomocí relé modulů jednotlivé motory pro dávkování chemikálií a další silové zařízení jako je filtrace či UV lampa. Dále je umožněno ovládat dvě zásuvky pro připojení libovolného zařízení, ovládání těchto zásuvek i ostatních zařízení je možno spínat pomocí časovače. Jedním s požadavků bylo ovládání osvětlení v okolí bazénu, k této činnosti slouží modul obsahující mikrokontrolér AVR ATtiny 4313. Tento modul obsluhuje 4 výkonové LED a komunikuje s Raspberry Pi po sběrnici RS-485. Dalším důležitým prvkem celého systému jsou senzory, obsluhu sensorů zajišťuje modul s mikrokontrolérem komunikující s Raspberry Pi, zde bylo použito Arduino Nano obsahující mikrokontrolér ATmega 328. Sledované parametry pomocí sensorů jsou: pH, redox potenciál a teplota vody i okolního prostředí. Modul komunikuje s Raspberry Pi po sběrnici I2C, tato sběrnice je také použita pro rozšíření počtu pinů Raspberry Pi pomocí I2C expandérů.

Nedílnou součástí systému je softwarové vybavení. V celém systému bylo použito několik programovacích jazyků, C pro program běžící na ATtiny a Arduino, Python pro programy na Raspberry Pi. Pro web server byl použit Javascript, PHP a Ajax pro dynamické načítání a ukládání dat do MySQL databáze.

Z pohledu budoucího uživatele byly dva důležité požadavky: bezobslužný provoz a pohodlné ovládání. Ovládání je zajištěno dvěma způsoby. Jednak přímo na krabici, kde je umístěna většina částí systému, pomocí dotykového 2,4 palcového displeje. Toto ovládání je doplněno o indikační LED pro snadnou kontrolu vybraných zařízení. Druhý způsob ovládání a sledování tohoto systému je pomocí web serveru, zde není nutná



přítomnost obsluhy na místě a je umožněno celý systém spravovat z většiny zařízení obsahující webový prohlížeč.

Volba modulárního řešení s použitím několika datových sběrnic umožňuje případné snadné rozšíření systému, například o další senzory, zařízení. Realizovaný systém umožňuje připojení pomocí kabelová síť LAN. Použité Raspberry Pi umožňuje též použití USB Wi-Fi karty k připojení pomocí Wi-Fi nebo k vytvoření vlastního přístupového bodu. Ale tento způsob není v realizovaném zařízení nakonfigurován a námětem pro další vylepšení systému. Zařízení je po hardwarové stránce připraveno pro rozšíření o Bluetooth modul, který by umožnil komunikaci s bezdrátovými senzory nebo přes aplikaci ovládat zařízení mobilním telefonem. To je další námět na možné rozšíření systému.

Systém byl realizován a je plně funkční. Jednotlivé komponenty byly otestovány.

## 8. Použitá literatura

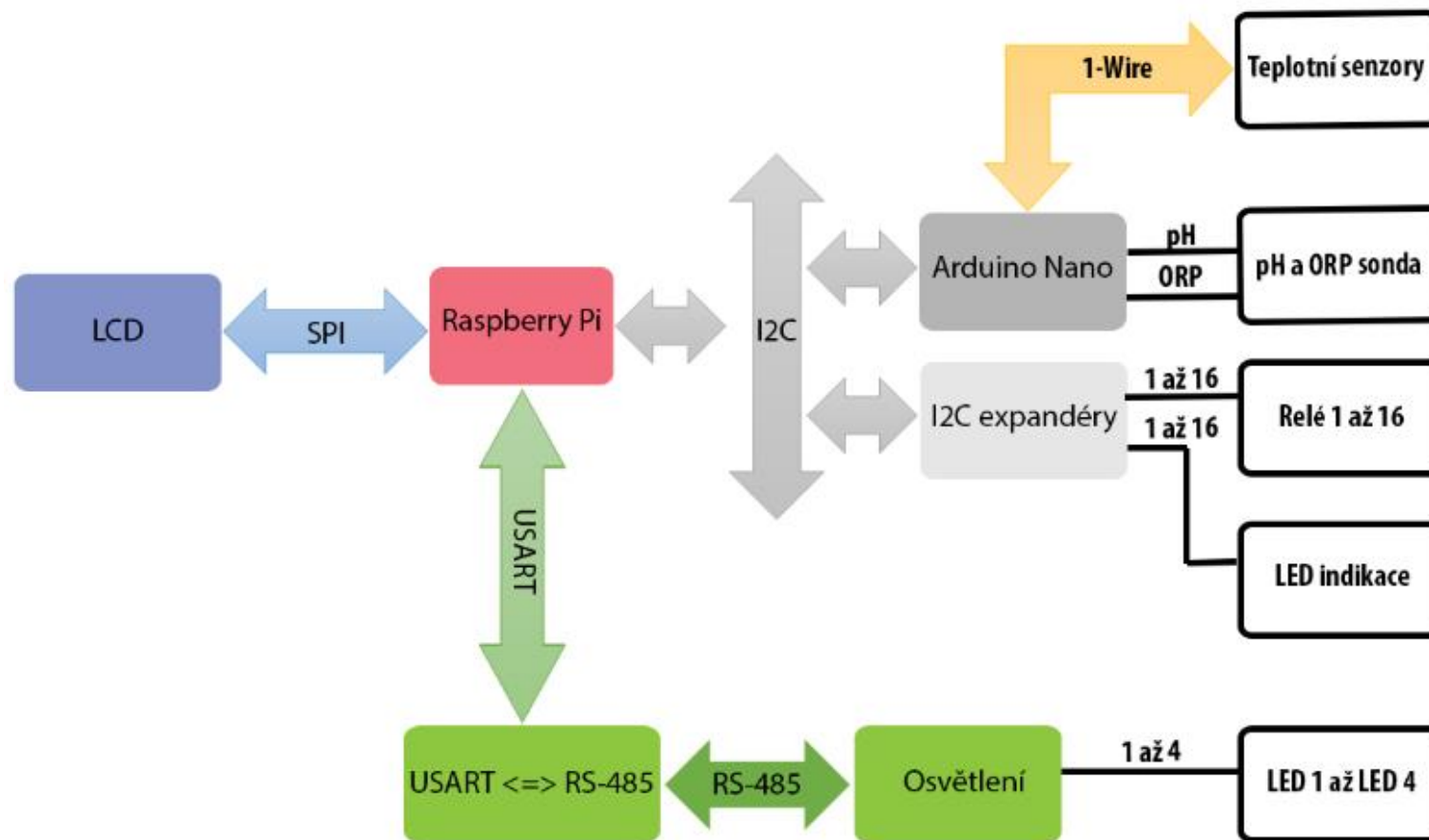
- [1] PERKINS, P. H. Swimming Pools: Design and Construction, Fourth Edition, 2000. CRC Press, (c)2000. ISBN 978-0419235903.
- [2] MATOUŠEK, David. Práce s mikrokontroléry Atmel AVR. BEN, Technická literatura, Praha, 2006.
- [3] RNDr. ŠAŠEK, Jaroslav. Použití UV záření pro dezinfekci pitné vody, <http://voda.tzb-info.cz>, 2015, online, [cit. 10. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/9697-pouziti-uv-zareni-pro-dezinfekci-pitne-vody>>.
- [4] WAGNEROVÁ, Andrea. Uplatnění chlorace při dezinfekci veřejných bazénových vod, Vysoké učení technické v Brně, 2014, online, [cit. 13. 1. 2015], dostupné z WWW <<https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/35208/20142.pdf>>.
- [5] PLK s.r.o.. UV lampa - SP - IV 85W, [www.bazenishop.cz](http://www.bazenishop.cz), 2015, online, [cit. 13. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.bazenishop.cz/uv-lampy/uv-lampa-sp-iv-85w>>.
- [6] NetMagazines s.r.o.. Vybíráme vhodný typ bazénové filtrace, <http://bazeny-sauny.bydleniprokazdeho.cz> 2014, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://bazeny-sauny.bydleniprokazdeho.cz/bazeny-a-sauny/vybirame-vhodny-typ-bazenove-filtrace.php>>.
- [7] GHC Invest, s.r.o.. Vyvložkování nečistot a zjiskření vody, <http://www.ghcinvest.cz>, 2010, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ghcinvest.cz/cz/soukrome-bazeny/chemie-pro-soukrome-bazeny/vyvlockovani-necistot-a-zjiskreni-vody/c2742>>.
- [8] FICHEMA s.r.o.. PAX 18 - vložkovač tekutý, 28 kg, CAS 1327-41-9, <http://www.fichema.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.fichema.cz/pax-18/559-pax-18-vlockovac-tekuty-28-kg-cas-1327-41-9-8592861068043.htm>>.
- [9] ZOUN, Martin. Jak založit přírodní koupací jezírko?, <http://www.ireceptar.cz>, 2012, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ireceptar.cz/zahrada/zahradni-stavby/jak-zalozit-prirodni-koupaci-jezirko/>>.
- [10] Mountfield a.s.. Písková filtrace PRO S210S, <http://www.mountfield.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.mountfield.cz/piskova-filtrace-pro-s210s-3bte0363>>.
- [11] ESEOS s.r.o.. Slaná voda v bazénu - jednotka SMC 20 do 80m3, <http://www.bazenonline.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.bazenonline.cz/bazenove/eshop/12-1-Slana-voda-v-bazenu/0/5/265-Slana-voda-v-bazenu-jednotka-SMC-20-do-80m3>>.
- [12] VÁGNER POOL s.r.o.. Dezinfekce, <http://www.vagnerpool.com>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/obsah/rady-tipy/vse-o-bazenech/teorie-a-praxe/dezinfekce>>.
- [13] Astral - bazénové příslušenství, s.r.o.. Bazénová chemie v teorii i praxi, <http://www.astralpool.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.astralpool.cz/podpora/Bazenovachemievteoriiapraxi.pdf>>.
- [14] FICHEMA s.r.o.. Chlornan sodný 12,5 kg (10 l), <http://www.fichema.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.fichema.cz/baznov-chemie/1392-chlornan-sodny-125-kg-10-l-8592861542048.html>>.
- [15] INCHEMA s.r.o.. Chlornan sodný, <http://www.inchema.cz>, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.inchema.cz/produkty/chemikalie/chlornan-sodny.html>>.
- [16] raspberrypi.org. Oficiální stránky projektu Raspberry Pi, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.raspberrypi.org>>.
- [17] eBay Inc.. Mini Micro Priming Gear Water Pump DC 1.5V-12V RS-360SH Spray Motor New , 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ebay.com/itm/Mini-Micro-Priming-Gear-Water-Pump-DC-1-5V-12V-RS-360SH-Spray-Motor-New-/300984090968>>.
- [18] Maxim Integrated. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/DS18B20.html>>.

- [19] VÁGNER POOL s.r.o.. Dávkovací stanice VA DOS BASIC FLOC pH/ORP/Flokulant, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/davkovaci-stanice-va-dos-basic-floc-ph-orp-flokulant-na-objednani>>.
- [20] TIŠOVSKÝ, Pavel. Externí sériové sběrnice SPI a I<sup>2</sup>C, <http://www.root.cz>, 2008, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.root.cz/clanky/externi-seriove-sberrnice-spi-a-i2c/>>.
- [21] Maxim Integrated. DS2482-100, <http://www.maximintegrated.com>, 2015, online, [cit. 8. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS2482-100.pdf>>.
- [22] Maxim Integrated. 1-Wire tutorial, <http://www.maximintegrated.com>, 2015, online, [11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.maximintegrated.com/en/products/1-wire/flash/overview/>>.
- [23] VÁGNER POOL s.r.o.. Intellipool - automatické řízení bazénu™, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/intellipool-automaticke-rizeni-bazenu>>.
- [24] VÁGNER POOL s.r.o.. Úvodní strana, <http://www.vagnerpool.com>, 2015, online, [cit. 10. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/>>.
- [25] ASEKO s.r.o.. Úvodní strana, <http://www.cistybazen.cz>, 2015, online, [cit. 10. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.cistybazen.cz/pages/cz/uvod.php>>.
- [26] CadSoft. About EAGLE PCB Design Software, <http://www.cadsoftusa.com>, 2015, online, [cit. 10. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.cadsoftusa.com/eagle-pcb-design-software/about-eagle/>>.
- [27] Atmel Corporation. Atmel Studio 6, <http://www.atmel.com>, 2015, online, [cit. 10. 1. 2015], dostupné z WWW <[http://www.atmel.com/microsite/atmel\\_studio6/](http://www.atmel.com/microsite/atmel_studio6/)>.
- [28] FISCHL, Thomas. USBasp - USB programmer for Atmel AVR controllers, <http://www.fischl.de>, 2014, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://www.fischl.de/usbasp/>>.
- [29] Informer Technologies, Inc. eXtreme Burner – AVR, <http://www.informer.com>, 2015, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://extreme-burner-avr.software.informer.com/>>.
- [30] FIALA, Jan. Textový editor PSPad, <http://www.pspad.com>, 2015, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://www.pspad.com/index.php?lang=cz>>.
- [31] NeatBeans. NetBeans IDE, <https://netbeans.org>, 2015, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<https://netbeans.org/features/index.html>>.
- [32] Arduino. Arduino Software, <http://arduino.cc>, 2015, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://arduino.cc/en/main/software>>.
- [33] sparkyswidgets.com. arduino ph probe interface, <https://www.sparkyswidgets.com>, 2015 online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<https://www.sparkyswidgets.com/portfolio-item/ph-probe-interface/>>.
- [34] HUSÁK, Miroslav, KULHA Pavel. Měření pH roztoku, materiály k předmětu senzorové systémy, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/x34ses/cviceni/Navody%20na%20cviceni/08.Mereni%20pH%20roztoku.pdf>>.
- [35] MICRONIX, spol. s r.o.. PH Elektroda GE 100 BNC, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://eshop.micronix.cz/merici-technika/neelektricke-veliciny/ph-redox-vodivost-kyslik/sondy-ph-vodivosti-aj/ge-100-bnc.html>>.
- [36] Arduino. Arduino Nano, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardNano>>.
- [37] T-LED, s.r.o.. LED zdroj 12V 150W IP67, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.t-led.cz/led-zdroj-12v-150w>>.
- [38] eBay Inc.. DC-DC Step up Converter Boost Power Supply Module 10-32V to 35-60V 120W, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ebay.com/itm/DC-DC-Step-up-Converter-Boost-Power-Supply-Module-10-32V-to-35-60V-120W-/400442469292>>.

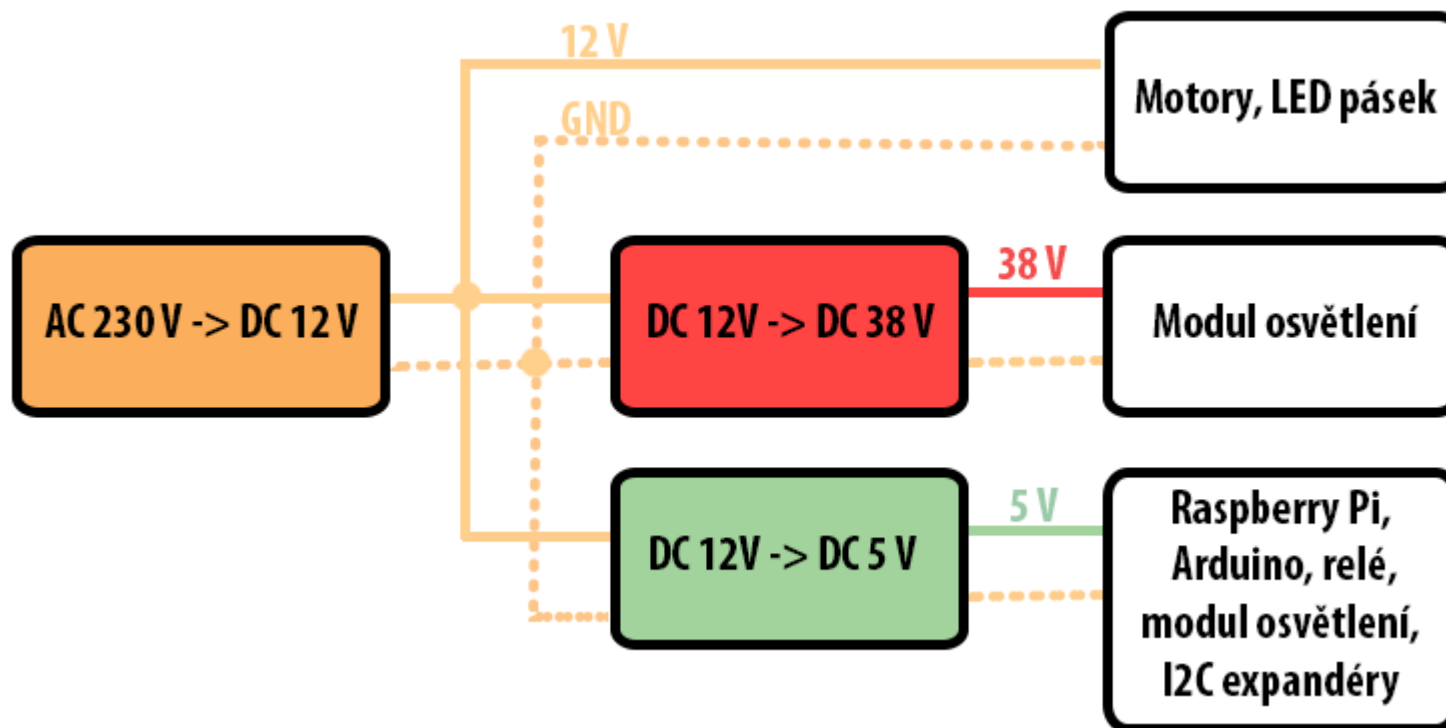
- [39] GHC Invest, s.r.o.. Sledování oxidačně redukčního potenciálu, 2003, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <[http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/clanky/2003/Bazen%20a%20sa%20una%209\\_10%202003%20Sledovani%20oxidacne%20redukcnio%20potencialu.pdf](http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/clanky/2003/Bazen%20a%20sa%20una%209_10%202003%20Sledovani%20oxidacne%20redukcnio%20potencialu.pdf)>.
- [40] FISCHER, Jan. Přednáška UART, RS232, 422, 485 k předmětu Aplikace vestavěných systémů, ČVUT, Praha, 2013, online, [cit. 10. 12. 2014], dostupné z WWW<[http://measure.feld.cvut.cz/system/files/files/cs/vyuka/predmety/A4M38AVS/Pred\\_AV5\\_2013\\_UART\\_RS232.pdf](http://measure.feld.cvut.cz/system/files/files/cs/vyuka/predmety/A4M38AVS/Pred_AV5_2013_UART_RS232.pdf)>.
- [41] ATMEL. Katalogový list ATInny 13, <http://www.atmel.com>, 2010, online, [cit. 17.11.2014], dostupné z WWW <<http://www.atmel.com/Images/doc2535.pdf>>.
- [42] MALÝ, Martin. Sběrnice 1-Wire™, <http://www.hw.cz>, 2004, online, [cit. 17. 11. 2014], dostupné z WWW <<http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/sbernice-1-wiretm.html>>.
- [43] phpMyAdmin. Bringing MySQL to the web, <http://www.phpmyadmin.net>, 2015, online, [cit. 17. 1. 2015], dostupné z WWW <[http://www.phpmyadmin.net/home\\_page/index.php](http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php)>.
- [44] Apache. Apache http server, 2015, online, [cit. 17. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://httpd.apache.org>>.
- [45] tightvnc.com. TightVNC Software, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW<<http://www.tightvnc.com>>.
- [46] putty.org. PuTTY, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW<<http://www.putty.org>>.
- [47] The Glade project. Glade, 2014, online, [cit. 1. 12. 2015], dostupné z WWW<<https://glade.gnome.org/index.html>>.
- [48] eBay Inc.. 2.4" 240x320 SPI TFT LCD Serial Port Module, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ebay.com/itm/2-4-240x320-SPI-TFT-LCD-Serial-Port-Module-PBC-Adapter-Micro-SD-ILI9341-5V-3-3V-/380978192850>>.
- [49] GitHub, Inc.. Linux Framebuffer drivers for small TFT LCD display modules, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<https://github.com/notro/fbftf/wiki#install>>.
- [50] W3Schools. AJAX Introduction, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <[http://www.w3schools.com/ajax/ajax\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/ajax/ajax_intro.asp)>.
- [51] VÁGNER POOL s.r.o.. pH Perfect, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/ph-perfect-davkovaci-jednotka-udrzujici-hodnotu-ph-v-bazenu>>.
- [52] VÁGNER POOL s.r.o.. Chlor Perfect, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/chlor-perfect-davkovaci-jednotka-udrzujici-hodnotu-chloru-v-bazenu>>.
- [53] VÁGNER POOL s.r.o.. VA DOS BASIC CHLOR (pH/ORP) , 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/davkovaci-stance-va-dos-basic-chlor-ph-orp-redukce>>.
- [54] VÁGNER POOL s.r.o.. VA DOS PREMIUM (pH/ORP/ČAS), 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/davkovaci-stance-va-dos-premium-ph-orp-cas>>.
- [55] VÁGNER POOL s.r.o.. VA SALT WATER SMART, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/va-salt-water-smart-c25-p-do-125-m3>>.
- [56] VÁGNER POOL s.r.o.. VA PRO SALT pH/ORP, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/davkovaci-stance-va-pro-salt-ph-orp>>.
- [57] VÁGNER POOL s.r.o.. VA Salt Water C25P, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/va-salt-water-c25p>>.
- [58] VÁGNER POOL s.r.o.. Automatické ovládání pro filtraci/světlo - F1S, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.vagnerpool.com/web/cs/product/automaticke-ovladani-pro-filtraci-svetlo-f1s>>.
- [59] Micrel. MIC3203-1, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://micrel.com/index.php/products/power-management-ics/lighting-displays/hb-led-drivers/article/5.html>>.

- [60] ATMEL. Katalogový list ATiny 4313, <http://www.atmel.com>, 2011, online, [11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.atmel.com/Images/doc8246.pdf>>.
- [61] eBay Inc.. 5V 8-Canal Modulo Rele Shield for Arduino ARM PIC AVR DSP Electronic , 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW<<http://www.ebay.com/itm/5V-8-Canal-Modulo-Rele-Shield-for-Arduino-ARM-PIC-AVR-DSP-Electronic-/271411279701>>.
- [62] Texas Instruments. Katalogový LM2576, <http://www.ti.com>, 2013, online, [11. 12. 2014], dostupné z WWW <<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2576.pdf>>.
- [63] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Aqua Dose, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.bazenyeshop.cz/bazeny/eshop/32-1-ZARIZENI-NA-UPRAVU-VODY/0/5/710-ASIN-AQUA-DOSE>>.
- [64] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Aqua PP60 pH, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.bazenyeshop.cz/bazeny/eshop/32-1-ZARIZENI-NA-UPRAVU-VODY/0/5/713-Asin-Aqua-PP60-pH>>.
- [65] ASEKO, spol. s r.o.. ASIN AQUA REDOX, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.bazenyeshop.cz/bazeny/eshop/32-1-ZARIZENI-NA-UPRAVU-VODY/0/5/711-ASIN-AQUA-REDOX>>.
- [66] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Aqua, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://penzo-bazeny.cz/asin-aqua-davkovac-chloru-a-ph/>>.
- [67] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Aqua,PROFI,2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <http://penzo-bazeny.cz/asin-aqua-profi/>>.
- [68] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Salt, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://penzo-bazeny.cz/asin-salt-chlorator-slane-vody/>>.
- [69] ASEKO, spol. s r.o.. Asin Sanosil, 2015, online, [cit. 11. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://penzo-bazeny.cz/asin-aqua-sanosil-uprava-vody/>>.
- [70] HARSOFT. Dezinfekce vody, UV lampy, <http://www.harsoft.cz>, 2015, online, [cit. 1. 1. 2015], dostupné z WWW <<http://www.harsoft.cz/harsoft/eshop/12-1-Dezinfekce-vody-UV-lampy>>.
- [71] NXP Semiconductors UM10204 I 2C-bus specification and user manual, <http://www.nxp.com/>, 2014, online, [cit. 8. 4. 2015], dostupné z WWW <[http://www.nxp.com/documents/user\\_manual/UM10204.pdf](http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf)>.
- [72] Texas Instruments. RS-422 and RS-485 Standards Overview and System Configurations, <http://www.ti.com>, 2010, online, [cit. 8. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://www.ti.com/lit/an/slla070d/slla070d.pdf>>.
- [73] Maxim Integrated. Interfacing the DS18X20/DS1822 1-Wire® Temperature Sensor in a Microcontroller Environment, <http://www.maximintegrated.com>, 2015, online, [cit. 8. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/162>>.
- [74] Farnell. RUBYCON 10YXJ1000M10X12.5, <http://cz.farnell.com>, 2015, online, [cit. 24. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj1000m10x12-5/cap-alu-elec-1000uf-10v-rad/dp/2346253>>.
- [75] Farnell. RUBYCON 10YXJ470M6.3X11, <http://cz.farnell.com>, 2015, online, [cit. 24. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj470m6-3x11/cap-alu-elec-470uf-10v-rad/dp/2346252>>.
- [76] MÁŠA, Pavel. RS-422 AND RS-485 BUS, materiály k předmětu mikroprocesory a mikropočítače, online, [cit. 24. 4. 2015], dostupné z WWW <<https://moodle.kme.fel.cvut.cz>>.
- [77] FRENZEL, Lou. What's The Difference Between The RS-232 And RS-485 Serial Interfaces?, <http://electronicdesign.com>, 2013, online, [cit. 24. 4. 2015], dostupné z WWW <<http://electronicdesign.com/what-s-difference-between/what-s-difference-between-rs-232-and-rs-485-serial-interfaces>>.
- [78] ON Semiconductor. TVS/Zener Theory and Design Considerations, <http://www.onsemi.com/>, 2005, online, [cit. 30. 4. 2015], dostupné z WWW <[http://www.onsemi.com/pub\\_link/Collateral/HBD854-D.PDF](http://www.onsemi.com/pub_link/Collateral/HBD854-D.PDF)>.

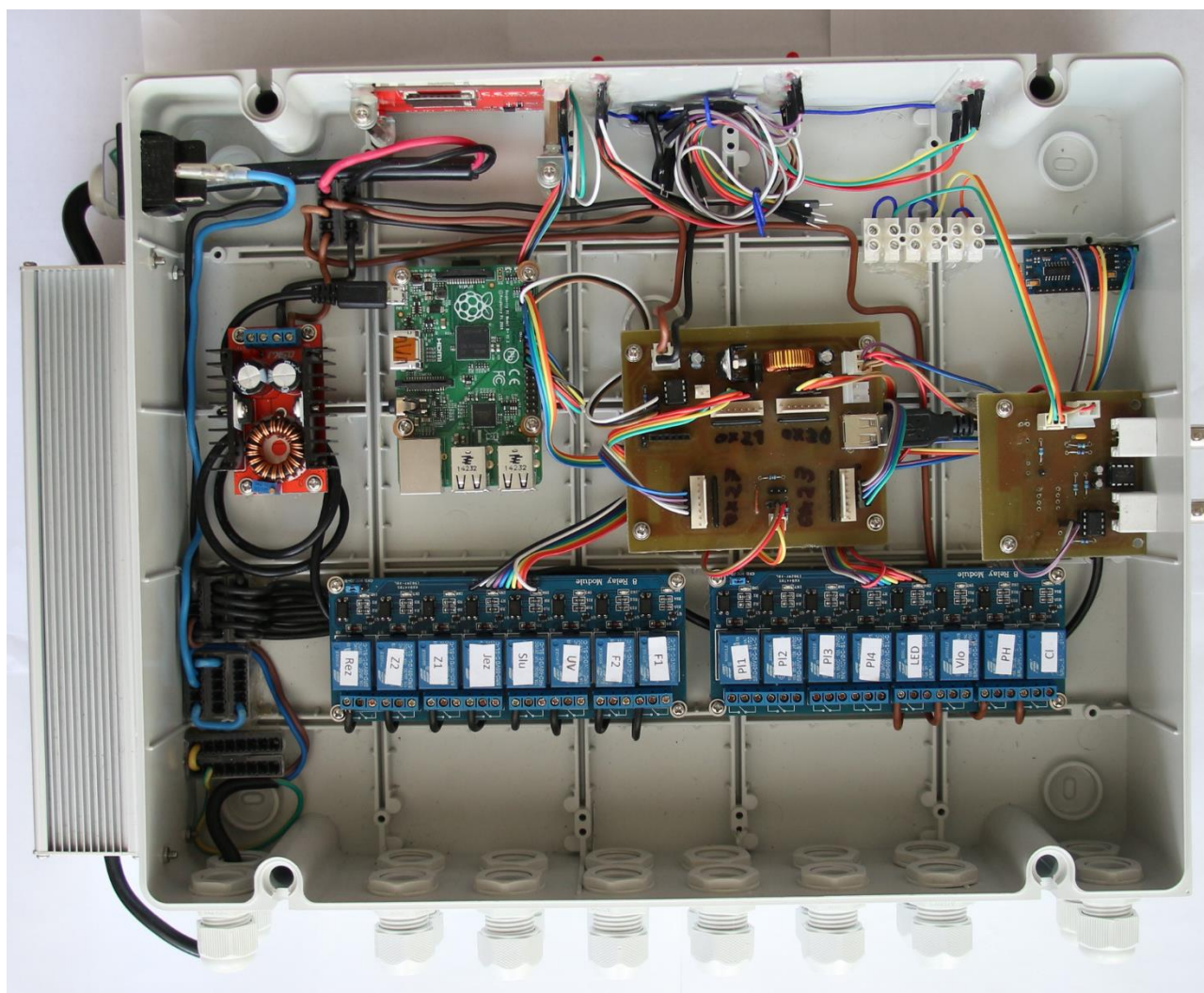
## Příloha 1 – Celý systém



Obr. P1.1 schéma systému



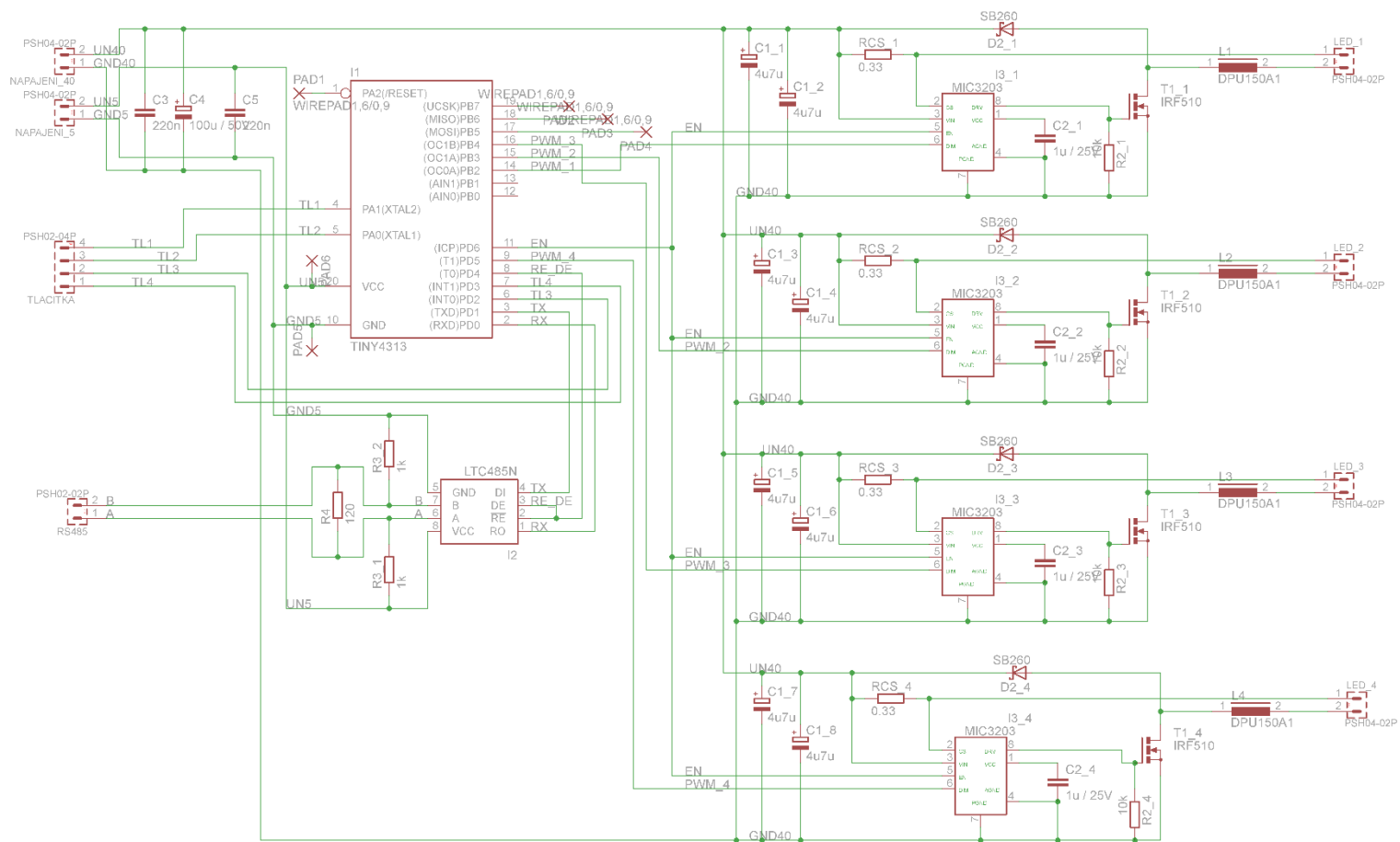
*Obr. P1.2 napájení systému*



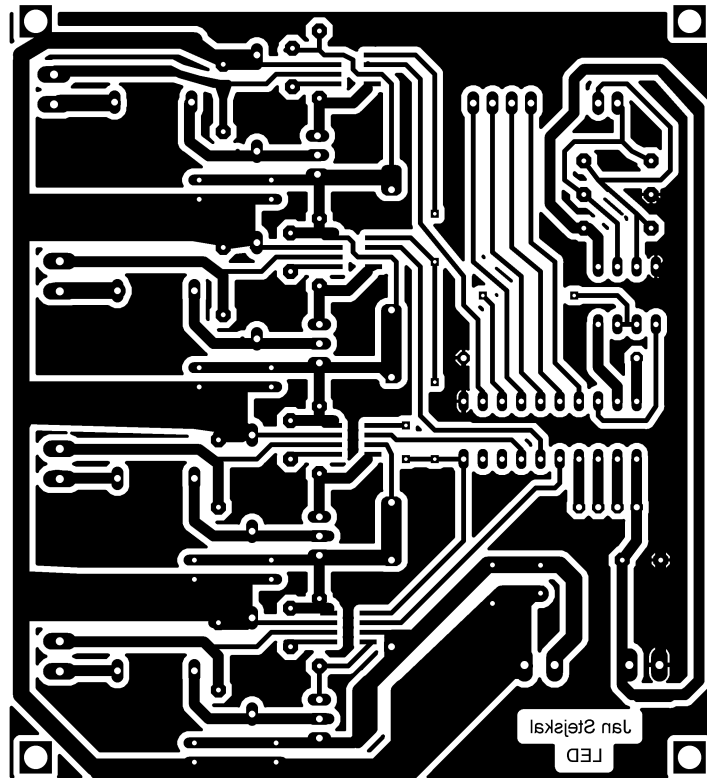
*Obr. P1.3 fotografie umístění systému v krabici*



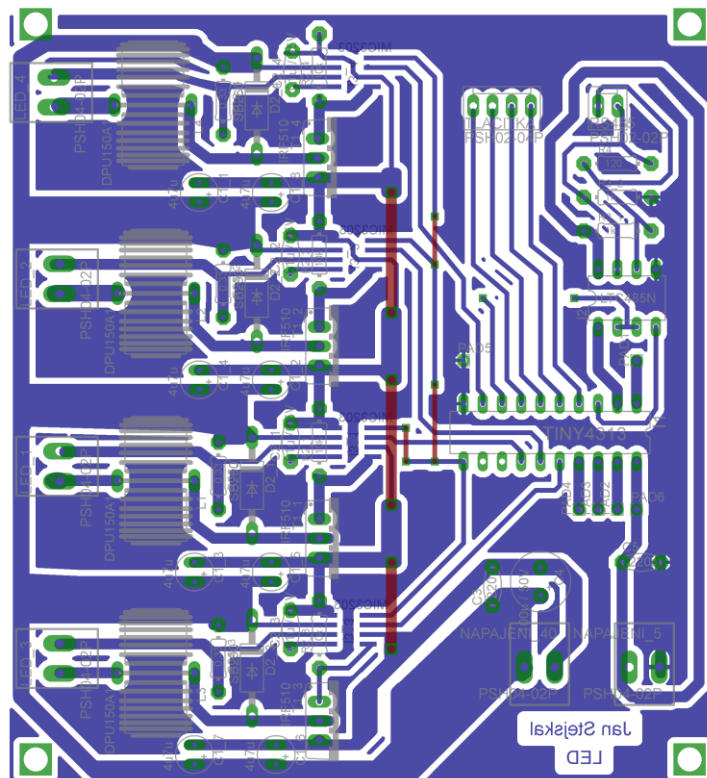
## Příloha 2 – Modul osvětlení



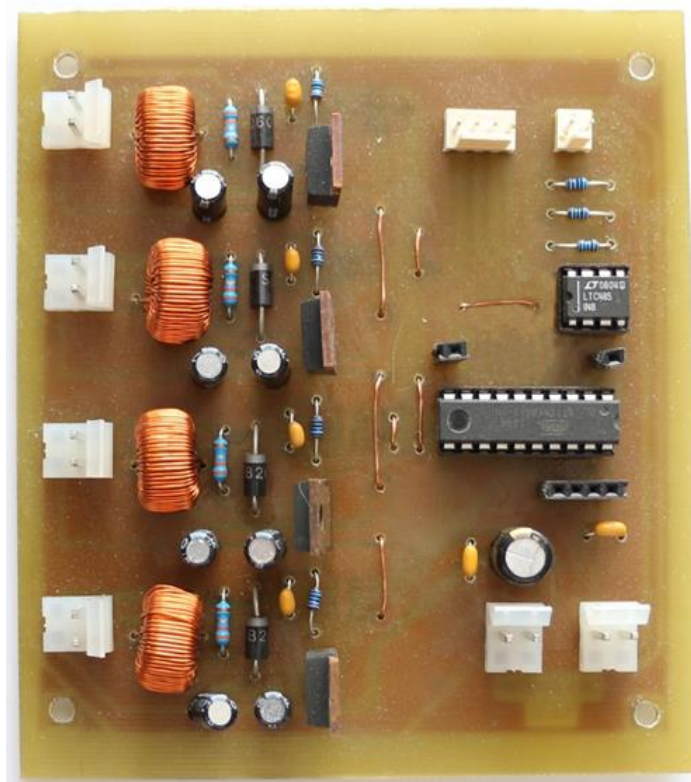
Obr. P2.1 schéma



Obr. P2.2 deska plošného spoje

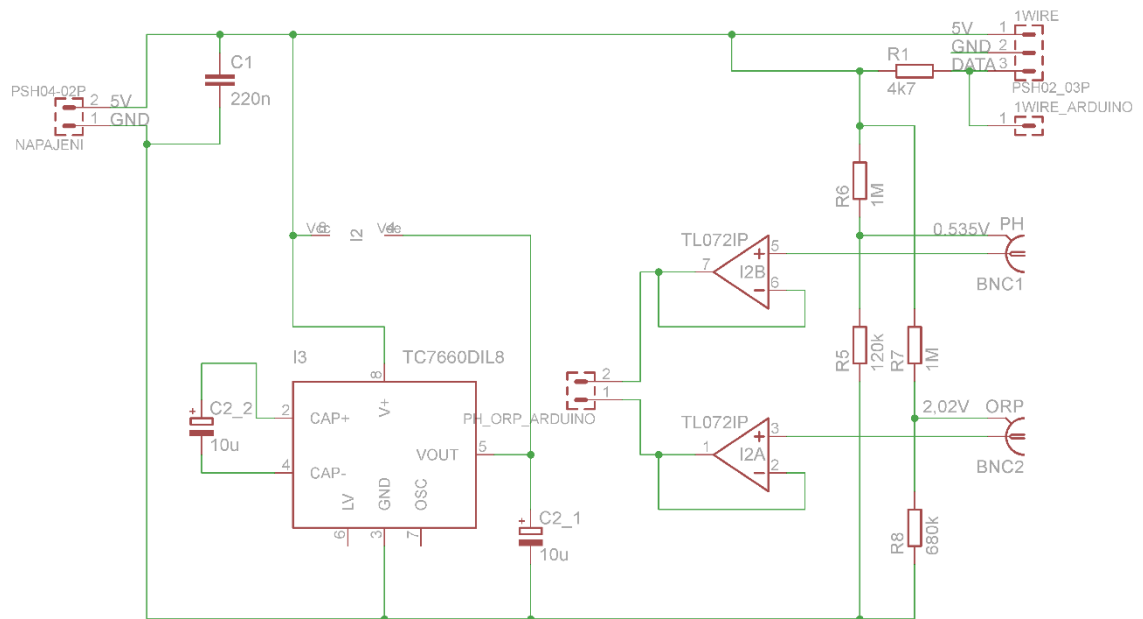


Obr. P2.3 deska plošného spoje – rozmístění součástek

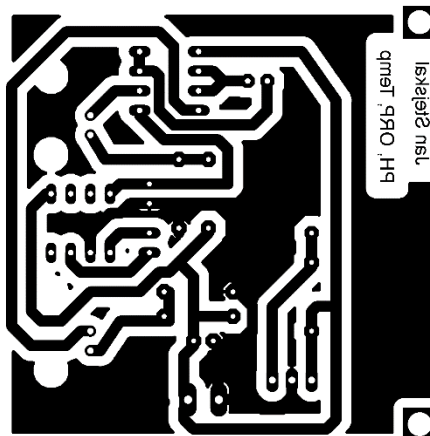


*Obr. P2.3 fotografie hotového modulu*

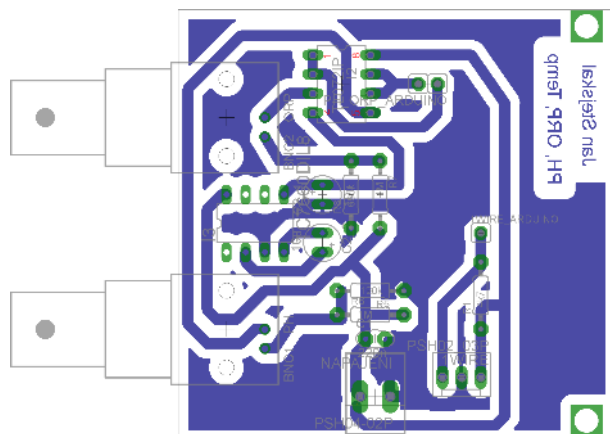
## Příloha 3 – Modul senzory



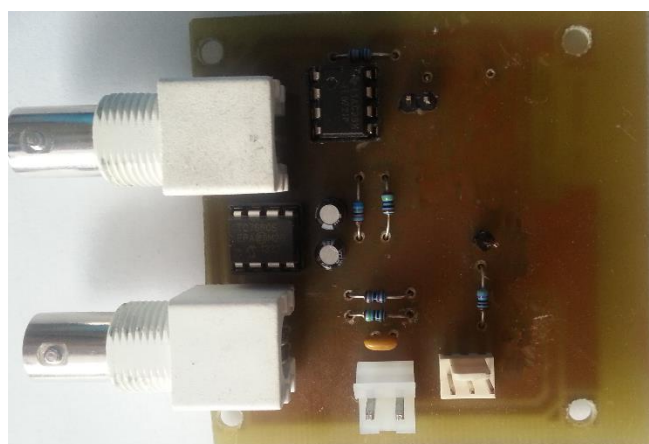
Obr. P3.1 schéma



Obr. P3.2 deska plošného spoje

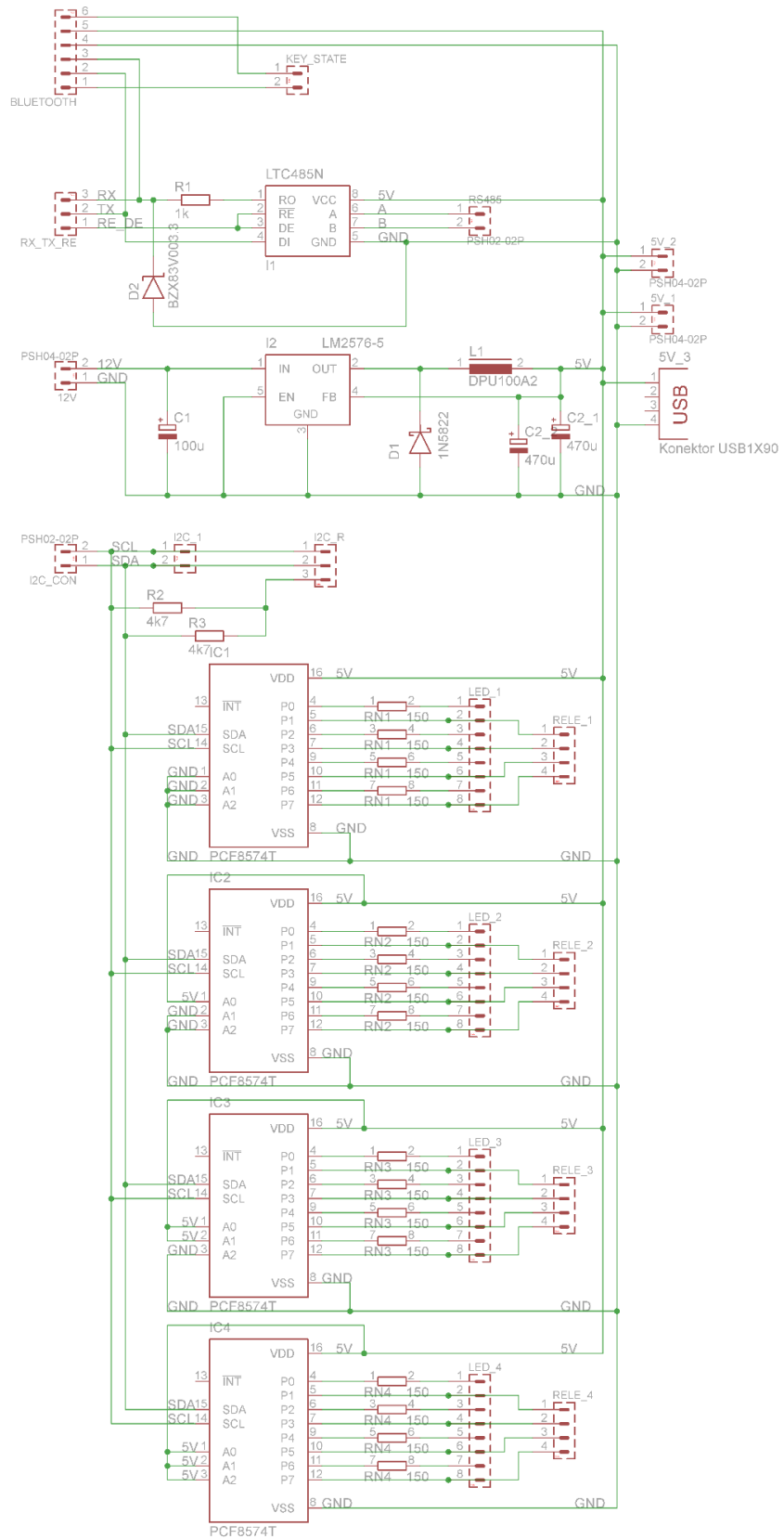


Obr. P3.3 deska plošného spoje – rozmístění součástek

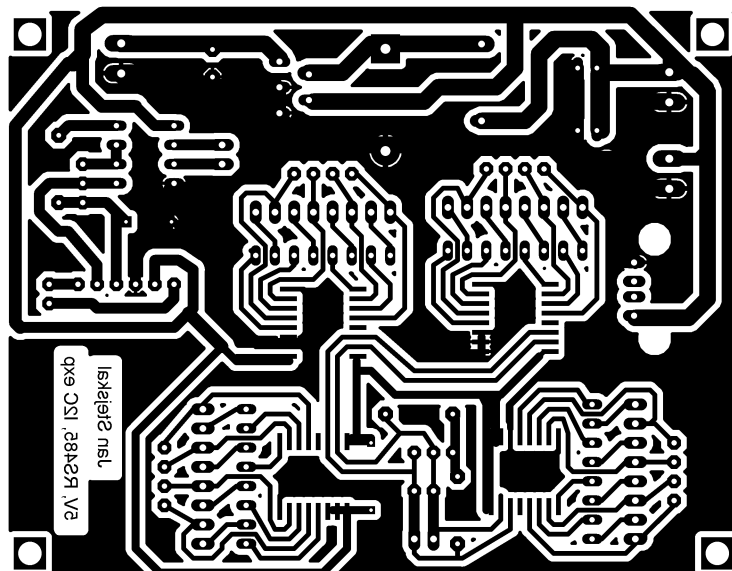


Obr. P3.4 fotografie hotového modulu

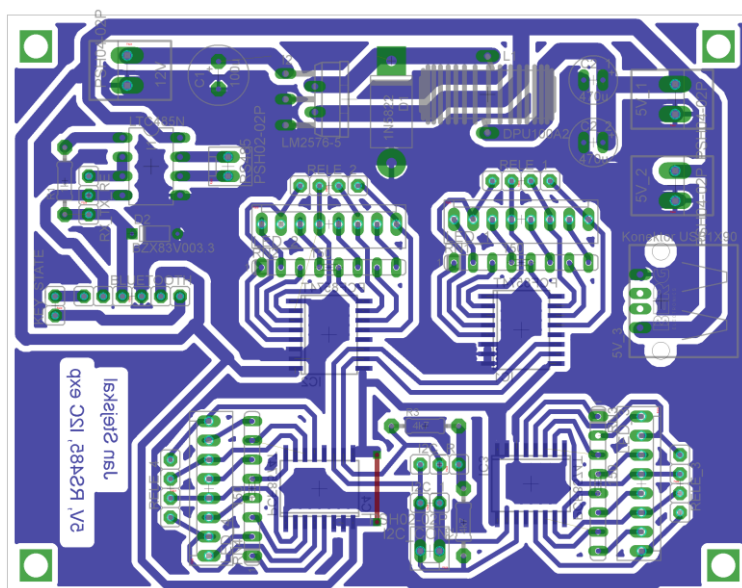
# Příloha 4 – Modul hlavní řízení



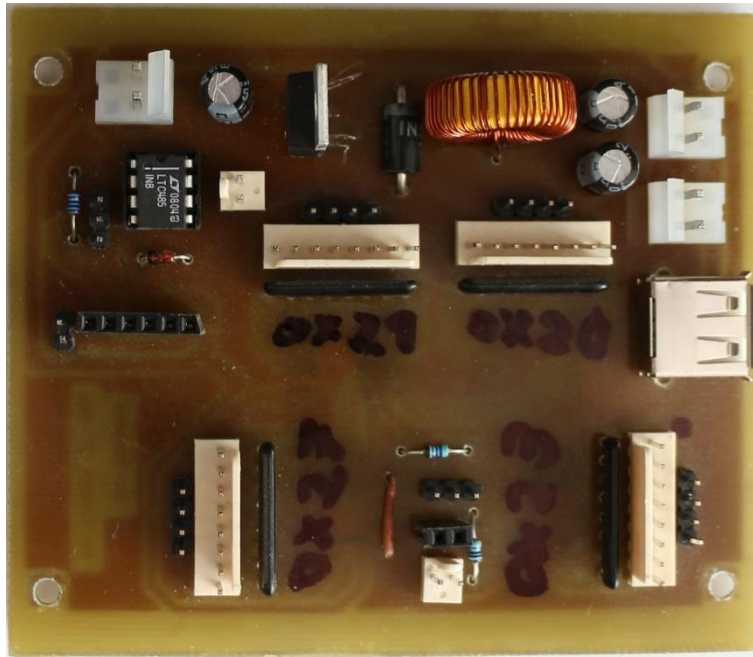
Obr. P4.1 schéma



Obr. P4.2 deska plošného spoje



Obr. P4.3 deska plošného spoje – rozmístění součástek



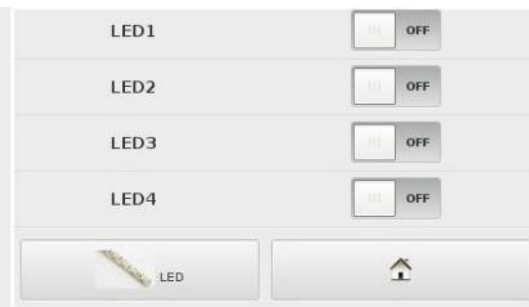
*Obr. P4.3 fotografie hotového modulu*



## Příloha 5 – Grafické prostředí – display



Obr. P5.1 úvodní obrazovka



Obr. P5.2 obrazovka osvětlení



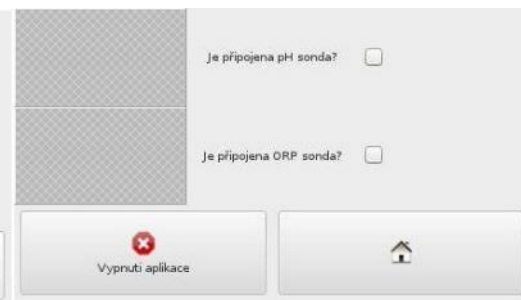
Obr. P5.3 obrazovka zařízení 1



Obr. P5.4 obrazovka zařízení 2



Obr. P5.5 obrazovka senzory



Obr. P5.6 obrazovka servis

## Příloha 6 – Grafické prostředí – web

Úvodní

**Bazén**

Senzory

12:38:11

Zařízení

Osvětlení

Nastavení

Konfigurace

Kalibrace

12:38:10

Bazen web 2015

Obr. P6.1 úvodní obrazovka

Úvodní

**Senzory**

Senzory

Místo	Hodnota	Místo	Hodnota
Šachta	0°C	Okolí	-°C
Dno	-°C	Střed	-°C
Hladina	-°C	Vtok	-°C
Střecha	-°C	Jezírko	-°C
pH	-	ORP	-mV

Zařízení

Osvětlení

Nastavení

Konfigurace

Kalibrace

12:37:56

Bazen web 2015

Obr. P6.2 senzory

Úvodní

Senzory

**Zařízení**

Osvětlení

Nastavení

Konfigurace

Kalibrace

12:41:20

## Zařízení

Zařízení	Stav	Auto	On/Off	Výchozí
Chlor	●	ON	OFF	OFF
pH mínus	●	ON	OFF	OFF
Vločkovač	●	ON	OFF	OFF
Filtrace1	●	ON	ON	ON
Filtrace2	●	OFF	OFF	OFF
UV	●	OFF	OFF	OFF
Slunce	●	OFF	OFF	OFF
Jezírko	●	OFF	OFF	OFF
Zásuvka1	●	OFF	OFF	OFF
Zásuvka2	●	OFF	OFF	OFF
LED šachta	●	OFF	OFF	OFF
Rezerva	●	OFF	OFF	OFF

Bazen web 2015

Obr. P6.3 zařízení

Úvodní

Senzory

Zařízení

**Osvětlení**

Nastavení

Konfigurace

Kalibrace

12:36:26

## Osvětlení

Zařízení	Stav	On/Off	Hodnota	Automatické vypnutí za
LED 1	●	OFF	50 %	00:00:00 <span>ulož</span>
LED 2	●	OFF	100 %	00:05:00 <span>ulož</span>
LED 3	●	OFF	5 %	00:00:00 <span>ulož</span>
LED 4	●	OFF	33 %	00:00:00 <span>ulož</span>
LED šachta	●	OFF	0 %	00:00:00 <span>ulož</span>

Bazen web 2015

Obr. P6.4 osvětlení

Úvodní		Nastavení			
Senzory					
Zařízení					
Osvětlení					
Nastavení					
Konfigurace					
Kalibrace					
12:36:46					
Zařízení	Start	Stop	Potvrd'		
Filtrace 1	00:00:00	00:00:00	ulož		
Filtrace 2	00:00:00	00:00:00	ulož		
UV	00:00:00	00:00:00	ulož		
Slunce	00:00:00	00:00:00	ulož		
Jezírko	00:00:00	00:00:00	ulož		
Zásuvka 1	00:00:00	00:00:00	ulož		
Zásuvka 2	00:00:00	00:00:00	ulož		
Rezerva	00:00:30	00:00:00	ulož		

Bazen web 2015

Obr. P6.5 nastavení

Úvodní		Konfigurace			
Senzory					
Zařízení					
Osvětlení					
Nastavení					
Konfigurace					
Kalibrace					
21:20:21					
Co	Hodnota		?		
Senzory	00:05:03	ulož	Interval načítání senzorů.		
Zařízení	00:05:30	ulož	Interval vyhodnocení zařízení.		
Chlór	6 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 100)		
pH minus	6 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 100)		
Vločkovač	20 ml	-	Kolik ml na dávku? (max 500)		
	23:59:59	ulož	Jak často dávkovat?		
ORP sonda	ON	-	Je připojena ORP sonda?		
pH sonda	ON	-	Je připojena pH sonda?		
Čepadlo	200 ml/min	-	Výkon čerpadla ml/min.		
pH	7,4	-	Požadovaná hodnota pH.		
ORP	700 mV	-	Požadovaná hodnota ORP.		

Bazen web 2015

Obr. P6.6 konfigurace

Úvodní

Senzory

Zařízení

Osvětlení

Nastavení

Konfigurace

Kalibrace

14:42:08

## Kalibrace

Hodnota	Požadovaná	Změřeno	Kalibruj
pH1	-	14	ulož zpět
pH2	-	14	ulož zpět
ORP1	mV	-212.7 mV	ulož zpět
ORP2	mV	-212.7 mV	ulož zpět

1. Konfigurace - senzory, nastavit nižší interval.
2. Zařízení - vypnout automatický provoz chlor a ph minus.
3. Vyplnit požadovanou hodnotu.
4. Ponořit sondu do puflu, počkat na ustálení hodnoty.
5. Uložit příslušný řádek.
6. V případě chyby je možné smazat uložený řádek tlačítkem zpět.
7. Kroky 3 až 5 opakovat podle potřeby.
8. Pro kalibraci stisk tlačítka Kalibruj.
9. Ponořit sondu(y) zpět do bazénové vody a obnovit nastavení.

Bazen web 2015

*Obr. P6.7 kalibrace*

## Příloha 7 – Seznamy použitých součástek

### 7.1 Modul ovládání LED

označení	součástka	kód/výrobce/typ	URL (dostupné 7. 10. 2014)	cena
C1_1	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_2	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_3	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_4	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_5	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_6	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_7	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C1_8	kondenzátor elektrolytický 4,7uF/50V	PANASONIC - EEUFR1H4R7 - CAP, ALU ELEC, 4.7UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufr1h4r7/cap-alu-elec-4-7uf-50v-rad/dp/2217567</a>	3,86 Kč
C2_1	kondenzátor keramický 1uF/50V	MULTICOMP - MCMLR50V105MY5V - CAP, CER, Y5V, 1UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910">http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910</a>	2,40 Kč
C2_2	kondenzátor keramický 1uF/50V	MULTICOMP - MCMLR50V105MY5V - CAP, CER, Y5V, 1UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910">http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910</a>	2,40 Kč
C2_3	kondenzátor keramický 1uF/50V	MULTICOMP - MCMLR50V105MY5V - CAP, CER, Y5V, 1UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910">http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910</a>	2,40 Kč
C2_4	kondenzátor keramický 1uF/50V	MULTICOMP - MCMLR50V105MY5V - CAP, CER, Y5V, 1UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910">http://cz.farnell.com/multicomp/mcmlr50v105my5v/cap-cer5v-1uf-50v-rad/dp/2112910</a>	2,40 Kč
C3	kondenzátor keramický 220nF/50V	VISHAY BC COMPONENTS - K224K20X7RF5TH5 - CAP, MLCC, X7R, 220NF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301">http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301</a>	6,00 Kč
C4	kondenzátor elektrolytický 100uF/50V	PANASONIC - EEUFM1H101 - CAP, ALU ELEC, 100UF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/panasonic/eeufm1h101/cap-alu-elec-100uf-50v-rad/dp/1219478">http://cz.farnell.com/panasonic/eeufm1h101/cap-alu-elec-100uf-50v-rad/dp/1219478</a>	5,40 Kč
C5	kondenzátor keramický 220nF/50V	VISHAY BC COMPONENTS - K224K20X7RF5TH5 - CAP, MLCC, X7R, 220NF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301">http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301</a>	6,00 Kč
D_1	Schottkyho dioda 60V/2A	SCHOTTKY DIODE SB260	<a href="http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116">http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116</a>	2,46 Kč
D_2	Schottkyho dioda 60V/2A	SCHOTTKY DIODE SB260	<a href="http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116">http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116</a>	2,46 Kč

D_3	Schottkyho dioda 60V/2A	SCHOTTKY DIODE SB260	<a href="http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116">http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116</a>	2,46 Kč
D_4	Schottkyho dioda 60V/2A	SCHOTTKY DIODE SB260	<a href="http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116">http://www.gme.cz/dioda-sb260-p223-116</a>	2,46 Kč
I1	mikrokontrolér ATTINY4313-PU	ATTINY4313-PU DIL20 ATMEL	<a href="http://www.gme.cz/attiny4313-pu-dil20-atmel-p432-154">http://www.gme.cz/attiny4313-pu-dil20-atmel-p432-154</a>	44,00 Kč
I2	tranceiver RS-485	LTC485IN DIP8 LINEAR TECHNOLOGY	<a href="http://www.gme.cz/ltc485in-dip8-linear-technology-p310-472">http://www.gme.cz/ltc485in-dip8-linear-technology-p310-472</a>	22,00 Kč
I3_1	LED Driver	MICREL SEMICONDUCTOR - MIC3203-1YM - LED DRIVER, CTRL, HB, 8SOIC	<a href="http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731">http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731</a>	35,45 Kč
I3_2	LED Driver	MICREL SEMICONDUCTOR - MIC3203-1YM - LED DRIVER, CTRL, HB, 8SOIC	<a href="http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731">http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731</a>	35,45 Kč
I3_3	LED Driver	MICREL SEMICONDUCTOR - MIC3203-1YM - LED DRIVER, CTRL, HB, 8SOIC	<a href="http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731">http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731</a>	35,45 Kč
I3_4	LED Driver	MICREL SEMICONDUCTOR - MIC3203-1YM - LED DRIVER, CTRL, HB, 8SOIC	<a href="http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731">http://cz.farnell.com/micrel-semiconductor/mic3203-1ym/led-driver-ctrl-hb-8soic/dp/1924731</a>	35,45 Kč
L1	tlumivka 150uH/1A	Tlumivka TALEMA DPU150A1	<a href="http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138">http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138</a>	26,88 Kč
L2	tlumivka 150uH/1A	Tlumivka TALEMA DPU150A1	<a href="http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138">http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138</a>	26,88 Kč
L3	tlumivka 150uH/1A	Tlumivka TALEMA DPU150A1	<a href="http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138">http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138</a>	26,88 Kč
L4	tlumivka 150uH/1A	Tlumivka TALEMA DPU150A1	<a href="http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138">http://www.gme.cz/tlumivka-talema-dpu150a1-p611-138</a>	26,88 Kč
NAPAJENI_5	konektor napájení 5V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
NAPAJENI_40	konektor napájení 40V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
TLACITKA	konektor pro připojení tlačítek	Konektor se zámkem PSH02-04PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-04pg-p800-170">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-04pg-p800-170</a>	2,46 Kč
RS485	konektor pro připojení RS485	Konektor se zámkem PSH02-02PG TP	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041</a>	1,12 Kč
LED_1	konektor pro LED1	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
LED_2	konektor pro LED2	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
LED_3	konektor pro LED3	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
LED_4	konektor pro LED4	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
R2_1	rezistor 10k	MULTICOMP - MF12 10K - RESISTOR, 10K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419</a>	1,00 Kč
R2_2	rezistor 10k	MULTICOMP - MF12 10K - RESISTOR, 10K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419</a>	1,00 Kč
R2_3	rezistor 10k	MULTICOMP - MF12 10K - RESISTOR, 10K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419</a>	1,00 Kč
R2_4	rezistor 10k	MULTICOMP - MF12 10K - RESISTOR, 10K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-10k/resistor-10k-0-125w-1/dp/9342419</a>	1,00 Kč
R3_1	rezistor 1k	MULTICOMP - MF12 1K - RESISTOR, 0.125W 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400</a>	1,00 Kč

R3_2	rezistor 1k	MULTICOMP - MF12 1K - RESISTOR, 0.125W 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400</a>	1,00 Kč
R4	rezistor 120	MULTICOMP - MF12 120R - RESISTOR, 0.125W 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-120r/resistor-0-125w-1-120r/dp/9342516">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-120r/resistor-0-125w-1-120r/dp/9342516</a>	1,00 Kč
RCS_1	rezistor 0,33	RR 0R33 5% HIT	<a href="http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369">http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369</a>	1,12 Kč
RCS_2	rezistor 0,33	RR 0R33 5% HIT	<a href="http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369">http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369</a>	1,12 Kč
RCS_3	rezistor 0,33	RR 0R33 5% HIT	<a href="http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369">http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369</a>	1,12 Kč
RCS_4	rezistor 0,33	RR 0R33 5% HIT	<a href="http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369">http://www.gme.cz/rr-0r33-5-hit-p110-369</a>	1,12 Kč
T1_1	tranzistor unipolární N kanál	Unipolární tranzistor IRF510	<a href="http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113">http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113</a>	12,00 Kč
T1_2	tranzistor unipolární N kanál	Unipolární tranzistor IRF510	<a href="http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113">http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113</a>	12,00 Kč
T1_3	tranzistor unipolární N kanál	Unipolární tranzistor IRF510	<a href="http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113">http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113</a>	12,00 Kč
T1_4	tranzistor unipolární N kanál	Unipolární tranzistor IRF510	<a href="http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113">http://www.gme.cz/unipolarni-tranzistor-irf510-p213-113</a>	12,00 Kč
ostatní	patice pro mikrokontrolér	SOKL 20	<a href="http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-20-p823-004/">http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-20-p823-004/</a>	2,58 Kč
	patice pro RS-485	SOKL 8	<a href="http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/">http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/</a>	1,23 Kč
	konektor na kabel	6x kontakt PFF02-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162">http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162</a>	4,08 Kč
		12x kontakt PFF04-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208">http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208</a>	14,76 Kč
		konektor se zámkem PFH02-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084</a>	0,56 Kč
		6x konektor se zámkem PFH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204</a>	7,38 Kč
		konektor se zámkem PFH02-04P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-04p-p800-086">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-04p-p800-086</a>	1,79 Kč
	krabíčka	Plastová průmyslová krabíčka IP65 U-01-53	<a href="http://www.gme.cz/plastova-prumyslova-krabicka-ip65-u-01-53-p627-012">http://www.gme.cz/plastova-prumyslova-krabicka-ip65-u-01-53-p627-012</a>	86,00 Kč
	dutinková lišta pro programování	6x dutinka z: Dutinková lišta BL840G	<a href="http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093">http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093</a>	1,50 Kč
celkem:				572,70 Kč

Tab. P7.1 modul osvětlení



## 7.2 Modul hlavní řízení

označení	součástka	kód/výrobce/typ	URL (dostupné 7. 10. 2014)	cena
C1	kondenzátor elektrolytický 100uF/25V	RUBYCON - 25YXG100MEFC6.3X11 - CAP, ALU ELEC, 100UF, 25V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/rubycon/25yxcg100mefc6-3x11/cap-alu-elec-100uf-25v-rad/dp/2346198">http://cz.farnell.com/rubycon/25yxcg100mefc6-3x11/cap-alu-elec-100uf-25v-rad/dp/2346198</a>	3,50 Kč
C2_1	kondenzátor elektrolytický 470uF/10V	RUBYCON - 10YXJ470M6.3X11 - CAP, ALU ELEC, 470UF, 10V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj470m6-3x11/cap-alu-elec-470uf-10v-rad/dp/2346252">http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj470m6-3x11/cap-alu-elec-470uf-10v-rad/dp/2346252</a>	4,00 Kč
C2_2	kondenzátor elektrolytický 470uF/10V	RUBYCON - 10YXJ470M6.3X11 - CAP, ALU ELEC, 470UF, 10V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj470m6-3x11/cap-alu-elec-470uf-10v-rad/dp/2346252">http://cz.farnell.com/rubycon/10yxj470m6-3x11/cap-alu-elec-470uf-10v-rad/dp/2346252</a>	4,00 Kč
R1	rezistor 1k	MULTICOMP - MF12 1K - RESISTOR, 1K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1k/resistor-0-125w-1-1k/dp/9342400</a>	1,00 Kč
R2	rezistor 4,7k	MULTICOMP - MF12 4K7 - RESISTOR, 4.7K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253</a>	1,00 Kč
R3	rezistor 4,7k	MULTICOMP - MF12 4K7 - RESISTOR, 4.7K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253</a>	1,00 Kč
RN1	odporová síť 4x 150	RR 4X150RB 2%	<a href="http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283">http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283</a>	3,92 Kč
RN2	odporová síť 4x 150	RR 4X150RB 2%	<a href="http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283">http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283</a>	3,92 Kč
RN3	odporová síť 4x 150	RR 4X150RB 2%	<a href="http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283">http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283</a>	3,92 Kč
RN4	odporová síť 4x 150	RR 4X150RB 2%	<a href="http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283">http://www.gme.cz/rr-4x150rb-2-p111-283</a>	3,92 Kč
I1	tranceiver RS-485	LTC485IN DIP8 LINEAR TECHNOLOGY	<a href="http://www.gme.cz/ltc485in-dip8-linear-technology-p310-472">http://www.gme.cz/ltc485in-dip8-linear-technology-p310-472</a>	22,00 Kč
I2	Spínaný regulátor napětí 5V/3A	LM2576-5	<a href="http://www.gme.cz/lm2576t-5-to220-5-on-semiconductor-p330-113">http://www.gme.cz/lm2576t-5-to220-5-on-semiconductor-p330-113</a>	36,00 Kč
I3_1	I2C expandér	PCF8574T SMD	<a href="http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020">http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020</a>	33,00 Kč
I3_2	I2C expandér	PCF8574T SMD	<a href="http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020">http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020</a>	33,00 Kč
I3_3	I2C expandér	PCF8574T SMD	<a href="http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020">http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020</a>	33,00 Kč
I3_4	I2C expandér	PCF8574T SMD	<a href="http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020">http://www.gme.cz/pcf8574t-smd-p959-020</a>	33,00 Kč
D1	Schottkyho dioda 40V/3A	Dioda 1N5822	<a href="http://www.gme.cz/dioda-1n5822-p223-004">http://www.gme.cz/dioda-1n5822-p223-004</a>	4,93 Kč
D2	Zenerova dioda 3,3V	Zenerova dioda BZX83V003.3	<a href="http://www.gme.cz/zenerova-dioda-bzx83v003-3-p222-013">http://www.gme.cz/zenerova-dioda-bzx83v003-3-p222-013</a>	1,23 Kč
L1	tlumivka 100uH/2A	Tlumivka TALEMA DPU100A2	<a href="http://www.gme.cz/tlumivka-dpu100a2-p611-167">http://www.gme.cz/tlumivka-dpu100a2-p611-167</a>	36,60 Kč
12V	Konektor pro vstup 12V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
5V_1	Konektor pro výstup 5V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
5V_2	Konektor pro výstup 5V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč

5V_3	Konektor pro připojení Raspberry	Usb konektor: USB1X90	<a href="http://www.gme.cz/konektor-usb1x90-p832-111">http://www.gme.cz/konektor-usb1x90-p832-111</a>	7,50 Kč
I2C_CON	konektor pro připojení I2C	Konektor se zámkem PSH02-02PG TP	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041</a>	1,12 Kč
LED_1	konektor pro připojení LED 1 až 4	Konektor se zámkem PSH02-08PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176</a>	4,93 Kč
LED_2	konektor pro připojení LED 5 až 8	Konektor se zámkem PSH02-08PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176</a>	4,93 Kč
LED_3	konektor pro připojení LED 8 až 12	Konektor se zámkem PSH02-08PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176</a>	4,93 Kč
LED_4	konektor pro připojení LED 13 až 16	Konektor se zámkem PSH02-08PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-08pg-p800-176</a>	4,93 Kč
RS485	konektor pro připojení RS485	Konektor se zámkem PSH02-02PG TP	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041</a>	1,12 Kč
ostatní	patice pro RS-485	SOKL 8	<a href="http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/">http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/</a>	1,23 Kč
	LED pro indikaci	16x LED 5 mm; R/G; 2 vývody; 20 mA: L-57EGW	<a href="http://www.gme.cz/l-57egw-p511-729">http://www.gme.cz/l-57egw-p511-729</a>	80,00 Kč
	připojení rele	16x kolík z: Oboustranný kolík S1G40 2,54mm	<a href="http://www.gme.cz/oboustranny-kolik-s1g40-2-54mm-p832-021">http://www.gme.cz/oboustranny-kolik-s1g40-2-54mm-p832-021</a>	4,00 Kč
	připojení Bluetooth modulu	6x dutinka z: Dutinková lišta BL840G	<a href="http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093">http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093</a>	1,50 Kč
	relé modul	2x 8-Canal Modulo Rele	<a href="http://www.ebay.com/itm/5V-8-Canal-Modulo-Rele-Shield-for-Arduino-ARM-PIC-AVR-DSP-Electronic-/271411279701">http://www.ebay.com/itm/5V-8-Canal-Modulo-Rele-Shield-for-Arduino-ARM-PIC-AVR-DSP-Electronic-/271411279701</a>	192,00 Kč
	chladič na spínaný regulátor	DO3A	<a href="http://www.gme.cz/do3a-p620-061">http://www.gme.cz/do3a-p620-061</a>	6,60 Kč
	konektory	2x konektor se zámkem PFH02-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084</a>	1,12 Kč
		3x konektor se zámkem PFH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204</a>	3,69 Kč
		4x konektor se zámkem PFH02-08P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-08p-p800-090">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-08p-p800-090</a>	2,43 Kč
		20x kontakt PFF02-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162">http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162</a>	9,44 Kč
		6x kontakt PFF04-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208">http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208</a>	7,38 Kč
celkem:				607,47 Kč

*Tab. P7.2 modul hlavní řízení*

### 7.3 Modul senzory

označení	součástka	kód/výrobce/typ	URL (dostupné 7. 10. 2014)	cena
C1	kondenzátor keramický 220nF/50V	VISHAY BC COMPONENTS - K224K20X7RF5TH5 - CAP, MLCC, X7R, 220NF, 50V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301">http://cz.farnell.com/vishay-bc-components/k224k20x7rf5th5/cap-mlcc-x7r-220nf-50v-rad/dp/1692301</a>	6,00 Kč
C2_1	kondenzátor keramický 10uF/25V	RUBYCON - 25ML10MEFC4X5 - CAP, ALU ELEC, 10UF, 25V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/rubycon/25ml10mefc4x5/cap-alu-elec-10uf-25v-rad/dp/8126380">http://cz.farnell.com/rubycon/25ml10mefc4x5/cap-alu-elec-10uf-25v-rad/dp/8126380</a>	6,00 Kč
C2_2	kondenzátor keramický 10uF/25V	RUBYCON - 25ML10MEFC4X5 - CAP, ALU ELEC, 10UF, 25V, RAD	<a href="http://cz.farnell.com/rubycon/25ml10mefc4x5/cap-alu-elec-10uf-25v-rad/dp/8126380">http://cz.farnell.com/rubycon/25ml10mefc4x5/cap-alu-elec-10uf-25v-rad/dp/8126380</a>	6,00 Kč
I2	2x JFET operační zesilovač	TL072IP	<a href="http://www.gme.cz/tl072ip-p311-069">http://www.gme.cz/tl072ip-p311-069</a>	12,00 Kč
I3	DC/DC converter nábojová pumpa	MICROCHIP - TC7660SEPA - IC, CHARGE PUMP, DC/DC, CONV, 8DIP	<a href="http://cz.farnell.com/microchip/tc7660sepa/ic-charge-pump-dc-dc-conv-8dip/dp/1852315">http://cz.farnell.com/microchip/tc7660sepa/ic-charge-pump-dc-dc-conv-8dip/dp/1852315</a>	20,60 Kč
R1	rezistor 4,7k	MULTICOMP - MF12 4K7 - RESISTOR, 4.7K, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-4k7/resistor-4-7k-0-125w-1/dp/9343253</a>	1,00 Kč
R5	rezistor 120k	MULTICOMP - MF12 120K - RESISTOR, 0.125W 1% 120K	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-120k/resistor-0-125w-1-120k/dp/9342540">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-120k/resistor-0-125w-1-120k/dp/9342540</a>	1,10 Kč
R6	rezistor 1M	MULTICOMP - MF12 1M - RESISTOR, 1MR, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1m/resistor-1mr-0-125w-1/dp/9342435">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1m/resistor-1mr-0-125w-1/dp/9342435</a>	1,00 Kč
R7	rezistor 1M	MULTICOMP - MF12 1M - RESISTOR, 1MR, 0.125W, 1%	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1m/resistor-1mr-0-125w-1/dp/9342435">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-1m/resistor-1mr-0-125w-1/dp/9342435</a>	1,00 Kč
R8	rezistor 680k	MULTICOMP - MF12 680K - RESISTOR, 0.125W 1% 680K	<a href="http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-680k/resistor-0-125w-1-680k/dp/9343482">http://cz.farnell.com/multicomp/mf12-680k/resistor-0-125w-1-680k/dp/9343482</a>	1,10 Kč
BNC1	BNC konektor pro připojení sondy PH	Koaxiální konektor BNC-Z 50RW	<a href="http://www.gme.cz/koaxialni-konektor-bnc-z-50rw-p817-015">http://www.gme.cz/koaxialni-konektor-bnc-z-50rw-p817-015</a>	35,06 Kč
BNC2	BNC konektor pro připojení sondy ORP	Koaxiální konektor BNC-Z 50RW	<a href="http://www.gme.cz/koaxialni-konektor-bnc-z-50rw-p817-015">http://www.gme.cz/koaxialni-konektor-bnc-z-50rw-p817-015</a>	35,06 Kč
NAPAJENI_5	konektor napájení 5V	konektor se zámkem PSH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh04-02p-p800-235</a>	1,12 Kč
I2C_1	konektor pro připojení I2C	Konektor se zámkem PSH02-02PG TP	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041</a>	1,12 Kč
I2C_2	konektor pro připojení I2C	Konektor se zámkem PSH02-02PG TP	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-02pg-tp-p800-041</a>	1,12 Kč
1_WIRE	konektor pro připojení 1 Wire	Konektor se zámkem PSH02-03PG	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-03pg-p800-164">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-psh02-03pg-p800-164</a>	2,13 Kč
ostatní	konektory	9x kontakt PFF02-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162">http://www.gme.cz/kontakt-pff02-01fg-p800-162</a>	5,81 Kč
		2x kontakt PFF04-01FG	<a href="http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208">http://www.gme.cz/kontakt-pff04-01fg-p800-208</a>	2,46 Kč
		3x konektor se zámkem PPH02-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-02p-p800-084</a>	1,68 Kč
		1x konektor se zámkem PPH02-03P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-03p-p800-085">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh02-03p-p800-085</a>	1,23 Kč

patice pro operační zesilovač 1	1x konektor se zámkem PFH04-02P	<a href="http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204">http://www.gme.cz/konektor-se-zamkem-pfh04-02p-p800-204</a>	1,23 Kč
	SOKL 8	<a href="http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/">http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/</a>	1,23 Kč
patice pro DC/DC converter	SOKL 8	<a href="http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/">http://www.gme.cz/patice-dil/sokl-8-p823-011/</a>	1,23 Kč
dutinová lišta pro programování	6x dutinka z: Dutinková lišta BL840G	<a href="http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093">http://www.gme.cz/dutinkova-lista-bl840g-p832-093</a>	1,50 Kč
Arduino nano	ARDUINO NANO v3	<a href="http://www.ebay.com/itm/Mini-USB-Nano-V3-0-ATmega328P-5V-16M-Micro-controller-Board-For-Arduino-NEW-GOOD-/151575131604">http://www.ebay.com/itm/Mini-USB-Nano-V3-0-ATmega328P-5V-16M-Micro-controller-Board-For-Arduino-NEW-GOOD-/151575131604</a>	65,00 Kč
celkem:			212,78 Kč

*Tab. P7.3 modul senzory*

## 7.4 Ostatní

součástka	kód/výrobce/typ	URL (dostupné 7. 10. 2014)	cena
Teplotní senzor s obvodem DS18B20	7x 2m Waterproof Digital Temperature Temp Sensor Probe DS18B20	<a href="http://www.ebay.com/itm/281165952628">http://www.ebay.com/itm/281165952628</a>	398,00 Kč
LED 1 až 4	20W Warm White 32-36V 600-700mA	<a href="http://www.ebay.com/itm/121420415540">http://www.ebay.com/itm/121420415540</a>	213,00 Kč
Kryt na LED 1 až 4	90-120° 44mm Lens + Reflector Collimator + Fixed bracket For 20W-100W LED	<a href="http://www.ebay.com/itm/321517845572">http://www.ebay.com/itm/321517845572</a>	343,00 Kč
Raspberry Pi	RASPBERRY-PI - RASPBERRY-MODB+-512M - RASPBERRY PI MODEL B+ BOARD	<a href="http://cz.farnell.com/raspberry-pi/raspberry-modb-512m/raspberry-pi-model-b-board/dp/2431426">http://cz.farnell.com/raspberry-pi/raspberry-modb-512m/raspberry-pi-model-b-board/dp/2431426</a>	950,00 Kč
Zdroj 12V/15A	LED zdroj 12V 150W	<a href="http://www.t-led.cz/led-zdroj-12v-150w">http://www.t-led.cz/led-zdroj-12v-150w</a>	790,00 Kč
Kolébkový spínač	P-SW201A GREEN COVER PROTECTIVE	<a href="http://www.gme.cz/p-sw201a-green-cover-protective-p624-244">http://www.gme.cz/p-sw201a-green-cover-protective-p624-244</a>	24,86 Kč
Kontakt k spínači	4x Faston 6,3 x 0,8	<a href="http://www.gme.cz/faston-6-3-x-0-8-p834-220">http://www.gme.cz/faston-6-3-x-0-8-p834-220</a>	8,00 Kč
Distanční sloupek kovový	8x DI5M3X10	<a href="http://www.gme.cz/da5m3x10-p623-020">http://www.gme.cz/da5m3x10-p623-020</a>	34,40 Kč
	24xDA5M3X20	<a href="http://www.gme.cz/da5m3x20-p623-022">http://www.gme.cz/da5m3x20-p623-022</a>	136,80 Kč
Krabička	Krabice Marlanvil 014.A.PL	<a href="http://www.gme.cz/krabice-marlanvil-014-a-pl-p627-046">http://www.gme.cz/krabice-marlanvil-014-a-pl-p627-046</a>	498,00 Kč
Spínaný DC/DC měnič 5/37V	DC-DC Converter Boost Power Supply Module 10-32V Step up to 35-60V 120W Voltage	<a href="http://www.ebay.com/itm/171279784690">http://www.ebay.com/itm/171279784690</a>	145,00 Kč
Kabelová průchodka	20x Kabelová vývodka šedá (RAL7035) , IP68, na kabel o průměru 5-10mm, včetně matky	<a href="http://www.gme.cz/f0606eg-11-gr-p656-502">http://www.gme.cz/f0606eg-11-gr-p656-502</a>	200,00 Kč
Svorkovnice	SVORKOVNICE 1-2.5mm2 12xRM8	<a href="http://www.gme.cz/svorkovnice-1-2-5mm2-12xrm8-p821-328">http://www.gme.cz/svorkovnice-1-2-5mm2-12xrm8-p821-328</a>	28,00 Kč
Fotocuprexitit	Fotocuprexitit 75x100x1,5 jednovrstvý	<a href="http://www.gme.cz/fotocuprexitit-75x100x1-5-jednovrstvy-p661-073">http://www.gme.cz/fotocuprexitit-75x100x1-5-jednovrstvy-p661-073</a>	38,00 Kč
Fotocuprexitit	Fotocuprexitit 150x100x1,5 jednovrstvý	<a href="http://www.gme.cz/fotosenzitivni-plosne-spoje-jednostranne/fotocuprexitit-150x100x1-5-jednovrstvy-p661-116/">http://www.gme.cz/fotosenzitivni-plosne-spoje-jednostranne/fotocuprexitit-150x100x1-5-jednovrstvy-p661-116/</a>	70,00 Kč
Fotocuprexitit	Fotocuprexitit 150x100x1,5 jednovrstvý	<a href="http://www.gme.cz/fotosenzitivni-plosne-spoje-jednostranne/fotocuprexitit-150x100x1-5-jednovrstvy-p661-116/">http://www.gme.cz/fotosenzitivni-plosne-spoje-jednostranne/fotocuprexitit-150x100x1-5-jednovrstvy-p661-116/</a>	70,00 Kč
výroba DPS	-	-	200,00 Kč

celkem: 4 147,06 Kč

celkem za celý systém: 5 542,01 Kč

Tab. P7.4 ostatní

## **Příloha 8 – Obsah přiloženého CD**

\Diplomova\_prace\ - diplomová práce ve formátu PDF

\Eagle\ - data schémat a desek plošných spojů v programu Eagle

\Obrazky\ - vybrané obrázky

\Obsah.txt - obsah CD

\Zdrojove\_kody\ATtiny\ - zdrojový kód pro ATtiny v jazyce C

\Zdrojove\_kody\Arduino\ - zdrojový kód pro Arduino v jazyce C

\Zdrojove\_kody\Raspberry\_Pi\ - zdrojové kódy pro Raspberry Pi

\Zdrojove\_kody\Raspberry\_Pi\Web\ - zdrojové kódy pro web server